

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Janne Pakarinen

## **JOENSUUN KAUPUNGIN KIINTEISTÖJEN ENERGIARATKAISUT**

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2015



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Marraskuu 2015**  
**Ympäristötekniikan koulutusohjelma**  
**Ylempi ammattikorkeakoulututkinto**

Sirkkalantie 12 A  
80100 JOENSUU  
013 260 6900

**Tekijä**  
Janne Pakarinen

**Nimeke**  
Joensuun kaupungin kiinteistöjen energiaratkaisut

**Toimeksiantaja**  
Joensuun kaupunki, Joensuun tilakeskus

**Tiivistelmä**

Tämän työn tavoitteena oli tutkia, millaisia kustannusvaikutuksia voitaisiin saavuttaa, jos Joensuun kaupungin omistamissa kiinteistöissä luovuttaisiin öljylämmityksen käytöstä. Vaihtoehtoisina lämmitysratkaisuuksina investointien vertailulaskelmissa käytettiin pellettiä, maalämpöä sekä ilma-vesilämpöpumppua. Lisäksi työssä tutkittiin, millaisia aluetaloudellisia ja ympäristövaikutuksia öljylämmityksen korvaaminen uusiutuvilla energialähteillä toisi maakunnallisella tasolla. Keskeisenä osana työtä oli Joensuun kaupunkikonsernin hankintaohjelman tulosten hyödyntäminen lämmönhankintaprosessissa. Näiden lisäksi työssä käsiteltiin lämmöntuotantoa lämpöyrittäjyden näkökulmasta.

Työssä perehdyttiin kiinteistöjen energiahuoltoon ja uusiutuviin energialähteisiin. Nykyisiin öljylämmityskohteisiin tehtiin toteutuneiden lämmityskulujen perusteella öljy- ja pellettilämmityskustannusten vertailulaskelmat. Muutoskohteiksi valikoitui kolme Joensuun kaupungin koulua. Kohteisiin pyydettiin neljältä eri lämmitysratkaisujen toimittajalta tarjouspyynnöt, joiden perusteella laskettiin muutoskohteiden lämmitysratkaisujen investointikustannukset.

Lämmitysratkaisujen muutoksilla voidaan saada aikaan huomattavia kustannussäästöjä, ja uusiutuvien energialähteiden käytöllä on positiivisia vaikutuksia aluetalouteen sekä ympäristöön. Työn avulla edistetään Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelman tavoitteiden saavuttamista. Uusiutuviin energialähteisiin pohjautuvat investoinnit ovat usein kalliita, mutta investoinneista saatavat hyödyt ovat moninkertaisia.

**Kieli**

suomi

Sivuja 73

Liitteet 1

**Asiasanat**

uusiutuva energia, öljylämmitys, hankintaprosessi, kustannussäästöt



**THESIS**  
**November 2015**  
**Degree Programme in Environmental**  
**Technology, UAS Master's Degree**  
Sirkkalantie 12 A  
80100 JOENSUU  
FINLAND  
TEL. +358 13 260 6900

Author  
Janne Pakarinen

Title  
Energy Solutions in the Real Estate of the City of Joensuu

Commissioned by  
City of Joensuu, Joensuun tilakeskus

**Abstract**

The aim of this thesis was to study what kind of cost impacts there would be, if the city of Joensuu changed the heating systems from oil to renewable energy. The optional heating systems, which were used in comparative calculations, were pellet, geothermal heat pump and air to water heat pump. In addition, in this thesis were studied what kind of regional economical and environmental impacts there would be if oil heating systems were replaced with renewable energy. This thesis also went through the acquisition program of the city of Joensuu and how the results could be utilized when the new heating systems are being purchased. In this thesis, heat production was discussed from the point of view of the heat entrepreneurship.

Closer look in this study was at building energy maintenance and renewable energy sources. Three sample targets were selected and in these targets comparative calculations were made between oil and pellet. For cost comparison, tenders were requested from four different heating system solution suppliers.

The results suggest that cost savings can be achieved when oil-heating systems are changed. Not to forget when using renewable energy for heating, it will bring positive regional economical and environmental impacts. As the result of this thesis, the target of the city of Joensuu to use renewable energy sources will be promoted further. When thinking about the money invested in the new heating system, it will be pay itself back many times in the future.

Language

Finnish

Pages 73

Appendices 1

Keywords

renewable energy, oil heating, acquisition program, cost savings

# Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto .....	5
1.1	Tausta .....	5
1.2	Työn tavoitteet.....	6
1.3	Työn rajaus ja rakenne .....	7
2	Kiinteistöjen energiahuolto .....	8
2.1	Kiinteistöjen lämmitysratkaisut .....	9
2.2	Lämmitysratkaisujen ympäristövaikutukset .....	15
2.3	Lämmöntuotannon liiketoimintamallit.....	22
2.4	Energia- ja lämmitysratkaisujen aluetaloudelliset vaikutukset ja energiapolitiikka...23	
3	Lämpö- ja lämmitysratkaisujen hankintaprosessi.....	30
4	Alueellinen lämmöntuotanto yritystoiminnan näkökulmasta .....	33
5	Aineistot ja tutkimusmenetelmät .....	37
5.1	Aineistot.....	37
5.2	Tutkimusmenetelmät .....	40
5.3	Lämmitysteho .....	42
5.4	Lämmitysratkaisujen investointien kustannusvertailu .....	44
6	Muutoskohteet ja vertailulaskelmat .....	45
6.1	Suhmuran koulukeskus .....	45
6.2	liksenvaaran koulu .....	51
6.3	Heinävaaran koulu .....	53
6.4	Muut kohteet.....	56
7	Energia- ja lämmitysratkaisujen muutokset.....	59
7.1	Suhmuran koulukeskus .....	62
7.2	liksenvaaran koulu .....	64
7.3	Heinävaaran koulu .....	65
8	Johtopäätökset.....	67
9	Pohdinta.....	71
	Lähteet.....	73

Liitteet

Liite 1

2014

Joensuun kaupungin öljylämmityskohteet ja kulutustiedot v. 2009 -

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Joensuun kaupungin omistuksessa on 25 kiinteistöä, joiden lämmitykseen käytetään kevyttä polttoöljyä. Viimeisen viiden vuoden aikana näiden kiinteistöjen lämmittämiseen on kulunut yhteensä noin 1,4 miljoonaa litraa öljyä. Euromääräisesti tämä tarkoittaa noin yhden miljoonan euron menoerää kaupungille. Siirtäessä käyttämään ympäristöystävällisempiä lämmitysratkaisuja voidaan saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä.

Öljy ei ole uusiutuva luonnonvara ja öljyn hinnan muutokset voivat olla hyvinkin suuria, mikä omalta osaltaan luo muutospaineita lämmitysratkaisujen muutoksille. Öljyn hinta mukailee maailmanpoliittisia suhdanteiden vaihteluja ja öljyn hinnat voivat muuttua nopealla syklillä. Öljyvarantojen on arveltu riittävän noin 40 vuoden ajaksi tämän hetkiselällä tuotannolla, ja kansainvälisten arvioiden mukaan tuotantomäärät ovat kasvussa. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2015b.)

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat vaikutukset ovat saaneet valtiot ajattelemaan tulevaisuutta ja ympäristönäkökohtien tärkeyttä. Suomi on omalta osaltaan sitoutunut vähentämään päästöjä ja ottamaan käyttöön ympäristöystävällisempiä energiaratkaisuja. Valtio kannustaa poliittisilla ohjaukskeinoilla ihmisiä ja yrityksiä käyttämään uusiutuvaa energiaa, jotta asetettuihin tavoitteisiin voitaisiin päästä.

Biotalousstrategian tavoitteena on kehittää Suomea kohti vähähiilistä, resurssi- tehokasta ja älykkäästi toimivaa yhteiskuntaa. Kehittämällä biotaloutta varmistamme olemassa olevan teollisuuden kilpailukyvyn sekä sen toiminta- ja kasvuedellytykset myös tulevaisuudessa. Kaupungeilla ja kunnilla on tärkeä rooli biotaloudellisia ratkaisuja käyttöönotettaessa. Kuntien panostukset investointeihin ja julkisiin hankintoihin tarjoavat merkittäviä biotalouden kehittämisympäristöjä. Lisäämällä bioenergian käyttöä voimme luoda uusia työpaikkoja ja samalla vahvistamme eri alueiden elinvoimaisuutta. Näiden lisäksi fossiilisten raaka-

aineiden korvaaminen kotimaisilla uusiutuvilla luonnonvaroilla vahvistaa huoltovarmuutta ja lisää energiaomavaraisuutta. (Biotalous 2014, 3-18.)

Joensuun kaupunki on sitoutunut kaupungin oman ilmasto-ohjelman mukaan luopumaan kaikista käytössä olevista öljylämmityskattiloista kattiloiden uusimisvaiheen yhteydessä. Ilmasto-ohjelman tavoitteena Joensuun kaupungilla on olla hiilineutraali ja kaupungin energiankulutuksesta vuonna 2025 vähintään 90 % perustuisi uusiutuviin energianlähteisiin. Kaupunki panostaa sen kaikissa toiminnoissa uusiutuvien energianlähteiden ja vihreän sähkön käyttöön. Julkisissa hankinnoissa otetaan huomioon ympäristövaikutukset ja cleantech-periaatepäätöksen mukaan hankintojen avulla edistetään uusien ympäristöystävällisten teknologioiden käyttöönottoa. (Joensuun ilmasto-ohjelma 2013, 4-29.) Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelmassa esitetyt tavoitteet ovat kunnianhimoisia nykyisessä taloudellisessa tilanteessa, mutta tavoitteet eivät ole mahdottomia toteuttaa.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn keskeisenä kehittämistehtävänä on Joensuun kaupungin energiaratkaisujen hankintaprosessin kehittäminen. Työssä tutkitaan kuinka lämmönhankintaprosessia voidaan kehittää, jotta lopputulos olisi investointi- ja käyttökustannuksien osalta edullisin vaihtoehto, unohtamatta ympäristöllisiä arvoja. Hankintaprosessin tulee olla sellainen, että se kannustaa yrityksiä osallistumaan tarjouskilpailuun, ja parhaimmassa tilanteessa hankintaprosessin tuloksena syntyy uusia yrityksiä. Työssä tarkastellaan myös sitä mahdollisuutta, että jonkin kiinteistöryhmän lämmitys annettaisiin ulkopuoliselle toimijalle huolehdittavaksi, jolloin lämmöntoimitus tapahtuisi avaimet käteen -periaatteella.

Työn tavoitteena on myös tutkia uusiutuvan energian käytön aluetaloudellisia vaikutuksia. Millaisia taloudellisia vaikutuksia uusiutuvan energian käytön lisääminen toisi Joensuun seudulle ja saataisiinko uusiutuvan energian käytön lisäämisellä luotua uusia työpaikkoja? Lisäksi työssä käsitellään alueellista lämmöntuotantoa lämpöyrittäjän näkökulmasta, ja keskeisenä kysymyksenä on:

millaisia haasteita alueellinen lämmöntuotanto tuo lämpöyrittäjälle tai sitä harkitsevalle?

Työssä tarkastellaan kolmea esimerkkikohdetta, joissa on käytössä öljylämmitys. Muutoskohteisiin tehdään investointilaskelmat neljän eri laitetoimittajan kesken ja kunkin kohteen osalta tehdään arvio eri lämpöratkaisun soveltuvuudesta kyseiseen kohteeseen. Lopputuloksena työssä on lämpöratkaisujen investointien kustannusvertailu ja soveltuvimman lämpöratkaisun arviointi jokaiseen muutoskohteeseen.

### **1.3 Työn rajaus ja rakenne**

Tässä työssä tutkitaan millaisia säästöjä voitaisiin saavuttaa, jos öljylämmitys vaihdettaisiin uusiutuvalla energialla tuotettuun lämpöön. Työssä tarkastellaan kahta esimerkkikohdetta, joissa on käytössä öljylämmitys. Kolmannessa muutoskohteessa Suhmuran koulukeskuksessa on käytössä pellettilämmitys, mutta sen laitteistossa esiintyneiden ongelmien takia varalämmitysjärjestelmänä toimivaan öljykattilaan on jouduttu turvautumaan usein. Kohteisiin tehdään vertailulaskelmat kuinka paljon öljylämmitys on tullut maksamaan Joensuun kaupungille vuosina 2010–2014, ja kuinka paljon kohteiden lämmitys olisi kustantanut, jos lämmöntuotannossa olisi käytetty pellettiä. Samanlainen vertailu tehdään myös kaikille Joensuun kaupungin kiinteistöille, joissa on käytössä öljylämmitys.

Työssä tarkastellaan uusiutuvan energian osalta pellettiä, koska sitä käytetään jo Joensuun kaupungissa kiinteistöjen lämmitykseen. Siitä syystä, että Suhmuran koulukeskuksessa on käytössä öljy- ja pellettilämmitys yhtä aikaa, tutkitaan kustannuksia vuotuisten lämmönkulutustietojen perusteella. Kolmesta tarkastelukohteesta liksenvaaran ja Heinävaaran kouluissa on käytössä pelkästään öljylämmitys, joten näissä kohteissa voidaan laskea suoraan mitä öljylämmitys on tullut maksamaan vuosina 2010–2014. Myös koko kaupungin öljylämmitteisten kiinteistöjen vertailulaskelmat tehdään vuotuisten lämmönkulutustietojen perusteella.

Muutoskohteisiin pyydetään tarjouspyynnöt eri lämpöratkaisujen toimittajilta. Lämpöratkaisut joita tässä työssä tarkastellaan ovat maalämpö, pelletti ja ilma-vesilämpöpumppu. Oleellisena osana työtä on Joensuun kaupungin hankinta-ohjelman jalkauttaminen ja ohjelmassa esitettyjen tavoitteiden käyttöönoton lämpöratkaisujen hankintaprosessissa. Lopputuloksena työssä on selvittää uusien energiaratkaisujen tuomat investointi- ja kustannussäästöt sekä lämmönhankintaprosessin kehittäminen.

Aluetaloudellisia vaikutuksia arvioidaan asiasta tehtyjen tutkimustulosten perusteella ja syvempää analyysiä uusiutuvan energian käytön aluetaloudellisista vaikutuksista työssä ei ole tarkoitus tehdä. Myös ympäristövaikutusten arviointi pohjautuu työssä aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin.

## **2 Kiinteistöjen energiahuolto**

Opinnäytetyön taustalla vaikuttavat tekijät ovat Suomen ilmastopolitiikka ja sen pohjalta asetettujen tavoitteiden saavuttaminen. Joensuun kaupunki on tehnyt oman ilmasto-ohjelman vuonna 2013. Ilmasto-ohjelman yksi keskeisimmistä teemoista on hiilineutraali Joensuu vuonna 2025.

Joensuun kaupunginhallitus hyväksyi 2.3.2015 pitämässään kokouksessa Joensuun kaupungin kestävänsä energian toimintasuunnitelman. Joensuun kaupunginjohtaja allekirjoitti vuonna 2014 Euroopan unionin kaupunginjohtajien yleisen sitoumuksen, jolla kaupunki sitoutui vapaehtoisesti lisäämään alueella energiatehokkuutta ja uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Joensuun kaupunki laati SEAP-suunnitelman (Sustainable Energy Action Plan), jossa esitellään käytännön toimia, joilla Euroopan Unionin kaupunginjohtajien yleiskokouksen tavoitteet voidaan toteuttaa. SEAP-suunnitelma on jatkoa Joensuun kaupungin aikaisemmille ilmastositoumuksille. Suunnitelmassa suurimmat päästövähennystavoitteet on asetettu rakennusten lämmitykselle, joka kattaa noin 36 % kaupungin kaikista päästöistä. Jotta asetettuihin tavoitteisiin päästäisiin, tulisi uusiutuvan energialähteiden käyttöä lisätä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että vuonna



2020 kaupungin omistamien kiinteistöjen energiankulutuksesta 80 % tuotettaisiin uusiutuvalla energialla. (Joensuun kaupunki 2015.)

## 2.1 Kiinteistöjen lämmitysratkaisut

Energiantuotannosta aiheutuvien päästöjen vähentäminen ja energiaomavaraisuuden lisääminen ovat tulevaisuudessa yhteiskuntamme keskeisiä haasteita. Haasteisiin vastaaminen edellyttää energiatehokkuuden huomattavaa parantamista sekä uusiutuvan energian käytön lisäämistä. RAKLIN tekemän raportin mukaan rakennetun ympäristön osuus energiankulutuksesta on 40 prosenttia ja osuus päästöistä on melkein samaa luokkaa. Kasvava osa kiinteistöjen käyttämästä energiasta tullaan tulevaisuudessa tuottamaan uusiutuvista energialähteistä. Erityisesti rakennettavien alueiden osalta nousee esiin kysymyksiä siitä, miten maalämpöä ja -kylmää, aurinkolämpöä ja -sähköä, bioenergiaa ja kaukolämpöä ja -kylmää kannattaisi hyödyntää ja sovittaa toisiinsa. Tämä johtaa merkittävään energia-, kiinteistö- ja palvelukonseptien kehittymiseen. (RAKLI 2012, 5.)

Myös kuntatasolla voidaan vaikuttaa energiatehokkuusratkaisulla energiansäästöön kiinteistöissä. Energiaa säästävät ja energiatehokkaat toimenpiteet vaativat kunnilta toimia, jotta suurin mahdollinen hyöty saataisiin aikaiseksi. Kuntien tulisi sitouttaa henkilöstö energiansäästötalkoisiin ja henkilöstöä tulisi myös kouluttaa. Kuntien johdon tulisi sitoutua suunnittelemaan ja toteuttamaan energiatehokkuus- ja säästötoimenpiteitä. Kuntien tekemillä hankinnoilla on vaikutusta energiansäästötoimenpiteissä, hankintojen tarjouspyynnöissä tulisi kiinnittää erityistä huomiota energia- ja ympäristönäkökohtiin. (Ilmasto-opas.fi 2015b.)

Työ- ja elinkeinoministeriön tekemän raportin mukaan rakennettuun ympäristöön liittyvät ilmastonmuutoksen hillinnän toimet tulevat olemaan yhä enemmän esillä. Alueidenkäytön ja rakentamisen vaikutukset vaikuttavat pitkälle tulevaisuuteen. Päätökset tulevat pohjautumaan vähähiilisen ympäristön luomiseen maankäytön, kaupunkien rakenteen ja liikenteen yhteensovittamisella. Rakentamisessa vuoden 2020 loppuun mennessä kaikkien uusien rakennusten tulee

olla lähes nollaenergiarakennuksia. Korjausrakentaminen lisääntyy huomattavasti tulevaisuudessa ja tämä huomioidaan laadittaessa uusia säännöksiä. Rakennuskohtaisten lämmitysratkaisujen osalta viime vuosina uusiutuvan energian osuus on ollut noin 60 %. Rakentamisessa jatkossa korostuvat uusiutuvan energian tuotantotapa ja energianlähde. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014c, 44 ja 45.)

Euroopan unionin parlamentti ja neuvosto antoi direktiivin energiatehokkuudesta 25 päivä lokakuuta 2012. Direktiivin tavoitteena on saavuttaa yleinen energiatehokkuustavoite eli 20 % säästö unionin primäärienergian kulutuksessa vuoteen 2020 mennessä. (Euroopan unioni 2012, 1.)

Suomen kansallisen energiatehokkuusohjelman mukaan toimenpiteet, joilla energiatehokkuusdirektiivin velvoitteita lähdetään viemään eteenpäin on kahdeksankohmainen. Kohdat ovat seuraavat:

- Energiatehokkuussopimustoiminta
- Liikennepolttoaineiden verotus/tieliikenne
- Energiakatselmustoiminta
- Energiatehokkuussopimustoiminta/Energiapalvelujen toimenpideohjelma ja Höylä III – Asiakkaat
- Pientalojen ja rivitalojen lämpöpumput
- Lämpökeskusinvestoinnit
- Energiatehokkuusmääräykset korjausrakentamiselle ja peruserän kunnossapidon käynnistysavustus
- Energiatehokkuusmääräykset uudisrakentamiselle.

Kunta-alalla energiatehokkuussopimuksissa on mukana yhteensä 137 kuntaa ja kuntayhtymää. Energiatehokkuutta kunnissa pyritään edistämään muun muassa cleantech-ratkaisuilla. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014b, 15-18.)

Joensuun kaupungilla on käytössään 25 kappaletta öljylämmitteisiä kiinteistöjä. Suurin osa kiinteistöistä on rakennettu 1970–1980 luvulla ja vanhin kiinteistö on Tuupovaaran Nuorisotalo, joka on vuodelta 1928. Suurin osa kohteista on kou-

luja tai päiväkoteja. Yhteensä öljylämmitteistä huoneistoalaa on 17 943 m<sup>2</sup> ja tilavuutta 97 977 m<sup>3</sup>. Liitteessä 1 on esitetty Joensuun kaupungin öljylämmityskohteet tarkemmin.

Pelletti on polttoaineena uusiutuvaa energiaa, ja pelletin poltto ei lisää laskennallisesti ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Pelletin valmistuksessa käytetään kuoretonta puuta, esimerkiksi puusepän teollisuudesta saatavaa kutteripurua ja -lastua. Yleisemmin pelletin raaka-aineena käytetään puhdasta sahanpurua. Pelletin hyviä puolia on, että sen polttoaineen hintakehitys on maltillista ja pelletti on kilpailukykyinen myös muihin polttoaineisiin verrattuna. Pellettilämmitysjärjestelmä voidaan asentaa myös vanhoihin kiinteistöihin. Haittapuolena on pellettilämmityksen vaatima säännöllinen huolto, etenkin tuhkan poistoon on kiinnitettävä huomiota, jotta laitteistot toimisivat hyvin. (Motiva 2012.)

Pellettilämmitysjärjestelmään kuuluu lämmityskattila, poltin, siirtoruuvi ja varastosiilo. Pelletit siirtyvät varastosiilosta polttimelle siirtoruuvia pitkin, polttimen ohjauksikkö säättää polttoaineen syöttöruuvien, palamisilmapuhaltimen ja polttimen toimintaa lämmöntarpeen mukaan. Kattilasta syntyvä energia johdetaan pumppujen avulla pattereihin tai lattialämmitysputkistoon. (Motiva 2015a.)

Pellettilämmitysjärjestelmää valittaessa on kiinnitettävä huomiota lämmitysjärjestelmän tilantarpeeseen. Myös jo saneerausvaiheessa on kiinnitettävä huomiota tilasuunnitteluun. Pellettilämmitysjärjestelmät ovat teknisesti toimintavaroja, kun asennus on tehty oikein ja laitteistoa huolletaan säännöllisin väliajoin. Yleisimpinä syinä laitteistojen häiriöihin ovat puhdistuksen laiminlyönti ja polttimen sytytyksen estyminen. (Motiva 2012.)

Joensuun kaupungin kiinteistöissä käytettävissä pellettikattiloissa useimmin esiintyvänä ongelmana on ollut kapasitiivisen anturin antamat hälytykset. Useimmiten hälytykset johtuvat pölystä. Pellettisiilojen pohjalle kertyy usein pelleteistä pölyä, joka kulkeutuu pellettien mukana syöttöruuvia pitkin kattilaan. Pölyn kertyminen anturiin on usein syynä pellettikattiloiden huollon tarpeelle. Lisäksi takapalot aiheuttavat ongelmia. (Alitupa 2015.) Yksi takapalon riskitekijä on se, että epäpuhtauksia sisältävä polttoaine laavaantuu palopäähän kovaksi

kivettymäksi ja palo alkaa edetä taaksepäin. Mikäli polttoaineen laadussa havaitaan heikkenemiä, palopäätä tulisi puhdistaa jatkuvasti. (Bioenergianeuvoja 2015.)

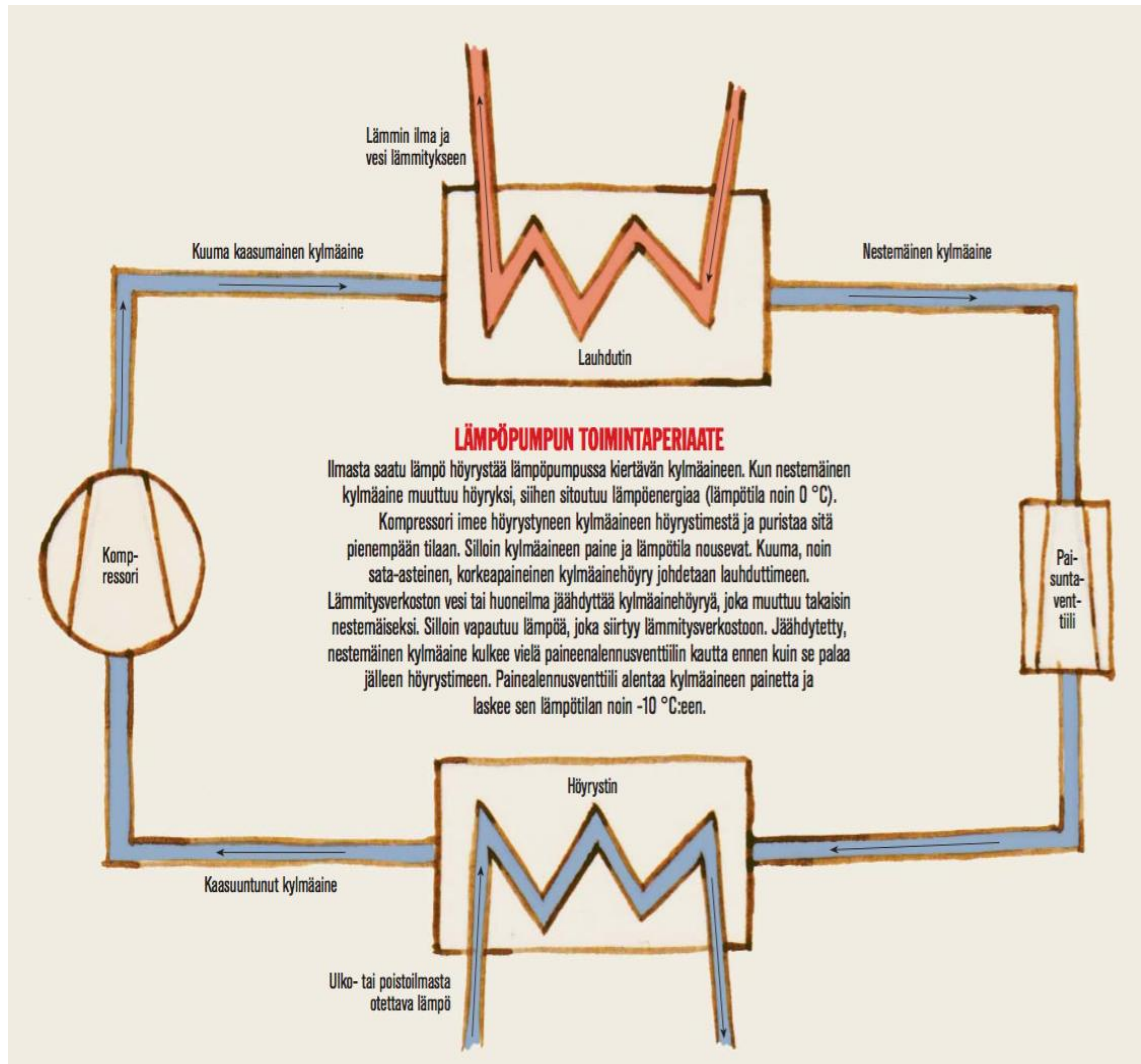
Aikaisemmin Joensuun kaupunki on käyttänyt pelletin laatustandardia EN 14962-2 pelletin laadun määrittelemiseksi. Syksyllä 2014 julkaistiin uusi standardisarja SFS-EN ISO 17225. Uusi standardi käsittää kahdeksan osaa, joista seitsemän ensimmäistä käsittelee kiinteitä biopolttoaineita. Standardisarjan kahdeksas osa käsittää puu- ja ei puumaisista raaka-aineista lämmöllä käsitellyt (mm. torrefioidut tai höyryräjäytetyt) pelletit ja briketit. SFS-EN ISO 17225 standardien luokittelu perustuu raaka-aineen alkuperään. Puupelletti standardi SFS-EN ISO 17225-2 sisältää sekä pienempään kokoluokkaan, että teollisuuskäyttöön tarkoitetut pelletin laatuluokat. SFS-EN ISO 17225-2 standardin lisäksi Eurooppalainen pellettijärjestö (EPC) on laatinut pienkäyttöön tarkoitettuun pellettien laadun varmistukseen sertifiointijärjestelmän ENplus:an. (Kemesta ry.)

Maalämpöpumppu hyödyntää maaperän tai vesistön lämpöenergiaa ja järjestelmä koostuu lämmönkeruupiiristä, varsinaisesta lämpöpumppuyksiköstä ja lämpöpumpun lämpöenergiaa varastoivasta lämminvesivaraajasta. Lämminvesivaraajaan kertynyt lämpöenergia käytetään kuormituksen mukaan joko rakennuksen tai käyttöveden lämmitykseen. Huipputehontarpeen tyydyttämiseksi lämminvesivaraaja varustetaan usein sähkövastuksilla. (Lankinen & Puhakka 2013, 46.)

Maalämpöpumpun lämmönkeruuputkistossa kierrätetään jäätymätöntä nestettä, joka lämpenee muutaman asteen sen kierrettyä putkiston läpi. Yleensä maalämpöpumpun lämmönlähteenä on porakaivo. Porakaivon syvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen lämmöntarve ja porakaivon vedentuotto. (Motiva 2015c.) Porakaivojen maksimisyvyys on 200–250 metrin välillä, mutta yleensä syvyys vaihtelee 60–150 metriin. Tarvittaessa putkistot voidaan asentaa myös pintamaahan vaaka-asennuksella noin 0,7–1,2 metrin syvyyteen. Porakaivon etuna pintamaahan asennettuun putkistoon on porakaivon putkiston parempi lämmönsiirtymisteho. Asennuskustannuksiltaan porakaivon asentaminen tulee kalliimmaksi kuin pintamaahan asennettava putkisto. (Lankinen & Puhakka 2013, 46.)

Maalämpöpumpun mitoituksen perustaksi on esitetty 40–60 % huipputehon tarpeesta, jolloin tuotoksi on arvioitu 80–90 % vuotuisesta lämmöntarpeesta. Toisissa lähteissä maalämpöpumpun mitoitusperusteiksi on esitetty 50–70 % huipputehon tarpeesta, jolloin tuotoksi on arvioitu 60–98 %. Maalämpöpumppujen investointikustannukset ovat yleensä suhteellisen kalliita ja takaisinmaksuajat voivat liikkua 10–15 vuoden välillä. (Lankinen & Puhakka 2013, 46.)

Ilma-vesilämpöpumppu on lämpöpumpputekniikkaa hyödyntävä lämmitysratkaisu. Pumppu ottaa lämmitysenergiansa ulkoilmasta ja siirtää sen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Ilma-vesilämpöpumpulla voidaan myös lämmittää lämmitys- ja käyttövesi noin +50 °C:n tasolle. Ulkolämpötilan laskiessa -20 °C:n pumpusta saatava lämmitysenergian teho ja hyötysuhde laskevat. Lämpöpumpputeknologian kehittyessä päästään myös alhaisempiinkin lämpötiloihin. Ilma-vesilämpöpumppu ei sovellu ainoaksi lämmönlähteeksi vaan se vaatii rinnalle toisen lämmitysjärjestelmän kovimpien pakkaskausien aikaan. (Motiva 2015b.) Lämmitysratkaisun toimittajan mukaan ilma-vesilämpöpumppu mahdollistaa noin 80–90 % vuotuisen energiaperiton. Kuvassa 1 on kuvattu lämpöpumpun toimintaperiaatetta.



Kuva 1. Lämpöpumpun toimintaperiaate. (Motiva 2015b.)

Varajärjestelmän tarve on huomioitava hankittaessa ilma-vesilämpöpumppua. Ilma-vesilämpöpumppu tuottaa vähiten energiaa silloin kun lämmitysenergian tarve on suurimmillaan, joten laite tarvitsee rinnalleen täydelle lämmitystarpeelle mitoitettun toisen lämmitysjärjestelmän. Kovimpien pakkasten aikaan varajärjestelmänä voidaan käyttää esimerkiksi olemassa olevaa öljylämmitystä. Ilma-vesilämpöpumppu voi tulla kyseeseen esimerkiksi silloin kun maalämmön vaativaa vaakaputkistoa tai lämpökaivoa ei voida tehdä. Investointi pumpun osalta on halvempi kuin maalämmössä, mutta investointiero riippuu monista eri tekijöistä. (Motiva 2015b.)

## 2.2 Lämmitysratkaisujen ympäristövaikutukset

Suomen ilmastopolitiikka pohjautuu YK:n ilmastopimukseen, Kioton pöytäkirjaan sekä Euroopan unionin lainsäädäntöön (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013a, 10). Näiden sopimusten pohjalta on laadittu kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Kansallisen strategian keskeisenä tavoitteena on varmistaa vuodelle 2020 asetettujen kansallisten tavoitteiden saavuttaminen sekä valmistella tietä kohti EU:n pitkän aikavälin energia- ja ilmastotavoitteita. Suomen tavoitteena on vähentää päästökaupan ulkopuolella olevien toimintojen päästöjä 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä ja nostettava samalla ajanjaksolla uusiutuvan energian käyttöä 38 prosenttiin energian kulutuksesta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013b, 5.)

Yhdessä sovittujen tavoitteiden myötä monet kunnat ovat myös laatineet omat tavoitteensa ja näin tavoitteet pyritään saavuttamaan pienemmässä mittakaavassa. Valtioneuvosto on antanut kesäkuussa 2013 nk. Cleantech-periaatepäätöksen, joka sitouttaa valtion ja kunnat edistämään merkittävästi energia-, ympäristö- ja Cleantech-ratkaisuja. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013c). Cleantechilla tarkoitetaan tuotteita, palveluja ja prosesseja, joiden avulla pyritään edistämään luonnonvarojen kestävää käyttöä ja kehittämään vähäpäästöisempiä ratkaisuja. Suomen vahvuuksia ovat etenkin teollisten prosessien resurssitehokkuus; eli energian, materiaalien ja vedenkäytön tehokkuus, sekä bioenergia ja biopohjaiset tuotteet. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014a.)

Päätöksen lisäksi tavoitteena on suunnata määrärahoja uusiin teknologisiin hankintoihin. Päätöksen mukaan valtiolla ja kunnilla on velvollisuus ottaa huomioon vihreän teknologian ratkaisut kaikissa valtion julkisissa hankinnoissa, tätä ratkaisua suositellaan myös kunnille. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013c.) Joensuussa ilmasto-ohjelman yhtenä toimenpiteenä on, että kaupunki noudattaa valtion julkisia hankintoja koskevia Cleantech-tavoitteita (Joensuun ilmasto-ohjelma 2013, 6-8).

Monet kunnat ovat havahtuneet siihen, että kiinteistöjen energiankulutuksia voisi leikata ja samalla voitaisiin edistää uusiutuvien energiaratkaisujen käyttöä.

Kohti hiilineutraalia kuntaa-hankkeessa (HINKU) kunnat, yritykset, asukkaat ja asiantuntijat ideoivat ja toteuttavat ratkaisuja, joilla pystyttäisiin vähentämään kasvihuonekaasuja. Hankkeessa olevat kunnat ovat sitoutuneet tavoittelemaan 80 % päästövähennystä vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 vertailutasoon nähden. Päästöjä vähennetään parantamalla energiatehokkuutta ja lisäämällä uusiutuvan energian käyttöä. Hankkeen avulla voidaan vahvistaa paikallista osaamista, energiaomavaraisuutta ja samalla saadaan uusia liiketoimintamahdollisuuksia. (SYKE 2014.)

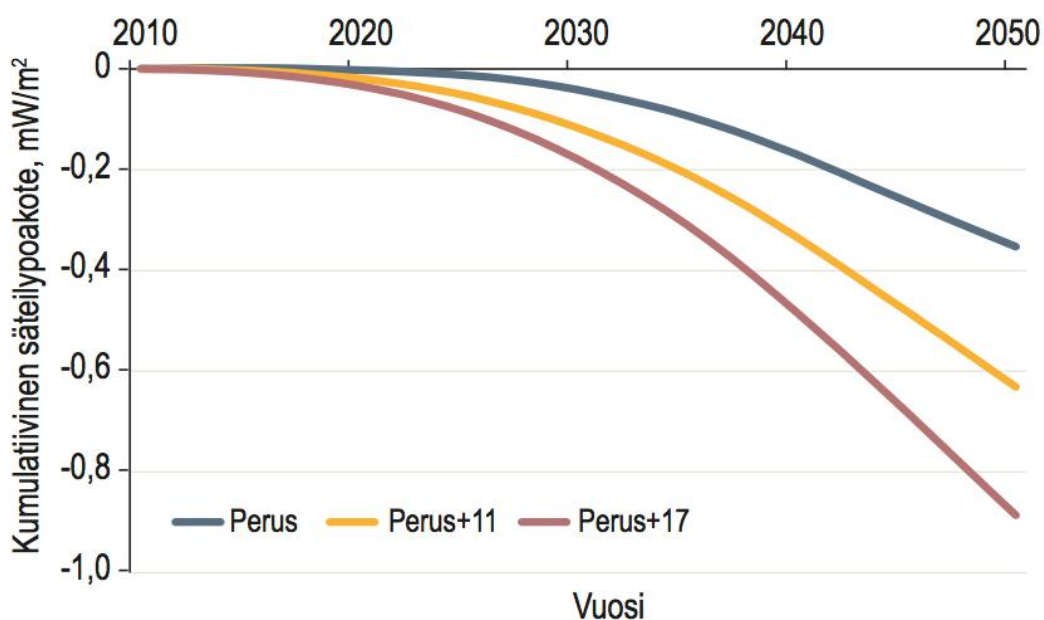
Joensuu on omalta osaltaan mukana parantamassa ympäristöään omalla ilmasto-ohjelmallaan, jonka tarkoituksena on saada vähennettyä kasvihuonekaasuja. Joensuu on sitoutunut siihen, että Joensuun seudulla kasvihuonekaasut vähenvät 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Joensuu tavoittelee energiatehokkuuden parantamista 20 prosentilla ja uusiutuvan energian tuotanto-osuus nousisi vähintään 38 prosenttiin energian kokonaistuotannosta. (Joensuun ilmasto-ohjelma 2014, 9.)

Joensuun seudun ja koko Pohjois-Karjalan maakunnan yhteinen ilmastotorihanke pyrkii tukemaan ja lisäämään yritysten, yhteisöjen ja kuntalaisten ilmastotyötä sekä edistämään eri tahojen välistä yhteistyötä vähähiilisemmän maakunnan puolesta. Hankkeen avulla pyritään kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiin ja samalla pyritään tuottamaan tietoa yrityksille ja yhteisöille. Hankkeen päämääränä on hiilineutraali Joensuu vuonna 2025. Hankkeen avulla toteutettiin aurinkopaneelien yhteishankinta maakunnan kotitalouksien kesken. Hankkeen aikana yritykset voivat osallistua ilmastositoumuksiin, jossa yritys sitoutuu noudattamaan yksittäisiä ilmastotavoitteita tai yritykselle räätälöityä ilmasto-ohjelmaa. Yritys voi esimerkiksi halutessaan sitoutua energiansäästöön, energiatehokkuuteen tai logistiikan tehostamiseen. Vastapainoksi yritys saa näkyvyyttä hankkeen kotisivuilla ja sosiaalisessa mediassa. (Joensuun kaupunki 2015.)

Kuvassa 2 on verrattu metsähakkeen käyttöä kivihiilen käyttöön energiantuotannossa, kuvasta voidaan nähdä sen ilmastovaikutus eri korjuuskenaarioissa. Metsähakkeen korjuumäärän lisääntyessä ilmakehän CO<sub>2</sub>-pitoisuuden vähe-



neminen aiheutti 1,5 kertaisen vähenemisen säteilypakotteeseen vuoteen 2050 mennessä verrattuna vastaavaan energian tuottamiseen kivihieillä. Metsäenergian tuottama CO<sub>2</sub>-päästö on energiayksikköä kohden suurempi kuin kivihieillä, mutta kun huomioidaan myös puun tuottamisessa sidottu hiilen määrä niin ilmastovaikutukset pienenevät metsäenergian käytöllä. Perusskenaariossa metsäenergian keskimääräinen korjuumäärä on noin 0,45 MWh/ha ja kuvassa esitetyt lisäykset 11- ja 17-prosenttia näyttävät millaisiin tuloksiin lisäyksillä päästäisiin. (Ikonen, Routa, Strandman, Torssonen, Kallio, Pasanen, Kellomäki, Asikainen & Kilpeläinen 2014, 16.)



Kuva 2. Metsäenergian käytön ilmastovaikutus kivihieiden käyttöön säteilypakotteena Pohjois-Karjalassa. (Ikonen ym. 2014, 16.)

Puuta polttaessa syntyy hiilidioksidipäästöjä, mutta ne ovat ilmastopolitiikassa määritetty kasvihuoneneutraaleiksi. Puun kasvaessa se sitoo hiiltä, joka poltettaessa vapautuu ilmakehään. Puun käyttö energiaksi ei lisää hiilidioksidipäästöjä, jos huolehditaan siitä, että metsää kasvaa yhtä paljon kuin sitä hyödynnetään. (Energiateollisuus 2015.) Puun täydellisessä palamisessa palaminen tapahtuu kuumassa lämpötilassa ja palaminen on liekillistä. Täydellisen palamisen aikana syntyy pääasiassa tuhkakomponenteista koostuvia pienhiukkasia.

Epätäydellisissä puun palamisessa palamislämpötila on alhaisempi ja hapen syöttö on rajallisempaa. Epätäydellisen palamisen tuloksena syntyy paljon hiukasia, jotka koostuvat noesta ja orgaanisista yhdisteistä, esimerkiksi tällöin esiintyy syöpävaarallisia PAH-yhdisteitä. Puun pienpolton päästöt ovat merkittävä pienhiukkaslähte erityisesti kaupunkialueilla. Puun poltosta aiheutuviin päästöihin vaikuttaa muun muussa polttolaite, polttoaine ja polttotapa. (Timonen, Saarikoski, Hillamo, Aurela, Frey & Saarnio 2014, 6-18.)

Energiantuotannossa syntyviä hiilidioksidipäästöjä voidaan vertailla hiilitaseen avulla. Hiilitasetta tarkastellaan laskemalla, kuinka paljon hiilidioksidia vapautuu ilmakehään kun tuotetaan yksi megawattitunti energiaa. Hiilitaseen tarkastelussa on otettu huomioon polttoaineen tuotannon ja sen seurannaisvaikutusten päästöt itse polttotapahtuman lisäksi. Kansainvälisten sopimusten perusteella vain puun polttaminen on sovittu olevan hiilineutraalia toimintaa edellyttäen, että metsätaloutta harjoitetaan samanaikaisesti kestävästi. Kuvassa 3 on esitetty päästökertoimet eri polttoainejakeille, joilla on laskettu Pohjois-Karjalan energiantuotannossa syntyvät hiilidioksidipäästöt. (Lohilahti, Hokkanen, Aho, Kolström & Mustonen 2009, 23-25.)

	kg CO <sub>2</sub> /MWh
Metsähake	60
Teollisuuden puutähteet	30
Mustalipeä	30
Kiinteistöjen polttopuu	80
Pelletti	100
Liikenteen biopolttoaine	100
Turve	370
Polttoöljy ja muut fossiiliset	312
Liikenteen fossiiliset	312

Kuva 3. Eri polttoainejakeiden päästökertoimet. (Lohilahti ym. 2009, 25.)

Kuvasta 4 voidaan todeta, että jos bioenergiastrategian mukainen kehitys toteutuu Pohjois-Karjalassa, vuosittaiset hiilidioksidipäästöt pienenevät vuoden 2004 tasosta noin 345 000 tonnia vuoteen 2015 mennessä. Jotta hiilidioksidipäästöjä

voidaan alentaa tuntuvasti, pitää fossiilisten polttoaineiden käyttöä vähentää. (Lohilahti ym. 2009, 23-25.)

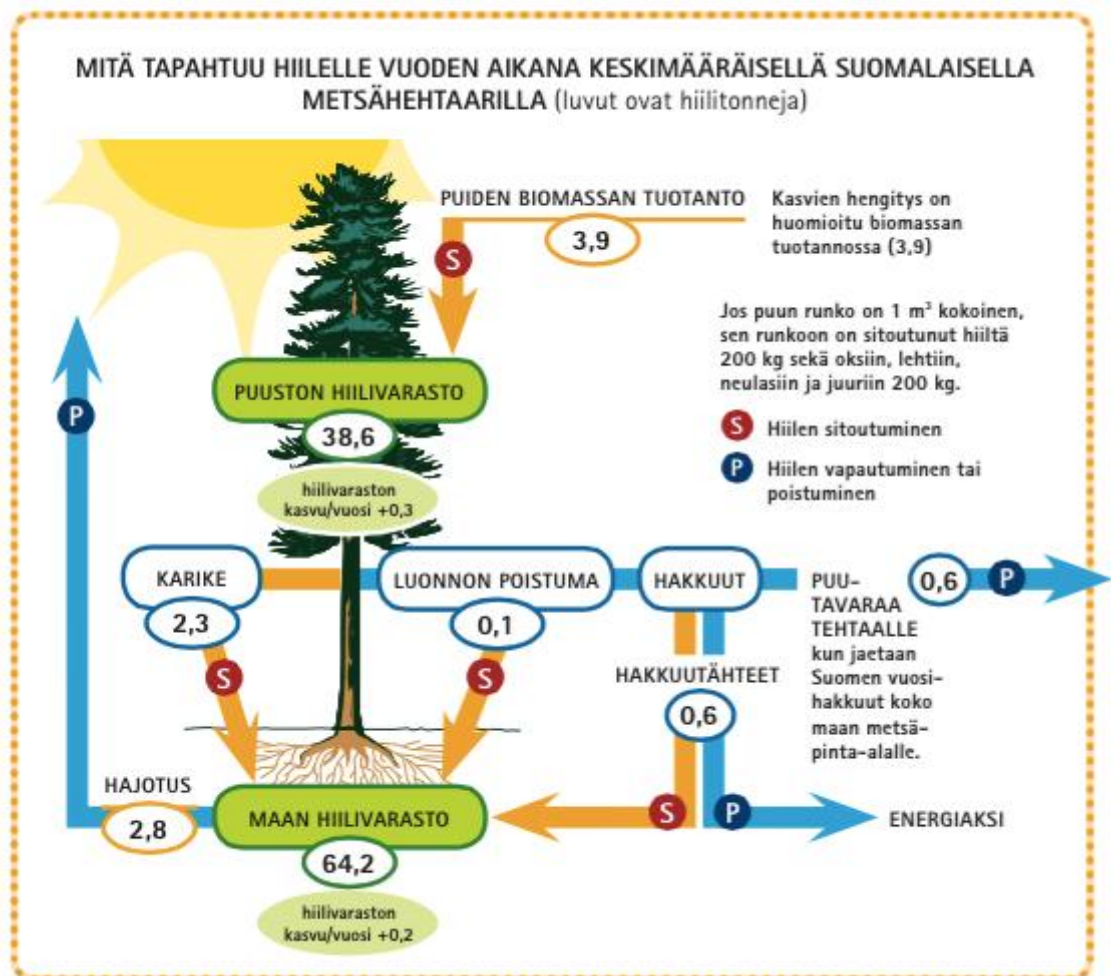
	2004		2015		2004-2015 t CO <sub>2</sub> -ekv. muutos
	MWh	t CO <sub>2</sub> -ekv.	MWh	t CO <sub>2</sub> -ekv.	
Metsähake	283 000	16 980	800 000	48 000	31 020
Teollisuuden puutähteet	1 850 000	55 500	1 540 000	46 200	- 9 300
Mustalipeä	2 764 000	82 920	2 900 000	87 000	4 080
Kiinteistöjen polttopuu	770 000	61 600	890 000	71 200	9 600
Pelletti	5 000	500	120 000	12 000	11 500
Liikenteen biopolttoaine	0	0	90 000	18 000	18 000
Vesivoima	954 000	0	860 000	0	0
Muu uusiutuva	10 000	0	188 000	0	0
Sähkön nettotuonti	311 000	0	185 000	0	0
<b>Turve</b>	<b>650 000</b>	<b>240 500</b>	<b>600 000</b>	<b>222 000</b>	<b>- 18 500</b>
<b>Polttoöljy ja muut fossiiliset</b>	<b>1 396 000</b>	<b>435 552</b>	<b>430 000</b>	<b>134 160</b>	<b>- 301 392</b>
<b>Liikenteen fossiiliset</b>	<b>1 400 000</b>	<b>436 800</b>	<b>1 110 000</b>	<b>346 320</b>	<b>- 90 480</b>
	<b>10 390 000</b>	<b>1 330 352</b>	<b>9 713 000</b>	<b>984 880</b>	<b>- 345 472</b>
					<b>- 26 %</b>

Kuva 4. Pohjois-Karjalan energiantuotanto ja CO<sub>2</sub>-päästöt Pohjois-Karjalan bio-energiaohjelma 2015 mukaisessa energiantuotannonskenaariossa. (Lohilahti ym. 2009, 25.)

Juha-Pekka Snäkin tutki millaisia vaikutuksia uusiutuvien energialähteiden käytöllä olisi hiilidioksidipäästöihin Pohjois-Karjalassa vuosina 1996–2010, jos fossiilisten polttoaineiden käyttöä vähennettäisiin. Tutkimuksesta kävi ilmi, että hiilidioksidipäästöt vähenevät 24,7 %, jos öljyn käyttö vähenee 8,8 %. (Snäkin 2003, 72-73.)

Energiapuun korjuulla on kahdenlaisia vaikutuksia hiilenkiertoon metsissä. Elävästä puustosta otettava energiapuun korjuu vähentää pienpuustoon määrää ja puuston hiilinielua sekä metsän kariketuotosta. Hakkuutähteistä kerättävä energiapuu vaikuttaa vain kariketuotokseen ja näin ollen se vaikuttaa vain maaperän varastomuutokseen. Kariketuotos koostuu elävästä puustosta tulevista materiaaleista, joita ovat kuolleet lehdet, neulaset, oksat ja juuret sekä metsään jäävästä hakkuutähteestä. Suurin kariketuotos tulee elävästä puustosta. Hiilitase tarkasteluissa käy selville, että metsäbiomassan käyttö tulevaisuudessa teolli-

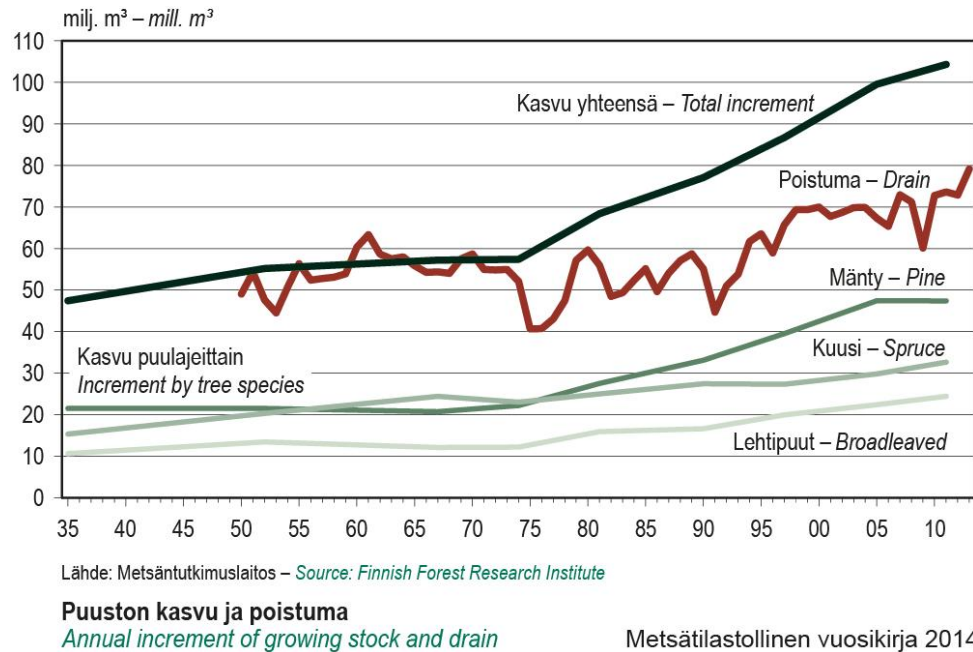
suuden raaka-aineena ja bioenergiana ei vähennä metsien hiilinielua. (Sievänen, Lehtonen, Ojanen & Salminen 2012, 200 ja 203.) Kuvassa 5 on esitetty hiilen kiertokulku metsähehtaarilla. Vaikka metsien hiilinielujen uskotaan kasvavan, koko Suomen tasolla kuitenkin sitä säätelee pitkälti se, miten puuston hakkuupoistuman ja kasvun suhde kehittyy. (Ilmasto-opas.fi 2015a).



Kuva 5. Hiilen kiertokulku metsässä. (Suomen metsäyhdistys ry 2011, 20.)

Nuorten metsien osalta puut, kasvillisuus ja maaperä sitovat hiiltä nopeasti, jolloin niiden vaikutus hiilinieluna kasvaa. Vanhassa metsässä maaperä kerryttää hiiltä hitaasti vielä tuhansia vuosia, vaikka sen puuston ja muun kasvillisuuden tilavuus ja biomassa eivät enää kasva. (Ilmasto-opas.fi 2015a.) Kuvasta 6 voi-

daan todeta, että Suomen metsien kasvu on tehostunut 70-luvulta lähtien johtuen tehostuneesta metsänhoidosta.



Kuva 6. Puuston kasvu ja poistuma Suomen metsissä 1935–2013. (Ilmasto-opas.fi 2015a.)

Energiapuun korjuulla on merkitystä metsien hiilitaseeseen, korjuussa osa puiden kannoista, juurista ja latvuksesta vietään pois, jolloin maaperän varastoon tulevan orgaanisen aineen määrä vähenee. Ympäristövaikutuksia arvioitaessa ratkaisevaa on, kuinka tehokkaasti ja laaja-alaisesti energiapuuta korjataan. Tehtyjen laskelmien perusteella, jos metsien hakkuut eivät lisäänty suuresti, metsät tulevat olemaan tulevaisuudessakin kasvihuonekaasujen nielu. (Kuusinen & Ilvesniemi 2008, 16-17 ja 57.)

### 2.3 Lämmöntuotannon liiketoimintamallit

RAKLI:n raportissa tutkittiin lähtökohtia alue-energialiiketoiminnalle. Alueellisessa energiatoimintamallissa hyödynnetään alueen lähienergiapotentiaali ja eri lähteistä saatavat energianlähteet kerättäisiin samaan lähiverkkoon. Alueellisessa energiaratkaisujen hyödyntämisessä keskiössä ovat energiayhtiöt, kunnat ja kiinteistöjen omistajat. Liiketoimintamallissa yhdistyvät eri energian tuottajat ja tällä tavoin saataisiin rakennettua energiatehokkaampi sekä toimintavarmempi lämmöntuotantoratkaisu esimerkiksi uudisalueille. Tämä vaatii, että mukana ovat kunnat, rakentajat ja energiayhtiöt. (RAKLI 2012, 7-12.)

RAKLI:n raportissa todetaan, että alue-energian liiketoimintamallit ja palvelut tulisi rakentaa energian loppukäyttäjien tarpeiden mukaan. Kiinteistöjen omistajat ja muut energian loppukäyttäjät haluavat saada tarvitsemansa energian riskittömästi, taloudellisesti ja helposti. Palveluiden tuotanto voidaan jakaa eri toimijoille, mutta kuluttajien ja kiinteistönomistajien näkökulmasta energia olisi kätevinä hankkia kokonaistoimituksena. (RAKLI 2012, 15.) Joissakin kunnissa onkin jo energian hankinta ulkoistettu yksityisille energiatoimittajille isommissa kiinteistöryhmissä.

Liiketoimintamallia valitessa käytössä on vaihtoehtoja alkaen pienestä toimijavastuulla toimivista yrittäjistä suuriin ylikansallisiin energiayhtiöihin. Kaupunki voi myös itse hoitaa lämmöntuotannon kiinteistöissä hankkimalla vain tarvittavan polttoaineen. Kaupungeilla ja kunnilla on suuri rooli omien energiayhtiöiden, yhteisten konsernien omistajana tai yksittäisen lämpölaitosten suoraan omistussuhteeseen perustuvina toimijoina. Kaupunki tai kunta voi pohtia lämmöntuotannon liiketoimintamallien vaihtoehtoja kaupungin tai kunnan mielenkiinnon näkökulmasta. Onko lämmöntuotannon tavoitteena turvata kiinteistölle mahdollisimman edullista energiaa ja millä tasolla kaupungin ilmasto-ohjelman tavoitteita pyritään edistämään? (Puhakka 2012, 8-9.)

Kunnilla on energiaratkaisujen hankintaan vaihtoehtoisia toteutusmalleja. Lämpöliiketoiminnan hyvänä puolena voidaan nähdä se, että kunnat voivat keskittyä ydinosaamiseensa ja ne voivat siirtää vastuuta muista toiminnoista ulkopuolisil-

le. Vaihtoehtoisia lämmöntuotannon liiketaloudellisia malleja voivat olla esimerkiksi seuraavat vaihtoehdot:

- Kunta omistaa kokonaan tai merkittävässä määrin kunnan alueella toimivan energiayhtiön, joka myy lämpöä kiinteistöille.
- Lämpölaitos on kunnan omistuksessa, kunta hankkii raaka-aineet itse tai joku ulkopuolinen yritys vastaa sopimussuhteen perustuen raaka-aineen hankinnasta, lämpölaitoksen käytöstä ja lämmöntuotannosta.
- Kunta voi ulkoistaa lämmöntuotannon lämpöliiketoimintaa harjoittavalle yritykselle, joka vastaa lämpölaitoksen investoinneista, käytöstä ja lämmöntuotannosta.
- Kunta vuokraa lämpölaitoksen ja kaukolämpöverkon ulkopuoliselle yrittäjälle.

Toimintamalleja arvioitaessa kysymyksiksi nousevat käyttäjäasiakkaiden suhde lämmönmyyjään, sopimussuhteiden rakenne ja tasapuolisuus. Kunnan myöntäessä tai myydessä ulkopuoliselle yrittäjälle lämpölaitoksen ja lämmönsiirtoverkon rakentamisoikeuden kokonaisuudessaan, siirtyy suunnittelun ja hinnoittelun päätösvaltaa huomattavasti kunnan ulkopuolelle. Ulkoinen lämmöntuotantomalli tuo mukanaan uhkia sekä mahdollisuuksia. Jos lämmöntuotanto on ulkoistettu ulkopuoliselle yrittäjälle, kunnan käytössä olevat rajalliset resurssit voidaan paremmin kohdentaa muuhun käyttöön ja tämä näkyy aluetalouden kehityksenä sekä yrittäjätoiminnan tukemisena. (Puhakka 2005, 20–21.) Liiketoimintamalleja käsitellään lisää luvussa 4.

## **2.4 Energiaratkaisujen aluetaloudelliset vaikutukset ja energiapolitiikka**

Uusiutuvan energian käyttö ei tarkoita ainoastaan polttoaineen hankintaa vaan koko uusiutuvan energian ryhmä käsittää koneiden ja laitteiden valmistuksen, uusiutuvan energian tuottamisen ja siihen liittyvän polttoainehuollon sekä uusiutuvaan energiaan liittyvän tutkimuksen, koulutuksen, neuvonnan kehittämisen ja konsultoinnin. Eli kyseessä on suuri kokonaisuus, jolla voidaan saada suuria

aluetaloudellisia hyötyjä. Pohjois-Karjalan maakuntaliiton vuonna 2008 tekemän tutkimuksen mukaan uusiutuvan energian klusterin työllisyys oli 1100 henkilötyövuotta. Kasvua vuoteen 2004 verrattuna on tapahtunut liikevaihdossa että työllisyydessä noin 30 %. (Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2020, 26.)

Aluetalouden kannalta paikallisilla polttoaineilla on merkittävä rooli, koska suurimmat polttoainevarannot sijaitsevat harvaan asutuilla maaseutualueilla. Bioenergian käyttö paikallisesti luo ja tukee maaseudun elinkeinoa ja työllisyyttä, vahvistaen samalla alueiden elinvoimaisuutta ja hyvinvointia. Paikallisesti tuotettu biopolttoaine lisää myös energiaomavaraisuutta ja lisää työllisyyttä eri sektoreilla. Samalla paikallisten polttoaineiden käyttö luo mahdollisuuksia yrittäjyyteen, tuo verotuloja sekä tuottaa erilaisia ulkoisia vaikutuksia mm. tiestön kunto paranee ja teknologia kehittyy. (Storhammar & Mukkala 2011, 5 ja 7.)

Bioenergian käytön lisääminen kasvattaa työpaikkojen määrää ja samalla se luo yhteisöllisyyden tunnetta harvaanasutuilla seuduilla. Työpaikkojen lisääntyminen pitää alueen elinvoimaisena ja investoinnit voivat luoda samalla myös muita työpaikkoja muille toimialoille. Tutkimuksen mukaan ihmiset eivät ole halukkaita muuttamaan työnperässä muualle, joten uusien työpaikkojen luomisella voidaan alentaa paikallisesti työttömyyttä. (Lehtonen & Okkonen 2015a, 610.)

Paikallisalueen tuntemusta tarvitaan paljolti, jotta uusia työpaikkoja voitaisiin luoda bioenergia alalle lisää harvaanasutuille seuduilla ja myös poliittisten linjausten tulee tukea bioenergian käytön lisäämistä. Paikallisalueen elinvoimaisuutta voidaan lisätä esimerkiksi perustamalla yhteisöllinen yritys, joista on saatu hyviä kokemuksia tehtyjen tutkimusten perusteella. (Lehtonen & Okkonen 2015a, 610-618.)

Ongelmana uusiutuvan energian projekteissa on ollut paikallisessa tasolla, se että investointeihin sijoitettu raha ei ole jäänyt alueelle. Tämä pystytään välttämään siten, että perustetaan yhteisöllisiä yrityksiä, joiden tavoitteena on yhteisön hyvinvoinnin lisääminen. Yhteisöllisen yrityksen etuna on se, että silloin yrityksellä on yhteinen päämäärä ja toiminta tähtää paikallisuuteen sekä alueen



elinvoimaisuuden varmistamiseen tulevaisuudessa. Etenkin harvaanasutuilla seuduilla yhteisölliset yritykset ovat luoneet uusia edellytyksiä alueen elinvoimaisuuden parantamiseksi. (Lehtonen & Okkonen 2015b, 826 ja 832.)

Joensuun kaupungin tekemillä julkisilla hankinnoilla on merkittäviä vaikutuksia kaupunkikonsernin talouden kehitykseen, alueen työllisyyteen sekä koko kaupunkiseudun kehitykseen. Hankintojen vaikutukset ulottuvat tuotteiden ja palveluiden tarjonnan lisäksi myös markkinoiden kehitykseen, tämä lisää innovatiivisuutta ja samalla syntyy uusia palveluita. Joensuun kaupunkistrategiassa on esille nostettu yrittäjäystävällisyys vahvaksi painopisteeksi, joten hankintaprosessia kehittämällä parannetaan yritysten elinvoimaisuuden tukemisen mahdollisuuksia. Yritysten, työpaikkojen ja työllisyyden lisäämisellä tuetaan aluetalouden kasvun mahdollisuuksia. Yrityksiä aktivoidaan osallistumaan hankintaprosessiin ja kuunnellaan heidän mielipiteitään sen kehittämässä. (Joensuun kaupunki 2014b, 5 ja 6.)

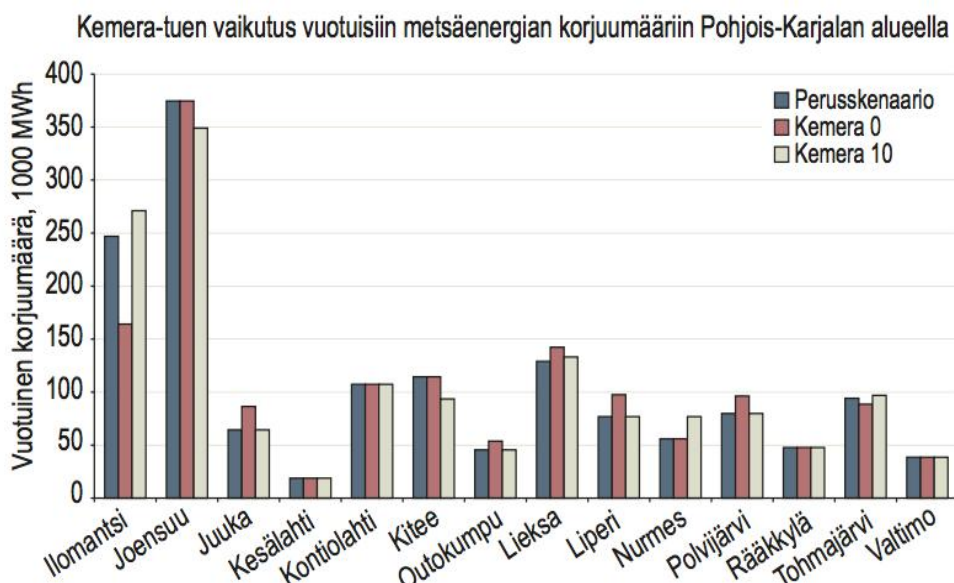
Uusia työpaikkoja voidaan luoda korvaamalla polttoöljyä käyttävä lämpölaitos puuta polttavalla lämpökeskuksella. Lämpölaitosten työllisyyteen vaikuttava tekijä on se, kuka vastaa kohteen lämmityksestä. Lämpölaitoksen tai useamman lämpölaitoksen lämmitysvastuu voidaan antaa ulkopuoliselle yritykselle, joka hoitaa lämpökattiloiden käytön keskitetysti. Kiinteiden polttoaineiden käytössä on pyritty minimoimaan henkilötöiden tarve, koska palkkakustannusten osuus lämmöntuotantokustannuksista on huomattava. Automaatiojärjestelmien kehitys ja polttoaineen laadun parantaminen ovat osaltaan vähentäneet energiantuotannon työmäärää. Eniten määrällisesti työllistäviä aloja ovat turvetuotanto ja metsähaketuotanto. Erityisesti metsähakkeen tuotannon merkitys työllistävänä tekijänä tulee kasvamaan tulevaisuudessa. (Halonen, Helynen, Flyktman, Kallio, Kallio, Paappanen & Vesterinen 2003, 13 ja 48.)

Tiina Reinman tutki omassa opinnäytetyössään uusiutuvan energian aluetaloudellisia vaikutuksia ja työssä todettiin, että tämän hetkisessä Suomen taloustilanteessa kaikki mahdollinen uusien työpaikkojen luominen sekä uusiutuvan energian käytöstä syntyvä raha, joka jää kaupungin tai kunnan omalle alueelle ovat omiaan kohentamaan taloutta. Etenkin lämpö- ja metsäkoneyrittäjyydellä

on merkitystä haja-asutusalueen työllisyyden kannalta katsottuna. (Reinman 2014, 37.)

Joensuun alueella nestemäisten biopolttoainelaitosten investoinnit kasvattavat metsäenergian alueellista kysyntää ja Pohjois-Karjalan alueella suurin osa käytettävistä metsäenergiavaroista ohjautuu Joensuun alueelle. Metlan tekemän raportin mukaan Pohjois-Karjalan metsähakkeen korjuu- ja hyödyntämispotenti-aali näyttäisi kasvun merkkejä vuoteen 2050 mennessä. Metsäenergian tuotannon määrään Kemera-tuella ei ollut merkittäviä vaikutuksia. (Ikonen, Routa, Strandman, Torssonen, Kallio, Pasanen, Kellomäki, Asikainen & Kilpeläinen 2014, 12 ja 17.)

Yhdessä skenaariossa tuen poistaminen jopa lisäsi hivenen metsähakkeen kokonaistarjontaa Pohjois-Karjalan alueella. Syynä metsäenergian tuotantomäärien kasvuun oli se, että kantojen korjuu kasvoi enemmän mitä pienpuun korjuu väheni. Tutkimuksessa havaittiin, että Kemera-tuen nosto 7 eurosta 10 euroon lisäisi pienpuun korjuuta Pohjois-Karjalassa 43 000 kuutiometrillä 370 000 kuutiometriin. Kuvasta 7 nähdään, että Joensuun alueella Kemera-tuen kasvaessa metsäenergian korjuumäärä jopa hieman laskee. Syy tähän on se, että metsähakkeen tarjonta suurten käyttöpaikkojen läheisyydessä kuten Joensuussa väheni lähialueen kantojen korjuun hävitessä kilpailukyvyssä kauempaa tuotavalle Kemera-tukea saavalle runkopuulle. (Ikonen ym. 2014, 10–12.)



Kuva 7. Kemera-tuen vaikutus metsäenergian tarjontaan Pohjois-Karjalassa. (Ikonen ym. 2014, 11.)

Muita tekijöitä jotka vaikuttavat metsäenergian hintaan, ovat päästökauppa ja metsähakkeen kysynnän vaihtelut. Esimerkiksi uusien biopolttoainelaitosten rakentaminen Pohjois-Karjalaan aiheuttaa vaihtelua metsähakkeenmarkkinoissa. (Ikonen ym. 2014, 12.)

Syksyllä 2014 julkaistun Kasvua ja työllisyyttä uudella energiapolitiikalla - raportin mukaan nykyinen energiapolitiikka ei palvele Suomen etua. Uuden energiapolitiikan myötä talous kasvaisi oikeaan suuntaan, lisäten työpaikkoja, kasvattaen vientiä, vähentäen tuontia ja näin parantaisi maamme kilpailukykyä. Taustalla vaikuttavia tekijöitä ovat fossiilisten polttoaineiden hintojen nousu ja korvaavien teknologioiden hinnat ovat taas vastavuoroisesti pudonneet. Suomen energiapolitiikka eroaa huomattavasti menestyvien maiden kuten Ruotsin, Tanskan, Itävallan ja Saksan energiapoliittisista linjauksista. Suomessa yleinen näkemys on, että vertailumaat olisivat tehneet energiapoliittiset ratkaisunsa puhtaasti ympäristönäkökohtia ajatellen. Vaikka ympäristösyöt ovat vaikuttaneet taustalla, on selvää, että näiden maiden energiapolitiikan takana vaikuttavat vahvasti elinkeino- ja talouspoliittiset syyt. (Halme, Hukkinen, Korppi-Tommola, Linnanen, Liski, Lovio, Lund, Luukkanen, Nokso-Koivisto, Partanen & Wilenius 2014, 2.)

Keväällä 2015 valitun uuden hallituksen hallitusohjelman tavoitteiden mukaisesti hallituskauden kärkihankkeita ovat päästöttömän eli uusiutuvan energian käyttöä lisääminen. Uusiutuvien energialähteiden käytön osuus 2020 - luvulla tulisi olla yli 50 % ja energia omavaraisuusaste olisi 55 %. Tavoitteisiin päästään bioenergian ja muun päästöttömän uusiutuvan energian tarjonnan lisäämisellä. Lisäksi vuoteen 2020 hallitus linjaa, että hiilen käytöstä energian käytössä luovutaan ja tuontiöljyn käyttö puolittuisi. Kuntien kannalta tärkeä linjaus ohjelmassa on, se että julkista sektoria kannustetaan hiilineutraaleihin ratkaisuihin. (Valtioneuvoston kanslia 2015, 22.)

Uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämisen edellytyksenä on yhteisen poliittisen tahdon löytyminen ja uusiutuvien energialähteiden käytön kannattavuuden parantaminen. Fossiilisten polttoaineiden käyttö lisää ulkopuolisten toimittajien riippuvuutta talouden sekä huoltovarmuuden kannalta. Paikallisesti tuotettu polttoaine tuo omalta osaltaan huoltovarmuutta ja se ei ole riippuvainen maailman markkinoiden kehityksestä ja poliittisesta tilanteesta. Uusiutuvien energialähteiden puolesta puhuu sen vakaa hintakehitys. Fossiilissa polttoaineissa hintakehitys myötäilee vahvasti maailman poliittista tilannetta. (Puhakka 2005, 15.)

Keskeisenä kysymyksenä maailmanlaajuisessa energiapolitiikassa on ollut teollisuus- ja kehitysmaiden keskinäiset suhteet ja niissä valinnut vastakkainasettelu. Tämä on aiheuttanut huomattavia haasteita ympäristö- ja ilmastopoliittisten laadintaan. Teollisuusmaiden voimakas kasvu ja samaan aikaan kehitysmaiden käynnistyvä taloudenkasvu aiheuttavat ilmasto- ja energiapolitiikkaan omat haasteensa. (Puhakka 2005, 16.)

Energiapolitiikan ongelmana on, että energian käytön maailmanlaajuiset haittavaikutukset alkavat näkyä vasta vuosikymmenten päästä. Energiankäyttäjän näkökulmasta ihmiset arvostavat talouteen ja käytön helppouteen liittyviä tekijöitä pitkävaikutteisten ympäristöarvojen sijaan. Esimerkiksi lämpölaitoksen hankintavaiheessa kuntasektorilla taloudelliset tekijät ovat suuremmassa roolissa kuin se, että hankkeen ympäristövaikutuksia tutkittaisiin kokonaistaloudellisesti. Kuntasektorilla tulisi keskustella energiapolitiikan vaikutuksista ja huomioida ympäristökriteerit hankinnoissa. Keskusteluissa ja päätöksen teossa tulisi ottaa

mukaan eri polttoainevaihtoehtojen todelliset ympäristötekijät. Vasta kun ympäristö seikat on huomioitu myös kuntasektorin päätöksenteossa voidaan päästä tavoitteisiin, jotka on asetettu ilmasto- ja energiapolitiikassa. (Puhakka 2005, 16.)

Bioenergiapolitiikassa päättäjien pitää päästä yhteisymmärrykseen bioenergian käytön suunnittelussa. Biomassan käytön suhteen puuttuu selkeä ja järjestelmällinen suunnittelu etenkin alueilla, joissa bioenergian käytöllä voi olla negatiivisia vaikutuksia biodiversiteettiin, veden laatuun ja ruokahuoltoon. Suunnittelussa tulee tarkastella muutakin kuin energian hyötykäyttöä, tarkasteluissa tulee ottaa huomioon bioenergian käytön muut mahdolliset vaikutukset. Useimmiten prosessien suunnittelussa tarkastellaan biomassaa vain energian käytön näkökulmasta. (Kautto 2011, 131.)

Tulevaisuudessa biomassan käytön suunnittelussa pitää ottaa huomioon kansalliset ja paikalliset tavoitteet uusiutuvan energian käytössä. Kaikki sidosryhmät tulisi ottaa huomioon suunniteltaessa bioenergian käyttöä, koskien myös eri alojen päättäjiä. Yhteistyön puute on osoittautunut suureksi puutteeksi arvioitaessa bioenergian käytön vaikutuksia. Eri ympäristö- ja energiaohjelmien välillä tulisi olla enemmän vuoropuhelua, jotta näitä voitaisiin yhdistää ja parhaimmat käytännöt voitaisiin toteuttaa. Energiapolitiikan yhtenäistäminen ja tiedon jakaminen auttaisi uusiutuvien energialähteiden käytön suunnittelussa paremmin. Tunnistamalla eri ympäristö- ja energiaohjelmien edut päästäisiin kohti parempaa ja yhtenäistä energiapolitiikkaa. (Kautto 2011, 133-136.)

Suomen mahdollisuudet talouskasvuun kumpuaisivat uudesta energiapolitiikasta. Suomen talous on vuodesta 2008 lähtien kärsinyt laskusuhdanteesta. Keskeisenä syynä on heikko kysyntä ja heikkenevä kilpailu. Suomi käytti vuonna 2012 8,5 miljardia euroa kuluttaessaan ulkomailta ostettuja energiatuotteita. Maassamme on siis 8,5 miljardin euron vuosittainen kysyntä energiatuotteille, joka tällä hetkellä energiapolitiisesta ajattelusta, sääntelystä, verotuksesta, tuesta ja infrastruktuurista johtuen tulee hoidetuksi tuontienergia- ja teknologialla. Oikealla energiapolitiikan kohdentamisella vuoteen 2020 mennessä 20 % ja vuoteen 2030 mennessä 50 % voitaisiin saada suunnattua Suomeen. Kansain-

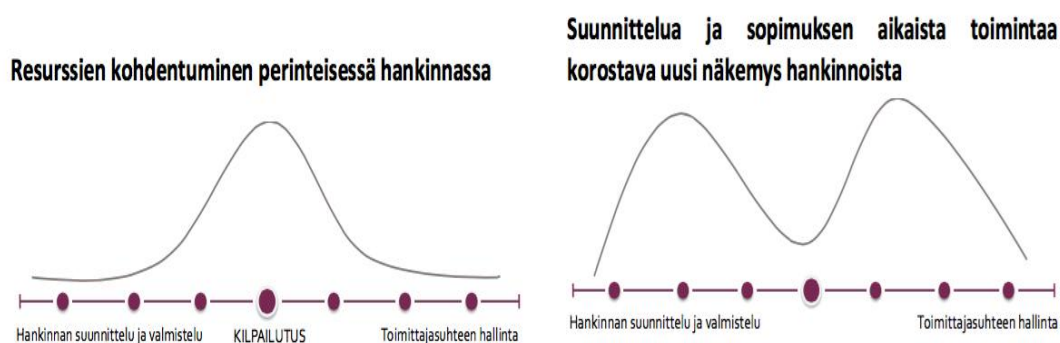
välischen esimerkkien perusteella Suomeen olisi luotavissa vuoteen 2020 mennessä 30 000 uutta työpaikkaa. Työpaikkoja syntyisi alkuvaiheessa energiatehokkuushankkeisiin, mutta samalla myös uusiutuvan energiantuotantoon. Vuoteen 2030 raportti toteaa, että uusia työpaikkoja voitaisiin luoda jopa 50 000 kappaletta lisää. (Halme ym. 2014, 10 ja 11.)

### **3 Lämpöratkaisujen hankintaprosessi**

Joensuun kaupunkikonsernin hankintaohjelma julkaistiin vuonna 2014, jonka tavoitteita ovat hankintojen strategisuuden ja johtamisen vahvistuminen, hankintaprosessien ja toimintamallien parantaminen sekä hankintaosaamisen vahvistaminen. Hankintaohjelmassa kaudella 2013–2016 korostuu elinvoiman ja kasvun lisääminen. Aluetalouden ja työpaikkojen kestävästä kasvusta tarvitaan, jotta kaupunki säilyttää kilpailukykyyn muihin vastaavankokoisiin kaupunkeihin nähden. Hankintaohjelmassa on määritelty neljä tärkeintä strategista päämäärää, jotka ovat yrittäjäystävällisyys, toimintatapojen ja tuotannon uusiminen, vetovoima ja hyvinvointia edistävä ympäristö. (Joensuun kaupunki 2014b, 4 ja 6.)

Kuntien tekemät hankinnat voidaan jaotella asiakaspalveluihin, väli tuote palveluihin, materiaaleihin ja ulkoisiin vuokriin. Julkisten hankintojen strategisen osaamisen hankkeen raportin mukaan vuonna 2009 Joensuun kaupunki teki yksityisiltä ostoja noin 90,5 miljoonan euron edestä, mikä vastaa noin 1248 euroa asukasta kohden. Aluetaloudellisesta näkökulmasta katsottuna Joensuussa maakunnan ulkopuoliset yritykset voittivat vuonna 2011 alle puolet hankintatoimen toteuttamista kilpailutuksista. Rahallisesti näiden hankintojen arvo on yli 40 miljoonaa euroa. Paikalliset yritykset voittivat 56 % kilpailutuksista, joiden arvo yhteensä oli yli 52 miljoonaa euroa. Hankintojen rahamääräisiä vaikutuksia tarkasteltaessa huomataan suuria toimialojen välisiä eroja. Suurimmat kokonaisvaltaiset kerrannaisvaikutukset ovat elintarvikkeiden valmistuksessa ja matalimmat arvot löytyvät metsätaloudesta. (Saastamoinen, Tammi & Turtiainen 2013, 26–38.)

Keskeisintä uuden hankintaprosessin aloittamisessa on käsitellä jokainen hankinta sen tarpeiden, tavoitteiden ja vaikuttavuuden näkökulmasta. Vanhojen pohjien käyttö tai sopimusten kopiointi ei tuo hankintaan uusia ratkaisuja eikä vahvista hankinnan vaikuttavuutta. Hankinnan suunnitteluun ja toteutukseen käytettävää työpanosta tulee arvioida aina hankekohtaisesti. Hankintaprosesseissa painopiste on ollut yleensä kilpailutuksessa. Tulee kuitenkin muistaa, että kilpailutus on vain yksi osa hankintaprosessia. Hankintaprosessia tulee kehittää suunnittelua ja sopimuksen aikaista toimintaa painottaviksi. Hankintaohjelmassa todetaan, että jatkossa hankintojen tulee olla tilaajan ja toimittajan välistä yhteistyötä yhteisten päämäärien saavuttamiseksi ja niiden ydin on sopimuksen aikaisessa toiminnassa. (Joensuun kaupunki 2014b, 6.)



Kuva 8. Perinteisen ja uuden hankintamallin erot. (Joensuun kaupunki 2014b, 6.)

Perinteisessä hankintamallissa resurssina tyypillisesti on vain kaupungin oma henkilöstö. Uudessa mallissa resursointi painottuu kilpailutuksen toteutukseen ja sopimusajan toimintaan, tässä mallissa tuottajilla ja asiakkailta on keskeinen asema. (Joensuun kaupunki 2014b, 6.)

Onnistuneen hankintaprosessin edellytys on vuoropuhelu markkinoilla olevien toimijoiden kanssa. Palveluiden ja tuotteiden nykyiset ja potentiaaliset tarjoajat ovat toimialansa asiantuntijoita ja heidän asiantuntemustaan tulisi käyttää hyödyksi kun hankintaprosessia lähdetään viemään eteenpäin. Yksi hyvä tapa on järjestää tapaaminen tilaajien ja toimittajien välillä, jossa yhteistyötä voidaan vahvistaa ja toimittajien mielipiteitä sekä asiantuntemusta voidaan käyttää hyödyksi. (Joensuun kaupunki 2014b, 12.)

Pieniä ja keskisuuria yrityksiä tulisi kannustaa enemmän osallistumaan julkisiin hankintoihin, koska näillä yrityksillä on merkittävä vaikutus taloudelliseen elinvoimaan. Etenkin alueen työllisyyden kannalta pienet yritykset ovat suuressa roolissa työpaikkojen luomisessa. Talouden näkökulmasta yritysten osallistuminen hankintoihin lisää markkinoiden kilpailullisuutta ja johtaa siten ostajan kannalta parempiin hankintoihin. Yksi iso syy miksi pk-yritykset eivät osallistu aktiivisesti hankintoihin on tiedon puute. Osallistumiskynnystä nostavat myös byrokrattisuus ja, jos yrityksen tietotaito ei riitä hankintaprosessiin osallistumiseen. (Saastamoinen 2013, 11-12.)

Jotta pk-yrityksiä saataisiin osallistumaan enemmän julkisiin hankintoihin, tulisi hankintayksikköjen kehittää toimintatapojaan. Hankintojen jakaminen pienempiin osiin parantaa yritysten mahdollisuuksia voittaa tarjouskilpailuja. Pohjois-Karjalan yrityksille suunnatussa kyselyssä kävi ilmi, että yritykset kaipaivat koulutusta julkisiin hankintoihin osallistumisesta ja tulevista kilpailutuksista pitäisi saada etukäteisinformaatiota hyvissä ajoin, jotta yritykset pystyisivät valmistautumaan paremmin tarjouksen jättämiseen. Suurimmalle osalle yrityksistä hankinnan sopimuskausi ja yrityksen kilpailukyky eivät vaikuttaneet tarjouksen jättämiseen. Myös tarjouksen laatimista ja jättämistä ei koettu ongelmalliseksi. Eniten tarjouskilpailun osallistumiseen vaikutti tarjouspyynnön osuvuus. (Saastamoinen 2013, 12 ja 15.)

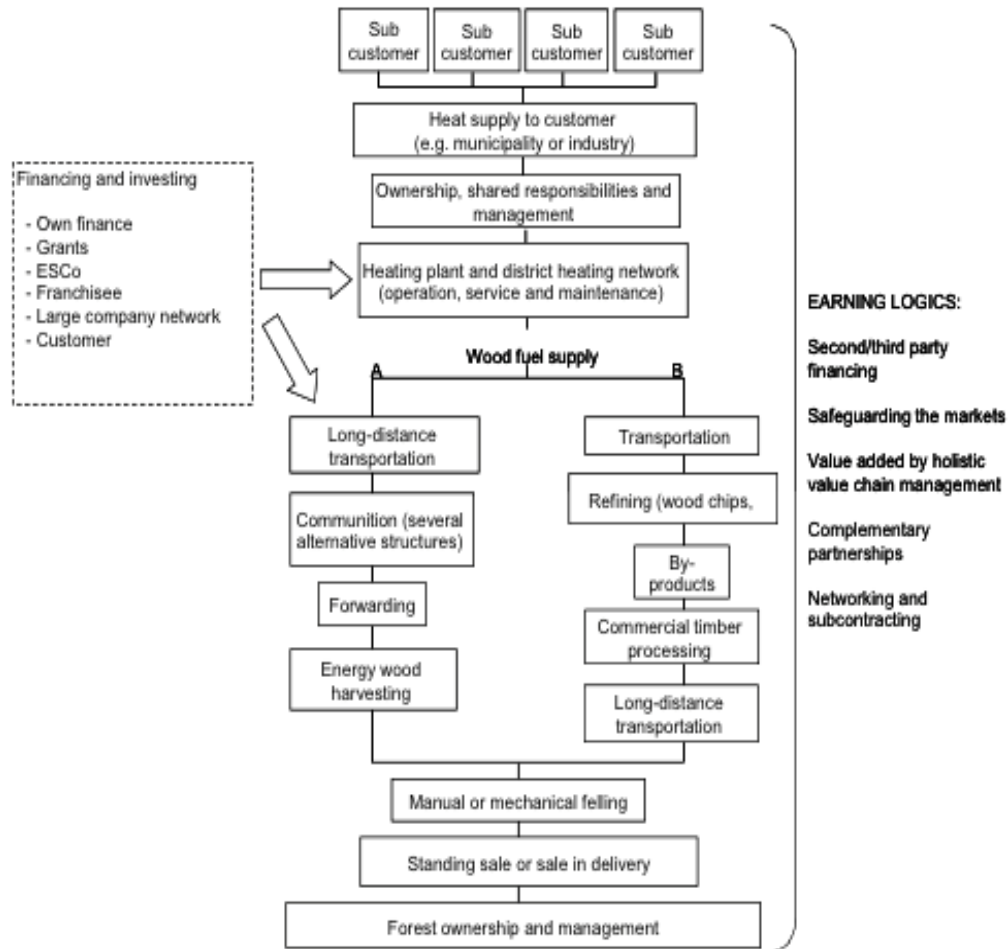
Työllisyysvaikutuksia tutkittaessa toimialakohtaiset erot ovat vielä suurempia kuin rahamääräisiä eroja tutkittaessa. Metsätalouden osalta työllisyysvaikutukset ovat 7,5 henkilöä kun taas maa- ja riistatalouden kohdalla työllisten määrä kasvaa yli 40 henkilöllä. Pohjois-Karjalassa suurimmat vaikutukset julkisissa hankinnoissa syntyvät elintarvikkeiden valmistuksessa ja muita suuria työllisyysvaikutuksia syntyy maataloudessa, kiinteistö-, vuokraus-, tutkimus- ja liike-elämän palveluista. Metsätalouden osalta hankkeen raportin mukaan metsätaloudessa ei päästy suuriin kerrannaisvaikutuksiin julkisissa hankinnoissa. (Saastamoinen ym. 2013, 38 ja 55.)



#### **4 Alueellinen lämmöntuotanto yritystoiminnan näkökulmasta**

Lämpöyrittäjyys on vielä Suomessa kovin varhaisella asteella. 1990-luvulla yleistyi yrittäjyyteen perustuva lämmöntuotantotoiminta, josta voidaan käyttää nimitystä lämpöliiketoiminta tai lämpöyrittäjätoiminta. Aluksi toiminta on keskitynyt yksittäisten kiinteistöjen polttoainetoimituksiin ja siihen liittyen lämpölaitosten valvontaan ja hoitoon. Lämpöyrittäjyys sopii erittäin hyvin pienien kunnallisten lämpölaitosten kokoluokkaan. Lämmöntuotantomalleja on erilaisia ja pisimmälle viety malli on, että yrittäjä tai ryhmä yrittäjiä hankkii ja omistaa lämpölaitoksen, vastaa laitoksen raaka-aine hankinnoista sekä vastaa myös laitoksen ylläpidosta. Tällaisessa mallissa yrittäjä myy lämpöä asiakkaalle kokonaispalveluna. Toinen vaihtoehtoinen malli on, että kunta omistaa lämpölaitoksen ja lämpöyrittäjä vastaa raaka-aineen hankinnasta sekä laitoksen ylläpidosta. Tapauksessa, jossa kunta omistaa laitoksen, kantaa kunta toiminnasta suurimman taloudellisen riskin ja lämmöntuotantosopimus yrittäjien asemasta katsottuna on vastuullisuudeltaan pienempi. (Puhakka 2005, 22.)

Kuviossa 1 on esitetty lämmöntuotannon yritystoiminnan rakennetta. Vasemmassa kuviossa on kerrottu mahdolliset rahoitusmahdollisuudet, jolla lämpöyrittäjätoiminta saadaan käynnistettyä. Alimpana kuvassa on polttoainelogistiikan virrat, jotka ovat suoraan metsästä saatava raaka-aine ja toisena vaihtoehtona on teollisuudesta/teollisuuden sivutuotteista saatavat raaka-aineet. Ylimpänä kuvassa on kerrottu liiketoimintamallit, jotka ovat yleisiä lämpöyrittäjätoiminnassa. Kuvion oikeassa reunassa on kerrottu tulonlähteet. (Okkonen 2009, 62.)



Kuvio 1. Lämpöyrittäjyyden toimintarakenne ja tulonlähteet. (Okkonen 2009, 62.)

Lämpöyrittäjyydestä puhuttaessa voidaan käyttää usein termiä yhteisöllinen yrittäjyys. Yhteisöllisen yrityksen tunnusmerkkejä ovat, että se tukee paikallistaloutta ja kehittävät lähiyhteisöjä. Yritys vaikuttaa liiketoiminnallaan positiivisesti yhteiskuntaan ja yritykset pyrkivät kehittämään ratkaisuja ympäristöongelmiin. (Yhteiskunnallinen yrittäjyys 2015.) Näiden yritysten avulla esimerkiksi uusiutuvan energian parissa toimivien yritysten avulla saadaan luotua uusia työpaikkoja harvaan asutuille seuduille. Avainasemassa näissä yrityksissä on verkostoituminen ja yhteistyö.

Hyvä esimerkki yhteisöllisestä yrityksestä on Enossa toimiva Enon Energiaosuuskunta, joka on paikallisten metsänomistajien omistama. Paikallisina hyötyinä osuuskunnan toiminta tuottaa edullista lämpöä ja paikalliset metsänomis-

tajat saavat tuloja energiapuun myynnistä. Osuuskunnan toiminta edes auttaa yhteisöllisen toiminnan vahvistumista alueella. (Sustainable communities 2015.)

Enon Energiaosuuskunta on onnistunut luomaan toimintamallin, joka hyödyttää lähiseutua ja tuo sinne rahaa. Yrityksen toiminta kattaa koko lämmöntuotanto ketjun raaka-aineen hankinnasta itse lämmön myymiseen asiakkaalle. Avainasemassa osuuskunnan toiminnassa on ollut hyvä yhteistyö osakkaiden kesken. Osuuskunta työllistää 7–10 henkilöä, joka on Enon kokoisessa taajamassa paljon. (Havukainen, Kuittinen, Matveinen, Mononen, Peiponen & Tykkyläinen 2014. 61-64.)

Lämpöyrittäjyyttä suunniteltaessa on kyettävä tunnistamaan toimialaan liittyvät teknis-taloudelliset haasteet ja esimerkiksi sopimukselliset riskit ja tehdä näiden suhteen ennakkoon kattava riskianalyysi. Hyvän laadun merkki on se, että lämpöyrittäjä pyrkii kaikessa toiminnassaan hyvään ja avoimeen yhteistyöhön eri toimijoiden ja asiakkaiden kanssa. Ennen kaikkea lämpöliiketoiminnassa asiakas odottaa, että lämmitettävässä kohteessa riittää lämpöä vuoden jokaisena päivänä kellon ympäri eli toimintavarmuus on avainasemassa lämmöntuotannossa. Tulevaisuuden haasteet koskevat vaatimustason nousua, tämä tarkoittaa myös lisää vaatimuksia ja toiminnan jatkuvaa kehittämistä lämpöyrittäjälle. Asiakkaan tarpeita joudutaan miettimään ja niihin on vastattava tarjoamalla ja kehittämällä uusia palveluja. Laadun varmistaminen on lämpöyrittäjälle ensiarvoisen tärkeää. (Lankinen & Puhakka 2013, 80.)

Uuden lämpöliiketoiminnan aloittaminen ei ole helppoa, vaikka raaka-aineen lähteitä olisi runsaasti saatavilla. Nykypäivän yrityskulttuuri on vaativaa ja yrityksen halutaan olevan vakavarainen sekä sillä täytyy olla aikaisempia referenssejä, joilla pystytään osoittamaan toiminnan laatu. (Okkonen 2009, 73.)

Lämpöyrittäjyys alkaa usein asiakkaan tarpeesta, joka on yleensä kunta tai teollisuusyritys. Asiakas tekee investoinnit, jonka jälkeen lämmöntuotannosta ja lämpölaitoksen huollosta vastaa yrittäjä. Kun kunta tai teollisuudenyritys tekee investoinnit tällöin yrittäjän riskit pienenevät, joissakin tapauksissa myös valtio tukee lämpölaitosten investointeja. Lämpöyrittäjyyden toiminnan aloittaminen ei

ole enää niin suuri riski kuin se oli vielä parikymmentä vuotta sitten. Alkuvaiheessa haasteita tuottivat uusi tekniikka, lämmön hinnoittelumallit, tulon lähteet ja raaka-aineen käsittely. Fossiilisten polttoaineiden kallistuminen on taannut puusta saatavan energianhinnan kilpailukyvyn. (Okkonen 2009, 145.)

Kunnan päättäjien näkökulmasta katsottuna lämpöyrittäjyyden haasteena on lämpöenergian häiriötön saanti, joka nähtiin hyvin tärkeänä tekijänä tehdyn kyselyn perusteella. Lämpöyrittäjän on luotava jo suunnitteluvaiheessa hyvät suhteet taustalla toimiviin tahoihin. Erityisesti huomioitavia asioita ovat laitoksen huoltoon liittyvät erityispalvelut, varamiesjärjestelmät ja raaka-aineen saatavuuden varmistaminen. Kuntatasolla päätöksenteko on usein hyvin hidas prosessi ja lämpöyrittäjyyden näkökulmasta poliittisen päätöksenteon hitaus voi nousta lämpöyrittäjyyden esteeksi. Motivan teettämän tutkimuksen mukaan kunnissa nähtiin työkiireet yhdeksi esteeksi öljyä käyttävien kohteiden muuttamiseksi lämpöyrittäjyyskohteiksi. Etenkin lämpöyrittäjän valintaan liittyvä kilpailutus koettiin aikaa vievänä toimenpiteenä. (Motiva 2010, 8-9.)

Maakunnissa tulisi olla henkilö, joka ajaisi lämpöyrittäjyyttä eteenpäin, tällä tavoin kunnallisten kohteita saataisiin lämpöyrittäjä-vetoiseksi. Lämpöyrittäjien huolena on, että muuttuvien kustannusten pelätään nousevan, kuten polttoaineen hinnan huomattava nousu hankinta-alueella. Lämmöntuotannon raaka-aineen laatu vaihtelee etenkin metsähakkeen kohdalla, tämän on koettu hankaloittavan laitoksen hoitoja lisäävän toimintahäiriöitä. Tehtyjen haastattelun perusteella esille nousivat investointien rahoitukselliset ongelmat. Omarahoituksen osuus koettiin liian suurena ja erot olivat suuria niin alueellisesti kuin eri pankkilaitosten välillä. Ratkaisevana tekijänä on kuinka vakavarainen yrittäjä on ja millaisia vakuuksia lainalle yrittäjä pystyy tarjoamaan. (Motiva 2010, 9 ja 16.)

Lämpöyrittäjien tekemät lämmön-toimitussopimukset ovat usein hyvin pitkiä, jolloin yrittäjä sitoutuu pitkälle tulevaisuuteen hankkimaan polttoaineen laitoksien sa tarpeisiin. Tässä yrittäjällä tulee olla hyvät yhteistyöverkostot ja suhteet paikalliseen metsänhoitoyhdistykseen ja muihin metsäalan toimijoihin, jotta varmistetaan raaka-aineen saatavuus tulevaisuudessa. Poliittisella ohjauksella on tulevaisuudessa suuri rooli, jotta lämpöyrittäjyyttä voidaan tukea paremmin. Ny-

kyinen politiikka soveltuu huonosti lämpörittäjyyteen, koska sopimuskaudet ovat usein hyvin pitkiä. Aluepoliittisesti lämpörittäjyys edistää kasvua ja tuo kaivattuja työpaikkoja sinne missä niille on tarvetta. (Motiva 2010, 9 ja 16.)

Uusiutuvat energialähteet voivat olla aluetaloudellisesti hyvinkin merkittävässä roolissa harvaan asutuilla seuduilla ja luonnonvaroiltaan rikkailla alueilla. Biotalouskasvusta saatavat hyödyt, ovat muun muassa kasvavat tulo- ja työllisyysvaikutukset sekä parantuva energiahuoltovarmuus. Pielisen Karjalan bioenergiaverkostot ja -virrat Pohjois-Karjalan energiaomavaraisuutta-hankkeen mukaan paikallisella bioenergialla voi olla hyvin huomattavia vaikutuksia. Parhaimmillaan hyödyt voivat tuoda yli 12 miljoonaa euroa vuodessa ja henkilötyövuosia tulisi lisää jopa 280. Uudet investoinnit biotalouteen voivat lisätä paikallisten luonnonvarojen käyttöä ja tehostaa infrastruktuurin, työvoiman ja koneiden käyttöä. Tämä mahdollistaa sen, että työmahdollisuudet lisääntyvät ja ihmiset pysyvät poismuuttoalueilla, kun työtä on paremmin tarjolla. Panostaminen biotalouteen kannustaa uusien yritysten ja työpaikkojen syntymistä, ja tämän avulla voidaan luoda uutta ja ylläpitää nykyistä taloudellista toimintaa taantuvilla haja-asutusalueilla. Yksi mahdollisuus on pienten ja keskisuurten yritysten toiminnan edistäminen, jolla on todettu olevan lupaavia vaikutuksia maaseutualueiden kehitykseen. (Okkonen, Huikuri & Tanskanen 2014, 11.)

## **5 Aineistot ja tutkimusmenetelmät**

### **5.1 Aineistot**

Opinnäytetyössä käytettävä aineisto energian kulutustietojen osalta saatiin Joensuun kaupungin tilakeskukselta. Energian- ja öljynkulutustiedot on kerätty Joensuun kaupungin käyttämästä kiinteistöhuolto-ohjelmasta. Kiinteistöhuolto-ohjelman on kehittänyt Granlund konsultointitoimisto, joka myös ylläpitää ohjelmistoa. Granlund on talotekniikkaan erikoistunut konsulttitoimisto, jonka osaisena on energiatehokkuus. Muutoskohteista Heinävaaran ja liksenvaaran kouluilla on käytössä öljylämmitys ja Suhmuran koulukeskuksessa käytössä on öljy- ja pellettilämmitys. Suhmuran koulukeskuksen osalta vertailulaskelmat

tehdään käytettyjen MWh:n perusteella, jotta euromääräiset kustannusvertailut saadaan laskettua.

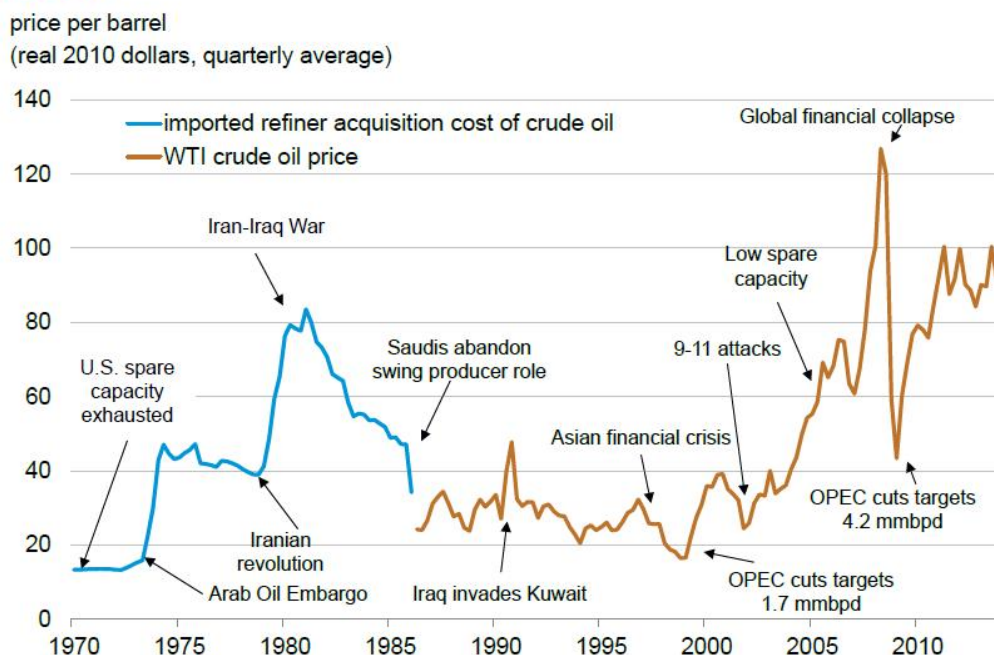
Öljyn hintatietoina työssä käytetään öljy- biopolttoainealan hintatilastoja. Vuoden keskiarvo hinta on laskettu öljy- ja biopolttoainealan ilmoittaman kuukausittaisen öljyn hinnan perusteella. Öljyn hinnat on laskettu kuuden paikkakunnan (Helsinki, Mikkeli, Oulu, Rovaniemi, Seinäjoki, Turku) 15. päivän kuluttajahintojen mukaan. Kevyen polttoöljyn hinnat on painotettu kuntien vuosimyyntimäärillä ja öljytuotteiden myynnin markkinaosuuksilla. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2014a.) Taulukossa 1 on esitetty kevyen polttoöljyn verollisten ja verottomien hintojen kehitys Suomessa vuosina 2010–2014.

Taulukko 1. Kevyenpolttoöljyn vuosittaisten kuluttajakeskiarvohintojen kehitys Suomessa vuosina 2010–2014. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2014a.)

Vuosi	Ka.hinta snt/litra veroineen	Ka.hinta snt/litra veroton
2010	77,7	54,74
2011	106,9	70,95
2012	113,3	76,05
2013	110,4	72,69
2014	101,9	65,82

Raakaöljyn hintaan voi vaikuttaa yllättävät häiriötekijät öljyntuotantoalueilla. Esimerkiksi poliittiset ja sotilaalliset uhat tai konfliktit, lakot ja luonnonmullistukset sekä öljyntuottajamaiden järjestön Opecin päätökset öljyntuotannon määrästä voivat aiheuttaa suuriakin heilahteluja raakaöljyn hintaan. Kuvasta 9 nähdään miten raakaöljyn hinta on vaihdellut vuosina 1970–2014. Suurimpia vaihteluja ovat aiheuttaneet konfliktit ja taloudelliset kriisit maailmalla. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2014b.)

## Crude oil prices react to a variety of geopolitical and economic events



Kuva 9. Öljyn maailmanmarkkinahinnan kehitykseen vaikuttaneet tekijät vuosina 1970 – 2014. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2014b.)

Öljyn hintaan pidemmällä aikavälillä vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa maailmantalouden suhdannevaihtelut ja taludentila sekä odotukset maailmantalouden näkymistä ja talouskasvusta. Lisäksi öljytuotteiden maailmanmarkkinahintaan vaikuttavat monet muut tekijät, kuten öljyn ja öljytuotteiden varastojen suuruus kullakin hetkellä sekä valuuttakurssien vaihtelevat suhteet. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2014b.) Öljyn hintojen vaihtelut ovat siis tulevaisuudessa mahdollisia ja vaihteluihin vaikuttavat monet tekijät, joita on vaikea ennustaa.

Suomessa kuluttajahintojen kehitykseen vaikuttavat monet seikat. Suomessa kuluttajahinnat määräytyvät vapaasti markkinoilla ja hinnat vaihtelevat kilpailutilanteen mukaan paikkakunnittain ja liikennepolttoaineiden osalta huoltoasemittain. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2014b.) Suomessa kuluttajahinnoissa raakaöljyn hinnan vaihtelut näkyvät viiveellä verotuksen takia.

Pelletin hintana on käytetty Joensuun kaupungin hankintatoimen tekemää pellettien vuosisopimuksessa sovittua hintaa. Pelletin hinta vuosina 2011–2014 on ollut 177,28 €/tonni (alv 0 %). Uuden vuonna 2015 voimaan tulleen pelletin toi-

mituksen vuosisopimuksen mukaan pelletin hinta vuonna 2015–2016 on 160,00 €/tonni (alv 0 %). Vuosisopimukseen sisältyy kahden vuoden optio. Tässä työssä käytetään vertailutaulukoissa vuoden 2011 vuosisopimuksen hintaa. Pelletin hinnat kilpailutetaan kun vanha vuosisopimus on umpeutumassa ja edullisin tarjous valitaan Joensuun kaupungille pelletin toimittajaksi. Investointien kustannusvertailussa käytetään pelletille hintaa 160 €/t.

## 5.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä tarkastellaan tarkemmin kolmea kohdetta, joihin tehdään muutosselvitykset lämmitysjärjestelmien vaihtamiseksi. Kohteet ovat liksenvaaran koulu, Suhmuran koulukeskus ja Heinävaaran koulu. Kohteet kuvataan yksityiskohtaisesti ja niihin tehdään muutosehdotus lämmitysjärjestelmän vaihtamisesta. Kohteista selvitetään eri lämmitysratkaisujen toteuttamisen mahdollisuudet. Vaihtoehtoisia lämmitysratkaisuja voivat olla maalämpö, pelletti tai ilmasvesilämpöpumppu. Jokaisen kohteen kohdalla lasketaan nykyiset energiankulutus- ja hintatiedot ja niitä verrataan uusiutuvilla lämmitysratkaisuilla toteutettaviksi. Näin saadaan selville, mikä lämmitysjärjestelmä sopii kuhunkin kohteeseen parhaiten. Jokainen esimerkkikohta tutkitaan tarkoin ja kohteen soveltuvuutta toteutettavaksi uusiutuvilla energianlähteillä arvioidaan erikseen. Opinnäytetyön kehittämistehtävän avulla voidaan edistää Joensuun kaupungin ilmasto-ohjelmassa asetettujen tavoitteiden saavuttamista.

Kehittämistyön luotettavuutta voidaan todentaa siten, että työssä luotetaan tutkimusmenetelmän kykyyn antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Eli käsitteellä tarkoitetaan tutkimusmenetelmän ja käytettyjen mittareiden kykyä saavuttaa tarkoitettuja tuloksia. Kehittämistyön luotettavuus voidaan todentaa tutkittavan aiheen toistettavuudella. (Virtuaali ammattikorkeakoulu 2014.)

Kehittämistyön tutkimuksen tasoa, johtopäätösten pätevyyttä ja tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan koko opinnäytetyön ajan. Yksi tapa kohottaa kehittämistyön luotettavuutta on käyttää tutkimuksessa erilaisia aineistotyyppisiä, teorioita, näkökulmia tai analyysimenetelmiä. Tällä pyritään osoittamaan, että saatu tulos ei ole sattumanvarainen, vaan että tulokseen voidaan päätyä erilaisilla lä-



hestymistavoilla. Tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta voidaan arvioida määrällisessä tutkimuksessa luotettavuuden ja paikkaansa pitävyyden avulla. Tutkimuksen validiteetti voidaan todeta siten, että aineiston analyysimittarit ovat päteviä: ne mittaavat sitä, mitä niiden on tarkoitus mitata. (Jyväskylän yliopisto 2014a.)

Määrällisessä tutkimuksessa paneudutaan erilaisiin luokitteluihin kuten syy-seuraussuhteisiin, vertailuihin ja numeerisiin aineistoihin. Tutkimusmenetelmään sisältyy paljon laskennallisia ja tilastollisia analyysimenetelmiä. Määrällisen tutkimuksen yhteydessä toisensa parina voidaan pitää laadullista eli kvalitatiivista tutkimusta. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkitystä kokonaisvaltaisesti. Molempia tutkimusmenetelmiä voidaan käyttää samassa tutkimuksessa. Määrällinen tutkimus perustuu kohteen kuvaamiseen tilastojen ja numeroiden avulla. (Jyväskylän yliopisto 2015b.)

Koska työssä käytetään molempia tutkimusmenetelmiä, voidaan tässä tapauksessa puhua tapaustutkimuksesta. Tapaustutkimus voi olla väljästi määriteltävä ja sitä voidaan toteuttaa eri analyysimenetelmien avulla. (Jyväskylän yliopisto 2015c.)

Pellettilämmitysratkaisujen tarjouspyynnöt pyydettiin yritys A:lta ja yritys B:ltä. Yritys B toimittaisi kokonaisvaltaisen lämmitysjärjestelmäratkaisun eli lämmitysratkaisu tulisi avaimet käteen -periaatteella. Ratkaisuun sisältyisi lämpökontti, raaka-ainehuolto ja laitehuollot. Joensuun kaupunki maksaisi siis vain käytettyä energiasta. Näin tarjouspyynnöissä tulee otettua huomioon lämpöyrittäjyyden näkökulma. Ilma-vesilämpöpumppujen tarjouspyynnöt pyydettiin yritys C:ltä. Maalämpöratkaisujen tarjouspyynnöt pyydettiin yritys D:ltä. Tarjouspyyntöjä varten muutoskohteista kerättiin tarvittavat tiedot, kuten lämmön- ja vedenkulutus-tiedot. Myös kiinteistökohtaiset tiedot eli rakennusten kuutio ja neliömäärät sekä vanhat lämmitysjärjestelmät olivat tarjouspyynnössä mukana.

Saatujen tulosten perusteella pyritään kehittämään energian hankintaprosessia Joensuun kaupungissa. Tarkoituksena on luoda toimintamalli, jonka avulla Joensuun kaupunki voi hyödyntää opinnäytetyön tuloksena syntynyttä mallia hankintaprosesseissa. Samalla voidaan arvioida millaisia aluetaloudellisia vaikutuk-

sia toisi, jos paikalliset lämpöyrittäjät tai energiaosuuskunnat toimittaisivat lämpöenergiaa Joensuun kaupungin kiinteistöihin.

### 5.3 Lämmitysteho

Lämmitysenergian vaatiman tehontarpeen laskennassa on käytetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5-ohjeita. Ohjeen mukaan kevyen polttoöljyn tehollinen lämpöarvo on 10 kWh/dm<sup>3</sup> ja pelletin tehollinen lämpöarvo on 4,7 kWh/kg. Taulukossa 2 on esimerkkejä polttoaineiden tehollisista lämpöarvoista.

Taulukko 2. Esimerkkejä polttoaineiden tehollisista lämpöarvoista. (Ympäristöministeriö 2007, 14.)

Polttoaine	Tehollinen lämpöarvo
	$Q_{\text{polttoaine, omin}}$
Raskas polttoöljy	11,4 kWh/kg
Kevyt polttoöljy	10,0 kWh/dm <sup>3</sup>
Maakaasu	10,0 kWh/m <sup>3</sup>
Polttopuu yleensä (pilkkeet)	4,1 kWh/kg
Puupelletti	4,7 kWh/kg
Polttohake	900 kWh/irto-m <sup>3</sup>
Kivihili	6,6 kWh/kg
Palaturve	3,3 kWh/kg

Vuosihyötysuhteena laskennoissa on käytetty kevyelle polttoöljylle arvoa 0,89 ja pelletille arvoa 0,8. Taulukossa 3 on esitetty eri lämmöntuottolaitteiden vuosihyötysuhteita.

Taulukko 3. Lämmöntuottolaitteiden vuosihyötysuhteita eri lämmöntuottotavoilla. (Ympäristöministeriö 2007, 14.)

Lämmöntuottotapa	Vuosihyötysuhde $\eta$
<b>Kaukolämpö</b>	1,00
<b>Sähkölämmitys</b>	1,00
<b>Öljy- ja kaasukattilat, enintään 35 kW</b>	
tavanomainen kattila	0,87
matalalämpötilakattila	0,90
<b>Öljy- ja kaasukattilat, yli 35 kW</b>	
tavanomainen kattila	0,89
matalalämpötilakattila	0,91
<b>Puupolttoaineita käyttävät lämmöntuottolaitteet</b>	
Pellettikattilat	0,80
Hakekattilat	0,80
Pilkekattilat	0,70
Tulisijat	0,70

Öljyn kulutuksen vaatima lämmitysteho voidaan laskea kaavalla:

$$\text{dm}^3 * \text{kWh/dm}^3 * \eta = \text{kWh, jossa}$$

$$\text{dm}^3 = \text{öljyn kulutus}$$

$$\text{kWh/dm}^3 = \text{kevyen polttoöljyn tehollinen lämpöarvo}$$

$$\eta = \text{vuosihyötysuhde kerroin}$$

$$\text{kWh} = \text{kilowattitunti}$$

Kaavaa johtamalla saadaan laskettua tulososion taulukoissa esitetty tilanne, jos kohteissa olisi öljylämmityksen sijasta käytetty pellettiä kiinteistöjen lämmittämiseen toteutuneiden MWh:n mukaan.

#### 5.4 Lämmitysratkaisujen investointien kustannusvertailu

Koska kaikissa kolmessa esimerkkikohteissa ei ole käytössä pelkästään öljylämmitys, Suhmuran koulukeskuksen osalta kustannusvertailu joudutaan laskemaan vuotuisten energiankulutustietojen perusteella. Iksenvaaran ja Heinävaaran koululla on käytössä öljylämmitys, joten näissä kohteissa voidaan suoraan laskea öljylämmitykseen kulunut rahamäärä vuosina 2010 - 2014. Lopputuloksena saadaan vertailutaulukko, josta voidaan nähdä vuotuiset kiinteistöjen tarvitsemat öljyn- ja pelletinkulutustiedot ja kustannusvertailu näiden välillä.

Jokaiseen vertailukohteeseen pyydettiin tarjoukset maalämmön, ilma-vesilämpöpumpun sekä pelletin osalta. Saatujen tarjouksien perusteella kohteille valittiin sopivin lämmitysratkaisu. Lämmitysratkaisuja mietittäessä on otettava huomioon myös investointilaskelmat. Laskelma on investoinnin pitoajalle ulottuva laskelma, jolla selvitetään investointihankkeen edullisuutta. Pääsääntöisesti yleisesti käytettyjä investointilaskentamenetelmiä ovat nykyarvomenetelmä, annuiteettimenetelmä, sisäisen korkokannan menetelmä ja takaisinmaksuajan menetelmä. (Järvenpää, Länsiluoto, Partanen & Pellinen 2010, 213.)

Nykyarvomenetelmässä kaikki investoinnista johtuvat tuotot ja kustannukset diskontataan valitulla laskentakorkokannalla nykyhetkeen. Investointi on kannattava, jos tuloksena saatu nykyarvojen summa on positiivinen. Investoinnista syntyvien nettotuottojen nykyarvo, jäännösarvo mukaan luettuna, on suurempi kuin investoinnin hankinnasta aiheutuvat kustannukset. Ellei laskentakorkokantaa käytettäisi, investointi on kannattava, mikäli nettotuottojen summa olisi vähintään perushankintakustannuksen suuruinen. (Järvenpää ym. 2010, 218 ja 219.)

Annuiteettimenetelmä on nykyarvomenetelmään verrattuna käytännössä käännteinen. Annuiteettimenetelmässä investointi hankintameno jaetaan pitoaikaa vastaaville vuosille yhtä suuriksi pääomakustannuksiksi, vuosieriksi eli annuiteeteiksi. (Järvenpää ym. 2010, 220.)

Sisäisessä korkokannan menetelmässä korkokanta on se, jonka mukaan laskettuna investoinnin nykyarvo on nolla. Eli sisäistä korkokantaa käytettäessä investoinnista kertyvien nettotuottojen nykyarvo on yhtä suuri kuin investoinnin perushankintameno. Investointi on edullinen, jos sen sisäinen korkokanta on vähintään tavoitteeksi asetetun pääoman tuottoprosentin suuruinen. Investointivaihtoehdoista edullisimmaksi muodostuu se, jonka sisäinen korkokanta on suurin. (Järvenpää ym. 2010, 221.)

Yleisin investointilaskelmissa käytetty menetelmä on takaisinmaksuajan menetelmä. Menetelmässä selvitetään, minkä ajan kuluessa investoinnin yhteenlasketut nettotuotot ylittävät perushankintakustannuksen. Jos laskentakorkoa ei oteta huomioon ja vuotuinen nettotuotto on vakio, takaisinmaksuaika on hankintameno per vuotuinen nettotuotto. Tässä työssä käytetään takaisinmaksuajan ja annuiteettimenetelmiä laskettaessa lämmitysratkaisujen investointikustannuksia. Mikäli vuotuinen nettotuotto ei ole vakio, selvitetään, kuinka monen vuoden nettotuotot tulee laskea yhteen perushankintamennon suuruisen summan kerryttämiseksi. (Järvenpää ym. 2010 223.) Lisäksi työssä investoinnit lasketaan annuiteettimenetelmällä.

Lämmitysratkaisujen investointivertailussa kuukausittaiset huoltokulut on kerätty laitetoimittajien tarjouksista. Joissakin lähteissä lämpökeskuksen huolto- ja ylläpitokulut olisivat 1 % investointikustannuksista (Lankinen & Puhakka 2013, 65).

## **6 Muutoskohteet ja vertailulaskelmat**

### **6.1 Suhmuran koulukeskus**

Suhmuran koulukeskus sijaitsee noin 20 kilometrin päässä Joensuun kantakaupungista. Koulu on perustettu vuonna 1954 ja oppilaita on yhteensä 117. Koulu käsittää yhteensä kolme eri rakennusta. Vanhin rakennus on rakennettu vuonna 1954. Koulua on laajennettu vuosina 2001 ja 2003. Vuonna 2001 valmistui Taitola rakennus. Suhmuran koulukeskuksen lämpökeskus sijaitsee vanhan koulun

kellarikerroksessa. Vanha koulurakennus on tarkoitus purkaa, jolloin jäljelle jäävät vain uusi rakennus ja Taitola. Purkamisajankohta ei ole vielä tiedossa. Vanhan rakennuksen ja lämpökeskuksen purkaminen tuo omat haasteensa valittaessa uutta lämmitysratkaisua. Etäisyyttä jäljellä jäävillä rakennuksilla toisiinsa nähden on noin 50 metriä, mutta vanhoja lämpökanaaleja voidaan hyödyntää uutta lämpöratkaisua mietittäessä.

Lämmitettävää huoneistoalaa Suhmuran uudessa kouluosassa ja Taitolassa on yhteensä 1517 m<sup>2</sup> ja tilavuutta 8404 m<sup>3</sup>. Keskimääräisesti lämpöä on kulunut 26,17 kWh/m<sup>3</sup>. Koulukeskuksen kahdessa käyttöön jäävässä rakennuksessa vedenkulutus on ollut vuodessa yhteensä noin 415 m<sup>3</sup>. Lämmitysratkaisujen tarjouspyyntöjä tehdessä vain uusi koulurakennus ja Taitola on huomioitu kiinteistökohtaisia tietoja annettaessa.

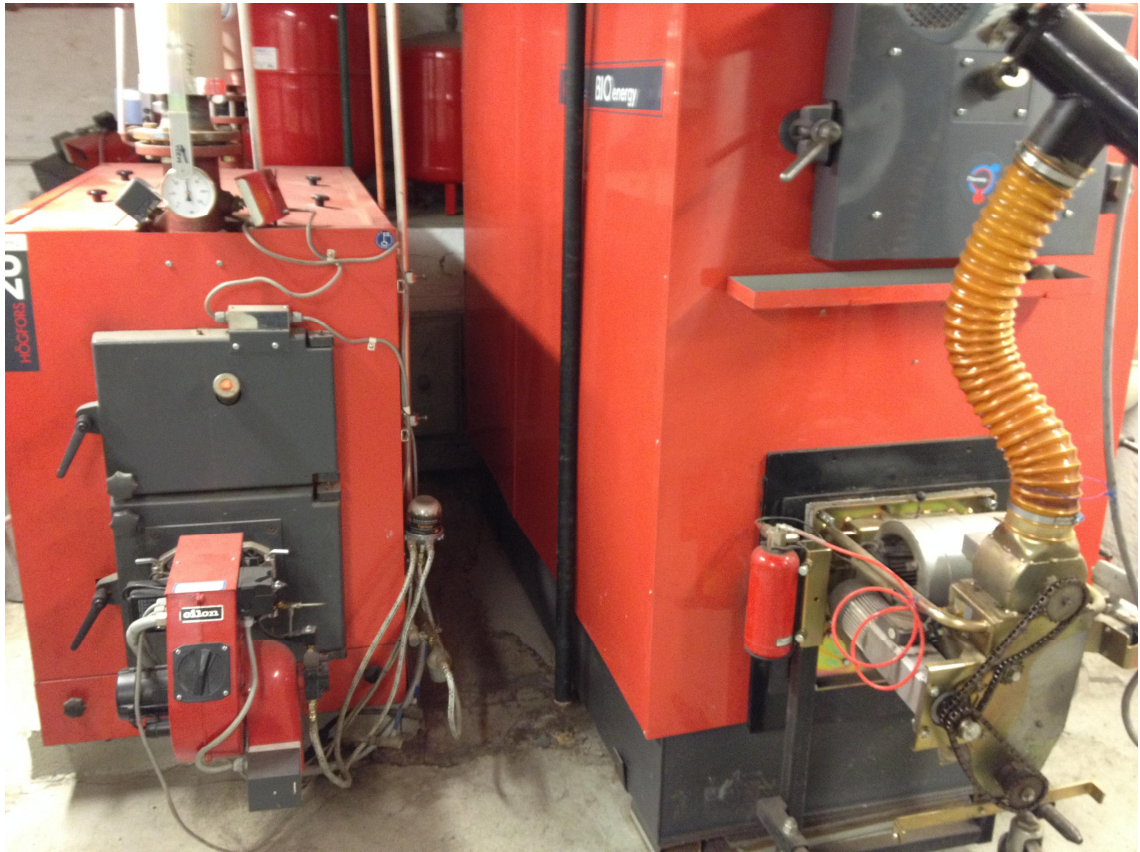
Koulukeskuksen pellettilämmitysjärjestelmässä on ollut ongelmia ja tämän vuoksi öljylämmitysjärjestelmää on jouduttu käyttämään pellettilämmityksen kanssa. Suurimpia ongelmia kohteessa on ollut pintavahdin kanssa, jonka tarkoituksena on ilmoittaa pelletin syötössä tapahtuvat ongelmat. Pelletin pölyävyyden takia pintavahdin sensorin toiminta häiriintyy ja tämä antaa hälytyksen keskukseen. Taulukossa 4 on esitetty öljynkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010–2014.



Kuva 10. Suhmuran uusi koulu. (Kuva: Janne Pakarinen.)

Taulukko 4. Suhmuran koulukeskuksen öljynkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010 - 2014.

Vuosi	Kulutus l/a	Öljyn ka.hinta €/litra	€/a
2010	21 362	0,547	11 685,01
2011	2 929	0,709	2 076,66
2012	6 072	0,760	4 614,72
2013	7 322	0,726	5 315,77
2014	9 367	0,658	6 163,49
2010–2014	47 052	0,680	29 855,65



Kuva 11. Suhmuran koulukeskuksen öljy- ja pellettikattila. (Kuva: Janne Pakarinen.)

Taulukossa 5 on esitetty toteutuneet pelletinkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010 - 2014.

Taulukko 5. Suhmuran koulukeskuksen pelletinkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010 - 2014.

Vuosi	Kulutus t/a	Pelletin hinta €/t	€/a
2010	85,84	177,28	15 217,72
2011	78,30	177,28	13 881,02
2012	68,39	177,28	12 124,18
2013	57,79	177,28	10 245,01
2014	74,76	177,28	13 253,45
2010–2014	365,08	177,28	64 721,38



Taulukoista 4 ja 5 voidaan nähdä, että pellettilämmitysjärjestelmä on ollut pääasiallinen lämmitysmuoto koulukeskuksessa, mutta öljylämmitykseen on jouduttu turvautumaan pellettikattilan ongelmien vuoksi.

Taulukossa 6 on toteutuneet pelletin kulutustiedot vuosina 2010–2014, jos lämmityksessä olisi käytetty ainoastaan pellettiä.

Taulukko 6. Suhmuran koulukeskuksen lämmityskulut, jos lämmönlähteenä olisi käytetty pellettiä vuosina 2010–2014.

Vuosi	MWh/a	Pelletin kulutus (t/a)	Pelletin hinta €/t	€/a
2010	328,90	87,47	177,28	15 506,68
2011	380,50	101,19	177,28	17 938,96
2012	324,10	86,19	177,28	15 279,76
2013	352,80	93,82	177,28	16 632,41
2014	373,10	99,22	177,28	17 589,72
2010–2014	1759,40	467,89	177,28	82 947,54

Taulukossa 7 on esitetty vertailutaulukko öljy- ja pellettilämmityksen kuluista vuosina 2010–2014. Lukemat ovat toteutuneita kulutustietoja.

Taulukko 7. Suhmuran vanhan koulun vertailutaulukko öljy- ja pellettilämmityksen kuluista vuosina 2010–2014 toteutuneiden kulutustietojen mukaan.

Vuosi	Öljylämmitys kulut €/a	Pellettilämmitys kulut €/a	Erotus €/a
2010	11 685,01	15 217,72	-3 532,70
2011	2 076,66	13 881,02	-11 804,36
2012	4 614,72	12 124,18	-7 509,46
2013	5 315,77	10 245,01	-4 929,24
2014	6 163,49	13 253,45	-7 089,97
2010–2014	29 855,65	64 721,38	-34 865,73

Taulukosta 7 voidaan havaita, että vuonna 2011 koulukeskuksen lämmityksessä ei juurikaan tarvittu öljylämmitystä vaan lämmitys pääasiassa pystyttiin hoitamaan pelletillä.

Taulukoissa 8 ja 9 on esitetty tilanne, jos koulukeskuksen lämmityksessä olisi käytetty pelkästään pellettiä tai öljyä polttoaineena. Vertailulukemat on laskettu toteutuneiden lämmönkulutus tietojen perusteella. Suhmuran koulukeskuksen keskimääräinen lämmönkulutus vuosina 2010–2014 on ollut noin 351 MWh/vuosi.

Taulukko 8. Suhmuran koulukeskuksen öljylämmityskulut toteutuneiden MWh:n mukaan vuosina 2010–2014.

Vuosi	MWh	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> /a	Öljyn hinta €/litra	€/a
2010	328,90	32 890,00	0,547	17 990,83
2011	380,50	38 050,00	0,709	26 977,45
2012	324,10	32 410,00	0,760	24 631,60
2013	352,80	35 280,00	0,726	25 613,28
2014	373,10	37 310,00	0,658	24 549,98
2010–2014	1 759,40	175 940,00	0,680	119 763,14

Taulukko 9. Suhmuran koulun vertailukustannukset toteutuneiden MWh:n vuosina 2010–2014, jos lämmönlähteenä olisi pelkästään käytetty öljyä tai pellettiä.

Vuosi	Öljylämmitys kulut €/a	Pellettilämmitys kulut €/a	Erotus €/a
2010	17 990,83	15 506,68	2 484,15
2011	26 977,45	17 938,96	9 038,49
2012	24 631,60	15 279,76	9 351,84
2013	25 613,28	16 632,41	8 980,87
2014	24 549,98	17 589,72	6 960,26
2010–2014	119 763,14	82 947,54	36 815,60

Taulukosta 9 voidaan havaita, että jos ainoana lämmönlähteenä olisi käytetty pellettiä, niin vuotuinen kustannussäästö olisi ollut noin 7500 euroa (alv 0 %). Tässä tapauksessa pelletillä lämmittäminen on kannattavaa. Kustannuksissa ei ole huomioitu kattiloiden huoltokuluja.

## 6.2 Iiksenvaaran koulu

Iiksenvaaran koulu sijaitsee Joensuun kaupungin keskustan läheisyydessä. Koulua käy noin 60 oppilasta. Koululle on suunnitteilla mahdollisesti laajennus myöhemmin tulevaisuudessa kasvavien oppilasmäärien takia. Koulussa on käytössä öljylämmitys ja keskimääräinen vuosikulutus on ollut noin 25 000 litraa. Iiksenvaaran koulussa lämmitettävää huoneistoalaa on 711 m<sup>2</sup> ja tilavuutta 4302 m<sup>3</sup>. Keskimääräinen lämmönkulutus vuodessa on ollut 263 MWh ja lämpöä on kulunut kuutiota kohden 61,33 kWh. Käyttöveden tarve koulussa on vuodessa noin 135 m<sup>3</sup>.

Olemassa oleva lämmityslaitteisto on hyväkuntoinen ja sitä ei tarvitsisi uusia vielä. Rakennuksen kattilahuone sijaitsee kellarikerroksessa, jossa on hyvin tilaa lämmitysratkaisujen muutoksen tekemiselle. Tämä tuo kustannussäästöjä hankittaessa uutta lämmitysratkaisua kohteeseen. Koulun takapihalla on runsaasti vapaata tilaa, jonne voidaan tarvittaessa sijoittaa maalämpöputkistot tai pellettikontti sekä siilo. Taulukossa 10 on esitetty toteutuneet öljynkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010–2014.



Kuva 12. Iiksenvaaran koulu. (Kuva: Janne Pakarinen.)

Taulukko 10. liksenvaaran koulun öljynkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010 - 2014.

Vuosi	Kulutus l/a	Öljyn ka.hinta €/litra	€/a
2010	27 465	0,547	15 023,36
2011	25 506	0,709	18 083,75
2012	29 175	0,760	22 173,00
2013	24 035	0,726	17 449,41
2014	23 320	0,658	15 344,56
2009–2014	129 501	0,680	88 074,08

Taulukossa 11 on esitetty vertailulaskelmat toteutuneiden lämmönkulutustietojen perusteella, jos koulussa olisi käytetty pellettilämmitystä.

Taulukko 11. liksenvaaran koulun lämmityskulut, jos lämmönlähteenä olisi käytetty pellettiä vuosina 2010–2014.

Vuosi	MWh/a	Pelletin kulutus (t/a)	Pelletin hinta €/t	€/a
2010	291,90	77,60	177,28	13 756,93
2011	257,10	68,38	177,28	12 122,41
2012	282,30	75,08	177,28	13 310,18
2013	252,50	67,15	177,28	11 904,35
2014	235,50	62,63	177,28	11 103,05
2010–2014	1319,30	350,84	177,28	62 196,92

Taulukko 12. liksenvaaran koulun vertailutaulukko öljy- ja pellettilämmityksen kuluista vuosina 2010–2014.

Vuosi	Öljylämmitys kulut €/a	Pellettilämmitys kulut €/a	Erotus €/a
2010	15 023,36	13 756,93	1 266,43
2011	18 083,75	12 122,41	5 961,34
2012	22 173,00	13 310,18	8 862,82
2013	17 449,41	11 904,35	5 545,06
2014	15 344,56	11 103,05	4 241,51
2010–2014	88 074,08	62 196,92	25 877,16

Taulukosta 12 voidaan havaita, että koulun lämmittäminen pelletillä olisi tullut noin 5000 euroa halvemmaksi vuositasolla kuin öljylämmitys. Kuvassa 13 on koulun lämmönjakohuone. Vanha öljykattila jätetään varalämmitysjärjestelmäksi.



Kuva 13. Iksenvaaran koulun öljykattila. (Kuva: Janne Pakarinen.)

### 6.3 Heinävaaran koulu

Heinävaaran koulu sijaitsee noin 30 kilometrin etäisyydellä Joensuun kaupungin keskustasta ja koulussa on 157 oppilasta. Muutoskohteista Heinävaaran koulu on suurin ja koulussa on lukumäärällisesti eniten oppilaita sekä henkilökuntaa. Koulussa lämmitettävää alaa on yhteensä 1959 m<sup>2</sup> ja tilavuutta 18400 m<sup>3</sup>. Koulun keskimääräinen lämmönkulutus on ollut vuodessa 585 MWh ja käyttöveden tarve vuosittain on noin 400 kuutiota.

Koululle on suunnitteilla laajennus aikaisintaan vuonna 2020, joka on huomioitu tarjouspyyntövaiheessa. Kohteen lämmönjakohuone on suhteellisen matala, noin 180 cm, joka asettaa omat haasteensa lämpöratkaisua mietittäessä. Tässä kohteessa on käytössä öljylämmitys. Lämmönjakohuoneessa olevat lämmön-

johtimet ja vanha öljykattila eivät vaadi suurempia muutostöitä vaihdettaessa muuhun lämmitysratkaisuun. Tontilla on runsaasti tilaa toteuttaa eri lämmöntuotantoratkaisuja.



Kuva 14. Heinävaaran koulu. (Kuva: Janne Pakarinen.)

Taulukossa 13 on esitetty Heinävaaran koulun öljynkulutustietoja vuosina 2010–2014. Keskimääräinen vuosikulutus on ollut noin 58 000 litraa ja rahaa lämmittämiseen on kulunut 39 000 euroa per vuosi.

Taulukko 13. Heinävaaran koulun toteutuneet öljynkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010 - 2014.

Vuosi	Kulutus l/a	Öljyn ka.hinta €/litra	€/a
2010	61 990	0,547	33 908,53
2011	66 122	0,709	46 880,50
2012	45 430	0,760	34 526,80
2013	70 177	0,726	50 948,50
2014	48 908	0,658	32 181,46
2010–2014	292 627	0,680	198 445,79



Kuva 15. Heinävaaran koulun öljykattila. (Kuva: Janne Pakarinen.)

Taulukossa 14 on esitetty koulun pelletin kulutustiedot, jos lämmönlähteenä olisi käytetty pellettiä vuosina 2010–2014. Kulutuslukemat ovat toteutuneita lämmönkulutustietoja.

Taulukko 14. Heinävaaran koulun pelletinkulutus- ja hintatiedot vuosina 2010–2014, jos lämmön lähteenä olisi käytetty pellettiä.

Vuosi	MWh/a	Pelletin kulutus (t/a)	Pelletin hinta €/t	€/a
2010	689,30	183,32	177,28	32 498,97
2011	595,30	158,32	177,28	28 066,97
2012	528,50	140,56	177,28	24 918,48
2013	626,10	166,52	177,28	29 520,67
2014	490,30	130,40	177,28	23 117,31
2010–2014	2929,50	779,12	177,28	138 122,39

Taulukko 15. Heinävaaran koulun vertailutaulukko öljy- ja pellettilämmityksen kuluista vuosina 2010–2014.

Vuosi	Öljylämmitys kulut €/a	Pellettilämmitys kulut €/a	Erotus €/a
2010	33 908,530	32 498,97	1 409,56
2011	46 880,498	28 066,97	18 813,53
2012	34 526,800	24 918,48	9 608,32
2013	50 948,502	29 520,67	21 427,84
2014	32 181,464	23 117,31	9 064,15
2010–2014	198 445,794	138 122,39	60 323,40

Taulukkojen 14 ja 15 perusteella öljylämmittäminen Heinävaaran koulussa pellettilämmitykseen nähden polttoainekuluissa on tullut maksamaan vuodessa noin 12 000 € enemmän.

#### 6.4 Muut kohteet

Tässä osiossa lasketaan kuinka paljon Joensuun kaupungilla on kulunut öljylämmitykseen rahaa vuosina 2010–2014 ja kuinka paljon lämmityskustannukset olisivat olleet, jos öljylämmityksen sijaista olisi käytetty pellettiä kiinteistöjen lämmitykseen.

Taulukosta 16 nähdään, että vuosina 2010–2014 Joensuussa on käytetty kiinteistöjen öljylämmitykseen yhteensä 1 784 286 litraa kevyttä polttoöljyä. Rahaa öljylämmitykseen on kulunut yhteensä 1 004 481 euroa öljyn hinnan keskiarvon ollessa 0,68 euroa vuosina 2010 - 2014. Öljyn hintakehitys on ollut vuosina 2010–2014 varsin maltillista ja suuremmilta vaihteluilta on vältytty, joka on pitänyt lämmityskustannukset suhteellisen edullisina. Keskimääräisesti Joensuun kaupungin 25 öljylämmitteisen kiinteistön lämmittämiseen kuluu vuodessa energiaa 5000 MWh.



Taulukko 16. Vuosina 2010–2014 Joensuun kaupungissa kulunut rahamäärä kiinteistöjen öljylämmitykseen toteutuneiden kulutustietojen mukaan.

Vuosi	Kulutus (litraa)	Ka. hinta €/litra	€
2010	406 523	0,547	222 368,08
2011	261 580	0,709	185 460,22
2012	266 349	0,760	202 425,24
2013	272 954	0,726	198 164,60
2014	269 773	0,658	177 510,63
2010–2014	1 477 179	0,680	1 004 481,72

Taulukossa 17 on esitetty tilanne, jos öljy- ja pellettilämmityskohteissa olisi käytetty pelkästään öljyä lämmönlähteenä. MWh lukemat ovat toteutuneita lämmönkulutustietoja vuosilta 2010–2014.

Taulukossa 17 on esitetty öljynkulutustiedot toteutuneiden MWh:n mukaan vuosina 2010–2014.

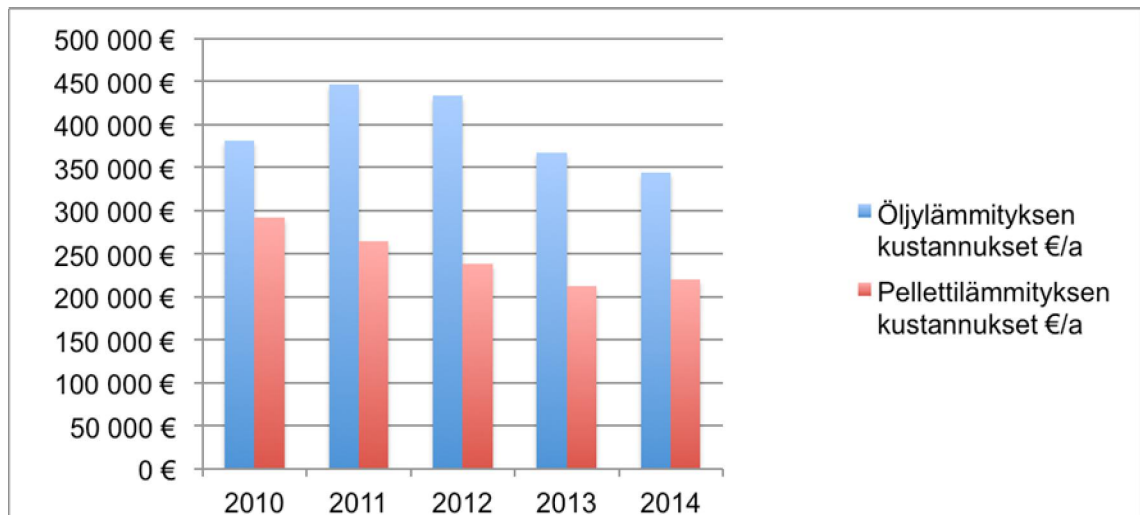
Vuosi	MWh/a	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> /a	Öljyn hinta €/litra	€/a
2010	6 199,0	696 516,85	0,547	380 994,72
2011	5 613,3	630 707,87	0,709	447 171,88
2012	5 062,9	568 865,17	0,760	432 337,53
2013	4 499,9	505 606,74	0,726	367 070,49
2014	4 655,1	523 044,94	0,658	344 163,57
2010–2014	26 030,2	2 924 741,57	0,680	1 971 738,19

Taulukko 18. Vuosina 2010–2014 kulunut rahamäärä, jos kiinteistöjen lämmityksessä olisi käytetty pellettiä.

Vuosi	MWh/a	Pelletin kulutus (t/a)	Pelletin hinta €/t	€/a
2010	6 199,0	1 648,67	177,28	292 276,22
2011	5 613,3	1 492,90	177,28	264 661,31
2012	5 062,9	1 346,52	177,28	238 711,07
2013	4 499,9	1 196,78	177,28	212 165,16
2014	4 655,1	1 238,06	177,28	219 483,28
2010–2014	26 030,2	6 922,93	177,28	1 227 297,03

Taulukosta 18 voidaan havaita, että vuotuinen energiakustannusten säästö kaupungille olisi noin 148 000 €, jos öljylämmitteisissä kohteissa siirryttäisiin käyttämään pellettiä lämmöntuottamiseen.

Kaaviosta 1 voidaan todeta, että pellettilämmitys osoittautuu halvemmaksi vaihtoehdoksi.



Kaavio 1. öljy- ja pellettilämmityksen kustannusvertailu vuosina 2010–2014.

Öljyn hintatason ollessa alhaalla lämmityskustannusten erot pelletin ja öljyn välillä eivät muodostu kovinkaan suuriksi, mutta jos öljyn hinnan suhteen tapahtuu suuria muutoksia tämä kasvattaa hintaeroja pellettiin nähden. Tämän hetkinen öljyn hinnan taso voi omalta osaltaan hidastaa öljykattiloista luopumista.

Okkonen on tutkinut työssään (Okkonen 2009, 73-74) 800 kW lämpölaitoksen kannattavuutta verrattuna öljylämmitykseen Skotlannin Ylämaa-alueella. Tulokset osoittivat, että pellettilämmitys on kilpailukykyinen kiinteistökohtaiseen öljylämmitykseen verrattuna. Pelletin raaka-aineen hinnat vaihtelivat tutkimuksessa 14 €/MWh – 22 €/MWh välillä ja lämpölaitoksen investointikulut olivat 160 000 € - 480 000 € välillä. Korvattaessa öljylämmitysjärjestelmää uudella teknologialla, uuden lämpöratkaisun energianhinnan tulee olla kilpailukykyisempi ja erityisen tärkeää on mitoittaa lämpölaitos oikean kokoiseksi. Lämmitysratkaisujen muutokset vaativat poliittista tahtoa, lainsäädännön muutoksia, investointien tukemista ja ajattelutapojen muutoksia, jotta uusiutuvan energialähteiden käyttö lisääntyisi.

## 7 Energiaratkaisujen muutokset

Pellettilämpölaitosten tarjouspyynnöt pyydettiin yritys A:lta ja yritys B:ltä. Yritys A:n tarjoushinnat eivät sisällä lämpökanaalin rakentamis- ja asennustöitä. Muuten yritys A:n tarjoushinnat pitävät sisällään kontin käyttöönotettuna avaimet käteen -periaatteella sisältäen pellettikontin ja siilon tilaajan tekemille perustuksille sekä käyttökoulutuksen tilaajan osoittamille henkilöille. Toimittaja huolehtii myös ensimmäisellä lämmityskaudella pellettilaitoksen tarkastusmittaukset ja säädöt. Lisäksi tilaajalle kuuluu sähkönsyötön, vesiliitännän ja viemäröinnin rakentaminen kontille sekä mahdollisen tietoliikennekaapelin asentaminen. Yritys A:n toimittama siilo olisi 74 m<sup>3</sup>, jolloin täyden rekan saa purettua siiloon suoraan. Siiloa pienentämällä hinta voi tippua muutamia tuhansia euroja, mutta suositeltava ratkaisu kohteisiin on ottaa 74 m<sup>3</sup> varastosilo. Investointivertailujen taulukoissa 19–21 yritys A:sta käytetään nimitystä Pelletti.

Yritys B toimittaisi kokonaisvaltaisen lämmitysratkaisun eli Joensuun kaupunki maksaisi vain käyttämästään energiasta energiamittarin lukeman perusteella ja toimittaja huolehtisi esimerkiksi laitteiston huollosta. Yritys B:n hinnat on laskettu laitokselle, joka käyttää puupellettiä. Hintaan sisältyy laitoksen toimitus asiakkaan perustukselle. Tilaajalle jääviä tehtäviä ovat lämpökanaalin rakentaminen kiinteistön lämmönsiirtimelle, sähkönsyötön järjestäminen, vesi syötön ja viemäröinnin rakentaminen sekä mahdollisen tietoliikennekaapeloinnin vieminen kontille. Yritys B:n hinta sisältää kaikki laitoksen ylläpidon polttoaineineen sekä 24/7 päivystyksen, hintaan on myös sisällytetty mahdollisesti olemassa olevan öljykattilan käyttökunnossapito. Kaikissa energian hinnoissa ei ole huomioitu mahdollisia energiatukien vaikutuksia. Lämmöntoimitus tapahtuisi vähintään 10 vuoden sopimuksella ja hintojen tarkistukset tapahtuisivat vuosittain. Vertailutaulukoissa Yritys B:n investointihinta on tarjouksessa esitetty liittymismaksu ja perusmaksu on esitetty huolto- ja käyttökustannuksina. Perusmaksu sidotaan elinkustannusindeksiin, energiamaksu pelletin tilastohintaan, muut sidonnaisu-

det ovat neuvoteltavissa. Vertailutaulukoissa 19–21 yritys B:stä käytetään nimitystä Pelletti 2.

Ilma-vesilämpöpumppujen tarjoukset pyydettiin yritys C:ltä. Ilma-vesilämpöpumpun lämmitysjärjestelmään kuuluvat lämpöpumppujärjestelmä ja rinnakkaisjärjestelmien ohjauskeskukset asennusosineen, LV-järjestelmään liittymiseen vaadittavat tarvikkeet, suunnittelu ja asennustyö tarvikkeineen sekä valvonta. Asennuksen aikana ilmenneet nykyisten LV-järjestelmien mahdolliset puutteet, tai rakennustekniset aputyöt työt tehdään tai korjataan voimassa olevan hinnaston mukaisesti tuntityönä. Mahdolliset sulakekokojen nostamiset, sekä patteritermostaattien ja patteriventtiilien vaihtamisesta aiheutuneet kulut maksaa tilaaja. Tarvikkeet veloitetaan tarvittaessa menekin mukaan. Ilma-vesilämpöpumpulla pystytään tuottamaan kohteisiin lämpöenergiaa noin 73 % tarvittavasta lämpöenergiasta ja loput tarvittava 27 % tuotetaan olemassa olevan öljylämmitysjärjestelmän avulla.

Maalämpöpumppujen tarjouspyynnöt pyydettiin yritys D:ltä. Maalämpöpumpun lämmitysjärjestelmän hintaan kuuluvat lämpökaivot ja lämmönkeruuputkistot. Suhmuran koulukeskuksessa maalämpöpumpulle ja varaajille hintaan kuuluu myös lämmönjakokoppi. Lisäksi tarjoushintoihin kuuluu sähkökytkennät kohteiden lämmönjakohuoneissa. Tilaajalle jää hoidettavaksi kohteissa sähkönsyötön järjestäminen lämmönjakohuoneisiin ja tietoliikennekaapeloinnit. Suhmuran koulukeskuksen osalta tilaajalle jää hoidettavaksi myös vedensyötön ja viemäroinnin rakentaminen lämmönjakokopille. Maalämpöpumpulla pystytään tuottamaan muutoskohteisiin energiaa noin 99 % edestä ja loput 1 % lämpöenergiasta pitää tuottaa kohteisiin varalämmitysjärjestelmäksi jäävästä öljyjärjestelmästä. Suhmuran koulukeskuksen osalta varalämmitysjärjestelmänä on sähkö. Maalämpöpumppujen tarjouksissa on mukana vastuuvapautusehto, jolla yhtiö ei takaa tai lupaa laskennallisia säästöjä, jotka on esitetty tarjouksessa. Laskennalliset säästöt perustuvat vakio-olettamuksiin, joihin kuuluu esimerkiksi Me-teonorm-yhtiön määrittämä ”normaali vuosi” ilmastomallinnus, jonka perusteella käyttöpaikan vuotuiset lämpötilan vaihtelut on mitoitettu.

Vertailutaulukoihin 19–21 huoltokustannukset on kerätty tarjouksista, poikkeuksena Joensuun kaupungin pellettikattiloiden huoltokustannukset on saatu Rondo-laskutusohjelmasta. Pellettikattiloiden huoltokulut ovat kuukaudessa noin 190 € / kuukausi. Pellettikattiloiden huoltokustannukset ovat materiaalien osalta olleet vuosina noin 100 €/kk ja loput huoltokustannuksista on miestyötunteja. (Joensuun kaupunki 2015.) Yleensä pellettikattiloita on huollettu pääsääntöisesti joka toinen viikko. Joensuun kaupungilla ulkopuolisen pellettihuoltajan laskuihin on mennyt vuosina 2012 - 2014 kuukaudessa keskimäärin 120 euroa, pellettikattiloiden huollon tarve on ollut hyvin kohteesta sekä kattilatyypistä riippuvaa.

Yritys B:n avaimet käteen -paketin huoltokustannukset on ilmoitettu vertailutaulukossa, huoltokustannukset on kerätty yritys B:n tarjouksesta. Ilma-vesilämpöpumppujen huoltokustannukset ovat kuukaudessa noin 45,5 euroa. Maalämpöpumppujen huoltokustannukset ovat liikkuneet 65 euron tietämillä kuukaudessa, hinta ei sisällä varaosia. Jos maalämmön huolto- ja ylläpitokustannukset laskettaisiin olevan 1 % investointikustannuksista, niin kulut olisivat 200–65 euron välissä riippuen kohteen investointikustannuksista. Investointikustannukset on laskettu 15 vuoden poistoajalle 3 %:n vuotuisella korolla annuiteettimenetelmällä. Myös takaisinmaksuaika on laskettu investoinneille vertailun vuoksi, mutta siinä ei ole käytetty korkoa. Investointikustannusten hinnat ovat laitetoimittajien tarjouksissa esitettyjä alv 0 % hintoja.

Pelletin energian hinta €/MWh on laskettu vuoden 2015 pelletin toimitushinnalla 160 €/t (alv 0 %). Laitteistojen käyttämän sähköhintana on käytetty 8,3 snt/kWh (alv 0 %); hinta pitää sisällään energia- ja siirtohinnot (Energiavirasto 2015). Sähkön hinnoissa ei ole huomioitu kuukausittaisia perusmaksuja. Lisäksi investointivertailutaulukkoon laskettiin öljylämmityksen osuus, jos sitä käytettäisiin lisäenergian lähteenä. Öljyn hintana on käytetty aikaisemmin laskettua öljynhinnan keskiarvoa 0,68 €/l (alv 0 %). Laskelmissa ei ole otettu huomioon raaka-aineiden tai sähkön hinnan muutoksia tulevaisuudessa.

Investointivertailujen taulukoissa ostettava sähkön lisäenergia tarkoittaa pellettikontin tarvitsemaa sähköntarvetta. Pellettilämmitysjärjestelmällä pystytään kat-

tamaan kohteiden koko lämmitystehon tarve ja varalämmitysjärjestelmää ei tarvita tasaamaan huippukulutuksen aiheuttamia piikkejä. Pellettilämmitysjärjestelmässä varalämmitykseen voidaan joutua turvautumaan esimerkiksi pidempien huoltokatkojen aikaan. Investointilaskelmissa ei ole huomioitu varalämmitysjärjestelmän käyttökustannuksia.

Maalämmön osalta ostettava sähkö on laitteiston tarvitsema sähköenergia ja ostettava öljy on kulutushuippujen aikaan kulunut öljymäärä, joka on kulunut lämmitykseen vuoden aikana. Ilma-vesilämpöpumpuissa myös ostettava sähkö on laitteiston käyttämä sähkö vuodessa ja ostettava lisäenergia on öljylämmitykseen kulunut rahamäärä.

### **7.1 Suhmuran koulukeskus**

Suhmuran koulukeskuksen lämmitysratkaisujen vertailussa suuri painopiste on vanhan koulurakennuksen purkamisella. Purkamisen takia vanhassa koulurakennuksessa oleva lämpökeskus puretaan pois, jolloin uutta lämmitysratkaisuja mietittäessä tulee ottaa huomioon tämä seikka. Uuden lämpökeskuksen rakentaminen esimerkiksi olemassa olevaan kiinteistöön tulee nostamaan lämmitysratkaisun kustannuksia. Suhmuran koulukeskuksen investointivertailussa ei otettu mukaan ilma-vesilämpöpumppua, koska niitä jouduttaisiin asentamaan kaksi kappaletta. Kahden ilma-vesilämpöpumpun asentaminen lisäisi muutostöiden hintaa. Taulukossa 19 on esitetty koulukeskuksen lämpöratkaisujen investointikustannuksia.

Taulukko 19. Suhmuran koulukeskuksen lämmitysratkaisujen investointien kustannusvertailut.

	Pelletti	Pelletti 2	Maalämpö
Investointikustannus (€)	88 700	13 000	99 500
Energian hinta (€/MWh)	42,54	81,00	14,41
Energian hinta (€/a)	14 972	28 502	
Ostettava lisäenergia öljy (€/a)			
Ostettava lisäenergia sähkö (€/a)	290		5 072
Huolto- ja ylläpitokust. (€/kk)	190	570	65
Takaisinmaksuaika (v)	9,8		9,5
Kokonaiskustannukset (15v/€)	373 388	543 130	205 869

Suhmuran koulukeskuksen lämpöratkaisua valittaessa investointiero pelletin ja maalämmön osalta muodostui pieneksi, mutta jos kokonaiskustannuksia katsotaan 15 vuoden poistoajalle, jossa otetaan huomioon myös huolto- ja polttoainekulut osoittautuu maalämpö tässä tapauksessa edullisemmaksi vaihtoehdoksi. Suhmuran koulukeskuksen tarjouksissa ei ole huomioitu mahdollisen varajärjestelmän hintaa. Maalämmössä ostettava lisäenergia sähkön osalta pitää sisälleen laitteiston käyttämän sähkön sekä 1 % osuuden lämmöntuotannosta, jos varalämmitysmuotona käytettäisiin sähköä tasamaan kovimman pakkaskauden kulutushuippuja. Pellettienergian osalta ei laskelmissa ei ole huomioitu varalämmitysjärjestelmän osuutta vaan pelletillä voidaan saavuttaa 100 % lämmitysteho myös kovimpien pakkasjaksojen aikaan.

Lopullista valintaa tehdessä pitää myös tarkastella muutostöistä aiheutuvia kuluja. Muutostöiden suunnittelu vaatii tarkemman kustannuslaskennan ja suunnittelun kun tiedetään millainen lämmitysratkaisu kohteen halutaan. Vanhojen lämmityskattiloiden poistuessa käytössä nykyisiin kiinteistöihin pitää tehdä muutostöitä esimerkiksi sähkö- ja lämmönjakokytkennöissä.

## 7.2 liksenvaaran koulu

liksenvaaran koulun kellarikerroksessa oleva lämpökeskus sopii tilan puolesta hyvin kaikille lämmitysratkaisuille. Koulun takapihalla on runsaasti tilaa maalämpöputkistolle sekä pellettikontille. liksenvaaran koulun mahdollinen laajenus on huomioitu tarjouspyyntövaiheessa ja toimittajat ovat mitoittaneet laitteistot tulevaisuutta silmälläpitäen. Taulukossa 20 on esitetty liksenvaaran koulun lämmitysratkaisujen kustannusvertailut.

Taulukko 20. liksenvaaran koulun lämmitysratkaisujen investointien kustannusvertailut.

	Pelletti	Pelletti 2	Maalämpö	Ilma-vesilämpö
Investointikustannus (€)	88 700	13 000	81 500	46 880
Energian hinta (€/MWh)	42,54	81,00	19,77	38,75
Energian hinta (€/a)	11 226	21 372		
Ostettava lisäenergia öljy (€/a)			212	4 997
Ostettava lisäenergia sähkö (€/a)	290		5 005	5 228
Huolto- ja ylläpitokust. (€/kk)	190	570	65	42
Takaisinmaksuaika (v)	13,8		7,5	5,9
Kokonaiskustannukset (15v/€)	317 198	436 180	191 263	219 144

Kustannusvertailussa liksenvaaran koululle investointikustannusten osalta halvimiksi vaihtoehdoksi osoittautuivat maalämpöpumppu ja ilma-vesilämpöpumppu, kun taas pellettikontti tuli kalleimmaksi vaihtoehdoksi. Ilma-vesilämpöpumppu vaatii rinnalleen vanhan öljylämmitysjärjestelmän tasaamaan kovimman pakkaskauden huippukulutuksia. Katsottaessa kokonaiskustannuksia 15 vuoden ajalta halvin ratkaisu olisi maalämpöpumppu. Maalämpö- ja ilma-vesilämpöpumppujen osalta kokonaiskustannuksia alentavat etenkin niiden käyttökustannukset verrattuna muihin ratkaisuihin.





Kuva 16. liksenvaaran koulun takapiha. (Kuva: Janne Pakarinen.)

### 7.3 Heinävaaran koulu

Heinävaaran koulu on kohteista suurin ja eniten lämmitystehoa vaativa kohde. Koulun lämmönjakohuone sijaitsee kellarissa, joka on rakennettu hyvin matalaksi. Matalahuonekorkeus rajoittaa lämmönjakohuoneen muutostöitä. Taulukossa 21 on esitetty Heinävaaran koulun lämmitysratkaisujen investointien kustannusvertailut.

Taulukko 21. Heinävaaran koulun lämmitysratkaisujen investointien kustannusvertailut.

	Pelletti	Pelletti 2	Maalämpö	Ilma-vesilämpö
Investointikustannus (€)	124 900	28 000	236 000	188 300
Energian hinta (€/MWh)	42,54	74,00	22,84	39,49
Energian hinta (€/a)	24 931	47 457		
Ostettava lisäenergia öljy (€/a)			414	13 508
Ostettava lisäenergia sähkö (€/a)	290		12 972	9 630
Huolto- ja ylläpitokust. (€/kk)	190	960	65	42
Takaisinmaksuaika (v)	8,4		8,0	6,7
Kokonaiskustannukset (15v/€)	567 772	842 455	505 849	588 636

Halvin investointi Heinävaaran koululle olisi pellettikontti, mutta jos kokonaiskustannuksia katsotaan 15 vuoden ajalta, niin tällöin halvin vaihtoehto on maalämpö. Maalämmön ja pelletin osalta kokonaiskustannusten erot muodostuvat pieniksi. Ilma-vesilämpöpumpun osalta investointikustannus on maalämpöpumpua halvempi, mutta ilma-vesilämpöpumppu vaatii öljylämmitysjärjestelmän käyttöä huippukulutustunteina, joka omalta osaltaan ostaa ilma-vesilämpöpumpun käyttökustannuksia. Pellettilämmitysjärjestelmää varten kohteessa joudutaan tekemään maaston tasoitustöitä, jotta pellettikontti ja siilo voidaan sovittaa alueelle. Mahdolliset rakennustekniset aputyöt nostavat myös lopullisia investointikustannuksia kaikissa muutoskohteissa.



Kuva 17. Heinävaaran koulun takapiha. (Kuva: Janne Pakarinen.)

## 8 Johtopäätökset

Lämmitysratkaisujen investointienkustannukset muodostuivat loppujen lopuksi eri lämmitysmuotojen välillä pieniksi. Riippuen kohteen kokoluokasta erot olivat tuhansien eurojen luokkaa. Suurimmat kustannuserot pelkän investoinnin osalta tuli Heinävaaran koulun osalta. Laskelmat osoittavat, kun tutkitaan eri lämmitysmuotoja. Yhtä oikeaa ratkaisua ei välttämättä ole ja investointikustannuksen lisäksi tulee katsoa investointien kokonaiskustannuksia, joissa on huomioitu myös polttoaine- ja huoltokulut. Pellettijärjestelmän puolesta puhuu se seikka, että kaupungin omat kiinteistöhoitajat osaavat huoltaa pellettikattiloita ja uusien pellettikattiloiden osalta ei tarvita paljon koulutusta. Mikäli johonkin kohteeseen haluttaisiin valita maalämpö tai ilma-vesilämpöpumppu, niin näiden laitteistojen osalta kiinteistöhoitajilla ei ole paljoa kokemusta. Maalämmössä ja ilma-vesilämpöpumpussa huoltokulut voisivat nousta suuremmiksi mitä investointikuluja laskettaessa on arvioitu, koska laitteet vaativat ulkopuolisen huoltohenkilön käynnin paikalla, mikäli laitteisiin ilmaantuu häiriötä. Normaalit laitteiston antamat hälytykset kiinteistöhoitajat hoitaisivat normaalisti koulutuksen jälkeen.

Maalämpö- ja ilma-vesilämpöpumppujen osalta toimittajat lupaavat pumppujen tuotoksi 73–99 %:a vuotuisesta lämmöntarpeesta. Luvatut tuottosuhteet ovat suhteellisen korkeita muissa lähteissä esitettyihin pumppujen tehontarpeeseen. Kuitenkin maalämmön osalta toimittaja vetoaa vastuuvapautusehtoon, jolloin yhtiö ei takaa laskennallisia säästöjä. Maalämpöpumpun osalta tämä tekijä voi vaikuttaa esimerkiksi vuosittaisiin lisäenergian tarpeisiin, mikä voi lisätä varalämmön lähteenä käytettävän energialähteen kustannuksia huomattavasti.

Aluetaloudellisesta näkökulmasta katsottuna vähiten vaikutuksia lämmitysratkaisuista on maalämmöllä ja ilma-vesilämpöpumpulla. Suurimmat vaikutukset aluetaloudellisesti olisi kokonaisvaltaisesti toimitetulla lämpöratkaisulla ja pellettikontilla. Uusiutuvan energian käytön puolesta puhuu tehdyt tutkimukset niiden tuomista aluetaloudellisista vaikutuksista. Lehtosen ja Okkosen tekemän tutkimuksen mukaan (Lehtonen & Okkonen 2015b, 831-832.) uusiutuvan energian

käyttö Skotlannissa on lisännyt tuloja ja kasvattanut työpaikkojen määrää. Etenkin harvaanasutuille seuduille on tärkeää, että niiden elinvoimaisuutta pystytään kasvattamaan. Hyvä keino ylläpitää alueen elinvoimaisuutta on yhteisölliset yritykset, jotka haluavat panostaa toiminnallaan alueen kehittymiseen.

Kokonaisvaltaisessa lämmöntoimitusratkaisussa yritys B huolehtisi pellettikon-  
tista ja materiaalihuollosta eli Joensuun kaupungin kustannukset muodostuisivat  
vain käytetystä energiasta. Avaimet käteen -periaatteella toimivan lämmitysrat-  
kaisun huonona puolena voidaan pitää vähintään 10 vuoden lämmöntoimitus-  
sopimusta. Mikäli tulevaisuudessa sattuisi käymään niin, että jokin kiinteistö  
jouduttaisiin lakkauttamaan ennen kuin lämmöntoimitussopimus päättyy, tästä  
kertyisi kaupungille paljon ylimääräisiä kustannuksia. Jos kiinteistöihin valitaan  
lämmitysratkaisuksi pelletti, tällä vaihtoehdolla on myös aluetaloudellisia vaiku-  
tuksia, mikäli pelletin raaka-aineena oleva puu saadaan maakunnasta. Tällöin  
raaka-aineen menekki kasvattaa työllisyysvaikutuksia.

Työllisyysvaikutukset muutoskohteiden osalta ovat kuitenkin vähäisiä ja vaadi-  
taan suuria panostuksia uusiutuvien energianlähteiden käytölle, jotta lämmitys-  
ratkaisujen valinnalla olisi suurempia aluetaloudellisia vaikutuksia. Aluetaloudel-  
lisiä vaikutuksia on tutkittu enemmän Okkosen tekemässä tutkimuksessa Pieli-  
sen Karjalan alueella. Tutkimuksessa keskiössä oli biohiilen tuotantolaitos, joka  
käyttäisi loppuvaiheessa noin 550 000 k-m<sup>3</sup> puuraaka-ainetta ja tuottaisi 100  
000 tonnia biohiiltä. Eri skenaarioiden mukaan laitoksen toiminnan vuotuiset  
työllisyysvaikutukset olisivat metsätaloudessa parhaimmillaan jopa 123 henkilö-  
työvuotta ja pienimmänkin arvion mukaan työpaikat lisääntyisivät 46 henkilötyö-  
vuodella. Koko laitoksen toiminta työllistäisi alueella pienimmän tuotantoske-  
naarion mukaan 126 henkilöä. (Okkonen ym. 2014, 15-21.)

Valtion ajaman energiapolitiikan linjan tulee olla sellainen, että se kannustaa  
käyttämään uusiutuvia energialähteitä. Siirryttäessä uusiutuvan energianlähtei-  
den käyttöön tukimekanismien tulee olla houkuttelevia ja ennen kaikkea käytön  
tulee olla kannattavaa. Näin ollen saadaan myös positiivisia ympäristövaikutuk-  
sia, kun päästöt vähenevät uusiutuvan energian käytön lisääntyessä.

Hankintaprosessia kehittäessä ei tulisi aina katsoa vain halvinta hintaa vaan hankintaprosessin kulkuun tulisi kiinnittää huomiota. Jokainen hankintaprosessi tulisi olla oma kokonaisuus ja siihen tulisi käyttää riittävästi aikaa, jotta hankinnalle asetetut tavoitteet saavutetaan. Joensuun kaupungin asettaman hankinnan jalkauttamisen eräs työkaluista on vuoropuhelu markkinoiden välillä. Palveluiden tai tuotteiden tarjoajien kanssa tulisi keskustella hankintaprosessia aloittaessa, koska he ovat oman alansa asiantuntijoita.

Vuoropuhelun avulla voidaan hankinnansuunnittelussa saada arvokasta tietoa ja näin ollen haluttu lopputulos on paremmin saavutettavissa. Hankintaprosessissa tulee myös kiinnittää huomiota sopimuksen aikaiseen toimintaan. Muutoskohteiden tullessa hankintaan Joensuun kaupungin eli tilaajien kannattaisi pitää yhteinen tapaaminen tarjoajien kanssa, jossa käydään läpi hankinnan kohde ja sen erityispiirteet. Näin saataisiin käytyä vuoropuhelua tarjoajien ja tilaajien kesken. Aikaisemmat kokemukset osoittavat, että tarjoajien ja tilaajien pitämät keskustelutilaisuudet ovat olleet hyödyksi ennen kuin tarjouspyyntö julkaistaan. Tämä vähentää myös tarjouspyyntövaiheen aikana lisäkysymyksien määrää.

Joensuun kaupunkikonsernin hankintaohjelmassa on määriteltä, että hankinnoissa tulee huomioida ympäristövaikutukset. Hankintoja tehtäessä on otettava huomioon energiatehokkuus kaikissa laitehankinnoissa ja julkisissa hankinnoissa on huomioitava vastuullisuus. Energiaan liittyvien tuotteiden hankinnassa kokonaistaloudellisuuden vertailuperusteina on käytettävä ympäristömerkkien saamisen kriteereitä tai hankittava energiamerkinnän parhaisiin luokkiin kuuluvia tuotteita. (Joensuun kaupunki 2014b, 13-14.)

Hankintoja tehdessä voidaan edistää Joensuun kaupungin ja koko Pohjois-Karjalan elinvoimaisuutta. Uusiutuvan energian käytön lisääntyessä voidaan luoda uusia työpaikkoja myös harvaanasutuille seuduille. Joensuun kaupunkikonsernin hankintaohjelman eräs päätavoitteista on elinvoimaisuuden kasvattaminen. Panostamalla uusiutuviin energialähteisiin asetut tavoitteet voidaan saavuttaa.

Tarjousasiakirjat ja hankintasopimusten ehdot tulee olla kunnossa, jotta hankintaohjelman tavoitteet voidaan saavuttaa. Hankintaprosessi tulisi toteuttaa niin, että hankintojen hallinnollinen taakka olisi yrityksille mahdollisimman pieni. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että viranomaistodistuksia ei vaadita jo tarjousten antamisvaiheessa, ellei tämä ole hankinnan kannalta välttämätöntä. Sopimusehdot tulee laatia niin, että ne eivät estä yritystä osallistumasta kilpailuun ja että ne tukevat mahdollisimman hyvin yritysten toimintaedellytyksiä. (Joensuun kaupunki 2014b, 7.)

Hankinnoilla tulisi tukea uuden liiketoiminnan syntyä ja mikäli seudulla ei ole vielä tuotetta tai palvelua tarjoavia yrityksiä mahdollistetaan näiden syntyminen. Hankintavaiheessa tulee huomioida hankintojen sosiaaliset vaikutukset ja, että ohjelman linjausten mukaisesti hankintaohjelmassa esitettyjä sosiaalisia kriteerejä käytetään tarkoituksen mukaisella tavalla. (Joensuun kaupunki 2014b, 7.)

Loppujen lopuksi lämmitysratkaisuja suunniteltaessa valintaan vaikuttavat päättäjien asettamat tavoitteet ja tehdäänkö hankinta vain halvimman tarjouksen perusteella, tutkimatta esimerkiksi valitun järjestelmän ympäristövaikutuksia ja toimittajan laadullisia seikkoja. Hankintojen suunnitteluun tulisi varata riittävästi aikaa ja resursseja, jotta hankinnalle asetetut tavoitteet toteutuvat.

Jatkokehityksenä opinnäytetyön aiheelle olisi aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnin kehittäminen sekä energiatukien tutkiminen, kuinka ne vaikuttavat energian hintaan ja mitä on otettava huomioon hankintapäätöksen aikana. Muutoskohteiden yksilöllinen tarkastelu ja lämmitysratkaisun aiheuttamat toimenpiteet pitäisi käydä kohteittain läpi perusteellisesti, jotta lopulliset investointien kustannusarviot täsmentyisivät. Esimerkiksi lämpökanaalia kaivettaessa esiin voi tulla kalliota, mikä lisää rakentamiskuluja. Suunnittelutyö kohteissa lisää investointikustannuksia kohteesta riippuen. Lisäksi tutkivaa aihetta voisi laajentaa koskemaan aurinkoenergiaan ja tuuli- ja vesivoimaan, ja kuinka näitä voitaisiin hyödyntää paremmin Pohjois-Karjalan alueella.

## 9 Pohdinta

Työni tavoitteena oli tutkia millaisia kustannusvaikutuksia voitaisiin saavuttaa, jos kolmeen Joensuun kaupungin omistamaan kouluun vaihdettaisiin öljylämmitysjärjestelmän tilalle vaihtoehtoinen lämmitysratkaisu, joka hyödyntäisi uusiutuvaa energiaa. Tämän lisäksi keskeisenä osana työtä oli energian hankintaprosessin kehittäminen. Kohteiksi valikoitui Joensuun kaupungin tilakeskuksen toiveesta Suhmuran koulukeskus, licksenvaaran koulu ja Heinävaaran koulu. Työni alkoi kohteisiin tutustumalla ja lähtöaineiston keräämisellä. Lämmön- ja öljynkulutus tiedot olivat saatavilla sähköisestä kiinteistöhuolto-ohjelmasta. Lähtöaineistoa kerätessä suurin työ oli tarkastaa olemassa oleva aineisto, koska joissakin kohteissa kulutustiedot oli syötetty väärässä yksikkömuodossa. Lisäksi työssä tutkittiin aikaisempien tutkimusten ja kirjallisen aineiston avulla uusiutuvan energian käytön aluetaloudellisia vaikutuksia, ympäristönäkökulmia ja lämpörittämyyttä. Aineistoa ja materiaalia oli saatavilla runsaasti tutkittavaan aiheeseen liittyen.

Kehittämistyön päätelmänä voidaan todeta, että lämmitysratkaisujen investointienkustannukset ovat hyvinkin lähellä toisiaan. Lämmitystavan valinnalla voidaan vaikuttaa lämmityskustannuksiin sekä ympäristönäkökohtiin. Öljylämmityksestä luopumisella voidaan saavuttaa tuhansien eurojen säästöt vuodessa ja samalla pystytään vaikuttamaan kaupungin asettamiin tavoitteisiin uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi kaupungin kiinteistöissä. Työn aikana opin paljon lisää uusiutuvista energianlähteistä sekä niiden käytön vaikutuksista. Öljyn hinnan ollessa alhaalla aina ei tule välttämättä ajatelleeksi kustannusvaikutuksia ja päätökset voivat jäädä tehtäväksi myöhemmäksi. Joensuun kaupungin asettamia ilmastotavoitteita noudattamalla voimme parantaa elinympäristöämme ja näin ollen voimme jättää tuleville sukupolville mahdollisuuden nauttia puhtaasta ympäristöstä.

Investointeja tehdessä kunnallisella tasolla vuosittaiset määrärahat vaikuttavat tehtäviin investointeihin. Aina välttämättä halvin hinta ei takaa parhainta lopputulosta, mikä tulisi huomioida hankintoja tehdessä. Parhaimmillaan lämpöratkai-

sujen muutoksilla voidaan tukea alueen taloudellista kasvua ja elinvoimaisuuden varmistamista tulevaisuudessa. Vaikka lämpöratkaisujen muutokset ovat vielä kustannusarvoltaan pieniä tässä vaiheessa, tulevaisuudessa voidaan vaikuttaa alueen elinvoimaisuuteen tarjoamalla paikallisille yrityksille mahdollisuutta osallistua muutokseen luomalla uusia työpaikkoja ja yrityksiä Joensuun seudun alueelle. Ennen kaikkea muutos lähtee ajattelutavoista ja päätöksen tekijöiden arvoista.



## Lähteet

- Alitupa, A. 2015. PelTec & Co. Puhelinhaastattelu 13.8.2015.
- Bioenergianeuvoja. 2015. Bioenergian pikkujättiläinen. Verkkoartikkeli.  
<http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/mahdolliset-ongelmat/13.8.2015>.
- Biotalous. 2014. Kestävää kasvua biotaloudesta. Suomen biotalousstrategia.  
<http://www.biotalous.fi/suomi-kehittaa/biotalousstrategia/> 22.9.2015.
- Energiateollisuus. 2015. Metsäenergia. <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energiالاhteet/metsaenergia> 20.9.2015.
- Energiavirasto. 2015. Sähkön hintavertailu.  
<http://www.sahkonhintavertailu.fi/summariesandgraphs> 17.8.2015
- Euroopan unioni. 2012. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/27/EU. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:FI:PDF> 13.9.2015.
- Halme, M., Hukkinen, J., Korppi-Tommola, J., Linnanen, L., Liski, M., Lovio, R., Lund, P., Luukkanen, J., Nokso-Koivisto, O., Partanen, J., & Wilenius, M. 2014. Kasvua- ja työllisyyttä uudella energiapolitiikalla.
- Halonen, P., Helynen, S., Flyktman, M., Kallio, E., Kallio, M., Paappanen, T., & Vesterinen, P. VTT. 2003. Bioenergian tuotanto- ja käyttöketjut sekä niiden suorat työllisyysvaikutukset.
- Havukainen, I., Kuittinen, V., Matveinen, M., Mononen, M., Peiponen, J., and Tykkyläinen, S. 2014. Common good – Sustainable and Transparent Business. Karelia University of Applied Sciences.
- Ikonen, T., Routa, J., Strandman, H., Torssonen, P., Kallio, M., Pasanen, K., Kellomäki, S., Asikainen, A & Kilpeläinen, A. Pohjois-Karjalan metsäenergian käytön aluetaloudelliset ja ilmastovaikutukset. Metlan työraportteja.
- Ilmasto-opas.fi. 2015a. Ilmastonmuutos kiihdyttää puiden kasvua Suomessa.  
[https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/34335d0b-495f-44c6-8d3f-5e528df49713/ilmastonmuutos-kiihdyttaa-puiden-kasvua-suomessa.html#h\\_Kasvava\\_mets\\_sitoo\\_hiilidioksidia](https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/34335d0b-495f-44c6-8d3f-5e528df49713/ilmastonmuutos-kiihdyttaa-puiden-kasvua-suomessa.html#h_Kasvava_mets_sitoo_hiilidioksidia) 14.7.2015.
- Ilmasto-opas.fi. 2015b. Energiansäästö ja energiatehokkuus avainasemassa myös kunnissa. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/bd5fd659-6ebd-4831-ae74-4f08a117d934/energiansaasto-ja-energiatehokkuus-avainasemassa-myo-kunnissa.html> 14.9.2015
- Joensuun kaupunki. 2015. Ilmastotori-hanke. <http://www.joensuu.fi/ilmastotori> 30.5.2015.
- Joensuun kaupunki. 2014a. Joensuun ilmasto-ohjelma 2013.
- Joensuun kaupunki. 2014b. Joensuun kaupunkikonsernin hankintaohjelma 2014.
- Joensuun kaupunginhallitus 2015. SEAP Joensuu. Kaupunginjohtajien yleiskokouksen kestävän energian toimintasuunnitelma. 2015.

- Joensuun kaupunki. 2015. Pellettikattiloiden huoltolaskut.
- Jyväskylän yliopisto. 2015a. Tutkimuksen toteuttaminen.  
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmäpolkuja/tutkimusprosessi/tutkimuksen-toteuttaminen> 16.9.2015.
- Jyväskylän yliopisto. 2015b. Määrällinen tutkimus.  
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmäpolkuja/menetelmäpolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus> 16.9.2015.
- Jyväskylän yliopisto. 2015c. Tapaustutkimus.  
<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmäpolkuja/menetelmäpolku/tutkimusstrategiat/tapaustutkimus> 16.9.2015.
- Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V., & Pellinen, J. 2010. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. WSOYpro Oy. Porvoo.
- Kautto, N. 2011. Towards more coherent and sustainable biomass policy. Examining European biomass-to-energy planning. Doctoral dissertation.
- Kemesta ry. Kansainväliset standardit kiinteille biopolttoaineille.
- Kuusinen, M., & Ilvesniemi, H. 2008. Energiapuun korjuun ympäristövaikutukset, tutkimusraportti. <http://www.metla.fi/julkaisut/muut/2008-02-08-energiapuun-korjuu-raportti.pdf> 20.9.2015.
- Lankinen R., & Puhakka A. 2013. Hajautetut energiaratkaisut – Uusiutuvaa energiaa alueellisesti ja kestävästi. Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Lehtonen, O., & Okkonen, L. 2015a. Socio-economic impacts of a local bioenergy-based development strategy – The case of Pielinen Karelia, Finland
- Lehtonen, O., & Okkonen, L. 2015b. Socio-economic impacts of community wind power projects in Northern Scotland.
- Lohilahti, H., Hokkanen, T., Aho, J., Kolström, T., & Mustonen, A. (toim.). 2009. Ilmastomuutos Pohjois-Karjalan mahdollisuutena. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto.
- Motiva. Energiatehokkuutta kuntiin ESCO-hankintana.  
[http://motiva.fi/files/7677/ESCO-esite2013\\_verkko.pdf](http://motiva.fi/files/7677/ESCO-esite2013_verkko.pdf) 22.1.2015.
- Motiva. 2010. Lämpöyrittäjyyden esteet.  
[http://www.motiva.fi/files/7941/Lampoyrittajyyden\\_esteet.pdf](http://www.motiva.fi/files/7941/Lampoyrittajyyden_esteet.pdf) 3.9.2015.
- Motiva. 2012. Puupelletti lämmittää puhtaasti ja uusiutuvasti. Motivan julkaisuja.  
[http://www.motiva.fi/files/6059/Puupelletti\\_lammittaa\\_puhtaasti\\_ja\\_uusiutuvasti.pdf](http://www.motiva.fi/files/6059/Puupelletti_lammittaa_puhtaasti_ja_uusiutuvasti.pdf) 5.10.2014.
- Motiva. 2015a. Pellettilämmitys.  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammitysmuodot/pellettilammitys](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/pellettilammitys) 3.9.2015.
- Motiva. 2015b. Lämpöä ilmassa.  
<http://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf> 14.9.2015.
- Motiva. 2015c. Lämpöä omasta maasta.  
[http://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa\\_omasta\\_maasta\\_Maalampopumput.pdf](http://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampopumput.pdf) 25.9.2015
- Okkonen, L., Huikur, N., & Tanskanen, H. (toim.). 2014. Bioenergialla työtä ja toimeentuloa Pielisen Karjalaan. Pielisen Karjalan bioenergiaverkostot ja –virrat osana Pohjois-Karjalan energiaomavaraisuutta – hankkeen vuosiraportti 2013–2014.
- Okkonen, L. 2009. Systems evolution of waste and by-product management and bioenergy production.

- Pakkanen, M., & Tuuri, M. 2012. Lämpöyrittäjäliiketoiminnan kehittämisen esteet ja edellytykset. Vaasan yliopisto.
- Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Pohjois-Karjalan Puupelletti, tiedote. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2020. 2011. Paikallisesti - Uusiutu- vasti – Vietävän tehokkaasti.
- Puhakka, A. 2012. Lämpöratkaisun hankintamenettely, kuntataajama.
- Puhakka, A. 2005. Energiaratkaisujen valinnan ohjaus kunnissa. Pohjois- Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja. A: Tutkimuksia, 17.
- RAKLI. 2012. Alueelliset energiaratkaisut –klinikan tulospöörtti. [http://www.rakli.fi/media/klinikat/alueelliset-energiaratkai- sut/alueelliset\\_energiaratkaisut\\_tulospöörtti\\_elokuu\\_2012.pdf](http://www.rakli.fi/media/klinikat/alueelliset-energiaratkai- sut/alueelliset_energiaratkaisut_tulospöörtti_elokuu_2012.pdf) 5.10.2014.
- Reinman, T. 2014. Uusiutuvan energian aluetaloudelliset vaikutukset. Karelia- AMK opinnäytetyö.
- Saastamoinen, J. 2013. Julkisten hankintojen osaamisen kehittämistarpeet Pohjois-Karjalassa. Julkisten hankintojen strateginen osaminen - hankkeen esiselvitys.
- Saastamoinen, J., Tammi, T., & Turtiainen, M. 2013. Julkisten hankintojen alu- eellinen merkitys Pohjois-Karjalassa. Julkisten hankintojen strategi- nen osaminen –hankkeen loppuraportti. Joensuu 2013.
- Sievänen, R., Lehtonen, A., Ojanen, P., & Salminen, O. 2012. Metlan työraport- teja 240. Metsien hiilitaseet. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp240.htm> 14.7.2015.
- Snäkin, J-P. 2003. Wood energy and greenhouse gas emissions in the heating energy system of North Karelia, Finland: an industrial ecology ap- proach.
- Suomen metsäyhdistys ry. 2011. Puun monet mahdollisuudet.
- Sustainable communities. 2015. Eno energy co-operative – sustainable district heat production from sustainable local energy wood resources. <http://www.sustainable-communities.eu/enoenergycoop/> 14.9.2015
- SYKE. Kohti hiilineutraalia kuntaa (HINKU) [http://www.syke.fi/fiFI/Tutkimus\\_\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittam ishankkeet/Hankkeet/Kohti\\_hiilineutraalia\\_kuntaa\\_\\_HINKU](http://www.syke.fi/fiFI/Tutkimus__kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittam ishankkeet/Hankkeet/Kohti_hiilineutraalia_kuntaa__HINKU) 8.6.2014.
- Timonen, H., Saarikoski, S., Hillamo, R., Aurela, M., Frey, A., & Saarni, K. 2014. Puunpolton pienpäästöt – pienpöoltto tulisijoissa vai pellettien pöoltto voimalaitoksessa. [https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/tapahtumat/seminaarit/tutkimusse minaa- ri/Documents/Ilmanlaadun%20tutkimusseminaari%202014/Puunpolto n%20päästöt%20- %20pienpöoltto%20tulisijoissa%20vai%20pellettien%20pöoltto\\_Timone n\\_HSY2014.pdf](https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/tapahtumat/seminaarit/tutkimusse minaa- ri/Documents/Ilmanlaadun%20tutkimusseminaari%202014/Puunpolto n%20päästöt%20- %20pienpöoltto%20tulisijoissa%20vai%20pellettien%20pöoltto_Timone n_HSY2014.pdf) 20.9.2015.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013a. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Val- tioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. VNS 2/2013. [http://www.tem.fi/files/36730/Energia- \\_ja\\_ilmastostrategia\\_2013\\_SUOMENKIELINEN.pdf](http://www.tem.fi/files/36730/Energia- _ja_ilmastostrategia_2013_SUOMENKIELINEN.pdf) 3.9.2015.

- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013b. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Taustaraportti. [http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen\\_energia-\\_ja\\_ilmastostrategia\\_taustaraportti.pdf](http://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen_energia-_ja_ilmastostrategia_taustaraportti.pdf) 3.9.2015.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013c. Hallitus sitouttaa valtion ja kunnat edistämään cleantech-ratkaisuja. Tiedote 13.6.2013. [http://www.tem.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedotearkisto/vuosi\\_2013/hallitus\\_sitouttaa\\_valtion\\_ja\\_kunnat\\_edistamaan\\_cleantech-ratkaisuja.110811.news](http://www.tem.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedotearkisto/vuosi_2013/hallitus_sitouttaa_valtion_ja_kunnat_edistamaan_cleantech-ratkaisuja.110811.news) 13.9.2015
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014a. Cleantechin strateginen ohjelma. [https://www.tem.fi/ajankohtaista/vireilla/strategiset\\_ohjelmat\\_ja\\_karki\\_hankkeet/cleantechin\\_strateginen\\_ohjelma/ohjelma](https://www.tem.fi/ajankohtaista/vireilla/strategiset_ohjelmat_ja_karki_hankkeet/cleantechin_strateginen_ohjelma/ohjelma) 13.9.2015.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014b. Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-3. Energiatehokkuusdirektiivin (2012/27/EU) artiklan 24 (2) mukainen raportointi Euroopan komissiolle [https://www.tem.fi/files/40778/Suomen\\_NEEAP-3\\_29\\_04\\_2014.pdf](https://www.tem.fi/files/40778/Suomen_NEEAP-3_29_04_2014.pdf) 13.9.2015.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014c. Energia- ja ilmastotiekartta 2050. Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014.
- Valtioneuvoston kanslia. 2015. Ratkaisujen Suomi. Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma. Verkkojulkaisu. [http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi\\_FI\\_YHDISTETTY\\_nettili.pdf/801f523e-5dfb-45a4-8b4b-5b5491d6cc82](http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_FI_YHDISTETTY_nettili.pdf/801f523e-5dfb-45a4-8b4b-5b5491d6cc82) 12.8.2015.
- Virtuaali ammattikorkeakoulu. 2014. Tutkimuksen realibiliteetti. Verkoartikkeli. <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464185783/1194413792643/1194415307356.html> 16.9.2015.
- Yhteiskunnallinen yrittäjyys. 2015. <http://www.yhteiskunnallinenyritys.fi/yhteiskunnallinen-yritys/> 25.2.2015.
- Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. 2007. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007.
- Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2014a. Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta. <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>. 20.1.2015.
- Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2014b. Öljyn hintaan vaikuttavat tekijät. <http://www.oil.fi/fi/oljymarkkinat/oljyn-hintaan-vaikuttavat-tekijat>. 22.1.2015.

## Joensuu kaupungin öljylämmityskohteet ja kulutustiedot v. 2009 - 2014

Liite 1

Kohde	Huoneistoala Htm <sup>2</sup>	Tilavuus m <sup>3</sup>	Rak. vuosi	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> v. 2009	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> v. 2010	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> v. 2011	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> v. 2012	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> v. 2013	Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> v. 2014	Öljyn kulutus yht. dm <sup>3</sup>
Kunnanvirasto Hammaslahdentie 2	2 134	9 002	1 964	36 033	31 101	6 000	12 140	13 000	11 980	<b>110 254</b>
Onttolan varikko Hyötiäisentie 32	960	4 600	1 972	11 380	15 114	11 618	15 070	13 789	12 814	<b>79 785</b>
Heinävaaran koulu Isäntäläntie 1	1 959	18 400	1 999	66 592	61 990	66 142	45 430	70 177	48 911	<b>359 242</b>
liiksenvaaran koulu Ketunpesäntie 1	711	4 302	1 953	15 335	27 465	25 506	29 175	24 035	23 320	<b>144 836</b>
Niittylahden koulu Kummuntie 9	2 623	11 663	1 969	13 001	34 015	11 000	20 135	16 927	16 506	<b>111 584</b>
Niittylahden koulu lämpökeskus	18	74	2 002							
Niittylahden päiväkot	623	2 867	2 002							
Kiihtelysvaaran liikuntasali Liikuntatie 1	781	5 700	1 985	19 057	26 628	18 224	15 719	22 823	20 663	<b>123 114</b>
Kiihtelysvaaran päiväkot Marmelotie 5	230	507	1 977	5 220	6 191	6 617	4 903	5 456	3 576	<b>31 963</b>
Lykynlammen hiihtomaja Onttolantie 94	380	1 850	1 980	23 773	28 832	24 256	21 264	20 108	15 008	<b>133 241</b>
Louhiojan koulu Opinpolku 8	1 046	6 110	1 957	36 735	43 827	31 668	32 337	19 638	31 795	<b>196 000</b>
Asuinrakennus Pysäkkitie 18	121	340	1 974	3 928	2 282	1 113	1 715	ei tietoa	1 651	<b>10 689</b>
Ollilan päiväkot Rakentajankatu 25	662	2 510	1 990	19 167	26 587	15 816	18 396	20 277	16 658	<b>116 901</b>
Rekivaaran uusi koulu Rekivaarantie 41	740	4 220	2 003	4 826	16 158	2 727	4 693	5 398	5 312	<b>39 114</b>
Rekivaaran koulu lämpökeskus Rekivaarantie 41	42	170	2 003							
Suhmuran vanha koulu Suhmurantie 199	927	5 400	1 954	6 180	21 362	2 929	6 072	7 322	9 307	<b>53 172</b>
Suhmuran koulu, Taitola Suhmuran koulu	165 1 352	654 7 750	2 001 2 003							
Ahvenisen toimintakeskus										
				Käyttäjä maksaa öljyn!						
Ukkolan koulu Ukkolantie 605	837	4 200	1 983	14 762	24 166	25 247	26 193	22 726	23 525	<b>136 619</b>
Pursiseuran huvila Hasaniementie 5	136	740								
Asuinrakennus Kytötie 26	230	720	1 930	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	3 625	2 603	3 206	<b>9 434</b>
Tuupovaaran nuorisotalo Urheilutie 10	261	2 880	1 928	9 391	10 850	9 786	10 681	8 687	9 830	<b>59 225</b>
Asuinrakennus Utrantie 92	91	246	1 957	3 763	3 452	3 247	1 765	3 547	2 814	<b>18 588</b>
Asuinrakennus Asematie 8	80	235	1 985		3 000	1 963	2 344	ei tietoa	1 809	<b>9 116</b>
Nuoriso- ja perheasema Vanamokatu 5	764	2 630	1 982	16 086	20 643	20 298	20 901	17 539	11 088	<b>106 555</b>
Naskalipuisto Vekarapuisto	70	207		1 878	2 860	2 929	2 966	2 937	ei tietoja	
	Huoneistoala Htm <sup>2</sup>	Tilavuus m <sup>3</sup>		Öljyn kulutus dm <sup>3</sup> v. 2009	v. 2010	v. 2011	v. 2012	v. 2013	v. 2014	Öljyn kulutus yht. dm <sup>3</sup>
<b>Kaikki kohteet yhteensä</b>	<b>17 943</b>	<b>97 977</b>		<b>307 107</b>	<b>406 523</b>	<b>261 580</b>	<b>266 349</b>	<b>272 954</b>	<b>269 773</b>	<b>1 704 596</b>