

Teemu Koskinen

**Pihtiputaan kunnan bioenergiapotentiaalin selvittäminen
MapInfo-karttaohjelman avulla**

Opinnäytetyö
Kevät 2012
Maa- ja metsätalouden yksikkö
Metsätalouden koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö, Tuomarniemi

Koulutusohjelma: Metsätalouden koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Metsä- ja puutalouden markkinointi

Tekijä: Teemu Koskinen

Työn nimi: Pihtiputaan kunnan bioenergiapotentiaalin selvittäminen yli 500 m²:n öljylämmitteisille kiinteistöille

Ohjaajat: Risto Lauhanen, Antti Väätäinen

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 53

Liitteiden lukumäärä: 13

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Keski-Suomen maakunnassa olevan Pihtiputaan kunnan bioenergiapotentiaalia ja siihen olemassa olevia vaikuttamismahdollisuuksia. Työn tilaaja, kehittämissyhtiö KeuLink Oy, on toiminut jo useita vuosia Keski-Suomen elinkeinoelämän ja sitä kautta myös bioenergian kehittämisen parissa.

Työllä haluttiin tehdä bioenergiaa tunnetuksi ja tutkia, onko *MapInfo Professional* -karttaohjelman käytöstä hyötyä bioenergiakohteiden kartoittamisessa sekä mahdollisessa markkinoinnissa. Erityisesti bioenergia-alan laitevalmistajat ovat osoittaneet kiinnostuksensa tällaista työtä kohtaan.

Työ rajattiin koskemaan Keski-Suomea ja sen pohjoisosassa sijaitsevaa Pihtipudas-ta, joka kuuluu Saarijärven-Viitasaaren seutukuntaan. Työn pääkohteeksi valikoitui Pihtiputaan kunnan alueella sijaitsevat, polttoöljyllä lämmitettävät, suurehkot kiinteistöt. Työtä havainnollistettiin Väestörekisterikeskukselta saaduilla tilastoilla Pihtiputaan kunnassa sijaitsevista, öljylämmitteisistä yli 500 m²:n kiinteistöistä. Näiden kiinteistöjen sijaintien määrittäminen kartalle tehtiin erillisen karttaohjelman avulla. Työn avulla haluttiin selvittää, voisiko näitä öljyllä lämmitettäviä kiinteistöjä saada bioenergialla tuotettavan lämmityksen piiriin. Tällä työllä haluttiin lisäksi tarkastella kustannusarvioita siirryttäessä öljylämmityksestä bioenergian käyttäjäksi.

Tutkimuksen paikkatietoon liittyvät positiiviset tulokset saivat kiitosta erityisesti alan laitevalmistajien taholta. Tulosten perusteella *MapInfo Professional* -ohjelma soveltuu kyseisen kaltaiseen tutkimukseen erittäin hyvin. Tutkittavien kiinteistöjen lämmitysmuotojen kustannusarvioita tarkasteltaessa kävi ilmi, että bioenergiapohjaiset lämmitysratkaisut ovat selkeästi edullisempia käyttökustannuksiltaan kuin öljylämmitys.

Avainsanat: bioenergia, Pihtipudas, öljylämmitys

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Tuomarniemi School of Agriculture and Forestry

Degree programme: Forestry

Specialisation: Forest and wood product marketing

Author: Teemu Koskinen

Title of thesis: A research of potential replace of heating-oil with bioenergy among more than 500 m² buildings in the municipality of Pihtipudas

Supervisors: Risto Lauhanen, Antti Väätäinen

Year: 2012 Number of pages: 53 Number of appendices: 13

Thesis summary

The purpose of this thesis was to study a potential use and influence of bioenergy in the municipality of Pihtipudas situated in the region of Central Finland. The research was ordered by a company called KeuLink Oy specialized in private sector development for many years, including bioenergy promotion. The research was carried out to increase knowledge of bioenergy and study if software "*MapInfo Professional*" could be helpful when planning and marketing bioenergy. Interests for this kind of study have been shown especially by companies manufacturing bioenergy equipments.

The geographical area of the study was restricted to the region of Central Finland, focusing on a district of Saarijärvi-Viitasaari and a municipality called Pihtipudas. Main subjects of the research were more than 500 square meter-buildings situated in the municipality which use heating-oil as fuel. The study was illustrated with statistics of these structures provided by Civil register Office and they were mapped using the specialized software.

The aim was to study if bioenergy could replace heating-oil as fuel in these buildings. In addition, costs of the potential transfer were examined. The results in favor of bioenergy and use of the software gained positive notice particularly among equipment manufactures. In addition, the results proved that *MapInfo Professional* software is more that applicable to this kind of research. Finally, comparing cost estimates of these two heating solutions became clear that the costs of the buildings using bioenergy were clearly lower than those based on heating oil.

Keywords: bioenergy, Pihtipudas, oil heating

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| Sisältö..... | 4 |
| Kuvio- ja taulukkoluetelo..... | 6 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet..... | 8 |
| 1 JOHDANTO..... | 13 |
| 2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS..... | 15 |
| 2.1 Yleistä tutkimuksesta..... | 15 |
| 2.2 Tutkimuksen kohde ja tavoitteet..... | 15 |
| 3 BIOENERGINEN KESKI-SUOMI..... | 16 |
| 3.1 Keski-Suomen energia-alan näkymät..... | 16 |
| 3.2 Energian tuotanto Keski-Suomessa..... | 17 |
| 4 PUUENERGIA..... | 18 |
| 4.1 Puuenergian hyödyntäminen Suomessa..... | 18 |
| 4.2 Metsähake..... | 19 |
| 4.3 Puupelletti..... | 20 |
| 5 LÄMMITYSENERGIAMUODOT..... | 22 |
| 5.1 Kaukolämmön suosio Suomessa..... | 22 |
| 5.2 Lämmitysenergiamuotojen jakautuminen..... | 23 |
| 5.3 Lämmitysenergian hintataso..... | 24 |
| 6 PIHTIPUTAAN ALUELÄMPÖ..... | 26 |
| 6.1 Yleistä Pihlajputaan aluelämmöstä..... | 26 |
| 6.2 Rupon lämpölaite..... | 26 |
| 6.3 Hiireniemen lämpölaite..... | 27 |
| 7 PAIKKATIETO..... | 28 |
| 7.1 Paikkatiedon ja MapInfo:n hyödyntäminen tutkimuksessa..... | 28 |
| 7.2 Paikkatietoselvitys yli 500 m ² :n kiinteistöistä..... | 29 |
| 8 KAUKOLÄMPÖ..... | 30 |

| | | |
|-------|---|----|
| 8.1 | Pihtiputaan kaukolämpö..... | 30 |
| 8.2 | Potentiaaliset uudet kaukolämpökohteet..... | 30 |
| 8.3 | Kirkkotie 2..... | 32 |
| 8.4 | Kolimantie 8..... | 33 |
| 9 | PELETTIJÄRJESTELMÄT..... | 34 |
| 9.1 | Kustannusarviot pellettijärjestelmille..... | 34 |
| 9.1.1 | Keskusta, Kirkkotie 2..... | 35 |
| 9.1.2 | Keskusta, Kolimantie 8..... | 37 |
| 9.1.3 | Rönnynkylä, Rönnyntie 16..... | 39 |
| 9.1.4 | Kärväskylä, Keiteleentie 943..... | 41 |
| 9.1.5 | Ilosjoki, Ilosjoentie 91..... | 43 |
| 9.1.6 | Liitonjoki, Liitonjoentie 676..... | 45 |
| 9.2 | Pellettilaitteiston kokonaiskustannukset..... | 47 |
| 9.3 | Lämmitysjärjestelmien suunnittelu..... | 47 |
| 9.4 | Tukea lämmitysjärjestelmän muutokseen..... | 48 |
| 10 | TULEVAISUUDEN VISIOT LÄMMITYSJÄRJESTELMISSÄ..... | 49 |
| 10.1 | Lämmitysjärjestelmien tulevaisuus..... | 49 |
| 10.2 | CHP..... | 49 |
| 11 | TULOSTEN VERTAILU JA PÄÄTELMÄT..... | 50 |
| 11.1 | MapInfo:n soveltuvuus tutkimuksessa..... | 50 |
| 11.2 | Bioenergian mahdollisuudet vaihtoehtoisena lämmitysmuotona..... | 50 |
| 11.3 | Tutkimuksessa esille tulleita epäkohtia..... | 51 |
| | LÄHTEET..... | 52 |
| | LIITTEET..... | 54 |

Kuvio- ja taulukkoluetelo

| | | |
|-------------|--|----|
| Kuvio 1a | Keski-Suomi..... | 16 |
| Kuvio 1b | Keski-Suomen seutukunnat..... | 16 |
| Kuvio 2 | Puuaineksen sitoutuminen tuotteisiin vuosina 1990–2010..... | 19 |
| Kuvio 3 | Metsähakkeen käyttö ja raaka-aineet 2000-2009..... | 20 |
| Kuvio 4 | Lämmitysenergiamuotojen jakautuminen..... | 23 |
| | | |
| Taulukko 1a | Lämmitysenergian kuluttajahintoja kesäkuu 2011..... | 25 |
| Taulukko 1b | Lämmitysenergian kuluttajahintoja syyskuulta 2011..... | 25 |
| Taulukko 2 | Kirkkotie 2 kaukolämpölaskelma..... | 32 |
| Taulukko 3 | Kolimantie 8 kaukolämpölaskelma..... | 33 |
| Taulukko 4a | Kirkkotie 2 tiedot sekä polttoainekustannukset..... | 35 |
| Taulukko 4b | Kirkkotie 2 pellettijärjestelmän investointikustannukset..... | 36 |
| Taulukko 4c | Kirkkotie 2 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus..... | 36 |
| Taulukko 4d | Kirkkotie 2 polttoainekulujen osuus | 36 |
| Taulukko 5a | Kolimantie 8 tiedot sekä polttoainekustannukset | 37 |
| Taulukko 5b | Kolimantie 8 pellettijärjestelmän investointikustannukset..... | 38 |
| Taulukko 5c | Kolimantie 8 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus | 38 |
| Taulukko 5d | Kolimantie 8 polttoainekulujen osuus..... | 38 |
| Taulukko 6a | Rönnyntie 16 tiedot sekä polttoainekustannukset..... | 39 |
| Taulukko 6b | Kolimantie 8 pellettijärjestelmän investointikustannukset..... | 40 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Taulukko 6c | Kolimantie 8 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus..... | 40 |
| Taulukko 6d | Kolimantie 8 polttoainekulujen osuus..... | 40 |
| Taulukko 7a | Keiteleentie 943 tiedot sekä polttoainekustannukset..... | 41 |
| Taulukko 7b | Keiteleentie 943 pellettijärjestelmän investointikustannukset. | 42 |
| Taulukko 7c | Keiteleentie 943 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus..... | 42 |
| Taulukko 7d | Keiteleentie 943 polttoainekulujen osuus | 42 |
| Taulukko 8a | Ilosjoentie 91 tiedot sekä polttoainekustannukset..... | 43 |
| Taulukko 8b | Ilosjoentie 91 pellettijärjestelmän investointikustannukset..... | 44 |
| Taulukko 8c | Ilosjoentie 91 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus..... | 44 |
| Taulukko 8d | Ilosjoentie 91 polttoainekulujen osuus..... | 44 |
| Taulukko 9a | Liitonjoentie 676 tiedot sekä polttoainekustannukset..... | 45 |
| Taulukko 9b | Liitonjoentie 676 pellettijärjestelmän investointikustannukset. | 46 |
| Taulukko 9c | Liitonjoentie 676 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus | 46 |
| Taulukko 9d | Liitonjoentie 676 polttoainekulujen osuus | 46 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

Ainespuu: Mitoiltaan sekä laadultaan puunjalostusteollisuuden raaka-aineeksi soveltuva puutavara. (Bioenergiatieto 2012)

Aurinkokeräin: Laite, joka muuntaa auringon säteilyenergian lämmöksi. (Bioenergiatieto 2012)

Aurinkopaneeli: Auringon säteilyenergian sähköksi muuntava laite. (Bioenergiatieto 2012)

Biodiesel: Yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon laitoksissa voidaan tulevaisuudessa tehdä puusta liikenteen polttoaineita. Suomessa biodieselin tuotanto on vahvassa kehitysvaiheessa. Samoin etanolin tuotanto puusta on myös mahdollista. (Bioenergiatieto 2012)

Biopolttoaine valmistetaan biomassasta eli eloperäisestä aineesta. Yleisimmät ovat etanoli ja biodiesel. Raaka-aineina käytetään maissia, soijaa, pellavaa, rapsia, sokeriruokoa ja öljypalmua sekä erilaisia sivutuotteita, kuten lantaa tai jätettä. (Bioenergiatieto 2012)

CO₂ eli hiilidioksidi: Ns. kasvihuonekaasu, jonka osuus maapallon ilmaston lämpenemisessä on noin puolet. Hiilidioksidin lähteitä ovat muun muassa fossiiliset polttoaineet, kuten kivihiili, öljy ja maakaasu. (Bioenergiatieto 2012)

Energiapuu: Tarkoittaa poistettavan puuston latvusmassaa, harvennusenergiapuuta, tyveysiä/lumppeja ja kantopuuta sekä edellä mainituista tehtyä haketta ja murskettua. Energiapuu käytetään energiantuotantoon. (Bioenergiatieto 2012)

Epäsuora järjestelmä: Järjestelmä, jossa aurinkokeräimen keräämä lämpö siirretään lämpövaraston kautta esimerkiksi huoneilmaan tai lämpimään käyttöveteen. (Bioenergiatieto 2012)

Fossiilinen polttoaine: Eloperäisestä materiaalista pitkän ajan kuluessa syntynyt tai muuntunut polttoaine, joka on varastoitunut maaperään. Esim. kivihiili, öljy ja maakaasu. (Bioenergiatieto 2012)

Halko: Halon pituus on yleensä noin yksi metri ja pienin halkaisija 5 cm. Halkaisijaltaan 10–15 cm olevat pölkkyt halkaistaan kahtia ja paksummat halkaistaan useampaan osaan.

Halkojen suosituspaksuus on 4–10 cm. Alle 10 cm:n paksuiset, halkaisemattomat pölkyt voidaan "aisata" eli niiden kyljestä vuollaan koko pituudelta kuorta pois puun kuivumisen nopeuttamiseksi. (Bioenergiatieto 2012)

Hake: On tietynkokoiseksi palasiksi haketettu puubiomassa, joka on valmistettu mekaanisesti terävillä työkaluilla. Puuhakkeen palat ovat suorakaiteen muotoisia, tyypillinen pituus on 5–50 mm ja tiheys on pieni verrattuna muihin mittoihin. (Bioenergiatieto 2012)

Harvennusenergiapuu: Energiapuuharvennukselta tai harvennushakkuulta korjattava energiapuu. Korjuu voidaan toteuttaa kokopuun korjuuna tai rankapuun korjuuna. Kokopuu tarkoittaa karsimatonta runkoa tai rungonosia. Rankapuu on karsittu runko tai pölkkyy, joka ei yleensä täytä ainespuulle asetettuja vaatimuksia. (Bioenergiatieto 2012)

Hiilidioksidi, CO₂: Ns. kasvihuonekaasu, jonka osuus maapallon ilmaston lämpenemisessä on noin puolet. Hiilidioksidin lähteitä ovat muun muassa fossiiliset polttoaineet, kuten kivihiili, öljy ja maakaasu. (Bioenergiatieto 2012)

Huipputeho: Suurin teho, joka voidaan saavuttaa tietyllä laitteella tai jota voidaan tarvita tietyssä kulutuskohteessa. (Bioenergiatieto 2012)

Hybridijärjestelmä: Järjestelmä, jossa erilaiset energialähteet kytketään yhteen. (Bioenergiatieto 2012)

Ilmakiertoinen järjestelmä: Lämmitysjärjestelmä, jossa ilma toimii lämmönsiirtoaineena. Esimerkiksi ilma virtaa aurinkosähköpaneelin läpi ja siirtää lämpöenergiaa varaajaan. (Bioenergiatieto 2012)

Kanaalihävikki: Lämmitysjärjestelmän putkistossa tapahtuva hävikki, jossa lämpöä vapautuu putken ulkopuolelle esimerkiksi maaperään. Kanaalihävikki on yleensä 20 W metrillä. (Kahilainen 2011)

Kantopuu: Koostuu rungon kaatoleikkauksen alapuolelle jäävästä kannosta ja sen maanalaisesta jatkeesta. (Bioenergiatieto 2012)

Karttaprojektio: Menetelmä, jossa Maapallon pinta tai osa siitä projisoidaan kaksiulotteiselle tasolle kartaksi. (Väättäinen 2011)

Kasvihuoneilmiö: Erilaisten kaasujen kerääntyminen ilmakehään, mikä estää suoran auringosäteilyn ulospääsyä. (Bioenergiatieto 2012)

Kierrätyspolttoaine: Kuivasta, kiinteästä ja syntypaikalla lajitellusta jätteestä valmistettu polttoaine. (Bioenergiatieto 2012)

Kiinteitä puupolttoaineita:

- metsähake ja kotitalouksien ja maatalojen käyttämä polttopuu
- metsäteollisuuden kiinteät sivutuotteet
- energiaksi kierrätettävät puutuotteet. (Bioenergiatieto 2012)

Kierrätyspuu: Käytöstä poistettu puu tai puutuote, joka voi esimerkiksi olla peräisin rakennus- tai yhdyskuntarakentamisen rakennustyömailta tai pakkausteollisuudesta. (Bioenergiatieto 2012)

Latvusmassa: Ainespuuhakkuiden sivutuote. Latvusmassaan kuuluvat latvat, oksat, neulasen ja lehdet. Myös hakkuualalle jäävä pienikokoinen puu (ns. raivauspuu) luetaan latvusmassaksi. (Bioenergiatieto 2012)

Lumpi: Järeä tyvilahoinen runkopuu. (Bioenergiatieto 2012)

MapInfo Professional: Työasemakohtainen paikkatieto-ohjelmisto, joka sisältää laajalajaisesti kaikki paikkatietojen luontiin, käsittelyyn, analysointiin ja tulostamiseen tarvittavat ominaisuudet. Ohjelmistoon voidaan tuoda tietoa lähes mistä tahansa ja analysoida sitä yhdessä valmiiden kartta-aineistojen kanssa. (Väätäinen 2011)

Metsähake: Yleisnimitys metsästä energiakäyttöön tuleville hakkeille. (Bioenergiatieto 2012)

Metsäpolttoaineet: Näitä ovat lähinnä pilke sekä metsähake, joka voi olla paitsi hakemyös murskemuotoista. Metsäpolttoainetta voidaan valmistaa hakkuupaikalla, terminaalissa tai käyttöpaikalla. (Bioenergiatieto 2012)

Murske: Tehty rangasta, kokopuusta, latvusmassasta tai kantopuusta. Murskeella on vaihteleva palakoko/partikkelikoko ja muoto. Sitä valmistetaan puuta murskaamalla tylpillä työkaluilla, kuten teloilla, vasaroilla tai "varstoilla". (Bioenergiatieto 2012)

PaITuli: Paikkatietopalvelu, joka tarjoaa eri aineistotuottajien paikkatietoaineistoja tutkimuksen ja opetuksen hyödynnettäväksi. Palvelu on maksuton muun muassa korkeakouluopiskelijoille. (Väätäinen 2011)

Pienhiukkaset: Palamisen yhteydessä syntyvät pienikokoiset hiukkaset. (Bioenergiatieto 2012)

Pilke (klapi): Pilke on noin 15 cm pitkää koneella pilkottua polttopuuta. (Bioenergiatieto 2012)

Puupelletit ja brikitit: Valmistetaan puunjalostusteollisuuden sivutuotteista. Raaka-aineeksi käy kuiva sahanpuru, kutterinlastu ja hiontapöly. Pellettien pituus on noin 1-3 cm ja halkaisija 6-12 mm. Brikitit ovat pellettejä suurempia puristekappaleita, joiden koko ja muoto vaihtelevat käytetyn puristimen mukaan. (Bioenergiatieto 2012)

Polttoaine: Aine, johon on sitoutunut energiaa käyttökelpoisessa muodossa, esimerkiksi kivihiili, öljy, maakaasu, turve, puu. (Bioenergiatieto 2012)

Polttohake: Kutsutaan polttoaineena käytettävää haketta, silloin kun halutaan erottaa se massateollisuuden hyödyntämästä puuhakkeesta. (Bioenergiatieto 2012)

Polttopuu: Katkottua ja halottua uunivalmista polttopuuta käytetään kotitalouksien puulla lämmitettävissä laitteissa, kuten liesissä, takoissa ja keskuslämmitysjärjestelmissä. Polttopuu on tavallisesti katkottu yhtenäiseen mittaan, tavallisesti 15 cm:stä 100 cm:n. (Bioenergiatieto 2012)

Puujauho: Hienoksi jauhattua puubiomassaa. Kuten muutkin jalosteet, se tehdään useimmin kutterilastuista, sahanpurusta tai kuivasta hakkeesta. Pölypolttovoimaloissa pellettejä voidaan jauhaa puujauhoksi, jolloin jauhoa sekoitetaan esimerkiksi kivihiileen. (Bioenergiatieto 2012)

Puunjalostusteollisuuden sivutuotteet: Niitä ovat esimerkiksi kuori, kutterinlastu, sahanpuru, sahadake, hiontapöly, rimat, sahauspinnat ja tasauspätkät. (Bioenergiatieto 2012)

Puun pienkäyttö: Puun käyttö asuntojen ja pienten kiinteistöjen lämmitykseen. (Bioenergiatieto 2012)

Pyrolyysiöljy: Puusta valmistettavaa pyrolyysiöljyä on kehitelty jo yli 20 vuotta. Se voi lyödä itsensä läpi polttoöljyä korvaavana biopolttoaineena. Sen polttamisessa syntyvät hiukkaspäästöt ovat kiinteisiin polttoaineisiin verrattuna huomattavasti vähäisemmät. (Bioenergiatieto 2012)

Ruokohelpi: Suomessa luonnonvaraisena kasvava monivuotinen tuulipölytteinen heinäkasvi. Ensimmäinen sadonkorjuu tehdään kahden vuoden päästä kylvöstä. Energiasaanto on noin 30 MWh hehtaarilta. Sitä viljellään myös rehuksi. (Bioenergiatieto 2012)

Uusiutuvat energialähteet: Aurinko-, tuuli-, vesi- ja bioenergia, maalämpö sekä aalloista ja vuoroveden liikkeistä saatava energia. (Bioenergiatieto 2012)

Puuaineen muuntolukuja

Seuraavat kertoimet kuvaavat karkeasti ottaen puuaineen irtto- ja kiintotilavuuden sekä puusta saatavan energiamäärän suhdetta:

| | Irtokuutiometri (i-m ³) | Kiintokuutiometri (m ³) | Megawattitunti (MWh) |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Irtokuutiometri (i-m ³) | 1 | 0,4 | 0,8 |
| Kiintokuutiometri (m ³) | 2,5 | 1 | 2 |
| Megawattitunti (MWh) | 0,8 | 2 | 1 |

Kerrannaisyksiköt:

| | |
|--------|-----------------------|
| k kilo | 1 000 |
| M mega | 1 000 000 |
| G giga | 1 000 000 000 |
| T tera | 1 000 000 000 000 |
| P peta | 1 000 000 000 000 000 |

(Bioenergiatieto 2012)

1 JOHDANTO

Fossiilisen polttoaineen hyödyntäminen on purkanut lyhyellä aikavälillä ilmakehään tuhansien vuosien aikana kertynyttä hiilivarastoa, mitä pidetään tärkeimpänä syynä ilmaston lämpenemiselle. EU:n energia- ja ilmastopoliittisten linjausten mukaisesti Suomessa on tavoitteena nostaa uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Ilmaston lämpenemisen ja kasvihuoneilmiön estämisen lisäksi bioenergialla on suotuisia sosio-ekonomisia aluetaloudellisia vaikutuksia (Röser ym. 2003, 68). Euroopan unionissa on tällä hetkellä voimallinen halukkuus uusiutuvan energian ja erityisesti bioenergian lisäämisen puolesta. Suomen oma kansallinen tavoite on ollut kasvattaa uusiutuvien lähteiden osuus kolmannekseen vuoteen 2020 mennessä, mutta EU:n taustalaskelmissa Suomen osuuden arvellaan nousevan peräti 40 prosenttiin (Timonen 2007).

Fossiilisiin eli uusiutumattomiin polttoaineisiin lukeutuu esimerkiksi raakaöljy, mistä jalostetaan muun muassa lämmityksessä käytettäviä, kevyttä sekä raskasta polttoöljyä. Näiden fossiilisten polttoaineiden palaessa ilmakehään vapautuu hiilidioksidia, joka puolestaan edistää kasvihuoneilmiötä. Niin sanottujen bioperäisten polttoaineiden käyttö on huomattavasti ekologisempaa verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin. Näiden biopolttoaineiden tutkimukseen, kehittämiseen ja käyttöönnottoon on Suomessakin kiinnittänyt erityistä huomiota niin teollisuus kuin valtiovaltakin. Tästä syystä uusiutuvien energialähteiden käyttöä lämmitysenergian tuottamisessa on kasvatettu tasaiseen tahtiin viime vuosina (Liite 1).

Biopolttoaineisiin lukeutuvat myös liikenteen käytössä olevat nestemäiset biopolttoaineet, kuten etanoli ja biodiesel. Nämä ovat vähitellen tuoneet ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon perinteisillä fossiilisilla polttoaineilla ajaville autoilijoille. Viime vuosikymmenellä esimerkiksi ruokohelpi on ollut kovasti esillä yhtenä biopolttoaineena. Lopullinen läpimurto on jäänyt kuitenkin tulematta sen hyvistä lämpöenergia-arvoista huolimatta. Toiveita kuitenkin on, sillä ruokohelven hyvä saataavuus ja laatu luotettavana polttoaineena on lisännyt voimalaitosten halukkuutta hyödyntää ruokohelpeä polttoaineena (Lindh 2010). Ongelmiakin ruokohelven käyttöönotossa on ollut, kuten logistiikka. Kuljetus tuotantopaikalta jalostettavaksi

on osoittautunut vaikeaksi. Polttolaitoksille ruokohelpi on osoittautunut ongelmalliseksi, koska se ei mahdu kuljetinlaitteista läpi ilman, että sitä sekoittaa jonkin toisen polttoaineen sekaan. Tämän kaltainen moninkertainen käsittely maksaa liikaa ja näin alentaa tuotteen kysyntää markkinoilla.

Monia erityyppisiä bioenergiatuotteita on kehitteillä, lähitulevaisuudessa esimerkiksi pyrolyysiöljy voi lyödä itsensä läpi tulevaisuuden lämmitysmuotona. Tällä hetkellä lämmityksessä käytettävän kevyen ja raskaan polttoöljyn korvaajina käytetään yleisesti muun muassa metsähaketta sekä puupellettiä, joiden käyttöön tässäkin tutkimuksessa perehdytään tarkemmin. Biomassan polttaminen ei lisää CO₂-päästöjä, vaan päinvastoin vähentää niitä korvatessaan fossiilisia polttoaineita. Biomassan poltto on tehty nykyaikaisilla laitteilla niin tehokkaaksi, että palaminen on erittäin hallittua ja ympäristölle haitalliset päästöt ovat minimissään.

2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

2.1 Yleistä tutkimusmenetelmästä

Tutkimustyössä käytettiin määrällistä tutkimusmenetelmää eli työ on niin sanottu kvantitatiivinen tutkimus. Tutkimusmenetelmän keskeisiin asioihin liittyivät aineiston keruu ja suunnitelmat, jotka olivat tämän työn tärkeitä kiinnekohtia. Havaintoaineiston soveltaminen numeeriseen eli määrälliseen mittaamiseen tuki osaltaan kvantitatiivisen tutkimuksen keskeisimpiä tavoitteita. (Hirsjärvi 2010, 136.)

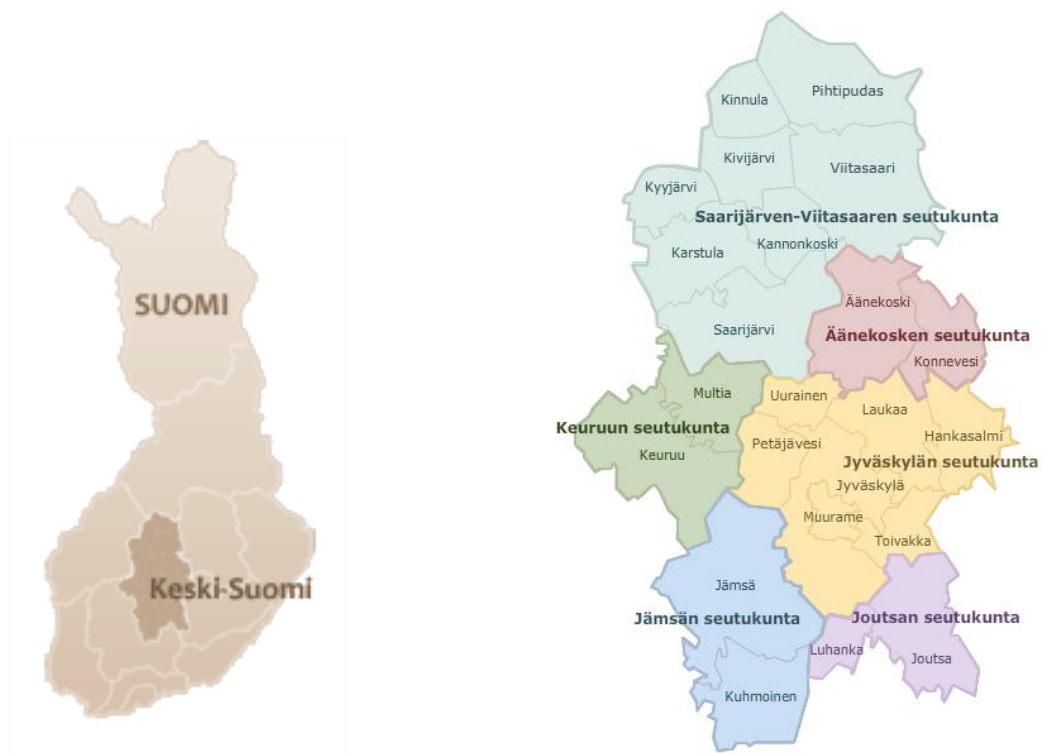
2.2 Tutkimuksen kohde ja tavoitteet

Tässä työssä käsiteltävä tutkimus haluttiin rajata työn tilaajan pyynnöstä koskemaan Keski-Suomea ja Pihtiputaan kuntaa. Kohde valikoitui sattumanvaraisesti koskemaan jotakin tiettyä kuntaa Keski-Suomessa. Työn tilaaja, KeuLink Oy on Keuruun seutukunnassa toimiva elinkeinoyhtiö, jonka tehtävänä on palvella Keuruun seutukunnan yrityksiä ja yrittäjäksi aikovia yrityksen perustamis- ja kehittämisasioissa. Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa mahdollisia bioenergiakohteita paikkatiedon avulla ja näin havaita käytettävän karttaohjelman käyttökelpoisuus. Mikäli paikkatiedon hyödyntäminen havaittaisiin käyttökelpoiseksi, olisi tällä ohjelmalla helppoa kartoittaa jatkossa myös uusia bioenergiakohteita. Tällä tavoin tutkimustyö voisi palvella Keski-Suomessa voimakkaasti kasvavaa bioenergia-alan teollisuutta, kuten laitevalmistajia. Tutkimuksen kohdekiinteistöiksi valikoituivat pinta-alaltaan yli 500 m²:n kokoiset öljylämmitteiset kiinteistöt. Rajaus tehtiin pääosin sen vuoksi, että esimerkiksi normaalia omakotitaloa isommilla kiinteistöillä on öljynkulutus huomattavasti suurempaa ja myös kalliimpaa. Tällä pystyttäisiin tuomaan esille selkeämmin muun muassa erityyppisten polttoaineiden kustannuserot. Tavoitteena oli tällä tavoin tuoda esille ympäristöystävällisemmän lämmitysmuodon edullisuus tässä kokoluokassa.

3 BIOENERGINEN KESKI-SUOMI

3.1 Keski-Suomen energia-alan näkymät

Nykypäivän energia-alan yleisinä trendeinä voidaan pitää taloudellisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Tämän vuoksi energian tuotannon uudistamiseen kohdistuu mittavia paineita tulevaisuudessa. Bioenergian merkitys tulee korostumaan fossiilisten polttoaineiden vähenemisen ja hinnannousun sekä ilmastonsojeluvelvoitteiden myötä. (Määttä & Paananen, 2005) Keski-Suomessa on kohdistettu voimavaroja erityisesti bioenergian kehitystyöhön. Maakuntaan on noussut lukuisia metallialan yrityksiä, jotka toimivat muun muassa bioenergia-alan tuotannossa sekä tutkimus- ja kehitystyössä. Tämä laitevalmistajien joukko tekee myös erityisen tärkeää yhteistyötä alan oppilaitosten kanssa. Näiden toimijoiden myötävaikutuksella bioenergia-alalla on Keski-Suomessa edessään valoisat näkymät.



© Maanmittauslaitos, 2011

© Maanmittauslaitos, 2011

Kuvio 1a. Keski-Suomi

Kuvio 1b. Keski-Suomen seutukunnat

3.2 Energian tuotanto Keski-Suomessa

Vuonna 2008 Keski-Suomessa käytetystä energiasta (17,8 TWh) oli paikallisten polttoaineiden osuus 47 % ja uusiutuvien 37 % (Penttinen 2010). Tavoitteena Keski-Suomessa on lisätä bioenergian tuotantoa 4 TWh:lla vuoden 2007 tasosta vuoteen 2015 mennessä. Kaikkein kovimmat lisäystavoitteet on asetettu turpeen ja metsähakkeen käytön lisäämiselle (Maakuntasuunnitelma 2010, 15). Keski-Suomen Maakuntaohjelmassa (2010, 23) on asetettu aikavälille 2011–2014 muun muassa seuraavia asioita:

”Kannustetaan uusiutuvan metsä- ja peltopohjaisen energiatuotannon kehittämiseen sekä sertifioituun turvetuotantoon. Tuetaan biodiesellaitoksen sijoittamista Äänekoskelle. Kannustetaan maakunnan energiantuottajia ja kuntia kotimaista polttoainetta käyttävien lämpö- ja pien- CHP -laitosten rakentamiseen. Puupolttoaineiden tarjonta ja kysyntä mahdollistavat pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa määritetyn kasvutavoitteen saavuttamisen.”

Näiden lisäksi Maakuntaohjelman vuoden 2020 tavoite on, ettei maakunnassa käytetä ulkomailta tuotavia fossiilisia polttoaineita lukuun ottamatta osaa liikenteessä käytettävästä energiasta.

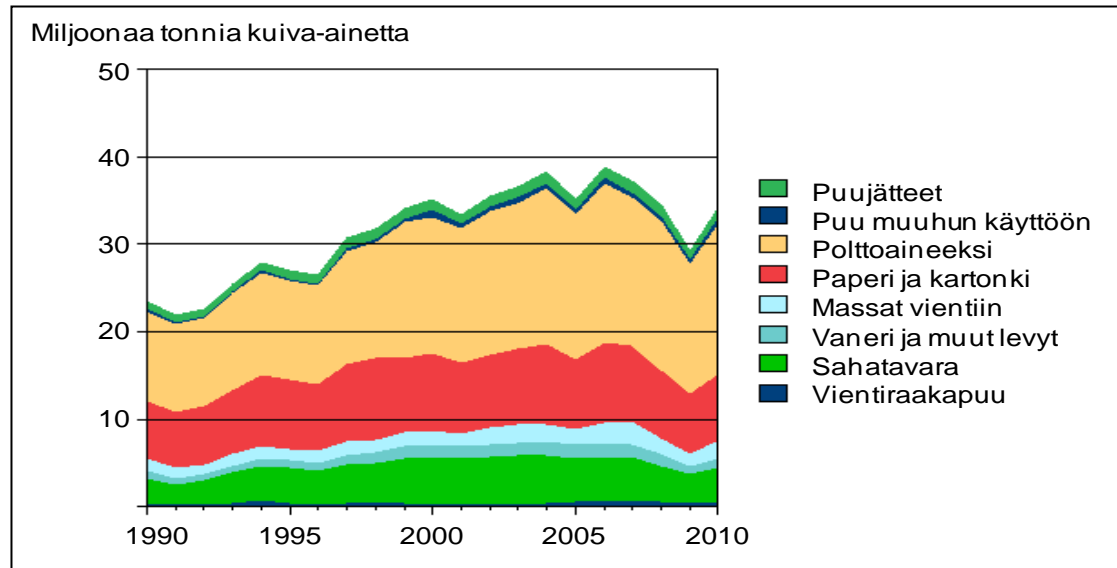
4 PUUENERGIA

4.1 Puuenergian hyödyntäminen Suomessa

Suomessa puuenergiaksi käytetään muun muassa ainespuuhakkuissa syntyvät latvusmassat, tyvilahot ja kantopuut. Harvennusenergiapuuta saadaan niin sanotuilta energiapuuhakkuilta, joilla hoidetaan parhaimmassa kasvuvaiheessa olevia nuoria kasvatusmetsiä. Vielä aiempina vuosikymmeninä nämä kotimaiset bioenergiavarat on jätetty metsään maatumään hakkuupaikoille.

Yksi kiintokuutiometri energiapuuta vastaa energiasisällöltään noin kahta megawattituntia (MWh) energiaa. Metsähakkeen energiasisältö vaihtelee kosteudesta ja tiheydestä riippuen 0,7–1,0 MWh:in irtokuutiometriä kohden. Keskimääräisesti yksi kuutiometri metsähaketta vastaa energiasisällöltään noin 80 litraa kevyttä polttoöljyä. (Viirimäki 2008, 6)

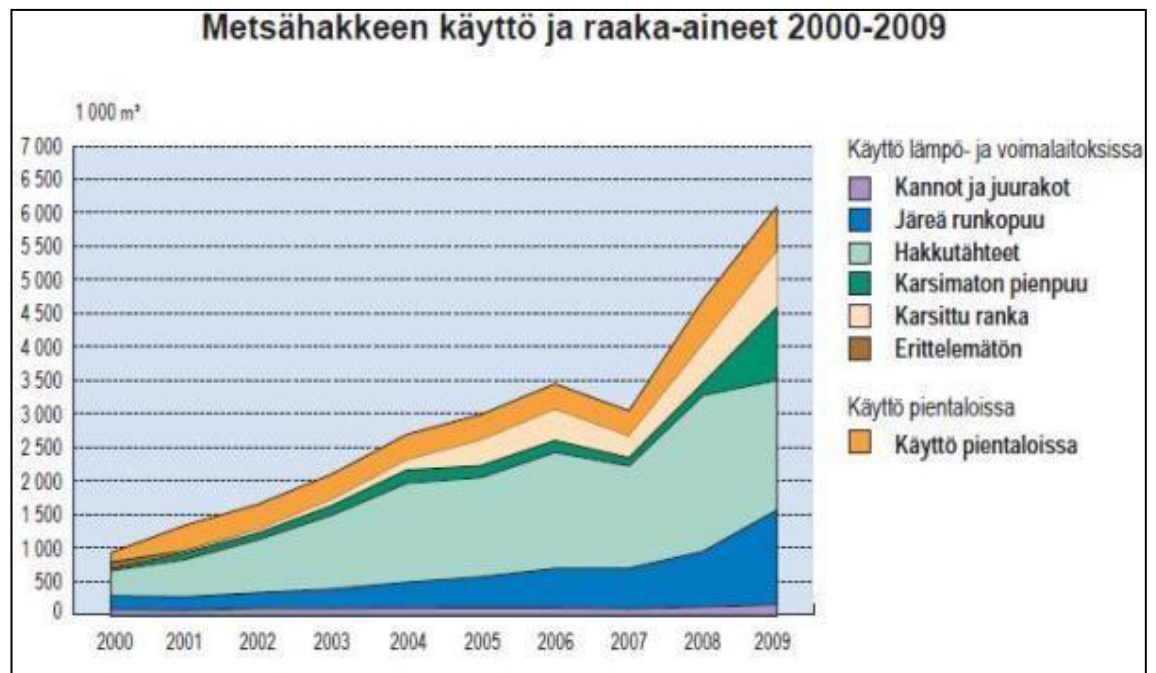
Suomessa vuonna 2010 käytetyn puumassan kokonaismäärästä poltettiin arviolta puolet. Paperiin ja kartonkiin sitoutui 22 prosenttia, sahatavaraan 11, vientimassoihin 6 sekä puulevyihin 3 prosenttia kaikesta käytetystä puuaineksesta. (Tilastokeskus 2011) Tilastot ovat havaittavissa Tilastokeskuksen metsätilinpidon puun käyttötaseesta ja massataseesta. Polttoainekäytön suuri osuus johtuu pääasiassa metsäteollisuuden puuainesyönnön poltosta (Kuvio 2.). Puuainesten osuudet eivät ole viime vuosina merkittävästi vaihdelleet, vaikka metsähakkeen käyttö energiantuotannossa on lisääntynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana.



Kuvio 2. Puuaineksen sitoutuminen tuotteisiin vuosina 1990–2010. Puuaineksen käyttömäärät on laskettu puun kuiva-aineena. (Tilastokeskus, 2011)

4.2 Metsähake

Metsähake on metsästä saatavaa puhdasta ja edullista suomalaista bioenergiaa. Ainespuun hakkuilta kerätyistä hakkuutähteistä sekä rankapuusta haketettu polttoaine on hyvin voimakkaasti kasvattanut suosiotaan biolämmitysmuotona maatalous-, teollisuus- ja kunnallisissa kiinteistöissä. Hakkeen lisäksi stokerilaitteistoilla voidaan polttaa myös turvetta, pellettejä, brikettejä ja viljaa. Yleisesti hakkeen seassa poltetaankin muun muassa turvetta. Turpeella saadaan tasatua esimerkiksi kosteahkon hakkeen aiheuttamat energiahäviöt tai tuotetaan kovien pakkasten aikaan tarvittavat huipputehot. Hakelämmitys soveltuu parhaiten kohteisiin joissa polttoaine saadaan omasta takaa ja sen keruuseen on käytettävissä mahdollisesti omia resursseja. Tällöin hakelämmityksestä saadaan irti paras mahdollinen kustannushyötysuhde. Metsähakkeen suurin kynnyskysymys onkin sen vaihteleva kosteusprosentti. Mitä kuivempuna hake saadaan loppukäyttöön sen parempi hyöty siitä lämmittäjälle on. (Viirimäki 2008, 20). Oheisesta Metsäntutkimuslaitoksen kuvaajasta (Kuvio 3.) nähdään metsähakkeen raaka-aineiden muodostuminen sekä sen käyttö pientalokohteissa.



Kuvio 3. Metsähakkeen käyttö ja raaka-aineet 2000–2009. (Metsätilastollinen vuosikirja 2010)

Metsähakkeen lisäksi muun muassa olki sekä muut kasvinviljelyn sivutuotteet ovat biopolttoaineita, jotka vaativat vähemmän jatkojalostusta. Tämän vuoksi niitä voidaan hyödyntää lämmöntuotannossa paikallisesti. Tällä on kustannuksia pienentäviä vaikutuksia ja omalta osaltaan se myös vähentää hiilidioksidipäästöjen syntymistä.

4.3 Puupelletti

Lämmitysmuotona puupelletti on kotimainen, taloudellinen, hiilidioksidineutraali ja suhteellisen helppohoitoinen biopolttoaine. Sen valmistus tapahtuu puunjalostusteollisuuden puhtaista sivutuotteista, kuten kutterinpurusta, sahanpurusta ja hiontapölystä. Polttoaineena pelletti on tasalaatuista ja helposti käsiteltävää puupuristetta. Nykyisillä energiahinnoilla kohtuullisen edullinen pellettilämmitys soveltuu omakotitaloista maatalous- ja teollisuuskiinteistöihin. (Viirimäki 2008, 30). Pellettilämmitys soveltuu muun muassa vanhaan jo olemassa olevaan öljylämmitysjärjestelmään. Pellettisäiliöstä pellettirakeet siirtyvät automaattisesti syöttöruuvia pitkin pellettipolttimelle, joka lämmittää kattilaa. Poltin käynnistyy ja

sammuu kattilan tai polttimen termostaatin ohjaamana. Kattila lämmittää kiinteistöä joko patteri- tai lattialämmitysverkoston kautta. Vaikka pellettijärjestelmän toiminta on pitkälle automatisoitua, täytyy järjestelmää myös huoltaa. Normaalin vuosittaisen hormin nuohouksen lisäksi on pellettijärjestelmän käyttäjän nuohottava järjestelmä yhden tai kahden kuukauden välein. (Motiva 2012.)

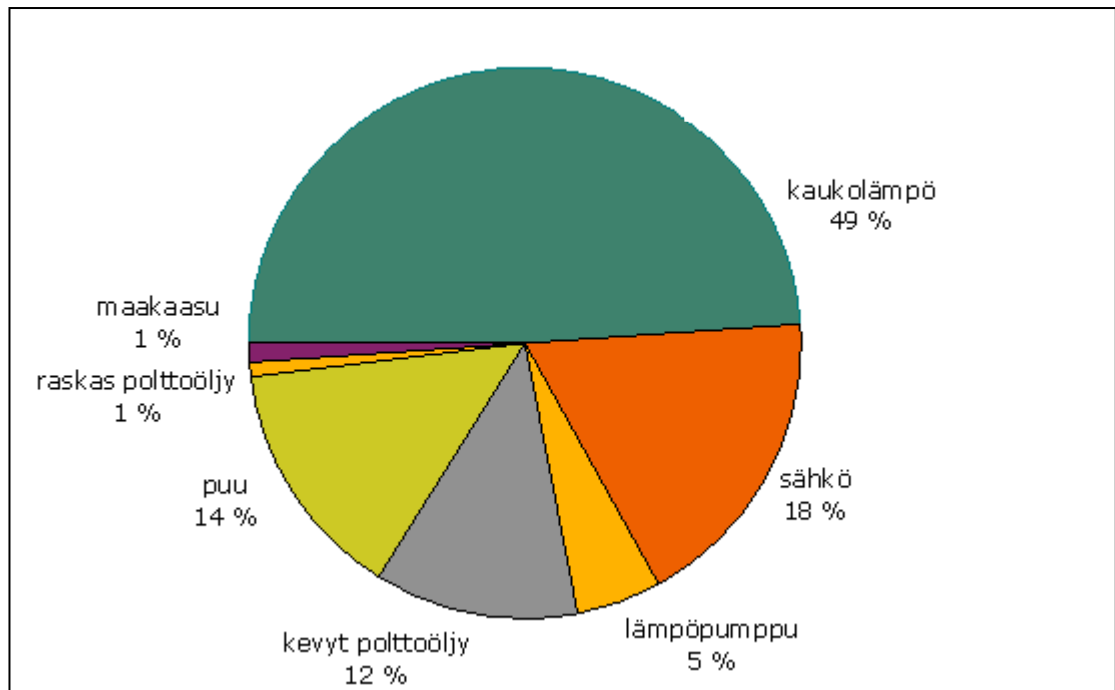
5 LÄMMITYSENERGIAMUODOT

5.1 Kaukolämmön suosio Suomessa

Tilastokeskuksen tekemä *Asumisen energiankulutus Suomessa* -tilasto kuvaa asumiseen liittyvän energian kulutuksen määrää ja rakennetta sekä mistä lähteistä energiaa asuinrakennusten lämmitykseen hankitaan. Asumisen energian kulutuksen käyttökohteita ovat asuinrakennusten ja käyttöveden lämmitys sekä asumisen laitteet. (Tilastokeskus 2009.) Nykyisistä lämmitysmarkkinoistamme kaukolämmön osuus on lähes 50 prosenttia. Mitä isompia rakennukset ovat ja mitä tiheämmin alue on rakennettu, sitä taloudellisemmaksi kaukolämmitys tulee. Lähes 95 % asuinkerrostaloista sekä valtaosa julkisista ja liikerakennuksista ovat kaukolämmitettyjä. Omakotitaloista kaukolämmitettyjä on runsas 7 % lämmitysenergian kokonaisuudesta. Suurimmissa kaupungeissa kaukolämmön markkinaosuus on yli 90 %. (Energiateollisuus 2011.)

5.2 Lämmitysenergiamuotojen jakautuminen

Oheinen kaavio (Kuvio 4.) osoittaa, että kaukolämmitys hallitsee lämmitysmuotojen keskinäistä jakautumista. Tässä tutkimuksessa tarkasteltavana olevien polttoöljyn sekä puulämmityksen keskinäinen suhde sen sijaan on varsin tasainen. On kuitenkin huomioitava, että kaukolämmityksessä käytetään yleisesti polttoaineena muun muassa puuenergiaa, kivihiiltä ja turvetta.



Kuvio 4. Lämmitysenergiamuotojen jakautuminen (Energiateollisuus 2011)

5.3 Lämmitysenergian hintataso

Lämmitysenergian hinta on ollut nousussa viime aikoina. Hintojen kallistumisesta ovat kärsineet etenkin öljyllä sekä sähköllä lämmittäjät. Hintatasoon ovat vaikuttaneet muun muassa kyseisen polttoaineen valmistuksesta tai käytöstä aiheutuvat päästöt, joiden mukaan polttoaineita verotetaan. Raakaöljyn maailman markkinahinnat ovat alttiita erityyppisille kriiseille, jotka osaltaan saattavat aiheuttaa voimakkaita hinnan nousuja. Suomessa on käytössä kotitaloussähkön myynnissä on käytössä erilliset päästökertoimet, jotka ovat K1 ja K2. Sähkön myyjän ilmoittaman myydyn sähkön CO₂-päästökertoimella (K1) laskettujen ostosähkön CO₂-päästöjen rinnalla suositellaan esitettäväksi samalla myös, jos sähkö hankitaan tulevaisuudessa esimerkiksi tällä hetkellä käytössä olevan ”vähäpäästöisen” sähkön sijaan ”keskimääräisenä markkinasähkönä”. Ostosähkön CO₂-päästöt lasketaan Suomen keskimääräistä sähkönhankintaa (=oma tuotanto + nettotuonti) kuvaavalla CO₂-päästökertoimella (K2). Näin saadaan havainnollistettua, mitä suuruusluokkaa sähköntuotannosta aiheutuneet päästöt ovat (Motiva 2004.)

CO₂-päästökerroin K2 lasketaan keskiarvona kaavalla:

$$K2 = \frac{\text{Suomen sähkön kokonaistuotannon CO}_2\text{-kokonaispäästöt vuosilta X...(X+4) [kg]}{\text{Suomen sähkön kokonaistuotanto + nettotuonti vuosilta X...(X+4) [MWh]} \quad [1]$$

Suomen keskimääräiseksi sähkönhankinnan CO₂-päästö-kertoimeksi K2 saadaan esitetyllä laskentaperiaatteella 200 kgCO₂/MWh. (Motiva 2004)

Taulukkoja 1a. sekä 1b. tarkasteltaessa käy ilmi, että öljyn, sähkön ja pelletin kuluttajahintojen kohoaminen vuoden 2011 kesän ja syksyn välisenä aikana on ollut havaittavaa. Erityisesti polttoöljyn ja sähkön hintojen vuosimuutos on ollut suurta. Kaukolämmön kuluttajahintaa sen sijaan ei pystytty vertailemaan puutuvien tietojen vuoksi.

Taulukko 1a. Lämmitysenergian kuluttajahintoja kesäkuussa 2011 (Tilastokeskus 2011)

| Energialähde | ¹⁾ Hinta €/MWh | Vuosimuutos -% |
|--|---------------------------|----------------|
| Kevyt polttoöljy (alv 23 %) | 106,56 | 33,5 |
| Kotitaloussähkö, ²⁾ K2 (alv 23 %) | 154,0 | 17,9 |
| Puupelletti (alv 23 %) | 52,6 | 0,2 |
| Kaukolämpö, rivitalo / pienkerrostalo (alv 23 %) | 65,59 | 12,6 |

1) Puupelletin hinta elokuulta ja kaukolämmön hinta heinäkuulta.

2) K2 = CO₂-päästökerroin

Taulukko 1b. Lämmitysenergian kuluttajahintoja syyskuulta 2011 (Tilastokeskus 2011)

| Energialähde | ¹⁾ Hinta €/MWh | Vuosimuutos -% |
|--|---------------------------|----------------|
| Kevyt polttoöljy (alv 23 %) | 106,8 | 35,7 |
| Kotitaloussähkö, ²⁾ K2 (alv 23 %) | 155,3 | 14,8 |
| Puupelletti (alv 23 %) | 54,7 | 4,1 |
| Kaukolämpö, rivitalo / pienkerrostalo (alv 23 %) | 65,59 | 12,6 |

1) Puupelletin hinta marraskuulta ja kaukolämmön hinta heinäkuulta.

2) K2 = CO₂-päästökerroin

6 PIHTIPUTAAN ALUELÄMPÖ

6.1 Yleistä Pihitputaan nykyisestä aluelämmöstä

Pihitputaan kunnan alueella olevan kaukolämpöverkon (Liite 2) omistaa kunta. Käyttämänsä lämpöenergian kunta ostaa paikkakunnalla toimivalta FM Timber Team Oy:ltä. Yhtiö myy kaukolämpöenergiaa vuodessa yhteensä noin 20 000 MWh:n verran. Varsinaista varavoimalaitosta eli lämpö- sekä sähkövoimalaa kunnalla ei ole vaan kevytpolttoöljykäyttöinen varalämpölaitos, jonka tuottama teho tarvittaessa on 3,7 MW.

Kunnan kaukolämpöverkostoon on liittynyt yhteensä 129 kiinteistöä. Kiinteistöjä on monenlaisia, kuten kouluja, rivi- ja kerrostaloja, omakotitaloja, liikerakennuksia, teollisuushalleja, sairaala, vanhusten palvelutalo, virastoja sekä hotelli. Näiden kiinteistöjen keskiarvokulutus vuodessa on noin 163 MWh kiinteistöä kohden. (Kahilainen 2011.)

6.2 Rupon lämpölaitos

Pihitputaalla, Rupon teollisuusalueella (Liite 3) sijaitsevan lämpölaitoksen omistaa paikallinen FM Timber Team Oy. Alun perin 3 MW:n tehoinen lämpölaitos on käyttöönotettu vuonna 1999. Biokattilan valmistaja on Sermet (Wärtsilä) eli nykyinen MW Power. Laitoksen kattilatyyppinä toimii kekoarinakattila, jonka teho on 6 MW sekä savukaasupesurin 1,5 MW. Lisäksi varalla on tarvittaessa 0,9 MW:n tehoinen öljykattila. Savukaasupuhallin on vaihdettu isompaan vuonna 2007 sekä savukaasupesuri vuonna 2010. Laitoksen konvektio-osaa on uusittu vuosina 2010 ja 2011. Konvektio-osalla lisätään lämmön talteenottoon tarkoitettua pinta-alaa. Rupon lämpölaitoksessa käytettävä puupuru, kuori sekä osa hakkeesta saadaan FM Timber Team Oy:n sahailaitokselta. Haketta ostetaan lisäksi Rupon teollisuusalueella toimivalta haketusyhtiöltä eli KS Laatuenergia Oy:ltä. Huipputehoilla käytetään lisäksi Vapo Oy:n tuottamaa palaturvetta. Rupon laitoksella vuosikulutukset ovat purulla noin 8300 MWh, kuorella 12500 MWh, hakkeella 8700 MWh ja turpeella 500 MWh. FM Timber Team Oy myy

tuottamansa energian Pihtiputaan kunnalle kaukolämpöverkkoon. (Petäistö 2011.)

6.3 Hiirenniemen lämpölaitos

Pihtiputaan Hiirenniemessä (Liite 4) sijaitseva 2,5 MW:n tehoinen lämpölaitos tuottaa kaukolämpöä kunnan keskustaajaman kiinteistöille. Kunnan entisen lämpölaitoksen omistaa nykyään FM Timber Team Oy. Hiirenniemen laitoksen biokattilan on valmistanut Ekopoint Oy, eli nykyinen Renewa Oy. Lämpölaitos valmistui vuonna 1992 ja sen kattilatyypinä on mekaaninen viistoarinakattila. Kattilan puhtikulunutta konvektio-osaa on uusittu kunnan omistuksen aikana. Kattilan bioteho on 2,0 MW sekä varalla olevan öljykattilan teho on 0,5 MW. Polttoaineena käytetään paikalliselta KS Laatuenergialta hankittua puuhaketta sekä Vapon tuottamaa palaturvetta. Hiirenniemen laitoksen polttoaineen kulutukset vuodessa ovat hakkeella noin 2900 MWh sekä turpeella noin 3000 MWh. (Petäistö 2011.)

7 PAIKKATIETO

7.1 Paikkatiedon ja MapInfon hyödyntäminen tutkimuksessa

Työssä käytettiin yhdysvaltalaisen PitneyBowes Software:n *MapInfo 8.5 Professional* -karttaohjelmaa, joka on monipuolinen työkalu karttojen ja aineistojen luomiseen sekä niiden muokkaamiseen. Luvalliseksi tutkimusmateriaaliksi saatiin Väestörekisterikeskuksen toimittama kiinteistöluettelo. Väestötietojärjestelmän VTJ 2000 Otanta- ja poimintapalveluissa olevaan *Rakennus- ja huoneistotiedot kuntien tietojärjestelmiin* perustuvaan taulukkoon oli koottu yli 500 m²:n suuruiset öljylämmitteiset kiinteistöt. Kiinteistöjen koordinaattitiedot syötettiin Excel-pohjaiselle tiedostolle, jolloin karttaohjelma pystyi ymmärtämään annettuja koordinaattitietoja. MapInfon avulla pyrittiin sijoittamaan Pihtiputaan kunnan alueen kiinteistöt ohjelman karttaruudulle. (Liite 5) Näin tekemällä saatiin helposti arvioitava kuva kiinteistöjen sijainnista toisiinsa nähden sekä laskemaan etäisyydet jo olemassa olevaan kaukolämpöverkkoon. Myös mahdollisten uusien kaukolämpöputkien suunnittelu sekä piirtäminen tehtiin kyseisellä ohjelmalla, joka mahdollisti samalla putkien pituustietojen käsittelyn. Tutkimuksessa käytettiin YKJ -koordinaatistojärjestelmää, eli Suomessa pitkään käytössä ollutta vanhaa yhtenäiskoordinaatistoa. Käytettävä karttapohja hankittiin *PaITuli*-paikkatietopalvelusta, joka oli rasterimaastokartta ETRS89-TM35 – projektiossa. Tutkimuksesta poiketen kuntapuolen karttaohjelmissa käytetään yleensä ETRS89-GK:n – projektiota. MapInfo:n karkea muunnos YKJ:stä tutkimustyössä käytettyyn ETRS89-TM35 – projektiioon eli rakennustietokantaan aiheutti muutaman kymmenen sentin muunnosvirheitä sijainneissa, mutta sillä ei ollut merkittävää vaikutusta tutkimustyön lopputulokseen. (Väätäinen 2011.)

7.2 Paikkatietoselvitys yli 500 m²:n kiinteistöistä

Nykyisen öljylämmitysjärjestelmän hyviä puolia ovat vähäinen huollon tarve sekä uusilla laitteistoilla tehokkuus ja turvallisuus. Rinnalle voidaan kytkeä esimerkiksi ympäristöystävällinen aurinkokeräin. Huonoja puolia ovat vanhemmilla laitteistoilla huonontunut hyötysuhde, öljyn hinnan jatkuva kallistuminen sekä sen huonot ympäristöarvot, kuten hiilidioksidipäästöt. Tutkimuksen kohteena olevien kiinteistöjen ainoa lämmitysjärjestelmä oli öljylämmitys.

Tutkittavista kiinteistöistä 22 oli kevyellä polttoöljyllä lämpiäviä ja yksi raskaalla polttoöljyllä lämpiävä.

Kiinteistötietojärjestelmän taulukosta (Liite 6) voi havaita tutkimuksessa olleiden kiinteistöjen tietoja. Näistä käyvät ilmi muun muassa kiinteistökohtaiset rakennustunnukset, paikannuksessa tarvittavat sijaintitiedot eli koordinaatit sekä lämmityksessä käytettävä polttoaine eli raskas tai kevyt polttoöljy. Lisäksi taulukossa on kiinteistöjen kokonaiskerrosalat neliömetreinä, kerrosluku sekä kiinteistön käyttötarkoitus ja -tila. Kiinteistötiedot syötettiin karttaohjelmalle ja tämän jälkeen kiinteistöjen valintatietoja pystyi muokkaamaan erityyppisillä kyselyillä. Kiinteistökohtaiset tiedot saatiin erityisluvalla Väestörekisterikeskukselta kyseistä tutkimusta varten.

8 KAUKOLÄMPÖ

8.1 Pihtiputaan kaukolämpö

Pihtiputaan kunnan ajan tasalla olevan kaukolämpökartan mukaan tutkittavista kiinteistöistä oli vuoteen 2011 mennessä liitetty tai oltiin liittämässä yhteensä 17 kiinteistöä kaukolämpöverkoston. Kaksi kiinteistöä oli purettu. Aineistoja vertailemalla saatiin selville, että olisi mahdollista liittää verkostoon vielä kaksi öljylämmitteistä kiinteistöä. Nämä kiinteistöt sijaitsivat kumpikin keskustaaajaman läheisyydessä, joten niiden liittämistä bioenergian piiriin kannatti tutkia. Samalla selvitettäisiin myös toisen lämmitysmahdollisuuden eli pellettijärjestelmän kustannusarvio.

Tutkimalla aineistoja lisää selvisi, että neljä yksittäistä, öljylämmitteistä kiinteistöä sijaitsi haja-asutusalueilla, joten niiden liittäminen kaukolämpöverkkoon ei olisi taloudellisesti järkevää. Näille kiinteistöille olisi järkevää tarjota omia biopolttoaineella toimivia lämpökeskusjärjestelmiä, joiden lämmityskustannukset olisivat edullisemmat ja ympäristöystävällisemmät kuin nykyisen öljylämmitysjärjestelmän. Logistiikaltaan öljyn kaltainen puupelletti on suhteellisen tasalaatuinen polttoaine, jonka poltto on ollut mahdollista automatisoida. Pelletin poltosta ei synny oikeastaan yhtään sellaista savukaasua ja pienhiukkasia kuin esimerkiksi perinteisessä puukattilapoltossa, missä poltetaan halkoja sekä klappeja. Tämän vuoksi pelletti sopii niin haja-asutusalueille kuin taajamiinkin.

8.2 Potentiaaliset kaukolämpökohteet

Potentiaalisten kaukolämpöputkien rakentaminen kiinteistöille ja niiden mahdollisen sijainnin kartalla voi havaita karttakuvasta (Liite 6).

Kaukolämpöverkkoon liittymisestä tulevat kustannukset:

Pihtiputaan yhdyskuntatekniikan päällikön, Ari Kahilaisen mukaan kaukolämpökanaalin hinta riippuu myös monesta seikasta, mutta tärkeimpiä kustannustekijöitä ovat lämpökanaalin putkikoko sekä maaston vaikeus. Halkaisijaltaan 2x50

mm olevan kaukolämpökanaalin asentaminen maahan normaaleissa kaivuolosuhteissa maksaa noin 50 - 65 €/m + alv 23%. Kiinteistöhaarojen hinta 2x25 mm:n kanaalilla on noin 40 - 45 €/m + alv. Putkikoko 2x50 mm riittää usein rivitalon kokoisten kiinteistöjen runkolinjaksi noin 100 - 300 m:n matkalle. Haluaisijaltaan isommat lämpökanaalit, kuten 2x80 mm maksavat luonnollisesti enemmän. Putkistoa sekä laitteistoa suunniteltaessa täytyisi ottaa huomioon myös niin sanottu kanaalihävikki, joka on 20 wattia jokaista metriä kohden.

Tämän lisäksi kiinteistöihin pitää investoida uudet lämmönvaihtimet kaukolämpöä varten. Tämäkin on tapauskohtainen kustannus, jonka hinta määräytyy tarjousten perusteella. Näiden lisäksi hintaan vaikuttavat esimerkiksi vanhan kattilan poisto sekä tarvittavat putkimuutokset. Lämmönvaihtimen hankintahinnaksi tulisi laitteistosta riippuen noin 8 000 - 10 000 euroa kiinteistöä kohden + alv 23 %. Muita kustannuksia ovat muun muassa liittymismaksut kunnalliseen kaukolämpöverkkoon, jonka suuruus riippuu liittymistehon suuruudesta eli monenko kilowatin liittymän kyseinen kiinteistö tarvitsee. Normaalikokoinen omakotitalo, jonka pinta-ala on noin 100 - 200 m², tarvitsee 9 - 14 kW:n liittymän. Tämän kaltaisen liittymän hinta Pihtiputaalla on noin 1530 -1930 euroa + alv 23 %. Tutkimuksen kohteena olevat kiinteistöt ovat kuitenkin huomattavasti suurempia pinta-aloiltaan ja tilavuuksiltaan. Esimerkiksi tilavuudeltaan 1600 m³:n kokoinen rivitalo tarvitsee noin 40 kW:n liittymän. Tällaisen liittymän hinta Pihtiputaalla on noin 3 900 euroa + alv 23 %. Rivitalo, joka on tilavuudeltaan 3 800 m³, tarvitsee noin 73 kW:n liittymän, jonka hinta on tällöin noin 6 100 euroa + alv 23 %. Pihtiputaan kunnan kaukolämpöenergian myyntihinta asiakkaille on ollut 1.11.2010 alkaen 50,01 €/MWh sisältäen arvonlisäveron 23 %.

Kyseisten kiinteistöjen laskelmat perustuvat oletettuun kolmen metrin keskiarvohuonekorkeuteen. Tiedot on laskettu BioHousing heating toolin *Energy calculatorilla*. (BioHousing 2012)

8.2.1 Kiinteistö Kirkkotie 2

Kirkkotie 2:ssa sijaitsevalle kiinteistölle pitäisi rakentaa arviolta 54 metriä uutta 2x50 mm:n kaukolämpöputkea. Hinta-arvion vaihtelu halvimman ja kalleimman välillä riippuu putkiston yksilöllisistä rakennuskustannuksista. Lämmönvaihtimien hinta-arviot ovat myös tapauskohtaisia.

Taulukko 2. Kirkkotie 2 kaukolämpölaskelma

| <i>Kirkkotie 2</i> | | | | |
|------------------------------|-------------|--|---------------|-----------------|
| Tilavuus 1500 m ³ | | | | |
| Liittymisteho | 30 kW | | | |
| Kanaalihävikki | 1,1 kW | | | |
| | | | Halvin | Kallein |
| Putkisto 54 metriä | 50€ - 65€/m | | 2 700 € | 3 510 € |
| Lämmönvaihdin | | | 8 000 € | 10 000 € |
| Liittymä | 40 kW | | 3 900 € | 3 900 € |
| | | | | |
| Yhteensä | | | 14 600 | 17 410 € |
| | | | | Alv 0% |

8.2.2. Kiinteistö Kolimantie 8

Kolimantie 8:ssa sijaitsevalle kiinteistölle tulisi rakentaa arviolta 95 metriä uutta 2x50 mm:n kaukolämpöputkea. Hinta-arvion vaihtelu halvimmman ja kalleimman välillä riippuu putkiston yksilöllisistä rakennuskustannuksista. Lämmönvaihtimen hinta-arviot ovat myös tapauskohtaisia.

Taulukko 3. Kolimantie 8 kaukolämpölaskelma

| <i>Kolimantie 8</i> | | | | |
|------------------------------|-------------|--|---------------|-----------------|
| Tilavuus 1896 m ³ | | | | |
| Liittymisteho | 37,9 kW | | | |
| Kanaalihävikki | 1,9 kW | | | |
| | | | Halvin | Kallein |
| Putkisto 95 metriä | 50€ - 65€/m | | 4 750 € | 6 175 € |
| Lämmönvaihdin | | | 8 000 € | 10 000 € |
| Liittymä | 40 kW | | 3 900 € | 3 900 € |
| | | | | |
| Yhteensä | | | 16 650 | 20 075 € |
| | | | | Alv 0% |

9 PELLETTIJÄRJESTELMÄT

9.1 Kustannusarviot pellettilämmitysjärjestelmille

Tutkimuksessa laskettiin kaikille kuudelle öljylämmitteiselle kiinteistölle suuntaantava hinta-arvio myös pellettilaitteistoille. Kyseisten kiinteistöjen laskelmat perustuvat oletettuun kolmen metrin keskimääräiseen huonekorkeuteen. Tiedot on laskettu BioHousing heating toolin *Energy calculatorilla*. (BioHousing 2012)

Pellettijärjestelmien hinnat on tiedusteltu laitevalmistaja HT-Enerco Oy:ltä. Hintoihin on laskettu mukaan tarvittava laitteisto sekä asennus. Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa 23 %.

Pitkän aikavälin investointikustannuksia tarkasteltaessa täytyi huomioida laitteiston vaatimat korjaus- ja huoltokulut. Ne laskettiin yleisesti käytössä olevalla kaavalla eli 0,85 % laitteiston investointikustannuksista. Tämän lisäksi laskettiin hoitotyön osuus, joka on 4 euroa jokaista tuotettua megawattituntia kohden. Työssä tarkastelujaksona käytettiin 15 vuoden aikaväliä sekä investoinnille asetettuja 3 %:n ja 5 %:n reaalikorkoja. Laskennassa käytettiin menetelmää jolla tulevien vuosien korjaus-, huolto- sekä hoitotyökustannukset muutettiin yhdeksi nykyhetken arvoksi. Samaa menetelmää käyttämällä laskettiin myös polttoainekulujen osuus.

9.1.1 Keskusta, Kirkkotie 2

Taulukosta 4a. ilmenevät kyseisen kiinteistön tiedot ja sille laskettu energiankulutus sekä vuotuiset polttoainekustannukset pelletillä ja öljyllä. Taulukoissa 4b., 4c. ja 4d. on tuotu myös esille pellettijärjestelmän välittömät investointikustannukset ja sen vaatimat huolto-, korjaus- ja hoitotyön kustannukset sekä polttoainekustannukset korkoineen oletetun 15 vuoden ajalta.

Taulukko 4a. Kirkkotie 2 tiedot sekä polttoainekustannukset

| Kiinteistökohtaiset tiedot | | |
|--|--|--|
| Rakennustilavuus | 1500 m ³ | |
| Huipputeho | 20 W/m ³ | |
| Ominaiskulutus | 50 kWh/m ³ | |
| Liittymisteho | 30,0 kW | |
| Vuosienergia | 75,0 MWh | |
| Vuotuiset polttoainekustannukset | | |
| | Pelletti (oletushinta 259,83 €/tn) ¹⁾ | Öljy (oletushinta 113,0 snt/l) ¹⁾ |
| Hyötysuhde | 85% ²⁾ | 75% ³⁾ |
| Tuotettu energia | 88,2 MWh/a | 100,0 MWh/a |
| Polttoaineen tarve | 18,6 tn/a | 10,0 tn/a |
| Yhteensä: | 4832,30 €/a | 11300,00 €/a |
| Vuotuinen säästö polttoainekuluissa pellettilämmityksellä vrt. öljylämmitys = 6467,70 €/a | | |

1) Polttoaineiden hinnat tarkistettu 15.12.2011

2) Pellettijärjestelmän vuosihyötysuhde on noin 80% - 90%

3) Vanhojen öljylämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhde vaihtelee välillä 75% - 84%

Kun kiinteistön *Kirkkotie 2* liittymisteho on 30,0 kW, mahdollisen pellettilämmitysjärjestelmän tarvittava kattilateholuokka olisi 30 kW. Tämän mukaan laskeaan asennettavan laitteiston kustannusarvio.

Taulukko 4b. Kirkkotie 2 pellettijärjestelmän investointikustannukset

| | |
|--|-----------------|
| Kattila 30kW, poltin ja ruuvi (sisältää asennuksen) | 6 940 € |
| Vanhan kattilan purku ja pois vieni | 280 € |
| Pystymallin valmissiilo 8m ³ ja varustelu | 2 695 € |
| Muut laitteet | 800 € |
| Yhteensä (sis. asennustyöt) Alv.0% | 10 715 € |

Taulukko 4c. Kirkkotie 2 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 443,88 | 5299,01 euroa |
| 5 % | 443,88 | 4607,32 euroa |

Taulukko 4d. Kirkkotie 2 polttoainekulujen osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 4832,30 | 57687,68 euroa |
| 5 % | 4832,30 | 50157,62 euroa |

9.1.2 Keskusta, Kolimantie 8

Taulukosta 5a. ilmenevät kyseisen kiinteistön tiedot ja sille laskettu energiankulutus sekä vuotuiset polttoainekustannukset pelletillä ja öljyllä. Taulukoissa 5b., 5c. ja 5d. on tuotu myös esille pellettijärjestelmän välittömät investointikustannukset ja sen vaatimat huolto-, korjaus- ja hoitotyön kustannukset sekä polttoainekustannukset korkoineen oletetun 15 vuoden ajalta.

Taulukko 5a. Kolimantie 8 tiedot sekä polttoainekustannukset

| Kiinteistökohtaiset tiedot | | |
|--|--|--|
| Rakennustilavuus | 1896 m ³ | |
| Huipputeho | 20 W/m ³ | |
| Ominaiskulutus | 50 kWh/m ³ | |
| Liittymisteho | 37,9 kW | |
| Vuosienergia | 94,8 MWh | |
| Vuotuiset polttoainekustannukset | | |
| | Pelletti (oletushinta 259,83 €/tn) ¹⁾ | Öljy (oletushinta 113,0 snt/l) ¹⁾ |
| Hyötysuhde | 85% ²⁾ | 75% ³⁾ |
| Tuotettu energia | 111,5 MWh/a | 126,4 MWh/a |
| Polttoaineen tarve | 23,5 tn/a | 12,6 tn/a |
| Yhteensä: | 6105,30 €/a | 14238,00 €/a |
| Vuotuinen säästö polttoainekuluissa pellettilämmityksellä vrt. öljylämmitys = 8132,70 €/a | | |

1) Polttoaineiden hinnat tarkistettu 15.12.2011

2) Pellettijärjestelmän vuosihyötysuhde on noin 80% - 90%

3) Vanhojen öljylämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhde vaihtelee välillä 75% - 84%

Kun kiinteistön *Kolimantie 8* liittymisteho on 37,9 kW, mahdollisen pellettilämmitysjärjestelmän tarvittava kattilateholuokka olisi 40 - 50 kW. Tämän mukaan lasketaan asennettavan laitteiston kustannusarvio.

Taulukko 5b. Kolimantie 8 pellettijärjestelmän investointikustannukset

| | |
|---|-----------------|
| Kattila 50 kW, poltin ja ruuvi (sisältää asennuksen) | 8 630 € |
| Vanhan kattilan purku ja pois vienti | 280 € |
| Pystymallin valmissiilo 11m ³ ja varustelu | 3 150 € |
| Muut laitteet | 800 € |
| Yhteensä (sis. asennustyöt) Alv.0% | 12 860 € |

Taulukko 5c. Kolimantie 8 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 555,31 | 6629,25 euroa |
| 5 % | 555,31 | 5764,93 euroa |

Taulukko 5d. Kolimantie 8 polttoainekulujen osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 6660,61 | 79513,93 euroa |
| 5 % | 6660,61 | 69134,85 euroa |

9.1.3 Rönnynkylä, Rönnyntie 16

Taulukosta 6a. ilmenevät kyseisen kiinteistön tiedot ja sille laskettu energiankulutus sekä vuotuiset polttoainekustannukset pelletillä ja öljyllä. Taulukoissa 6b., 6c. ja 6d. on tuotu myös esille pellettijärjestelmän välittömät investointikustannukset ja sen vaatimat huolto-, korjaus- ja hoitotyön kustannukset sekä polttoainekustannukset korkoineen oletetun 15 vuoden ajalta.

Taulukko 6a. Rönnyntie 16 tiedot sekä polttoainekustannukset

| Kiinteistökohtaiset tiedot | | |
|---|--|--|
| Rakennustilavuus | 1704 m ³ | |
| Huipputeho | 20 W/m ³ | |
| Ominaiskulutus | 50 kWh/m ³ | |
| Liittymisteho | 34,1 kW | |
| Vuosienergia | 85,2 MWh | |
| Vuotuiset polttoainekustannukset | | |
| | Pelletti (oletushinta 259,83 €/tn) ¹⁾ | Öljy (oletushinta 113,0 snt/l) ¹⁾ |
| Hyötysuhde | 85 % | 75 % |
| Tuotettu energia | 100,2 MWh/a | 113,6 MWh/a |
| Polttoaineen tarve | 21,1 tn/a | 11,4 tn/a |
| Yhteensä: | 5481,8 €/a | 12882,0 €/a |
| Vuotuinen säästö polttoainekuluissa pellettilämmityksellä vrt. öljylämmitys = 7400,2 €/a | | |

1) Polttoaineiden hinnat tarkistettu 15.12.2011

2) Pellettijärjestelmän vuosihyötysuhde on noin 80% - 90%

3) Vanhojen öljylämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhde vaihtelee välillä 75% - 84%

Kun kiinteistön *Rönnyntie 16* liittymisteho on 34,1 kW, mahdollisen pellettilämmitysjärjestelmän tarvittava kattilateholuokka olisi 40 - 50 kW. Tämän mukaan lasketaan asennettavan laitteiston kustannusarvio.

Taulukko 6b. Kolimantie 8 pellettijärjestelmän investointikustannukset

| | |
|---|-----------------|
| Kattila 50 kW, poltin ja ruuvi (sisältää asennuksen) | 8 630 € |
| Vanhan kattilan purku ja pois vienti | 280 € |
| Pystymallin valmissiilo 11m ³ ja varustelu | 3 150 € |
| Muut laitteet | 800 € |
| Yhteensä (sis. asennustyöt) Alv.0% | 12 860 € |

Taulukko 6c. Kolimantie 8 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 511,11 | 6101,60 euroa |
| 5 % | 511,11 | 5305,15 euroa |

Taulukko 6d. Kolimantie 8 polttoainekulujen osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 5992,91 | 71542,97 euroa |
| 5 % | 5992,91 | 62204,36 euroa |

9.1.4 Kärväskylä, Keiteleentie 943

Taulukosta 7a. ilmenevät kyseisen kiinteistön tiedot ja sille laskettu energiankulutus sekä vuotuiset polttoainekustannukset pelletillä ja öljyllä. Taulukoissa 7b., 7c. ja 7d. on tuotu myös esille pellettijärjestelmän välittömät investointikustannukset ja sen vaatimat huolto-, korjaus- ja hoitotyön kustannukset sekä polttoainekustannukset korkoineen oletetun 15 vuoden ajalta.

Taulukko 7a. Keiteleentie 943 tiedot sekä polttoainekustannukset

| Kiinteistökohtaiset tiedot | | |
|---|--|--|
| Rakennustilavuus | 3900 m ³ | |
| Huipputeho | 20 W/m ³ | |
| Ominaiskulutus | 50 kWh/m ³ | |
| Liittymisteho | 78,0 kW | |
| Vuosienergia | 195,0 MWh | |
| Vuotuiset polttoainekustannukset | | |
| | Pelletti (oletushinta 259,83 €/tn) ¹⁾ | Öljy (oletushinta 113,0 snt/l) ¹⁾ |
| Hyötysuhde | 85% ²⁾ | 75% ³⁾ |
| Tuotettu energia | 229,4 MWh/a | 260,0 MWh/a |
| Polttoaineen tarve | 48,3 tn/a | 26,0 tn/a |
| Yhteensä: | 12548,3 €/a | 29380,0 €/a |
| Vuotuinen säästö polttoainekuluissa pellettilämmityksellä vrt. öljylämmitys = 16831,70 €/a | | |

1) Polttoaineiden hinnat tarkistettu 15.12.2011

2) Pellettijärjestelmän vuosihyötysuhde on noin 80% - 90%

3) Vanhojen öljylämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhde vaihtelee välillä 75% - 84%

Kun kiinteistön *Keiteleentie 943* liittymisteho on 78,0 kW mahdollisen pellettilämmitysjärjestelmän tarvittava kattilateholuokka olisi 80 kW. Tämän mukaan lasketaan asennettavan laitteiston kustannusarvio.

Taulukko 7b. Keiteleentie 943 pellettijärjestelmän investointikustannukset

| | |
|---|----------|
| Kattila 80kW, poltin ja ruuvi (asennettuna) | 18 130 € |
| Vanhan kattilan purku ja pois vienti | 280 € |
| Pystymallin valmissiilo 20m ³ ja varustelu | 4 550 € |
| Muut laitteet | 800 € |
| Yhteensä (sis. asennustyöt) Alv.0% | 23 760 € |

Taulukko 7c. Keiteleentie 943 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 1119,56 | 13365,23 euroa |
| 5 % | 1119,56 | 11620,65 euroa |

Taulukko 7d. Keiteleentie 943 polttoainekulujen osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 13667,86 | 163166,03 euroa |
| 5 % | 13667,86 | 141867,71 euroa |

9.1.5 Ilosjoki, Ilosjoentie 91

Taulukosta 8a. ilmenevät kyseisen kiinteistön tiedot ja sille laskettu energiankulutus sekä vuotuiset polttoainekustannukset pelletillä ja öljyllä. Taulukoissa 8b., 8c. ja 8d. on tuotu myös esille pellettijärjestelmän välittömät investointikustannukset ja sen vaatimat huolto-, korjaus- ja hoitotyön kustannukset sekä polttoainekustannukset korkoineen oletetun 15 vuoden ajalta.

Taulukko 8a. Ilosjoentie 91 tiedot sekä polttoainekustannukset

| Kiinteistökohtaiset tiedot | | |
|--|--|--|
| Rakennustilavuus | 2250 m ³ | |
| Huipputeho | 20 W/m ³ | |
| Ominaiskulutus | 50 kWh/m ³ | |
| Liittymisteho | 45,0 kW | |
| Vuosienergia | 112,5 MWh | |
| Vuotuiset polttoainekustannukset | | |
| | Pelletti (oletushinta 259,83 €/tn) ¹⁾ | Öljy (oletushinta 113,0 snt/l) ¹⁾ |
| Hyötysuhde | 85% ²⁾ | 75% ³⁾ |
| Tuotettu energia | 132,4 MWh/a | 150,0 MWh/a |
| Polttoaineen tarve | 27,9 tn/a | 15,0 tn/a |
| Yhteensä: | 7248,4 €/a | 16950,0 €/a |
| Vuotuinen säästö polttoainekuluissa pellettilämmityksellä vrt. öljylämmitys = 9701,60 €/a | | |

1) Polttoaineiden hinnat tarkistettu 15.12.2011

2) Pellettijärjestelmän vuosihyötysuhde on noin 80% - 90%

3) Vanhojen öljylämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhde vaihtelee välillä 75% - 84%

Kun kiinteistön *Ilosjoentie 91* liittymisteho on 45,0 kW mahdollisen pellettilämmitysjärjestelmän tarvittava kattilateholuokka olisi 50 kW. Tämän mukaan laskeaan asennettavan laitteiston kustannusarvio.

Taulukko 8b. Ilosjoentie 91 pellettijärjestelmän investointikustannukset

| | |
|---|-----------------|
| Kattila 50 kW, poltin ja ruuvi (sisältää asennuksen) | 8 630 € |
| Vanhan kattilan purku ja pois vienti | 280 € |
| Pystymallin valmissiilo 11m ³ ja varustelu | 3 150 € |
| Muut laitteet | 800 € |
| Yhteensä (sis. asennustyöt) Alv.0% | 12 860 € |

Taulukko 8c. Ilosjoentie 91 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 638,91 | 7627,27 euroa |
| 5 % | 638,91 | 6631,67 euroa |

Taulukko 8d. Ilosjoentie 91 polttoainekulujen osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 7887,31 | 94158,19 euroa |
| 5 % | 7887,31 | 81867,58 euroa |

9.1.6 Liitonjoki, Liitonjoentie 676

Tauluko 9a. ilmenevät kyseisen kiinteistön tiedot ja sille laskettu energiankulutus sekä vuotuiset polttoainekustannukset pelletillä ja öljyllä. Taulukoissa 9b., 9c. ja 9d. on tuotu myös esille pellettijärjestelmän välittömät investointikustannukset ja sen vaatimat huolto-, korjaus- ja hoitotyön kustannukset sekä polttoainekustannukset korkoineen oletetun 15 vuoden ajalta.

Taulukko 9a. Liitonjoentie 676 tiedot sekä polttoainekustannukset

| Kiinteistökohtaiset tiedot | | |
|--|---|---|
| Rakennustilavuus | 2250 m ³ | |
| Huipputeho | 20 W/m ³ | |
| Ominaiskulutus | 50 kWh/m ³ | |
| Liittymisteho | 45,0 kW | |
| Vuosienergia | 112,5 MWh | |
| Vuotuiset polttoainekustannukset | | |
| | Pelletti (oletushinta 259,83 €/tn) ¹⁾ | Öljy (oletushinta 113,0 snt/l) ¹⁾ |
| Hyötysuhde | 85% ²⁾ | 75% ³⁾ |
| Tuotettu energia | 132,4 MWh/a | 150,0 MWh/a |
| Polttoaineen tarve | 27,9 tn/a | 15,0 tn/a |
| Yhteensä: | 7248,4 €/a | 16950,0 €/a |
| Vuotuinen säästö polttoainekuluissa pellettilämmityksellä vrt. öljylämmitys = 9701,60 €/a | | |

1) Polttoaineiden hinnat tarkistettu 15.12.2011

2) Pellettijärjestelmän vuosihyötysuhde on noin 80% - 90%

3) Vanhojen öljylämmitysjärjestelmien vuosihyötysuhde vaihtelee välillä 75% - 84%

Kun kiinteistön *Liitonjoentie 676* liittymisteho on 45,0 kW mahdollisen pellettilämmitysjärjestelmän tarvittava kattilateholuokka olisi 50 kW. Tämän mukaan lasketaan asennettavan laitteiston kustannusarvio.

Taulukko 9b. Liitonjoentie 676 pellettijärjestelmän investointikustannukset

| | |
|---|-----------------|
| Kattila 50 kW, poltin ja ruuvi (sisältää asennuksen) | 8 630 € |
| Vanhan kattilan purku ja pois vienti | 280 € |
| Pystymallin valmissiilo 11m ³ ja varustelu | 3 150 € |
| Muut laitteet | 800 € |
| Yhteensä (sis. asennustyöt) Alv.0% | 12 860 € |

Taulukko 9c. Liitonjoentie 676 pellettijärjestelmän korjaus-, huolto- ja hoitotyön osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 638,91 | 7627,27 euroa |
| 5 % | 638,91 | 6631,67 euroa |

Taulukko 9d. Liitonjoentie 676 polttoainekulujen osuus

| Reaalikorko | Vuosikustannus | Nykyarvo 15 vuoden kustannuksista |
|-------------|----------------|-----------------------------------|
| 3 % | 7887,31 | 94158,19 euroa |
| 5 % | 7887,31 | 81867,58 euroa |

9.2 Pellettilaitteiston kokonaiskustannukset

Pellettilaitteiston perustamiskuluihin kuuluvat kattila, poltin, syöttökuljetin, pellettisiilo sekä asennus. Perustamiskustannuksiltaan uudisrakennuksissa pellettilämmitys on vielä tällä hetkellä kalliimpi kuin öljy tai sähkölämmitys, mutta nykyisillä energiahinnoilla se maksaa itsensä jo muutamassa vuodessa takaisin.

Yleisesti tarkasteltuna 30 - 50 kW:n pellettijärjestelmä kustantaa arviolta 10 000 - 13 000 euroa per kiinteistö sisältäen purkutyöt sekä asennuksen. Kustannusarviot on kysytty pellettilämmityslaitteistoja valmistavalta HT-Enerco Oy:ltä.

9.3 Lämmitysjärjestelmien suunnittelu

Biolämmitysjärjestelmää suunniteltaessa on otettava huomioon mihin kaikkeen lämpöä tarvitaan ja mihin sitä häviää. Erityisesti kiinteistön pinta-ala sekä kerrosten määrä ja huonekorkeus, josta lasketaan lämmitettävät kuutiot. Tilan käyttötarkoitus, rakennuksen ilmanvaihto, lämpökanaalien hävikki ja lämpimän käyttöveden tarve määräävät lämmöntarpeen millä määritellään laitteiston tehovaatimukset käyttäjän tarpeisiin. Nykyiseen kattilaan liitetty piippu asettaa myös omat ehtonsa. Piipussa vaikuttavat muun muassa sen pituus, sisäreiän halkaisija sekä mahdollinen sisäputkitus. (Lämmitysjärjestelmät 2011)

Huomioitavaa on myös miettiä poltetaanko järjestelmässä pelkkää pellettiä, vai käytetäänkö seassa esimerkiksi klapeja tai jätetuuta. On tärkeää tietää myös nykyinen öljynkulutus vuositasolla mitattuna sekä nykyisen öljypolttimen teho kilowatteina (kW).

Kiinteistön eristystasosta on tiedettävä onko se esimerkiksi vanha puutalo tai mahdollisesti aikanaan remontoitu ja eristetty paremmin. Kiinteistössä asuvien henkilömäärä sekä kuumen käyttöveden kulutustottumukset vaikuttavat erityisesti asuinkiinteistöjen laitteistoja suunniteltaessa. Ammattitaitoinen ja huolellinen suunnittelu takaavat järjestelmän hyvän toimivuuden, jossa on huomioitu myös tilojen käyttömahdollisuudet ja sopivuus laitteistolle sekä polttoaineen varastoinnille. (Viirimäki 2008, 20).

9.4 Tukea lämmitysjärjestelmän muutokseen

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus myöntää avustusta, jota voivat saada yksityistaloudet omistamiensa pientalojen lämmitystapasaneerauksiin. Avustusta voi saada myös asuinrakennuksia omistavat yhteisöt kerros- ja rivitalojen sekä muiden useampiasuntoisten asuinrakennusten tiettyihin lämmitystapasaneerauksiin. Asuinrakennuksen tulee olla ympärivuotisessa asuinkäytössä. Avustuksen suuruus on enintään 20 % hyväksyttävistä kustannuksista. Hyväksyttävillä kustannuksilla tarkoitetaan tässä tapauksessa laite- ja materiaalikustannuksia. (Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus 2011)

10 TULEVAISUUDEN VISIOT LÄMMITYSJÄRJESTELMISSÄ

10.1 Lämmitysjärjestelmien tulevaisuus

Tulevaisuuden ympäristöystävällisissä ja energiatehokkaissa lämmitysratkaisuissa käytetään muun muassa erityyppisiä epäsuoria hybridijärjestelmiä. Niissä voi olla esimerkiksi tuulivoimakeraän sekä sadevesi- tai aurinkokeräimiä yhdistettynä ilmakiertoiseen lämmitysjärjestelmään.

10.2 CHP

CHP:n (Combined heat and power) eli yhdistetyn lämmön ja sähkön yhteistuotannon osuus on Suomessa kasvanut voimakkaasti. Suuren luokan voimalaitokset ovat hyödyntäneet CHP -teknologiaa jo pitkän aikaa, koska se on tehokas tapa tuottaa energiaa nimenomaan suuressa mittakaavassa. Yleisesti ottaen CHP -laitokset jaotellaan kolmeen eri luokkaan niiden nimellistehon perusteella. Laitokset jaotellaan koon perusteella mikro-, pien- ja suuren kokoluokan CHP-laitoksiin. Niin sanotut pienemmän mittakaavan pien - CHP -laitokset ovat viime vuosina yleistyneet maailmalla alati kasvavilla bioenergiamarkkinoilla. Pihviputaalla CHP:tä ei ole ainakaan vielä otettu suunnitelmiin korkeiden investointikustannusten vuoksi (Petäistö 2011). Tämän kaltainen tilanne on syytä huomioida, mikäli CHP-laitoksen tuottamalle sähkölle ei ole tarpeeksi maksavia asiakkaita. Monien lämpöyrittäjien mielestä suurin este pienen kokoluokan CHP -laitosten läpilyönnille on juuri niiden korkea hinta. (Lauhanen, Laurila 2011)

11 TULOSTEN VERTAILU JA PÄÄTELMIEN TEKO

11.1 MapInfon soveltuvuus tutkimustyöhön

Tutkimuksessa selvisi, että työasemakohtainen MapInfo Professional -ohjelma toimii erittäin hyvin tämän kaltaisessa tutkimuksessa. Ohjelma on erittäin monipuolinen ja samalla looginen käyttää. Se tarjoaa esimerkiksi useiden eri karttatasojen luontimahdollisuuksia, jotka luovat selkeät puitteet tämän kaltaisen tutkimuksen läpivientiin. (Liite 7) Useiden erilaisten karttaprojektoiden käyttömahdollisuus lisää entisestään ohjelman monikäyttöisyyttä. Toki ohjelman sujuva käyttäminen vaatii käyttäjältään jonkin verran perehtyneisyyttä MapInfon lukemattomiin toimintoihin.

11.2 Bioenergian mahdollisuudet vaihtoehtoisena lämmitysmuotona

Tutkimustuloksia vertaillessa nousi esille pellettilämmityksen edullisuus varsinkin öljylämmitykseen verrattuna. Vertailtujen kiinteistöjen tapauksissa pellettijärjestelmiin investoidut rahat palautuisivat muutaman vuoden sisällä pienentyneiden polttoainekustannusten muodossa. Pellettijärjestelmää harkitsevien täytyy muistaa pellettiin liittyvien huoltotoimien tarpeellisuus. Järjestelmää on putsattava noin kerran kuukaudessa, jotta sen toiminta olisi moitteetonta.

Kaukolämpöjärjestelmään liittyminen osoittautui pellettijärjestelmää hieman kalliimmaksi laiteinvestointiensa perusteella laskettuna. Kaukolämmön puolesta puhuvat muun muassa toimintavarmuus ja huolettomuus. Kaukolämmön puolesta puhuu etenkin Pihtiputaan tapauksessa edullisuus polttoainehintoja vertailtaessa koko maan hintatasoon (liite 8).

Lämpöyrittäjät myyvät jo monissa kunnissa bioenergialla tuotettua lämpöä kunnallisiin kaukolämpöverkkoihin. Lämpöyrittäjien myymä biolämpö on hinnaltaan huomattavasti edullisempaa kuin öljy- tai sähkölämmitys. Edullisen hinnan lisäksi lämpöyrittäjien toiminnalla on positiivisia aluetaloudellisten vaikutuksia, jotka paranta-

vat alueen työllisyyttä ja energiaomavaraisuutta sekä lisäävät kuntien verotuloja. Näiden positiivisten alueellisten seurannaisvaikutusten myötä voidaankin pohtia tarvitsisiko paikallisesti tuotetun lämmön edes olla hinnaltaan halvinta. (Sauvula-Seppälä 2010)

11.3 Tutkimuksessa esille tulleita epäkohtia

Tutkimusmateriaaliksi Väestörekisterikeskukselta saatu tilasto öljylämmitteisistä kiinteistöistä oli osaltaan vanhentunutta aineistoa. Väestötietojärjestelmän uusimmat tilastot olivat vuodelta 2006, joten tutkimusaineiston virhemarginaalit kasvoivat erityisen suuriksi. Tutkimuksen aikana oli kysyttävä Pihtiputaan kunnan tekniseltä toimelta kiinteistöjen ajanmukainen tila. Näin toimimalla saatiin ajan tasalla olevaa tietoa kustakin kiinteistöstä. Tämän kaltaisia tutkimuksia tehdessä olisi ensiarvoisen tärkeää, että käytettävä materiaali olisi mahdollisimman tuoretta ja ajan tasalla olevaa tietoa. Näin vältettäisiin tutkimuksessa esille tulleita seikkoja, joissa esimerkiksi kiinteistö oli jo liitetty kaukolämpöverkoston tai kiinteistölle oli jo hankittu oma biolämpölaitosjärjestelmä.

LÄHTEET

Hirsjärvi, S. , Remes, P. , Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Kahilainen, A. , yhdyskuntatekniikan päällikkö. Haastattelu 21.11.2011

Keski-Suomen maakuntaohjelma 2011-2014. 2010. Keski-Suomen kasvuohjelma. Keski-Suomen liitto. Jyväskylä.

Keski-Suomen maakuntasuunnitelma 2030. 2010. Yhteistyön, yrittäjyyden ja osaamisen Keski-Suomi. 2010. Keski-Suomen liitto. Jyväskylä.

Kärhä, K. 2009. Metsähakkeen lisääminen mahdollista muttei helppoa. Metsätehon tiedote 10/2009.

Kärhä, Elo, Lahtinen & Räsänen. 2009. Metsätehon tulosalvosarja 54, 2009.

Lauhanen, R. & Laurila, J. 2007. Bioenergian tuotannon haasteet ja tutkimustarpeet, , Metla, työraportteja 42.

Lauhanen, R. & Laurila, J. 2011. Pienen kokoluokan CHP -teknologiasta lisää voimaa Etelä-Pohjanmaan metsäkeskusalueelle. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja B.

Lindh, T. 2010. Ruokohelven hankinta keskisuomalaisille voimalaitoksille, Maakuntahelvi (BEV). Energia-alan kehittämishankkeet Keski-Suomessa, Bioenergiasta elinvoimaa -klusterin ja Jyväskylän seudun Energiateknologian osaamiskeskusohjelman vuosikatsaus 2010. (toim.)Toivonen, T.

Määttä, T. , Paananen, M. , 2005. Bioenergiakeskuksen julkaisusarja (BDC-Publications) Nro 19, 2005.

Petäistö, T. , toimihenkilö. Haastattelu 22.11.2011

Röser, D. , Asikainen, A. , Gjølsø, S. , Jaskelėvicius, B. , Johansson, D., Jylhä, P. , Kairiukstis, L. , Konstantinova, I. , Lileng, J. , Lunnan, A. , Mandre, M., Nurmi, J. , Pärn, H., Saksa, T. , Sikanen, L. , Suadicani, K. , Toropainen, M. & Vilkriste, L. 2003. Wood fuel resources and bottlenecks of utilization in Baltic and Nordic countries. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 901.

Sauvula-Seppälä, T. Lämpöyrittäjyyden kannattavuus lämmönostajan ja -myyjän sekä metsänomistajan näkökulmasta. Esitelmä; Maataloustieteen Päivät 2010.

Timonen, L. 2007. Suomi on bioenergian suurvalta. Tilastokeskuksen Tieto&trendit-lehti 12/2007

Viirimäki, J. , projektipäällikkö. Haastattelu 14.2.2012.

Viirimäki, J. 2008. (toim.) Maatilan hakelämmitysopas, Kehittyvä metsäenergia -hanke. Metsäkeskukset.

Väätäinen, A. , lehtori. Haastattelu 24.11.2011

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus: Avustukset uusiutuvaa energiaa käyttöön otettaessa. [Verkkosivu] Lahti: Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. [viitattu:16.12.2011] <http://www.ara.fi/default.asp?node=1263&lan>

Bioenergiatieto: Puuaineen muuntolukuja [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Bioenergian verkkopalvelu [viitattu: 21.1.2012] http://www.bioenergia.fi/default/www/etusivu/tietoa_bioenergiasta/energia-sanastoa/puuaineen_muuntolukuja/

BioHousing: Energialaskuri [Verkkosivu]. Jyväskylä: Biohousing. [viitattu 13.1.2012.] <http://www.biohousing.eu.com/heatingtool/Ecalc.asp>

Energiateollisuus. Kaukolämmitys. Lämmityksen hyötyenergia. [Verkkosivu] Helsinki: Energiateollisuus ry. [viitattu:4.11.2011]. <http://www.energia.fi/koti-jalammitys/kaukolammitys>

Lämmitysjärjestelmät. Pellettilämmitys. [Verkkosivu] Lieto: Bio-Expert Oy. [viitattu 11.12.2011] <http://lammitysjarjestelmat.com/pellettilammitys/>

Mosaiikki-info: Keski-Suomi, yleistä tietoa. [Verkkosivu] Jyväskylä: Mosaiikki ry [viitattu: 21.10.2011] <http://keski-suomi-portaali.fi/>

Mosaiikki-info: Projektimme, Keski-Suomi. [Verkkosivu] Jyväskylä: Mosaiikki ry [viitattu: 21.10.2011] http://www.mosaiikki.info/projektimme_fi.php?id=keski

Motiva: Pellettilämmitys. [Verkkosivu] Helsinki: Motiva Oy [viitattu 21.1.2012] http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/pellettilammitys

Motiva: Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet. [Verkkosivu] Helsinki: Motiva Oy [viitattu 16.2.2012] http://www.motiva.fi/files/209/Laskentaohje_CO2_kohde_040622.pdf

Penttinen, L. 2010. Keski-Suomen energiatase 2008. Keski-Suomen energia-toimisto. [viitattu 3.10.2011] <http://www.kesto.fi/ACFiles/Download.asp?recID=5348>

Suomen virallinen tilasto (SVT): Metsätilinpito [Verkkajulkaisu]. ISSN=1798-6222. 2010. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 19.1.2012]. http://www.stat.fi/til/mettp/2010/mettp_2010_2011-12-20_tie_001_fi.html.

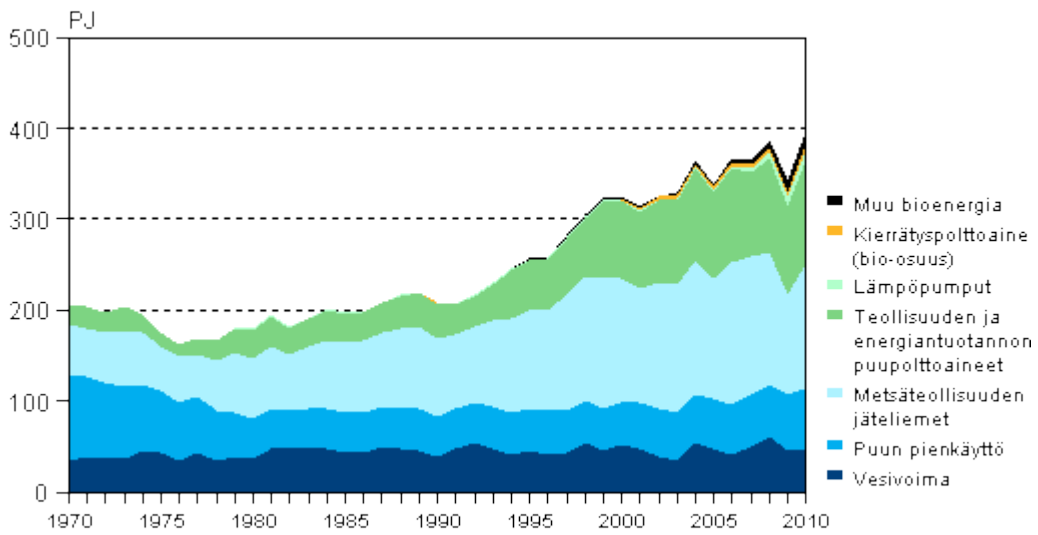
Suomen virallinen tilasto (SVT): Energiankulutus [Verkkajulkaisu]. ISSN=1798-6842. 2010, Liitekuviot 4. Uusiutuvien energialähteiden käyttö 1970–2010 . Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 23.1.2012]. http://www.stat.fi/til/ekul/2010/ekul_2010_2011-12-13_kuv_004_fi.html.

Tilastokeskus, 2011. Lämmitysenergian kuluttajahintoja. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 23.1.2012]. http://www.stat.fi/til/ehi/2011/03/ehi_2011_03_2011-12-15_tie_001_fi.html

LIITTEET

Liite 1

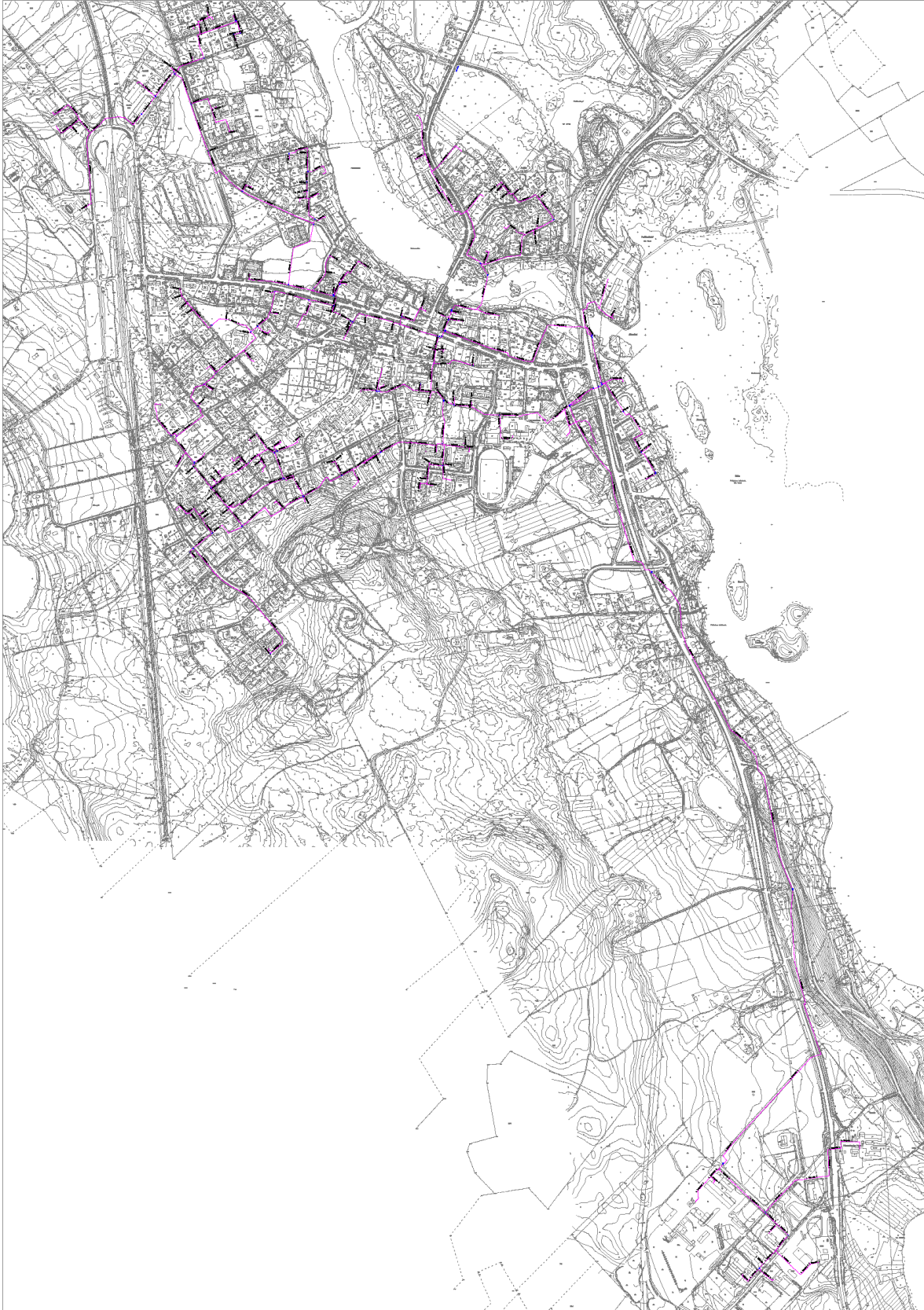
Uusiutuvien energialähteiden käyttö vuosina 1970–2010



Lähde: Energiatilasto – Vuosikirja 2011

Liite 2

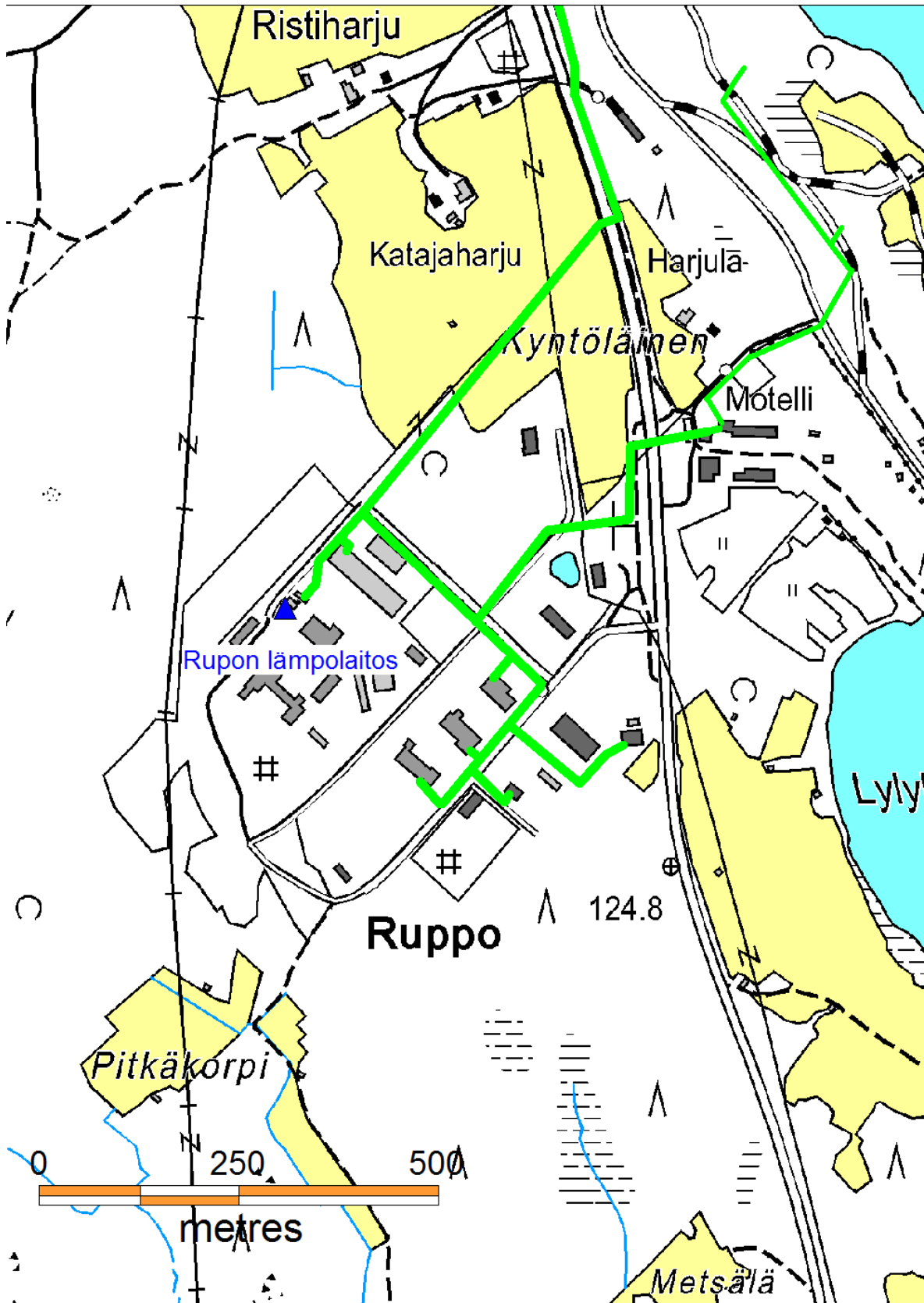
Pihtiputaan kaukolämpöverkosto, kartassa vaaleanpunaisella (mittakaava 1:5000)



Liite 3

Rupon lämpölaitos, Pihtipudas

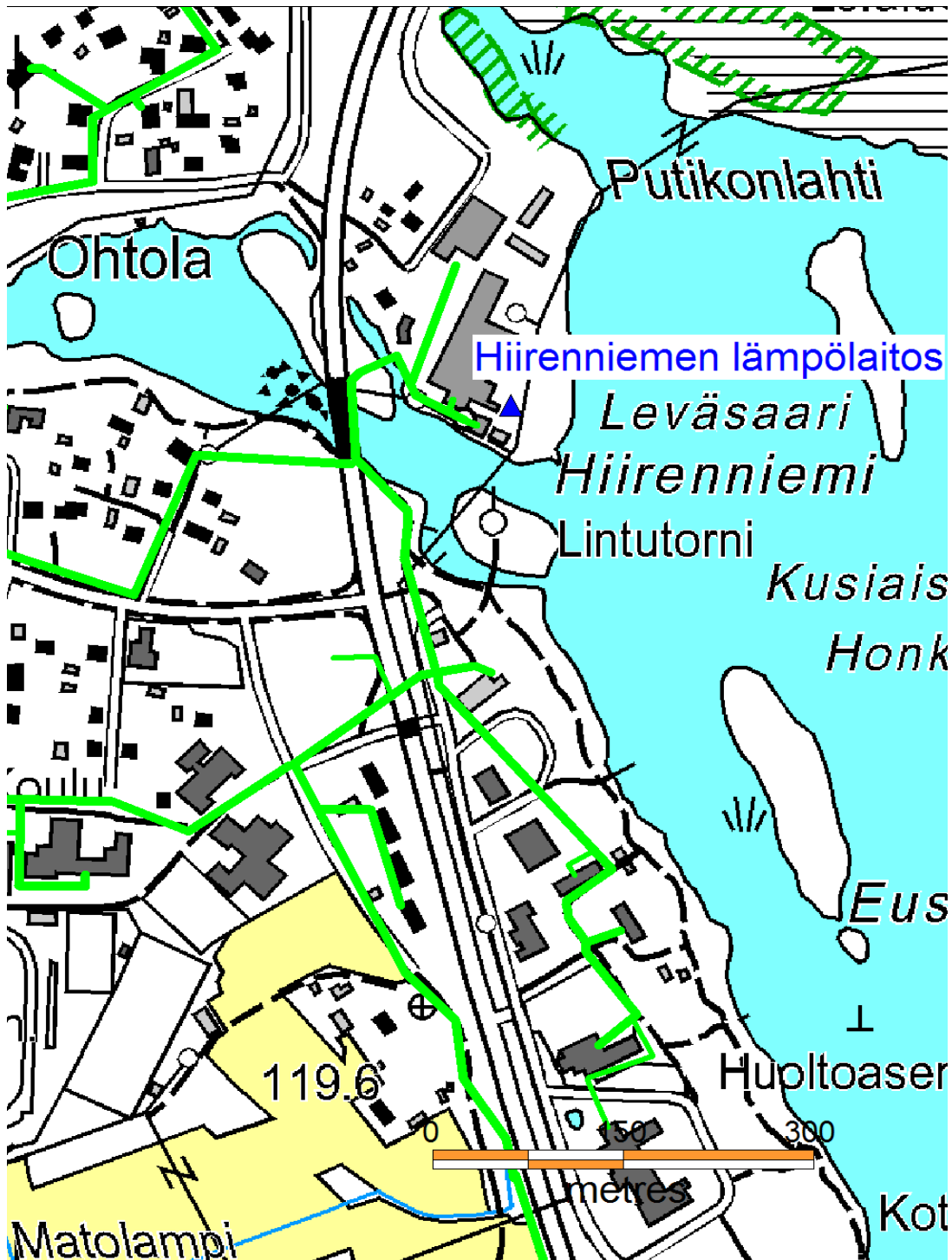
© Maanmittauslaitos, 2011



Liite 4

Hiirenniemen lämpölaitos, Pihtipudas

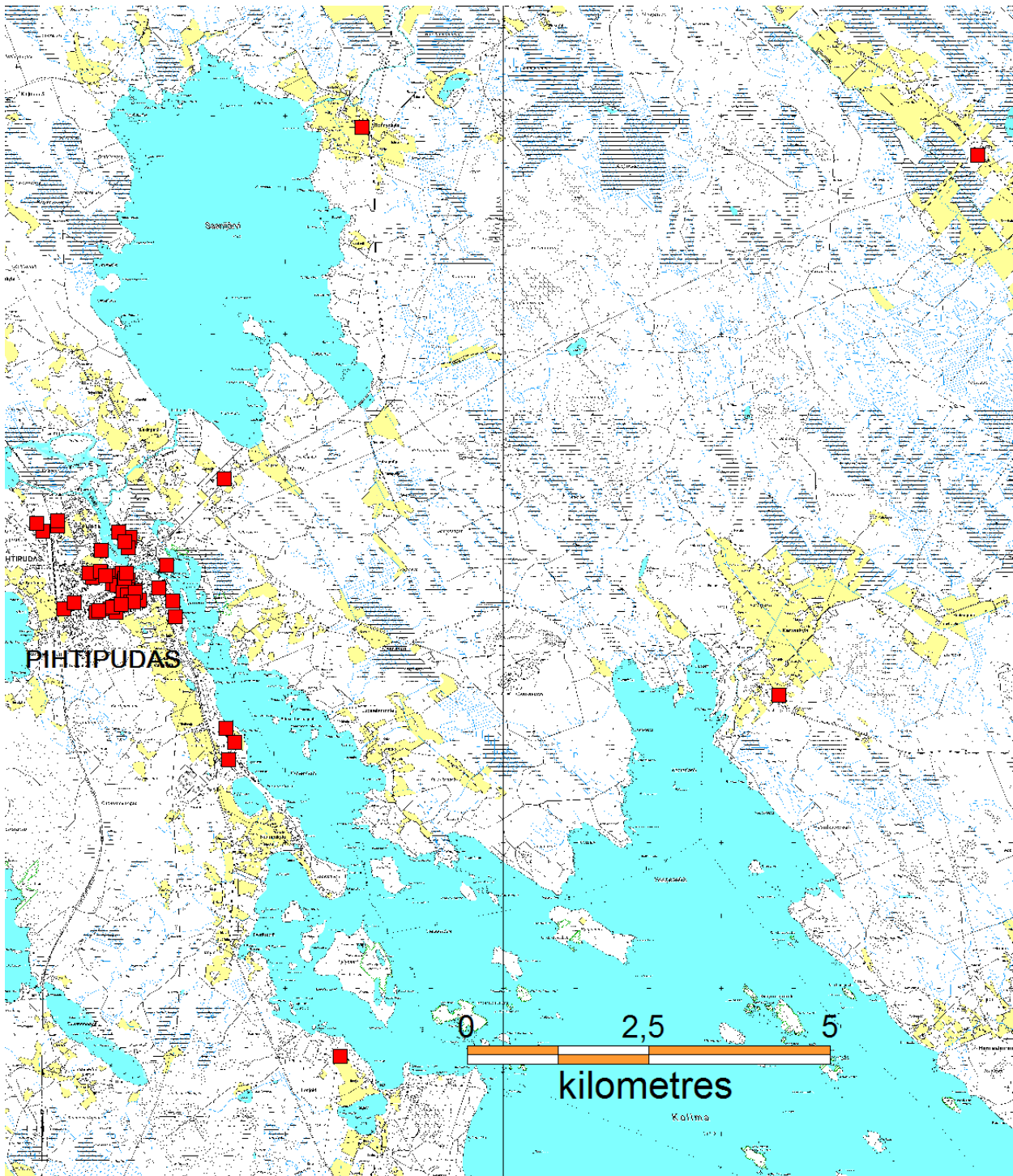
© Maanmittauslaitos, 2011



Liite 5

Tutkimuksen aiheena olleet Pihtiputaan kiinteistöt

© Maanmittauslaitos, 2011



Liite 6

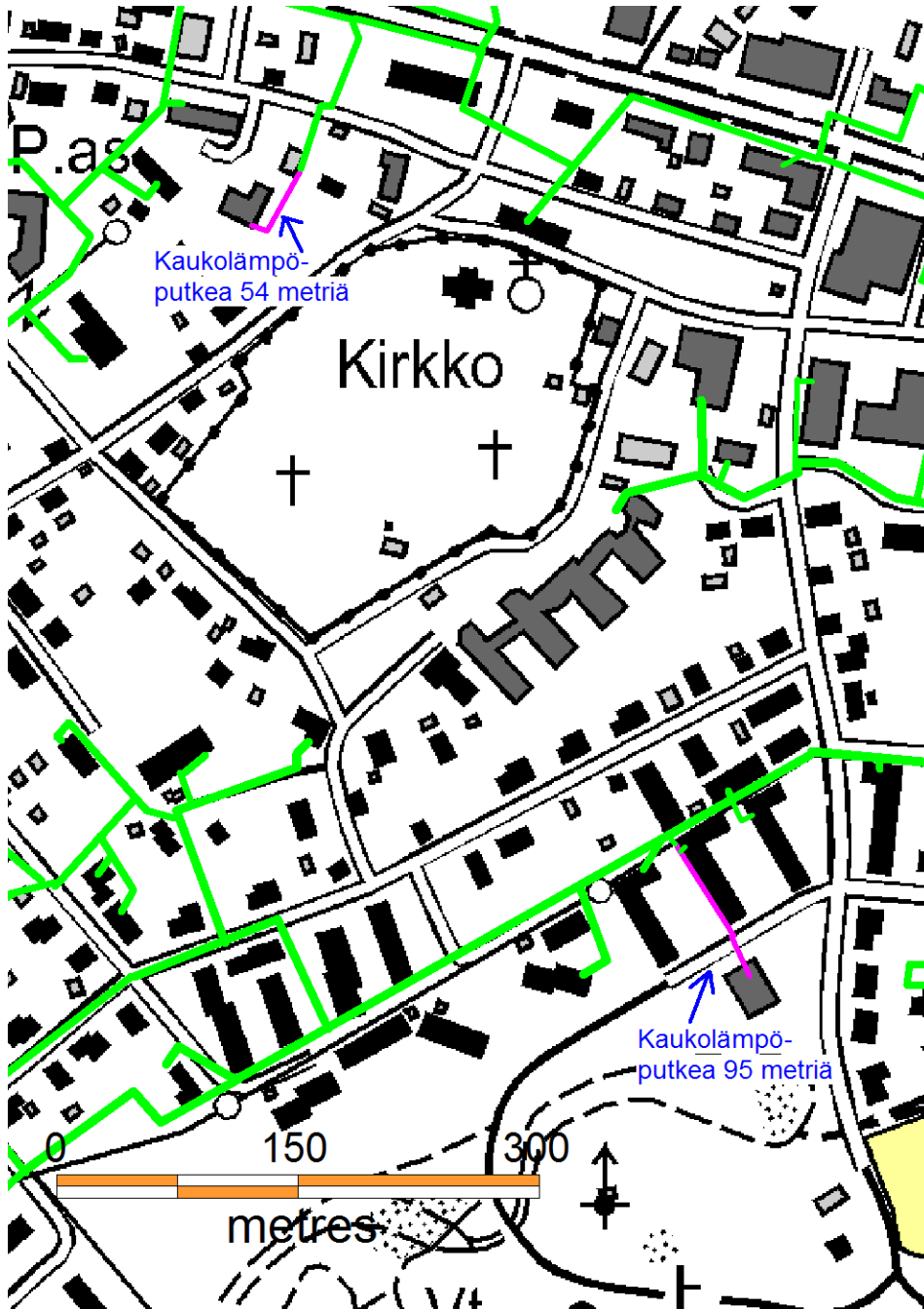
Kiinteistökohtaiset tiedot -taulukko

| Rakennustunnus | P-koordinaatti | I-koordinaatti | Polttoaine | Kerrosala | Kerrosluke | Käyttötark | Käyttötila |
|--------------------|----------------|----------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| 601404000200940002 | 7030164 | 3428072 | Kevyt põ | 637 | 1 | 021 | 01 |
| 601404000500167001 | 7030600 | 3428470 | Raskas põ | 500 | 3 | 331 | 02 |
| 60140400070088P002 | 7031226 | 3428829 | Kevyt põ | 640 | 1 | 021 | 01 |
| 601404000900012002 | 7030460 | 3429390 | Kevyt põ | 876 | 1 | 549 | 02 |
| 60140400090090X001 | 7030187 | 3428754 | Kevyt põ | 553 | 1 | 021 | 01 |
| 60140400090090X002 | 7030209 | 3428795 | Kevyt põ | 564 | 1 | 021 | 01 |
| 601404000900964001 | 7030120 | 3428800 | Kevyt põ | 632 | 1 | 169 | 11 |
| 60140400100034P003 | 7030489 | 3428809 | Kevyt põ | 928 | 1 | 151 | 02 |
| 60140400100133W001 | 7030421 | 3429068 | Kevyt põ | 674 | 1 | 021 | 01 |
| 601404001001459001 | 7030541 | 3428960 | Kevyt põ | 575 | 2 | 151 | 01 |
| 601404001001459003 | 7030560 | 3428970 | Kevyt põ | 1003 | 2 | 151 | 01 |
| 60140400100151F002 | 7030260 | 3429040 | Kevyt põ | 766 | 1 | 021 | 01 |
| 601404001001736001 | 7030550 | 3428900 | Kevyt põ | 1211 | 2 | 112 | 02 |
| 601404001001736002 | 7030590 | 3428920 | Kevyt põ | 1212 | 2 | 112 | 02 |
| 60140400100180D004 | 7030124 | 3428526 | Kevyt põ | 595 | 1 | 021 | 01 |
| 60140400100180D005 | 7030141 | 3428557 | Kevyt põ | 631 | 1 | 021 | 01 |
| 60140400230015M001 | 7024001 | 3431890 | Kevyt põ | 750 | 2 | 511 | 01 |
| 60140400250018W001 | 7036800 | 3432180 | Kevyt põ | 568 | 2 | 511 | 01 |
| 60140400540022V001 | 7031963 | 3430285 | Kevyt põ | 1477 | 1 | 691 | 11 |
| 60140401370015U001 | 7028330 | 3430430 | Kevyt põ | 2030 | 2 | 229 | 02 |
| 60140401370015U002 | 7028521 | 3430307 | Kevyt põ | 510 | 2 | 691 | 02 |
| 601406000800554001 | 7028975 | 3437925 | Kevyt põ | 1300 | 3 | 511 | 02 |
| 60140601570000V001 | 7036412 | 3440671 | Kevyt põ | 750 | 2 | 692 | 05 |

Liite 7

Mahdollisten kaukolämpökanaalien sijaintipaikat Pihtiputaan keskustassa

© Maanmittauslaitos, 2011



Liite 8

Kuva MapInfo:n työskentelytilasta valittaessa useita eri kiinteistöjä aktiivisiksi

The screenshot displays the MapInfo Professional interface. The main window shows a map of Pihtipudas, Finland, with various property boundaries and features. A data browser window titled "Kiinteistöt_Pihtipudas_B Browser" is open, showing a table of property records. The table has columns A through K, representing different fields of data. A statistics window is also open, showing the sum and average of the selected records.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|------------------|---------|---------|----|-------|---|-----|----|---------------|----|----|
| 6014040002009400 | 7030184 | 3428072 | 02 | 637 | 1 | 021 | 01 | Rajatie | 2 | or |
| 6014040002015930 | 7030250 | 3428220 | 02 | 759 | 1 | 162 | 11 | Kirkkotie | 15 | or |
| 6014040005001670 | 7030600 | 3428470 | 03 | 500 | 3 | 331 | 02 | Kirkkotie | 2 | or |
| 6014040005004110 | 7030660 | 3428430 | 03 | 964 | 2 | 721 | 01 | Keskustie | 17 | or |
| 60140400050179F0 | 7031310 | 3427989 | 02 | 1 317 | 1 | 691 | 02 | Pohjanpolku | 1 | or |
| 60140400050179F0 | 7031384 | 3427990 | 02 | 1 491 | 1 | 691 | 02 | Pohjanpolku | 1 | or |
| 60140400050192V0 | 7030978 | 3428594 | 02 | 873 | 1 | 021 | 01 | Lilontie | 6 | or |
| 60140400050218RC | 7030680 | 3428580 | 02 | 5 300 | 3 | 039 | 01 | Asematie | 19 | or |
| 6014040006002840 | 7030512 | 3428752 | 02 | 1 212 | 1 | 112 | 02 | Kolmantie | 2 | or |
| 60140400060143W0 | 7030662 | 3428882 | 02 | 525 | 2 | 119 | 02 | Asematie | 16 | or |
| 6014040006021020 | 7030629 | 3428798 | 02 | 1 262 | 2 | 112 | 01 | Asematie | 11 | or |
| 60140400060261P0 | 7031236 | 3427785 | 02 | 530 | 1 | 692 | 02 | Mainlahdentie | 1 | or |
| 60140400060354P0 | 7031343 | 3427707 | 02 | 566 | | 691 | 02 | Mainlahdentie | 5 | or |
| 6014040006036630 | 7030630 | 3428648 | 02 | 644 | 2 | 128 | 05 | Keskustie | 22 | or |
| 6014040007003830 | 7030769 | 3429498 | 02 | 1 471 | 1 | 698 | 02 | Hirenniemi | 5 | or |

| Field | Sum | Average |
|-------|-------|----------|
| E | 7 087 | 2 362,33 |

Liite 9

Kaukolämmön keskiarvohintoja

Microsoft Excel -näyttö: hinta_010711.xls [Vain luku] [Yhteensopiva tila]

ENERGIATEOLLISUUS RY, Kaukolämpö 15.9.2011

KAUKOLÄMMÖN HINTA 1.7.2011 ALKAEN (hinnat ilmoitettu veroineen)

| | Uudisrakennuksen liittymismaksu | | | Energia- maksu €/MWh | Tehomaksu energiayksikköä kohden €/MWh | | | Kokonaishinta €/MWh | | |
|--|---------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|------|------------------------|-------|-------|
| | I | II | III | | I | II | III | I | II | III |
| LÄMMÖNMYyjÄ | | | | | | | | | | |
| 196 KESKIARVO | 3 464 | 8 336 | 20 334 | 59,90 | 23,19 | 12,63 | 8,91 | 83,08 | 72,53 | 68,95 |
| 197 PAIN. KESKIARVO | 3 551 | 8 458 | 20 864 | 51,72 | 21,51 | 12,76 | 9,36 | 71,97 | 65,59 | 61,85 |
| YRITYKSET, JOIDEN MYYMÄ KAUKOLÄMPÖ ON TUOTETTU PÄÄOSIN ERILLISTUOTANNOLLA | | | | | | | | | | |
| 199 KESKIARVO | 3 479 | 8 427 | 20 258 | 62,95 | 23,74 | 12,88 | 9,08 | 86,76 | 75,84 | 72,34 |
| 201 PAIN. KESKIARVO | 3 259 | 8 305 | 20 373 | 58,72 | 18,68 | 12,53 | 8,85 | 74,85 | 72,20 | 69,97 |
| YRITYKSET, JOIDEN MYYMÄ KAUKOLÄMPÖ ON TUOTETTU PÄÄOSIN YHTEIS TUOTANNOLLA | | | | | | | | | | |
| 204 KESKIARVO | 3 439 | 8 189 | 20 452 | 54,92 | 22,31 | 12,21 | 8,63 | 77,17 | 67,13 | 63,55 |
| 205 PAIN. KESKIARVO | 3 584 | 8 492 | 20 926 | 50,63 | 21,82 | 12,81 | 9,43 | 71,65 | 64,10 | 60,82 |
| Esimerkkiasiakkaat | | | | | | | | | | |
| | | Laskennallinen tuntinen | | | Vuosienergia | Ohjeellinen | | | | |
| | | tehotarve | vesivirta | | MWh | rakennustilavuus | | | | |
| | | kV | m ³ /h | | | m ³ | | | | |
| 211 I | Pientalo | 10 | 0,15 | | 18 | 600 | | | | |
| 212 II | Rivitalo / Pieni kerrostalo | 70 | 0,8 | | 150 | 5 000 | | | | |
| 213 III | Suuri kerrostalo | 230 | 2,8 | | 600 | 20 000 | | | | |
| HUOM! | | | | | | | | | | |

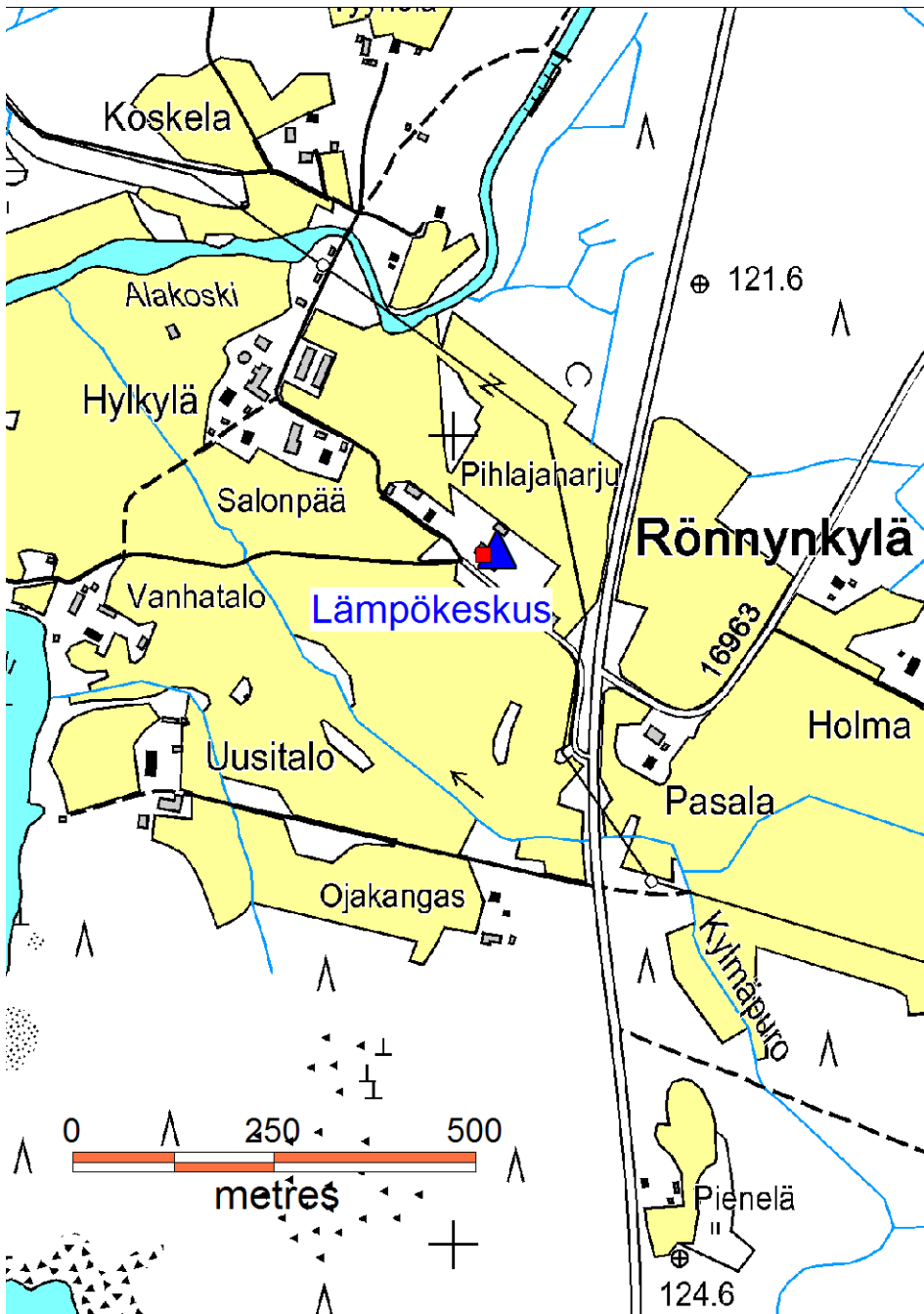
Valmis 07.11. Keskiarvo: 3225,366 Laske: 11 Summa: 32253,66

Käynnistä BIOHOUSING... Opinnäytetyö... Kaukolämmön... Microsoft Excel... FI 14:07

Liite 10

Rönnynkylä

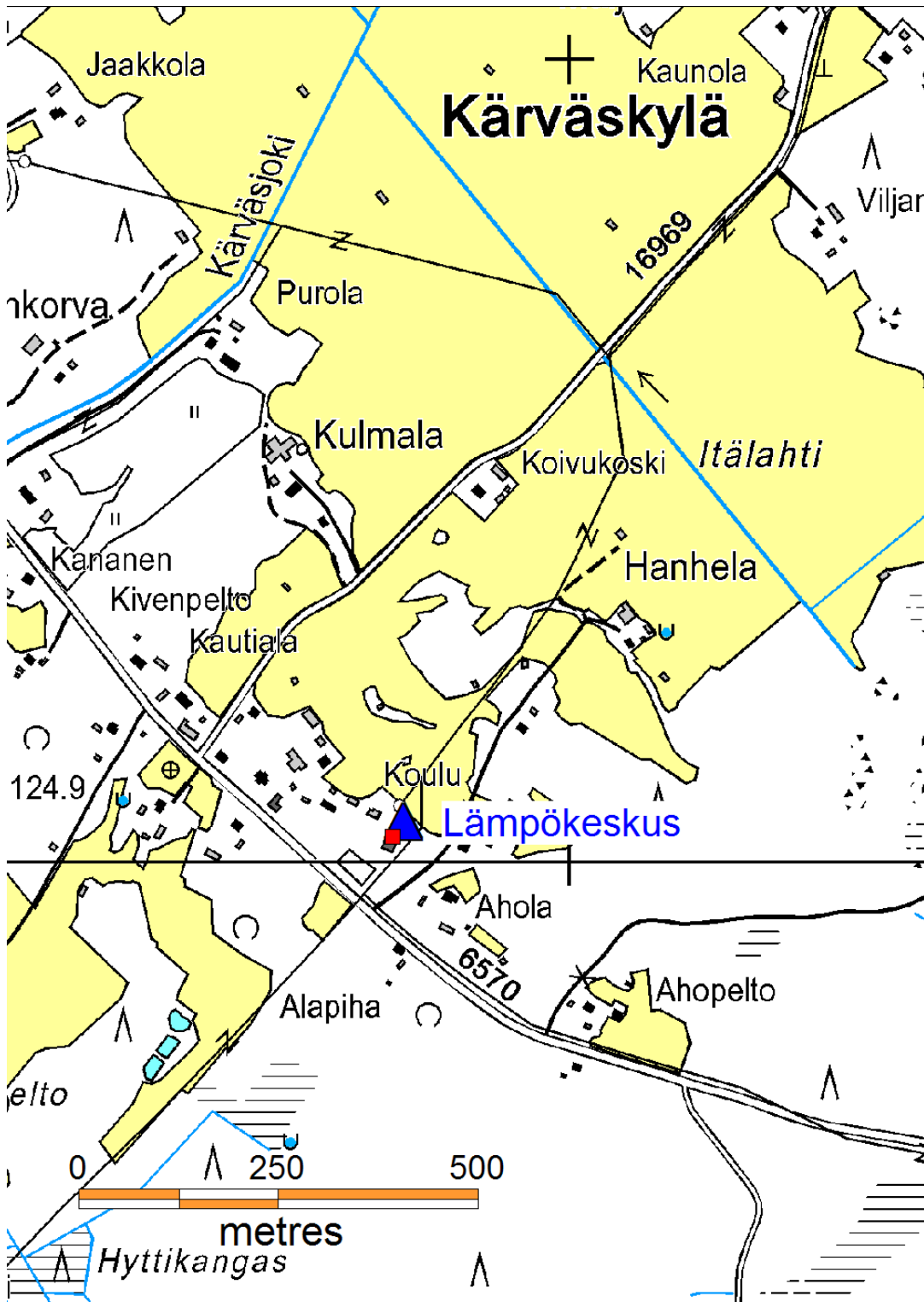
© Maanmittauslaitos, 2011



Liite 11

Kärväskylä

© Maanmittauslaitos, 2011



Liite 12

Ilosjoki

© Maanmittauslaitos, 2011



Liite 13

Liitonjoki

© Maanmittauslaitos, 2011

