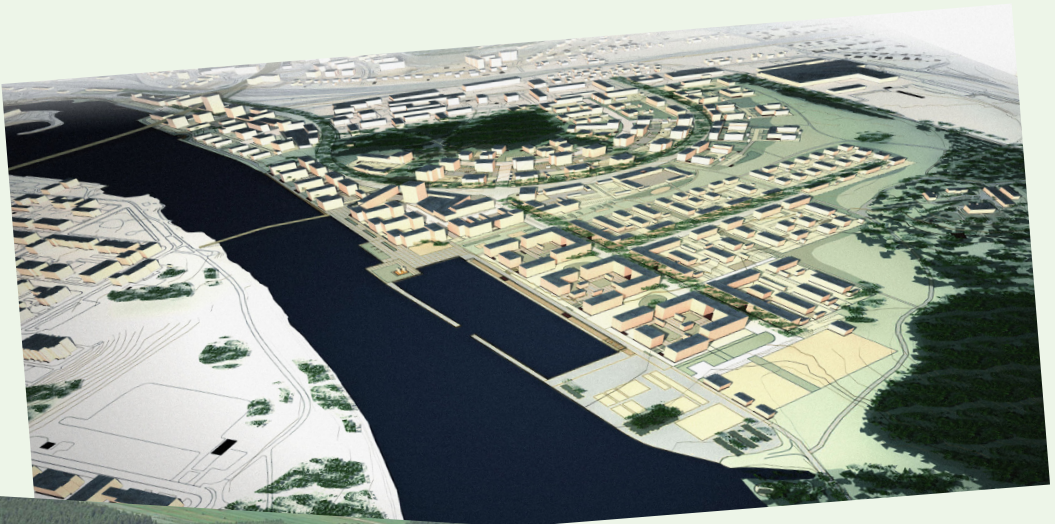


LÄHILÄMPÖRATKAISUT MATALAENERGIARAKENTAMISESSA



Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisu B:22

LÄHILÄMPÖRATKAISUT MATALAENERGIARAKENTAMISESSA

Asko Puhakka & Sini Makkonen (toim.)

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Joensuu 2011

| | |
|---------------------|---|
| Julkaisusarja | B:22 |
| Vastaava toimittaja | Dos. YTT Anna Liisa Westman |
| Toimittajat | HTM Asko Puhakka MMM Sini Makkonen |
| Kannen kuvat | Arkkitehdit Anttila & Rusanen Oy ja Oulun yliopisto |
| Taitto | MMM Sini Makkonen |

ISBN

978-951-604-127-1 (painettu)

978-951-604-128-8 (verkkojulkaisu)

ISSN

1797-3821 (painettu)

1797-383X (verkkojulkaisu)

Painopaikka ja vuosi Kopijyvä Oy, Joensuu 2011

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO JA TAUSTA | 11 |
| 2 LÄMPÖHUOLLON PERUSTEET JA LÄMPÖLIIKETOIMINTAMALLIT | 15 |
| 2.1 Lämpö energiatuotteena ja sopimuksen kohteena | 18 |
| 2.2 Lämpölaitos erityisinvestointina | 18 |
| 3 KONTIOLAHDEN SUUTELAN ALUEEN ENERGIARATKAISUT | 21 |
| 3.1 Lämmitysjärjestelmien kannattavuuslaskennan taustaa | 22 |
| 3.2 Suutelan eteläisen alueen aluelämpöverkoston mitoitus | 23 |
| 3.3 Pohjoisen alueen ratkaisut | 25 |
| 3.3.1 Pienverkkoratkaisut | 26 |
| 3.3.2 Pohdintaa pienverkkoratkaisusta | 31 |
| 3.3.3 Uusiutuviin energialähteisiin pohjautuvat pientaloratkaisut | 33 |
| 3.3.4 Sähkölämmitykseen pohjautuvat pientaloratkaisut | 37 |
| 3.3.5 Pohdintaa pientaloratkaisuista | 40 |
| 3.4 Yhteenveto | 41 |
| 4 JOENSUUN PENTTILÄNRANNAN ENERGIAHUOLTORATKAISUT | 43 |
| 4.1 Penttilänrannan ominaispiirteet | 44 |
| 4.2 Selvityksen tavoitteet ja rajaukset | 45 |
| 4.3 Penttilänrannan energiankulutus ja energialähteet | 45 |
| 4.3.1 Rakennusten lämpöenergiankulutus ja huipputehontarve | 45 |
| 4.3.2 Penttilänrannan lähialueen lämpökuormat ja energiapotentiaali | 48 |
| 4.4 Potentiaaliset lämmitysratkaisut | 49 |
| 4.4.1 Hakelämpölaitos | 49 |
| 4.4.2 Pien-CHP-laitos | 50 |
| 4.4.3 Keskitetty lämpöpumppulaitos | 50 |
| 4.4.4 Hajautetut kiinteistökohtaiset lämpöpumput | 51 |
| 4.4.5 Keskitetty CHP | 51 |
| 4.5 Lämpötuotantovaihtoehtojen hiilijalanjäljet | 51 |
| 4.6 Elinkaarikustannukset | 53 |
| 4.7 Yhteenveto | 55 |

5 KAAVOITUS JA ALUEEN

ENERGIAHUOLLON SUUNNITTELU 57

| | |
|--|----|
| 5.1 Yleistä | 57 |
| 5.2 Pilottialueet | 59 |
| 5.2.1 Kontiolahden Lehmo | 59 |
| 5.2.2 Pudasjärven matalaenergia -hirsitalokortteli | 59 |
| 5.2.3 Vihannin Sauvonmäki | 60 |
| 5.2.4 Iin Vihreä kortteli | 61 |
| 5.3 Muu hankkeeseen liittyvä toiminta | 61 |
| 5.3.1 Energiatehokas rakennussuunnittelu -koulutus | 61 |
| 5.3.2 Energiatehokkaan rakentamisen ja puurakentamisen seminaarisarja | 61 |
| 5.4 Loppusanat | 62 |

6 RAKENNUSTEN ENERGIAHUOLTO JA

ENERGIANTUOTANTOTEKNOLOGIAT 63

| | |
|---|----|
| 6.1 Taustaa | 63 |
| 6.1.1 Yleistä | 63 |
| 6.1.2 Rakennukset ja energiankäyttö | 64 |
| 6.2 Energiatuotantoa koskevat lähitulevaisuuden velvoitteet ja tuotantotuet | 65 |
| 6.2.1 Kansalliset velvoitteet | 65 |
| 6.2.2 Tuki- ja ohjaustoimia tavoitteiden saavuttamisen edistämiseksi | 67 |
| 6.3 Rakennusten energiahuolto | 67 |
| 6.3.1 Rakennuskanta ja energia | 67 |
| 6.3.2 Rakennusten lämmitys | 69 |
| 6.3.3 Sähkön tuotanto | 70 |
| 6.4 Energiatuotantoteknologiat | 72 |
| 6.4.1 Energiantuotantoteknologian valintaa ohjaavia tekijöitä | 72 |
| 6.4.2 Hajautetulle energiantuotannolle tyypillisiä piirteitä | 72 |
| 6.4.3 Uusiutuvien energialähteiden käyttöön soveltuvat energiantuotantoteknologioita | 74 |
| 6.5 Uusien teknologioiden käyttöönottoon vaikuttavia tekijöitä | 78 |

7 SUUTELAN ALUEEN RAKENTAMISEN

SOSIO-EKONOMISET VAIKUTUKSET 81

| | |
|---|----|
| 7.1 Johdanto | 81 |
| 7.2 Aluetaloudellisen vaikutuksen muodostumisesta | 82 |
| 7.3 Lehmon Suutelan alue | 83 |
| 7.4 Uuden asuinalueen rakentamisen sosio-ekonomiset vaikutukset | 84 |
| 7.4.1 Tuotantovaikutukset Pohjois-Karjalassa | 84 |
| 7.4.2 Hankkeen työllisyysvaikutukset | 85 |
| 7.4.3 Hankkeen tulovaikutukset | 86 |
| 7.5 Yhteenveto | 87 |

8 LÄMPÖHUOLLON LIKETOIMINTAMALLEJA

SUOMESTA JA EUROOPASTA 91

| | |
|---|----|
| 8.1 Osakeyhtiö energiantuottajana | 92 |
| 8.2 Osuuskunta energiantuottajana | 93 |
| 8.3 Kuntien energiayhtiöt | 93 |
| 8.4 Uusia palveluliiketoimintamalleja | 94 |
| 8.5 Liiketoimintamalleja Euroopasta | 94 |
| 8.5.1 Bio Energie Pongau, Suuryritys ja osuuskunta yhteistyössä | 95 |
| 8.5.2 Nahwärme-malli, paikallista lämpöä yritys yhteistyömallilla | 96 |
| 8.5.3 Lämpöasiakkaiden omistama yhtiö, Toblach | 97 |

9 HANKKEEN MUUT OSATUTKIMUKSET 99

| | |
|---|-----|
| 9.1 Lämpöliiketoiminnan mahdollisuudet pientaloalueella | 99 |
| 9.2 Pientalojen lämpöratkaisut ja energiatehokkuus | 101 |
| 9.3 Lämpöyrittäjien menestymisen edellytykset kunnallisten energiaratkaisujen hankintamenettelyissä | 103 |
| 9.4 Metsähakkeen laadun huomioiminen energiantuottajan toiminnanohjauksessa | 105 |
| 9.5 Biotermiini hakkeen tuotantoketjussa | 107 |

KIRJOITTAJAT

| | |
|-----------------------|--|
| Markus Hirvonen | Projektiasiantuntija, DI, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu |
| Markku A. Karjalainen | Arkkitehti, Puurakentamisen ja puuarkkitehtuurin dosentti, TkT, Puuinfo Oy/Oulun yliopisto, Puustudio |
| Kirsti Kärkkäinen | Viestinnän asiantuntija, DI, Ideapoiju Oy |
| Raija Lankinen | Tutkimuspäällikkö, Tekn. Lis., Savonia-ammattikorkeakoulu |
| Olli Lehtonen | Tutkija, FM, Itä-Suomen yliopisto |
| Lasse Okkonen | Tuntiopettaja, FT, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu |
| Pertti Pietikäinen | Ylikonemestari, Ins., Järvi-Suomen Energiasuunnittelu Oy |
| Asko Puhakka | Lehtori, HTM, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu |

YHTEISTYÖKUMPPANIT

Joensuun kaupunki, Kontiolahden kunta, Pohjois-Karjalan Sähkö Oy, Tulikivi Oyj,
Gebwell Oy, Biowin Oy, Home Control Oy, Aatelitalo Oy, Rakennusliike H. Korhonen,
Rakennuspalvelu Mattra Oy, Mestarinikkarit Oy, Pohjois-Karjalan Ykköspuu Oy,
Taloykköset Oy

1 JOHDANTO JA TAUSTA

Kirsti Kärkkäinen, Asko Puhakka

Ilmastonmuutoksen hillintä ja päästöjen vähentämiseksi asetetut tavoitteet ovat nopeasti muuttamassa rakentamisen käytänteitä ja energiarakennusjärjestelmiä. Vähäpäästöiseen yhteiskuntaan pyrkiminen ja pääseminen edellyttävät riipeitä toimenpiteitä kaikilla yhteiskunnan tasoilla ja sektoreilla; mukaan tarvitaan kunnat, yritykset ja yksittäiset kansalaiset. Rakennusten lämmityksen muutoksilla voidaan saavuttaa 2020 mennessä n. 14 TWh säästö 2020 mennessä. (Valtioneuvosto 28/2009, 10 ja 80)

Kehityshanke on osa Tekesin Kestävä yhdyskunta ohjelmaa vuosille 2007–2011. Ohjelman tavoitteena on luoda uutta ja uudistuvaa liiketoimintaa kestävien ja energiatehokkaiden alueiden ja rakennusten suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa sekä niiden korjauksessa.

Rakennusmääräysten uudistaminen energiatehokkuuden parantamiseksi ja matalaenergiarakentamisen käytänteet ovat tulossa vallitsevaksi menettelyksi. Ympäristöministeriö on 30. maaliskuuta antanut uudet energiatehokkuutta parantavat rakentamismääräykset ja ne tulevat voimaan 1.7.2012. Rakennuksen energiakulutukselle määrätään rakennustyyppikohtainen yläraja, joka ilmaistaan ns. E-luvulla. Luvun lasekannassa huomioidaan rakennuksen käyttämän energian tuotantomuoto. Samalla uusi rakentamistapa ja pienentyvä lämmitysenergian tarve asettavat haasteita uusiutuvien energiamuotojen kannattavuudelle erityisesti pientalojen lämmitysmuotona. Keskitetyt ja Keski-Euroopassa jo käyttöön otetut muutamien kiinteistöjen yhteiset energiahuoltoratkaisut saattavat lisätä uudella tavalla kiinnostusta uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen.

Kunnat ovat entistä kiinnostuneempia huomioimaan ilmastotavoitteet erityisesti uusien alueiden suunnittelussa. Kunnilla on myös Kuntalain (Kuntal 365/1995) 1 §:n mukaisesti velvoite edistää asuinalueiden terveellisyttä, turvallisuutta ja viihtyisää elinympäristöä. Uusiutuvien energialähteiden ja uudistettavien energiatuotantotapojen hyödyntäminen alueiden energiahuollossa on kiinnostava mahdollisuus, mutta tällä hetkellä kaavoitusvaiheessa ei vielä energiaratkaisuja juurikaan huomioida. Ongelmana on, että kestävä kehitys periaatteena on saanut runsaasti huomiota, mutta julistuksenomainen tulkinta muuttuu hitaasti kestävä kehityksen periaatteen mukaiseen reaaliin. (Puhakka A., 2005, 19; Hollo 2004, 43, 81–82; Mäkinen 2004, 22.) Kuitenkin, varsinkin keskitetyt ratkaisut ja innovatiiviset muutaman rakennuksen yhteiset ratkaisut pitäisi

huomioida jo kaavan suunnitteluvaiheessa, jotta niiden toteuttaminen olisi mahdollista ja taloudellisesti järkevää. Kuntien viranomaisilta, kaavoittajilta ja rakennusvalvonnalta, puuttuu edelleen käytänteitä ja työkaluja rakentajien ohjaukseen lämmitysjärjestelmän valinnassa.

Sähkömarkkinoilla tapahtuneen muutoksen, sähkön hinnan nousun, päästökaupan valmisteilla olevien takuuhintajärjestelmien sekä hajautetun energiantuotannon teknologioiden kehittymisen myötä myös energiayhtiöiden kiinnostus hajautettuun, pienempiin alueen energiaratkaisuihin on nopeasti lisääntynyt. Uudet alueet saattavat tarjota mahdollisuuden pienen kokoluokan yhdistetylle lämmön- ja sähkön tuotantolaitoksille, CHP-laitoksille.

Tekniikan ratkaisujen ja mitoituksen alueella haasteelliseksi muodostuu sähkön tuotannon ohessa syntyvän lämmön kaupallinen tai tuotannollinen hyödyntäminen. Ilman lämmön myyntiä pelkkä sähkön tuotanto ei ole mahdollisesta takuuhinnasta tai syöttötariffista huolimatta kannattavaa. Tyypillisesti kaupunkien läheisyyteen rakentuvat asuintaajamat ovat niin väljästi rakennettuja, että yhteisen lähilämmön tai laajemman kaukolämmön tuotanto ei ole taloudellisesti kannattavaa. Jos tavoitteena on sähkön tuotanto, niin mitoituksen haasteet kasvavat merkittävästi ja kannattavuuden rajat jäävät todennäköisesti saavuttamatta.

Lähilämpöratkaisut matalaenergiarakentamisessa – hankkeessa selvitettiin teknisiä ja taloudellisia mahdollisuuksia toteuttaa aluelämpöratkaisuja ja selvittää sähkön tuotannon mahdollisuutta kahden erikokoisen ja – tyyppisen asuinalueen kiinteistöjen energiahuollossa. Kontiolahden Suutelan alue on pienehkö, lähitaajamatyyppinen pientalo- ja rivitalovaltainen asuinalue lähes maaseutumaisessa elinympäristössä. Alue jakautuu kahteen erityyppiseen rakennusalueeseen, joista ns. pohjoinen osa on pientalojen, paritalojen ja rivitalojen aluetta. Pientalojen tontit ovat reilun kookkaita, n. 1000 m². Lämpöhuollon kannalta tämä tarkoittaa sitä, että yhteisen lämmönjakoverkoston rakentaminen ja ylläpito on huomattavan kallista. Erityistä haastetta kannattavuudelle asettaa matalaenergiarakentamisen tavoite – kunta määrittä Suutelan alueen rakentamisen ohjeistuksessaan, että rakennusten energiakulutus tulee olla energiatehokkuusluokituksen mukaisesti B-luokkaa, ominaiskulutus 41,4 kwh/m³. Perinteinen kaukolämpötekniikka ei ole tämän tason rakennustiheydellä kannattavaa. Tutkimushankkeessa selvitettiin myös kiinteistöryhmien yhteisten ns. lähilämpöratkaisujen toteutettavuutta sekä lämpöverkon kannattavuutta edullisemmillä matalalämpöteknikoilla.

Suutelan toinen suunnittelualue on tiiviimmän rakentamisen alue, ns. eteläinen alue, jonka rakennusmassa koostuu pienkerrostaloista, rivitaloista sekä palvelukiinteistöistä. Rakennustilavuutta tällä alueella on merkittävästi enemmän ja näin ollen aluelämpöratkaisun toteuttaminen on taloudellisesti kannattavampaa.

Hankkeen toisena kohdealueena oli Joensuun ydinkeskustan vieressä sijaitseva Penttilänrannan alue, johon muodostuu tiivis asuinalue noin 3000 asukkaalle. Rakennuskanta tulee olemaan pääasiassa kerrostaloja sekä osaltaan ketjutaloja ja palvelualan kiinteistöjä. Tällä alueella kaukolämpö on selkeä perusratkaisu. Tutkimushankkeen tavoitteena oli selvittää eri lämmöntuotannon vaihtoehdot ko. alueelle sekä mahdollinen sähkön yhteistuotanto lämmöntuotannon ohessa. Penttilänrannan alueen haasteena on rakentamisen ajoittuminen usean vuoden ajanjaksolle, jopa 25 vuoden ajalle. Tämä merkitsee sitä, että mittavaa yhteistuotannon, siis lämmön ja sähkön yhteistuotantoon tarkoitettua CHP-laitosta, ei liene kannattavaa ensi vaiheessa investoida. Laitos pitäisi saada tehokkaaseen tuotantokäyttöön heti valmistuessaan ja Penttilänrannan tapauksessa lämpökuorma kehittyvä vasta pitkällä aikavälillä. Lisäksi matalaenergiarakentaminen asettaa omat haasteensa riittävän lämpökuorman aikaansaamiseksi. Hankkeen tutkimustehtäväksi muodostui lämmön tuotannon teknistaloudellisten vaihtoehtojen selvittäminen puuenergiaan

tai vieressä sijaitsevan Kuhasalon jätevedenpuhdistamon hyödyntämättömiin energiavirtoihin. Kolmas vaihtoehto on liittää Penttilänrannan alue kantakaupungissakin käytössä olevaan kaukolämpöverkkoon ilman Penttilänrannan alueen omaa energiantuotantoa.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto toteutti tutkimushankkeessa energiantuotannon teknisten vaihtoehtojen kartoituksen ja nämä tulokset on esitelty tarkemmin luvussa 6.

Oulun yliopisto toteutti hankkeessa Suutelan alueen kaavoituksen ensimmäisen kehitysvaiheen, jossa laadittiin alueelle jatkosuunnittelun pohjaksi kaavoituksen perusrakenne ja tässä yhteydessä toteutettiin laaja kuulemismenettely paikkakunnan asukkaille, rakennusliikkeille ja potentiaalisille rakentajaperheille. Tilaisuudet olivat suosittuja ja palautetta kaavoituksesta saatiin suoraan eri toimijoille. Vuorovaikutteisuus rakennusalueen suunnittelussa on avainsana niin Kontiolahdella kuin muillakin kohdealueilla. Kontiolahden tyyppisessä pienehkössä kunnassa ja kohdealueen ollessa tiivis yksi rakennusalue, on suora palaute ja vuorovaikutus helpommin mahdollista. Kontiolahdella asemakaava kehittyi hankkeen aikana merkittävästi; tiivis, lähes kaupunkityyppinen suunnittelu muuttui väljemmäksi asuinalueeksi.

Joensuun Penttilänrannan kaavaehdotusta on viimeistely lokakuusta 2010 lähtien yhteistyössä ensimmäisen rakennusvaiheen toteutukseen osallistuvien rakennusliikkeiden kanssa. Kumppanuuskaavoitusta toteutettiin Joensuussa ensimmäistä kertaa. Rakennusliikkeet ovat suunnitelleet omia kohteitaan samanaikaisesti kaavan viimeistelyn kanssa. Kaavaehdotuksessa on huomioitu suunnittelun aikana esiin nousseita tarpeita ja etsitty ratkaisuja, jotka mahdollistavat alueen toteuttamisen laadukkaasti ilman rakentamiselle aiheutuvia ylimääräisiä haasteita tai kustannuksia. Esimerkiksi piha-alueita ja asumispalveluja mm. jätehuolto, leikki- ja oleskelualueita sekä autojen pysäköintijärjestelyjä voidaan tehdä vierekkäisten tonttien ja kortteleiden yhteisinä.

Alueellisen rakennussuunnittelun ja lämmöntuotantoratkaisujen haasteena on löytää malleja ja arviointityökaluja eri vaihtoehtojen aluekohtaiseen vertailuun, koska pienentynyt kiinteistökohtainen lämmöntarve asettaa entistä suurempia haasteita optimaaliselle verkonsuunnittelulle. Tällä hetkellä tämän kokoluokan teknologisia ratkaisuja etsitään joka puolella maailmaa ja markkinoille tulee tilaa myös uudentyyppiselle liiketoiminnalle.

Rakentajien ohjauksessa voidaan alueen suunnittelulla ja rakennusvalvonnan neuvonnalla vaikuttaa paljon. Energiatehokkuuden, matalaenergiarakentamisen ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen vaatii kuitenkin myös suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden motivoimista ja osamisen parantamista. Merkittävä osa hankkeen toimintaa oli tulevien rakennuskohteiden kaavoituksen vuorovaikutteinen käsittely yhdessä viranomaisten, suunnittelijoiden, rakentajien ja lähialueen asukkaiden kanssa. Kaavoituksessa ja siihen perustuvassa rakentamisen ohjauksessa ratkaistaan asuinalueen yleisilmettä, rakentamistiiviyttä, rakennusten sijoittamista ja ulkoasua koskevia seikkoja unohtamatta liikkumista ja tarvittavien palvelujen järjestämistä. Uusi Maankäyttö- ja rakennuslaki antaa mahdollisuuden myös energiaratkaisun ohjaukseen – tavoitteena on uusiutuvan energian käytön edistäminen. (MRL 132/1999 ja täyd. 1129/2008) 57 a §.

Asemakaavassa voidaan antaa määräys rakennuksen liittämistä kaukolämpöverkkoon, jos määräys on tarpeen energian tehokkaan ja kestävä käytön, ilman tavoiteltavan laadun taikka asemakaavan muiden tavoitteiden kannalta. Määräystä sovelletaan rakennukseen, jonka rakennuslupaa haettaessa kaukolämpöverkko on toteutettu siten, että siihen liittyminen on mahdollista rakennuspaikan välittömässä läheisyydessä.

Hankkeen keskeisenä tavoitteena on ollut kehittää matalaenergiarakentamiseen perustuvaan aluerakentamiseen kustannustehokkaita uusiutuviin energialähteisiin perustuvia energiantuotantoratkaisuja ja liiketoimintamalleja sekä näitä tukevia suunnittelumenetelmiä ja – työkaluja koko suunnitteluprosessille kaavoituksesta alueen toteutukseen.

Huolellinen suunnittelu, matalaenergiarakentaminen ja energiankäytön ohjaus- ja seurantajärjestelmät varmistavat rakennusten mahdollisimman pienen energian ominaiskulutuksen. Kokonaisuutena kyse on laadukkaasta rakentamisesta, jossa kaikkien rakennushankkeeseen liittyvien osapuolien on toimittava laadukkaasti. (Kilpeläinen ym. 2006, 7). Laadukas rakentaminen koskee yhtä lailla pientalorakentajaa kuin ammattimaista rakennusliikettä tai suurta rakentamisen ammattikonsernia. Laadukas rakentaminen on hyvää suunnittelua, materiaalien ja laitteiden valintaa ja hyvää työn sekä toteutuksen jälkeä, rakentamisen jälkeistä rakennuksen käyttövaihetta huoltotöineen unohtamatta.

Hanke on kytkeytynyt läheisesti Moderni Puukaupunki – hankkeeseen (1997–2013) sekä osaa-
miskeskusohjelmiin, joissa Asumisen energiajärjestelmät ovat sekä Asumisen- ja Energia-OSKEN yhteisenä painopistealueena Itä-Suomessa.

Hankkeessa oli mukana kaksi kuntaa, Joensuu ja Kontiolahti, jotka hakivat pilot-alueiden toteutukseen uusinta tietoa ja ulkopuolista näkökulmaa tutkimushankkeen kautta. Pilot-alueiden suunnitteluun hanke on tuottanut uutta tietoa ja myös sellaisten vaihtoehtojen selvittämistä, mikä olisi ilman hanketta todennäköisesti jäänyt tekemättä. Hankkeeseen osallistuneille yrityksille tarjottiin mahdollisuus seurata alueiden suunnittelua jo kaavoitusvaiheessa. Tiedon hyödyntäminen oman yrityksen tuotteiden, palvelujen tai liiketoiminnan kehittämiseen näkyy vasta myöhemmin ja konkreettinen alueiden toteuttaminen vasta näyttää miten hyvin yritykset pystyvät hyödyntämään etulyöntiasemansa.

LÄHTEET

Hollo, E.J. 2004. Ympäristönsuojelu- ja luonnonsuojeluoikeus. Helsinki: WSOY.

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 2003. Yhteenveto energiansäästöryhmän mietinnöistä saaduista lausunnoista. Työryhmä- ja toimikuntaraportteja 4/2003. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö.

Kuntalaki 365/1995.

Kuusiniemi K., Ekroos A., Kumpula A., Vihervuori P. 2001. Ympäristöoikeus. Helsinki: WSOY.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 täyd. 1129/2008

Mäkinen, E. 2004. Oikeudellinen kontrolli kunnan ympäristöasioissa. Tampere: Finpublishers.

Valtioneuvosto. 2009. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 2009:28. Helsinki: Valtioneuvosto.

2 LÄMPÖHUOLLON PERUSTEET JA LÄMPÖLIIKETOIMINTAMALLIT

Asko Puhakka

Suomessa on 90-luvulla yleistynyt yrittäjyyteen perustuva lämmöntuotantotoiminta, josta voidaan käyttää termiä lämpöliiketoiminta tai lämpöyrittäjätoiminta. Toiminnan alkuvaiheessa yrittäjät hankkivat kokemuksia tuottamalla lämpöä paikallisten koulujen tai vastaavien tyypillisesti kuntien omistamien kiinteistöjen käyttöön. Alkuvaiheessa toiminta keskittyi yksittäisten kiinteistöjen lämpöhuoltoon, polttoainetoimituksiin tai lämpölaitoksen käytön valvontaan ja hoitoon. Liiketoiminnan kannalta pienet käyttökohteet merkitsivät huomattavan rajallista tulonmuodostusta. Kyse oli muutamien kymmenien tuhansien eurojen liikevaihdosta. Nykytilanteessa lämpöyrittäjät ovat valmiita investoimaan lämpölaitoksiin ja myös lämmönjakeluverkkoihin. Vuoden 2009 lopussa Suomessa oli toiminnassa ainakin 455 lämpöyrittäjien hoitamaa lämpölaitosta. Aluelämpölaitoksia näistä on 29 %, muut olivat kiinteistölämpökeskuksia, joista vajaa puolet koulukiinteistöjä ja reilu neljäsosa yksityisiä kiinteistöjä (Solmio & Alanen 2010, 1).

Käytännössä asiakas voi ostaa kiinteistön, kiinteistöryhmän tai vaikka koko kuntataajaman lämmityksen kaukolämmön tapaisena palveluna (Puhakka, 2005 22; Ojaniemi 2003, 112). Aluelämmitys tarkoittaa kaukolämpöverkkoa pienempää verkkoa, jossa liittyjiä ovat tyypillisesti muutama suurkiinteistö tai pienehkö kuntataajama. Paikallisella lämmöntuotannolla on myönteinen vaikutus aluetalouteen, yritystoimintaan ja puun käytön edistymisen kautta myös metsien hoitoon. Paikallisesti tuotetulla lämmöllä voidaan taata lämpöhuollon toimintavarmuus, säästöjä energiainvestoinneissa ja toiminnallisissa kustannuksissa, puuenergian tarjoamat kustannusedut verrattuna öljyyn. Konkreettista tulosta tuovat paikallinen myönteinen työllistyvyys ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien mahdollistuminen sekä jo investoidun konekapasiteetin tehokas hyödyntäminen. Lisäksi etua tuo myönteiset ympäristövaikutukset sekä myönteinen aluetalouden kehittyminen sekä suoralla tulomuodostuksella että välillisillä talousvaikutuksilla. (Okkonen & Suhonen 2010, 2.)

Alueellinen energiahuolto voidaan toteuttaa kustannustehokkaana liiketoimintamuotona, jossa kilpailuvoimaa vahvistetaan yhdistämällä paikallisten yritysten palveluita ja hyödykkeitä; mm. raaka-ainetta, huoltopalveluja, valvonta- ja yläpitopalveluja jne. Myönteistä suhtautumista lämpöhuollon paikalliseen toteutukseen perustavana voi edistää myös yrityksen omistajuuden läheisyys.

Lämpöliiketoimintaa voidaan harjoittaa monella vaihtoehtoisella liiketoimintamallilla. Lämpöhuollon liiketoimintamallit voidaan jakaa lämmöntuotantolaitoksen ja lämmön jakelujärjestelmien omistajuuden perusteella vaihtoehtoisiin investointimalleihin. Toinen tarkastelunäkökulma on liiketoiminnan harjoittamisen toteutusvaihtoehdot eri yritysmuotojen kesken. (Okkonen & Suhonen 2010, 2.)

Lämpöhuollon investointien pisimmälle ulkoistettu toimintamalli on, että asiakkaasta riippumaton, ulkopuolinen yrittäjä investoi ja omistaa lämpölaitoksen, lämmönjakoverkoston ja vastaa laitokseen tarvittavan raaka-aineen hankinnasta sekä lämpölaitoksen ylläpidosta. Tällöin yrittäjä myy lämpöä asiakkaalle kokonaispalveluna ja tuotettu lämpö hinnoitellaan energiakulutuksen osalta €/MWh. Asiakkaan kokonaiskustannukset muodostuvat liittymismaksusta, mitoitusperusteisesta perusmaksusta ja kulutukseen perustuvasta energiamaksusta. (Puhakka 2005, 22.)

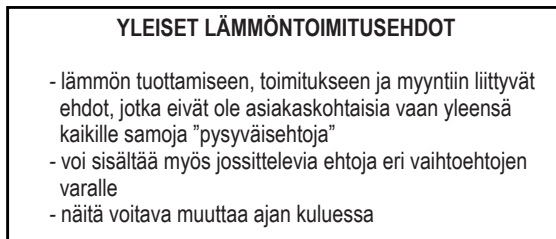
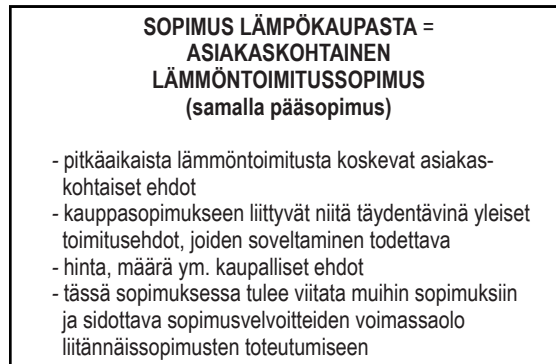
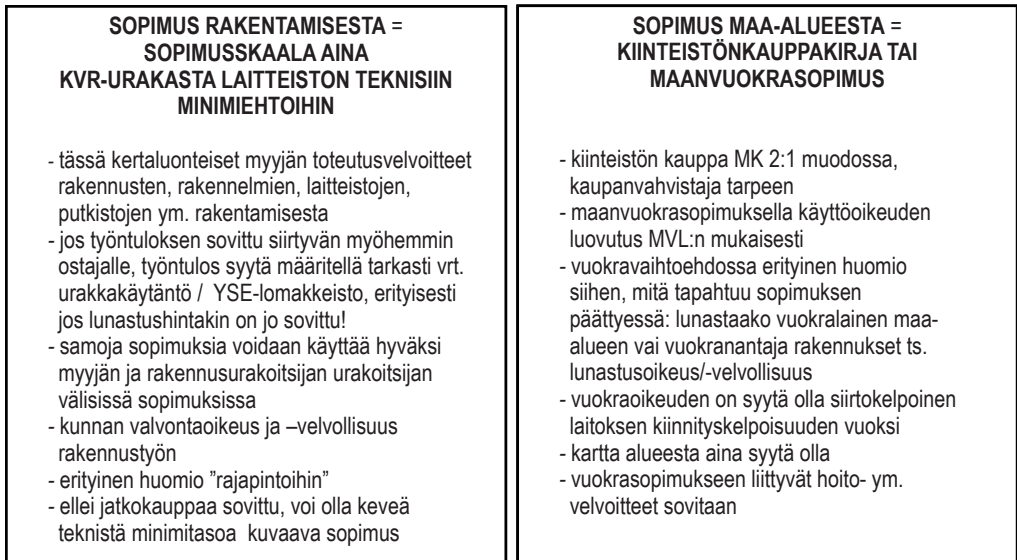
Toinen perusvaihtoehto on, että lämpölaitoksen ja lämmönjakojärjestelmän omistaa kunta tai asiakasyritys, ja lämpöyrittäjä vastaa laitoksen raaka-aineen hankinnasta sekä laitoksen teknisestä ylläpidosta. Tässä tapauksessa kunta tai muu laitoksen investoija kantaa toiminnasta suurimman taloudellisen riskin ja lämmöntuotantosopimus yrittäjien suunnasta on vastuullisuudeltaan merkittävästi rajallisempi. (Okkonen & Suhonen 2010, 6.)

Sopimuksellisia sidosryhmiä lämpöliiketoiminnassa ovat kunta tai vastaavat yritysasiakkaat ns. tukkulämmön ostajina, kiinteistöjen omistajat tai haltijat yksityis- tai yritysasiakkaina ja lämmön tuotantopalvelusta vastaavat lämpöyrittäjät. Lämpöyrittäjätoimintaan liittyviä sopimusosapuolia ovat lisäksi energiaraaka-aineen toimittajat, laitetekniikan toimittajat sekä useat eri alihankintapalvelua tarjoavat toimijat.

Myytävä lämpöenergia voi olla tukkulämpöä tai kuluttajalämpöä. Tukkulämmön toimittaminen tarkoittaa lämmön tuottamista kokonaispalveluna suurasiakkaalle, kunnalle, kunnan kiinteistöyhtiölle tai vastaavalle suurkiinteistölle. Kuluttajalämpö tarkoittaa lämmön toimittamista kuluttajasiakkaalle omaan laskutukseen perustuen. Tukkulämmössä lämmön toimittajan (-tuottajan) ja asiakkaan kaupallinen suhde on kahden yrityksen välinen kaupallinen suhde. Tällöin kaupan ehdoissa, siis lämmöntoimitussopimuksessa määritetään toimituksen tekniset ja kaupalliset vaatimukset. Kuluttajalämmön toimittamisessa huomattavin ero muodostuu pienkuluttajaa suojaavasta lainsäädännöstä, jolla yksittäisen pienkuluttajan oikeusturvaa on parannettu suhteessa suureen toimittajayritykseen. Lisäksi kuluttajalainsäädännössä on erityissäätelyä mahdollisten maksuhäiriötilanteiden ratkaisuihin. Kaukolämpöpalvelujen tarjonnassa ja hinnoittelussa tulee huomioida laki kilpailunrajoituksista (Kilpailunrajoituslaki 480/1992) ja erityisesti 30.4.2004 lakiin tehdyt muutokset § 5, joissa korostuu yhteistuotannon kustannustehokkuuden hyödyn siirtäminen asiakkaille. (Puhakka 2005, 45–46.) Määrävässäkin markkina-asemassa, jota kiinteä lämpöverkko edustaa, on hinnoittelussa huomioitava tasapuolisuuden ja kohtuullisuusveloite.

Lämmöntoimitussopimus on asiakirja, joka määrittelee lämmöntuottajan ja ostajan välillä kaikki keskeisimmät asiat. Sopimuksessa on pyrittävä löytämään tasapaino tuottajan ja ostajan sekä mahdollisesti myös laitoksen omistajan välillä, muutoin toiminnan jatkuvuus on uhattuna (Puhakka ym. 2001, 32). Lämmöntoimitussopimuksen rinnalla on syytä laatia erilliset sopimukset laitoksen rakennuspaikan omistus- tai vuokrasopimuksesta sekä laitoksen ja verkoston rakentamisesta. Lämpöliiketoiminnan sopimuksilla hallitaan toiminnan laatua, kustannuksia, toimitusten täsmällisyyttä ja mikä merkittävintä – sopimuksilla määritellään menettely- ja ratkaisutavat mahdollisiin ongelmatilanteisiin (kuvio 2.1.).

Kuvio 2.1. Aluelämpösopimusten sopimusrakenne (Savolainen).



2.1 LÄMPÖ ENERGIATUOTTEENA JA SOPIMUKSEN KOHTEENA

Kaukolämpö poikkeaa monella tavalla tavanomaisista teollisista tai kulutustuotteista ja se tuo omat vaikutuksensa lämmön tuotannon ratkaisuvaihtoehtoihin, hinnoitteluun ja kaupankäyntiin. Kaukolämmöllä on hyvin yleisesti vain yksi myyjä eli lämmöntuottaja, joka sitoutuu pitkäksi ajaksi lämmön toimitukseen sekä pitämään yllä mitoitusulkolämpötilaa vastaavaa hankinta- ja siirtokapasiteettia. Lämmönjakelun kustannukset sisällytetään yleisesti lämmön hintaan. Ongelmallista lämpöliiketoiminnassa on, että kaukolämmön ajallinen varastointi on vaikeaa (käytännössä mahdotonta) ja kysynnän vuotuinen vaihtelu voi olla suurta. Lisäksi esim. raaka-ainehuollon kustannukset voivat nousta huomattavasti polttoaineiden hintakehityksen tai yhteiskunnallisen sääntelyn vuoksi.

Lämpösopimus on tietyllä tavalla lämmöntuotannon, lämmön toimittamisen ja lämpöhuollon hallittua riskien määrittelyä ja jakamista. Hyvä sopimus edellyttää, että riskin jakaminen on kohtuullisen tasapuolista ja mahdollisimman hyvin hallittua. Verrattaessa puupohjaiseen raaka-aineeseen perustuvaa energiahuoltoa vaihtoehtona öljyn tai maakaasun käyttöön, puu suhteellisen matala- ja vakaahintaisena polttoaineena tarjoaa asiakkaalle matalampaa riskitasoa hinnan kehitymisessä. (Puhakka 2005, 40; Ojala 2000, 138.)

Lämmöntuotannon liiketoiminnassa sopimusta laadittaessa on huomioitava talouteen vahvasti vaikuttavia ulkoisia riskejä, joita ovat esimerkiksi lämmöntuotannon polttoaineiden hintakehitys ja myös vaihtoehtoisten energiamuotojen hintakehitys. Polttoaineiden hintakehityksen riskiä voidaan pyrkiä hallitsemaan suunnittelemalla lämpölaitos teknisesti käyttämään vaihtoehtoisia polttoainemuotoja ja sillä, että sopimuksen pohjana käytetään laajemmin vaihtoehtoisten polttoaineiden hintakehitystä kuvaavaa hintaindeksiä. Sopimusta laadittaessa tulee tukeutua riskianalyysiin, jonka avulla arvioidaan niitä riskejä, joiden hallintaan voidaan sopimuksella vaikuttaa tai jotka sitten jäävät katettavaksi muilla keinoilla. Osa riskeistä voi jäädä kannettavaksi sellaisenaan ilman suojaustoimenpiteitä.

Oikeudellisesti riskeihin suhtaudutaan kahdella periaatteellisella lähestymistavalla. Riski jakaantuu sen mukaan, missä se todellisuudessa realisoituu. Lähtökohtana on sopimuksen täyttämisen määrittely sovitun mukaisesti, siis se osapuoli johon haitalliset seuraukset kohdistuvat myös kärsii riskistä lopullisesti. Lämmöntuotantoon liittyen voidaan käyttää esimerkiksi hakkeen kuljetuksessa tarvittavien polttoaineiden hinnannousua. Jos lämpöyrittäjä on tehnyt tarjouksen raaka-aineen toimittamisesta tietyn ajan tietyllä hinnalla, niin yrittäjä kantaa vastuun hinnan muutoksesta (Puhakka 2005, 52, 60; Solmio, Puhakka & Paukkunen 2005, 44–45).

2.2 LÄMPÖLAITOS ERITYISINVESTOINTINA

Lämpölaitoksen hankinta ja rakentaminen on hankkeen kaikille osapuolille erittäin merkittävä investointi. Esimerkinomainen 1 MW:n lämpölaitoksen hinta on lämmöntuotantotekniikasta, sijoituspaikasta ja raaka-aineen varastointiratkaisuista riippuen 0,7- 1,2 milj. euron suuruusluokkaa. Investoinnin ja laitoksen hankinnan lisäksi samassa hankintapäätöksessä päätetään myös raaka-aineen toimitussopimuksesta ja lämmöntuotantopalvelusta tyypillisesti yli kymmenen vuoden ajalle. Näissä tapauksissa voidaan perustellusti puhua erityisinvestoinnin käsitteestä, jonka toinen sopimusosapuoli toteuttaa luottaen yhteistyön jatkuvuuteen. Tällöin sopimuksen seikkaperäisyys

ja suojautuminen toisen osapuolen opportunistiselta käyttäytymiseltä tulee huomioida erityisen tarkasti.¹ (Määttä 1998, 63; Puhakka 2005, 60.)

Lämpölaitos on hyvin tyypillisesti edellä kuvattu erityisinvestointi. Varsinkin jos laitoksen rakennustekniikka on sellainen, että laitos on kiinteä ja juuri kyseistä käyttöpaikkaa varten rakennettu. Vaarana tällaisessa tilanteessa on ns. vedätysongelman syntyminen, jossa sopimuksen toinen osapuoli joutuu sopimuksen solmimisen jälkeen hyväksymään itselleen epäedullisia ehtoja, koska ei voi peräytyä sopimuksesta erityisinvestointiin sijoitettujen kustannusten vuoksi.² Vedätysongelma voi kunnallisten energiaratkaisujen yhteydessä tulla esille kumman tahansa osapuolen toimesta. Osaltaan riskiä voidaan hallita toteuttamalla lämpölaitos sellaisella tekniikalla joka on siirrettävissä toiseen käyttökohteeseen. Käytännössä laitosten kokoluokan kasvaessa tämäkään vaihtoehto ei ole mahdollinen; siirrettävyyksivaatimus rajoittaa laitetekniikan valintaa kohtuuttomasti ja investoinnin taloudellinen hyödynnettävyys käytettynä laitteistona on kovin alhainen. (Puhakka 2005, 60.)

LÄHTEET:

Määttä, K. 1998. Epätäydellinen sopimus. Teoksessa Kanninen, V., Määttä, K., (toim.) Näkökulmia oikeus-taloustieteeseen, osa 2. Helsinki: Lakimiesliiton kustannus, 55-79.

Määttä, K. 2004. Uusi kilpailunrajoituslaki. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Ojala, K. 2000. Kestävän yhdyskunnan käsikirja. Helsinki: KL-kustannus.

Ojaniemi, A. 2003. Kiinteistökohtainen lämmöntuotanto- ja jakelu, kaukolämmön tuotanto ja jakelu. Teoksessa Knuutila, K. (toim.) Puuenergia. Jyväskylä: Jyväskylän teknologia-keskus.

Okkonen, L. & Suhonen, N. 2010. Business models of heat entrepreneurship in Finland. Energy Policy. doi:10.1016/j.enpol.2010.02.018.

Puhakka, A. 2005. Energiaratkaisujen valinnan ohjaus kunnissa. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja. Julkaisusarja A:17.

Puhakka, A., Alakangas, E., Alanen, V-M., Airaksinen, L., Soini, R., Siponen, T. & Kainulainen S. 2001 Hakelämmitysopas. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Savolainen, Markku. Asianajajatoimisto Simonen & Savolainen Oy.

Solmio, H., Puhakka, A. & Paukkunen, S. 2005. Sopimukset. Teoksessa: Kokkonen, A. & Lappalainen, I. (toim.). Hakelämmöstä yritystoimintaa. Pohjois-Karjalan ammatti-korkeakoulu, Motiva Oy, Työtehoseura. Kuopio: Offsetpaino L. Tuovinen.

Solmio, H. & Alanen, V-M. 2010. Lämpöyrittäjätoiminta vuonna 2009. TTS tutkimuksen tiedote. Luonnon-vara-ala: metsä 5/2010 (741). Työtehoseura.

1 Erityisinvestointi tarkoittaa investointia, joka palvelee ensisijaisesti tiettyä liiketoimintaa ja jota ei kovin hel-
posti voi siirtää muihin käyttötarkoituksiin.

2 Vedätysongelmasta ja erityisinvestoinneista lisää Määttä 1998, 64.

3 KONTIOLAHDEN SUUTELAN ALUEEN ENERGIARATKAISUT

Pertti Pietikäinen, Markus Hirvonen

Kontiolahden kunnassa sijaitsevan Lehmon Suutelan puukylä sijaitsee idyllisen pellon laidalla erinomaisten kulkuyhteyksien päässä niin Kontiolahdelta kuin Joensuustakin. Alueelle eteläiseen osaan rakentuu pienkerrostaloryhmiä sekä viihtyisiä rivitaloista koostuvia pihapiirejä. Alueen pohjoisosaan rakentuu pientaloja ja paritaloja. Eteläisen ja pohjoisen alueen erottaa hoidettu peltoniitty, joka tuo alueelle tunnuspiirteisen maanläheisyyden ja rauhallisuuden. Kuvassa 3.1. on esitetty Suutelan puukylän aluesuunnitelma Oulun yliopiston laatimaan alkuperäiseen suunnitelmaan pohjautuen. Jaottelu eteläiseen ja pohjoiseen alueeseen on selkeästi nähtävissä.

Lähilämpöverkot matalaenergiarakentamisessa -hankkeen tiimoilta osallistuttiin niin yksityisrakentajien kuin ammattirakentajienkin opastukseen asuinrakennusten energiahuoltoon liittyvissä kysymyksissä. Päällimmäisenä teimana oli edesauttaa lämmitysjärjestelmien valinnassa ja ohjata rakentajia valitsemaan niin kustannuksiltaan kuin ympäristövaikutuksiltaankin kestäviä ratkaisuja. Tontin ostaneille Kontiolahden kunta tarjosi lämmitysjärjestelmien mitoitus- ja kannattavuuslaskelmat tavoitteena kiinnittää rakentajien huomiota rakennusten energiankulutukseen ja energiantuotantomuotoihin.

Tässä luvussa esitetään Suutelan alueen rakentajille laadittuja laskelmia ja pohditaan saatuja tuloksia. Lisäksi esitetään aluelämpöverkon mitoituspäätöksiä ja Suutelan alueen eteläisen osan aluelämpöverkon johtoreiitit. Laskelmat on laatinut Pertti Pietikäinen Järvi-Suomen Energiasuunnittelu Oy:stä, jolla on vankka kokemus kannattavuuslaskelmien laatimisesta erilaisiin kohteisiin. Tähän esitykseen valitut laskelmat olivat Suutelan alueen rakentajien ja rakennuttajien suurimman mielenkiinnon kohteena. Tämän hetkiset energianhinnat ovat erityisesti sähköenergian osalta kohonneet merkittävästi syksyn 2010 tilanteeseen nähden. Laadittuja kannattavuuslaskelmia onkin mielenkiintoista vertailla keskenään erilaisilla energian hintatasoilla, jolloin saadaan hyvä kuva eri lämmitysjärjestelmien taloudellisen kannattavuuden kehityksestä. Tässä kappaleessa esitetyt tiedot ja hinnat pohjautuvat pitkälti hankkeen aikana kerättyyn tietovarantoon. Osaltaan tämän osion tarkoituksena on selventää lämmitysjärjestelmien kannattavuuslaskennan toteuttamista ja tuoda myös esille tämän hetkistä hintatasoa erilaisten lämmöntuotantojärjestelmiin kuuluvien komponenttien osalta. Tämän johdosta kappale sisältää paljon taulukoituja laskenta-arvoja.



Kuva 3.1. Piirros Suutelan alueen tiestöstä ja tonteista eteläisellä sekä pohjoisella alueella (Oulun yliopisto 2009).

3.1 LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN KANNATTAVUUSLASKENNAN TAUSTAA

Lämmitysjärjestelmien taloudellisen kannattavuuden arvioinnissa on huomioitava järjestelmän investointikulujen lisäksi energianlähteen ja polttoaineen hinta sekä pyrittävä arvioimaan huolto- ja ylläpitokustannukset. Näiden lisäksi järjestelmän tekninen käyttöikä vaikuttaa kannattavuuteen pitkällä aikavälillä osoittaen sen, kuinka usein järjestelmä laskennallisesti joudutaan uusimaan kokonaisuudessaan. Teknisen käyttöiän määrittäminen on kuitenkin monessa tilanteessa ongelmallista, sillä todellisuudessa järjestelmän käyttöikään vaikuttaa voimakkaasti laitteiston huollon ja ylläpidon suorittaminen. Kiinteistön tai pientalon asukas voi järjestää laitteiston huollon joko solmimalla huoltosopimuksen asiantuntevan huoltoyhtiön kanssa tai vastaavasti suorittaa itse suositellut huoltotoimet.

Lämmöntuotantokustannukset jaetaan kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteitä kustannuksia ovat vuotuiset pääomakustannukset sekä vuotuiset vakuutus- ja muut samantyyppiset maksut. Kiinteät kustannukset aiheutuvat lähes samansuuruisina joka vuosi riippumatta laitteistolla vuosittain tuotetusta lämpöenergian määrästä. Muuttuvat kustannukset sitä vastoin riippuvat tuotetusta lämpöenergian määrästä ja koostuvat tyypillisesti polttoainekustannuksista, käyttö- ja

hoitokustannuksista sekä omakäyttösähköstä. Energian keskihinta, eli kiinteistön omistajan maksama kokonaishinta muodostuu yhteensä näistä muuttuvista ja kiinteistä kustannuksista.

Vuotuiset rahoituskustannukset, eli laiteinvestointeja varten otetun mahdollisen lainan hoitokulut ja lainan lyhennykset, on selkeintä käsitellä annuiteettimenetelmää käyttäen. Annuiteettimenetelmä sopii hyvin vertailevaan investointilaskentaan, kun pääoman suuruus, korkokanta ja investoinnin poistoaika tunnetaan. Annuiteettimenetelmässä kiinteistön omistajalle aiheutuu laskennallisesti samansuuruinen lyhennyserä joka vuosi. Annuiteettimenetelmää voidaan kutsua myös tasaeräpoistoksi. Tässä kappaleessa esitetyissä laskelmissa on käytetty investointien poistoaikana 15 vuotta ja lainarahan korkokantana on käytetty 4,0 %.

Kannattavuuden tarkastelun yhtenä tärkeänä perusteena on takaisinmaksuaika (TMA). TMA ilmaisee missä ajassa kalliimpi investointi on maksanut itsensä takaisin edullisimpina käyttökustannuksina. Tämän ajan jälkeen investoinneiltaan kalliimpi lämmitysjärjestelmä alkaa tuottaa voittoa käyttökustannusten erotuksen verran vuosittain.

Toisena tärkeänä kannattavuuden perusteena on sijoitetun pääoman korko. Sijoitetun pääoman korko osoittaa, paljonko lämmitysjärjestelmään investoinut kiinteistön omistaja saa vuosittain korkoa pääomalleen. Tämä sijoitetun pääoman korko lasketaan kalliimman ja halvimmän vertailtavan järjestelmän investoinnin välirahalle.

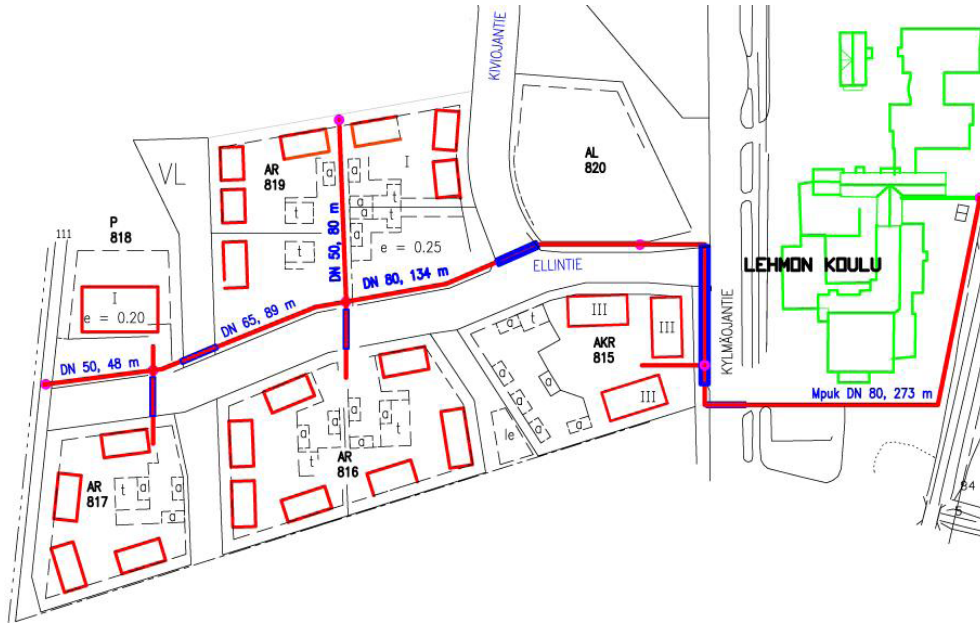
Kolmantena tärkeänä kannattavuuden mittarina voidaan pitää tuottoa. Tuotto voidaan määrittää vuositasolla vertailtavien järjestelmien edullisimmalla ja kalleimmalla polttoaineella tuotetun lämpöenergian kustannusten erotuksena.

3.2 SUUTELAN ETELÄISEN ALUEEN ALUELÄMPÖVERKOSTON MITOITUS

Suutelan alueen eteläiseen osaan on mahdollista rakentaa aluelämpöverkko, johon lämpöenergia tuotetaan alueen läheisyydessä sijaitsevalla haketta polttoaineen käytävällä lämpölaitoksella. Lämpölaitos on aiemmin rakennettu läheisen koulun lämpöenergiantuotantoon, mutta lämpökeskukseen voidaan sijoittaa myös toinen hakekattila, jolloin asuinalueen lämpöenergiantarve saataisiin täytettyä.

Aluelämpöverkoston mitoituksen perusteena toimii rakennuskohtaisesti arvioidut energiankulustasot sekä lämmöntarpeen mitoitusvahvuudet. Huipputehontarpeen sekä verkoston meno- ja paluuvien mitoitusolosuhteiden lämpötilaeron avulla voidaan määrittää kullakin johto-osuudella siirrettäväksi suunniteltu aluelämpöveden massavirta. Yhdessä massavirran ja valitun painehäviötason kanssa voidaan määrittää tarvittavan aluelämpöjohtojen läpimittat. Tyypillisesti aluelämpöjohtojen valmistajat tarjoavat mitoituslaskelmat, joista selviää maksimi massavirtaamat halutulla painehäviötasolla. Näiden taulukoiden avulla voidaan määrittää kullekin johto-osuudelle vaadittava putkikoko. Tyypillisesti aluelämpöverkoston runkojohtojen mitoituslaskelmat tehdään 100 Pa/m painehäviölle ja lyhyet talojohdot vastaavasti 200 Pa/m painehäviölle (Koskelainen ym. 2006, 156).

Kuvassa 3.2. on esitetty Suutelan eteläisen alueen aluelämpöverkoston runkojohtojen reitit, niiden pituudet ja lämpöjohtojen DN-mitat.



Kuva 3.2. Suutelan puukylän eteläisen alueen rakennuskorttelit ja aluelämpöverkon reititys (pohja-aineisto Oulun yliopisto 2009).

Johtoverkon mitoituksen pohjana oli asemakaavassa esitetyt korttelikohtaiset rakennusalat ja niiden pohjalta laaditut lämpöenergian kulutusennusteet sekä lämmityksen huipputehontarve. Kuvassa 3.2. esitettiin kortteleiden 815–820 sijoittuminen eteläiselle alueelle ja oheisessa taulukossa 3.1. on määritetty tarkemmin kyseisten kortteleiden lämpöenergian vuotuinen tarve sekä runkojohtomitoituksen pohjana toimiva lämmityksen mitoitusteho.

Taulukko 3.1. Suutelan puukylän eteläisen alueen rakennusten asunnot, lämpöenergiankulutus ja lämpöteho.

| Tyyppi | Kortteli No: | Asunnot | Lämpöenergia [MWh/a] | Lämpöteho [kW] |
|-----------------|--------------|-----------|----------------------|----------------|
| AKR* | 815 | 30 | 246 | 123 |
| AR** | 816 | 21 | 176 | 88 |
| AR | 817 | 10 | 112 | 56 |
| P*** | 818 | 1 | 37 | 19 |
| AR | 819 | 27 | 226 | 113 |
| AL**** | 820 | 0 | 0 | 0 |
| Yhteensä | | 89 | 796 | 398 |

*Asuin- ja rivitalojen kortteli, ** Rivitalokortteli, *** Päiväkoti, **** Asuin- ja liikekortteli

Rakennuskannan oletetaan olevan vuoden 2010 rakennusmääräyskokoelman energiatehokkuusluokittelujen mukaisesti B-luokkaa, jolloin lämpöenergian ominaiskulutukseksi käytettiin arvoa 41,4 kWh/m³.

3.3 POHJOISEN ALUEEN RATKAISUT

Suutelan puukylän pohjoisalueesta rakentuu pientaloista ja paritaloista koostuva väljäkö asuin-alue. Alueen väljä rakentaminen muodostaa haasteen aluelämpöverkon laajentamiselle pohjoiselle alueelle. Alhainen lämpökuorma suhteessa vaadittavan johtoverkon pituuteen ei mahdollista pohjoisen alueen liittämistä kannattavasti eteläisen alueen aluelämpöverkon piiriin. Täten eteläisen alueen lämmöntuottajalla ei ole taloudellista intressiä rakentaa verkkoa siten, että sillä lämmitettäisiin myös pohjoisen alueen väljästi rakennetun alueen rakennukset. Oheisessa kuvassa 3.3. on esitetty pohjoisen alueen rakennuskortteleiden sijoittuminen alueelle



Kuva 3.3. Suutelan puukylän pohjoisen alueen rakennuskorttelit (Oulun yliopisto 2009).

Edellä esitetyn kuvan 3.3. rakennuskortteleiden (821–829) lämpöenergiankulutusta voidaan arvioida asemakaavan korttelikohtaisten rakennusalojen perusteella ja olettamalla kiinteistöt ET-luokaltaan B-luokan rakennuksiksi. Oheisessa taulukossa 3.2. on esitetty Suutelan pohjoisen alueen rakennusten lämpöenergiankulutus sekä lämmityksen mitoitusteho.

Tarkasteltaessa pohjoisen alueen rakennustonttien sijoittumista voidaan havaita kahdessa korttelissa, 822 ja 828, olevan mahdollista harkita yhteisen lämmitysjärjestelmän toteuttamista, sillä näiden kortteleiden rakennukset sijaitsevat toistensa välittömässä läheisyydessä. Vastaavasti muissa kortteleissa rakennukset sijoittuvat jonomaisiin muodostelmiin, mikä ei tarjoa yhteisille ratkaisuille parhaita lähtökohia yhteisjärjestelmien toteuttamiseen. Niinpä korttelin 822 osalta päädyttiin tarkastelemaan yhteislämmitysjärjestelmän toteuttamista.

Taulukko 3.2. Suutelan puukylän pohjoisen alueen rakennusten asunnot, lämpöenergiankulutus ja lämpöteho.

| Typpi | Kortteli No: | Asunnot | Lämpöenergia [MWh/a] | Lämpöteho [kW] |
|-----------------|--------------|-----------|----------------------|----------------|
| AP-1* | 821 | 2 | 26 | 13 |
| AP-1 | 822 | 4 | 51 | 26 |
| AP-1 | 823 | 2 | 26 | 13 |
| AO/AP-1 | 824 | 6 | 77 | 39 |
| AO** | 825 | 3 | 39 | 19 |
| AO | 826 | 5 | 64 | 32 |
| AP2*** | 827 | 2 | 26 | 13 |
| AO | 828 | 4 | 51 | 26 |
| AO | 829 | 4 | 51 | 26 |
| Yhteensä | | 32 | 412 | 206 |

*Asuinpientaloja, max 3 asuntoa, **Erillispientaloja, ***Erillis- tai rivitaloja

3.3.1 PIENVERKKORATKAISUT

Korttelin 822 pientaloryhmän oletetaan koostuvan neljästä keskenään energiankulutukseltaan samankaltaisesta pientalosta joiden yhteenlaskettu rakennustilavuus on 1404 m³ ja vuotuinen lämpöenergiantarve 58100 kWh/a. Tähän kohteeseen vertaillaan toteutettavaksi lämpöenergian-tuotanto yhteisratkaisuna erikseen maalämpöpumpulla sekä pellettikattilan ja maalämpöpumpun yhdistelmällä. Näitä kahta pienverkon toteutusvaihtoehtoa verrataan kiinteistökohtaisiin ratkaisuihin toteutettuna suoralla sähkölämmityksellä sekä ilmalämpöpumpulla.

Pellettikattilan ja maalämpöpumpun yhdistelmään perustuvassa pienverkkoratkaisussa tuotetaan pellettikattilalla 60 % ja maalämpöpumpulla 40 % pientaloryhmän vuotuisesta lämpöenergiantarpeesta. Maalämpöpumppu lataa lämpöenergiaa pienverkon yhteiseen vesivaraajaan matalan lämpötilan alueella 25–40 °C ja pellettikattilalla varaajan lämpötila primataan yli 60 °C lämpötilaan. Pellettikattilan ja maalämpöpumpun yhteislämpöteho on 40 kW. Pellettikattilan ja maalämpöpumpun yhdistelmäratkaisussa pellettikattilan hyötysuhteeksi oletetaan 82 %, pelletin energiatiheydeksi 4700 kWh/t ja pelletin hinnaksi 200 €/t. Maalämpöpumpun lämpökerroin (COP) on 2,5 ja sähköenergian hinta 10 c/kWh. Lämmitys- ja huoltotyöhön omana työnä pelletin ja maalämmön yhteisjärjestelmässä oletetaan kuluvan 24 h vuodessa, joka on nimellishinnaltaan 15 €/h. Varaasiin kuluvaksi vuotuiseksi summaksi budjetoidaan 1,5 % investoinnista.

Maalämpöpumppuihin perustuvassa pienverkkoratkaisussa kahdella lämpöpumpulla tuotetaan 100 % pientaloryhmän vuotuisesta lämpöenergiantarpeesta. Maalämpöpumput lataavat lämpöenergiaa pienverkon yhteiseen keskusvaraajaan ja myös priimaavat varaajan yli 60 °C lämpötilaan. Maalämpöpumppujen yhteislämpöteho on 40 kW. Maalämpöpumppujen vuotuiseksi lämpökertoimeksi oletetaan 2,5 ja sähköenergian hinnaksi 10 c/kWh. Lämmitys- ja huoltotyöhön omana työnä maalämpöjärjestelmässä oletetaan kuluvan 12 h vuodessa, joka on nimellishinnaltaan 15 €/h. Varaasiin kuluvaksi vuotuiseksi summaksi budjetoidaan 1,5 % investoinnista.

Vertailujärjestelmänä toimivassa sähkölämmityksen ja ilmalämpöpumpun yhdistelmässä sähköllä tuotetaan 70 % ja ilmalämpöpumpulla 30 % rakennusten vuotuisesta lämpöenergiantarpeesta. Sähköenergian hintana käytetään 10 c/kWh ja ilmalämpöpumpun COP on 2. Varaasiin kuluvaksi vuotuiseksi summaksi budjetoidaan 1,5 % investoinnista. Sähkölämmitteisiin taloihin asenne-

taan lisäksi 300 litran lämminvesivaraaja sekä suurempi tekninen tila isompaa sähkökeskusta ja jakotukkeja varten.

Pienverkkovaihtoehdot toteutetaan siten, että talot liitetään keskuslämmitysjärjestelmään yhteensä 100 metrin neliputkijohdolla. Jokaiselle neljälle kiinteistölle johdettava erillishaara varustetaan energianmittauksella. 100 metrin mittaisen neliputkijohdon käytöstä aiheutuu vuosittain 11200 kWh lämpöhäviöt. Täten lämpökeskuksella pienverkkovaihtoehdoissa tulee tuottaa energiaa kiinteistöjen lämpöenergiatarpeen lisäksi johtoverkon lämpöhäviöiden verran, yhteensä 69300 kWh/a.

Kaikille vaihtoehdoille yhteisinä lähtöarvoina pidetään 4 %:n laskentakorkokantaa ja 15 vuoden poistoaikaa. Investointikustannukset lasketaan annuiteettimenetelmällä vuotuisiksi tasasuuriksi kulueriksi.

Taulukkoon 3.3. on koottu kaikki laskennassa käytetyt tiedot selityksineen sekä laadittu kustannuslaskelma kolmelle vertailtavalle lämmitysvaihtoehdolle korttelin 822 rakennusten osalta.

Taulukko 3.3. Pienverkon kannattavuuslaskelma perusoletuksilla.

| Investointikustannukset | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
|---|----------------|-------------------|----------|
| Sähkölämmitys + ILP asennettuna 4 taloon [€] | 28800 | | |
| Pellettikontti + maalämpöpumppu 40 kW [€] | | 42500 | |
| Keskitetty maalämpöpumppujärjestelmä [€] | | | 44100 |
| Johtoverkko, 100 metriä + energianmittaus [€] | | 9500 | 9500 |
| Rakennustekniset työt + lattialämmitys [€] | 6000 | 24000 | 30000 |
| Sähköliittymä 25A tai 50 A + perusmaksut [€] | | 2648 | 5335 |
| Investointikustannus yhteensä [€] | 34800 | 78648 | 88935 |
| Vuosierä/annuiteetti [€/a] | 3130 | 6836 | 7519 |
| Muuttuvat kustannukset | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
| Polttoaineiden hinnat | | | |
| Sähköenergia, [€/kWh] | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Pelletti, [€/t] | | 200 | |
| Energiasisältö | | | |
| Sähköenergia, [kWh/kWh] | 1 | | |
| Pelletti, [kWh/t] | | 4700 | |
| Maalämpö, MLP [kWh/kWh] | | 2,5 | 2,5 |
| Ilmalämpö, ILP [kWh/kWh] | 2 | | |
| Energiaa tuotetaan yhteensä vuodessa [kWh] | 58100 | 69300 | 69300 |
| Pellettien tarve, [t/a] | | 6,3 | |
| Sähköenergiantarve, [kWh/a] | 49390 | 11088 | 27720 |
| Energiakustannus [€/a] | 4939 | 2362 | 2772 |
| Lämmitys- ja huoltotyö [h/a] | 10 | 24 | 12 |
| Työkustannus, á 15 €/h [€] | 150 | 360 | 180 |
| Varaosat, 1,5 % / investointi [€/a] | 432 | 638 | 662 |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 5521 | 3359 | 3614 |
| Tunnusluvut | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
| Energian hinta, kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,054 | 0,118 | 0,129 |
| Energian hinta, muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,095 | 0,058 | 0,062 |
| Energian kokonaishinta [€/kWh] | 0,149 | 0,175 | 0,192 |
| Energian kokonaishinta [€/MWh] | 148,9 | 175,5 | 191,6 |
| Investointikulut ilman lainoja [€] | 34800 | 78648 | 88935 |
| Investointikulut lainoilla [€] | 46949 | 102533 | 112786 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 5521 | 3359 | 3614 |
| TMA sähköön nähden [a] | | 20,3 | 28,4 |
| TMA sähköön nähden lainalla [a] | | 25,7 | 34,5 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön omalla rahalla [%] | | -1,74 | -3,14 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön lainarahalla [%] | | -2,78 | -3,77 |
| Tuotto sähköön nähden, [€/a] | | 2161 | 1907 |

Mikäli pienverkon rakentamiseksi saadaan investointitukea 25 %, muuttaisi se kiinteitä kustannuksia pienverkon osalta alemmaksi muuttuvien kustannusten säilyessä ennallaan. Oheisessa taulukossa 3.4. on esitetty kiinteiden kustannusten muutos investointituen määrällä 25 % ja esitetty kannattavuuslaskelman tunnusluvut. Laskelma on muuttuvien kustannusten osalta samanlainen kuin taulukossa 3.3 esitetty laskelma.

Taulukko 3.4. Pienverkkovaihtoehtojen kannattavuuslaskelma 25 % investointituella.

| Investointikustannukset | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
|---|----------------|-------------------|----------|
| Sähkölämmitys + ILP asennettuna 4 taloon [€] | 28800 | | |
| Pellettikontti + maalämpöpumppu 40 kW [€] | | 42500 | |
| Keskitetty maalämpöpumppujärjestelmä [€] | | | 44100 |
| Johtoverkko, 100 metriä + energianmittaus [€] | | 9500 | 9500 |
| Rakennustekniset työt + lattialämmitys [€] | 6000 | 24000 | 30000 |
| Sähkölittyä 25A tai 50 A + perusmaksut [€] | | 2648 | 5335 |
| Investointikustannus yhteensä [€] | 34800 | 78648 | 88935 |
| Investointikustannus + investointiavustus [€] | 34800 | 58986 | 66701 |
| Vuosierä/annuiteetti [€/a] | 3130 | 5127 | 5639 |
| Muuttuvat kustannukset | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 5521 | 3359 | 3614 |
| Tunnusluvut | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
| Energian hinta, kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,054 | 0,088 | 0,097 |
| Energian hinta, muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,095 | 0,058 | 0,062 |
| Energian kokonaishinta [€/kWh] | 0,149 | 0,146 | 0,159 |
| Energian kokonaishinta [€/MWh] | 148,9 | 146,1 | 159,3 |
| Investointikulut ilman lainoja [€] | 34800 | 58986 | 66701 |
| Investointikulut lainoilla [€] | 46949 | 76900 | 84590 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 5521 | 3359 | 3614 |
| TMA sähköön nähden [a] | | 11,2 | 16,7 |
| TMA sähköön nähden lainalla [a] | | 13,9 | 19,7 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön omalla rahalla [%] | | 2,27 | -0,69 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön lainarahalla [%] | | 0,55 | -1,6 |
| Tuotto sähköön nähden, [€/a] | | 2161 | 1907 |

Sähköenergian hinta on noussut voimakkaasti ja oletettavasti hintojen kasvu voi vielä jatkuakin. Ohessa tarkastellaan kannattavuuslaskelmia nykyisen sähkönhinnan tasolla 14,5 c/kWh (taulukko 3.5.). Tässä laskelmassa ei huomioida investointitukien vaikutusta kokonaiskustannuksiin, joten laskelma noudattaa kiinteiden kustannusten osalta taulukossa 3.3. esitettyä laskelmaa.

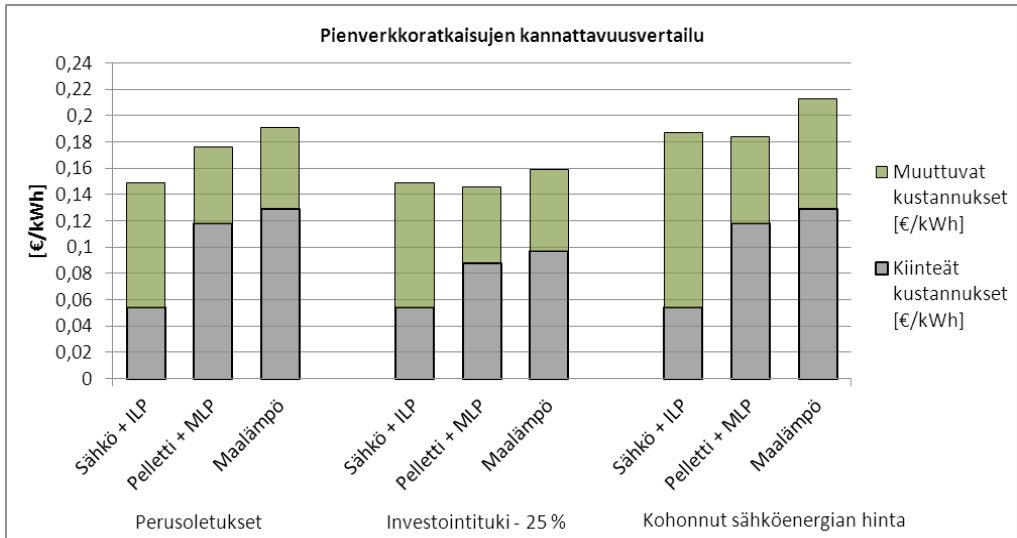
Taulukko 3.5. Pienverkkovaihtoehtojen kannattavuus korkeammalla sähkön hinnalla.

| Investointikustannukset | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
|---|----------------|-------------------|----------|
| Investointikustannus yhteensä [€] | 34800 | 78648 | 88935 |
| Vuosierä/annuiteetti [€/a] | 3130 | 6836 | 7519 |
| Muuttuvat kustannukset | | | |
| Muuttuvat kustannukset | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
| Polttoaineiden hinnat | | | |
| Sähköenergia, [€/kWh] | 0,145 | 0,145 | 0,145 |
| Pelletti, [€/t] | | 200 | |
| Energiasisältö | | | |
| Sähköenergia, [kWh/kWh] | 1 | | |
| Pelletti, [kWh/t] | | 4700 | |
| Maalämpö, MLP [kWh/kWh] | | 2,5 | 2,5 |
| Ilmalämpö, ILP [kWh/kWh] | 2 | | |
| Energiaa tuotetaan yhteensä vuodessa [kWh] | 58100 | 69300 | 69300 |
| Pellettien tarve, [t/a] | | 6,3 | |
| Sähköenergiatarve, [kWh/a] | 49390 | 11088 | 27720 |
| Energiakustannus [€/a] | 7161 | 2860 | 4019 |
| Lämmitys- ja huoltotyö [h/a] | 10 | 24 | 12 |
| Työkustannus, á 15 €/h [€] | 150 | 360 | 180 |
| Varaosat, 1,5 % / investointi [€/a] | 432 | 638 | 662 |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 7743 | 3858 | 4861 |
| Tunnusluvut | | | |
| Tunnusluvut | Sähkö + ILP | Pelletti + MLP | Maalämpö |
| Energian hinta, kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,054 | 0,118 | 0,129 |
| Energian hinta, muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,133 | 0,066 | 0,084 |
| Energian kokonaishinta [€/kWh] | 0,187 | 0,184 | 0,213 |
| Energian kokonaishinta [€/MWh] | 187,1 | 184,1 | 213,1 |
| Investointikulut ilman lainoja [€] | 34800 | 78648 | 88935 |
| Investointikulut lainoilla [€] | 46949 | 102533 | 112786 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 7743 | 3858 | 4861 |
| TMA sähköön nähden [a] | | 11,3 | 18,8 |
| TMA sähköön nähden lainalla [a] | | 14,3 | 22,8 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön omalla rahalla [%] | | 2,19 | -1,34 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön lainarahalla [%] | | 0,32 | -2,29 |
| Tuotto sähköön nähden, [€/a] | | 3885 | 2882 |

Edellä esitettyjen kolmessa eri tilanteessa laskettujen kannattavuuslaskelmien tuloksia tarkastellaan oheisessa kuviossa 3.1. kootusti yhdessä.

Kuviosta 3.1. nähdään hyvin kuinka pienet investoinnin poistosta aiheutuvat kulut ovat suhteessa energian hankinnasta aiheutuviin kustannuksiin sähkölämmitysjärjestelmissä. Sähköenergian kohonneilla hinnoilla on dramaattinen vaikutus suoran sähkökämmituksen kannattavuuteen, mutta vain vähäinen vaikutus pelletti + MLP yhdistelmään sekä maalämpövaihtoehtoon. Toki sähköenergian hinnan kohoaminen vaikuttaa myös maalämpöpumpun kannattavuuteen, mutta ei samassa suhteessa, kuin sähkölämmitykseen. Tuloksista voidaan havaita lisäksi, että 25 %:n

investointuella pienverkkovaihtoehdoilla voidaan päästä kokonaisedullisimpaan lopputulokseen kaikista vertailluista ja lasketuista vaihtoehdoista.



Kuvio 3.1. Pienverkon kannattavuuslaskelmat eri vaihtoehdoille ja lähtöarvoille.

3.3.2 POHDINTAA PIENVERKKORATKAISUSTA

Pientaloalueelle soveltuvaa pienverkkoratkaisua selvitetessä tuli esille lukuisia mielenkiintoisia seikkoja ja uusia mahdollisuuksia. Syksyllä 2010 vallinneella kustannustasolla pienverkko olisi tarvinnut 25 – 30 % avustuksen tai sähkön hinnan olisi noustava noin 40 %, jotta neljän pientalon yhteinen lämmöntuotanto olisi ollut taloudellisesti kannattava toteuttaa. Sähkölämmityksen kilpailukyky pienverkkoon nähdessä parantaa myös pientaloissa käytetty lähes pakollinen 3 x 25 A sähköliittymä. Rakentaja joutuu automaattisesti ottamaan ison liittymän vaikka hän valitsisi lämmitykseksi jommankumman pienverkkoratkaisusta. Nykyisillä energiankulutuksilla sähköliittymäksi riittää 3 X 20 A tai oikealla tekniikalla 3 x 16 A.

Pienverkon käyttämiseen liittyy monia etuja, niin asukkaana kuin myös lämmöntuotannon kannalta. Tällaisia seikkoja ovat muun muassa:

- Lämmön ostajalle huoleton lämmitysmuoto
- Lämmöntuotanto tehokasta (hyvä hyötysuhde)
- Keskitetyssä lämmöntuotannossa voidaan käyttää eri polttoaineita ja lämmönlähteitä
- Menoveden matala lämpötila myös talvella ~65 astetta (lämpöhäviöt pienenevät)
- Pumppauskustannukset perinteistä aluelämpöä pienemmät
- Elinkaaren pituus on huomattavasti pitempi kuin kiinteistökohtaisilla pumpputekniikoilla (maa- ja ilmalämpöpumput)

Keskitettyssä lämmöntuotannossa, kuten käsiteltävissä pienverkkoratkaisuissa, muuttuvien kustannusten osuus on huomattavasti alle sähkön hinnan, mutta kiinteiden kustannusten osuus nousee nykytekniikalla toteutettuna liian korkeaksi. Kiinteät kustannukset jakautuvat selvästi kolmeen päätekijään ja jokaista osa-aluetta voidaan tarkastella ja kehittää erillisenä yksikkönä, riippumatta siitä, millä energianlähteellä lämpöenergia tuotetaan. Kiinteiden kustannusten päätekijät ovat: lämmöntuotantoyksikkö, johtoverkko ja talotekniikka (lämmitysenergiamittaus ja lämmönsiirrin).

Ohessa on esitetty mahdollisuuksia alentaa pienverkon kustannuksia:

- Johtoverkkojen materiaalien kehittäminen.
- Verkon rakentamistöiden ja rakennustekniikoiden kehittäminen.
- Verkkorakennustöiden samanaikaisuus muun alueen infrastruktuurin kanssa.
- Talojohdojen pituuden optimointi eli rakennusten sijoittaminen tontille, johdon ketjuttaminen ja yleinen huolellinen suunnittelu.
- Lämmönvaihdinpaketin yhteyteen myös lämpöenergian mittaus (yksi työvaihe vähemmän).
- Kiinteistömittausten yhdistäminen. Nykyisin sähköllä, lämmöllä ja vedellä erillismittaukset.
- Rakennetaan niin sanottu avoin järjestelmä eli kiinteistöistä jätetään lämmönvaihtimet pois. Kustannuksia säästävä, mutta myös riskialtis ratkaisu.
- Aluelämpöverkkoa vietäessä pientaloalueelle ei ole varmuutta liittyjien määrästä (kaavamääräys).
- Energia- ja investointitukien hyödyntäminen.

Vuoden 2011 alussa voimaan tulleet energiaverojen korotukset ovat omiaan parantamaan pienverkon kannattavuutta erityisesti verrattuna sähkölämmitysjärjestelmiin. Sähköveron korottaminen vaikuttaa myös osaltaan maalämpöpumppujärjestelmien kannattavuuteen, mutta vaikutus ei ole yhtä suuri kuin suoraan sähkölämmitykseen verrattaessa. Seuraavan kerran vuoden 2012 aikana kiristyvät Suomen rakentamismääräyskokoelman energiatehokkuusvaatimukset vähentävät uudisrakennusten lämpöenergiankulutusta noin 20 %, mikä edelleen alentaa rakennusten aiheuttamaa lämpökuormaa (Ympäristöministeriö 2011, 1,7). Keskitettyjen järjestelmien yhtenä kannattavuuden ehtona on riittävän lämpökuorman aikaansaaminen. Täten lämpöenergian kulutuksen alentuessa vaihtoehtoina on rakennusten rakentaminen lähemmäksi toisiaan tai huonommassa tapauksessa luopua keskitettyjen järjestelmien käytöstä kokonaan.

3.3.3 UUSIUTUVIIN ENERGIALÄHTEISIIN POHJAUTUVAT PIENTALORATKAISUT

Pientaloihin soveltuvia lämmitysratkaisuita on markkinoilla runsaasti. Tässä yhteydessä tarkastellut lämmitysjärjestelmävaihtoehdot olivat eniten esille nousseita ja runsaan mielenkiinnon kohteena sekä alueen rakentajien että hankkeen muiden sidosryhmien toimesta. Laskelmat on laadittu neljälle vaihtoehdoiselle päälämmitysmuodolle joiden kustannusrakennetta on verrattu aluelämpöjärjestelmän kustannuksiin. Vaikka pohjoiselle pientaloalueelle ei aluelämpöverkkoa tulla toteuttamaan, toimivat aluelämmön kokonaiskustannukset hyvänä vertailukohtana muille lämmitysjärjestelmille. Vertailuun valitut lämmitysjärjestelmät olivat maalämpöpumppu, pellettikattila, pilkekattila ja vesikiertoinen hybridiuuni.

Maalämpöpumppuratkaisussa lämpöpumppu mitoitetaan huipputehontarpeelle, siten että vuosihyötysuhteeksi muodostuu COP 2,5. Maalämpöjärjestelmässä on huomioitu porakaivon poraaminen ja keruuputkien asennus kokonaisuudessaan.

Pellettikattilaratkaisussa laitteiston investointikustannukset muodostuvat pellettikattilan ja polttimen sekä savupiipun asennuksesta. Pellettikattilan hyötysuhteena käytetään 85 % ja pellettien energiasisältönä 4700 kWh/t, sekä pellettien hintana 250 €/t.

Pilkekattilaratkaisussa investoinnit muodostuvat pilkekattilan, savupiipun sekä normaalia suuremman lämminvesivaraajan kokonaisuudesta. Pilkekattilan hyötysuhteen oletetaan olevan 85 % ja polttoaineena käytetään koivupilketä, jonka energiatilavuus 20 % kosteudessa on 1010 kWh/i-m³. Koivupilke ostetaan markkinoilta hintaan 35 €/i-m³.

Vesikiertoisen hybridiuunin (H₂O-uuni) investoinnit muodostuvat uunista sekä lämminvesivaraajasta. Uunin hyötysuhteena käytetään 82 % ja polttoaineena koivuhalkoa, joko omahankintana tai ostettuna. Omahankintana (omaPA) koivuhalolle käytetään hintaa 10 €/i-m³ ja ostettuna (ostoPA) hinnan oletetaan olevan 50 €/i-m³. Koivuhalon oletetaan olevan 20 % kosteudessa, jolloin sen energiasisältö on 1010 kWh/i-m³.

Kaikissa maalämpöä, pellettikattilaa, pilkekattilaa ja H₂O-uunia käsittelevissä laskuissa on pientalon oletettu tarvitsevan lämpöenergiaa 12870 kWh/a. Kaikille vaihtoehdoille yhteisinä lähtöarvoina pidetään 4 %:n laskentakorkokantaa ja 15 vuoden poistoaikaa. Investointikustannukset lasketaan annuiteettimenetelmällä vuotuisiksi tasasuuriksi kulueriksi.

Taulukossa 3.6. on esitetty pientaloratkaisujen kannattavuuslaskelmat maalämmön, pellettikattilan, pilkekattilan ja H₂O-uunin osalta sekä verrattu niitä referenssinä toimivaan aluelämpöjärjestelmään.

Taulukko 3.6. Pientaloratkaisujen kannattavuuslaskelma perusoletuksilla.

| Investointikustannukset | Aluelämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O-uuni, ostoPA | H ₂ O-uuni, omaPA |
|--|------------|------------|------------|------------|-------------------------------|------------------------------|
| Lämmönsiirrinpaketti asennettuna | 5000 | | | | | |
| Maalämpöpumppu + porakaivo asennettuna [€] | | 12200 | | | | |
| Pellettikattila + piippu asennettuna [€] | | | 12500 | | | |
| Pilkekattila + 3 m³ varaaja asennettuna [€] | | | | 10500 | | |
| H₂O-uuni + varaaja asennettuna | | | | | 13000 | 13000 |
| Liittymismaksu + energiamittaus [€] | 2800 | | | | | |
| Rakennustekniset työt + lattialämmitys [€] | 5625 | 5625 | 5625 | 5625 | 5625 | 5625 |
| Investointikustannukset yhteensä [€] | 13425 | 17825 | 18125 | 16125 | 18625 | 18625 |
| Annuiteetti laitteet + asennus [€/a] | 1207 | 1603 | 1630 | 1450 | 1675 | 1675 |
| Muuttuvat kustannukset | Aluelämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O-uuni, ostoPA | H ₂ O uuni, omaPA |
| Polttoaineiden hinnat | | | | | | |
| Aluelämpö, [€/kWh] | 0,065 | | | | | |
| Sähköenergia, [€/kWh] | | 0,1 | | | | |
| Pelletti, [€/t] | | | 250 | | | |
| Koivupilke [€/i-m ²] | | | | 35 | | |
| Koivuhalko [€/i-m ³] | | | | | 50 | 10 |
| Energiasäilötö | | | | | | |
| Aluelämpö, [kWh/kWh] | 1 | | | | | |
| Maalämpö, MLP [kWh/kWh] | | 2,5 | | | | |
| Pelletti, [kWh/t] | | | 4700 | | | |
| Koivupilke [kWh/i-m ²] | | | | 1010 | | |
| Koivuhalko [kWh/i-m ³] | | | | | 1010 | 1010 |
| Energiaa tarvitaan vuodessa [kWh] | 12870 | 12870 | 12870 | 12870 | 12870 | 12870 |
| Aluelämmöntarve, [kWh/a] | 12870 | | | | | |
| Sähköenergian tarve, [kWh/a] | | 5148 | | | | |
| Pellettien tarve, [t/a] | | | 3,1 | | | |
| Koivua [i-m ²] | | | | 14,7 | 15,0 | 15,0 |
| Energiakustannus [€/a] | 837 | 515 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 837 | 515 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| Tunnusluvut | Aluelämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O-uuni, ostoPA | H ₂ O uuni, omaPA |
| Energian hinta, kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,094 | 0,125 | 0,127 | 0,113 | 0,13 | 0,13 |
| Energian hinta, muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,065 | 0,04 | 0,061 | 0,04 | 0,058 | 0,012 |
| Energian kokonaishinta [€/kWh] | 0,159 | 0,165 | 0,188 | 0,153 | 0,189 | 0,142 |
| Energian kokonaishinta [€/MWh] | 158,8 | 164,6 | 187,8 | 152,5 | 188,6 | 141,7 |
| Investointikulut ilman lainoja [€] | 13425 | 17825 | 18125 | 16125 | 18625 | 18625 |
| Investointikulut lainoilla [€] | 18112 | 24048 | 24453 | 21755 | 25127 | 25127 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 837 | 515 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| TMA aluelämpöön nähden [a] | | 13,7 | 95,4 | 8,3 | 61,4 | 7,6 |
| TMA aluelämpöön nähden lainalla [a] | | 18,4 | 128,6 | 11,2 | 82,8 | 10,2 |
| Sijoitetun pääoman korko aluelämpöön omalla rahalla [%] | | 0,65 | -5,62 | 0,89 | -5,04 | 1,8 |
| Sijoitetun pääoman korko aluelämpöön lainarahalla [%] | | -1,25 | -5,89 | 0,37 | -5,46 | 0,87 |
| Tuotto aluelämpöön nähden, [€/a] | | 322 | 49 | 324 | 85 | 687 |

Nykyään myös pientalojen rakentajat voivat hakea uusiutuviin energialähteisiin perustuviin lämmitysjärjestelmiin investointitukea, aiemman pelkästään yhteisöille suunnatun investointituen lisäksi.

Seuraavassa tarkastellaan pientaloratkaisujen kokonaiskustannuksia, kun järjestelmien rakentamiseen saadaan 20 % investointitukea. Investointitukien saaminen vaikuttaa lämmöntuotannon kiinteisiin kustannuksiin muuttuvien kustannusten pysyessä ennallaan. Taulukossa 3.7. on esitetty kannattavuuslaskelma 20 %:n investointituella.

Taulukko 3.7. Pientaloratkaisujen kannattavuuslaskelma 20 % investointituella.

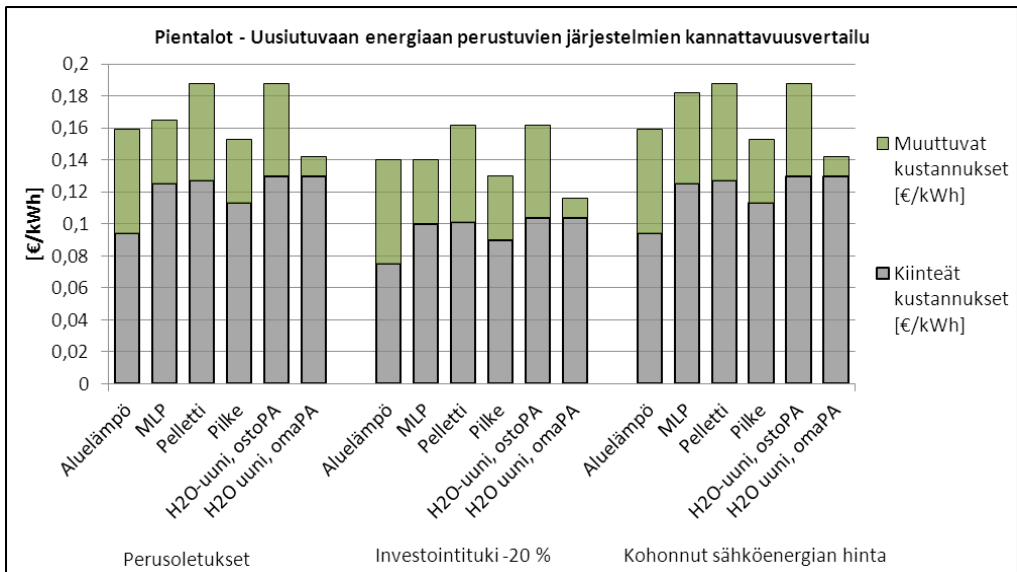
| Investointikustannukset | Alue- lämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O- uuni, ostoPA | H ₂ O- uuni, omaPA |
|---|----------------|-------|----------|-------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Lämmönsiirrinpaketti asennettuna | 5000 | | | | | |
| Maalämpöpumppu + porakaivo asennettuna [€] | | 12200 | | | | |
| Pellettikattila + piippu asennettuna [€] | | | 12500 | | | |
| Pilkekattila + 3 m ³ varaaja asennettuna [€] | | | | 10500 | | |
| H ₂ O-uuni + varaaja asennettuna | | | | | 13000 | 13000 |
| Liittymismaksu + energiamittaus [€] | 2800 | | | | | |
| Rakennustekniset työt + lattialämmitys [€] | 5625 | 5625 | 5625 | 5625 | 5625 | 5625 |
| Investointikustannukset yhteensä [€] | 13425 | 17825 | 18125 | 16125 | 18625 | 18625 |
| Investointi + investointiavustus [€] | 10740 | 14260 | 14500 | 12900 | 14900 | 14900 |
| Annuiteetti laitteet + asennus [€/a] | 966 | 1283 | 1304 | 1160 | 1340 | 1340 |
| Muuttuvat kustannukset | Alue- lämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O- uuni, ostoPA | H ₂ O- uuni, omaPA |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 837 | 515 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| Tunnusluvut | Alue- lämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O- uuni, ostoPA | H ₂ O- uuni, omaPA |
| Energian hinta, kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,075 | 0,1 | 0,101 | 0,09 | 0,104 | 0,104 |
| Energian hinta, muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,065 | 0,04 | 0,061 | 0,04 | 0,058 | 0,012 |
| Energian kokonaishinta [€/kWh] | 0,14 | 0,14 | 0,163 | 0,13 | 0,163 | 0,116 |
| Energian kokonaishinta [€/MWh] | 140,1 | 139,7 | 162,5 | 130,0 | 162,5 | 115,8 |
| Investointikulut ilman lainoja [€] | 10740 | 14260 | 14500 | 12900 | 14900 | 14900 |
| Investointikulut lainoilla [€] | 14490 | 19238 | 19562 | 17404 | 20102 | 20102 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 837 | 515 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| TMA aluelämpöön nähden [a] | | 10,9 | 76,3 | 6,7 | 49,1 | 6,1 |
| TMA aluelämpöön nähden lainalla [a] | | 14,8 | 102,9 | 9,0 | 66,2 | 8,2 |
| Sijoitetun pääoman korko aluelämpöön omalla rahalla [%] | | 2,47 | -5,36 | 8,32 | -4,63 | 9,83 |
| Sijoitetun pääoman korko aluelämpöön lainarahalla [%] | | 0,11 | -5,70 | -7,05 | -5,16 | 36,14 |
| Tuotto aluelämpöön nähden, [€/a] | | 322 | 49 | 324 | 85 | 686 |

Seuraavaksi tarkastellaan kohonneen sähköenergian hinnan vaikutusta eri vaihtoehtojen väliin kannattavuussuhteisiin (taulukko 3.8.). Sähköhinnan kohoaminen vaikuttaa valituissa järjestelmissä merkittävimmin maalämpöpumpun muuttuviin kustannuksiin.

Taulukko 3.8. Pientaloratkaisujen kannattavuuslaskelma kohonneella sähköenergian hinnalla.

| Investointikustannukset | Aluelämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O-uuni, ostoPA | H ₂ O-uuni, omaPA |
|--|-----------|--------|----------|-------|-------------------------------|------------------------------|
| Investointikustannukset yhteensä [€] | 13425 | 17825 | 18125 | 16125 | 18625 | 18625 |
| Annuteetti laitteet + asennus [€/a] | 1207 | 1603 | 1630 | 1450 | 1675 | 1675 |
| Muuttuvat kustannukset | | | | | | |
| Muuttuvat kustannukset | Aluelämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O-uuni, ostoPA | H ₂ O-uuni, omaPA |
| Polttoaineiden hinnat | | | | | | |
| Aluelämpö, [€/kWh] | 0,065 | | | | | |
| Sähköenergia, [€/kWh] | | 0,1415 | | | | |
| Pelletti, [€/t] | | | 250 | | | |
| Koivupilke [€/i-m ³] | | | | 35 | | |
| Koivuhalko [€/i-m ³] | | | | | 50 | 10 |
| Energiasäiltö | | | | | | |
| Aluelämpö, [kWh/kWh] | 1 | | | | | |
| Maalämpö, MLP [kWh/kWh] | | 2,5 | | | | |
| Pelletti, [kWh/t] | | | 4700 | | | |
| Koivupilke [kWh/i-m ³] | | | | 1010 | | |
| Koivuhalko [kWh/i-m ³] | | | | | 1010 | 1010 |
| Energiaa tarvitaan vuodessa [kWh/a] | 12870 | 12870 | 12870 | 12870 | 12870 | 12870 |
| Aluelämmöntarve, [kWh/a] | 12780 | | | | | |
| Sähköenergian tarve, [kWh/a] | | 5148 | | | | |
| Pellettien tarve, [t/a] | | | 3,1 | | | |
| Koivua [i-m ³] | | | | 14,7 | 14,7 | 14,7 |
| Energiakustannus [€/a] | 837 | 728 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 837 | 728 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| Tunnusluvut | | | | | | |
| Tunnusluvut | Aluelämpö | MLP | Pelletti | Pilke | H ₂ O-uuni, ostoPA | H ₂ O-uuni, omaPA |
| Energian hinta, kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,094 | 0,125 | 0,127 | 0,113 | 0,130 | 0,130 |
| Energian hinta, muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,065 | 0,057 | 0,061 | 0,040 | 0,058 | 0,012 |
| Energian kokonaishinta [€/kWh] | 0,159 | 0,181 | 0,188 | 0,153 | 0,189 | 0,142 |
| Energian kokonaishinta [€/MWh] | 158,8 | 181,2 | 187,8 | 152,5 | 188,6 | 141,8 |
| Investointikulut ilman lainoja [€] | 13425 | 17825 | 18125 | 16125 | 18625 | 18625 |
| Investointikulut lainoilla [€] | 18112 | 24048 | 24453 | 21755 | 25127 | 25127 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 837 | 728 | 787 | 513 | 752 | 150 |
| TMA aluelämpöön nähden [a] | | 40,7 | 95,4 | 8,3 | 61,4 | 7,6 |
| TMA aluelämpöön nähden lainalla [a] | | 54,9 | 128,6 | 11,3 | 82,8 | 10,2 |
| Sijoitetun pääoman korko aluelämpöön omalla rahalla [%] | | -4,21 | -5,62 | 5,32 | -5,04 | 6,53 |
| Sijoitetun pääoman korko aluelämpöön lainarahalla [%] | | -4,85 | -5,89 | -3,52 | -5,46 | 20,24 |
| Tuotto aluelämpöön nähden, [€/a] | | 108 | 49 | 324 | 85 | 686 |

Edellä esitettyjen kolmessa eri tilanteessa laskettujen kannattavuuslaskelmien tuloksia tarkastellaan oheisessa kuviossa 3.2. kootusti yhdessä.



Kuvio 3.2. Pientalojen uusiutuviin energialähteisiin perustuvien järjestelmien kannattavuusvertailu.

Uusiutuviin energialähteisiin perustuville lämmitysmuodoille on ominaista niiden suhteellisen korkeat kiinteät kustannukset ja alhaiset muuttuvat kustannukset. Edullisimpaan lopputulokseen päästään järjestelmissä, joissa voidaan itse tuottaa hyödynnettävä polttoaine ja tehdään myös itse aktiivisesti lämmitystyötä.

3.3.4 SÄHKÖLÄMMITYKSEEN POHJAUTUVAT PIENTALORATKAISUT

Edellä kappaleessa 3.3.3 esitetyt pientaloihin soveltuvat lämmitysjärjestelmät hyödynsivät uusiutuvia ja myös ilmaston kannalta edullisia energialähteitä. Vaikka em. lämmitysmuotojen käyttöön kannustetaan, on kuluttajilla vielä tällä hetkellä mahdollisuus valita taloonsa suora sähkölämmitys ilman tukevia lämmitysmuotoja. Sähkölämmitys yhdistettynä tulisijaan tai ilmalämpöpumppuun tai molempiin on hyvin yleinen keino vähentää sähköenergian määrää lämpöenergian tuotannossa. Käydään ohessa läpi Suutelan alueelle rakentuvan kohteen neljä erilaista sähkölämmitykseen ja sitä tukeviin menetelmiin perustuvaa ratkaisua.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa 100 % rakennuksen tarvitsemasta lämpöenergiasta tuotetaan sähköllä.

Toisessa vaihtoehdossa sähkölämmityksen rinnalla käytetään varaavaa tulisijaa, jolla vähennetään sähkön kulutusta lämmitykseen. Sähköllä tuotetaan 50 % ja tulisijalla 50 % lämmitysenergiasta. Tulisijan hyötysuhteena käytetään 80 %. Koivupilkkeen omahankintahintana käytetään 10 €/i-m³ ja lämpöarvo 20 % kosteudessa on 1010 kWh/i-m³.

Kolmannessa vaihtoehdossa sähkölämmityksen lisäksi käytössä on ilmalämpöpumppu. Sähkölämmityksellä tuotetaan 50 % ja ilmalämpöpumpulla loput 50 % lämmitysenergiasta. Ilmalämpöpumpun COP oletetaan olevan 2.

Neljännessä vaihtoehdossa käytetään tulisijan, ilmalämpöpumpun ja sähkölämmityksen yhdistelmää. Tulisijalla tuotetaan 25 %, ilmalämpöpumpulla 35 % ja sähköllä 40 % kiinteistön lämpöenergiatarpeesta. Kuten edellä, tulisijan hyötysuhde on 80 % ja ILP:n COP 2,0. Tässä vaihtoehdossa tulisija on mitoitettu 2. vaihtoehtoa pienemmäksi.

Tarkasteltavassa kiinteistössä lämpöenergiatarve on 13680 kWh vuodessa. Kaikille vaihtoehdoille yhteisinä lähtöarvoina pidetään 4 %:n laskentakorkokantaa ja 15 vuoden poistoaikaa. Investointikustannukset lasketaan annuiteettimenetelmällä vuotuisiksi tasasuuriksi kulueriksi.

Taulukossa 3.9. on esitetty kannattavuuslaskelmat erilaisille sähkölämmitysjärjestelmille edellä kuvattuine oletuksineen.

Taulukko 3.9. Sähkölämmitysratkaisujen kannattavuuslaskelmat perusoletuksilla.

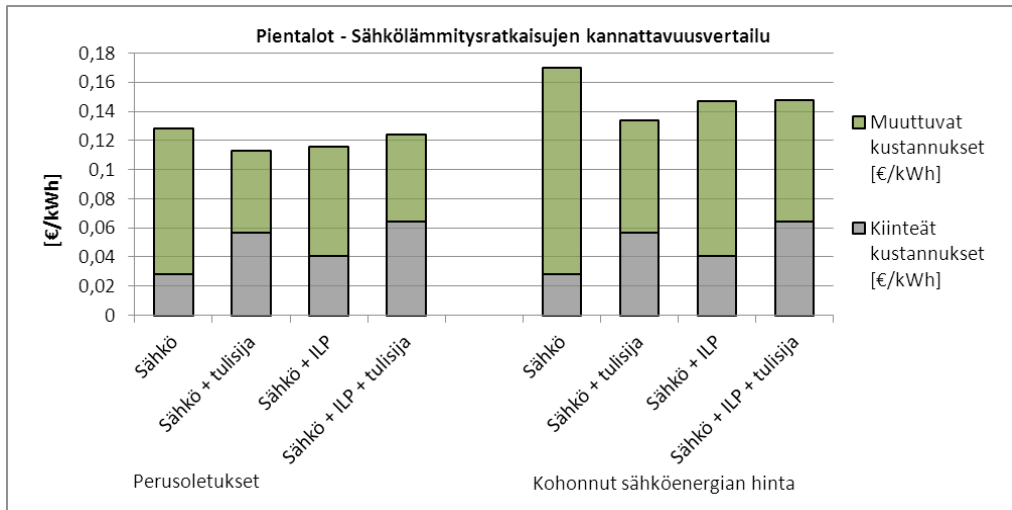
| Investointikustannukset | Sähkö | Sähkö + tulisija | Sähkö + ILP | Sähkö + ILP + tulisija |
|--|-------|------------------|-------------|------------------------|
| Sähkölämmityslaitteet + Ikv-varaaja [€] | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| Varaava tulisija + piippu [€] | | 4500 | | 3500 |
| Ilmalämpöpumppu [€] | | | 2100 | 2100 |
| Investointikustannukset yhteensä [€] | 4200 | 8700 | 6300 | 9800 |
| Annuiteetti laitteet + asennus [€] | 378 | 782 | 567 | 881 |
| Muuttuvat kustannukset | Sähkö | Sähkö + tulisija | Sähkö + ILP | Sähkö + ILP + tulisija |
| Polttoaineiden hinnat | | | | |
| Sähkö [€/kWh] | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Koivupiike [€/i-m ³] | | 10 | | 10 |
| Energiasäilöt | | | | |
| Sähköenergia [kWh/kWh] | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Koivupiike [kWh/i-m ³] | | 1010 | | 1010 |
| Tarvittava energiamäärä yhteensä [kWh/a] | 13680 | 13680 | 13680 | 13680 |
| Tulisijalla tuotettu energiamäärä [kWh/a] | | 6840 | | 3420 |
| Energia kuluu vuodessa lämmitykseen | | | | |
| Sähkö [kWh/a] | 13680 | 6840 | 6840 | 5472 |
| koivupiike [i-m ³ /a] | | 8 | | 4 |
| ILP sähkö COP 2,0 [kWh/a] | | | 3420 | 2394 |
| Polttoaine maksaa yhteensä [€/a] | 1368 | 765 | 1026 | 827 |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 1368 | 765 | 1026 | 827 |
| Tunnusluvut | Sähkö | Sähkö + tulisija | Sähkö + ILP | Sähkö + ILP + tulisija |
| Energian hinta kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,028 | 0,057 | 0,041 | 0,064 |
| Energian hinta muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,100 | 0,056 | 0,075 | 0,060 |
| Energian keskihinta [€/kWh] | 0,128 | 0,113 | 0,116 | 0,125 |
| Energian keskihinta [€/MWh] | 127,6 | 113,1 | 116,4 | 124,9 |
| Investoinnin kustannukset ilman lainaa [€] | 4200 | 8700 | 6300 | 9800 |
| Investoinnin kustannukset lainoituksella [€] | 5666 | 11737 | 8499 | 13221 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 1368 | 765 | 1026 | 827 |
| TMA suoraan sähköön nähden omalla rahoituksella [a] | | 7,5 | 6,1 | 10,4 |
| TMA suoraan sähköön nähden lainarahoituksella [a] | | 10,1 | 8,3 | 14,0 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön nähden omalla rahoituksella [%] | | 6,73 | 9,62 | 2,99 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön nähden lainarahoituksella [%] | | 3,26 | 5,40 | 0,49 |
| Tuotto sähköön nähden [€/a] | | 603 | 342 | 541 |

Sähkölämmitysjärjestelmät ovat luonnollisesti alttiimpia kustannusten kasvuun sähköenergian hinnan kohotessa. Ohessa on esitetty laskennan tulokset kohonneella sähköenergian hinnalla (taulukko 3.10.).

Taulukko 3.10. Sähkölämmitysratkaisujen kannattavuuslaskelmat kohonneella sähkön hinnalla.

| Investointikustannukset | Sähkö | Sähkö + tulisija | Sähkö + ILP | Sähkö + ILP + tulisija |
|--|-------|---------------------|----------------|------------------------------|
| Sähkölämmityslaitteet + lkv-varaaja [€] | 4200 | 4200 | 4200 | 4200 |
| Varaava tulisija + piippu [€] | | 4500 | | 3500 |
| Ilmalämpöpumppu [€] | | | 2100 | 2100 |
| Investointikustannukset yhteensä [€] | 4200 | 8700 | 6300 | 9800 |
| Annuiteetti laitteet + asennus [€] | 378 | 782 | 567 | 881 |
| Muuttuvat kustannukset | Sähkö | Sähkö + tulisija | Sähkö + ILP | Sähkö + ILP + tulisija |
| Polttoaineiden hinnat | | | | |
| Sähkö [€/kWh] | 0,142 | 0,142 | 0,142 | 0,142 |
| Koivupilke [€/i-m ³] | | 10 | | 10 |
| Energiasisältö | | | | |
| Sähköenergia [kWh/kWh] | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Koivupilke [kWh/i-m ³] | | 1010 | | 1010 |
| Tarvittava energiamäärä yhteensä [kWh/a] | 13680 | 13680 | 13680 | 13680 |
| Tulisijalla tuotettu energiamäärä [kWh/a] | | 6840 | | 3420 |
| Energia kuluu vuodessa lämmitykseen | | | | |
| Sähkö [kWh/a] | 13680 | 6840 | 6840 | 5472 |
| Koivupilke [i-m ³ /a] | | 8 | | 4 |
| ILP sähkö COP 2,0 [kWh/a] | | | 3420 | 2394 |
| Polttoaine maksaa yhteensä [€/a] | 1936 | 1049 | 1452 | 1154 |
| Muuttuvat kustannukset yhteensä [€/a] | 1936 | 1049 | 1452 | 1154 |
| Tunnusluvut | Sähkö | Sähkö + tulisija | Sähkö + ILP | Sähkö + ILP + tulisija |
| Energian hinta kiinteät kustannukset [€/kWh] | 0,028 | 0,057 | 0,041 | 0,064 |
| Energian hinta muuttuvat kustannukset [€/kWh] | 0,142 | 0,077 | 0,106 | 0,084 |
| Energian keskihinta [€/kWh] | 0,169 | 0,134 | 0,148 | 0,149 |
| Energian keskihinta [€/MWh] | 169,1 | 133,9 | 147,5 | 148,8 |
| Investoinnin kustannukset ilman lainaa [€] | 4200 | 8700 | 6300 | 9800 |
| Investoinnin kustannukset lainoituksella [€] | 5666 | 11737 | 8499 | 13221 |
| Käyttökustannukset [€/a] | 1936 | 1049 | 1452 | 1154 |
| TMA suoraan sähköön nähden omalla rahoituksella [a] | | 5,1 | 4,3 | 7,2 |
| TMA suoraan sähköön nähden lainarahoituksella [a] | | 6,8 | 5,9 | 9,7 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön nähden omalla rahoituksella [%] | | 13,04 | 16,38 | 7,3 |
| Sijoitetun pääoman korko sähköön nähden lainarahoituksella [%] | | 7,94 | 10,41 | 3,68 |
| Tuotto sähköön nähden [€/a] | | 887 | 484 | 782 |

Edellä esitettyjen kahdessa eri tilanteessa laskettujen kannattavuuslaskelmien tuloksia tarkastellaan oheisessa kuviossa 3.3. kootusti yhdessä.



Kuvio 3.3. Pientalojen sähkään perustuvien järjestelmien kannattavuusvertailu.

Sähkään perustuvien vaihtoehtojen osalta edullisemmaksi kokonaiskustannuksiltaan havaittiin suurehkon varaavan tulisijan sekä sähkölämmityksen yhdistelmä. Näin ollen omaan lämmitystyöhön perustuva järjestelmä oli myös tässä yhteydessä edullisin vaihtoehto, kuten myös aiemmin esitettyjen uusiutuviin energialähteisiin perustuvien järjestelmien osalta. Sähkölämmitysjärjestelmille tyypillisesti lämmityksen kiinteät kustannukset ovat alhaiset ja muuttuvat kustannukset korkeat. Tämän lähestymistavan ongelmat tulevat esille, kun tarkasteltiin kokonaiskustannuksia korkeammalla sähkön hinnalla, jolloin kaikkien vaihtoehtojen kokonaiskustannukset nousivat voimakkaasti.

3.3.5 POHDINTAA PIENTALORATKAISUISTA

Energiatohokkaiden rakennusten rakentaminen asettaa omat haasteensa lämmitysjärjestelmien kannattavuudelle. Laskelmat osoittavat selvästi uusien tiukempien energiamääräysten edesauttavan investoinneiltaan alhaisten lämmitysjärjestelmien asemaa, joka käytännössä useimmissa kohteissa tarkoittaa sähkölämmitystä.

Vähän lämpöä kuluttavassa A-energialuokan pientalossa päästään pienellä investoinnilla ja hie-man kalliimmilla käyttökustannuksilla edullisimpaan lämmön loppuhintaan. Isommassa paljon energiaa käytävässä pientalossa vastaavasti saadaan kalliimmalla investoinnilla ja edullisella käyttökustannuksella halvempi lämmitysenergian loppuhinta. Lämmitettävä rakennustilavuus ja lämmitysenergian kulutus yhdessä vaikuttavat suuresti, millä lämmitysjärjestelmällä tuotetaan edullisin lämpö.

Kiinteistön ominaisuuksien lisäksi toinen merkittävä seikka lämmityskustannusten määrittämisessä on oman työn osuuden arvottaminen ja mahdollisuus polttoaineen omaan hankintaan. Mikäli pientaloasukkaalla on mahdollisuus hankkia hyvä laatuista pilkettä tai halkoja edulliseen hintaan sekä mielenkiintoa käyttää hieman omaa aikaa lämmitystyöhön, päästään pilkekattiloilla ja vesikiertoisilla leivinuuneilla edullisimpaan lopputulokseen.

3.4 YHTEENVETO

Suutelan alueen rakentajille tehdyt kustannuslaskelmat toivat hyvin esille rakennusten alentuvan lämpöenergiankulutuksen mukanaan tuomat haasteet. Korkeammilla kiinteillä kustannuksilla toimivia järjestelmiä on vaikea saada kannattavaksi pienissä vähän lämpöenergiaa kuluttavissa kiinteistöissä. Tässä kappaleessa esimerkkeinä käytetyt kiinteistöt eivät edustaneet kaikkein energiatehokkainta rakentamista, vaan normien mukaista ja hiukan normeja energiatehokkaampaa rakentamista. Lähellä passiivenergiatasoa olevia rakennuksia ei tässä tarkasteltu, sillä Kontiolahden Suutelan puukylän alueelle ei sellaisia ole alustavien tietojen mukaan rakentumassa.

Rakennuttajien valinnat Suutelassa painottuivat investoinneiltaan edullisiin järjestelmiin ja omatoimirakentajilla ja etenkin ammattirakentajille lämmitysjärjestelmien valinnat painottuivat sähkölämmitykseen. Sähkölämmityksen valintaa rakentajien toimesta perusteltiin muun muassa seuraavilla seikoilla:

- Pienet investointikustannukset, 5 000 - 15 000 € muita edullisempi
- Perinteisesti edullista energian hintaa, vaikka kasvu on ollut nopeaa viime aikoina
- Lämmitystyön helpoutta

Suutelan tämän vuoden viidestätoista rakentajasta yksi valitsi ilma-vesilämpöpumpun ja loput sähkölämmityksen vesikiertoisella lattialämmityksellä. Lämmönjakomenetelmänä vesikiertoinen lattialämmitys mahdollistaa tulevaisuudessa sujuvan lämmitysjärjestelmän muutoksen sähköstä kestävämpään ratkaisuun. Lisäksi vesikiertoisen lattialämmityksen kiertojohtojen ja vastuksena toimivan lattialämmityskaapelin asentaminen ovat kustannuksiltaan lähellä toisiaan, mikä sai rakentajat valitsemaan vesikiertoisen järjestelmän. Kaikkiin taloihin tulee varaava tulisija ja osaan lisäksi ilmalämpöpumppu. Alueen kunnollinen maaperätutkimus jäi tekemättä ja kunnan oletuksen mukaan peruskallio löytyy 20 - 30 m syvyydestä, joten maalämpöä ei valinnut ensi vaiheen rakentajista kukaan.

Kiinteistökohtaisten lämmitysjärjestelmien valmistajilla riittää tulevaisuudessa haasteita kehityspuolella, sillä pitäisi pyrkiä luomaan järjestelmiä jotka olisivat investointikustannuksiltaan maltillisia, mutta kuitenkin pystyisivät hyödyntämään edullisia ja uusiutuvia energialähteitä. Jos sähkölämmityksen kanssa halutaan kilpailla, saa korvaava järjestelmä maksaa maksimissaan 10 000 € nykynormien mukaan rakennetussa keskikokoisessa pientalossa. Uusille tuotteille löytyy siis tilausta, mutta valitettavasti edellä mainitut reunaehdot täyttäviä järjestelmiä ei yleisesti ole saatavilla. Esimerkiksi markkinoilta ei löydy järjestelmää jossa varaava tulisija ja IV-koje ovat edullisesti yhdistetty kompaktiin pakettiin.

Markkinoilla on kuitenkin nähtävissä hidasta reagointia rakennusten alentuneen lämmöntarpeen mukanaan tuomiin haasteisiin ja esimerkiksi osa eurooppalaisista pellettikattilavalmistajista onkin ottanut tuotantoon tehoaan matalaenergiakohteisiin soveltuvia kohtuuhintaisia laitteita. Tässä voisi olla aineksia myös seuraavalle suomalaiselle menestystarinalle.

Selvää on, että pääosin sähkölle pohjautuvien järjestelmien rakentaminen ei ole yleisten ilmast- ja energiatehokkuustavoitteiden mukaista, mutta vallitsevalla hintatasolla ja tukipolitiikalla sähkön perustuvat järjestelmät ovat yhä kokonaiskustannuksiltaan lähellä vertailukohtiaan. Osaltaan sähkölämmityksen käyttämistä uudisrakentamiskohteissa pyritään rajoittamaan vuonna 2012 voimaan astuvilla uusilla rakentamismääräyskokoelman määräyksillä, jotka tuovat mukanaan energiamuotokertoimet arvioitaessa rakennuksen energiatehokkuutta (Ympäristöministeriö 2011, 5). Valitettavasti tulevilla ohjauskeinoilla ei ole vaikutusta jo tehtyihin tai piakkoin tehtäviin lämmitysjärjestelmävalintoihin.

LÄHTEET

Koskelainen, L., Saarela, R. & Sipilä, K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry.

Oulun yliopisto. 2009. Puustudio, Suutelan puukylän aluesuunnitelma.

Ympäristöministeriö. 2011. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta, muistio 28.3.2011.

4 JOENSUUN PENTTILÄNRANNAN ENERGIAHUOLTORATKAISUT

Markus Hirvonen

Joensuun kaupunki osti tammikuussa 2008 Bonvesta Oy:ltä 33 hehtaarin kokoisen maa-alueen, jolla harjoitettiin sahaustoimintaa vuosien 1871–1988 aikana. Vanha saha paloi vuonna 1996 jonka jälkeen eri tahot ovat pohtineet saha-alueen hyötykäyttöä arvokkaalla paikalla lähes Joensuun kaupungin ytimessä. Kaupan myötä pilaantuneiden maiden puhdistusvelvollisuus siirtyi Joensuun kaupungille ja Penttilän sahan alueesta muodostui yksi Suomen suurimmista pilaantuneiden maa-alueiden puhdistuskohteista. Maaperän kunnostus valmistuu vuoden 2011 aikana, jonka jälkeen tonttien luovutus alkaa.

Alueen sijainti on ihanteellinen asuntorakentamista ajatellen, sillä kaupungin ydinkeskusta on kävelymatkan päässä ja alueelle on muutoinkin hyvät kulkuyhteydet. Keskusta-alueen sekä muiden ympäröivien alueiden läheisyys on myös edullista kunnallistekniikan rakentamisen kannalta, välttyäessä pitkien siirto- ja yhdyslinjojen rakentamiselta.

Joensuun kantakaupungin rakennusten pääasiallisena lämmitysmuotona on kaukolämpö ja lämmönmyyjänä toimii Fortum Power and Heat Oy, joka omistaa ja hallinnoi alueen kaukolämpöverkkoa ja siihen liittyneitä voima- ja lämpölaitoksia. Kaukolämpöverkko ulottuu aivan Penttilänrannan rakennusalueen reunaan niin koillis- kuin lounaisnurkaltakin. Kaukolämpöverkon läheisyys ei kuitenkaan estä pohtimasta uusia ja erilaisia lämmitysmuotoja Penttilänrannan rakennusten lämmitykseen.

Penttilänrannan alueesta halutaan rakentaa uudenlainen kestävä kehityksen eri ulottuvuudet huomioiva asuinalue. Energiahuoltoratkaisujen osalta tämä tarkoittaa vähäpäästöisten ratkaisujen suosimista alueen rakennusten niin lämpö- kuin sähköenergiankin tuotannossa. Etenkin tulevasta lämpöenergiaratkaisusta toivottiin saatavan koko aluetta hyödyntävää imagoetua. Alueesta ei kuitenkaan olla tekemässä energiaomavaraista suljettua järjestelmää, vaan suunnitelmissa edetään perinteisin alueratkaisuin painottaen kestäviä ratkaisuita. Näiden reunaehtojen puitteissa pyrittiin määrittämään Penttilänrantaan soveltuvat energiaratkaisut ja arvioida niiden hiilijalanjälkiä sekä kustannusvaikutuksia.

Ohessa esitetty tiivistetty tapaustutkimus pohjautuu Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa tehtyyn diplomityöhön ”Uudisrakennusalueen lämmitysratkaisujen valinta – tulevaisuuden haasteet ja niihin vastaaminen”, joka toteutettiin osana lähilämpöratkaisut matalaenergiarakentamisessa –hanketta.

4.1 PENTTILÄNRANNAN OMINAISPIIRTEET

Penttilänrannan alue rakentuu noin 25 vuoden ajanjaksolla vuosien 2012–2037 välillä. Rakentamisen pitkä aikajänne aiheuttaa haasteita lämmitysjärjestelmien suunnittelulle erityisesti keskitettyjen ratkaisujen osalta. Milloin alueen lämpökuorma on tarpeeksi suuri peruskuormalaitoksen rakentamiselle? Miten helposti laajennettavissa valitut tekniset ratkaisut ovat lämpökuorman kasvaessa alueella? Ajallisen ulottuvuuden lisäksi toinen suunnitteluun merkittävästi vaikuttava seikka on rakennusten energiatehokkuuden paraneminen. Matalaenergiarakennuksista kuljetaan kohti passiivienergiarakennuksia päättyen lopulta nolla- ja jopa plusenergiarakennuksiin. Epävarmuudet liittyvätkin ennustettavuuteen siitä, millä aikataululla energiatehokkuus kehittyy.

Penttilänrannan rakennuskanta tulee olemaan pääasiallisesti kerrostaloja. Rakentamisen myöhemmässä vaiheessa myös ketju- sekä paritalot ovat mahdollisia. Kerrostalorakentaminen tukee keskustamaista rakennustyyliä ja tiivistää aluerakennetta. Yhteensä Penttilänrantaan rakennetaan uudisrakennuksia noin 166700 brm². Kuvassa 4.1. on esitetty hahmotelma Penttilänrannan alueesta lännestä katsottuna.



Kuva 4.1. Kaavarunkoraportin mukainen hahmotelma Penttilänrannan alueesta (Arkkitiedit Anttila & Rusanen Oy).

4.2 SELVITYKSEN TAVOITTEET JA RAJAUKSET

Työn tavoitteena oli kartoittaa Penttilänrannan tulevan rakennuskannan potentiaaliset lämmitys-
muodot huomioiden lähialueen tarjoamat mahdollisuudet sekä selvittää eri vaihtoehtojen hiilijalan-
jälki sekä elinkaarikustannukset. Lämmitysvaihtoehtojen hiilijalanjäljen sekä elinkaarikustannus-
ten selvittäminen ennen alueen suunnittelua ja toteutusta tarjoaa päätöksentekijöille erinomaisen
mahdollisuuden edistää ekologisesti kestäviä ratkaisuja kaavoitusvaiheesta aina alueen valmis-
tukseen saakka. Suunnitteluvaiheessa tehdyillä päätöksillä on useiden vuosikymmenien ajalle
ulottuvia vaikutuksia niin ekologiselta, kuin taloudelliseltakin kannalta.

4.3 PENTTILÄNRANNAN ENERGIANKULUTUS JA ENERGIALÄHTEET

Penttilänrannan lämpöratkaisun optimoimista varten selvitettiin rakennusten energiankulutuksen
ja tehontarpeen lisäksi myös lähialueen, erityisesti sataman teollisuusalueen, yritysten mahdolli-
suus toimia lämpökuorman lisääjinä. Lämpökuormien lisäksi todettiin aiheelliseksi selvittää myös
lähialueen energianlähteet, joista mielenkiinto kohdistui erityisesti jätevedenpuhdistamon hukka-
energiavirtoihin.

4.3.1 RAKENNUSTEN LÄMPÖENERGIANKULUTUS JA HUIPPUTEHONTARVE

Asuinrakennuksissa lämpöenergiaa käytetään pääasiallisesti tilojen lämmitykseen ja lämpimän
käyttöveden valmistukseen. Energiatehokkuusmääräysten kiristyminen johtaa tilojen lämmityk-
sen energiantarpeen alentumiseen, mikä korostaa lämpimän käyttöveden osuutta rakennusten
kokonaisenergiankulutuksessa. Nykyisellään lämpimän käyttöveden valmistamiseen kuluu noin
10 % koko rakennuksen energiantarpeesta. Energiatehokkuusmääräysten kiristymisten johdosta
lämpimän käyttöveden valmistuksen odotetaan muodostavan noin 15–20 % matalaenergiaraken-
nusten ja 25–35 % passiivenergiarakennusten kokonaisenergiantarpeesta. (RIL 2009, 143.)

Yksittäisen rakennuksen lämmitysenergiantarve sekä huipputehontarve voidaan laskea Suomen
rakentamismääräyskokoelman osan D5 ohjeiden mukaisesti, mikäli laskentaan vaadittavat läh-
tötiedot ovat saatavilla. Kaavoitusvaiheessa olevan kokonaisen asuinalueen tarkasteluun las-
kentaohjeet eivät kuitenkaan sellaisenaan sovellu, vaan lämpöenergiankulutuksen arviointi on
mielekkäämpää suorittaa muilla menetelmillä. Tilojen lämmityksen energiantarpeen osalta voi-
daan käyttää hyödyksi erityyppisten ja energiategokkuudeltaan erilaisten rakennusten ominais-
energiankulutuksia pinta-alaa kohden ilmaistuna, sillä tilojen lämmityksen energiantarve kasvaa
suhteessa rakennuksen pinta-alaan. Lämpimän käyttöveden valmistuksen energiankulutukseen
pinta-alakohtaiset ominaisenergiankulutusarvot eivät ole paras lähtökohta. Soveltuvampaa on
käyttää laskennallista asukasmäärää arvioitaessa lämpimän käyttöveden valmistukseen kuluva
energiämäärää vielä rakentamattomalla asuinalueella.

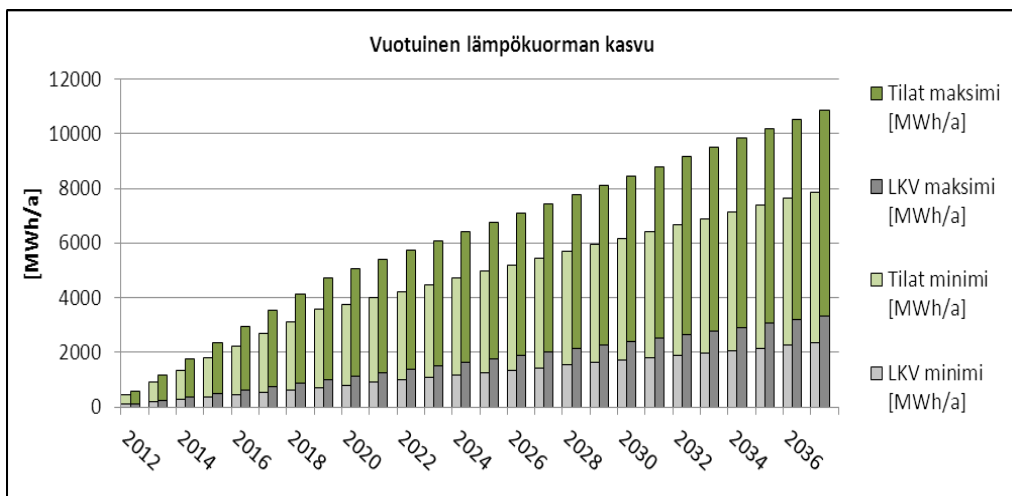
Penttilänrannan rakennuskanta jaettiin tarkastelun helpottamiseksi kahteen erilliseen rakennusvaiheeseen, vuosina 2012–2019 rakentuvaan 1. vaiheeseen ja vuosina 2020–2037 rakentuvaan 2. vaiheeseen. Rakennuskannan lämpöenergiankulutus ja lämpötehotarve selvitettiin Penttilänrannan kaavarungossa esitettyjen rakennustyyppien ja niiden kerrosalojen avulla (Kaavarunkoraportti 2005, liite 3). Tulevaisuudessa rakennettavien rakennusten energiatehokkuuden kehittymistä ennakoitiin olettamalla 1. vaiheen rakennuskanta (vuodet 2012–2019) matalaenergiarakennuksiksi sekä 2. vaiheen rakennuskanta (vuodet 2020–2037) passiivenergiarakennuksiksi (RIL 2009, 257). Matala- ja passiivenergiarakennusten tilojen lämmityksen energiankulutusta arvioitiin taulukoitujen ominaiskulutusten perusteella (RIL 2009, 31). Lämpimän käyttöveden kulutusta arviotaessa alueen asukasluku selvitettiin keskimääräisen asuinväljyyden ja rakennusten neliötehokkuuden avulla (Lahti & Halonen 2006, 28-29; Juntto 2008, 74). Asukaskohtaista vedenkulutusta arviotaessa oletettiin kiinteistöt varustettavan huoneistokohtaisilla vesimittareilla, joka johtaisi nykyisiä keskiarvoja hieman alempaan lämpimän käyttöveden kulutukseen (Ympäristöministeriö 2009, 15). Lämpöenergiankulutuksen arvioinnin epävarmuutta tuotiin esille laatimalla maksimi- ja minimienergiankulutusskenaariot molemmille rakennusvaiheille (Hirvonen 2010, 67).

Oheisessa taulukossa 4.1. on esitetty kaavarunkoraportin mukaiset kerrosalat 1. ja 2. vaiheen rakennuskannalle. Lämpöenergiankulutus laskettiin edellä esitettyjen perusteiden mukaisesti.

Taulukko 4.1. Penttilänrannan lämpöenergiankulutus maksimi- ja minimitasolla 1. ja 2. vaiheen rakennuksille.

| | Kerrosala [brm ²] | Q _{min} [MWh/a] | Q _{max} [MWh/a] |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. vaihe | 57 200 | 3576 | 4704 |
| 2. vaihe | 109 500 | 4369 | 6154 |
| Yhteensä | 166 700 | 7945 | 10858 |

Paremmen kuvan Penttilänrannan rakennuskannan lämpöenergiankulutuksen kasvusta saa tarkastelemalla tilannetta vuositasolla. Kuviossa 4.1. on esitetty lämpöenergiankulutuksen kasvu vuosittain perustuen arvioituun rakennuskannan kehitykseen huomioiden energiatehokkuuden kehittymisen kahdessa eri rakennusvaiheessa.

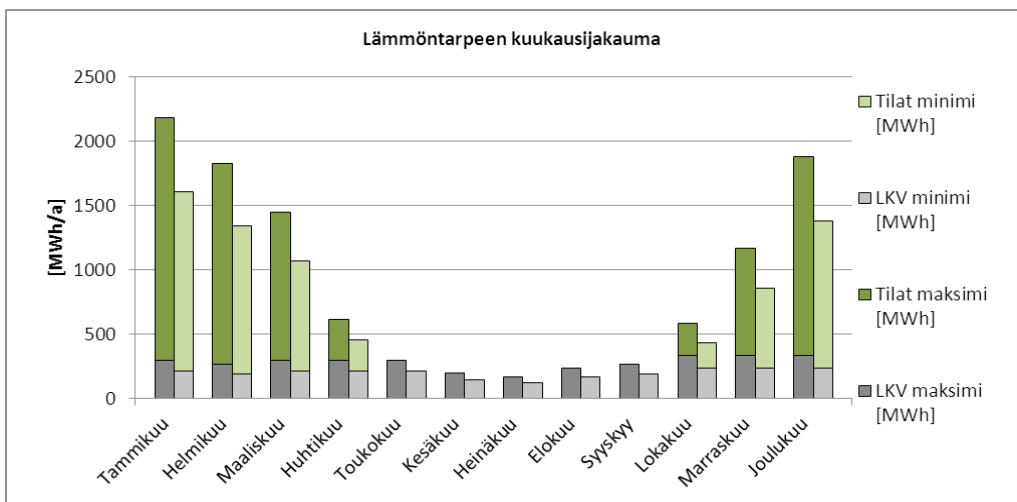


Kuvio 4.1. Penttilänrannan rakennuskannan lämpöenergiantarpeen kehittyminen vuositasolla.

Kuviosta 4.1. nähdään hyvin kuinka lämpimän käyttöveden suhteellinen osuus lämpöenergian kulutuksesta kasvaa loppuvaiheen passiivenergiarakentamisen myötä.

Rakennusten energiatehokkuuden parantuessa lyhenee lämmityskauden pituus merkittävästi. Matalaenergiarakennuksissa selvittää 5-6 kuukautta ja passiivirakennuksissa 7-9 kuukautta vuodesta ilman tilojen lämmityksen energiankulutusta (RIL 2009, 144). Kuviossa 4.2. on esitetty Penttilänrannan rakennusten lämmöntarpeen jakautuminen eri kuukausille vuositasolla, eritellen lämpimän käyttöveden valmistukseen (LKV) ja tilojen lämmitykseen (Tilat) kuluvaan energiamäärään.

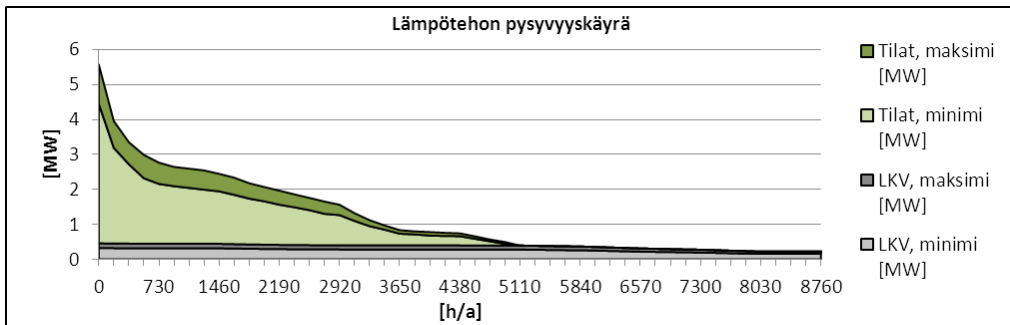
Kuviosta 4.2. nähdään hyvin energiatehokkaan rakentamisen vaikutus lämmöntarpeen jakautumiseen vuositasolla; talvikuukausien kulutushuiput korostuvat.



Kuvio 4.2. Rakennusten lämmöntarpeen jakautuminen eri kuukausille.

Rakennusten lämmitysjärjestelmät mitoitetaan aluekohtaisten mitoitussulkolämpötilojen perusteella ja Pohjois-Karjalassa mitoitussulkolämpötila on $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ympäristöministeriö 2007, 56). Matala- ja passiivenergiarakennuksille on taulukoitu lämmityksen mitoitustehon ominaisarvoja, joita voidaan käyttää Penttilänrannan rakennuskannan tehontarpeen arvioinnissa samalla periaatteella kuin edellä tehtiin tilojen lämpöenergiankulutuksen yhteydessä (RIL 2009, 33). Rakennusten arvioidun huipputehontarpeen sekä edellä esitetyn kuukausittaisen kulutusjakauman (kuvio 4.2.) perusteella saadaan muodostettua Penttilänrannan rakennusten lämpötehon pysyvyyssäyrä, joka toimii Penttilänrannan rakennuskannan lämmöntuotantojärjestelmien mitoituksen pohjana. Pysyvyyssäyrä on esitetty kuviossa 4.3.

Lämpötehon pysyvyyssäyrää käytetään erityisesti keskitettyjen ratkaisujen mitoituksessa ja oikein käytettynä sen avulla voidaan optimoida peruskuorma- ja huippulaitosten tehoalueet. Käyrältä nähdään suoraan kuinka monta tuntia vuodesta rakennukset kuluttavat lämpöä tiettyä lämpötehoa enemmän tai vähemmän. Esimerkiksi edellä esitetyn kuvion maksimiskenaarion mukaiset rakennukset kuluttavat lämpötehoa enemmän kuin 2 MW noin 2190 h vuodessa ja muuna aikana, eli noin 6570 h vuodesta rakennuskanta tarvitsee alle 2 MW lämpötehoa.



Kuvio 4.3. Penttilänrannan rakennuskannan lämpötehon pysyvyyskäyrä.

4.3.2 PENTTILÄNRANNAN LÄHIALUEEN LÄMPÖKUORMAT JA ENERGIAPOTENTIAALI

Lämmitysratkaisuita mietittäessä tulee huomioida Penttilänrannan lähialueen toimijoiden mahdollisuudet toimia niin lämpökuormina kuin lämmön lähteinäkin. Kuten edellä kuvion 4.3 lämpötehon pysyvyyskäyrästä huomaamme, yli puolet vuodesta rakennuskannan lämpötehon tarve on hyvin alhaisella tasolla. Tällä ajanjaksolla joudumme ajamaan lämmitysjärjestelmiä osateholla, jolloin ylijäämäisellä kapasiteetilla lämpöä voidaan tuottaa myös muihin kohteisiin Penttilänrannan rakennusten lisäksi.

Lämpökuormiksi tunnistettiin alueen läheisyydessä keskuspesula, puunkyllästämö sekä jätevedenpuhdistamo. Keskuspesulan prosessihöyryn tuotannon vaatiman suuren lämpötehon sekä korkean lämpötilan johdosta todettiin pesulan olevan haasteellinen kohde lämpökuorman kasvattamisen kannalta. Puunkyllästämöllä lämpöenergiaa kuluu käsitellyn puutavaran kuivattamiseen, jota varten toimija oli viime aikoina hankkinut kaksi pellettikattilaa. Jätevedenpuhdistamolla kuluu runsaita määriä lämpöenergiaa muun muassa termiseen lietteen kuivaukseen sekä mädätysprosessiin. Mädätysprosessiin lämpöenergia tuotetaan biokaasulla pien-CHP-laitteiston avulla. Termisen lietteenkuivauksen kuivauslohkojen lämpötilan ja prosessin teknisten ominaisuuksien perusteella liittäminen lämmitysjärjestelmien lämpökuormaksi voisi olla mahdollista, mutta vaatisi erillisen tarkemman selvityksen.

Lämpöenergian lähteiksi tunnistettiin alueelta muun muassa aurinkoenergia, tuulienergia, Pielisjoen lämpöenergia sekä jätevedenpuhdistamon erilaiset energiavirrat. Aurinkoenergian hyödyntämisestä tämän tarkastelun valossa luovuttiin, johtuen sen toiminnasta vain tukevana lämmönlähteenä päälämmitysjärjestelmän rinnalla. Pielisjoen odotettiin olevan suuren massavirtaamansa johdosta hyvä lämpöenergian lähde, mutta pohjan lämpötilataso talvella on liian alhainen keruuputkistojen kunnolliselle toteuttamiselle. Tuuliatlaksen tietoihin pohjautuen satama-alueen todettiin olevan potentiaalinen kohde tuulienergian hyödyntämiselle, joskaan tuulivoimaloiden toteutus ei ole sidoksissa Penttilänrannan alueen lämpöenergiaratkaisuun.

Jätevedenpuhdistamo todettiin tarkastelussa todelliseksi energiakaiteaksi monessa mielessä. Potentiaalisimmiksi energianlähteiksi tunnistettiin raakajätevesi, puhdistettu jätevesi, termisesti kuivattu liete sekä biokaasu.

Mädätyskammioiden muodostunut biokaasu on erinomainen polttoaine ja se hyödynnetäänkin pien-CHP-laitteistolla puhdistamon omassa energiantuotannossa tehokkaasti. Täten biokaasua ei voida hyödyntää tarkoituksenmukaisesti Penttilänrannan rakennusten lämpöenergiahuollossa.

Kuivattua lietettä voidaan hyödyntää lämpöenergiantuotannossa rinnakkaispolton avulla, mikäli liete on koostumukseltaan sopivaa. Mädätysprosessin jälkeen lietteen tuhkan ja muun palamatoman aineksen osuus kasvaa kuitenkin niin suureksi, ettei energiahyötykäyttö ole mielekäästä. (Lohiniva et al. 2001, 43,97.)

Puhdistamolle sisään tulevan ja ulosvirtaavan jäteveden massavirran ja lämpötilan todettiin olevan soveliaita lämmöntalteenoton pohtimiselle. Raakajätevedestä lämmöntalteenotossa usein ilmenevät lämmönsiirripintojen likaantumisongelmien johdosta puhdistetun jäteveden lämpöenergiatalteenotto nähtiin potentiaalisimpana ratkaisuna hyödyntää jätevedenpuhdistamon hukkaenergiavirtoja.

Puhdistetun jäteveden lämpötila on keskimäärin noin 10 °C ja virtaama keskimäärin 190 kg/s (Laukainen 2009). Puhdistetusta jätevedestä talteen saatava energiamäärä on suorassa suhteessa lämmönsiirtimellä aikaan saatavaan lämpötilan alenemiseen, mikäli lämmönsiirtimen läpi virtaava massavirta pidetään vakiona. Esimerkiksi 3 °C asteisuudella puhdistettu jätevesivirta vapauttaa lämpöenergiaa lämmönsiirtimellä 2,6 MW:n teholla ja 5 °C asteisuudella jo 4,4 MW:n teholla. Lämpöenergiapotentiaali jätevesivirrassa on siis valtava, mutta ilman hyötykäyttöä se johdetaan purkuputkea pitkin Pielisjoen suistoalueelle.

Lämpökuormien ja lämmönlähteiden kartoitus kannattaa suorittaa aina arvioitaessa uuden alueen lämmitysratkaisuja. Tässä tapauksessa satama-alueen lämpökuormien yhteensovittaminen rakennusten lämmitysenergiatarpeen kanssa todettiin haastavaksi, joskin termisen lietteen kuivauksen integrointi voi olla mahdollista lisäselvitysten jälkeen. Lämmönlähteistä potentiaalisimmaksi osoittautui jätevedenpuhdistamon ulosvirtaava jätevesi massavirtansa ja lämpötilansa johdosta. Aurinko- ja tuulienergian hyödyntämisessä voi olla potentiaalia, vaikka niitä ei tämän selvityksen valossa huomioidakaan lämpöenergiantuotannon vaihtoehtoja arvioitaessa.

4.4 POTENTIAALISET LÄMMITYSRATKAISUT

Penttilänrannan lämmitysratkaisujen osalta päädyttiin arvioimaan viittä erilaista vaihtoehtoa. Neljä vaihtoehtoa viidestä pohjautuu normaaliin kaukolämpöön sekä yksi matalalämpötilaiseen verkostoon kytkettyihin kiinteistökohtaisiin lämpöpumppuihin. Vaihtoehdot valikoituivat ryhmäistunnoissa, joissa eri mahdollisuuksia arvioitiin niiden yleisen toteutettavuuden kannalta.

4.4.1 HAKELÄMPÖLAITOS

Hakelämpölaitosvaihtoehdossa Penttilänrannan rakennusten tarvitsema lämpöenergia tuotettaisiin satama-alueelle sijoitettavalla kiinteällä biopolttoainetta hyödyntävällä lämpölaitoksella, jolla lämmitetään kaukolämpöverkon kiertovettä. Rakennukset liitettäisiin normaaliin tapaan kaukolämpöverkkoon rakennuskohtaisilla kaukolämmön alajakokeskuksilla.

Hakelämpölaitos mitoitettiin tässä tarkastelussa siten, että peruskuormakattila olisi lämpötehoaan 2 MW. Sen ohessa toimisi 1 MW:n tehoinen, niin ikään haketta hyödyntävä, pienempi lämpökontti. 1 MW:n lämpökontilla tuotettaisiin lämpöenergiaa kesäaikaan lämpökuorman ollessa alhainen ja talvella jaksolla, jolloin 2 MW:n kattila ei yksin riitä tuottamaan tarpeeksi lämpötehoa alueen rakennuksille. Näiden kahden kattilan yhdistelmällä voidaan tuottaa Penttilänrannan energiankulutusskenaariosta riippuen 95,7–98,1 % vuotuisesta rakennusten lämpöenergiatarpeesta. Talviajan huipputehontarpeet oletettiin tuotettavan raskasta polttoöljyä käyttävällä kattilalla. Alueen rakennusten hitaasti kasvavaan lämpökuormaan hakelaitosvaihtoehdolla voidaan vastata hyvin, sillä alkuvaiheessa lämpökuorman ollessa alhainen voidaan lämpöenergiaa tuottaa 1 MW:n lämpökontilla ja myöhemässä vaiheessa lämpökuorman kasvaessa voidaan investoida 2 MW:n lämpölaitokseen. (Hirvonen 2010, 91–92.)

4.4.2 PIEN-CHP-LAITOS

Pien-CHP-laitosvaihtoehdossa Penttilänrannan rakennusten tarvitsema lämpöenergia tuotettaisiin satama-alueelle sijoitettavalla haketta polttoaineenaan hyödyntävän CHP-laitoksen ja lämpökontin yhdistelmällä, joilla lämmitettäisiin kaukolämmön kiertovettä. Rakennukset liitettäisiin kaukolämpöverkkoon rakennuskohtaisilla kaukolämmön alajakokeskuksilla.

Pien-CHP-laitos mitoitetaan tässä tarkastelussa, siten että laitoksen lämpöteho olisi 2 MW, jolloin täydellä kuormalla ajettaessa voitaisiin tuottaa sähköenergiaa 500 kW:n teholla. Pien-CHP-laitoksen ohessa toimisi 1 MW:n tehoinen lämpökontti kuten hakelämpölaitosvaihtoehdossakin. Näiden yhdistelmällä voitaisiin tuottaa Penttilänrannan lämpöenergiatarpeesta 95,7–98,1 %. Talven ajoittainen huipputeho tuotettaisiin raskasta polttoöljyä käyttävällä kattilalla. Alueen hitaasti kasvavaan lämpökuormaan voidaan vastata samalla tavalla kuten edellä esitettyssä hakelämpölaitosvaihtoehdossa, eli investoidaan ensivaiheessa 1 MW:n lämpökonttiin ja myöhemässä vaiheessa pien-CHP-laitokseen. (Hirvonen 2010, 93–91.)

4.4.3 KESKITETTY LÄMPÖPUMPPULAITOS

Keskitettyssä lämpöpumppuratkaisussa jätevedenpuhdistamon ulosvirtaavan puhdistetun jäteveden lämpöenergia otetaan talteen lämmönsiirtimellä ja johdetaan hyödynnettäväksi suureen lämpöpumppuun, jolla lämmitetään kaukolämpöverkon kiertovettä. Penttilänrannan rakennukset liitettäisiin tässä vaihtoehdossa normaaliin kaukolämpöverkkoon rakennuskohtaisten kaukolämmön alajakokeskusten avulla.

Tässä tarkastelussa keskitetty lämpöpumppulaitos mitoitettiin lämpötehoaan 3,8 MW:n huipputeholle, jolla voidaan tuottaa Penttilänrannan energiankulutusskenaariosta riippuen 97,4–99,3 % rakennusten vuotuisesta lämpöenergiatarpeesta. Johtuen ulosvirtaavan puhdistetun jäteveden lämpötilasta voi keskitetty lämpöpumppu toimia jopa lämpökertoimella 3,5. Talviajan ajoittaiset huipputehontarpeet oletettiin tuotettavan raskasta polttoöljyä käyttävällä lämpölaitoksella. Alueen rakentumisen myötä hitaasti kasvavaan lämpöenergiatarpeeseen keskitetty lämpöpumppuratkaisu soveltuu hyvin, sillä erillisiä lämpöpumppuyksiköitä voidaan lisätä lämpökuorman kasvun mukaan. (Hirvonen 2010, 95–97.)

4.4.4 HAJAUTETUT KIINTEISTÖKOHTAISET LÄMPÖPUMPUT

Tässä niin sanotussa matalaenergiaverkkovaihtoehdossa hyödynnetään jätevedenpuhdistamolta ulosvirtaavan puhdistetun jäteveden energiasisältöä kiinteistökohtaisilla lämpöpumpuilla. Jätevedenpuhdistamolla puhdistetun jäteveden purkupuutkeen sijoitettaisiin lämmönsiirrin jolla siirretään jätevedestä lämpöä matalalämpötilaisen verkoston kiertoaineeseen. Tämä verkostossa kiertävä lämmennyt kiertoine toimisi kiinteistökohtaisten lämpöpumppujen lämpöenergianlähteenä vastaavaan tapaan kuin maalämpöratkaisuisissa maaperä tai vesistö.

Kiinteistökohtaisten lämpöpumppujen lämpökertoimeen vaikuttaa rakennuksen sisäisen lämmönjakomenetelmän lämpötilataso ja eri lämmönjakovaihtoehdoilla lämpöpumppujen lämpökerroin vaihtelee 2,7–3,5 välillä (Kurnitski 2009, 11). Kiinteistökohtaiset lämpöpumput mitoitetaan rakennuksen lämmöntarpeen vaatimalle tasolle. Tämä järjestelmä sopeutuu hyvin kasvavan lämmöntarpeen aiheuttamiin haasteisiin, sillä jokaiseen rakennukseen voidaan sitä rakentaessa sijoittaa vaadittava lämpöpumppuyksikkö.

4.4.5 KESKITETTY CHP

Tässä vaihtoehdossa Penttilänrannan rakennusten lämpöenergia oletettiin tuotettavan Fortum Oyj:n kaukolämmöllä ilman investointeja Penttilänrannan alueelle sijoitettavaan lämmöntuotantolaitokseen. Fortum Oyj tuottaa kaukolämpöä asiakkailleen keskitetysti polttoaineteholtaan 204 MW:n CHP-laitoksella, 34 MW:n biokattilalla sekä hajautetuilla raskasta polttoöljyä käyttävillä lämpökeskuksilla. CHP-laitoksessa, kuin myös biokattilassa poltetaan pääasiassa puuhaketta sekä turvetta (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2008, 2-4).

4.5 LÄMMÖNTUOTANTOVAIHTOEHTOJEN HIILIJALANJÄLJET

Edellä esitellyille viidelle potentiaalisimmalle energiahuoltoratkaisulle laadittiin elinkaariarvioinnin periaatteisiin tukeutuva hiilijalanjälkimalli, jonka avulla verrattiin keskenään tarkasteluun valittuja vaihtoehtoja. Tarkastelussa huomioitiin prosesseista aiheutuvat CO₂-, CH₄- ja N₂O-päästöt ja ne yhdenmukaistettiin IPCC:n GWP(100) – kertoimien avulla CO₂-ekvivalenttipäästöksi (Solomon et al. 2007, 212). Elinkaariarviointimallissa huomioitiin muun muassa ohkeen listatut yksikköprosessit.

- Polttoainehuolto: polttoaineen tuotannosta ja kuljetuksesta aiheutuvat päästöt, pois lukien maaperän muutokset ja polttoainehuoltoon liittyvien laitteiden valmistuksen vaikutukset. Polttoainehuoltoketjut mallinnettiin jyrksinturpeelle, rankahakkeelle ja raskaalle polttoöljylle käyttäen niille Joensuun alueelle laskettuja etäisyyksiä ja tuotantoketjuja.
- Energianmuuntoprosessit: polttoaineiden palamisesta syntyvien hiilidioksiidi-, metaani ja typpioksiduulipäästöjen määrittämisen. Eri vaihtoehdoissa huomioitiin niiden erilaiset polttotekniset ratkaisut.
- Sähköenergiantuotanto huomioitiin Suomessa tuotetun sähkön tuotantoprofiiliin mukaisesti ja sille määritetyn CO₂ekv-kertoimen avulla.
- Lämpöverkkojen osalta huomioitiin laskennallinen pumppausenergiankulutus sekä lämpöhäviö eri vaihtoehdoille.

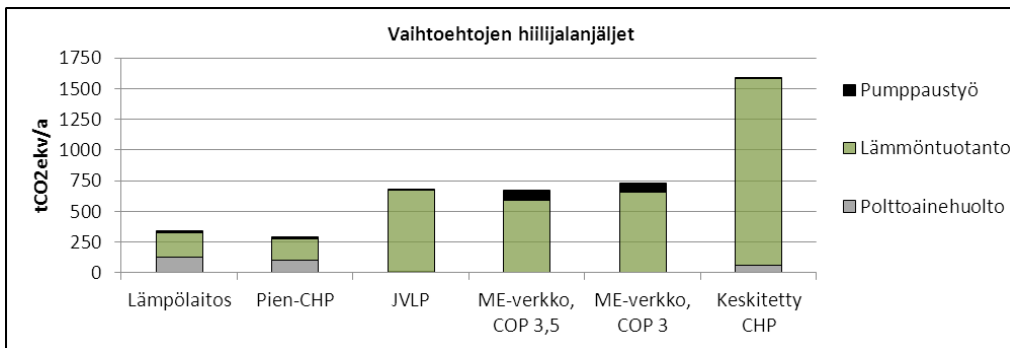
Vaihtoehtojen hiilijalanjälkilaskenta toteutettiin GaBi 4.3 elinkaarimallinnusohjelmistolla, jolla luotiin arviointimalli Penttilänrannan lämpöenergiantuotantojärjestelmästä. Tarkemmat tiedot arviointimallin rakenteesta ja käytetyistä lähtöarvoista löytyy aiheesta tehdystä diplomityöstä. Mallin tuloksia tarkasteltaessa tulee muistaa, että esitetyt tulokset pätevät kohtuudella vain Penttilänrannan tapaukseen annettujen lähtöarvojen puitteissa. Kaikki tässä työssä esitetyt tulokset kuvaavat tilannetta alueen ollessa täysin rakennettu.

Oheisessa taulukossa 4.2. on esitetty vaihtoehtojen hiilijalanjäljet laskennan perusarvoilla.

Taulukko 4.2. Vaihtoehtojen hiilijalanjäljet keskimääräisellä energiankulutustasolla ja oletusarvoilla.

| | Hake- lämpö- laitos | Pien- CHP- laitos | Keskitetty lämpöpumppu- laitos | Hajautetut lämpöpumput, COP 3,5 | Hajautetut lämpöpumput, COP 3 | Keskitetty CHP |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| tCO₂ekv/a | | | | | | |
| Polttoaine- huolto | 130,5 | 99,3 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 59,3 |
| Lämmöntuo- tanto | 198,8 | 180,4 | 665,7 | 593,0 | 656,9 | 1524,1 |
| Pumppaustyö | 9,6 | 9,6 | 11,8 | 82,1 | 78,1 | 6,6 |
| Yhteensä | 338,9 | 289,3 | 683,7 | 675,1 | 735,0 | 1590,0 |
| kgCO₂ekv/MWh | | | | | | |
| Ominaispäästö | 36,1 | 30,9 | 72,9 | 72,0 | 78,4 | 169,6 |

Kuvioon 4.4. on kerätty taulukon 4.2. tiedot ja esitetty tulokset havainnollisempana pylväsdiagrammina.



Kuvio 4.4. Vaihtoehtojen hiilijalanjäljet keskimääräisellä energiankulutustasolla ja oletusarvoilla.

Oletusarvoilla laskettaessa havaitaan, että hakeetta polttoaineenaan hyödyntävät vaihtoehdot olivat parhaita CO₂ekv-päästöjen suhteen. Vaikka hakepohjaisten vaihtoehtojen polttoainehuoltoketjut aiheuttivat suurimmat päästöt verrattuna muiden vaihtoehtojen polttoainehuoltoketjuihin, eivät hakevaihtoehtojen kokonaispäästöt kohonneet merkittävästi.

Lämpöpumppuratkaisuihin perustuvat hajautettu ja keskitetty ratkaisu eivät merkittävästi eronneet toisistaan päästöjen suhteen. Huomattava ero kahden erilaisen lämpöpumppuratkaisun välillä oli kuitenkin pumppausenergiatarpeessa, joka oli hajautetussa ratkaisussa huomattavasti muita ratkaisuita korkeampi. Tämä johtui matalasta lämpötilatasosta ja siitä aiheutuneesta pienemmästä aikaansaataavasta lämpötilaerosta hajautettujen lämpöpumppujen lämmönsiirrinpiireissä. Pienemmällä lämpötilaerolla pumppaustyön määrä kasvoi, mikä johti suuremman sähköenergiankulutuksen kautta kohonneisiin päästöihin.

Keskitetty CHP kärsi tämän tarkastelun valossa jyrksinturpeen sekä osaltaan raskaan polttoöljyn polttamisen aiheuttamista CO₂ekv-päästöistä. Jyrksinturpeen osuus CHP-kattilan ja biokattilan polttoainevalikoimassa oli 38,5 % loppuosuuden ollessa käytännössä puuhaketta.

Suomessa keskimääräinen kaukolämpöverkkojen ominaispäästö oli vuonna 2003 noin 220 kgCO₂/MWh (Suomi et al. 2004, 4-5). Voidaan todeta, että kaikki tarkastellut lämpöenergiantuotantovaihtoehdot alittivat keskimääräisen päästöarvon, osa jopa moninkertaisella marginaalilla. Vaikka keskitetty CHP erottui vertailujoukosta hieman korkeammilla päästöillä, oli senkin päästöt kuitenkin huomattavasti alle Suomen kaukolämmön tuotannon keskiarvon.

4.6 ELINKAARIKUSTANNUKSET

Penttilänrannan energiahuoltovaihtoehtojen elinkaarikustannuslaskentaa lähestyttiin samantyyppisellä näkökulmalla kuin hiilijalanjäljen määrittystä. Huomioon pyrittiin ottamaan kaikki kustannuksiin merkittävimmän vaikuttavat tekijät ja laskemaan niiden avulla vaihtoehtojen vuotuiset kustannukset. Kustannuslaskennassa huomioitiin polttoaineiden ja sähköenergian hinta, lämmöntuotantolaitteiden investointi- ja huoltokustannukset, lämmönjakeluverkostojen investointi- ja huoltokustannukset sekä rakennusten verkkoon liityntälaitteiden investointi- ja huoltokustannukset. Kaikille investoinneille laskettiin vuotuinen kustannus annuiteettimenetelmällä käyttäen investoinnin poistoaikana kunkin kulukohteen teknistä käyttöikä. Elinkaarikustannukset laskettiin vuotuisiksi arvonlisäverottomiksi kuluiksi rakennukseen johdetulle lämpöenergialle.

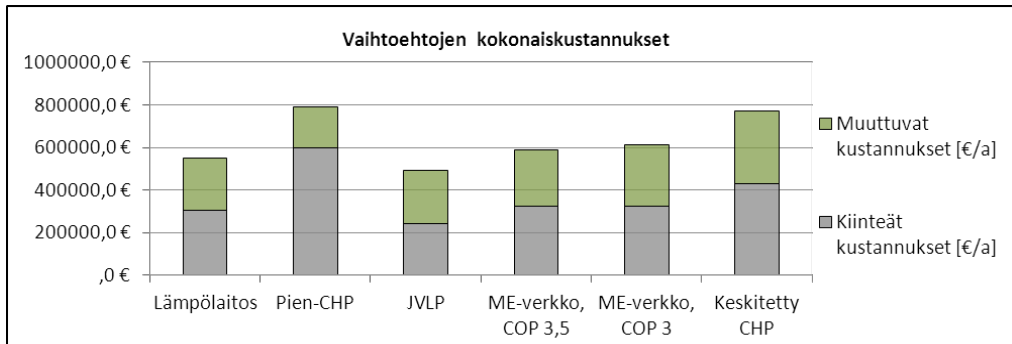
Investointi- ja huoltokustannuksia kerättiin laite- ja materiaalitöimittajilta sekä muista alan lähteistä. Peruslaskennassa polttoaineiden ja sähköenergian hintoina käytettiin kevään 2010 markkinahintatasoa. Keskitetyn CHP-vaihtoehdon kustannukset laskettiin kevään 2010 aikana voimassa olleen Joensuun alueen kaukolämmön toimitushinnastoon pohjautuen. Vaihtoehtojen kustannuksia keskenään vertailtaessa tulisi muistaa se tärkeä seikka, että kaikkien muiden vaihtoehtojen, paitsi keskitetyn CHP-ratkaisun kustannukset, on esitetty ilman lämmöntoimittajan liikevoittoa. Kyseessä on näiltä osin lämmöntuotannon omakustannehinta, joten keskitettyä CHP-ratkaisua ei tulisi verrata kustannuksiltaan suoraan muihin vaihtoehtoihin. Pien-CHP-ratkaisulla tuotetun sähköenergian myynnistä saatavat tulot jyvitetään lämmöntuotannon eduksi. Sähkön myynnistä saatava korvaus arvioitiin Nord Poolin alkuvuoden 2010 systeemihintojen ja puulla tuotetun sähkön tuotantotuen avulla, jolloin sähköenergiasta saatava korvaus arvioitiin olevan 50 €/MWh. (Nord Pool; Asplund et al. 2009, 20.)

Taulukossa 4.3. on esitetty kooste elinkaarikustannuksista tarkastelluille vaihtoehdoille.

Taulukko 4.3. Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset keskimääräisellä energiankulutustasolla.

| | Kiinteät kustannukset [€/a] | Muuttuvat kustannukset [€/a] | Kokonais- kustannukset [€/a] | Kokonais- kustannukset [€/MWh] |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Lämpölaitos | 355 023 € | 246 281 € | 601 304 € | 64 € |
| Pien-CHP | 702 880 € | 190 813 € | 893 693 € | 95 € |
| JVLP | 273 155 € | 251 864 € | 525 019 € | 56 € |
| ME-verkko, COP 3,5 | 322 446 € | 264 624 € | 587 070 € | 63 € |
| ME-verkko, COP 3 | 322 446 € | 288 112 € | 610 558 € | 65 € |
| Keskitetty CHP | 429 036 € | 339 844 € | 768 880 € | 82 € |

Kuviossa 4.5. on esitetty taulukon 4.3 tulokset havainnollisempana pylväsdiagrammina.



Kuvio 4.5. Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset keskimääräisellä energiankulutustasolla.

Tämän tarkastelun valossa kokonaiskustannuksiltaan edullisimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui keskitetty lämpöpumppuratkaisu. Mielenkiintoiseksi tuloksen tekee se, että vaikka hakelämpölaitoksella oli alhaisimmat muuttuvat kustannukset, heikensi sen kokonaiskannattavuutta hieman korkeammat kiinteät kustannukset verrattuna keskitettyyn lämpöpumppuratkaisuun.

Pien-CHP-ratkaisu kärsi korkeista kiinteistä kustannuksista vaikka muuttuvat kustannukset olivatkin alhaisimmat johtuen sähkön mynnistä saatavista tuloista. Penttilänrannan olosuhteissa pien-CHP-laitoksen kiinteät kustannukset olivat jopa korkeammat kuin hakelämpölaitoksen tai lämpöpumppuratkaisuiden kokonaiskustannukset. Pien-CHP-laitoksen osalta herkkyytarkasteleissa todettiin, että mikäli myytävästä sähköstä saatava korvaus nousi lähelle 200 €/MWh, oli pien-CHP-laitos lähellä hakelämpölaitoksen kokonaiskustannuksia. Tätä tasoa ei voitane pitää kovinkaan realistisena.

Hajautetut lämpöpumppuratkaisut sijoittuivat kokonaiskustannusten osalta hieman keskitettyä lämpöpumppuratkaisua sekä hakelämpölaitosta kalliimmiksi. Ero ei lopulta ollut kovinkaan suuri. Mielenkiintoista oli verrata keskitetyn ja hajautetun lämpöpumppuvaihtoehdon eroavaisuuksia. Hajautetun lämpöpumppuvaihtoehdon kiinteät kustannukset olivat merkittävästi korkeammat kuin keskitetyssä ratkaisussa.

Keskitetyn CHP-ratkaisun kustannukset laskettiin voimassa olleiden hinnastojen perusteella, jolloin kokonaiskustannuksissa oli mukana lämmöntuottajan kate. Vertaamalla tätä laskettua hintaa vaihtoehtoihin lämpöenergiantuotantomuotoihin, voitiin suuntaa-antavasti arvioida niiden taloudellista soveltuvuutta Penttilänrannan olosuhteissa. Pien-CHP-laitos pois lukien lämmöntuotannon kannattavalle toteuttamiselle on olemassa mahdollisuus niin hakelämpölaitosvaihtoehdolla kuin myös lämpöpumpppujaisilla ratkaisulla.

4.7 YHTEENVETO

Penttilänrannan lämpöenergiantuotannon suunnittelussa ja teknistaloudellisessa arvioinnissa ilmeni monia huomionarvoisia tekijöitä. Rakentamisen pitkä aikajänne asettaa haasteensa tarkastelun luotettavuudelle monelta eri kannalta. Erityisesti kiristyvien energiatehokkuusmääräysten vaikutusta 25 vuoden aikajänneellä oli haasteellista lähteä arvioimaan, sillä selvää kehitysuraa ei ollut nähtävissä edes 2020-luvulle saakka. Selvää kuitenkin on, että rakennusten energiatehokkuuden parantuessa aiheutuu kaukolämmön kannattavalle toteuttamiselle haasteita uudisrakennuskohteissa. Uudisrakennusalueiden maankäytön suunnittelulla ja kaavoituksella onkin tulevaisuudessa merkittävä rooli ylläpidettäessä mahdollisuuksia kaukolämmön hyödyntämiselle rakennusten lämmitysmuotona. Suunnitteleamalla alueet lämpökuormien kannalta tarkoituksenmukaisiksi sekä ohjaamalla täydennysrakentamista lämpöverkkojen läheisyyteen voidaan keskitetyille lämmitysratkaisuille luoda hyvät perusteet.

Riittävän lämpökuorman löytäminen uudisrakennusalueelta ei ollut kuitenkaan ainoa haaste johon energiatehokkaamman rakentamisen myötä päädytään. Rakennusten energiatehokkuuden paranemisella havaittiin olevan vaikutusta myös lämmöntarpeen jakautumiselle vuositasolla ja kokonaisenergiankulutuksen alenemiseen ei välttämättä samassa suhteessa laske huipputehontarvetta. Lämmityskauden lyhentyessä peruskuormaa ajavien lämpölaitosten vuotuinen käyttöaika lyhenee, jolloin niihin investoitujen pääomien takaisinmaksuaika pitenee. Tämä suuntaus havaittiin Penttilänrannan lämpöenergiahuoltovaihtoehtoja arvioitaessa.

Haketta polttoaineenaan käyttävät vaihtoehdot osoittautuivat yllätyksellisesti kasvihuonekaasupäästöiltään edullisimmiksi, vaikka niiden polttoainehuoltoketjun päästöt olivatkin muita polttoaineita korkeammat. Toisaalta lämpöpumpppuvaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöihin voidaan vaikuttaa suoraan huomioimalla käytettävän sähköenergian tuotantomuoto, jolloin voidaan päästä lähelle haketta hyödyntäviä vaihtoehtoja. Keskitetty CHP vaihtoehto pärjasi päästöiltään vertailussa Suomen keskimääräiseen kaukolämmön päästötasoon, mutta ei pärjännyt vertailussa muihin tarkasteltuihin Penttilänrannan lämmitysvaihtoehtoihin.

Kustannuslaskennassa havaittiin mielenkiintoinen ilmiö, jossa keskitetyn lämpöpumpun alhaisemmillä investointikustannuksilla, mutta korkeammilla käyttökustannuksilla päädyttiin alhaisempiin kokonaiskustannuksiin. Ero hakelämpölaitokseen ei muodostunut suureksi, mutta havaittavaksi. Kokonaisten asuinalueiden lämmitysjärjestelmien toteutuksessa voidaan nähdä samanlaista kehityssuuntaa kuin erillisten pientalojen lämmitysjärjestelmien valinnassa, jossa alhaisemmillä kiinteillä kustannuksilla, mutta hieman korkeammilla käyttökustannuksilla päästään kokonaiskustannuksiltaan edullisimpaan lopputulokseen.

LÄHDELUETTELO

Asplund, D., Flyktman, M. & Uusi-Penttilä, P. 2009. Arvio mahdollisuuksista saavuttaa uusiutuvien energialähteiden käytön tavoitteet vuonna 2020 Suomessa. Benet Oy Loppuraportti. FINBION julkaisu 42.

Hirvonen, M. 2010. Uudisrakennusalueen lämmitysratkaisujen valinta – tulevaisuuden haasteet ja niihin vastaaminen. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Lavikainen, L. 2009. Tiedonanto 9.9.2009.

Juntto, A. 2008. Asumisen muutos ja tulevaisuus: Rakennetarkastelu. Erilaistuva asuminen, osaprojekti I. Suomen ympäristö 33/2008. Ympäristöministeriö. Helsinki: Edita Prima Oy.

Kaavarunkoraportti. 2005. Joensuun kaupunki – Penttilän ydinalueen toteuttaminen. Arkkitehdit Anttila & Rusanen.

Kurnitski, J. 2009. Rakennusten energiatehokkuuden osoittaminen kiinteistöveron porrastusta varten. Teknillinen korkeakoulu, LVI-tekniikka. Raportti B85. Espoo: Multiprint Oy.

Lahti, P. & Halonen, M. 2006. Asuinympäristön muutos ja sen ekotehokkuus Suomessa 2000-2030. Arviointimallin kehitys ja soveltaminen kahdessa yhdyskuntarakenneskenaariossa: Nykykehitys ja kaupunkimaisen pientalon vaihtoehto. VTT tutkimusraportti VTT-R-03399-06. Espoo: VTT Yhdyskunnat ja infrastruktuuri.

Lohiniva, E., Mäkinen, T. & Sipilä, K. 2001. Lietteiden käsittely – Uudet ja käytössä olevat tekniikat. VTT tiedotteita 2081. Espoo: VTT Energia.

Nord Pool. 2010. System Price Nord Pool Spot. <http://www.nordpool.com> 25.3.2010

Penttilänrannan hankesuunnitelma. 2008. Joensuun kaupunki, Tekninen virasto.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2008. Päätös Fortum Power and Heat Oy:n lupahakemuksesta, joka koskee Joensuun Kontiosuon lämpökeskusta. Annettu julkipanon jälkeen 29.8.2008. Dnro PKA-2008-Y-35 (111)

RIL. 2009. 249-2009 Matalaenergiarakentaminen, asuinrakennukset. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärvi: Offset Oy.

Solomon, S., Dahe, Q., Manning, M., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M.M.B., Miller Jr H.L & Chen Z. 2007 Climate Change 2007 The Physical Science Basis. IPCC Working Group 1. New York: Cambridge University Press.

Suomi, U., Hietaniemi, J. & Hellgren, M. 2004. Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet. Helsinki: Motiva.

Ympäristöministeriö 2007. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennuksen energiankulutus ja lämmitystehontarpeen laskenta Ohjeet 2007. YmA 19.6.2007.

Ympäristöministeriö 2009. Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttö ja vaikutukset rakennusten energiankulutukseen. Työryhmämuistio 15.6.2009.

5 KAAVOITUS JA ALUEEN ENERGIAHUOLLON SUUNNITTELU

Markku A. Karjalainen

5.1 YLEISTÄ

Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston Puustudio on osallistunut TEKESin rahoittamaan yhteistyötutkimushankkeeseen ”Lähilämpöverkoista ja uusista energiaratkaisuista liiketoimintaa matalaenergiarakentamisessa (1.10.2008 – 31.12.2010)” Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun ja Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa. Tutkimushanke kuului TEKESin Kestävä yhdyskunta -ohjelmaan.

Puustudio on ollut tutkimushankkeessa mukana, koska sillä on vetovastuu valtakunnallisesta Moderni puukaupunki -hankkeesta (1997 – 2013) ja tämän toiminnan myötä sillä on ollut tarjota käytännön aluerakentamisen pilottikohteita tutkimusalueeseen liittyen. Moderni puukaupunki -osahankkeita on tällä hetkellä käynnissä noin 50 kpl eri puolilla Suomea, ja kaikki uudet käynnistettävät ja neuvoteltavat osahankkeet tähtäävät energiatehokkaaseen rakentamiseen sekä paikallisten ja omavaraisten lähilämpöverkkojen hyödyntämiseen.

Energiatehokkaan alueen toteuttaminen vaatii tarkastelua ja tiedostettuja linjauksia monella eri tasolla: a) Uuden alueen liittyminen yhdyskuntarakenteeseen; b) Alueen kokonaisratkaisu, tiiviys ja liikenne; c) Talotyyppiratkaisut, talojen suuntaus, aukotus, pihapiirit ja mikroilmasto; d) Rakennusmateriaalit, rakennetyypit ja rakennusosat; e) Talotekniset ratkaisut; f) Primäärienergian tuotantotapa ja g) Asumistottumukset.

Valtakunnan tasolla kiristyvien lämmöneristysmääräysten myötä eniten on keskitytty kohtiin d) ja e). Kohdan f) asiat tulevat kuntoon energiamuotokertoimien avulla 1.7.2012 voimaan astuvien uusien rakentamismääräysten kautta. Energiatehokkaan rakentamisen ja paikallisten lähilämpöverkkoratkaisujen kannalta kohdat a), b) ja c) ovat jääneet Suomessa liian vähälle huomiolle.

Energiätehokkuusasiaa on ympäristösyistä laajalti tiedostettu Suomen kaupungeissa ja kunnissa, mutta hyväksi koettuja uusia toimintamalleja, periaateratkaisuja ja tuloksia ei ole maankäyttöön ja kaavoitukseen liittyen vielä yleisesti julkaistu. Erityisesti kaavoittajat tarvitsevat energiatehokkuuteen ja uusiin lähilämpöverkkoihin liittyvää jatkokoulutusta.

Oulun yliopiston arkkitehtuurin osastolla on tehty tähän TEKES-hankkeen teemaan liittyen yhteensä kahdeksan arkkitehtiopinnäytetyötä, jotka kohdentuivat "energiakaava"-asioihin Kontiolahdella, Pudasjärvellä, Iissä ja Vihannissa (kuva 5.1.).

Kuva 5.1. Havainnekuva modernista puurakentamiskohteesta (Kristian Järvi).



5.2 PILOTTIALUEET

5.2.1 KONTIOLAHDEN LEHMO

Lähtökohtaisesti Lähilämpöverkot-TEKES-hankkeeseen kuului puisten pientalojen aluerakentamiseen ja matalaenergiatoteutukseen tähtäävän Moderni puukaupunki -osahankkeen ideointisuunnittelu Kontiolahden Lehmon (Suutelan) alueelle (23 ha). Alueen suunnittelemiseksi tehtiin kaksi syventävien opintojen ohjattua ideasuunnitelmaa (Tiina Hotakainen ja Kari Pöykkö) Oulun yliopiston arkkitehtuurin osastolle. Aloitusseminaari mediatilaisuuksineen pidettiin Kontiolahdella 17.1.2008; ensimmäinen väliohjauseminaari 21.2.2008 ja toinen väliohjauseminaari 10.4.2008. Loppuseminaari pidettiin Kontiolahdella 22.5.2008.

Kohde sai näyttävää julkisuutta TV:ssä, radiossa, paikallissanomalehdissä ja rakennusalan ammattilehdissä. Alue esiteltiin muun muassa PUU-lehden numerossa 4/2008 sekä PUUSTA-päivillä Helsingissä 21.10.2008. Alueen varsinainen kaavoitustyö aloitettiin arkkitehti Sami Logrenin tekemänä Puustudion ohjauksessa syksyllä 2008. Alueen matalaenergiakaava valmistui keväällä 2009. Hankkeeseen liittyvä rakentajien matalaenergiakoulutus järjestettiin Joensuussa 12. – 13.3.2009 ja Kontiolahdella 8. – 9.5.2009 yhteistyössä Oulun rakennusvalvontaviraston ja Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun kanssa. Energiatehokkuuskoulutus sai hyvän osanoton ja palautteen.

Kontiolahden kunta kaavoitti alueen väljempänä kuin hankkeen alkuvaiheessa suunniteltiin. Väljemmän kaavan seurauksena alueen yhteinen lähilämpöverkkoratkaisu osittain vesittyi ja näillä näkymin talot tullaan toteuttamaan turvautuen pääosin talokohtaisiin energiaratkaisuihin.

Hankkeen loppuseminaari järjestettiin Joensuussa 27.10.2010. Oulun yliopiston arkkitehtuurin osasto on teettänyt TEKES-hankkeen puitteissa muita opinnäytetöitä, jotka kohdentuvat vastaavanlaisiin ”energiakaava”-asioihin Pudasjärvellä, lissä ja Vihannissa. Kaikki nämä aluerakentamiskohteet tähtäävät energiatehokkuuteen ja mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman itsenäiseen energiaverkostoon tai talokohtaisiin energiaratkaisuihin. Alueiden suunnitelmat ovat nähtävillä Puuinfo Oy:n nettisivuilla: www.puuinfo.fi > Poimintoja ammattilaisille > tulevia puumiljöokohteita.

5.2.2 PUDASJÄRVEN MATALAENERGIA -HIRSITALOKORTTELI

Pudasjärvellä on meneillään hirsirakentamisen kehittämisprojekti, johon liittyen on määrä toteuttaa Pudasjärven keskustan välittömään läheisyyteen, Kuusamontien varteen, lijoen ylittävän sillan kupeeseen, lijoen pohjoisrannalle puumiljöö-, hirsi- ja matalaenergia-rakentamiseen perustuva näyttävä asuinkortteli. Alueen laajuus on noin kolme hehtaaria. Alueen jatkosuunnittelun tarkastelualueena on myös nk. Pietarilan alue (15 ha), joka sijoittuu niin ikään lijoen pohjoisrannalle, sillan länsipuolelle.

Alueen perusratkaisun ideoimiseksi tehtiin vuoden 2009 alkupuoliskolla kolme syventävien opintojen opinnäytetöitä Oulun yliopiston arkkitehtuurin osastolla. Jatkosuunnitelmat valmistuivat

marraskuussa 2009. Tavoitteena on aloittaa alueen rakentaminen vuonna 2011. Maaliskuussa 2011 alueen 19 tontista enää yksi on vailla toteuttajaa.

Hankkeen yhteistyötahoina ovat olleet: Pudasjärven kaupunki, Kehittämiskeskus Pohjantähti / Hirsirakentamisen kehittämishanke, Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston Puustudio / valtakunnallinen Moderni puukaupunki -hanke (1997 - 2013) sekä Oulunkaaren seutukunta / Uusiutuvan energian yrityskeskus.

Lisätietoja: kehittämisjohtaja Mikko Kälkäjä, mikko.kalkaja@pudasjarvi.fi, arkkitehtiyloppiilas Emma Johansson, emma.johansson@oulu.fi ja arkkitehti Kristian Järvi, kristian@krisse.fi.

5.2.3 VIHANNIN SAUVONMÄKI

Vihannin Sauvonmäelle luodaan perinteisestä suomalaisesta maalaiskylästä perinteisen kylän nykyaikainen versio sekä sähkö- ja energiatuotannoltaan omavarainen ja palveluiltaan pitkälti omatoiminen maaseutumainen asuinalue. Sauvonmäen 22 hehtaarin suuruinen metsävaltainen alue sijaitsee luonnonkauniilla paikalla Vihannin keskustan välittömässä läheisyydessä sijaitsevien Kirkkojärven ja Saarelanjärven rantojen tuntumassa.

Alueelle kaavaillaan kokonaisvaltaisesti uudentyypistä maaseutumaista asuinmiljöötä sekä suomalaiseseen maisemaan luontevasti istuvia, puurakentamiseen tukeutuvia ja pitkäaikaiskestäviä asuinrakennuksia, piharakennustyyppistöjä ja pihapiirejä tämän päivän uudisrakentamisen energiatehokkuusvaatimukset huomioiden.

Alueelle on kaavailtu noin 27 omakotitonttia, joiden koot vaihtelevat noin 1000 ja 5000 neliömetrin välillä. Alueelle on määrää rakentaa myös mm. seniorikortteli, palvelutalo, päiväkotia ja hevostalli. Seniorikorttelissa sijaitsevat palvelutalon lisäksi rivitalo ja muutama mummonmökki, joissa ikääntyvät asukkaat voivat asua itsenäisesti mahdollisimman pitkään ja hyödyntää päärakennuksen palveluja. Alue tarjoaa myös harrastuksille ja vapaa-ajan toiminnolle monipuoliset puitteet.

Yhteistyökumppaneina hankkeessa ovat olleet Sauvonmäen yksityiset maanomistajat, Vihannin kunta, Moderni puukaupunki -hanke / Puuinfo Oy ja Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston Puustudio. Sauvonmäen kylä -hankkeen tarkoitus on mm. edesauttaa Moderni puukylä -hankkeen päämäärää ja varmistaa, että lopputuloksena on mahdollisimman konkreettinen ja maalle muuttoa harkitsevien tarpeita ja toiveita vastaava asuinalue. Potentiaalisia alueelle muuttajia on kuultu hankkeen alusta alkaen. Hankkeen aikana on käynnistetty niin ikään selvityksiä koskien energiakysymyksiä, kokonaisedullisuutta, rahoitusta ja huoltokonsepteja sekä kylän palveluja ja vapaa-ajan toimintaa.

Sauvonmäen kylä -hanketta voi seurata ja kommentoida hankkeen sivuilla <http://www.ppkylat.fi/sauvonmaki/>.

Lisätietoja: Sauvonmäki-yhdistyksen puheenjohtaja Walter Röbbelen, sauvonmaki@vihanti.fi.

5.2.4 IIN VIHREÄ KORTTELI

Iin Vihreän korttelin tavoitteena on luoda ympäristöystävällinen, energiatehokas, ehjä ja moderni puurakenteinen asuinalue, jossa yhdistyvät sekä viihtyisä ja terveellinen asuminen että vihreät arvot.

Iin Tikkasenharjussa sijaitsevaan kortteliin tulee omakotitaloja sekä rivi- ja paritaloasumista. Lopputuloksena saadaan monipuolisia asumisen vaihtoehtoja ihmisille, jotka arvostavat luontoa, energiatehokkuutta ja ekologisuutta.

Aluetta kehitetään yhteistyössä rakennusliikkeiden kanssa. Vihreän korttelin yleissuunnitelmaa ja visualisointia on koordinoitu Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston Puustudiolta. Korttelin yleissuunnitelman on laatinut opinnäytetyönä arkkitehtiylloppilas Janne Tolppanen.

Korttelin rakentamista valmisteleavan projektin tarkoitus on kehittää ekologista ja energiatehokasta rakentamista, alueen rakennusalan yritysten osaamista sekä liiketoimintaa. Yhteistyökumppaneiden, rakentajien ja tulevia asukkaiden kartoitus on meneillään. Alueen talot tullaan toteuttamaan talokohtaisilla energiaratkaisulla. Erillisen lähilämpöverkon rakentamiselle ei nähty taloudellisia edellytyksiä.

Lisätietoja: toimitusjohtaja Ari Alatosava, ari.alatossava@iilaakso.fi.

5.3 MUU HANKKEESEEN LIITTYVÄ TOIMINTA

5.3.1 ENERGIATEHOKAS RAKENNUSSUUNNITTELU -KOULUTUS

Oulun yliopiston arkkitehtuurin osaston Puustudio on myös ollut valmistelemassa ”Energiatehokas rakennussuunnittelu 2011” -koulutusta yhteistyössä Oulun kaupungin rakennusvalvonnan ja Oulun seudun ammattikorkeakoulun (OAMK) kanssa. Koulutuksen laajuus on 30 opintopistettä (op), ja se ajoittuu tammi – joulukuu 2011 väliselle ajanjaksolle. Koulutuksen rahoittaa OAMK:in kautta opetus- ja kulttuuriministeriö. Koulutukseen on hyväksytty 130 arkkitehtia, insinööriä ja rakennusmestaria Oulun seudulta. Koulutus antaa valmiudet toimia rakentamisen energia-asioiden erityisasiantuntijana ja tuottaa energiatehokkaita rakennuksia riskejä halliten.

5.3.2 ENERGIATEHOKKAAN RAKENTAMISEN JA PUURAKENTAMISEN SEMINAARISARJA

Vuoden 2010 kuluessa on valmisteltu yhteistyössä Puuinfo Oy:n ”Puu on ekoin!” -viestintähanketta, jossa tehdään konkreettista yhteistyötä Sitran Energiaohjelman sekä Metsäteollisuus ry:n ja MTK:n yhteisen poliittisen tason vaikuttamisohjelman kanssa. Toimenpiteenä on järjestää vuoden 2011 aikana kymmenkunta korkeatasoista asiantuntijaseminaaria maamme suurimmissa

kaupungeissa puurakentamiseen ja sen ympäristökilpailukykyyn ja energiatehokkuuteen liittyen. On neuvoteltu, että valtakunnalliset PuuSuomi-toimijat Suomen Metsäohjelman (SMO) puitteissa, Asumisen Osaamisklusterin toimijat ja Finnish Wood Research (FWR) puualan jäsenyrityksineen tukevat osaltaan näiden tapahtumien järjestämistä sekä samalla uusien Moderni puukaupunki -osahankkeiden käynnistämistä.

Lähilämpöverkot-TEKES -hankkeesta saadut kokemukset ovat olleet osaltaan linjaamassa myös em. seminaarisarjan sisältöä sekä energiatehokkaan ja ympäristöystävällisen rakentamisen tiedonlevitystarpeita ja -toimenpiteitä. Erityisesti kaavoittajat tarvitsevat energiatehokkuuteen ja uusiin lähilämpöverkkoihin liittyvää jatkokoulutusta.

5.4 LOPPUSANAT

Kaikki tässä Lähilämpöverkot-TEKES -hankkeessa mukana olleet ja tulevat uudet Moderni puukaupunki -osahankkeet sekä Energiatehokas rakennussuunnittelu -koulutus ovat tukeneet Lähilämpöratkaisut matalaenergiarakentamisessa -hankkeen toimenpiteitä, tuloksia, tiedon vaihtoa ja jalkauttamista sekä viestintää alkuperäisen projektisuunnitelman mukaisesti.

6 RAKENNUSTEN ENERGIAHUOLTO JA ENERGIANTUOTANTOTEKNOLOGIAT

Raija Lankinen

Raportissa on esitetty rakennusten lämmitykseen ja asumiseen liittyvän energiakulutuksen ja energiantuotannon nykytila sekä tarkasteltu niitä muutostarpeita, mitä ympäristönkuormituksen ja energiankäytön hallinta sekä uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämisvelvoite vaikuttavat energiantuotannon rakenteeseen ja sen myötä myös rakennusten energianhuoltoon. Ensisijainen tulevaisuuden tavoite on pienentää ympäristökuormitusta pienentämällä primäärienergian kulu- tusta ja korvaamalla fossiilisia polttoaineita uusiutuvilla energioilla. Primäärienergian kulutuksen pienentäminen edellyttää energian säästön lisäksi, sekundääristen energialähteiden hyödyntä- mistä sekä energiatehokkuuden parantamista läpi koko energiaketjun energiantuotannosta lop- pukäyttöön. Tässä ketjussa valitulla energiatuotantoteknologialla on merkittävä rooli.

6.1 TAUSTAA

Rakennusten lämmityksen, asumisen ja liikenteen osuus primäärienergian-kulutuksesta Suo- messa vuonna 2007 oli yli 56 %. Tästä syystä näihin osa-alueisiin kohdistuu energiankäytön ja energianhuollon osalta huomattavia muutos- ja kehitystarpeita.

6.1.1 YLEISTÄ

Raportissa on esitetty Suomessa rakennusten lämmitysenergian ja sähköenergian tuotannossa käytössä olevat tuotantomenetelmät sekä käytetyt energialähteet. Energian tuotantoa ja käyttöä koskevat tiedot perustuvat Tilastokeskuksen ja Energiategollisuus ry:n julkaisemiin tilastotietoi- hin.

Marraskuussa vuonna 2008 valtioneuvosto hyväksyi kansallisen ilmasto- ja energiastrategian. Strategiassa esitetyt tavoitteet perustuvat EU:n ilmasto- ja energiapolitiisiin, vuodelle 2020 asetettuihin 20-20-20 –linjauksiin ja niiden pohjalta määritettyihin kansallisiin velvoitteisiin. Nämä velvoitteet merkitsevät Suomen osalta muun muassa huomattavaa uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämistarvetta energiantuotannossa sekä kasvihuonekaasupäästöjen rajaamista sopimuksen mukaiselle tasolle. Myös energiansäästöille ja laitteiden ja kojeiden energiatehokkuuden parantamiselle asetettiin merkittäviä tavoitteita.

Kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamista ja uusiutuvien energialähteiden käyttöönottoa koskevien velvoitteiden sekä energiansäästöä ja energiatehokkuuden parantamista koskevien tavoitteiden saavuttamiseksi on kansallisella tasolla selvitetty toimia, joilla tavoitteiden toteutumista voidaan edistää. Eri tahot ovat suorittaneet laskelmia eri teknologiavaihtoehtojen ja niiden toteuttamisen mahdollistamiseen vaadittavien ohjaus- ja tukitoimien kustannuksista ja kannattavuudesta.

Keskeisiksi ohjauskeinoiksi ovat muotoutuneet ja muotoutumassa energiaverotus sekä uusiutuvia energialähteitä hyödyntäviin energiantuotantomuotoihin liittyvät investointi- ja tuotantotuet. 24. maaliskuuta 2011 valtioneuvosto hyväksyi lisäksi asetuksen, jonka seurauksena laki uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön tuotantotuesta tulee kokonaisuudessaan voimaan. Syöttötariffi koskee muun muassa tuulella, biokaasulla ja puuperäisillä polttoaineilla tuotettua energiaa. Syöttötariffien lisäksi energian säästöä ja uusiutuvien energioiden käyttöä pyritään edistämään erilaisten investointitukien avulla.

Edellä esitetyillä päätöksillä on varmaan vaikutusta myös rakennuksien energianhuoltoon ja energiantuotantoteknologian valintaan liittyviä päätöksiä tehtäessä. Todennäköistä on, että varsinkin haja-asutusalueilla pienen teholuokan sähkön ja lämmön yhteistuotantoon perustuvien tuotantolaitosten määrä kasvaa.

6.1.2 RAKENNUKSET JA ENERGIANKÄYTTÖ

Vuonna 2007 365 TWh primäärienergiankulutuksesta rakennusten osuus oli 41 %, liikenteen 15 %, teollisuuden 37 %, rakentamisen 4 % ja muun kulutuksen 3%. Rakennuksiin kohdistuva netto-ostoenergian kulutus vuonna 2007 oli yhteensä 115,6 TWh. Tuotantorakennuksien osuus siitä oli noin 23,5 % ja asuin- ja palvelurakennusten osuus 76,5 %. Asuin- ja palvelurakennusten osalta netto-ostoenergian kulutus (yhteensä 88,4 TWh) jakautui energialähteittäin seuraavasti (Heljo & Vilhonen 2010, 20):

- huoneisto- ja kiinteistösähkön osuus 28 %
- sähkölämmityksen osuus 12 %
- maalämmön sähkön osuus 1 %
- kaukolämmön osuus 32 %
- öljyn ja maakaasun osuus 13 %
- puun ja pelletin osuus 14 %

Rakennusten lämmitysenergiatarpeen pienentämiseksi rakentamismääräyksiä on jatkuvasti kiristetty ja tavoitteena on, että uudisrakennuksien osalta päästä matalaenergiarakentamisesta nopealla aikataululla passiivenergiatalon kriteerit täyttäviin ratkaisuihin.

Rakennusten lämmitysenergiatarpeen pieneneminen, lämpimän käyttöveden tuottamiseen tarvittavan energian suhteellisen osuuden kasvaminen ja toisaalta pyrkimys matalalämpötilatasoisen lämmitysenergian käyttöön vaikuttaa merkittävästi kohteeseen teknistaloudellisin perustein tehtävään energiantuotantovaihtoehdon valintaan. Tunnusomaista on, että matalaenergiarakennuksissa investointivaltaisten lämmitysmuotojen kilpailukyky laskee. Rakennuksiin ja asumiseen kohdistuvien energiansäästö- ja energiatehokkuustavoitteiden kannalta ongelmallisia ja haasteellisia kohteita ovat hitaasti uusiutuva vanha rakennuskanta sekä asujien käyttötottumuksiin vaikuttaminen.

Uusiutuvien energialähteiden käyttövelvoitteen saavuttamiseksi on rakennuksiin ja asumiseen tarvittava lämpö- ja sähköenergia entistä suuremmassa määrin pyrittävä tuottamaan uusiutuvalla energialla. Erityisenä tarkastelun kohteena tässä työssä ovat hajautettuun energiantuotantoon soveltuvat, uusiutuvia energialähteitä hyödyntävät energiantuotantoteknologiat. Edellä mainittuja energiantuotantovaihtoehtoja on runsaasti ja niiden käyttöönotto varsinkin Keski-Euroopassa on ollut runsasta teknologioihin kohdistuneiden voimakkaiden tukimuotojen johdosta. Tässä työssä ei kyseisistä teknologioista ole esitetty yksityiskohtaisia teknisiä ratkaisuja vaan lähinnä eri teknologioihin liittyviä ominaispiirteitä ja tunnuslukuja.

Jotta uusiutuvan energian käyttöosuuden lisääminen rakennusten energiahuollon osalta toteutuisi, tarvitaan käyttöönoton kannustimeksi riittävä taloudellinen tuki sekä teknisesti toimivat energiantuotantomenetelmät. Voimaan tulleiden syöttötariffien oletetaan toimivan kannustimena pienen teholuokan energiantuotantolaitosten investointien käynnistymiseksi.

6.2 ENERGIATUOTANTOA KOSKEVAT LÄHITULEVAISUUDEN VELVOITTEET JA TUOTANTOTUET

Kestävän kehityksen mukaisesti keskeisenä tavoitteena on päästöjen vähentäminen ja rajallisten luonnonvarojen säästäminen. Tavoitteiden saavuttamiseksi on EU:n tasolla laadittu ja hyväksytty joukko energian tuotantoa ja käyttöä koskevia sopimuksia ja velvoitteita, jotka on jyvitetty toteutettavaksi jäsenvaltioissa.

6.2.1 KANSALLISET VELVOITTEET

Suomessa kansallisten velvoitteiden toteuttamiseksi toimintoja pyritään ohjaamaan eri osa-alueita koskevien lakien, asetusten ja määräysten avulla. Toisaalta uudistusten toteuttamisen edistämiseksi on suunniteltu ja osittain jo käyttöönotettu erilaisia kannustimia investointi- ja tuotantotukien muodossa.

Vuonna 2008 Suomessa laadittiin direktiivin 2009/28/EY velvoitepakettiin liittyen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian, joka sisälsi muun muassa uusiutuvan energian velvoitepaketin (RES-direktiivi) sekä kasvihuonekaasujen rajoittamisvelvoitteen. Tämän lisäksi asetettiin yleisiä tavoitteita primäärienergian säästämiseksi ja prosessien, laitteiden ja kojeiden energiatehokkuuden parantamiselle. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2008.)

Maapallon kokonaisenergiatarpeesta tuotettiin uusiutuvilla noin 13 % (vuosi 2006) (VTT 2009, 19). Suomessa uusiutuvien energialähteiden osuus primäärienergian käytössä vuonna 2009 oli noin 29 %. Uusiutuvan energian velvoitepaketti edellyttää Suomen nostamaan uusiutuvan energian osuuden energian loppukäytöstä 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteet ja tarvittavat ohjaukeinit on eritelty kolmelle sektorille; uusiutuvat sähköntuotannossa, uusiutuvat lämmityksessä ja jäädytyksessä sekä uusiutuvat liikenteessä. Taulukossa 6.1. on esitetty työ- ja elinkeinoministeriön vuonna 2010 esittämä suunnitelma, kuinka uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen on suunniteltu jakautuvan eri energialähteille.

Taulukko 6.1. 20.4.2010 Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisema uusiutuvan energian velvoitepaketti, jossa on esitetty suunnitelma uusiutuvien energialähteiden osuuden nostamiseksi loppukulutuksesta vertailuvuoden 2005 28,5 prosentin tasosta 38 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä (Työ- ja elinkeinoministeriö 2010) .

| UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET, TWh | | | |
|---|---------------|-------------|---------------------------|
| | 2005 | 2020 | Muutos, TWh 2005->2020 |
| Primäärienergiana | | | |
| Teollisuuden tuotannosta riippuvat polttoainetjäteliemet ja teollisuuden tähdepuu) | | | |
| Jäteliemet | 37 | 36 | 1,1 |
| Teollisuuden tähdepuu | 20 | 19 | -1,8 |
| <i>Yhteensä</i> | 57 | 56 | -0,7 |
| Politiikkatoimien kohteena olevat primäärienergiana | | | |
| Vesivoima, toteutunut | 13,4 | 14 | 0,6 |
| Tuulivoima | 0 | 6 | 5,8 |
| Metsähake | 6 | 25 | 18,9 |
| Puun pienkäyttö | 13 | 12 | -0,5 |
| Lämpöpumput | 2 | 8 | 6,1 |
| Liikenteen biopolttoaine | 0 | 7 | 6,5 |
| Biokaasu | 0 | 1 | 0,7 |
| Pelletit | 0 | 2 | 1,6 |
| Kierrätyspolttoaineet, RES-osuus | 2 | 2 | 0,7 |
| Muut uusiutuva, aurinkolämpö, aurinkosähkö jne. | 0,4 | 0,4 | 0 |
| <i>Yhteensä</i> | 37 | 77 | 40 |
| Uusiutuva energia primäärienergiana, yhteensä | 94 | 134 | |
| Uusiutuva energia loppukulutuksessa | 87 | 124 | 37,5 |
| Energian loppukulutus | 303 | 327 | 23,6 |
| Uusiutuvan osuus loppukulutuksesta, toteutunut/arvio | 28,5 % | 38 % | 9,50 % |

6.2.2 TUKI- JA OHJAUSTOIMIA TAVOITTEIDEN SAAVUTTAMISEN EDISTÄMISEKSI

Vuoden 2010 aikana hallitus valmisteli tukipakettia, jonka tavoitteena on parantaa uusiutuvilla energioilla tuotetun sähkön kilpailukykyä. Alkuperäisen suunnitelman mukaan lain oli tarkoitus tulla voimaan vuoden 2011 alussa, mutta kokonaisuudessaan valtioneuvosto hyväksyi asetuksen 24. maaliskuuta 2011.

Lain mukaan syöttötariffi koskee tuulivoimaloita, joiden generaattoreiden yhteenlasketun nimellistehon tulee olla vähintään 500 kVA sekä biokaasu-, metsähake- ja puupolttoainevoimaloita, joiden nimellistehon olisi oltava vähintään 100 kVA. Lakiesityksessä puupolttoainevoimaloiden nimellistehon ylärajaksi on esitetty 8 MVA.

Lakiesityksessä tuulella tuotetun sähkön tavoitehinnaksi on esitetty 83,5 €/MWh, minkä syöttötariffi takaa tuottajalle 12 ajan. Lisäksi nopealla aikataululla tehty investointi takaa kolmeksi vuodeksi takuuhinnaksi 105,3 €/MWh. Lain mukaan tukijärjestelmän piiriin hyväksytään tuulivoimaloita, kunnes tuotantoyksikköjen generaattoreiden yhteisteho ylittää 2500 MW. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011.)

Lain mukaan biokaasulla tuotetun sähkön takuuhinta on 133,5 €/MWh, mikäli sähkön lisäksi myös merkittävä osa tuotettavasta lämmöstä hyödynnetään. Biokaasulla tuotettavaa sähköä tuetaan, kunnes tuotannon yhteisteho saavuttaa 19 MW. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011.)

Metsähakkeella ja puupolttoaineilla tuotetulle sähkölle maksetaan päästöoikeuden hinnan mukaan muuttuvaa tuotantotukea. Enimmillään tuki on 18 €/MWh. Pienimuotoisen puupohjaisen CHP-tuotantotuen enimmäismäärä vuositasolla on 750 000 euroa. Puupolttoainevoimaloita pääsee tuen piiriin, kunnes generaattorien yhteisteho ylittää 150 MW ja voimalaitoksia on yli 50. Metsähakevoimaloille ei ole vastaavaa rajoitusta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011.)

6.3 RAKENNUSTEN ENERGIAHUOLTO

Vuoden 2007 tilaston mukaan kului netto-ostoenergiasta (~115,6 TWh) noin 27,4 % omakotitaloissa, 5,7 % rivitaloissa, 15,8 % asuinkerrostaloissa, 17,9 % yksityisissä palvelurakennuksissa, 8,2 % julkisissa palvelurakennuksissa, 23,5 % tuotantorakennuksissa ja 1,4 % vapaa-ajanrakennuksissa (Heljo & Vilhola 2010).

6.3.1 RAKENNUSKANTA JA ENERGIA

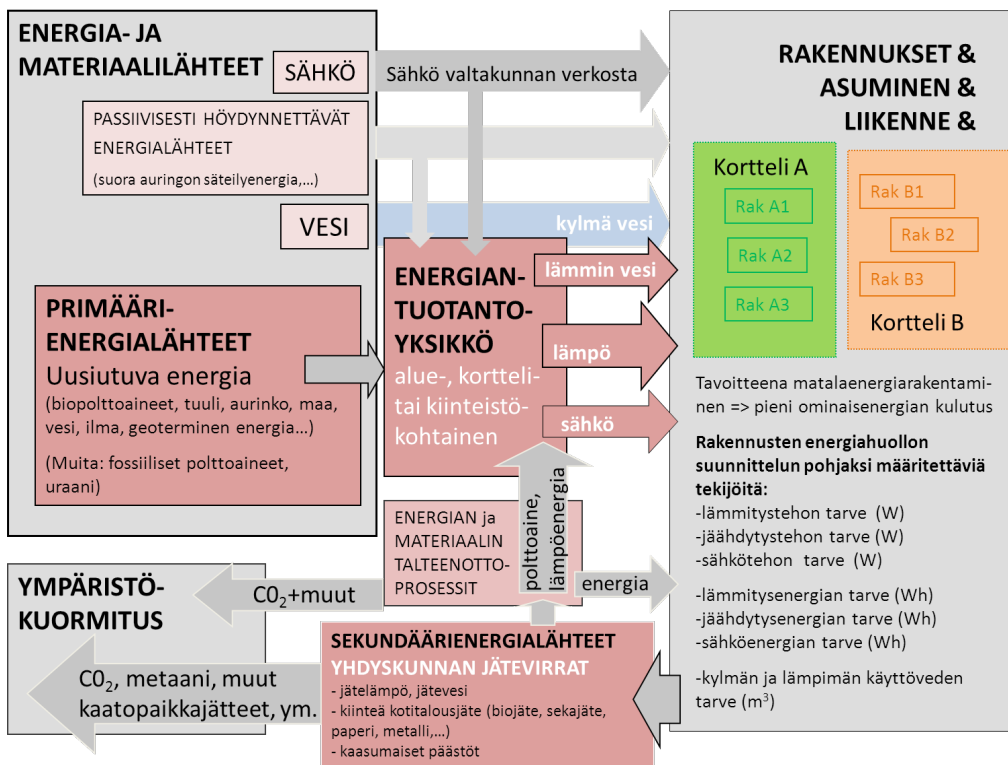
Asuinalueiden ja rakennusten energiantarvetta ja energiahuoltoa voidaan ohjata kaavoituksen ja rakentamista koskevien määräysten avulla. Nämä työkalut toimivat tehokkaasti uusien asuinalueiden ja uudisrakennuksien osalta.

Sen sijaan vanhojen asuinalueiden, niillä vallitsevien energiahuoltojärjestelmien ja rakennusten osalta energiansäästö ja energiankäytön tehostamiseen liittyvät tekniset ratkaisut ovat rajallisia

ja usein kalliita toteuttaa. Uusien teknologioiden käyttöönottoa hidastavat rakennusten ja energia- tuotantolaitosten pitkä käyttöikä. Energiatuotantolaitoksien osalta käyttöikä on noin 20 – 50 vuotta ja rakennuksilla 50 – 100 vuotta. Näin ollen vanhan rakennuskannan osalta energiansäästöön ja energiatuotantoon liittyvät rakenteelliset muutokset tapahtuvat hitaasti ajoittuen pitkälle aika- välille ja vaikutukset jäävät vuositasolla usein vähäiseksi. Rakennuksiin ja asumiseen liittyvien käyttölaitteiden käyttöikä on usein tätä lyhyempiä, joten niiden osalta energiatehokkuustavoitteet toteutuvat nopeammin.

Olemassa olevien asuinalueiden ja vanhan rakennuskannan osalta kannattaakin kiinnittää ensi- sijaisesti huomio siihen, että rakennusten lämmitysenergian samoin kuin asukkaiden käyttämän sähköenergian tuotanto perustuu mahdollisimman suurelta osin uusiutuvan energian käyttöön ja että energiatuotannossa pyritään suosimaan energiatehokasta CHP -teknologiaa, mikäli kyseinen laitosvaihtoehto on tarkastelukohteeseen teknistaloudellisesti kannattava toteuttaa.

Energiantuotantoon käytetty uusiutuva energia voi olla peräisin primäärienergiälähteistä (bio- polttoaineet, tuuli, aurinko, geoterminen energia) tai sekundäärienergiälähteestä (prosessien tai yhdyskunnan jätevirrat). Kuviossa 6.1. on esitetty rakennuksiin ja asumiseen liittyviä aine- ja energiavirtoja.

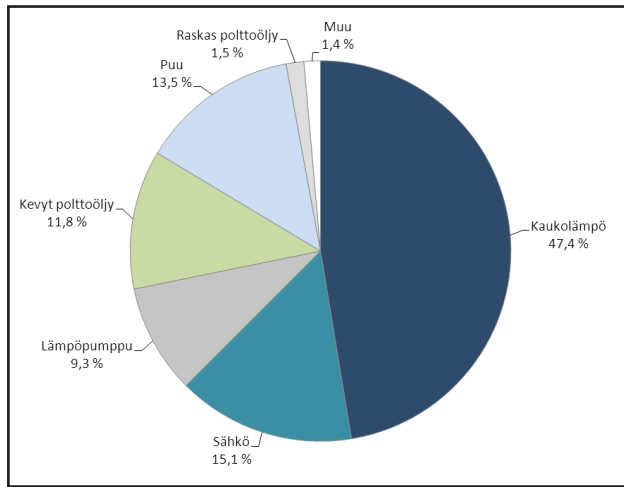


Kuvio 6.1. Rakennuksien energiahuoltoon ja asumiseen liittyviä aine- ja energiavirtoja.

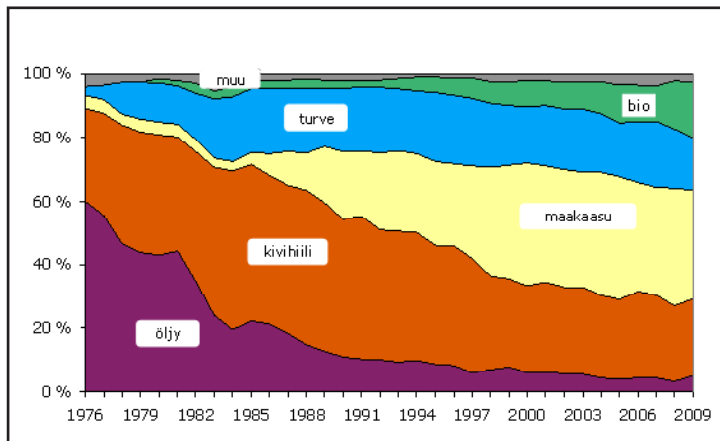
6.3.2 RAKENNUSTEN LÄMMITYS

Energiantuotannossa ensisijalla on, että tuotantoyksikön hyötysuhde on mahdollisimman korkea, jolloin primäärienergia hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti. Myös sekundääristen aine- ja energiavirtojen hyödyntäminen energiantuotannossa vähentää primäärienergian tarvetta. Sekundäärisiä energiavirtoja ovat muun muassa yhdyskunnan tai prosessien jätevirroista lämpö- tai sähköenergian tuotantoon soveltuvat lämmönlähteet tai ainevirrat

Suomen kokonaisenergiakulutuksesta rakennusten lämmitykseen kuluvan energian osuus on noin 22 %. Kuviossa 6.2. on esitetty jakauma siitä, miten lämmitysenergian markkinaosuudet jakautuivat vuonna 2008 ja kuviossa 6.3 on esitetty, mitä energialähteitä yhdistetyssä kaukolämmön ja sähkön tuotannossa on käytetty vuosien 1976 – 2009 aikana.



Kuvio 6.2. Lämmityksen markkinaosuudet vuonna 2008 asuin- ja palvelurakennuksissa (Wilhelms 2010).



Kuvio 6.3. Yhdistetyssä kaukolämmön ja sähkön tuotannossa käytetyt polttoaineet ja niiden osuuksien jakautuminen vuosina 1976-2009 (Wilhelms 2010).

Tällä hetkellä lähes puolet Suomen rakennuskannasta on kaukolämmityksen piirissä. Kaukolämmön tuotanto perustuu pääosin fossiilisten polttoaineiden käyttöön uusiutuvien osuuden ollessa noin 17 %. 74 prosenttia kaukolämmityslaitoksista ovat yhteistuotantolaitoksia, joissa tuotetaan sekä lämpö- ja sähköenergiaa (CHP-laitos) ja 26 prosenttia ovat lämpöenergiaa tuottavia laitoksia. CHP-laitosten hyötysuhde on hyvä vaihdellen välillä 70 – 90 % ja näin ollen tehokas, primäärienergiaa säästävä energiantuotantomuoto. Lisäksi CHP-laitoksissa saavutetaan korkea rakennusaste.

Kaukolämmitys on tyypillisesti toteutettu alueilla, joissa rakennustiheys on ollut riittävä verkon rakentamisen ja energiatuotannon kannattavuuden kannalta. Suurissa asuinkeskuksissa ja laajoissa lämpöverkoissa kaukolämpölaitokset ovat tyypillisesti suuren teholuokan CHP-laitoksia. Laajat lämpöverkostot on varustettu tavallisesti useammalla vara- ja huippulämpölaitoksella, joissa tyypillisesti on käytetty polttoaineena öljyä. Pienien lämpöverkkojen energiatuottajana käytetään aluelämpölaitoksia, joissa enenevässä määrin energiantuotannossa on siirrytty öljystä puuperäisen polttoaineen käyttöön.

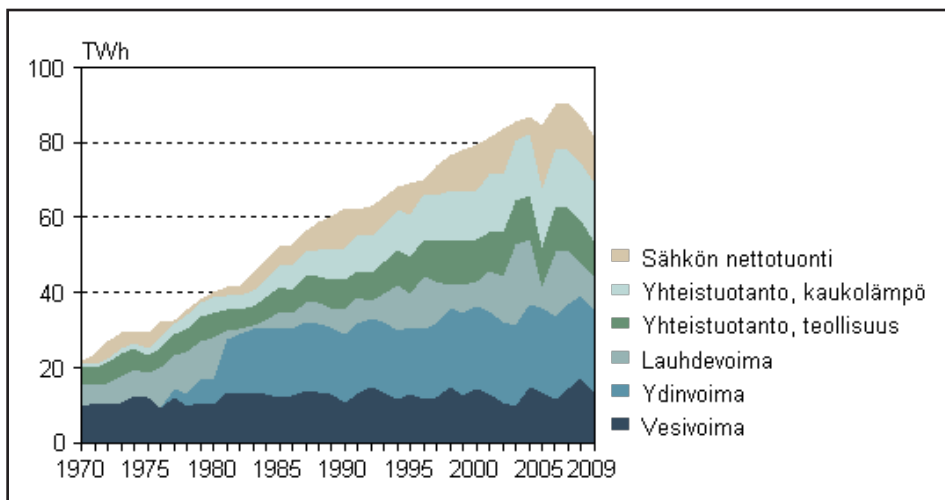
Pienen teholuokan CHP-laitokset eivät Suomessa ole yleisiä, koska niissä tuotetun energian hinta ei ole ollut kilpailukykyinen muihin tuotantomenetelmiin verrattuna. Suomessa ei tähän mennessä ole tuettu pienen mittakaavan yhdistettyä lämmön- ja sähkön tuotantoa millään tavoin. Markkinoilla on kuitenkin lukuisia eri teknologioihin perustuvia pienen teholuokan CHP-laitoksia. Tosin suuri osa teknologioista on vielä kehitysvaiheessa. Tunnistettavia piirteitä markkinoilla oleville pienen teholuokan CHP-laitoksille ovat mm. korkeat investointikustannukset, laitokset sijainnista johtuva alhainen käyttöaste, osittain kypsymättömän teknologia ja alhainen rakennusaste.

Tulevaisuudessa keskeisenä tavoitteena on lisätä merkittävästi uusiutuvien energianlähteiden käyttöä. Polttoon perustuvassa energiantuotannossa fossiiliset polttoaineet on tavoitteena osittain korvata puuperäisillä polttoaineilla sekä suuren että pienen teholuokan energiantuotantoyksiköissä. Lisäksi ilmasto- ja energiastrategiassa (taulukko 6.1.) esitetyn tavoitteen mukaisesti lämpöpumppujen käyttöä on tarkoitus merkittävästi lisätä lämmitysenergian tuotannossa. Lämpöpumput soveltuvat erityisesti sekundääristen energialähteiden sisältämän lämpöenergian hyödyntämiseen.

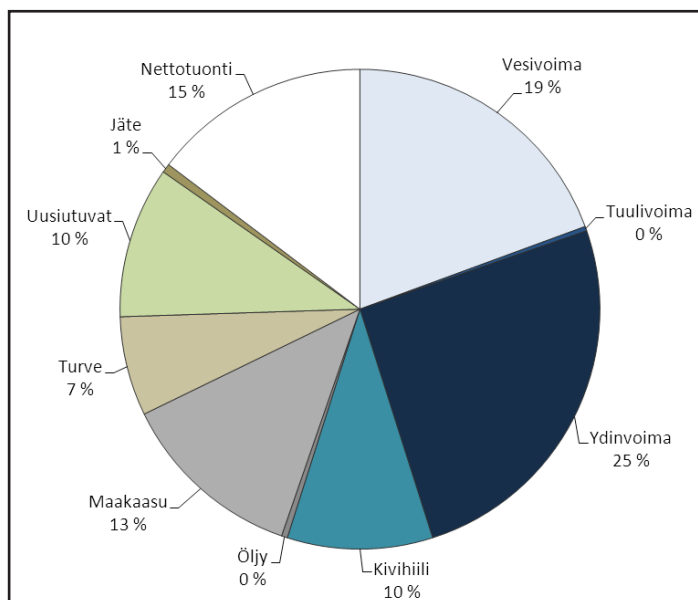
6.3.3 SÄHKÖN TUOTANTO

Yhdyskunnan sähköintensiivisyys kasvaa tasaisesti. Kuviossa 6.4. on esitetty Suomessa käytössä olevat sähkön tuotantoteknologiat ja sähkön tuotannon jakautuminen tuotantoteknologioiden välillä vuosina 1970 – 2009. Kuviossa 6.5. on esitetty sähkön tuotannon jakautuminen eri energialähteille vuonna 2008. Vuonna 2008 sähkön kokonaiskulutus oli 87 TWh, josta uusiutuvilla energioilla tuotettiin noin 30,5 %.

Merkittävin tavoite sähkön tuotannon osalta tulevaisuudessa on nostaa tuulienergian tuotantoa 0,26 TWh:sta 6 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi sähkö nettotuonti on tarkoitus korvata Suomessa tuotetulla ydinvoimalla. Lauhdetuotannolla tuotetun sähkön osuus on vuoden 2020 arvioihin merkitty tuotettavaksi teknologialla 'muu tuotanto', mikä ainakin osittain tarkoittanee uutta syöttötariffien myötävaikutuksella rakennettavaa energiantuotantokapasiteettia.



Kuvio 6.4. Sähkön tuotannon jakautuminen eri tuotantoteknologioilla (Suomen virallinen tilasto (SVT): Energiankulutus 2009).



Kuvio 6.5. Sähkön tuotannon jakautuminen energialähteille vuonna 2008 sähkön kokonaiskulutuksen ollessa 87 TWh (Suomen virallinen tilasto (SVT): Sähkön ja lämmön tuotanto 2009).

6.4 ENERGIATUOTANTOTEKNOLOGIAT

Energiantuotanto ja -käyttö ovat merkittävimmät kasvihuonekaasujen päästöjen aiheuttajat. Siksi koko energiaketjuun, energiantuotanto, -muunto, -siirto, -varastointi ja -käyttö, liittyvien teknologioiden kehittämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kehittämistavoitteina ovat eri osa-alueille kohdistettavat energian säästöön ja energiatehokkuuden parantamiseen ja energiatuotannossa erityisesti uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen kohdistuvat toimet.

6.4.1 ENERGIANTUOTANTOTEKNOLOGIAN VALINTAA OHJAAVIA TEKIJÖITÄ

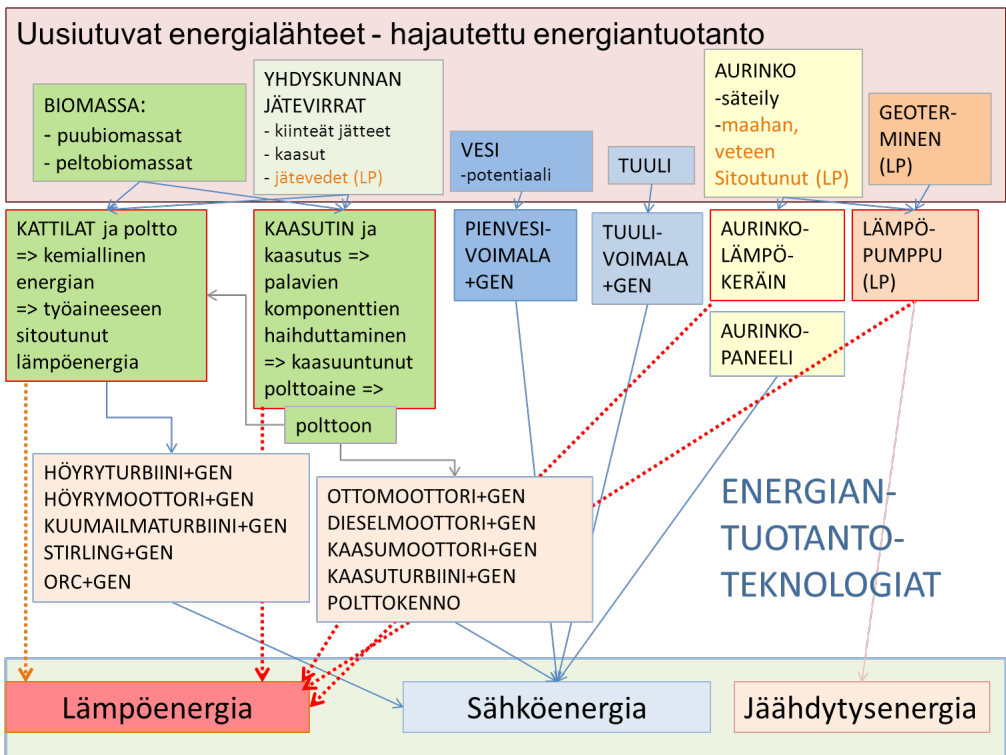
Kansallisella tasolla tarkasteltuna on uusiutuvan energian käytön lisäämisvelvoite merkittävin energiantuotantoteknologioiden valintaa ohjaava tekijä. Tämän lisäksi energiantuotannossa on pyrittävä minimoimaan päästökuormitus ympäristöön (kasvihuonekaasut, hiukkaset, tuhkat).

Loppukäyttäjän kannalta merkittävin energiantuotantoteknologian valintakriteeri on yleensä lämpö- ja sähköenergian hinta. Mikäli energiantuotanto tapahtuu loppukulutuskohteessa tai loppukäyttäjä on osakkaana energiantuotantoyksikössä, vaikuttavat valintaan investointi- ja käyttökustannusten (€/kW, €/kWh) lisäksi energiantuotannossa käytettävän polttoaineen tai energialähteen saatavuus, laatu ja hinta, teknologian luotettavuus ja käytettävyys sekä mahdollisen sähkötuotannon osalta järjestelmän liitettävyyden sähköverkkoon.

Energiantuotantoteknologioita valmistavalla tai sen piirissä palvelutoimintaa harjoittavalla sektorilla toimintaa ohjaavana tekijänä on kehittää ja valmistaa tuote, jolla tuotettu energia on kilpailukykyinen ja joka teknologialtaan on kilpailukykyinen sekä kotimaan että kansainvälisillä markkinoilla.

6.4.2 HAJAUTETULLE ENERGIANTUOTANNOLLE TYYPILLISIÄ PIIRTEITÄ

Uusiutuvaa energiaa hyödyntävä hajautettu, pienen teholuokan energiantuotanto on tyypillisesti teholtaan alle 10 MW. Tuotantoyksikkö voi tuottaa sähköenergiaa, lämpöenergiaa tai sähkö- ja lämpöenergiaa. Pienimuotoiseen sähköenergian tuotantoon soveltuvia teknologioita ovat mm. aurinkopaneelit, tuulivoimalaitos, vesivoimalaitos. Pienimuotoisessa lämpöenergiatuotannossa käytössä olevia teknologioita ovat mm. lämpökattilat, aurinkolämpökeräimet ja lämpöpumput. Markkinoilla olevat pienen teholuokan CHP-laitokset perustuvat hyvin erilaisiin teknologioihin. Kuviossa 6.6. on esitetty yhteenveto uusiutuvista energialähteistä ja niiden hyödyntämiseen soveltuvista teknologioista. Teknologioita ja niiden ominaispiirteiden on kuvattu yksityiskohtaisemmin luvussa 6.4.3.



Kuvio 6.6. Hajautettuun energiantuotantoon soveltuvia kaupallisia energiantuotantoteknologioita ja niiden lopputuotteet.

Hajautetulle energiantuotannolle tunnistettavia ominaispiirteitä ovat:

- tyydyttää paikallista energiantarvetta (lämpö, jäähdytys, sähkö)
- energia tuotetaan lähellä kulutusta
- siirto- ja jakeluverkko pieni, jolloin häviöt pieniä
- hyödyntää paikallista saatavissa olevaa energialähdettä
- hyödyntää paikallisia hukkaenergiavirtoja
- käyttö- ja kunnossapito hoidetaan paikallisesti
- toimitusvarmuus hyvä edellyttäen, että käytettävä teknologia on toimintavarma/luotettava

Tavoitteita ja vaatimuksia, jotta hajautettu energiantuotanto kilpailukykyinen ja kannattava:

- teknologia luotettava, toimintavarma, turvallinen
- helppo käyttö, huollettavuus ja ylläpito, pitkälle automatisoitu
- polttoainetta saatavilla, laatu sopiva ja hinta kilpailukykyinen
- teknologian hankinta helppoa ja hinta kilpailukykyinen
- soveltuu ympäristöön ja on ympäristöystävällinen
- järjestelmän/tekniikan käyttöikä, uudistettavuus riittävä
- sähköverkkoon liittymisen mahdollisuus
- teknologiaa koskevat investointi- ja tuotantotuki

Hajautettuun energiantuotantoon liittyviä teknisiä, ympäristöön ja kannattavuuteen liittyviä asioita on tutkittu ja selvitetty kansallisella tasolla muun muassa Tekesin DENSY-, Climtech ja Climbus-ohjelmien yhteydessä toteutetuissa tutkimusprojekteissa.

6.4.3 UUSIUTUVIEN ENERGIALÄHTEIDEN KÄYTTÖÖN SOVELTUVAT ENERGIANTUOTANTO-TEKNOLOGIOITA

Ohessa on esitetty luettelomaisesti uusiutuvaan energiaan perustuvien energiantuotantoteknologioiden ominaispiirteitä.

Tuuli/Tuulivoimalat

- + tuulivoima on puhdasta, uusiutuvaa energiaa
- + ei käytönaikaisia päästöjä
- + pienet käytönaikaiset kustannukset
- + riippumaton polttoaineiden hinnasta
- + tuulivoimaosaamisesta syntyvä liiketoiminta
- suurista investointikustannuksista johtuen ei kilpailukykyinen ilman suurehkoja tukitoimia
- tuulioloista johtuva sähköntuotannon ajallinen vaihtelu, joten sähköverkon stabiilius on hoidettava säätämällä muiden sähköntuottoyksikköjen tehoa (= säätövoiman tarve)
- sähköntuotantokustannukset riippuvat huomattavasti tuotanto-olosuhteista
- paikalliset ympäristö-, maisema- ja meluhaitat
- Suomen tuuli – ja sääolot haasteellinen tuulivoimalalle

Aurinkoenergia/ aurinkopaneelit ja aurinkokeräimet

- + uusiutuva energia
- + ei polttoainekustannuksia
- + ei käytön aikaisia päästöjä
- aurinkosähköntuotannon korkeat investointikustannukset
- auringon säteilyn suuret vuodenvaihtelut

Veden potentiaalienergia/vesivoima

- + alhaiset käyttökustannukset
- + tuotantokustannuksiltaan edullinen pitkästä käyttöiästä johtuen
- + riippumaton polttoaineen hinnoista
- + hyvä säätövoima
- korkeat investointikustannukset
- haitta kalataloudelle
- tuotannon suuri riippuvuus vesitilanteesta
- tekoaltaiden aiheuttamat haitat (pakkosiirrot, maisemahaitat, kasvihuone kaasujen lisääntyminen)

Maaperä, vesistö, hukkaenergiavirta, geoterminen energia, ilma / lämpö-pumppu

Lämpöpumpun energialähteenä voidaan käyttää maaperää, vesistöä, ilmaa tai lämmönlähteenä voi toimia sekundäärinen energialähde, kuten prosessien jätelämpö, poistoilma, jätevedestä tai kaukolämmön paluuverkosta.

- + ei energialähteen käytöstä aiheutuvia kustannuksia (huomioitava kuitenkin muu lämpöpumpun järjestelmän laitteiston (kompressorin, pumppujen ja mahdollisten sähkövastuksien) sähköenergian tarve
- + voidaan hyödyntää sekundäärisiä energialähteitä ja näin säästää primäärienergiaa
- maalämpöpumppu kallis investointikustannus

Biomassan poltto ja kaasutus/ kattila tai CHP

Yleisin lämpöenergian tuotantotapa on polttaa polttoainetta kattilan tulipesässä, mistä polttoaineesta vapautunut energia siirtyy kattilaveteen ja edelleen käyttökohteeseen. Pienen teholuokan kattiloissa käytetyin polttoteknologia on arinapoltto. Toisaalta biomassasta voidaan erottaa kaasuttamalla haihtuvat komponentit, joista jäädytyksen ja puhdistuksen jälkeen saadaan synteettistä biokaasua. Biokaasu laadusta riippuen se soveltuu polttoaineeksi kattilaan, polttokammioon tai moottoreihin.

Biopolttoainetta energialähteenä käyttävissä pienen teholuokan CHP-laitoksissa on runsaasti vaihtoehtoisia tekniikoita. Tyypillisesti CHP-laitoksen mitoituksessa pyritään siihen, että laitoksen vuotuinen käyttöaika optimiteholla on mahdollisimman pitkä. Pienen teholuokan CHP-laitoksissa sähkön tuotanto voidaan toteuttaa polttamalla kuivattu ja puhdistettu tuotekaasu suoraan diesel- tai kaasumootorissa tai polttamalla polttoaine kattilan tulipesässä tai polttokammiossa, jolloin sähkötuotanto tapahtuu Stirling-koneessa, ORC-yksikössä, höyrykoneessa, höyryturbiinissa, kaasuturbiinissa tai ilmakaasuturbiinissa.

Tyypillisiä piirteitä pienen teholuokan CHP-tuotannolle on mm.:

- + primäärienergian tehokas käyttö
- + monipuolisesti toteutettavissa oleva sähköntuotanto
- pienissä yksiköissä savukaasuissa suuret hiukkaspäästöt savukaasujen puutteellisesta puhdistuksesta johtuen
- tulevaisuudessa savukaasuja tulevat koskemaan todennäköisesti tiukemmat puhdistusvaatimukset, mikä nostaa investointikustannuksia

Pienimuotoinen sähkön ja lämmön yhteistuotantoon on tarjolla useita erilaisia tuotantoteknologioita ja polttoaineratkaisuja. Sähköntuotannossa generaattorin pyörittämiseen on käytössä muun muassa seuraavia perustekniikoita;

Höyrykone

- + tunnettu teknologia
- + höyry tuotetaan erillisessä kattilassa, jossa polttoaineeksi soveltuu periaatteessa mikä tahansa kiinteä, nestemäinen tai kaasumainen polttoaine
- pienen teholuokan yksiköissä yleisimmin käytetään höyrykonetta. Höyrykoneen haittapuolena on alhainen rakennussuhde (0,1 – 0,15). (Ruotsalainen Ranotor on kehittänyt laitosta, jonka rakennussuhde 0,3 – 0,35)
- nykyään markkinoilta löytyy myös pieniä höyryturbiineja, kokoluokassa 100 kWe – 2 MWe ongelmana usein huono hyötysuhde

Kaasu- tai dieselmoottori

- + edullinen investointikustannus
- + vanha markkinoilla oleva teknologia, toteutus ei vaadi pitkää suunnittelua
- + joustava käyttää: nopea käynnistää ja sammuttaa
- + hyvä hyötysuhde myös osakuormalla
- + melko helppo käyttää/huoltaa
- + moduulirakenteisuus antaa joustavan tehotason valinnan
- + käyttöön soveltuva polttoainevalikoima laaja
- kova käyntiääni

Mikroturbiini

- + korkea sähköhyötysuhde
- + monipuolinen polttoainevalikoima
- + modulaarisuus
- + pitkä käyttöikä
- + huoltovälit pitkiä
- + hyvä sopeutuvuus vaihteleviin kuormitusilanteisiin käynnistämällä ja sammuttamalla yksittäisiä yksiköitä
- korkea hinta
- yksittäisen turbiinin käyttö osakuormalla pudottaa merkittävästi hyötysuhdetta.

Kuumailmaturbiini

Kuumailmaturbiinia kutsutaan usein myös epäsuoraksi kaasuturbiiniprosessiksi. Epäsuorassa kaasuturbiiniprosessi biomassaa poltetaan kattilassa ja savukaasuista lämpöenergia siirretään lämmönsiirtimessä ilmaan ja kuumentunut ilma ajetaan turbiiniin. Osa tuotetusta sähköstä kuluu kompressorin pyörittämiseen, jolla ilman painetaso nostetaan halutulle tasolle.

- + ei tarvita kallista kaasutus ja syntyvien pyrolyysikaasujen käsittelyjärjestelmä.
- + parempi kokonaishyötysuhde, koska kaasutus aiheuttaa suuria häviöitä.
- + biopolttoaineen voidaan polttaa normaalissa kattilassa (esim. arinapoltto) ilman erityisjärjestelyjä
- + polttoaineen epäpuhtaudet eivät kulkeudu turbiiniin (suorassa menetelmässä epäpuhtauden savukaasuissa liikaavat ja kuluttavat turbiinin pintaa)
- epäsuorassa kaasuturbiiniprosessissa joudutaan käyttämään kalliita kuumaa kestävää erikoismateriaalista valmistettuja lämmönsiirtimiä (rekuperaattori ja savukaasukanavassa oleva lämmönsiirrin) turbiinille virtaavan ilman lämmittämiseen
- epäsuorassa prosessissa suurempi omakäyttötehotarve, koska joudutaan käyttämään korkeampaa (5...6) painesuhdetta kuin suorassa menetelmässä (3...4)

ORC-teknologia

ORC-yksiköitä käytetään mm. teollisuuden hukkalämpöä hyödyntävissä sähköntuotantoprosesseissa. Toimintaperiaatteeltaan ORC-prosessi on kuten vesihöyryprosessin, mutta työaineena käytetään veden sijasta jotain alhaisen kiehumispisteen omaavaa orgaanista ainetta. ORC-laitoksessa hyödynnetään orgaanisen välityksineen faasimuutosta neste- ja kaasulomuodon välillä. Euroopassa, lähinnä Itävallassa ja Saksassa on rakennettu 150 ORC-tekniikalla toimivaa CHP-laitosta. Laitoskoko vaihtelee välillä 200 – 2000 kWe. (Motiva Oy).

- + energiantuotanto ei ole sidottu tiettyyn polttoaineeseen tai polttotekniikkaan
- + sähköntuotantoyksikkö on sijoitettavissa erilliseen tilaan lämpökeskuksen ulkopuolelle.
- + hyvä sähköntuottohyötysuhde vaikka kattila toimisi osakuormalla
- + soveltuu sähköteholtaan 200 kWe- 2000 kWe CHP-laitoksiin
- ORC kiertoaineelta vaaditaan hyvää termistä stabiiliutta.
- ulkoisen aineen, kuten öljyn, veden tai hapen pääseminen suljettuun ORC-prosessiin saattaa aiheuttaa orgaanisen työaineen hajoamista ja ominaisuuksien muuttumista.

Stirling-kone

Stirling -moottorissa sähköntuotantoon tarvittava energia tuodaan ulkopuolisesta lämmöntuotantoyksiköstä. Työaineena stirling-moottorissa toimii suljetussa tilassa oleva kaasu (helium, ilma, vety, typpi), joka liikkuu kahden sylinterin välillä. Toisessa sylinterissä kaasua lämmitetään ulkopuolelta tuotettavalla lämpöenergialla ja toisessa se jäähdytetään. Sylintereissä olevat männät on kytketty samaan kampaiksiin ja kampaiksiin edelleen sähköenergiaa tuottavaan generaattoriin.

Pienitehoisessa, 1-100 kWe, CHP -tuotannossa useilla biopolttoaineilla ainoa käytettävissä oleva sähköntuotantomahdollisuus. Kaasumaisia ja nestemäisiä polttoaineita (esim. maakaasu, dieselöljy) poltettaessa voidaan stirling -moottoria käyttää suoralla liekkikosketuksella. Varsinkin biopohjaisten polttoaineiden palamisolosuhteiden vaatimukset polttokammion rakenteen, savukaasujen likaantumista ja eroosiota aiheuttavien tekijöiden osalta on otettava huomioon.

- + hiljainen käyntiääni
- + pitkät huoltovälit (5000-8000 h (öljynvaihto)
- + varma mekaaninen toimivuus
- + soveltuu kiinteän kuorman ajoon
- + monipuolinen primäärienergiälähteiden hyödyntäminen mahdollista
- + lämmöntuotantomenetelmällä ei ole väliä
- + voi hyödyntää alle 100°C hukkalämpövirtoja
- + soveltuu pieniin alle 200 kWe CHP-laitoksiin
- hidas käynnistyminen (ulkoisen lämmönlähteen aiheuttama viive)
- huono säädettävyys
- moottorin hidas kierrosnopeus
- moottorille täytyy olla hyvä jäähdytys
- korkea hinta (koska pienet valmistuserät)
- lämmönsiirtopintojen likaantuminen

Vety/polttokenno

- + vetyä polttoaineena käytettäessä jätetuotoksena on vesi sähkön ja lämmön lisäksi
- + voidaan saavuttaa korkea sähköntuoton hyötysuhde (38-55%) ja korkea kokonaishyötysuhde (70-95%)
- + kennojen toiminta äänetön
- + moduulirakenteesta johtuen helppo laajennettavuus
- + osakuormakäyttö ei heikennä hyötysuhdetta niin rajusti kuin muilla pienen teholuokan sähköntuottovaihtoehdoilla.
- + tekniikka sopii biokaasuille
- kallis investointi
- vety paras polttoaine ja käy kennolle suoraan
- biokaasu puhdistettava hyvin, koska biokaasun haitta-aineet aiheuttavat ongelmia polttokennon toiminnalle (ei siedä rikkiä)
- ei vielä laajaa kaupallista toimintaa, tuotekehityshankkeita, pilotointi

6.5 UUSIEN TEKNOLOGIOIDEN KÄYTTÖÖNOTTOON VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Hajautettuun energiatuotantoon soveltuvien teknologioiden käyttöönottoa hidastavat korkeat kustannukset ja energiantuotantolaitosinvestointien uusiutumisen hitaus. Pienen teholuokan CHP-laitoksien osalta teknologioita pidetään vielä kehittymättöminä ja rakennusaste on jäänyt niissä alhaiselle 0,1-0,2 tasolle. Näin ollen teknologiat vaativat vielä kehitystyötä. Lisäksi hajautettu sähköntuotanto aiheuttaa uusia vaatimuksia ja muutoksia sähköverkon hallintaan ja suojauksiin.

Pienen teholuokan CHP -laitoksissa investointikustannukset ja tuotetun energian hinta on ollut korkea perinteisiin tuotantomenetelmiin verrattuna. Vuoden 2011 maaliskuussa voimaan tulleet syöttötariffit parantavat merkittävästi tuulivoimalla, biokaasulla tai puuperäisellä polttoaineella pienitehoisessa CHP-laitoksessa tuotetun sähkön tuotannon kannattavuutta.

LÄHTEET

GreenStream Network. 2007. Selvitys uusiutuvan energian lisäämisen kustannuksista ja edistämiskeinoista. (10/2007) Raportti Energiategollisuus ry:lle 10.10.2007. <http://www.energia.fi/fi/julkaisut>. 23.3.2011.

Heljo, J, Vilhola, J. 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Sitran selvityksiä 39. Helsinki: Sitra.http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitran_selvityksia_39.pdf. 21.3.2011.

Kirjavainen, M., Sipilä, K., Savola, T., Salomón, T. 2004. Small-scale biomass CHP technologies. OPET Report 12. VTT & Suomen Kaukolämpö ry. Espoo. http://www.opet-chp.net/download/wp2/small_scale_biomass_chp_technologies.pdf. 21.3.2011.

Poikonen, P., Keikko, T., Koskelainen, L., Laurila, L., Pyrhönen, J., Repo, S., Turunen, P., Valkealahti, S. 2005. Hajautetun sähköntuotannon teknologian ja tekniikoiden nykytila sekä tulevaisuuden kehitysnäkymät. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkövoimatekniikan laitos. Tutkimusraportti 2005:1. Tampere: TTY-paino.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Energiankulutus. 2009. Liitekuvio 5. Sähkön hankinta 1970–2009 . Helsinki: Tilastokeskus. http://www.stat.fi/til/ekul/2009/ekul_2009_2010-12-10_kuv_005_fi.html. 23.3.2011.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Sähkön ja lämmön tuotanto [verkkójulkaisu]. ISSN=1798-5072. 2009, Liitetaulukko 3. Sähkön tuotanto ja kokonaiskulutus, GWh . Helsinki: Tilastokeskus. http://www.stat.fi/til/salatu/2009/salatu_2009_2010-09-29_tau_003_fi.html. 23.3.2011.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2008. Selonteko 6.11.2008. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf. 21.3.2011.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2010. Tiedotteet: Energia 20.4.2010. Uusiutuvan energian velvoitepaketti –pdf-esitys 20.4.2010. http://www.tem.fi/files/26643/UE_lo_velvoitepaketti_Kesaranta_200410.pdf. 21.3.2011.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2011. Tiedotteet: Energia 24.3.2011 Uusituvalla energialla tuotetun sähkön tukijärjestelmä käyttöön.http://www.tem.fi/?89519_m=102404&s=2471. 24.3.2011.

VTT. 2009. Energy visions 2050. Porvoo: WS Bookwell Oy.
Wilhelms, T. 2010. Kaukolämmön keskeiset diat (Power Point -esitys) 12.10.2010. <http://www.energia.fi/fi/tilastot/kaukolampotilastot/kaukolammitys>. 23.3.2011.

7 SUUTELAN ALUEEN RAKENTAMISEN SOSIO- EKONOMISET VAIKUTUKSET

Olli Lehtonen & Lasse Okkonen

7.1 JOHDANTO

Biotaloudella tarkoitetaan uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvia elinkeinoja, kuten metsätalous-, maaseutu-, ja ympäristötekniikan aloja sekä puurakentamista. Biotalous on uusiutuvien luonnonvarojen kestävää hoitoa sekä käyttöä ja niistä valmistettujen tuotteiden ja palveluiden tuotantoa sekä biologisten ja teknisten menetelmien käyttöä tuotannossa (VN 2010).

Valtioneuvoston työryhmän (biotalousryhmä) biotalousraportissa, *Biotalous Suomessa – arvio kansallisen strategian tarpeesta (2010)*, biotalous ja energia- ja materiaalitehokkaat innovaatiot nähdään keskeisenä kansallisena tulevaisuuden kilpailutekijänä. Biotalousryhmä korostaa raportissaan, että Suomeen on luotava menestyvä korkean arvonlisän biotalous, mikä vähentää riippuvuutta fossiilisesta energiantuotannosta, ehkäisee luonnon ekosysteemien köyhtymistä sekä edistää talouskehitystä ja luo uusia työpaikkoja. Biotalouskehittäminen tarkoittaa voimakasta panostusta tutkimus-, kehittämis- ja innovaatio toimintaan perinteisiin toimintamalleihin tottuneilla luonnonvara- ja rakennusaloilla. Lisäksi biotalouden kehittämisen lähtökohtana on monialaisuus ja -tieteisyys: uusien tuotteiden ja palvelujen kehittämisessä tarvitaan luonnonvara- ja ympäristöalojen ohella tekniikkaa, kemiaa, teollista muotoilua, liiketaloutta ja markkinointia jne.

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (Sitra) käsittelee vuoden 2010 raportissaan, Hajautettu biotalous – väylä vihreään tulevaisuuteen, biotalouden mahdollisuuksia ja edellytyksiä. Biotalouskehittämistä pohtinut työryhmä toteaa, että nykyisellä suurten tuotantolaitosten rakenteella Suomea ei voida kehittää biotalouden edelläkävijäksi vaan ratkaisuja tulisi etsiä keskisuuresta kokoluokasta ja hajautetusta biotaloudesta. Hajautetun biotalouden mahdollisuutena ovat näin kehityksen alkuvaiheessa mm. puurakentaminen ja laajamittainen metsäenergian tuotanto.

Alueellinen biotalous, puurakentaminen ja uusiutuvan energian tuotanto omaavat huomattavasti potentiaalia työllisyyden ja teollisuuden kilpailukykyyn parantamiseen sekä vahvan vientiteollisuuden kehittämiseen (Domac, Richards & Risovic 2005). Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan myös todeta, että uusiutuvan energian vaihtoehtoista bioenergian tuotanto omaa suu-

rimman työllistävyyden (emt.) Metsäenergian korjuu, kuljetus ja jalostaminen ovat hyvin työllistäviä ja toiminnan paikallisuuden aste on korkea johtuen kuljetusetäisyyksien ja -kustannusten vaikutuksesta. Bioenergian hyödyksi määritellään usein myös ympäristöhyödyt ja parantunut energiahuoltovarmuus.

Alueellisen biotalouden kasvulla on monia positiivisia aluetaloudellisia vaikutuksia. Työllisyyden parantuminen, veropohja, maaseudun infrastruktuuri, talouden monipuolistuminen ja kohentunut metsän tuottavuus ovat hyviä esimerkkejä. Tässä artikkelissa kuvataan paikallisen biotalouden, erityisesti puurakentamisen sekä paikallisen hakelämmön tuotannon aluetaloudellisia tulo- ja työllisyysvaikutuksia. Esimerkkialueena on Lehmon Suutelan alue Pohjois-Karjalassa. Aikaisemmat tutkimukset (Borsboom, Hektor & McCallum 2002; Johansson, Kisch & Mirata 2005; Mirata, Nilsson & Kuisma 2005) ovat osoittaneet bioenergian hyvin aluetaloutta tukevaksi. Nämä aikaisemmat tutkimukset ovat perustuneet suuren kokoluokan tuotantolaitoksiin ja pienen kokoluokan toimintaa tai hajautettua biotaloutta ei ole juurikaan tutkittu aluetaloudellisesta näkökulmasta.

7.2 ALUETALOUDELLISEN VAIKUTUKSEN MUODOSTUMISESTA

Paikalliset ja alueelliset vaikutukset riippuvat paljolti alueen yhteiskuntarakenteesta ja instituutioista. Kehittyneillä, mutta harvaan asutuilla ja taloudellisesti taantuvilla rakennemuutoksen alueilla uudet työ- ja tulovaikutukset ovat erittäin tärkeitä parantamaan alueiden tilannetta (Whitley, Zervos, Timmer & Butera 2004; Lehtonen & Tykkyläinen 2008; Okkonen 2008). Biotalousinvestointien avulla voidaan parantaa ja tehostaa alueellisten luonnonvarojen hyödyntämistä, infrastruktuurin käyttöastetta, työllisyyttä, energiahuoltovarmuutta sekä energiantuotannon monipuolisuutta ja joustavuutta. Biotalous tuotannolla, kuten esimerkiksi metsäenergiolla, on suoria tulo- ja työllisyysvaikutuksia, mutta myös epäsuoria vaikutuksia lähi- ja tukialoilla, kuten metsätaloudessa, laitevalmistuksessa ja -asennuksissa ja palveluissa (Domac ym. 2005). Suorat vaikutukset ovat siis välittömiä hankkeen aiheuttamia talousvaikutuksia ja epäsuorat vaikutukset ovat hankkeen aiheuttamia tuotannon ja työllisyyden muutoksista muilla talouden sektoreilla. Väillisiä vaikutuksia ovat esimerkiksi energiakulujen alentumisesta ja uudesta työllisyydestä seuraavat kotitalouksien kulutusvaikutukset.

Tutkimuksessa sovellettiin alueellista panos-tuotos mallia, joka on empiirisen analyysin sovellus uus-klassisesta talouden tasapainoteoriasta: se kuvaa taloudellisten sektoreiden, kuten teollisuuden, kulutuksen, viennin ja tuonnin suhteita. Menetelmä on alun perin kehitetty talouden sektoreiden tarkasteluun kansantalouden tasolla (Leontief 1966, 134) ja soveltuu hyvin talouden hyödyke- ja palveluvirtojen kuvaamiseen sekä taloudessa tapahtuvien kulutusmuutosten ja vaikutusten analysointiin. Tässä tutkimuksessa sovellettiin Pohjois-Karjalan aluetalouksmallia, jota modifioitiin tutkimuksen tarpeita vastaavaksi käyttämällä Tilastokeskuksen kansantalouden tilinpidon tilastoja, alueellisia panos-tuotos taulukoita, tuotannon ja työllisyyden aluetilejä, tulonjakotilastoja, metsätalouden tulonsiirtotietoja sekä kansaneläkelaitoksen vakuutusmaksutietoja (Rimler, Kurttila, Pesonen & Koljonen 2000; Vatanen 2001; Tilastokeskus 2006; 2007a; 2007b; 2007c; Metsätaloustilastollinen vuosikirja 2007; Laine 2007)³.

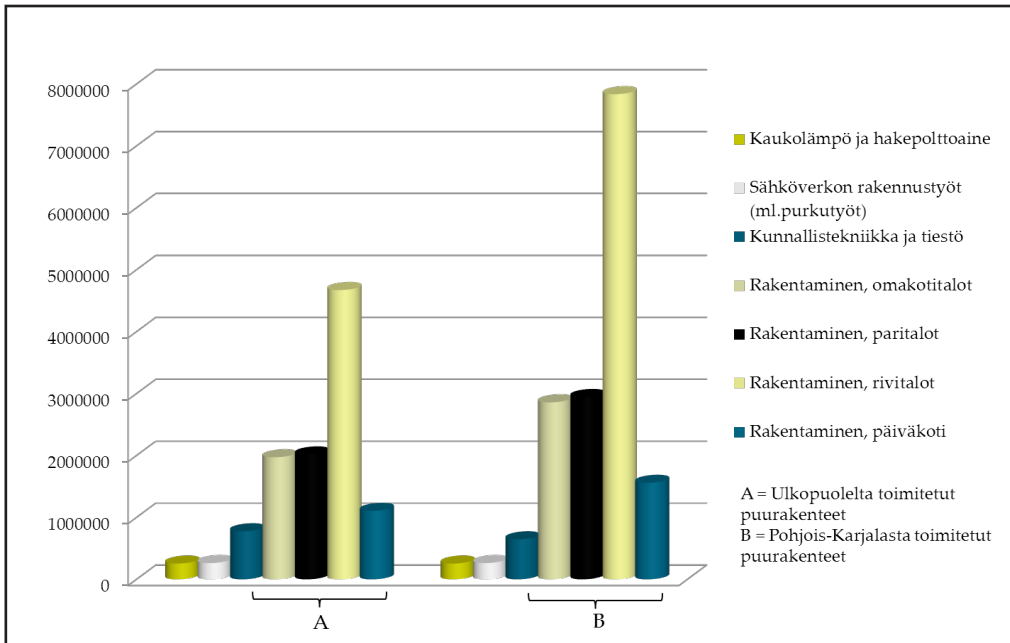
³ Sosio-ekonomisten vaikutusten analyysimenetelmiä ei käsitellä tässä artikkelissa tarkemmin vaan aiheesta julkaistaan tarkempi menetelmää kuvaava artikkeli vuoden 2011 aikana.

7.3 LEHMON SUUTELAN ALUE

Suutelan alueen rakentamisen tavoitteena on energiatehokkaan puurakentamisen mallialue, koostuen kolmesta vaiheittain rakentuvasta osasta 18,3 hehtaarin alueella (kuva 7.1.). Tässä tutkimuksessa ennakoitiin alueen rakentamista rakentajilta ja kaavoituksesta saatavien tietojen avulla. Tutkimusalue sisältää 19 pientaloa, 12 paritaloa, 7 rivitaloyhtiötä, päiväkodin, hakelämpölaitoksen (500 kW), sekä liikenne- ja yhdyskuntainfrastruktuurin. Infrastruktuuriin kuuluvat maa-rakennustyö, tienrakennus, viemäröinnit, sähkötyöt (sekä rakennus- että purkutytöt), ja kaukolämpöverkosto. Hankkeen kokonaisinvestoinnit ovat n. 20.4 miljoonaa euroa, josta Pohjois-Karjalän aluetalouteen ohjautuu 10.5 -16.4 miljoonaa euroa riippuen siitä, kuinka paljon paikallisia rakentajia ja rakennusmateriaaleja käytetään (kuvi 7.1.). Rakentamisen skenaarioissa vaihtoehto A:ssa puurakenteet (ml. julkisivussa käytettävä puutavara) tuodaan maakunnan ulkopuolelta ja vaihtoehto B:ssä rakenteet ovat maakunnan alueelta.



Kuva 7.1. Kaavapiirros Lehmon Suutelan alueesta (Kontiolahden kunta 2010).



Kuvio 7.1. Hankkeen investoinnit Pohjois-Karjalan aluetalouteen.

7.4 UUDEN ASUINALUEEN RAKENTAMISEN SOSIO-EKONOMISET VAIKUTUKSET

Panos-tuotos analyysin tulokset esitetään yleensä kokonaistuotoksen, työllisyyden ja kotitalouksien tulojen muutoksina. Esitämme seuraavaksi lyhyesti aluetaloudellisten vaikutusten analyysin tulokset rakentamisessa (kahdessa eri vaihtoehdossa), hakelämmön tuotannossa sekä koko aluetalouden tasolla.

7.4.1 TUOTANTOVAIKUTUKSET POHJOIS-KARJALASSA

Tuotantokerroin ilmoittaa konkreettisesti sen, miten aluetalouteen kohdistuva kasvu jollekin toimialalle hyödyttää myös muita toimialoja välituotekulutuksen kasvun seurauksena. Tuotantokerroin osoittaa, miten raha alkaa kiertää aluetaloudessa. Tästä kiertämisestä johtuen tuotantokerrointen mukaan rakennushankkeen 10,6 – 16,1 miljoonan euron investoinnit toimialoille tuottavat Pohjois-Karjalan aluetalouteen 28,9 – 43,7 miljoonan euron kokonaisvaikutuksen riippuen siitä, kuinka paljon paikallisia puujalosteita käytetään alueen rakentamisessa (taulukko 7.1.). Korkeimmat tuotantovaikutukset syntyvät talonrakennuksessa, joka muodostaa riippuen raaka-aineiden alkuperästä 79–86% vaikutuksista. Hakelämpölaitos on pieni osa aluerakentamisen kokonaisuutta eivätkä siten sen vaikutukset aluetalouteen ole verrattavissa puurakentamisen vaikutuksiin. Aluelämmöntuotannosta muodostuu noin 0,17–0,25 % kokonaisvaikutuksesta.

Taulukko 7.1. Kokonaisvaikutukset Pohjois-Karjalan aluetalouteen.

| Sektori | Tuotanto-kerroin | Suora vaikutus (€) | Kokonaisvaikutus alueelle (€) |
|--|------------------|--------------------|-------------------------------|
| Lämpölaitoksen toiminta | 1.80 | 41 200 | 74 160 |
| Talonrakennus (A) | 2.73 | 8 362 465 | 22 829 529 |
| Talonrakennus (B) | 2.73 | 13 793 431 | 37 656 067 |
| Maanrakennus | 2.71 | 1 788 805 | 4 847 662 |
| Kaivostoiminta (soranhankinta) | 2.45 | 118 292 | 289 815 |
| Kemikaalien ja kemian tuotteiden valmistus | 2.03 | 94 634 | 192 107 |
| Liikenne (maa-ainesten kulj.) | 2.51 | 252 357 | 633 416 |
| Kokonaisvaikutukset A | - | 10 657 753 | 28 866 689 |
| Kokonaisvaikutukset B | - | 16 088 719 | 43 693 227 |

7.4.2 HANKKEEN TYÖLLISYYSVAIKUTUKSET

Työllisyyskerroin osoittaa kuinka paljon työpaikkojen lukumäärä alueella kasvaa yhtä työpaikkaa kohden. Työllisyyskertoimet vaihtelevat toimialoittain riippuen toimialan työvoimaintensiivisyydestä. Kertoimen arvo on aina suurempi kuin yksi, koska yksi edustaa toimialan lähtötilannetta.. Pohjois-Karjalassa esimerkiksi rakentamisen työllisyyskerroin on 2,09 (taulukko 7.2.), mikä tämä tarkoittaa, että jokainen rakentamisen työpaikka johtaa edelleen 1,09 työpaikan syntymiseen Pohjois-Karjalassa. Taulukossa 7.2. esitetyt kertoimet ovat korkeampia kuin perinteiset työllisyyskertoimet, koska laskentamallissa on huomioitu kotitalouksien kulutusvaikutukset aluetalouteen. Sellaisilla teollisuuden aloilla, jotka ovat työvoimaintensiivisiä ja käyttävät tuotannossaan paljon myös alueen muiden yritysten tuottamia tuotteita, työllisyyskertoimet ovat yleensä korkeimmat. Esimerkiksi lämmöntuotannossa, jossa tuotanto on hyvin automatisoitua ja väliuotekäyttö keskittyy pääosin vain poltettavaan raaka-aineeseen, työllisyysvaikutukset ovat alhaisemmat kuin esimerkiksi työvoimaintensiivisessä rakentamisessa, joka käyttää lisäksi paljon alueen omia väliuotteita tuotannossaan.

Suutelan alueen rakentamisen työllisyysvaikutukset Pohjois-Karjalan alueella on esitetty taulukossa 7.3. Alueen rakentamisen kokonaistyöllisyysvaikutus on 161–251 henkilötyövuotta riippuen paikallisten puujalosteiden käyttämisestä talonrakennuksessa. Rakentamisen skenaariosta riippuen talonrakennuksen työllisyysvaikutukset ovat 132–218 henkilötyövuotta, mikä tarkoittaa 80–86,7 % osuutta alueen rakentamisen kokonaistyöllisyysvaikutuksesta. Maanrakennuksen työllisyysvaikutukset ovat 27 henkilötyövuotta ja siten se on toiseksi suurin toimiala työllisyysvaikutukseltaan. Esimerkiksi vuonna 2008 rakennusosalalla työskenteli 5485 henkeä. Mikäli alan työllisyys säilyy vastaavalla tasolla, hankkeen osuus on 1.4–2.1 % Pohjois-Karjalan alueen rakennusalan työllisyydestä.

Taulukko 7.2. Työllisyyskertoimet (suora sekä epäsuora ja johdannaisvaikutus) Suutelan alueen rakennushankkeessa.

| Sektori | Kerroin | Suora vaikutus | Epäsuora ja johdannaisvaikutus |
|---|---------|----------------|--------------------------------|
| Lämmöntuotanto | 1.75 | 1.14 | 0.61 |
| Rakentaminen | 2.09 | 1.04 | 1.05 |
| Maanrakennus | 2.12 | 1.10 | 1.02 |
| Kaivostoiminta | 2.45 | 1.12 | 1.33 |
| Kemikaalien ja kemiantuotteiden valmistus | 2.03 | 1.08 | 0.95 |
| Liikenne | 1.84 | 1.10 | 0.74 |

Aluelämmöntuotannon vuotuinen työllisyysvaikutus on 0,40 työpaikkaa, josta lämpölaitoksen osuus on 0,25 työpaikkaa. Tämä vaikutus on kuitenkin huomattava 500 kW:n laitokselle ja maakuntatasolle laajennettuna vaikutukset voivat olla huomattavia. Esimerkiksi Lehtosen ja Tykkyläisen (2010) mukaan metsäenergian kestäväällä hyödyntämisellä voidaan saavuttaa maakunnassa yli 200 uutta työpaikkaa (riippuen hakkeen loppukäytöstä ja hankintaketjuista).

Taulukko 7.3. Kokonaistyöllisyysvaikutukset Pohjois-Karjalan alueella.

| Sektori | Suora vaikutus | Epäsuora ja johdannaisvaikutus | Kokonaisvaikutukset |
|---|----------------|--------------------------------|---------------------|
| Energiantuotanto | 0.25 | 0.14 | 0.39 |
| Lämpölaitoksen rakentaminen | 1.00 | 0.82 | 1.82 |
| Talonrakennus (A) | 63.20 | 68.90 | 132.10 |
| Talonrakennus (B) | 104.30 | 113.70 | 218.00 |
| Maanrakennus | 12.70 | 14.20 | 26.90 |
| Mineraalinen kaivu | 0.68 | 0.43 | 1.11 |
| Kemikaalien ja kemiantuotteiden valmistus | 0.47 | 0.37 | 0.84 |
| Kuljetus | 1.93 | 1.31 | 2.24 |
| Kokonaisvaikutukset A | 80.23 | 86.17 | 165.4 |
| Kokonaisvaikutukset B | 121.33 | 130.97 | 251.3 |

7.4.3 HANKKEEN TULOVAIKUTUKSET

Tulovaikutukset ilmoittavat kuinka paljon kotitalouksien tulot kasvavat kerrannaisvaikutuksen seurauksena yhtä euroa kohden. Taulukossa 7.4. on esitetty tulovaikutuskertoimet toimialoittain. Kertoimista nähdään, että kaivostoiminnan ja rakentamisen kertoimet ovat suhteellisesti korkeita (3,7–4,8), kun vastaavasti lämmöntuotannon kerroin jää alhaiseksi (1,98).

Taulukko 7.4. Tulovaikutuskertoimet toimialoittain.

| Sektori | Kerroin | Suora vaikutus | Epäsuora ja johdannaisvaikutus |
|---|---------|----------------|--------------------------------|
| Lämmöntuotanto | 1.98 | 1.15 | 0.83 |
| Rakentaminen | 3.73 | 1.04 | 2.69 |
| Maanrakennus | 3.76 | 1.10 | 2.66 |
| Kaivostoiminta | 4.80 | 1.12 | 3.68 |
| Kemikaalien ja kemiantuotteiden valmistus | 3.08 | 1.08 | 2.00 |
| Liikenne | 3.31 | 1.10 | 2.21 |

Taulukossa 7.5. esitetään Suutelan alueen rakentamisen kokonaistulovaikutukset (miljoonaa euroa palkansaajakorvauksina). Riippuen rakentamisen skenaarioista, kokonaistulovaikutukset vaihtelevat 5,5–8,4 miljoonan euron välillä. Paikallisella puujalosteiden käytöllä talorakenteissa voidaan saavuttaa kokonaistulovaikutuksen nousu 4,3 miljoonasta eurosta 7,3 miljoonaan euroon.

Taulukko 7.5. Hankkeen kokonaistulovaikutukset Pohjois-Karjalassa (miljoonaa euroa palkansaajakorvauksina).

| Sektori | Suora vaikutus | Epäsuora ja johdannaisvaikutus | Kokonaisvaikutukset |
|---|----------------|--------------------------------|---------------------|
| Energiantuotanto | 0.006 | 0.006 | 0.012 |
| Lämpölaitoksen rakentaminen | 0.036 | 0.027 | 0.063 |
| Talonrakennus (A) | 2.44 | 1.94 | 4.38 |
| Talonrakennus (B) | 4.03 | 3.20 | 7.23 |
| Maanrakennus | 0.55 | 0.40 | 0.95 |
| Mineraalinen kaivu | 0.019 | 0.022 | 0.041 |
| Kemikaalien ja kemiantuotteiden valmistus | 0.025 | 0.010 | 0.035 |
| Kuljetus | 0.069 | 0.035 | 0.104 |
| Kokonaisvaikutukset A | 3.145 | 2.44 | 5.585 |
| Kokonaisvaikutukset B | 4.735 | 3.7 | 8.435 |

7.5 YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa selvitettiin paikallisen biotalouden, erityisesti puurakentamisen ja hakelämmöntuotannon, aluetaloudellisia työllisyys- ja tulovaikutuksia soveltaen alueellista panos-tuotos analyysiä. Tutkimuksen tulokset osoittavat että hajautettu biotalous, ja erityisesti paikallisiin puujalosteisiin perustuva rakentaminen omaa huomattavia aluetaloudellisia hyötyjä.

Vaikutusten vertailuissa korostuu puurakentamisen merkittävät vaikutukset ja pienen kokoluokan aluelämmöntuotannon vaikutukset peittyvät asuinalueiden rakentamisen vaikutuksiin. Näin pienessä kokoluokassa tehtävien yksittäisten vaikutusten arviointi koettelee myös alueellisen panostuotos mallin herkkyyttä ja siten tulokset ovat suuntaa antavia.

Aluelämmöntuotantoa tulee tarkastella maakunnallisella tasolla, jossa se on merkittävä tekijä aluekehityksen ja edistäjänä ja tasapainottajana. Puurakentamisessa ja maanrakennustoiminnassa paikallisuuden aste ja siten myös kerrannaisvaikutukset ovat varsin korkeita. Hajautetun biotalouden ja uusiutuvan energia-alan aluetaloudellista vaikuttavuutta voidaan parantaa edistämällä paikallisten bioraaka-aineiden käyttöä, jalostamista korkeaan arvoon (kuten rakennustuotteiksi), energiantuotannon laite valmistusta ja paikallisia energiapalveluja.

LÄHTEET:

- Borsboom, N., Hektor, B., McCallum, B. & Remedio, E. 2002. Social implications of forest energy production. In: Richardson, J., Björheden, R., Hakkila, P., Lowe, A. & Smith, C. (Eds.) *Bioenergy from Sustainable Forestry. Guiding Principles and Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Domac, J., Richards, K. & Risovic, S. 2005. Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects. *Biomass and Bioenergy* 28 (2), 97-106.
- Johansson, A., Kisch, P. & Mirata, M. 2005. Distributed economies – A new engine for innovation. *Journal of Cleaner Production* 13 (10-11), 971-979.
- Kontiolahden kunta. 2010. Lehmon Suutelan asemakaava.
- Laine, P. 2007. Social security benefits for households in North Karelia. Unpublished statistics.
- Lehtonen, O. & Tykkyläinen, M. 2008. The Emerging Shortage of Labour in Forestry in a Remote Coniferous Region: A Brake on the Massive Use of Biofuels. In: Andersson, K., Eklund, E., Lehtola, M. & Salmi, P. (Eds.) *Beyond the Rural-Urban Divide*. Bingley: Emerald.
- Lehtonen, O. & Tykkyläinen, M. 2010. Potential and employment impacts of advanced energy production from forest residues in sparsely populated areas. In: Brun, S. (Ed.). *Engineering Earth*. Springer Science.
- Leontief, W. 1966. *Input-output economics*. New York: Oxford University Press.
- Mirata, M., Nilsson, H. & Kuisma, J. 2005. Production systems aligned with distributed economies: Examples from energy and biomass sectors. *Journal of Cleaner Production* 13 (10-11), 981-991.
- Metsätilastollinen vuosikirja. 2007. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos.
- Okkonen, L. 2008. From exogenous to endogenous development in Scottish forestry: the feasibility of small-scale wood energy enterprise. *Journal of Environmental Planning and Management*. 51 (2), 221-232.
- Rimler, T., Kurttila, M., Pesonen, M., & Koljonen, K. 2000. Economic impacts of alternative timber cutting scenarios in Finland: An input-output analysis. *Forest Policy and Economics*, 1 (3-4), 301-313.
- Tilastokeskus. 2006. Alueelliset panos-tuotos taulukot. Tilastojen kuvaukset. <http://www.stat.fi/til/apt/index.html>. 4.4.2011.
- Tilastokeskus. 2007a. Kansantalouden tilinpito. http://www.stat.fi/til/vtp/index_en.html. 4.4.2011.
- Tilastokeskus. 2007b. Tuotannon ja työllisyyden aluetilit. http://www.stat.fi/til/atutyo/index_en.html. 4.4.2011.

Tilastokeskus. 2007c. Alueelliset tulonjakotilastot. http://www.stat.fi/til/akoti/index_en.html. 4.4.2011.

Vatanen, E. 2001. Puunkorjuun ja puunkuljetuksen paikallistaloudelliset vaikutukset Juvan, Keuruun ja Pielisen Karjalan seutukunnissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja, 825.

Whitley, M., Zervos, A., Timmer, M. & Butera, F. 2004. Meeting the targets and putting renewables to work. Overview Report for MITRE Project, ALTENER Programme. Corsham: Directorate General for Energy and Transport, Energy for Sustainable Development.

8 LÄMPÖHUOLLON LIKETOIMINTAMALLEJA SUOMESTA JA EUROOPASTA

Asko Puhakka

Lämpöliiketoimintaa voi harjoittaa käytännössä kaikilla normaaleilla liiketoimintamuodoilla. Pienemmässä kokoluokassa paikallista lämpöhuoltoa voi toteuttaa esim. maatilatalouden oheisliiketoimintana tai yrittäjärenkaan yhteistoimintana.⁴ Kun vuosittain myytävä lämmön määrä nousee useaan tuhanteen megawattiin, liikevaihdon kasvun myötä on syytä harkita erillistä liiketoimintamuodon valintaa sekä oman liiketoiminnan harjoittamisen selkeyttämiseksi että myös lämmön ostaja-asiakkaan kanssa toteutettavan liikesuhteen selkeyttämiseksi.

Perinteinen toimintamalli Suomessa on ollut kunnan omistama energiayhtiö, joka vastaa keskustaajaman lämpöhuollosta (taulukko 8.1.). Käytännössä kunnilla on yhä enenevässä määrin kokonaistalouden hallinnassa niin paljon merkittäviä haasteita, että miljoonaluokan investoinnit lämpöhuoltoon tai sen merkittäviin uudistamisratkaisuihin eivät välttämättä ole edes mahdollisia tai poliittisesti saavutettavissa olevia. Rahaa tarvitaan kunnan perusvelvoitteiden hoitamiseen - kouluverkkoon, terveydenhuollon ylläpitoon ja paikallisen tieverkon ylläpitoon. (Puhakka 2005, 19.)

Viimeisen kymmenen vuoden aikana osakeyhtiöiden ja osuuskuntien hoidossa olevien laitosten osuus on noussut ja yrittäjäreinkaiden hoitamien laitosten osuus on vastaavasti laskenut (Alm 2010, 49). Osuuskuntien ja osakeyhtiömuotoisten yritysten hoitamien lämpölaitosten kattilateho on lähes kaksinkertainen yksittäisten yrittäjien ja yrittäjäreinkaiden hoitamien laitosten kattilatehoon verrattuna (taulukko 8.2.) (Solmio & Alanen 2010, 2).

⁴ Suuri osa bioenergiayrittäjyydestä tapahtuu maatalouden tuotantotoiminnan harjoittamisen ohella luonnollisena henkilönä. Tämä toiminta ei tilastoidu Tilastokeskuksen tilinpäätöstietoihin tai yritys- ja toimipaikkarekisteritietoihin. (Almi 2010, 22.)

Taulukko 8.1. Lämmön tuotannon liiketoimintamallit Suomessa (Puhakka 2010).

| | Yrityksen toimintaperiaate | Toiminnan /Kasvun haasteita |
|---|---|--|
| Suuret energiayhtiöt | Vahva talous, resurssit ja osaaminen | Paikallistasolla koetaan etäiseksi Korkeat tuottotavoitteet |
| Valtakunnalliset pk-osakeyhtiöt | Asiakkuuksien hankinta ja toimija-verkoston rakentaminen | Oman pääoman riittävyys Paikallisuuden saavuttaminen |
| Kuntien energiayhtiöt | Perinteinen liiketoimintamalli Pääomaa riittävästi käytettävissä | Toimialuerajoite Tuloutusveloitteet |
| Paikalliset osakeyhtiöt | Paikallisuus Usein sivulinkeino | Resurssien riittävyys Tahtotila |
| Osuuskunnat | Paikallisuus ja yhteisöllisyys | Tyytyväisyys nykytilanteeseen Aktiivitoimijoiden ja perusosakkaiden työjako |
| Luonnollinen henkilö, osana esim.maatalouden tuotantotoimintaa | Lähilämpöä Soveltuu pieniin tuotantokoh-teisiin | Ammattimaisuuden haasteet |

Taulukko 8.2. Suomessa harjoitettava lämpöliiketoiminta eri yhtiömuodoittain (Solmio & Alanen 2010).

| Yhtiömuoto | Lämpölaitosten määrä, kpl | Kattilateho, yhteensä MW | Kattilateho keskimäärin, MW |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Yrittäjä | 163 | 65,5 | 0,40 |
| Yrittäjärengas | 40 | 11,4 | 0,28 |
| Osuuskunta | 93 | 63,5 | 0,68 |
| Osakeyhtiö | 151 | 103,8 | 0,69 |
| Muu | 8 | 59,0 | 0,74 |
| Yhteensä | 455 | 250,1 | 0,55 |

8.1 OSAKEYHTIÖ ENERGIAN TUOTTAJANA

Osakeyhtiö on selkeästi kasvuhakuinen liiketoimintamalli, jossa muutaman henkilön tai yrityso-
mistajan muodostama osakeyhtiö toteuttaa lämpöhuollon investointi- tai ylläpitoratkaisun. Osake-
yhtiö voi pohjautua paikalliseen omistukseen tai valtakunnalliseen omistajuuteen. Yhtiön kotipa-
ikan kautta muodostuu verotusyksikkö paikalliselle tasolle tai vaihtoehtoisesti muualle Suomeen.
Paikallinen tulo- ja veropohja muodostuu urakoitsijoiden korvausten ja työntekijöiden palkkojen
kautta. Tulon muodostusta paikalliselle tasolle tapahtuu raaka-aineen oston kautta, ellei energian
tuotannon raaka-ainetta tuoda etähuoltuna muualta Suomesta tai jopa naapurimaista.

Liiketoiminnan harjoittamisen alueella osakeyhtiön kasvun rajoittavaksi tekijäksi voi muodostua
oman pääoman riittävyys suhteessa investointirasitteisiin. Jo muutamankin lämpölaitoksen ra-
kentaminen merkitsee helposti usean miljoonan euron investointeja ja tyypillisesti lämpöyrittäjyys
on pitkien investointijaksojen liiketoimintaa. Turvaavana tekijänä on lämmöntoimitussopimusten

pitkäkestoisuus, tyypillisesti 10–15 vuotta. Rahoituksen rakenteisiin lämpösopimusten pituus ei suoraan tuo apua, koska vakuusarvoa sopimuksilla ei nykytilanteessa ole. Kyse on enemmänkin rahoittajan ja toimijayrityksen keskinäisen luottamuksen ilmapiiriin muodostumisesta vahvaan asiakassuhteeseen perustuen.

8.2 OSUUSKUNTA ENERGIAN TUOTTAJANA

Osuuskuntaa liiketoimintamallina voidaan pitää mielenkiintoisella tavalla yhteisöllisenä liiketoimintamuotona. Tyypillisissä suomalaisissa lämpöosuuskunnissa on useita kymmeniä osakkaita ja yhtä osakasta kohden tavoiteltavan liikevaihdon volyyymi on kovinkin pieni. Vastaavasti myös osuusmaksu on tavallisesti suuruusluokassa 500 -1000 €. Osuuden jäädessä taloudelliselta merkitykseltään suhteellisen pieneksi se merkitsee että taloudellinen ja toiminnallinen intressi voi jäädä vähämerkitykselliseksi. Osakkaana voi olla vaikka passiivisena jäsenenä, mutta osuusmaksu tai muut velvoitteet eivät aikaansaa välttämättä aktiivista osallistumista lämpöhuollon liiketoimintaan. Tyypillisessä osuuskunnassa osakkaista muodostuu muutaman aktiivihenkilön vastuuryhmä, joka käytännössä hoitaa raaka-ainehuollon sekä lämpölaitoksen ylläpidon. Perusosakas voi tyytyä raaka-aineen turvalliseen ja vakioituneeseen myyntiin ja ottaa mahdollista lisäarvoa energian tuotannosta puukaupan jälkilitin muodossa.

Toinen osuuskunnille mahdollisesti haasteelliseksi muodostuva tilanne on liiketoiminnan harjoittamisen laajentumisen harkinta ja pidättyvyys. Jos osuuskunnassa on suurehko määrä ns. passiivisia tai ts. liian tyytyväisiä osakkaita, ei yrityksellä välttämättä löydy yhteistä tahtotilaa liiketoiminnan laajentamiseksi. Osuuskunta on lämpöhuollossa tyypillisesti aluesidonnainen liiketoimintatapa. Toimintaa käynnistettäessä pyritään toteuttamaan oman asuinalueen, kuntataajaman tai muun vastaavan kiinteistöryhmän lämpöhuollon toteutus paikallisena liiketoimintana. Toiminnan harjoittamisen ja ammattimaistumisen myötä kasvu uusiin kohteisiin on luontainen jatko, mutta osuuskunta ei välttämättä ole päättäjäröyhmänä valmis laajentamaan toimintaansa uusille alueille.

Lämpöyrittäjätoiminnalle on kasvupotentiaalia Suomessa yli tuhanteen kohteeseen, mutta kaikkia erilliskohteita varten ei välttämättä ole järkevää käynnistää omaa, erillistä paikallisyriytystä. Yksittäisen lämpökohteen mahdollistama liikevaihto on kuitenkin aika rajallinen ja useamman kohteen muodostama toimintarypäs tarjoaa mahdollisuuksia ammattimaiseen toiminnan harjoittamiseen sekä tehokkaampiin kone- ja laiteinvestointeihin. Lämpölaitoksen ylläpito- ja huoltopalvelut raaka-ainehuollon ja esimerkiksi myös taloushallinnon ohella mahdollistavat paikalliselle yrittäjyydelle riittävän vuosiliikevaihdon. (Puhakka 2010.)

8.3 KUNTIEN ENERGIAYHTIÖT

Suomessa useat kunnat omistavat yksin tai osaomistajina energialaitoksia ja omistajuutensa kautta kunnat ovat mukana päättämässä energian tuotannosta, jakelusta ja hinnoittelusta. (Suomen kuntaliitto 1996, s. 79 ja Puhakka 2005 s. 18). Kuntien toimintaa elinkeinonharjoittajana määrittää kilpailunrajoituslaki (KilpailunrajoitusL 480/1992) ja tätä lakia sovelletaan myös kuntien harjoittamaan elinkeinotoimintaan. (Määttä 2004, 26, 63.) Tyypillisessä kuntataajamassa kunta on sekä lämmön ostajan että välillisesti oman energiayhtiön kautta lämmön tuottajan ja myyjän

roolissa. Julkisten, ja pääosin kuntaomisteisten rakennusten osuus kuntataajamien kiinteistömas-
sasta on helposti 60–70 %. Yksityisten ja liikeyritysten omistama kiinteistömassa ei useinkaan ole
ratkaiseva taajaman lämpöhuollon ratkaisua pohdittaessa. Kuntien energiayhtiöt toimivat hyvin
ammattimaisesti ja hyvillä taustaresursseilla. On esitetty myös näkemystä, että kunnan rooli
pääomituksen turvaajana vääristää kilpailua yksityisten lämpöyrittäjien suhteen.

8.4 UUSIA PALVELULIIKETOIMINTAMALLEJA

Pohdittaessa taajama-alueita rajoittuneempien kiinteistöryhmien lämpöhuoltoa yksi mielenkiintoi-
nen vaihtoehto on ns. lämpöpalvelu-liiketoimintamalli. Kokoluokka perinteiseen aluelämpöratkai-
suun on vain murto-osa, tuottoteho pienellä, muutamaa kiinteistöä yhteiskäytöllä lämmittävällä
lähilämpöjärjestelmällä voi olla esimerkiksi 200–300 kW. Asiakaskiinteistöt voivat muodostua
muutaman rivitalon ryhmästä tai pienimmillään muutaman pientalon kohteesta. Haasteeksi muo-
dostuu laitteistojen ja järjestelmien mitoitus, lämmönsiirtoverkoston kustannukset, sekä puupolt-
toaineilla erityisesti polttoaineen laatu. Pienet laitteet vaativat hyvälaatuisen polttoaineen puupel-
lettien tai hyvälaatuisen hakkeen muodossa. Suomessa ei ole kovinkaan laajasti yleistynyt ns.
laatuhaakkeen tuotanto pieniin käyttökohteisiin. Keski-Euroopassa 10–15 pientaloryhmien lämpö-
huolto pienehköllä hakekattilalla on hyvinkin tavallista. Toki lämmön hinta on myös suuria kohteita
kalliimpi. Verrokkihintana Suomen olosuhteisiin voitaisi pitää, että suuremmissa tuotantokohteissa
lämmön kokonaishinta (perusmaksu ja energiamaksu) on suuruusluokkaa 70–75 €/MWh. Ja pie-
nissä käyttökohteissa lämmön hinta muodostuu yli 90 euron tasolle. Verrokkihintana on tällöin
selkeästi kevyen polttoöljyn hintaperusta tai sähköllä tuotettu lämpö.

Lähilämpöratkaisujen edistyminen edellyttää kokonaispalvelupakettien muodostamista kiinteis-
töjen omistajille. Pelkkä lämmön tuottaminen ja toimittaminen eivät riitä, vaan palvelun tarjoajan
on pystyttävä tarjoamaan lämpöhuollon suunnittelu, mitoitusratkaisut, laitetekniikan asennus
sekä käyttö- ja huoltopalvelut. Taloudellista haastetta tähän liiketoimintamalliin luo lämpöasia-
kaskohteen liiketalouden rajallisuus. Pieni myytävä lämpömäärä merkitsee pientä liikevaihtoa,
mutta samalla kohteen laadukas ylläpito edellyttää huoltokäyntejä. Laitetekniikan laadukkuus,
etäohjauksen hyödyntäminen ja riittävä määrä asiakaskohteita mahdollistavat kannattavan liike-
toimintatason saavuttamisen. Lähilämpöyrittäjä voi luontevasti toimia taajama-alueella useiden
kohteiden lämpöhuollon vastaavana ja näin yrittäjä voi saavuttaa kohtuullisen liikevaihdon mää-
rän. Liiketoimintamallista lisää luvussa 9, Seppo Kainulaisen tutkimustyössä.

8.5 LIIKETOIMINTAMALLEJA EUROOPASTA

Keski-Euroopassa lämpöyrittäjätoiminta on erittäin aktiivista laadukkaan laitetekniikan sekä
kustannustehokkaiden investointien ja monipuolisen omistajarakenteen puolesta. Seuraavien
energiantuotannon liiketoimintamallien esittäminen perustuu tammikuussa 2010 toteutettuun yri-
tysaastattelujen sarjaan Itävallassa ja Pohjois-Italiassa.

8.5.1 BIO ENERGIE PONGAU, SUURYRITYS JA OSUUSKUNTA YHTEISTYÖSSÄ

Bio Energie Pongau, Bischofshofen, Itävalta

Bioenergie Pongau yhtiö toimii Itävallan Bischofshofenissa paikallisena lämmön ja sähkön tuottajana. Yhtiössä on kaksi omistajaryhmää, SWH – Strom und Wärme aus Holz (suomennettuna sähköä ja lämpöä puusta) ja paikallinen osuuskunta. SWH on Itävallan valtion metsien Bundes Forstin tytäryhtiö ja se omistaa Bio Energie Pongau yhtiöstä 49 %. Paikallinen osuuskunta omistaa Bioenergie Pongau -yhtiöstä 51 %. Osakkaita osuuskunnassa on 25 kpl. Paikalliset osuuskunnan osakkaat ovat maanviljelijöitä ja metsänomistajia, lisäksi mukana osuuskunnassa on myös alueella toimivia sahayrittäjiä. Kaikilla osuuskunnan osakkailla on yhtä suuri yksi omistajakohmainen osuus. Kullakin omistajalla on siten yhdenvertainen osuus päätöksenteossa, yksi ääni per osakkuuden omistaja.

Osuuskunnan osuusmaksu on 500 € ja enimmäisvastuu yrityksen taloudellisista toimista on 1500 €/ osuus. Itävallassa ja Saksassa on käytössä ns. rajatun vastuun periaate, jossa osakas vastaa koko yhtiön vastuista osuusmaksuunsa nähden kolminkertaisella summalla. Yhtenä vaihtoehtona olisi voittoa tuottamattoman yhtiön toimintaperiaate.

Bio Energie Pongau yhtiön korkein päättävä elin on osakaskokous, jossa toimitusjohtaja esittelee hallituksen ja muun ammattijohdon suunnitelmat. Päätökset perustuvat yleensä ammattiesittelyyn ja luottamuksen periaatteeseen. Mielenkiintoinen seikka on, että käytännössä yhtiötä johtaa pienemmällä omistusosuudella oleva metsähallinnon tytäryhtiö SWH sekä toimitusjohtajan että raaka-aineen hankintavastaavan henkilön ominaisuudessa. Yhtiön toimintakauden aikana yhden kerran osakaskokouksen päätös on ollut esittelyyn nähden vastakkainen. Tällöin kyseessä oli uuden laitoksen investointipäätös ja pienosakkaat käyttivät yhteistä äänivaltaansa osakaskokouksessa liikkeenjohdon esityksestä poiketen.

Yhteinen omistajuus yhtiössä perustuu kahteen pääasiaan; raaka-aineen hallintaan - riittävän perusraaka-ainevarannon omistamiseen sekä paikallisena yhtiönä investointitukien hyödyntämismahdollisuuden alueella sijaitsevien maa- ja metsätalousyrittäjien yli 50 %:n omistusuuteen liittyen. Tämän vuoksi yhtiöstä yli puolet on paikallisten maaseutuyrittäjien omistuksessa. Bio Energie Pongau on saanut investointitukea laitosten rakentamisen lisäksi myös lämmönjakoverkostojen rakentamiseen. Yhteensä investointituki on 10 milj. euroa, siis 30 %. Korkea investointituki perustuu Itävallassa ja sen eri osavaltioissa käytössä olleeseen erityisperusteiseen lakiin, jolla pyrittiin edistämään alueellista ja ns. pienen kokoluokan sähkön tuotantoa. Näiden erityistuen kohteena olevien lämpövoimaloiden tuli olla tuotantovalmiina vuoden 2009 alkuun mennessä.

Yhteystiedot: www.bioenergie-pongau.at

8.5.2 NAHWÄRME-MALLI, PAIKALLISTA LÄMPÖÄ YRITYSYHTEISTYÖMALLILLA

Nahwärme, Energiecontracting GmbH, Graz, Itävalta

Nahwärme yritys on Itävallan Grazissa toimiva osakeyhtiö ja toimiajatus on lämpölaitosten rakentaminen ja lämmöntuotantotoiminta. Yrityksen taustalla ja omistajina on kolme yritystä, jotka kaikki toimivat eri osa-alueilla lämpölaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja raaka-ainehuollossa.

Yrityksen liiketoimintamallina on toteuttaa lämpölaitosten rakentamista ja lämmöntuotantotoimintaa asiakaslähtöisesti ja kustannustehokkaasti tekniikka ja erityisesti toiminnan luotettavuus huomioiden. Yritys on perustettu 10 vuotta sitten ja toimintaa on 17 kunnassa eri puolilla Itävaltaa. Lisäksi yritys on käynnistämässä toimintaa Unkarissa ja Saksassa sekä jatkossa Italiassa.

Yrityksen omistajuus ja toimintamalli on pääyhtiön ja maan eri alueille sijoittuvien tytäryhtiöiden toimintamalli. Pääyhtiö omistaa tapauskohtaisesti tytäryhtiöistä 25–50 %, ei yli 50 %:n tasoa. Alueittaisilla tytäryhtiöillä pyritään alueellisen toiminnan toteuttamiseen ja alueilla toimivien yrittäjäkumppaneiden asiantuntemuksen ja – palveluiden hyödyntämiseen. Osakkaiksi otetaan vain toimintaan vahvasti sitoutuneita kumppaniyrittäjiä. Pääyrityksen omistajilla oli aikaisempaa kokemusta siitä, että osuuskunta voi toimintamallina muodostua vastuultaan liian väljäksi yritysmuodoksi. Vain muutamien ja tarkoin valittujen yrittäjien omistama yhtiö edellyttää osakkailta tiiviimpää osallistumista toimintaan ja vastuuta lämpöhuollosta yrittäjän omalla toiminta-alueella. Yritys ei ota alueellisen yhtiön omistajarooliin pelkästään investoijatyypistä osakasta. Yritys kouluttaa itse kaikki osakasyrittäjät ja lämpölaitosten hoitajat.

Yhtiö on investoinut lämpölaitoksiin ja jakeluverkkoihin 20–30 milj., tarkkaa summaa ei haastattelussa kerrottu. Myöskään liike-tulosta tai investointien takaisinmaksuaikoja ei yritys halunnut tuoda yksityiskohtaisesti esille. Tyypillinen investointituki on 25–35 %. Liittymämaksut ja investointituki merkitsevät n. 1/3 osuutta pääomasta. Periaatteessa oman pääoman tarve on 20 %:n tasoa. Oman pääoman tarpeen rajoittaminen on yhtenä perusteena pääyhtiön omistusosuuden pitämisenä alle 50 % alueellisissa yhtiöissä.

Itävallassa investointiavustusta arvostetaan rahoitusratkaisuisissa omaan pääomaan epävirallisesti. Lämmönjakoverkkoon avustusta saa Itävallassa. Saksassa tukea ei laitokseen mutta verkkoon tukea myönnetään.

Lämmönjakoverkoston rakentaminen maksaa n. 250 €/m. Lämmöntarpeen perusmitoitus on 1 kWh/m. Rakennuskohteita yritys ei pyri ottamaan hinnalla vaan pitäjäteisyydellä ja hyvällä osaamisella. Verkon rakentamisella on suuri merkitys yhtiön talouteen, laitos helppo rakentaa mutta lämmönjakoverkoston rakentaminen voi olla hyvin haasteellista. Budjettiluokka 1 MWh lämpölaitokselle on n. 600.000 €. Yritys panostaa lämpölaitosten arkkitehtuuriin ja sijoituspaikan erityisvaatimusten huomioimiseen.

Raaka-ainehuolto toimii maan itäosassa, mutta vuoristoisilla alueilla se on ongelmallista osin johtuen pienistä tilakoosta ja epävarmuudesta sahateollisuuden suhdanteissa. Yritys pyrkii myös rautatiekuljetusten kehittämisen avulla turvaamaan polttoainehuoltoa.

Hyviä yhtiön toteuttamia laitoskohteita ovat mm. Eugendorf ja Gleinstetten Grazin lähialueella.

Yhteystiedot: www.nahwaerme.at

8.5.3 LÄMPÖASIAKKAIDEN OMISTAMA YHTIÖ, TOBLACH

Fernheizkraftwerk, Toblach-Innichen, Italia

Etelä-Tirolin alueella on tehty energiahuollon ja ilmastopolitiikan suhteen haasteellinen päätös, että 2015 mennessä tavoitteena on 2020 mennessä saavuttaa 100 % CO₂-vapaa tuotantotapa. Nykytilanne on 53 % tuotanto uusiutuvilla ja 2015 tavoitetaso on 70 %.

Lämpövoimala on ns. ORC-tekniikkaan perustuva CHP-laitos, joka tuottaa 20 % sähköä ja 80 % lämpöä. Hakkeesta 90 % puusta tulee sahoilta n. 30 km säteeltä. Raaka-aineesta 10 % on paikallisten metsänomistajien puuta. Puusta maksettava hinta on 42 €/m³. Raaka-aine toimitetaan myyjien toimesta laitokselle, jossa haketus tapahtuu kaksi kertaa vuodessa. Laitoksen pihalla on huomattavana suuri, n. 50 000 m³ hakevarasto puskurina ulkokentällä ja 5000 m³ katetussa varastossa.

Taajaman perusasujaimisto 3000 + 3000, mutta sesonkiaikana alueella on yli 20 000 asukasta. Tämä on ongelma lämpövoimalan käytettävyyden ja mitoituksen kannalta. Laitoksen investointikustannus ml. perinteinen lämpölaite ja jakeluverkko ovat yhteensä n. 30 milj. €, josta tukien osuus 30 %. Myytävän lämpöenergian hinta on 65 €/MWh.

Perusliittymän kustannus on 2 200 €/kiinteistö, hinta sisältää kiinteistölle 15 m lämmönsiirtoputkistoa, lisäputki maksaa 100 €/m.

Yritys on kokonaan yksityisomistuksessa osuuskuntaperiaatteella, siten että kaikki lämpöasiakkaat omistavat kukin yhden osuuden. Osakkuusmaksu on 300 €/kW ja tämän liityntämaksun saa takaisin jos irrottautuu asiakkuudesta. Yhtiö tuottaa hyvin, tuotto on n. 500.000 €/vuodessa. Samaan aikaan yritys kykenee tuottamaan asiakkaille/omistajille huomattavan edullista lämpöä. Kannattavuuden perusta on korkea sähkön hinta, 15-17 c/kWh.

Yhteystiedot: <http://www.fti.bz/en/home.html>

LÄHTEET:

Kilpailunrajoituslaki 480/1992.

Määttä, K. 2004. Uusi kilpailunrajoituslaki. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Solmio H. & Alanen, V-M. 2010. Lämpöyrittäjätoiminta vuonna 2009. TTS tutkimuksen tiedote. Luonnonvara-ala: metsä 5/2010 (741). Työtehoseura.

Alm, M. 2010. Pk-bioenergia. TEM Toimialaraportti. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Puhakka, A. 2010. Finbio, seminaarijulkaisu. Helsinki.

9 HANKKEEN MUUT OSATUTKIMUKSET

9.1 LÄMPÖLIIKETOIMINNAN MAHDOLLISUUDET PIENTALOALUEELLA

Seppo Kainulainen,

insinööri, Ylempi AMK, päätoiminen tuntiopettaja,

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää lämpöyrittäjien liiketoiminnalliset mahdollisuudet pientaloalueilla sekä kehittää ehdotuksia liiketoimintakonsepteista pientaloalueiden aluelämpöratkaisuihin ja kiinteistökohtaiseen lämpöliiketoimintaan. Lämpöyrittäjien toiminta-alueita ovat perinteisesti olleet mittavat aluelämpöratkaisut ja erilaiset kuntien kiinteistöt. Pientaloalueilta saattaisi löytyä lämpöyrittäjille uusia asiakaskohteita. Suomessa on paljon vanhoja pientaloalueita joiden lämmitysjärjestelmän vaihtaminen on ajankohtaista. Kyseisillä pientaloaluekohteilla uutena lämmitysvaihtoehtoina ovat kiinteistökohtaiset lämmitysjärjestelmät sekä mahdollisesti alue- tai kaukolämpö.

Asiakkaan näkökulma selvitettiin kahden pientaloalueen kiinteistönomistajilta kvalitatiivisella haastattelututkimuksella. Erilaisten lämpöliiketoiminnan kannattavuuden laskentaskenaarioiden pohjatietoina käytettiin kahta tarkasteltavaa pientaloaluetta sekä teoreettisia pientaloalueita. Pientaloalueen kiinteistönomistajien toiveena on vaivaton ja edullinen lämmitysmuoto, jonka kustannuskehitys on maltillinen. Kiinteistönomistajat ovat kiinnostuneita liittymään lämpöyrittäjän tarjoamaan aluelämpöön, jos lämmityskustannukset ovat kilpailukykyiset kiinteistökohtaiseen lämmitykseen verrattuna.

Opinnäytetyön tuloksena selvisi, että lämpöyrittäjän näkökulmasta vanhojen pientaloalueiden aluelämmitys on mahdollista järjestää puupohjaisiin polttoaineisiin perustuen kannattavasti ainoastaan siten, että ainakin osa lämmitettävistä kiinteistöistä on rivi- tai kerrostaloja. Edellytyksenä on, että lämmitettävät kiinteistöt sijaitsevat riittävän lähellä toisiaan. Pelkästään omakotitaloille ei

lämpöyrittäjän kannata rakentaa uutta aluelämpöratkaisua. Kannattavuus on vielä heikompi uusilla pientaloalueilla energiatehokkaamman rakentamisen takia, vaikka kiinteistöiheys on yleensä uusilla kohteilla aluelämmölle suotuisampi. Koska harvaan asutuille pientaloalueille ei voida tarjota aluelämpöä, niin yhtenä vaihtoehtona on, että kiinteistökohtaisiin lämmitysratkaisuihin kehitettäisiin verkostomalliin perustuva liiketoimintakonsepti. Verkoston keskiössä olisi asiakaspalvelu, jonka kautta pystyttäisiin tarjoamaan verkostoyritysten tuottamia palveluita. Lämmöntuotantoon liittyvien palveluiden lisäksi verkostossa voitaisiin tuottaa myös kiinteistöhuoltoon liittyviä palveluja (kuvio 9.1.). Verkostomalliin perustuvassa lämpöliiketoiminnassa voitaisiin saavuttaa pienten yritysten joustavuus ja verkoston kautta saavutettava suuruudenekonomia.



Kuvio 9.1. Lämpö- ja kiinteistöliiketoiminnan verkostoyrittäjäkuvaus (Kainulainen 2009).

9.2 PIENTALOJEN LÄMPÖRATKAISUT JA ENERGIATEHOKKUUS

Simo Soininen,

metsätalousinsinööri, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Pohjois-Karjalassa kehitetään ja demonstroidaan uusiutuviin energialähteisiin perustuvia energiantuotantoratkaisuja aluerakentamisessa. Kehitystyötä toteutetaan Suutelan alueella Kontiolahdessa ja Penttilän rannassa Joensuussa. Suutelan puukylän pientaloalueelle rakentajilla on valittavissa useita eri lämmitysvaihtoehtoja. Erilaisia lämmitysratkaisuja on tuotu esiin rakentajaperheille järjestetyissä tapahtumissa Kontiolahdessa ja Joensuussa, mutta päätöksen omakotitalojensa lämmitysratkaisuihin tekevät rakennuttajat itse.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pientalorakentajien lämpöratkaisujen valintaperusteita, tietämystä lämmitysratkaisuihin ennen ratkaisun tekemistä ja kiinnostusta energiatehokasta rakentamista kohtaan. Tutkimuksessa haluttiin myös selvittää, onko matalaenergiarakentamiseen ja energiatehokkuuteen liittyvien tilaisuuksien järjestämisellä ollut vaikutusta rakentajien mielipiteisiin.

Tutkimus toteutettiin haastatteleamalla tulevia rakentajia Suutelan kohdealueella. Verrokkialueena käytettiin muualle Kontiolahteen rakentavia perheitä.

Haastateltavista kuusi oli varannut tontin Kontiolahden Suutelasta ja viisi muualta Kontiolahden kunnan alueelta. Yksi Suutelasta tontin varanneista henkilöistä perui tonttivarauksen ja osti valmiin omakotitalon Kontiolahdesta.

Omakotitaloasuntojen asuinneliöt vaihtelivat alle sadasta neliöstä kahteen sataan neliöön. Suurin osa rakennettavista taloista sijoittui 100 – 150:n m² väliin. Rakennettavien talojen vuotuisen lämmityksen tarpeeseen osasi vastata puolet haastateltavista. Vastaukset vaihtelivat 12-30 MWh:n välillä.

Haastateltavista neljä pyrki rakentamaan matalaenergiatalon ja kaksi vähän energiaa kuluttavan talon. Matalaenergiatalon tavoitteekseen ottaneiden rakentajien tontit sijaittivat yleisemmin Suutelassa.

Lämmitysratkaisuihin sähkölämmitys oli suosituin vaihtoehto (taulukko 9.1.). Sähkölämmitys valittiin ratkaisuksi jopa kymmeneen taloon yhdestätoista. Yksi Suutelasta tontin varannut haastateltava oli päätyvässä maalämpöön.

Taulukko 9.1. Haastateltavien lämmitysjärjestelmät.

| Haastateltava ja alue | Yli 50 % lämmöntarpeesta | |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| | Päälämmitysmuoto | Tuki/varalämmitysmuoto |
| 1. Suutela | Sähkö+ ilmalämpöpumppu | Tulisija |
| 2. Suutela | Tulisija | Sähkö |
| 3. Suutela | Maalämpö | Tulisija |
| 4. Suutela | Tulisija | Sähkö+ilmalämpöpumppu |
| 5. Suutela | Sähkö+ilmalämpöpumppu | Tulisija |
| 6. Muu alue Kontiolahdessa | Sähkö+ilmalämpöpumppu | Tulisija |
| 7. Muu alue Kontiolahdessa | Sähkö+ilmalämpöpumppu | Tulisija |
| 8. Muu alue Kontiolahdessa | Tulisija | Sähkö+ilmalämpöpumppu |
| 9. Muu alue Kontiolahdessa | Sähkö+ilmalämpöpumppu | Tulisija |
| 10. Muu alue Kontiolahdessa | Sähkö+ilmalämpöpumppu | Ei ole |
| 11. Osti valmiin talon Kontiolahdesta | Tulisija | Sähkö+ilmalämpöpumppu |

Kysyttäessä mitä eri lämmitysratkaisuja haastateltavat olivat taloihinsa miettineet, kahdeksan haastateltavaa kertoi maalämmön oleen yksi vaihtoehto. Syiksi maalämmön vähäiseen valintaan haastateltavat kertoivat usein liian korkeat rakentamiskustannukset tai alueelliset syyt. Muita vaihtoehtoja olivat erilaiset ilmalämpöpumput. Kaksi haastateltavaa kertoi valinneensa lämmönjakoratkaisuksi vesikiertoisen lattialämmityksen siksi, että se on mahdollista vaihtaa tulevaisuudessa helposti johonkin toiseen lämmitysjärjestelmään. Suurin osa haastateltavista näki varalämmitysjärjestelmän tärkeäksi Suomen oloissa.

Lämmitysratkaisujen valinnassa alkuinvestoinnit näyttelivät isoa osaa. Suurin osa haastateltavista valitsi alkuinvestoinneiltaan halvimman vaihtoehdon. Ne henkilöt, joilla oli halpaa polttopuuta saatavilla, valitsivat sähkön tulisijan rinnalle toimintavarmuuden järjestelmänä. Moni haastateltava oli valmis hankkimaan ja tekemään itselle polttopuut. Lapsiperheissä usein lämmitysratkaisun helppous oli avainasemassa sen valinnassa. Osa haastateltavista valitsi ratkaisunsa osittain sen perusteella mitä muut valitsevat.

Haastateltavista kolme kertoi omaavansa rakennuskokemusta. He olivat rakentaneet tai rakennuttaneet itselleen omakotitalon. Näistä rakennuskokemusta omaavista kaksi halusi rakentaa matalaenergiatalon ja yksi kertoi tavoitteekseen pyrkiä A-energiatehokkuusluokkaan. Matalaenergiarakentamista hyvänä suuntauksena piti seitsemän haastateltavaa yhdestätoista. Kaksi haastateltavaa ei ollut aivan selvillä mitä matalaenergiarakentaminen merkitsee ja yksi haastateltava piti suuntausta isona virheenä.

Seitsemän haastateltavaa oli valmiita sijoittamaan energiaystävällisempiin tuotteisiin, vaikka ne olisivat hieman kalliimpia kuin vertaistuotteensa. Kolmelle haastateltavista energiaystävällisemmän tuotteen ostosta pitäisi olla myös heille suoranaista taloudellista hyötyä, muuten he eivät sitä valitsisi.

Matalaenergiatalon rakentajat eivät pitäneet matalaenergiarakentamista kovin paljon kalliimpana vaihtoehtona verrattuna normitalon rakentamiseen. Kolme matalaenergiatalon valinnutta uskoi valinnan tulevan edullisemmaksi jonkin ajan kuluttua. Kaksi matala-energiatalon rakentajaa kertoi kustannuseron matalaenergiatalon ja energiatehokkuus-luokaltaan C/D luokan talon välillä olevan yllättävän pieni.

Omakotitaloa rakentavat ihmiset osoittautuivat ottavan aihepiirin asioista melko hyvin selvää. Yleisimmin haastateltavat hankkivat tietonsa rakentamisesta lehdistä, internetistä, ja keskustelemalla rakentavan yrityksen edustajan kanssa. Kymmenestä haastateltavasta seitsemän kertoi ottaneensa osaa rakentamista koskeviin tilaisuuksiin. Kolmesta henkilöstä, jotka eivät olleet ottaneet osaa tilaisuuksiin, kaksi omasi huomattavan paljon rakennuskokemusta.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että rakentajat ovat kiinnostuneita energiatehokkuudesta, sillä he haluavat tehdä säästeliäitä valintoja. Enimmäisosa haastateltavista piti selvästi matalaenergiarakentamista hyvänä suuntauksena.

9.3 LÄMPÖYRITTÄJIEN MENESTYMISEN EDELLYTYKSET KUNNALLISTEN ENERGIARATKAISUJEN HANKINTAMENETTELYISSÄ

Tomi Toivanen,

metsätalousinsinööri, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Tässä työssä tutkittiin lämpöyrittäjien menestymisen edellytyksiä kunnallisten energiaratkaisujen hankintamenettelyissä. Tutkimuksen tarkempana kohteena oli pk-yrityksien menestyminen kuntakohtaisissa hankintakilpailuissa; niiden resurssit voivat olla heikkommat kuin valtakunnallisesti toimivien suuryritysten.

Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena haastattelumenetelmää apuna käyttäen. Haastatellut yritykset olivat osallistuneet tarjouskilpailuun lämmöntoimittamisesta. Tulokset lajitteltiin ympäristön, luotettavuuden ja talouden kriteereihin sekä niiden toteutumiseen hankintamenettelyssä.

Tutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että pk-yritysten tulee panostaa lämmöntuottamisen tieto-taitoon. Kun hankintayksikön pääsääntöisenä valintakriteerinä on alhainen energianhinta, niin pk-yrityksien on hankala menestyä kilpailussa valtakunnallisten toimijoiden kanssa. Vastavasti pk-yritykset voivat menestyä paremmin, kun valintakriteereinä ovat kokonaistaloudelliset kriteerit, kuten ympäristöominaisuuksia koskevaa teknistä luetteloa, yms.

Aineisto pohjautuu kohteista julkaistuihin tarjouspyyntöihin sekä kuntien energiahankinta kriteereihin. Tarjouspyynnöistä etsittiin, mitä seikkoja kunnat hakivat tarjouspyynnöillä ja mihin ne painottivat valinta kriteereitensä. Kuntien hankintakriteereinä voivat olla esim. hinta, tekniset ratkaisut ja ympäristökysymykset. Näiden kriteerien perusteella arvioidaan lämpöyrittäjien menestymisen edellytyksiä kunnallisessa energianhankinta menettelyissä.

Yrityksien tulisi hakea aktiivisesti mahdollisia lämpöenergian kohteita kartoittamalla mahdolliset uudet ja vanhat lämpökohteet halutuilta alueilta. Hilma ei ole vielä tarpeeksi tunnettu energiantajien ja toimittajien keskuudessa. Tästä johtuen yrityksiä tulisi etsiä kaikki mahdolliset tiedottajat halutuilta toiminta alueilta. Paikalliset Metsäkeskukset ja niiden hankkeet sekä erilaiset projektit

näyttäsivät olevan hyviä tiedon lähteitä. Aloitavien ja olemassa olevien yritysten tulisi pyrkiä tuomaan itsensä tunnetuksi mainostamalla itseänsä nettisivuilla ja osallistumalla eri projekteihin ja hankkeisiin.

Vastanneiden mielestä, kunnat painottavat aivan liikaa energian ostohintaan, heidän toiveena oli, että kuntien tulisi painottaa enemmän muihin kriteereihin. Tästä voidaan päätellä, että muilla kriteereillä ei ole merkittävää paino arvoa, kun hinta on ratkaisevassa asemassa päätettäessä energiantoimittajaa.

Yrityksien paikallisuudella on ympäristöllisiä etuja, kun käytettävä polttoaine hankitaan läheltä sijaitsevista lähteistä, eikä esim. ulkomailta. Yrityksien kustannukset pienenevät polttoaineen hankinnan ja laitosten ylläpidon osalta, jos yrityksellä on useampia laitoksia lähiseudulla.

Ympäristöystävällisyys vaatimukset koetaan seitsemän vastanneen mielestä vaikuttavan merkittävästi tarjouskilpailussa. Tästä johtuen lämpöyrittäjän tulee tietää miten paljon laitteet ja polttoaine vaikuttaa päästöihin. Tarjouskilpailua ajatellen lämpöyrittäjän on hyvä perehtyä eri biopolttoainevaihtoehtoihin, koska tarjouspyynnöissä voi olla erikseen ilmoitettu kuinka paljon esim. bioenergian osuuden tulisi olla käytettävästä polttoaineesta.

Tekniset ratkaisujen tiukka ennako-ohjaus asettaa haasteita toimijoille. Tarjouksenteko on haastavaa, kun yrittäjiltä vaaditaan tarkasti jotain tiettyä ratkaisua. Teknisissä ratkaisuissa tulee huomioida tämän hetkiset päästövaatimukset ja ennakoitava tulevaisuuden mahdollisia kiristyviä päästörajoituksia. Yrittäjien tulisi tuntea laitevalmistajat ja heidän tuotteensa, näin he pystyvät tehokkaasti vastaamaan tarjouspyyntöjen vaatimuksiin. Päästövaatimusten huomioon ottamisen lisäksi, yrityksen tulisi varautua tulevaisuudessa mahdollisiin sertifikaattivaatimuksiin. Suurilla yrityksillä tällaiset useimmiten ovat jo, mutta pienillä ja aloittelevilla yrityksillä ei tällaista välttämättä ole.

Tulosten mukaan paikallisesti toimivan lämpöyrittäjän on helpompi hankkia raaka-ainetta, yrityksen läheisyys parantaa kilpailukykyä ja yrityksen imagoa sekä tunnettavuutta energian toimittajana ja lopuksi edistää energiapuun käyttöä alueellisesti. Kun kyseessä on iso ja kalliimpi lämmön-toimituskohde, merkitsee se pienyrittäjälle taloudellisia haasteita. Yrityksen täytyy suunnitella taloutensa tarkkaan, pääomaa täytyy olla riittävästi, jotta pienyrittäjä pystyy toteuttamaan riittävän investoinnin.

Kustannuksien hallinnassa pysyminen ja tätä kautta kilpailukykyisen energianhinnan muodostaminen voi olla hyvin haastavaa, koska pienillä yrityksillä ei välttämättä ole vielä riittäviä resursseja. Resurssien ja taloudellisten vaatimusten parantamiseksi ja kilpailussa pärjäämisen keinona pienten yritysten tulisi tarpeen tullen fuusioitua tai tehdä muutoin yhteistyötä keskenään. Isoilla yrityksillä on usein valmiina resurssit toimittaa energiaa kustannustehokkaasti.

Yritys joutuu panostamaan luotettavan aseman saavuttamiseen, tämän vuoksi yrityksen etuna on saavuttaa luotettava asema lämmön-toimittajana mahdollisimman nopeasti. Saavutettuaan aseman, yritys saa positiivista julkisuutta, sekä sen painoarvo kasvaa energianhankinnasta päätävien hallintoelimien edessä. Pienten ja uusien yritysten tulee saada luotettava asema mahdollisimman nopeasti, ne joutuvat panostamaan aseman saavuttamiseen enemmän kuin isot yritykset, koska tunnettavuutta ei ole jo valmiina.

9.4 METSÄHAKKEEN LAADUN HUOMIOIMINEN ENERGIANTOIMITTAJAN TOIMINNANOHJAUKSESSA

Pekka Jolkkonen,

metsätalousinsinööri, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka metsähakkeen laatu huomioidaan energiantoimittajan toiminnanohjauksessa. Opinnäytetyössä tutkittiin, kuinka energiantoimittajat huomioivat eri toiminnoissaan metsähakkeen laadun, sekä kuinka he ohjaavat ja varmistavat mahdollisimman korkealaatuisen metsähakkeen saannin. Tutkimus perustuu yritysten edustajien teemahaastatteluihin 2010. Opinnäytetyön haastatteluaineisto koostuu yksilöhaastatteluista, haastateltavat yritykset ovat erikokoisia ja ne ovat toimineet alalle useista vuosista jo vuosikymmeniin.

Metsähakkeen laadun kannalta tärkeimmiksi tekijöiksi haastatellut kertoivat kosteuden, puun järeyden, puhtauden ja varaston sijainnin. Tutkimuksen perusteella tärkeimmät metsähakkeen kosteuden alentamisen keinot ovat: hakkuun oikea ajankohta, puiden kuivaaminen metsässä, aluspuiden käyttö, varaston oikeanlainen sijoittaminen, kasan muotoilu sekä peittäminen. Eli koko ketjulla on merkitystä metsähakkeen kosteudelle.

Tulosten mukaan energiapuiden hakkuu tulisi suorittaa keväällä tai kesällä, jos se olisi mahdollista. Näin pystyttäisiin takaamaan parhaat olosuhteet puiden metsässä kuivattamiselle. Metsäkuljetus tulee suorittaa vähintään pari kolme viikkoa hakkuun jälkeen. Aluspuita käytetään ensisijaisesti kasan ja erityisesti sen pohjan kuivempana pysymisen takia. Toissijainen seikka on haketuksen helpottuminen ja epäpuhtauksien välttäminen hakettamisen yhteydessä. Varaston oikea sijoittaminen tapahtuu aukealla ja tuuliselle paikalle ja kasa on laitettu tietylle puolen tietä ja kasan puiden tyvet ovat auringon suuntaan. Kasasta muotoillaan mahdollisimman korkea ja sen reunat ovat jyrkät sekä kasan päällä on lipa tai se on muodoltaan ylöspäin nouseva. Tutkimustulosten mukaan peittämisellä pyritään estämään kosteutta kasassa, ei niinkään pyrittävän kuivattamaan kasaa. Peittämisellä pyritään estämään sade- ja sulamisvesien sekä lumihyhmän jäätyminen kasaan. Peittämisen ansiosta hake on kuivempaa ja sen energiasisältö on siten parempi. Kasassa oleva jää koetaan suurempana ongelmana kuin lumi. Hakettaminen on helpompaa, kun kasa ei ole jäässä ja hakettaja saa kasasta paremmin urakan.

Tutkimustulosten mukaan hakkeen kosteus on sen tärkein laatuominaisuus. Hake saa olla kostea, mutta olennaista on se, että hakkeen kosteus olisi juuri halutunlaista kuhunkin vuodenaikaan. Erityisesti hakkeen tulee olla laitospuoliksi sopivaa, sama hake ei välttämättä ole hyvä jollekin toiselle laitokselle vaikka se olisi kuinka laadukasta kosteudeltaan ja palakooltaan. Hakkeen palakoon tasaisuus ja hakkeen tikuttomuus ovat myös tärkeitä laatutekijöitä hakkeelle. Hakkeen kosteus voi muodostua ongelmaksi etenkin talvella, jolloin se voi jäätyä ja aiheuttaa holvaantumista ja syöttöhäiriöitä kattilalle. Jäisen (kostean) hakkeen lämpöarvo on huono, joten laitokselle voi tulla ongelmia tuottaa siitä riittävästi lämpöä. Pahimmillaan joudutaan käyttämään lisä- tai varalämmön lähdettä tai vaihtoehto polttoainetta, joka on yleensä kalliimpaa.

Tutkimustulosten mukaan hakkeen laadun tulee vastata vuodenaikojen mukaiseen tarpeeseen. Yritykset pyrkivät tekemään hyvälaatuista haketta, mutta aina se ei kuitenkaan onnistu. Näitä kosteampia kasoja, joita toiminnassa kuitenkin syntyy, käytetään siihen vuodenaikaan, kun lämmöntarve ei ole niin suuri. Kesällä käytettävä hake on ikään kuin kakkoslaatua, jota ei talvella voida käyttää tai ei mahdollisesti ehditty käyttämään. Kesäaikaan käytettävän hakkeen laatuvaatimukset ovat huonommat.

Tutkimuksessa tuli esille, että yrityksillä ei ole välttämättä laatuohjeita paperilla, mutta he tietävät kuinka toimia eli heillä on ns. hiljaista tietoa. Yritysten välillä on eroja laatuohjeiden käytössä. Suuryrityksillä ovat laatu- ja työohjeet paperilla, mutta pienemmillä toimijoilla laatuohjeita ei ole. Pienet yritykset toimivat enemmän hiljaiseen tietoon pohjautuen. Laatuohjeen vaatimukset ovat helposti saavutettavissa ja voisi olla tarpeen, että ne vaatimukset olisivat niin tiukat, että yritykset joutuisivat oikeasti kehittämään ja parantamaan toimintojaan, että saataisiin kuivempaa ja tasakokoisempaa haketta.

Tutkimuksen mukaan energiapuiden hankinta eroaa yritysmuodoittain. Tutkimuksessa mukana olleilla osuuskunnilla ei ole omaa puunhankintaorganisaatiota eikä hakkuuketjua, joten osuuskunnat ostavat valmiita tienvarsikasoja. Tästä syystä osuuskunnat eivät voi valita korjuukohteita, vaan ne pyrkivät tiedottamaan jäsenistölleen, millaiset kohteet ovat hyviä sekä millä toimenpiteillä laatua voi parantaa.

Yllättävintä tutkimuksessa oli se, että toiminnaltaan kaikista pienin yritys aikoo tulevaisuudessa ryhtyä käyttämään keinokuivausta. Yritys ei tavoittele keinokuivauksella niinkään vähentävänsä hakkeen käyttömäärää, vaan turvaamaan laitosten toimintavarmuuden, ettei olisi minkäänlaista jäätymistä vaaraa hakkeella.

Tutkimuksessa tuli esille, että haketukseen käytettävällä hakkurilla ja sen kunnolla sekä huollolla on merkitystä hakkeen laatuun. Mikäli hakkurin terät eivät ole kunnossa, ei saada tasalaatuista haketta, joka on taas lämpölaitosten kannalta tärkeä asia. Tutkimuksen mukaan suurin osa vastaajista on sitä mieltä, että laadun korostamisesta on hyötyä myös hakettajalle, vaikkakin laadun huomioiminen voidaan nähdä työtä hidastavana tekijänä aiemmissa toiminnoissa ennen haketusta.

Tienvarsi-, terminaali- ja käyttöpaikkahaketus ovat käytetyimmät menetelmät. Käyttöpaikkahaketuksella on tulevaisuutta suurilla voimalaitoksilla, missä volyymit ovat suuret. Tienvarsihaketus on varmasti jatkossakin toimiva haketusmenetelmä. Terminaalihaketusta voivat käyttää pienemmätkin energiatoimittajat. Terminaalivaraston käyttö varmuusvarastona on olennainen osa energiatoimittajien toimintaa. Valmiin hakkeen tasakosteus, kasassa oloaika sekä kasan muoto ovat tärkeitä asioita hakkeen laadun muutosten kannalta. Olennaista on, että kostea ja kuiva hake eivät sekoittuisi kasassa ja näin ollen saataisiin vähennettyä kasan käymistä.

Tämän tutkimuksen perusteella energiapuu hakkuiden ajankohdassa joudutaan antamaan periksi laadulle. Tarvittavat volyymit ovat niin suuria, että hakkuita on suoritettava tasaisesti ympäri vuoden. Metsähakkeen käytön lisääminen tulevaisuudessa tarkoittaa myös sitä, että yhä enemmän joudutaan hakkaamaan ”väärään” aikaan. Yritysten energiapuunhankinnan on suunniteltava ja mietittävä puunhankintansa loppukäyttöpaikoittain. Erilaisille laitoksille on hankittava erilaista metsähaketta ja myös laitosten volyymit on huomioitava.

Tärkeimpänä hakkeen laatutekijänä haastatellut mainitsivat juuri puun järeyden. Tulevaisuuden tavoitteet nostaa uusiutuvan energian käyttöä tarkoittanee mahdollisesti sitä, että yhä pienempi

runkokokoiseen metsikköön joudutaan menemään korjaamaan energiapuuta, jolloin hakkeen laatu heikkenee sekä korjuu kustannukset kuutiota kohden nousevat.

9.5 BIOTERMINAALI HAKKEEN TUOTANTOKETJUSSA

Juha-Matti Tapaninen,

opiskelija, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyössä tutkittiin terminaalivarastoinnin tuomia lisäarvontekijöitä hakkeen tuotantoketjulle sekä hakkeen käyttäjälle. Lisäarvon tuomille eduille selvitettiin tarvetta ja markkinoita. Tutkimus toteutettiin lämpöyritysten teemahaastatteluilla ja opintomatalla Itävaltaan, jotka suoritettiin kevättalvella 2011. Haastatellut yritykset ovat kooltaan keskikokoisia lämpöyrityksiä kattilakooltaan 300 kilowatista 2,5 megawattiin, joista jokaisella oli kaksi tai useampia lämmityskattiloita. Yksi yrityksistä oli keskittynyt pelkästään hakkeen tuotantoon ja toimitukseen.

Lähes kaikki haastatellut lämpöyritykset varastoivat haketta erillisissä varastoissa. Syitä varastoinnille oli monia. Yritykset joilla laitoksia oli useita ja hajallaan, oli terminaalivarastointi ainoa ratkaisu toimivalle polttoainehuollolle. Tärkein lisäarvon tuoja on toimitusvarmuus kelirikkoaikana ja konerikkojen sattuessa. Laatuun voitiin vaikuttaa terminaalilla hakkeen kosteuden vaihdelta sekoittamalla erilaatuisia eriä keskenään. Usean laitoksen täytyi polttaa turvetta hakkeen seassa, jotta kattilasta saataisiin tarpeeksi tehoja talvipakkasilla. Poikkeuksellisten kylmien viimetalvien vuoksi lämmittäjät olivat miettimässä uusia ratkaisuja hakkeen laadun ja toimitusvarmuuden parantamiseksi.

Terminaalitoiminta tasoittaa hakkeen tuotantoa ympärivuotiseksi (kuva 9.1). Haketta voidaan tuottaa varastoon eikä tuotanto painotu niin voimakkaasti keskitalveen kulutuksen ollessa huipussaan. Tämä vähentää hakkurin ja työvoiman vajaakäyttöä Terminaalihaketus lisää kalliin hakkurin vuosisuoritetta, kun hakkurin siirtely vähentyy. Hakkeena varastointi ei onnistu paljonkaan yli 20 prosentin kosteudessa. Kosteana hake homehtuu ja lämpöarvo alenee. Kuivurilla varustettu haketerminaaliin voidaan hake varastoida tuoreena, jolloin metsässä tapahtuva kuivatus jää pois. Tämä nopeuttaa puun kiertonopeutta ketjussa. Kuivatus voi tapahtua myös rankana terminaalin pihalla, josta se haketetaan kuljetuskalustoon tai varastoon. Tästä hyötyy metsänomistaja, kun puut kuljetetaan heti pois ja tili saadaan heti, eikä vuoden päästä hakkuista. Tämä on suuri tekijä metsänomistajien kiinnostukselle ylipäätään myydä puuta energiaksi.

Bioterminaalitoiminnalla saadaan varmuutta hakkeen toimitusketjulle. Varmuus hakkeen saannista lisää hakekattiloiden investointeja ja lisää näin hakkeen käyttöä lämmitysmuotona. Bioterminaali palvelee pääasiassa pieniä lämpöyrityksiä ja yksityisiä omakotitaloasujia. Kattiloilla on monenlaisia laatuvaatimuksia hakepolttoaineelle. Vaatimukset vaihtelevat kattilan tekniikan ja koon mukaan. Bioterminaalilla voidaan kiinnittää huomiota laatuun ja valmistaa erilaatuisia polttoaine-eriä kosteuden ja palakoon mukaan. Hakkeen laadun tasaisuus, laatuvaatimukset ja lisääntyvä pienkäyttö lisäävät kattilatekniikan kehitystä.



Kuva 9.1. Itävallassa toimiva biotermiinali, jossa varastoidaan haketta sekä pieniä määriä klapeja. Terminiinali on sijoitettu näkyvälle paikalle, jolla luodaan turvallisuuden tunnetta hakkeen saatavuudesta (Tapaninen 2011).

ja toiminta on ollut kannattavaa. Itävallassa myynti terminiinalista tapahtuu irtokuutioina, jonka hintaan lisätään aiheutuvat kustannukset. Hakkeen varastointikustannukset ovat kaksi euroa irtokuutiota kohden ja kuivaus toiset kaksi euroa. Biotermiinalissa voidaan varastoida ja kuivattaa myös klapeja, pellettiä ja sen raaka-ainetta sekä turvetta.

Biotermiinali toimii hakkeen huoltoasemana, joka luo uskottavuutta ja turvallisuutta polttoaineen saatavuudesta. Tämä saa ihmiset vaihtamaan lämmitysmuotoa ympäristöystävällisemmäksi. Käyttö lisääntyy ja synnyttää uutta liiketoimintaa. Biotermiinalien avulla on saatu kasvatettua Itävallassa hakkeen käyttöä merkittävästi lämmitysmuotona.

Tulevaisuudessa hakkeen käytön lisääntyessä biotermiinalitoiminta tulee olemaan välttämätöntä logistiikan ja polttoaineen laadun kannalta. Lämmityslaitoksien ja asiakkaiden määrä tulee noustamaan moninkertaiseksi, joiden palvelu voidaan toteuttaa terminiinalilla.

Pienet laitokset maksavat usein hakkekuutioista. Siirryttäessä energiasisältöperusteiseen kauppaan, olisi siitä hyötyä koko ketjulle. Tällöin hakkeen toimittajan ei kannata toimittaa kosteaa haketta ja lämmöntuottaja saa laadukkaampaa tavaraa. Lämpöyrittäjät haluaisivatkin siirtyä maksamaan hakkeesta energiasisällön mukaan, jolloin he olisivat valmiita maksamaan enemmän laadukkaasta hakkeesta.

Hakkeen tuottaja ostaa energiapuun kuutioiden mukaan ja myy hakkeen energiasisällön mukaan megawatteina. Näin varastoinnilla ja kuivauksella saadaan hakkeelle parempi hinta energiasisällön noustessa. Markkinat ovat kasvaneet yli odotusten biotermiinalin perustamisen jälkeen

LÄHTEET

Jolkkonen, P. 2010. Metsähakkeen laadun huomioiminen energiantoimittajan toiminnanohjauksessa. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Kainulainen, S. 2009. Lämpöliiketoiminnan mahdollisuudet pientaloalueella. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Soininen, S. 2010. Pientalojen lämpöratkaisut ja energiatehokkuus. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Tapaninen, J-M. 2011. Bioenergiaraaka-aineen kuljetus- ja välivarastointi. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö, seminaariaineisto.

Toivanen, T. 2010. Lämpöyrittäjien menestymisen edellytykset kunnallisten energiaratkaisujen hankintamenettelyissä. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Metsä- ja puutalouden markkinoinnin koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULUN B-SARJASSA ILMESTYNEITÄ JULKAISUJA

B:21

Matkaopas innovaatiomatkalle. Ulla Rätty & Kim Wrangé. 2011.

B:20

Yhteyksiä Pohjois-Karjalasta. Riitta Makkonen ja Pilvi Purmonen (toim.). 2010.

B:19

Opiskelijat yritysten kansainvälistymisen edistäjinä. Tenho Kohonen (toim.). 2010.

B:18

Löytöretki aikuisohjauksen maailmaan. Mervi Lätti, Päivi Putkuri (toim.). 2009.

B:17

Uusiutuvan liikenne-energian tiekartta. Ari Lampinen. 2009.

B:16

Työkaluja kielten oppimiseen. Johanna Hartikainen, Jaana Tolkki.
Verkkojulkaisu 2009.

B:15

Sydämen puhetta sydämelle : kirja laulamisesta. Leena Kotila. 2. p. 2008.

B:14

Kuinka voitte? Kak Vaše zdorov'e? Suomi-venäjä-suomi – sanasto terveysalalle.
Riitta Hyttinen, Svetlana Kozinskaja, Raija Latvala, Leena Lauronen.
3. korj. p 2008.

JULKAISUMYYNTI

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu / Julkaisumyynti

Tikkarinne 9 A, 80200 Joensuu

julkaisut@pkamk.fi

<http://www.tahtijulkaisut.net>



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU



Tekes



Kestävä
yhdyskunta

Lähilämpöratkaisut matalaenergiarakentamisessa julkaisu käsittelee asuinalueiden rakentamisen suunnittelua, kaavoitusta, rakentamisen ohjausta sekä erityisesti energiaratkaisujen huomiointia rakentamisen eri vaiheiden valinnoissa. Julkaisu on kooste Tekesin Kestävä yhdyskunta ohjelman puitteissa rahoitetun Lähilämpöratkaisut matalaenergiarakentamisessa tutkimushankkeen tuloksista ja kokemuksista rakentamisen toteuttamisesta.

Julkaisun tutkimusosion ovat tuottaneet Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Oulun yliopisto. Hankkeessa merkittävällä panoksella olivat mukana Joensuun kaupunki, Kontiolahden kunta ja yhteensä 10 toimialan yritystä. Tuloksena on konkreettista tietoa rakentamisen laadukkaasta toteuttamisesta.

Hankkeessa oli kaksi pilottialuetta Kontiolahden Suutela maaseutumaisena asuin ympäristönä ja Joensuun keskustan yhteyteen rakentuva Penttilänrannan alue tiiviinä kaupunkimaisena ympäristönä. Tavoitteena tutkimuksissa ja käytännön sovellusten valinnoissa oli energiatehokkuuden huomiointi kustannustehokkaasti ja ympäristövastuullisuus huomioiden.

Luvussa yksi esitellään kehityshankkeen taustaa ja tavoitteita. Luku kaksi käsittelee lämpöratkaisujen suunnittelua ja mitoituksen haasteita. Luvuissa kolme esitellään Kontiolahden Suutelan pilottialueen energiaratkaisujen vaihtoehdot sekä aluerakentamisen aluetalousvaikuttavuus. Luku neljä käsittelee Joensuun Penttilänrannan lämpöhuollon ratkaisuvaihtoehdot ja luku viisi kaavoitusta ja energiahuollon suunnittelua. Luvussa yhdeksän esitellään hankkeessa toteutettujen oppinäytetöiden tiivistetyt tulokset sisältäen lämpöhuollon uusia liiketoimintamalleja, puuenergiaraaka-aineen laadun merkitystä sekä Kontiolahden alueen rakentajien energiaratkaisujen valintoja.

Julkaisu soveltuu oppikirjaksi ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen opiskelijoille sekä energia, rakennus- ja ympäristöalan yrityksille uusien liiketoimintamallien pohjaksi.

Kiitokset kaikille tutkimushankkeeseen osallistuneille henkilöille ja yrityksille! Tästä on hyvä jatkaa yhteistyötä viihtyisän asuin ympäristömme edistämiseksi.

ISBN 978-951-604-127-1 (painettu) 978-951-604-128-8 (verkkojulkaisu)

ISSN 1797-3821 (painettu) 1797-383X (verkkojulkaisu)