

OPPIMATERIAALEJA

PUHEENVUOROJA

RAPORTTEJA 210

TUTKIMUKSIA

Anna Hallvar

VARSINAIS-SUOMEN BIOMASSAPOTENTIAALIN HYÖDYNTÄMINEN ENERGIANTUOTANNOSSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPPIMATERIAALEJA

PUHEENVUOROJA

RAPORTTEJA 210

TUTKIMUKSIA

Anna Hallvar

VARSINAIS-SUOMEN BIOMASSAPOTENTIAALIEN HYÖDYNTÄMINEN ENERGIANTUOTANNOSSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN
RAPORTTEJA 210

Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2014

ISBN 978-952-216-523-7 (painettu)

ISSN 1457-7925 (painettu)

Painopaikka: Suomen Yliopistopaino – Juvenes Print Oy, Tampere 2014

ISBN 978-952-216-562-6 (pdf)

ISSN 1459-7765 (elektroninen)

Jakelu: <http://loki.turkuamk.fi>



TIIVISTELMÄ

Anna Hallvar

Varsinais-Suomen biomassapotentiaalien hyödyntäminen energiantuotannossa

Turun ammattikorkeakoulun raportteja 210

119 s.

Turku: Turun ammattikorkeakoulu, 2014.

ISBN 978-952-216-523-7 (painettu)

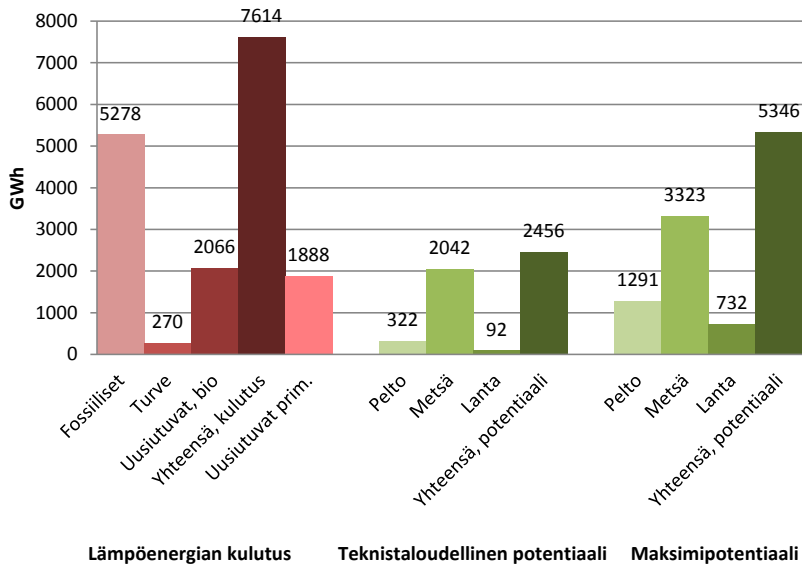
ISSN 1457-7925 (painettu)

ISBN 978-952-216-562-6 (PDF)

ISSN 1459-7765 (elektroninen)

Tehdyn selvityksen perusteella Varsinais-Suomessa on teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa biomassapotentiaalia noin 570 gigawattituntia. Hyödynnettävissä olevan biomassan määrä saadaan laskettua, kun potentiaalista vähennetään energiantuotannossa jo hyödynnettävän biomassan määrä. Selvityksen tuloksia biomassapotentiaaleista verrattiin lämpöenergian nykykulutukseen kunnissa ja viidessä Varsinais-Suomen seutukunnassa. Tällä hetkellä kaukolämpöä tuotetaan Varsinais-Suomessa noin 3 000 GWh:ia, josta fossiilisten polttoaineiden osuus on noin 75 prosenttia eli 2 250 GWh:ia. Hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla saataisiin fossiilisten polttoaineiden osuus kaventumaan 56 prosenttiin. Täten Varsinais-Suomessa lähes puolet kaukolämmöstä voitaisiin tuottaa biomassoilla.

Teknisesti ja taloudellisesti hyödynnettävissä olevan biomassan määrää pystytään kasvattamaan entisestään julkishallinnon ohjauskeinoilla. Varsinais-Suomessa hyödynnettävissä oleva biomassan maksimipotentiaali on selvityksen mukaan noin 3 500 GWh:ia (kuvio 1). Se, kuinka paljon olemassa olevaa biomassaa voidaan teknisesti ja taloudellisesti järkevästi hyödyntää, riippuu alue- ja kuntatason tuki- ja luparatkaisuista. Huomiota tulee kiinnittää myös energiantuotannon eri toimijoiden väliseen yhteistyöhön, jotta toimintojen päällekkäisyys siltä vältetään.

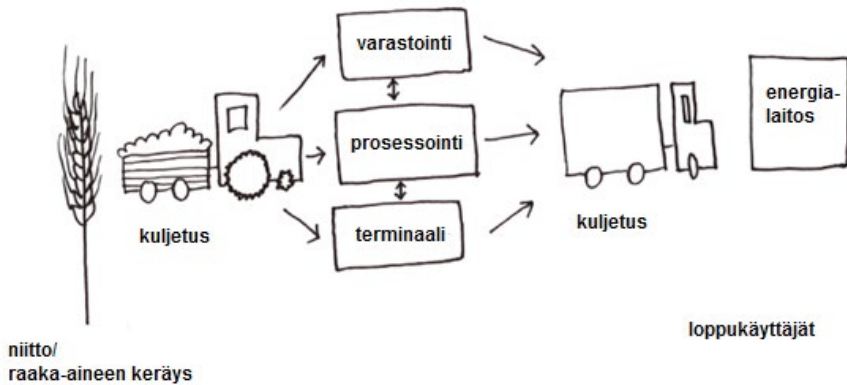


KUVIO 1. Varsinais-Suomen lämpöenergian kulutus nykyisellään, biomassojen teknis-taloudellinen ja maksimipotentiaali.

Bioenergiatuotantoa tulee kannustaa ohjaukskeinoilla, jotka tukevat toiminnan perustamista sellaisille alueille, joissa tuotannolle on selkeät edellytykset. Jos maakunnissa siirrytään hyödyntämään biomassapotentiaaleja, alueen lämpö- ja voimalaitokset vaikuttaisivat merkittävästi Varsinais-Suomen työllisyyteen raaka-aineen hankinnassa, käsittelyssä ja kuljetuksessa. Hyödyntämällä maakunnan teknis-taloudellista biomassapotentiaalia optimaalisesti voidaan Varsinais-Suomeen luoda noin 150 henkilötyövuoden edestä uusia työpaikkoja. Paikallisella bioenergiatuotannolla pystytään kehittämään maaseudun elinkeinotoimintaa, kun taloudelliset hyödyt jäävät tuotanto- tai lähialueelle.

Alueellinen energiaomavaraisuuspotentiaali kasvaa siirryttäessä keskuksista kohti maaseutua. Sijaintitarkastelussa huomioitiin energiatuotannossa käytettävien raaka-aineiden sijainnit ja energian kulutuskeskittymät. Kaupunkimaisten keskusten ja maaseutumaisien kuntien väliin jäävällä vyöhykkeellä sijaitsevat selvityksen mukaan kaikkein potentiaalisimmat paikallisen ja hajautetun bioenergiatuotannon alueet. Tämä vyöhyke on toisaalta lähellä keskusten kulutuskeskittymiä ja toisaalta alue on lähellä maaseudun suuria biomassapotentiaaleja.

Tehokas biomassojen keruu- ja käsittelymalli takaisi bioenergiaa käyttäville energialaitoksille biopolttoaineiden saatavuuden ja laadun. Ratkaisu toimintamalliin saattaisi olla maakuntatason toimija tai useampi seutukuntatason toimija yhdessä, jotka organisoisivat biomassojen keräys-, kuljetus- ja käsittelyketjuja ja tuotantomalleja sekä polttoaineiden jalostusketjuja. Raaka-aineiden keräys, kuljetus ja varastointi ovat kriittisiä tekijöitä toiminnan taloudellisuutta arvioitaessa. Bioenergiatuotannon koko logistinen ketju tulee suunnitella taloudellisesti kannattavalla tavalla (Kuvio 2). Uusiutuvan energian hyötyjä ei kannata mitätöidä logistisen ketjun kustannuksilla ja sen ympäristövaikutuksilla. On lisäksi huomioitava, että metsähakkuun tähteen keräys-toimintaa toteutetaan jo esim. metsäyhtiöiden toimesta. Peltoalueilta olevan energiaketjun tulisi saada synergiaetuja myös metsäpuolen järjestelmästä.



KUVIO 2. Biomassojen keräys-, kuljetus- ja käsittelyketju.

ESIPUHE

Tämä selvitys käsittelee Varsinais-Suomen biomassapotentiaaleja ja niiden sijainteja. Selvitys on osa Varsinais-Suomen bioenergiatuotannon suunnittelu ja ohjaus -hanketta, joka toteutettiin Turun ammattikorkeakoulussa Maakunnan kehittämisrahalla vuosina 2012–2014.

Sijainnin merkitys on keskeinen, koska biomassojen kuljetuskustannukset määräävät pitkälti toiminnan taloudellisuuden ja kustannustehokkuuden. Mitä hyötyä on suurista biomassapotentiaaleista jos niitä ei pystytä taloudellisesti ja teknisesti hyödyntämään? Jo energialaitoksia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon lähialueiden biomassapotentiaalit ja suunnitella logistiset verkostot potentiaalien pohjalta. Raaka-ainemassojen kuljettaminen ilman logistista suunnittelua pitkien etäisyyksien päähän ei ole kannattavaa. Sen sijaan resurssit tulisi käyttää lähellä niiden syntypaikkaa.

Varsinais-Suomen biomassapotentiaaleja on laskettu ja kartoitettu usean toimijan ja hankkeen toimesta. Tässä selvityksessä tarkastellaan maakunnan pelto-, metsä- ja lantabiomassapotentiaalien sijainteja suhteessa alueen olemassa oleviin kaukolämpölaitoksiin. Teknis-taloudellisia potentiaaleja verrataan rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan. Tarkastelun keskeisenä näkökulmana on kuinka paljon rakennusten lämmitykseen kuluvia fossiilisia polttoaineita voidaan korvata biomassalla. Vertailujen ja saatavuusanalyyysien avulla selvitetään kuinka energiaomavaraisia kunnat ja seutukunnat voisivat olla suhteessa rakennusten lämmitysenergian kulutukseen.

Uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen Varsinais-Suomessa edellyttää maakunnan bioenergiapotentiaalien hyödyntämismahdollisuuksien optimointia. Energiatuotanto, myös bioenergian sektorilla, vaatii mittavia investointeja ja on resurssien hukkakäyttöä investoida ja sijoittaa tuotantoa kiinnittämättä huomiota energiatuotannon sijaintiin suhteessa raaka-aineisiin ja markkinoihin. Maakuntatasolla tarvitaan bioenergiatuotantohankkeiden koordinoitavuutta ja potentiaalisten biotuotantoalueiden kartoitusta. Projektissa korostetaan keskus- ja alueverkko-lähtöistä suunnittelua ja hyödynnetään olemassa olevaa keskus- ja vaikutusalueverkostotietoa.

Tällä hetkellä vallitsevana mallina Varsinais-Suomessa on keskitetty energiajärjestelmä, jonka rinnalla toimii hajautettua energiantuotantoa. Hajautettu ja paikallinen energia kasvattavat todennäköisesti rooliaan energiantuotannossa tulevaisuudessa. Hajautetulla tuotantomallilla on vaikutuksia alueen työllisyyteen, aluetalouteen ja hyvinvointiin, kun pääomavirrat jäävät kotimaahan ja kunnan tai kylän alueelle. Maankäyttöä ja kaavoitusta tulisi tulevaisuudessa ohjata ja suunnitella siten, että myös asutus ja pienteollisuus voisivat hyödyntää paikallista energiaa.

Varsinais-Suomessa on meneillään ja suunnitteilla useita energiahankkeita, joiden suunnittelussa ja käynnistämisessä voidaan käyttää hyväksi selvityksen tuloksia. Bioenergiatuotannossa korostuu sijaintien ja etäisyyksien merkitys. Biomassapotentiaalien perusteella pystytään tekemään saatavuusanalyyseja, joissa voidaan ottaa huomioon erilaisia bioenergiatuotannon muuttujia.

Mallintamalla laitosten tavoitekapasiteettien pohjalta keräilyalueiden laajuutta kartalle pystytään havainnoimaan bioenergian raaka-aineiden hankinta-alueiden päällekkäisyyksiä ja siten tarkastelemaan eri energiantuotantohankkeiden mielekkyyttä. Biomassojen käytön ja tuotannon potentiaaliset alueet ja sijainnit tulisi ottaa huomioon jo energiahankkeiden suunnittelun alkuvaiheissa.

Taustalla on tulevaisuuden tarve uusiin hajautetun ja paikallisen energiantuotannon ratkaisuihin, jotka tukevat kansallista energiantuotantoa ja myös alueiden ja seutukuntien energiaomavaraisuutta.

Anna Hallvar

Projektikoordinaattori

Jari Hietaranta

Projektipäällikkö

SISÄLTÖ

ESIPUHE	6
I JOHDANTO	9
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	11
2.1 Rajaukset	11
2.2 Aineisto	12
2.3 Menetelmät ja potentiaalit	12
3 TULOKSET	18
3.1 Lukuohje kuntatarkasteluihin	18
3.2 Kuntien biomassapotentiaalit	22
<i>Kuntien biomassapotentiaalit – sisällysluettelo</i>	24
3.3 Seutukuntatason tarkastelu	82
3.4 Maakuntatason tarkastelu	102
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	111
4.1 Julkisen hallinnon rooli	111
4.2 Toimintamallin kehittäminen	112
4.3 Nykyisen infrastruktuurin hyödyntäminen	114
4.4 Bioenergiatuotannon tulevaisuus Varsinais-Suomessa	116
5 LÄHTEET	118

I JOHDANTO

Hyödyntämällä biomassoja energiantuotannossa pystytään vaikuttamaan alueiden taloudelliseen kehitykseen. Bioenergiantuotannon työllisyysvaikutukset vaikuttavat pitkällä aikavälillä alueen talouteen ja kehitykseen. Biomassojen keräys-, kuljetus- ja käsittelyketjut ja tuotanto sekä polttoaineiden jalostusketjut sitovat paljon työvoimaa. Paikallisesti tuotetulla uusiutuvalla energialla voidaan tulevaisuudessa nähdä merkittävä rooli Suomen energiatarpeen täyttäjänä. Lisäksi paikallisesti tuotetulla energialla voidaan vähentää riippuvuutta tuontienergiasta.

Fossiilisten polttoaineiden hinnan nousu ja EU:n päästökaupan päästöoikeuksien korkea hinta kasvattavat tulevaisuudessa uusiutuvan energian kilpailukykyä. Polttoaineiden hinnan nousun myötä nousee väistämättä myös kuluttajan käyttämän energian hinta. Hinnan nousun seurauksena kuluttajille syntyy halu säästää energiaa. Ympäristötietoisuus ja poliittiset päätökset sekä fossiilisten polttoaineiden hinnan nousu kasvattavat vähitellen bioenergia- ja biomassatuotteiden markkinoita, ja samalla bioenergian käytön merkitys kasvaa. Nykyisin energia tuotetaan pääosin suurissa ja keskitetyissä laitoksissa, joista suurin osa käyttää uusiutumattomia energialähteitä. Energiantuotanto tapahtuu pitkälti asutuskeskittymien ulkopuolella, josta se siirretään verkostoa pitkin käyttäjille pitkien etäisyyksien päähän.

Varsinais-Suomessa on sekä suuria energiantuotantoyksiköitä että pieniä energialaitoksia. Paljon keskustelua on herättänyt Suomen tuleva energiantuotantomalli. Onko Suomessa tulevaisuudessa hajautettu vai keskitetty energiantuotantomalli? Nykyisessä keskitetyssä energiatuotantomallissa on sekä suuria, että pieniä energiantuotantolaitoksia. Hajautetun energiantuotannon järjestelmät nykyisellään ja myös tulevaisuudessa täydentävät pääasiassa keskitetyn energiantuotannon siirron ja jakelun järjestelmiä. Pienimuotoisen ja hajautetun energiantuotannon ensisijainen tehtävä on tyydyttää tietyn koh-

teen tai alueen energiantarve paikallisesti. Hajautetun omavaraisen energiantuotannon avulla pystytään vaikuttamaan maaseudun yhteiskunnalliseen rooliin. Vaikka pelto- ja lantabiomassoilla on melko pieni merkitys Suomen koko energiantuotannossa, on niillä kuitenkin suuri merkitys alueellisesti.

Selvityksen ensimmäisenä tavoitteena on lisätä kuntapäätäjien ja kuntalaisien tietoisuutta oman kuntansa biomassapotentiaaleista. Toisena tavoitteena on, että selvityksen tuloksia käytetään apuna bioenergiatuotantohankkeiden koordinoituvuudessa, potentiaalisten biotuotantoalueiden kartoituksessa sekä maankäytön suunnittelussa. Lainsäädäntö, lupamenettelyt ja maankäytön suunnittelun erilaiset reunaehdot vaikuttavat bioenergiatuotannon kasvuun ja kehittymiseen. Seutu- ja kuntatason suunnittelulla voidaan myötävaikuttaa uusiutuvien energialähteiden käyttöön poistamalla kaavoituksellisia esteitä ennakoimalla tulevia hankkeita ja niiden tarvitsemia varauksia maakunnan ja kuntien kaavoituksessa.

Sijainnin merkitys korostuu hajautetussa energiantuotannossa. On selvitettävä biomassojen tuottoalueiden sijaintien suhde laitosten tavoitekapasiteetteihin ja markkinoihin sekä se, mitkä ovat hyödynnettävissä olevien biomassojen maksimi- ja teknis-taloudelliset potentiaalit. Biomassojen potentiaalien pohjalta voidaan tarkastella eri bioenergiahankkeiden mielekkyyttä.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 RAJAUKSET

Biomassapotentiaalien kartoitus on haasteellista. Laskelmissa ja eri tutkimusmenetelmissä käytettävät tiedot perustuvat paljolti eri oletuksiin tarkan tutkimus- ja tilastotiedon puuttuessa. Laskelmien tulokset ovat riippuvaisia valituista pohja-aineistoista, kertoimista ja laskenta- ja tutkimusmenetelmistä. Laskelmia varten ei ole useinkaan valmiina kertoimia, vaan kertoimet täytyy johtaa useista eri reunaehdoista. Tässä selvityksessä on käytetty maksimi- ja teknis-taloudellista potentiaalia kuvaamaan Varsinais-Suomen bioenergiapotentiaalia. Biomassapotentiaalit on laskettu metsä-, pelto- ja lantabiomassojen osalta. Selvityksessä ei oteta kantaa bioenergiantuotannon tekniseen toteutukseen. Lisäksi selvityksessä on oletettu, että olemassa olevat laitokset pystyvät hyödyntämään metsä-, pelto- ja lantabiomassoja energiantuotannossa. Tuki-politiikan muutokset ja tekniset innovaatiot muuttavat hetkessä hyödynnettävissä olevan biomassan määrää, joten selvityksen potentiaalit ovat suuntaa antavia.

Tässä selvityksessä tarkastellaan kuntien ja seutukuntien energiaomavaraisuutta suhteessa rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiaan. Selvitys pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Kuinka paljon nykyisin käytettäviä fossiilisia polttoaineita voitaisiin korvata biomassoilla?
2. Miten biomassan käytön kasvattaminen energiantuotannossa vaikuttaa laitosten biomassojen hankintateiteisiin?

Tulosten tarkasteluissa vertailukohteeksi on valittu kunnissa rakennusten lämmitykseen kuluva primäärienergia. Tarkastelujen ulkopuolelle jätetään tuonti- ja ydinenergia sekä ne uusiutuvat energiantuotantomuodot, jotka eivät kuulu tutkittaviin biomassapotentiaaleihin.

2.2 AINEISTO

Aineisto koostuu kasvilajikohtaisista peltopinta-alojen ja maatilojen eläinmäärien sijaintitiedoista vuodelta 2012. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen tietokannasta saadut eläinten lukumäärät ja kasvien viljelypinta-alat muutettiin biomassapotentiaaleiksi energiatuottokertoimien avulla. Varsinais-Suomen bioenergian kokonaispotentiaalin tarkastelussa huomioidaan alueella syntyvä maatalouseläinten lanta, viljan sekä rypsin ja rapsin olki, järviruoko, ruokohelpi sekä perunan ja sokerijuurikkaan viljelystä syntyvät kasvijätteet. Järviruoko'n potentiaalit on koottu Turun ammattikorkeakoulun Cofreen-hankeen taustamateriaaleista. Metsäbiomassojen tarkastelussa on hyödynnetty Paula Yläsen (2013) tuloksia selvityksestä Varsinais-Suomen metsäenergiapotentiaali.

Peltoenergiapotentiaalien tarkastelussa on huomioitu ainoastaan elintarvike- ja rehuuotannon ulkopuolelle jäävä biomassassa. Laskelmissa on huomioitu käytössä olevien viljelysmaiden sivuvirrat. Laskelmien ulkopuolelle on jätetty viljelemättömät peltopinta-alat, kuten kesannot, niityt ja nurmet. Peltoenergiapotentiaalin tarkastelua varten on huomioitu ainoastaan vuonna 2012 viljeltyjen kasvien sivuvirtapotentiaalit. Viljelytuotteiden kohdalla sivuvirtojen kokonaispotentiaali ei ole aina kokonaan käytettävissä, koska esimerkiksi osa oljesta jää peltoon sänkenä ja korjuun aikana tapahtuu häviöitä. Energiatuotantopotentiaalit on laskettu pellon ja lannan osalta vuositasolla.

2.3 MENETELMÄT JA POTENTIAALIT

Biomassoille on laskettu potentiaalit kahdella eri tasolla. Maksimipotentiaali otettiin mukaan selvityksen tarkasteluihin, koska maakunnan biomassojen maksimipotentiaali pysyy suhteellisen stabiilina suhteessa teknis-taloudelliseen potentiaaliin.

1) Maksimipotentiaali

Biomassan korjuun oletetaan onnistuvan ilman teknisiä, taloudellisia tai ekologisia rajoitteita. Tämä tarkoittaa, että kaikki kohteet olisivat ekologisesti ja teknisesti sopivia sekä taloudellisesti kannattavia biomassan korjuuseen.

2) Teknis-taloudellinen potentiaali

Maksimipotentialia on supistettu teknisten ja taloudellisten rajoitteiden mukaisesti. Teknis-taloudellinen potentiaali vastaa todellista korjuupotentiaalia silloin, kun teknisesti korjattavissa oleva biomassapotentiaali saadaan otettua käyttöön sataprosenttisesti ja potentiaalın hyödyntäminen on taloudellisesti kannattavaa. Selvityksessä oletetaan, että teknis-taloudellinen pelto- ja lantabiomassapotentiaali on maksimipotentialista 25 prosenttia, joka on suuntaa antava arvio. Ei ole olemassa yksiselitteistä kerrointa, jolla maksimipotentialista voitaisiin johtaa teknis-taloudellinen potentiaali pelto- ja lantabiomasoille. Kertoimiin vaikuttavat esim. valtion tarjoamat erilaiset tuet. Metsäbiomassojen osalta teknis-taloudellisena potentialina on käytetty Suomen metsäkeskuksen selvityksen teknis-ekologista potentialia.

Peltobiomassojen potentialien laskelmissa on huomioitu ainoastaan peltobiomassan sivuvirrat. Peltobiomassojen sivuvirtapotentiaalilla tarkoitetaan kaikkea muuta kuin viljeltävän päätuotteen biomassaa. Selvityksessä on oletettu, että metsä- ja peltobiomassat käytettäisiin yksinomaan lämpöenergian tuotantoon. Lantabiomassojen osalta oletetaan, että teknis-taloudellisesta potentialista 50 prosenttia käytetään lämmön tuotantoon ja 35 prosenttia sähköntuotantoon. Energiahävikkiä syntyy prosesseissa 15 prosenttia. Lanan energiatuotannon hyötysuhde on 85 prosenttia.

2.3.1 Peltobiomassat

Energiantuotantoon soveltuvia peltobiomassoja ovat energiakasvit, viljanviljelyn sivutuotteena muodostuva olki, hoidetuilta viljelemättömiltä pelloilta korjattava sato sekä viljojen ja vihannesten viljelyssä muodostuvat varastotappiot ja muut vihannesten viljelyssä muodostuvat jätteet, kuten naatit. Energiantuotantoon peltobiomassoja on käytetty Suomessa toistaiseksi vain vähän. Peltomassoista saatava energiamäärä vaihtelee riippuen viljeltävästä kasvilajikkeesta ja kasvien korjuuajasta.

Kunnollisia arvioita pelloille jätettävien sivuvirtojen tarpeellisista määristä ei Suomen osalta ole saatavilla. Tässä selvityksessä peltoon jätettävät sivuvirrat on huomioitu teknis-taloudellisessa kertoimessa, joka on 25 prosenttia maksimipotentialista.

Olkisatojen ja muiden selvityksessä mukana olleiden viljelykasvien teoreettiset sivuvirtapotentialit laskettiin alueellisesti satoindeksien mukaan viljasadosta. Tiedot Varsinais-Suomen satomääristä saatiin maa- ja metsätalousministeriön viljelykasvien hehtaarisadoista Varsinais-Suomesta vuodelta 2012. Satoindeksi eli korjatun sadon suhde maanpäälliseen kokonaisbiomassaan kuvaa teoreettista sivuvirtapotentialia. Kaikki kasvin biomassa, lukuun ottamatta sadoksi kerättävää biomassaa, voidaan käyttää hyödyksi bioenergian tuotannossa. Teoreettinen sivuvirtapotentiali peltobiomassoille saadaan kertomalla hehtaarisato satoindeksillä.

Syntyvän oljen ja kasvijätteiden määrä on laskettu Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen (2012) maatilarekisterissä olevien viljelypinta-alojen ja peltokasvitilaston satotasojen ja -indeksin avulla. Syntyvän oljen määrästä on vähennetty määrä, joka menetetään korjuun yhteydessä, esimerkiksi sänkenä. Tutkimuksissa on havaittu, että sängen ollessa 15 cm menetetään 27 prosenttia potentialisesta olkisadosta (Pahkala & Kontturi 2008, 5).

Teoreettinen sivuvirtapotentiali =
sadon kokonaisbiomassa * (1 – satoindeksi) * sänkikerroin

Tässä selvityksessä teoreettinen sivuvirtapotentiali tarkoittaa peltobiomassan maksimipotentialia. Peltobiomassapotentialien tekniselle tai taloudelliselle hyödyntämiselle ei ole käytössä yksiselitteistä kerrointa. Teknis-taloudellinen potentiali on 25 prosenttia teoreettisesta sivuvirtapotentialista. Olkien energiapotentialit hehtaarilta on 3000–7 500 kWh (taulukko 1).

TAULUKKO 1. *Oljen energiapotentialit hehtaarilta.*

Kasvi	kg/ha ¹	kWh/kg ²	satoindeksi ³	kuiva-aine-% ³	sivuvirtapotentiali ⁴	sänki ⁵	kWh/ha/vuosi
kaura	4 140	3,6	0,5	86	0,5	0,73	5 440
mallasohra	3 960	3,7	0,55	86	0,45	0,73	4 813
rapsi	1 660	5,4*	0,35	91	0,65	0,73	4 253
ruis	3 950	3,8*	0,4	86	0,6	0,73	6 574
rypsi	1 190	5,4	0,35	91	0,65	0,73	3 049

vehnä (kevät)	4 180	3,8	0,45	86	0,55	0,73	6 377
vehnä (syys)	4 900	3,8	0,45	86	0,55	0,73	7 476

1. Satotasot, Tike 2012
2. Kitinoja2007; Mäkinen ym. 2005
3. Pahkala ym. 2009
4. 1-satoindeksi

Pahkala ym. 2008; Pahkala & Kontturi 2008.

Järviruo'on ja ruokohelven osalta oletetaan, että kaikki puitu biomassassa käytetään energiatuotantoon. Järviruo'on potentiaalın laskuissa oletetaan, että hehtaarilta syntyvä sato on 5 000 kiloa kuiva-ainetta (taulukko 2). Perunan ja sokerijuurikkaan osalta energiaksi käytetään sadosta syntyvä kasvijäte. Perunan sadosta 5 prosenttia oletetaan jäteperunaksi, joka voidaan hyödyntää energiana.

TAULUKKO 2. Kasvien energiapotentiaalit hehtaarilta.

Kasvi	kg/ha ¹	kWh/kg ²	sato- indeksi ³	kuiva- aine-% ⁴	sivuvir- tapoten- tiaali ⁵	kWh/ha/ vuosi
järviruoko	5 000	4,2		1		21 000
ruokohelpi*	2 930	4		85		11 720
peruna	14 900	1	0,55	30	0,45	6 705
sokerijuurikas, naatit	37 000	2,75	0,66	21	0,34	34 595

1. Tike, Viljelykasvien sato 2012
2. Kitinoja 2007; Mäkinen ym. 2005
3. Pahkala ym. 2009
4. Pahkala ym. 2009
5. 1-satoindeksi

* Ruokohelven osalta ei ollut saatavissa satotasaja Varsinais-Suomen alueelta, joten selvityksessä käytettiin koko Suomen vuoden 2012 satotasaja.

2.3.2 Lantabiomassat

Tässä selvityksessä laskettiin energiatuotantopotentiaalit nautojen, sikojen, siipikarjan, lampaiden, vuohien ja hevosten lantamäärille. Arviot eläinten tuottamasta lantamäärästä vuositason laskettiin kertomalla tilan eläinmäärä yhden eläimen vuodessa tuottamalla lantamäärällä. Kotieläinten vuosittaisen lannantuoton arvioinnissa käytettiin maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräys ja -ohjekokoelman osaa C4, joka sisältää kotieläinrakennusten ympäristöhuoltoon liittyviä ohjeita ja suosituksia. Kokoelmassa esitetään eläinlajikohtaisesti minimivarastointitilavuudet kuutiometreissä (m³) kuivalannalle ja virtsalle, lietelannalle sekä kuivikelannalle, jossa virtsa on imeytetty kuivikkeeseen. Tässä selvityksessä käytettiin ainoastaan kuivikelannan varastointitilavuuksia ja oletuksena oli, että minimivarastointitilavuudet vastaavat eläinlajien vuosittaista lannantuottoa (taulukko 3).

Nautojen osalta lantamäärien laskelmissa käytettiin painotettua keskiarvoa, koska pohja-aineistossa ei ole jaoteltu nautoja lypsy- tai lihakarjaksi. Lypsykarjan lantamäärä vuodessa on maa- ja metsätalousministeriön ohjekokoelman mukaan 24 m³, kun taas lihakarjalle lantamäärä on ohjeistuksen mukaan 15 m³. Jokaiselle tutkittavalle kunnalle laskettiin oma painotettu keskiarvo naudat lantamäärille. Tiedot saatiin maa- ja metsätalousministeriön tietokannasta, jossa naudat olivat jaoteltu lypsy- ja lihakarjaan.

TAULUKKO 3. Kotieläinten lannan energiapitoisuudet (kWh/kg) ja syntyvä lantabioenergiapotentiaali vuodessa kotieläintä kohden.

	Lannantuotto ¹	Tiheys ²		Energiapitoisuus ³	
Eläin	m³/vuosi	kg/m³	kg/vuosi	kWh/kg	kWh/vuosi
Lypsylehmät	24	768,2	18436,8	0,28*	5162,3
Lihakarjat	15	768,2	11523	0,28*	3226,4
(Liha)siat	2,4	640,8	1537,9	0,34	522,9
Emakot	8,3	640,8	5318,6	0,34	1808,3
Lampaat, vuohet	1,5	556,3	834,5	0,76**	634,22
Kanat	0,05	608,9	30,4	2,14	65,2
Broilerit	0,015	608,9	9,1	2,14	19,5
Kalkkunat	0,03	608,9	18,3	1,97	36
Hevoset	12	506,5	6078	0,76	4619,3

1. Maa- ja metsätalousministeriö 2002 (MMM-RMO C4)
2. Viljavuuspalvelu Oy 2009
3. Karjalainen 2006

* Naudan lannan energiapitoisuuden osalta käytettiin keskiarvoa, koska pohja-aineistosta ei pysty erittelemään lypsy- ja lihakarjaa. Lypsykarjan lannan energiapitoisuus on 0,30 kWh/kg ja vastaavasti lihakarjan 0,26 kWh/kg.

** Lampaiden ja vuohien osalta lannan energiapitoisuus on arvioitu samaksi kuin hevosen, 0,76 kWh/kg.

2.3.3 Metsäenergia

Tarkasteluissa käytetään apuna Paula Yläsen (2013) tekemää selvitystä Varsinais-Suomen metsäenergiapotentiaaleista. Selvityksen laskelmissa metsäenergiapotentiaali koostuu viidestä eri raaka-ainelähteestä: hakkuutähteet, kannot, nuorista metsistä kerättävä pienpuu, ensiharvennusten kuitupuu kokopuukorjuuna sekä tyvilaho kuusi. Potentiaalien laskennassa on käytetty lähtökohtana Suomen metsäkeskuksen yksityismetsistä keräämää alueellista metsäsuunnitteluaineistoa.

Selvityksessä ei ole huomioitu erillislämmityksessä kuluva puuainesta. Tämän vuoksi selvityksestä poimittiin taloudellisen potentiaalin sijaan teknisekologinen potentiaali. Varsinais-Suomessa on käytetty pienpoltossa ja erillislämmityksessä polttopuuta noin 540 000 m³, mikä vastaa noin 1 000 GWh:ia (Somerpalo 2014).

3 TULOKSET

3.1 LUKUOHJE KUNTATARKASTELUIHIN

Tulosten tarkasteluissa vertailukohteeksi on valittu kuntien rakennusten lämmityksen primäärienergiankulutus. Tarkastelujen ulkopuolelle jätetään tuonti- ja ydinenergia sekä uusiutuvat energiamuodot, jotka eivät kuulu tutkittaviin biomassapotentiaaleihin. Tiedot primäärienergiankulutuksesta kerättiin Benviroc Oy:n selvityksestä ”Varsinais-Suomen energia- ja kasvihuonekaasutase 2010”. Selvitys on tehty Varsinais-Suomen kestävän kehityksen ja energia-asioiden palvelukeskus Valonian toimeksiannosta osana EETU – energiasta maakunnan etu -hanketta.

Tulosten tarkastelussa pyrittiin luomaan realistinen kuva kuntien energiaomavaraisuudesta suhteessa rakennusten lämmitykseen kuluvaan primäärienergiaan. Laskelmissa huomioidaan kunnassa rakennusten lämmitykseen käytetty biomassoilla tuotettu energia, jota verrataan kunnan kokonaisbiomassapotentiaaliin.

Kokonaisbiomassapotentiaali – uusiutuvien biomassojen kulutus
= hyödynnettävissä oleva potentiaali

Kuntatason tarkasteluissa selvitettiin, paljonko hyödynnettävissä olevalla potentiaalilla voitaisiin korvata kunnan alueen rakennusten lämmitykseen kuluvia fossiilisia polttoaineita.

Varsinais-Suomen kunnat esitetään aakkosjärjestyksessä ja kuntien teknis-taloudellinen biomassapotentiaali esitetään taulukoissa ja diagrammeilla. Tarkasteluissa on käytetty samoja lähteitä ja oletuksia, joten kuntien biomassapotentiaalit ja energiaomavaraisuusasteet ovat verrattavissa keskenään.

3.1.1 Työllistävä vaikutus

Kuntatason tarkasteluissa laskettiin henkilötyövuodet, jos kunnan hyödynnettävissä oleva potentiaali käytettäisiin kokonaisuudessa lämpöenergian tuotantoon. Koska tarkkoja bioenergia-alan työpaikkatilastoja ei ole saatavissa, laskelmat tehtiin olettaen, että yhden terawattitunnin energiatuotanto biopolttoaineen hankintaketjuineen edellyttää 250 henkilötyövuoden panosta (Villa & Saukkonen 2010).

Henkilötyövuodet on laskettu kaavalla

Hyödynnettävissä oleva biomassapotentiaali GWh \times 0,25 htv.

3.1.2 Energiaomavaraisuus

Energiaomavaraisuuden tarkastelu suhteessa rakennusten lämmitykseen vastaa seuraaviin kysymyksiin:

Paljonko biomassapotentiaalilla voitaisiin korvata kunnassa rakennusten lämmitykseen käytettäviä fossiilisia polttoaineita?

Minkälaiseen energiaomavaraisuusasteeseen voitaisiin päästä rakennusten lämmityksessä, jos lämpöenergia tuotetaan kunnan omilla biomassoilla?

Kuntatason energiaomavaraisuustarkasteluissa verrataan kunnan biomassapotentiaalia fossiilisilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettuun lämmitysenergiaan.

Taulukkotarkastelussa verrataan kunnan biomassapotentiaalia biomassoilla tuotetun lämmitysenergian kulutukseen kunnan alueella. Turve ja fossiiliset polttoaineet on otettu vertailuun mukaan, kun pohditaan sitä, kuinka paljon kunnan biomassapotentiaalilla voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita. Esimerkkinä taulukossa 6 sarakkeissa 1 ja 2 on esitetty kunnan maksimi- ja teknis-taloudelliset potentiaalit. Lannalle on laskettu sen lämmöntuotannon teknis-taloudellinen potentiaali. Sarakkeessa 3 verrataan potentiaaleja rakennusten lämmityksen primäärienergian kulutukseen, jossa on huomioitu fossiilisten polttoaineiden, turpeen ja uusiutuvien biomassojen käyttö. Sarakkeessa 4 verrataan potentiaaleja uusiutuvilla biomassoilla tuotettuun lämmitysenergian kulutukseen.

TAULUKKO 4. *Esimerkkitaulukko kuntien biomassapotentiaaleista ja energiaomavaraisuudesta suhteessa rakennusten lämmitysenergiaan.*

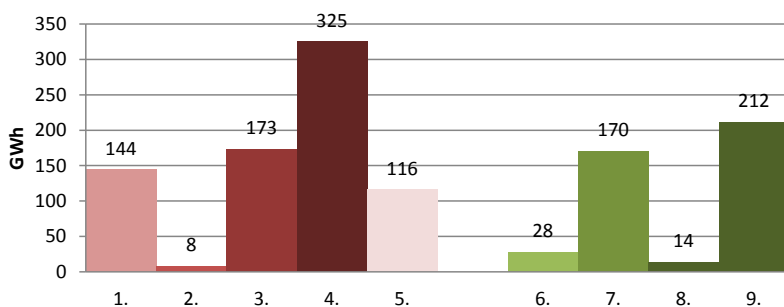
Biomassa- jakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknillistaloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmityksen primäärienergiakulutuksesta*	Osuus rakennusten lämmityksen bioenergian kulutuksesta**
Pelto	28,243	7,061	0,2 %	1,3 %
Metsä	67,248	41,238	1,4 %	7,6 %
Lanta	1,550	0,194	0,0 %	0,0 %
Yht.	97,041	48,493	1,6 %	8,9 %

* fossiiliset polttoaineet, turve ja uusiutuvat biomassat

** uusiutuvat biomassat

Tarkasteluissa oletetaan, että rakennusten lämmitykseen käytettäisiin kunnan omaa biomassapotentiaalia. Oletuksena on myös, että nykyisin käytössä olevat fossiiliset polttoaineet ja turve pystytään korvaamaan metsä-, pelto- tai lantabiomassoilla. Biomassoilla korvattavaan määrään vaikuttavat jo rakennusten lämmityksessä käytettävät biomassat, joten näiden kulutus on vähennettävä kunnan kokonaisbiomassasta, jolloin saadaan laskettua hyödynnettävissä olevan biomassan määrä.

Muutamissa Varsinais-Suomen kunnissa kaukolämpölaitoksissa käytetään polttoaineena teollisuuden puutähdettä. Teollisuuden puutähdettä on sekundääristä polttoainetta, joten energiaomavaraisuustarkasteluissa käytetyn puutähteen määrä on vähennetty uusiutuvien biomassojen kokonaiskulutuksesta (kuvio 3, pylväs 5). Biomassapotentiaalia verrataan ensin uusiutuvien biomassojen kulutukseen (pylväs 3) tai primääriseen uusiutuvaan energiaan, jos alueen kaukolämpölaitos käyttää myös sekundäärisiä biopolttoaineita (pylväs 5).



KUVIO 3. Esimerkkidiagrammi, jossa rakennusten lämmitysenergian kulutusta verrataan kunnan biomassapotentiaaleihin.

Lämpöenergian kulutus:

1. Fossiiliset polttoaineet
2. Turve
3. Uusiutuvat, bio
4. Yhteensä, kulutus
5. Uusiutuvat, prim.

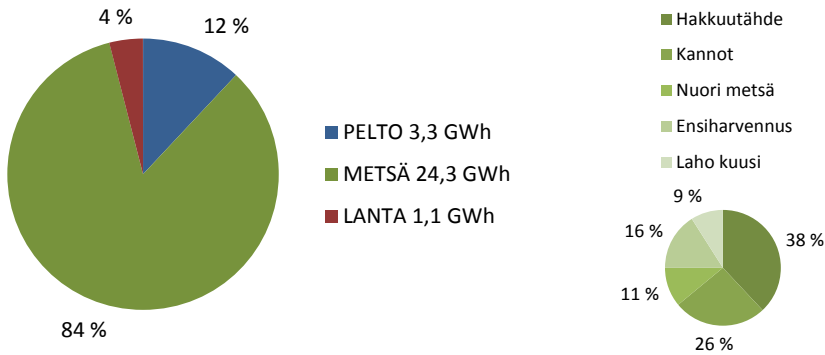
Biomassapotentiaalit:

6. Pelto
7. Metsä
8. Lanta
9. Yhteensä

Hyödynnettävissä olevilla biomassoilla tarkoitetaan tässä tarkastelussa sitä biomassojen osuutta, jolla voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita. Biomassapotentiaalista (pylväs 9) vähennetään nykyisin lämmitykseen kuluvat biomassat (pylväs 3 tai pylväs 5), minkä jälkeen tarkastellaan vielä hyödynnettävissä olevan biomassan suhdetta käytettäviin fossiilisiin polttoaineisiin (pylväs 1) ja turpeeseen (pylväs 2). Tässä tarkastelussa korvataan ensisijaisesti fossiilisia polttoaineita.

3.1.3 Biomassapotentiaalit

Sektorikuvioissa tarkastellaan biomassajakeiden suhteita toisiinsa. Ensimmäisessä kuviossa teknis-taloudellinen biomassapotentiaali on jaettu kolmeen tarkasteltavaan pääjakeeseen. Jokainen pääjake on esitetty vielä omassa piirakkakuviossa, jotta voidaan tarkastella pääjakeiden sisäisiä suhteita (kuvio 4).



KUVIO 4. Esimerkit kuntatarkastelun biomassapotentiaalien esittämistavoista.

3.2 KUNTIEN BIOMASSAPOTENTIAALIT

Tässä luvussa esitetään tiedot kuntien biomassapotentiaaleista. Tarkoituksena on tuottaa kunnille tietoa biomassapotentiaaleista ja niiden sijainneista. Tarkasteluja biomassapotentiaaleista ei ole aikaisemmin tehty kuntakohtaisesti koko maakunnan laajuisesti. Tarkastelutasoa tukee bioenergiatuotannon logistisen suunnittelun suuri merkitys toiminnan kannattavuuteen. Potentiaalien sijainneilla on merkitystä, kun kuljetuskustannukset muodostavat merkittävän osan bioenergiatuotannon kustannuksista. Laskelmat ovat suuntaa antavia, mutta niitä voidaan käyttää päätöksenteon tukena.

Taulukosta 5 nähdään Varsinais-Suomen kuntien teknis-taloudelliset biomassapotentiaalit. Taulukossa on esitetty biomassapotentiaalit jakeittain. Lisäksi on tarkasteltu kuntien energiaomavaraisuusasteita. Energiaomavaraisuusasteessa suhteutetaan biomassapotentiaalit rakennusten lämmityksessä kuluneeseen energiaan. Ne kunnat, joissa energiaomavaraisuusaste ylittää 100 prosenttia, pystyisivät tuottamaan omalla biomassapotentiaalillaan kunnan tarvitseman lämpöenergian rakennusten lämmitykseen. Kunta voisi siis korvata nykyisin kuluvia fossiilisia polttoaineita ja turvetta lämmöntuotannossa. Kunnan energiaomavaraisuus ei välttämättä tarvitse suuria määriä biomassoja. Sen vuoksi biomassapotentiaalit on suhteutettu lämpöenergian kulutukseen.

TAULUKKO 5. Kuntien biomassapotentialit ja energiaomavaraisuusaste suhteessa lämpöenergian kulutukseen.

Kunta	Teknis- taloudellinen kokonaisbio- massapoten- tiaali (GWh)	Peltobio- massojen potentiaali (GWh)	Metsäbio- massojen potentiaali (GWh)	Lantabio- massojen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvasta energiasta (%)
Aura	28	3	24	1	67,1
Kaarina	32	5	27	0	8,2
Kemiönsaari	111	16	94	1	116,2
Koski Tl	47	6	36	5	125,8
Kustavi	29	6	23	0	102,2
Laitila	108	6	96	6	72,3
Lieto	43	7	35	1	27,9
Loimaa	212	28	170	14	65,4
Marttila	40	6	32	2	106,5
Masku	46	12	33	1	41,1
Mynämäki	106	13	87	6	89,4
Naantali	68	19	48	1	20,2
Nousiainen	48	7	38	3	87,1
Oripää	26	3	19	4	126,7
Paimio	61	8	51	2	37,1
Parainen	136	32	103	1	75,8
Pyhäranta	26	2	24	0	85,9
Pöytyä	170	15	148	7	138
Raisio	6	1	5	0	1,5
Rusko	36	4	30	2	53,5
Salo	587	57	520	10	68,9
Sauvo	70	11	58	1	180,6
Somero	188	17	162	9	114,8
Taivassalo	35	10	23	2	94,3
Tarvasjoki	26	4	21	1	74,3
Turku	48	7	41	0	1,6
Uusikaupunki	76	12	61	3	27,2
Vehmaa	45	5	31	9	108,5
Yhteensä	2454	322	2040	92	

KUNTIEN BIOMASSAPOTENTIALIT – SISÄLLYSLUETTELO

3.2.1 Aura	26
3.2.2 Kaarina	28
3.2.3 Kemiönsaari	30
3.2.4 Koski TI	32
3.2.5 Kustavi	34
3.2.6 Laitila	36
3.2.7 Lieto	38
3.2.8 Loimaa	40
3.2.9 Marttila	42
3.2.10 Masku	44
3.2.11 Mynämäki	46
3.2.12 Naantali	48
3.2.13 Nousiainen	50
3.2.14 Oripää	52

3.2.15 Paimio	54
3.2.16 Parainen	56
3.2.17 Pyhäranta	58
3.2.18 Pöytyä	60
3.2.19 Raisio	62
3.2.20 Rusko	64
3.2.21 Salo	66
3.2.22 Sauvo	68
3.2.23 Somero	70
3.2.24 Taivassalo	72
3.2.25 Tarvasjoki	74
3.2.26 Turku	76
3.2.27 Uusikaupunki	78
3.2.28 Vehmaa	80

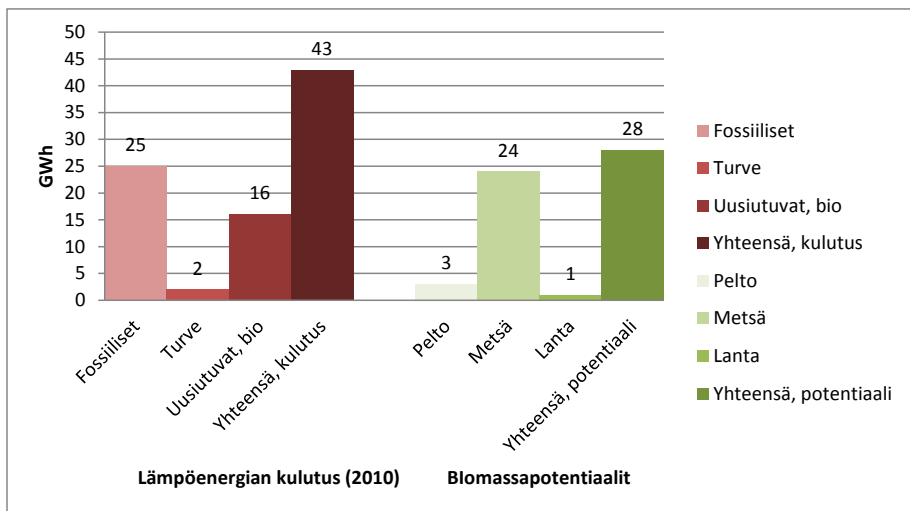
3.2.1 Aura

Kun verrataan kunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Auran kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 12 GWh:n ja noin kolmen henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 6; kuvio 5).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Auran kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 16 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 25 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentialilla niitä voitaisiin korvata 12 GWh:n edestä. Tällöin Auran kunta kattaisi kunnan rakennusten lämmityksen 65-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 37 prosenttia.

Jos biomassojen osuus lämmön tuotannossa kasvaa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 12 GWh:iin, saavutetaan eri energiantuotannon vaiheissa kunnalle kolme henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 64 GWh:ia (taulukko 6). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 3 200 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

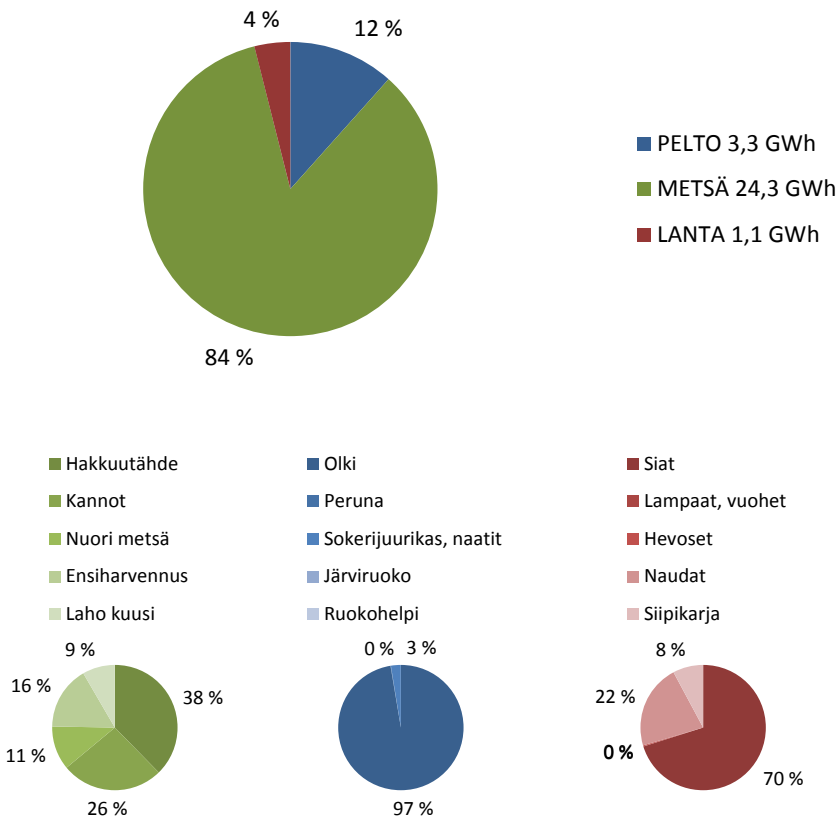


KUVIO 5. Auran rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 6. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin suhde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluva energiasta*
Pelto	13,4	3,3	7,8 %
Metsä	40,5	24,3	56,5 %
Lanta	9,8	1,1	2,8 %
Yht.	63,7	28,9	67,1 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 6. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

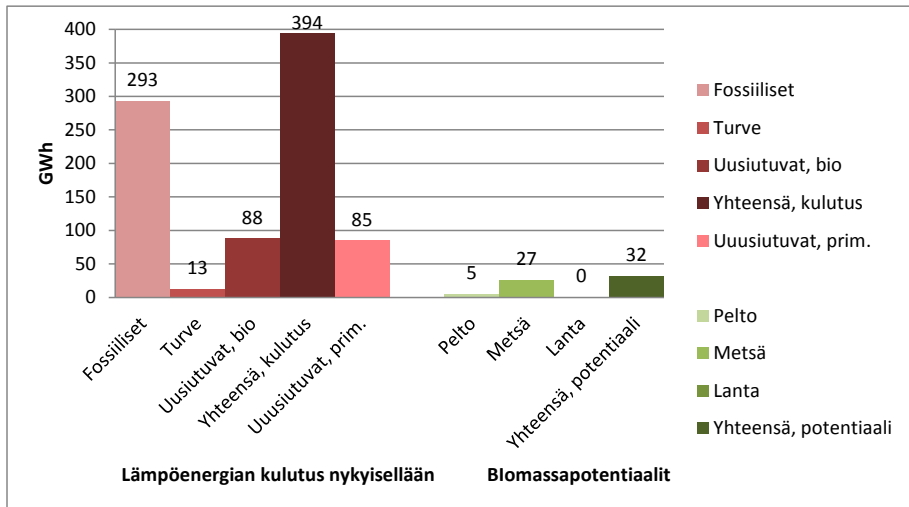
3.2.2 Kaarina

Kun verrataan kunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Kaarinan kunnan biomassapotentiaalit mahdollistaisivat 32 GWh:n energiatuotannon omavaraisesti, mikä on kunnan koko lämpöenergian kulutuksesta kahdeksan prosenttia (taulukko 7; kuvio 7).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Kaarinan kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluva uusiutuvaa primääristä biomassaa 32 GWh:lla. Tämä tarkoittaa vain 38 prosentin osuutta biomassoilta tuotetusta lämpöenergiasta. Kaarinan energiaomavaraisuus lämpöenergian tuotannossa olisi vain kahdeksan prosenttia.

Jos Kaarinan koko teknis-taloudellinen potentiaali 32 GWh:ia hyödynnetään, saavutetaan eri energiantuotannon vaiheissa kunnalle kahdeksan henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 67 GWh:ia (taulukko 7). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 3 350 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

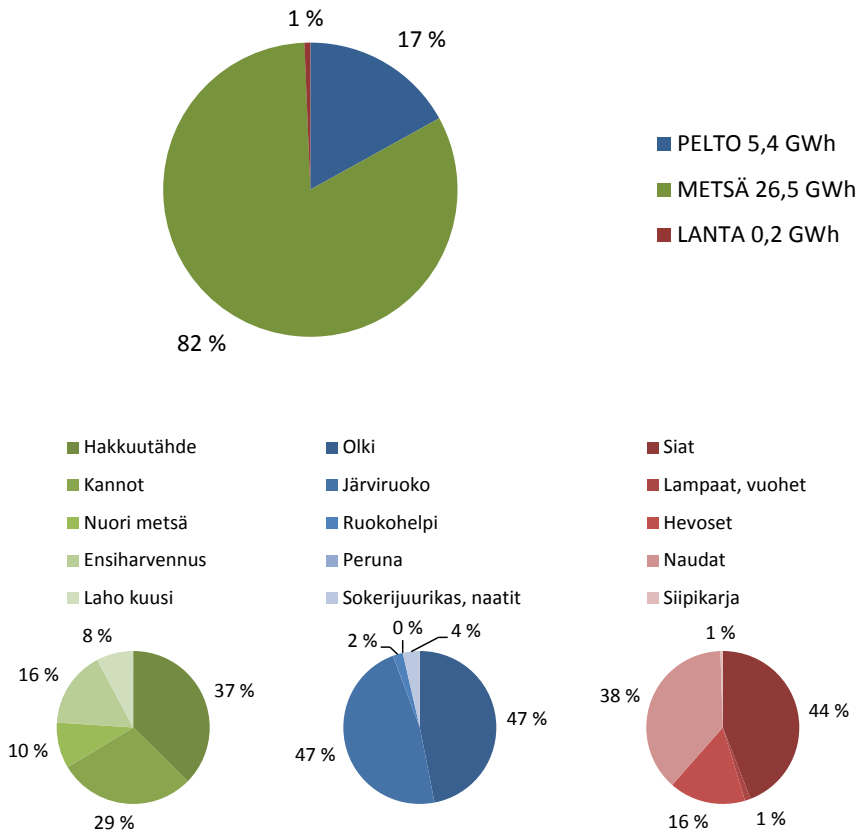


KUVIO 7. Kaarinan rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 7. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin suhde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	21,8	5,4	1,4 %
Metsä	44,1	26,5	6,7 %
Lanta	1,7	0,2	0,1 %
Yht.	67,5	32,1	8,2 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 8. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

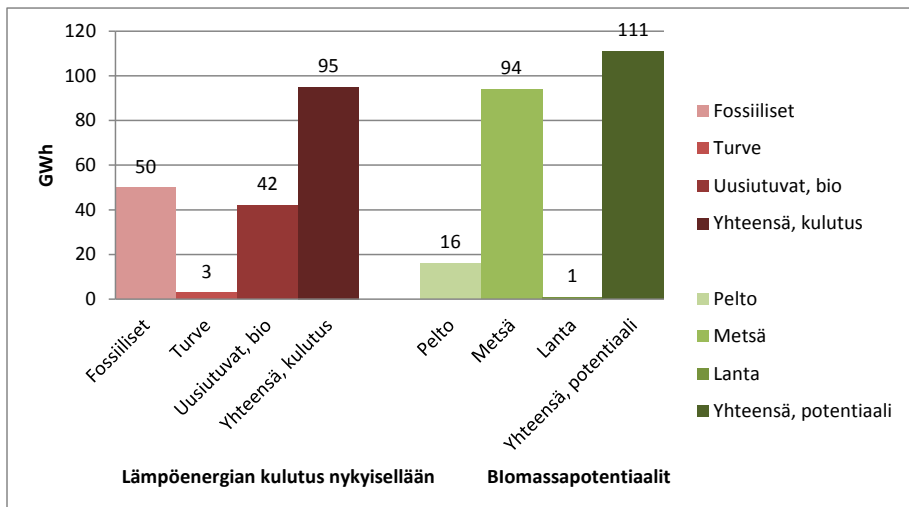
3.2.3 Kemiönsaari

Kun verrataan kunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Kemiönsaaren kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 69 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 17,25 henkilötyövuotta (taulukko 8; kuvio 9).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Kemiönsaaren kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 42 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 50 GWh:ia ja turpeen 3 GWh:ia kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 44 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus lämmön tuotannossa kasvaa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 69 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 17,25 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiali on noin 224 GWh:ia (taulukko 8). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 11 200 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa

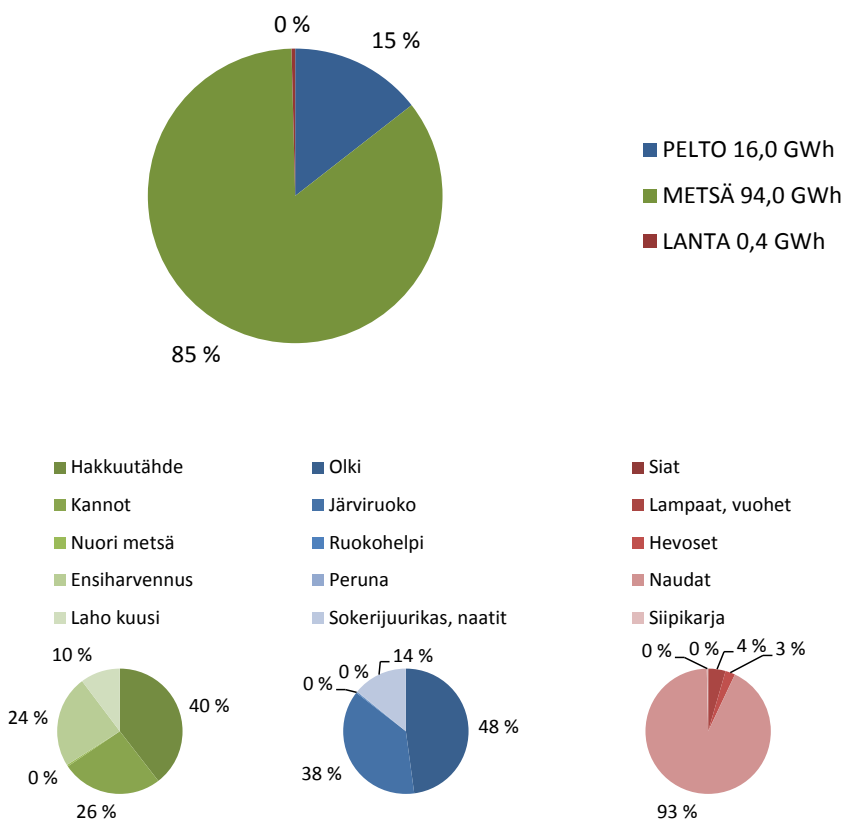


KUVIO 9. Kemiönsaaren rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiali.

TAULUKKO 8. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin suhde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluva energiasta*
Pelto	63,8	16,0	16,8 %
Metsä	156,4	94,0	98,9 %
Lanta	3,5	0,4	0,5 %
Yht.	223,7	110,4	116,2 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 10. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

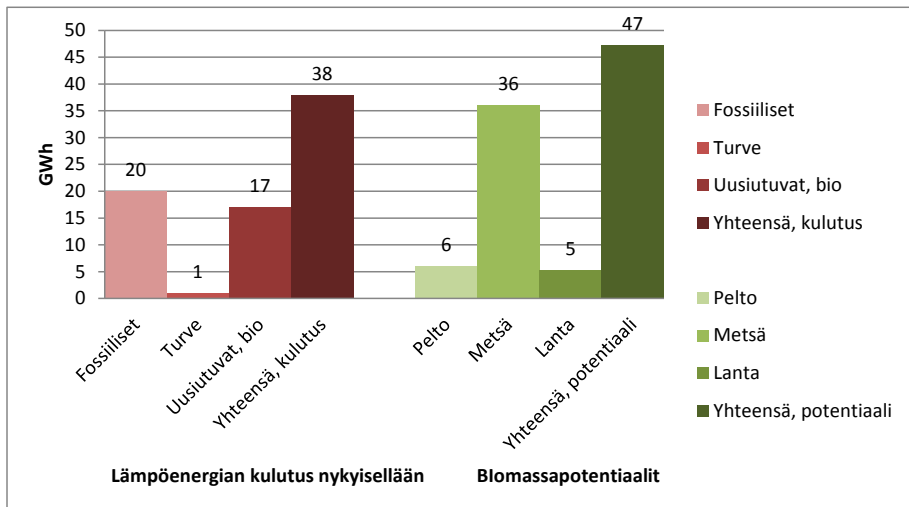
3.2.4 Koski TI

Kun verrataan kunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Kosken kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 30 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 7,5 henkilötyövuotta (taulukko 9; kuvio 11).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Kosken kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 17 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 20 GWh:ia ja turpeen 1 GWh:ia kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 45 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 30 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiantuotannon vaiheissa kunnalle 7,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 131 GWh:ia (taulukko 9). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 6 550 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

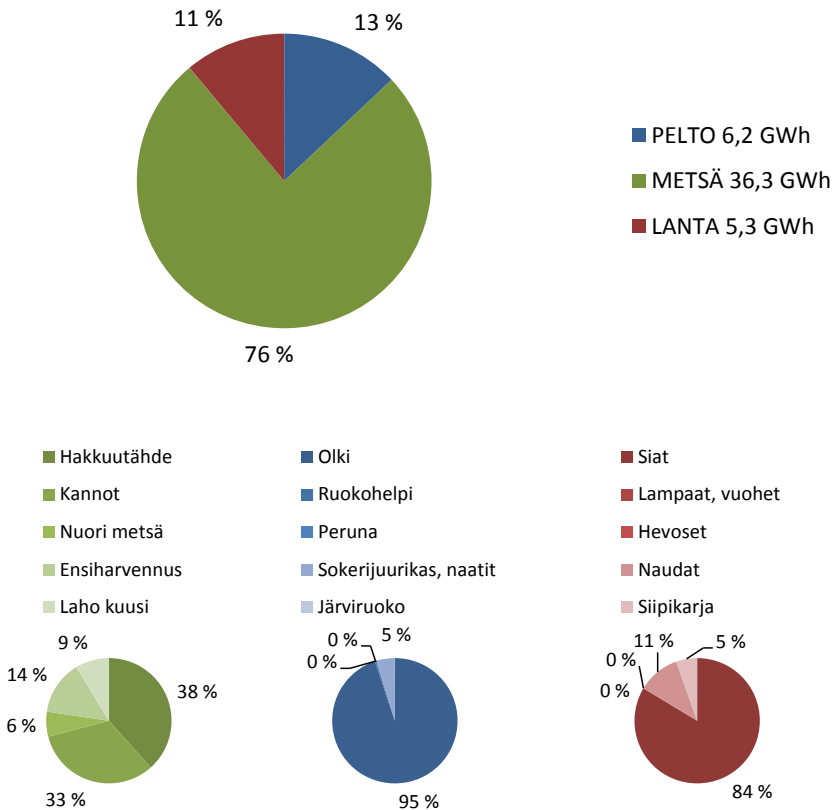


KUVIO 11. Koski TI:n rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 9. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin suhde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluva energiasta*
Pelto	24,8	6,2	16,3 %
Metsä	63,8	36,3	95,5 %
Lanta	42,5	5,3	14,0 %
Yht.	131,1	47,8	125,8 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 12. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

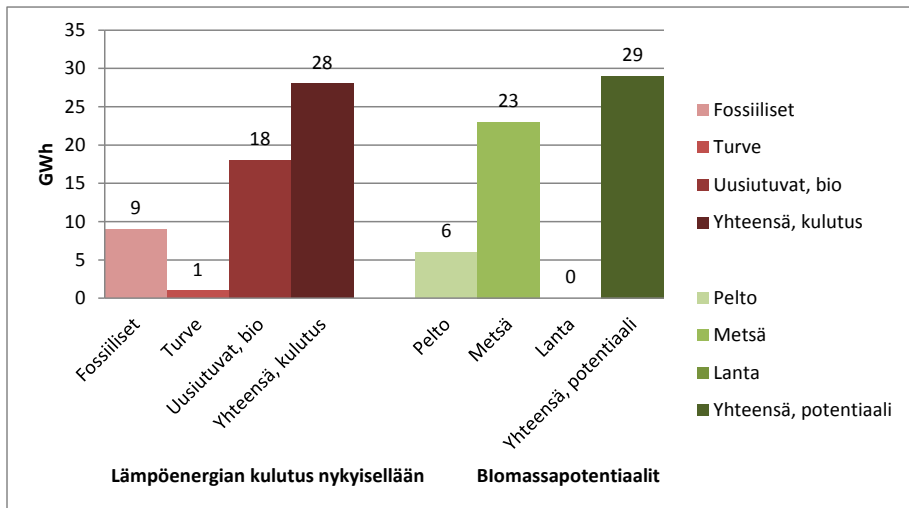
3.2.5 Kustavi

Kun verrataan kunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Kustavin kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 11 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 2,75 henkilötyövuotta (taulukko 10; kuvio 13).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Kustavin kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 18 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 9 GWh:ia ja turpeen 1 GWh:ia kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 64 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 11 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 2,75 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 63 GWh:ia (taulukko 10). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 3 150 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

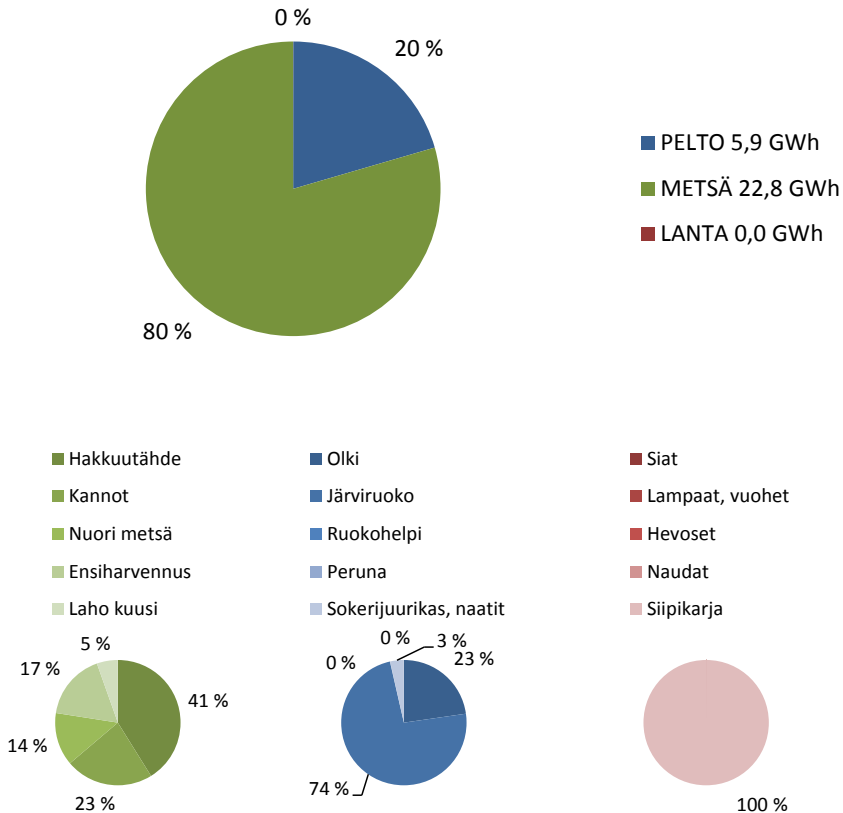


KUVIO 13. Kustavin rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 10. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	23,5	5,9	20,9 %
Metsä	39,0	22,8	81,3 %
Lanta	0,0	0,0	0,0 %
Yht.	62,5	28,7	102,2 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 14. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

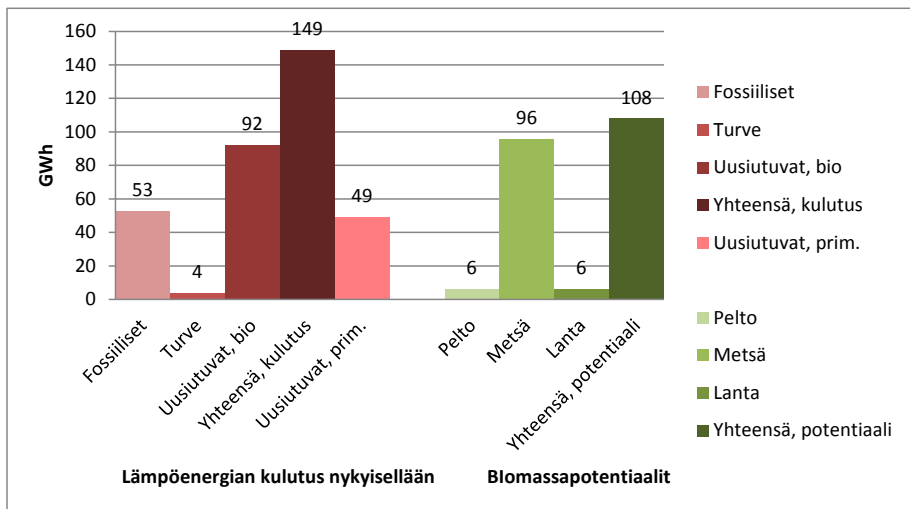
3.2.6 Laitila

Kun verrataan kunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Laitilan kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 59 GWh:n ja 14,75 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 11; kuvio 15).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Laitilan kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 49 GWh sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 53 GWh:ia ja turpeen 4 GWh:ia kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 62 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Kun biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 59 GWh:iin, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 14,75 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 236 GWh:ia (taulukko 11). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 11 800 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

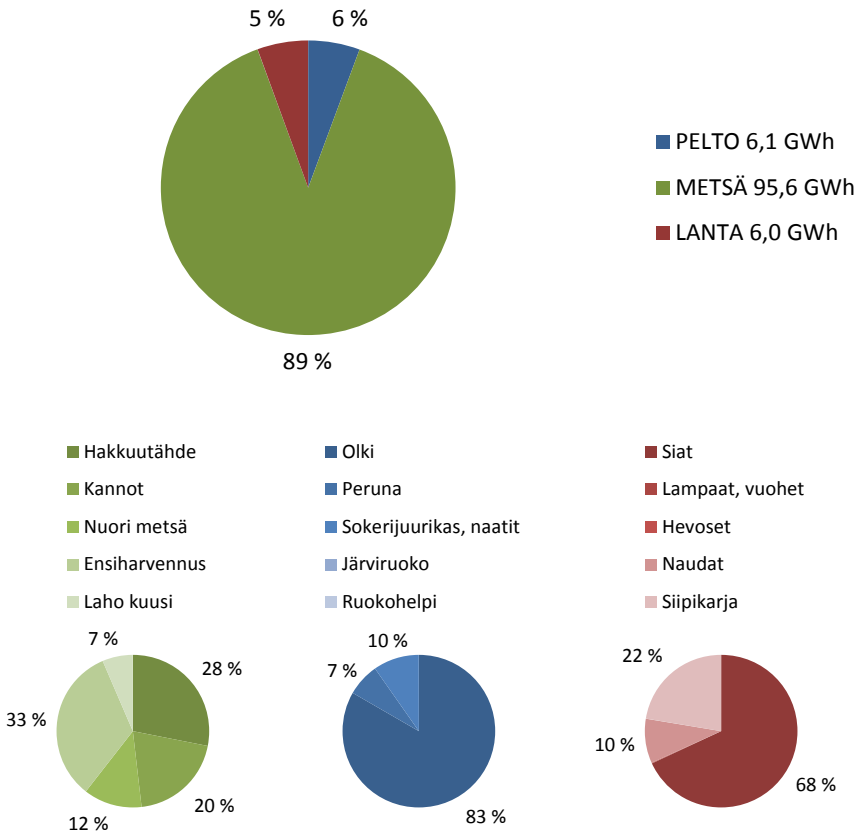


KUVIO 15. Laitilan rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO II. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	24,4	6,1	4,1 %
Metsä	163,3	95,6	64,2 %
Lanta	48,1	6,0	4,0 %
Yht.	235,8	107,7	72,3 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 16. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

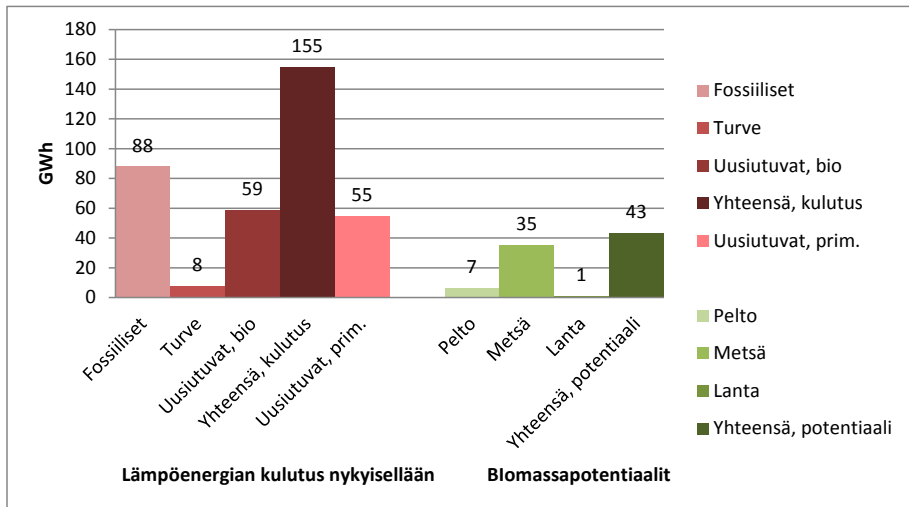
3.2.7 Lieto

Kun verrataan kunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Liedon kunnan biomassapotentialit mahdollistaisivat 43 GWh:n energiatuotannon oma-varaisesti, mikä on kunnan koko lämpöenergian kulutuksesta 28 prosenttia (taulukko 12; kuvio 17).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Liedon kunta pystyisi kattaamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluva uusiutuvaa primääristä biomassaa 43 GWh:lla. Tämä tarkoittaa 78 prosentin osuutta primäärisillä biomassoilla tuotetusta lämpöenergiasta. Liedon energiaomavaraisuus lämpöenergian tuotannossa olisi vain 28 prosenttia.

Jos Liedossa hyödynnettäisiin koko teknis-taloudellinen potentiaali 43 GWh:ia, saavutettaisiin eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 10,75 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiali on noin 96 GWh:ia (taulukko 12). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 4 800 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

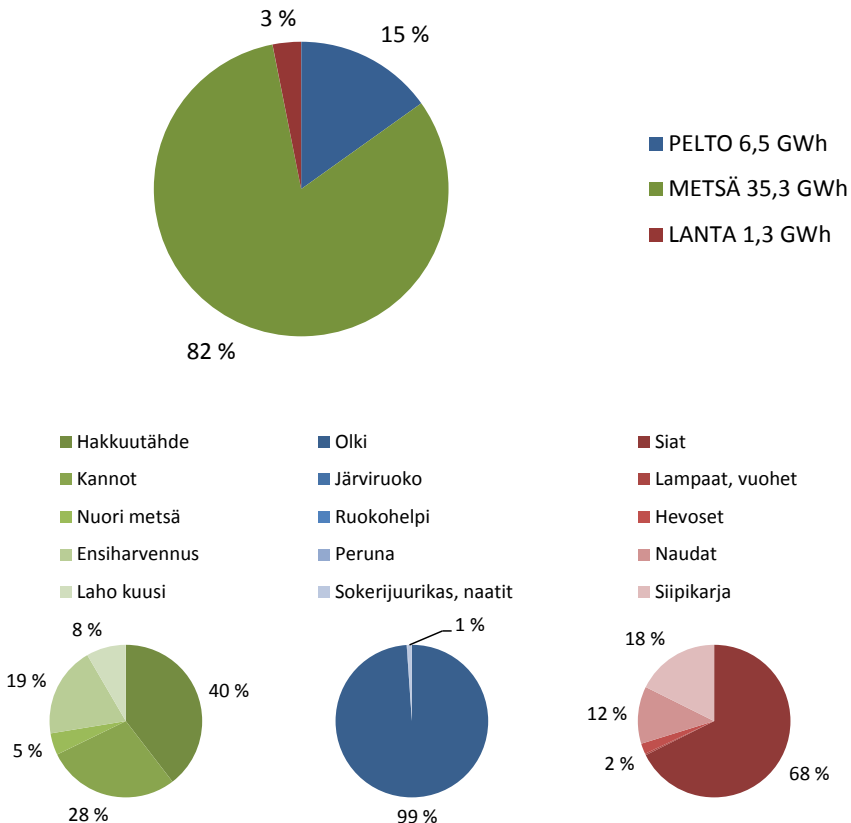


KUVIO 17. Liedon rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiali.

TAULUKKO 12. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	26,1	6,5	4,2 %
Metsä	59,5	35,3	22,8 %
Lanta	10,8	1,3	0,9 %
Yht.	96,4	43,1	27,9 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 18. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

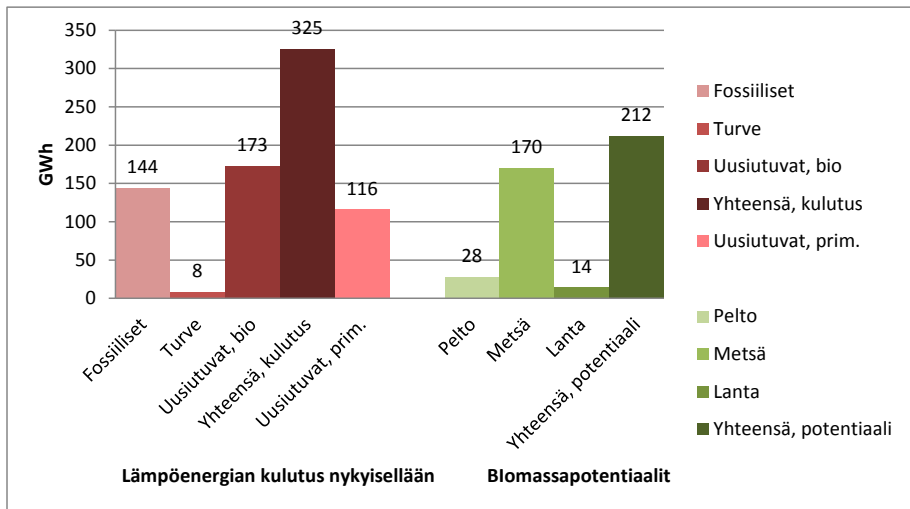
3.2.8 Loimaa

Kun verrataan Loimaan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Loimaan kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 96 GWh:n ja 24 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 13; kuvio 19).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Loimaan kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 116 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 144 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla niitä voitaisiin korvata 96 GWh:n edestä. Tällöin Loimaan kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 83 prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 53 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 96 GWh:iin, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 24 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 500 GWh:ia (taulukko 13). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 25 000 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

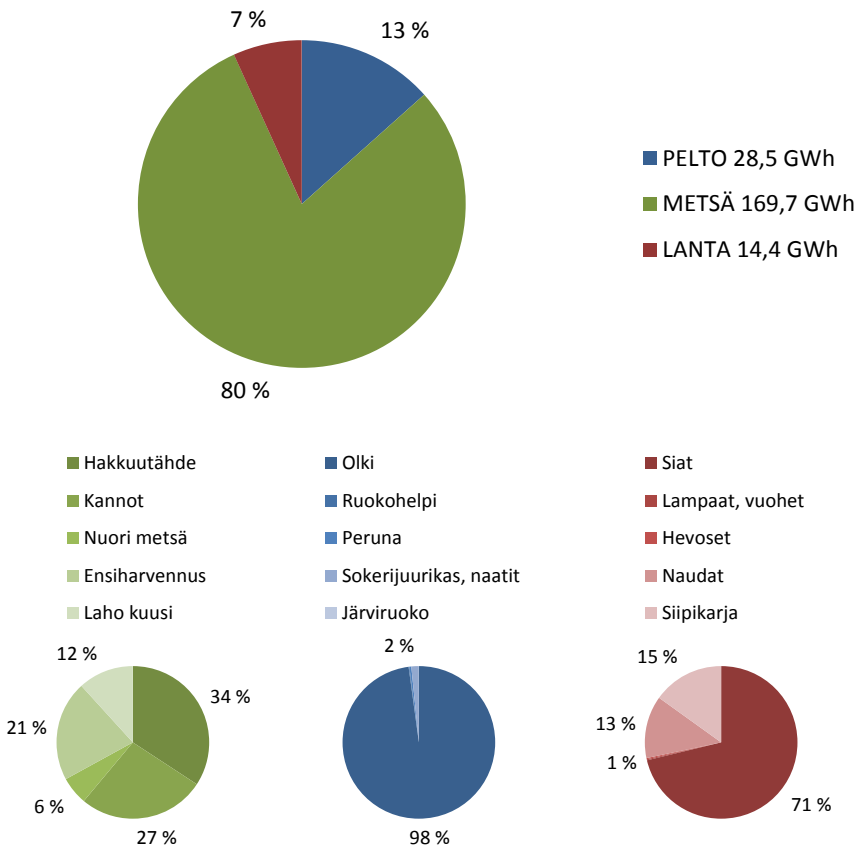


KUVIO 19. Loimaan rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 13. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluva energiasta*
Pelto	113,9	28,5	8,8 %
Metsä	271,4	169,7	52,2 %
Lanta	115,2	14,4	4,4 %
Yht.	500,5	212,6	65,4 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 20. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

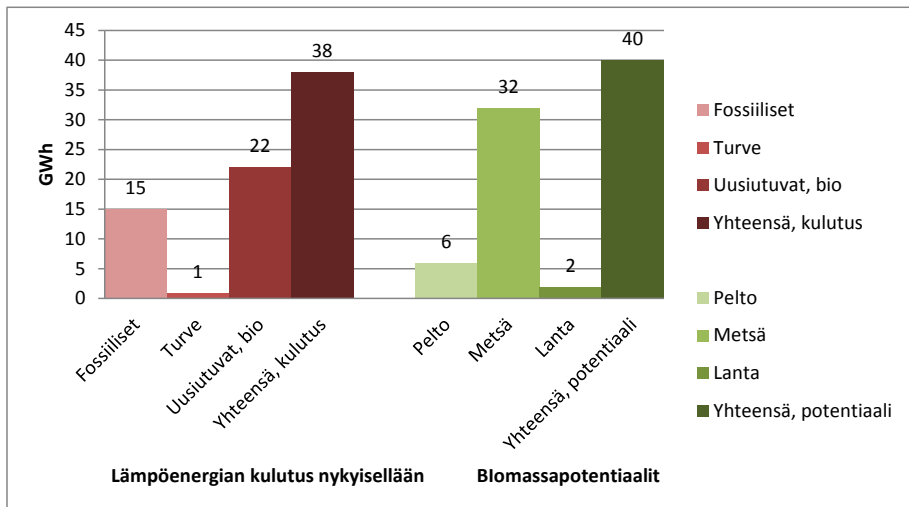
3.2.9 Marttila

Kun verrataan Marttilan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Marttilan kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 18 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 4,5 henkilötyövuotta (taulukko 14; kuvio 21).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Marttilan kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 22 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 15 GWh:ia ja turpeen 1 GWh:ia kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 58 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 18 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 4,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 97 GWh:ia (taulukko 14). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 4 850 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

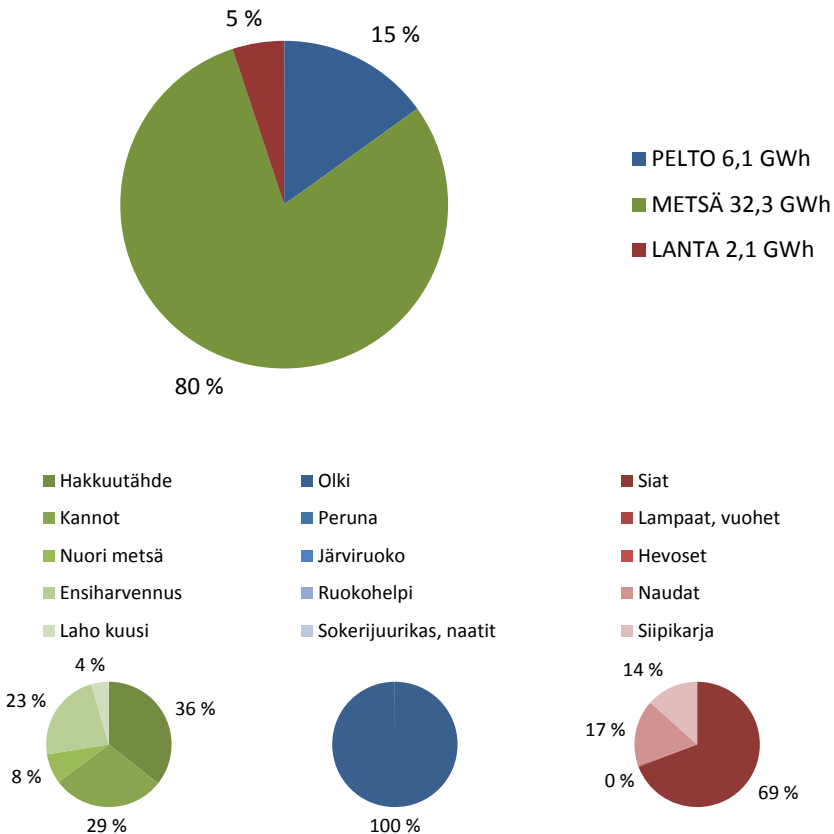


KUVIO 21. Marttilan rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 14. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	24,4	6,1	16,0 %
Metsä	55,7	32,3	85,1 %
Lanta	16,4	2,1	5,4 %
Yht.	96,5	40,5	106,5 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 22. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

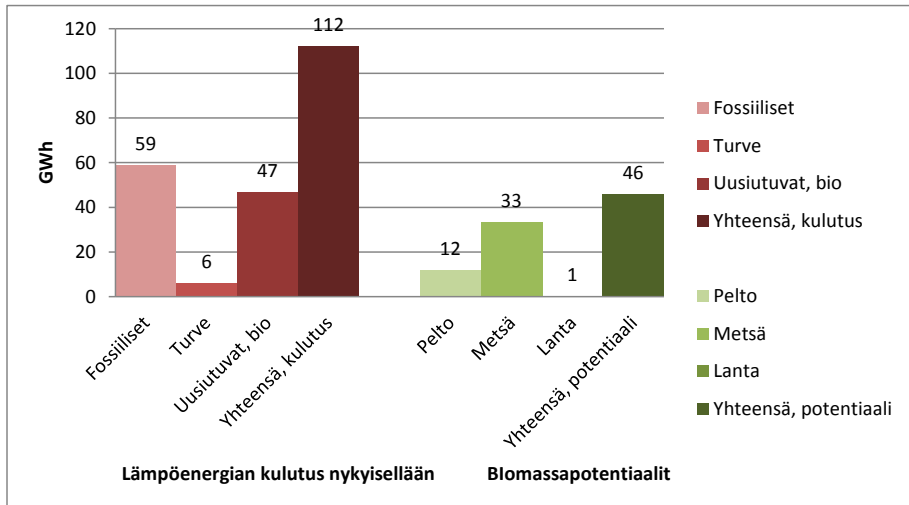
3.2.10 Masku

Kun verrataan Maskun teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Maskun kunnan biomassapotentiaalit mahdollistaisivat 46 GWh:n energiatuotannon omavaraisesti, mikä on kunnan koko lämpöenergian kulutuksesta 41 prosenttia (taulukko 15; kuvio 23).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Maskun kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluva uusiutuvaa primääristä biomassaa 46 GWh:lla. Tämä tarkoittaa 98 prosentin osuutta biomassoilla tuotetusta lämpöenergiasta. Maskun energiaomavaraisuus lämpöenergian tuotannossa olisi 41 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 46 GWh:iin, saavutettaisiin eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 11,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 106 GWh:ia (taulukko 15). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 5 300 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

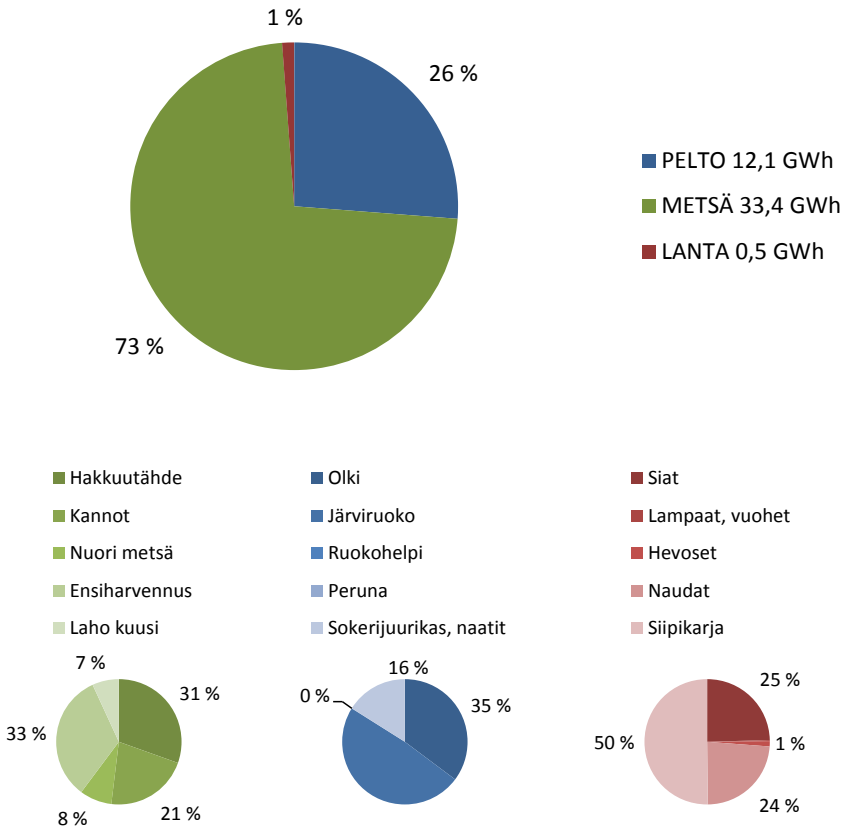


KUVIO 23. Maskun rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 15. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	48,3	12,1	10,8 %
Metsä	53,1	33,4	29,9 %
Lanta	4,3	0,5	0,5 %
Yht.	105,7	46,0	41,1 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 24. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

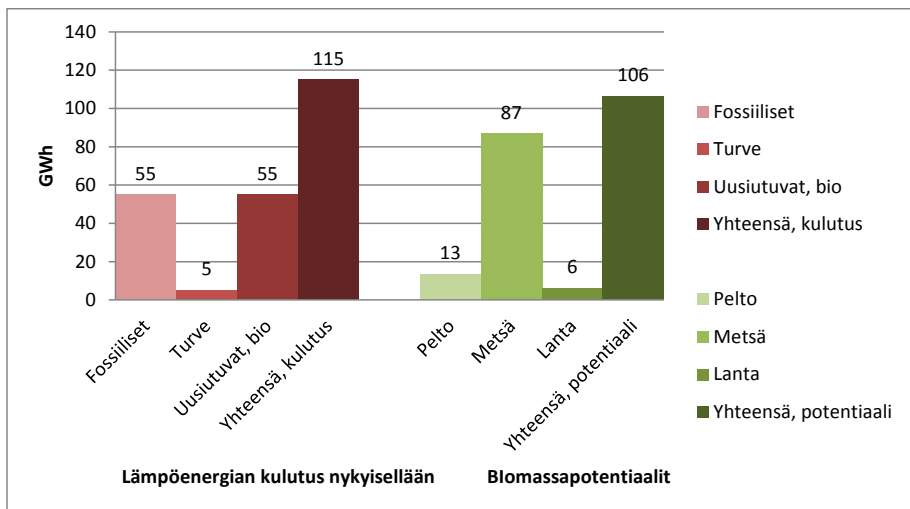
3.2.11 Mynämäki

Kun verrataan Mynämäen teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Mynämäen kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 51 GWh:n ja 12,75 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 16; kuvio 25).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Mynämäen kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 55 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 55 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla niitä voitaisiin korvata 51 GWh:n edestä. Tällöin Mynämäen kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 92-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 48 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 51 GWh:iin, saavutettaisiin eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 12,75 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 245 GWh:ia (taulukko 16). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 12 250 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

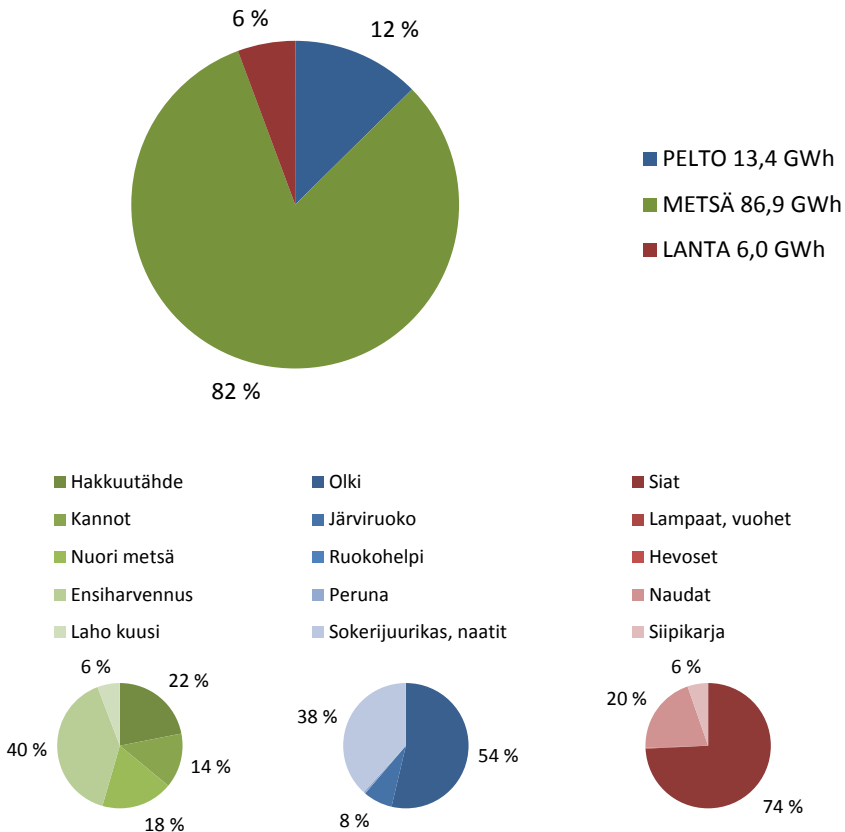


KUVIO 25. Mynämäen rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 16. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	53,6	13,4	11,3 %
Metsä	143,3	86,9	73,0 %
Lanta	48,2	6,0	5,1 %
Yht.	245,1	106,3	89,4 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 26. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

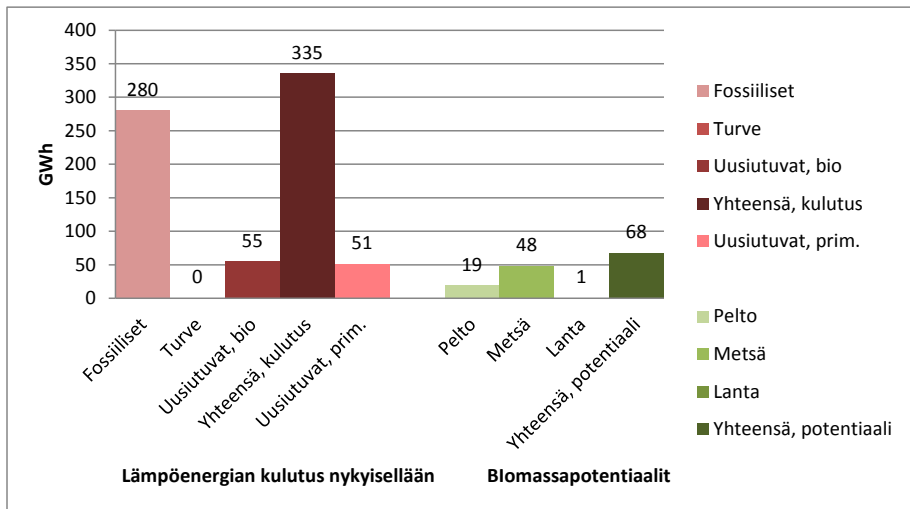
3.2.12 Naantali

Kun verrataan Naantalin teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Naantalin kunnan biomassapotentiaalit mahdollistaisivat 68 GWh:n energiatuotannon omavaraisesti, mikä on kunnan koko lämpöenergian kulutuksesta 20 prosenttia (taulukko 17; kuvio 27).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Naantalin kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 51 GWh:n. Fossiilisia polttoaineita voitaisiin korvata 17 GWh:n edestä biomassoilla, mikä tarkoittaa vain 6 prosentin osuutta fossiilisilla polttoaineilla tuotetusta lämpöenergiasta. Naantalin energiaomavaraisuus lämpöenergian tuotannossa olisi 20 prosenttia.

Jos Naantalin koko teknis-taloudellinen potentiaali 68 GWh:ia hyödynnetään, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 17 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 161 GWh:ia (taulukko 17). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 8 050 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

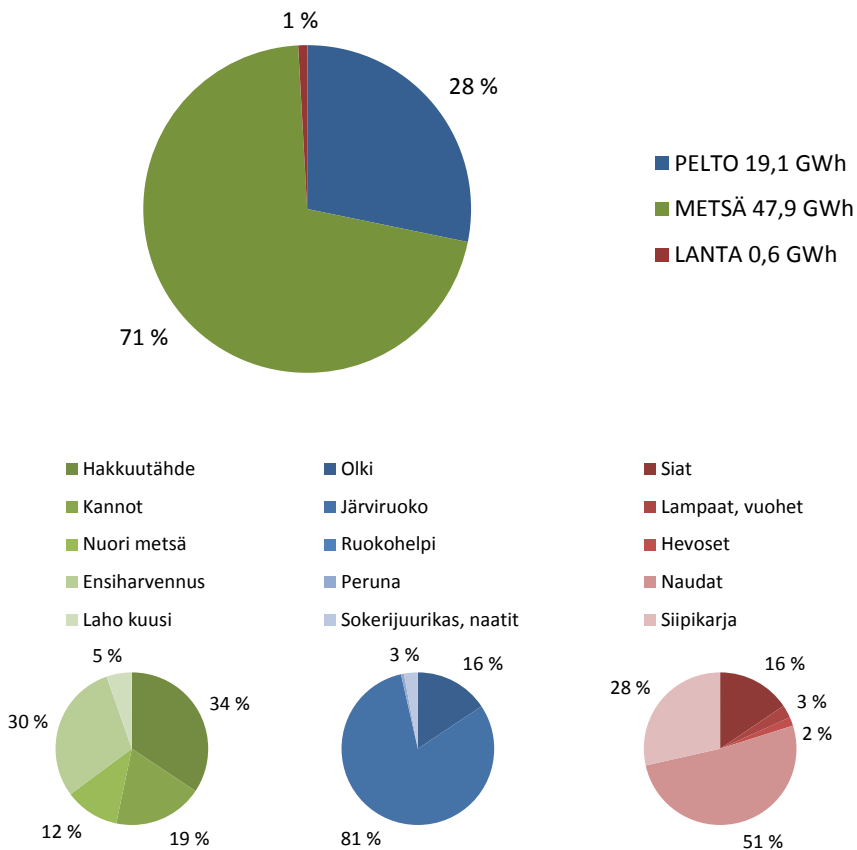


KUVIO 27. Naantalin rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 17. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	76,3	19,1	5,7 %
Metsä	80,0	47,9	14,3 %
Lanta	4,8	0,6	0,2 %
Yht.	161,1	67,6	20,2 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 28. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

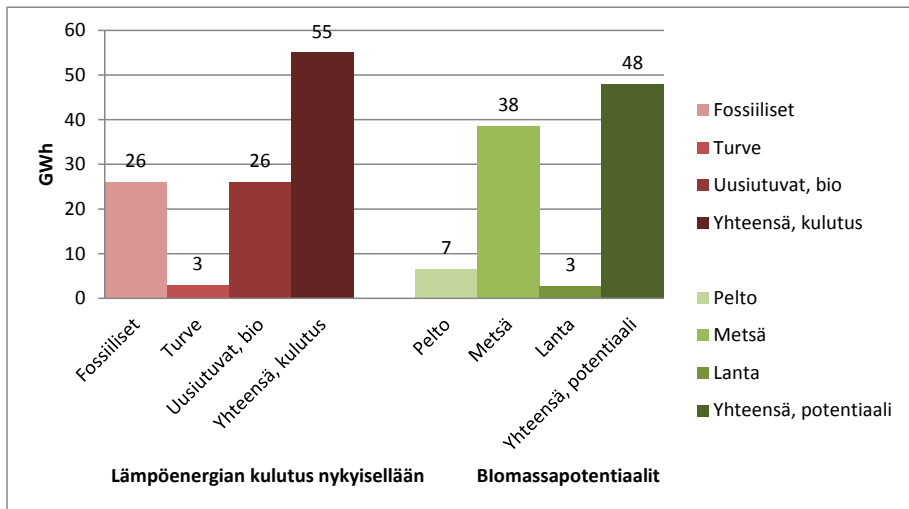
3.2.13 Nousiainen

Kun verrataan Nousiaisen teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Nousiaisen kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 22 GWh:n ja 5,5 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 18; kuvio 29).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Nousiaisen kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 26 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 26 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla niitä voitaisiin korvata 22 GWh:n edestä. Tällöin Nousiaisen kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 92-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 47 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 22 GWh:iin, saavutettaisiin eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 5,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 108 GWh:ia (taulukko 18). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 5 400 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

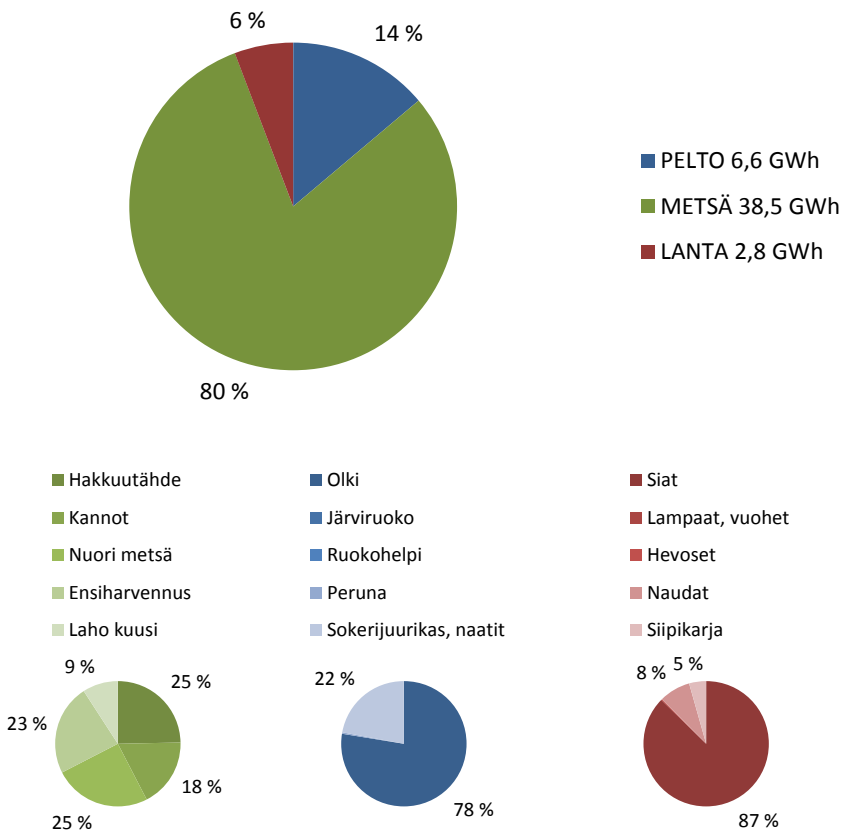


KUVIO 29. Nousiaisen rakennusten lämmityksessä kuluva energia biomassapotentiaali.

TAULUKKO 18. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	26,5	6,6	12,1 %
Metsä	59,6	38,5	70,0 %
Lanta	22,2	2,8	5,0 %
Yht.	108,3	47,9	87,1 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 30. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

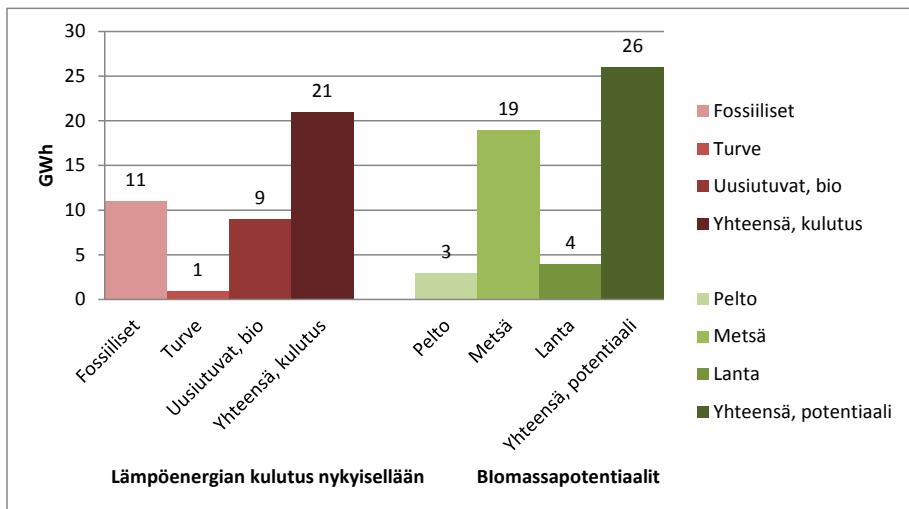
3.2.14 Oripää

Kun verrataan Oripään teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Oripään kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 17 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 4,25 henkilötyövuotta (taulukko 19; kuvio 31).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Oripään kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 9 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 11 GWh:n ja turpeen 1 GWh:n kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 43 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 17 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 4,25 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiali on noin 78 GWh:ia (taulukko 19). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 3 900 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

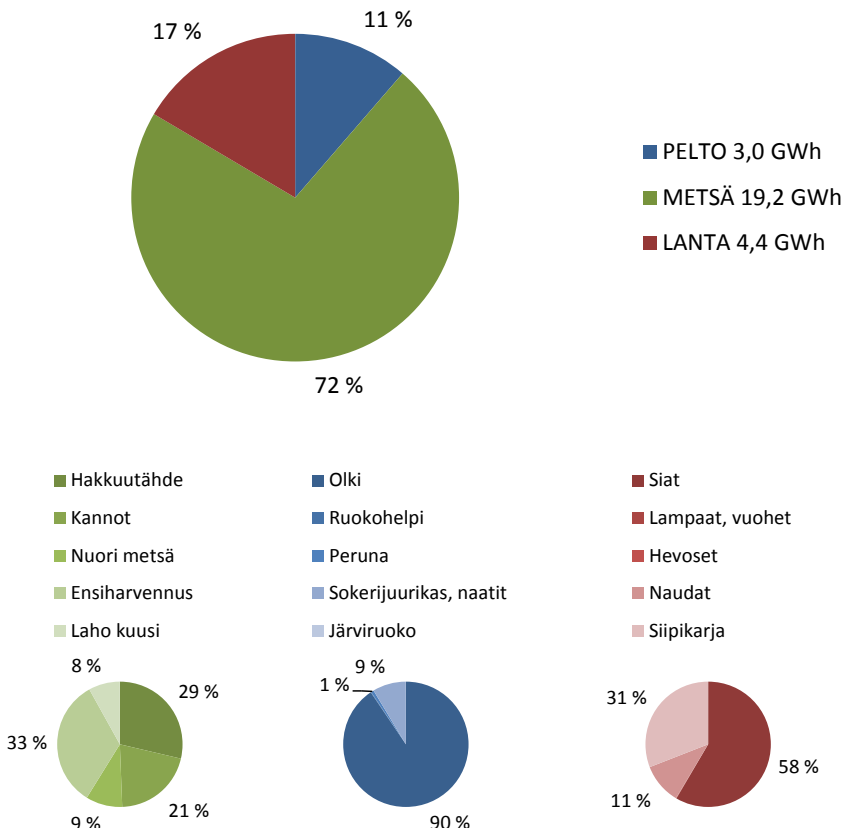


KUVIO 31. Oripään rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiali.

TAULUKKO 19. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	12,1	3,0	14,4 %
Metsä	30,5	19,2	91,4 %
Lanta	35,1	4,4	20,9 %
Yht.	77,7	26,6	126,7 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 32. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

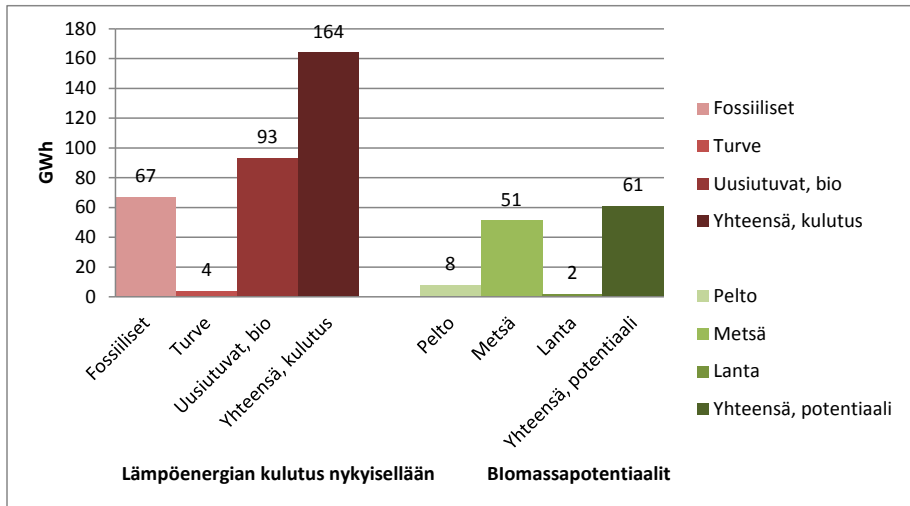
3.2.15 Paimio

Kun verrataan Paimion teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Paimion kunnan biomassapotentiaalit mahdollistaisivat 61 GWh:n energiatuotannon omavaraisesti, mikä on kunnan koko lämpöenergian kulutuksesta 37 prosenttia (taulukko 20; kuvio 33).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Paimion kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluva uusiutuvaa biomassaa 61 GWh:lla. Tämä tarkoittaa 66 prosentin osuutta biomassoilla tuotetusta lämpöenergiasta. Paimion energiaomavaraisuus lämpöenergian tuotannossa olisi 37 prosenttia.

Jos kunnan omien biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 61 GWh:iin, saavutettaisiin eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 15,25 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 125 GWh:ia (taulukko 20). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 6 250 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

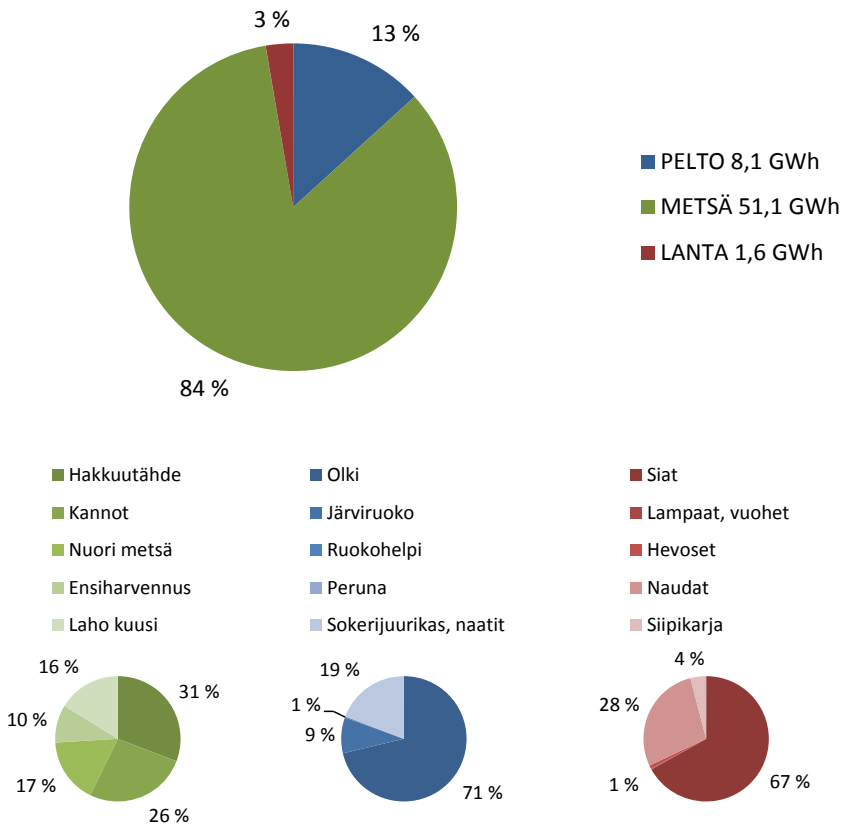


KUVIO 33. Paimion rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 20. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	32,2	8,1	4,9 %
Metsä	79,5	51,1	31,2 %
Lanta	13,1	1,6	1,0 %
Yht.	124,8	60,8	37,1 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 34. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

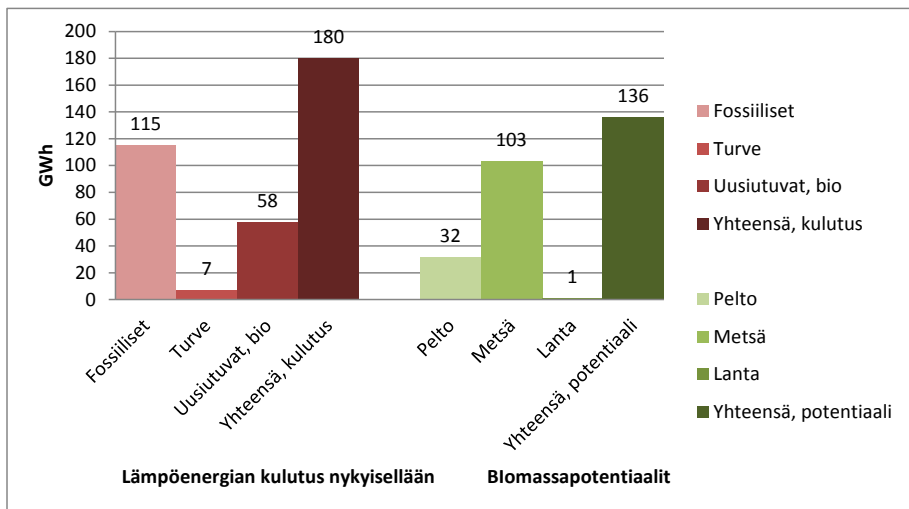
3.2.16 Parainen

Kun verrataan Paraisten teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Paraisten kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 78 GWh:n ja 19,5 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 21; kuvio 35).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Paraisten kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 58 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 115 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentialilla niitä voitaisiin korvata 78 GWh:n edestä. Tällöin Paraisten kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 75-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 32 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 78 GWh:iin, saavutettaisiin eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 19,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiali on noin 304 GWh:ia (taulukko21). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 15 200 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

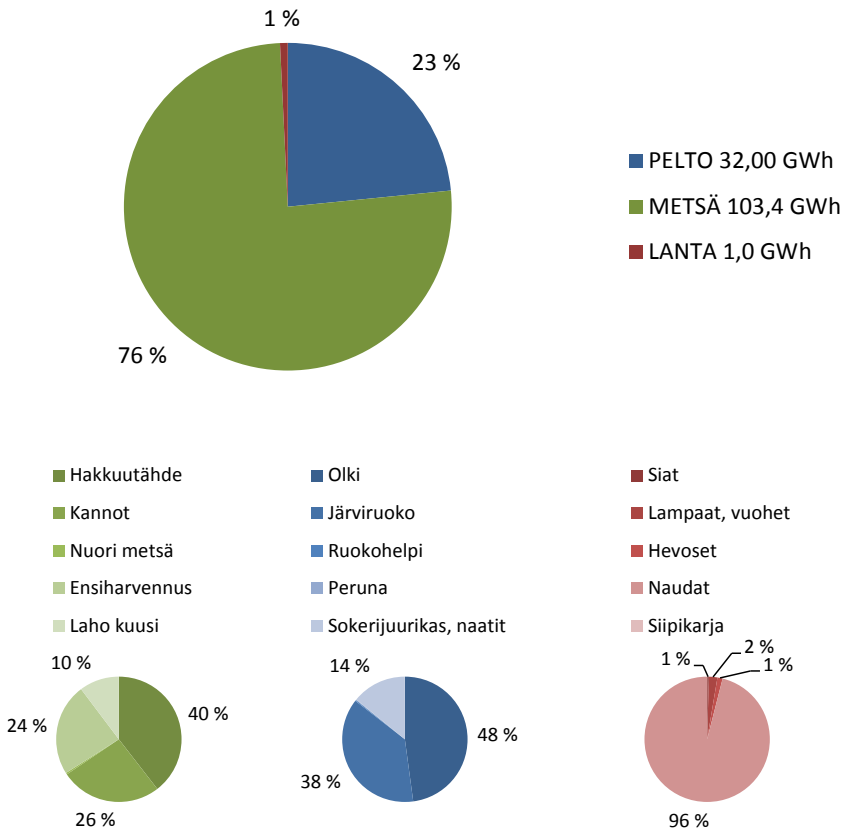


KUVIO 35. Paraisten rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiali.

TAULUKKO 21. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	127,9	32,0	17,8 %
Metsä	167,3	103,4	57,5 %
Lanta	8,3	1,0	0,6 %
Yht.	303,5	136,4	75,8 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 36. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

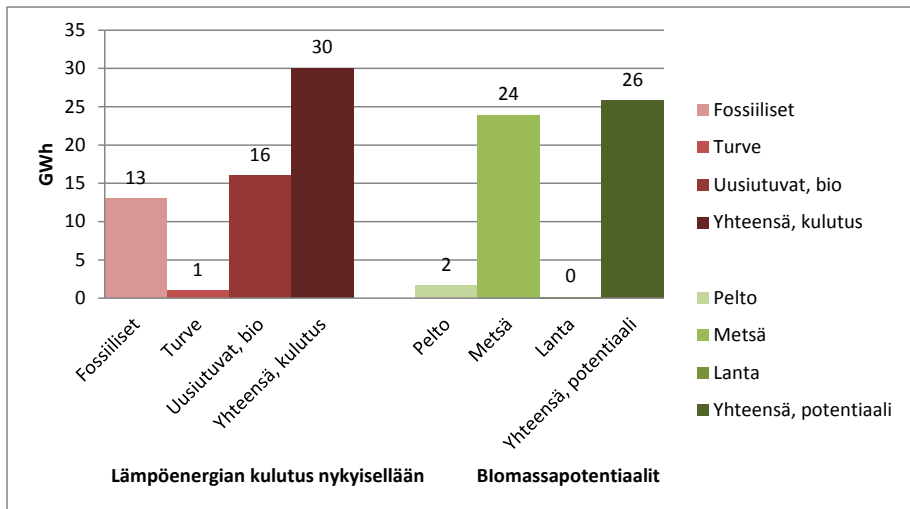
3.2.17 Pyhäranta

Kun verrataan Pyhärannan teknis-taloudellisia biomassapotentialiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Pyhärannan kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 10 GWh:n ja 2,5 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko22; kuvio 37).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Pyhärannan kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 16 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 13 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentialilla niitä voitaisiin korvata 10 GWh:n edestä. Tällöin Pyhärannan kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 87-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 53 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 10 GWh:iin, saavutettaisiin eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 2,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiali on noin 50 GWh:ia (taulukko 22). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 2 500 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

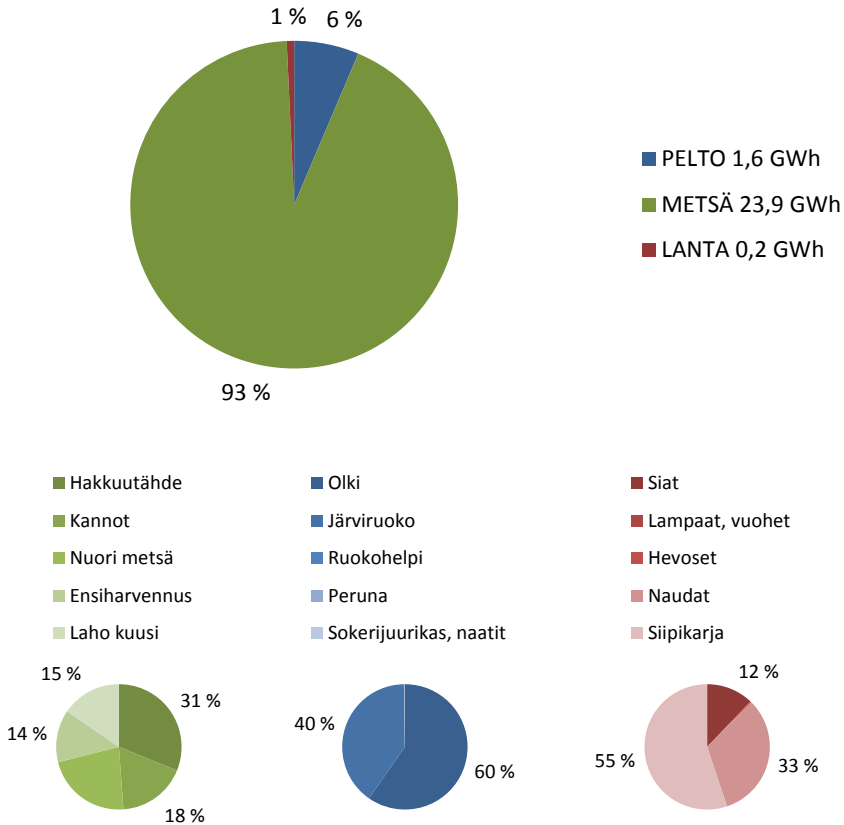


KUVIO 37. Pyhärannan rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiali.

TAULUKKO 22. *Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin suhde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.*

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	6,6	1,6	5,5 %
Metsä	41,7	23,9	79,8 %
Lanta	1,5	0,2	0,6 %
Yht.	49,8	25,7	85,9 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 38. *Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.*

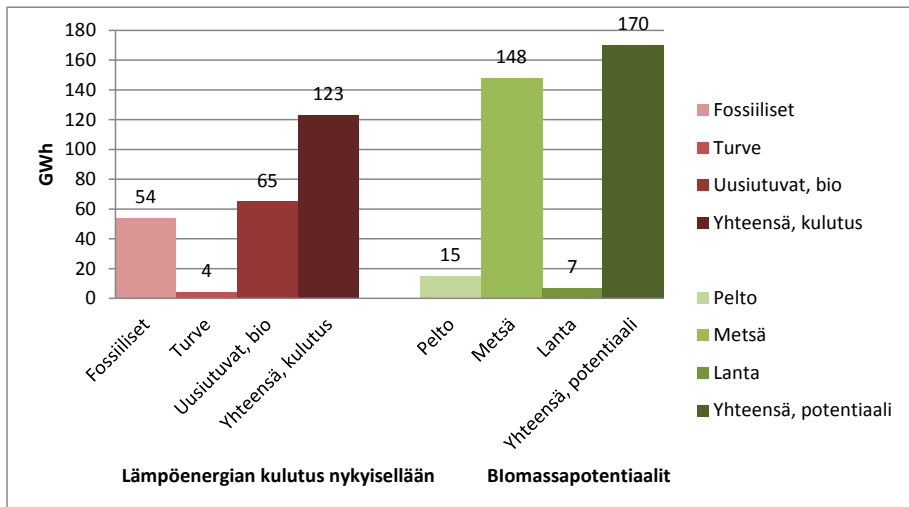
3.2.18 Pöytyä

Kun verrataan Pöytyän teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Pöytyän kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 105 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 26,25 henkilötyövuotta (taulukko 23; kuvio 39).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Pöytyän kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 65 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 54 GWh:n ja turpeen 4 GWh:n kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 53 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 105 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 26,25 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 352 GWh:ia (taulukko 23). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 17 600 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

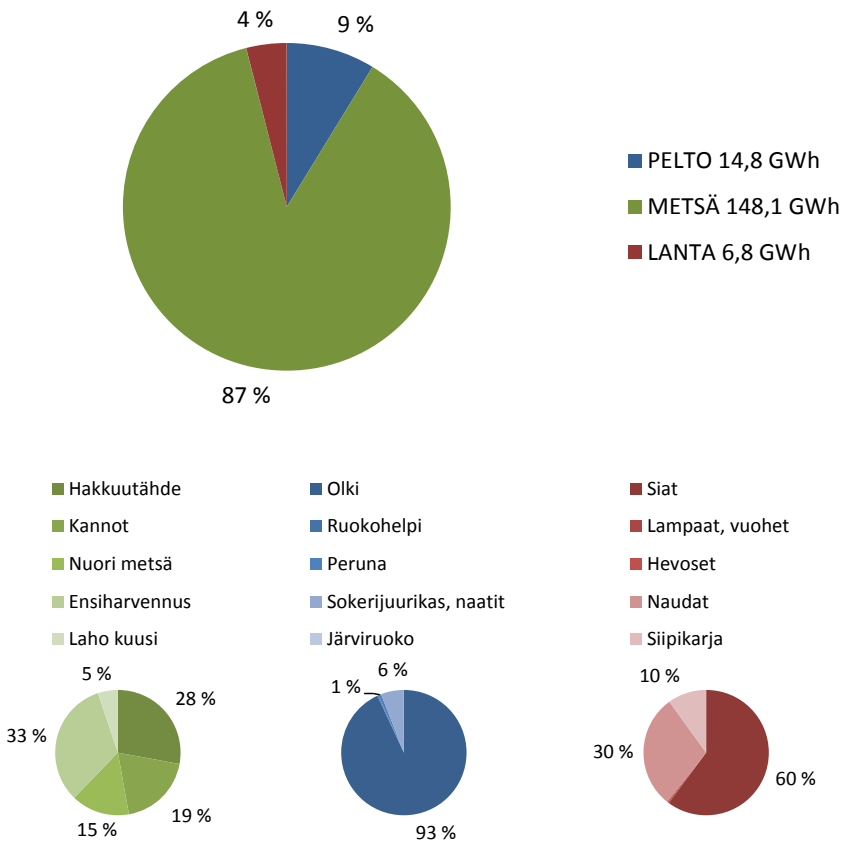


KUVIO 39. Pöytyän rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 23. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	59,4	14,8	12,1 %
Metsä	238,8	148,1	120,4 %
Lanta	54,2	6,8	5,5 %
Yht.	352,4	169,7	138,0 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 40. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

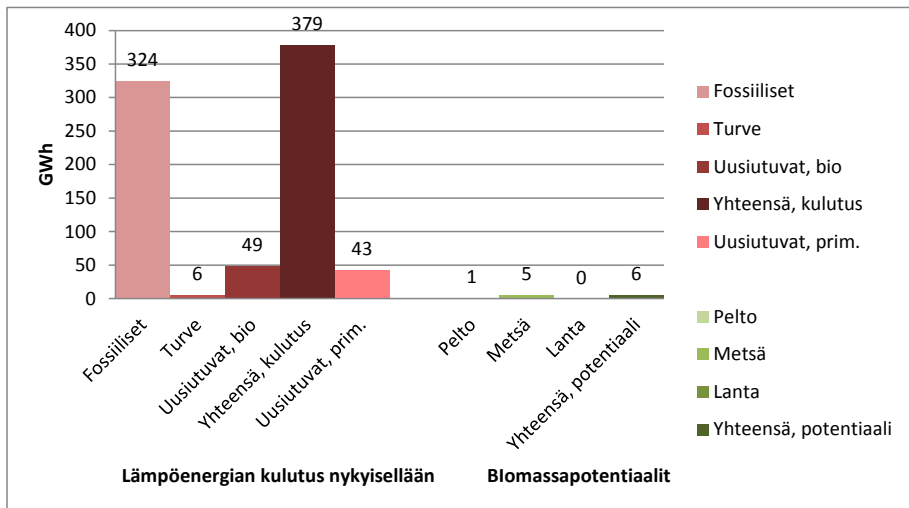
3.2.19 Raisio

Kun verrataan Raision teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Raision kunnan biomassapotentiaalit mahdollistaisivat 6 GWh:n energiatuotannon omavaraisesti, mikä on kunnan koko lämpöenergian kulutuksesta vain prosentin (taulukko 24; kuvio 41).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Raision kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluva uusiutuvaa primääristä biomassaa 6 GWh:lla. Tämä tarkoittaa 14 prosentin osuutta biomassoilla tuotetusta lämpöenergiasta. Kaarinan energiaomavaraisuus lämpöenergian tuotannossa olisi vain yhden prosentin verran.

Jos Raision koko teknis-taloudellinen potentiaali 6 GWh:ia hyödynnetään, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 1,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 12 GWh:ia (taulukko 24). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 600 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

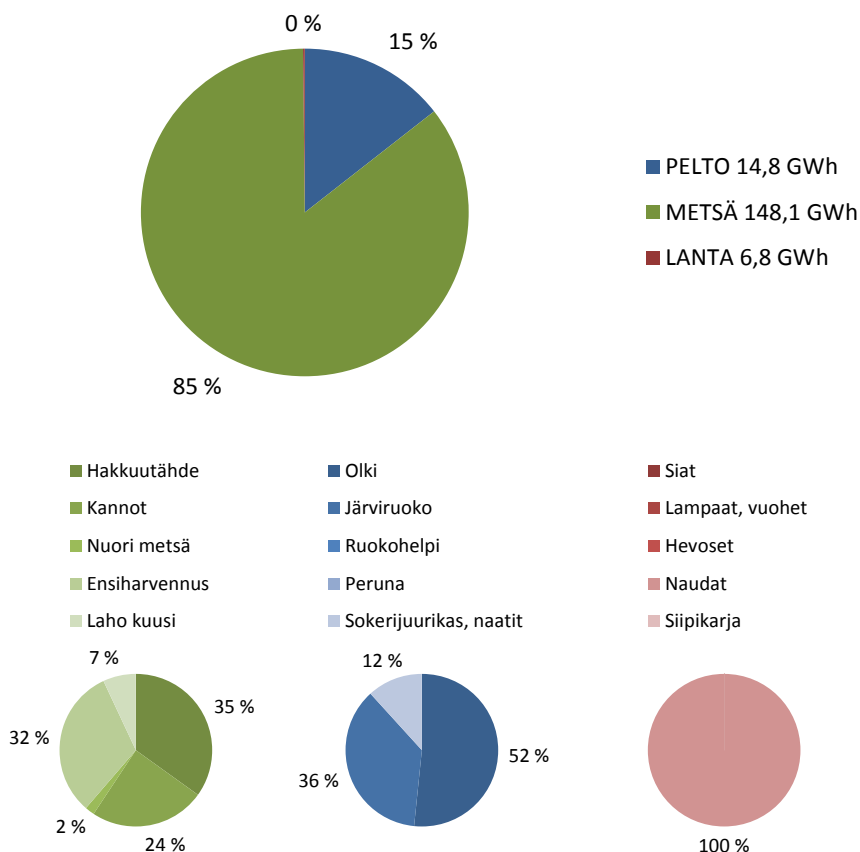


KUVIO 41. Raision rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 24. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	3,4	0,8	0,2 %
Metsä	8,3	5,0	1,3 %
Lanta	0,1	0,0	0,0 %
Yht.	11,8	5,8	1,5 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 42. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

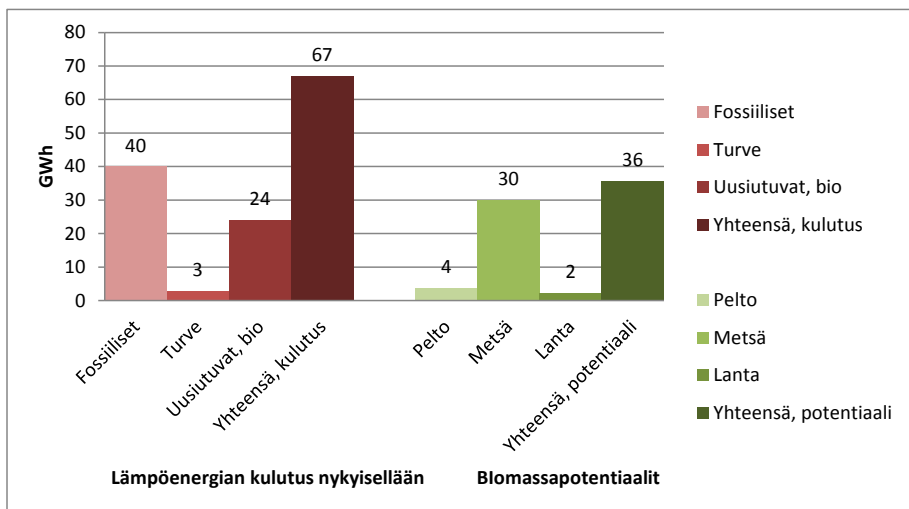
3.2.20 Rusko

Kun verrataan Ruskon teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Ruskon kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 12 GWh:n ja kolmen henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 25; kuvio 43).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Ruskon kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 24 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 40 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla niitä voitaisiin korvata 12 GWh:n edestä. Tällöin Ruskon kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 54-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 36 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 12 GWh:iin, saavutetaan eri energiantuotannon vaiheissa kunnalle kolme henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 79 GWh:ia (taulukko 25). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 3 950 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

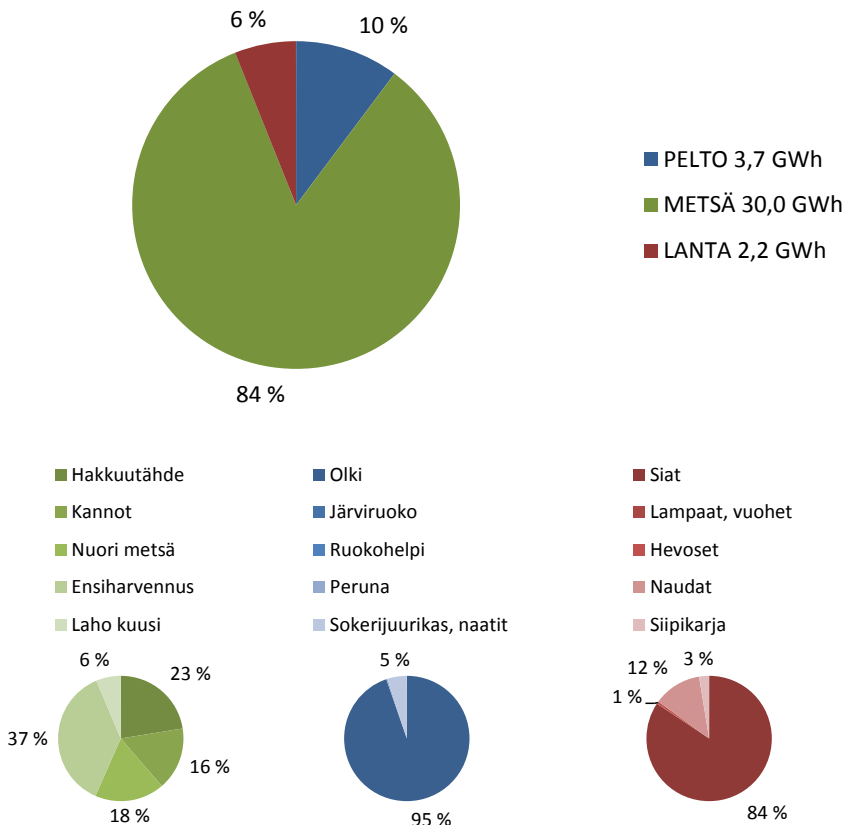


KUVIO 43. Ruskon rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 25. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaasta energiasta*
Pelto	14,7	3,7	5,5 %
Metsä	47,2	30,0	44,8 %
Lanta	17,4	2,2	3,2 %
Yht.	79,3	35,9	53,5 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 44. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

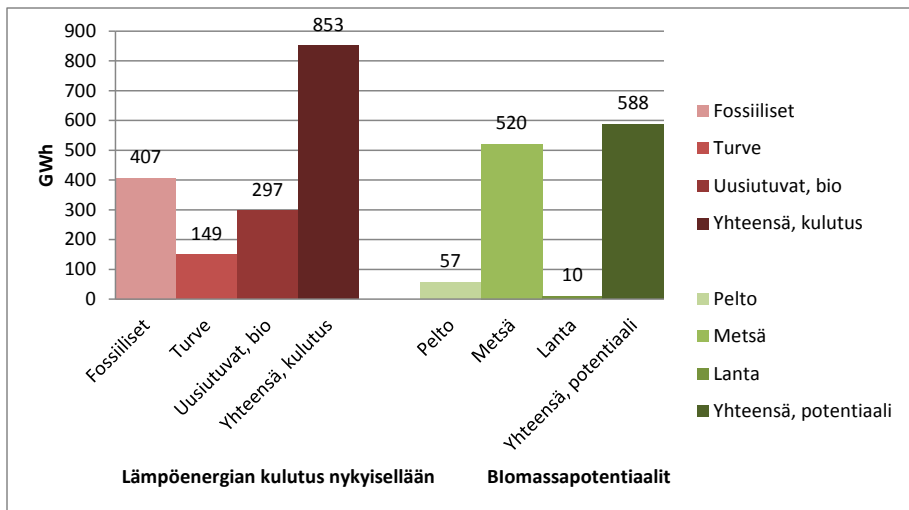
3.2.21 Salo

Kun verrataan Salon teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Salon kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 291 GWh:n ja 72,75 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 27; kuvio 45).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Salon kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 297 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 407 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentialilla niitä voitaisiin korvata 291 GWh:n edestä. Tällöin Salon kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 68-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 35 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 12 GWh:iin, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle kolme henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 1 144 GWh:ia (taulukko 27). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 57 200 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

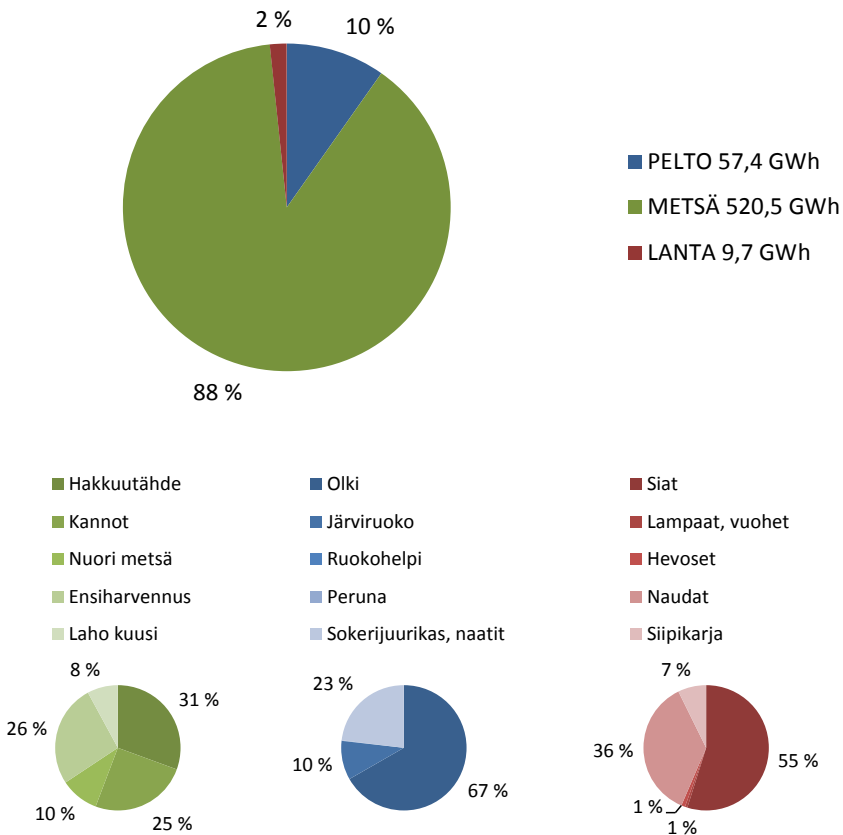


KUVIO 45. Salo rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 26. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	229,5	57,4	6,7 %
Metsä	836,3	520,5	61,0 %
Lanta	77,7	9,7	1,1 %
Yht.	1143,5	587,6	68,9 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 46. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

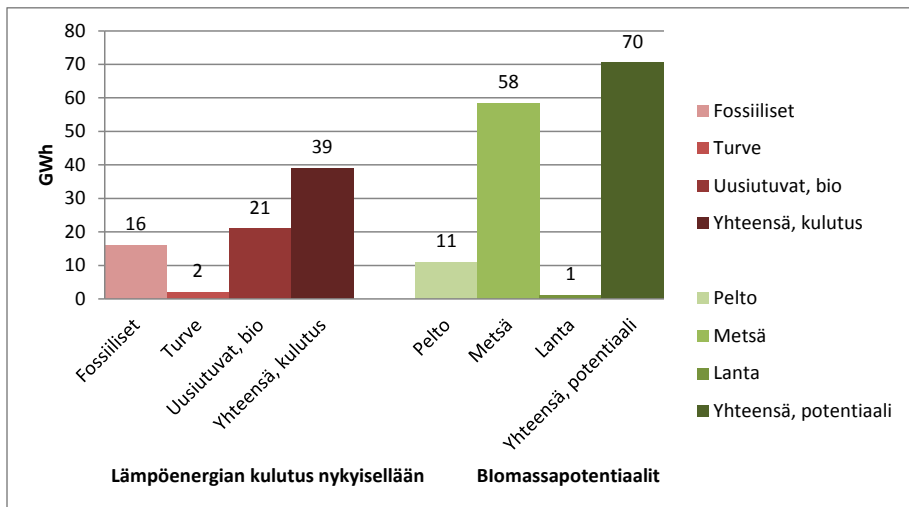
3.2.22 Sauvo

Kun verrataan Sauvon teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Sauvon kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 49 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 12,25 henkilötyövuotta (taulukko 27; kuvio 47).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Sauvon kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 21 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 16 GWh:n ja turpeen 2 GWh:n kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 54 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 49 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiantuotannon vaiheissa kunnalle 12,25 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 144 GWh:ia (taulukko 27). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 7 200 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

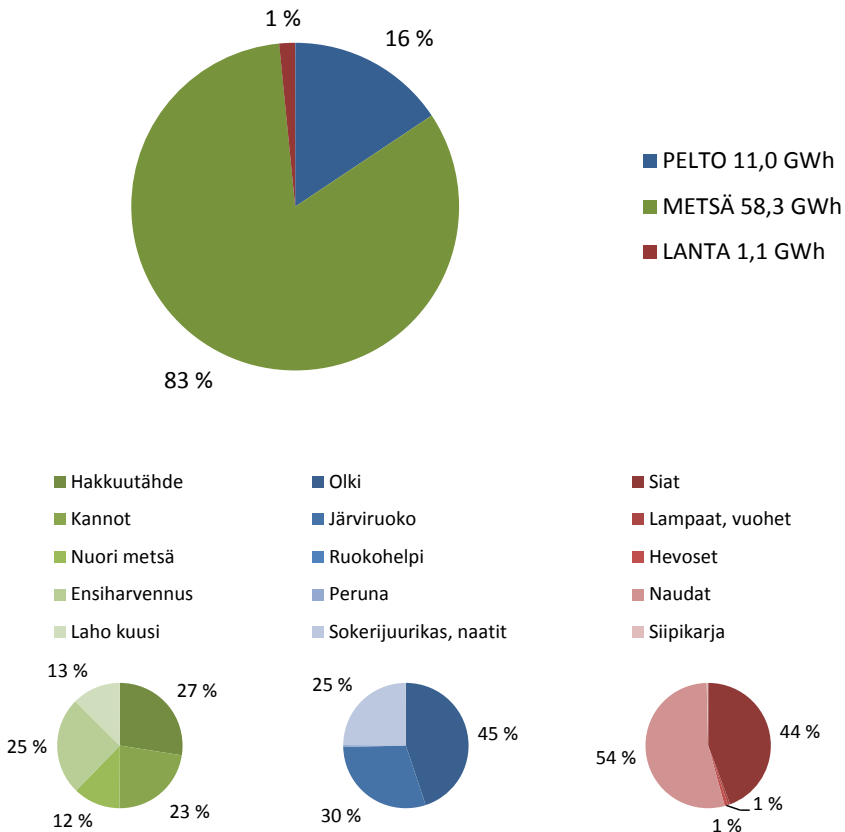


KUVIO 47. Sauvon rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 27. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	44,1	11,0	28,2 %
Metsä	90,9	58,3	149,6 %
Lanta	8,7	1,1	2,8 %
Yht.	143,7	70,4	180,6 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 48. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

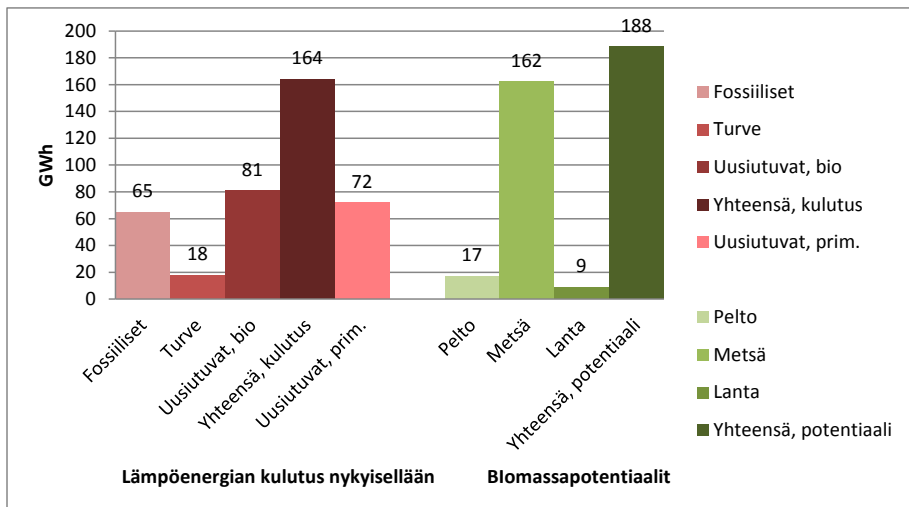
3.2.23 Somero

Kun verrataan Someron teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Someron kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 116 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle 29 henkilötyövuotta (taulukko 28; kuvio 49).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Salon kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 72 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 65 GWh:ia ja turpeen 18 GWh:ia kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 49 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 116 GWh:iin, voitaisiin sillä saavuttaa eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 29 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 405 GWh:ia (taulukko 28). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 20 250 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

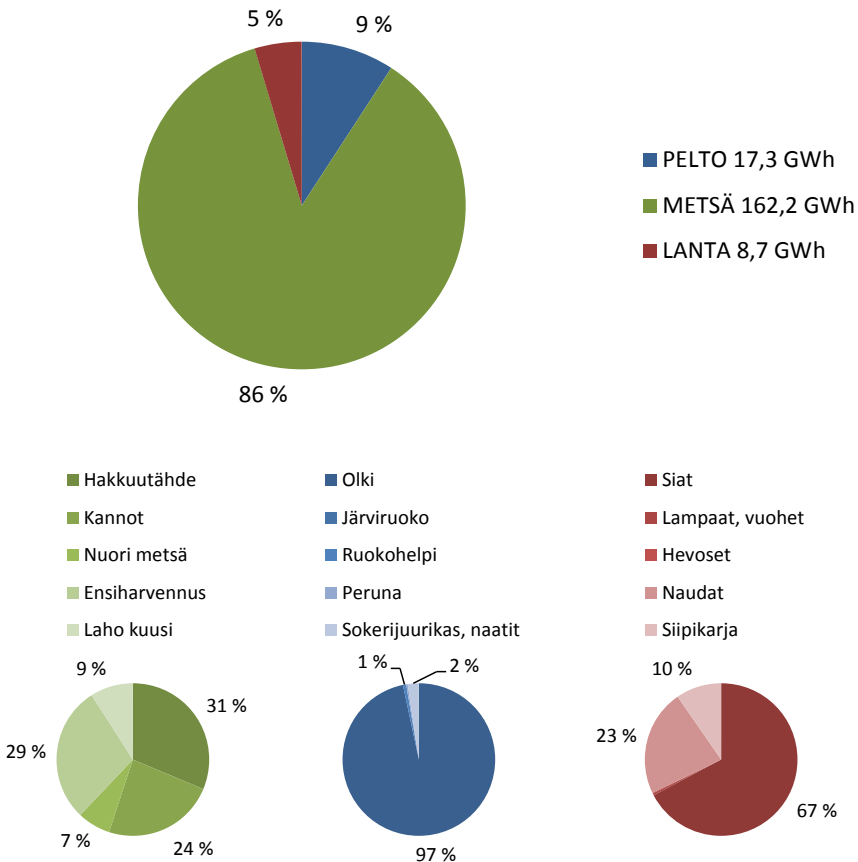


KUVIO 49. Someron rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 28. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	69,1	17,3	10,5 %
Metsä	266,2	162,2	98,9 %
Lanta	69,9	8,7	5,3 %
Yht.	405,2	188,2	114,8 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 50. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

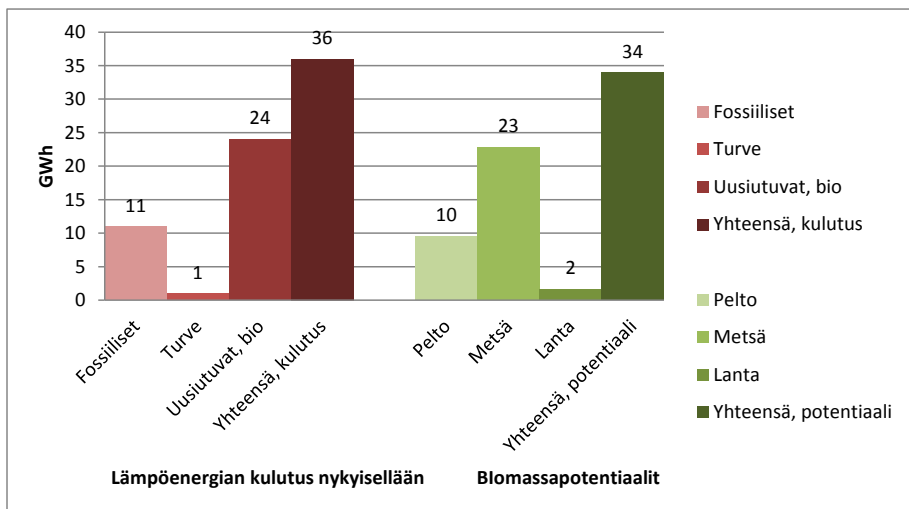
3.2.24 Taivassalo

Kun verrataan Taivassalon teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Taivassalon kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 10 GWh:n ja 2,5 henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 29; kuvio 51).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Taivassalon kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 24 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 11 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla niitä voitaisiin korvata 10 GWh:n edestä. Tällöin Taivassalon kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 94-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 67 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 10 GWh:iin, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 2,5 henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiali on noin 90 GWh:ia (taulukko 29). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 4 500 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

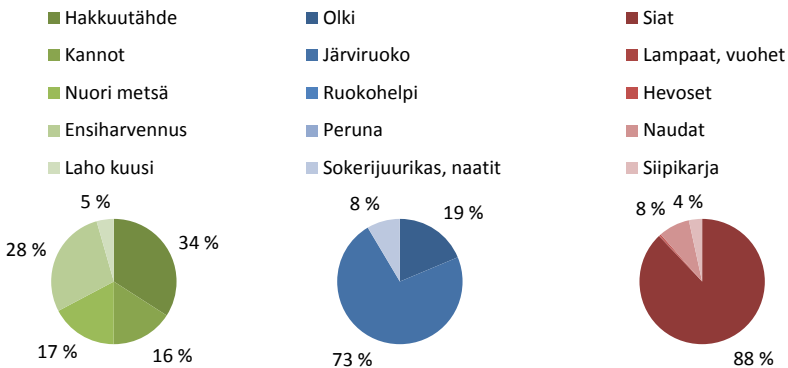
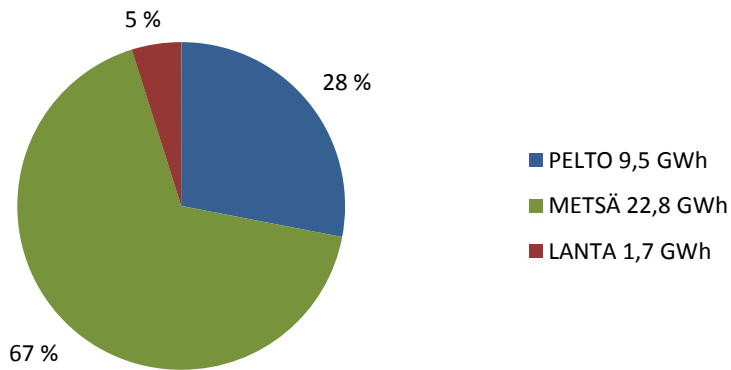


KUVIO 51. Taivassalon rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiali.

TAULUKKO 29. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	38,1	9,5	26,5 %
Metsä	38,2	22,8	63,3 %
Lanta	13,2	1,7	4,6 %
Yht.	89,5	34,0	94,3 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 52. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

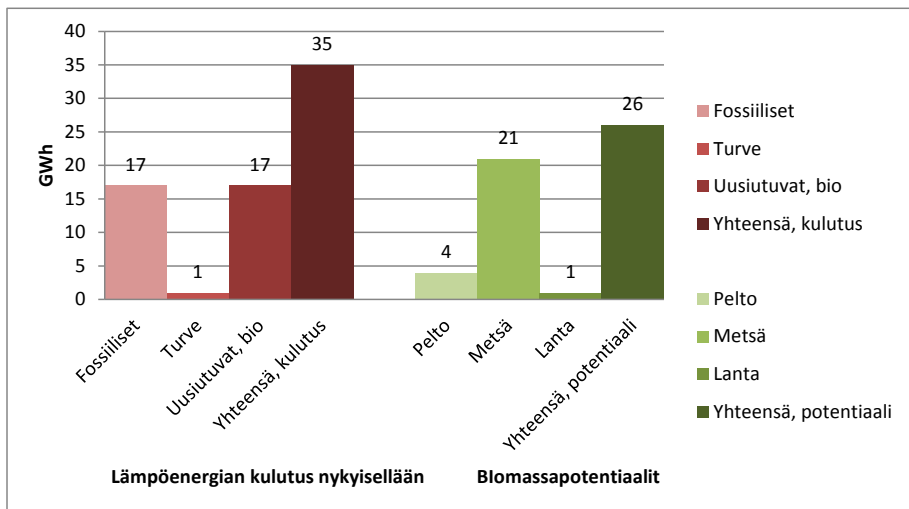
3.2.25 Tarvasjoki

Kun verrataan Tarvasjoen teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Tarvasjoen kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 9 GWh:n ja 2,25 henkilövuoden lisäyksen (taulukko 30; kuvio 53).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Tarvasjoen kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärisen biomassan 17 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 17 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla niitä voitaisiin korvata 9 GWh:n edestä. Tällöin Tarvasjoen kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 74-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 49 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 9 GWh:iin, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle 2,25 henkilövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 57 GWh:ia (taulukko 30). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 2 850 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

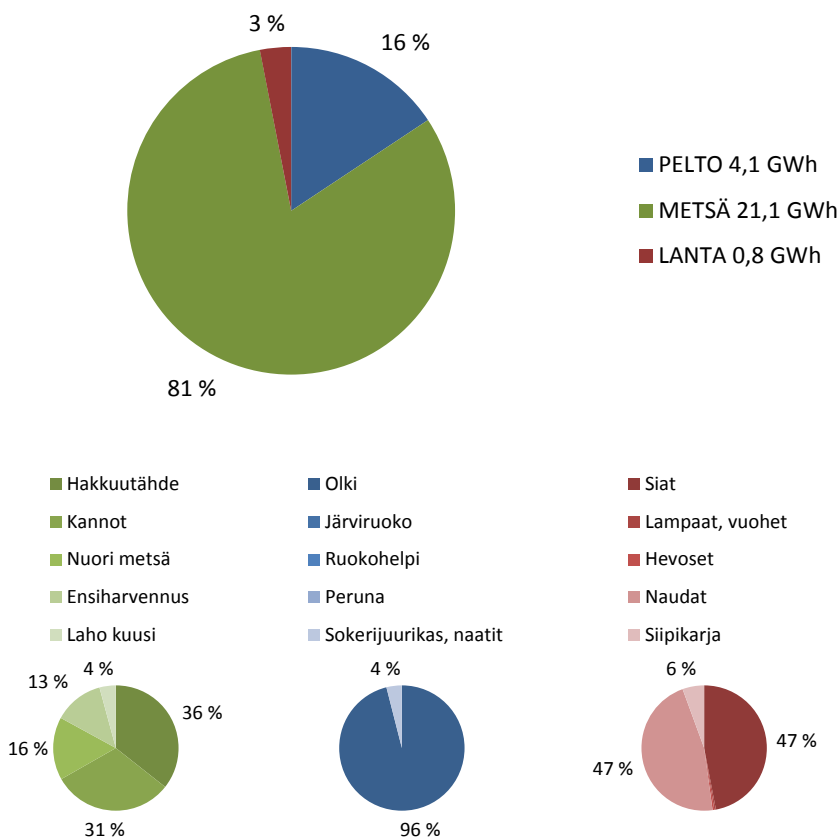


KUVIO 53. Tarvasjoen rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 30. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	16,3	4,1	11,6 %
Metsä	34,5	21,1	60,4 %
Lanta	6,4	0,8	2,3 %
Yht.	57,2	26,0	74,3 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 54. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

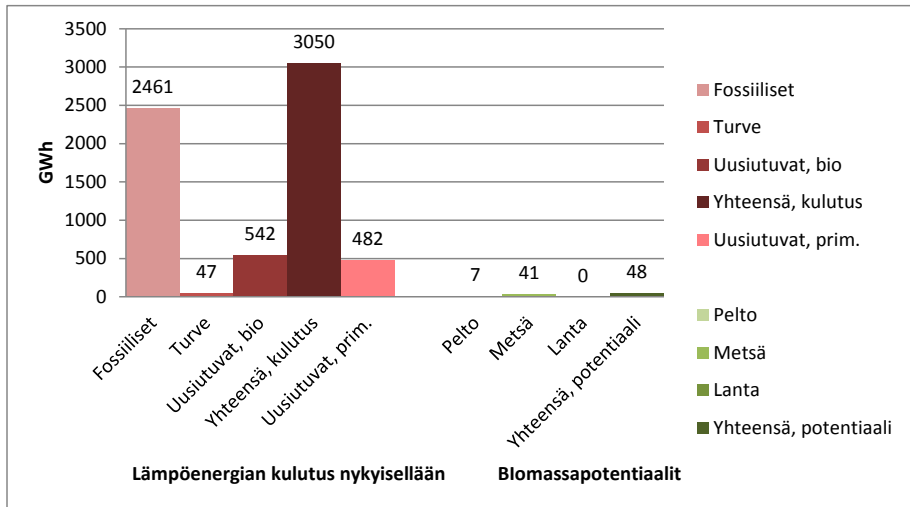
3.2.26 Turku

Kun verrataan Turun teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Turun kaupungin biomassapotentiaalit mahdollistaisivat 48 GWh:n energiatuotannon omavaraisesti, mikä on kaupungin koko lämpöenergian kulutuksesta kaksi prosenttia (taulukko 31; kuvio 55).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Turun kaupunki pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluva uusiutuvaa primääristä biomassaa 48 GWh:lla. Tämä tarkoittaa vain 10 prosentin osuutta biomassoilla tuotetusta lämpöenergiasta. Turun energiaomavaraisuus lämpöenergian tuotannossa olisi vain kaksi prosenttia.

Hyödyntämällä Turun koko teknis-taloudellinen potentiaali 48 GWh:ia saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kaupungille 12 henkilötyövuotta.

Kaupungin biomassojen maksimipotentiaali on noin 97 GWh:ia (taulukko 31). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 4 850 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

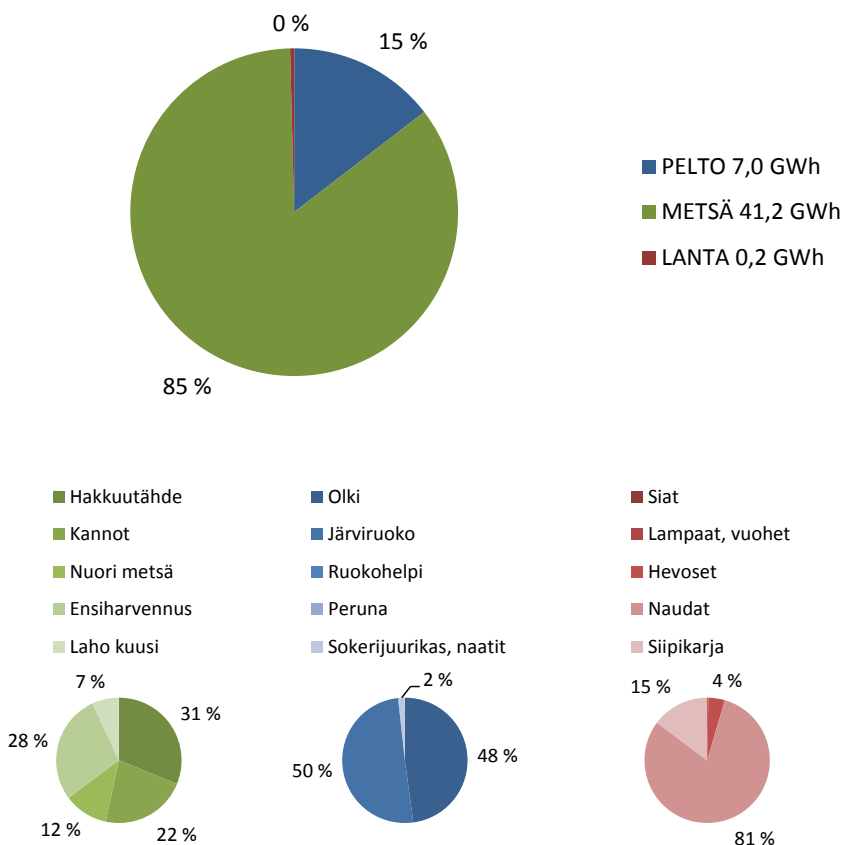


KUVIO 55. Turun rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 31. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaan energiasta*
Pelto	28,2	7,0	0,2 %
Metsä	67,2	41,2	1,4 %
Lanta	1,6	0,2	0,0 %
Yht.	97,0	48,4	1,6 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 56. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

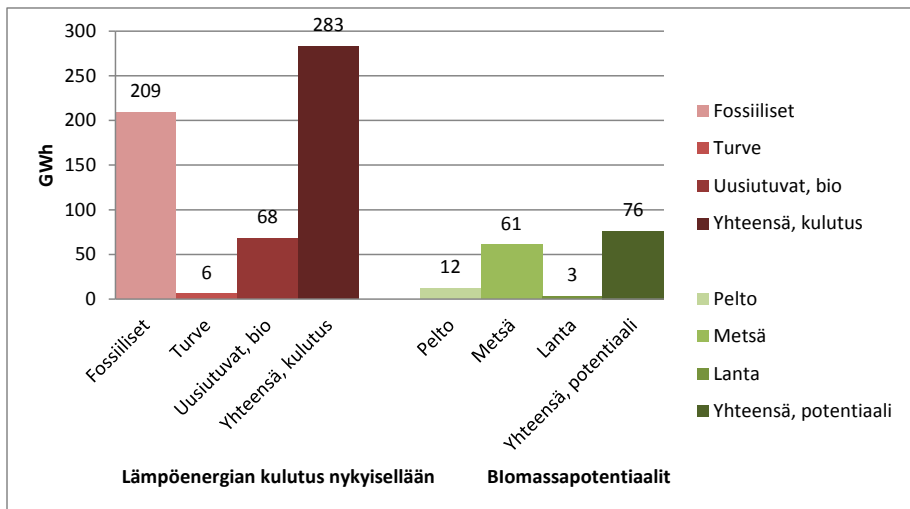
3.2.27 Uusikaupunki

Kun verrataan Uudenkaupungin teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Uudenkaupungin kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaa noin 8 GWh:n ja kahden henkilötyövuoden lisäyksen (taulukko 32; kuvio 57).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Uudenkaupungin kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan primäärin biomassan 68 GWh. Lämpöenergian tuotannossa kulutetaan tällä hetkellä fossiilisia polttoaineita 209 GWh:ia, ja hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla niitä voitaisiin korvata 8 GWh:n edestä. Tällöin Uudenkaupungin kunta kattaisi rakennusten lämmityksen 27-prosenttisesti omilla biomassoilla. Nykyisellään osuus on 24 prosenttia.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudelliseen potentiaaliin 8 GWh:iin, saavutetaan eri energiatuotannon vaiheissa kunnalle kaksi henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 173 GWh:ia (taulukko 32). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 8 650 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

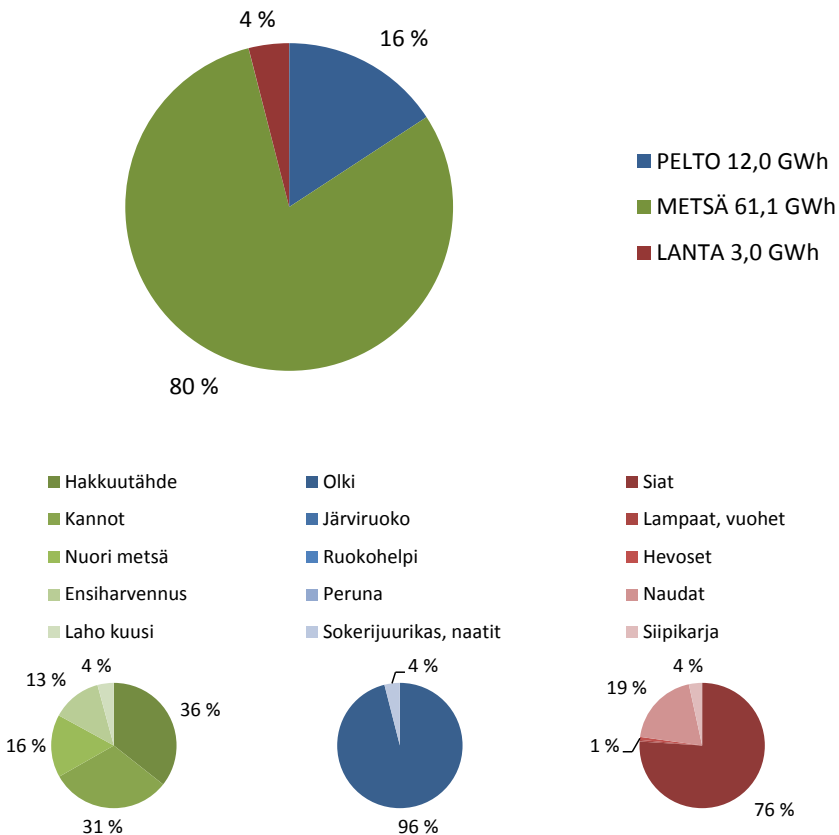


KUVIO 57. Uudenkaupungin rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 32. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin suhde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiaali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluvaasta energiasta*
Pelto	48,0	12,0	4,3 %
Metsä	100,3	61,1	21,8 %
Lanta	24,3	3,0	1,1 %
Yht.	172,6	76,1	27,2 %

* fossiililla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 58. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

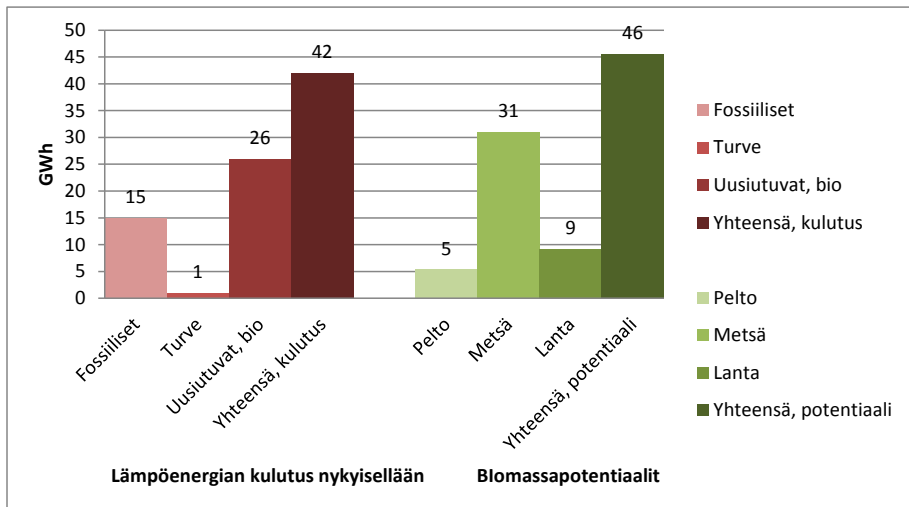
3.2.28 Vehmaa

Kun verrataan Vehmaan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja rakennusten lämmityksessä kuluviin energiamääriin, voidaan päätellä, että Vehmaan kunnan energiaomavaraisuus mahdollistaisi kunnan koko lämmöntuotannon biomassoilla. Hyödynnettävissä olevan biomassan 20 GWh:n hyödyntämisellä lämmöntuotannossa tuotettaisiin kunnalle viisi henkilötyövuotta (taulukko 33; kuvio 59).

Lämpöenergian kulutuksen pysyessä ennallaan Vehmaan kunta pystyisi kattamaan omilla biomassoilla lämmitykseen kuluvan uusiutuvan biomassan 26 GWh:ia sekä korvaamaan fossiilisten polttoaineiden 15 GWh:ia ja turpeen 1 GWh:ia kulutuksen kokonaan omilla biomassoillaan. Tällä hetkellä uusiutuvat polttoaineet muodostavat 62 prosenttia kunnan lämpöenergian kulutuksesta. Hyödyntämällä koko biomassapotentiaali voidaan korvata kunnassa kaikki käytettävät uusiutumattomat energiapolttoaineet.

Jos biomassojen osuus kasvaa lämmön tuotannossa sen koko teknis-taloudellisen potentiaaliin 20 GWh:iin, voidaan sillä saavuttaa eri energiantuotannon vaiheissa kunnalle viisi henkilötyövuotta.

Kunnan biomassojen maksimipotentiaali on noin 142 GWh:ia (taulukko 33). Tällä määrällä voitaisiin lämmittää vuodessa 7 100 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

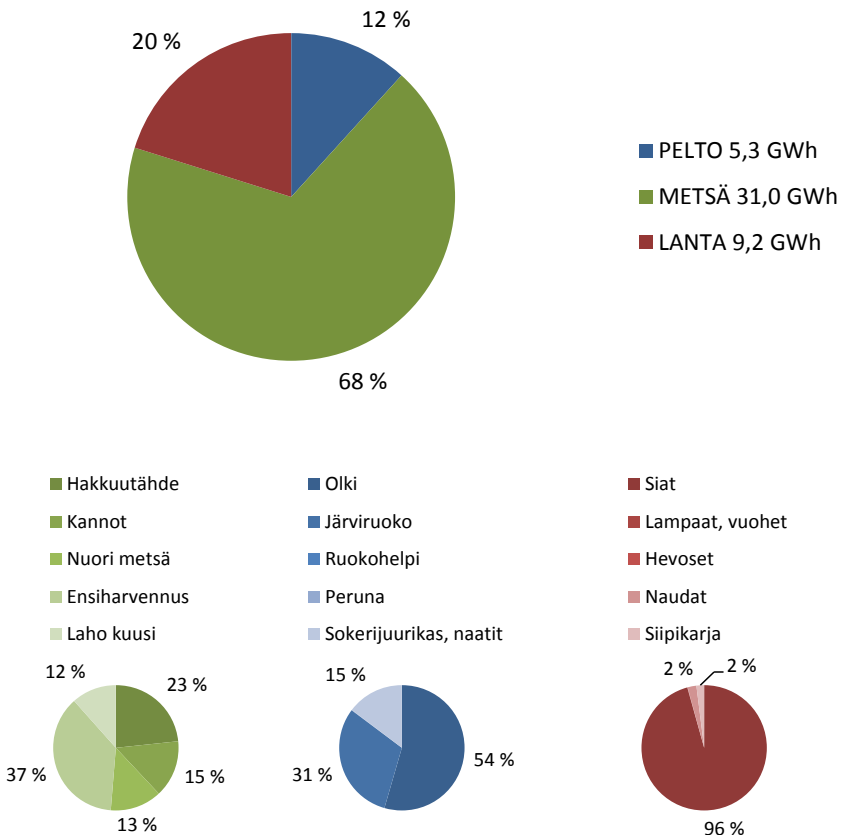


KUVIO 59. Vehmaan rakennusten lämmityksessä kuluva energia ja biomassapotentiaali.

TAULUKKO 33. Biomassojen teknis-taloudellisen potentiaalin subde rakennusten lämmityksessä kuluvaan energiaan.

Biomassajakeet	Maksimipotentiali (GWh)	Teknis-taloudellinen potentiaali (GWh)	Osuus rakennusten lämmitykseen kuluva energiasta*
Pelto	21,4	5,3	12,7 %
Metsä	46,9	31,0	73,9 %
Lanta	73,4	9,2	21,9 %
Yht.	141,7	45,5	108,5 %

* fossiilisilla polttoaineilla, turpeella ja uusiutuvilla biomassoilla tuotettu energia



KUVIO 60. Metsä-, pelto- ja lantapotentialit.

3.3 SEUTUKUNTATASON TARKASTELU

Seutukuntatasolla tarkastellaan vastaavasti seutukuntien energiaomavaraisuutta suhteessa seutukunnassa kulutettuun lämpöenergiaan. Tarkasteluissa käytettävät potentiaalit ovat biomassojen teknis-taloudellisia potentiaaleja. Hyödynnettävissä oleva teknis-taloudellinen biomassapotentiaali saadaan laskettua, kun seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaalista vähennetään primäärisillä uusiutuvilla polttoaineilla tuotetun lämpöenergian kulutus. Seutukuntatasolla pystytään tarkastelemaan biomassapotentiaalien sijainteja laajemmasta näkökulmasta. Se mahdollistaa logistisen verkoston suunnittelun lämpölaitosten ja biomassojen sijaintien suhteen.

Pystyisikö seutukunta kattamaan omalla teknis-taloudellisella biomassapotentiaalilla lämmitykseen käyttämänsä biomassat?

Kuinka paljon biomassoilla voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita?

Saatavuusanalyysissä tarkastellaan alueen olemassa olevia kaukolämpölaitoksia ja niiden biomassapolttoaineiden hankintasäteitä. Tarkastelussa huomioidaan ainoastaan primääristen polttoainejakeiden käyttö. Sekundääriset uusiutuvat polttoaineet jätetään huomioimatta. Jos laitokset käyttävät biopolttoaineiden lisäksi myös fossiilisia polttoaineita, tarkastellaan fossiilisten polttoaineiden korvaamisen vaikutusta laitoksen hankintasäteeseen.

3.3.1 Kaukolämpölaitosten hankintasäteiden tarkastelu

Seutukuntatarkastelussa analysoidaan alueen kaukolämpölaitosten biopolttoaineiden hankintasäteitä. Tarkasteluissa tehdään oletus, että laitoksen biopolttoaineet hankitaan ensisijaisesti oman seutukunnan alueelta ja että kaukolämpölaitokset pystyisivät hyödyntämään erilaisia metsä-, pelto- ja lantabiomassoja energiantuotannossa. Hankintasädetarkastelut tehdään viiden kilometrin tarkkuudella.

- a) Ensin tarkastellaan tilannetta, jossa laitoksen nykyisin polttoaineena käyttämä biomassa hankitaan seutukunnasta tai laitoksen lähialueelta.
- b) Toiseksi tarkastellaan tilannetta, jossa koko laitoksen tuottama energia tuotettaisiin lähialueen biomassoilla. Eli laitoksen käyttämät fossiiliset polttoaineet korvattaisiin seutukunnan biomassoilla. Hankintasädetä tarkastellaan suhteessa biomassapotentiaalien sijainteihin ja muihin kaukolämpöä tuottaviin energialaitoksiin. Osion näkökulmana on tarkastella, miten biomassojen osuuden kasvattaminen lämpöenergiatuotannossa vaikuttaa lämpölaitosten hankintasäteeseen. Olisiko seutukunnilla mahdollisuus tuottaa kulutettua lämpöenergiaa omavaraisesti?

Hankintasädetarkastelut tehdään Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilastossa vuonna 2012 mainituille alueen kaukolämpölaitoksille. Ensimmäisessä tarkastelussa lasketaan saatavuusalue nykyisin käytettävälle biomassalle (vihreä säde). Kuinka pitkä on nykyisten biopolttoaineiden hankintasäde (km), kun oletetaan, että biopolttoaineet hankitaan energialaitoksen välittömästä läheisyydestä? Hankintasäde lasketaan linnuntietä, eli todellisuudessa etäisyydet tieverkostoa pitkin ovat pidemmät. Hankintasädetarkastelut tehdään viiden kilometrin tarkkuudella. Toisessa tarkastelussa biomassojen hankintasäde on laskettu koko laitoksen tuotannolle (sininen säde).

Laitosten sijainnin optimointi on lukuisten epävarmuustekijöiden vuoksi haastavaa. Tässä selvityksessä ei pohdita mahdollisia uusien laitosten sijaintea, vaan nykyisten laitosten hankintasäteiden pohjalta tarkastellaan biomassojen saatavuutta ja potentiaalisia hankinta-alueita. Tarkasteluissa pyritään minimoimaan kuljetusmatkat sekä huomioimaan biomassapotentiaalien keskittymät. Tieverkon saavutettavuus ja kunto vaikuttavat biomassojen todellisiin hankintasäteisiin. Selvityksen avulla pyritään hahmottamaan biomassapotentiaalin jakautumisen kokonaiskuvaa seutukunnissa. Hankintasäteiden karttatarkastelut löytyvät jokaisen seutukunnan kohdalla luvun lopussa.

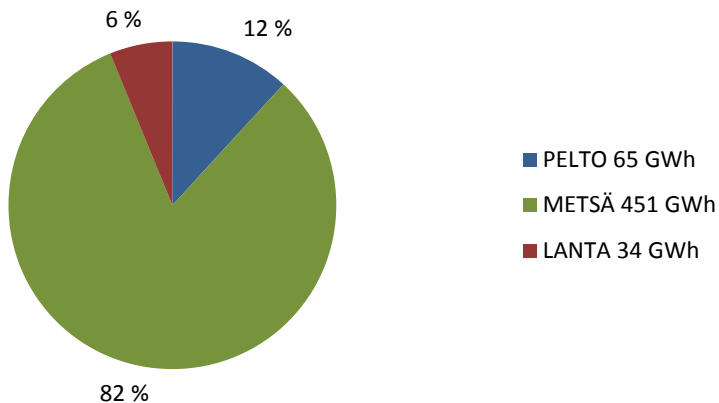
3.3.2 Loimaan seutukunta

Loimaan seutukunnassa on 288 GWh:n edestä teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa biomassapotentiaalia.

Jos biomassapotentiaali hyödynnetään energiatuotannossa, saavutetaan seutukunnalle 72 henkilötyövuotta.

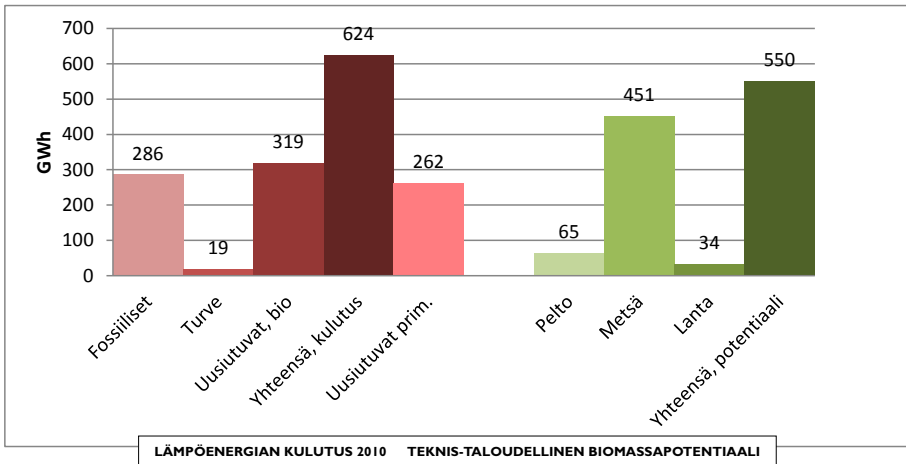
Hyödynnettävissä olevalla biomassalla pystyttäisiin lämmittämään 14 400 omakotitaloa, kun oletetaan että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50 omakotitaloa.

Loimaan seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 550 GWh (kuvio 61). Metsäbiomassa muodostaa yli 80-prosenttisesti seutukunnan biomassapotentiaalin. Peltobiomassan osuus on 12 prosenttia ja lantabiomassan 6 prosenttia.



KUVIO 61. *Loimaan seutukunnan biomassapotentiaali.*

Loimaan seutukunnassa kuluu uusiutuvilla biomassoilla tuotettua energiaa rakennusten lämmitykseen 319 GWh, josta uusiutuvien primääristen biopolttoaineiden osuus on 262 GWh (kuvio 62). Seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 550 GWh (kuvio 62) ja Loimaan seutukunnassa hyödynnettävissä oleva teknis-taloudellinen biomassapotentiaali on 288 GWh. Fossiilisia polttoaineita on käytetty Loimaan seutukunnassa lämmityksessä 286 GWh:n edestä, eli seutukunta pystyisi korvaamaan fossiilisilla polttoaineilla tuotetun lämpöenergian omalla teknis-taloudellisella biomassapotentiaalillaan.



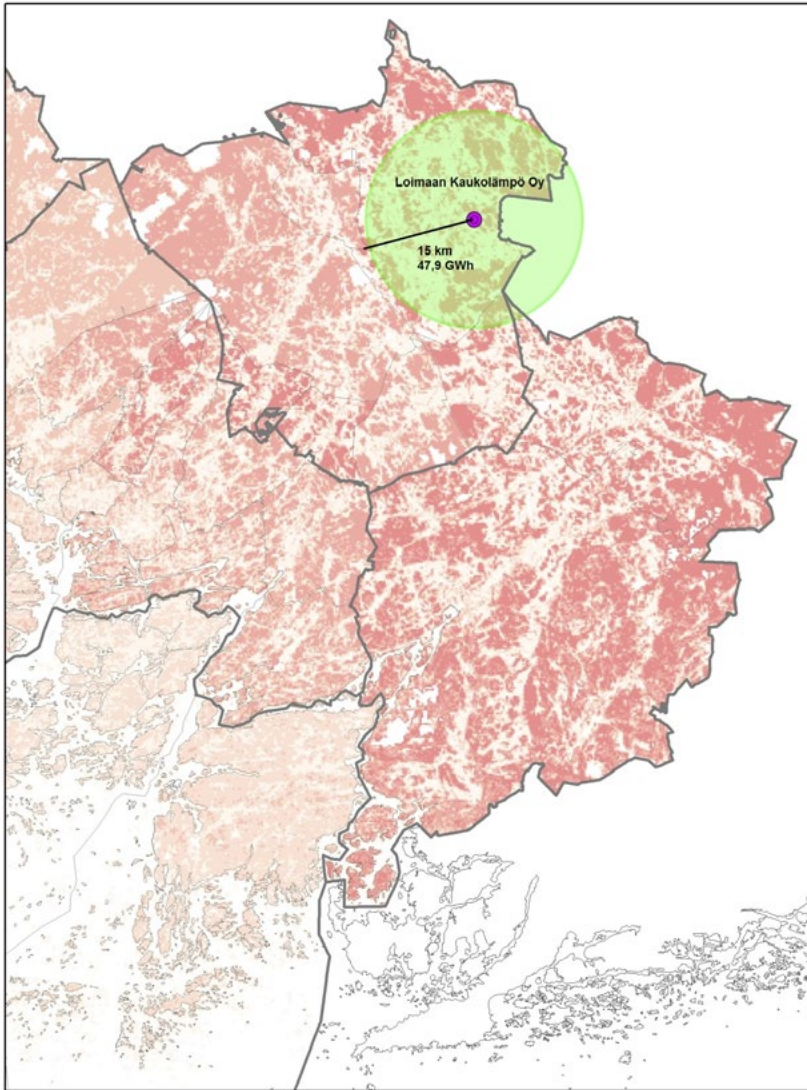
KUVIO 62. Loimaan seutukunnan lämpöenergian kulutus energiajakeittain (Kuusiola & Monni 2012) ja seutukunnan teknis-taloudellinen biomassapotentiaali.

Loimaan seutukunnan teknis-taloudellisella biomassapotentiaalilla voitaisiin tuottaa nykyisin kuluva lämpöenergiasta 88 prosenttia.

Loimaan seutukunnan kaukolämpölaitoksen hankintasädetarkastelu

Loimaan Kaukolämpö Oy käyttää jo yli 90-prosenttisesti biomassoja lämpöenergian tuotannossa. Laitoksen hyödyntäessä oman seutukunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja hankintasäteeksi muodostuisi noin 15 kilometriä (kuva 1). Tämän hankinta-alueen biomassapotentiaali on 47,8 GWh, kun biomassoilla tuotetun energian määrä laitoksella on 26,4 GWh. Öljyllä tuotetaan vain 8,1 GWh lämpöenergiaa, mikä ei vaikuta hankintasädetarkasteluihin tällä tarkkuudella. Öljyllä ja biomassoilla tuotettu energia on yhteensä 34,5 GWh. 15 kilometrin hankintasäteellä saavutetaan biomassapotentiaalia noin 10 GWh yli tarpeen. Muut Loimaan Kaukolämpö Oy:n käyttämät polttoaineet ovat sekundäärisiä (teollisuuden puutähte ja sekundäärilämpö), joita ei huomioida tässä tarkastelussa. (Energiateollisuus ry 2011.)

Loimaan Kaukolämpö Oy:n biopolttoaineiden hankintasäteeksi muodostuisi noin 15 kilometriä, joka pinta-alana on noin 707 km². Suuri osa seutukunnan teknis-taloudellisesta biomassapotentiaalista jää hyödyntämättä, ja karttatarkastelujen pohjalta voisi päätellä, että seutukunnan pohjois- ja lounaisosissa saattaisi olla potentiaalisia biomassojen hankinta-alueita (kuva 1).



0 5 10 20 30 40
Kilometriä

KUVA 1. Loimaan Kaukolämpö Oy:n hankintasädetarkastelu Loimaan seutukunnassa. Karttalähde: Maanmittauslaitos 2014.

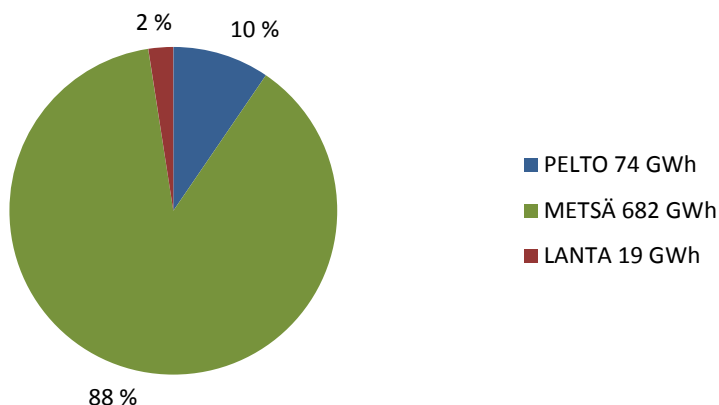
3.3.3 Salon seutukunta

Salon seutukunnassa on 396 GWh:n edestä teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa biomassapotentiaalia.

Jos biomassapotentiaalia hyödynnetään energiantuotannossa, saavutetaan seutukunnalle 99 henkilötyövuotta.

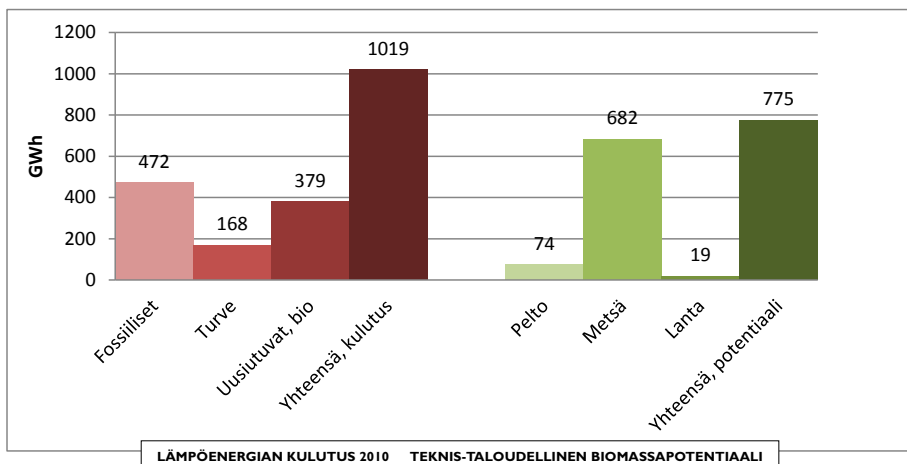
Hyödynnettävissä olevalla biomassalla pystyttäisiin lämmittämään 19 800 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50.

Salon seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 775 GWh (kuvio 63). Metsäbiomassa muodostaa lähes 90-prosenttisesti seutukunnan biomassapotentiaalin. Peltobiomassan osuus on 10 prosenttia ja lantabiomassan vain 2 prosenttia.



KUVIO 63. Salon seutukunnan biomassapotentiaali.

Salon seutukunnassa kuluu uusiutuvilla biomassoilla tuotettua energiaa rakennusten lämmitykseen 379 GWh (kuvio 64). Seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 775 GWh (kuvio 64). Salon seutukunnassa hyödynnettävissä oleva teknis-taloudellinen biomassapotentiaali on 396 GWh. Fossiilisia polttoaineita on käytetty Salon seutukunnassa lämmityksessä 472 GWh:n edestä. Seutukunta pystyisi korvaamaan lämmöntuotannossa käytettyjä fossiilisia polttoaineita 84-prosenttisesti omalla teknis-taloudellisella biomassapotentiaalillaan.



KUVIO 64. Salon seutukunnan lämpöenergian kulutus energiajakeittain (Kuusiola & Monni 2012) ja seutukunnan biomassapotentiaali.

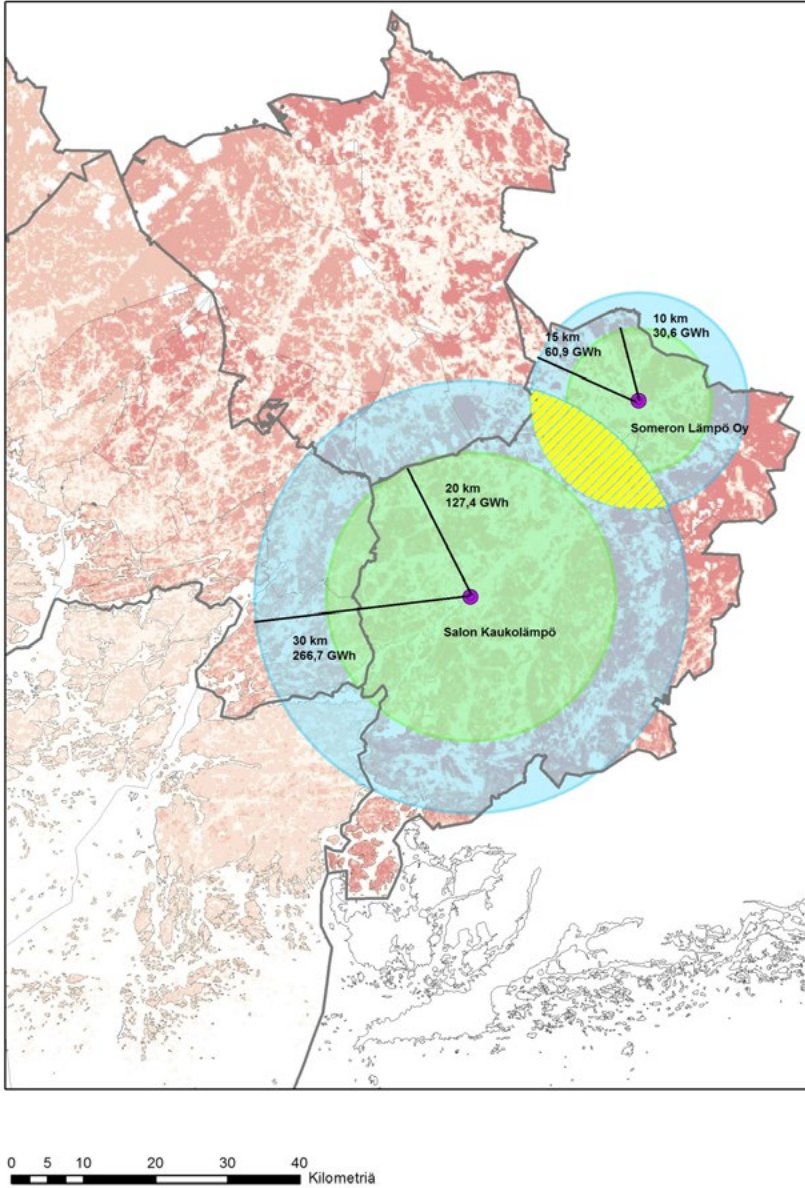
Salon seutukunnan kaukolämpölaitosten hankintasädetarkastelut

Salon seutukunnassa sijaitsee kaksi kaukolämpölaitosta, Someron Lämpö Oy Somerolla ja Salossa Liikelaitos Salon Kaukolämpö. Kuvassa 2 on esitetty Salon seutukunnan kaukolämpölaitokset ja Salon ja Someron kaukolämpölaitosten hankintasäteet.

Salon kaukolämpölaitos käyttää biomassoja 113,3 GWh:ia lämpöenergian tuotannossa, ja laitoksen hankintasäteeksi muodostuu 20 kilometriä (kuva 2). Someron kaukolämpölaitos käyttää biomassoja 13,3 GWh lämpöenergian tuotannossa ja hankintasäteeksi muodostuu 10 kilometriä (kuva 2). Jos laitokset hyödyntäisivät koko lämpöenergiantuotannossa ainoastaan oman seutukunnan biomassapotentiaaleja, hankintasäteeksi muodostuisi Salossa 30 kilometriä ja Somerolla 15 kilometriä. Hankinta-alueiksi muutettuna tämä tarkoittaa Salon lämpölaitokselle 2 826 km²:n ja Somerolle 707 km²:n suuruisia alueita. Hankinta-alueet kattavat lähes kokonaan Salon seutukunnan, ja seutukunnan teknis-taloudellinen biomassapotentiaali mahdollistaisi fossiilisten polttoaineiden korvaamisen lähes kokonaan eli 84-prosenttisesti. (Energiateollisuus ry 2011.)

Someron lämpölaitoksen hankinta-alue pysyy lähes kokonaan seutukunnan rajojen sisäpuolella (kuva 2). Someron laitoksen hankinta-aluetta saattaisi olla järkevä laajentaa itään, jossa näyttää sijaitsevan biomassapotentiaalia. Laitosten hankintasäteet osuvat kartalla päällekkäin 158 km²:n alueella. Päällekkäisyys ei kuitenkaan vaikuta ratkaisevasti hankintasäteisiin, koska lasketulla tarkkuudella alueen energiasisällöksi saadaan 14,9 GWh:ia (kuva 2). Lämpölaitoksille lasketuissa hankintasäteissä on Salon laitoksella noin 50 GWh:ia ja Someron laitoksella 27 GWh:ia potentiaalia energiaa, jolla voitaisiin lisätä lämpöenergian tuotantoa.

Salon lämpölaitoksen hankinta-alue ulottuu kolmen naapuriseutukunnan alueelle Loimaan, Turun ja Turunmaan seutukuntiin. Myös Salon laitokselle saattaisi olla kannattavaa ohjata biomassan hankinta-aluetta itään (kuva 2).



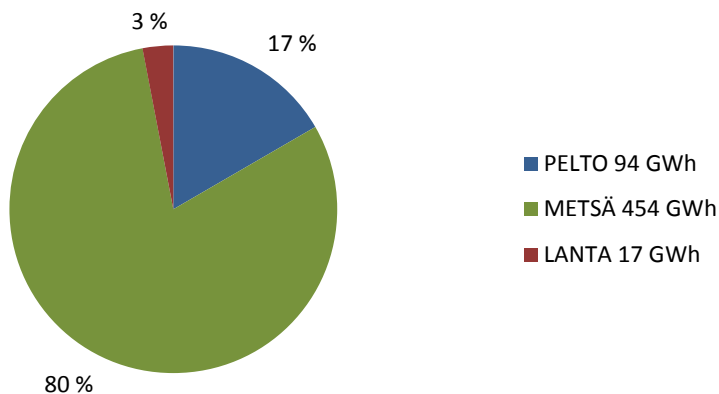
KUVA 2. Salo seutukunnan kaukolämpölaitosten hankintasäteiden tarkastelu Salossa ja Somerolla. Karttalähde: Maanmittauslaitos 2014.

3.3.4 Turun seutukunta

Turun seutukunnan teknis-taloudellinen biomassapotentiaali ei riitä kattamaan oman seutukunnan uusiutuvilla polttoaineilla tuotetun lämpöenergian kulutusta. Seutukunnassa sijaitsevat suuret kulutuskeskittymät, jotka vaikuttavat energiaomavaraisuustarkasteluihin.

Seutukunnalla on kuitenkin toiseksi suurin teknis-taloudellinen kokonaisbiomassapotentiaali 629 GWh Salon seutukunnan jälkeen.

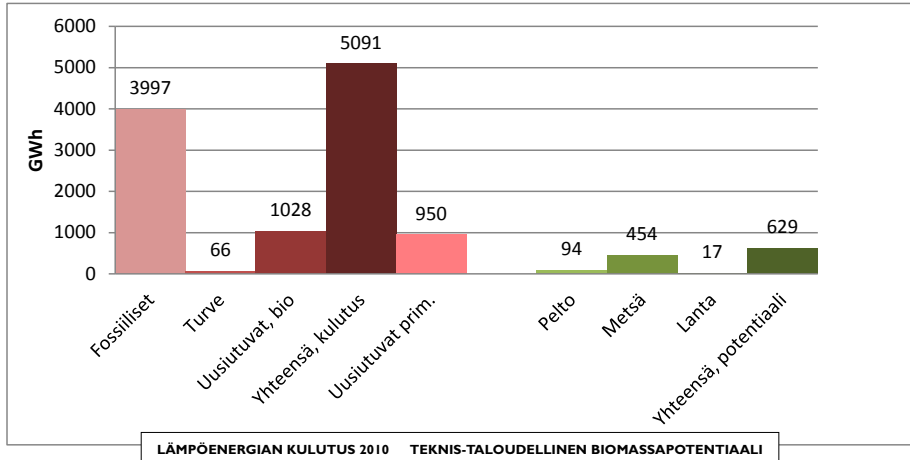
Turun seutukunnan yhteenlaskettu biomassapotentiaali on 629 GWh, joka koostuu 80-prosenttisesti metsäbiomassasta (kuvio 65). Turun seutukunnassa on yllättäen seutukuntien suurin peltobiomassapotentiaali 94 GWh. Puupolttoaineiden käyttö Turun seutukunnassa on moninkertainen verrattuna seutukunnan metsäbiomassapotentiaaliin. Sama tilanne on myös muiden biomassajakeiden kanssa. Naantalın poltovoimala tullaan korvaamaan uudella monipolttoainevoimalaitoksella ja samalla olisi mahdollista lisätä uusiutuvien polttoaineiden käyttöä.



KUVIO 65. Turun seutukunnan biomassapotentiaali.

Turun seutukunnassa kuluu uusiutuvilla biomassoilla tuotettua energiaa rakennusten lämmitykseen 1 028 GWh, josta uusiutuvien primääristen biopolttoaineiden osuus on 950 GWh. Seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 629 GWh. Fossiilisia polttoaineita on käytetty Turun seutukunnassa lämmityksessä 3 997 GWh:n edestä, eli seutukunnan lämpöenergiasta tuotetaan 79 prosenttia fossiilisilla polttoaineilla. Turun seutukunnan teknis-talou-

dellinen biomassapotentiaali riittäisi kattamaan 66 prosenttia lämmön tuotantoon kulutetusta primäärisestä uusiutuvasta polttoaineesta. (Kuvio 66). 34 prosenttia primäärisestä uusiutuvasta polttoaineesta tulee tuoda seutukunnan ulkopuolelta.



KUVIO 66. Turun seutukunnan rakennusten lämpöenergian kulutus energijakeittain (Kuusiola & Monni 2012) ja seutukunnan alueen biomassapotentiaalit.

Turun seutukunnan teknis-taloudellisella biomassapotentiaalilla voitaisiin tuottaa nykyisin kuluvasta lämpöenergiasta 12 prosenttia.

Turun seutukunnan kaukolämpölaitoksen hankintasädetarkastelu

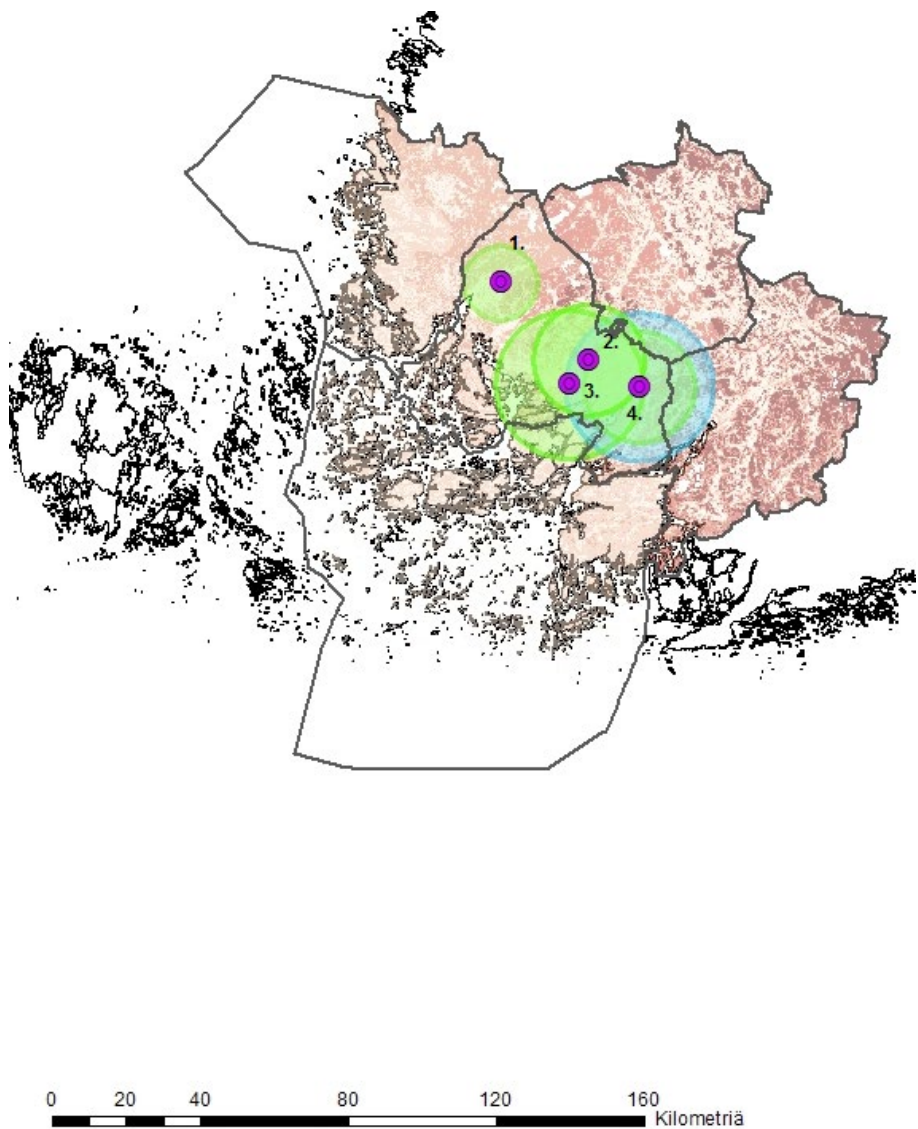
Merkittävä osa seutukunnan kaukolämmöstä tuotetaan Turun Seudun Energia Oy:n Naantalinvuonon voimalaitoksessa. Suunnitellun uuden monipolttoainevuonon vaikutuksia tarkastellaan koko maakuntaa käsittelevässä luvussa. Kuvassa 3 nähdään seutukunnan kaukolämpölaitosten hankintasädet. Alueella toimivia lämpölaitoksia ovat Vapo Oy Mynämäellä (1), Liedon Lämpö Oy (2), Varissuon Lämpö Oy (3) ja Paimion Lämpökeskus Oy (4). Muita kaukolämmön tuotantolaitoksia ovat TSE Oy:n biolämpö- ja jätteenpoltto-
laitokset Orikedolla, Kakolan lämpöpumppulaitos ja Biovakka Suomi Oy:n Topinojan biokaasulaitos. (Energiateollisuus ry 2011.)

Vapo Oy Mynämäellä käyttää biomassoja polttoaineenaan 15 GWh:n edestä. Laitoksen hyödyntäessä oman seutukunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja hankintasäteeksi muodostuisi noin 10 kilometriä. Laitos käyttää jo suurimmaksi osaksi biomassoja lämpöenergiatuotannossa. Hankintasäde ei kasva, vaikka lämpölaitos tuottaisi lämmön kokonaisuudessaan biomassoilla. Laitoksen tarvitseman biopolttoaineiden hankinta-alueeksi muodostuisi noin 314 neliökilometriä.

Liedon Lämpö Oy käyttää tällä hetkellä biopolttoaineita 32 GWh:n edestä. Biopolttoaine tuodaan pääasiassa Liedon kunnan rajojen ulkopuolelta (Pesola ym. 2012). Hankintasädetarkastelun perusteella lämpölaitoksella olisi mahdollisuus hankkia tarvitsemansa biopolttoaineet 15 kilometrin etäisyydeltä. Hankinta-alueen pinta-alaksi muodostuu 707 neliökilometriä.

Varissuon Lämpö Oy:n lämpölaitos sijaitsee Turussa, ja kaupunkialueen vaikutus nähdään hankintasäteen pituudessa, joka on 40 kilometriä. Hankintasäde sijoittuu päällekkäin Liedon kaukolämpölaitoksen hankinta-alueen kanssa (kuva 3). Hankinta-alueeksi muodostuisi 5 024 neliökilometriä.

Paimion Lämpökeskus Oy:n hankintasäteeksi muodostuisi 15 kilometriä, jos laitoksen nykyisin käyttämät biomassat hankittaisiin laitoksen välittömästä läheisyydestä. Kasvattamalla koko laitoksen biopolttoaineiden osuutta täyteen sataan prosenttiin hankintasäteeksi muodostuisi 20 kilometriä. Hankinta-alueen pinta-alaksi muodostuisi 1 256 neliökilometriä.



KUVA 3. Turun seutukunnan kaukolämpölaitosten hankintasädetarkastelut.
Karttalähde: Maanmittauslaitos 2014.

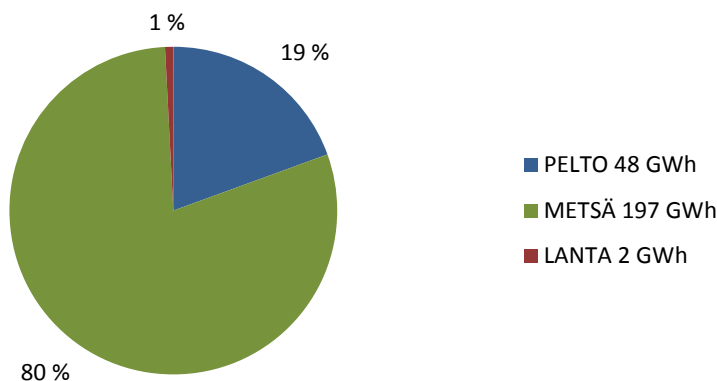
3.3.5 Turunmaan seutukunta

Turunmaan seutukunnassa on 146 GWh:n edestä teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa biomassapotentiaalia.

Jos biomassapotentiaalia hyödynnetään energiatuotannossa, saavutetaan seutukunnalle 36,5 henkilötyövuotta.

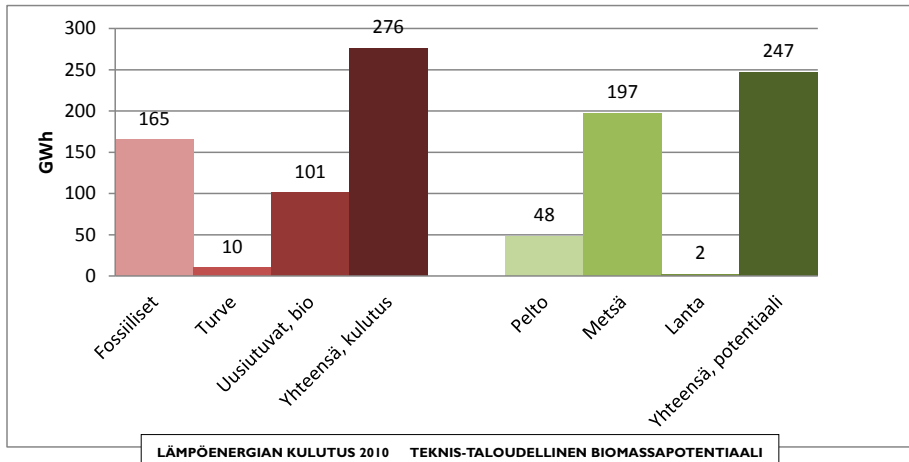
Hyödynnettävissä olevalla biomassalla pystyttäisiin lämmittämään 7 300 omakotitaloa, kun oletetaan, että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50

Turunmaan seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 247 GWh (kuvio 67). Metsäbiomassa muodostaa 80-prosenttisesti seutukunnan biomassapotentiaalin. Peltobiomassan osuus on jopa 19 prosenttia ja lantabiomassan vain 1 prosenttia.



KUVIO 67. Turunmaan seutukunnan biomassapotentiaali.

Turunmaan seutukunnassa kuluu uusiutuvilla biomassoilla tuotettua energiaa rakennusten lämmitykseen 101 GWh. Seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 247 GWh ja seutukunnassa hyödynnettävissä oleva teknis-taloudellinen biomassapotentiaali on 146 GWh. (kuvio 68) Fossiilisia polttoaineita on käytetty Turunmaan seutukunnassa lämmityksessä 165 GWh:n edestä, eli seutukunta pystyisi korvaamaan fossiilisia polttoaineita lämpöenergiatuotannossa omalla teknis-taloudellisella biomassapotentiaalilla 88 prosenttia.



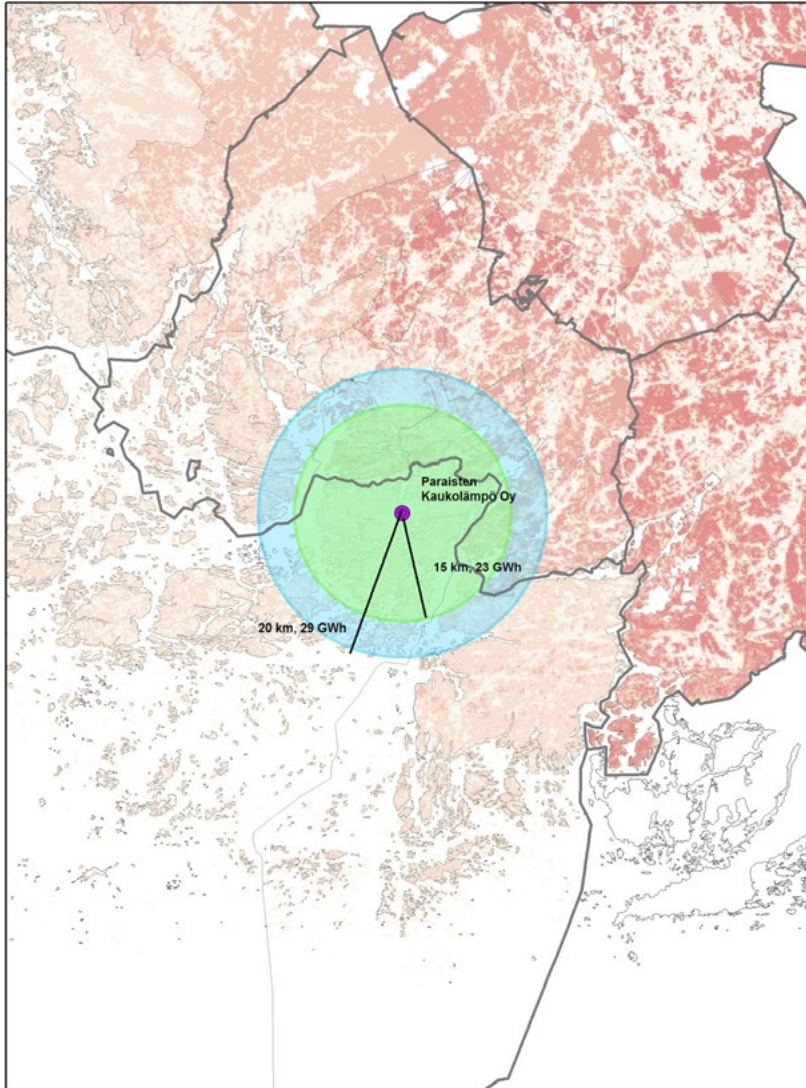
KUVIO 68. Turunmaan seutukunnan lämpöenergian kulutus energiajakeittain (Kuusiola & Monni 2012) ja seutukunnan biomassapotentiaalit.

Turunmaan seutukunnan teknis-taloudellisella biomassapotentiaalilla voitaisiin tuottaa nykyisin kuluva lämpöenergiasta 89 prosenttia.

Turunmaan seutukunnan kaukolämpölaitoksen hankintasädetarkastelu Paraisten Kaukolämpö Oy käyttää noin 80-prosenttisesti biomassoja primäärisillä polttoaineilla tuotetussa lämpöenergian tuotannossa. Jos laitos hyödyntäisi oman seutukunnan teknis-taloudellisia biomassapotentiaaleja, hankintasäteeksi muodostuisi noin 15 kilometriä. Tämän hankinta-alueen biomassapotentiaali on 23 GWh, kun biomassoilla tuotetun energian määrä laitoksella on juuri 23 GWh:ia. Öljyllä tuotetaan vain 6,1 GWh lämpöenergiaa, mikä vaikuttaa hankintasädetarkasteluihin viiden kilometrin verran tällä tarkkuudella. Öljyllä ja biomassoilla tuotettu energia on yhteensä 29 GWh:ia, jolloin hankintasäteeksi muodostuu 20 kilometriä. Muu Paraisten Kaukolämpö Oy:n käyttämä polttoaine on sekundääristä prosessilämpöä, jota ei huomioida tässä tarkastelussa. (Energiateollisuus ry 2011.)

Paraisten Kaukolämpö Oy:n biopolttoaineiden hankintasäteeksi muodostuisi noin 15 kilometriä, joka pinta-alana on noin 707 km². Osa hankintasäteestä ulottuu Turun seutukunnan puolelle ja saaristoalueille (kuva 4). Hankinta-alueita tulisikin suunnata Kemiönsaaren suuntaan, jolloin hankintasäde kasvaa. Kuvasta 4 huomataan, että Turunmaan seutukunnan biomassapotentiaali

lit ovat jakautuneet hyvin tasaisesti ympäri seutukunnan, jolloin kaukolämpölaitoksen biopolttoaineiden hankinta-alue kasvaa suuremmaksi kuin alueille, joissa on selviä biomassapotentialien keskittymiä lähellä lämpölaitosta.



KUVA 4. Turunmaan seutukunnan kaukolämpölaitoksen biomassojen hankintasädetarkastelu. Karttalähde: Maanmittauslaitos 2014.

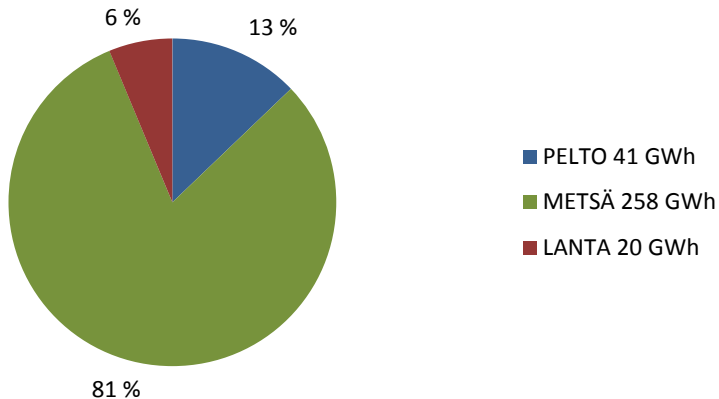
3.3.6 Vakka-Suomen seutukunta

Vakka-Suomen seutukunnassa on 118 GWh:n edestä teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa biomassapotentiaalia.

Jos biomassapotentiaalia hyödynnetään energiatuotannossa, saavutetaan seutukunnalle 29,5 henkilötyövuotta.

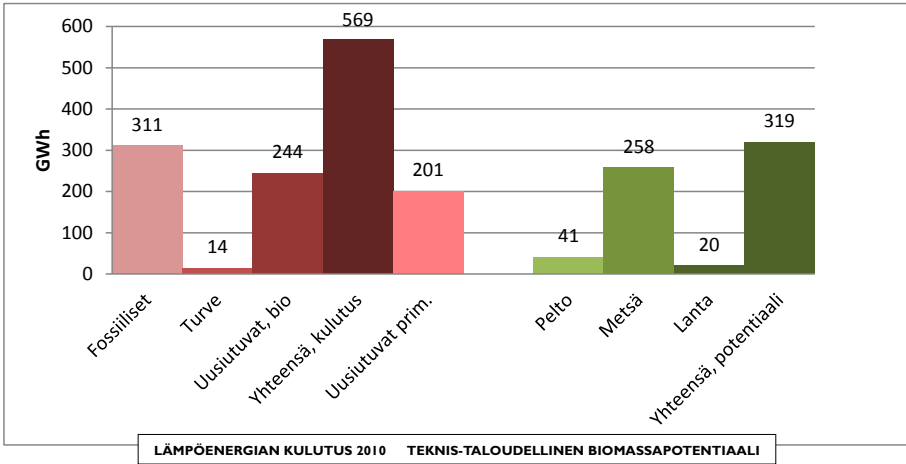
Hyödynnettävissä olevalla biomassalla pystyttäisiin lämmittämään 5 900 omakotitaloa, kun oletetaan että yhdellä GWh:lla pystytään lämmittämään 50.

Vakka-Suomen seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 319 GWh (kuvio 69). Metsäbiomassa muodostaa yli 80-prosenttisesti seutukunnan biomassapotentiaalin. Peltobiomassan osuus on 13 prosenttia ja lantabiomassan 6 prosenttia. Olki muodostaa yli puolet seutukunnan peltobiomassasta, ja lantabiomassa koostuu lähes kokonaan sian lannasta.



KUVIO 69. Vakka-Suomen seutukunnan biomassapotentiaali.

Vakka-Suomen seutukunnassa kuluu uusiutuvilla biomassoilla tuotettua energiaa rakennusten lämmitykseen 244 GWh, josta uusiutuvien primäärisien biopolttoaineiden osuus on 201 GWh. Seutukunnan kokonaisbiomassapotentiaali on 319 GWh ja Vakka-Suomen seutukunnassa hyödynnettävissä oleva teknis-taloudellinen biomassapotentiaali on 118 GWh (kuvio 70). Fossiilisia polttoaineita on käytetty Loimaan seutukunnassa lämmityksessä 311 GWh:n edestä. Seutukunta pystyisi korvaamaan lämpöenergiatuotannossa käytettyjä fossiilisia polttoaineita 38-prosenttisesti omalla teknis-taloudellisella biomassapotentiaalillaan.



KUVIO 70. Vakka-Suomen seutukunnan lämpöenergian kulutus energiajakeittain (Kuusiola & Monni 2012) ja seutukunnan biomassapotentiaalit.

Vakka-Suomen seutukunnan teknis-taloudellisella biomassapotentiaalilla voitaisiin tuottaa nykyisin kuluva lämpöenergia 56 prosenttia.

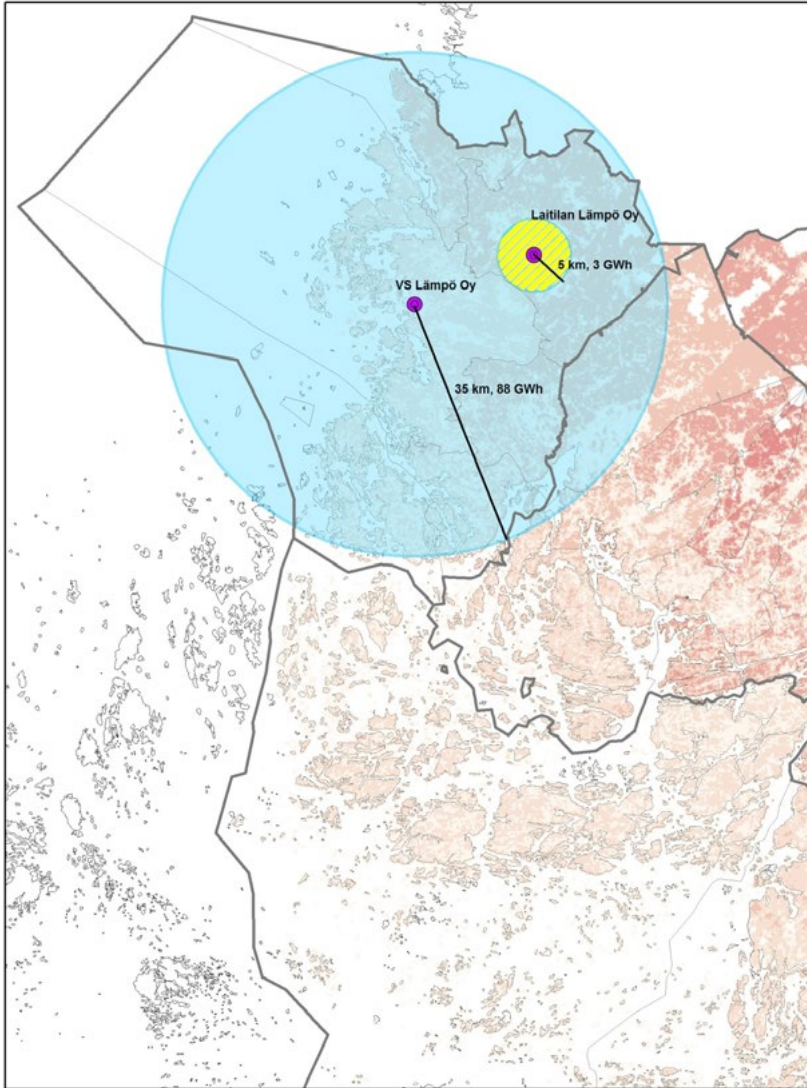
Vakka-Suomen seutukunnan kaukolämpölaitoksen hankintasädetarkastelu

Kumpikaan Vakka-Suomen kaukolämpölaitoksista ei käytä biomassoja lämpöenergian tuotannossa. Molemmat laitokset kuitenkin ostavat sekundaarista lämpöä alueen yrityksiltä. Laitilan Lämpö Oy osti Picea Oy:ltä teollisuuden puutähteellä tuotettua lämpöenergiaa 43 GWh vuonna 2012, ja VS Lämpö Oy osti Yara Suomi Oy:ltä teollisuuden sekundaarilämpöä 45 GWh:ia vuonna 2012. (Energiateollisuus ry 2011.)

Vakka-Suomen seutukunnassa on selvityksen mukaan hyödynnettävissä olevaa teknis-taloudellista biomassapotentiaalia 118 GWh:ia, joten Uudenkaupungin kaukolämpölaitoksella olisi mahdollisuus hankkia biomassoja lämpöenergiatuotannossa hyödynnettäviksi. Myös Vakka-Suomen osalta voidaan todeta, että biomassapotentiaalit ovat hajautuneet laajalle alueelle, eikä selviä biomassakeskittymiä ole havaittavissa (kuva 5).

Hankintasädetarkastelussa tarkastellaan hankintasäteitä, jos molempien laitojen lämmön tuotannossa käyttämät fossiiliset polttoaineet korvattaisiin biomassoilla. Laitilan Lämpö Oy ostaa myymänsä lämmön lähes kokonaan sekundäärisenä. Öljyä käytetään kulutushuippujen varalle, eikä ole kannattavaa korvata kyseistä öljyllä tuotettua energiamäärää biomassoilla. Kuvaan 5 on kuitenkin merkitty havainnollistamaan hankintasäde, jos kyseessä oleva energiamäärä tuotettaisiin biomassoilla. Hankintasäteeksi muodostuisi 5 kilometriä.

VS Lämpö Oy tuottaa lämpöä 88 GWh:n edestä fossiilisilla polttoaineilla. Jos energiamäärä tuotettaisiin lähialueen biomassoilla, hankintasäteeksi muodostuisi 35 kilometriä. Hankinta-alue kattaa seutukunnan lähes kokonaan, ja sädetarkastelussa alue ulottuu myös Turun seutukuntaan ja rannikon ulkopuolelle.



0 5 10 20 30 40
Kilometriä

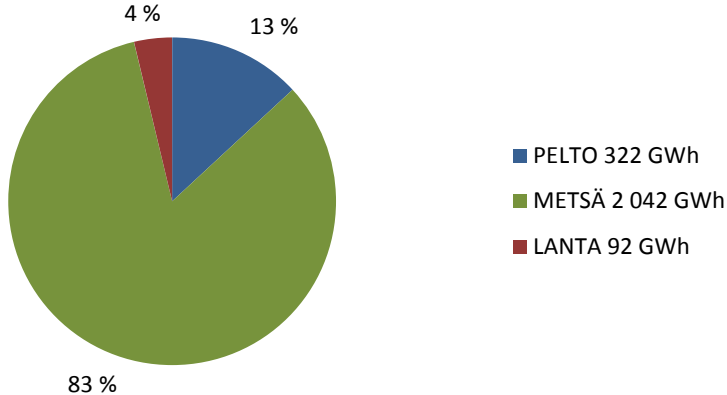
KUVA 5. *Vakka-Suomen seutukunnan kaukolämpölaitosten biomassojen hankintasädetarkastelu. Karttalähde: Maanmittauslaitos 2014.*

3.4 MAAKUNTATASON TARKASTELU

Tulokset ovat teknis-taloudellisia potentiaaleja, joihin sisältyy jonkin verran yleistyksiä ja oletuksia. Maakuntatasolla tarkastellaan myös maksimipotentiaaleja, koska teknis-taloudellinen potentiaali vaihtelee vallitsevien olosuhteiden mukaan. Tukipolitiikka ja polttoainemarkkinat vaikuttavat taloudellisesti ja teknisesti hyödynnettävissä olevan biomassan määrään.

Seutukunnat ovat homogeenisia, kun verrataan biomassajakeiden suhteita. Kaikissa seutukunnissa metsäbiomassa muodostaa suurimman osan biomassapotentiaaleista, pelto toiseksi suurimman ja lannalla on pienin biomassapotentiaali (kuvio 71). Tällä hetkellä olkea ei juuri käytetä energiatuotannossa, mutta siihen olisi kuitenkin hyvät edellytykset. Pelkästään peltobiomassojen potentiaalilla voitaisiin tuottaa lämpöenergiaa 16 100 omakotitalolle.

Maakunnan seutukunnista kaikki muut paitsi Turun seutukunta ovat energiaomavaraisia, kun potentiaaleja verrataan biomassoilla tuotetun lämmitysenergian kulutukseen. Maakunta jää potentiaalisten teknis-taloudellisten biomassapotentiaalien osalta omavaraiseksi n. 570 GWh:n verran.



KUVIO 71. *Varsinais-Suomen biomassapotentiaali.*

Varsinais-Suomessa seutujen ja kuntien välillä on suuria eroja kaukolämmön tuotannossa. Turun seudulla kaukolämmöstä kolme neljäsosaa tuotetaan kivihieillä. Uusiutuvien energialähteiden käytössä toisessa ääripäässä on Loimaan seutu, jossa puupolttoainneiden osuus kaukolämmöstä on jo 90 prosenttia. Taulukosta 34 nähdään, että Loimaan ja Turunmaan seutukunnat voisivat tuottaa alueilla kuluvasta lämpöenergiasta lähes 90 prosenttia (taulukko 16).

TAULUKKO 34. *Seutukuntien biomassojen osuus kulutetusta lämpöenergiasta.*

Alue	Teknis-taloudellisella biomassapotentiaalilla voitaisiin tuottaa nykyisin kuluva lämpöenergiasta
Loimaan seutukunta	88 %
Salon seutukunta	76 %
Turun seutukunta	12 %
Turunmaan seutukunta	89 %
Vakka-Suomen seutukunta	56 %
Varsinais-Suomen maakunta	32 %

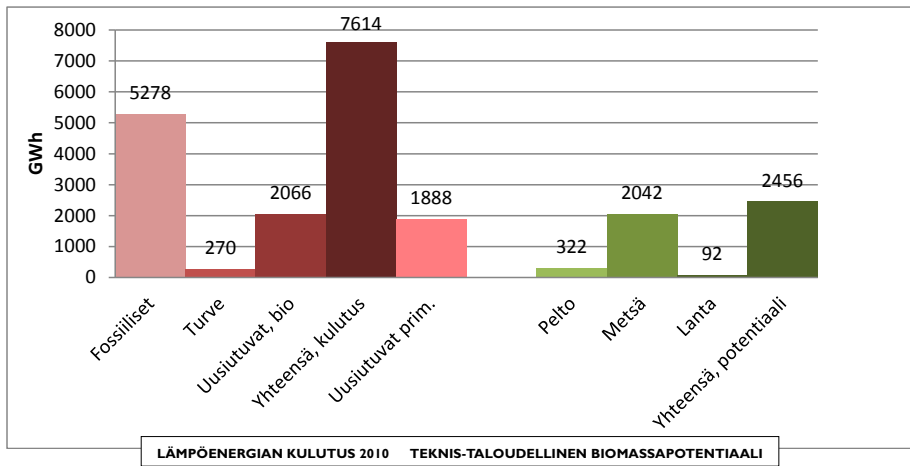
Peltobiomassojen potentiaali käsittää noin 13 prosenttia koko maakunnan biomassapotentiaalista. Mahdollisuudet peltoenergian hyödyntämisen kasvattamiseen energiatuotannossa on hyvät, mutta sen yleistymisen on ollut hidasta. Seospolttaminen pienissä lämpölaitoksissa tai maatilakohtaisesti saataisi tarjota peltobiomassoille potentiaalisen hyödyntämismuodon Varsinais-Suomessa. On myös suunniteltu, että Naantalissa uusi monipolttainevaihtolaitos hyödyntäisi peltobiomassoja energiatuotannossaan noin 200–300 GWh:n edestä.

Lannan osuus biomassapotentiaalista on neljä prosenttia. Oletuksena laskelmissa oli, että 50 prosenttia lannan teknis-taloudellisesta potentiaalista käytetään lämmöntuotantoon. Sähköntuotannon ohella lämmön hyödyntäminen on tärkeää, koska tällöin kokonaishyötysuhde voi nousta 90 prosenttiin. Varsinais-Suomessa toimii muutamia maatilakohtaisia biokaasulaitoksia ja muita biokaasulaitoksia, jotka tuottavat lämpöä ja sähköä.

3.4.1 Varsinais-Suomen biomassapotentiaalit

Tarkastelemalla kuviota 72 huomataan, että Varsinais-Suomen biomassapotentiaalit riittävät kattamaan maakunnassa kulutetun biomassalla tuotetun lämpöenergian. Maakunta voisi olla energiaomavarainen biomassalla tuotetun lämpöenergian suhteen, jos kaikki teknis-taloudellinen potentiaali olisi myös käytännössä hyödynnettävissä.

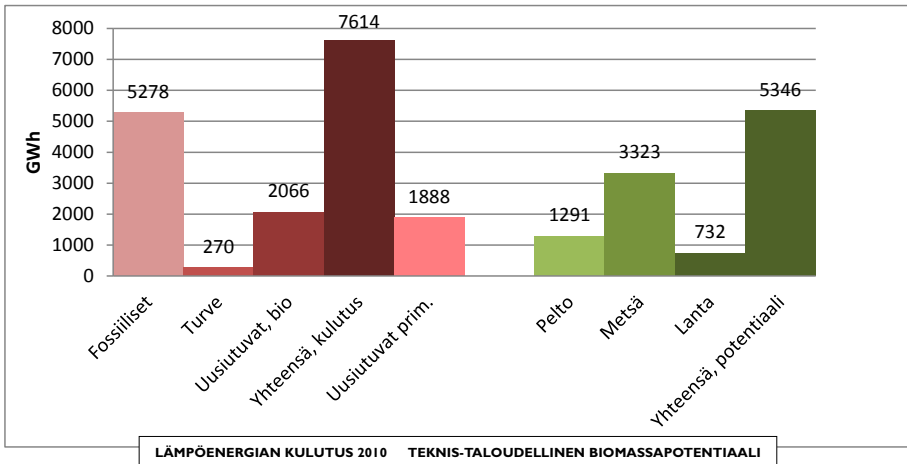
Maakunnan kokonaisbiomassapotentiaalista 2 456 GWh:ia vähentämällä primäärisillä biomassoilla tuotettu lämpöenergia 1 888 GWh:ia saadaan tulokseksi 568 GWh:ia (kuvio 72). Tällä energiamäärällä voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita lämmöntuotannossa. 570 GWh:n hyödyntäminen lämpöenergiatuotannossa tarkoittaisi työllisyysvaikutuksilla mitattuna noin 143 henkilötyövuoden syntymistä maakunnan alueelle. Tulokset on laskettu biomassojen teknis-taloudellisella potentiaalilla. Oletuksena on, että lämpöenergiatuotannossa käytetään ainoastaan maakunnan omia primäärisiä biomassapotentiaaleja.



KUVIO 72. Varsinais-Suomen rakennusten lämmitykseen kuluvat energiajakeet ja biomassojen teknis-taloudelliset potentiaalit.

Varsinais-Suomessa teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa biomassaa on noin 570 GWh:ia. Luku saadaan, kun teknis-taloudellisesta biomassapotentiaalista 2 460 GWh vähennetään maakunnassa primäärisillä uusiutuvilla polttoaineilla tuotettu lämpöenergian määrä 1 890 GWh.

Kun lämpöenergian kulutusta verrataan maksimibiomassapotentiaaleihin, nähdään että maakunnan maksimipotentiaaleilla fossiilisia polttoaineita voitaisiin korvata lämmöntuotannossa yli 3 000 GWh:n edestä (kuvio 73).



KUVIO 73. Varsinais-Suomen rakennusten lämmitykseen kuluvat energiatyypit ja biomassojen maksimipotentiaalit.

3.4.2 Energiatuotannon kehämallitarkastelu

Biomassat ovat sijoittuneet Varsinais-Suomessa pääasiassa maaseutumaisille alueille maakunnan rajoilla. Alueellisesti energiaomavaraisuuspotentiaali kasvaa siirryttäessä keskuksista kohti maaseutua (kuvio 74). Tyypitilanteet muodostavat keskusten ympärille vyöhykkeitä, joiden energiaomavaraisuuspotentiaali, energian tarve ja raaka-aineiden laatu ovat toisistaan poikkeavia. (Hyttinen 2007.)

Kaupunkimaisissa rakennetuissa kunnissa ollaan yleensä tilanteessa, jossa energian tarve ylittää raaka-ainepotentiaalin. Vaihettumisvyöhykkeen kunnissa monipuolinen ja suurehko raaka-ainepotentiaali sen sijaan tarjoaa mahdollisuuden energiaomavaraisuuteen. Vielä etämmälle keskuksista siirryttäessä kohti maaseutumaisia kuntia energiaomavaraisuuspotentiaali kasvaa entistään, mikä johtuu energian tarpeen pienenemisestä (kuvio 74). Omavaraisuuteen kunta- tai aluetasolla pyrittäessä raaka-ainevirtojen tulee kulkea maaseudulta kohti keskuksia. (Hyttinen 2007.)

Selvityksessä jaettiin Varsinais-Suomen kunnat kolmeen eri vyöhykkeeseen alueen biomassapotentiaalin ja energiakulutuksen mukaan. Vyöhykkeet ovat maaseutumaiset kunnat, vaihettumisvaiheen kunnat ja kaupunkimaiset rakennetut kunnat. Taulukosta 35 nähdään kuntien jaottelu kolmeen vyöhykkeeseen kuntien energiaomavaraisuuden suhteen.

TAULUKKO 35. Varsinais-Suomen kuntien kehämallijaottelu.

Maaseutumaiset kunnat:

Koski Tl, Kemiö, Kustavi, Marttila, Mynämäki, Nousiainen, Oripää, Pyhäranta, Pöytyä, Sauvo, Somero, Taivassalo, Tarvasjoki ja Vehmaa

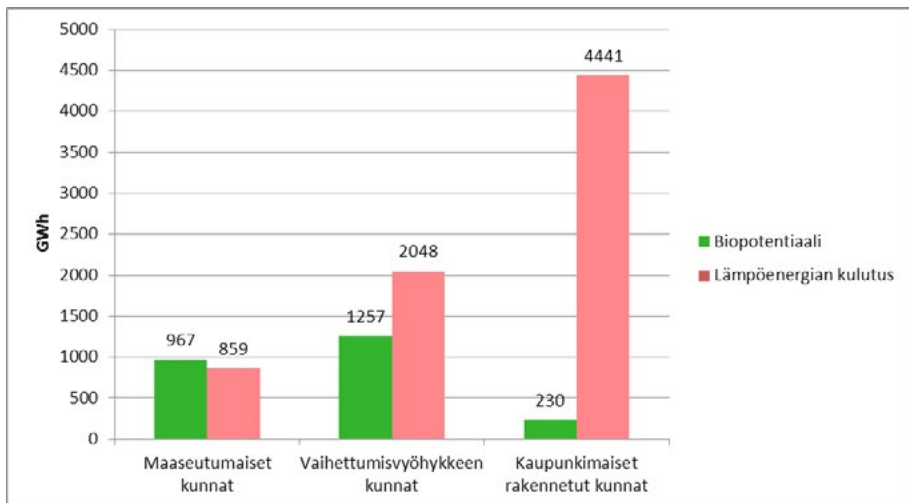
Vaihtumisvyöhykkeen kunnat:

Aura, Laitila, Lieto, Loimaa, Masku, Paimio, Parainen, Rusko ja Salo

Kaupunkimaiset rakennetut kunnat:

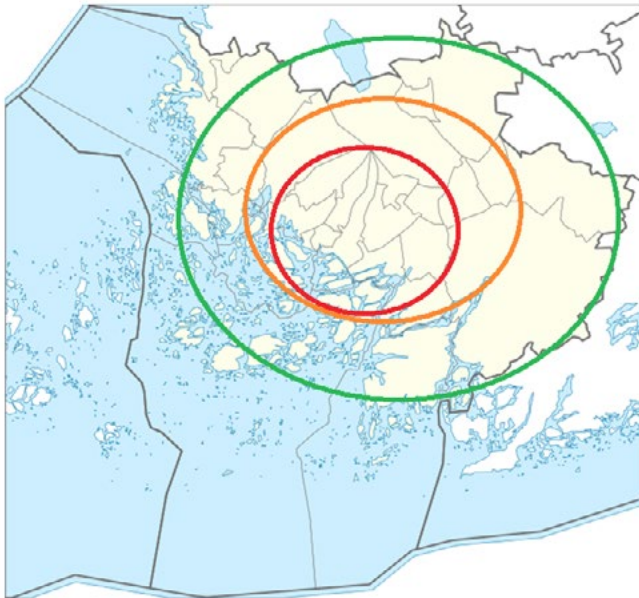
Naantali, Kaarina, Turku, Raisio ja Uusikaupunki

Kuviosta 74 nähdään, että kaupunkimaisissa rakennetuissa kunnissa lämpöenergian kulutus ylittää biomassapotentiaalin moninkertaisesti. Biomassoilla voitaisiin tuottaa vain viisi prosenttia kuluvasta energiasta. Vaihtumisvyöhykkeellä ero biomassapotentiaalin ja kulutuksen välillä tasoittuu. Vyöhykkeen biomassoilla voitaisiin tuottaa 61 prosenttia lämpöenergian kulutuksesta. Maaseutumaisilla kunnilla on suurin biomassapotentiaali suhteessa lämpöenergian kulutukseen. Maaseutumaisien kuntien muodostama vyöhyke on yliomavarainen, kun potentiaalin ja kulutuksen suhde on 112 prosenttia. Eli maaseutumaisissa kunnissa voitaisiin lisätä lämmön tuotantoa 12 prosenttia tai vastaava määrä biomassoja voitaisiin myydä lähialueiden hyödynnettäväksi.



KUVIO 74. Vyöhykkeiden biomassapotentiaalien ja lämpöenergian kulutuksen suhteet.

Vyöhykkeiden avulla luotiin hahmotelma Varsinais-Suomen bioenergiatuotannon kehämallista. Mallin avulla pystytään tarkastelemaan potentiaalisia bioenergiailaitosten sijainteja suhteessa biomassapotentiaaleihin ja energian kulutuskeskittymiin. Kaupunkimaisten rakennettujen kuntien ja maaseutu- maisten kuntien väliin jäävällä vaihettumisvyöhykkeellä on selvityksen mukaan kaikkein potentiaalisimmat paikallisen ja hajautetun bioenergiatuotannon alueet (kuva 6; kuvio 74). Tämä alue on lähellä kulutuskeskittymiä ja maaseudun biomassapotentiaaleja. Vyöhyke sijaitsee keskusten ja harvaan asutun maaseudun välillä, joten logistisesti sijainti on otollinen. Kohtuullisen etäisyyden päässä on sekä harvaan asutun yliomavaraisen maaseudun raaka- aineresurssit sekä keskusten kulutuskeskittymät. (Hyttinen 2007.)



KUVA 6. Varsinais-Suomen kehämallitarkastelu. Karttalähde: Maanmittauslaitos 2014.

Sijaintien merkitys on suuri biomassojen hyödyntämisessä energiantuotannossa, koska suuri osa biomassojen laitoskustannuksista koostuu kuljetuskustannuksista ja kokonaisuuden onnistumisen kannalta biopolttoainelogistiikka on keskeisessä asemassa. Laitosten sijainneilla on suuri merkitys biomassojen

hankinta-alueen muodostumisessa. Laitoksen sijaitessa vaihtumisvyöhykkeellä mahdollistetaan lyhyet biomassojen kuljetusetäisyydet ja energian siirtoetäisyydet. Kuljetuksen ja varastoinnin aiheuttamien kustannusten tasapainon löytyminen on merkittävä asia biopolttoaineiden toimitusverkon suunnittelussa. Biomassojen kuljetukset tulisi optimoida, jotta käsittely- ja kuljetusetäisyyksistä saataisiin mahdollisimman lyhyet.

3.4.3 Biomassojen logistiikan suunnittelu

Eri biomassojen käsittely- ja kuljetusjärjestelmät poikkeavat toisistaan merkittävästi. Metsäbiomassoille on jo vakiintunut erilaisia tuotantojärjestelmiä. Peltobiomassoilla taas logistinen ketju ei ole niin kehittynyt kuin puulla tai turpeella. Lannan kuljetus ja käsittely pitävät sisällään huomattavasti vähemmän työvaiheita kuin metsä- ja peltobiomassoilla, ja siksi lanta onkin kuljetus- ja käsittelykuluiltaan halvin biomassa suhteutettuna tuotettuun MWh:iin (taulukko 36). Kuljetusetäisyyksiin pystytään vaikuttamaan muun muassa laajentamalla laitoksen hyödyntämää polttoainevalikoimaa useaan eri polttoainelähteeseen, jolloin kuljetusetäisyydet lyhenevät ja samalla kustannukset laskevat.

Varsinais-Suomessa biomassaa kuljetetaan pääsääntöisesti autoilla. Tulevaisuudessa rautatiekuljetukset saattavat olla vaihtoehto pitkällä kuljetusetäisyyksillä. Harva rautatieverkosto ja vähäiset lastauspaikat vaikuttavat siihen, että rautateiden tehokas hyödyntäminen ei ole nykyisellään mahdollista.

Biomassoille suunnitellulla terminaalilla voitaisiin edistää biomassojen hyödyntämistä Varsinais-Suomen energiantuotannossa. Suuri terminaalitoiminnasta saatava hyöty on biomassojen kosteuden alentaminen. Kuivemman biomassan ansiosta voidaan tehokkaammin hyödyntää ajoneuvoyhdistelmien kuljetuskykyä ja lisätä kuljetettavan biomassan määrää. Terminaali toimii parhaimmillaan myös loppukäyttäjän varmuusvarastona, josta voidaan toimittaa biomassoja lyhyellä varoitusaikalla.

Viljan olki muodostaa merkittävän biomassapotentiaalin, mutta haasteena ovat muun muassa peltolohkojen sijaintien hajanaisuus ja suhteellisen pieni olkisato hehtaarilta, jolloin korjuukustannukset nousevat. Puintikorkeudella voidaan vaikuttaa korjattavissa olevan oljen määrään. Puintikorkeuden pudottaminen 30 senttimetrinä 10 senttimetriin lisää korjattavissa olevan oljen määrää 14–32 prosenttia. Oljen käyttöpaikkoja on toistaiseksi harvassa

ja porttihinta on alhainen. Olkipaalien kuljettaminen traktorilla on kannattavaa noin 30 kilometriin asti. Pidemmällä kuljetusmatkoilla rekan käyttö on kannattavampaa. Peltobiomassojen kaukokuljetuksissa on periaatteessa kaksi vaihtoehtoa: 1) kuljetus silppuna laitokselle tai 2) toimittaminen kokonaisina paaleina käyttöpaikoille. Jos sekoitukset ja murskaukset joudutaan tekemään kaukana viljelmiltä, välikuljetukset lisäävät kustannuksia ja tekevät toiminnasta kannattamatonta. Ongelmana on se, että tuote on kevyttä eikä kuljetuskapasiteettia pystytä täysin hyödyntämään. Peltobiomassojen logistinen ketju ei ole vielä niin kehittynyt kuin puulla ja turpeella. (Lötjönen & Kässi 2013.)

Oljelle tulisi määrittää ”kantohinta”, jota voidaan laskea oljen sisältävien ravinteiden ja humuksen kautta. Pellervo Kässi Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksesta on laskenut oljen kantohinnaksi 28 €/tonni. Kässi on huomionnut laskelmissaan oljen sisältämän typen, fosforin ja kaliumin. (Lötjönen & Kässi 2013.).

TAULUKKO 35. *Oljen korjuu-, kuljetus- ja varastointikustannukset (Lötjönen & Kässi 2013).*

Oljen kantohinta	28 €/tonni
Korjuu- ja varastointi	35 €/tonni
Kuljetus lämpölaitokselle (20 km)	10 €/tonni
Yhteensä	73 €/tonni
Oljen logistiikkakustannukset per tuotettu MWh	16 €/MWh

TAULUKKO 36. *Eri biomassojen laitoshintoja, joissa on huomioitu kuljetuskustannukset.*

Biomassojen laitoshintoja:	
Olkibiomassa <i>Lötjönen, T. 2013</i>	16 €/MWh
Metsähake <i>Bioenergiapörssi 4/2013</i>	19 €/MWh
Lantabiomassa <i>Virtanen, P. 2011</i>	10 €/MWh

Lannan kuljetuskustannusten pohjana toimivat Pirjo Virtasen laskelmat Bio-kaasulaitoksen sijainnin mittatyökalu -selvityksestä (Virtanen 2011). Laskelmissa on huomioitu lietelannan kuljetusten kustannukset traktorilla ja säiliöautolla 20 kilometrin matkalle. Lannan kuljetuskustannuksissa ei ole huomioitu varastoinnin kustannuksia, koska jokaisella karjatilalla oletetaan löytyvän ympäristöluvan mukaiset varastot lannalle. Kuljetuskustannukset traktorilla ovat 2,08 €/m³ ja säiliöautolla 1,36 €/m³. Oletetaan, että yksi m³ lietettä tuottaa 14 m³ metaania ja yksi m³ metaania vastaa 10 kWh energiaa. Voidaan laskea, että lannan kuljetuskustannukset traktorilla ovat 15 €/MWh ja säiliöautolla 10 €/MWh. (Virtanen 2011.)

Poimittuja esimerkkejä polttoaineiden kuljetus- ja käsittelykustannuksista (Rintala ym. 2007, 16):

- turpeen kuljetus 80 km – 3 €/MWh
- metsähakkeen kuljetus 80 km – 4 €/MWh
- ruokohelpin kuljetus 40 km – 4 €/MWh
- pelletin laivakuljetus Suomen satamasta Itämeren satamaan 5 €/MWh
- etanolin kuljetus Brasiliasta – 5 €/MWh
- hakkuutähteiden tienvarsihaketus – 4 €/MWh
- ruokohelpipaalien käyttöpaikkamurskaus – 4 €/MWh

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 JULKISEN HALLINNON ROOLI

Lainsäädäntö, lupamenettelyt ja maankäytön suunnittelun erilaiset reunaehdot vaikuttavat bioenergiatuotannon kasvuun ja kehittymiseen. Seutu- ja kuntatason suunnittelulla voidaan myötävaikuttaa uusiutuvien energialähteiden käyttöön poistamalla kaavoituksellisia esteitä ennakoimalla tulevia hankkeita ja niiden tarvitsemia varauksia maakunnan ja kuntien kaavoituksessa. Biomassojen käyttöä energiatuotannossa rajoittavat taloudelliset ja tekniset tekijät, jotka ovat riippuvaisia kulloinkin vallitsevasta tukipolitiikasta ja viime kädessä poliittisesta päätöksenteosta. Julkisen hallinnon taloudellisilla ohjauskeinoilla on suuri merkitys tulevaisuuden bioenergiatuotannossa. Julkishallinnolla on ollut energia-asioissa perinteisesti suuri ohjausvaikutus. Se, kuinka paljon olemassa olevaa biomassaa voidaan teknisesti ja taloudellisesti tosiasiallisesti hyödyntää, riippuu alueen ja kuntatason tuki- ja luparatkaisuisista. Kuntien poliittisella päätöksenteolla on myös suuri rooli bioenergiatuotannon kehittämisessä.

Bioenergiatuotantoa tulisi kannustaa ohjauskeinoilla, jotka tukevat toiminnan perustamista sellaisille alueille, joissa tuotannolle on selkeät edellytykset. Tuki-osuus on edelleen bioenergia-alalla merkittävä ja epävarmuus niiden pysyvyydestä ja kehityksestä aiheuttaa epävarmuutta koko alan toimintakentässä. Myös hankintaketjujen suunnittelulla ja uusilla innovatiivisilla liiketoimintakonsepteilla voitaisiin kasvattaa biomassojen osuutta energiatuotannossa.

Siirtymällä hyödyntämään maakunnan omia biomassapotentiaaleja alueen lämpö- ja voimalaitokset synnyttäisivät Varsinais-Suomeen merkittäviä työllisyysvaikutuksia raaka-aineen hankinnassa, käsittelyssä ja kuljetuksessa.

Paikallisen energiatuotannon suorat ja epäsuorat alueelliset vaikutukset talouteen, työllisyyteen, elinkeinoihin ja ympäristöön ovat merkittävät. Näiden positiivisten vaikutusten tulisi toimia perusteena alueelliselle tukipolitiikalle ja kunnan osallistumiselle bioenergiահankkeisiin. Kuntahallinto pystyy omalla aktiivisuudellaan vaikuttamaan tietämykseen ja bioenergiamyönteisyyteen.

Paikallinen bioenergiatuotanto olisi mahdollisuus etenkin maaseudun elinkeinotoiminnan kehittämiseksi, kun rahavirrat jäävät oman kunnan tai seutukunnan alueelle.

4.2 TOIMINTAMALLIN KEHITTÄMINEN

Varsinais-Suomesta puuttuu toimiva bioenergiatuotannon toimintamalli, jolla taattaisiin alueen bioenergialaitoksille biopolttoaineiden saatavuus ja laatu. Nykyisessä bioenergiaverkostossa ei ole vakiintunutta bioenergiapolttoaineiden hankinta- ja käsittelyjärjestelmää, vaikka raaka-aineiden keräys, kuljetus ja varastointi ovat kriittisiä tekijöitä toiminnan taloudellisuutta arvioitaessa. Tämä selvitys toi esiin, että haasteita energialaitosten toiminnalle luovat etenkin korjuukohteiden sattumanvarainen sijainti, pienten kohteiden suuri määrä ja riittävien varmuusvarastojen järjestäminen. Mikäli kysyntä kasvaa, tarvitaan entistä suurempia raaka-ainevarastoja sekä tehokkaan logistiikkaketjun suunnittelua. Etenkin pienille toimijoille ja toimintaansa aloitteleville toimijoille esiintyy bioenergiaverkostossa organisointiongelmia.

Bioenergiatuotantoa pystytään tehostamaan ja sen osuutta kasvattamaan kestävä ja tehokas toimintamallin avulla. Selvitys nostaa esiin tarpeen kehittää riittävän konkreettinen ja käytännöllinen toimintamalli, jolla löydetään ratkaisut raaka-aineiden saatavuuteen ja kysyntään Varsinais-Suomessa. Raaka-aineen tuottajien, energiaa käyttävien laitosten ja energiatuotantolaitosten tulisi hyväksyä suunniteltava toimintamalli, jotta mallilla saavutetaan suunnitellut hyödyt.

Ratkaisu biopolttoaineiden saatavuuteen on maakuntatason toimija tai useampi seutukuntatason toimija, jotka organisoivat biomassojen keräys-, kuljetus- ja käsittelyketjuja ja tuotantomalleja sekä polttoaineiden jalostusketjuja.

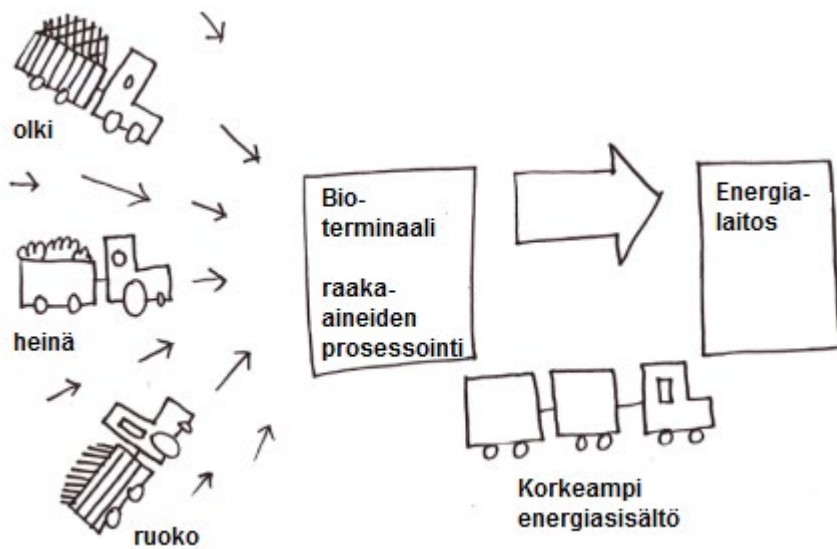
Varsinais-Suomeen suunniteltavan bioenergiatuotannon toimintamallin tulisi olla mahdollisimman avoin. Se mahdollistaisi erikokoisten bioenergialaitosten ja toimijoiden mukaantulon, jolloin myös pienemmät toimijat ja laitokset saisivat hyötyä hankintaketjuihinsa. Avoimen toimintaympäristön ja -mallin kehittämisessä ja suunnittelussa tulee olla mukana myös kunta- ja seututason hallinto. Tehokkaalla ja kestäväällä toimintamallilla kannustetaan

myös pienempiä bioenergialaitoksia ja lämpöyrittäjiä alalle. Toimintamallilla pyritään vaikuttamaan myös viljelijöiden ja metsänomistajien halukkuuteen myydä biomassoja energiatuotannon raaka-aineiksi. Riittävän yksityiskohtaisella mallin suunnittelulla voidaan tehostaa biomassojen keräysjärjestelmää siten, että myös erilaisia pienempiä biomassajakeita voitaisiin kerätä saman keräysjärjestelmän puitteissa.

Varsinais-Suomen kunnat jakautuvat sijaintinsa, biomassapotentiaaliensa ja energiakulutuksensa suhteen selvästi kolmeen eri aluetyyppiin. Uutta tehokasta bioenergiakentän toimintamallia suunniteltaessa tulisi hyödyntää selvityksen kehämallitarkasteluja ja biomassapotentiaaleja. Paikallisiin bioenergiälähteisiin perustuvan energiatuotannon menestymisen perusedellytykset ovat parhaat keskusten ympärille muodostavalla vyöhykkeellä. Tuotettavissa olevan bioenergian määrä ja sen hyödyntämismahdollisuudet ovat riippuvaisia maantieteellisestä sijainnista, koska biomassapotentiaalit ovat jakautuneet alueellisesti epätasaisesti. Alueellisesti energiaomavaraisuus kasvaa siirryttäessä keskustista kohti maaseutua.

Selvityksen mukaan myös hajautetulla mallilla on oma vahvuutensa energiatuotannossa, vaikkakin tuotantolaitokset ovat huomattavasti pienempiä ja energiatuotannon lähtökohdat ja tavoitteet ovat erilaisia. Hajautetussa bioenergiatuotannon kentässä uusien toimijoiden ja toimintojen on vaikea luoda tehokkuutta ja riittävää kannattavuutta suhteessa nykyisiin järjestelmiin. Pienet yksiköt joutuvat vapailla energiamarkkinoilla kilpailutilanteeseen perinteisten ratkaisujen kanssa. Selvityksen mukaan bioenergiaa olisi kuitenkin saatavilla myös hajautetun järjestelmän toimijoille, ja täten se täydentää keskitettyä tuotantojärjestelmää hajautetulla energiatuotannolla.

Biotermiinaalit ovat avainasemassa pyrkimyksissä parantaa raaka-aineiden toimitusvarmuutta laitoksille. Bioenergiakentän toimintamallin pohjana voisi toimia biomassoille suunniteltu termiinaaliverkosto, jossa termiinaalit toimisivat biomassojen varastoina ja käsittelypaikkoina (kuva 7). Biotermiinaaleissa pienistä biomassaeeristä olisi mahdollista muodostaa suurempia toimituseriä ja erilaisia polttoaineseoksia murskaamalla, hakettamalla ja pelletöimällä. Biomassojen kuljetus- ja termiinaaliverkosto tulisi suunnitella biomassapotentiaalien ja laitosten sijaintien pohjalta.



KUVA 7. Biomassojen terminaalitoiminta.

4.3 NYKYISEN INFRASTRUKTUURIN HYÖDYNTÄMINEN

Olemassa olevaa kaukolämmön energiatuotantolaitoksia ja verkostoa tulisi hyödyntää pyrkimyksissä kasvattaa bioenergian osuutta Varsinais-Suomessa. Kun hyödynnetään olemassa olevaa kaukolämpötuotannon infrastruktuuria, pystytään pienemmillä investoinneilla lisäämään biopolttoaineiden käyttöä energiatuotannossa. Investoinnit koostuisivat öljykäyttöisten laitteiden päivittämisestä biopolttoaineilla toimiviksi ja kaukolämpöverkoston laajentamisesta. Samalla välttyttäisiin uuden laitoksen perustamisen riskeiltä, kun valmiina on kaukolämpötuotannon toimiva konsepti ja asiakkaat. Osa nykyisistä öljylämmitteisistä laitoksista voisi toimia varalämmönlähteenä kulutushuipuja varten.

Varsinais-Suomessa on teknis-taloudellista hyödynnettävissä olevaa biomassapotentiaalia noin 570 GWh:ia. Selvityksen tuloksia maakunnan biomassapotentiaaleista verrattiin lämpöenergian kulutukseen kunnissa ja seutukunnissa. Tällä hetkellä kaukolämpöä tuotetaan Varsinais-Suomessa noin 3 000 GWh:ia. Fossiilisten polttoaineiden osuus tästä on noin 75 prosenttia eli noin 2 250 GWh:ia. Hyödynnettävissä olevalla biomassapotentiaalilla saataisiin fossiilisten osuus kaventumaan 56 prosenttiin. Näin ollen Varsinais-Suomessa lähes puolet kaukolämmöstä voitaisiin tuottaa biomassoilla.

Lisäksi nykyistä kaukolämpöverkostoa voidaan täydentää hajautetuilla energiantuotannon ratkaisuilla muun muassa korvaamalla huippukuormalaitoksia jatkuvatoimisilla biolaitoksilla. Tulevaisuudessa hajautetun energiantuotannon osuutta voidaan kasvattaa, mutta keskitetty tuotanto tulee säilymään energiantuotantojärjestelmän selkärankana. Tulevaisuudessa sekä keskitettyä että hajautettua mallia tulisi tarkastella yhtenä kokonaisuutena, koska keskitetty ja hajautettu energiantuotantomalli muodostavat toisiaan täydentävän energiantuotantojärjestelmän. Hajautetun sähkön ja lämmön tuotannon yleistymisen voi johtaa pienten alueverkkojen syntymiseen, joissa osa asiakkaista toimii myös sähkön ja lämmön tuottajina.

Hajautettu energiantuotantomalli perustuu paikallisiin uusiutuviin raaka-aineisiin ja energiantuotantolaitoksiin, jotka sijaitsevat lähellä kuluttajia. Selvityksen mukaan paikallista biopotentiaalia on hyödynnettävissä runsaasti, ja sillä voitaisiin korvata fossiilista energiantuotantoa. Hajautettu malli on tehokas erityisesti niillä alueilla, jotka sijaitsevat kaupungin ja maaseudun vaihetumisyöhykkeellä, jossa haja-asutusalueiden tiivistyminen voisi mahdollistaa myös paikallisen energiantuotannon. Aluekehityksen kannalta hajautetulla energiantuotannolla nähdään olevan mahdollisuuksia etenkin haja-asutusalueiden elinkeinona ja maaseutumaisten kuntien energiaomavaraisuuden kasvattajana.

4.4 BIOENERGIATUOTANNON TULEVAISUUS VARSINAIS-SUOMESSA

Suunnitelmien mukaan Naantalin monipolttoainelaitoksen pitäisi olla toimintakunnossa vuoden 2017 syksyllä. Uuden monipolttoainevoimalan on tarkoitus vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä lämmöntuotannossa. Kivihiilen käyttöä on suunniteltu korvattavan muun muassa lähialueilta saatavalla biomassalla. Turun Seudun Energiatuotanto Oy on Raisio Oyj:n kanssa selvittänyt lähialueen oljen biomassapotentiaaleja. Olkibiomassan potentiaalksi arvioitiin noin 150–300 GWh:ia, mikä on huomioitu voimalaitoksen mitoituksessa. TSE Oy suunnittelee yhteistyötä Raisio Oyj:n kanssa olkibiomassan hankintaketjujen suunnittelussa. Raisio Oyj:llä on laaja sopimusviljelijöiden verkosto, jota voitaisiin hyödyntää oljen keräyksessä ja käsittelyssä. Oljen lisäksi voimalaitos käyttäisi energiantuotantoon puunkäsittelystä syntyvää jätettä, purua, kuoria ja oksia.

Alkuvaiheessa voimalaitoksen on tarkoitus hyödyntää paikallisesti 50–100 kilometrin säteellä saatavilla olevaa biomassaa. Valmistuessaan voimalaitoksen lämmöntuotanto kattaisi jopa 60 prosenttia Turun ja ympäristökuntien kaukolämmön tarpeesta. Biomassojen lisäksi käytetään muita polttoaineita, kuten kivihiiltä tai turvetta ja lajiteltuja teollisuuden jättejakeita.

Uuden monipolttoainevoimalan biopolttoaineiden suuruudeksi on alustavasti arvioitu noin 1 000 GWh:ia vuodessa. Oljen osuus käytettävästä biopolttoaineesta on suunniteltu olevan noin 300 GWh:ia ja metsäbiomassan 500–600 GWh:ia. Tämän selvityksen tuloksiin pohjautuen maakuntatasolla on noin 570 GWh:ia teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa biomassaa, joka koostuu pääasiassa metsä- ja peltobiomassoista. Mikäli Naantalin laitos toteutetaan suunnitellulla tavalla, voisi se käyttää koko Varsinais-Suomessa teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevan biomassan. Tässä teoreettisessa tilanteessa, että Naantalin uusi laitos käyttäisi kaikki saatavilla olevat biomassat, joudutaan tuomaan biopolttoaineita maakunnan rajojen ulkopuolelta sekä Naantalin laitokselle että muille pienemmille laitoksille.

Isot voimalaitokset painivat biopolttoaineiden osalta samojen logististen ongelmien parissa kuin pienemmätkin laitokset. Korjuu-, käsittely- ja kuljetusketjusta tulisi muodostua mahdollisimman tehokas, ja tällä hetkellä Varsinais-Suomessa ei ole toimivia kuljetus- tai käsittely- tai varastointijärjestelmiä oljel- le tai muille peltobiomassoille.

Ison laitoksen tai toimijan oljen hankintaketjun avulla voitaisiin kehittää laajempi ja avoin oljen keräys- ja käsittelyjärjestelmä, josta olisi hyötyä myös pienemmille toimijoille.

Toimivan olkibiomassojen logistiikkajärjestelmän luominen saattaisi kasvattaa myös muiden peltobiomassojen hyödyntämistä energiatuotannossa ja järjestelmän tulisikin tukea myös muiden peltobiomassojen keräystä ja käsittelyä. Optimoimalla peltobiomassojen logistiset vaiheet ja suunnittelemalla niiden pohjalta bioenergiaverkoston toimintamalli pystytään kasvattamaan peltobiomassojen teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä olevaa potentiaalia Varsinais-Suomessa.

LÄHTEET

Bioenergiapörssi 2013. Uusiutuvan energian markkinapaikka. Viitattu 16.12.2014 www.markkinaporssi.fi > käsitteet-ja-laskurit > hakkeen-ja-metsäenergian-hintatietoa.

Energiateollisuus ry 2011. Kaukolämpötilasto 2010. ET-Kaukolämpökansio 7/1.

Hyttinen T. 2005. Valoa pimeässä – Kohti energiaomavaraisuutta maaseudulla, Vaasan yliopisto, Julkaisu No. 116.

Karjalainen, T. 2006. Kainuun bioenergiaohjelma 2006–2010. Research and Development Centre of Kajaani. Oulu: Uniprint Oulu.

Kitinoja, A. 2007. Etelä-Pohjanmaan energiaomavastuupotentiaali. Julkaistu teoksessa Kurki, S. (toim.) Uusiutuvaan voimaa Etelä-Pohjanmaalla. Etelä-Pohjanmaan energiaomavaraisuuden kehittämisstrategia. Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin raportteja 27/2008. Saatavissa myös <http://www.helsinki.fi/ruralia/julkaisut/pdf/Raportteja27.pdf>.

Kuusiola, T. & Monni, S. 2012. Varsinais-Suomen energia- ja kasvihuonekaasutase 2010. Espoo: Benviroc Oy.

Lötjönen, T. & Kässi, P. 2013. Oljen ja vihreän biomassan korjuuketjut ja kustannukset. Viitattu 16.12.2014 <http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/481%20biotalous%20RAKI/Timo%20Lotjonen%20MTT.pdf>.

Maa- ja metsätalousministeriö 2002, Rakentamissäädökset (MMM-RMO C4).

Mäkinen, T.; Sipilä, K. & Nylund, N.-O. 2005. Liikenteen biopoltoaineiden tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Taustaselvitys VTT Prosessit 2005.

Pahkala, K. & Kontturi, M. 2008. Korsibiomassojen laatu bioetanolin raaka-aineena. Maataloustieteen päivät 2008. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23. Viitattu 16.12.2014 http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es044.pdf.

Pahkala, K.; Hakala, K.; Kontturi, M. & Niemeläinen, O. 2009. Peltobiomassat globaalina energialähteenä.

Maa- ja elintarviketalous 137. MTT, Kasvintuotanto. Saatavilla verkossa: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met137.pdf>

Pesola, A.; Ryytänen, E. & Saario M. 2012. Liedon kunta – Uusiutuvan energian kuntakatselmus. Gaia Group.

Tike, Viljelykasvien sato 2012. Saatavissa: <http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/4>

Viljavuuspalvelu Oy 2009, <http://www.viljavuuspalvelu.fi/fi/tilastot> (13.8.2013)

Villa, A. & Saukkonen, P. 2010. Bioenergia 2020 – Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Virtanen, P. 2011. Biokaasulaitoksen sijainnin mittatyökalu. Opinnäytetyö Laurea-ammattikorkeakoulu, Maaseutuelinkeinojen ko, Hyvinkää.

Ylänen, P. 2008. Varsinais-Suomen metsäenergiapotentiaali. Suomen metsäkeskus.