
JUHANINKATU 14

Lämmitysjärjestelmäsaneeraus

Thil Elina

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Energiatekniikka	
Työn tekijä(t) Elina Thil	
Työn nimi Lämmitysjärjestelmäsaneeraus	
Päiväys	12.2.2011
Sivumäärä/Liitteet	67 + 6
Ohjaaja(t) Harri Heikura, Heikki Salkinoja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Asunto Oy Varkauden Juhaninkatu 14	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Kahdesta paritalosta koostuvan pienen asunto-osakeyhtiön öljykattila on tiensä päässä yli 30 käyttövuoden jälkeen, eikä öljyn jatkuvasti nouseva hinta puolla öljylämmityksen uusimista. Insinööri-työssä on selvitetty erilaisia vaihtoehtoja taloyhtiön uudeksi päälämmitysjärjestelmäksi. Raportin tarkoituksena oli saada vertailukelpoista tietoa taloyhtiön käyttöön sopivista lämmitysjärjestelmistä, investointi- ja käyttökustannuksista sekä muista mahdollisesti hyödynnettävissä olevista lisälämmönlähteistä. Investointi- ja käyttökustannuslaskelmat perustuivat isännöitsijän pyytämiin lämmitysremonttitarjouksiin.</p> <p>Raportti jakautuu neljään osakokonaisuuteen. Ensimmäisessä osassa (luvut 2 – 4) käsitellään taloyhtiön lämmitysjärjestelmää ja lämmitysjärjestelmän vaatimuksia taloyhtiön näkökulmasta. Toisessa osassa selvitetään eri vaihtoehtojen toimintaa ja käyttöä Suomessa (luku 5). Luvuissa 6 ja 7 selvitetään investointi- ja energiakustannuksia saatujen tarjousten perusteella. Neljännessä osassa (luvut 8 – 11) tutustutaan lisälämmönlähteisiin, valtiolta lämmityssaneeraukseen haettavaan tukeen, aiheen ympäristökuormitukseen ja tulevaisuuden näkymiin lämmitysmarkkinoilla.</p> <p>Insinööri-työn tuloksena saatiin runsaasti käyttökelpoista tietoa eri lämmitysjärjestelmien toiminnasta, investointikustannuksista ja nykypäivän energiahinnoista. Raportti tarjoaa tietoa eri järjestelmiin liittyvistä välillisistä kustannuksista, jotka olisivat saattaneet jäädä helposti huomaamatta. Insinööri-työ tukee hallitusta päätöksenteossa siinä vaiheessa, kun lämmitysremontti toteutetaan käytännössä. Epäsopivat lämmitysvaihtoehdot voidaan rajata pois ja keskittyä taloyhtiölle sopivimman vaihtoehdon kilpailutukseen ja toteutukseen. Insinööri-työ vähentää huomattavasti hallituksen työ-määrää asian tiimoilta ja säästää näin aikaa sekä rahaa.</p>	
Avainsanat Lämmitysjärjestelmät, investointi- ja energiakustannukset, maalämpö, kaukolämpö, öljylämmitys	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Energy Technology			
Author(s) Elina Thil			
Title of Thesis The Renovation of a Heating System			
Date	12.2.2011	Pages/Appendices	67 + 6
Supervisor(s) Harri Heikura, Heikki Salkinoja			
Project/Partners Asunto Oy Varkauden Juhaninkatu 14			
<p>Abstract</p> <p>The oil vessel of two semi-detached houses is coming to an end of its life cycle after serving for 30 years. The rising price of the oil does not favour renewal of oil heating. Therefore the aim of this study was to find out different alternatives for the new main heating system of the housing cooperative. Moreover in this report the main purpose was to find out about proper heating systems, investment and operating costs and other useful extra heating sources. The investment and operating costs calculations were based on the heating offers requested by the house manager.</p> <p>The report is divided into four parts. The first section (chapters 2-4) deals with the heating system of the housing cooperative and the need for the heating system from the aspect of the housing cooperative. The second section consists of the functions of different alternatives and their uses in Finland (chapter 5). The chapters six and seven deal with the investment and energy cost offers. The fourth part of the report consists of familiarising with extra heating sources, the subsidies which one can get from the government, the environmental strain of the subject and the future prospects in the heating market.</p> <p>As a result of this study the housing cooperative got plenty of usable information related to the operation of different heating systems, investment costs and the present energy prices. This report offers knowledge in indirect costs related to different systems. Thus these costs might have been easily left without any notice. This study supports the board when the heating renovation is being carried out. Therefore the inconvenient heating alternatives can be ruled out and the focus can be in tendering and executing the most suitable alternative. This thesis reduces significantly the board's workload saving both money and time.</p>			
<p>Keywords heating system, investment and energy costs, geothermal heating, district heating, oil heating</p>			

INSINÖÖRITYÖSSÄ KÄYTETTYJEN YKSIKKÖJEN JA TERMIEN SELITYKSET

YKSIKÖT

h	tunti; ajan yksikkö
kg	kilogramma; painon yksikkö
kW	kilowatti; tehon yksikkö, jolla mitataan energian siirtymisnopeutta
kWh	kilowattitunti; energian yksikkö, jolla mitataan energian määrää
l = dm ³	litra eli kuutiodesimetri
m	metri; pituusyksikkö
mm	millimetri; metrin tuhannesosa
m ²	neliömetri; pinta-alan yksikkö
m ³	kuutio; tilavuuden yksikkö
°C	aste; lämpötilan yksikkö
J	joule; työn ja energian yksikkö
MJ	megajoule; tuhatkertainen joulemäärä
MJ / kg, kWh / kg	lämpöarvon yksikkö; kertoo, miten paljon kilo kyseistä polttoainetta tuottaa lämpöenergiaa

TERMIT

m	massa (kg)
p	tiheys (kg / dm ³)
V	tilavuus (m ³)
Q _{lkv, netto}	käyttöveden lämmitykseen tarvittava nettolämpöenergia, kWh
ρ _v	veden tiheys, 1000 kg / m ³
c _{pV}	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ / kgK
V _{lkv}	lämpimän veden kulutus, m ³
T _{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, C°
T _{kv}	kylmän käyttöveden lämpötila, C°

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO	7
2.	ASUNTO-OSAKEYHTIÖ JUHANINKATU 14.....	9
3.	TALOYHTIÖN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	11
3.1	LÄMMITYSLAITTEISTO JA ÖLJYN VUOSIKULUTUS	11
3.2	POLTTOAINEIDEN LÄMPÖARVOT JA LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS	14
3.3	NYKYISEN ÖLJYKATTILAN HYÖTYSUHDE	15
3.4	VUOSITTAINEN LÄMMITYSTARVE JA ENERGIAKULUT	18
3.5	TALOYHTIÖN KULUTUSTIEDOT	20
4.	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTAAN VAIKUTTAVAT ASIAT	23
5.	TALOYHTIÖN PÄÄLÄMMITYSJÄRJESTELMÄVAIHTOEHDOT	26
5.1	KAUKOLÄMPÖ.....	27
5.2	LÄMPÖPUMPUT JA MAALÄMPÖ	29
5.3	ÖLJYLÄMMITYS.....	31
5.4	SÄHKÖLÄMMITYS.....	32
5.5	PUUPELLETIT	33
6.	INVESTOINTI-, ENERGIA- JA HUOLTOKUSTANNUKSET	34
6.1	KAUKOLÄMPÖ.....	34
6.2	MAALÄMPÖ	36
6.3	ILMA/VESILÄMPÖPUMPPU	39
6.4	ÖLJYLÄMMITYS.....	39
6.5	SÄHKÖLÄMMITYS.....	40
6.6	PELLETIT	41

7.	LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN KOKONAISKUSTANNUKSET	42
8.	PÄÄLÄMMITYSJÄRJESTELMÄÄ TUKEVAT LISÄLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	51
8.1	AURINKOENERGIA	51
8.2	ILMALÄMPÖPUMPUT	52
8.3	LISÄLÄMMÖNLÄHTEIDEN KANNATTAVUUS.....	52
9.	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄSANEERAUKSEEN HAETTAVAT AVUSTUKSET	55
10.	LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN YMPÄRISTÖKUORMITUKSET	56
11.	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT.....	58
12.	YHTEENVETO.....	61
13.	LÄHTEET	64
14.	LIITTEET.....	68

1. JOHDANTO

Aikanaan lämmitysöljy oli halpaa, ja öljylämmityksen vaivattomuus lisäsi lämmitysmuodon suosiota. Öljyn litrahinta on kohonnut vuodesta toiseen, eikä hinnankorotuspaineille näy loppua. Nykytietojen mukaan maailman öljyvarannot hupenevat seuraavien vuosikymmenten aikana. Valtio pyrkii verotuksen avulla rajoittamaan uusiutumattomien luonnonvarojen ja hiilidioksidipäästöjä lisäävien polttoaineiden käyttöä, ja tämä nostaa entisestään lämmitysöljyn hintaa. Valtio ohjaa tukien avulla lämmitysremontteja uusiutuvan energian käyttöön ja energiaa säästävään suuntaan.

Juhaninkatu 14 on 1980-luvulla rakennettu kahden paritalon muodostama asunto-osakeyhtiö. Taloyhtiön alkuperäinen lämmitysjärjestelmä on tullut tiensä päähän ja kaipaa uudistamista. Vanhan lämmityskattilan huono hyötysuhde nostaa energiankulutusta ja lisää runsaasti kalliin lämmitysöljyn kulutusta. Jatkuva lämmitysöljyn hinnannousu on pakottanut taloyhtiön hallituksen miettimään muita vaihtoehtoja öljylämmityksen tilalle. Lämmitysjärjestelmäsaneeraus, ja ennen kaikkea toteutuskelpoisten vaihtoehtojen kartoitus, on nyt ajankohtainen asia.

Erilaiset lämmitysjärjestelmän toimintahäiriöt ja vikaantumiset ovat erittäin todennäköisiä tulevina vuosina. Tämän vuoksi kirjoittajan mielestä on tärkeää selvittää mahdollisimman puolueettomasti eri lämmitysvaihtoehtojen toteuttamismahdollisuudet ja investointi- sekä käyttökustannukset pitemmällä aikavälillä. Lämmitysratkaisujen kartoitus helpottaa päätösten tekemistä ja ohjaa valintaa hankittujen tietojen ja kustannusarvioiden perusteella.

Insinööriyön tarkoituksena on löytää kokonaistaloudellisuudeltaan edullinen investointi, jota taloyhtiö voi hyödyntää seuraavien 25 - 30 vuoden ajan. Investointi-, ja energiakustannuslaskelmat on laadittu asunto-osakeyhtiölle tehtyihin lämmitysremonttitarjouksiin perustuen. Tarjouspyyntöluettelo ja tiedot saaduista tarjouksista ovat insinööriyön liitteinä.

Insinööriyössä käsitellään niitä lämmitysvaihtoehtoja, joita kohtaan osakkeenomistajat ovat esittäneet mielenkiintoa edellisessä yhtiökokouksessa. Kaukolämmön etuina mainitaan huolettomuus ja edullinen hinta, mikäli tämä vaihtoehto on saatavuuden puolesta käytettävissä. Kaukolämpö tulee taloon putkia pitkin, eikä asukkaan tarvitse murehtia muusta kuin hinnasta. Maalämpöpumppu on energiatehokas ratkaisu, joka tuottaa kaiken rakennuksen tarvitseman lämmitysenergian. Pellettilämmitys käyttää puolestaan uusiutuvaa kotimaista energiaa, ja nykyaikaista automatiikkaa hyödyntävät lämmityslaitteet toimivat ilman valvontaa. Suoran ja varaavan sähkölämmityksen rasitteena ovat nykyisin korkeat energiakustannukset pienestä aloitusinvestoinnista huolimatta. Lämmitysöljyn epävarmat tulevaisuuden näkymät ja jatkuvasti nouseva hinta eivät enää puolla öljylämmityksen uusimista. (Perälä 2008, s.38.)

Rakennuksen lämmitys aiheuttaa ympäristölle suuren rasituksen elinkaarensa aikana. Sähkön- ja lämmönkulutus aiheuttavat ison osan kotitalouksien päästöistä ja samalla kustannuksista. Energian hinnan ja investointikustannusten ohessa lämmitysjärjestelmien ympäristökuormitus on noussut merkittävään asemaan valintapäätöksiä tehtäessä. Tässä raportissa eri lämmitysmuotojen ympäristövaikutusten tarkastelu on rajoitettu lähinnä hiilidioksidipäästöjen vertaamiseen.

Tämän lisäksi insinööriyössä on selvitetty kunnan kautta haettavaa valtion Asumis- ja rahoituskeskuksen myöntämää tukea lämmitysremonttiin. Raportin lopussa käsitellään eri lämmitysmuotojen kustannusten kehitystä tulevaisuudessa, sillä tämä näkökohta on yksi valintaan vaikuttavista tärkeistä tekijöistä. Yksi työn tärkeä tavoite oli selkokiehisen raportin kirjoittaminen, jonka lukemiseen ja ymmärtämiseen ei tarvita rakennus- tai energiatekniikan syvempää tuntea.

2. ASUNTO-OSAKEYHTIÖ JUHANINKATU 14

Yhtiöjärjestyksen mukaan asunto-osakeyhtiö Juhankatu 14 omistaa ja hallitsee kahta paritaloa omistamallaan tonteilla numerot 14 ja 9 kortteleissa 167 ja 165 Varkauden kaupungin VI kaupunginosassa, Luttilassa. Rakennukset 5 a – b ja 8 a b sijaitsevat Juhankadun vastakkaisilla puolilla. Paritalot on jaettu puoliksi niin, että taloyhtiön hallinnassa on neljä samankokoista asuinhuoneistoa. Yhden asunnon tarkastusmitattu asuinpinta-ala on 80,5 m² (kuva1). Jokaisessa asunnossa on kolme huonetta, keittiö ja sähkölämmitteinen sauna.



Kuva1. Juhankatu 5a1

Rakennukset ovat valmistuneet 1980 - 1981. Paritalojen lisäksi asunto-osakeyhtiön omistukseen kuuluvat neljä varastorakennusta, neljä autokatospaikkaa ja lämpökeskus (liite1). Rakennusten yhteenlaskettu pinta-ala on 356 m² ja tonttien ala 1900 m². Paritalojen lämmitettävä tilavuus on yhteensä 773 m³ ja autokatosten (sisältäen varastotilan) 120 m³. Yhtiön hallitseman lämpökeskuksen pinta-ala on 13 m², joka on jaettu kahteen erilliseen vierekkäiseen tilaan lämpökattilalle ja polttoainesäiliölle. Asuinrakennuksissa on painovoimaan perustuva ilmanvaihtojärjestelmä

Maaliskuun 2010 yhtiökokouksessa käsiteltiin lämmitysmuotoremonttia ja pöytäkirjaan merkittiin seuraavasti: "Varkauden Aluelämpö suunnittelee Laurinkadun ja Juhaninkadun liittämistä kaukolämpöverkoston alustavien tietojen mukaan vuosien 2011 - 2012 aikana. Aluelämpö ottaa asian tiimoilta yhteyttä ja tekee tarkemmat kustannuslaskelmat. Asia jätetään toistaiseksi hautumaan". Tämän hetkisen tiedon myötä Aluelämmön suunnitelmat ovat siirtyneet, eikä Luttilan kaukolämpötarvetta kartoiteta ainakaan ennen vuotta 2012. Tämän vuoksi on tärkeää selvittää muut mahdolliset vaihtoehdot taloyhtiön päälämmitysjärjestelmäksi kustannuslaskelmineen.

3. TALOYHTIÖN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Taloyhtiön öljylämmitteisessä kattilassa käytetään vettä lämpöenergian siirtoon kattilan kautta veteen ja veden avulla putkia pitkin huoneistojen lämmityspattereihin. Öljylämmityslaitteisto käsittää öljysäiliön, lämmityskattilan, öljypolttimen, paisuntasäiliön, erilaisia pumppuja, ohjaus-, säätö- ja varolaitteita. Öljykattilan tehtävä on sulkea polttoaineen, eli tässä tapauksessa lämmitysöljyn, palamistapahtuma, korkea lämpötila ja savukaasut rasiuksia kestäväan tilaan ja antaa polttoaineelle mahdollisimman hyvät palamisedellytykset. Kattilaan syötetyn polttoaineen on muodostettava ilmassa olevan hapen kanssa palamiselle sopiva kaasuseos, jotta palaminen voi alkaa. (Wahlroos 1979, s.111.)

Öljy pumpataan öljysäiliöstä pumpun avulla polttimelle. Öljysumu ja palamisilma sekoittuvat öljypolttimessa, ja palaminen käynnistetään polttimen sytytyslaitteiden avulla tulipesässä. Sumun pisarakoko vaihtelee 0,25 - 0,005 mm välillä, jolloin höyrystyminen tapahtuu nopeasti ja suurentuneen pinta-alan ansiosta öljy palaa tehokkaasti. Kattilan sisällä oleva vesi siirtää lämpöenergiaa kattilan yläosiin, josta kiertovesipumppu painaa veden putkistojen kautta lämpöpattereihin. Pumppu hoitaa vesikierron vesimäärän eri arvoilla putkiston painehäviöistä huolimatta. Mitä suurempi on savukaasun ja ulkoilman lämpötilaero, sitä paremmin savukaasut poistuvat laitteistosta ulkoilmaan. (Haapalainen et al. 1992, s.88; Wahlroos 1979, s.21, 170.)

3.1 LÄMMITYSLAITTEISTO JA ÖLJYN VUOSIKULUTUS

Energian yhteydessä törmää väistämättä termiin kilowattitunti (kWh), jolla mitataan energian (sähkö tai lämpö) määrää. Kilowatti (kW) kertoo tehon, joka kuvaa sitä nopeutta, jolla energia siirtyy paikasta toiseen. Joule on työn ja energian yksikkö. Yksi joule energiaa kuluu työskentelyyn yhden sekunnin ajan yh-

den watin teholla. Watti on kilowatin tuhannesosa. Laitteen tehosta voidaan helposti laskea kulutetun energian määrä, jos tiedetään, miten pitkään laitetta on käytetty. Laitteen teho kerrotaan ajalla, jolloin saadaan laitteen käyttämä energia. (Laitinen 2010, s.13.)

Asunto-osakeyhtiön keskuslämmityskattilana on toiminut yli 30 vuotta Etna-merkkinen kaksoispesäkattila. Kaksoispesäkattilassa voidaan polttaa lämmitysöljyn lisäksi kiinteää polttoainetta, kuten esimerkiksi puuta, erillisessä pesässä. Kattilan vesitilavuus on suurempi verrattuna yksipesäkattilaan, ja tästä johtuen hyötysuhde jää pienemmäksi (Haapalainen et al. 1992, s.77.). Öljypoltin on vaihdettu vuonna 1996 ECO 3 R/SF - merkkiseen polttimeen, joka tuottaa tehon vaihteluvälillä 14,2 - 35,6 kWh. Järjestelmän kapasiteetti on 1,2 - 3 kg / h. Kattilan teho vastaa omakotikaton lämmityskattilaa. Öljysäiliö on tilavuudeltaan 2500 litraa. Lämmityskattila ja öljysäiliö sijaitset vierekkäisissä paloseinällä eristetyissä huoneissa. Säiliöhuoneen lämpötila on talvella pakkasen puolella. Tämän vuoksi säiliöön on tilattu sekä kesä- että talvilaatuista lämmitysöljyä vuodenajan mukaan.

Kattilan lämmitystehoa säädetään menoveden lämpötilaa muuttamalla. Useimmissa rakennuksissa tehontarve riippuu ulkolämpötilasta. Kattilasta lähtevän menoveden ja kattilaan palaavan paluuv veden lämpötilaerosuositus on pienentynyt vuosikymmenien kuluessa. 1980-luvulla suosittiin 70 / 40 °C eroa, ja 1990-luvulla siirryttiin 60 / 40 °C erotukseen. Nykyään erotus voi olla jopa 55 / 45 °C. Suuri lämpötilaero hankaloittaa lämpötilan säätämistä, pienentää putkikokoa ja vaatii suuremman lämmönsiirtopinta-alan. Huoneiden lämmitystehontarpeeseen vaikuttaa osaltaan myös ilmaislämpö, jolla tarkoitetaan sisäisiä lämmönlähteitä, kuten erilaisia sähkölaitteita tai ihmisiä, tai auringosta saatua lämpöenergiaa. (Seppänen 2001, s.164, 185.)

Kattilahuoneen sekoitusventtiili säätelee menoveden lämpötilan rakennuksen lämmöntarvetta vastaavaksi lisäämällä lähtevään kuumaan veteen riittävästi jäähtynyttä paluuvettä. Taloyhtiön pannuhuoneen lämpötilamittari vaihtelee ulkolämpötilan mukaan 45 - 60 °C välillä. Paluuv veden lämpötilalle ei ole erillistä

lämpömittaria. Kattilaveden lämpötila on 80 asteen paikkeilla. Jos kattilaveden lämpötila laskee alle 70 asteen, savukaasut alkavat syövyttää kattilan sisäosia. Kattilatermostaatti säättää kattilaveden lämpötilaa ja käynnistää polttimeen, kun veden lämpötila on laskenut riittävän alas. (Kiinteistöhoitajan lämmitysopas, s.7-8.)

Öljyn kulutus ja hinta - taulukon tiedot (taulukko1) ovat suuntaa antavia, sillä aikaisempien vuosien käsinkirjoitetut luvut ovat olleet oletettavasti pyöristettyjä. Dokumenttien säilytys on ollut puutteellista, ja taloyhtiön nykyisellä isännöitsijällä on tallessa tarkat kulutus-, hinta- ja huoltotiedot kolmen viime vuoden ajalta. Viiden vuoden keskekulutuksen mukaan laskettu öljyn vuorokausikulutus saadaan jakamalla keskekulutus vuoden päivillä (365). Vuorokausikulutus on 17,1 litraa. Tuntikulutus saadaan laskettua jakamalla vuorokausikulutus vuorokauden tunneilla (24), jolloin tuntikulutukseksi saadaan 0,7 litraa.

Taulukko1. Öljyn kulutus ja hinta vuosien 2005 – 2010 aikana

VUOSI	KULUTUS (litra)	HINTA (€)	HUOLLOT(€)
2005	6000	3000	100
2006	6000	3200	
2007	6000	4000	80
2008	6000	4100	85
2008	6200	6100	85
2009	6500	4000	
2010	6500	4700	120
keskiarvot	6200	4200	70

3.2 POLTTOAINEIDEN LÄMPÖÄRVOT JA LÄMMITYSENERGIAN KULUTUS

Polttoaineiden lämpöarvot kertovat, miten paljon polttoaine tuottaa lämpöenergiaa. Lämmitysöljyn lämpöarvo on 42 MJ / kg. Megajoulet muutetaan kilowattitunneiksi muuntokertoimen 3.6 avulla (1 kWh = 3.6 MJ). Kun lämmitysöljyn lämpöarvo jaetaan muuntokertoimella, saadaan kilowattitunneiksi muutetuksi lämpöarvoksi 11,9 kWh / kg. Lämmitysöljyä käsitellään litroittain. Kuutiodesimetri (dm³) tarkoittaa litran tilavuutta.

Kun aineen tiheys (ρ) ja tilavuus (V) tiedetään, pystytään laskemaan aineen massa (m) kertomalla tiheys ja tilavuus keskenään.

$$0,85 \text{ kg} / \text{dm}^3 \times 1 \text{ dm}^3 = 0,85 \text{ kg}$$

Kun öljylitran massa kerrotaan energia-arvolla, saadaan litran lämpöarvo.

$$0,85 \text{ kg} / \text{dm}^3 \times 11,9 \text{ kWh} / \text{kg} = 10,115 \text{ kWh} / \text{litra}$$

Kun lämmitysöljylitran lämpöarvo kerrotaan vuoden 2010 aikana käytetyllä öljymäärällä, saadaan laskettua taloyhtiössä vuoden aikana kulutettu lämmitysenergia.

$$10 \text{ kWh} / \text{litra} \times 6500 \text{ litraa} = 65\,000 \text{ kWh}$$

Taulukko2. Eri polttoaineiden tehollisia lämpöarvoja (Rakennustieto, s.134)

Polttoaine	Tehollinen lämpöarvo, Q
kevyt polttoöljy	10,0 kWh/dm ³
polttopuu (pilkkeet)	4,1 kWh/kg
puupelletit	4,7 kWh/kg
kivihiili	6,6 kWh/kg
palaturve	3,3 kWh/kg

Eri polttoaineilla on erilaiset lämpöarvot, ja niitä tarvitaan erilainen määrä kilowattitunnin sisältämän lämpöenergian tuottamiseen (taulukko2). Mitä pienempi on polttoaineen lämpöarvo, sitä enemmän polttoainetta tarvitaan. Laitinen selvittää asiaa esimerkiksi (2010, s.13), jossa yhden kilowattitunnin lämmön tuottamiseen tarvitaan esimerkiksi teemukillinen pellettejä, pieni koivuklapi, desilitra öljyä tai maitotölkkillinen haketta.

3.3 NYKYISEN ÖLJYKATTILAN HYÖTYSUHDE

Öljykattilan hyötysuhteella tarkoitetaan sitä kattilaan viedyn polttoaineen sisältämän lämpöenergian määrää, joka saadaan talteen polttoprosessissa. Kattilaan tuotua öljyä ei saada käytettyä hyväksi kokonaan, sillä palamisessa esiintyy seuraavanlaisia häviöitä:

- Savukaasuhäviöt, joilla tarkoitetaan savukaasujen mukana poistuvaa lämpöenergiaa, jota ei saada siirrettyä kattilaveteen. Savukaasuhäviöihin vaikuttavat muun muassa kattilan tulipintojen nokikerros, kaasujen kulkunopeus kattilan läpi ja palamistapahtuman täydellisyys.

- Läpivirtaushäviö, joka syntyy ilman virratessa polttimeen seisontajakson aikana lämpimän kattilan läpi jäädyttäen sitä samalla. Läpivirtaushäviöiden pienentämiseen voidaan vaikuttaa kattilan tiivistämisellä ja automaattisten ilmavirran sulkulaitteiden avulla.

- Eristyshäviöt, joilla tarkoitetaan lämmön siirtymää kattilan ulkopintojen ja pohjan kautta kattilahuoneeseen. Eristyshäviöitä voidaan pienentää eristämällä. Taloyhtiön öljykattilan lämmöneristystä on parannettu omatoimisesti vuosien varrella (kuva2). (Kiinteistöhoitajan lämmitysopas, s.7-8.)



Kuva2. Taloyhtiön omatoimisesti eristetty öljykattila

Palamisen hyötysuhteella tarkoitetaan palamisen tehokkuutta. Vanhan ja uuden kattilan palamishyötysuhde on keskimäärin 92 – 95 %. Palamisen kokonaishyötysuhde, jossa on huomioitu erilaiset häviöt, vaihtelee 85 % molemmin puolin kattilan iästä riippuen. Näitä lukuja enemmän kertoo kuitenkin kattilan vuosihyötysuhde, joka tarkoittaa vuoden aikana kattilasta hyödyksi saadun lämmön suh-

detta käytetyn polttoaineen sisältämään lämpömäärään. Öljypoltin toimii jaksotaisesti, joten kattilan hyötysuhde vaihtelee tehon mukaan. Vuosihyötysuhteessa on huomioitu polttimen seisontajakson aikana syntyvät eristyshäviöt ja polttimen läpivirtaushäviöt. (Lämmitysjärjestelmät)

Öljykattila lämmittää käyttöveden virtauspatterin avulla. Sekoitusventtiili sekoittaa automaattisesti kylmää vettä lähtevän kuuman käyttöveden joukkoon, jotta lämpötila pysyy säädetyn lämpötilan mukaisena. Kesäaikaan suurin osa lämmitysenergiasta poistuu savukaasujen mukana, kun muu lämmitys on poissa käytöstä, ja tästä johtuen hyötysuhde huononee merkittävästi. Uuden ja vanhan öljykattilan kokonaisvuosihyötysuhteet vaihtelevat 65 – 75 % kieppeillä. Kattilan ja öljypolttimen säännöllinen huoltaminen ja säätö ovat merkittävässä asemassa parhaan mahdollisen vuosihyötysuhteen säilyttämisen kannalta. (Kiinteistöhoitajan lämmitysopas, s.7, 11; VTT 1996, s.22.)

Kattilan tarkan vuosihyötysuhteen laskemiseksi on määritettävä kattilan häviöt erilaisten mittausten avulla. Tyhjäkäyntikokeen avulla määritetään kattilan tyhjäkäyntiteho, jolla mitataan se öljymäärä, joka tarvitaan kattilan käyttölämpötilan pitämisessä silloin, kun pattereita ei lämmitetä eikä käyttövettä kuluteta. Tämän lisäksi vuosihyötysuhteen määrittämiseen tarvitaan tarkat tiedot öljynkulutuksesta vuositasolla ja palamishyötysuhde, joka määritetään hiilidioksidipitoisuutta mittaamalla. (Kiinteistöhoitajan lämmitysopas, s.8, 12.)

Insinööriyön pääpaino on muiden lämmitysjärjestelmien kartoittamisella, sillä öljylämmitystä ei aiota uusia. Tämän vuoksi erilaisten mittausten suorittaminen ei ole olennaista työn tulosten kannalta. Laskelmissa on käytetty hyötysuhteena 70 % edellä esitetyin perustein (vanhan öljykattilan kokonaisvuosihyötysuhde). Öljylämmityksen todellinen lämmitystarve lasketaan kertomalla hyötysuhde lämmitysenergiamäärällä.

$$0,70 \times 65\,000 \text{ kWh} = 45\,500 \text{ kWh}$$

70 % hyötysuhde tarkoittaa käytännössä sitä, että lämmityskustannuksissa harakoille karkaavan lämpöenergian osuus on 30 %. Vuoden 2010 lämmityskustannukset olivat 4700 euroa, joista hukkalämmön osuus oli 1410 €.

$$0,30 \times 4700 \text{ €} = 1410 \text{ €} / \text{vuosi}$$

3.4 VUOSITTAINEN LÄMMITYSTARVE JA ENERGIAKULUT

Rakennuksen energiankulutuksella tarkoitetaan lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen kulutettua energiamäärää vuodessa. Rakennusten lämmitystarpeeseen vaikuttavat ulkoilman lämpötilan lisäksi rakennuksen lämmöneristyskyky, ilmanvaihdon tehokkuus ja asukkaiden tottumukset. Pientaloissa energiankäyttö jakaantuu lämmitykseen (noin puolet), sähkölaitteisiin (kolmannes) ja lämpimään veteen (viidennes). Suuntaa antavan energiankulutusarvion voi laskea seuraavasti (Perälä 2009, s.20; Laitinen 2010, s.12; D5 2007.):

- lämmitysenergia normaalisti rakennutussa talossa 120 kWh/m²
- käyttöveden lämmitys asukasta kohti noin 1000 kWh/vuosi
- taloussähkö perhettä kohti noin 4000 kWh/vuosi

Taulukko3. Lämmitysenergian kulutus vuositasonalla

Lämmitysenergia	Lämmin käyttövesi	Lämmitystarve
120 kWh	1000 kWh	
322 m ²	8	
38640 kWh	8000 kWh	46640 kWh

Edellä esitetyn energiankulutusarvion mukaan taloyhtiömme kulutus näyttäisi olevan taulukon 3 mukaan 46 640 kWh vuodessa. Summassa ei ole huomioitu lämpöhäviöitä. Todellinen lämmitystarve saadaan jakamalla lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden tarve edellä mainitulla hyötysuhteella 0.7, jolloin todellinen lämmitystarve on tämän energiankulutusarvion mukaan laskettuna 66 600 kWh. Energiankulutusarvio on hyvin lähellä kohdassa 3.2 laskettua öljynkulutukseen perustuvaa kulutusarviota. Kustannusvertailuissa on käytetty taloyhtiön vuoden nettolämmöntarpeena edellä esitettyjen lukujen pyöristettyä keskiarvoa, joka on noin 46 000 kWh.

Huomattava osa kiinteistöjen menoista koostuu lämmityskustannuksista. Yleisesti kohtuullisena rakennuksen energiakulujen osuutena pidetään noin 40 % kaikista kiinteistön kuluista. Kuten taulukon 4 tiedoista näkyy, taloyhtiön lämmityskulujen osuus muista kuluista on ollut viime vuosina keskitasoa suurempi. Lämmitysremontilla lämmityskulujen osuus pieneni selkeästi nykyisestä. Vuoden 2011 kulut perustuvat laadittuun talousarvioon. (Kaukolämmön käsikirja 2006, s.96.)

Taulukko4. Lämmityskulujen osuus kiinteistön hoitokuluista

Vuosi	Kiinteistön hoitokulut (€)	Lämmityskulut (€)	Lämmityksen % - osuus kuluista (€)
2008	10 931	6107	55,9
2009	8607	4054	47,1
2010	10 247	4717	46,0
2011	12100	6900	57,0

3.5 TALOYHTIÖN KULUTUSTIEDOT

Lämmitysjärjestelmä tuottaa lämpöä rakennuksen lämmittämisen lisäksi käyttöveden lämmittämiseen. Taloyhtiön asunnoissa on omat mittaukset kuumalle ja kylmälle käyttövedelle. Asunnoissa on erilliset sähkömittarit asukkaiden kuluttamalle taloussähkölle. Huoneistokohtaisen sähkötoimisen lattialämmityksen kustannukset veloitetaan taloussähkön yhteydessä. Vuoden 2010 kokonaiskulutustiedot näyttävät seuraavanlaisilta:

lämmin vesi: 129 m³
kylmä vesi: 242 m³
sähkö: 17560 kWh
taloussähkö: 15499 kWh
kiinteistösähkö: 2061 kWh

Vuositasolla kulutustiedoissa ei ole ollut merkittäviä muutoksia. Lämpimän veden kulutus vuodessa on vaihdellut viimeisen kymmenen vuoden aikana 110 - 130 kuution välillä. Taloyhtiöllä ei ole erillistä lämminvesivaraajaa, vaan vesi lämmitetään öljykattilan kupeessa.

Varkauden kaupungin vesi- ja viemärointilaitos laskutti vuoden 2010 aikana kylmästä vedestä 3,10 € / m³. Taloyhtiö on laskuttanut lämpimästä vedestä 5,30 € / m³. Summaa on nostettu kerran viimeisen kolmen vuoden aikana samassa suhteessa kuin kylmän veden hinta on noussut, vaikka lämmitysenergia on kallistunut selvästi enemmän. Käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia ja kaupungin perimä maksu vesikuutiota kohtaan määrittävät jokaiselle asukkaalle tasapuolisen hinnan lämpimälle käyttövedelle. Tämän vuoksi veden lämmittämisen todellinen taloyhtiölle aiheuttama kustannus on laskettava, ja muutettava lämpimän veden kuutiohintaa nykyisiä kustannuksia vastaavaksi.

Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava lämpöenergia Q_{lkv} , netto lasketaan seuraavan yhtälön 1 avulla (D5 2007):

$$Q_{lkv, netto} = \rho_v c_{pv} V_{lkv} (T_{lkv} - T_{kv}) / 3600, \text{ jossa} \quad (1)$$

$Q_{lkv, netto}$ käyttöveden lämmitykseen tarvitsema
nettolämpöenergia, kWh

ρ_v veden tiheys, 1000 kg / m³

c_{pv} veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ / kgK

V_{lkv} lämpimän veden kulutus, m³

T_{lkv} lämpimän käyttöveden lämpötila, C°

T_{kv} kylmän käyttöveden lämpötila, C°

Kylmän ja lämpimän veden lämpötilaerona käytetään arvoa 50°C, ellei ole erityistä syytä käyttää toista arvoa.

3600 kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, s/h
Kaavassa ei ole huomioitu lämpöhäviöenergiaa.

Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä lasketaan edellä esitetyn kaavan mukaan seuraavasti:

$$(1000 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 4,2 \text{ kJ} / \text{kgK} \times 129 \text{ m}^3 \times 50 \text{ C}^\circ) / 3600 = 7525 \text{ kWh}$$

$$1000 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 4,2 \text{ kJ} / \text{kgK} \times 129 \text{ m}^3 \times 50 \text{ C}^\circ = 27090 \text{ MJ}$$

Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava öljymäärä lasketaan jakamalla veden lämmittämiseen tarvittava lämpömäärä öljykilon lämpömäärällä.

$$27090 \text{ MJ} / 42 \text{ MJ} / \text{kg} = 645 \text{ kg}$$

Kilomäärä muutetaan litroiksi edellä esitetyn yhtälön 1 mukaan, jolloin saadaan selville öljyn litrakulutus vuodessa.

$$V = 645 \text{ kg} / 0,85 \text{ kg} / \text{dm}^3 = 760 \text{ litraa}$$

Veden lämmittämiseen kulutettu öljymäärä jaetaan lämpimän veden kuutiomäärällä, jotta saadaan laskettua yhden vesikuution lämmittämiseen tarvittava öljymäärä.

$$760 \text{ litraa} / 129 \text{ m}^3 = 5,90 \text{ litraa} / \text{m}^3$$

Viime vuonna öljylitran keskimääräinen hinta oli 77 snt eli 0,77 €. Öljyn litrahinta ja vesikuution lämmittämiseen tarvittava öljymäärä kerrotaan keskenään, jolloin saadaan kuutiahinta.

$$0,77 \text{ €} / \text{litra} \times 5,90 \text{ litraa} / \text{m}^3 = 4,53 \text{ €} / \text{m}^3$$

Kaupunki laskuttaa vesikuutiolta 3,10 €. Kun summa lisätään edellä esitettyyn veden lämmitykseen kuluvaan hintaan, saadaan taloyhtiön laskutushinta.

$$3,10 \text{ €} + 4,53 \text{ €} / \text{m}^3 = 7,63 \text{ €} / \text{m}^3$$

Tammikuun 2011 öljynhinnan mukaan laskettuna lämpimän käyttöveden hinnaksi saadaan yli yhdeksän euroa kuutiolta.

$$1,045 \text{ €} / \text{litra} \times 5,90 \text{ litraa} / \text{m}^3 = 6,20 \text{ €} / \text{m}^3$$

$$3,10 \text{ €} + 6,20 \text{ €} / \text{m}^3 = 9,30 \text{ €} / \text{m}^3$$

Kohdassa 3.2 lasketun energiankulutuksen mukaan veden lämmityksen osuus taloyhtiön kokonaisenergiakustannuksista on 11,6 %.

$$(7525 \text{ kWh} / 65\,000 \text{ kWh}) \times 100 = 11,6 \%$$

4. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTAAN VAIKUTTAVAT ASIAT

Rakennuksen lämmitysjärjestelmä vaikuttaa merkittävästi asumiseen, käyttömukavuuteen ja kustannuksiin koko rakennuksen eliniän. Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavia asioita lämmitysjärjestelmän ominaisuuksien lisäksi ovat muun muassa käyttäjien omat mieltymykset ja kokemukset, taloudelliset mahdollisuudet, rakennuspaikan ja rakennusten mahdollisuudet sekä rajoitukset. Lämmityslaitteiden käyttöarvoa voidaan mitata taloudellisten näkökohtien lisäksi laitteiden aiheuttamien päästöjen ja muiden ympäristövaikutusten sekä käyttömukavuuden perusteella. (Kiinteistöjen ilmastoystävälliset lämmitysratkaisut; Perälä 2009, s.84.)

Taloyhtiön hallituksen kannan mukaan tulevan lämmitysjärjestelmän on oltava helppokäyttöinen ja kokonaishinnaltaan (mukaan lukien investoinnit, käyttö- ja huoltokustannukset) edullinen myös tulevaisuudessa verrattuna muihin vaihtoehtoihin. Lämmitysjärjestelmätarjoukset pyydetään ”avaimet käteen”-tarjouksina, jolloin laitteisto, tarvikkeet ja asennustyö ostetaan samassa paketissa samalta myyjältä. Tämä helpottaa tarjousten vertailua ja takuuasioiden hoitamista, jos laitteistossa tai asennustyössä on huomautettavaa.

Lämmitysjärjestelmän realistisena käyttöikä pidetään 25 - 30 vuotta. Yleensä investoinneilta edullisin vaihtoehto ei ole pitkällä aikavälillä kannattavin. Investoinneiltaan kalliimpi vaihtoehto säästää rahaa käyttökustannuksissa. Myös kokonaisenergiankulutus vaikuttaa valintaan. Isomman kiinteistön kannattaa suosia edullista energiaa, kun taas pienen energiapihin talon voi lämmittää kalliimallakin energialla, jos investointikustannus on pieni.

Lämmitysjärjestelmän muutos vaatii lvi-suunnitelman ja kaupungilta haettavan rakennusluvan. Näitä kustannuksia ei ole huomioitu investointien hinnoissa, sillä kyseisten toimenpiteiden kustannukset ovat samat kaikkien lämmitysmuotojen

osalta. Laskelmissa ei ole myöskään huomioitu vanhan kattilan purkukustannuksia edellä esitetyin perustein. Osa kattilan putkista on eristetty asbestilla, ja tämä vaatii erityistoimenpiteitä, jotka nostavat purkutyön kustannuksia. Lämmitysremontti saattaa vaatia myös sähköliittymän koon tarkistamista. Kaukolämpö toimii samalla sähköliittymällä, mutta esimerkiksi maalämmön ja ilma/vesilämpöpumpun osalta pumpun teho vaikuttaa tarvittavan sähköliittymän kokoon.



Kuva3. Lämpökanaali kulkee rakennusten 8 ja 5 välissä

Lämmitysjärjestelmän valinnassa on otettava huomioon talokohtaiset rakennustekniset ratkaisut. Rakennukset 5 ja 8 sijaitsevat kadun eri puolilla. Kuvassa 3 näkyy rakennus 8, jonka autokatoksen takana sijaitsee taloyhtiön lämpökeskus. Rakennusten välimatka on noin 40 metriä. Lämpöputket ja käyttövesiputket kulkevat kadun ali kuvan 3 mukaisesti autokatoksen alta suoraan toisen autokatoksen ja varastorakennuksen ali toiseen rakennukseen. Tämän vuoksi tarkastelussa on otettava huomioon lämpökanaalin vaatimukset lämmitystehoa mitoittaessa.

Putkissa virtaava vesi on usein ympäristöään lämpimämpää. Putkia eristetään muun muassa lämpöhäviöiden minimoimiseksi, jotta kattilasta lähtevä vesi pääsisi pattereihin asti halutussa lämpötilassa. Lämpimän käyttöveden lämpötilan pitäisi olla putkiston kaikissa osissa noin 55 °C. Kylmässä tilassa olevat putket eristetään jäätyksen estämiseksi. Patteriverkoston perussäätö olisi syytä tehdä uudelleen lämmitysremontin yhteydessä. Patteriverkoston perussäätö vaikuttaa huomattavasti asuntojen energiataloudellisuuteen, sillä patterimitoitusta pidetään epätarkkana, eikä rakenteiden eristyskyky enää vastaa rakennusajan eristyskykyä. (Seppänen 2001, s.172, 209.)

Esimerkiksi maalämmön osalta lämmitysveden lämpötila ja käyttöveden riittävyys saattavat tulla esteeksi nykyisen mallin mukaan. Pumppu pitäisi mitoittaa selvästi todellista lämmitystarvetta isommaksi, jolloin sähkönkulutus kasvaa. Toinen vaihtoehto on erottaa rakennusten väliset lämmitysjärjestelmät toisistaan katkaisemalla kadun alittava lämmitysvesikierto. Tämä taas asettaa uudenlaisia haasteita lämmitysjärjestelmän toteuttamiselle. Vaikka nykyinen kierto säilytettäisiin sellaisenaan, on silti paikallaan uusia tai ainakin eristää kadun alittavat putket paremmin lämmitysenergiahunan minimoimiseksi. Toinen rakennus lämpiää tälläkin hetkellä toista rakennusta paremmin. Lämmitysenergian käytön minimoimiseksi on järkevintä toteuttaa tarvittavat putkityöt samalla kertaa.

5. TALOYHTIÖN PÄÄLÄMMITYSJÄRJESTELMÄVAIHTO- EHDOT

Rakennusten lämmitystapa on muuttunut huomattavasti viime vuosina muun muassa maaltamuuton, taajamien uudisrakentamisen ja uusien energiataloudellisten ratkaisujen ansiosta. Keskitetyn lämmöntuotannon hyödyntäminen kaukolämmön käyttönä on lisääntynyt selkeästi ja vastaavasti talokohtainen, fossiilisiin polttoaineisiin perustuva lämmittäminen on vähentynyt. (Puhakka 2005, s.35–37.)

Kaukolämpö on herättänyt eniten kiinnostusta asukkaiden keskuudessa erityisesti helppouden ja varmatoimisuuden vuoksi. Viime aikojen reilut hinnankorotukset ja energian hinnannousu ovat kuitenkin alkaneet arveluttaa asukkaita. Saatavuus rajoittaa kaukolämmön hankintaa, eikä Luttilan alueen liittäminen kaukolämpöverkoston ole lähivuosien aikana varmaa.

Sähkölämmitys kiehtoo edullisen muutosinvestoinnin takia, vaikka sähkön hinta on noussut selkeästi viime vuosina. Öljylämmitys on otettu vertailuun mukaan sen takia, että osakkaat saavat vertailukelpoista tietoa öljylämmityksen kustannuksista uudella, nykyistä paremmalla hyötysuhteella toimivasta lämmityskattilasta. Pellettilämmitys, maalämpö ja ilma/vesilämpöpumppu ovat osakkaille vieraampia lämmitysmuotoja, mutta toteutuskelpoisia vaihtoehtoja taloyhtiön rakennusten päälämmitysjärjestelmäksi.

Lämmitysmuodon hyötysuhteella tarkoitetaan sitä suhdelukua (tässä tapauksessa energiamäärää), joka voidaan hyödyntää lämmityksessä. Osa lämmitysenergiasta karkaa hukkaan erilaisten häviöiden, kuten esimerkiksi kitkan, vaikutuksesta. Liitteessä 2 esitellään raportissa käsiteltävien lämmitysvaihtoehtojen hyötysuhteita. Kaukolämmön ja sähkölämmityksen hyötysuhteena pidetään lähes 100 %, sillä nämä lämmitysjärjestelmät ottavat vain sen lämpöenergian, joka tarvitaan.

Öljy- ja pellettilämmityksen hyötysuhde on selkeästi heikompi, ja hyötysuhteet vaihtelevat laitteistosta riippuen 70 – 80 % tietämissä. Lämpöpumppujen tuottamaa tehoa mitataan lämpökertoimella, joka kertoo sen määrän, jonka pumppu tuottaa yhtä ostettu kilowattituntia kohden sähköä. Hyötysuhteissa ei ole huomioitu siirtohäviöiden osuutta, kuten esimerkiksi taloyhtiön lämpökanaalissa kulkevan lämmitysenergian häviöitä.

Internetin laajasta tarjonnasta löytyy laskureita, joilla voidaan vertailla lämmitysjärjestelmien kustannuksia. Tuloksia arvioitaessa on syytä käyttää harkintaa, sillä laskurit antavat karkeita hinta-arvioita kertyvistä kokonaiskustannuksista. Energian hintojen välisiä suhteita on vaikea tarkastella pitkälle tulevaisuuteen, ja tämä heikentää investointilaskelmien tarkkuutta ja vaikeuttaa lämmitysjärjestelmän valintaa. (Motiva1.)

5.1 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämmöllä tarkoitetaan useiden rakennusten yhteistä lämmöntuotantojärjestelmää. Tuotantolaitoksella lämmitetty vesi pumpataan putkistoja pitkin asiakkaiden lämmönjakokeskukseen, josta lämpöenergia siirtyy edelleen rakennusten omiin lämmönjakojärjestelmiin lämmönsiirtimien avulla. Jäähtynyt vesi palaa paluuputkistoja pitkin takaisin tuotantolaitokselle. Suomessa kaukolämmöllä lämmitetään noin puolet kokonaisrakennuskannasta. Ympäristökuormitukset pyritään pitämään hallinnassa energiantuotannon keskittämällä.

Kaukolämpövoimalan tehontarve vaihtelee huomattavasti vuodenajan mukaan. Energian tuotantokustannukset saadaan minimoitua, kun noin 80 % energiasta tuotetaan edullisemmilla polttoaineilla ja 20 % kalliimmilla, mutta edullisempia investointeja hyödyntävillä polttoaineilla. Kaukolämpöverkostosta lähtevän veden lämpötila mukautetaan vuodenaikaan niin, että talvella lähtevän veden läm-

pötilä on kylmimpinä aikoina noin 110 astetta ja kesällä 70 astetta. Lämpökattilalta tulevaan kuumaan veteen sekoitetaan tarvittava määrä kylmempää paluuvettä. Kaukolämpöä tuotetaan yleensä yhdessä sähkön kanssa, jolloin tuotannon hyötysuhde on selkeästi parempi, kun polttoaineen energia pystytään hyödyntämään tehokkaammin. (Huhtinen et al. 2008, s.13–15.)

Varkaudessa metsäteollisuuden yhteyteen on rakennettu sähköä ja lämpöä tuottava voimalaitos, joka tuottaa teollisuuden sivutuotteita, metsähaketta ja turvetta, hyödyntäen prosessilämpöä sekä prosessilaitokseen että kaupallisiin tarkoituksiin kaukolämpöverkossa hyödynnettäväksi. Tällaisessa vastapainevoimalaitoksessa kaukolämmön energiataloudelliset edut ovat suurimmillaan ja hyötysuhde voi olla jopa yli 90 % (Puhakka 2005, s.35–37, 40; Rakennustieto 2007, s.4.)

Kaukolämmön hintaan vaikuttavat saatavilla olevat polttoaineet, laitoksen sijainti, kuljetusyhteydet, kilpailutilanne ja verotus, jolla ohjataan energiataloudellisempiin ratkaisuihin. Kaukolämpölaitoksella on määräävä asema markkinoilla, mikäli asiakkaalla ei ole omaa lämmityslaitteistoa tai sen käyttöönotto on vaikeaa. Tämän vuoksi valtio pyrkii säätelemään palvelujen hinnoittelua kilpailurajoituslain avulla. (Puhakka 2005, s.40.)

Kaukolämmön kokonaiskustannukset vaikuttavat suoraan asiakkaiden verkostoon liittymishalukkuuteen. Liittymismaksulla katetaan suurin osa investointien aiheuttamista kustannuksista. Perusmaksu sisältää lämmönhankinnan kiinteät kustannukset, ja sillä säädetään eri teholuokkien lämmön kokonaishintaa. Energiamaksu koostuu kaukolämmön muuttuvista kustannuksista, joihin kuuluvat muun muassa lämmöntuotantoon käytetyt polttoaineet. (Kaukolämmön käsikirja 2006, s.470–471.)

5.2 LÄMPÖPUMPUT JA MAALÄMPÖ

Maalämpö hyödyntää maaperän lämpöenergiaa, ja energian muuttamisessa lämmityksen kannalta käyttökelpoiseen muotoon tarvitaan lämpöpumppua. Lämpöpumput vähentävät lämmitysenergian kulutusta keräämällä lisäenergiaa lämmitykseen rakennusten ulkopuolelta maasta, vedestä tai ulkoilmasta. Ilma-/vesilämpöpumppu eli ulkoilmalämpöpumppu kerää lämmön suoraan ulkoilmasta ja siirtää sen vesivaraajaan. Maalämpö- ja ilma/vesilämpöpumppua voidaan käyttää rakennuksen päälämmitysjärjestelmänä. (Perälä 2009, s.29–35; Haapalainen 1992, s.27.)

Ilmalämpöpumput ovat päälämmitysjärjestelmää tukevia lisäenergiälähteitä. Ilmalämpöpumppu pitää rakennuksen lämpimänä kompressorin avulla keräten lämpöä ulkoa siirtäen sen sisäilmaan. Lämpöpumpun käyttökustannukset muodostuvat pääosin kompressorin kuluttamasta sähköenergiasta. Lämpöpumpun tehokkuutta arvioidaan lämpökertoimen avulla, joka saadaan jakamalla saatu lämpöenergia kulutetulla sähköenergialla. (Perälä 2009, s.29–35, 55; Haapalainen 1992, s.27.)

Maalämpöpumpun höyrystimessä kiertää matalapaineinen kylmäaine ja toisen puolen täyttää lämmönkeruunesteenä toimiva jäätymätön veden ja alkoholin seos. Kiertovesipumppu huolehtii keruunesteen kierrättämisestä maahan tai kallioon poratun lämpökaivon muoviputkisilmukassa. Maan lämpötila on kovanakin pakkasen aikana lähellä nollaa, jolloin keruuneste sitoo itseensä runsaasti lämpöenergiaa. Lämpö siirtyy lämmönsiirtimessä kylmäaineelle. Korkeaan paineeseen ja kuumempaan lämpötilaan nostetun kylmäaineen lämpö siirretään lauhduttimen kautta rakennuksen kiertoveteen, josta se siirtyy huonetilojen lämmitykseen. (Perälä 2009, s.34–35.)

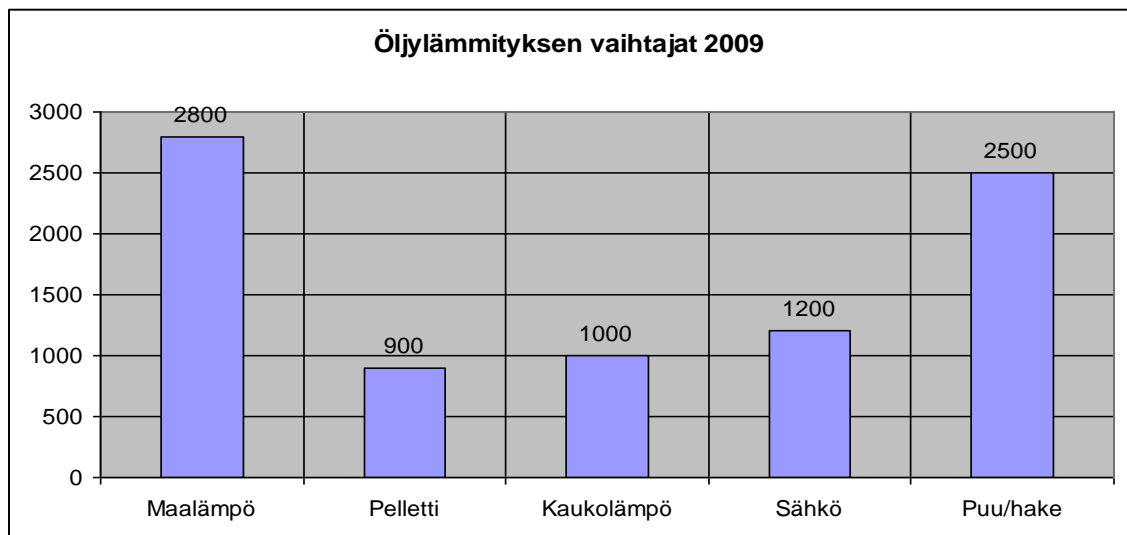
Lämmönkeruuputkiston pituus määräytyy rakennuksen koon mukaan. Keruuputki voidaan sijoittaa vaakatasoon maan alle, painoja apuna käyttäen vesistöön tai kallioon porattuun pystysuoraan reikään. Maalämpölaitteiston kapasiteetti mitoitetaan yleensä rakennusten suurinta lämmöntarvetta pienemmäksi, ja loppuosa lämmöstä tuotetaan kovimmilla pakkasilla muilla tavoin, kuten esimerkiksi sähköllä. Tällöin teholtaan hieman pienempi maalämpöpumppu voi toimia suurimman osan ajastaan tehokkaimmalla toiminta-alueellaan, jolloin hyöty on suurin. (Perälä 2009, s.39; Rakennustieto 2007, s.6.)

Energiantarve on syytä mitoitaa riittävällä tarkkuudella, jotta pumpun teho on riittävä. Lämpöpumpun valitsemiseen kannattaa kiinnittää huomiota. Tunnettu merkki ja kokenut asentaja ovat yhdistelmä, johon kannattaa panostaa. Lämpökaivon porausvyvyys voidaan laskea sen jälkeen, kun sopiva lämpöpumppu on valittu. Lämpö varastoituu kallioon, ja kustannukset pysyvät sitä pienempinä, mitä lähempänä kallio on maanpintaa. Poraaminen ja lämpöputken asentaminen vaativat siis maanmuokkaustöitä. (Maalämpöä omakotitaloihin)

Ilma/vesilämpöpumppu on kustannuksiltaan maalämpöä edullisempi, sillä se ei vaadi maahan kaivettua putkistoa tai lämpökaivoa. Ilma/vesilämpöpumppu ei kuitenkaan toimi kovilla pakkasilla, sillä pumpun lämmönkeruukyky heikkenee sään pakastuessa ja päättyy kokonaan pakkaslukemien laskiessa alle -20 asteen. Sään asettamista rajoituksista huolimatta ilma/vesilämpöpumppu soveltuu rakennuksen ainoaksi lämmönlähteeksi, sillä lämmön voi tuottaa pumpun lisävarusteena ostettavilla sähkövastuksilla. Erilaiset lämpöpumput ja lämmöntalteenottolaitteet säästävät energiaa oikeinkäytettyinä. Pahimmassa tapauksessa laitteistot voivat tuplata energiankulutuksen asukkaiden tietämättä. (Laitinen 2010, s.10; Perälä 2009, s.41.)

5.3 ÖLJYLÄMMITYS

Lämmitysöljy koostuu pääasiassa hiilestä ja vedystä. Lämmitysöljy jaetaan kevyeen ja raskaaseen polttoöljyyn, jotka eroavat toisistaan muun muassa koostumuksen perusteella. Raskas polttoöljy soveltuu parhaiten teollisuuden käyttöön, ja sitä käytetään esimerkiksi kaukolämmön tuotannossa lisäpolttoaineena. Kevyt lämmitysöljy on suosittu lämmitysmuoto etenkin omakoti- ja paritaloissa. Kevyen lämmitysöljyn hyvä lämpöarvo mahdollistaa tehokkaan ja ympäristöä suhteellisen vähän kuormittavan lämmöntuoton. Öljyä poltettaessa syntyy hiilidioksidia, typenoksideja ja haitallisia orgaanisia yhdisteitä. Päästöt ovat kuitenkin suhteellisen pieniä palamiskaasumääriin ja hyödyksi saatavaan lämpöenergiaan verrattuna. (Rakennustieto 2007, s.5, 64; Puhakka 2005, s.36.)



Kuva4. 8400 öljylämmittäjää vaihtoi lämmitysmuotoa (Laitinen 2010, s.68)

Öljyn hinta on vaihdellut paljon viime vuosina. Edellinen hintapiikki ajoittui vuoteen 2008, mutta syksyn pankkikriisi rauhoitti kysyntää ja öljyn hinta painui alemmas. Vuoden 2010 aikana hinta on ollut jatkuvassa nousussa. Valtio kaksinkertaisti kevyen lämmitysöljyn energiaveron vuoden 2011 alussa. Veron osuus on nyt 15,7 senttiä litralta (Laitinen 2010, s.68). Vuoden 2009 aikana 8400 öljylämmittäjää vaihtoi lämmitysmuotoa kuvan 4 mukaisesti.

5.4 SÄHKÖLÄMMITYS

Vesikiertoinen lämmitys voidaan toteuttaa myös sähkön avulla. Lämmitys hoideetaan sähkökattilan ja -varaajan avulla. Sähkökattila toimii suuren vedenkeittimen tapaan ja käyttövesi lämmitetään erillisellä varaajalla. Varaajassa lämmitetään sekä lämmitys- että käyttövesi. Varaavassa sähkölämmityksessä lämpöä kerätään varaajan yöllä, jolloin sähkön hinta on edullisempi. Viime vuosina päivä- ja yönsähkön hintaero on kutistunut, joten varaavan sähkölämmityksen hyöty ei ole enää merkittävä verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. (Laitinen 2010, s.83–84)

Keskitetyssä sähkölämmityksessä voidaan hyödyntää vesikiertoisia lämmityspattereita, lattialämmitysputkistoja ja sisäänpuhallusilmaa. Huonekohtaisesti säädetyssä sähkölämmityksessä lämmitys voidaan toteuttaa muun muassa lattialämmityskaapelien, sähköpatterien ja kattolämmityksen avulla. Suurin osa sähköenergiasta tuotetaan Suomessa ydinvoimalla, kivihieillä ja vesivoimalla. Kivihieiden käyttöä rajoitetaan runsaiden kasvihuonekaasupäästöjen takia ja vesivoiman rakennusmahdollisuudet Suomessa ovat rajallisia. (Rakennustieto 2007, s.6.)

Sähkölämmitystä on viimeisten parinkymmenen vuoden aikana käytetty paljon etenkin pientalojen lämmityksessä. Sähkölämmityksen suosio on viime vuosina laskenut jatkuvasti kohonneen sähkön hinnan takia. Sähkölämmittäjien suurimpana huolenaiheena pidetään sähköenergian riittävyyttä suurimpien kulutuspiikkien aikana talvipakkasilla, sillä Suomen nykyisten voimaloiden teho ei riitä kattamaan suurta kulutusta. (Perälä 2009, s.10–11.)

5.5 PUUPELLETIT

Pelleteillä tarkoitetaan kovaksi puristettua sylinterimäistä puumassaa. Puupellettien raaka-aineena käytetään tällä hetkellä höylänlastua, purua ja hiontapölyä. Käyttömäärien kasvaessa raaka-aineena aletaan käyttää todennäköisesti myös kosteita materiaaleja, kuten sahanpurua. Puupelletteihin perustuva lämmitysjärjestelmä toimii pääpiirteissään öljylämmityksen tapaan. Pellettisiilon keskimääräinen omakotitalon tarpeita vastaava koko on noin 8 – 10 m³, ja suositusetaisyys kattilasta enintään viisi metriä. Pelletit syötetään varastosta mekaanisella tai pneumaattisella kuljettimella polttimelle, josta palaminen käynnistyy. (Vapo 2005, s.28; Tuomi et al. 2001, s.14–15.)

2000-luvulla puupellettien käyttö on lisääntynyt huomattavasti ja tuotantokapasiteetti kasvanut kysynnän mukaan. Ruotsi on Euroopan suurimpia pellettien tuottajia ja käyttäjiä. Suomen pientaloissa pellettilämmitys perustuu pitkälti tuontilaitteistoon. Pellettejä on saatavissa käyttömäärän mukaan joko suoraan autosta puhallettuna tai erikokoisissa säkeissä (20 -1000 kg). Toimitushinta riippuu kuljetusmatkasta, toimituserän koosta ja toimitustavasta. Varkauden alueella muun muassa Agrimarket ja K-Rauta toimittavat puupellettejä lämmitystarkoituksiin. (Perälä 2009 s.16; Tuomi et al. 2001, s.14–15).

Puupellettien ongelmana pidetään raaka-aineen epätasaista laatua. Työtehoseuran järjestelmän laatututkimuksen (2001) mukaan erilaatuiset pelletit jauhautuvat eri tavalla erilaisissa kuljetin- ja syöttöruuveissa, ja erot voivat olla merkittäviä. Tämä vaikuttaa polttotulokseen ja tätä kautta kattilan hyötysuhteeseen. Pelletit joutuvat erityisen kovaan rasitukseen puhallusautoissa ja kuljettaminen vaikuttaa osaltaan pellettien käytettävyyteen. Pelletit tarjoavat muihin puupolttoaineisiin verrattuna mahdollisuuden hyödyntää monipuolisempaa ohjaus- ja valvonta-automatiikkaa, joka taas mahdollistaa polton päästöjen vähentämisen, käyttöturvallisuuden parantamisen sekä valvonta- ja huoltotöiden helpomman toteuttamisen. (Tuomi et al. 2001, s.16, 52, 58.)

6. INVESTOINTI-, ENERGIA- JA HUOLTOKUSTANNUKSET

Rakennusten lämmitysjärjestelmän kokonaiskustannukset koostuvat rakentamisvaiheen investoinneista ja järjestelmän elinkaaren aikaisista käyttö- ja huoltokustannuksista. Tarkemmin jaoteltuna investointikustannukset voidaan jakaa esimerkiksi järjestelmän suunnittelusta, laitehankinnoista, asennuskustannuksista, liityntämaksuista kaukolämmön ja sähköverkon osalta sekä lämmitysjärjestelmän vaatimasta tilantarpeesta koostuviin kustannuksiin. Lämmityslaitteiston vuosikustannukset voidaan jakaa muun muassa pääomakustannuksiin, energiakustannuksiin ja käyttö- ja huoltokustannuksiin. Pääomakustannukset syntyvät laitteiston arvon alenemisesta käytön aikana sekä hankintaan käytetyn pääoman koroista. Käyttökustannukset muodostuvat energiakustannuksista ja huolloista. (Motiva2; Perälä s.85.)

Tässä insinööriyössä investointikustannuksia on tarkasteltu 30 vuoden ajalla. Investointikustannukset kattavat tarvittavan laitteiston käyttövalmiiksi asennettuna. Energiahinnat ovat tammikuun 2011 toimitushintoja taloyhtiön tiloihin. Mikäli saman lämmitysmuodon osalta on saatu useampia tarjouksia, kustannustaulukoissa on käytetty keskiarvohintoja, jotta eri lämmitysmuotojen vertaileminen on helpompaa. Huoltokustannuksia on käsitelty eri vaihtoehtojen osalta tämän luvun alaluvuissa. Puutteellisista tiedoista johtuen huoltokustannusten osuutta ei ole huomioitu investointilaskelmissa.

6.1 KAUKOLÄMPÖ

1976 perustettu Varkauden aluelämpö Oy tarjoaa kaukolämpöpalveluita Varkauden alueella. Yhtiö ostaa suurimman osan energiasta (noin 97 %) Stora Enson tehtailta, loput tuotetaan omalla voimalaitoksella. Varkauden alueen kaukolämpöputkisto kattaa tällä hetkellä Taulumäen, Päiviönsaaren, Kommilan ja

Kaura-ahon alueet. Juhaninkadun alapuolella Rauhankadulla kulkee kaukolämpöputkisto. Luttilan laajempi liittäminen kaukolämpöverkkoon vaatii runkoverkoston laajentamista. Verkoston laajentaminen tapahtuu kaupunginosa kerrallaan yhtiön strategian mukaisesti. (Aluelämpö)

Kaukolämmön hinta muodostuu perusmaksusta, energiamaksusta ja arvonnäköisestä lisäverosta. Perusmaksu kattaa lämpöverkoston ja energiantuotannon kiinteät kulut. Energiamaksu taas kattaa muuttuvat kulut, kuten esimerkiksi polttoaineiden kustannukset, päästökaupan maksut ja haittaveron. Varkauden Aluelämpö on sitonut myyntienergian hinnat kevyeen polttoöljyyn (2 %), raskaaseen polttoöljyyn (14 %) ja tukkuhintaindeksiin (84 %), joka sisältää kivihien hintatekijän. (Aluelämpö)

Sivuston tiedotteissa mainitaan 14,3 prosentin hinnankorotuksesta, joka on astunut voimaan 1.1.2011. Korotusta perustellaan kohonneilla energiantuottohinnoilla. Lisäksi tiedotteessa mainitaan, ettei korotus ole välttämättä riittävä kattamaan kohonneita energiakuluja. ”Energiamaksun määrää lämpölaite energianhankinnan rajakustannusten ja muiden muuttuvien kustannusten perusteella. Nämä kustannukset lasketaan kalenterivuositain ottaen huomioon energian kehitykseen käytettävät polttoaineet. Energiamaksua tarkistetaan normaalisti vuosittain tammikuun 1. päivänä muuttuneita kustannuksia vastaavasti.” (Aluelämpö)

Varkauden Aluelämpö Oy:n edustaja laati taloyhtiön kulutustietojen perusteella alustavan kustannusarvion kaukolämpöön liittymisestä ja vuosittaisista energiakustannuksista. Alustavien tietojen mukaan Aluelämpö selvittää alueen asukkaiden kiinnostuksen kaukolämpöön keväällä 2012. Mikäli lämmitysmuodon vaihtajia on tarpeeksi, kaukolämmön rakentaminen aloitetaan 2012 – 2013. Liittymismaksu on noin 2000 €. Megawattitunnin hinta on vuoden 2011 alusta 49,20 € (sis. ALV 23 %). Kilowattitunnin hinta saadaan selville, kun megawattitunnit jaetaan tuhannella ($4920 \text{ snt} / 1000 = 4,92 \text{ snt} / \text{kWh}$).

Liittymismaksun lisäksi investointikustannuksissa on otettava huomioon lämmönsiirtimen hankintahinta asennuskustannuksineen. Isännöitsijä pyysi tarjoukset lämmönsiirtimestä neljältä myyjältä, ja tarjouksia saapui määräajassa kaksi. Kohteeseen sopivan lämmönsiirtimen ja asennuksen hinta vaihteli 6000 – 7700 € välillä. Huoltokustannuksiksi 30 vuoden tarkastelujaksolle Aluelämmön edustaja mainitsee lämmönsiirtimen uusimisen, vaikka 1976 perustetussa verkossa on edelleen useita toiminnassa olevia alkuperäisiä lämmönsiirtimiä.

6.2 MAALÄMPÖ

Maalämpöjärjestelmän lämpökertoimena pidetään noin kolmea, mikäli käytössä ovat oikein säädetyt uusinta teknologiaa hyödyntävät laitteistot. Sähköenergian kulutus on siis kolmasosa siitä määrästä, joka kuluisi lämmitykseen suoraan sähkölämmitykseen verrattuna. Maalämpöjärjestelmä ei vaadi vuosittaista huoltoa. Huoltokustannukset koostuvat pääosin uusittavista järjestelmän osista kuten kompressorista, kiertovesipumpusta ja erilaisista pienemmistä liikkuvista ja kuluvista osista. Lämmönkeruuputkistoa ei oletettavasti jouduta uusimaan 30 vuoden aikana.

Jos maalämpöjärjestelmä on mitoitettu väärin, pumppu tuottaa suuren osan energiasta sähkövastuksilla, ja edullinen energia jää haaveeksi. Ylimoittamisella tarkoitetaan sitä, että järjestelmään on liitetty liian suuri pumppu, joka käy vain lyhyitä aikoja kerrallaan. Lyhyet käyntijaksot kuluttavat sekä pumppua että energiaa tarpeettomasti. Lämpöpumpun paras mahdollinen hyötysuhde saavutetaan muutamia minutteja käynnistyksen jälkeen. Oikein mitoitettu pitkiä jaksoja kerrallaan toimiva lämpöpumppu tuottaa energiataloudellisimman tuloksen ja kestää parhaassa tapauksessa vuosikymmeniä. (Senera)

Jotta maalämpöjärjestelmä saavuttaa mahdollisimman hyvän energiatehokkuuden, on valinta täysteho- ja osatehomitoitetun maalämpöpumpun välillä tehtävä harkiten. Täystehomitoitettu lämpöpumppu ei käytä sähkövastuksia, mutta saattaa kuluttaa sähköenergiaa suuremman tehon vuoksi tarpeettoman paljon. Täystehomitoitettu pumppu tuottaa järjestelmän lämmön myös kovimmilla pakkasilla. (Senera)

Täystehomitoitetun lämpöpumpun hankintakustannukset ovat suuremmat verrattuna osatehomitoitettuun lämpöpumppuun, sillä täystehomitoitettu pumppu vaatii esimerkiksi syvemmän lämpökaivon, ja tämä nostaa osaltaan investointikustannuksia. Osatehomitoitettu lämpöpumppu on edullisempi hankintahinnaltaan. 80 % tehopeitto kattaa käytännössä 99 % vuotuisesta lämmöntarpeesta. Kovimmilla pakkasilla noin 20 % tehosta tuotetaan sähkövastuksilla. (Senera)

Maalämmön osalta päänvaivaa on aiheuttanut taloyhtiön rakennusten sijainti eri puolilla katuja ja lämmönsiirto rakennusten välillä. Osa maalämpömyyjistä on pitänyt lämpimän käyttöveden riittävyttä ongelmallisena yhden pumpun vaihtoehdossa. Tästä syystä tilanteeseen on tarjottu kahta erilaista ratkaisua. Taulukoissa 5 ja 6 esitellään molempien vaihtoehtojen tarjouksiin perustuvat hinnat.

- yksi riittävän kokoinen maalämpöpumppu ja kaksi tai kolme lämpökaivoa, jotka sijoitetaan lämpökeskuksen lähelle, tai
- molemmille paritaloille omat maalämpöpumput ja lämpökaivot, jolloin kadun alittava lämmitysvesikierto voidaan katkaista.

Maalämpöä suunniteltaessa on huomioitava patterien lämmönsiirtopinta-ala. Mitä isompi patterien yhteenlaskettu pinta-ala on, sitä paremmalla hyötysuhteella järjestelmä toimii. Jos pinta-ala jää huomattavan pieneksi suhteessa rakennuksen lämmitysenergiankulutukseen, on patterien kokoa suurennettava etenkin suuremmissa huonetiloissa. Taloyhtiön huoneistojen kannalta tämä tarkoittaisi sitä, että ainakin olohuoneen ja isomman makuuhuoneen patterien kokoa olisi syytä tarkistaa riittävän lämmönsiirron mahdollistamiseksi. (Senera)

Tarjousten joukossa on täystehomitoitettuja ja osatehomitoitettuja lämpöpump-
puja. Osassa pumpuista on erillisvaraaja, jonka asennuskustannukset ovat sel-
keästi suuremmat kiinteään varaajaan verrattuna. Osassa tarjouksista porauk-
sen osuus on eritelty selkeästi (10 500 € – 11 200 €). Pumppujen koot vaihte-
levat 12 – 21 kW välillä. Porausreikien syvyys ja lämpökaivojen määrä riippuu
pumpun vaatimuksista.

Tarjoukset ovat sisällöltään suurin piirtein samanlaisia. Tarjoukset kattavat läm-
pökaivojen poraukset, lämmönkeruuputkiston, asennuksen ja lämmönkeruunes-
teen. Suurin osa lvi-töistä eivät kuulu tarjouksiin, ja esimerkiksi vaakavetojen
teko kaivolta rakennukseen, kytkentä lämmitysverkkoon ja käyttövesijärjestel-
mään sekä sähkökytkennät veloitetaan erikseen.

Taulukko5. Yhdelle talolle mitoitettu maalämpöjärjestelmä

	Yritys8	Yritys 6a	Yritys 6b	Keskiarvo
Poraus (€)	-	10500	10500	
Määrä, syvyys yht.		1kpl, á 190m	2kpl, á 240m	
Pumpun teho (kW)		10	13	
Varaajan koko (l)		300	520	
Investointi (€)		14983	18542	
Yhteensä (kaksi taloa)	36000	29966	37084	34250

Taulukko6. Molemmille paritaloille yhteinen maalämpöjärjestelmä

	Yritys7	Yritys 6a	Yritys 6b	Keskiarvo
Poraus (€)	-	10500	10500	
Määrä, syvyys yht.	2kpl, á 200m	3kpl, á 330m	3kpl, á 330m	
Pumpun teho (kW)	16	21	20	
Varaajan koko (l)	300	1000	750	
Investointi (€)	26300	25573	26417	26100

Yrityksen 6 a – vaihtoehdoissa tarjotaan osatehomyydytettyä ruotsalaista pumpua. Saman yrityksen b - vaihtoehdoissa taas maalämpöpumpuna on täyteenmyydytetty kotimainen malli. Kuten taulukosta 5 ja 6 osoittavat, molemmille taloille yhteinen maalämpöjärjestelmä on edullisempi vaihtoehto. Molemmilla paritaloilla erillisen järjestelmän investointikustannuksiin on myös lisättävä maalämpöpumpulle sopivan lämpimän tilan rakennuskustannukset sekä ne kulut, jotka aiheutuvat pumpun liittämistä vesikiertojärjestelmään.

6.3 ILMA/VESILÄMPÖPUMPPU

Ilma/vesilämpöpumpun hyötysuhteeksi ilmoitetaan noin kaksi, eli pumpu tuottaa kaksi kilowattituntia energiaa yhtä ostettua kilowattituntia kohden. Energiankulussa on kuitenkin huomioitava pakkassääät, sillä pumpun teho hiipuu pakkaslukeman lähestyessä $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, jonka jälkeen lämmitysenergia otetaan suoraan sähköstä.

Ilma/vesilämpöpumpusta on pyydetty tarjoukset kolmelta jälleenmyyjältä. Suurin osa maalämmön myyjistä toimittaa myös ilma/vesilämpöpumppuja, joten isännöitsijä pyysi tarjouksen heidän kauttaan sekä maalämmöstä että ilma/vesilämpöpumpusta. Tarjouspyyntöihin ei kuulunut vastauksia. Maalämpömyyjien kautta kävi selväksi, ettei kyseinen lämmitysratkaisu ole järkevin valinta taloyhtiöme päälämmitysjärjestelmäksi teho-, kustannus- ja erityisesti rakennusteknisten seikkojen vuoksi. Tämän vuoksi raportissa ei käsitellä enempää ilma/vesilämpöpumppua taloyhtiön mahdollisena päälämmitysjärjestelmänä.

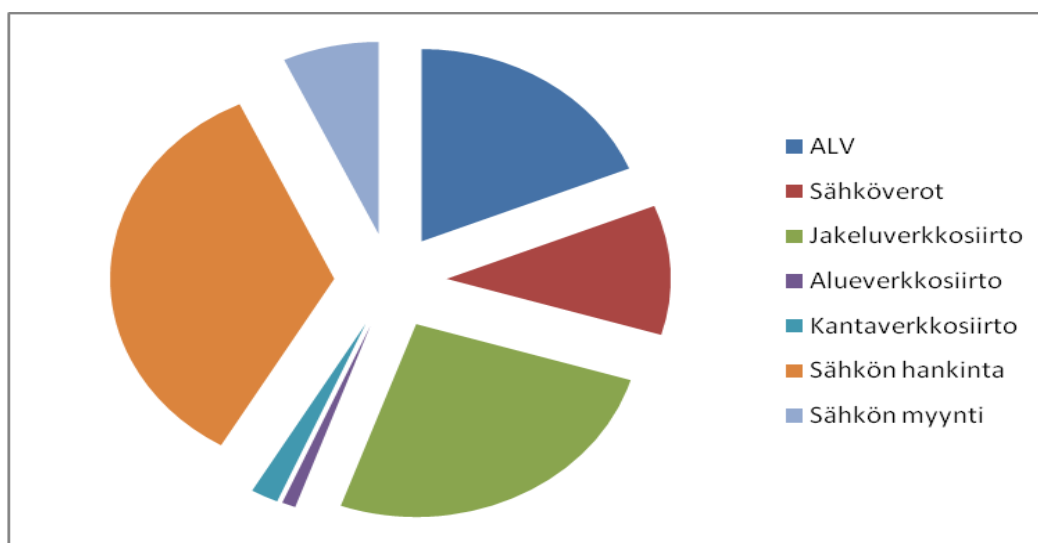
6.4 ÖLJYLÄMMITYS

Taloyhtiön isännöitsijä tilasi 2011 tammikuussa talvilaatuista lämmitysöljyä hintaan 1,045 € / litra. Kohdassa 3.2 todetaan, että yhdessä öljylitrassa on energiaa noin 10 kWh. Kevyen polttoöljyn energiasisältö kilowattituntia kohden saa-

daan laskettua, kun litrahinta jaetaan öljyn lämpöarvolla (104,5 snt / 10 kWh = 10,5 snt / kWh). Öljylämmitystä ei aiota uusia, joten laskelmien vertailuarvona käytetään 6000 euroa, joka on öljykattilamyynnin arvio öljylämmityksen uusimiskustannuksista (sisältäen uuden öljykattilan, polttimeen, muut tarvittavat laitteet ja asennukset).

6.5 SÄHKÖLÄMMITYS

Sähkön energiahintana on käytetty Savon Voiman 1.1.2011 voimassa olevaa hinnastoa. Yleissähkön hinta on tällä hetkellä 12,50 snt / kWh, josta energiamaksun osuus on 7,16 snt, siirtomaksu 3,25 snt ja vero 2,08 snt. Kuvassa 5 esitellään tarkemmin sähkön hinnan muodostumista.



Kuva5. Sähkön hinnan muodostuminen (Energiavirasto)

Taloyhtiön sähkönkulutus on vuodessa noin 17 500 kWh ja sähköliittymän koko 3 x 63 A. Sähköyhtiön edustajan mukaan ainoa vaihtoehto sähkölämmityksen osalta on taloyhtiön tapauksessa suoralla sähköllä toimiva sähkökattila. Investointikustannukset koostuvat 40 kW sähkökattilasta (8000 €), sähköliittymän suurentamisesta (3050 €) ja sähkönmittausmuutoksesta (2000 €).

6.6 PELLETTIT

Puupellettien hinta taloyhtiön tiloihin toimitettuna on keskimäärin 230 € / tonni. Pellettien kilohinta saadaan jakamalla tonninhinta tuhannella ($230 \text{ €} / \text{tonni} / 1000 \text{ kg} = 0,231 \text{ €} / \text{kg}$). Kun kilohinta jaetaan pellettien lämpöarvolla, saadaan kilowattitunnin hinta ($0,231 \text{ €} / \text{kg} / 4,7 \text{ kWh} / \text{kg} = 4,91 \text{ snt} / \text{kWh}$).

Pellettijärjestelmän investointikustannuksiin on laskettava pellettipolttoon soveltuva kattila, poltin, annostelusäiliö ja siirtojärjestelmän osat. Lisäksi taloyhtiön tiloissa on tehtävä muutostöitä pellettien säilyttämistä varten. Pellettijärjestelmän huoltokustannukset koostuvat polttimeen uusimisesta, syöttöjärjestelmän, ja kiertovesipumpun uusimisesta sekä järjestelmän tarkastuksista ja huolloista kuten kattilan ja savupiipun säännöllisestä nuohouksesta.

Neljästä tarjouspyynnöstä yhteen vastattiin sähköpostitse ja yksi pellettiedustaja arvioi kohteen paikan päällä. Pellettipoltinpaketin hinnaksi arvioitiin noin 3500 €, pellettikattila 3700 €, asennustyöt ja tarvikkeet noin 2500 €. Tämän lisäksi investointikustannuksissa on huomioitava öljysäiliön paikalle rakennettavan pellettisiilon rakennuskustannukset, jotka ovat noin 1500 €. Pellettilämmitykseen siirtymisen investointikustannus olisi näiden tietojen perusteella noin 11 200 €. Täysautomaattinen pellettijärjestelmä, joka huolehtii muun muassa nuohouksen, maksaisi yli puolet enemmän.

7. LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN KOKONAISKUSTANNUKSET

Isännöitsijä lähetti sähköpostin ja yritysten kotisivujen tarjouspyyntölomakkeiden välityksellä kolmisenkymmentä tarjouspyyntöä lämmitysremonttiin liittyen. Tarjoukset pyydettiin taloyhtiön isännöitsijän roolissa, ei opiskelijana, sillä insinöörityön tarkoituksena oli saada vertailukelpoista tietoa todellista lämmitysremonttia ajatellen, ei kaunisteltuja lukuja tai yritysmainontaa raportin oheen. Tämän vuoksi liitteessä 3 ei ole eritelty tarkemmin yrityksiä, joista tarjoukset on pyydetty. Työn tavoitteena oli saada 3 – 4 tarjousta maalämmöstä, 2 – 3 tarjousta ilma/vesilämpöpumpusta ja pellettilämmityksestä. Sähkölämmityksen ja öljylämmityksen osalta yksi kustannusarvio tuntui riittävältä, sillä nämä vaihtoehdot eivät olleet realistisia päälämmitysjärjestelmävaihtoehtoja.

Osa myyjistä lähetti tarjouksen sähköpostitse, osa vieraili kohteessa ja osa otti yhteyttä puhelimitse. Ilma/vesilämpöpumpun ja pellettilämmityksen osalta tarjousten määrä jäi alle asetetun tavoitteen. Moni yritys ei huomionnut tarjouspyyntöä millään tavalla. Oli todella yllättävää, ettei suurin osa taloyhtiön lämmityskeskuksessa vierailut myyjä tehnyt minkäänlaista tarjousta remontista. Tarjousten vertaileminen osoittautui vaikeaksi, vaikka kaikille yrityksille annettiin samat perustiedot rakennuksista ja nykyisestä lämmitysjärjestelmästä. Esimerkiksi maalämmön osalta myyjät mitoittivat lämpöpumput huomattavilla tehoeroilla. Myös taloyhtiön vuotuisessa nettolämmöntarpeessa ja eri lämmitysmuotojen hyötysuhteissa oli isoja eroja tarjousten välillä.

Taulukossa 7 esitetään pyöristetyt investointikustannukset, jotka perustuvat saatuihin tarjouksiin. Investoinnin kokonaiskustannukset on merkitty otsikkorivin alapuolelle. Keskimmaisella rivillä on investointikustannukset on jaettuna 25 vuoden tarkastelujaksolle. Alimmalle riville on merkitty investoinnin hinta 30 vuoden ajalle jaettuna. Pitkälle aikajaksolle ositetut kustannukset näyttävät jopa kalleimman investoinnin (maalämpö) osalta hyvin kohtuullisilta verrattuna nykyisen öljylämmityksen energiakustannuksiin.

Taulukko7. Investointien kokonaiskustannukset, 25v ja 30v ajalle jaettuna

Kaukolämpö	Maalämpö1	Maalämpö2	Pelletti	Sähkö	Öljy
9000 €	34 000 €	26 000 €	11 000 €	13 000 €	6000 €
360 €	1360 €	1040	440 €	520 €	240 €
300 €	1 134 €	870 €	372 €	435 €	200 €

maalämpö1 = paritaloilla omat maalämpöpumput

maalämpö2 = yksi yhteinen maalämpöjärjestelmä

Taulukko 8 esittelee energiahinnat taloyhtiön arvioidun vuosikulutuksen mukaan, joka on 46 000 kWh perustuen luvussa 3.3 ja 3.4 esitettyihin seikkoihin. Nykyisen lämmitysjärjestelmän arvioidut energiakustannukset ovat vuoden 2011 osalta 6900 €. Öljyn hinta muuttuu nopeasti, ja muutoksia on vaikea ennustaa. Vuodenvaihteen veromuutos öljylämmityksen osalta oli kuitenkin niin huomattava, ettei vertailussa kannata kirjoittajan mielestä käyttää vuoden 2010 toteutuneita lämmityskustannuksia. Tässä kappaleessa esitetyissä takaisinmaksuajoissa on huomioitava odotettavissa olevat korotukset energiahintoihin. Kirjoittajan mielestä onkin tärkeämpää tarkastella eri lämmitysmuotojen takaisinmaksuaikojen suhteita, ei niinkään tuloksissa mainittuja vuosimääriä.

Öljylämmityksen osalta kustannuksiin vaikuttavat öljylitran kallistuminen ja erityisesti nykyisen kattilan huono hyötysuhde, joka nostaa lämmitysenergian vuosikulutuksen 65 000 kWh tietämille. Öljykattilan uusimisella vuosihyötysuhde paranee arvion mukaan kymmenisen prosenttia ja energiakustannukset pienenevät noin 1500 €. Sähkölämmityksessä vuosittaiset energiakustannukset nousevat hieman uutta öljylämmitystä suuremmiksi. Kaukolämmön energiakustannukset ovat 2263 €, pellettilämmityksen energiakulut 2823 € ja maalämpö edullisimmalla energiahinnalla 2054 € vuodessa. Taulukossa 8 mainitulla hyötysuhteella tarkoitetaan maalämmön osalta lämpökerrointa. Taulukosta on nähtävissä selvästi hyötysuhteen vaikutus lämmitysenergian tarpeeseen.

Taulukko8. Energianhinnat 2011 tammikuun hintatietojen perusteella vuoden ajalle

JUHANINKATU 14
LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT/ENERGIAKUSTANNUKSET

	Kaukolämpö	Maalämpö1	Pelletti	Sähkö	Öljy/ uusi	Öljy/ nykyinen
Lämmitysenergian						
tarve / vuosi (kWh)	46 000	46 000	46 000	46 000	46 000	46 000
Hyötysuhde*	1	2,80	0,80	1	0,80	0,70
Todellinen tarve (kWh)	46 000	16 429	57500	46 500	51667	65714
Hinta / kWh (€)	0,0492	0,125	0,0491	0,1250	0,1050	0,1050
Energian hinta / vuosi (€)	2263	2054	2823	5813	5425	6900

Hyötysuhteena on käytetty Rakennustietosäätiön (2007) ja laitteistomyyjien tarjouksissa antamia hyötysuhteita

Maalämpöenergian hintaan vaikuttaa muun muassa se, onko maalämpöpumppu täysteho- vai osatehomoitettu eli käyttääkö pumppu lämmitykseen erillisiä sähkövastuksia. Maalämpömyyjä arvioi pumpun lämpökertoimeksi 2.8, vaikka yleisesti lämpökertoimena käytetään kolmea.

Maalämpöenergian hinta voi olla alimmillaan vuoden tarkastelujaksolla nykyisellä sähköhinnalla noin 1700 €, mikäli edellä mainitut asiat otetaan huomioon laskennassa. Jos taas lämpöpumppu on väärin mitoitettu, energiakustannukset kohoavat merkittävästi edellä esitetystä, ja ero muihin lämmitysmuotoihin pienenee. Taulukossa 8 maalämmön energiahinta (maalämpö1) on keskimääräinen arvio molemmille kohdassa 5.2 tarjotuille maalämpöjärjestelmille.

Kaukolämpö

Energiakustannukset muodostavat suurimman osan kokonaishinnasta pitemmällä aikavälillä.

+ varmatoiminen ja lähes huoltovapaa lämmitysmuoto

+ edulliset investointikustannukset

+ laitteisto ei vaadi suurta tilaa

- rajoitettu saatavuus; ei ole ollenkaan varmaa, liitetäänkö Juhaninkatu kaukolämpöverkkoon lähivuosina

- energian hinta vaihtelee huomattavasti paikkakunnittain, ja kaukolämmön hinnannousua onkin vaikea ennustaa pitkällä aikavälillä

Kaukolämpöinvestointi maksaa noin 15 000 € (investointikustannukset 9000 € ja lämpökanaalin uusimisen arvioidut kustannukset noin 6000 €). Investointikustannuksissa on käytetty lämmönsiirtimestä ja asennuksesta saatujen tarjousten keskiarvoa. Taulukon 8 mukaan tämän hetkisten hintatietojen perusteella säästöä kertyisi vuodessa 4637 €, kun nykyisen öljylämmityksen hinnasta vähennetään kaukolämmön energiahinta.

Investoinnin takaisinmaksuaika saadaan, kun jaetaan investointikustannukset vuotuisella säästöllä.

$$15\ 000\ \text{€} / 4637\ \text{€} = 3,2\ \text{vuotta}$$

Jos investoinnissa ei huomioida lämpökanaalin uusimiskustannuksia, kauko-
lämpöön siirtyminen maksaisi investointikustannukset takaisin noin kahdessa
vuodessa.

$$9000\ \text{€} / 4637\ \text{€} = 1,9\ \text{vuotta}$$

Sähkölämmitys (sähkökattila ja - varaaja)

Kustannukset painottuvat energian hintaan sähkölämmityksen osalta.

- + laitteiston ja asennuksen hinta on kohtuullinen
- investointi vaatii muutoksia sähköliittymään
- sähkön hinta on noussut tasaisesti ja sähköenergia on kallista verrattuna useimpien muiden lämmitysmuotojen energiahintaan
- ympäristöystävällisyys riippuu sähkön tuotantotavasta; päästöt voivat olla suuret

Sähkölämmitykseen siirtymisen kustannukset ovat noin 19 000 € (investointi-
kustannukset 13 000 € ja lämpökanaalin uusiminen noin 6000 €). Vuodessa
saavutettava säästö tammikuun 2011 energiahintojen perusteella olisi taulukon
8 mukaan 1087 €.

Investoinnin takaisinmaksuaika saadaan jakamalla investointi vuodessa ener-
giakustannuksissa säästettävällä summalla.

$$19\ 000\ \text{€} / 1087\ \text{€} = 17,5\ \text{vuotta}$$

Mikäli investointikustannuksissa ei oteta huomioon lämpökanaalin uusimiskus-
tannuksia, sähkölämmitykseen siirtyminen maksaisi investointikustannukset
takaisin noin 12 vuodessa.

$$13\ 000\ \text{€} / 1087\ \text{€} = 11,9\ \text{vuotta}$$

Öljylämmitys

Öljylämmityksessä energiakustannukset muodostavat suurimman osan hinnasta.

+ edullinen investointi, joka on helppo ja nopea toteuttaa

- öljyn hinta nousee tasaisen varmasti, ja kokonaishinta on sähkölämmityksen ohella kalleimpia esitellyistä vaihtoehtoista

Öljylämmityksen uusiminen maksaa taloyhtiölle noin 12 000 € (investointikustannukset 6000 € ja lämpökanaalin uusiminen noin 6000 €). Taloyhtiö säästäisi vuodessa 1475 € vaihtamalla vanhan kattilan ja polttimen uusiin. Tämän perusteella öljylämmitys maksaisi itsensä takaisin reilussa kahdeksassa vuodessa.

$$12\,000\text{ €} / 1475\text{ €} = 8,1\text{ vuotta}$$

Öljylämmityksen uusiminen maksaisi itsensä takaisin noin neljässä vuodessa, jos investointikustannuksissa ei huomioida lämpökanaalin uusimista.

$$6000\text{ €} / 1475\text{ €} = 4\text{ vuotta}$$

Maalämpö

Maalämmön kustannusrakenne koostuu pitkälti investoinnin hinnasta.

+ uusiutuvaa, edullista energiaa

+ helppokäyttöinen

+ sähkön hinnannousu nostaa maalämmön hintaa epäsuorasti. Jos sähkön hinta nousee 15 %, maalämmön kustannukset nousevat 5 %. Pitkällä aikavälillä muiden polttoaineiden hinnan noustessa maalämmön hinta kohoaa maltillisimmin

- kallis investointi, joka vaatii muita vaihtoehtoja enemmän muutostöitä

- maalämpöpumpun takuu on lyhyt verrattuna pumpun hintaan ja investoinnin takaisinmaksu-aikaan

- riittääkö patterien pinta-ala riittävän tehokkaaseen lämmönsiirtoon?
- mikäli taloyhtiö päättää ottaa käyttöön kaksi erillistä maalämpöpumppua, on toiselle pumpulle löydyttävä lämmin sijoituspaikka:
 - toiseen varastorakennukseen on rakennettava lämmin tila ja lattiakaivo, tai
 - paikka toisen paritalon sisällä huoneessa, jossa on lattiakaivo mahdollisten vuotojen varalta.

Tarjousten keskiarvon mukaan lasketun molemmille paritaloille yhteisen maalämpöjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 26 000 € (vaihtoehto1). Molemmille paritaloille erillisen (vaihtoehto2) maalämpöjärjestelmän investointikustannukset ovat noin 34 000 €. Nykyisen sähkönhinnan mukaan laskettuna säästöä kertyisi molemmissa vaihtoehdoissa 4846 € vuodessa.

Maalämpöinvestoinnit maksavat hankintakustannukset takaisin seuraavasti:

$$(26\,000\text{ €} + 6000\text{ €}) / 4846\text{ €} = 6,6\text{ vuotta (vaihtoehto1)}$$

$$(34\,000\text{ €} + 6000\text{ €}) / 4846\text{ €} = 8,3\text{ vuotta (vaihtoehto2)}$$

Jos investoinnissa ei huomioida lämpökanaalin uusimista, vaihtoehtojen takaisinmaksuajat vaihtelevat viiden ja puolen ja seitsemän vuoden paikkeilla.

$$26\,000\text{ €} / 4846\text{ €} = 5,4\text{ vuotta}$$

$$34\,000\text{ €} / 4846\text{ €} = 7\text{ vuotta}$$

Puupelletit

Puupellettien kustannusrakenne muodostuu suurelta osin kiinteistä kustannuksista, joita ovat muun muassa investointikustannukset, lämmitys- ja valvontakustannukset.

+ ekologinen lämmitysmuoto ja edullinen polttoaine

- vaatii muutostöitä kattilahuoneessa ja erillisen varastosiilon
- pellettien hinta on ollut viime vuosina nousussa, lisäksi pellettien laatu vaihtelee merkittävästi, ja laatuvaihtelut vaikuttavat järjestelmän toimintavarmuuteen
- laitteiston hyötysuhde on selkeästi kaukolämpöä ja maalämpöä heikompi

Pellettilämmitykseen vaihtaminen maksaa taloyhtiölle noin 17 000 € (investointikustannukset 11 000 € ja lämpökanaalin uusiminen noin 6000 €). Vuotuinen säästö pellettilämmitykseen vaihdettaessa olisi nykyiseen öljylämmitykseen verrattuna taulukon 8 mukaan 4077 €.

Pellettilämmitysinvestointi maksaisi investointikustannukset takaisin reilussa neljässä vuodessa.

$$17\,000\text{ €} / 4077\text{ €} = 4,1\text{ vuotta}$$

Jos investoinnissa ei huomioida lämpökanaalin uusimista, pellettilämmitys maksaisi hankintakustannukset takaisin vajaassa kolmessa vuodessa.

$$11\,000\text{ €} / 4077\text{ €} = 2,7\text{ vuotta}$$

Taulukko9. Investointi- ja energiakustannukset vuoden ja 30 vuoden aikana

Kaukolämpö	Maalämpö1	Maalämpö2	Pelletti	Sähkö	Öljy
300 €	1 134 €	870 €	372 €	435 €	200 €
2263 €	2054 €	2054 €	2823 €	5813 €	5425 €
2563 €	3188 €	2924 €	3195 €	6248 €	5625 €
76 890 €	95 640 €	87 720 €	95 850 €	187 440 €	168 750 €

maalämpö1 = paritaloilla omat maalämpöpumput
 maalämpö2 = yksi yhteinen maalämpöpumppu

Jos taulukon 7 investointikustannukset ja taulukon 8 energiakustannukset yhdistetään vuositasolle, kustannukset näyttäisivät taulukon 9 mukaisilta. Taulukossa on mainittu otsikkorivin alla 30 vuoden tarkastelujaksolle jaettu investointikustannus. Toisella rivillä on vuosittainen energiakustannus ja kolmannella rivillä yhteenlaskettu summa vuoden aikana. Taulukko 9 havainnollistaa investointi- ja energiakustannusten suurta eroa jo pelkästään vuositasolla. Taulukon alim-

malle riville on laskettu tämän hetkiseen energiahintaan perustuvien tietojen mukaiset kokonaiskustannukset 30 vuoden ajalle. Erot ovat huomattavia. Taulukon 9 tarkastelussa on kuitenkin muistettava, että energiahinnat tulevat muuttumaan huomattavasti 30 vuoden aikana. Esimerkiksi maalämmön hinta muuttuu sitä kilpailukykyisemmäksi, mitä enemmän muiden lämmitysmuotojen energiahinnat nousevat.

Olipa Juhaninkadun lämmitysmuoto sitten mikä tahansa edellä esitellyistä vaihtoehtoista, kirjoittaja suosittelee taloyhtiötä hankkimaan lämmitysremontin yhteydessä nykyaikaisen lämmönsäätimen, jonka avulla voidaan helposti säästää energiaa. Lämmönsäätimen anturi reagoi sään muutoksiin ja välittää tiedon lämmitysvettä annostelevalle venttiilille. Näin lämmitys toimii vain tarvittaessa. Lämmönsäädin sopii kaikkiin lämmitysmuotoihin, jos käytössä on vesikiertoinen lämmitys. Säätimien hinnat vaihtelevat toiminnoista riippuen 300 – 500 euron tietämissä. (Laitinen 2010, s.74.)

8. PÄÄLÄMMITYSJÄRJESTELMÄÄ TUKEVAT LISÄLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Seuraavassa kappaleessa esitellään päälämmitysjärjestelmää tukevia lisälämmönlähteitä, kuten aurinkoenergiaa ja ilmalämpöpumpua sekä niiden kannattavuutta ja hyötyä taloyhtiön tarpeisiin.

8.1 AURINKOENERGIA

Jos suurin osa auringon maapallolle tulevasta säteilystä pystyttäisiin hyödyntämään, säteilyenergia riittäisi kattamaan maailman koko energiatarpeen. Suomessa aurinkoenergian hyödyntämistä rajoittaa kausiluontoisuus, sillä suurin osa säteilystä ajoittuu kesän ajalle. Säteilytehon talteen ottaminen pitkäaikaisempaa säilytystä varten ei ole vielä mahdollista. Kesällä energiantarve on muutenkin vähäisempi, joten säteilyenergia riittäisi mainiosti käyttöveden lämmittämiseen kesäkuukausien aikana. (Erat et al. 2008 s.80–81.)

Aurinkoenergiaa voidaan ottaa talteen keräimen avulla. Aurinkokeräimessä lämmitetään nestettä, joka johdetaan esimerkiksi varaajaan. Säteilyenergian hyödyntäminen sopii hyvin vesikeskusjärjestelmän lisälämmönlähteeksi. Aurinkokeräimen suuntaus ja kaltevuus, katteen eli lasin ominaisuudet, lämmöneristys ja tiiviys, aineiden absorptio- ja lämmönsiirtokyky, keräimen lämpötila, etäisyys keräimestä varaajaan ja moni muu seikka vaikuttavat siihen, miten suuri osa auringon säteilystä saadaan talteen. Aurinkolämpöjärjestelmän tarkka mitoitus onnistuu silloin, kun lämpimän käyttöveden tarve on tarkasti selvillä. Tarvitava keräinalue käyttöveden lämmitykseen on noin 1,25 – 2 m² henkilöä kohden. Käyttöveden kulutuksen lisäksi mitoitusta varten tarvitaan tarkat tiedot rakennuksesta sekä keräimen tuotto ja säätiedot. (Haapalainen 1992, s.25; Erat et al. 2008 s.90–92.)

8.2 ILMALÄMPÖPUMPUT

Ilmalämpöpumppuja valmistetaan isoissa erissä, ja hankintakustannukset ovat edullisia. Ilmalämpöpumpun teho on rajallinen, eikä pumppu näin ollen sovi rakennuksen ainoaksi lämmönlähteeksi, sillä teho heikkenee sään kylmetessä. Ilmalämpöpumppu on Suomessa kevään ja syksyn lämmityslaite, sillä talvella hyötysuhde laskee niin alas, ettei pumpun käyttö kannata. Ilmalämpöpumppu on saavuttanut nopeasti suosiota rakennuksen muuta lämmitysjärjestelmää täydentävänä ratkaisuna edullisten investointikustannusten ansiosta. (Laitinen 2010, s.61.)

Ilmalämpöpumpun sijoittamisessa on huomioita, että sisäyksikön lämpö leviää tasaisesti ja laajasti ympäri rakennusta, jolloin hyöty on suurin. Ilmalämpöpumppu sopii parhaiten taloon, jossa on suora sähkölämmitys, sillä sähköpatterien termostaatteja on mahdollista säätää hyvinkin tarkasti. Kun ilmalämpöpumpun lämpötila on muutaman asteen patterien säätölämpötilaa ylempi, patterit menevät päälle vain tarvittaessa, mikäli ilmalämpöpumpun teho ei riitä halutun lämpötilan säilyttämiseen. (Laitinen 2010, s.59–60.)

8.3 LISÄLÄMMÖNLÄHTEIDEN KANNATTAVUUS

Teholtaan sopivan laitteen valinta on tärkeää, joten pumpun lämpökerroin ei saa olla tärkein valintakriteeri. Parhaimmillaan ilmalämpöpumppu vähentää kulutusta huomattavasti, mutta asialla on kääntöpuolensa. Väärin asennettu ja käytetty ilmalämpöpumppu kuluttaa runsaasti sähköä. Tämän lisäksi laitetta käytetään usein kesällä asuntojen viilentämiseen, ja viilennyskäyttö kuluttaakin talvilämmityksessä säästetyn energian. Ilmalämpöpumpun automaattitoimintoa ei kannata käyttää talvella, sillä pumppu voi vaihtaa viilennysteholle aistiessaan muuta lämpöä läheltä ja näin huoneistoa lämmitetään ja kylmätään yhtä aikaa. (Laitinen 2010, s.56, 59.)

Ilmalämpöpumppu-markkinoilla kysyntä on ollut runsasta viime vuosina. Laajoilla markkinoilla on ollut tarjolla myös Suomen oloihin sopimattomia laitteistoja. Asentajien osaamistasossa on huomattavia eroja. Laitteiden takuut ovat hankintahintaan nähden lyhyitä (keskimäärin 2 – 5 vuotta), ja investoinnin kannattavuus riippuu laitteen käyttöiästä. Ruotsalaisen vakuutusyhtiö Folksam:n tilastoinnin mukaan suurin osa pumppujen vioista tulee alle viisi vuotta vanhoihin laitteisiin. Osa valmistajista käyttää halpoja komponentteja, jotka eivät tahdo kestää pitempiaikaista käyttöä. Euroopan lämpöpumppujärjestö kehittää lämpöpumppujen laatumerkintäjärjestelmää, ja tästä toivotaan olevan apua villiksi karanneilla markkinoilla. (Laitinen 2010, s.61–63.)

Lämpöpumpuilla ja hybridilämmityksellä voidaan omalta osaltaan parantaa asuntojen energiatehokkuutta. Kaukolämmitystalossa saavutettava hyöty on minimaalinen ja lisää yllättäen kustannuksia ja päästöjä. Tekes ja Mikkelin ammattikorkeakoulu ovat tutkineet lämmitysratkaisuja, joissa kaukolämpöä on yhdistetty sähköisiä lisälämmitysvaihtoehtoja. Tulokset ovat olleet yllättäviä. Hybridilämmitys tulee asukkaille elinkaarensa aikana kalliimmaksi kuin kaukolämpöön perustuva lämmitysratkaisu, ja päästöt voivat olla jopa 40 – 80 prosenttia suurempia kuin pelkkää kaukolämpöä käyttävässä talossa. Sähkö- ja öljylämmitteisen talon osalta tilanne on päinvastainen. (Antila 2008, s.21–22.)

Aurinkokeräimen todellista tuottoa on mitattu Suomessa hyvin vähän, ja myyjien arviot perustuvat pääosin teoreettisiin laskelmiin. Onnistuminen aurinkokeräimen liittämiseen vesikiertoiseen lämmitykseen riippuu useista tekijöistä, ja vaatii ammattitaitoisen toteutuksen. Ala on Suomessa sen verran uusi, ettei päteviä asentajia ole tarjolla riittävästi. Aurinkoenergian hinta rajoittaa aurinkopaneelijärjestelmien yleistymistä. Vaikka valmistajat antavat paneeleille 25 vuoden tehotakuun, saattaa aurinkoenergia tulla selkeästi muita lämmönlähteitä kalliimmaksi. (Laitinen 2010, s.91, 96.)

Lisälämmönlähteiden kannattavuus riippuu taloyhtiön valitsemasta päälämmitysjärjestelmästä. Öljy- tai sähkölämmityksen ohessa ilmalämpöpumppu tai aurinkopaneelijärjestelmä on hyvä keino säästää vuosittaisissa lämmityskustannuksissa. Öljy- tai sähkölämmitys ei kuitenkaan ole taloyhtiön ensisijaisen kiinnostuksen kohteena, joten lisälämmityslähteiden hankinta ei ole tässä tapauksessa järkevää. Ilmalämpöpumppuja olisi hankittava yhteensä neljä, jokaiseen asuntoon omansa. Tämän lisäksi pumppujen hyödyntämistä hankaloittaa asuntojen rakenne ja väliseinien määrä, joka vaikeuttaa lämmön siirtymistä huoneesta toiseen.

9. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄSANEERAUKSEEN HAETTAVAT AVUSTUKSET

Valtio tukee energiansäästöön ja uusiutuvan energian käyttöön tähtääviä lämmitysratkaisuja energia-avustuksilla ja kotitalousvähennyksillä. Kotitalousvähennys on tarkoitettu yksityishenkilön verotuksen keventämiseen. Asumisen rahoitus- ja kehityskeskus ARA antaa ohjeet avustusten hakemisesta, myöntämisestä ja maksamisesta sekä valvoo järjestelmän toimintaa kunnissa. Energia-avustusten myöntämisperusteet päivitetään vuosittain. (Ara)

ARA:n myöntämää tukea haetaan rakennuksen sijaintikunnan kautta, ja tuki on vuonna 2011 noin 15 – 20 % hankinnan kustannuksista. Avustusmäärään vaikuttaa saapuneiden hakemusten määrä, sillä valtio on varannut vuosittain kuntien käyttöön tietyn summan energia-avustuksina jaettavaksi. ARA:n internet -sivustolla kerrotaan tarkemmin vuoden 2011 korjaus- ja energia-avustuksia koskevista säädöksistä ja myöntämiskriteereistä.

Energia-avustusta voidaan myöntää uusien lakimuutosten ja asetusten myötä uusiutuvaa energiaa hyödyntävien lämmitystapojen käyttöönottoon (liite4). Tukea voidaan myöntää esimerkiksi päälämmitysjärjestelmänä käytettävien maalämpö- ja ilma/vesilämpöpumppujen käyttöönottoon sekä pelletti- ja muuhun puulämmitykseen siirtymiseen. Tukea voidaan myöntää myös erilaisille hybridiratkaisuille, joissa hyödynnetään useampaa energiamuotoa. ARA:n myöntämää tukea voi hakea myös kaukolämpöön siirtymisessä. (Ara; Perälä 2009, s.91)

10. LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN YMPÄRISTÖ- KUORMITUKSET

”Energiantuotannon ympäristövaikutukset ulottuvat polttoaineiden hankinnasta ja tuotantolaitosten rakentamisesta jätehuoltoon ja voimaloiden purkamiseen. Osa haitoista syntyy kaukana Suomesta ja monet haitat jäävät energian kuluttajalta piiloon. Suomessa käytetystä energiasta noin kaksi kolmasosaa on peräisin ulkomailta tuoduista energialähteistä”. (Lyytimäki et al. 2008, s.242–245, 251.)

Julkinen valta huomioi ja ohjaa energiantuotantoa. Lähes kaikki energiantuotantomuodot aiheuttavat haitallisia päästöjä ilmaan, veteen tai maahan. Suurin osa ilmaan siirtyvistä kaasuista on vesihöyryä, mutta joukossa on myös hiilidioksidia, typenoksideja, terveydelle haitallisia hiukkasia ja hiilivetyjä. Ympäristönsuojelua on toteutettu muun muassa polttoaineiden rikki- ja hiilipitoisuuden vähentämisellä ja päästöjen puhdistamisella. (Lyytimäki et al. 2008, s.242–245, 251.)

”Yhdyskuntarakenteen hajautuminen, pientalojen suosion lisääntyminen ja asuntojen koon kasvu ovat lisänneet merkittävästi asumisen ympäristölle aiheuttamia haittoja.” Ympäristön kannalta Suomen kohdalla haasteita luo erityisesti asumisväljyyden kasvu ja pientaloasumisen yleistyminen. Suomalaisten lämmön- ja sähkönkulutus ovat kasvaneet tasaisesti 1980-luvulta lähtien. (Portin et al. 2008, s.180–181.)

Suuressa lämpövoimalassa savukaasujen saasteet ja hiukkaset otetaan talteen erilaisilla suodattimilla ja puhdistimilla. Pienempien rakennusten lämmityskattiloihin ei vastaavia laitteita kannata hankkia, ja savukaasut pääsevät ilmaan vapaasti. Hiilidioksidipäästöihin ei savukaasujen suodattamisella päästä käsiksi, sillä polttoaineen hiilipitoisuus ratkaisee päästöjen määrän. (Perälä 2009, s.14–15.)

Ympäristörasitukseen liittyy olennaisesti termi päästökerroin, jolla tarkoitetaan jokaista kilowattituntia kohden vapautuvaa kasvihuonekaasujen määrää hiilidioksidiksi muunnettuna. Sähkön päästökerroin vaihtelee ympäristöystävällisesti tuotetun vihreän sähkön nollasta suurimmillaan jopa 900g CO₂ / kWh. Sähkön keskimääräinen päästökerroin on 280 g. Vastaavasti kaukolämmön päästökerroin on 220 g ja kevyen lämmitysöljyn 267 g. Poltetusta öljylitrasta vapautuu ilmakehään 2,68 kg hiilidioksidia. Taloyhtiön öljylämmitys tuottaa vuodessa ilmaan 6500 litran kulutuksella noin 17 500 kg hiilidioksidia. (Vapo 2005, s.9; Laitinen 2010, s.16.).

Lämpimän käyttöveden aiheuttamat päästöt lasketaan kertomalla lämmittämiin kulutettu energiamäärä keskimääräisellä lämmitysmuodon hiilidioksidipäästöllä (Antila 2008, s.36.). Vastaus kertoo hiilidioksidimäärän kiloina. Lämpimän käyttöveden aiheuttamat päästöt taloyhtiössä ovat siis:

$$7525 \text{ kWh} \times 0,267 \text{ g / kg} = 1936 \text{ kg}$$

Taloyhtiön hiilidioksidipäästöt ovat öljykattilan osalta yhteensä noin 19 500 kg. Summaan ei ole laskettu käytösähkön hiilidioksidipäästöjä.

Sähkölämmitykseen kuluu selvästi enemmän energiaa kuin esimerkiksi kaukolämmitykseen. Sähkölämmitteisessä pientalossa omalla autolla liikkuvan henkilön asuminen tuottaa jopa puolitoista kertaa enemmän päästöjä verrattuna kaukolämmitteisessä kerrostalossa asuvaan raideliikennettä hyödyntävän henkilöön. Kaukolämmön ympäristöystävällisyys riippuu osittain käytetyistä polttoaineista, sillä kaukolämpöä voidaan tuottaa biopolttoaineiden avulla. (Portin et al. 2008, s.171; Flyktman 1996, s.24, 27.)

Puupelletit ovat uusiutuvaa bioenergiaa, ja puunpoltossa vapautuu sama määrä hiilidioksidia, kuin mitä puu on kasvaessaan ilmasta sitonut (Vapo 2005, s.8). Pellettilämmitys on tästä syystä hiilidioksidivapaa lämmitysmuoto, mutta poltossa vapautuu muita terveydelle haitallisia pienhiukkasia. Maalämpö tuottaa kolmanneksen sähkölämmityksen tuottamasta hiilidioksidimäärästä.

11. TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Öljyn hintakehitys riippuu maailmantaloudesta. 1980-luvulla öljynkulutus ylitti löydösten määrän. Vuonna 2005 saavutettiin raakaöljyn tuotannon huippu, ja öljyn kokonaistuotannon on sanottu ohitetun vuoden 2010 aikana. Tuotanto laskee varantojen vähetessä, ja hinta kallistuu tasaisen varmasti. Öljymäärän ja sen riittävyyden arvioimista hankaloittaa tietojen epämääräisyys, ja se, että erilaisia eri käyttötarkoituksiin sopivia öljyjä on useita. Öljyn aikakausi näyttäisi olevan puolivälissä. Jälkimmäisellä puoliskolla edessä on nykyisten energialähteiden ja niistä riippuvan toiminnan romahdus. (Ympäristöatlas 2008, s.18.)

Ilmastopimusten vuoksi Suomi joutuu tulevaisuudessa rajoittamaan entisestään kasvihuonepäästöjä. Asunnoissa on yhä enemmän lämmitettävää ja valaistavaa pinta-alaa. Pientalovaltaistuminen ja asumisväljyys tekevät yhtälöstä hankalan, kun energiankäyttöä pitäisi vähentää. Energian tuottamista fossiilisilla polttoaineilla rajoitetaan päästökaupan muodossa, ja tämä tulee vaikuttamaan sähkön hintaan. Sähkön tuottaminen perustuu suurelta osin tuontienergiaan ja tulevaisuudessa povataan pörssisähköä, jonka hintavaihtelut ovat rajuja ja hinta etenkin talvella kysyntähuippujen aikana korkea. (Portin et al. 2008, s.180–181.)

Monet pientalojen lämmittäjät tulevat todennäköisesti vaihtamaan sähkölämmityksen lähivuosina toiseen edullisempaa energiaa hyödyntävään lämmitysmuotoon. Matalaenergiatalojen rakentaminen tulee varmasti lisääntymään nykyisestä. Sopivien kannustimien, kuten neuvonnan, suunnittelun ja taloudellisen tuen avulla vanhojen rakennusten energiataloudellisuutta voidaan parantaa huomattavasti. Väestön ikääntyminen on seuraavia vuosikymmeniä vahvasti muokkava ilmiö ilmastonmuutoksen ohella. Nämä asiat vaikuttavat osaltaan energiantuotantoon ja ohjaavat yhdyskuntarakenteen tiivistämiseen. (Portin et al. 2008, s.171–174, 181.)

Taulukosta 10 on nähtävissä kaukolämmön, sähkön ja öljyn hinnat vuosina 1992 ja 2011. Sähkön hinta on veroton kokonaishinta, joka sisältää siirtomaksun ja energian hinnan. Muut taulukon 10 hinnat ovat verollisia kokonaishintoja. Kaukolämmön hintatiedot on saatu Varkauden Aluelämmön edustajalta, öljyn hinnat Öljyalan Palvelukeskuksen edustajalta ja sähkön hinnat Energiaviraston hintatilastoista. Vapo Oy:n edustajan tietojen mukaan vuonna 1999, jolloin pellettien toimitus lämmityskäyttöön aloitettiin suuremmassa mittakaavassa, tonnihinta oli noin 103 €.

Taulukko10. Kaukolämmön, sähkön ja öljyn hinnat 1992 ja 2011

Lämmitysmuoto	1992	2011
Kaukolämpö	2,79 snt / kWh	4,92 snt / kWh
Sähkö	5,74 snt / kWh	12,50 snt / kWh
Öljy	23,1 snt / litra	104,5 snt / litra

Maalämmön ja ilma/vesilämpöpumpun energiakustannukset seuraavat sähkön hintaa. Maalämmön hinta nousee kolmanneksen verrattuna sähkön hinnannousuun. Taulukon 10 tarkasteluajanjaksona hintojen nousu on ollut huomattava, ja kirjoittaja epäileekin, että tulevaisuudessa hintojen kohoaminen kiihtyy entisestään kaikkien lämmitysmuotojen osalta. Jos muiden lämmitysvaihtoehtojen hinnat muuttuvat nykyisiä malleja mukaillen, maalämmön kannattavuus paranee, mitä kalliimmaksi sähkö nousee.

Lämpöpumput ovat vielä suhteellisen tuore ilmiö. Tekniikka tulee varmasti kehittymään ja lämpöpumppujen lämpökertoimet paranevat nykyisestä. Pitemmällä aikavälillä tarkasteltuna talvien on ennustettu lauhtuvan, jolloin lämpöpumppujen käyttö on talvellakin huomattavasti nykyistä kustannustehokkaampaa. Uu-

siutuvan energian osuus tulee luultavasti kasvamaan, kun tekniikka kehittyy ja laitteistojen hinnat laskevat. Uusiutuvien energianlähteiden käyttöä puoltaa myös päästöttömyys ja lähes rajoittamattomat käyttömahdollisuudet. (Laitinen 2010, s.57; Ympäristöatlas 2008, s.94.)

Energian hinta eri muodoissaan tulee nousemaan tulevaisuudessa. Lämmitysjärjestelmän valinnan lisäksi suuri merkitys lämmitysenergiantarpeeseen on rakennuksen tiiveydellä ja eristämällä (Motiva1). Tulevaisuudessa taloyhtiöön kannattaisi kirjoittajan mielestä teettää tarkempi energiakatselmus ja toteuttaa tarpeelliset toimenpiteet energiatehokkuuden parantamiseksi. Myös osakkaiden lämmitysenergian käyttötapoja voisi kehittää nykyisestään erillisellä ohjeistuksella.

12. YHTEENVETO

Kuten edellä esitetyistä laskelmista voi päätellä, väite edullisesta investoinnista ja kalliista energiasta sekä kalliista investoinnista ja edullisemmasta energiasta pitää hyvin paikkansa. Jos etsitään pitkäikäistä lämmitysratkaisua, tärkeintä kirjoittajan mielestä ovat kokonaiskustannukset pitemmällä aikavälillä, ei niinkään investoinnin hinta alussa. Kiinteistön koko ja vuotuinen lämmitysenergian tarve määrittävät valintaa. Suuret investointikustannukset tasoittuvat edullisten käyttökustannusten ansiosta nopeasti etenkin suurempien kiinteistöjen lämmityksessä. Pienten kiinteistöjen lämmityksessä isoilla investointikustannuksilla on pitkä takaisinmaksuaika, jolloin energiahinta ei ole välttämättä ratkaisevassa asemassa valintaa tehtäessä.

Lämmitysremonttitarjousten perusteella voidaan todeta, että öljylämmityksen uusiminen olisi investoinneiltaan edullisin vaihtoehto. Sähkölämmitykseen siirtymisen investointikulut osoittautuivat paljon ennakoitua suuremmiksi. Sähköenergian hinta on öljyn hinnan ohella selkeästi kalleimpia vaihtoehtoja vuositasolla tarkasteltuna. Kaukolämmön etuna ovat edulliset investointikustannukset ja ainakin toistaiseksi kilpailukykyinen energiahinta. Maalämmön investointikustannukset olivat selkeästi muita vaihtoehtoja suuremmat, mutta vastaavasti energiahinta edullisimpien vaihtoehtojen joukossa. Pellettilämmitys asettuu vaihtoehtojen väliin niin investointi- kuin käyttökustannusten osalta. Maalämmön osalta tarjousten hinnoissa oli huomattavia eroja, ja tarjoukset vaatisivat vielä lisätarkennuksia ollakseen vertailukelpoisia keskenään.

Kokonaiskustannukset – kappaleessa esitetyt energiahintoihin perustuvat investointien takaisinmaksuajat ovat antavat selkeät perusteet lämmitysremontille. Kaukolämpöinvestoinnin takaisinmaksuaika olisi noin kaksi vuotta. Jopa öljylämmityksen uusiminen maksaisi laitteiston hankintahinnan takaisin neljässä vuodessa paremman hyötysuhteen ja edullisien investointikustannusten ansiosta. Sähkölämmityksessä investoinnin takaisinmaksuaika on selkeästi pisin.

Pellettilämmityksen takaisinmaksuaika olisi noin kolme vuotta. Maalämpöinvestointi maksaisi itsensä takaisin vaihtoehdosta riippuen 5,5 – 7 vuoden kuluessa. Takaisinmaksuaikoihin kannattaa suhtautua varauksella, sillä laskelmat on tehty tammikuun 2011 toimitushintojen perusteella. Kirjoittajan mielestä realistinen epätarkkuus takaisinmaksuajoissa lienee 2 – 3 vuoden paikkeilla. Tästäkin huolimatta kalliina pidetty maalämpöinvestointi maksaisi itsensä takaisin alle kymmenessä vuodessa.

Edellisissä kappaleissa mainittuihin seikkoihin perustuen kirjoittajan mielestä taloyhtiön ensisijaiset päälämmitysjärjestelmävaihtoehdot ovat kaukolämpö ja maalämpö. Kaukolämmön edullinen investointi ja valtakunnallisen vertailun kestävä energiahinta puoltavat kaukolämmön valintaa. Maalämpöenergian hinta näyttäisi kestävän tarkastelun hyvin etenkin pitkällä aikavälillä, vaikka investoinnin takaisinmaksuaika on selvästi kaukolämpöinvestointia pitempi. Maalämmön ympäristöystävällisyys ja valtion tuki uusiutuvaa energiaa hyödyntävään saneeraukseen ovat myös huomion arvoisia asioita.

Riittääkö yhden maalämpöpumpun lämmitysteho? Pystytäänkö mitoitus tekemään oikein? Jos taloyhtiö valitsee päälämmitysjärjestelmäksi maalämmön, kirjoittajan mielestä järkevämpi vaihtoehto olisi laittaa molempiin taloihin omat maalämpöpumput. Tällöin kadun alittava lämmityskierto voitaisiin katkaista, eikä sähköliittymään tarvitsisi tehdä muutoksia. Uudistuksen myötä lämpökanaalin käyttötarve poistuisi, eikä lämpökanaaliputkistoja tarvitsisi uusia. Näin ainoastaan kylmä vesi kulkisi lämpökanaalia pitkin, ja kylmävesiputkistoon voisi jääty-
misen estämiseksi asentaa saattokaapelin, joka estää veden jääty-
misen veden virtausta hyödyntäen.

Kirjoittajan mielestä lämmityskanaalin kunto syytä tarkistaa ennen lämmitysremonttia. Mikäli betonielementin sisällä on muoviputki, ei uusimistarve ole vielä ajankohtainen. Jos taas putket on tehty kuparista, kirjoittaja suosittelee lämpökanaalin ja käyttövesiputkiston uusimista, jotta lämmitysremontilla saavutetaan paras mahdollinen energiatehokkuus.

Kirjoittajan mielestä taloyhtiön kannattaa teettää kattava lvi-suunnitelma, jonka avulla tarkempien kustannusten ja muutostöiden arvioiminen on helpompaa. Osaava suunnittelija pystyy arvioimaan puolueettomasti tarvittavan laitteiston tehon ja toteutuksen kannalta järkevimät vaihtoehdot. Kahdelta suunnittelu-toimistolta tarkastettu suunnitteluhinta asettuu 1200 – 1500 € paikkeille. Suunnitelma sisältää kaiken taloyhtiössä lähivuosina tarvittavan suunnittelutyön, kuten esimerkiksi käyttövesiputkistosuunnitelmat.

Tiedot eri lämmitysvaihtoehtojen huoltokustannuksista jäivät harmittavan puutteellisiksi, eikä huoltokustannusten vertailua pystytty näin ollen tekemään. Raportin edistyessä tuli esille useita investointikustannuksiin lisättäviä välillisiä kustannuksia (kuten esimerkiksi lämpökanaalin uusiminen, lämpimän varastotilan rakentaminen ja muut tarjouksista puuttuvat olennaiset asiat), jotka olisivat saattaneet jäädä huomaamatta pelkkiin tarjouksiin perustuvassa lämmitysjärjestelmäsaneerauksessa. Työn ohessa pyydetyt tarjoukset antavat viitteitä siihen, mitä asioita tarjouspyynnöissä on jatkossa syytä painottaa ja millaisiin asioihin kannattaa kiinnittää enemmän huomiota. Raportti on käyttökelpoinen työkalu asian esittelemisessä osakkaille, hallituksen päätöksenteossa ja käytännön toteutuksessa.

13. LÄHTEET

JULKAISTUT LÄHTEET

Antila, Katja. 2008. *Pysäytä ilmastonmuutos. suomalaisen arjen valintoja*. Helsinki. Edita Publishing Oy.

Erat, Bruno & Erkkilä, Vesa & Nyman, Christer & Peippo, Kimmo & Peltola, Seppo & Suokivi, Hannu. 2008. *Aurinko-opas, aurinkoenergiaa rakennuksiin*. Porvoo. Aurinkoteknillinen yhdistys ry.

Flyktman, Martti. 1996. *Biopolttoaineiden kilpailukyky kiinteistöjen lämmityksessä*. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Tutkimuksia ja raportteja 12/1996. Oy Edita Ab.

Energiateollisuus ry. 2006. *Kaukolämmön käsikirja*. Helsinki. Kirjapaino Libris Oy.

Haapalainen, Esko & Vepsäläinen, Teuvo. 1992. *Lämmitystekniikka*. Helsinki. Valtion painatuskeskus VAPK-kustannus.

Huhtinen, Markku & Korhonen, Risto & Pimiä, Tuomi & Urpalainen, Samu. 2009. *Voimalaitostekniikka*. Opetushallitus. Keuruu. Otavan kirjapaino Oy.

Kauppa- ja teollisuusministeriö. 1982. *Kiinteistöhoitajan öljylämmitysopas*. Energiaosasto. Suunnittelukeskus Oy.

Laitinen, Jussi. 2010. *Pieni suuri energiakirja. Opas energiatehokkaaseen asumiseen*. Tallinna. Into Kustannus Oy.

Lyytimäki, Jari & Hakala, Harri. 2008. *Ympäristön tila ja suojele Suomessa*. Julkaistu yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Helsinki. Yliopistopaino.

Perälä, Rae. 2009. *Lämpöpumput. Suomalainen käsikirja aikamme lämmitysjärjestelmistä*. Tallinna. Alfamer Oy.

Portin, Anja & Hautala, Heidi & Katajajuuri Juha-Matti & Koski, Eija & Kyllönen, Simo & Naukkarinen, Ossi & Neuvonen, Alekski & Pietikäinen, Sirpa & Tammi-lehto, Olli & Taskinen, Johanna & Vinnari, Markus. 2008. *Kaikesta jää jälki. puheenvuoroja ympäristöä säästävistä valinnoista*. Keuruu. Otavan kirjapaino Oy.

Puhakka, Asko. 2005. *Energiaratkaisujen valinnan ohjaus kunnissa*. Pohjois-Savon ammattikorkeakoulun julkaisuja.

Rakennustietosäätiö RTS. 2007. *Rakennusten lämmitysjärjestelmät*. Tampere. Rakennustieto Oy.

Seppänen, Olli. 2001. *Rakennusten lämmitys*. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino Oy.

Tuomi, Seppo ja Kouki, Jyrki. 2001. *Puupellettien käyttö kiinteistöjen lämmityksessä*. Työtehoseuran julkaisuja 383. Helsinki. Tummavuoren kirjapaino Oy.

Vapo Oy:n julkaisu. 2005. *Pellettikirja. Ajatuksia ja ohjeita taloudelliseen puulämmitykseen*. Jyväskylä. Vapo Oy.

Wahlroos, Lasse. 1979. *Kotimaiset polttoaineet ja keskuslämmityskattilat*. Pori. Energiakirjat Ky

Ympäristöatlas. 2008. *Nykytila ja tulevaisuus*. Helsinki. Like Kustannus.

D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007. *Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskenta*. Ympäristöministeriö. Helsinki

INTERNET-LÄHTEET

Asumisen ja rakentamisen kehittämiskeskus ARA. [online]

<<http://www.ara.fi/download.asp?contentid=24369&lan=fi>>. viitattu 11.1.2011.

Energiamarkkinavirasto. [online]

<<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=2276&pgid=67&languageid=246>>. viitattu 29.1.2011.

Lämmitysjärjestelmät / Bio-Expert Oy. [online]

<<http://www.laka.fi/pdf/LAKA%20ZK10%20ja%20ZK%2025.pdf>>. viitattu 25.1.2011.

Motiva. 6.4.2009. [online]

1. <http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta>.

2. <http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/vertaile_lammitysjarjestelmia/lammitysjarjestelmien_kustannukset>.

viitattu 25.12.2010.

Pulkka, Heikki. *Kiinteistöjen ilmastoystävälliset lämmitysratkaisut*. [WWW-

dokumentti] <http://www.vihti.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vihti/embeds/16732_Kiinteistöjen_ilmastoystavalliset_lammitysratkaisut.pdf>

viitattu 15.12.2010.

Senera Oy. [online]

<<http://senera.fi/Maalampo#2>>. viitattu 1.2.2011.

Suomen porauspalvelu. [online]

<<http://www.suomenporauspalvelu.fi/omakotitalot/Maalampoa-omakotitaloihin>>. viitattu 5.1.2011

Valtion teknillinen tutkimuskeskus. VTT tiedotteita. 1996. *Matalaenergiatalon öljylämmityksen kehittäminen. [WWW-dokumentti]*

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1996/T1802.pdf>. viitattu 28.1.2011.

Varkauden Aluelämpö Oy. [online]

<<http://www.varkaudenaluelampo.fi/?id=120>>Z>. viitattu 20.12.2010.

< http://www.varkaudenaluelampo.fi/files/148-Lampohinnasto_2011.pdf> viitattu 11.1.2011.

MUUT LÄHTEET

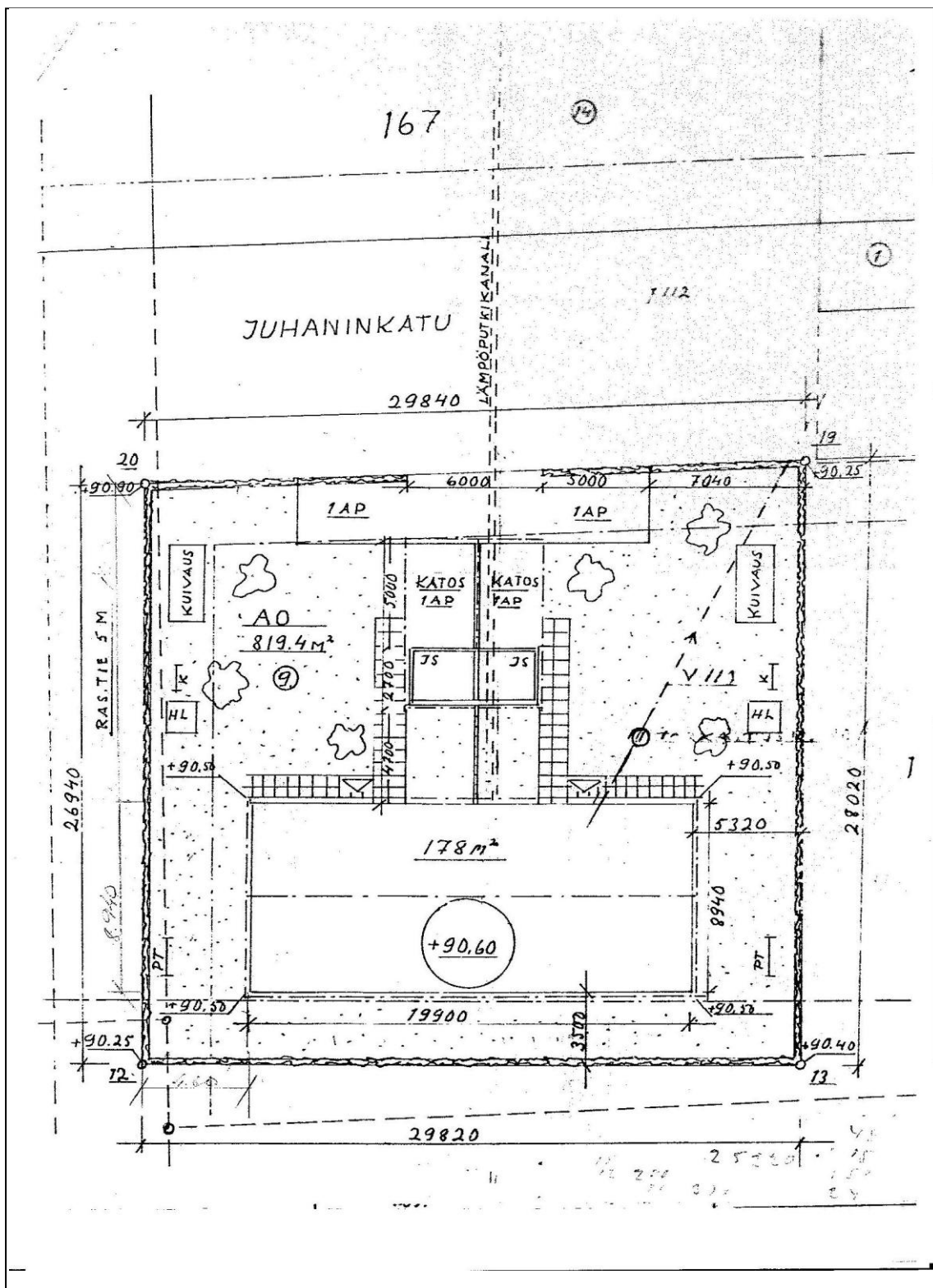
Kaukolämmön hinta 1992. Sähköpostiviesti 3.2.2011 / Jyrki Väänänen, Aluelämpö Oy.

Öljykattilan vuosihyötysuhde. Sähköpostiviesti 24.1.2011 / Petri Heikkilä, Bio-Expert Oy.

Öljyn hinta 1992. Sähköpostiviesti 8.2.2011 / Anne Maskula, Öljyalan Palvelukeskus Oy.

Pellettien hinta 1999. Sähköpostiviesti 15.2.2011 / Matti Saastamoinen, VAPO OY Pellets.

LIITE1, POHJAPIIRROS



LIITE2, LÄMMÖNTUOTTOLAITTEIDEN VUOSIHYÖTYSUHTEITA
JA LÄMPÖKERTOIMIA (lämpöpumput)

LÄMMÖNTUOTTOTAPA	HYÖTYSUHDE
Kaukolämpö	1,0
Sähkölämmitys	1,0
Uusi öljykattila, enintään 35 kW	
- tavanomainen kattila	0,70 – 0,87
- matalalämpötilakattila	0,90
Vanha öljykattila	0,65 – 0,75
Pellettikattilat	0,80
Maalämpöpumppu	2,5 – 3
Vesi/ilmalämpöpumppu	2,0

Lähde: Rakennusten lämmitysjärjestelmät (Rakennustietosäätiö RTS 2007), s.134, taulukko 3.1 ja saaduissa tarjouksissa käytetyt hyötysuhteet

LIITE3, LÄMMITYSREMONTISTA PYYDETYT TARJOUKSET

Tarjoukset on pyydetty alla mainituista yrityksistä. Useimmat yritykset tarjoavat useita lämmitysvaihtoehtoja, kuten maalämpöä, ilma/vesilämpöä ja aurinkolämpöä. Yritykset ovat tehneet tarjouksen siitä lämmitysmuodosta, joka heidän mielestään sopii taloyhtiön käyttöön parhaiten. Saadut tarjoukset ovat mahdollisimman lähelle ”avaimet käteen” – paketteja. Tarvittavat laitteistot ja asennukset sisältyvät hintaan.

Kaukolämpöä lukuun ottamatta yritysten nimet on poistettu. Osa yrityksistä ei reagoinut tarjouspyyntöön millään tavalla. Näiden yritysten kohdalla on pelkkä nimi. Tarjouspyynnöt on lähetetty pääsääntöisesti ajalla 3.1. - 15.1.2011.

KAUKOLÄMPÖ

Varkauden Aluelämpö Oy

Alustava kustannusarvion vastaanotettu 10.1.2011.

SÄHKÖLÄMMITYS

Sähkö1

Alustava tarjous ja tiedot tarvittavista muutostöistä sähköliittymän osalta vastaanotettu 17.1.2011.

Sähkö2

Sähkö3

ÖLJYLÄMMITYS

Ölly1

Edustaja vieraili kohteessa 27.1.2011. Suullinen tarjous lämpökanaalin uusimisesta: 150 € / m sisältäen kaivutyöt, tarvikkeet ja asennuksen. Ei kirjallisia tarjouksia.

Öljy2

Edustaja vieraili kohteessa 29.1.2011. Suullinen arvio kattilan ja polttimen: vaihtokustannuksista; noin 6000 € sisältäen asennustyöt. Suullinen arvio lämpökanaalin uusimisesta; 3500 € ylöspäin.

MAALÄMPÖ

Maalämpö1

Edustaja vieraili kohteessa 27.1.2011. Ei tarjousta.

Maalämpö2

Tarjous lämpökaivojen porauksesta vastaanotettu 17.1.2011.

Maalämpö3

Keskusteltu aiheesta tarkemmin puhelimitse 11.1.2011, myös vesi/ilmalämpöpumpun mahdollisuudesta. Luvattu lähettää alustava tarjous maalämmöstä; suullinen arvio koko paketista noin 55 000€. Ei kirjallista tarjousta.

Maalämpö4

Maalämpö5

Tarjous vastaanotettu 18.1.

Maalämpö6

Tarjous tehty kahdesta eri vaihtoehdosta kahdella eri pumpulla 12.1.2011.

Maalämpö7

Edustaja vieraili kohteessa 27.1.2011. Ei tarjousta.

Maalämpö8

Edustaja vieraili kohteessa 27.1.2011, ja lupasi lähettää kirjallisen tarjouksen. Suullinen tarjous kahden pumpun kattavasta järjestelmästä noin 35 000€. Tarjous saapui postitse 3.2.2011.

ILMA/VESILÄMPÖPUMPPU

Ilma/vesilämpöpumppu1

Ilma/vesilämpöpumppu2

Tarjous vastaanotettu postitse esitteitä 1.2.2011.

Ilma/vesilämpöpumppu3

PUUPELLETIT

Pelletti1

Keskusteltu aiheesta tarkemmin puhelimitse 14.1.2011. Luvattu lähettää myyjä paikanpäälle katsomaan tarkemmin tilannetta. Automaattinen uusinta teknologiaa käyttävä (muun muassa itsenuohoava) pellettipaketti asennuksineen noin 25 000 € (suullinen tarjous). Ei vierailua eikä kirjallista tarjousta.

Pelletti2

Tarjous vastaanotettu 12.1.2011.

Pelletti3

Pelletti4

Edustaja vierailut kohteessa 24.1.2011. Ei tarjousta.

MUITA TARJOUSPYYNTÖJÄ

LVI-suunnittelu1

Puhelinkeskustelun perusteella arvio suunnittelutyöstä; noin 1500€.

LVI-suunnittelu2

Puhelimitse saatu hinta-arvio LVI-suunnitelmalle, joka kattaa myös käyttövesiputkisuunnitelmat; 1000 – 1500 €.

Lämmönsiirrin1

Lämmönsiirrin2

Tarjous vastaanotettu 30.1.

Lämmönsiirrin3

Tarjous vastaanotettu 31.1.

Lämmönsiirrin4

<http://www.ara.fi/download.asp?contentid=24369&lan=fi> (luettu 9.1.2011)

2 KOHTEET, HAKIJAT, MYÖNTÄJÄ, AVUSTUKSEN SUURUUS JA AVUSTETTAVAT TOIMENPITEET

"Avustettavat toimenpiteet

Energiatohokkuuden parantaminen otetaan valtion vuoden 2011 talousarvion mukaan merkittäväällä painoarvolla huomioon myönnettäessä korjaus- ja terveyshaitta-avustuksia. Pientalon energia-avustuksen myöntäminen edellyttää jo tarkoituksensa vuoksi tämän huomioon ottamista.

Avustettavalta korjaukselta edellytetään, että sillä

- parannetaan energiataloutta tai
- otetaan lämmityksessä käyttöön uusiutuvaa energiaa."

" Tämän avustuksen piiriin kuuluvien toimenpiteiden kohteina ovat kaikenlaiset ennestään ympärivuotisessa asuinkäytössä olevat asuinrakennukset (L 4 §). Kyseessä voi siten olla pien-, rivi- tai kerrostalo."

"Avustuksen suuruus on enintään 20 % hyväksyttävistä kustannuksista. Avustusprosentti saattaa olla pienempi esim. silloin, jos määräraha ei riitä täysimääräisen avustuksen myöntämiseen kaikille hyväksyttävillä hakemuksilla."

"Avustuksella voidaan tukea öljy- tai sähkölämmityksen korvaamista pääasiallisesti uusiutuvaa energiaa hyödyntävällä päälämmitysjärjestelmällä:

- 1) maalämpöpumppujärjestelmän rakentaminen; järjestelmä hyödyntää maaperän, kallioperän tai pintavesistön lämpöä;
- 2) ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän rakentaminen;
- 3) pelletti- tai muun puulämmitysjärjestelmän rakentaminen;
- 4) polttoainevaraston rakentaminen 3 kohdassa tarkoitettua lämmitysjärjestelmää varten;
- 5) yhdistelmälämmitysjärjestelmän rakentaminen; järjestelmä hyödyntää;
 - a) yhtä 1 - 3 kohdassa tarkoitettua lämmitystapaa ja yhtä tai useampaa lisälämmitystapaa;
 - b) useampaa 1 - 3 kohdassa tarkoitettua lämmitystapaa;
 - c) useampaa 1 - 3 kohdassa tarkoitettua lämmitystapaa ja yhtä tai useampaa lisälämmitystapaa.

Lämmitysjärjestelmän korvaamista ei tueta, jos rakennetaan lämmitysjärjestelmä korvaamaan kauko- tai aluelämmitystä

"Tuki kohdistetaan siis uusiutuvaa energiaa käyttävälle em. päälämmitysjärjestelmälle. Tällä tarkoitetaan järjestelmää, jonka suunnitelmien mukainen lämmitysteho kattaa tehontarpeesta yli puolet."

" Kauko- ja aluelämmitykseen liittymistä voidaan sitä vastoin tukea VNA 18 §:n mukaisesti muulla energia-avustuksella (ks. luku 2.3)."

" Avustettavien kustannusten tulee olla kohtuulliset (L 4 §). Hyväksyttäviin kustannuksiin voivat kuulua sekä lämmön tuottoon että lämmön jakeluun tarkoitettujen laitteiden hankintakustannukset. Lisäksi avustettaviin kustannuksiin voivat kuulua kustannukset arviointi-, tutkimus-, laatu-, suunnittelu-, rakennus-, asennus-, katselmus-, säätö-, mittaus- ja purkutöistä sekä töitten valvonnasta, ei kuitenkaan laskennallista kustannusta omasta työstä tai vastikkeetta tehdystä työstä (VNA 24 §)."