

ISAT

ITÄ-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULUT



Hajautetut energiaratkaisut

– Uusiutuvaa energiaa alueellisesti ja kestävästi

TOIMITTANEET **RAIJA LANKINEN** JA **ASKO PUHAKKA**

HAJAUTETUT ENERGIARATKAISUT
- UUSIUTUVAA ENERGIAA
ALUEELLISESTI JA KESTÄVÄSTI

Toimittaneet Raija Lankinen ja Asko Puhakka

Karelia-ammattikorkeakoulu
Julkaisutoiminta
Tikkarinne 9
80200 Joensuu
julkaisut@karelia.fi

Savonia-ammattikorkeakoulu
Julkaisutoiminta
PL 6 (Microkatu 1)
70201 KUOPIO
julkaisut@savonia.fi

1. painos

Tämän teoksen kopioiminen on tekijänoikeuslain (404/61) ja tekijänoikeusasetuksen (574/95) mukaisesti kielletty lukuun ottamatta Suomen valtion ja Kopiosto ry:n tekemässä sopimuksessa tarkemmin määriteltyä osittaista kopiointia opetustarkoituksiin. Teoksen muunlainen kopiointi tai tallentaminen digitaaliseen muotoon on ehdottomasti kielletty. Teoksen tai sen osan digitaalinen kopioiminen tai muuntelu on ehdottomasti kielletty.

ISBN 978-952-275-068-6 (painettu)
ISBN 978-952-275-069-3 (verkkajulkaisu)

ISSN-L 2242-9778
ISSN 2242-9778 (painettu)
ISSN 2242-9786 (verkkajulkaisu)

ISAT julkaisusarja 3/2013
Kustantaja: Karelia-ammattikorkeakoulu
Ulkoasu ja taitto: Tapio Aalto
Kansikuva: iStock photo
Painopaikka: Kopijyvä Oy Kuopio 2013

SISÄLLYSLUETTELO

Asko Puhakka ja Eero Antikainen

Johdanto	6
-----------------------	---

Asko Puhakka

Lämpöratkaisun hankintamenettely, kuntataajaman lämpöratkaisun hankintamenettely	8
1 Johdanto	8
1.1 Kuntien energiaratkaisujen toteutuksen taustaa	8
1.2 Energiahuollon uudistaminen	9
2 Hankintamenettelyn käynnistyminen ja eteneminen	10
2.1 Suunnitteluhankkeen käynnistäminen	10
2.2 Asiakaskartoitus	10
2.3 Päätöksenteon vaiheita	11
3 Lämmöntuotannon toimintamalleja	11
3.1 Investoiko kunta vai yrittäjä	12
3.2 Lämmöntuotantosopimus turvaa toimintaa	12
4 Lämpöratkaisun hankinta	13
4.1 Huomioitavaa lainsäädäntöä	13
4.2 Palvelun, palvelun tai urakan määrittäminen	15
4.3 Tarveselvitys ja alustavat suunnitelmat	16
4.4 Aluelämpöverkon suunnittelussa huomioitavaa	17
4.5 Lämpölaitoksen sijoituspaikka	18
4.6 Kilpailutusvaihe ja hankintamenettely	19
4.7 Tarjousten pyytäminen ja käsittely	20
4.7.1 Tarjouspyynnön sisältö	21
4.8 Ehdokkaiden ja tarjoajien valinta ja tarjousten valinta	22
4.8.1 Lämpöhuollon toimivuuden varmistaminen	22
4.9 Vertailu- ja päätöksentekovaihe	23
4.10 Hankintamenettely ja hyvä hallinto	24
4.11 Tarjousvertailun suorittaminen	25
4.12 Hankintapäätös ja tiedoksianto	26
4.13 Hankintasopimuksen tekeminen	26
5 Lämmöntuotantosopimus	28
5.1 Lämpölaitostontti, kauppa- tai vuokrasopimus	28
5.2 Lämpölaitoksen ja verkon rakentaminen	29
5.3 Lämmöntuotantosopimus ja tekniset reunaehdot	29
5.4 Yleiset lämmöntoimitusehdot	29
6 Lähdeluettelo	30

Raija Lankinen, Markus Hirvonen, Jukka Huttunen ja Ritva Käyhkö

Teknologiavaihtoehdot	34
1 Yleistä	34
2 Taustaa Suomen rakennuskannan energianhuollosta	35
3 Hajautettu energiantuotanto	38
4 Hajautettuun energiantuotantoon soveltuvia energiantuotantoteknologioita	39
4.1 Yleistä	39
4.2 Biopohjaisen polttoaineen hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat	41
4.3 Maaperän, ilman ja vesistön lämpöenergian hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat	43

4.4 Auringon säteilyenergian hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat	48
4.5 Tuulienergian hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat	51
5 Energiantuotantoteknologian valintaan vaikuttavia tekijöitä	52
5.1 Energian kulutuskohteet määrittäminen; laatu ja energiantarve	52
5.2 Kaavoitus ja luvat	53
5.3 Kustannukset ja kannattavuus	54
5.4 Ohjausmekanismit, tuet ja tariffit	57
5.4.1 Syöttötariffijärjestelmä	57
5.4.2 Investointituki	57
6 Energiatuotantoyksikön suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat	58
6.1 Yleistä	58
6.2 Lämmitystehontarpeen määrittäminen	58
6.3 Lämmönjakotapa ja lämpötilatason vaatimus	59
6.4 Energiatuotantoyksikön mitoitus ja valinta	59
7 Energiaverkot hajautetussa energiantuotannossa	60
7.1 Yleistä	60
7.2 Lämmönjakoverkko	61
7.3 Matalalämpötilaverkko	62
7.4 Sähköverkko	63
8 Esimerkkejä kannattavuudesta ja mitoituksesta	64
8.1 Pientalovaltaisen uudisrakennusalueen lämmitysratkaisut	64
8.2 Pien-CHP-ratkaisut olemassa olevaan aluelämpöverkkoon	67
Lähteet	76

Opinnäytetyöt, tiivistelmät:

<i>Tuomo O. Korhonen, Laatu lämpöliiketoimintaan</i>	80
<i>Kari Heikura, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon lämpöyrittäjien asiakaspalvelun kehittäminen</i>	84
<i>Jani Tanskanen, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon haakeyrittäjän asiakaspalvelun kehittäminen</i>	86

Lasse Okkonen

Paikallisten hajautetun energian hankkeiden veturit ja jarrut – tapaustutkimus Euroopan pohjoisalueilta	90
1 Johdanto	90
2 Aineisto ja menetelmät	92
3 Hankkeiden käynnistysvaihe	92
3.1 Projektin ydinryhmän perustaminen	93
3.2 Tiedotustoiminta ja osaamisen kehittäminen	93
3.3 Sitoutumisien varmistaminen	94
3.4 Hankkeiden hallinta	94
4 Hankkeiden toteutusvaihe	95
4.1 Sijointipaikan etsintä, suunnittelu ja maanhankinta	95
4.2 Hankkeen kannattavuus ja tekninen suunnittelu	95
4.3 Energiasopimus ja investointi	96
4.4 Rakentaminen	96
4.5 Käyttö ja ylläpito	96
5 Johtopäätökset	97
Lähteet	97

JOHDANTO

Tämä hajautettujen energiaratkaisujen ISAT-julkaisu on ensimmäinen Savonia-ammattikorkeakoulun ja Karelia-ammattikorkeakoulun (entinen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu) yhteisjulkaisu kyseisellä painoalalla. Julkaisussa pyrimme esittelemään uusiutuvan energian hyödyntämisen mahdollisuuksia, toimintamalleja ja myös kehitystarpeita. Tavoitteena työssämme on osaamisen vahvistaminen, yritystoiminnan edistäminen ja aluetalouden kehittäminen. Kestävän kehityksen vastuuseemme kuuluu luonnonvarojen kestävä käyttö ja myös liiketoiminnan harjoittamisen edistäminen taloudellisesti kestävä kehityksen periaatteita huomioiden.

Hajautetuilla energiaratkaisuilla tarkoitetaan energiantuotannon ja -huollon ratkaisujen toteuttamista hajautetusti. Kaupungeissa on keskitetyt energiantuotto- ja jakelujärjestelmät ja näiden rinnalla pienemmissä taajamissa ja kiinteistöryhmissä energiahuoltoa voidaan toteuttaa alueellisilla ratkaisuilla. Toki esimerkiksi sähkön tuotanto tulee edelleen olemaan valtaosaltaan suurvoimaloiden tuotantoa osana valtakunnallista tuotantoverkostoa. Pienemmän mittakaavan sähköntuotantoa voidaan toteuttaa biokaasulaitosten ja myös modernien hakevoimaloiden tuotannolla.

Hajautetussa energiantuotannossa pyritään edistämään uusiutuvan energian tuotantoa ja käyttöä alueellisena toimintana, niin että tuotantolaitokset ovat mahdollisimman kustannustehokkaita ja että energiantuotannossa käytetään mahdollisimman paljon paikallisia raaka-ainelähteitä. Aluetalouden näkökulmasta pyrkimyksenä on tukea alueellisten elinkeinomahdollisuuksien hyödynnettävyyttä, alueellista yrittäjyyttä ja myös omistajuutta. Paikallinen omistajuus voi luontevasti toteutua osakeyhtiöiden, osuus-kuntien muodossa tai sitten laajentuvana osana muuta elinkeinotoimintaa. Esimerkkeinä ovat mm. maatilayrittäjät tai metsäkoneyrittäjät, jotka voivat hyödyntää omia raaka-ainevarojaan tai konekapasiteettiaan.

Paikallinen energiantuotanto tarjoaa aluetalouden näkökulmasta erittäin kiinnostavia mahdollisuuksia. Jos käytämme esimerkkinä lämpöyrittäjyyttä, niin lämpölaitoksen ja lämmönjakeluverkoston investoinnilla voidaan suoraan muuttaa energialaskun tulovirta paikallistalouden tueksi. Polttoöljyn osto lämmöntuotantoon on todella tullut tiensä päähän niin talouden kuin myös ympäristövaatimusten osalta. Nykyisellä teknologialla ja puuenergian hyödyntämisen osaamisella lämpöhuolto on toteutettavissa kannattavasti kaikissa Suomen olosuhteissa paikallisena toimintana.

Kiihtyvä ilmastomuutos vaatii energiaratkaisujen uudelleen arviointia koko maailmassa. Itä-Suomen ammattikorkeakoulut keskittyvät erityisesti hajautettujen energiaratkaisujen kehittämiseen; bioenergian tuotantoon ja saatavuuteen, tuotantomenetelmien ja laiteteknologian optimointiin sekä energian jakelun, käytön ja säästön vaihtoehtojen etsimiseen. Käytännön toiminta on osaamisperustaltaan laaja-alaista koulutusta ja alueen yritystoimintaa tukevaa TK-toimintaa.

Uusia palveluja energiasektorille

Palvelujen kehittäminen on ehdoton edellytys, jotta saamme uusiutuvan energian käyttöä edistymään ja uutta liike­tuloa aikaiseksi. Suomen taajamissa on satoja tuhansia asuntoja sähkö- tai öljylämmityksellä, mutta näissä asuville omakotiasujille tai rivitaloyhtiöille ei ole tarjolla energihuollon muutospalveluja kattavasti. Muutosten aikaansaaminen edellyttää paljon neuvontaa ja koulutusta, niin ammattilaisille kuin myös kuluttajapintaan. Energihuollonuudistaminen tarjoaa erittäin laajoja liiketoimintamahdollisuuksia – edellytyksenä on, että tarjottava tekniikka tulee olla korkeatasoista ja kustannustehokasta. Edelleen tarvitaan runsaasti teknistä kehitystyötä ja myös uusia innovaatioita.

Uusiutuvan energian osaamisen kehittyminen edellyttää tiivistä vuorovaikutusta alueellisella, kansallisella ja erittäin vahvasti myös kansainvälisellä tasolla. Suuren mittakaavan energiatuotannon ratkaisuis­sa Suomi on yksi maailman johtavia kärkimaita. Samoin energiaraaka-aineiden korjuussa, logistiikassa ja laitetuotannossa osaamis­pohja on erittäin hyvää tasoa. Mutta, pienkiinteistöjen lämpötekniikan alueella Suomea ei valitettavasti voi alan kärkimaana kansainvälisesti pitää. Teknologista etumatkaa omaavia maita ovat esimerkiksi Itävalta ja Saksa, joissa on panostettu määrätietoisesti uusiutuvan energian teknologisten ratkaisujen kehittämiseen myös pienen mittakaavan laitteistoissa. Näissä maissa tällä toimialalla on kymmeniä, erittäin vahvaa kasvupotentiaalia omaavia yrityksiä jotka tekevät läheistä yhteistyötä korkeakoulujen kanssa. Tästä on uskallettava ottaa oppia niin yritysten kuin alan muidenkin toimijoiden keskuudessa.

Me kutsumme teitä mukaan yhteistyöhön! Itä-Suomen ammattikorkeakoulut, Savonia ja Karelia, kutsuvat teitä kaikkia alalla jo toimivia tai uutta suuntautumista harkitsevia yrittäjiä mukaan yhteiseen, uuden kehittämiseen.

Asko Puhakka & Eero Antikainen

LÄMMÖNTUOTANTORATKAISUT, KUNTATAAJAMAN LÄMPÖRATKAISUN HANKINTAMENETTELY

Asko Puhakka

1 JOHDANTO

Tämä lämpöratkaisun hankinnan artikkeli on laadittu auttamaan kuntapäittäjiä energiaratkaisujen hankintojen toteuttamisessa sekä tarjouspyyntöjen ja lämpösopimusten laadinnassa. Tämän artikkelin taustalla on Karelia-ammattikorkeakoulun, Savonia ammattikorkeakoulun ja Motiva Oy:n pitkäkestoinen kehitystyö lämpöyrittäjyyden edistämiseksi Suomessa. Vuosien varrella merkittävää kehityspanosta tälle sektorille ovat tuoneet myös Tekes ja useat Suomen ammattikorkeakoulut sekä metsäkeskukset.

Hyvässä lämpöratkaisussa hankintamenettely toteutuu niin, että hankintavaihe, lämpölaitoksen käyttöönotto ja toiminnan harjoittaminen toimii hyvin ja kestävästi kaikkien osapuolten kannalta. Kohtuuhintainen lämpö, varmuus huoltovarmuudesta ja ympäristöystävällisyydestä ovat hyviä perustavoitteita kaikille osapuolille.

Tässä artikkelissa on selvitetty lämpöratkaisun hankinnan eri vaiheita alkaen tahtotilan muodostamisesta, jatkuen suunnitteluun, mitoitukseen ja hankintamenettelyn toteuttamiseen. Varsinaisen asiatekstin ohessa on runsaasti oikeuden ratkaisuja, jotka antavat hieman suuntaa eri tapauskohtaisten tulkintojen perustaksi. Tässä yhteydessä on syytä korostaa, että kaikissa oikeudellisissa asioissa lähtökohtana on aina toimijoiden keskinäinen sopimus ja Suomen laki. Tulkinta-apua mahdollisiin ristiriitatilanteisiin tuo lainsäädännön ja lainsäädännön valmisteluaineiston lisäksi oikeustapaukset lähinnä korkeimman hallinto-oikeuden ja markkinaoikeuden ratkaisuina.

1.1 Kuntien energiaratkaisujen toteutuksen taustaa

Kuntataajaman lämpöhuollon ratkaisu on monivaiheinen prosessi ja siihen osallistuu tyypillisesti monen eri toimijaryhmän edustajia. Tyypillisesti kunta on itse suurimpana kiinteistöjen omistajana ja hallinnoijana. Toinen merkittävä julkisen sektorin omistajataho on entisiä valtion hallinnon omistamia kiinteistöjä hallinnoiva kiinteistöyhtiö. Oleellista on, että energiahuollon hankinnoissa on noudattava julkisia hankintoja ohjaavaa lainsäädäntöä ja sen rinnalla tapauskohtaisesti energiahuollon erityislainsäädäntöä.

Hankinnassa kyse on julkisen ja yksityisen sektorin välisestä kaupankäynnistä. Kaupankäyntiä edistää julkisen sektorin tutustuminen markkinoiden tarjoamiin mahdollisuuksiin ja se, että yritykset tuntevat julkisen sektorin toimintatavat ja hankintalainsäädännön asettamat vaatimukset (Eskola 2007:107). Kunnan tai muun vastaavan omistajatahon osalta energiahuollon uudistamiseen osallistuvia toimijatahoja ovat erityisesti teknisen toimen ja kunnan johdon henkilöstö sekä luottamushenkilöt lautakuntien tai liiketoimintayksiköiden johtamisen erityistehtävissä. Unohtaa ei sovi kuntalaisten osuutta tai vaikutusmahdollisuuksia sekä asiakkaan roolissa että kuntaa koskevien päätösten sidospöytäkirjojenä. Päätöstoimien tulee olla siis hyviä niin luotettavuuden, pätevyys ja myös erityisesti kokonaistalouden kannalta (Kalima 2002:21).

Kunnat ovat merkittäviä energiapoliittisia toimijoita ja energiasektorilla kunnat pystyvät ja myös joutuvat tekemään päätöksiä huomioiden myös ilmastopoliittiset tavoitteet (Puhakka 2005:18). Ympäristöasioista tulee siis myös osa kunnallisoikeutta (Mäkinen 2004:18). Kysymys on myös kestävä kehityksen periaatteiden noudattamisesta ympäristöystävällisen energian tuotannon avulla. Näin toteutetaan aidolla tavalla energiapolitiikassa ja päätöksenteon prosesseissa ilmastopoliitiikan tavoitteiden toteutumista (Snäkin 2003:80).

Hajautetun ja uusiutuvan energian käytön lisäämisellä pystytään parantamaan myös maakuntatasolla aluetaloutta ja huoltovarmuutta. Ilmastonmuutoksen torjuminen edellyttää kunnassa tietoisuutta ilmastonmuutoksesta ja siihen vaikuttamiskeinoista, yhteistä tahtotilaa sekä toimijoiden välistä yhteistyötä (Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2011: 17,19). Biotalousperustuvilla investoinneilla voidaan parantaa ja tehostaa alueellisten luonnonvarojen hyödyntämistä, infrastruktuurin käyttöastetta, työllisyyttä, energiahuoltovarmuutta sekä energiantuotannon monipuolisuutta ja joustavuutta (Lehtonen & Okkonen 2011:82).

1.2 Energiahuollon uudistaminen

Valtaosassa Suomen kuntia on taajama-alueelle lämpöä tai sekä lämpöä että sähköä tuottava voimalaitos. Polttoaine voi olla puupohjaisia polttoaineita haketta tai pellettiä, turvetta tai näiden sekoitukseen perustuvia sekoituspolttoaineita. Osa lämpövoimaloista on teknisen uudistamisen tarpeessa tai energiantuotantoon käytettävissä olevien polttoaineiden jakaumaa halutaan muuttaa. Eri polttoainevaihtoehtojen laaja käytettävyys on yksi tärkeimpiä hyvän lämpölaitoksen tunnusmerkkejä. Kaikkiin polttoaineisiin liittyy tiettyjä riskejä; joko saatavuuteen tai hintakehitykseen liittyen - unohtamatta ympäristönormistojen kehittymisen muodostamaa riskiä.

Energiantuotannon raaka-ainepohjan muutoksen lisäksi kuntataajaman lämpöhuollon uudistamistarve voi liittyä lämmönjakoverkoston rakenteeseen ja laajuuteen. Verkoston laajuus perustuu energiankulutuksen tarpeesta ja sijoittumisesta suhteessa verkkoon, siis kyse on pääosin puhtaasta tuottoperusteesta. Tässä yhteydessä tulee huomioida, että päätökset verkoston laajuudesta ovat aina tavallaan aikansa päätöksiä. Taajama-alue on voinut lähtökohtatilanteesta laajentua, jolloin erityisesti suurempien kiinteistöjen sijoittumien keskustaajaman lähistölle voi avata verkoston laajentamiselle uusia mahdollisuuksia. Tästä seuraa kysymys lämpövoimalan tuottokyvyn suhteen – voiko nykyinen lämpölaitos tuottaa kaiken tarvittavan energian. Vaihtoehtona laajentuvalla verkoston osalle on mahdollisen erillislaitoksen rakentaminen, jos koko verkoston laajennus jää kannattamattomaksi.

Yhtenä toimintamallina kannattaa pohtia taajama-alueen lämpöhuollon huoltovarmuuden varmistamista yhdistämällä kaksi eri lämpöverkostoa. Näin taajaman päälaitoksen ohella voidaan käyttää suunnitelmallisesti toista pienempää lämpölaitosta. Myös huoltoseisokkien ja kausivaihtelun aikana lämpöä voidaan tuottaa pienempää erillislaitosta hyödyntäen. Häiriötilanteiden vakavuuteen nähden kohtuullisen pienet lisäinvestoinnit ovat kovinkin kannattava sijoitus.

2 HANKINTAMENETTELYN KÄYNNISTYMINEN JA ETENEMINEN

Suunnittelun ja hankintamenettelyn vaiheet

- Perustarpeen määrittely ja tahtotilan muodostaminen
- Suunnittelupalvelun hankinta
- Asiakstarpeen kartoitus ja kiinteistökohtainen selvitys energiantarpeesta, teknisestä tilannekuvasta ja asiakkuusvalmiudesta > Asiakastieto
 1. vaiheen liittyvät ja 2. potentiaaliset, myöhemmissä vaiheissa liittyvät
- Tekniset vaihtoehdot
- Vaihtoehtoisten liiketoimintamallien määrittäminen, ml. kunnan oma rooli
- Hankintamenettely
- Tarjousvaihe, soveltuvimmat ratkaisut ja toimintamallit
- Päätöksen teko ja toteutus
- Seuranta

2.1 Suunnitteluhankkeen käynnistäminen

Hankintamenettelyn yleinen toimintamalli on, että kunnat ulkoistavat lämpöratkaisujen hankinnan erityisasiantuntijuutta osaaville suunnittelu- ja konsulttiyrityksille. Suomessa on muutamia valtakunnallisesti ja myös kansainvälisesti toimivia suunnittelutoimistoja ja muutamia pienempiä yksityisiä yrityksiä jotka toteuttavat kunnille energihuollon uudistamisen palveluja. Tärkeätä näiden palvelujen hankinnassa on kilpailuttaa eri toimijoita ja varmistaa näin kyseisen palvelun laadukkuus ja palvelun hintatason kohtuullisuus hankkeen tasoon nähden. Budjettiskaala näiden palvelujen tuottamisesta on huomattavan suuri. Tärkeätä on, että asiakkaana oleva kunta saa yksilöllistä ja asiantuntevaa palvelua ja että konsultaatiopalkkio on sopivassa suhteessa työrakkaan.

2.2 Asiakaskartoitus

Lähtökohta aluelämpöratkaisun mitoituksessa on päätöstasoinen tieto eri kiinteistöjen liittymisvalmiudesta yhteisen lämmönjakeluverkon piiriin ja asiakkaiksi. Tämä tarkoittaa mitoituksellista haastetta sekä lämmönjakoverkoston että lämpölaitoksen suhteen. Suunnitteluvaiheessa hyvin harvoin on sellaista tilannetta, että kaikki potentiaaliset asiakkaat ilmaisisivat valmiuttaan asiakkuuteen. Tyypillistä on, että taajama-alueella noin puolet kiinteistöjen omistajista on valmiita suunnitteluvaiheessa päättämään sitoutumisestaan lämmön ostoon. Tässä valmisteluvaiheessa kunnan viesti ja päätökset omien kiinteistöjensä suhteen tuovat ratkaisevaa perustietoa lämmöntuotantoratkaisun mitoitukseen.

Lämpöasiakkuuden ratkaisu on yksityisille kiinteistöjen omistajille tai yhtäläillä kiinteistöyhtiöille pitkävaikutteinen ratkaisu ja sen talouden merkitys on myös huomattavan suuri. Käytännössä kiinteistöillä on lukuisa määrä eri käyttökaaren vaiheissa olevia lämpöratkaisuja käytössä ja investoituna. Ainoastaan yhden omistajan uudisrakennuskohteessa on mahdollisuus päästä ns. puhtaasti suunnittelun tilanteeseen, jossa ei ole eri päätös- tai käyttövaiheissa olevia lämpöratkaisuja jo ennalta olemassa.

2.3 Päätöksenteon vaiheita

Kuntataajamassa on eri-ikäisiä ja teknisesti eritasoisia kiinteistökohtaisia lämmitysratkaisuja. Näin ollen lämpölaitoksen koon mitoittaminen, sijoituspaikan valinta ja lämmönjakeluverkoston laajuuden suunnittelu on haastavaa. Jos lämmöntuottaja investoi liian varovaisesti, lämpölaitos jää mahdollisesti liian pieneksi - jo muutaman vuoden jaksolla tarkasteltuna. Tyypillistä niin Suomessa kuin muissakin maissa on, että sen jälkeen kun lämpölaitos ja -verkko on taajamaan rakennettu, alkaa asiakaskyselyiden tahti kiihtyä ja uutta lisäpotentiaalia olisi tarve saada. Ellei tähän ole suunnitteluvaiheessa ja teknisissä ratkaisuissa varauduttu, on tilanne hankala ja sitä on vaikea korjata. Tätä varten jo harkinta- ja suunnitteluvaiheessa hyvä paikallistuntemus tuo pohjaa ratkaisuvaihtoehtojen valintaan. Myös aktiivinen ennakkotiedotus lämpöhuollon uudistamisesta edistää hankkeen etenemistä ja oikeankokoisen investoinnin toteutumista.

Samoin kuin liian pieneksi jäävän laitoksen suhteen, niin myös liian suurien odotusten suhteen lämpökuorman - ja asiakkuuksien kehittymisen suhteen kannattaa olla varovainen. Ylisuuren lämpölaitoksen tai liian laajan jakeluverkoston investointia on todella hankala saada kannattavaksi. Näin ollen riskit tuottajayhtiön kestävän liiketoiminnan harjoittamiseen voivat muodostua kohtalokkaan suuriksi. Lämpökuorman kehittymisen suhteen tulee huomioida myös energiatehokkuuden ja energian käyttöön liittyvien säästötoimien merkitys.

Epävarmoissa tilanteissa, joissa lämmöntarpeen kehittymisestä ei ole varmuutta, yksi hyvä vaihtoehto on toteuttaa lämpölaitosratkaisu siten, että se on laajennettavissa kustannustehokkaasti. Lämpölaitosrakennus voidaan rakentaa ulkoisilta mitoiltaan jo niin suureksi, että sisään mahtuu toinen, laajennusvaiheen kattila. Ja että polttoainevaran koko ja sijoittuminen sallii mahdollisen laajennusvaran. Voinee todeta suoraan, että polttoainevarasto ei yhdessäkään kohteessa ole liian suuri. Liian pieniä varastoja sen sijaan on niin Suomessa kuin muissakin maissa turhan paljon. Reilun suurella polttoainevarastolla voidaan tehostaa raaka-ainehuollon kustannustehokkuutta merkittävästi ja samalla parantaa kohteen lämpöhuollon toimintavarmuutta haasteellisissakin sääolosuhteissa. Varaston mitoituksessa kannattaa miettiä polttoaineen toimitus- ja tuotantoketjun toimivuus myös useiden viikkojen poikkeavan kylmissä jaksoissa.

3 LÄMMÖNTUOTANNON TOIMINTAMALLEJA

Kunnat ovat merkittävässä määrin omistamassa lämpölaitoksia, lämmönjakeluverkostoja joko suoraan tai hallinnoimiensa energiayhtiöiden kautta. Peruskysymyksenä voidaan pitää kunnan roolia ja vastuunottoa energiahuollosta. Lähtökohta lainsäädännössä Kuntalain 1 §:n mukaisesti on, että kunnalla on lakisääteinen velvollisuus turvata asukkailleen terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö. Kunnan tulee pyrkiä edistämään asukkaidensa hyvinvointia ja kestävää kehitystä alueellaan. Perustellusti voidaan ajatella, että kunta edistää kuntalaisten ja kuntataajamassa toimivien yritysten sekä eri organisaatioiden perusteknistä turvallisuutta tarjoamalla energiahuoltoa. Lämmöntuotannon ja jakelun omistaminen on mahdollista toteuttaa joko yksityisenä tai kunnalliseen omistukseen pohjautuvana liiketoimintana.

3.1 Investoiko kunta vai yrittäjä

Taloudellisessa mielessä lämmöntuotannon liiketoimintamallien vaihtoehtoja voi pohtia kunnan omistamisen intressin näkökulmasta. Halutaanko energiantuotannolla ja jakelulla tehdä tuottoa kunnan omaan talouteen? Onko tavoitteena turvata kunnan asiakkaille mahdollisemman edullista energiaa ja millä tasolla kestävän kehityksen edistämiseen pyritään? Kestävä kehitys on periaatteena saanut runsaasti huomiota, mutta ongelmana on, että todelliset muutostoimet tapahtuvat pitkällä viiveellä (Kuusi-niemi 2001:76; Hollo 2004:43, 81–82; Mäkinen 2004:22).

Suomessa on käytössä laaja kirjo lämpö- ja energialiiketoiminnan vaihtoehtoja alkaen pienistä, toimija-vastuulla toimivista yrittäjistä suuriin ylikansallisiin energiayhtiöihin. Kunnilla on merkittävä toiminnallinen rooli omien energiayhtiöiden, yhteisten konsernien omistajana tai yksittäisen lämpölaitosten suoraan omistussuhteeseen perustuvina toimijoina (Hakulinen 2011:10). Puuenergian käyttö tarjoaa kunnille ja kaupungeille paikallisen energiavaihtoehdon. Näin on mahdollista hyödyntää oman paikkakunnan bioenergiatarjontaa ja käyttää lähialueen yrittäjien palveluja. Lisäksi liiketoiminnan rahavirrat tukevat oman paikkakunnan taloudellista kehitystä (Työ- ja elinkeinoministeriön toimialaraportti 2011:48).

Kunnan roolia pohdittaessa yksi nykypäivän haasteista on talouden haasteet, joissa kunnilla on yhä suurempi haaste pystyä tarjoamaan lakisääteiset peruspalvelut kaikille kuntalaisilleen. Energiantuotanto on sellaista liiketoimintaa, että pääoman sitoutumisaste on huomattavan korkea ja investointien takaisin-maksuajat ovat pitkiä. Tyypillinen 1,5-2 MW lämpölaitoksen investointikustannus on n. miljoona euroa ja lämmön-jakeluverkoston kustannus on suuruusluokkaa 200 €/metri.

3.2 Lämmöntuotantosopimus turvaa toimintaa

Korkeiden investointien vastapainona lämmöntuotannossa on vahva asiakassidonnaisuus. Lämmöntoimitussopimukset ovat tyypillisesti 10 -15 vuotta joten perusturvallisuus asiakassuhteen säilyvyydestä on huomattavan hyvä. Kestävä yritystalous edellyttää että lämmön myyntihinta reagoi reaalisesti muuttuneisiin kustannuksiin raaka-aineen hinnan kehityksen, työvoimakustannusten ja tuotannossa tarvittavien eri kustannuserien suhteen.

Lämmöntoimitussopimuksen laadinnassa tarvitaan asiantuntemusta siihen, että reaalisten kustannusvaikutusten muutos siirtyy hallitusti asiakkaan maksamaan lämmönhintaan. Kyse ei saa olla kohtuuttomasta riskin siirrosta asiakkaan kustannuksiin. Yrittäjän on kannettava liiketoiminnan peruseriaatteisiin sisältyvä toiminnan kannattavuuden riski. Liiketoimintamallin harkinnassa on selvitettävä omat liiketoiminta- ja tuottotavoitteet, ajankäyttökysymykset, hyväksyttävissä olevat riskitasot ja takaisinmaksuaikataulun pituus (Okkonen 2009:75, 156). Lämmitysjärjestelmän taloudellisen kannattavuuden arvioinnissa on huomioitava järjestelmän investointikulujen lisäksi energialähteen ja polttoaineen hinta sekä pyrittävä arvioimaan huolto ja ylläpitokustannukset. Lisäksi myös järjestelmän tekninen käyttöikä vaikuttaa kannattavuuteen pitkällä aikavälillä (Hirvonen & Pietikäinen 2011:22).

Kunnan liityntä alueen energiahuollon investointeihin voi perustua myös vakuusmenettelyyn, jossa kunta asettaa takauksen laitosinvestoinnin tueksi. Takauksen antamiseen liittyy arvioitavissa oleva riski, jonka on oltava järkevissä suhteissa kunnan kestokykyyn. Takauriski ei saa toteutuessaan vaarantaa kunnan toiminnan jatkuvuutta. Hallituksen esityksen mukaisesti takauksia tai muuta suoraa taloudellista tukea tulisi antaa vain sellaisille yhteisöille, jotka ovat kunnan määräysvallassa tai joiden toiminta liittyy kunnan omaan toimintaan (HE 192/1994). Perustellusti voi kysyä, pääseekö kuntatakausta hyödyntävä yritys erityiseen asemaan suhteessa toisiin vastaaviin yrityksiin. Pääomalla ja riskien hallinnalla on hintansa.

4 LÄMPÖRATKAISUN HANKINTA

- Palvelun, palvelun tai urakan määrittäminen
- Tarveselvitys ja alustavat suunnitelmat
- Kilpailutusvaihe
 - Kynnysarvot ja hankinnan ennakoitun arvon laskeminen
 - Hankintamenettelyn valinta ja valintakriteerien asettaminen
 - Tarjousten pyytäminen
- Vertailu- ja päätöksentekovaihe
 - Tarjousten vertailu, päätöksenteko ja perustelu
 - Päätöksen tiedoksianto, muutoksenhakuosoituksin
- Hankintasopimuksen tekeminen
- Sopimuksen toteutumisen seuranta

4.1 Huomioitavaa lainsäädäntöä

Lämpöratkaisun hankinnassa tulee ensisijaisesti huomioida tapauskohtaisesti seuraavaa lainsäädäntöä:

Laki julkisista hankinnoista, Hankintalaki (30.3.2007/348), joka koskee valtion viranomaisia ja liikelaitoksia sekä kuntien ja kuntayhtymät sekä julkishallintoon kuuluvat yhtiöt joilla on yleisen edun toimintatavoite. Hankintalakia tulee noudattaa myös julkisista varoista rahoitettujen hankkeiden hankinnoissa. Esimerkkinä on kunta, joka ei omista lämpölaitosta eikä lämpöverkkoa, pyytää tarjousta lämmön toimittamisesta omiin ja hallinnassaan oleviin kiinteistöihin. Tällöin hankintaan tulee soveltaa hankintalakia. Hankintalaissa on määritetty kansallisten hankintojen euromääräiset rajat, esimerkiksi tavara- ja palveluhankinnoissa raja on 30.000 euroa. EU-kynnysarvoraja 16 §:n mukaisesti on rakennusurakoissa ja käyttöoikeusurakoissa 5 278.000 euroa.

Vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista annetun lain (30.3.2007/349) mukaisesti erityisalojen hankintasäädökset. Erityinen huomio kannattaa kiinnittää siihen, että Erityisalojen hankintalakia ei 6§:n 6 momentin mukaisesti lakia ei sovelleta energiahuoltoon liittyvän energian tai sen tuottamista varten tarvittavan polttoaineen hankkimiseen. Siis jos esimerkiksi kunta pyytää tarjousta omistamansa lämpölaitoksen ylläpidosta tai energian toimittamisesta omistamaansa lämpöverkkoon, niin tätä erityislakia ei näissä tapauksissa sovelleta. Lakia sovelletaan lämmön verkkotoiminnan harjoittamiseen. EU-kynnysarvoraja ta-

varoiden ja palvelujen hankinnoille erityislain 12 §:n mukaisesti on 422.000 euroa ja 5 278.000 € rakennusurakoita koskeissa hankinnoissa.

Hankinnan taloudellista arvoa määritettäessä huomioidaan valmisteilla olevan sopimuksen kesto-aika. Määräaikaisissa sopimuksissa hankinnan arvo muodostuu vuosikorvaus x sopimusvuosien määrä. Jos kyse on toistaiseksi olevasta sopimuksesta, niin arvo lasketaan 48 kuukauden sopimusajan perusteella.

Lämpöratkaisujen hankintamenettelyyn liittyy lisäksi mm. seuraavaa lainsäädäntöpohjaa:

Arvonlisäverolaki (16.7.2010/686)
Hallintolaki (6.6.2003/434) HallintoL
Kuntalaki (17.3.1995/365) KuntaL
Laki eräistä naapurussuhteista (13.2.1920/26)
Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132) MRL,
Maankäyttö- ja rakennusasetus, (10.9.1999/895) MRA,
Maakaari, (12.4.1995/540)
Laki varallisuusuoikeudellista oikeustoimista, 13.6.1929/228 OikTL
Päästökauppalaki, (8.4.2011/311)
Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan ale 50 MW energiatuotantoyksiköiden ympäristön-suojeluvaatimuksista, (27.5.2010/444)
Ympäristönsuojelulaki (4.2.2000/86) YmpsL,
Ympäristönsuojeluasetus (18.2.2000/169) YmpsA,

MAO:341/10: *Esimerkki kuntakohteesta ja lämpöratkaisun hankintaan sovellettavasta lainsäädännöstä:*

Kunta pyytää tarjouspyynnöllä tarjouksia lämpöenergian toimittamisesta kunnan kiinteistöihin. Tarjouspyynnön mukaan lämmön toimittaja hankkii lämmön tuottamiseen tarvittavat laitteet ja rakentaa lämpöjohdon kiinteistön lämmönjakohuoneeseen saakka. Edelleen tarjouspyynnön mukaan kunnan kohteista kyseeseen tulevat määritetyt lämmitettävät kiinteistöt. Tarjouspyynnön liitteessä todetaan, että yrittäjä voi neuvotella rakentamansa lämpökanaalin varrella oleviin yksityisten kiinteistöihin sopimuksia lämmön toimittamisesta.

Kunta ostaa tarjouspyynnössä yksilöidylle kiinteistöilleen lämmön-toimittajan omistamassaan lämpölaitoksessa tuottaman ja omistamassaan kaukolämpöverkossa toimittaman lämpöenergian. Tarjouspyynnön mukaisesti kunta ei ole erityisalojen hankintalain 5 §:n 1 momentissa tarkoitettu hankintayksikkö, koska se ei omista kaukolämpölaitosta tai -verkkoa eikä harjoita lämmön verkkotoimintaa tai lämmön jakamista näihin verkkoihin.

Kunta on hankintalain 6 §:n 1 momentin 1 kohdassa tarkoitettu hankintayksikkö. Lisäksi asiassa on kysymys hankintalain 5 §:n 3 kohdassa tarkoitettusta tavarahankinnasta. Näin ollen hankintaan on sovellettava hankintalakia.

Hankinnan ennakoitu arvo on noin 175,000 euroa vuodessa. Tarjouspyynnössä hankinnan sopimuskaudeksi ilmoitetaan 10 vuotta. Hankinnan ennakoitu kokonaisarvo ylittää siten hankintalain 16 §:n mukaisen tavara- ja palveluhankintojen EU-kynnysarvon määrän. Hankintalain (348/2007) 35 §:n mukaan hankintayksikön on toimitettava hankinnasta julkaistaviksi ennakkoilmoitus ja hankintailmoitus siten kuin valtioneuvoston asetuksella tarkemmin säädetään.

Julkisista hankinnoista annetun Hankinta-asetuksen (614/2007) 9 §:n mukaan hankintayksikön on toimitettava julkaistavaksi hankintailmoitus avoimella tai rajoitetulla menettelyllä, puitejärjestelyllä, neuvottelumenettelyllä tai kilpailullisella neuvottelumenettelyllä toteutettavasta hankintalain 16 §:n tarkoitetun EU-kynnysarvon ylittävästä tavarahankinnasta, hankintalain liitteen A palveluhankinnasta ja rakennusurakasta.

Hankintayksikön on hankinta-asetuksen 15 §:n mukaan toimitettava EU-ilmoitukset julkaistaviksi www.hankintailmoitukset.fi -Internet-osoitteen kautta kauppa- ja teollisuusministeriön (nykyisin työ- ja elinkeinoministeriön) ilmoittamalle taholle, jonka on lähetettävä ilmoitukset edelleen Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimistoon ja merkittävä ilmoituksiin lähettämispäivä.

KHO:2011:93, Nummi-Pusula, lämmöntoimittajan valinta kunnan omistamaan lämpöverkkoon, jossa ei sovelleta erityisalojen hankintalakia eikä myöskään hankintalakia. Päätös koskee teknisen lautakunnan päätöstä kunnan rakentamaan ja omistamaan kaukolämpöverkkoon tarvittavan energian tuottamisesta.

4.2 Palvelun tai urakan määrittäminen

Lämpöratkaisun hankintaprosessia käynnistettäessä hankkijalla tulee olla selvä käsitys eri toimintavaihtoehdoista ja hankkijaorganisaation tavoitteista. Yksinkertaisimmillaan hankinta voi olla, että kunta pyytää tarjouksia lämpölaitoksen rakentamisesta ja samassa yhteydessä lämmöntuotannosta kuntataajamaan ao. laitosta hyödyntäen. Hankinta voi koskea pelkästään lämpölaitoksen rakentamista, olemassa olevan laitoksen raaka-ainehuoltoon ja ylläpitoon tai pelkästään laitoksen ylläpitoon niin, että joku kolmas toimijataho vastaa raaka-ainetoimituksista. Lämpölaitosten rakentamisen hankinnoissa hankkijan ja tarjoajien on huomioitava rakentamistoimintaa koskeva käänteinen arvonlisäverosäädös, joka edellyttää rakentajayritykseltä ensisijaista vastuuta arvonlisäverosuorituksista.

Kokonaisvaltaista lämmöntuotantoratkaisua haettaessa on syytä määritellä rakennettavan lämpölaitoksen tuotantokapasiteetti, laitoksen tekniset laatuvaatimukset, automaatiotaso ja polttoainetarvikevaraston koko ja purkutekniikka. Vaarana on, että joku tarjoava toimija rakentaa laitoksen mahdollisimman halvalla ja aikanaan kohteen lämpöhuolto vaarantuu heikkolaatuisesta tekniikasta johtuen. Toisaalta, hankinnan vaatimukset eivät saa mennä liian pitkälle; kyse on suhteellisen yksinkertaisesta tuotantolai-

toksesta ja kustannusten tulee pysyä kohtuudessa. Muutoin lopullinen lämmönhintä väistämättä nousee kohtuuttomasti.

4.3 Tarveselvitys ja alustavat suunnitelmat

Ennen varsinaista tarjouspyyntöä on syytä selvittää kuntataajaman tai muun vastaavan asiakaskohteen lämpöhuollon nykytilanne, asiakkaiden muutostarpeet suhteessa nykytilanteeseen ja valmius liittyä lämpöverkoston asiakkuuteen. Potentiaalisten tarjoajien kannalta oleellisia tietoja ovat tarjoustaan pyytävän tahon sitoumus lämmönostomäärästä, lämpölaitoksen sijoituspaikka, lämmönsiirtoverkoston laajuus ja mitoitus. Tämä ns. esiselvitysvaihe voidaan luontevasti toteuttaa pienimuotoisena suunnitteluurakkana ja toteuttajia ovat energiahuollon suunnitteluun perehtyneitä suunnittelu- toimistoja.

MAO:33/07: Lämpölaitoksen suunnittelun hankinta, jossa kunta harjoittaa lämmön tuotantoa ja on siten hankintalain 2 §:n ja peruspalveluasetuksen 1 §:n mukaisesti hankintayksikkö joka harjoittaa peruspalvelutoimintaa. Hankintamenettelyssä on kyse uuden lämpölaitoksen suunnitelmien laatimisesta ja osallistumisesta rakentamisaikaiseen toteutukseen laatimalla tarjouspyyntö- ja urakka-asia-kirjoja. Hankinnan kokonaishinta on suuruusluokkaa 50.000 euroa. Peruspalvelusektorin palveluhankintojen vahvistama kynnysarvo ei tällöin ylitä ja markkinaoikeudella ei ole toimivaltaa tutkia hakemusta.

Oleellista suunnitteluvaiheessa on saada tietoa kohteen rakennuskannan lämpöhuollon ratkaisuihin, potentiaalisesta muutostarpeesta ja samalla saada informaatiota omistajatahojen kiinnostuksesta lämpöhuollon yhteishankkeeseen. Käytäntö on osoittanut, että esiselvitysvaiheessa kiinteistöjen omistajista ehkä vain reilulla puolella on valmius vahvistaa liittyminen uuteen lämpöjärjestelmään, vaikka teknis-taloudellinen uudistamistarve olisi havaittavissa. Investoiva yritys joutuu siten väistämättä sijoittamaan hankkeeseen ylikapasiteettia sekä lämpölaitoksen tuottokykyyn ja lämpöverkoston laajuuteen ja mitoitukseen. Hankintamenettelyssä hankkijana oleva kunta ei voi ottaa vastuuta lisäasiakkuuksista, yrittäjän on tämä määrittely tehtävä itse.

Todellinen vaaran paikka on sellainen tilanne, jossa selvitysvaiheen tuloksena määritetään hankintamenettelyn tarjousvaatimukseksi liian suuri lämpölaitos ja lupailaan liian suurta lämpökuormaa ilman todellista tietoa ja sitoumuksia. Jos tarjouspyyntöön kirjataan tuotantoyksiköksi vaikkapa 1 MW lämpölaitos, niin tarjoajat eivät voi hyväksyttävästi tarjota esimerkiksi 0,5 MW laitosta. Jos tarjous poikkeaa pyydetyistä laitoskoosta, se tulee tarjousten hyväksyttävyyden tarkasteluvaiheessa hylätä jo ennen vertailuvaihetta.

Jos hankintamenettelyssä havaitaan tällainen suunnitteluvirhe, oikea tapa on keskeyttää hankinta, määrittää mitoitusvaatimukset uudelleen ja jatkaa sitten hankintamenettelyä uusitulla aineistolla. Tässä tapauksessa uusi hankintamenettely on hyvä aloittaa alusta ja pyytää uusi tarjouskierron samalla hakumenettelyllä kuin jo aiemmin aloitettu hankinta. Toinen vaihtoehto on pyytää ensimmäisessä vaiheessa tarjonneilta toimijoilta uusi tarjous. Ongelmana tässä menettelyssä on se, että muuttunut laitosko-

ko voisi tuoda hankintaan uusia tarjoajia, joille uusi mitoituskoko voi olla soveltuvampi tarjouskohde. Oleellista on, että väärällä mitoituspohjalla oleva hankintamenettely ei saa edetä rakentamis- ja toteutusvaiheeseen liian suurena laitoksena ja ylikalliina investointina. Vajaalla lämpökuormalla lämpölaitoksen ja – verkoston investointia ei saa kannattavaksi millään keinolla. Myös laitoksen käyttöhäiriöt ja ympäristöhaitat ovat vaarassa lisääntyä vajaateholla toimittaessa.

MAO:48/2010, hankinnan keskeyttäminen. Kunnalla oli oikeus keskeyttää hankintamenettely eri toteutusvaihtoehtojen arviointia varten.

KHO 2514/2006, hankinnan keskeyttämisestä. Oleellista on, että tarjouskilpailun keskeyttämisen tulee perustua todellisiin syihin ja että hankintayksikkö kohtelee kaikkia ehdokkaita tai tarjoajia tasapuolisesti.

4.4 Aluelämpöverkon suunnittelussa huomioitavaa

Kaukolämpöverkkoon liittymisen velvoittavuudesta on säädetty maankäyttö- ja rakennuslain 57 §:ssä. Käytännössä esimerkiksi uusilla asuinalueilla omakotitalon rakentajat voivat valita lämpöratkaisunsa ilman velvoitetta liittyä yhteiseen kaukolämpöverkkoon. Edellytyksenä on rakennuksen lämmittäminen uusiutuvalla energialla ja vähäpäästöisellä järjestelmällä. Lämpöratkaisua ratkaistessa kannattaa toki omaehtoisesti hakea kustannustehokkuutta yhteistuotantoratkaisujen avulla. Tässä yhteydessä voidaan puhua suurtuotannon eduista, jossa suuremmat yksiköt verrattuna kiinteistökohtaiseen lämmöntuotantoon tarjoavat mahdollisuuden edullisempien polttoaineiden käyttöön, tehokkaampien laitteistojen investointeihin ja samalla alhaisemman päästötason saavuttamiseen. Oleellista on, että yhteistuotannon edut siirretään kohtuullisina energiakustannuksina kuluttajille saakka (Määttä K. 1999: 22; Kauniainen 2001:15, 18; Puhakka 2005:49).

*Maankäyttö- ja rakennuslaki 57 § (30.12.2008/1129)
Kaukolämpöverkkoon liittymisvelvollisuus
Asemakaavassa voidaan antaa määräys rakennuksen liittämistä kaukolämpöverkkoon, jos määräys on tarpeen energian tehokkaan ja kestäväen 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.*

Määräystä ei kuitenkaan sovelleta:

- 1) rakennukseen, jonka laskennallinen lämpöhäviö on enintään 60 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä;*
- 2) rakennukseen, jonka pääasiallisena lämmitysjärjestelmänä on uusiutuviin energialähteisiin perustuva vähäpäästöinen lämmitysjärjestelmä;*
- 3) olemassa olevan rakennuksen korjaus- tai muutostyöhön taikka laajennukseen; tai*

4) olemassa olevaan asuinrakennukseen liittyvään talousrakennukseen.

MAO:436/11, Kyseisessä hankinnassa kunta on pyytänyt tarjouspyynnöllä tarjouksia lämpöenergian toimittamisesta kunnan kiinteistöihin toimittajan rakennuttamasta ja hallinnoimasta kaukolämpöverkostosta 12 vuoden sopimusajan. Markkinaoikeus on todennut, että hankintayksikön harkintavallassa on myös ratkaisu siitä, hankkiiko se palveluita edelleen toimitettavaksi tai kolmannen lukuun.

4.5 Lämpölaitoksen sijoituspaikka

Lämpölaitoksen sijoituspaikka voi hankintamenettelyssä muodostua haasteelliseksi sekä kunnan että lämmöntuottajan näkökulmasta. Lämpöhuollon toimivuuden ja kustannusten vuoksi lämpölaitos tulee pyrkiä sijoittamaan mahdollisimman lähelle lämmönkäytön pääaluetta. Tällöin lämpöverkoston rakentamiskulut ja verkostohäviöt voidaan minimoida. Kaavoituksen ja eri toimintojen sijoittamisen kannalta lämpölaitos on syytä sijoittaa teollisen tuotannon alueelle tai sitten lämpöhuoltoa varten tehdylle aluevaraukselle. Tällöin laitos teollisena kohteena ei aiheuta ympärillä oleville toimintoille haittaa. Samoin polttoainehuolto vaikkapa hakkeeseen perustuen ei aiheuta naapuristolle pöly- tai meluhaittaa.

Lämpölaitoksen sijoittamista kaavoitetulle alueelle määrittelee maankäyttö- ja rakennuslain 54 § ja lisäksi ympäristönsuojelulain 42 §. Sijoituspaikkavaihtoehtoja pohdittaessa kyse on kokonaisvaltaisesta ratkaisusta, jossa hyvällä suunnittelulla voidaan haittavaikutuksia oleellisesti vähentää. Maankäyttö- ja rakennuslaissa kirjattu elinympäristön heikentämiskielto ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kenelläkään ei ole vaatia elinympäristönsä muuttumattomuutta (Ekroos 2001:434-435; Kuusiniemi et al. 2001:57). Taajama-asutuksessa on hyväksyttävä taajamaan liittyvä rakentaminen ja yhdyskuntatekniikan vaatimat toimet.

Tarjousvaiheessa laitoksen sijoituspaikka on syytä olla mahdollisimman tarkasti tiedossa, muutoin vaarana on siirtoputkiston rakentamisen lisäkulu, myös rakennushankkeen viivästyminen jopa useilla vuosilla on mahdollista valitusmenettelyjen vuoksi. Rakennuspaikan maaperän laatu on myös syytä selvittää tarkasti. Tässä asiassa tarjousta tekeville yrityksillä on itsellään perehtymisvelvollisuus. Hakelämpölaitos rakennuksena heikosti kantavalla maaperällä voi edellyttää paalutusta, jolloin perustamiskulut voivat olla huomattavia.

Lämpölaitoksen suunnittelua, mitoitusta ja sijoittamista ohjaa ja rajoittaa mm. seuraava lainsäädäntöpohja:

Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132 MRL, Ympäristön-suojelulaki (4.2.2000/86), YSL ja Ympäristönsuojeluasetus (18.2.2000/169) YSA

Lisäksi mm. Naapuruussuhdelaki 4.2.2000/90 edellyttää, että toiminnalla ei saa aiheuttaa häiriötä naapuristolle ja että mahdollisessa häiriötilanteessa korvausvastuu on toiminnan harjoittajalla.

17§: Kiinteistöä, rakennusta tai huoneistoa ei saa käyttää siten, että naapurille, lähistöllä asuvalle tai kiinteistöä, rakennusta tai huoneistoa hallitsevalle aiheutuu kohtuutonta räsitusä ympäristölle haitallisista aineista, noesta, liasta, pölystä, hajusta, kosteudesta, melusta, tärinästä, säteilystä, valosta, lämmöstä tai muista vastaavista vaikutuksista.

18 §: Se, jonka toiminnasta on aiheutunut kohtuutonta räsitusä, on velvollinen poistamaan räsituksen tai, jos räsituksen poistaminen ei muutoin ole mahdollista, lopettamaan toiminnan kokonaan ja korvaamaan räsituksesta aiheutuneen vahingon. Jos kyse on ympäristövahingosta, sovelletaan kuitenkin ympäristövahinkojen korvaamisesta annettua lakia (737/1994).

MAO:459/11, hankintailmoituksen virheellisyys. Kunta ja kunnan omistamat vuokratalot ovat pyytäneet tarjouspyynnöllä tarjouksia lämpöenergian toimittamisesta kunnan ja kiinteistöyhtiön kiinteistöihin 15 vuoden ajalle. Hankinnasta on julkaistu kansallinen avoimen menettelyn hankintailmoitus. Tarjouksen pyytäjät ovat hankintalain 6 §:n tarkoittamia hankintayksiköitä ja hankintaan on sovellettava hankintalakia. Hankinnan ennakoitu kokonaisarvo on 3.124.000 euroa ja kokonaisarvo on siten ylittänyt hankintalain 16 §:n mukaisen tavara- ja palveluhankintojen EU-kynnysarvon määrän. Hankinnasta olisi tullut julkaista hankintalain 35 §:n ja hankinta-asetuksen 3 luvussa tarkoitettu EU-hankintailmoitus.

4.6 Kilpailutusvaihe ja hankintamenettely

Hankinnassa on käytettävä ensisijaisesti avointa tai rajoitettua menettelyä. Rajoitetussa menettelyssä, neuvottelumenettelyssä ja kilpailullisessa neuvottelumenettelyssä hankintayksikkö voi rajata tarjousmenettelyyn kutsuttavien ehdokkaiden määrää. Tarjoajiksi hyväksyttävät ehdokkaat on valittava noudattamalla hankintailmoituksessa esitetyt ehdokkaiden soveltuvuuden vähimmäisvaatimuksia sekä objektiivisia ja syrjimättömiä perusteita. Ehdokkaita on kutsuttava tarjouskilpailuun hankinnan kokoon ja laatuun nähden riittävä määrä todellisen kilpailun varmistamiseksi. Rajoitetussa menettelyssä kutsuttavia ehdokkaita tulee olla vähintään viisi ja neuvottelumenettelyissä vähintään kolme, jollei sopivia ehdokkaita ole vähemmän. Tarjouskilpailuun voidaan ottaa vain ne ehdokkaat, jotka täyttävät vähimmäisvaatimukset ja jotka ovat tehneet osallistumishakemuksen.

MAO:82/03, rajoitettu menettely – uusittu hankintamenettely – osallistumishakemuksen jättäminen. Kyseisessä ratkaisussa hankintamenettelyssä toteutettiin toinen hankintakierros johtuen virheestä ensimmäisessä tarjousvaiheesta.

Neuvottelumenettelyä, kilpailullista neuvottelumenettelyä tai suorahankintaa voidaan käyttää vain hankintalain 25–32 §:ssä säädettyin edellytyksin. Neuvottelumenettelyä voi käyttää avoimessa em. menettelyissä, ellei tarjousvaiheesta ole saatu tarjouspyyntöä sisällöllisesti vastaavia tarjouksia. Lisäedellytyksenä on, että tarjouspyynnön mukai-

sia sopimusehtoja ei olennaisesti muuteta. Uutta hankintailmoitusta ei tarvitse tehdä, jos neuvottelumenettelyyn otetaan mukaan kaikki hankintalain 52–60 §:ien mukaiset vähimmäisvaatimukset ja jotka ovat tehneet tarjousmenettelyn muotovaatimusten mukaisen tarjouksen. Neuvottelumenettelyä voi käyttää tutkimus-, kokeilu- ja kehittämistoiminnan hankkeissa ja laissa määritellyissä erityistilanteissa koskien palvelu ei ole riittävän tarkasti määriteltävissä tai kokonaishinnoittelu ei ole ennakkoon mahdollista.

Suora hankinta on hankintalain 27 §:n mukaan mahdollinen, jos avoimessa tai rajatussa menettelyssä ei ole lainkaan saatu osallistumishakemuksia tai tarjouksia taikka sopivia tarjouksia ja alkuperäisen tarjouspyynnön ehtoja ei olennaisesti muuteta. Myös tekniset erityisvaatimukset tai ennalta arvaamattomat aikatauluseikat voivat mahdollistaa suorahankintamenettelyn. Suorahankintana voidaan täydentää alkuperäisen toimittajan palvelua lisäpalveluna tai lisäurakkana lain 28 §:n mukaisesti. Yhtenä edellytyksenä on, että lisäurakoiden tai palvelujen kokonaisarvo tulee olla alle 50 % alkuperäisen hankinnan arvosta. Hankintayksikkö voi tehdä suorahankinnan lisäpalvelusta, kun palvelu vastaa aiemmin avoimella tai rajoitetulla kilpailutusmenettelyllä hankittua palvelua. Lisäksi edellytyksenä on, että alkuperäisessä hankintailmoituksessa on mainittu mahdollisesta myöhemmästä suorahankinnasta ja että hankinnan kokonaisarvo on huomioitu laskettaessa alkuperäisen sopimuksen kokonaisarvoa. Suorahankinta on mahdollinen jatkohankintana enintään kolmen vuoden kuluessa alkuperäisen sopimuksen tekemisestä.

Hankintamenettelyn määräajat riippuvat käytettävästä menettelystä. Rajoitetussa menettelyssä ja neuvottelumenettelyssä osallistumishakemusten jättämiselle on varattava 37 päivää. Avoimessa menettelyssä tarjousajan tulee olla vähintään 52 päivää ja rajoitetussa menettelyssä 40 päivää. Määräajat lasketaan sitä seuraavasta päivästä, jona hankintailmoitus on lähetetty julkaistavaksi. Rajoitetussa menettelyssä tarjousaika lasketaan tarjouspyynnön lähettämispäivästä. Tarjousmenettelyn määräaikoja voidaan lain 37 ja 38 §:ien mukaan lyhentää käyttämällä sähköisiä postijärjestelmiä ja internet-pohjaisia ilmoitusmenettelyjä.

4.7 Tarjousten pyytäminen ja käsittely

Tarjouspyyntö on tehtävä kirjallisesti ja laadittava niin selväksi, että sen perusteella voidaan antaa yhteismitallisia ja keskenään vertailukelpoisia tarjouksia (Hankintal. 40 §). Jos tarjouspyyntö ja hankintailmoitus eroavat sisällöltään, noudatetaan hankintailmoituksessa ilmoitettua.

MAO 341/10: Kunta – lämpöenergian osto – virheellinen hankintailmoitus – epäselvä tarjouspyyntö

4.7.1 Tarjouspyynnön sisältö:

- Hankinnan kohteen määrittely, tekniset eritelmät ja vaatimukset
- Viittaus julkaistuu hankintailmoitukseen
- Määräaika tarjousten tekemiselle
- Osoite, johon tarjoukset on toimitettava
- Kieli tai kielet joilla tarjoukset on laadittava
- Ehdokkaiden tai tarjoajien taloudellista ja rahoituksellista tilannetta, teknistä kelpoisuutta ja ammatillista pätevyyttä koskevat ja muut vaatimukset sekä luettelo asiakirjoista, joita ehdokkaan tai tarjoajan on toimitettava
- Tarjouksen valintaperuste sekä käytettäessä kokonaistaloudellista edullisuutta tarjousten valintaperusteet ja niiden suhteellinen painotus tai kohtuullinen vaihteluväli taikka poikkeuksellisissa tapauksissa vertailuperusteiden tärkeysjärjestys
- Tarjousten voimassaoloaika

Hankinnan sisältöä kuvaavat tekniset eritelmät on esitettävä hankintailmoituksessa tai tarjouspyynnössä ja niiden on mahdollistettava tarjoajille yhtäläiset mahdollisuudet osallistua tarjouskilpailuun. Tekniset eritelmät on laadittava viittaamalla 44 §:n mukaisesti kansallisiin standardeihin, joilla saatetaan voimaan eurooppalainen standardi, teknisiin määrittelyihin, suorituskykyä tai toiminnallisia ominaisuuksia koskeviin täsmällisiin vaatimuksiin. Teknisissä eritelmissä ei saa mainita tiettyä valmistajaa tai tiettyä alkuperää olevia tavaroita.

Energiahuollon palveluiden hankinnassa voidaan hyväksyttävästi määrittää esim. lämmöntuotannossa käytettävä polttoaine, siis esimerkiksi metsähake. Polttoainekohtaisesti voidaan määrittää jakauma lämmöntuotannon raaka-ainepohjaksi esimerkiksi % -suhteella lämmön tuotannon kokonaismäärästä. Haasteena tässä on käytettävien polttoaineiden seuranta sopimuskauden edetessä ja myös tilannekohtaisen vaihtelun huomiointi mahdollisissa poikkeustilanteissa. Hakkeen hankinta-aluetta ei ole mahdollista määrittää. Polttoainejakauman rakenteeseen voidaan vaikuttaa myös laitosta koskevilla teknisillä erityisvaatimuksilla.

MAO:82/03, 83/03, Kunnan hankintamenettely, jossa tarjouspyynnössä on vaadittu lämpökeskuksen polttoaineena käytettäväksi puuhaketta, metsätähdehaketta tai muuta puupolttoainetta. Toimijan tarjouksessa ilmoitettiin, että polttoaineena tullaan käyttämään biopolttoainetta. Asiakohdassa selvisi, että biopolttoaine-ilmauksella käsitettiin myös muita polttoaineita kuin tarjouspyynnössä nimenomaisesti edellytetyjä polttoaineita. Markkinaoikeuden ratkaisu oli, että tältä osin tarjous oli tarjouspyynnön vastainen ja siten hylättävä.

Tarjousten hyväksyttävyys perustuu vastaavuudella tarjouspyyntöön. 46 §:n mukaisesti tarjoajan on tarjouksessaan osoitettava tarjoamansa tavaran, palvelun tai rakennusurakan olevan tarjouspyynnössä esitettyjen vaatimusten mukainen. Tarjouspyyntöä tai tarjousmenettelyn ehtoja vastaamattomat tarjoukset on suljettava tarjouskilpailusta. Käytettäessä valintaperusteena kokonaistaloudellista edullisuutta hankintayksikkö voi hyväksyä vaihtoehtoisia tarjouksia. Edellytyksenä on, että vaihtoehtoisten tarjousten esittäminen on hankintailmoituksessa esitetty mahdolliseksi.

4.8 Ehdokkaiden ja tarjoajien valinta ja tarjousten valinta

Ehdokkaan tai tarjoajan soveltuvuus on arvioitava ja tarjoajat on valittava ennen tarjousten vertailua. Tarjoaja voidaan sulkea tarjouskilpailusta myös myöhemmin tarjouskilpailun aikana hankintayksikön saadessa tiedon poissulkemisen perusteesta. Tarjouskilpailusta poissulkeminen tapahtuu hankintalain 53 §:n mukaisesti. Osa perusteista edellyttää ehdotonta poissulkemista, näitä ovat rikolliseen toimintaan osallistuminen eri muodoissaan. Hankintayksikön omassa harkinnassa on poissulkeminen yrityksen taloudellisten ongelmien johdosta 54 §:n mukaisesti.

KHO:2011:29, Tarjouskilpailun ulkopuolelle sulkeminen, arvonlisäverovelat

Tarjouksen myöhästyminen, VR rata 2004, Helsingin Sanomat 10.11.2004, 40 - 50 milj. euron urakan menettäminen

KHO:2010:67, Myöhästyminen

KKO 1968-II-89, Virheen sisältyminen tarjoukseen, ilmoitus, ajan kohta, vastuu

Hankintamenettelyssä voidaan edellyttää ehdokkailta ja tarjoajilta rahoituksellista ja taloudellista tilannetta, teknistä suorituskykyä ja ammatillista pätevyyttä sekä laatua koskevia vaatimuksia sekä vaatia tarjoajia esittämään niihin liittyviä selvityksiä, hankintalaki 56 §. Näillä lisätiedoilla hankintayksikkö voi varmistaa palvelun toteutumista, sen laadukkuutta ja toimivuutta. Yritykseltä voidaan edellyttää rekisteriotteella vahvistusta, että tarjoaja on rekisteröity ammatti- ja elinkeinorekisteriin sekä ilmoitusta tai todistusta elinkeinon harjoittamisen luvallisuudesta ja mahdollisista toimiluvista.

Kun kyseessä on lämpöratkaisun hankinta ja vastuualueena on 10–15 vuoden lämmöntuotantosopimus esimerkiksi koko kuntataajaman keskusta, on näitä yrittäjän tausta- ja asiantuntijuustietoja syytä tarjousmenettelyssä edellyttää. Tarjoavan yrityksen taloudellisesta ja rahoituksellisesta tilanteesta voi hankintalain 58 §:n mukaisesti edellyttää pankin tai luottolaitoksen lausuntoa tai selvitystä ammatinharjoittajan vastuuvakuutuksesta, tuloslaskelmaa, tasetietoja, toimintakertomusta ja muita tilinpäätösasiakirjoja sekä todistusta yrityksen liikevaihdosta hankinnan kohteena olevalta toimialalta enintään kolmelta viimeksi kuluneelta tilikaudelta. Lämpöratkaisujen hankinnoissa em. viitatussa taajaman keskustan investoinnissa on tyypillisesti kyse vähintään 0,5 milj. euron investoinnista. Tyypillinen suuruusluokka on 1-2 milj. euroa jos hankintaan sisältyy lämmönjakoverkoston rakentamista. Tarjoavien yritysten taloustaustaa tulee tällöin verrata kyseisen hankinnan tasoon ja varmistaa näin hankkeen toteuttamiseen käytettävissä olevat taustaresurssit ja kokemus yrityksenä.

4.8.1 Lämpöhuollon toimivuuden varmistaminen

Talouden ohella tarjoavan yrityksen kokemuksesta, asiantuntemuksesta ja käytettävissä olevista resursseista on syytä edellyttää konkreettista näyttöä. Lämmöntuotannossa oleellista on toimintakokemus samaa suuruusluokkaa olevien lämpölaitosten ylläpidosta ja lämmön tuotantotoiminnasta. Jos tarjoajana on esimerkiksi energiaosuuskun-

ta ja jonka aktiivitoimijoilla on lämmöntuotantoon liittyvää osaamista usealta eri alalta, niin osaamis- ja kokemustausta on jo kunnossa.

Lämmöntuotannossa tarvitaan raaka-ainehuollon osaamista, tuotantoketjun hallintaa, riittäviä varastoeriä, polttoaineen kuljetus- ja käsittelykapasiteettia ja lämpölaitoksella sitten laitoksen ylläpidon, huollon ja varmasti toimivan lämmöntuotannon osaamista. Näitä tuotantoketjuja suunniteltaessa tulee huomioida toimintakyvyn varmistaminen kaikissa olosuhteissa. Lämmöntuotanto on kyettävä turvaamaan erityyppisillä varatoratkaisuilla, varakoneilla tai sitten raaka-aineen toimitusvarmuudesta sopimuksilla muiden yritysten kanssa.

Hankintamenettelyssä hankintayksikkö voi pyytää ehdokasta ja tarjoajaa hankintalain 59 §:n mukaisesti osoittamaan teknisen suorituskykynsä ja ammatillisen pätevyytensä mm. seuraavilla asiakirjoilla;

- Palvelua suorittavien ja siitä vastaavien henkilöiden koulutuksesta ja ammatillisesta pätevyydestä
- Luettelo viiden vuoden aikana toteutetuista rakennusurakoista ja niiden loppuunsaattamisesta
- Luettelo kolmen vuoden aikana toteutetuista toimituksista ja palveluista
- Selvitys tarjoajan omista tai käytettävissä olevista ulkopuolisista teknisistä asiantuntijoista
- Laadunvarmistuksen menetelmistä
- Selvitys palveluntarjoajan keskimääräisestä työvoimasta ja johtohenkilöistä

Kansallisessa menettelyssä, EU-kynnysarvot alittavissa hankinnoissa noudatetaan Hankintalain III osan, 65–72 §:ien mukaista menettelyä. Kansallisen tason hankinnoissa voidaan käyttää myös näitä edellä kuvattuja taustatietoselvityksiä – oleellista on saada varmuutta hankinnan kohteena olevan palvelun toteutumisen varmistumisesta. Lämpöratkaisujen osalta kyse on vuositasolla merkittävästä liikevaihdosta ja huomattavan pitkäkestoisesta investoinnista. Hankinnassa korostuu toimintakonseptin kokonaisuus, jossa raaka-aine-huolto, lämmöntuotanto on pystyttävä toteuttamaan kestäväenä liiketoimintana niin lämpöä ostavien asiakkaiden, kunnan ja myös toteuttavan yrityksen kannalta. Lämpölaitos investointina lämmönjakoverkostoineen on sopimusoikeudellisesti ja lämmöntuotannon vastuullisuudeltaan vaativa toimintamuoto. Sopimussuhteen kannalta on syytä pohtia ratkaisumalleja mahdollisiin taloudellisiin tai toiminnallisiin kriisitilanteisiin.

4.9 Vertailu- ja päätöksentekovaihe

Tarjouksia vertailtaessa on ehdottomasti noudatettava hankintailmoituksessa ja tarjouspyynnössä esitettyjä valintaperusteita. Vaihtoehtoina ovat hinnaltaan halvin ratkaisu tai sitten kokonaistaloudellisesti edullisemman ratkaisun valinta. Tärkeää on kirjata tarjouspyyntöön kokonaistaloudellisinta ratkaisua haettaessa, että se on valintaperuste ja kirjata auki tämän arviointiperusteet. Näitä voivat olla esimerkiksi laatu, hinta, tekniset ansiot, esteettiset ja toiminnalliset ominaisuudet, ympäristöystävällisyys, käyttökustannukset, kustannustehokkuus, huoltopalvelut, toimitusaika tai elinkaarikustannukset. Käytettäessä kokonaistaloudellista edullisuutta vertailuperusteet ja niiden suhteellinen painotus on esitettävä hankintamenettelyn asiakirjoissa. Ellei suhteellista painotusta kyetä ilmaisemaan, vertailuperusteet on ilmoitettava tärkeysjärjestyksessä, hankintalaki 62 §.

Jos tarjousmenettelyssä tulee poikkeuksellisen alhaisia tarjouksia, on tarjoajalta pyydetty kirjallisesti selvitys tarjouksen perusteista ennen hylkäämistä. Hankintayksikön on tarkistettava tarjouksen pääkohdat selvityksen perusteella. Jos tarjoava yksikkö kuuluu hankintayksikön omaan organisaatioon tai jos tarjoava yksikkö on saamassa tarjoushintaan hankintayksiköltä tarjoushintaan vaikuttavaa taloudellista tukea, on hankintayksikön vertailussa otettava huomioon tarjoushinnan todelliset kokonaiskustannukset.

MAO:82/03, MAO:83/03: Tarjouksen tarjouspyynnön mukaisuus

4.10 Hankintamenettely ja hyvä hallinto

Erityisesti julkisissa hankinnoissa korostuu hyvän hallintokulttuurin osaaminen ja käyttö. Konkreettisin ongelma on erityisesti pienissä kuntakohteissa esteellisyysmuodostuminen. Valmistelu- tai päätösvaiheessa on vaarassa muodostua esteellisyystilanne, tyypillisimmillään luottamushenkilöiden osalle. Päätökset valmisteluineen on kyettävä tekemään niin, että kaikkia yrittäjiä kohdellaan tasapuolisesti ja syrjimättömästi (Määttä K. 2004:142). Lämmöntuotantotoiminnassa usein on paikallisia tarjoajia mukana tarjouskilpailussa. Heidän lähipiirinsä edustajien tulee olla tarkkana kokousmenettelyjen suhteen etteivät päätökset muodostu moitittaviksi. Hankintaprosessin uudelleen käynnistäminen ja toteuttaminen voi viedä helposti 1-2 vuotta lisäaikaa ja aiheuttaa lisäkustannuksia. Kunnan omalla alueella toimivien yrittäjien asettaminen hankinnassa etusijalle hankinnassa ei ole hyväksyttyä.

MAO:82/03, 83/03, hankintaa valmistelevan teknisen lautakunnan jäsen oli tarjoavan energiaosuuskunnan lähipiiriläinen ja siten kunta joutui toteuttamaan hankintamenettelyn uudelleen. Toiseen kertaan suoritettu hankinta jouduttiin vielä kerran uusimaan, johtuen tarjouspyynnön vastaisen tarjouksen hyväksynnästä ja polttoaineen määrittelytavoista.

MAO:82/08, kunta haki tarjouspyynnöllä lämmöntoimittajaa kuntataajamaan, useat kunnan virkamiehet ja luottamushenkilöt olivat toteuttamassa hankintaa ja valitsemassa tarjouskilpailun voittajaa huolimatta siitä, että toimijat olivat itse mukana valitsemansa yhtiön valmistelutoimissa. Markkinaoikeus totesi, että hankkeen valmistelu ja ratkaisumenettely ei ollut hyvä hallintotavan mukainen. Hankintamenettelystä valituksen tehnyt yrittäjä ei olisi tarjousmenettelyn pisteytyksen mukaan voittanut valittua toimijaa, näin ollen hyvitysmaksua ei tullut määrättäväksi.

MAO:436/11, virkamiehen esteellisyys valmistelussa. Hankinnan valmisteluun osallistunut virkamies oli tehnyt maakauppoja yrityskumppaneiden kanssa ennen hankintavaihetta.

KHO 14.5.2008/1145 Kunnallisia - Kunta - Viranhaltija - Toimielimen jäsen - Esteellisyys - Yhteisö - Aikaisempi hallituksen jäsenyys

- Luottamuksen vaarantuminen

Osakeyhtiö oli tarvitsemansa lisärahoituksen kattamiseksi pyytänyt kaupungilta takausta, sijoitusta tai pääomallainaa. Yhtiön hallitukseen olivat tuolloin kuuluneet kaupunginjohtaja X ja kaupunginhallituksen jäsen Y. He osallistuivat rahoitusasian valmisteluun kaupunginhallituksessa vasta sen jälkeen kun heidän hallitusjäsenyytensä yhtiössä oli päättynyt. He eivät enää olleet esteellisiä osallistumaan asian valmisteluun yhteisöjäviä koskevan hallintolain 28 §:n perusteella. Heidän aikaisempi jäsenyytensä yhtiön hallituksessa oli kuitenkin sellainen erityinen syy, jonka johdosta luottamus heidän puolueettomuutensa oli vaarantunut hallintolain 28 §:ssä tarkoitetulla tavalla. Kuntalain 52 §:n perusteella he olivat esteellisiä osallistumaan asian valmisteluun kaupunginhallituksessa, ja valtuuston päätös myöntää yhtiölle pääomallainaa oli syntynyt kuntalain 90 §:n tavalla virheellisessä järjestyksessä.

Hankintapäätöksen valmistelussa ja asiakirjojen käsittelyssä tulee noudattaa hyvää hallintokulttuuria ja suojata tarjoustietojen vuotamista ulkopuolisille tai hankkeeseen osallistuville kilpailijoille. Tarjousasiakirjat tulee pitää suljettuina kirjekuudessa tai sähköpostin avaamattomassa liitetiedostossa hankinnan avauskokoukseen saakka. Avauskokouksesta pidetään pöytäkirjaa jossa todetaan aika, paikka, osallistujat ja tarjouskilpailuun toimitetut tarjoukset. Kokouspöytäkirjaan on syytä kirjata tarjouskilpailuun saapuneiden tarjousten lukumäärä ja lueteltava saapuneet tarjoukset. Samalla todetaan mahdolliset myöhästyneet tai vahingoittuneet tarjoukset. Mikäli joku tarjouksista toimitetaan myöhässä, kyse voi olla jopa minuuteista, on tämä tarjous hylättävä myöhästyneenä.

4.11 Tarjousvertailun suorittaminen

Tarjousten vertailussa on pidettävä huoli kaikkien tarjoajien tasapuolisesta ja syrjimättömästä kohtelusta. Tämä edellyttää sitä, että tarjouksia vertaillaan vain hankintailmoituksessa tai tarjouspyynnössä ennalta ilmoitetun valintaperusteiden perusteella. Mikäli valintaperusteeksi on ilmoitettu halvin hinta, ei vertailussa saa käyttää muita seikkoja valinnan perustaksi. Mikäli valintaperuste on kokonaistaloudellinen edullisuus, tulee tarjouksia vertailla vain esitettyjen vertailuperusteiden avulla. Ja kaikkia näitä ennalta esitettyjä kokonaistaloudellisuuden vertailuperusteita tulee käyttää vertailussa.

Mikäli tarjousvertailussa tulee esille muutaman, selvän kärkiehdokkaan ryhmä, lopullinen pisteytys voidaan tehdä tämän, tarpeeksi selkeästi kärkiehdokkaiksi muodostuneiden tarjoajien joukolle. Tämä edellyttää sitä, että kärkiryhmän ulkopuolella olevilla ei ole todellista mahdollisuutta sijoittua valinnan lopulliseen kärkivertailuun.

Mahdollista julkista tukea tarjousten osalta ei muuten tarvitse huomioida, kuin niissä tapauksissa, joissa hankintayksikkö tukee tarjoajaa suoraan tai välillisesti. Näissä subventio on otettava huomioon vertailussa. Lämpöratkaisujen tarjouksissa mahdollisen julkisen investointituen huomioimisesta lämmön lopulliseen hintaan on kahtalaista käytäntöä. Jotkut tarjoavat yritykset esittävät tuen vaikuttavuuden siirtämistä tarjottuun lämmön hintaan tai perusmaksuun. Velvoitetta tähän ei oikeuskäytännön puolesta ole.

MAO:133/I/02, jossa lopullisen vertailun ulkopuolelle jätettiin ehdokkaat, jotka olivat hinnaltaan niin korkeita ettei niillä olisi ollut objektiivisesti katsottuna minkäänlaisia mahdollisuuksia menestyä lopullisessa vertailussa.

KHO 22.2.2006, taltio 371: Korkein hallinto-oikeus katsoo samoin kuin markkinaoikeus, että hankintayksikkö on menetellyt virheellisesti, kun se on antanut A:n tarjoukselle pisteitä ympäristövaikutuksista, vaikka tarjouksesta ei ilmennyt mitään tietoja tältä osin.

4.12 Hankintapäätös ja tiedoksianto

Hankintalain 73 §:n mukaisesti hankintayksikön on tehtävä kaikista hankintamenettelyssä tekemistään ehdokkaiden ja tarjoajien asemaan vaikuttavista ratkaisuksista sekä tarjousmenettelyn ratkaisusta kirjallinen päätös, joka on perusteltava. Perusteluissa tulee ilmetä seuraavat seikat: mikä tarjous on valittu, mikä on ollut tarjouksen valintaperuste ja mahdollisesti käytetyt arviointiperusteet, tarjousten vertailupisteet, mihin pisteytys on perustunut ja mistä johtuvat eri tarjoajien väliset piste-erot.

Hankintaa koskevat päätökset on perusteluineen annettava tiedoksi kirjallisesti niille, joita asia koskee. Lisäksi päätöksessä tulee olla liitteenä kirjallinen ohje valitusmenettelystä, esimerkiksi asian saattamisesta markkinaoikeuteen, eli. ns. hakemusosoitus. Tarjoajan katsotaan saaneen päätöksen tiedoksi seitsemän päivän kuluttua niiden lähettämisestä.

4.13 Hankintasopimuksen tekeminen

Hankintalain 74 §:n mukaan hankintayksikön on tehtävä hankintapäätöksen jälkeen kirjallinen sopimus. EU-hankinnoissa sopimus voidaan tehdä aikaisintaan 21 päivän kuluttua, kun ehdokas tai tarjoaja on saanut tai hänen katsotaan saaneen päätöksen tiedoksi ja hakemusosoituksen tiedoksi. Hankintalaki ei edellytä sopimukselta muuta sisällöllistä ehtoa kuin että sopimus tehdään kirjallisesti. Hankintasopimus perustuu tarjouspyyntöön ja voi sanoa, että hankintamenettely huipentuu hankintasopimukseen. Sopimuksessa laaditaan dokumentti toimittajan ja hankintayksikön oikeuksista ja velvollisuuksista.

Sopimusta laadittaessa on syytä pohtia kohta kohdalta entä jos – kysymyksiä. Mitä tapahtuu jos joku sopimuskohta ei toteudu ja miten siihen reagoidaan. Hinnoittelun riskejä voidaan hallita indeksikorjauslausekkeilla sekä force majeure ehdoilla, myös sopijaosapuolen vastuukykyä tulee arvioida kriittisesti (Kurkela 2003: 21, 59, 67). Mahdollisissa ristiriita- tai ongelmatilanteissa on syytä pyrkiä hyvätahtoisilla ja rakentavilla neuvotteluilla löytämään ratkaisu kulloiseenkin ongelmaan. Lojaliteettiperiaatteen mukaisesti kummankin sopijapuolen tulee välttää toisen sopijaosapuolen etuja vahingoittavasta toiminnasta ja kohtuullisessa laajuudessa on otettava huomioon toisen osapuolen intressit omassa toiminnassaan (Halila & Hemmo 1996:12). Lojaliteettiperiaate edellyttää positiivista toimimisvelvollisuutta, eli useimmiten tiedon antamista sopimukseen liittyvistä seikoista sekä yhteistoiminnan toteuttamisesta. Lojaliteetti korostuu erityisesti pitkissä sopimuksissa, joissa luonnostaan joudutaan kohtaamaan

muutostilanteita. On hyvä muistaa, että sopimisen tavoite on yhteistoiminta vastakkaisten etujen sijasta (Houtsonen 2000:237; Tolonen 2003:141).

Jos sopimusehto on kohtuuton tai sen soveltaminen johtaisi kohtuuttomuuteen, ehtoa voidaan joko sovitella tai jättää se huomiotta. Kohtuuttomuutta arvioitaessa on otettava huomioon oikeustoimen koko sisältö, osapuolten asema oikeustointa tehtäessä ja sen jälkeen vallinneet olosuhteet ja muut seikat (Häyhä 1996:180). Sopimuksen sovitte- lusta säädetään oikeustoimilaissa, OikTL 36 §. Hallituksen esityksessä ja lain valmiste- lutöissä on korostettu, että sopimuksen raukeamista on pidettävä poikkeuksellisenä ta- pahtumana. Tavoitteena on mieluummin oltavasopimuksen kohtuullistaminen ja sen pitäminen voimassa. Sovittelun edellytys on, että soviteltava sopimusehto määritellään sitovaksi ja että kohtuuttomuuteen vetoava pystyy osoittamaan ehdon soveltamisen aiheuttavan hänelle sovittelukynnyksen ylittävän epätasapainon (Pöyhönen 2003:95; Tolonen 2003:141).

Sopimuksissa on syytä määrittää mm. seuraavia seikkoja:

- Sopijapuolet
- Sopimuksen kohteena oleva tavara / palvelu
- Sopimuskausi / toimitusaika
- Sopimuksen voimassaoloaika
- Hankintayksikön oikeudet ja velvollisuudet
- Toimittajan oikeudet ja velvollisuudet
- Hinta ja maksuehdot
- Tilausehdot
- Toimitusehdot
- Toimitusaikataulu
- Tarkastusoikeus ja – velvollisuus
- Viivästyksset ja niistä ilmoittaminen ja seuraukset
- Muut sopimusrikkomukset, niistä ilmoittaminen ja seuraukset
- Vahingonkorvausvelvollisuus
- Ylivoimainen este ja siitä ilmoittaminen
- Tietosuoja, salassapito ja vaitiolo-velvollisuus
- Alihankinta
- Sopimuksen siirtäminen
- Sopimuksen purkaminen
- Vakuudet
- Sovellettava laki
- Erimielisyyksien ratkaiseminen
- Sopimusasiakirjat ja sopimuskappaleet
- Päiväys ja allekirjoitukset

Sopimuksen toteutumisen seuranta alkaa heti sopimuksen laadinnan jälkeen ja jatkuu edelleen koko sopimuksen ajan. Lämpöhuollon hankkeissa sopimuseuranta tarkoittaa lämpöjärjestelmän rakentamista, käyttöönoton valvontaa ja laitetoimituksen sopimuksenmukaisuuden varmistamista. Yhtenä esimerkkinä lämpölaitoksen rakentamiseen ja käyttöönottoon liittyen on laitoksen vastaanottotarkastus. Tarkastuksessa tulee toteutua häiriötön käyttöjakso, jolla varmistetaan laitoksen toimivuus tilatulla mitoistusteholla verrattuna hankinnassa määritettyyn polttoainelaatuun. Laitoksen takuu-aika alkaa vasta tämän vastaanottotarkastuksen jälkeen ja takuu-aikaa varten tulee

sopia laitetoimittajan kanssa riittävästä vakuuserästä. Sopimuksen seurantaan liittyy myös laitoksen lämmöntuotannossa käytettävien polttoaineiden käyttösuhteen seuranta, jos nämä ovat olleet hankintamenettelyssä valintaperusteina.

5 LÄMMÖNTUOTANTOSOPIMUS

Lämmön-toimitussopimuksen kokonaisuudessa sovitaan huomattavan pitkäkestoisesta yhteistyöstä lämmöntuottajan, päätilaajan ja mahdollisten kuluttajatasoisten tilaajien suhteen. Samassa sopimuskokonaisuudessa sovitaan tyypillisesti laitoksen rakennuspaikan omistamisesta tai vuokraoikeudesta sekä varsinaisen lämpölaitoksen rakennushankkeesta ml. rakennus ja lämmöntuotantolaitteisto. Lämmöntuotantosopimus on syytä avata oheisen taulukon mukaisesti kolmeen, kutakin erityisasiaa koskevaan sopimusosioon. Sopimusaineiston eriyttäminen on tarpeen myös siksi, että kutakin erityisosaa ohjaa sen erityisalan lainsäädäntö.

Lämmöntuotannon ja asiakkuuden vahvistava yhteistyö voidaan edelleen todeta yhdellä, yhteisellä, kokoavalla ja allekirjoitettavalla sopimuksella, mutta yksityiskohtaiset erityisehdot on syytä kirjata erillisillä, pääsopimukselle sisällön antavilla liitteillä. Ylä-tason sopimuksessa on syytä todeta seuraavat asiat:

- Sopimusosapuolet
- Toiminnan tavoitteet ja toimintamalli
- Pitkäaikaista lämmön-toimitusta koskevat asiakaskohtaiset ehdot
- Kauppasopimukseen liittyvät niitä täydentävinä yleiset toimitusehdot, joiden soveltaminen todettava
- Hinta, määrä ym. kaupalliset ehdot
- Sopimuksessa tulee viitata muihin sopimuksiin ja sidottava sopimusvelvoitteiden voimassaolo liitännäissopimusten toteutumiseen

Sopimus lämmön tuotannosta ja toimittamisesta		
Sopimus maa-alueesta	Sopimus rakentamisesta	Sopimus lämpökaupasta
Kiinteistön kauppakirja tai maanvuokrasopimus	Sopimusehtojen mukaisesti KVR-urakka < > Laitteiston tekniset minimiehdot	Asiakaskohtainen lämmön-toimitussopimus

Lähde: Savolainen 2011

5.1 Lämpölaitostontti, kauppa- tai vuokrasopimus

- Kiinteistön kauppa Maakaaren (12.4.1995/540), MK 2:1 muodossa, kaupanvahvistaja on tarpeen
- Maanvuokrasopimuksella käyttöoikeuden luovutus tapahtuu Maanvuokralain (29.4.1966/258), MVL:n mukaisesti
- Vuokravaihtoehdossa erityinen huomio siihen, mitä tapahtuu sopimuksen päättyessä: lunastaako vuokralainen maa-alueen vai vuokranantaja rakennukset ts.

lunastusoikeus/-velvollisuus

- Vuokraoikeuden on syytä olla siirtokelpoinen laitoksen kiinnityskelpoisuuden vuoksi
- Kartta alueesta
- Vuokrasopimukseen liittyvät hoito- ym. velvoitteet

5.2 Lämpölaitoksen ja verkon rakentaminen

- Kertaluonteiset myyjän toteutusvelvoitteet rakennusten, rakennelmien, laitteistojen, putkistojen ym. rakentamisesta
- Jos lämpöjärjestelmän on sovittu siirtyvän myöhemmin ostajalle, rakennushanke on syytä määritellä tarkasti vrt. urakkakäytäntö / YSE-lomakkeisto. Erityisesti jos lunastushinta on jo sovittu!
- Samoja sopimuksia voidaan käyttää hyväksi myyjän ja rakennusurakoitsijan urakoitsijan välisissä sopimuksissa
- Kunnan valvontaoikeus ja -velvollisuus rakennustyön toteuttamiseen
- Erityinen huomio ”rajapintoihin”, ellei jatkokauppaa sovittu, voi olla keveä teknistä minimitasoa kuvaava sopimus

5.3 Lämmöntuotantosopimus ja tekniset reunaehdot

- Pitkäaikaista lämmöntoimitusta koskevat asiakaskohtaiset ehdot
- Kauppasopimukseen liittyvät, niitä täydentävinä yleiset toimitusehdot, joiden soveltaminen on todettava
- Hinta, määrä ym. kaupalliset ehdot
- Tässä sopimuksessa tulee viitata muihin sopimuksiin ja sidottava sopimusvelvoitteiden voimassaolo liitännäissopimusten toteutumiseen

5.4 Yleiset lämmöntoimitusehdot

- Lämmön tuottamiseen, toimitukseen ja myyntiin liittyvät ehdot, jotka eivät ole asiakaskohtaisia vaan yleensä kaikille samoja ”pysyväisehtoja”
- Voi sisältää myös jossittelevia ehtoja eri vaihtoehtojen varalle
- Näitä tarkentavia ehtoja on voitava muuttaa ajan kuluessa

6 Lähdeluettelo

Ekroos, A. (2001) Ympäristönkäytön suunnittelu. Teoksessa Kuusiniemi, K., Ekroos, A., Kumpula, A., Vihervuori, P. (toim.) Ympäristöoikeus. 327–537. WSOY lakitieto, Helsinki.

Eskola, S., Ruohoniemi, E. (2007). Julkiset hankinnat. 445 s. Praktika, Juva.

Hakulinen, P., (2011). Kuntayhtiöt. Teoksessa: Niskakangas, H., Pönkä, P., Hakulinen, P., Pönkä, V. 111 s. KL-Kustannus, Helsinki.

HE 154/1992 vp. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi julkisista hankinnoista ja laiksi kilpailuneuvostosta annetun lain muuttamisesta. HE 154/1992 vp.

Hirvonen, M. & Pietikäinen, P., (2011). Lähilämpöratkaisut matalaenergiarakentamisessa. Teoksessa: Puhakka, A. & Makkonen, S. 110 s. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu 2011, B:22, Joensuu.

Hollo, E.J. (2004). Ympäristönsuojelu- ja luonnonsuojeluoikeus. 592 s. WSOY, Helsinki.

Houtsonen, J. (2000). Yritysten välinen sopimustoiminta instituutiona ja kenttänä. Oikeus 2000:2. 235–246.

Häyhä, J. (1996a). Sopimus, laki ja vakuutustoiminta. 371 s. Suomalainen lakimiesyhdistys, Helsinki.

Kalima, K. (2002) Julkisyhteisöjen hankintatoimi. Tutkimus julkisyhteisöjen hankintatoimen oikeussäännöistä ja –käytännöstä. 320 s. Suomalaiset oikeusjulkaisut, Helsinki.

Kanniainen, V. (2001). Kilpailupolitiikan taloustiede. Teoksessa: Kanniainen, V., Määttä, K. (toim). Taloustieteen näkökulma kilpailuoikeuteen. 1–20. Lakimiesliiton kustannus, Helsinki.

KHO 22.2.2006 taltio 371

KHO 23.2.2006 taltio 372

KHO 2514/2006

KHO 14.5.2008/1145

KHO 2010:67

KHO 2011:29

KHO 2011:93

KKO 1968-II-89

Kurkela, M. S. (2003) Globalisoitunut sopimuskäytäntö ja sopimusoikeudelliset periaatteet. 286 s. Edita, Helsinki.

Kuusiniemi, K., Ekroos, A., Kumpula, A., Vihervuori, P. (2001). Ympäristöoikeus. 1448 s. WSOY lakitieto, Helsinki.

Lehtonen O. ja Okkonen L. Teoksessa Puhakka A & Makkonen S. 82 s. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, B:22, Joensuu.

MAO 133/I/02

MAO 82/03

MAO 83/03

MAO 33/07

MAO 82/08

MAO 48/2010

MAO 341/10

MAO 436/11

MAO 459/11

Mäkinen, E. (2004). Oikeudellinen kontrolli kunnan ympäristöasioissa. 208 s. Finnpublishers, Tampere.

Määttä, K. (1999a). Taloudellinen ohjaus ympäristönsuojelussa. 289 s. Yliopistopaino, Helsinki.

Määttä, K. (2004). Uusi kilpailunrajoituslaki. 378 s. Edita, Helsinki.

Okkonen, L. 2009. Systems evolution of waste and by-product management and bio-energy production. 166 s. Joensuun yliopisto, yhteiskunta- ja aluetieteiden tiedekunta, Joensuu.

Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma (2011). Paikallisesti – Uusiutuvasti – Vietävän tehokkaasti. 77 s. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, Julkaisu 145, Joensuu.

Puhakka, A. (2005). Energiaratkaisun valinnan ohjaus kunnissa. 101 s. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Joensuu.

Pöyhönen, J. (2003). Uusi varallisuus-oikeus. 2. painos. 214 s. Lakimiesliiton kustannus, Helsinki.

Savolainen, M., Asianajajatoimisto Simonen & Savolainen (2011). Teoksessa Puhakka, A. & Makkonen S., 110 s. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu 2011, B:22, Joensuu.

Snäkin, J-P. (2003). Wood energy and greenhouse gas emissions in the heating energy system of North Karelia, Finland: an industrial ecology approach.101 s. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, Joensuu.

Tolonen, H., (2003). Oikeuslähdeoppi. 176 s. WSOY lakitieto, Helsinki.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Toimialaraportti 8/2011

TEKNOLOGIAVAIHTOEHDOT

Raija Lankinen, Markus Hirvonen, Jukka Huttunen ja Ritva Käyhkö

1 YLEISTÄ

Teknologiavaihtoehdot -luvussa on esitetty vaihtoehtoisia, hajautettuun energiantuotantoon soveltuvia energiantuotantojärjestelmiä sekä niiden suunnitteluun, mitoittamiseen ja teknologian valintaan vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi luvussa on esitetty pari sovellusesimerkkiä järjestelmien kannattavuudesta ja mitoituksista. Tarkasteltavissa järjestelmissä energiantuotanto perustuu uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen.

Rakennuksissa tai prosesseissa tarvittava energia voidaan tuottaa joko kiinteistökohtaisella tai keskitetyllä, useamman kulutuskohteen energianhuollosta vastaavalla energiantuotantoyksiköllä. Usein energiantuotantoyksiköt jaotellaan suuren, pienen, mini- ja mikrokokoluokan laitoksiin. Karkea jaottelu tehdään yksikön tuotantotehon perusteella. Taulukossa 1 on esitetty joitakin yleisesti esitettyjä tehorajoja eri laitosnimeille sekä laitoksen sijoituskohde.

Taulukko 1. Laitoksen tehoon perustuvat energiantuotantoyksikköjen nimeämiset.

Laitoksen teholuokka	Energiantuotanto/jakelu	Kohdealue
Suuren teholuokan laitokset; kokonaisteho >10 MW	<ul style="list-style-type: none">• Kaukolämpölaite (tav. CHP)/ kaukolämpöverkko• Aluelämpölaite/ aluelämpöverkko	Kaupunki, iso asuinalue
Pienen teholuokan laitokset; kokonaisteho 1,5 - 10 MW	<ul style="list-style-type: none">• Aluelämpölaite/ aluelämpöverkko• Korttelilämpölaite/ lähilämpöverkko	Asuinalue, iso asuinalue (huippukuormalaite)
Minithehokuokan laitokset; kokonaisteho 300 kW - 1,5 MW	<ul style="list-style-type: none">• Aluelämpölaite/ aluelämpöverkko• Korttelilämpölaite/ lähilämpöverkko	Asuinalue, asuinkortteli
Mikrotehokuokan laitokset; kokonaisteho alle <300 kW	<ul style="list-style-type: none">• Korttelilämpölaite/ lähilämpöverkko• Kiinteistökohtainen lämmitys	Asuinkortteli, yksittäinen rakennus

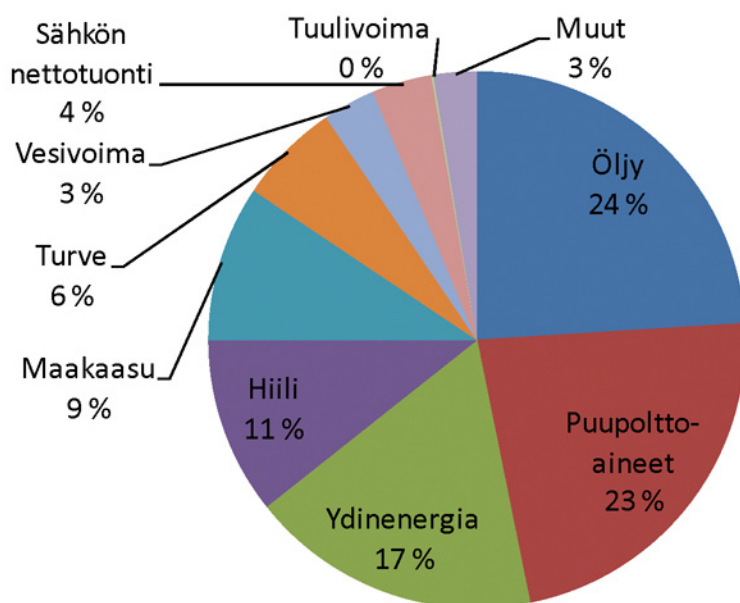
Energiantuotantoyksikkö voi olla tyypiltään yhdistetty lämmön ja sähkön tuotantoyksikkö (CHP-laite, *Combined Heat and Power*) tai pelkästään lämpö- tai sähköenergiaa tuottava yksikkö. Energiantuotantoyksikössä voi käytössä olla myös niin sanottu hybridijärjestelmä, missä energiantuotanto perustuu useamman eri energialähteen ja tuotantoteknologian käyttöön.

Hajautetulla energiantuotannolla tarkoitetaan yleisesti tuotantomallia, joka on sijoitettu lähelle kulutuspistettä ja jossa usein energiantuotanto perustuu paikallisiin

energiälähteisiin ja laitoksen ylläpidosta vastaavat paikalliset toimijat. Hajautetussa energiantuotannossa yksiköt lukeutuvat ns. pienen, mini- tai mikroteholuokan CHP-, sähkön- tai lämmöntuotantolaitoksiin.

2 TAUSTAA SUOMEN RAKENNUSKANNAN ENERGIANHUOLLOSTA

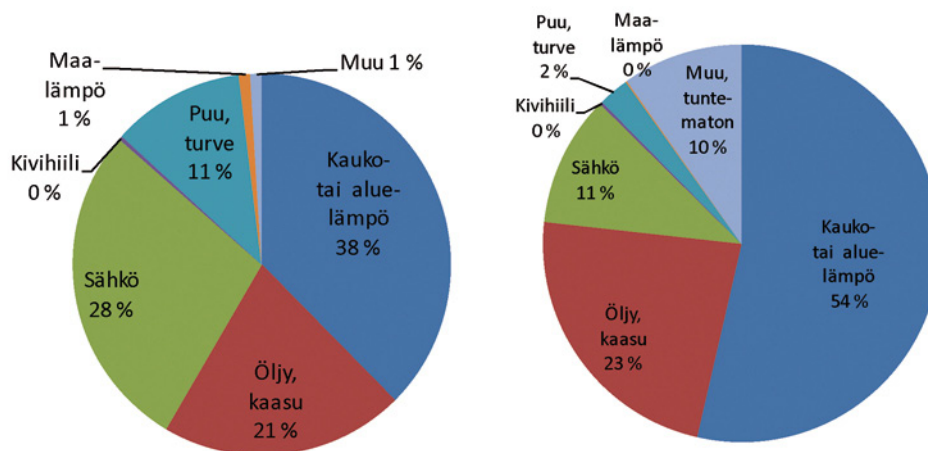
Vuonna 2011 energian kokonaiskulutus Suomessa oli 1,388 miljoonaa TJ (385,6 TWh). Kuvassa 1 on esitetty, kuinka vuoden 2011 kokonaiskulutus jakautui eri energialähteille (Tilastokeskus 2012d). Energian loppukäytöstä (305,4 TWh) teollisuuden osuus oli 47 %, liikenteen 17 %, rakennusten lämmitys 24 % ja muut 12%. Sähkön kokonaiskulutus vuonna 2011 oli 84,2 TWh ja tilastojen mukaan sähköenergiasta koti- ja maataloudet kuluttivat noin 27 %, palvelut ja julkinen sektori 22 % ja teollisuus ja rakentaminen 48 %. Siirto- ja jakeluhäviöt olivat noin 3 %. Noin puolet koti- ja maataloussähköstä kului lämmitykseen (tilat ja käyttövesi) (Tilastokeskus 2012c).



Kuva 1. Energian kokonaiskulutuksen (1,388 milj.TJ) jakautuminen eri energialähteille vuonna 2011.

Asumisessa energiaa kuluu rakennuksen ja käyttöveden lämmitykseen sekä asumiseen liittyvien laitteiden sähkölaitteisiin ja valaistukseen. Asumisen energiankulutus vuonna 2011 oli 61,9 TWh, josta rakennusten lämmitykseen kului noin 84 % ja noin 16 % kotitalouslaitteiden sähkönkulutukseen. (Tilastokeskus 2012e).

Koko Suomen rakennuskannasta asuinkäyttöön tarkoitettujen rakennusten osuus on noin 85 % ja muiden rakennusten osuus noin 15 % (mm. yksityisen- ja julkiset palvelurakennukset sekä tuotantorakennukset) (Tilastokeskus 2011a). Rakennusten kerros-pinta-alojen perusteella määritettynä asuinrakennusten osuus vuoden 2007 tilaston



Kuva 2. Lämmitykseen käytettyjen energiantuotantotapojen jakautuminen rakennusten kerros- pinta-alojen suhteessa. Vasemmanpuoleisessa kuvassa esitetty jakauma asuinrakennuksissa (= erilliset pientalot, rivitalot ja kerrostalot) ja oikeanpuoleisessa kuvassa jakauma muissa rakennuksissa (= julkiset ja yksityiset palvelurakennukset sekä tuotantorakennukset) (Tilastokeskus 2007).

mukaan oli noin 64 % ja muiden rakennusten pinta-alan osuus noin 34 % koko Suomen kerrosalasta (Tilastokeskus 2007). Lämmitystapojen jakautuminen kerros- pinta-alojen suhteessa asuinrakennuksissa ja muissa rakennuksissa on esitetty kuvassa 2.

Energiateollisuus ry:n mukaan kaukolämpölaitoksia on toiminnassa 169 kunnan alueella. Näistä 67 kunnassa oli lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksia ja 102 kunnassa kiinteä lämpökeskus lämmön erillistuotantoa varten (Energiateollisuus 2012c). Kaukolämmön piirissä on lähes 95 % asuinkerrostaloista, valtaosa julkisista ja liikera- kennuksista sekä noin 7 % omakotitaloista. Vuonna 2011 CHP -kaukolämpölaitoksissa käytetyistä polttoaineista fossiilisten osuus oli 80 % (maakaasu 31,4 %, kivihiili 23,3 %, turve 17,6 %, öljy 3,2 % ja muut 2,9 %) ja uusiutuvien energialähteiden osuus 20 %. Kaukolämpölaitoksissa, jotka tuottivat vain lämpöenergiaa, fossiilisten polttoaineiden osuus oli 63,2 % (maakaasu 28,1 %, kivihiili 3,6 %, turve 14,2 %, öljy 14,9 % ja muut 2,4 %), biopohjaisten polttoaineiden osuus 28 % ja teollisuuden sekundäärilämmön osuus 8,8 % (Energiateollisuus 2012c).

Kaukolämpölaitoksissa uusiutuvan energian käyttöä energiantuotannossa pyritään lisäämään uudistamalla kapasiteettia ja muuttamalla prosesseja uusiutuvan energian, lähinnä puuperäisten polttoaineiden käyttöön soveltuvaksi. Esitetyn laitospäiväkirjan pohjalta myös pienen teholuokan, uusiutuvaa energiaa hyödyntäville CHP -laitoksille löytyisi potentiaalisia sijoituskohteita korvaamaan pienempien lämpöverkkojen energiantuotannosta vastaavia lämpökeskuksia. Myös suurempien lämpöverkkojen yhteydessä toimivien, pääasiassa fossiilisia polttoaineita käyttävien vara- ja huippukuor- maan tuottavien lämpölaitosten korvaaminen uusiutuvaa energiaa hyödyntävillä pienen teholuokan CHP-laitoksella parantaisi energiatehokkuutta ja vähentäisi riippuvuutta fossiilista polttoaineista. Pienen teholuokan CHP-laitosten käyttöönotto edellyttää kuitenkin, että laitokset ovat teknisesti toimivia ja niiden hankinta ja käyttö on talou- dellisesti kannattavaa.

Omakotitalojen lämmityksessä öljylämmitys on voimakkaasti vähentynyt ja maalämpöpumppujen suosio voimakkaasti kasvanut. Myös suoran sähkölämmityksen valinta uudisrakennuksen päälämmitysmuodoksi on vähentynyt. Tämä johtunee osaltaan 1.7.2012 voimaan tulleista uudisrakennuksia koskevista rakentamismääräyksistä, joilla halutaan ohjata sekä energiansäästöön että päästöjen vähentämiseen. Uuden määräyksen mukaisesti rakennuksen kokonaisenergiakulutukselle määrätään rakennuskohdainen yläraja, joka ilmaistaan ns. E-luvulla. Kokonaisenergiatarkastelu koskee kaikkea rakennuksessa tapahtuvaa energiankulutusta (lämmitys, ilmanvaihto, lämpimän käyttöveden tuotto, sähkön kulutus valaistukseen ja kuluttajalaitteisiin). E-luvun laskennassa huomioidaan rakennuksen käyttämä energiantuotantomuoto eri energiantuotantomuodoille annetun kertoimen muodossa. Kertoimella kuvataan luonnonvarojen (primäärienergian) käyttöä ja kertoimen käytöllä pyritään kannustamaan rakennuksen energiahuollossa uusiutuvien polttoaineiden (esim. puuperäiset polttoaineet) ja uusiutuvien energialähteiden (esim. aurinko ja tuuli), maalämmön ja kaukolämmön käyttöä. Sähkön käyttöä kokonaisenergiatarkastelu ei suosi sähkölle asetetun korkean kertoimen vuoksi. (Ympäristöministeriö 2011)

Todennäköisesti sähkön ja fossiilisten polttoaineiden hinnan nousun seurauksena olemassa olevan rakennuskannan sähkölämmitys- tai öljylämmitysjärjestelmiä tultaneenkin kunnostus- ja saneeraustoimenpiteiden yhteydessä tulevaisuudessa korvaamaan tai täydentämään erilaisilla lämpöpumppujärjestelmillä, puuperäisen polttoaineen käyttöön perustuvilla energiantuotantomenetelmillä tai hybridilämmitysratkaisuilla, jossa yhdistetään eri energialähteistä eri energiantuotantomenetelmillä tuotettua energiaa. Esimerkiksi suoraan sähkölämmityksen rinnalle asennetaan ilmalämpöpumppu, epäsuoran sähkölämmityksen, öljylämmityskattilan tai maalämpöpumpun rinnalle asennetaan aurinkolämpökeräimiä, yleiseen sähköverkkoon liitännän rinnalle asennetaan omaa sähköntuotantokapasiteettia vaihtoehtona aurinkopaneelit, pientuulivoima.

Energiatehokas ja primääripolttoainevarantoja säästävä energiantuotantomuoto on yhdistetty lämmön- ja sähkön tuotanto (CHP). Kehittyneimmissä CHP-laitoksissa voidaan yli 90 % polttoaineen sisältämästä energiasta muuttaa sähköksi ja lämmöksi. Vuonna 2011 Suomessa 72,5 % kaukolämmöstä (Energiateollisuus 2012a) ja 30,6 % sähköstä (Energiateollisuus 2012b) tuotettiin yhteistuotantona kaukolämmön ja teollisuuden CHP-laitoksissa. Tällä hetkellä tuotantokäytössä olevat CHP -laitokset kuuluvat ns. suuren teholuokan laitoksiin (>10 MW) ja sijoittuvat suurien kaupunkien ja tuotantolaitosten yhteyteen.

Pienissä, hajautettuun energiantuotantoon soveltuvissa kaukolämpö- ja aluelämpöverkoissa yhteistuotannon CHP -laitoksia ei vielä ole käytössä. Osittain tämä johtuu kohteisiin soveltuvien teknologioiden kypsyttömyydestä ja taloudellisesta kannattamattomuudesta. Näissä kohteissa lämpöenergia tuotetaankin lämpölaitoksissa. Myös suuriin kaukolämpöverkostoihin on kytketty erillisiä lämpölaitoksia vara- ja huippulaitoksiksi peruskuormaa ajavien CHP -laitosten rinnalla.

Tässä esityksessä keskitytään hajautettuun energiantuotantoon soveltuviin, pienen teholuokan energiantuotantojärjestelmiin (teho <10 MW). Kyseessä voi olla kiinteistökohtainen, korttelikohtainen tai tietyn rajatun rakennuskannan keskitetty energiantuotanto. Tarkasteluissa teknologiavaihtoehdoissa energiantuotanto perustuu uusiutuvien energialähteiden käyttöön. Esityksessä käsitellään yleisellä tasolla eri energiantuotantoteknologioita ja niiden suunnittelu- ja mitoitusperusteita.

3 HAJAUTETTU ENERGIANTUOTANTO

Hajautetut energiantuotantoyksiköt kuuluvat useimmiten ns. pienen, mini- tai mikro-teholuokan energiantuotantolaitoksiin. Tyypillisesti hajautetut energiantuotanto mielletään haja-asutusalueella sijaitsevien kohteiden energiantuotantoratkaisuiksi. Hajautetulle energiantuotannolle ominaisia piirteitä ovat:

- energiantuotanto ja energiankulutus lähellä toisiaan
- energian siirto- ja jakeluverkko pieni, mistä seurauksena häviöt pieniä
- hyödyntää paikallisia energialähteitä ja/tai hukkaenergiavirtoja, tavoitteena paikallinen energiaomavaraisuus
- laitoksen käyttö ja kunnossapito hoidetaan paikallisesti
- paikallisesti työllistävä vaikutus
- uusia liiketoimintamahdollisuuksia paikallisille toimijoille.

Hajautetun energiantuotannon onnistumisen vaatimuksia:

- teknologian oltava toimintavarma ja pitkälle automatisoitu
- helppo käyttää, huoltaa ja ylläpitää, jolloin työkustannusten saadaan pieneksi
- polttoainehuolto turvattu ja hinta kohtuullinen
- soveltuvuus ympäristöön hyvä
- ympäristöstävällisyys riittävä
- sähköverkkoon liittämisen mahdollisuus
- toiminta taloudellisesti kannattavaa ja toimijoilla riittävä taloudellisten riskien hallinta.

Hajautetussa energiantuotannossa kyse voi olla lämpöenergian, sähköenergian tai yhdistetystä lämpö- ja sähköenergian tuotannosta. Koska yhdistetyssä tuotannossa saavutetaan parhain hyötysuhde ja näin käytetään primäärienergiaresurssit tehokkaimmin hyödyksi, on se teoreettisesti paras energiantuotantomuoto polttoaineen polttamiseen perustuvissa energiantuotantojärjestelmissä. Hajautetussa energiantuotannossa yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotantolaitoksen (CHP-laitos) kokonaisteho on tyypillisesti pienempi kuin 10 MW ja sähköteho pienempi kuin 2 MWe. Valitusta teknologiasta riippuen pienen teholuokan CHP -laitoksien hyötysuhde vaihtelee välillä 80 – 95 % ja sähköntuotannon hyötysuhde välillä 10 – 49 %.

Valtaosa Suomessa toteutetuista uusiutuvan energian käyttöön perustuvista pienen teholuokan energiantuotantojärjestelmistä on keskittynyt lämpöenergian tuotantoon, jossa polttoaineena puuperäinen biomassa; hake, pelletti tai pilke. Energiantuotantoon käytetyn puun osuudesta noin 50 % kuluu suurissa yli 20 MW tuotantoyksiköissä ja 40 % pienissä alle 50 kW kattiloissa ja muissa tulipesissä. 50 kW – 5 MW tuotantoyksiköissä energiapuun käyttö on vain noin 4 % ja 5 MW - 20 MW laitoksissa 6 %. (Heinimö & Alakangas 2011)

Pienessä teholuokassa yhdistettyjä lämmön- ja sähköenergian tuotantolaitoksia on vain muutamia, lähinnä pilot-käytössä olevia yksiköjä. Tämä johtuu pienen teholuokan CHP -laitosten kalliista investointikustannuksista ja heikosta kannattavuudesta sekä toisaalta niiden teknologisesta kypsymättömyydestä varsinkin sovelluksissa, joissa polttoaineena on tarkoitus käyttää puupohjaista biomassaa. Pienten teholuokan CHP -laitoksien käyttöönottoa voidaan edistää panostamalla järjestelmien tuotekehitykseen ja kannustamalla käyttöönottoa erilaisin taloudellisin tukimuodoin.

Lämpöpumppujen käyttö energiantuottajana on rajoittunut pääosin kiinteistökohtaisiksi järjestelmiksi. Omakotitalon kokoluokasta käyttö on tosin laajentunut myös suuriin kiinteistöihin. Lämpöpumpun käytön etuna on, että järjestelmää soveltuu myös jäähdytysenergian tuottoon.

Aurinkoenergian hyödyntäminen lämmön- ja sähkön tuotannossa on tällä hetkellä otettu käyttöön pääasiassa kiinteistökohtaisesti vapaa-ajanasunnoissa sekä joissain hybridijärjestelmäkohteissa tukemassa perusenergiantuotantoa. Hybridijärjestelmille on ominaista, että energiantuotanto perustuu useamman uusiutuvan energialähteen ja näiden hyödyntämiseen soveltuvan teknologian käyttöön. Tällaisten järjestelmien toiminnan ja kannattavuuden varmistamiseksi on erityisesti kiinnitettävä huomiota mukaan valittavien eri teknologioiden keskinäiseen mitoitukseen ja järjestelmän automatisointiin optimaalisen käytön takaamiseksi.

4 HAJAUTETTUUN ENERGIANTUOTANTOON SOVELTUVIA ENERGIANTUOTANTOTEKNOLOGIOITA

4.1 Yleistä

Lämpöenergian tuotanto

Yleisin uusiutuviin energialähteisiin perustuva lämpöenergian tuotantotapa on bioenergian polttaminen kattilassa tai muussa tulisijassa. Myös lämpöpumppujen käyttö lämpöenergian tuotantomuotona on lisääntynyt viime vuosina voimakkaasti. Varsinkin suoralla sähkölämmityksellä varustettuihin kiinteistöihin on lisälämmönlähteeksi hankittu ilmalämpöpumppu. Maaperästä tai vesistöjen lämpöenergiaa hyödyntävien lämpöpumppujen käyttö kiinteistöjen peruslämmönlähteenä on lisääntynyt ja lämpöpumppuja on otettu käyttöön myös entistä suuremmissa kiinteistöissä. Aurinkolämpökeräimien käyttö toisen energiantuotantomuodon rinnalla on myös esitetty yhdeksi vaihtoehdoksi. Keräimien pääasiallinen hyödyntäminen ajoittuu kevät- ja kesäaikaan.

Sähköenergian tuotanto

Kiinnostus pienimuotoista sähköenergiantuotantoa kohtaan on lisääntynyt pienten tuotantoyksikköjen hintojen halpenemisen myötä. Omiin tarpeisiin sähköä tuotetaan lähinnä aurinkopaneeleilla ja pientuulivoimaloilla. Pienen teholuokan sähköenergiantuotanto on usein järkevä käyttää omiin tarpeisiin, jolloin verkkoon myytävä osuus muodostuu varsin pieneksi, ajallisesti vaihtelevaksi ja mahdolliset tuotot jäävät vähäisiksi.

Sähkömarkkinalain mukaan sähköverkon haltijan on velvollisuus liittää kaikki sähköverkon sekä sähköturvallisuusmääräysten vaatimukset täyttävät sähköntuotantolaitokset, pientuottajat mukaan lukien, sähköverkkoon. Tuotantotehosta riippuen sähköntuottajan täytyy kuitenkin ottaa huomioon erilaiset toimintaa koskevat määräykset ja velvoitteet sekä toisaalta hyödyntää mahdolliset tuet. Motiva Oy on julkaisut sähkön pientuottajille oppaan –Opas sähkön pientuottajalle (Motiva 2012a). Oppas on keskitynyt enintään 2 MVA sähkön tuotantoyksikköihin. Oppaassa käydään läpi keskeistä

pientuotantoa koskevaa lainsäädäntöä, lupia, veroja ja tukia sekä sähköverkkoon liittymiseen ja sähkön myyntiin liittyviä kysymyksiä.

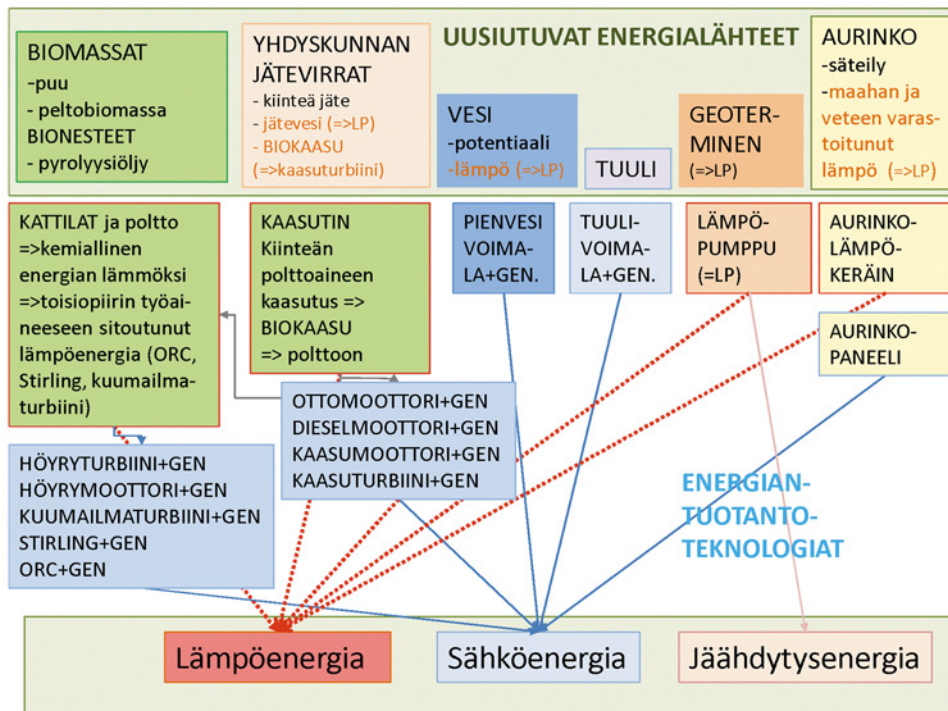
Yhdistetty lämmön- ja sähköntuotanto

Pienen teholuokan CHP –laitokset eivät Suomessa ole vielä kovin tunnettuja ja niitä on otettu käyttöön vain muutamia. Käyttökokemukset niistä ovat toistaiseksi vähäisiä eikä suurta kaupallista läpimurtoa ole tapahtunut. Suurena haasteena ovat teknologioihin liittyvät kehitystarpeet ja järjestelmien kannattavuuden parantaminen. Erityisiä kehitystarpeita aiheuttaa puuperäisen biomassan käyttö pienen teholuokan CHP –laitoksen polttoaineena.

Lämpö- ja sähköenergian varastointi

Tietyissä lämpöenergian tuotantomuodoissa lämpöenergian varastointi on osa järjestelmää. Tällaisia lämmöntuotantojärjestelmiä ovat muun muassa maalämpöpumppu ja aurinkolämpökeräimet. Kun kohde on kytketty yleiseen sähköverkkoon, mutta tuottaa lisäksi pienimuotoisesti sähköenergiaa omaan käyttöön, on itse tuotettu ylimääräsähkö mahdollisuus varastoida joko akkuihin tai syöttää jakeluverkkoon. Saarekekäyttöinen sähköenergiaverkko edellyttää aina akkujen käyttöä, jotta sähkönsaanti kulutuskohteissa voidaan turvata.

Kuvassa 3 on esitetty yhteenveto uusiutuvista energialähteistä ja energiatuotantoteknologioista, jotka soveltuvat hyödyntämään uusiutuvia energialähteitä.



Kuva 3. Uusiutuvia energialähteitä ja niiden hyödyntämiseen soveltuvia teknologioita.

4.2 Biopohjaisen polttoaineen hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat

Biopohjaisten polttoaineiden polttoon liittyvät energiantuotantotavat kannattaa jakaa useampaan ryhmään kokonsa suhteen. Vaikka prosessit ovat pitkälti samankaltaisia pienissä ja suurissa sovellutuksissa, on niissä myös selkeitä eroja. Tietyt tekniikat eivät skaalaudu tai ole kilpailukykyisiä pienissä sovelluksissa, kun taas jotkin toiset tekniikat eivät ole hyötysuhteiltaan riittävän hyviä suurempien laitosten tekniikoiksi. Toinen kovasti teknistä ratkaisua määrittelevä tekijä on käytettävissä oleva tai olevat polttoaineet.

Energiantuotannossa käytettävä bioenergia voi olla faasimuodoltaan kiinteässä, nestemäisessä tai kaasumaisessa olomuodossa. Energiantuotantoyksikön teknologian valintaan vaikuttaa valittavan polttoaineen olomuoto ja laitoksen suunnitteluun, mitoitukseen ja materiaalivalintoihin polttoaineen laatuominaisuudet, kuten polttoaineen lämpöarvo ja kosteus, mahdolliset raskasmetallit ja hiukkaset, polttoaineen palakoko ja homogeenisuus.

Hajautetussa energiantuotannossa ratkaisut kannattaa jakaa käytännössä neljään ryhmään – aiemmin mainittuihin suuren, pienen, mini ja mikroteholuokan ratkaisuihin (taulukko 1.).

Polttoaineen osalta hyödynnettävät teknologiat voi jakaa seitsemään ryhmään polttoaineen perusteella. Käytettäviä yleisiä polttoaineita ovat hake, turve, peltobiomassat, hyvälaatuinen kierrätyspolttoaine (REF), huonolaatuinen kierrätyspolttoaine (REF), biotisleet sekä biokaasu. Näiden lisäksi on kaasutinteknologiaa, jotka ensin kaasuttavat polttoainetta ja sen jälkeen kyseinen (bio)kaasu hyödynnetään turbiinissa tai kaasumoottorissa sekä kattilassa sähköksi ja lämmöksi.

Mikro- ja minikokoluokan laitteissa ylivoimaisesti yleisintä on arinapoltto. Tällöin yleensä käytetään varsin hyvälaatuista polttoainetta (kuten hake) ja arinakattilalla tuotettu lämpö käytetään talon, kiinteistön tai korttelin lämmittämiseen tai laite on varoimallitteena osana suurempaa lämpöverkkoa. Teholtaan mini- ja mikrokokoluokan energiantuotantoyksikössä (< 1 MW) usein edellytetään, että polttoaineen kosteus on alle 40 % ja palakooltaan tasainen 30 – 40 mm.

Tilanne on sama myös pienen ja suuren teholuokan laitteissa, mutta tällöin polttoainevalikoima monipuolistuu ja kattila yleensä sietää myös kosteampaa polttoainetta. Samalla mukaan astuu arinapolton lisäksi kuplapeti- tai leijukerros poltto, joiden pienimmät tekniikat alkavat n. 2 MW tehosta.

Arinapoltoissa polttoaine syötetään kiinteälle tai porrassarinalle, jossa palaminen tapahtuu ja kuumat savukaasut siirtyvät kattilaan, jossa niistä otetaan lämpö talteen veteen tai höyryyn siinä tapauksessa, että halutaan tuottaa höyryturbiinilla sähköä. (Pietilä 2010b)

Kupla- ja leijupetikattiloissa palotilassa on 800 – 900 °C asteeseen lämmitettyä hiekkaa, jonka läpi puhalletaan ilmaa niin, että se alkaa kuplimaan tai leijumaan ja tämän hiekan sekaan syötetään polttoainetta. Näiden tekniikoiden etuna on, että hiekka toimii suurena energiavarastona, jolloin kattilaan pystyy syöttämään myös melko

epätasalaatuista polttoainetta esim. arinakattilaan verrattuna. Kierrätyspolttoaineiden osalta tekniikoiden ongelmana on polttoaineiden runsas tuhka ja mineraalipitoisuus, mikä saa yleensä hiekan sulamaan alemmassa lämpötilassa ja aiheuttaa käyttöhäiriöitä kattilan toimintaan. Tätä pyritäänkin estämään sekoittamalla kierrätyspolttoainetta parempilaatuisten polttoaineiden kanssa yhteen. Tästä syystä useimmat jätteenpoltto-kattilat ovat myös arinakattiloita. (Pietilä 2010a)

Silloin kun kokoluokka on hajautetussa energiantuotannossa suuri tai pienkokoluokan yläpäästä ja mukaan halutaan lämmöntuotannon lisäksi sähköntuotanto, on yleisin tekniikka polttaa polttoainetta arina- tai kupla-/leijupetikattilassa, muuttaa savukaasujen lämpö tulistetuksi höyryksi ja tämä höyry muuttaa sähköksi höyryturbiinissa. Silloin kun höyryn lämpötila ja paine ovat suhteellisen suuria (yleensä riippuu käytettävästä polttoaineesta ja laitoksen suuruudesta), on laitoksen kokonaissähköntuotantohyötysuhde monesti höyryturbiinilla hieman parempi kuin ORC-prosessiin perustuvalla turbiinilla. (Turboden 2012), (MW Power 2012)

Pienessä, sekä minikokoluokassa tällä hetkellä suosituin sähköntuotantokeino on ORC – prosessi (Organic Rankine Cycle process). Tämä tekniikka on vastaava kuin höyryturbiiniprosessissa, mutta prosessissa käytetään vesihöyryn tilalla orgaanista kiertoa-ainetta, kuten tolueenia tai bentseeniä. Silloin kun höyryn lämpötilaa ei voida nostaa kovinkaan korkeaksi joko sen suhteellisen kalleuden (pieni- ja minikokoluokka) tai vaikean polttoaineen vuoksi, on ORC prosessiin perustuva sähköntuotantotapa kilpailukykyinen. ORC tekniikan (kuten myös höyryturbiinitekniikan) etu on, että ne eivät ole niin nirsoja polttoaineen laadulle, vaan tärkeintä on, että kattila pystyy tuottamaan oikean lämpöistä höyryä tai orgaanista kiertoaainetta ORC:n tapauksessa. ORC laitteita löytyy myös mikrokokoluokkaan, mutta ne toimivat yleensä muun väliaineen kautta – eli tekevät sähköä esim. kuumasta vedestä, jota ei voida hyödyntää sillä hetkellä muualla. (Turboden 2012)

Mikrokokoluokkaan on aivan lähiaikoina tullut kaasutintekniikkaan perustuvia sähkön- ja lämmöntuotantolaitteistoja. Kaasutustekniikkaan perustuvat teknologiat ovat polttoaineen laadun suhteen tarkempia kuin suoraan polttoon perustuvat teknologiat. Kaasutuksessa edellytyksenä nimenomaan on, että polttoaine on riittävän kuivaa. Niiden osalta sähkö tuotetaan kaasuttamalla polttoainetta (esim. haketta) ja syöttämällä kaasu kaasuturbiiniin tai kaasumoottoriin, jossa kaasusta saadaan sähköä. Turbiinin tai kaasumoottorin jälkeiset kuumat pakokaasut voidaan hyödyntää kohteessa lämpönä. Mini- ja pienkokoluokista kaasutintekniikkaa ei vielä juurikaan tunneta, koska tekniikka on vasta kehittymässä ja tehdyt laitteiden mallit ovat olleet sen kokoisia, joiden kehitystyö on ollut mahdollista rahoittaa. Suurilta toimijoilta löytyy myös kaasutintekniikkaa, mutta näissä kymmenien ja satojen megawattien laitoksissa ei voida puhua hajautetusta energiantuotannosta. Vaikeinta kaasutintekniikkaan pohjautuvissa ratkaisuissa on ollut tervan muodostumisen estäminen. Tervan muodostuminen aiheuttaa runsaasti ongelmia kaasumoottoreille sekä turbiineille. Tästä syystä varsinkin pienten kaasuttimien polttoaine on pitänyt yleensä olla erittäin kuivaa hyvälaatuista haketta, joskin muutamat toimittajat väittävät saaneensa kehitettyä teknologiaansa siten, ettei tervan muodostus tule ongelmaksi ja laitteessa pystyy käyttämään heikompileatuista ja märempää polttoainetta. Kaasutintekniikkaan sekä kaasumoottoreihin perustuvassa sähköntuotantotekniikassa erinomaista on sen sähköntuotantohyötysuhde verrattuna pienen kokoluokan höyry- tai ORC turbiineihin. Kaasumoottoreilla sähköntuotantohyötysuhde on pienessäkin kokoluokassa 30 – 40 % luokkaa, kun ne ORC- ja höyry-

turbiineilla jäävät n. 20% tai jopa alle. Mikäli kaasutinteknologiat saadaan toimimaan, ne tulevat huomattavasti parantamaan sähköntuotantohyötysuhdetta, sillä nk. kombikytkennällä on mahdollista päästä jopa yli 50 % sähköntuotantohyötysuhteeseen. (Turboden 2012), (Turosteam 2012), (Volter 2012)

Kaasumoottori tai kaasuturbiini on yleinen sähköntuotantotapa silloin, kun käytössä on biokaasua. Tällöin sähkön sekä lämmöntuotantotapa on samanlainen kuin kaasutinteknologiankin osalla. Biokaasun hyvänä puoleena on, että se on yleensä puhtaampaa kuin kaasutinkaasu ja soveltuukin yleensä paremmin kaasumoottori sekä kaasuturbiinikäyttöihin.

Biotisleitä, kuten bioetanoli tai biodiesel, voitaisiin käyttää myös moottoreissa tai turbiineissa sähkön ja lämmön tuottoon, mutta toistaiseksi ne ovat yleensä olleet arvokkaampia liikennepolttoainekäytössä. Biotisleistä pyrolyysiöljy on kuitenkin nestemäinen polttoaine, jolla on tarkoitus korvata Suomessa varsinkin raskasta polttoöljyä uusien rikkidirektiivien tullessa voimaan. Pyrolyysiöljyä voidaan polttaa raskasöljyn polttoon suunnitelluissa kattiloissa, mutta ne tarvitsevat pyrolyysiöljyn polttamista varten suunnitellun polttimen. Raskaaseen polttoöljyyn verrattuna pyrolyysiöljy on korrosoivaa ja polttoarvoltaan paljon heikompaa ja se tahtookin liata voimakkaasti polttimia sekä aiheuttaa korroosiosyöpymää kattilarakenteisiin.

4.3 Maaperän, ilman ja vesistön lämpöenergian hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat

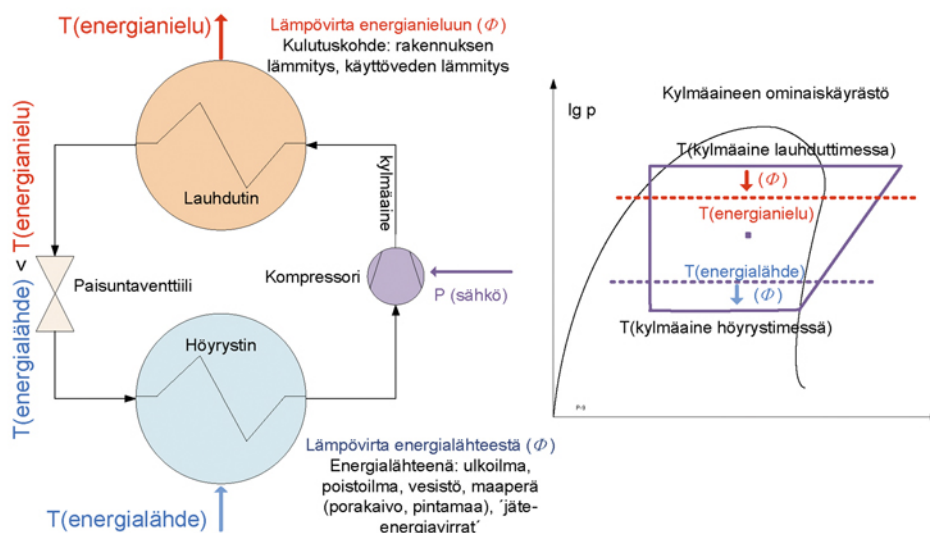
Lämpöpumppuprosessin avulla voidaan siirtää maaperään, vesistöön, ilmaan tai erilaisiin jäte- ja sivuainevirtoihin varastoitunutta lämpöenergiaa hyötykäyttöön. Lämpöpumppuprosessille on ominaista, että kylmästä energialähteestä voidaan lämpöenergiaa siirtää lämpimämpään tilaan. Lämpöpumppuprosessissa kiertävä kylmäaine sitoo höyrystyessään lämpöä energialähteestä ja luovuttaa sen lauhtuessaan energianielun kulutuskohteisiin.

Lämpöpumppuprosessin energialähteen ja lämmön hyödyntämiskohteen perusteella lämpöpumput jaetaan seuraaviin päätyyppisiin;

- ilmalämpöpumppu (ilma-ilma lämpöpumppu); energialähteenä ulkoilma ja lämpöenergialla lämmitetään sisäilmaa.
- ilma-vesi lämpöpumppu; energialähteenä ulkoilma ja lämpöenergialla lämmitetään käyttövettä tai lämmitysverkoston vettä.
- poistoilmalämpöpumppu; energialähteenä rakennuksen poistoilma ja lämpö siirretään joko ilman tai veden lämmitykseen.
- maalämpöpumppu; lämmönlähteenä maaperä, vesistö tai hukkaenergiavirta ja lämpö hyödynnetään rakennuksen ja käyttöveden lämmitykseen.

Eri lämpöpumpputyypit poikkeavat toisistaan varustelutason, ulkoisen rakenteen, höyrystin- ja lauhdutuslämmönsiirtimien rakenteiden ja lukumäärien, järjestelmän asennettavuuden ja investointikustannusten osalta.

Alla olevassa kuvassa 4 on esitetty lämpöpumppuprosessin pääkomponentit, jotka esiintyvät kaikissa lämpöpumpputyypeissä.



Kuva 4. Lämpöpumppuprosessin pääkomponentit.

Lämpöpumppuprosessissa käyttövoimana on kompressoriin syötettävä sähköenergia. Kylmäaineen valinnalla sekä kompressorin ja paisuntaventtiin mitoituksella ja oikealla tyypivalinnalla saadaan aikaan kylmäaineelle höyrystimessä ja lauhduttimessa sellaiset painetasot, että höyrystimessä ja lauhduttimessa kylmäaineen lämpötila on oikea lämmönsiirtimien toisipuolella virtaavien ainevirtojen (ilma, vesi tai keruupiirin lämmönsiirtoneste) lämpötilatasoon nähden.

Lämpöpumppuprosessin höytysuhde ilmaistaan lämpökertoimen tai COP -luvun ($COP = \text{Coefficient of Performance}$) avulla. Lämpökertoimen (COP -luku) ilmaisee lämpöpumpun tuottaman lämpötehon (W) suhdetta kompressorin käyttämään sähkötehoon (W). Mitä suurempi kyseinen luku on, sitä energiatehokkaampi lämpöpumppu on. Tyypillisesti lämpökertoimen arvo määritetään tietyssä toimintapisteessä, joten arvo ei kerro järjestelmän energiatehokkuutta todellisessa käyttötilassa, koska toimintaympäristön olosuhteet saattavat poikkeavat huomattavasti lämpökertoimen määrittämisolosuhteista.

Luotettavampaa tietoa lämpöpumpun energiatehokkuudesta saadaankin määrittämällä lämpöpumpulle ns. vuosilämpökertoimen eli SFP -arvo tai SCOP -luku ($SCOP = \text{Seasonal Coefficient of Performance}$). Vuositasolla lämpöpumpun energiatehokkuutta voidaan tarkastella vertaamalla lämpöpumpun tuottamaa lämpöenergiämäärää (Wh) kompressorin ja oheislaitteiden kuluttamaan sähköenergian määrään (Wh). Maalämpöpumpulla lämpökertoimen arvo vuositasolla pysyy suhteellisen vakiona, kun taas ilmalämpöpumpuissa lämpökertoimen pienenee merkittävästi ulkoilman lämpötilan las-
kiessa.

Ilmalämpöpumppu (Ilma - ilma lämpöpumppu)

Ilmalämpöpumppuyksikkö koostuu kompressorista, höyrystinyksiköstä (=ulkoyksikkö), lauhdutinyksiköstä (=sisäyksikkö), paisuntaventtiilistä sekä näitä yhdistävästä kylmäainekierrosta. Tämän lisäksi ilmalämpöpumppuyksikköön sisältyy säätöyksikkö ja höyrystinyksikön sulatusjärjestelmä.

Ilmalämpöpumput ottavat energian ulkoilmasta. Tyypillisesti ilmalämpöpumput vaativat rinnalleen jonkin muun lämmitysjärjestelmän, sillä niiden lämpökerroin laskee nopeasti ulkoilman lämpötilan laskiessa ja useat markkinoilla olevat ilmalämpöpumput eivät toimi enää lainkaan alhaisissa (<< -10 °C) lämpötiloissa. Joillekin tuotteille luvataan taas lämpökertoimen arvoksi 2 vielä -20 °C lämpötilassa.

Lämpöpumppujen käyttöönotto on viime vuosina kasvanut voimakkaasti nousevan sähkönhinnan ja polttoainekustannusten kasvun seurauksena. Ilmalämpöpumput ovat olleet kappalemäärältään suosituin lämpöpumpputyyppejä varsinkin kohteissa, joissa peruslämmöntuotto perustuu suoraan sähkölämmitykseen. Ilmalämpöpumput ovat investointikustannuksiltaan suhteellisen edullisia ja helppoja asentaa vanhaankin rakennukseen. Hellekausina ilmalämpöpumppuja käytetään rakennuksen jäädytykseen.

Markkinoilla oleville ilmalämpöpumpuille ilmoitetut hyötysuhteet (=lämpökerroin) on määritetty Euroventin standardin mukaan. Määrittäminen perustuu toimintapisteeseen, missä ulkoilman lämpötila on + 7 °C ja lämmitettävän tilan lämpötila +20 °C. Kyseisissä olosuhteissa saadaan ilmalämpöpumpulle suuria COP -luvun arvoja (COP = 5...6). Standardissa määritetty toimintapiste palvelee huonosti Suomen lämmityskauden olosuhteita, joten ko. toimintapisteessä määritetty lämpökertoimen arvo ei kerro pumpun todellista energiatehokkuutta, kun tarkastelujaksona käytetään kalenterivuotta.

Ilma-neste lämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppuprosessissa lämpöenergia otetaan ulkoilmasta ja lämpöenergia käytetään joko käyttöveden tai vesikeskuslämmitteisessä lämmitysjärjestelmässä kiertävän veden lämmittämiseen. Lämpöpumpun yhteydessä lattialämmitys on alhaisemman veden lämpötilan vuoksi suositeltavampi käyttökohde kuin patterilämmitys. Energialähteenä toimivan ulkoilman suhteen kyseisellä lämpöpumpputyypillä on samat rajoitteet kuin ilmalämpöpumpulla, mistä syystä se ei sovellu Suomessa ainoaksi lämpöenergian tuottajaksi.

Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppuprosessissa lämpöenergia otetaan talosta poistettavasta ilmasta. Lämpöpumpun avulla lämpö voidaan siirtää tuloilmaan, lämpimään käyttöveeseen tai vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä veden lämmittämiseen.

Suomen rakentamismääräysten mukaan (Ympäristöministeriö 2012b) rakennusten ilmanvaihtokertoimen on oltava vähintään 0,5, mikä tarkoittaa, että rakennuksen sisäilma on vaihdettava kerran kahden tunnin aikana. Rakennusta koskevat energiatehokkuusvaatimukset edellyttävät, että poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä (Ympäristöministeriö 2012a).

Rakennuksen poistoilmasta lämpö voidaan ottaa talteen joko lämmöntalteenottolaitteella (LTO-laite) tai poistoilmalämpöpumpulla. LTO-laitteen käyttö edellyttää rakennuksessa koneellista ilmastointijärjestelmää, missä LTO-laitteella poistoilmasta talteen otetulla lämmöllä lämmitetään tuloilmaa. Poistoilmalämpöpumpun käyttö soveltuu kohteisiin, joissa on keskitetty koneellinen poistoilmajärjestelmä. Tämän tyyppisiä kohteita ovat muun muassa valtaosa vanhoista kerrostaloista.

Poistoilman lämpötila on ulkoilmasta riippumatta noin 21 °C, joten lämpöpumppu toimii lähes vakioteholla. Huipputehontarpeen aikana poistoilmalämpöpumpun lisäksi tarvitaan lisälämpötehoa. (Motiva 2012d)

Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppua käytetään rakennuksessa peruslämmön tuottoon. Maalämpöpumppujärjestelmän mitoituksen perustaksi on esitetty 40 – 60 % huipputehon tarpeesta, jolloin tuotoksi on arvioitu 80 – 90 % vuotuisesta lämmöntarpeesta (Motiva 2012c). Toisessa lähteessä mitoitusperustaksi on esitetty 50 - 70 % rakennuksen huipputehon tarpeesta, jolloin lämpöpumpun tuoton tapauksesta riippuen on arvioitu olevan 60 – 98 % vuotuisesta lämmitysenergian tarpeesta (Eskola et al 2011).

Maaperän tai vesistön lämpöenergiaa hyödyntävä lämpöpumppujärjestelmä koostuu tyypillisesti lämmön keruupiiristä, varsinaisesta lämpöpumppuyksiköstä (kuva 4) ja lämpöpumpun tuottamaa lämpöenergiaa varastoivasta lämminvesivaraajasta. Varaajaan tuotettu lämpöenergia käytetään kuormituksen mukaan joko rakennuksen tai käyttöveden lämmitykseen. Varaaja varustetaan usein vara- ja/tai huipputehontarpeen tyydyttämiseksi sähkövastuksilla.

Maalämpöpumpun pääkomponenttien (kompressori, lauhdutin- ja höyrystinlämmönsiirtimet, paisuntaventtiili ja kylmäainepiirin säätökomponentit) lisäksi lämpöpumppuyksikköön sijoitetaan höyrystinlämmönsiirtimen toisiopuolen eli lämmön keruupiirin kiertopumppu ja ohjauksyksikkö sekä lauhdutuslämmönsiirtimien toisiopuolen eli varaajaa lataavien vesivirtojen kiertopumput. Näiden lisäksi lämpöpumppuyksikkö sisältää koko prosessin toimintaa ohjaavan säätöyksikön.

Maaperään sitoutunut lämpö siirtyy lämmönkeruupiirissä kierrätettävään lämmönsiirtonesteeseen. Lämmönkeruupiirissä kierrätettävä neste on jäätymätöntä, esimerkiksi etanoli-vesiseosta tai glykoli-vesiseosta. Lämmönsiirtonesteeseen maaperästä siirtynyt lämpövirta vapautuu kylmäkoneprosessin höyrystimessä kylmäaineeseen. Lämpöpumppuyksikön tulistuslämmönsiirtimessä ja lauhduttimessa kylmäaineeseen sitoutunut energia siirtyy varaajaan ja sieltä edelleen rakennuksen ja käyttöveden lämmitykseen.

Lämmönkeruuputkisto voidaan sijoittaa porakaivoon, pintamaahan tai vesistöön. Porakaivoon keruuputkisto upotetaan pystysuoraan asentoon. Porakaivon halkaisija on tyypillisesti 10 - 15 cm ja syvyydeltään 60 -150 metriä. Porakaivojen maksimisyvyydet ovat 200 – 250 m. Pintamaa-asennuksessa putket asennetaan vaakatasoon maahan noin 0,7 – 1,2 metrin syvyyteen. Pintamaa-asennuksessa keruuputkiston mitoitusperuste määräytyy maan laadun perusteella, jolloin maaperän lämmönjohtavuus ja kosteuspitoisuus ovat merkittävimpiä tekijöitä. Kosteaa savimaa on hiekkamaata parempi sijoituspaikka. Yleiseksi mitoitusperusteeksi pintamaahan asennettavalle keruuput-

kistolle on esitetty 1-2 metriä putkea/rakennus m³ (Motiva 2012c). Taulukossa 2 on esitetty viitteellisiä arvoja eri energialähteisiin sijoitettavista keruuputkistoista saataviin energiamääriin.

Taulukko 2. Lämmönkeruuputkistolla tyypillisesti saatava vuotuinen lämpöenergia sekä lämpöteho Suomessa eri säävyöhykkeillä (I – IV). (Rakennustieto 2002)

		alue I	alue II	alue III	alue IV
Ilma lämpötila	keskilämpötila	5,4 °C	4,7 °C	3,3 °C	-0,3 °C
	mitoitettava ulkolämpötila	- 26 °C	- 29 °C	- 32 °C	- 38 °C
Lämpökaivo (porakaivo)	vuotuinen energia	150 kWh/m	140 kWh/m	130 kWh/m	120 kWh
	lämpöteho	42 - 43 W/m	38 - 41 W/m	34 - 38 W/m	30 - 35 W/m
	liuoksen keskilämpötila	-2,5 °C ...+1 °C	-2,5 °C ...+1 °C	-2,5 °C ... +1 °C	-2,5 °C ...+1 °C
Pintamaa	vuotuinen energia;	60 kWh/m	50 kWh/m	45 kWh/m	35 kWh
	savimaa,	50 - 60 kWh/m		40 - 45 kWh/m	30 - 35 kWh/m
	hiekkamaa	30 - 40 kWh/m		15 - 20 kWh/m	0 - 10 kWh/m
	lämpöteho	12 - 15 W/m	11 - 14 W/m	10 - 13 W/m	10 - 12 W/m
liuoksen keskilämpötila	-2,5 °C ...+1 °C	-2,5 °C ...+1 °C	-2,5 °C ... +1 °C	-2,5 °C ...+1 °C	
Vesistö	vuotuinen energia	90 kWh/m	80 kWh/m	70 kWh/m	50 kWh
	lämpöteho	20 W/m	20 - 25 W/m	15 - 20 W/m	15 - 20 W/m
	liuoksen keskilämpötila	+1 °C ...+2 °C	+1 °C ...+2 °C	+1 °C ...+2 °C	+1 °C ...+2 °C

Porakaivossa lämmönsiirtymisteho putkimetriä kohden on parempi kuin pintamaahan asennetussa keruuputkistossa. Keruuputkiston porakaivoasennus on myös pintamaa-asennusta nopeampi eikä asennusvaihe aiheuta suuria näkyviä vaurioita ympäristöön. Asennuskustannuksiltaan porakaivo on pintamaa-asennusta kalliimpi. Vesistöön asennettava putkisto ankkuroidaan vesistön pohjaan. Putket viedään maalta veteen routarajan alapuolelta, jotta jääpeite ei vahingoita putkistoa.

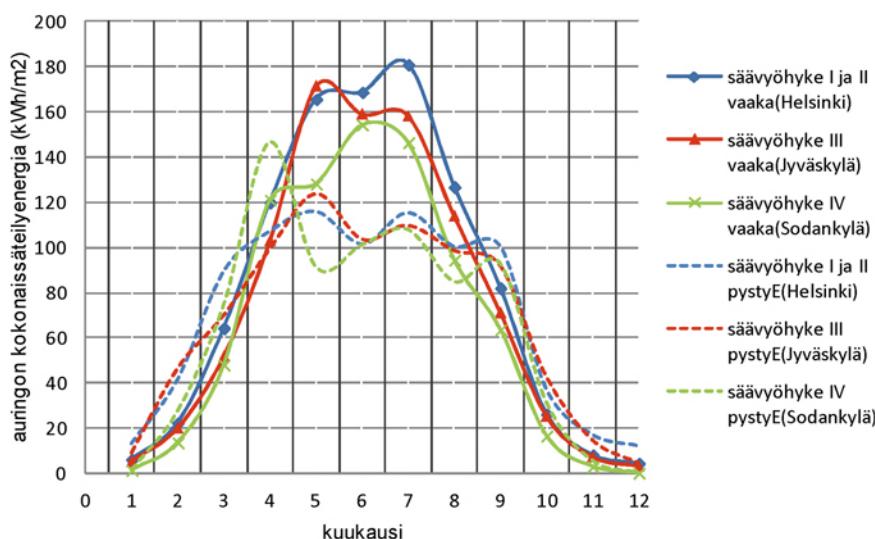
Maalämpöpumppujen lämpökertoimien määrittäminen perustuu standardiin EN 225 (poistunut käytöstä) ja EN 14511 (uusi, EN 225:n korvaava standardi). Eroina standardien välillä on, että standardissa EN 225 lämpöpumpun sähkönkulutukseen ei laskettu mukaan kiertovesipumppujen sähkönkulutusta, kun taas standardissa EN 14511 pumppujen kulutukset otetaan huomioon. EN 225 mukaisesti määritetty COP-arvo on näin ollen hieman suurempi kuin standardin EN 14511 mukaan määritetty. Maalämpöpumpustandardissa lämmönlähteenä käytetään +5 °C lämpötilaa ja energian tuotto- lämpötila on +35 - 55 °C. Yleisimmin maalämpöpumpuille esitetyt COP-arvot perustuvat lämpötilatasoon +35 °C (lattialämmitys) perustuviin mittauksiin, jolloin saadaan yksikölle korkein COP-arvo.

Maalämpöpumppujärjestelmä on investointikustannuksiltaan suhteellisen kallis ja varsinkin matalaenergiatalojen, joiden energiantarve on alhainen, on takaisinmaksuajan arvioitu olevan 10-15 vuotta (Motiva 2012c). Koska lämpöpumpulla on edullisempaa tuottaa lämpötilatasoltaan alhaisempaa vettä, on lattialämmitys maalämpöä ja vesistölämpöä hyödyntävissä lämpöpumppujärjestelmissä suositeltu lämmitysmuoto.

4.4 Auringon säteilyenergian hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat

Auringon säteilyenergiasta voidaan aurinkopaneelin avulla tuottaa sähköenergiaa tai aurinkolämpökeräimien avulla lämpöenergiaa. Hyödyksi saatavan sähkö- tai lämpöenergian määrä riippuu paneeliin tai keräimeen kohdistuvasta auringon säteilyenergian määrästä ja toisaalta säteilyenergiaa hyödyntävän järjestelmän, aurinkopaneeli- tai aurinkolämpökeräinjärjestelmän kokonaishyötysuhteesta.

Auringon säteilyn määrä riippuu maantieteellisestä sijainnista, paikallisista olosuhteista, vuoden- ja vuorokaudenajasta sekä laitteen suuntaamisesta auringon suhteen. Kuvassa 5 on esitetty kuukausittaiset säteilyenergian määrät pinta-alayksikköä kohden vaakapinnalle sekä etelään päin kohdistetulle pystypinnalle eri säävyöhykkeillä (Helsinki, Jyväskylä, Sodankylä). Arvot perustuvat paikallisiin ilmatieteellisen tutkimuskeskuksen säähavaintoasemien mittauksiin vuosilta 1980 - 2009. (Ympäristöministeriö 2012a)



Kuva 5. Auringon kokonaissäteilyenergia vaakatasolle (yhtenäinen viiva) sekä etelään suunnatulle pystytasolle (katkoviiva) eri säävyöhykkeillä Suomessa. (Ympäristöministeriö 2012a)

Ympäristöministeriön paikkakuntakohtaisiin keskiarvomittauksiin perustuvat, koko vuoden säteilyenergian määrät vaakapinnoille eri paikkakunnilla ovat; Helsingissä 975 kWh/m², Jyväskylässä 890 kWh/m² ja Sodankylässä 791 kWh/m² ja vastaavat etelään suunnatulle pystypinnalle Helsingissä 851 kWh/m², Jyväskylässä 812 kWh/m² ja Sodankylässä 765 kWh/m² (Ympäristöministeriö 2012a). Toisen lähteen esittämän mukaan Etelä-Suomessa (Helsinki) kattotasolle 30 asteen kallistuskulmaan kohdistuva vuotuinen energiamäärä on arvioitu olevan noin 1160 kWh/m² ja Keski-Suomessa (Jyväskylä) noin 1050 kWh/m² (Solpros 2001). Vaakapinnalle määritetyt vastaavat energiamäärät ovat noin 1000 kWh/m² ja 900 kWh/m².

Aurinkopaneelit ja aurinkokeräimet asennetaan usein rakennuksen katolle, seinälle tai muuhun paikkaan, mihin aurinko paistaa varjostamatta mahdollisimman pitkään ja

missä laitteiden huolto ja puhdistus voidaan esteettä suorittaa. Laitteiden rakenteissa on otettava huomioon, että ne kestävät paikalliset olosuhteet, lämpötilat ja lumikuormat.

Aurinkoenergia ei sen vuorokaudenajasta, vuodenajasta ja sääoloista johtuvan vaihtelun vuoksi sovellu ainoaksi lämpö- ja sähköenergian lähteeksi vakituudessa asuinkäytössä oleviin rakennuksiin, vaan sen rinnalla on käytettävä jotain muuta energiantuotantojärjestelmää.

Auringosta sähköenergiaa aurinkopaneelien avulla

Aurinkopaneelien toimintaperiaate perustuu valosähköiseen ilmiöön. Paneelit koostuvat puolijohdemateriaaleista valmistetuista aurinkokennoista, joissa auringon säteet synnyttävät jännitteen kennon ala- ja yläpinnan välille. Jännite saadaan riittävälle tasolle kytkemällä kennoja sarjaan.

Aurinkokennojen yleisin materiaali on pii. Aurinkopaneeleita ryhmitellään kennojen kiderakenteen mukaan yksikide-, monikide- ja ohutkalvopaneeleihin (amorfiset). Yleisimmin käytettyjä ovat monikidepaneelit. Yksikidepaneelit hyödyntävät hiukan monikidepaneeleita tehokkaammin siihen kohdistuvan auringon säteilyenergian. Ohutkalvopaneelit ovat halvin mutta tehottomin paneelityyppi.

Aurinkosähköjärjestelmät ovat tyypillisiä vapaa-ajanasunnoissa ja muissa kohteissa, jotka ovat sähköverkon ulkopuolella. Tällainen aurinkosähköjärjestelmä koostuu aurinkopaneelista, ohjausyksiköstä, kaapeleista sekä akustosta. Mikäli kiinteistö on liitetty yleiseen sähkön jakeluverkkoon, kuuluvat invertteri ja energialaskuri aurinkopaneelien ja ohjausyksikön lisäksi osaksi järjestelmää.

Aurinkopaneelien kehitystyö on voimakasta, niiden hyötysuhdetta on onnistuttu parantamaan jatkuvasti. Paneelille ilmoitettu hyötysuhde kuvaa sitä, kuinka paljon auringon säteilyenergiasta muuttuu sähköenergiaksi. Piikidekennojen teoreettinen hyötysuhde on 31 %. Hyötysuhdetta huonontavat muun muassa metallijohdeiden liitokset paneelien pinnalla, resistanssi sekä heijastukset paneelin päällä olevasta lasista. Paneelista riippuen todellinen hyötysuhde vaihtelee 8-17 % (Suntekno 2012). Aurinkopaneelien tuotantotekniikat ovat kehittyneet sekä tuotanto- ja raaka-ainekustannukset ovat laskeneet. Aurinkopaneelien voimakkaasti lisääntynyt käyttö ja tuotantotekniikan kehittämisen seurauksena paneelien hinnat ovat laskeneet voimakkaasti.

Aurinkopaneelien teho ilmoitetaan nimellistehona, joka saavutetaan optimiolosuhteissa eli kun auringon säteily kohtaa paneeli 35° kulmassa auringon säteilytehon ollessa 1000 W/m² ja lämpötila 25 °C. Tyypillisesti paneelien nimellistehot vaihtelevat välillä 50 – 200 W.

Saarekekäytössä aurinkopaneelin tuottama sähkö varastoidaan akkuihin. Vakiopaneelien jännitetaso on yleensä mitoitettu lataamaan 12 V:n akkua. Aurinkojärjestelmässä ohjausyksikkö valvoo järjestelmän toimintaa sekä estää akuston ylivarautumisen ja syväpurkauksen. Tuotettua sähköä voidaan käyttää myös ilman akkua, jolloin sähkö on käytettävä suoraan halutussa käyttökohteessa. Mikäli kulutuslaitteeseen tarvitaan 220 V - 230 V verkkojännitettä, täytyy järjestelmään liittää lisäksi invertteri, joka muuttaa aurinkopaneelien tuottaman tasajännitteen vaihtojännitteeksi. Omavaraiseen saare-

kekäyttöiseen sähköjärjestelmään voi aurinkopaneelijärjestelmän lisäksi varavoimälähteeksi kytkeä pientuulivoimalan tai muun sähkön pientuotantoon soveltuvan järjestelmän.

Aurinkopaneelijärjestelmä voidaan kytkeä myös yleiseen sähköverkkoon. Tavallisesti verkkoonkin kytketty aurinkosähköjärjestelmä syöttää ensisijaisesti sähköä kiinteistön omiin käyttökohteisiin. Suuren kulutuksen aikana lisäsähkö otetaan jakeluverkosta ja kun paneeleilla tuotettu sähköenergia ylittää oman tarpeen, siirretään ylimääräsähkö paikalliseen jakeluverkkoon. Paikalliseen sähköverkkoon kytketyltä järjestelmältä edellytetään, että se täyttää kaikki sähköverkon sekä sähköturvallisuusmääräyksen vaatimukset ja että järjestelmään on kytketty verkkoon tahdistava taajuusmuuttaja. Aurinkopaneelien sähköverkkoon kytkeminen tapahtuu standardien SFS 6000-7-712 (Aurinkosähköiset tehonsyöttöjärjestelmät/pienjänniteverkko) ja SFS 6000-5-551.7 (Lisävaatimukset sähköasennuksille, joissa generaattorilaitteisto voi toimia rinnan yleisen jakeluverkon kanssa) mukaisesti.

Auringosta lämpöenergiaa aurinkolämpökeräimien avulla

Aurinkolämpökeräin vastaanottaa säteilyenergiaa muuttaen sen lämpöenergiaksi. Aurinkolämpökeräiminä käytetään tasokeräimiä ja tyhjiöputkikeräimiä. Auringonsäteily lämmittää keräimen mustaa absorptiopintaa, joka sitoo itseensä energiaa ja kuumeenee. Kuumasta absorptiopinnasta lämpö siirtyy pinnan alla virtaavaan lämmönsiirtonesteeseen. Keräimen lämmönsitomiskyvyn parantamiseksi käytetään absorptiopinnalla selektiivistä pinnoitetta ja se on katettu karkaistulla lasilla tai muovilevyllä. Tämä estää lämpösäteilyn poistumista keräimestä ympäröivään ilmaan.

Aurinkokeräimien lisäksi järjestelmään kuuluu yleensä varaaja. Lämpökeräimessä lämmönsiirtonesteen sitoutunut lämpöenergia kierrätetään varaajan alaosassa sijoitet-tavan lämmönsiirtimen kautta takaisin keräimeen. Lämmönsiirtimessä lämmönsiirtonesteeseen sitoutunut lämpöenergia siirtyy varaajaveteen. Ympäri vuotisessa käytös-sä olevissa järjestelmissä lämmönsiirtonesteinä käytetään jäätymätöntä nesteseosta. Nesteseoksena voidaan käyttää esimerkiksi vesi-glykoliseosta, jossa glykolipitoisuus määrittyy sijoituskohteen alhaisimman ulkoilman lämpötilan mukaan. Aurinkokeräinjärjestelmän toimintaa säädetään ohjausyksiköllä. Varaajan etäisyys keräimistä tulisi olla mahdollisimman lyhyt, jotta putkiston lämpöhäviöt ja toisaalta investointi-kustannukset saadaan mahdollisimman pieneksi.

Aurinkoenergian vuorokausiaikojen, vuodenaikojen ja sääolojen vaihtelevuuden vuoksi aurinkolämpökeräimet toimivat vakituisessa asuinkäytössä olevissa rakennuksissa yleensä lisälämmönlähteenä varsinaisen energiantuoton perustuessa esimerkiksi öljyn, sähkön, pelletin, puun, lämpöpumpun käyttöön tai kaukolämpöön. Investoinnin ja järjestelmän käytön kannalta on eduksi, jos aurinkolämpökeräinjärjestelmän rinnalla toimivan lämmöntuottoyksikön toiminta perustuu myös varaajan käyttöön. Aurinkolämpökeräimillä tuotettu lämpöenergia soveltuu erityisesti käytettäväksi lattialämmitysjärjestelmiin ja kesäaikana käyttöveden lämmitykseen.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D5 (luonnos 14.3.2012) on aurinkolämpökeräimen vuositasolla tuottamaksi energiamääräksi keräimen pinta-alayksikköä kohti esitetty vyöhykkeellä I-II (Helsinki) olevan 156 kWh/m²a ja vyöhykkeellä III (Jy-

väskylä) 139 kWh/m²a ja vyöhykkeellä IV (Sodankylä) 125 kWh/m²a. Esitetyissä lukuarvoissa on oletuksena että keräimien kallistuskulma on 30-70 astetta ja keräimet on suunnattu kaakko/etelä/lounas -suuntaan. Mikäli keräimiä käytetään lämpimän käyttöveden tuottoon, on Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 (luonnos 14.3.2012) mukaan laskelmissa suositeltavaa käyttää hyödyksi siirtyväksi vain 40 % esitetyistä arvoista. (Ympäristöministeriö 2012d). Mikäli käytetään tarkempaa laskentamenetelmää, voi laskennassa käytetty auringon tuottaman lämpöenergian määrä olla suurempi (Heimonen 2011).

Ensimmäiset keräintyypit olivat tasokeräimiä. Hinnaltaan tasokeräimet ovat tyhjiöputkikeräimiä halvempia, mutta toisaalta niiden hyötysuhde on pienempi kuin tyhjiöputkikeräimien hyötysuhde. Tyhjiöputkikeräimien etuna on, että niillä saadaan hajasäteily tehokkaasti hyödynnettyä. Aurinkokeräimien ominaisuuksien (hyötysuhteen) mittausta määritetään standardissa EN 12975 -2 mukaan.

4.5 Tuulienergian hyödyntämiseen soveltuvat teknologiat

Yksi merkittävistä hajautetun energian tuotantotavoista on tuulivoima. Tuulen sisältämä energia lisääntyy tuulen nopeuden kolmanteen potenssiin, joten 10 m/s tuulessa on 8 kertaa enemmän energiaa kuin 5 m/s tuulessa. Mitä korkeammalle maanpinnasta nousee, sitä vähemmän siellä on esteitä ja tästä syystä tuuliturbiinin propellit pyritään sijoittamaan mahdollisimman korkealle tai vähintäänkin mahdollisimman aukealle paikalle. (Betz' law 2012), (Ollikainen 2008)

Tuuliturbiinien kehitys on johtanut siihen, että myytävänä on yleensä kotitalous sekä maatilakokoluokan laitteita muutamista sadoista wateista aina muutama kilowattihin (pienuulivoima). Toinen ryhmä on suuret tuulivoimalat, joiden nimellistehot ovat tällä hetkellä tyypillisimmillään 2 – 3 MW. (Alkio 2011) (Small wind turbine 2012)

Tuuliturbiineita on useamman tyyppisiä, mutta nykyiset tuuliturbiinit ovat lähes poikkeuksetta 3-lapaisia HAWT tuuliturbiineja niin pienessä kuin suuressakin kokoluokassa. Teknologioita kehitetään kuitenkin voimakkaasti myös leijavoimaloiden osalta, jotka nostetaan leijan tai heliumpallon avulla todella korkealle, missä tuulee vielä huomattavasti kovemmin kuin uusien 3 lapaisten tuuliturbiinien reilussa sadassa metrissä sijaitsevan nasellin korkeudella. Sähkön tuuliturbiinit tekevät propelliakselin pyörimisliikkeestä generaattorin avulla, joskin yleisesti välissä käytetään vaihdetta varsinkin suurempien tuulivoimaloiden kohdalla. Koska monissa teknisissä ratkaisuissa tuotetun sähkön taajuus on väärä, käytetään ratkaisussa vielä konvertteria, joka ensin tasasuuntaa sähkön ja sitten vaihtosuuntaa sen verkkoon syötettäväksi. (Haverinen 2008) (Unconventional wind turbines 2012) (Wind Turbine 2012)

Suuret tuulivoimalat tekevät yksinomaan sähköä verkkoon, mutta kotitalouden pienuulivoimaloiden osalta tämä ei aina ole välttämättä paras ratkaisu (ks. 7.3. – Sähköverkko). Jos sähköä halutaan syöttää verkkoon, se vaatii laitteistolta konvertteria, tahdistuslaitteistoa sekä tarvittavia katkaisimia, jotka nostavat pienen kokonaisuuden hintaa. Tästä syystä kotitalouskokoluokan tuulivoimaloista löytyy myös ratkaisuja akkujärjestelmien lataamista varten. Yksi mahdollisuus on myös ajaa tuotettu sähkö suoraan monikäyttövaraajan vastuksille, jolloin järjestelmä säästää lämmityskuluissa, joka taas on suurin kuluerä suomalaisen kotitalousenergian käytön suhteen. Koska vastuk-

set eivät ole kranttuja tuotetun sähkön taajuudesta, on tällaisen järjestelmän hinta yleensä alhaisin kotitalouksille suunnatuista tuulivoimaloista. (Finnwind Oy 2012)

Tuulivoimalan teknistä suunnittelua varten on olemassa ohjeistoja (EN 61400), joissa on esitetty muun muassa, miten suunnitellun voimalan sijoituspaikalla vallitsevat ilmastolliset olot on otettava huomioon. Suomen tuuliolot on esitetty Tuuliatlaksessa, jonka pohjana on numeerinen säämalli ja joka edustaa keskimääräisiä tuulioloja eri puolla Suomea ajanjaksolta 1989 - 2007. Säämallilla on tarkasteltu tuuliolosuhteita eri korkeuksilta 50 metristä 400 metriin kautta koko maan 2,5 × 2,5 neliökilometrin alueilta. Rannikolla, saaristossa, tunturialueilla ja valituilla sisämaa-alueilla tuulen keskinopeus annetaan tarkemmalla 250 × 250 neliömetrin resoluutiolla. Tuuliatlaksesta saatavaa tietoa voidaan hyödyntää muun muassa määrittäessä tuulivoimatuotantoon soveltuvia maa-alueiden. (Tuuliatlas 2012)

5 ENERGIANTUOTANTOTEKNOLOGIAN VALINTAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

5.1 Energian kulutuskohteet määrittäminen; laatu ja energiantarve

Kohteeseen valittavan energiantuotantojärjestelmän tulee olla kohteeseen teknisesti toteutettavissa ja käyttövarma sekä elinkaarikustannuksiltaan taloudellinen hankkia ja käyttää. Normaalisti rakennuksissa on lämpö- ja sähköenergian tarve. Tämän lisäksi kohteessa saattaa olla jäähdytyksen tarvetta, mikä energiantuotantovaihtoehtoa valittaessa on myös otettava huomioon.

Energiateknologian valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. se, että onko kyseessä oleva kohde suunnitteilla, rakenteilla tai jo olemassa, mikä on kohteen käyttötarkoitus ja sijainti, kuinka suuri on lämmitys-, jäähdytys- ja sähkötehon tarve sekä vuotuiset energiantarpeet ja niiden jakautuminen vuositasona, mikä on kohteeseen soveltuva energianlähde tai polttoaine, sen saatavuus ja hinta. Energiantuotantokustannuksiin vaikuttavat energiantuotantoyksikön ja siihen liittyvien laitteiden ja järjestelmien investointi-, käyttö- ja huoltokustannukset. Yhtenä hankintapäätöksen tekoa tukevana toimenpiteenä tulisi tehdä eri vaihtoehtoilta elinkaarikustannustarkastelu, jossa voidaan herkkyydentarkastelun avulla teoreettisesti laskea eri muuttuvien tekijöiden, esimerkiksi polttoaineen tai sähkönhinnan, vaikutusta kustannuksiin ja kannattavuuteen.

Kohde voi olla yksittäinen asuin-, liike- tai muu julkinen rakennus tai tuotantolaitos. Toisaalta kohde voi olla kortteli tai asuintaajama. Mikäli tarkasteltava kohde käsittää useamman kiinteistön tai osakkaan, edellyttää yhteisen tahtotilan aikaansaaminen usein tiedottamista, neuvotteluja ja sopimuksia osapuolien välille.

Uudisrakennuksen/uudisalueen energianhuoltojärjestelmän suunnittelu, mitoitus ja teknologioiden valinta on usein suoraviivaisempaa kuin olemassa olevassa, saneerattavassa kohteessa, missä täytyy ottaa huomioon olemassa olevien rakennusten lämmitystavat, niihin liittyvät laitteet, säätölaitteet sekä olemassa oleva muu infrastruktuuri. Energiantuotantoyksikön valinnan ja käyttöä yleisiä tavoitteita ja ohjaavia tekijöitä;

- ympäristökuormituksen ja primäärienergianlähteiden käytön minimointi,
- sekundääristen, hukkaenergiavirtojen ja auringon säteilyenergian passiivinen hyödyntäminen,

- lämmöntalteenoton ja laitteiden energiatehokkuuden maksimointi sekä energiankulutuksen hillitseminen kulutuskäyttäytymisen ja valintojen kautta
- Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ja laskentaperusteet.

5.2 Kaavoitus ja luvat

Kiinteästi paikalleen rakennettava rakennus edellyttää aina rakennuslupaa kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Lupamenettelyssä tutkitaan, onko rakentaminen voimassa olevien maankäyttösuunnitelmien mukainen. Maankäyttöä määräävät maakuntakaava, yleiskaava, asemakaava ja kunnan oma rakennusjärjestys. Rakennuksen osalta varmistetaan, että rakennus ja sen tilaratkaisut täyttävät turvallisuuden, terveellisyyden ja sosiaalisen toimivuuden sekä hyvän energiatalouden vaatimukset ja että myös rakenteet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Myös energiantuotannon riskejä ja ympäristökuormitusta pyritään hallitsemaan lupamenettelyin.

Energiantuotantoyksikköjen osalta ympäristölupaa (johon liittyvät mm. säädökset ympäristönsuojelulaki (82/2000) ja ympäristönsuojeluasetus (169/2000) edellytetään kattila- tai voimalaitokselta, jonka suurin polttoainetehto on yli 50 MW. Sen sijaan polttoaineteholtan 1-50 MW energiantuotantolaitoksia koskee rekisteröintimenettely, jossa toiminnanharjoittaja tekee rekisteröitävästä toiminnasta ilmoituksen kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ilmoitus tulee jättää vähintään 90 päivää ennen toiminnan aloittamista (Valtioneuvoston asetus 445/2020). Energiantuotantolaitoksen on lisäksi täytettävä YSL 30§:n mukaiset edellytykset. Alueellisen energiantuotantoyksikön suunnittelussa on tuotantoyksikön sijainnin ja mitoituksen lisäksi otettava huomioon energiaverkostojen (lämpö, sähkö, mahdollinen jäähdytys) sijainti ja mitoitus sekä polttoainehuolto.

Asuin- ja tuotantorakennusten osalta kaavoituksella voidaan vaikuttaa rakennusten energiantarpeeseen ja mahdollisten uusiutuvien energialähteiden käytön hyödyntämismahdollisuuksiin energiahuollossa. Näin ollen kaavoituksessa on otettava huomioon maasto ja rakennusten sijoittelu maastoon, rakennusten suuntaus aurinkoon nähden.

Auringon säteilyenergiaa voidaan hyödyntää talon lämmityksessä passiivisesti oikealla kiinteistön sijoittamisella ja suuntauksella sekä rakennuksen arkkitehtuurisilla ja rakenteellisilla ratkaisuilla. Passiivisen lämmityksen ohella on kuitenkin muistettava ottaa huomioon rakennuksen rakenteiden, kuten räystäiden oikea mitoitus ja muiden varjostusmenetelmien avulla kesäaikainen auringon säteilystä aiheutuvan lämpökuorman minimointi. Aktiiviset auringon säteilyenergiaa hyödyntävät aurinkopaneelit ja aurinkolämpökeräimet edellyttävät taas mahdollisimman esteetöntä, laitteiden pintaan mahdollisimman kohtisuoraan kohdistuvaa auringon säteilyä ympäri vuoden. Puiden ja muiden rakennusten varjostus alentaa niiden hyötysuhdetta merkittävästi. (Motiva 2012b)

Kun saneerauskohteessa lämmitysjärjestelmä vaihdetaan tai uusitaan maalämpöä hyödyntäväksi, on toimenpiteitä varten haettava toimenpidelupa. Lämpöpumppujen keuruupiirien asennusta koskien astui 1.5.2011 voimaan maankäyttö- ja rakennusasetuksen muutos. Asetuksen mukaan maalämmön hyödyntämiseen tarkoitettun lämpökaivon (porakaivo) poraaminen on luvanvaraista. Luvanvaraisuus koskee myös maaperään

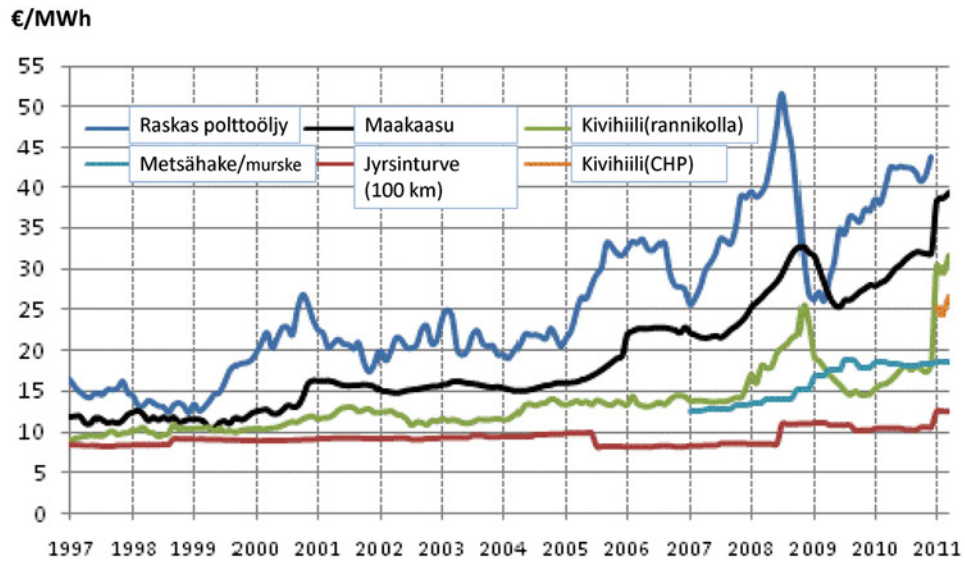
tai vesistöön sijoitettavan lämmönkeruuputkiston asentamista. Toimenpidelupa haetaan kunnan rakennusvalvonnasta. Uudisrakennuksien osalta lämmitysjärjestelmään liittyvät asiat käsitellään rakennuslupahakemuksen yhteydessä. (Ympäristöministeriö 2012c)

5.3 Kustannukset ja kannattavuus

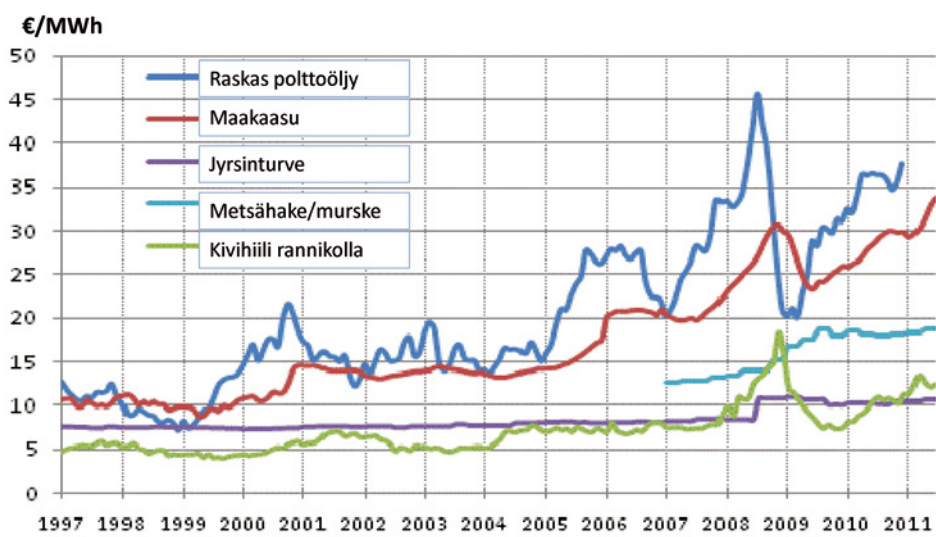
Energiatuotannon kiinteitä kustannuksia ovat investoinneista johtuvat pääomakulut, käyttöhenkilökunnan palkkakulut, suunnitellut vuosihuollot, vakuutukset, polttoaineen varastointikulut, vuokratulot ja erilaiset liittymismaksut esimerkiksi ulkopuoliseen sähkö- tai lämpöverkkoon. Energiatuotantoyksikössä syntyviä muuttuvia kustannuksia aiheuttavat polttoainekustannukset ja muut tuotannosta riippuvat kulut.

Kun käyttöön on valittu teknisesti toimintavarma ja kohteeseen optimaalisesti toimivaksi mitoitettu energiantuotantoteknologia, niin polttoaineen saatavuus, laatu ja hinta ovatkin keskeisimpiä laitoksen toimintaan ja kannattavuuteen vaikuttavista tekijöistä. Myös energiantuotantoyksikön käyttövarmuus ja kokonaishyötysuhde ovat keskeisiä laitoksen kannattavuuteen vaikuttavista tekijöistä. Yhdistetyissä lämmön- ja sähkön tuotantoyksiköissä (CHP-laitos) kannattavuuteen vaikuttaa lisäksi laitoksen rakennusaste (rakennusaste = sähköntuotannon suhde lämmöntuotantoon). Myös laitoksen investointivaiheessa saadut tuet ja/tai ulos myytävästä sähköenergiasta saatava, mahdollisesti erillisen syöttötariffin määrittämä hinta vaikuttavat laitoksen kannattavuuteen ja näin ollen investointipäätökseen).

Polttoaineen hinnalla on huomattava merkitys energiantuotantokustannuksiin ja näin ollen kannattavuuteen. Kuvassa 6 ja 7 on esitetty eri polttoaineiden hintatasot ja niiden vuosittaiset vaihtelut lämmön- ja sähköntuotannossa. Paikallisesti hankitun kiinteän biopolttoaineen hinta riippuu voimakkaasti kuljetusetäisyyksistä ja polttoaineen käsittelystä ja käsittelylaitteiden investointi ja ylläpitokustannuksista (korjuu, haketus, kuivaus, kuljetus). Hakkeesta ja muista kiinteistä biopolttoaineista ei tarvitse maksaa energiaveroa. Polttoturve sen sijaan on energiaverotuksen piiriin kuuluva, jos sitä käytetään priimaus- tai lisäpolttoaineena.

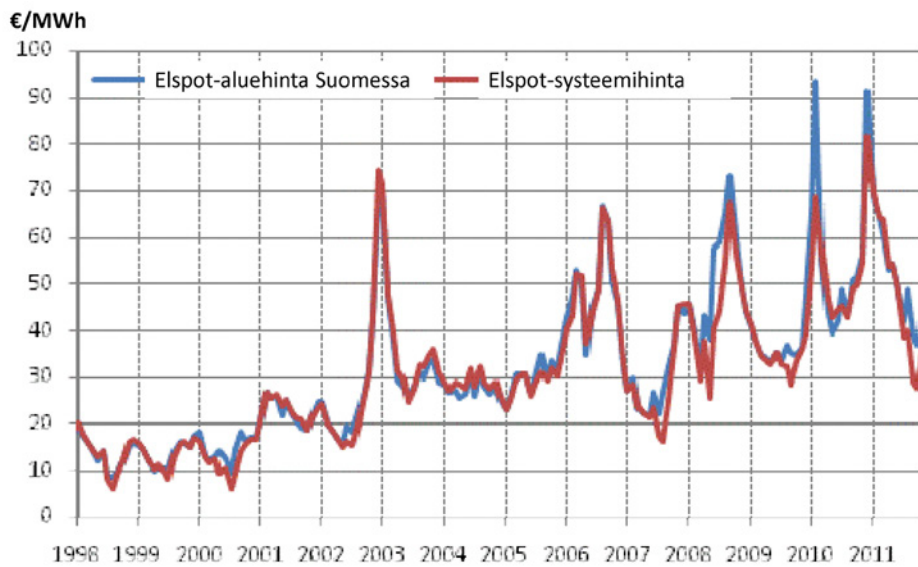


Kuva 6. Voimalaitospolttoaineiden hinnat lämmöntuotannossa. (Tilastokeskus 2012a)



Kuva 7. Voimalaitospolttoaineiden hinnat sähköntuotannossa. (Tilastokeskus 2012b)

Suomessa sähkön markkinahinta määräytyy Nord Poolin sähköpörssissä kysynnän ja tarjonnan mukaan ja se vaihtelee tunnista ja päivästä toiseen. Nord Poolin markkina-alueeseen kuuluvat Suomi, Ruotsi, Tanska ja Norja. Pörssikauppaa käyvät sähkön tuottajat, vähittäismyyjät sekä suuret sähkön käyttäjät. Sähkön päivän hinta ratkeaa Nord Pool spot-markkinoilla tarjonnan ja kysynnän perusteella. Kuvassa 8 on esitetty Nord Pool Spot –sähköpörssin sähkön hinnan kuukausikeskiarvot.



Kuva 8. Nord Pool Spot –sähköpörssin kuukausikeskiarvot. Hinnan yksikkö €/MWh. (Tilastokeskus 2011).

5.4 OHJAUSMEKANISMIT, TUET JA TARIFFIT

5.4.1 Syöttötariffijärjestelmä

Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta (1396/2010) tuli voimaan 1.1.2011. Lain tavoitteena on edistää sähkön tuottamista uusiutuvilla energialähteillä ja näiden energialähteiden kilpailukykyä sekä monipuolistaa sähkön tuotantoa ja parantaa omavaraisuutta sähköntuotannossa. Valtioneuvoston asetuksella 25.3.2011 säädettiin tukitasojen voimaantulo. Syöttötariffijärjestelmään piiriin hakeutumisen ja syöttötariffiin saamiseen liittyvät maksatushakemukset energiantuottaja osoittaa Energiamarkkinavirastolle sähköisen asiointijärjestelmää (SATU) käyttäen. Järjestelmään hyväksytyille laitoksille tukea maksetaan 12 vuoden ajan. Syöttötariffijärjestelmään hyväksytään tuulivoimaloita 2500 MVA nimellistehoon asti, biokaasuvoimaloita 19 MVA nimellistehoon asti ja puupolttoainevoimaloita, kunnes generaattoreiden lukumäärä ylittää 50 ja yhteisteho 150 MVA. (Energiamarkkinavirasto 2012b)

Syöttötariffijärjestelmä koskee uusia tuuli-, biokaasu- ja puupolttoainevoimaloita sekä metsähakevoimaloita. Syöttötariffissa määritetty takuuhinta tuuli-, biokaasu- ja puupolttoainevoimaloille on 83,5 €/MWh. Poikkeuksena on tuulivoimaloille 1.12.2015 asti maksettava korotettu takuuhinta 105,30 €/MWh (max. 3 vuotta/laitos). Syöttötariffina tuotantolaitokselle maksetaan takuuhinnan ja kolmen kuukauden sähkön markkinahinnan keskiarvon erotus. Lisäksi biokaasu- ja puupolttoainevoimaloille voidaan maksaa lämpöpreemiota, mikäli ne tuottavat lämpöä hyötykäyttöön. Biokaasuvoimaloille maksu on 50 €/MWh ja puupolttoainevoimaloille 20 €/MWh. Tuen piiriin hyväksyttävien biokaasu- ja puupolttoainevoimaloiden nimellistehon on oltava vähintään 100 kVA. Puupolttoainevoimaloissa nimellisteho saa olla korkeintaan 8 MVA. Biovoimaloilla ylärajaa ei ole määrätty. Molemmissa voimaloissa syöttötariffin piiriin pääsemisen ehtona on, etteivät ne ole saaneet muuta valtion tukea. (Energiamarkkinavirasto 2012b) Metsähakevoimaloille (koskee myös vanhoja laitoksia) maksettava syöttötariffi määräytyy päästöoikeuden markkinahinnan keskiarvon mukaan ja sen suuruus vaihtelee 0 -18 €/MWh. Enimmäismäärä maksetaan, mikäli päästöoikeuden keskiarvohinta tariffijaksolta on alle 10 €/tCO₂ ja syöttötariffia ei makseta, kun päästöoikeuden keskiarvo on yli 23 €/tCO₂. Tuen piiriin pääsevän laitoksen nimellistehon on oltava vähintään 100 kVA. Ylärajaa ei ole määrätty.

Yhteenvetotaulukko tuotantotukijärjestelmästä on esitetty Energiamarkkinaviraston sivustolla. (Energiamarkkinavirasto 2012c)

5.4.2 Investointituki

Työ- ja elinkeinoministeriön myöntämä energiatuki on investointitukea ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin. Energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista on säädetty valtioneuvoston asetuksella (131/2007). Energiatuen tavoitteena on lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä, edistää energiatehokkuutta ja energian säättöä, vähentää energian tuotannosta tai käytöstä aiheutuvia ympäristöhaittoja, edistää uuden energiateknologian käyttöönottoa ja markkinoille saattamista. Energiatukiasetus (vanha 1313/2007, uusi asetus 2013) sisältää säännökset energiatuen hakemisesta, hyväksyttävistä kustannuksista, tuen maksamisesta ja käytöstä. Hakemukset toimitetaan paikalliseen ELY-keskukseen. Energiatukea voidaan myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille. Asunto-osakeyhtiöille, asuinkiinteistöille tai maataloille tukea ei myönnetä. (Grönlund 2012)

Tukitasoon vaikuttaa hanketyyppi, hankkeen koko, teknologiataso ja hankkeen kannattavuus. Tuen enimmäismäärät hyväksyttävistä kustannuksista laskettuna ovat 40 %, kun kyseessä on uusiutuviin energialähteisiin ja energiatehokkuuteen liittyvät investoinnit, jossa sovelletaan uutta teknologiaa. Tavanomaisella teknologialla toteutettuna tuki on 30 %. Selvityshankkeisiin saatava tuen määrä yrityskoosta riippuen on 40 – 60 %. (Grönlund 2012)

Yksityiskohtaisempaa ja ajankohtaista tietoa energiatuesta, tuettavista hankkeista, tukimääristä, tuen hakemisesta ja maksatuksesta on esitetty työ- ja elinkeinoministeriön sivustolla. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012)

6 ENERGIATUOTANTOYKSIKÖN SUUNNITTELUN JA MITOITUKSEN LÄHTÖKOHDAT

6.1 Yleistä

Energiantuotantojärjestelmien suunnittelun ja mitoituksen lähtökohtana on määrittää kohteen lämmitys-, jäähdytys- ja sähkötehon tarpeet (W), energioiden käyttöprofiili ajan funktiona sekä arvioida vuotuiset energiamäärät (Wh). Tehontarpeisiin ja vuotuisiin energiamääriin vaikuttavat rakennuksen käyttötarkoitus, rakennuksen muoto, rakennuksen maantieteellinen sijainti, henkilömäärä ja heidän käyttötottumuksensa. Jatkuvasti kiristyneiden rakentamismääräysten johdosta rakennusten lämmitysenergiankulutus on laskenut, mikä johtuu rakennuksen vaipan läpi tapahtuneesta pienevistä vuotoilma- ja lämpövirroista sekä laitekannan parantuneesta energiatehokkuudesta. Käyttöveden lämmittämiseen ja ilmastoinnin energiantarpeen osuus kokonaisenergiantarpeesta on näin ollen kasvanut. Näiden kulutuskohteiden energiankulutuksen hillitsemiseksi on uusissa sekä saneerauskohteissa käyttöön otettu mm. asuntokohtainen käyttöveden mittaus ja ilmastoinnissa hyvän hyötysuhteen omaavia lämmöntalteenottolaitteita, mikäli rakennuksessa on käytössä koneellinen ilmastointi.

Matalaenergiarakentamisesta huolimatta asumisen kokonaisenergiankulutus ei kaikesta huolimatta ole pienentynyt ja joissakin kohteissa jopa suurentunut kasvaneen sähköenergiankulutuksen seurauksena.

6.2 Lämmitystehontarpeen määrittäminen

Lämmitysenergiaa kuluu rakennuksen vaipan läpi tapahtuvien lämpöhäviöiden korvaamiseen sekä lämpimän käyttöveden ja ilmanvaihdon tuloilman lämmitykseen. Rakentamisessa energiatehokkuutta on parannettu siirtymällä uudistuotannossa matalaenergiarakentamiseen. Edelleen rakennusten energiankulutusta on tavoitteena pienentää siirtymällä kohti passiivienergiarakentamista ja nollaenergiataloja. Energiankulutuksen pienentäminen perustuu erityisesti rakennuksen vaipparakenteen tiiveyden ja lämmöneristyskyvyn parantamiseen sekä ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmän hyötysuhteen parantamiseen. Käytännössä vaipan läpi tapahtuvan lämpöhäviön osuus energiankulutuksessa edelleen pienenee suhteessa ilmanvaihdon ja käyttöveden lämmityksen energiankulutukseen. Rakennuksissa hyödynnetään tehokkaasti sähkölaitteista vapautuva energia. Lisäksi rakennuksissa saattaa olla omaa

energiantuotantoa, niin että vuositasolla tarkasteltuna rakennuksia voidaan nimittää nollaenergiataloiksi.

Uudisrakennuksissa lämmitysenergian ja jäädytyksen maksimitehontarve (=mitoitusteho) määritetään Suomen Rakentamismääräyskokoelman mukaisesti (Ympäristöministeriö 2012d). Mainitut suuret määritetään rakennuslupahakemuksen yhteydessä. Mikäli rakennuslupahakemukseen liittyviä laskelmia ei ole vielä saatavilla, voidaan alustavassa energiatuotantoyksikön suunnittelussa käyttää ohjeellisia taulukkoarvoja, joissa rakennuksen ominaistehontarpeet on ilmaistu joka pinta-ala- tai tilavuusyksikköä kohden (W/m^2 , W/m^3). Lämpimän käyttöveden kulutus voidaan määrittää keskimääräisten kulutustietojen perusteella. Vastaavasti rakennuksille määritetään vuotuinen lämmitys- ja jäädytysenergian tarve pinta-alayksikköä kohden ($kWh/brm^2/a$). Mikäli tarkastelun kohteena on vanha rakennus, on siitä yleensä saatavissa mitattuja tai muutoin todennettavissa olevia energian kulutustietoja. Mikäli kiinteistössä on tehty rakennuksen energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä, niin ne on otettava huomioon uutta energiatuotantoyksikköä mitoitettaessa ja valittaessa.

6.3 Lämmönjakotapa ja lämpötilatason vaatimus

Uudiskohteeseen rakennettavasta tai saneerauskohteen käytössä olevasta lämmönjakotavasta riippuu, missä lämpötilassa vesi on kiinteistön lämmönjakoverkkoon syötettävä. Rakentamismääräyskokoelma osan D1 mukaan on lämpimän käyttöveden tuotanto kiinteistössä suunniteltava ja asennettava siten, että veden lämpötila on vähintään 55 °C . Edellä mainitut seikat on otettava huomioon energiatuotantojärjestelmää mitoitettaessa ja valittaessa.

Vanhoissa kiinteistöissä vesikiertoisissa lämmitysjärjestelmissä patterit ovat usein mitoitettut lämpötila-arvoille $70\text{ °C}/40\text{ °C}$. Mikäli patterille tulevan veden lämpötila on tätä (70 °C) alhaisempi, saattaa vanhan patterin lämmönsiirtopinta-ala jäädä liian pieneksi, mikäli tilan lämpöhäviöitä ei ole pienennetty esimerkiksi parantamalla vaipan lämmöneristystä.

Uusissa matalaenergiataloissa patterilämmityksessä käytetään jo $40\text{ °C}/33\text{ °C}$ lämpötilatasoja. Uudisrakennuksissa myös lattialämmitys on suosittu lämmitystapa. Lattiapiirissä virtaavan veden mitoitustilana käytetään $40\text{ °C}/33\text{ °C}$. Matalan lämpötilatason seurauksena verkoston lämpöhäviöt ympäristöön ovat pienemmät. Myös energiatuotantoyksikön toiminnan kannalta on edullista, mitä alhaisempaa lämmönjakoverkoston virtaava vesi on ja mitä alhaisempi on lämmöntuottoyksikköön palaavan veden lämpötila.

6.4 Energiatuotantoyksikön mitoitus ja valinta

Mitoitustehon mukaista maksimitehokapasiteettiä tarvitaan vuositasolla käytännössä muutamina tunteina vuodessa, minkä vuoksi päälämmöntuotantoyksikköä harvoin mitoitetaan huipputehontarpeen mukaan. Huipputehontarpeen aikana käyttöön otetaan vara- tai huipputuotantoon tarkoitettu energiantuotanto.

Tyypillisesti laitokset mitoitetaan siten, että peruslämpökattilan tai muun lämmöntuotantoyksikön maksimiteho on noin 40 - 60 % mitoitustehontarpeesta. Tällaisel-

la mitoituksella katetaan usein yli 90 % vuoden kokonaisenergiasta. Optimaalisella peruslämpöä tuottavan yksikön mitoituksella vaikutetaan siihen, että yksikkö toimii mahdollisimman suuren osan käyttöajastaan hyvällä hyötysuhteella, millä on suora vaikutus laitoksen käyttöön ja käyttökustannuksiin.

Suuremmissa järjestelmissä varakattila mitoitetaan usein maksimitehontarpeen mukaan. Vielä nykyisin varakattilana käytetään usein öljykattilaa, jonka investointikustannus tehoyksikköä kohden on pienempi kuin kiinteän polttoaineen kattilalla. Varakattilalla tuotetaan yleensä alle 10 % vuotuisesta energiasta, joten polttoaineen hinnalla ei ole niin suurta kustannusvaikutusta.

Energiantuotantoyksikkönä voidaan käyttää myös ns. hybridijärjestelmää, jossa energiantuotannossa käytetään eri energialähteitä. Eri energialähteiden hyödyntäminen edellyttää eri teknologisia ratkaisuja energiantuotantoyksikön rakenteeseen sekä eri järjestelmien keskenään optimaalista käyttöä.

Kohteen energian tehotarpeiden ja energiamäärien selvityksen lisäksi selvitetään halutaanko lämpöenergian lisäksi tuottaa jäähdytysenergiaa tai sähköenergiaa, onko tarkoitus eri energiamuotojen suhteen muodostaa itsenäisesti toimiva saareke, syöttää energiaa verkon ulkopuolelle tai ostaa ulkopuolista energiaa.

Teknisesti ja taloudellisesti kannattavan energiantuotantojärjestelmän suunnittelun, mitoituksen ja lopullisen valinnan edellytyksenä on, että markkinoilla on saatavissa kohteeseen teknisesti soveltuva ja testattu energiantuotantovaihtoehtojen, energiantuotantoyksikön energialähteen tai polttoaineen saatavuus on varmistettu ja käyttö taloudellisesti kannattavaa. Lähtökohtana tulisi olla uusiutuvien energialähteiden käyttö.

7 ENERGIAPERKOT HAJAUTETUSSA ENERGIANTUOTANNOSSA

7.1 Yleistä

Kun energiantuotantoyksikkö vastaa alueella useamman kiinteistön energianhuollosta, on tuotantoyksikön ja kulutuskohteiden välille rakennettava energiansiirtoverkko. Energiaverkoston kautta kiinteistöihin siirretään lämpöä, sähköä tai jäähdytysenergiaa.

Mikäli alueen hajautettu energiantuotanto ei sisällä sähköenergian tuotantoa, kytketään kiinteistöt yleiseen sähkön jakeluverkkoon. Mikäli alueella on omaa sähköenergian tuotantoa, voi alue olla sähköenergian suhteen saarekekäytössä tai kytkettynä paikalliseen yleiseen jakeluverkkoon. Saarekekäytössä alueen verkko on itsenäisesti toimiva ja erotettu yleisestä sähköverkosta. Toisaalta paikallisen sähköntuotannon ohella alue voi olla kytkettynä yleiseen sähköverkkoon, mikä mahdollistaa alueella tuotetun ylimääräsähkön siirron yleiseen sähköverkkoon ja toisaalta turvaa sähkönsaannin paikallisen sähköntuotannon ollessa riittämätöntä.

7.2 Lämmönjakoverkko

Lämmönjakoverkoilla tarkoitetaan tyypillisesti kaukolämpö- tai aluelämpöverkkoja, joihin lämpöenergia tuotetaan keskitetysti yhdellä tai useammalla CHP- tai lämpölaitoksella. Lämmönjakoverkon suunnittelun lähtökohtana on tuntea lämmitettävän kohteen ja alueen lämpöenergiatarve, maksimi lämpötehotarve ja vaadittu lämpötilataso. Lämmönjakoverkossa siirtyvän lämpötehon määrittää meno- ja paluujohdon massavirta, lämpötilaero sekä verkostossa kiertävä väliaine, joka on lähes poikkeuksetta vesi. Vesi kiertää lämpö/CHP-laitokselta verkostoa pitkin asiakkaalle, luovuttaa siellä vaaditun määrän lämpöenergiaa ja palaa viileämpänä paluujohdtoa pitkin takaisin laitokselle. Suomessa asiakas liittyy lämpöverkkoon tyypillisesti epäsuorasti lämmönsiirtimen kautta, jolloin kiinteistön lämmityspiirissä ei kierrä sama vesi kuin lämpöverkossa. Myös suorat kytkennät ovat mahdollisia erityisesti alemman lämpötilatason järjestelmissä (Koskelainen et al 2006, 80).

Kaavoituksen keinoin voidaan vaikuttaa merkittävästi keskitetyn lämmöntuotannon kannattavuuteen ja sen toteuttamismahdollisuuksiin. Keskitetyn lämmöntuotannon ja -jakamisen kannalta pienelle alueelle keskittyvä energiankulutus on eduksi. Tästä johtuen kaukolämpö on taajama-alueilla yleisin lämmitysmuoto johtuen näiden alueiden korkeasta lämpötiheydestä. Lämpötiheydellä tarkoitetaan sitä lämpöenergiämäärää, jonka alueen asiakkaat keskimäärin käyttävät yhtä kaukolämpöverkon johtometriä kohden. Lämpötiheys on Suomen taajamissa parhaimmillaan yli 5 MWh/m ja on keskimäärin noin 2,2 MWh/m (Pöyry Energy 2009, 27).

Verkoston lämpötiheys on kääntäen verrannollinen lämpöhäviöihin ja matalan lämpötiheyden alueilla verkoston lämpöhäviöt ovat suhteellisesti suuremmat kuin lämpötiheydeltään korkeammilla alueilla. Lämpöhäviöt ovat parhaimmillaan alle 6 % koko verkostoon syötetystä lämpöenergiämäärästä ja keskimäärin ne ovat noin 11 % (Pöyry Energy 2009, 27). Yleensä pienempien taajamien lämpöverkoissa on suhteessa suuremmat lämpöhäviöt kuin suuremmissa taajamissa, johtuen osaltaan alhaisemmasta lämpötiheydestä ja heikommasta verkostosuunnittelusta. Suhteellinen lämpöhäviö on suurempi läpimitaltaan pienemmissä johdoissa, sillä veden lämpöenergiaa maaperään siirtävä johdon ulkopinta-ala on suurempi suhteessa siirrettävään veden massavirtaan kuin suuremmissa johdoissa.

Liian ahtaat lämpöjohdot siirrettävään massavirtaan nähden aiheuttavat liiallisia painehäviöitä ja johtavat kasvaneeseen pumppauksen energiankulutukseen. Hyvänä tavoitearvona kaukolämmön pumppauksen sähköenergiankulutukselle voidaan pitää alle 1 %:a kaukolämpöverkossa siirrettävästä lämpöenergian määrästä. (Pöyry Energy 2009, 17)

Lämpöverkkoon syötettävän veden massavirtaa ja lämpötilaa nostetaan alueen lämpötehotarpeen kasvaessa. Tyypillisesti huipputehotarpeen aikana verkoston meno-veden lämpötila on perinteisellä tekniikalla 115 °C-tasolla ja kesäaikaan, jolloin tilojen lämmitystä ei tarvita, noin 75 °C. Kaukolämpöveden paluulämpötilan tulisi olla aina mahdollisimman alhainen, korkeintaan 50 °C. (Koskelainen et al 2006, 336-337)

Rakennusten aleneva lämpöenergiankulutus niin vanhojen kiinteistöjen energiakorjausten kuin uusien rakennusten matalaenergiaratkaisuiden kautta heikentää kauko- ja aluelämpöjärjestelmien kannattavuutta ja toteuttamiskelpoisuutta alentuneen lämpötiheyden ja suhteellisesti kasvaneiden lämpöhäviöiden kautta. Kauko- ja aluelämmityksen toimintaedellytyksiä voidaan parantaa muun muassa optimoimalla johdoteittejä, tehostamalla asennustöitä sekä suunnittelemalla verkoston lämpötilatasot vastaamaan tarkasti asiakkaiden tarpeita. Verkoston lämpötiloja alentamalla, esimerkiksi tasolle menovesi 60 °C ja paluuvesi 25 °C, voidaan pienentää lämpöhäviöitä ja siten parantaa lämpötiheydeltään heikompien alueiden kaukolämpöön liittämismahdollisuuksia. (Hagström 2009, 6-8.) Pienentynyt lämpötilaero meno- ja paluuveden välillä toisaalta johtaa suurempaan massavirtaan ja siten halkaisijaltaan suurempiin putkiin, lisäten edelleen lämpöjohtoon lämpöhäviöpinta-alaa. On arvioitu, että lämpöverkon lämpötiheyden laskiessa alle 0,5 MWh/m voi lämmönjakelu olla kannattamatonta perinteisillä kaukolämpötekniikoilla (Åbo Akademi University 2009, 23). Kevennetyillä kaukolämpöratkaisuilla voitaisiin investointikuluja alentaa arvioiden mukaan jopa 40 % (Hagström et al 2009, 19).

Nykyaikaisissa lämpöverkoissa voidaan käyttää joko eristettyjä meno- ja paluuveden johtoja eli erillisjohtoja, tai samaan eristeeseen sijoitettuja meno- ja paluuesijohtoja eli kaksiputkijohtoja. Halkaisijaltaan isommat ja korkeiden lämpötehojen siirtämiseen tarkoitetut johdot ovat erillisjohtoja, sillä tyypillisesti halkaisijaltaan yli 2 x DN200 kaksiputkijohtoja ei ole saatavilla niiden kokorajoitteen johdosta. Käytännössä Suomessa on yksinomaan käytössä kiinnivaahdotettuja johtoja (2MPUK, erillisjohto sekä MPUK, kaksiputkijohtoja). Kaksiputkijohdot tarjoavat merkittävästi pienemmät lämpöhäviöt verrattuna erillisjohtoihin. Putkimateriaalina on pääosin teräs, joskin muoviputket ovat lisänneet suosiotaan. Muoviputkien käytössä tulee huomioida niiden lämpötilarajoite, menoveden maksimilämpötila 80-90 °C, ja ne soveltuvatkin paremmin matalammissa lämpötiloissa toimiviin aluelämpöjärjestelmiin. (Koskelainen et al 2006, 137-143.)

7.3 Matalalämpötilaverkko

Matalalämpötilaverkolla tarkoitetaan pääasiallisesti sellaista lämmönjakeluverkkoa, jonka lämpötilataso on niin alhainen, että asiakkaat eivät voi täysimääräisesti ilman omia laitteita hyödyntää sen lämpöenergiaa. Asiakkaan tarvitsema lämpötilataso saavutetaan asiakaslaitteiden avulla, tyypillisimmin lämpöpumpuilla, joilla valmistetaan haluttu lämpötilataso. Esimerkiksi maalämmön keruupiiri, jos siihen olisi kytkettyinä kaksi tai useampi asiakasta tai kiinteistöä, muodostaisi matalalämpötilaverkon, jossa jokainen asiakas viimeistelee oman lämpötilatasonsa. Lämpöpumpun COP-kerroin on sitä korkeampi mitä pienempi on lämpötilaero lämpöpumpun höyrystimen ja lauhduttimen välillä.

Lämmönlähteenä matalalämpötilaverkoissa voi olla muun muassa teollisuuden hukkalämpö, kaukolämmön paluuvesi, jätevedenpuhdistamon prosessivedet, vesistöt ja maaperä. Erityisesti kaukolämmön paluuveden hyödyntäminen matalalämpötilaverkon lämmönlähteenä loisi uusia mahdollisuuksia kaukolämmön hyödyntämiselle. Kaukolämmön paluuveden lämpötila olisi tapauksesta riippuen hyvin lähellä useimpien asiakkaiden tarvitsemaa lämpötilatasoa, jolloin asiakaslaitteilla saavutettaisiin erinomainen COP-kerroin. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamojen prosessivedet ovat vuoden ajasta riippuen lämpötilaltaan välillä 10 - 20 °C, mikä tekee niistä mielenkiintoisen vaihtoehdon matalalämpötilaverkon lämmönlähteeksi.

Osa matalalämpötilaverkoista toimii hyvin lähellä 0 °C tai jopa alemmassa lämpötilassa, jolloin verkoston jäätymisvaara on ilmeinen. Verkoston jäätyminen ehkäistään lisäämällä veden joukkoon glykolia tai vastaavaa ainetta alentamaan jäätyislämpötilaa kuhunkin tilanteeseen sopivalle tasolle. Glykolin ja muiden alkoholien käyttö pienentää kiertoaineen ominaislämpökapasiteettia, mikä tulee ottaa huomioon mitoituksessa.

7.4 Sähköverkko

Vuonna 2005 Energiamarkkinavirasto vahvisti sähkön tuotannon liittymisehdot sekä verkkoon tapahtuvan sähkön syötön ehdot. Liittymisehdoissa on määritetty esimerkiksi sähkön tuotantolaitteistolle asetettavista vaatimuksista, sähköntuotantolaitteiston käytöstä ja suojauksesta, verkon haltijan ja sähköntuottajan välisistä sopimuksista (Energiamarkkinavirasto 2012a). Tämän lisäksi Energiateollisuus ry on julkaissut ohjeistuksia sähköntuotantolaitoksen jakeluverkkoon liittämistä (Energiateollisuus 2012d). Ohjeistussarjaan kuuluu yleisten ohjeiden lisäksi teknisiä liitteitä ja ohjeita verkon suunnittelijoille. Paikallinen sähköverkonhaltija laatii voimassa olevien vaatimusten ja ohjeiden pohjalta jakeluverkkoon liittämisperusteet ja sähköntuotantoyksikön verkkoon kytkeminen toteutetaan esitettyjen ohjeistuksien ja velvoitteiden mukaisesti. Tyypillisesti jakeluverkkoon liitettävälle tuotantolaitokselle asetetut vaatimukset riippuvat tuotantolaitoksen nimellistehosta.

Pienten sähköntuotantolaitteistojen kytkeminen sähköverkkoon on ollut pitkään melko työläs homma melko sekalaisten ja osittain myös pienille järjestelmille asetettujen kohtuuttomien vaatimusten vuoksi. Viimevuosina verkkoyhtiöt ovat pientuottajien onneksi kuitenkin uudistaneet kytkentävaatimuksiaan vastaamaan Energiateollisuus ry:n suosituksia ”Pienvoimaloiden liittäminen jakeluverkkoon” mukaisiksi, joskin edelleen verkkoonkytkennän ehtojen selvittäminen vaatii perehtyneisyyttä tai vähintään ammattitaitoisen laitetoimittajan, joka kykenee auttamaan verkkoonkytkentään liittyvissä ilmoituskäytännöissä.

Tuotantoteholtaan pienissä alle 110 kV verkkoon liitettävissä sähköntuotantoyksiköissä kytkentäspeksit voidaan jakaa neljään luokkaan. Luokka 1 ja 2 ovat nk. saarekekäyttöliityntöjä, joita voi käyttää silloin, kun kulutusverkko ei ole kytkeytynyt jakeluverkkoon tai se erottuu automaattisella syötönvaihtolaitteistolla jakeluverkosta. Saarekekäyttö terminä tarkoittaa sähköntuotantotapaa, jossa sähköntuotantolaitteisto ei ole sillä hetkellä kytkettynä jakeluverkkoon ja sähköntuotantolaitteisto tuottaa niin laitteiston omakäyttötehon sekä joissain tapauksissa laitoksen yhteydessä toimivan kulutusverkon tehon. Saarekekäytöissä on kuitenkin aina muistettava, että sähköä tulee tehdä aina saman verran kuin mitä on kulutusta tai muuten taajuus lähtee liukumaan ylös tai alaspäin (riippuen syötetäänkö tehoa liikaa vai liian vähän), joka riittävästi liukuessaan sovitusta 50 Hz taajuudesta alkaa rikkoa sähkölaitteita. (Salovaara 2009)

Vaikka saarekekäyttöä käytetään yleisesti suuremmissa energialaitoksissa (lähinnä mahdollistaen jakeluverkkoon tehtävän nopean takaisinkytkennän), kuluttajalle tällainen saarekekäyttö on tutuin agrekaattikäyttönä. Saarekekäytöt tuottavat energiaa irtikytkettynä perinteisestä jakeluverkosta – yleensä jakeluverkossa tapahtuvan häiriön vuoksi. Joissain tapauksissa pienessä kulutuskohteessa voi tuotantolaitteesta riippuen olla järjevä luokan 2 automaattisella syötönvaihdolla toteutettu sähköntuotantolaitteis-

to, jos järjestelmässä on kuormaa tasaava akusto ja mahdollisesti ylikuormavastukset esim. lämminvesivaraajassa. Luokan 2 laitteistot yleensä ovat yksinkertaisempia luokan 3 ja 4 laitteistoihin verrattuna. Lisäksi luokan 3 ja 4 kytkennöissä siirtoyhtiöt velottavat maksuja n. 0,5 c per tuotettu kWh (tulipa sähkö omaan käyttöön tai myytiinpä se siirtoyhtiölle). Lisäksi luokan 3 ja 4 kytkennöillä toteutettujen laitteiden tuottamasta sähköstä on tilitettävä valtiolle energiaverot sekä alv. (Salovaara 2009)

Luokan 3 ja 4 laitteistokytkennät ovat jakeluverkon kanssa rinnan käyviä sähköntuotantolaitteistoja. Luokan 3 laitteet ovat sähköntuotantolaitteita jotka tuottavat sähköä kulutuskohteeseen, mutta eivät missään vaiheessa saa tuottaa tehoa, joka syötetään verkkoon. Käytännössä luokan 3 laitteet tulee varustaa järjestelmällä, joka katkaisee oman sähköntuoton, mikäli tehoa siirtyy jakeluverkon suuntaan yli 5 sekuntia. Luokan 3 laitteet tulevat olla herkästi säätyviä kulutuskohteen mukaan, sillä 5 sekuntia on nopea säätöaika sopeuttaa tehoa kulutuskohteen sähkönkulutuksen mukaan ja tällaiset järjestelmät yleensä tarvitsevat keinokuormaa tasaamaan muutoksia. (Salovaara 2009) Luokan 4 laitteet ovat laitteita, jotka pystyvät syöttämään tehoa niin kulutuskohteeseen sekä jakeluverkkoon. Luokan 4 sähköntuotantolaitteiden liityntöihin kohdistuu luonnollisesti suurimmat vaatimukset ja liitynnät tuleekin toteuttaa moniportaisilla jännitteen, taajuuden ja virran seuranta järjestelmillä sekä varustaa asianmukaisilla kontaktoreilla sekä kuormitusuojilla, jotta häiriötilanteessa häiriöt eivät pääse jakeluverkon suuntaan. (Salovaara 2009)

8 ESIMERKKEJÄ KANNATTAVUUDESTA JA MITOITUKSESTA

Hajautetut energiaratkaisut pitävät sisällään monen eri kokoluokan vaihtoehdot aina yksittäisistä kiinteistöistä useiden satojen kiinteistöjen energiantuotantoratkaisuihin. Tässä osiossa tuodaan esille hajautettujen energiaratkaisuiden soveltuvuutta esimerkiksi kikohteisiin. Ensimmäinen kohde käsittelee uudisrakennusaluetta, jonka lämpöenergiantuotantoa vertaillaan toteutettavaksi aluelämmöllä, maalämmöllä ja maalämpö/aurinko-hybridillä. Toinen kohde käsittää olemassa olevan aluelämpöön liitetyn kiinteistöryppään, jonne arvioidaan pien-CHP-laitoksen soveltuvuutta ja tarkastellaan kannattavuuden reunaehtoja.

8.1 Pientalovaltaisen uudisrakennusalueen lämmitysratkaisut

Kohdealueena toimii uudisrakennusalue Itä-Suomessa, jonka lämmitysenergiantuotannon eri vaihtoehtoja tässä esityksessä arvioidaan. Alueelle on suunniteltu 28 omakotitalotonttia, 2 rivitalotonttia sekä 2 tonttia liikerakentamiselle. Tässä tarkastelussa vertaillaan hakkeella lämmitettävää aluelämpöverkkoa kiinteistökohtaisiin ratkaisuihin. Kiinteistökohtaiset lämmitysmuodot ovat maalämpö sekä hybridilämmitys, jossa maalämpö yhdistyy aurinkolämmön hyödyntämiseen. Oheisessa laskelmassa esitetyt lähtöarvot ja hintatasot perustuvat Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun (nykyinen Karelia-amk) sekä Järvi-Suomen Energiasuunnittelu Oy:n yhdessä toteuttamaan taustatutkimukseen.

Omakotitalojen oletetaan olevan pinta-alaltaan 120 brm² sekä taloissa asuvan kolme henkeä. Tilojen lämmitykseen vuoden 2012 energiatehokkuusmääräysten mukaisesti rakennetun pientaloon arvioidaan kuluttavan 10710 kWh/a ja lämpimän käyttöveden valmistuksen kuluksi 2700 kWh/a. Lämpöenergiaa kuluu vuodessa 13410 kWh/a/pien-talo ja yhteensä 28:ssa pientalossa 375480 kWh/a.

Rivitaloille varatulle tontille oletetaan rakennettavan kaksi pinta-alaltaan 500 brm²:n rivitaloa joissa olisi viisi asuntoa per rakennus ja yhdessä asunnossa asuisi laskennal-lisesti 2,5 henkeä. Tilojen lämmitykseen kuluu 41125 kWh/a ja lämpimän käyttöveden valmistukseen 11250 kWh/a. Lämpöenergiaa kuluu vuodessa 52 375 kWh/a/rivitalo ja kahdessa rivitalossa yhteensä 104750 kWh/a.

Liikerakentamiseen varatuissa kortteleissa kahden liikerakennuksen yhteispinta-alaksi määritettiin 2 700 brm² ja niissä kuluu lämpöenergiaa yhteensä 266760 kWh/a.

Aluelämpöverkkoon liitetään kaikki tarkasteltavan alueen kiinteistöt, jolloin vuotui-nen lämpöenergiankulutus kiinteistöissä on 747 MWh/a. Laitoksen ja verkoston hä-viöiksi arvioidaan 25 %, jolloin polttoainetta lämmöntuotantoon kuluu 934 MWh/a. Aluelämpöverkon kokonaispituus on 1280 metriä, joten alueen lämpötiheydeksi tulee 0,58 MWh/m. Lämpötiheyden kannalta ollaan perinteisen kaukolämpötekniikan ala-rajalla. Lämpölaitoksen pääkattilana toimisi 500 kW:n biokattila ja varakattilana 500 kW:n kevytöljykattila. Kiinteistöt liittyvät aluelämpöverkkoon lämmönvaihtimilla. In-vestointikustannukset aluelämpöverkossa muodostuvat lämpölaitoksesta (450 000 €), aluelämpöverkon rakentamisesta (192 000 €), suunnittelu ym. kuluista (50 000 €) sekä kiinteistöjen lämmönvaihtimista (144 000 €). Muuttuvat kustannukset koostuvat met-sähakkeen hankinnasta (22 €/i-m³, 0,8MWh/i-m³), laitoksen omakäyttösähköstä (0,03 MWh_{el}/MWh_{pa}, 80 €/MWh), lämpökeskuksen lämmitystyöstä (75 h/a, 20 €/h) sekä lämpökeskuksen huolto- ja ylläpitokuluista (1 % investoinneista).

Maalämpövaihtoehdossa alueen rakennukset varustettaisiin kiinteistökohtaisilla maa-lämpöpumpuilla, joilla tuotettaisiin 100 % kiinteistöjen lämpöenergian tarpeesta. Lämpöpumppujen lämpökertoimen keskiarvon oletetaan olevan COP 2,5. Investoin-tikustannukset muodostuvat kiinteistöjen lämpöpumppujen laitteistoista (565 000 €), suunnittelu ym. kuluista (30 000 €) sekä asennustyöstä (80 000 €). Muuttuvat kus-tannukset koostuvat kulutetusta sähköenergiasta (298,8 MWh/a, 121,4 €/MWh) sekä huoltokustannuksista (1 % investoinneista).

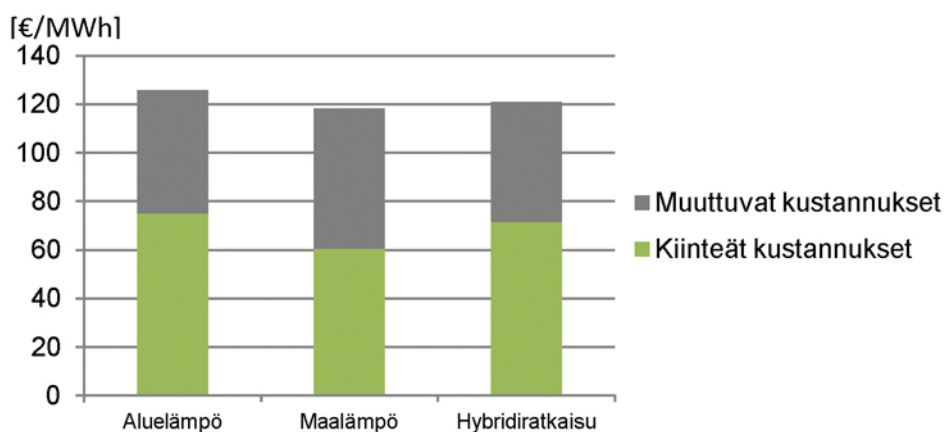
Hybridilämmitysvaihtoehdossa alueen rakennukset varustettaisiin kiinteistökohtai-silla maalämpöpumpuilla, lämmönvaraajalla sekä aurinkokeräimillä. Aurinkosimu-lointien perusteella voidaan arvioida, että aurinkokeräimillä saadaan tuotettua 20 % vuotuisesta todellisesta lämpöenergian tarpeesta ja maalämpöpumpulla 80 %. Inves-tointikustannukset muodostuvat hybridilämmityslaitteistosta (687 000 €), suunnittelu ym. kuluista (30 000 €) sekä asennustyöstä (80 000 €), Aurinkokeräimet, niiden asen-nus ja lämmönvaraaja on sisällytetty hybridilämmityslaitteiston investointiin. Muuttu-vat kustannukset koostuvat kulutetusta sähköenergiasta (239 MWh/a, 121,4 €/MWh) sekä järjestelmän huolto- ja ylläpitokuluista (1 % investoinneista).

Investointikustannukset jaetaan vuotuisiksi kustannuksiksi annuiteettimenetelmällä käyttäen laskentakorkona 3 %:a ja investoinnin poistoaikana 15 vuotta. Lisäksi inves-tointeihin oletetaan saatavan 20 % energia-avustusta. Oheisessa taulukossa on esitetty eri vaihtoehtojen kiinteät vuotuiset kulut sekä muuttuvat kustannukset.

Taulukko 3. Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset

	Aluelämpö	Maalämpö	Hybridi
Investointikustannus [€]	668 800	540 000	637 600
Kiinteät kustannukset [€/a]	56 023	45 234	53 410
Muuttuvat kustannukset [€/a]	37 956	43 024	36 989
Yhteensä [€/a]	93 979	88 258	90 399
Kiinteät kustannukset [€/MWh]	75,0	60,6	71,5
Muuttuvat kustannukset [€/MWh]	50,8	57,6	49,5
Yhteensä [€/MWh]	125,8	118,2	121,0

Edellä esitetyn taulukon 3 arvot on esitetty oheisessa kuvassa 9 havainnollisemmassa muodossa.



Kuva 9. Vaihtoehtojen kiinteät ja muuttuvat kustannukset.

Erot eri järjestelmien välillä ovat suhteellisen pienet, eikä mikään edellä esitetty ratkaisu nouse merkittävästi toistaan paremmaksi. Maalämpöpumpun hieman alhaisemmat kiinteät kustannukset yhdistettynä hiveneen korkeampiin muuttuviin kustannuksiin on tämän tarkastelun valossa edullisin vaihtoehto. Muuttuvien kustannusten osalta hybridilämmitys ja aluelämpö ovat hyvin lähellä toisiaan ja huomattavasti pelkkää maalämpöä alemmalla tasolla. Pidemmällä laskenta-ajalla sekä alhaisemmalla laskentakorolla kiinteät kustannukset olisivat pienentyneet erityisesti aluelämmön sekä hybridiratkaisun osalta, jolloin nämä ratkaisut olisivat käytännössä joko yhtä edullisia tai edullisempia kuin maalämpö tässä tapauksessa. Huomioiden aluelämpöverkon sekä lämpökeskuksen normaalin käyttöiän verrattuna lämpöpumppukoneistojen yleiseen käyttöikään, paranee aluelämmön asema edelleen. Etenkin aluelämpöverkon tekni-
nenkin käyttöikä on useita vuosikymmeniä. Toisaalta lämpöpumppujen COP-kerroin voi olla tässä esityksessä käytettyä korkeampi, mikä alentaisi muuttuvia kustannuksia merkittävästi lämpöpumppujen osalta.

Laskelma osoittaa siihen suuntaan, että yhtä ja oikeaa vaihtoehtoa hajautettujen energiaratkaisuiden osalta ei ole olemassa. Tällä hetkellä käytössä olevat yleisimmät ratkaisut ovat kokonaiskustannuksiltaan niin lähellä toisiaan, että energiaratkaisun valinnassa tosiasiallisesti painottuu enemmän päättäjien asenteet ja mielikuvat ratkaisujen sopivuudesta alueelle tai omaan kiinteistöön.

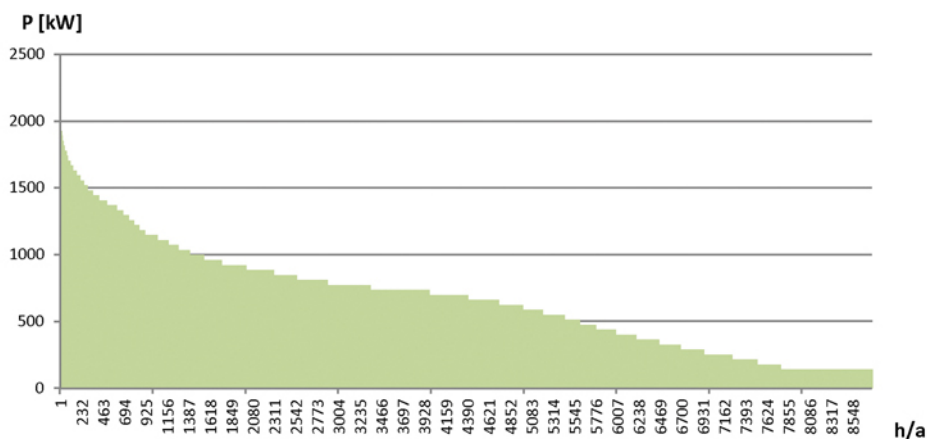
8.2 Pien-CHP-ratkaisut olemassa olevaan aluelämpöverkkoon

Kohdealueena toimii Itä-Suomessa sijaitseva olemassa oleva aluelämpöverkko, jossa nykyään alueen tarvitsema lämpöenergia tuotetaan raskaan polttoöljyn kattiloilla. Tässä laskelmassa selvitetään eri tavalla mitoitettujen pien-CHP-laitosten, pien-CHP-laitoksen ja hakelämpökeskuksen yhdistelmän sekä pelkän hakelämpökeskuksen kannattavuutta nykyisen raskaaseen polttoöljyyn perustuvan lämmöntuotannon korvaamiseksi. Laskelmassa selvitetään eri vaihtoehtojen maksimi-investointitasot, joilla vaihtoehdot ovat vielä kannattavia korvaamaan nykyistä raskaaseen polttoöljyyn (POR) pohjautuvaa aluelämmitystä. Laskentaesimerkki perustuu hankkeessa Lämpölaitosteknologian kehityshanke Joensuun seudulla ja Keski-Karjalassa laadittuun pien-CHP:n kannattavuuden reunaehtoja määrittelevään laskentamalliin (Tanskanen 2012). Tässä osiossa esitettävä laskelma on pääpiirteiltään yhtenevä laskentamallin ympärille tehdyn opinnäytetyön (Tanskanen 2012) esimerkklaskelman kanssa.

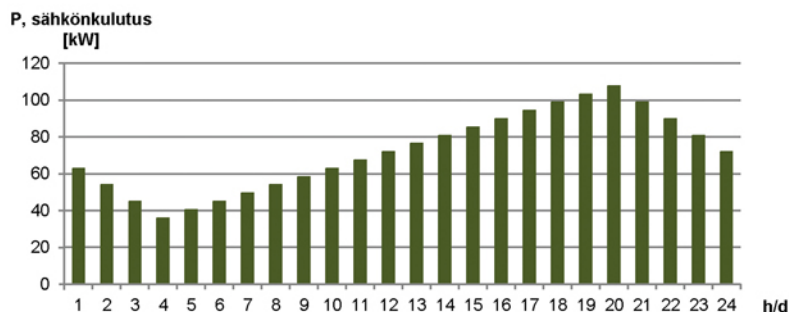
Kohdealueen kuvaus

Kohdealueella käytetään raskasta polttoöljyä lämpöverkon lämmitykseen keskimäärin 600 000 litraa vuodessa. POR-kattilan hyötysuhteen oletetaan olevan 90 %, jolloin aluelämpöverkkoon johdettaisiin vuosittain 5826 MWh lämpöenergiaa. Verkkoon johdetusta lämpöenergiasta lämpimän käyttöveden valmistukseen sekä lämpöhäviöihin on kulunut keskimäärin 21 % vuodessa. POR:n hinnan ollessa 0,5 €/kWh ovat vuotuiset polttoainekulut olleet 323 667 €.

Kohteen astepäiväluvuksi S_{17} arvioitiin 5147 °Cd ja mitoitusulkolämpötilana käytettiin lukemaa -32 °C, jolloin kohteen lämpöenergiankulutuksen mitoistehoksi tilojen lämmitykseen saatiin 1965 kW. Oheisessa kuvassa 10 on esitetty kohdealueen lämpötehoon pöytäkuva.



Kuva 10. Kohdealueen lämpötehoon pöytäkuva.



Kuva 11. Kohdealueen sähkökulutuksen vuorokautinen profiili.

Sähköenergian kokonaiskulutus kohteessa on 628,7 MWh/a ja vuorokautisen sähkökulutusprofiilin oletettiin vastaavan asuinkerrostalojen kulutusprofiilia, jolle laadittiin opinnäytetyössä yksinkertaistettu malli. Oheisessa kuvassa 11 on esitetty mallin mukainen vuorokautinen sähkökulutuksen vaihtelu kohdealueella.

Sähkön kulutus on mallin mukaisesti alhaisimmillaan aamuneljältä ja suurimmillaan iltakahdeksan aikaan. Sähkötehotarpeen vaihtelu vuorokauden sisällä on suurta ja vuorokauden alin sähkötehotarve on 33,3 % vuorokauden korkeimmasta sähkötehotarpeesta.

Tarkasteltavat vaihtoehdot

Kaikki vertailtavat vaihtoehdot käyttävät pääasiallisena polttoaineenaan haketta. Vertailussa on mukana seuraavat vaihtoehdot.

- 1) Polttoaineteholtaan 1200 kW:n CHP-laitos, vara- ja huippulämpönä POR-kattila
- 2) Polttoaineteholtaan 620 kW:n CHP-laitos, vara- ja huippulämpönä POR-kattila
- 3) Polttoaineteholtaan 190 kW:n CHP-laitoksen ja 830 kW:n kiinteää polttoainetta hyödyntävän lämpölaitoksen yhdistelmä, vara- ja huippulämpönä POR-kattila
- 4) Polttoaineteholtaan 1000 kW:n kiinteää polttoainetta hyödyntävä lämpölaitos, vara- ja huippulämpönä POR-kattila

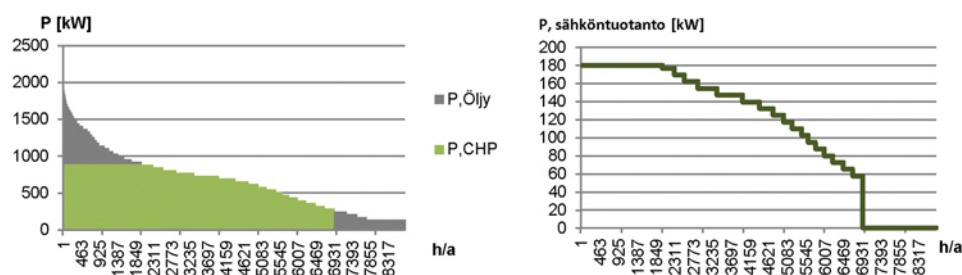
Kaikissa vaihtoehtojen 1-3 CHP-laitoksissa on oletettu sähköntuotannon hyötysuhteen olevan 15 % ja lämmöntuotannon hyötysuhteen olevan 75 % jolloin CHP-laitoksen kokonaishyötysuhde olisi täten 90 %. Vaihtoehtojen 3-4 kiinteän polttoaineen kattiloiden (KPA-kattiloiden) hyötysuhteiden oletetaan olevan 90 %. Oheisessa taulukossa 4 on esitetty vaihtoehtojen sähkö- ja lämpötehot sekä laitosten käytettävyyalueet, joita laskennassa käytettiin.

Taulukko 4. Vaihtoehtojen sähkö- ja lämpötehot sekä osatehoalueet.

Tarkasteltavat vaihtoehdot	CHP:n sähköteho [kW]	CHP:n lämpöteho [kW]	CHP:n osatehoalue nimellistehosta [%]	KPA-kattilan osatehoalue nimellistehosta [%]
1) 1200 kW:n CHP-laitos	180	900	30-100	---
2) 620 kW:n CHP-laitos	93	465	30-100	---
3) 190 kW:n CHP-laitos ja 830 kW:n KPA-lämpölaitos	29	143	30-100	30-100
4) 1000 kW:n lämpölaitos	---	---	30-100	30-100

Ohessa esitetään kunkin vaihtoehdon 1-4 lämmöntuotannon sekä sähköntuotannon pysyvyyskäyrät sekä hakkeella ja öljyllä tuotetun lämpöenergian prosentuaaliset osuudet. Lämpötehon pysyvyyskäyrästä voidaan lukea kuinka monta tuntia vuodessa lämpötehon tarve on tietyn tehon ylä- tai alapuolella.

Vaihtoehdon 1 mukaisen 1200 kW:n CHP-laitoksen lämmön- ja sähköntuotannon pysyvyyskäyrät on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. 1200 kW:n CHP-laitoksen lämmön- ja sähköntuotannon pysyvyyskäyrät.

Kuvasta havaitaan, että 1200 kW:n CHP-laitos ei kykene toimimaan alhaisen lämpökuorman aikana jolloin lämpötehon tarve on alle 30 % CHP-laitoksen lämmöntuotannon mitoitustehosta. Tästä johtuen kesäkuukausien aikana ei ole myöskään CHP-sähkön tuotantoa kohdealueella.

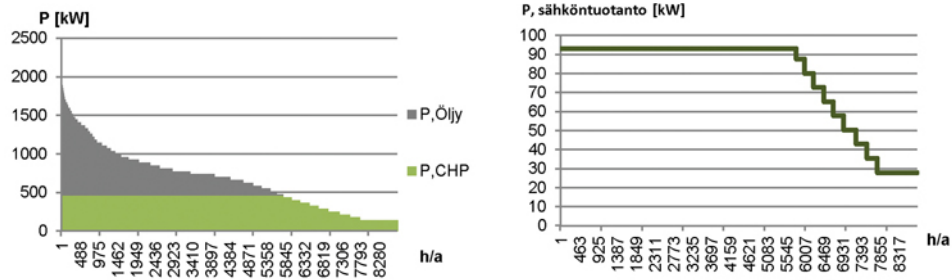
Oheisessa taulukossa 5 on esitetty 1200 kW:n CHP-laitoksella tuotettavat lämpö- ja sähköenergiämäärät sekä POR-kattilalla tuotettu lämpöenergiämäärä.

Taulukko 5. 1200 kW:n CHP-laitoksen sähkö- ja lämpöenergiantuotanto.

CHP-lämpö [MWh/a]	CHP-sähkö [MWh/a]	POR-lämpö [MWh/a]
4887,3	977,5	938,7

CHP-lämmön osuus on 84 % vuotuisesta lämpöenergiantarpeesta ja loput 16 % tehdään POR-kattilalla. Sähköä tuotetaan laskennallisesti yli oman tarpeen, mutta se ei sijoitu ajallisesti täysin oikein, jotta kaikki kohdealueen ostosähkö voitaisiin korvata. CHP-laitoksella saadaan tuotettua 77 % alueen sähköenergiantarpeesta ja loput 23 % ostetaan markkinoilta.

Vaihtoehdon 2 mukaisen 620 kW:n CHP-laitoksen lämmön- ja sähköntuotannon pysyvyyskäyrät on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. 620 kW:n CHP-laitoksen lämmön- ja sähköntuotannon pysyvyyskäyrät.

Kuvasta havaitaan, että CHP-laitoksella voidaan tuottaa peruslämpöä aluelämpöverkoon ympäri vuoden, jolloin saadaan myös tuotettua sähköä vuoden ympäri.

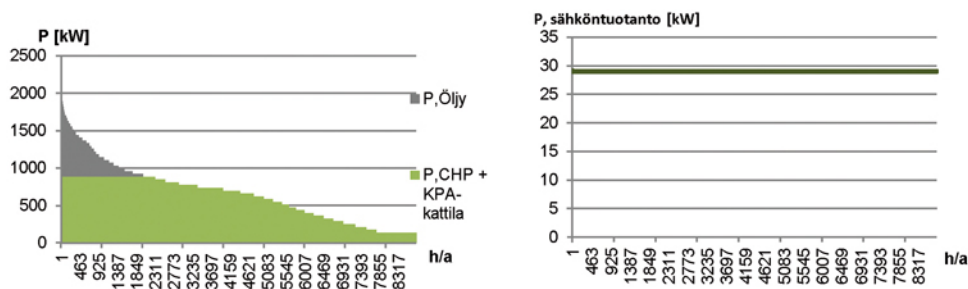
Oheisessa taulukossa 6 on esitetty 620 kW:n CHP-laitoksella tuotettavat sähkö- ja lämpöenergiamäärät.

Taulukko 6. 620 kW:n CHP-laitoksen sähkö- ja lämpöenergiantuotanto.

CHP-lämpö [MWh/a]	CHP-sähkö [MWh/a]	POR-lämpö [MWh/a]
3423,7	684,7	2402,3

CHP-lämmön osuus on 59 % lämpöenergiatarpeesta ja 41 % lämpöenergiasta jäisi tuotettavaksi POR-kattilalla. Alueen sähköenergiankulutuksesta saadaan tässä vaihtoehdossa CHP-laitoksella tuotettua 86 % ja loput 14 % hankitaan markkinoilta.

Vaihtoehdon 3 mukaiset lämmön- ja sähköntuotannon pysyvyyskäyrät on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. 190 kW:n CHP-laitoksen sekä 830 kW:n KPA-kattilan yhdistelmän lämmön- ja sähköntuotannon pysyvyyskäyrät.

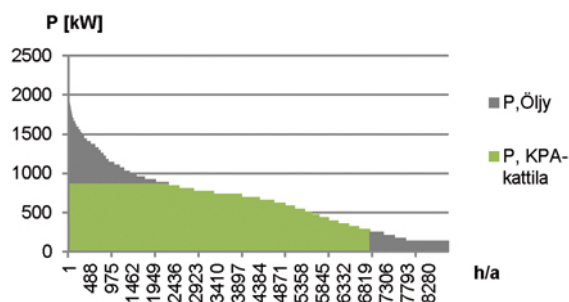
Pien-CHP-laitoksen ja hakelämpökeskuksen yhdistelmällä voidaan tuottaa sekä kesäaikainen alhaisen lämpökuorman ajanjakso kuin myös merkittävä osa viileämmästä ajanjaksosta. CHP-laitos on mitoitettu siten, että se käy jatkuvasti täydellä teholla.

Taulukko 7. 190 kW:n CHP-laitoksen sekä 830 kW:n KPA-kattilan yhdistelmän sähkö- ja lämpöenergiantuotanto.

CHP + KPA-lämpö [MWh/a]	CHP-sähkö [MWh/a]	POR-lämpö [MWh/a]
4865,3	254,0	960,7

Pienen CHP-laitoksen ja hakelämpökeskuksen yhdistelmällä pystytään tuottamaan 84 % alueen lämpöenergiasta, jolloin 16 % jää tuotettavaksi POR:lla. Sähköenergiasta pien-CHP:lla kyetään tuottamaan 40 % alueen tarpeesta, jolloin 60 % jää hankittavaksi markkinoilta.

Vaihtoehdon 4 mukainen lämmöntuotannon pysyvyyskäyrä on esitetty kuvassa 15. Vaihtoehdoista 1-3 poiketen tässä vaihtoehdossa ei esitetä sähköntuotannon pysyvyyskäyrää, sillä sähköenergiaa ei voida tuottaa tällä ratkaisulla.



Kuva 15. 1000 kW:n KPA-lämpökattilan lämpötehon pysyvyyskäyrä.

KPA-lämpölaitoksella tuotetaan valtaosa alueen vuotuisesta lämpöenergiantarpeesta. Alhaisen lämpökuorman aikaan lämpimimpinä kuukausina sekä kylmimpinä talvijaksoina lämpöenergiaa tuotetaan lisäksi POR-kattilalla.

Taulukko 8. 1000 kW:n KPA-kattilan lämpöenergiantuotanto.

KPA-lämpö [MWh/a]	CHP-sähkö [MWh/a]	POR-lämpö [MWh/a]
4826,4	xxx	999,6

Vertailun perinteisimmällä ratkaisulla, 1000 kW:n KPA-lämpölaitoksella, kyetään tuottamaan 83 % lämpöenergiasta ja loput 17 % tuotetaan POR:illa. Oman sähköntuotannon puuttuessa 100 % sähköenergiasta ostetaan markkinoilta.

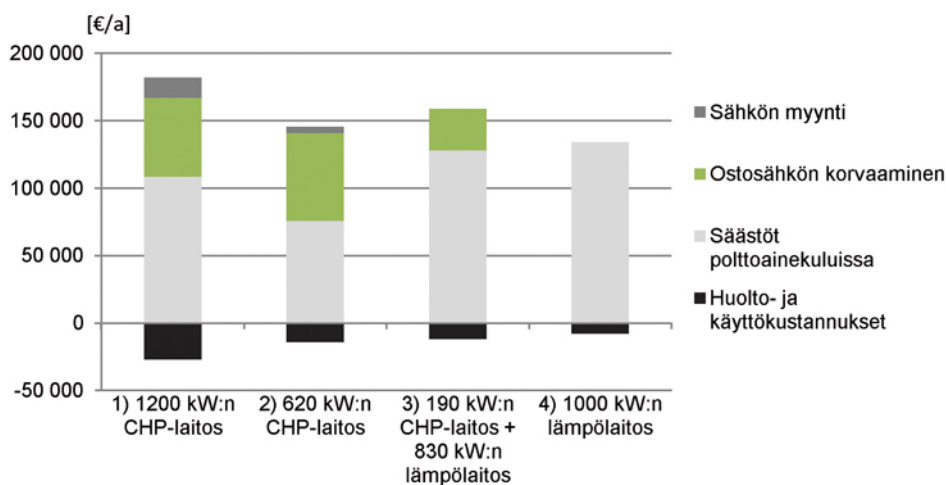
Vaihtoehtojen vertailua

Oheisessa taulukossa 9 on esitetty edellä käsiteltyjen neljän vaihtoehdon meno- ja tuorakenne ottamatta huomioon investoinnin poistoa.

Taulukko 9. Vaihtoehtojen vuotuiset säästöpotentiaalit ilman investointien poistoa.

	1) 1200 kW:n CHP-laitos	2) 620 kW:n CHP-laitos	3) 190 kW:n CHP-laitos + 830 kW:n lämpölaite	4) 1000 kW:n lämpölaite
Polttoaineen kulutus				
Hake [MWh/a]	6516,4	4565	5688,1	5362,7
POR [MWh/a]	1043	2669,2	1067,4	1110,7
Polttoainekulut				
Hake [€/a]	162 910	114 124	142 203	134 067
POR [€/a]	52 150	133 461	53 372	55 533
Yhteensä [€/a]	215 060	247 585	195 575	189 600
Sähkön tuotanto				
CHP:lla tuotettu sähkö [MWh/a]	977,5	684,7	254	0
Ostosähkön korvaus [MWh/a]	487	541	254	0
Sähkön myynti verkkoon [MWh/a]	491	144	0	0
Säästöt				
Säästöt polttoainekuluissa [€/a]	108 607	76 082	128 092	134 067
Ostosähkön korvaus [€/a]	58 440	64 920	30 480	0
Lisätulot				
Sähkön myyntitulot [€/a]	14 730	4 320	0	0
Lisämenot				
Huolto- ja käyttökustannukset [€/a]	27 000	13 950	11 775	7 500
Nettotuotto [€/a]	154 777	131 372	146 797	126 567

Edellä esitetty taulukko on havainnollistettu oheisessa kuvassa 16.



Kuva 16. Eri vaihtoehtojen vuotuiset säästöpotentiaalit ilman investoinnin poistoa.

Vaikka vaihtoehdot ovat keskenään hyvinkin erilaisia mitoitukseltaan, ei niiden tarjoamissa vuotuisissa säästöissä ole kovinkaan suuria eroja. Tämä asettaa valtavan haasteen pien-CHP-laitosten kannattavuudelle, sillä tyypillisesti niiden investoinnit ovat suhteellisen suuria verrattuna pelkkiin lämpökeskuksiin.

Eri vaihtoehdoilla aikaansaavat vuotuiset säästöt mahdollistavat kunkin vaihtoehdon investoinnin takaisinmaksun. Annuiteettimenetelmää käyttäen voidaan laskea edellä esitettyjen vuotuisten säästöjen mahdollistama investointitaso halutulla takaisinmaksuajalla ja laskentakorolla. Oheisessa taulukossa 10 on esitetty vaihtoehtojen 1-4 maksimi-investointitasot eripituisilla takaisinmaksuajoilla sekä 5 %:n laskentakorkoa käyttäen.

Taulukko 10. Vaihtoehtojen kannattavan investoinnin raja-arvot eri pitoajalla ja 5 %:n laskentakorolla.

Takaisinmaksuaika	1) 1200 kW:n CHP-laitos	2) 620 kW:n CHP-laitos	3) 190 kW:n CHP-laitos + 830 kW:n lämpölaitos	4) 1000 kW:n lämpölaitos
5	670 102 €	568 771 €	635 553 €	547 967 €
7	895 596 €	760 166 €	849 420 €	732 362 €
10	1 195 144 €	1 014 417 €	1 133 525 €	977 314 €

Edellä esitetystä taulukosta voidaan johtaa tunnusluku pien-CHP-laitoksen ominaisinvestoinnille.

Taulukko 11. Vaihtoehtojen 1 ja 2 CHP-laitoksen maksimaaliset ominaisinvestoinnit.

	Takaisinmaksu- aika 10 vuotta	Takaisinmaksu- aika 7 vuotta	Takaisinmaksu- aika 5 vuotta
1) 1200 kW:n CHP-laitos [€/kW _{el}]	6623	4963	3713
2) 620 kW:n CHP-laitos [€/kW _{el}]	10893	8163	6108

Tarkastelun kohteena olevalle alueelle mallinnetut neljä erilaista vaihtoehtoa korvata POR-kattiloilla tuotettua lämpöenergiaa joko CHP-ratkaisuilla tai perinteisemmällä KPA-kattilalla osoittautuivat tämän laskelman valossa säästöpotentiaaleiltaan suhteellisen samanlaisiksi. Siten myös kannattavan tasoiset maksimi-investoinnit olivat suuruusluokaltaan lähellä toisiaan. Ohessa pohditaan tähän johtaneita syitä ja arvioidaan muita kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä.

Kohdealueen sähkö- ja lämpöenergiankulutusprofiilit edustavat vanhemmalle kiinteistömassalle tyypillistä jakaumaa, jossa lämpöenergiaa kulutetaan moninkertainen määrä verrattuna sähköenergiaan. Tämä on toisaalta niin etu sekä haitta CHP-tuotantoa ajatellen. Pienemmän kokoluokan laitoksien rakennussuhde, sähköntuotannon suhde lämmöntuotantoon, on heikohko eikä tuotetulla sähköenergian määrällä ole välttämättä suurta merkitystä kannattavuuteen. Toisaalta alhainen rakennussuhde vastaa paremmin vanhan kiinteistömassan sähkön ja lämmön kulutusprofiilia.

CHP-laitoksilla tuotetun valtakunnan verkkoon myytävän sähköenergian hintana käytettiin suhteellisen alhaista SPOT-hintaa, josta vähennettiin verkonhaltijan siir-

tomaksut yms. Vaihtoehdot 1 ja 2 kuuluisivat todellisuudessa syöttötariffin piiriin generaattoritehonsa puolesta (katso kappale 5), mikä parantaisi niiden kannattavuutta merkittävästi. Laskenta ilman investointitukia ja syöttötariffeja antaa kuitenkin realistisimman kuvan tuotannon kannattavuudesta ja varmistaa toiminnan jatkuvuuden myös tukien loputtua. Vaikka puulla tuotetulle sähkölle saataisiinkin tariffin mukainen tuki, on silti ostosähkön korvaaminen omalla tuotannolla taloudellisesti mielekkäämpää. Tariffin vaikutus olisi merkittävin 1. Vaihtoehdossa, jossa tuotettiin eniten myytävää sähköenergiaa.

Laskennassa ei otettu huomioon laitoksen seisokkeja ja niistä aiheutuvaa tuotannon vähenemistä. Seisokkien tuotantomenetykset laskevat hieman kaikkien vaihtoehtojen kannattavuutta, mutta ei muuta juurikaan niiden keskinäistä kannattavuutta. Laitoksien kannattavuuden kannalta keskeisessä roolissa on tasalaatuinen polttoaine joka on palakooltaan ja kosteudeltaan sopivaa pien-CHP-laitoksille. Todellisuudessa 4. vaihtoehdon KPA-lämpölaitoksella voitaisiin polttaa laadultaan huonompaa, mutta hankintahinnaltaan edullisempaa, haketta ilman ongelmia verrattuna vaihtoehtojen 1-3 CHP-laitoksiin.

Laskennassa ei otettu kantaa teknisiin ratkaisuihin oman sähköntuotannon liittämiseksi verkkosähkön rinnalle. Sähköverkkoon liittymisen sekä saarekekäytön vaatimuksia on käyty läpi kappaleessa seitsemän.

Laskelmassa ei myöskään huomioitu mahdollisia henkilöstökuluja eri vaihtoehdoille. Oletuksena pidettiin että sama henkilökunta mikä on työskennellyt vanhojen POR-kattiloiden parissa kykenee samoilla resursseilla työskentelemään myös CHP-laitteiston parissa. Käytännössä tästä voi aiheutua CHP-vaihtoehtoja rasittavia kuluja.

Laskelma osoittaa hyvin kuinka tärkeää on optimoida CHP-laitoksen mitoitus vastaamaan kohdealueen energiankulutusprofiilia. Mitoituksen kannalta vaihtoehto 2 on erityisen mielenkiintoinen, sillä siinä saadaan tuotettua samalla laitoksella valtaosa niin sähkön kuin lämmönkin tarpeesta ja korvattua enemmän ostosähköä kuin vaihtoehdon 1 isommalla CHP-laitoksella. Osaltaan laskelmassa oletetut osatehoalueet 30 – 100 % heikentävät vaihtoehtojen kannattavuutta ja riippuen käytetystä tekniikasta voidaan päästä merkittävästi alhaisemmille osatehoille hyötysuhteen merkittävästi kärsimättä. CHP-tuotannon liittäminen olemassa olevan aluelämpöverkon yhteyteen on haasteellista saada taloudellisesti kannattavaksi. Käytännössä KPA-lämpölaitoksella saadaan samansuuruiset säästöt kuin CHP-laitoksella ilman investointia sähköntuotantolaitteistoon ja verkkoonliittymisautomaatioon. Laitoksen oikea mitoitus on merkittävin seikka kannattavuuden tavoittelussa. Sähkön hintakehitys Suomessa lienee jatkossakin kasvamaan päin, mikä parantaa merkittävästi CHP-laitoksen kannattavuutta, mikäli sillä pyritään pääasiallisesti korvaamaan omaa ostosähköä.

Maksimi-investoinnin määrittäminen eri vaihtoehdoille vuotuisten säästöjen kautta tarjoaa kevyemmän vaihtoehdon perinteiselle €/MWh –laskennalle. Menetelmä mahdollistaa eri vaihtoehtojen haarukoinnin ennen tarkempia laskelmia, jolloin voidaan rajata epärealistiset vaihtoehdot suoraan pois. Hajautetun energiantuotannon taloudellisesti kannattava toteutus ja sitä kautta ratkaisujen yleistyminen vaativat kunnollisia laskelmia ja riittävää herkkystarkastelua.

Lähteet

Alkio, J. 2011. Tuuliyhtiöt menettivät potin. *Talouselämä* nro. 40, 2011 s. 38.

Betz' law, [verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.12.2012].

Saantitapa: http://en.wikipedia.org/wiki/Betz%27_law

Energiamarkkinavirasto. 2012a. Sähkömarkkinat. Pientuotannon liittäminen verkkoon [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=1598&pgid=38&languageid=246>

Energiamarkkinavirasto. 2012b. Sähkön tuotantotuki. Säädökset [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: <http://www.energiamarkkinavirasto.fi/alasivu.asp?gid=423&languageid=246>

Energiamarkkinavirasto. 2012c. Tuotantotukijärjestelmän yhteenveto [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: http://www.emvi.fi/files/Tukijarjestelman_yhteenve-to.pdf

Energiateollisuus ry. 2012a. [Viitattu 1.11.2012]. Nettiaineisto luotu 30.10.2012. Saantitapa: <http://www.slideshare.net/energiateollisuus/energiavuosi-2011-kaukolmp-14951302>

Energiateollisuus ry. 2012b. [Viitattu 1.11.2012]. Nettiaineisto luotu 19.1.2012. Saantitapa: <http://www.slideshare.net/energiateollisuus/energiavuosi-2011-shk>

Energiateollisuus ry. 2012c. Kaukolämpötilasto 2011 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 4.11.2012]. Saantitapa: http://energia.fi/sites/default/files/kaukolampotilasto_2011_web.pdf

Energiateollisuus ry. 2012d. Sähkömarkkinat. Hajautettu pientuotanto [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/pientuotanto>

Eskola, L., Jokisalo, J., Sirén, K. Lämpöpumppujen energialaskentaopas [verkkojulkaisu]. [Viitattu 14.12.2012]. Saantitapa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135655&lan=fi>

Finnwind Oy, Tuule tuulivoimalan yleisesite [verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.12.2012]. Saantitapa: <http://www.finnwind.fi/tuuli/Tuule-200-tuulivoimala-yleisesite.pdf>

Grönlund, P. 2012. TEM:n energiatuki uudistuu 2013 alkaen. Kansallinen cleantech –investointifoorumi 13.12.2012 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: https://www.tem.fi/files/35243/TEM_Gronlund.pdf

Hagström M., Vanhanen J. ja Vehviläinen I. 2009. Kevennetty kaukolämpötekniikka. Kustannustehokkaan jakelu- ja asiakasteknologian kehittäminen matalan kulutustason olosuhteisiin. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.12.2012]. Saantitapa: http://energia.fi/sites/default/files/kevennetty_kaukolampotekniikka_loppuraportti_2009.pdf

Haverinen, Valtteri. 2008. Tuulivoimakäytön simulointityökalun käyttöliittymän kehittäminen, s. 10 ja 13 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.12.2012]. Saantitapa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/42815/nbnfi-fe200811212104.pdf?sequence=3>

Heimonen, I. 2011. Aurinko-opas 2012. Aurinkolämmön ja -sähkön energiantuoton laskennan opas [verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.12.2012]. Saantitapa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135654>

Heinimö, J. ja Alakangas, E. 2011. Market of biomass fuels in Finland – an overview 2009. IEA Bioenergy Task 40 and EUBIONET III – Country report of Finland 2011 [verkkajulkaisu]. [Viitattu 4.11.2011]. Saantitapa: http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2011/Finnish_country_report_2011.pdf

Koskelainen L., Saarela R. ja Sipilä K. 2006 Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energia-teollisuus ry.

Motiva. 2012a. Opas sähkön pientuottajalle 04/2012 [verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.12.2012]. Saantitapa: http://www.motiva.fi/files/5724/Opas_sahkon_pientuottajalle_2012.pdf

Motiva. 2012b. Auringosta lämpöä ja sähköä [verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.12.2012]. Saantitapa: http://www.motiva.fi/files/2220/AurinkoEnergia_www.pdf

Motiva. 2012c. Uusiutuva energia. Lämpöpumput. [Viitattu 7.12.2012]. Saantitapa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/

Motiva 2012d. Lämpöä ilmasta. Lämmitysjärjestelmät Ilmalämpöpumput [verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.12.2012]. Saantitapa: <http://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>

MW Power, 2012. Biopower 5 modularized power plant [verkkajulkaisu]. [Viitattu 17.12.2012]. Saantitapa: http://www.mwpower.fi/mwpower/mwpower_pages.nsf/Web-WID/WTB-090424-22575-ED66E?OpenDocument&mid=1269C9D1DF53C60FC22575A2003E9B07

Ollikainen, T. 2008. Tuulivoimalaitoksen suunnittelu ja konstruointi, s. 9 [verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.12.2012]. Saantitapa: http://www.windesol.fi/windesol/images/4/48/Tuulivoimalaitoksen_suunnittelu_ja_konstruointi.pdf

Pietilä, T. 2010a. Oppimateriaalit – Polttolaitteet ja tulipesärakenteet.

Pietilä, T. 2010b. Oppimateriaalit – Polttolaitteet ja tulipesärakenteet; Arinapoltto.

Pöyry Energy Oy. 2009. Energiatehokkuusselvitys kaukolämmityksen pumppausjärjestelystä, raportti. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.12.2012.] Saantitapa: http://energia.fi/sites/default/files/pumppauksen_energiatehokkuus_loppuraportti_2009.pdf

Rakennustieto. 2002. LVI- Kortisto, LVI 11 – 10332. Lämpöpumput.

Salovaara, A. 2009. Savon Voima Verkko Oy – Ohje; Sähköntuotantolaitteiston verkkoon liittämisen tekniset ehdot.

Small wind turbines [verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.12.2012]. Saantitapa: http://en.wikipedia.org/wiki/Small_wind_turbine

Solpros. 2001. Aurinkoenergia Suomen olosuhteissa ja sen potentiaali ilmastomuutoksen torjunnassa. Tekes-projekti 594/480/00. [viitattu 5.11.2012]. Saantitapa: http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/3rdeport_final.PDF

Suntekno. 2012. Aurinkopaneeli. [Viitattu 5.12.2012]. Saantitapa: <http://www.suntekno.fi/resources/public/tietopankki//paneelit.pdf>

Tanskanen J. 2012. Kiinteitä polttoaineita hyödyntävän pienen kokoluokan sähkön ja lämmön yhteistuotannon kannattavuuden haasteet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.1.2013]. Saantitapa: http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/45566/Tanskanen_Joni_2012_05_31.pdf

Tilastokeskus. 2007. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennuskanta [verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 16.12.2012]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/rak/tau.html>

Tilastokeskus. 2011a. Tilasto: Asuminen. Rakennuskanta [verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu: 4.11.2012]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/rakke/2011/rakke_2011_2012-05-25_kat_002_fi.html

Tilastokeskus. 2011b. Tilasto: Energian hinnat [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-7984. 3. vuosineljännes 2011, Liitekuvio 6. Nord Pool Spot -sähköpörssin kuukausikeskiarvot. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.11.2012]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/ehi/2011/03/ehi_2011_03_2011-12-15_kuv_006_fi.html

Tilastokeskus. 2012a. Tilasto: Energian hinnat [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-7984. 4. vuosineljännes 2011, Liitekuvio 3. Voimalaitospolttoaineiden hinnat lämmöntuotannossa. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.11.2012]. Saantitapa: http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2011/04/ehi_2011_04_2012-03-20_kuv_003_fi.html

Tilastokeskus. 2012b. Tilasto: Energian hinnat [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-7984. 2. vuosineljännes 2012, Liitekuvio 4. Voimalaitospolttoaineiden hinnat sähköntuotannossa. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.11.2012]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/ehi/2012/02/ehi_2012_02_2012-09-18_kuv_004_fi.html

Tilastokeskus. 2012c. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-795X. 4. vuosineljännes 2011, Liitekuvio 22. Sähkön kulutus sektoreittain 2011* . Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 2.12.2012]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/ehk/2011/04/ehk_2011_04_2012-03-22_kuv_022_fi.html

Tilastokeskus. 2012d. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-795X. 2011. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 2.1.2013]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/ehk/2011/ehk_2011_2012-12-13_tie_001_fi.html

Tilastokeskus. 2012e. Tilasto: Asumisen energiankulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=2323-3273. 2011. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.1.2013]. Saantitapa: http://tilastokeskus.fi/til/asen/2011/asen_2011_2012-11-16_tie_001_fi.html

Turboden. 2012. Theory [verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.12.2012]. Saantitapa: <http://www.turboden.eu/en/rankine/rankine-theory.php>

Turboden. 2012. Rankine Power Calculator [verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.12.2012]. Saantitapa: <http://www.turboden.eu/en/rankine/rankine-calculator.php>

Turosteam. 2012. HKG BioNear – lämpö- ja CHP –laitokset [verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.12.2012]. Saantitapa: <http://www.turosteam.fi/details.php?group=18&id=1>

Tuuliatlas. 2012. Suomen tuuliatlas [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: <http://www.tuuliatlas.fi/fi/index.html>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2012. Energiatuki [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=3093>

Unconventional wind turbine [verkkojulkaisu]. [Viitattu: 16.12.2012]. Saantitapa: http://en.wikipedia.org/wiki/Unconventional_wind_turbines

Volter. 2012. Tuotteet [verkkojulkaisu]. [Viitattu 17.12.2012]. Saantitapa: <http://www.volter.fi/tuotteet>

Volter. 2012. Tuotteet. Teknologia. [Viitattu 17.12.2012]. Saantitapa: <http://www.volter.fi/teknologia>

Wind Turbine [verkkojulkaisu]. [Viitattu: 16.12.2012]. Saantitapa: http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine

Ympäristöministeriö. 2011. Uusien rakennusten energiamääräykset 2012. Valtioneuvoston tiedotustila 30.3.2011. [Viitattu 4.11.2012]. Saantitapa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126212&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012a. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D3. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.12.2012]. Saantitapa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf

Ympäristöministeriö. 2012b. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 11.12.2012]. Saantitapa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf

Ympäristöministeriö. 2012c. Valtioneuvoston asetus. Toimenpiteiden luvanvaraisuus [verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.12.2012]. Saantitapa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=125749&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2012d. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D5. Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. Luonnos 14.3.2012 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.12.2012]. Saantitapa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135289&lan=fi>

Åbo Akademi University. 2009. Pientaloalueiden- ja taajamien kaukolämpöön liittämisen kriteerit – KALPA. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.12.2012]. Saantitapa: http://energia.fi/sites/default/files/pientaloalueiden_kaukolampokriteerit_loppuraportti_aa_2009uu.pdf

LAATUA LÄMPÖLIIKETOIMINTAAN

Tuomo O. Korhonen

Lämpöliiketoimintaa harjoitetaan Suomessa yrittäjänä, osakeyhtiönä tai osuuskunta vetoisesti. Laadun näkökulmasta tarkasteltuna yritysmuodolla ei ole merkitystä – liiketoimintaa voi laadukkaasti toteuttaa yritysmuodosta riippumatta.

Monelle toimijalle mielikuva laatustandardeista on syntynyt ajalta, jolloin standardin painopiste oli vielä hyvin tuotantolähtöinen ja laadunvarmistukseen painottuva (ISO 9001). Työohjeilla oli tällöin tärkeä rooli ja niitä tehtiin yrityksissä hyvin yksityiskohtaisina. Tästä seurasi paljon työtä ylläpitäjille heidän yrittäessään pitää ohjeet ajan tasalla. Seurauksena oli että ns. vanhanmallinen, työohjeisiin perustuva laatujärjestelmä on usein jätetty pois käytöstä. Siinä samalla on menetetty ne edut, mitä systemaattisesti kuvattu toiminnan johtamisjärjestelmä tarjoaa. Onneksi toimintatavat ovat järkeistyneet ja laatujärjestelmien painopiste on organisaation toiminnan hallinnassa sekä asiakastytyväisyyden ja -vaatimusten tiedostamisessa.

Nykyiset laatustandardit antavat yrityskohtaisen vapauden muodostaa toiminnan hallintajärjestelmä. Siitä voidaan käyttää myös nimitystä johtamisjärjestelmä. Tämä voidaan tehdä yrityksen kannalta parhaalla mahdollisella tavalla niin, että se tukee tavoitteellista toimintaa jatkuvan parantamisen hengessä. ISO-standardit ovat laadittu niin, että haluttaessa johtamisjärjestelmään saadaan integroitua niin ympäristö- kuin työturvallisuus ja -terveysjärjestelmäkkin, jolloin puhutaan jo varsin kattavasta johtamisjärjestelmästä.

Lämpöliiketoiminnassa on kyettävä tunnistamaan toimialaan liittyvät teknis-taloudelliset haasteet ja esimerkiksi sopimukselliset riskit ja tehdä näiden suhteen ennakkoon mahdollisimman kattava riskianalyysi. Kaikessa toiminnassa tulee pyrkiä hyvään ja avoimeen yhteistyöhön eri toimijoiden ja asiakkaiden kanssa – se on laatua parhaimmillaan.

Lämpöliiketoiminta hyödyntää kestäväää kehitystä toiminnassaan monipuolisesti. Se vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä korvaamalla niitä uusiutuvalla energialla. Energia hyödynnetään mahdollisimman lähellä paikallisella työvoimalla ja kalustolla lisäten näin alueen elinkeinoelämää ja työllisyyttä vähentäen samalla fossiilisten polttoaineiden käyttöä.

Kehittämistyössä on keskitytty 0,5 - 2,5 MW:n aluelämpölaitosten toiminnan kehittämiseen laadun näkökulmasta. Lähtökohtana oli yritysten johtaminen sekä toiminnan kehittäminen. Työ perustuu kirjallisuudesta hankittuun tietoon, joka koskee aluelämpöyritysten toiminnan laatua sekä ISO 9001 laatustandardin vaatimuksia. Osana kehittämistyötä oli haastattelukierros eri puolella Suomea toimiviin yrityksiin, joiden omistajana on joko yksityinen yrittäjä, osuuskunta tai osakeyhtiömuotoinen yritys.

Haastattelujen pohjalta syntynyt kuva aluelämpöyrittäjien toiminnasta oli kaksijakoinen. Yritykset, osuuskunnat tai yrittäjä tekevät hienoa työtä, mutta parannettavaa löytyi monessa kohdassa. Toiminnan tavoitteellisuus ja kehittäminen on asioita, jotka kaipaavat systemaattisempaa työtä. Tavoitteiden ja menettelyjen kirjaaminen kehittää

omaa toimintaa antaen samalla luotettavamman kuvan toiminnasta asiakkaan suuntaan. Syntyneen Lämpöliiketoiminnan laatuoppaan tavoitteena on ohjata toimintaa määrämuotoisemmaksi, jolloin poikkeamat ja vaihtelut pyritään minimoimaan. Riskien huomioiminen ja toiminnan jatkuva kehittämisen ovat osa toiminnan laatua.

Laatu lämpöliiketoiminnassa

”Laatu on kaikki ne ominaisuudet ja piirteet, jotka tuotteella tai palvelulla on ja joilla se täyttää asiakkaan odotuksia, vaatimuksia tai tottumuksia, olivatpa ne ilmaistuja tai piilossa olevia”, (Pesonen 2007).

Lämpöliiketoiminnassa asiakas odottaa, että kiinteistöllä lämpöä riittää kaikissa olosuhteissa. Perusvaatimuksena lämmöntuotannossa on normaali 24/7 -toimintavarmuus, joka on yleensä myös kirjattu vaatimukseen lämpölaitoksen toiminnan ja mitoituksen suhteen.

Muita odotuksia voisivat olla esimerkiksi se, että lämpölaitoksen piha-alue ja ympäristö on siisti ja turvallinen. Eli toiminnassa tulee huomioida ympäristöön kohdistuvat, osin kirjaamattomatkin vaatimukset ja pyrkiä toimimaan ne vaatimukset huomioiden. Se, että lämpölaitoksesta lähtevän veden lämpötila on sovituisissa rajoissa tai määrä on tarpeen mukainen, ei enää pelkästään riitä kun puhutaan toiminnan laadusta. Asiakailta on myös syytä kysyä heidän palautettaan nykyisestä palvelusta ja mahdollisia toiveita uusista lisäpalveluista.

Tulevaisuudessa yleinen toiminnan vaatimusten nousu lisää vaatimuksia myös omalle toiminnalle. Tämä edellyttää jatkuvaa toiminnan kehittämistä. Asiakkaan tarpeita joudutaan miettimään laajemmin ja on pyrittävä vastaamaan niihin tarpeisiin tarjoamalla ja kehittämällä uusia palveluita samaan aikaan kun kustannuspaineet kasvavat. Toisaalta tämä tarjoaa myös mahdollisuuden lisäansioille.

Laadun huomioimista toiminnassa voi pitää yrityksen kannalta eräänlaisena tulevaisuuden vakuutuksena toiminnan jatkumisella. Yrityksen kannattaa rakentaa valmiudet kohdata muutoksia, joista tänä päivänä ei ole vielä tarkkaa tietoa. Tämä edellyttää systemaattista työtä ja järjestelmällisyyttä jokaisen lämpöliiketoiminnan harjoittajan osalta sekä toimintaympäristön riskien, mahdollisuuksien ja uhkien tiedostamista.

Yrityksen toiminnan hallintajärjestelmä on yksi hyvä keino ja työkalu toiminnan kehittämiseen, liiketoiminnan tulosten saavuttamiseen - ei sinänsä itse tavoite tai päämäärä. Kun toimintamenettelyt ja pelisäännöt ovat kirjattuina ja kuvattuina, on niitä helpompi tarkastella ja kehittää. Samalla toiminnan hallintajärjestelmä tarjoaa mahdollisuuden saada kaikille yrityksessä toimiville kuva yrityksen kokonaistoiminnasta, siihen liittyvistä prosesseista ja menettelyistä. Kuvattujen toimintojen pohjalta on helpompi käydä keskusteluita, puhuttiinpa sitten nykyisestä toiminnasta tai sen kehittämisestä tai akuutimpien kehityskohteiden määrittelystä.

Hallintajärjestelmän (johtamisjärjestelmän) luominen lähtee aina organisaation tarpeesta ja sen tulee mukautua organisaation toimintaan niin, että järjestelmä tukee yrityksen päivittäistä toimintaa. Jo alusta pitäen se tulee tehdä käytännön toiminnan työ-

kaluksi tavoitteena lisääntynyt toimintavarmuus, tasalaatuisuus kaikessa toiminnassa ja lisääntynyt asiakastyytyväisyys yhdistettynä taloudellisen tuloksen paranemiseen.

Panostus toiminnan hallintajärjestelmään on aina strateginen valinta ja samalla myös investointi tulevaisuuteen. Taloudellisessa mielessä sitä voidaan käsitellä investointina, joka voidaan jaksoittaa menona useammalle vuodelle. Laadintavaihe voi olla vielä projektimuotoinen tapahtuma, mutta sen jälkeen päivittäinen toiminta tulee olla jatkuvasti kehittyvää ja tavoitteellista. Tietyissä mielessä sen tulee olla myös itsekriittistä, jotta oman toiminnan poikkeamat (=ei ole tehty sovittujen pelisääntöjen mukaan) saadaan seurantaan ja sitä kautta parannetaan omaa toimintaa systemaattisesti. Oikein laaditussa laatujärjestelmässä on luotu oma helposti käytettävä menettely ilmenneiden poikkeamien kirjaamiselle ja seurannalle. Tavoitteena on toiminnan jatkuva kehittäminen ja prosessien kehittäminen tuottamaan tavoiteltua tulosta.

POHJOIS-KARJALAN JA POHJOIS-SAVON LÄMPÖYRITTÄJIEN ASIAKASPALVELUN KEHITTÄMINEN

Kari Heikura

Tekemässäni opinnäytetyössä tutkittiin Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon lämpöyrittäjien asiakaspalvelun tasoa, kehittämiskohteita, sen merkitystä kilpailukeinona ja siitä kertyviä kustannuksia. Tutkimus suoritettiin lämpöyrittäjien näkökulmasta.

Tutkimus suoritettiin kvalitatiivisena tutkimuksena ja tutkimusmenetelmänä käytettiin teemahaastattelua. Tutkimuksessa haastateltiin kahdeksaa erikokoista ja eri yritysmuodon omaavaa lämpöyrittäjää. Haastatelluista lämpöyrityksistä viisi sijaitsi Pohjois-Karjalassa ja kolme Pohjois-Savossa. Haastattelujen sijainnit valittiin lämpöyritysten alueellisten lukumäärien perusteella. Kertynyt aineisto litteroitiin ja teemoitettiin analysointia varten.

Tutkimustuloksista ilmeni, että haastatelluilla lämpöyrittäjillä on eniten kehitettävää asiakaspalvelun osaamisessa, siihen asennoitumisessa, yhteydenpidossa asiakkaisiin, asiakaspalvelunkustannusten hallinnassa ja yrityskuvassa. Lämpöyrittäjien pitäisi kehittää asiakaspalvelun käyttöä kilpailukeinona.

Haastateltujen lämpöyrittäjien tietämys asiakaspalvelusta osoittautui puutteelliseksi. Haastatelluilla oli vaikeuksia kertoa yrityksensä asiakaspalvelun sisällöstä. Haastatellut osasivat nimetä muutamia asiakaspalvelun osa-alueita, joita he harjoittivat. Mielestäni suurin tekijä lämpöyrittäjien vähäiseen tietämykseen asiakaspalvelusta oli se, että he eivät olleet miettineet asiakaspalvelua yrityksensä toimintona. Pienellä pohtimisella haastateltavat olisivat todennäköisesti saaneet annettua laadukkaampia vastauksia. Lämpöyrittäjien tulisikin miettiä asiakaspalvelua oman yrityksensä näkökulmasta ja opiskella asiakaspalvelun kirjallisuutta, jotta he pystyisivät kehittämään asiakaspalveluaan. (ASPAL 2012, 1-3.)

Toinen asiakaspalvelun kehittymistä jarruttava tekijä on lämpöyrittäjien asennoituminen asiakaspalvelua kohtaan. Haastatelluista lämpöyrittäjistä 2/3 osalla asenteet asiakaspalvelua kohtaan olivat negatiivisia. Tällä tarkoitetaan, että osa lämpöyrittäjistä suhtautui asiakaspalveluun välinpitämättömästi ja pitivät sitä lähinnä pakollisena pahana. Heidän mielestään he eivät tarvitse asiakaspalvelua, sillä heidän tarvitsee vain toimittaa lämpöä. Haastatelluista lämpöyrittäjistä suuremmilla ja niillä lämpöyrittäjillä, jotka aikoo laajentaa toimintaansa, oli positiivinen suhtautuminen asiakaspalveluun. Lämpöyrittäjien tulisi asettaa itsensä asiakkaan näkökulmaan ja palvella heitä, kuten he toivoisivat itseään palveltavan. Tällä asettelulla asenteet saadaan tehokkaasti käännettyä positiivisiksi. (Marckwort & Marckwort 2011, 13-14.)

Haastateltujen yrittäjien yhteydenpito asiakkaisiin on minimaalista ja käsittää lähinnä hyvän huomisen toivotukset työmaalla kohdatessa ja reklamaatioiden hoidon. Mielestäni lämpöyritysten kannattaisi haalia parempia asiakassuhteita, jo sopimusten uusimista ajatellen. Osa lämpöyrityksistä kertoi vähäisen yhteydenpidon johtuvan resurssien puutteesta, mutta yleensä se on kiinni vain viitsimyksestä. Lämpöyritysten kannattaisi lähteä kehittämään yhteydenpitoa asiakkaisiin avaamalla uusia yhteydenpitoväyliä, kuten luomalla sähköposti- tai Facebook-tilin ja järjestämällä erilaisia tapahtumia, kuten avoimien

ovien päivän. Yksi haastatelluista yrityksistä oli järjestänyt avointen ovien päivän ja saanut siitä paljon positiivista palautetta. (Lundberg 2002, 22–25.)

Tutkimustuloksista selvisi, että lämpöyrittäjillä on ollut vaikeuksia peittää asiakkaalle lisäarvoa tekevästä toiminnosta aiheutuvia kuluja, kuten ympärivuorokautisesta päivystyksestä koituvia kustannuksia. Tyypillisesti nämä palvelut tulivat asiakkaalle ns. kaupan päälle. Osa lämpöyrittäjistä oli kuitenkin oivaltanut hinnoitella palvelut ja lisännyt ne sopimusneuvotteluihin. Tämä on järkevä ja kestävä tapa ratkaista asiakaspalvelusta koituvat kustannukset. Täten asiakas kokee saaneensa lisäarvoa ja yrittäjä saa toiminnastaan parempaa katetta. (Grönroos & Järvinen 2001, 42.)

Haastateltujen lämpöyrittäjien tunnettuus on heikolla pohjalla, sillä yritysten yhteystietojenkin löytäminen oli haastavaa. Vain muutamalla haastatelluista lämpöyrittäjistä oli omat nettisivut, joilla oli vain vähän tietoa uusiutuvasta energiasta ja sen eduista. Haastatellut yritykset eivät myöskään olleet hyödyntäneet ekologisuuden käyttöä yrityskuvan kehittämisessä. Lämpöyrittäjät voisivat pienellä panostuksella ja yhteistoiminnalla kehittää alan tunnettua. Yhteistoiminnan etuina olisivat kehittämisen tehokkuus ja huomattavasti pienemmät kustannukset. Yrityskuvan kehittämisessä lämpöyrittäjien kannattaisi keskittyä lämpöyrittäjyyden ja oman yrityksensä tunnettuuden lisäämiseen paikallisella tasolla.

Haastatelluista yrityksistä pienimmät eivät nähneet asiakaspalvelua kilpailukeinona, mutta yrityksistä suuremmat ja ne lämpöyrittäjät, jotka harkitsivat yritystoiminnan laajentamista, pitivät asiakaspalvelua merkittävänä kilpailuetuna. Heidän mukaansa heidän tarjoama kokonaispalvelupaketti tuo asiakkaille heidän arvostamaa helppoutta ja huoltovapautta. Tämä antaa merkittävän kilpailuedun etenkin kilpailtaessa öljylämmitystä vastaan, mutta myös kilpailtaessa muita lämpöyrittäjiä vastaan. Nämä lämpöyrittäjät kertoivat kokonaispaketin tuovan parempaa tuottoa heidän toimilleen. (Lundberg 2002, 73–74.)

Yhteenvedon lämpöyrittäjät voisivat kehittää asiakaspalveluaan pienellä vaivalla ja pienellä rahallisella panostuksella. Heidän pitäisi miettiä tarkemmin asiakaspalvelun tarkoitusta ja sen käyttämistä osana liiketoimintaa. Lämpöyrittäjien pitäisi muuttaa asennettaan ja suhtautua avoimemmin uudistuksiin. Heidän ei pitäisi asennoitua asiakaspalveluun pakollisena pahana, vaan ottaa se yhdeksi yrityksen kilpailutekijäksi.

Lähteet

ASPAL. 2012. Asiakaspalvelun perussäännöt. ASPAL asiakaspalvelun virtuaalikoulu. http://www.innofocus.fi/moduulit/Aspal/palat/pdf_t/asiakaspalvelun_perussaannot.pdf. 1.5.2012.

Grönroos, C. & Järvinen, R. 2001. Palvelut ja asiakassuhteet markkinoinnin polttopisteessä. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.

Lundberg, T. 2002. Palvele, vaikuta, menesty! Asiakaspalvelun ABC. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Marckwort, R. & Marckwort, A. 2011. Ole hyvä asiakaspalvelija vaativissa tilanteissa. Helsinki: Yrityskirjat Oy.

POHJOIS-KARJALAN JA POHJOIS-SAVON HAKEYRITTÄJIEN ASIAKASPALVELUN KEHITTÄMINEN

Jani Tanskanen

Tekemäni opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää millaisin käytännön keinoin Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon alueilla toimivat hakeyritykset palvelevat asiakkaitaan, ja kuinka yrittäjät itse suhtautuvat asiakaspalveluun. Työ tehtiin laadullisena tutkimuksena, jota varten haastateltiin kahdeksaa em. alueilla toimivaa yritystä. Havaintoyksiköiksi valittiin palvelumalliltaan ja kooltaan mahdollisimman erilaisia yrityksiä, jotta samalla pystyttiin tutkimaan poikkeavien lähtökohtien vaikutusta palveluun.

Yleisesti ottaen asiakaspalvelua pidettiin haastatelluissa yrityksissä toiminnan kannalta erittäin oleellisena. Hyvällä asiakaspalvelulla haluttiin varmistaa töiden jatkuvuus, ja asiakastyytyväisyyttä pidettiin tärkeänä. Huonoa palvelua ja tyytymättömiä asiakkaita pidettiin uhkana yritystoiminnalle. Haastatelluista kolme neljäsosaa piti asiakaspalvelua myös kilpailukeinonaan, ja yksi heistä koki saavansa tällä selkeää etua kilpailijoihin nähden.

Haastateltujen omat määritelmät hyvälle asiakaspalvelulle olivat varsin mallikkaita. Valtaosa haastatelluista piti tärkeimpinä annettujen lupausten pitämistä, hyvää työnjälkeä ja laadukasta tuotetta tai palvelua. Muita näkemyksiä hyvästä asiakaspalvelusta olivat asianmukainen reagointi yhteydenoton jälkeen, käyttäjäystävällisyys, toimintavarmuus, toimintamallista ja toimitusajoista kiinni pitäminen, asiakaslähtöisyys, asianmukainen ja ajantasainen laskutus ja yleinen luottamuksen herättäminen asiakkaassa. Merkkinä onnistuneesta asiakaspalvelusta yrittäjät pitivät tyytyväistä asiakasta, jolla saavutettiin hyvä maine ja saatiin yritykselle hyvää kokemusperäistä mainosta asiakkaan suositellessa yritystä tai palvelua myös muille potentiaalisille asiakkaille.

Yritysten toiminnan asiakaslähtöisyydessä tulokset vaihtelivat suuresti. Neljännes haastatelluista koki asiakkaan tarpeiden kuuntelun erittäin tärkeäksi, ja pyrki tarjoamaan asiakkaan toivomusten mukaisen tuotteen käytetyn laitteiston teknisten rajoitteiden puitteissa. Useimmissa tapauksissa yrittäjien ammatillinen osaaminen ja toimintatavat vaikuttivat kuitenkin asiakkaan toiveita ratkaisevammilta lopputuotteen ominaisuuksia tai työskentelytapoja koskien. Yrittäjien asiakastuntemuksen perusteella tällainen toimintatapa lienee kuitenkin täysin asiakkaan ehdoilla toimimista parempi ratkaisu.

Tutkimustulosten perusteella hakeyrittäjien suurin kompastuskivi on asiakaspalautteen keräämisessä, sillä ainoastaan kaksi haastateltua kertoi keräävänsä aktiivisesti palautetta toiminnastaan. Muissa yrityksissä reklamaatioita pidettiin riittävänä, eikä varsinaista palautteen keräämistä pidetty pääosin millään tavalla tarpeellisena. Claus Möllerin tutkimuksen mukaan kuitenkin 96 prosenttia tyytymättömistä asiakkaista jättää valittamatta (Lahtinen & Isoviita 2004, 3), joten reklamaatioihin perustuva asiakaspalautte ei anna realistista kuvaa toiminnan laadusta. Yleisin reklamaatiotyyppi oli yritysasiakkaalta saatu valitus hakkeen kosteutta koskien. Urakoiden lukumäärään nähden yrittäjät kertoivat kuitenkin saavansa reklamaatioita erittäin vähän. Saatua palautetta myös käytettiin kaikissa yrityksissä toiminnan kehittämiseen.

Yhteydenpidossa puhelin oli selvästi yleisin viestintäväline asiakkaan ja yrityksen välillä. Henkilökohtaiset tapaamiset olivat toiseksi yleisin tapa, kun taas sähköpostia käytti haastatelluista ainoastaan kolme. Resurssien käytön kannalta puhelin on yhteydenpitovälineenä enemmän kuin toimiva edullisuutensa ja nopeutensa puolesta. Yksi haastatelluista oli tiedostanut kasvokkain tapahtuvien vuorovaikutustilanteiden tärkeyden, ja pyrki tapaamaan asiakkaitaan mahdollisimman paljon. Henkilökohtainen tapaaminen onkin merkittävää ihmissuhdetyötä, ja toisaalta osa yrityksen palvelukokonaisuutta, jolla on vaikutusta asiakkaan näkemykseen yrityksestä ja sen tarjoamista palveluista (Eräsalo 2011, 14).

Kysymykset yrittäjien tarjoaman asiakaspalvelun vahvuuksista ja heikkouksista tuottivat laajuudeltaan varsin erilaisia vastauksia. Enemmän asiakaspalveluun panostaneet yrittäjät osasivat antaa laajoja vastauksia tuntien myös heikkoutensa, kun taas jotkut haastatelluista eivät kyenneet antamaan minkäänlaista vastausta. Vahvuutena yrittäjät näkivät henkilökohtaiset vuorovaikutustaitonsa, palvelun toimintatyylin ja sillä kilpailijoista erottumisen, kiireettömän vaikutelman, spontaanin palvelutilanteen haltuunoton, asiakaslähtöisyyden, tasaisen laadun palvelussa sekä ihmistuntemuksen. Parannettavaa haastatellut näkivät jälkimarkkinoinnissa ja asiakaskäytien lukumäärän nostamisessa.

Halukkuus oman toiminnan kehittämiseksi vaihteli voimakkaasti. Kolme haastateltua osoitti olevansa erittäin kiinnostuneita asiakaspalvelunsa kehittamisestä, kun taas yksi yrittäjistä ei ehdottomasti kokenut tarvetta kehitystyölle. Loput haastatelluista eivät olleet erityisen kiinnostuneita, mutta eivät myöskään ajatelleet kehittymisen haittaavan yritystoimintaa.

Saatujen tulosten perusteella yrityksillä olisi eniten kehitettävää palautteen keräämisessä. Aktiivisella palautteen keräämisellä oman toiminnan mahdolliset epäkohdat selviävät parhaiten, kun tuotteen tai palvelun käyttäjälle suodaan mahdollisuus kertoa oma näkemys kokemastaan palvelun laadusta. Joillakin hakeyrittäjillä on jo valmiina Internet-sivustot yhteydenottolomakkeineen, jolloin palautteen kerääminen edellyttää lähinnä asiakkaiden rohkaisua sen antamiseen. Palautetta voidaan myös pyytää henkilökohtaisten tapaamisten yhteydessä, mutta tällöin kyselijän läsnäololla voi olla vaikutusta etenkin rakentavan palautteen antamisessa. Asiakkaasta riippuen perinteinen kirjekysely voi tulla myös kysymykseen, joskin vastausprosentti jää usein melko alhaiseksi.

Itsekriittinen asiakaspalvelun tarkastelu olisi myös suotavaa toiminnan kehittämiseksi. Monet haastatellut osasivat kertoa pitkästi palvelunsa hyvistä puolista, mutta kehittämiskohteet olivat tiedossa lähinnä palautetta keräävillä yrittäjillä. Valitettavan moni piti tarjoamaan palvelua hyvänä vähäisten reklamaatioiden perusteella. Asiakkaan asemaan asettuminen auttaisi yrittäjiä näkemään omia kehittymistarpeitaan, vaikkei palautetta kerättäisikään.

Asiakaspalveluun suhtautuminen ja käytännön keinot sen hoitamiseksi olivat haastatelluilla yrittäjillä pääosin kohdallaan. Valtaosa piti asiakaspalvelua merkittävänä kilpailukeinona, mikä onkin pienyritysten kohdalla tärkeää kun esimerkiksi hinnalla kilpailu on mahdotonta. Oman asiakaspalvelun kehittäminen nähtiin myös yhdeksi menestymisen metodiksi kilpailutilanteen kiristyessä, joten innokkuutta palvelutason nostamiseksi löytyi useammaltakin yrittäjältä.

Lähteet

Eräsalo, U. 2011. Palvelu ammattina. Vantaa: Hansaprint Direct Oy.

Lahtinen, J., Isoviita, A. 2004. Markkinoinnin perusteet. Tampere: Repropalvelu Oy.

PAIKALLISTEN HAJAUTETUN ENERGIAN HANKKEIDEN VETURIT JA JARRUT – TAPAUSTUTKIMUS EUROOPAN POHJOISALUEILTA

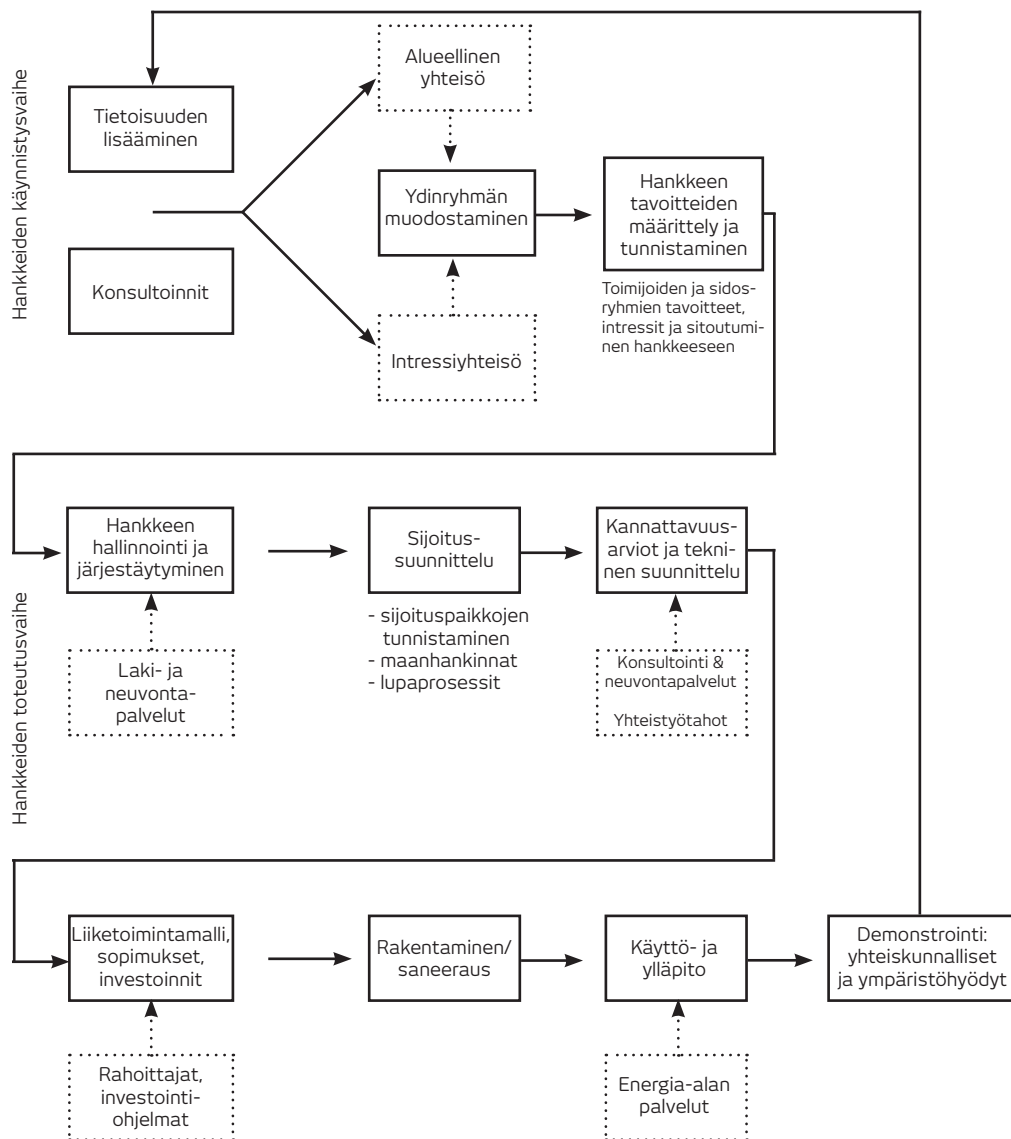
Lasse Okkonen

Euroopan pohjoisten reuna-alueiden paikallisyhteisöt kohtaavat monia tekniseen ja liiketoimintaosaamiseen liittyviä esteitä suunnitellessaan kestäviä energiaratkaisuja. Projektien käynnistäminen ja johtaminen on usein muutamien avainhenkilöiden varassa. Paikallisyhteisöillä on myös vaikeuksia löytää hankkeille taloudellista ja teknistä tukea. Usein paikallistasolla odotetaan huomattavia sosio-ekonomisia hyötyjä hankkeista; odotukset ja hankkeiden tulokset eivät aina kohtaa, mikä voi heikentää uusiutuvan energian yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä.

Tämä artikkeli perustuu EU:n Pohjoisen Periferian -ohjelman SMALLEST -hankkeen tapaustutkimukseen (Okkonen & Paakkonen 2012), jossa tutkittiin 12 hajautetun uusiutuvan energian hanketta. Aineisto hankittiin energiahankkeisiin osallistuneiden henkilöiden strukturoidulla haastattelulla. Tapaustutkimukset osoittivat, että hankkeet olivat hyvin valmisteltuja ja käynnistettyjä. Menestys oli kuitenkin hyvin riippuvaista taustaorganisaatiosta ja saatavista tukipalveluista. Tässä artikkelissa jäsennetään hankkeiden ”vetureita ja jarruja” eli edistäneitä ja estäneitä tekijöitä eri hankevaiheissa. Lisäksi tunnistamme hankkeisiin liittyviä tukitarpeita sekä hyviä käytäntöjä..

1 JOHDANTO

Paikallisyhteisöjen hajautetun energian hankkeiden vaiheita voidaan jäsentää hankkeiden käynnistys ja toteutusvaiheittain (DTI, Scotland 2000). Hankkeen alkuvaiheessa perustetaan hankeryhmä, hankitaan tarvittavaa osaamista, sitoutetaan toimijoita ja muodostetaan tarvittavat sopimukset ja sitoumukset. Hankkeiden perustamisvaiheeseen kuuluvat tyypillisesti maa-alueiden hankinta ja sijoituspaikkojen suunnittelu, hankkeen kannattavuus- ja toteutettavuustarkastelut, energiaratkaisun tekninen ja liiketoiminnan suunnittelu, energiasopimusten laadinta, investoinnit sekä käytön ja huollon suunnitelmat. Hankkeiden tarkat vaiheet vaihtelevat alueittain, mutta nämä perusvaiheet on tunnistettavissa hieman eri muodoissaan kaikissa tapauksissa.



Kuva 1. Uusiutuvan energian hankkeiden yleistetty prosessikuvaus (mukailtu DTI 2000 ja SMALLEST -hankkeen tapaustutkimukset).

Paikallisyhteisön määritelmät vaihtelevat EU:n Pohjoisen Periferian -ohjelma-alueella: Skotlannissa tunnetaan hyvin alueelliset yhteisöt osana aluehallinnon rakennetta, samoin kuin intressipohjaiset yhteisöt (DTI 2000). Suomessa ja Ruotsissa kunnat ja kunnalliset/seudulliset kehittämistoimijat ovat olleet perinteisesti keskeisessä roolissa. Molemmissa maissa on kuitenkin paikallisia energiaprojekteja, kuten esimerkiksi energiaosuuskuntien hankkeet, jotka ovat hyvin verrannollisia Isossa Britanniassa toteutettaviin paikallisiin hankkeisiin. Tässä tutkimuksessa käytämme laajaa paikallisyhteisön määritelmää ja tutkittavat yhteisöt ovat sekä alueellisia että intressipohjaisia. Mukana on paikallisia toimijaryhmiä, mutta myös laaja alueellinen kehittämisverkosto; erilaiset tapaukset antavat mahdollisuuden tunnistaa hankkeiden erityspiirteitä ja hyviä käytäntöjä.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tämä artikkeli perustuu yksityiskohtaiseen usean tapauksen tapaustutkimukseen (Yin 2008), jossa selvitettiin 12 energiahankkeen vaiheita Suomessa (7), Ruotsissa (2) ja Skotlannissa (3). Hankkeet sijaitsivat Pohjois- ja Itä-Suomessa, Pohjois-Ruotsissa ja Skotlannin ylämaalla. Teknologioista mukana olivat metsäenergia (ml. kaukolämpö), maalämpö, biokaasu ja alueellinen biopolttoaineiden tuotantohanke. Paikallisyhteisöt olivat moninaisia: mukana oli sekä alueellisia yhteisöjä että intressiryhmiä. Jokaisesta tapauksesta tunnistettiin hankkeiden käynnistymisen esteitä ja edistäneitä tekijöitä, kuten myös havaittuja tukipalvelujen tarpeita.

Taulukko 1. Tapaustutkimukset uusiutuvan energian hankkeista.

Kohde ja sijainti	Uusiutuvan energian hanke	Viite
Energiaosuuskunta, Pohjois-Suomi	Lämpöpumppu ("järvienergia")	1
Seurakunta, Pohjois-Suomi	Kaukolämpö / seurakuntien ympäristötodistus	2
Koulutusorganisaatio, Pohjois-Suomi	Pienen kokoluokan biokaasu, tuuli- ja aurinkoenergia tutkimus- ja opetuskäytössä	3
Maatila, Kainuu, Pohjois-Suomi	Maatilakokoluokan biokaasulaitos	4
Kunta, Kainuu, Pohjois-Suomi	Kaukolämpöä metsähakkeella	5
Hoitokoti, Itä-Suomi	Pellettilämmitysjärjestelmä	6
Kuntayhtymä, Itä-Suomi	Lämpöpumppu (järven pohjasedimentit)	7
Vapaa-ajan keskus, Pohjois-Skotlanti	Hakelämmitys	8
Taloyhtiö, Pohjois-Skotlanti	Maalämpö	9
Kyläyhteisö (community trust), Pohjois-Skotlanti	Paikallisen kehityksen edistäminen	10
Alueellinen biopolttoainehanke, Pohjois-Ruotsi	Liikennepolttoaineiden kehittäminen ja edistäminen	11
Kunta, Pohjois-Ruotsi	Biokaasulaitos (yhdyskuntabiojäte)	12

3 HANKKEIDEN KÄYNNISTYSVAIHE

Paikallisyhteisöjen energiahankkeiden alkuvaiheessa keskitytään usein sidosryhmien tunnistamiseen ja paikallisen hyväksynnän varmistamiseen (DTI 2000; Wüstenhagen, Wolsink & Bürer 2007). Ensiaskeleisiin kuuluvat projektin ydinryhmän perustaminen, tiedotustoimet, sitoumusten varmistaminen ja hallinnolliset perustustoimet.

3.1 Projektin ydinryhmän perustaminen

Useimmista tapauksista päätellen hankeryhmän perustaminen ja vastuiden/velvollisuuksien määrittely toimivat sisäisenä edistäjänä ja hankkeiden käynnistymisen voimana. Projektiryhmän osaaminen, sitoutuminen ja tehtävien sitominen päivittäisiin rutiineihin, sekä yhteistyö ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa ovat merkittäviä hankkeiden edistymisen kannalta. Tutkitut hankkeet olivat hyvin järjestäytyneitä; toimijat olivat pääosin vahvoja organisaatioita, joilla oli käytössään osaavaa henkilöstöä. Käynnistysvaiheesta voidaan tunnistaa seuraavia hyviä käytäntöjä:

- Olemassa olevien organisaatorakenteiden hyödyntäminen, tai uuden yhtenäisen organisaatiomallin perustaminen heti hankkeen alussa
- Hankeryhmän määrittely: roolien vastuiden ja velvollisuuksien määrittelyt
- Sitoutumisen ja osaamisen varmistaminen
- Ulkoisen neuvonnan ja asiantuntemuksen varmistaminen

Tapaustutkimuksista tunnistettiin myös hankkeiden aloitusvaiheen esteitä. Näihin kuuluivat mm. neuvontapalvelujen puute, kunnista saatavan avun puuttuminen ja väärät ohjeet, vaikeudet saada paikallistason ulkopuolelta osallistujia hankkeisiin, suunnitteluosaamisen puutteet, puutteelliset organisaatorakenteet, sekä projektin johtajan tehtävälle asetetut hallinnolliset vaatimukset (Skotlanti). Paikallistasolla oli tarkkoja tukitarpeita, kuten osuuskunnan perustamisen neuvonta, osaavien työntekijöiden rekrytointi hankkeeseen, sekä hankkeiden johtokunnan jäsenten löytäminen. Skotlannissa erityistä tukea kaivattiin mm. säätiöiden johtamiseen liittyviin käytäntöihin.

3.2 Tiedotustoiminta ja osaamisen kehittäminen

Tiedotustoimet ovat keskeisiä hankkeiden paikallisen hyväksyttävyyden varmistamiseksi ja keskeisten toimijoiden sitouttamiseksi. Hankkeiden sisäiset tiedotustoimet sisälsivät mm. vertaistuen hankintaa, vierailuja hyviin esimerkkikohteisiin, neuvojien ja asiantuntijoiden hankintaa, sekä mediaseurantaa. Lisäksi hyödynnettiin yhteistyötä kehityshankkeiden kanssa ja koulutettiin hankkeeseen osallistuvaa henkilöstöä. Paikallisia osallistettiin yhteissuunnitteluun, mm. tapahtumien ja kyseluiden avulla. Suuremman kokoluokan hankkeissa Ruotsissa (11 ja 12) tehtiin strateginen valinta toiminnasta laajemmalla aluetasolla. Näin varmistettiin useiden eri tahojen osallistuminen hankkeeseen. Lisäksi panostettiin huomattavasti tiedotustoimintaan ja markkinointiin, mikä lisäsi yleistä hyväksyttävyyttä. Yleisesti todettuna, pienissä hankkeissa panostettiin paikallisen hyväksynnän ja osaamisen varmistamiseen ja isoissa hankkeissa painopiste oli yleisemmin laajemman yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden ja tuen varmistamisessa.

Tunnistetut esteet tässä hankevaiheessa olivat pääasiassa tietopohjaan ja osaamiseen liittyviä. Esteitä olivat mm. koulutuksen ja tuen puute, soveltuvien esimerkkikohteiden puuttuminen, kokemuksen puuttuminen ja joidenkin sidosryhmien edustajien negatiiviset asenteet hanketta kohtaan. Tätä vaihetta hyvin kuvaava lausunto tuli esille haastatteluissa: *”vaikka alkuvaiheessa ei ollut riittävästi tietoa hankkeesta, asenne sitä kohtaan oli hyvin innostunut”*.

Hankkeiden tukitarpeita olivat koulutustarpeet uusiutuvan energian eri vaihtoehtoista ja hankkeista, asiantuntijapalvelut energiateknologioista, sekä vierailut parhaitten käytäntöjen demonstrointikohteisiin. Näihin tarpeisiin oli vastattu osittain, mikä kertoo sekä tukipalvelujen että olemassa olevien palvelujen markkinointitarpeesta.

3.3 Sitoutumisien varmistaminen

Sitoutuminen paikallisiin energiahankkeisiin on usean tekijän summa: mainittuja syitä olivat ulkoiset tavoitteet ja paineet politiikan ja lainsäädännön kautta, ympäristö- ja eettiset syyt sekä tarve olla omavaraisempi. Lisäksi useissa tapauksissa oli tarve pienentää energiakustannuksia ja saavuttaa paikallisia aluetaloushyötyjä. Yhdessä tapauksessa motiivina oli korvata aikaisempi huonosti toimiva lämmitysjärjestelmä.

Sitoumukset saavutettiin mm. ottamalla mukaan hankkeesta kiinnostuneita toimijoita, ja asettamalla hankkeiden johtajille muodollisia vaatimuksia (Skotlannissa tapauksessa no 10 hankkeen johtokuntaan kuuluvilla oli kahdeksan vuoden asuinpaikkavaatimus). Sitoutumista edesauttoi myös selkeät ympäristö- ja taloustavoitteet. Ruotsissa strategisena lähtökohtana oli eri toimijoiden motivointi, sitouttaminen ja aktivointi mukaan hankkeeseen (tapaukset 11 ja 12). Esimerkiksi sitoumusjulkistuksien avulla selvennettiin toimijoiden ja sidosryhmien tavoitteita ja hanketta kohtaan asetettuja odotuksia.

Sitoumusten varmistamisessa oli hyvin vähän esteitä. Pienissä hankkeissa toimijoiden täytyi tukea ja kannustaa toisiaan yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. Myös asenteet paikallisissa toimintaryhmissä vaihtelivat ja hankkeet olivat hyvin riippuvaisia avainhenkilöiden osaamisesta ja ajankäytöstä. Uusien voittoa tavoittelemattomien hankkeiden yhteydessä voi olla myös epäselvyyttä hankkeeseen kuuluvista toimijoista ja näiden tavoitteista ja heidän odotuksista.

3.4 Hankkeiden hallinnointi

Useimmissa tapauksissa olemassa olevat organisaatorakenteet tarjosivat hyvät puitteet uusiutuvan energian hankkeelle. Selkeät rakenteet, johon hanke voitiin kytkeä, varmistivat samalla liittynän henkilöstön arkipäivän työrutiineihin. Yhdessä suomalaisessa tapauksessa (no 1), toimijat näkivät osuuskuntamallin sopivimmaksi – tähän vaikuttivat olemassa olevat esimerkit alueella sekä hallinnolliset syyt. Ruotsissa triple-helix verkosto, jossa julkinen sektori, teollisuus ja tutkimus/tuotekehitys ovat yhteistyössä, nähtiin sopivimmaksi toimintamalliksi. Verkostoa koordinoi voittoa tavoittelematon kehitysyhtiö. Yleisesti todettuna hankkeiden organisointi oli huolellista ja jäsentynyttä.

Hallinnointiin ja järjestäytymiseen liittyviä esteitä oli vähän. Osuuskuntien perustamiseen liittyi tuentarvetta, johon ei myöskään mikään taho vastannut. Lisäksi yhdistysten toiminnan johtamisessa oli haasteita. Skotlannissa oli tuen tarpeita organisaatioiden perustamisessa ja johtamisessa, mikä johtuu monista vaihtoehtoisista toimintamalleista, erityisistä vaatimuksista ja käytännöistä.

4 HANKKEIDEN TOTEUTUSVAIHE

Hankkeiden toteutusvaiheeseen kuuluvat sijoituspaikan suunnittelu, maanhankinta, kannattavuusarviointien laadinta, tekninen suunnittelu, lupahakemukset, energiasopimukset, investoinnit, rakentaminen, sekä käyttö- ja huoltotoiminnot. Jokainen vaihe on tärkeä taloudellisen ja hyvin toimivan energiahankkeen toteuttamisessa.

4.1 Sijoituspaikan etsintä, suunnittelu ja maanhankinta

Uusiutuvan energian hankkeen sijoituspaikka voidaan tunnistaa paikallislähtöisesti, jolloin paikalliset toimijat tunnistavat energiavarantoihin liittyviä mahdollisuuksia, tai ulkopuolisen intressitahon ehdottamana. Tällainen ulkopuolinen toimija voi liittyä hankkeeseen myös partneriksi (esim. ESCo tai teollisuusyritys). Ulkopuolisten tahojen kanssa laadittavissa sopimuksissa on myös huomioitava tietojen luottamuksellisuus ja samalla riittävä avoimuus paikallisen hyväksynnän ylläpitämiseksi.

Kaikissa tapauksissa uusiutuvan energiahankkeen idea tunnistettiin paikallislähtöisesti ja sitä kehitettiin ja täsmennettiin yhdessä ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa. Sijoituspaikkojen suunnittelussa ei havaittu ongelmia; suurimmat haasteet olivat teknologisen osaamisen puuttuminen alueelta (no 3 ja 4) sekä puuttuvat raaka-aineen hankintaketjut (12).

4.2 Hankkeen kannattavuus ja tekninen suunnittelu

Kannattavuusselvitys (nk. *feasibility study*) on keskeinen vaihe teknisesti ja taloudellisesti kannattavassa hankkeessa. Selvityksen pitää olla luotettava ja toimia investoinnin perusteluna.

Kannattavuusselvityksien laadinnassa hanketta edistäviä toimenpiteitä ovat olleet mm. osaamisen kehittäminen, esimerkkikohteissa vierailut, vertaistuen järjestelyt sekä asiantuntijoiden konsultoinnit. Hankkeissa käytettiin aikaa erityisesti osaamisen kehittämiseen – paikallisten toimijoiden rooli ei ollut niinkään työn suunnittelijana vaan ohjaajina. Kyky kysyä oikeita kysymyksiä ja ohjata suunnittelutyötä koettiin hyvin merkittäväksi.

Tapaustutkimusten perusteella hankkeet saivat tukea lupien ja rahoituksen hakemiseen. Tämä tuki koettiin kuitenkin usein hitaaksi ja byrokraattiseksi. Isommissa hankkeissa aluesuunnittelu ja lupaprosessit toimivat esteinä ja valitukset voivat pysäyttää hankkeiden etenemisen. Tutkittavissa tapauksissa ei koettu haasteita tuen hakemisessa, vaikka rahoituksen puuttuminen nimettiin merkittäväksi haasteeksi. Ruotsissa sekä taloudelliset että hallinnolliset ohjauskeinot suosivat hankkeiden toteuttamista.

Hankkeiden esteitä koettiin teknisessä suunnittelussa, erityisesti sovellettaessa teknologiaa uutteen toimintaympäristöön. Tekniikan mitoittaminen, referenssikohteiden löytäminen, asiantuntijoiden saaminen hankkeeseen ja palveluntarjoajien löytäminen olivat haasteita. Myös aikaisempien hankkeiden huono maine toimi muutamassa tapauksessa hankkeen esteenä. Teknisten asiantuntijapalvelujen ja tiedon saavuttaminen

on ollut selkeä haaste: palvelut ovat hajallaan ja niiden saavutettavuudessa on alueellisesti isoja eroja.

4.3 Energiasopimus ja investointi

Energiasopimusten ja investointien tekeminen on hankkeiden kannattavuuden kannalta ratkaisevaa. Sopimus voidaan tehdä monella tavalla: siten, että paikallisyhteisö on asiakas tai energiapalvelujen tuottaja (Okkonen & Suhonen 2008). Suomalaisessa tapauksessa investoinnin teki kunta, mutta toiminnasta huolehti paikallinen energiayritys. Energiayrittäjyydestä saadut myönteiset kokemukset ovat toimineet uusien hankkeiden edistäjinä. Skotlantilaisesta tapauksesta tunnistettiin yhteiskunnallisen yrityksen toimintamalli, johon liittyy mm. saatujen tuottojen uudelleen investointi paikallisesti. Ruotsissa kunnan omistama liikelaitos kantoi teknisen ja taloudellisen riskin. Lisäksi käytössä oli tehokas paikallinen investointiohjelma (LIP, Local Investment Program), jonka avulla voidaan tukea kestäviä paikallisia investointeja.

Energiainvestointien esteet liittyvät korkeisiin investointikustannuksiin, epävarmuuteen myytävän energian määrästä ja siten kassavirran määrästä, järjestelmien väärin mitoittamisesta, rahoituspäätösten viiveistä ja kalliista asennuksista huonosti kilpailuilla markkinoilla.

4.4 Rakentaminen

Energiajärjestelmän rakentamis- tai saneerausvaiheessa on usein mahdollisuuksia huomioida myös muita korjauksia, kuten energiatehokkuuden parantaminen. Tutkituissa hankkeissa rakentajia olivat pääsääntöisesti hankkeiden työntekijät ja myös vapaaehtoisen talkootyön määrä oli merkittävä.

Pienissä hankkeissa havaittiin useita asennusvirheitä, joista aiheutui huomattavia kustannuksia. Asennukset vaativat erityisosaamista, mutta pätevien asentajien saatavuudessa on edelleen ongelmia erityisesti Pohjois-Skotlannissa. Viivästynyt rakentaminen aiheutti kassavirtojen menetyksiä ja asennusvaiheen virheet johtivat järjestelmien toimintahäiriöihin ja myöhempiin korjauksiin.

4.5 Käyttö ja ylläpito

Tutkituissa uusiutuvan energian hankkeissa saavutettiin ympäristö ja taloushyötyjä. Saavutetut säästöt mahdollistivat uudelleeninvestointeja paikallistasolla. Suuremmisissa hankkeissa Ruotsissa on saavutettu aluekehityshyötyä, ympäristöhyötyä ja merkittävää imagoetua suhteessa muihin alueisiin. Hankkeet ovat myös tukeneet koulutusta ja tutkimusta ja toimineet usein hyvinä mallikohteina. Toimialojen, kuten liikennebio-kaasun, kehittyminen lisäisi hyötyjä edelleen nykytasosta.

Paikalliset energiahankkeet olivat pääosain hyvin onnistuneita. Toisaalta jokaisessa hankkeessa koettiin esteitä. Esteitä olivat mm. osaamisvajeet, lupaprosessien viiveet, tekniset suunnittelun, asennuksen ja käytön ongelmat, sekä energiapalvelujen (esim. huolto ja ylläpito) puuttuminen.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Paikallisten energiahankkeiden tapaustutkimukset tarjoavat näkökulman hankkeiden moniin eri vaiheisiin alkaen paikallisten mahdollisuuksien tunnistamisesta ja jatkuen järjestelmän ylläpitovaiheeseen. Kuten edellä on kuvailtu, jokaisessa hankevaiheessa on erityisiä hankkeen ”vetureita ja jarruja”, eli edistäviä ja estäviä tekijöitä. Useat niistä ovat maa- tai aluekohtaisia, tiettyyn teknologiaan tai kokoluokkaan liittyviä. Saatavissa olevien palvelujen pitäisi olla paremmin näkyvillä ja markkinoituja. Palvelun tarjoajien pitäisi myös vastata paremmin tuentarpeeseen, erityisesti teknisten ongelmien ratkaisemiseen.

Paikalliset uusiutuvan energian hankkeet ovat vaativia ja niissä tarvitaan erityisosamista monilta aloilta. Tällä hetkellä toimijoiden pitää hakea hankkeisiin palveluja ja ratkaisuja monelta eri taholta. Kokonaisvaltaisille palvelujen tarjoajille on selkeästi kysyntää. Myös julkisten ja yksityisten toimijoiden yhteistyötä voidaan hyödyntää enemmän. Myöskään demonstrointikohteiden ja vertaistuen merkitystä ei kannata aliarvioida. Menestyksekkäät paikalliset energiahankkeet lisäävät luottamusta ja yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä hajautetuille energiaratkaisuille ja vastaavasti epäonnistuneet hankkeet jarruttavat alan kehitystä.

Lähteet

Dunn, W., 2008. *Public Policy Analysis: An Introduction*. 4th Edition. Prentice Hall.

Okkonen, L., Suhonen, N., 2008. Business Models of Heat Entrepreneurship in Finland. *Energy Policy* 38. Pp. 3443–3452.

Wüstenhagen, R., Wolsink, M., Bürer, M.J. 2007. Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy* 35. Pp. 2683–2691.

Yin, R.K., 2008. *Case Study Research: Design and Methods*. 4th Edition. Sage Publications.



ITÄ-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULUT

Hajautetut energiaratkaisut

– Uusiutuvaa energiaa alueellisesti ja kestävästi

Tämä hajautettujen energiaratkaisujen ISAT-julkaisu on ensimmäinen Savonia-ammattikorkeakoulun ja Karelia-ammattikorkeakoulun (entinen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu) yhteisjulkaisu kyseisellä painoalalla. Julkaisussa pyritään esittelemään uusiutuvan energian hyödyntämisen mahdollisuuksia, toimintamalleja ja myös kehitystarpeita.

Tavoitteena työssämme on osaamisen vahvistaminen, yritystoiminnan edistäminen ja

aluetalouden kehittäminen. Kestävän kehityksen vastuuseen kuuluu luonnonvarojen kestävä käyttö ja myös liiketoiminnan harjoittamisen edistäminen taloudellisesti kestävä kehityksen periaatteita huomioiden.

Toivottavasti tämä julkaisu tarjoaa lukijoillemme lisätietoa hajautetuista energiaratkaisuista, ja herättää kipinän olla osana uusiutuvan energian osaamisen kehittämistyötä niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin.



SAVONIA

ISBN 978-952-275-068-6 (painettu)
ISBN 978-952-275-069-3 (verkkojulkaisu)



9 789522 750686