

# **Lämmitysratkaisuvertailussa kauko- lämpö ja maalämpö Varkaudessa**

Varkauden Aluelämpö Oy

**Kai Lintunen**

Opinnäytetyö

---

**Valitse kohde.**



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Kai Lintunen	
Työn nimi Lämmitysratkaisuvertailussa kaukolämpö ja maalämpö Varkaudessa	
Päiväys 14.6.2012	Sivumäärä/Liitteet 56+4
Ohjaaja(t) Harri Heikura, Jyrki Väänänen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Varkauden Aluelämpö Oy (Jyrki Väänänen)	
Tiivistelmä <p>Työn tarkoituksena oli vertailla kaukolämpöä ja maalämpöä lämmitysmuotona Varkaudessa Varkauden Aluelämpö Oy:n omistaman kaukolämmön jakeluverkon alueella.</p> <p>Työssä käytettiin laitetoimittajilta saatuja laite- ja asennushintoja, joita sovellettiin vertailussa. Samoilla hinnoilla laskettiin myös takaisinmaksuajat maa- ja kaukolämpöinvestoinneille.</p> <p>Projektissa saatiin selvitettyä kauko- ja maalämmön mahdollinen kilpailutilanne Varkaudessa kaukolämmön jakeluverkon alueella. Tuloksiin vaikutti oleellisesti maalämpötoimittajilta saatujen tarjouksien rajallisuus, tekniset ratkaisut ja tehontarveanalyysit.</p>	
Avainsanat Kaukolämpö, maalämpö, lämmönsiirrin, maalämpöpumppu, lämpökaivo	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Mechanical Engineering and Production Technology			
Author(s) Kai Lintunen			
Title of Thesis Heating Solution Comparison of District Heating and Geothermal Heating in Varkaus			
Date	14.6.2012	Pages/Appendices	56+4
Supervisor(s) Harri Heikura, Jyrki Väänänen			
Client Organisation /Partners Varkauden Aluelämpö Ltd (Jyrki Väänänen)			
Abstract  <p>The purpose of the study was to compare district heating and geothermal heating in Varkaus. The district heating distribution network area is owned by Varkauden Aluelämpö Ltd.</p> <p>This study is based on device and installation prices received from equipment suppliers. The prices were used in the comparison of the heating solution systems and also for calculating the payback time of the necessary investment.</p> <p>As a result of this project the potential competition situation of district and geothermal heating in Varkaus was clarified. The limited scope of the bids, technical solutions and the power consumption analyses received from the suppliers of geothermal heating had a major impact on the results.</p>			
Keywords District heating, geothermal heating, payback,			

## KÄSITTEET JA LYHENTEET

2 Mpuk	kiinnivaahdotettu kaukolämpöjohto
bar	baari (paineen yksikkö)
G	generaattori
GWh	gigawattitunti, kulutetun energian määrä
kW	kilowatti
kWh	kilowattitunti
m <sup>2</sup>	neliömetri
Mpa	megapascal (10 <sup>6</sup> pascal)
Mpuk	kiinnivaahdotettu kaukolämpöjohto
MW	megawatti
pH-arvo	vesiliuoksen happamuusarvo
VAOY	Varkauden Aluelämpö Oy

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	YRITYSESITTELY.....	9
3	KAUKOLÄMMÖN HISTORIA .....	11
3.1	Kaukolämmitys .....	12
3.1.1	Voimalaitos .....	13
3.1.2	Vesikaukolämmityksen periaate .....	14
3.2	Kaukolämpöverkko.....	15
3.2.1	Asiakaslaitteet .....	16
4	MAALÄMPÖ.....	18
4.1	Maalämpöpumppu.....	18
4.2	Maalämmön keruu maaperästä .....	19
4.3	Maalämmön keruu vesistöistä .....	21
4.4	Lämpökaivokaivo maalämmön lähteenä .....	22
4.5	Maalämpöpumpun COP luku .....	23
5	INSINÖÖRITYÖN SUORITUS .....	24
5.1	Kohteiden valinta .....	24
5.2	Suunnitelmien teko .....	24
5.3	Tarjouskyselyjen lähettäminen .....	25
5.4	Tarjousten avaus .....	25
5.5	Tarjoushintojen vertailu.....	25
5.6	Kaukolämpötöiden kustannukset .....	25
5.7	Lämmitysmuotojen kokonaiskustannukset.....	26
6	ASIAKKAAN KUSTANNUKSET KAUKOLÄMMÖN OSALTA KOHTEITTAIN .....	27
6.1	Omakotitalo Kiiskikangas .....	27
6.2	Halli Hasinmäki kaukolämmön investointikustannus.....	29
6.3	As. Oy Areena kaukolämmön investointikustannus .....	31
7	MAALÄMMÖN INVESTOINTIKUSTANNUKSET .....	33
7.1	Omakotitalo Kiiskikangas maalämpölaitteiston kustannukset .....	33
7.2	Halli Hasinmäki maalämpölaitteiston kustannukset.....	36
7.3	Asunto osakeyhtiö Areena maalämpölaitteiston kustannukset.....	38
8	KAUKOLÄMPÖYHTIÖN INVESTOINTILASKELMAT KOHTEITTAIN.....	39
8.1	Omakotitalo Kiiskikangas .....	39
8.2	Halli Hasinmäki .....	40
8.3	Asunto-osakeyhtiö Areena .....	40
9	MAANRAKENNUSKUSTANNUKSET KOHTEITTAIN .....	41

9.1 Omakotitalo kiiskikangas maanrakennuskustannukset.....	41
9.2 Halli Hasinmäki maanrakennuskustannukset .....	42
9.3 Asunto-osakeyhtiö Areena maanrakennuskustannukset.....	43
10 ENERGIA-AVUSTUS.....	44
11 KOTITALOUSVÄHENNYS.....	45
12 ASIAKKAN LÄMMITYSRATKAISU VERTAILU KOHTEITTAIN .....	46
12.1 Omakotitalo Kiiskikangas kustannusvertailu ja takaisinmaksuaika.....	46
12.2 Asunto-osakeyhtiö Areena kustannusvertailu ja takaisinmaksuaika .....	47
12.3 Halli Hasintie kustannusvertailu ja takaisinmaksuaika .....	48
13 KAUKOLÄMMÖN KILPAILUKYKY VARKAUDESSA.....	49
13.1 Asiakkaan näkökulmasta katsoen .....	49
13.2 Kaukolämpöyhtiön näkökulmasta katsoen .....	49
14 MAALÄMMÖN KILPAILUKYKY VARKAUDESSA.....	51
15 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	52
15.1 Omakotitalo Kiiskikangas .....	52
15.2 Asunto-osakeyhtiö Areena .....	53
15.3 Halli Hasinmäki.....	53

LIITTEET: Kohteiden LVI-piirustukset

LIITTEET: Tarjousten avauspöytäkirja

## 1 JOHDANTO

Varkauden Aluelämpö Oy perustettiin vuonna 1976, jolloin yritys aloitti kaukolämpötoiminnan omilla kaukolämmön tuottamiseen ja jakeluun sopivilla laitteilla. Yhtiö ostaa pääosin energian Stora Enson Varkauden tehtailta ja tuottaa itse energiaa omilla kattilalaitoksissa ja jakaa rakentamaansa kaukolämpöverkkoa hyväksi käyttäen lämpöä varkautelaisille kuluttajille. Kaukolämmitetyissä rakennuksissa asuu n. 20 300 ihmistä eli noin 88,8 % Varkauden asukkaista. (Varkauden Aluelämpö Oy:n vuosikertomus)

Työssä vertailtiin kaukolämmön ja maalämmön perustamiseen ja käyttöön liittyviä kustannuksia erikokoisten rakennusten osalta, joita käsiteltiin uudisrakennuksina. Vertailussa otettiin huomioon lämmönlähteen elinkaari ja arvioitiin energiankulutus kyseisissä kohteissa. Seurattiin lämmitysmuotojen kehitystä 70-luvulta tähän päivään.

Työn tarkoituksena on vertailla kaukolämpöä ja maalämpöä kolmen erilaisen kiinteistön lämmitysratkaisuissa Varkauden kaupungissa.

Tutkimus tehtiin kolmen erilaisen kiinteistön osalta. Kiinteistöt olivat omakotitalo, pienkerrostalo ja teollisuushalli. Rakennukset ovat uusia, suunnitteilla olevia kohteita. Kiinteistöt tulevat sijaitsemaan olemassa olevan kaukolämpöverkoston välittömässä läheisyydessä, joten verkostorakentamisen kustannuksia runkoverkon osalta ei tutkimuksessa otettu huomioon. Maalämpöratkaisut tässä tutkimuksessa perustuvat lämpökaivoratkaisuihin.

Työssä määriteltiin kaikille kohteille kaukolämpö- ja maalämpölaitteiden elinkaari-ikä sekä lämmityslaitteiden mitoitus. Rakennuksille laskettiin lämmitysteho ja normeerattu energiankulutus. Lisäksi selvitettiin molempien lämmitysratkaisuiden rakentamiskustannukset, sekä laitteiden investointikustannukset.

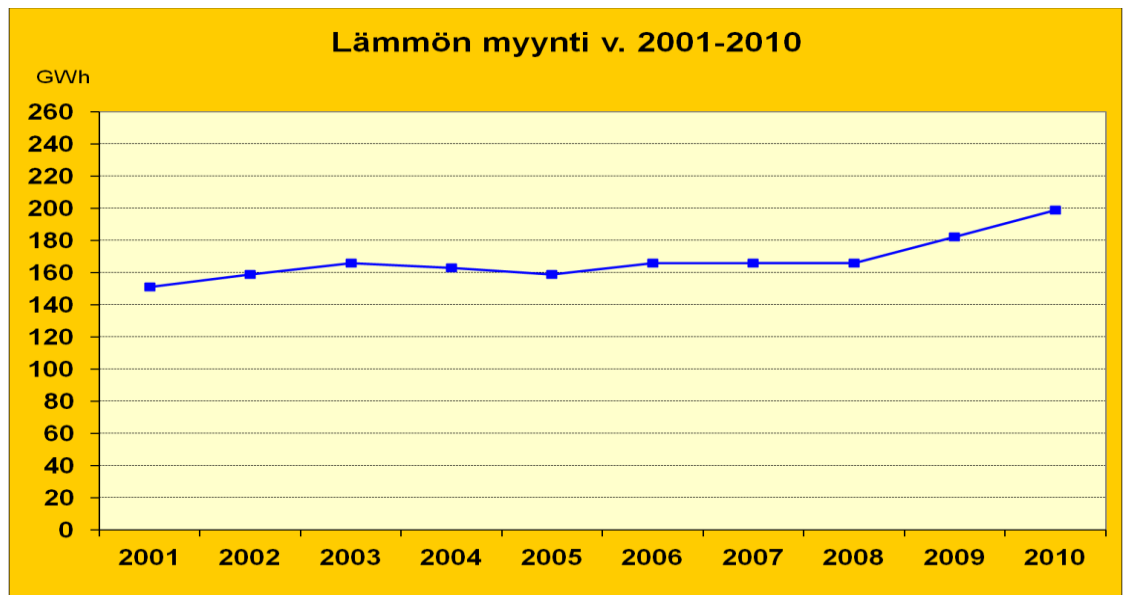
Työssä selvitettiin ko. kohteiden lämmitysratkaisuista edullisempi nykyisillä energian hinnoilla laitteistojen koko elinkaari-ajan ajalta.



## 2 YRITYSESITTELY

Varkauden Aluelämpö Oy on vuonna 1976 perustettu kaukolämpöä tuottava ja jakava yhtiö. Yhtiön toimintakertomuksen mukaan vuonna 2010 yhtiön liikevaihto oli 8,7 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä 12. Varkauden Aluelämpö Oy:n kaukolämmön myynti oli vuonna 2010 199 GWh. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Varkauden Aluelämpö Oy:n lämmönmyynnin kehitys (VAOY:n vuosikat-saus)

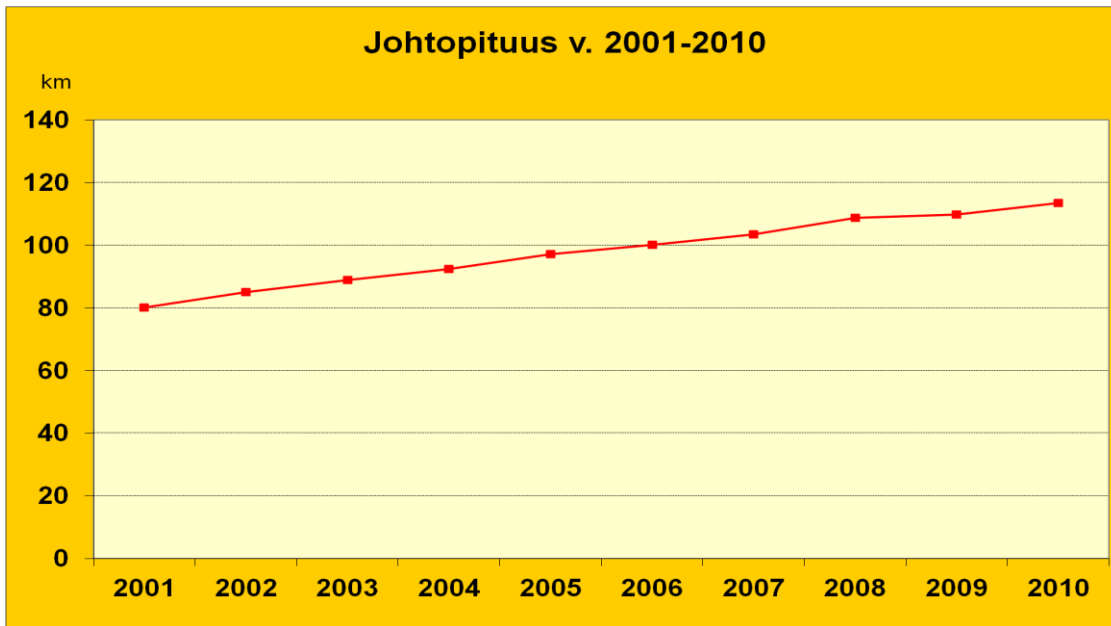


Lämmitettävä rakennustilavuus oli 4 601 189m<sup>3</sup> ja lämmitettävien rakennusten lukumäärä oli 1 567 kpl. Kaukolämmitetyissä taloissa asui n. 20 239 Varkautelaista eli n. 88 % Varkauden asukkaista.

Omistussuhteet yrityksessä ovat Varkauden kaupunki 79,9% ja Savon Voima 20,1%.

Yhtiön kaukolämmön jakeluverkon pituus on 113 454 metriä, jossa putkikoko vaihtelee välillä DN 20 - DN 300. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. lämmönjakelu johtoverkon pituuden kehitys (VAOY:n vuosikatsaus)



Yhtiöllä on huippu- ja varalämpökeskuksia viisi kpl nimellisteholtaan 57,7 MW, siirrettävien lämpökeskusten nimellisteho on 4,9 MW ja Stora Ensolla sijaitsevan lämmönvaihdinaseman nimellisteho on 60,0 MW.

### 3 KAUKOLÄMMÖN HISTORIA

Helsingin kaupungin sähkölaitos aloitti kaukolämmön toimittamisen helsinkiläisyhtiöihin ja koteihin 1900-luvun puolivälissä. Ensimmäiset asiakkaat, jotka kirjoittivat sopimukset olivat Lindströmmin pesula (14.1.1953) ja kaupungin teurastamo. (Helsingin Energia)

Sähkölaitoksen johtaja Bernhard Wuolle esitti jo 1900-luvun alussa sähkön ja lämmön yhteistuotantoa, joka mahdollistaisi kaukolämmön tuotannon. Yhteistuotanto hanke kuitenkin siirtyi sodan puhjettua, mutta 1940-luvun lopulla uusi johtaja Unto Rytönen aloitti ideoinnin uudelleen projektin suhteen. Marraskuussa 1953 Helsingin kaupunki päätti aloittaa laajamittaisen kaukolämmityksen, jonka toteuttaminen annettiin sähkölaitoksen tehtäväksi.

Aluksi kaukolämpö toimitettiin asiakkaille höyrynä. Ensimmäinen vesikaukolämpöasiakas Perhonkadun Hotelli- ja ravintolakoulu kytkettiin vesikaukolämpöön vuonna 1957.

Vuoden 1973 energiakriisin seurauksena kaukolämmön merkitys alkoi kasvaa, jonka seurauksena kaukolämmön energiataloudelliset edut huomattiin. (Kaukolämmön Käsikirja)

1980-luku oli pääasiassa kaukolämpöverkkojen laajentamisen aikaa. Lämpökuorman kasvaessa yhteistuotanto tuli mahdolliseksi. Yhteistuotantolaitokset toteutettiin joko kunnallisina hankkeina tai yhteistyössä sähköyhtiöiden kanssa.

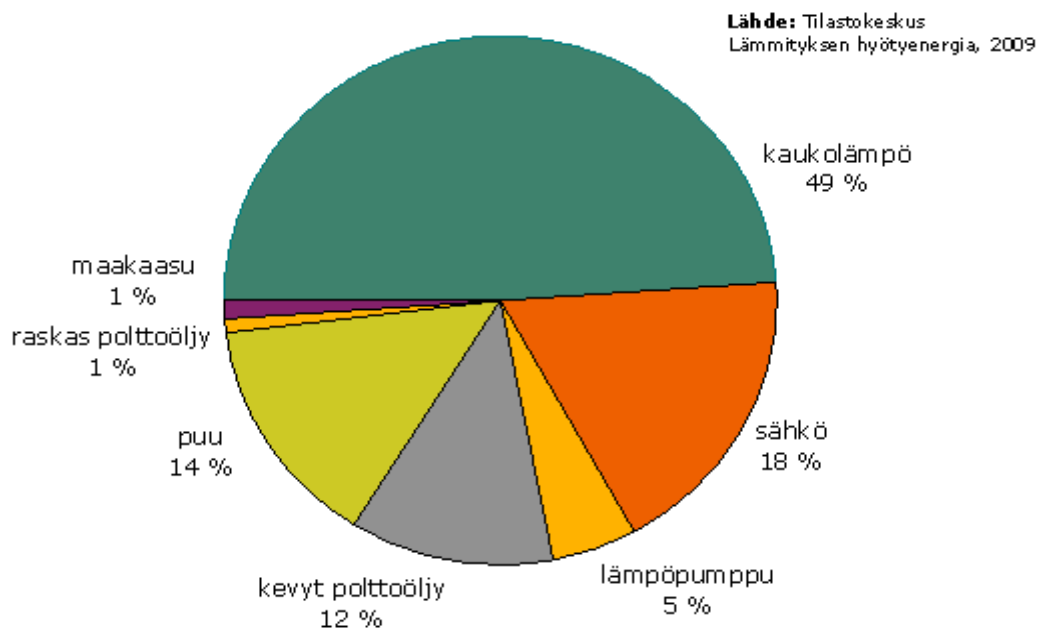
1990-luvulla kaukolämmitys vakiintui taajama-alueiden lämmitysmuotona. polttoaineena näissä on käytetty öljyn ja maakaasun lisäksi myös kotimaisia polttoaineita, turvetta ja puuhaketta.

Kaukolämmön ja yhteistuotannon investointikustannukset ovat korkeat. Yhteistuotannolla päästään kuitenkin suhteellisen alhaisiin käyttökustannuksiin, sekä korkeaan laitoksen hyötysuhteeseen.

### 3.1 Kaukolämmitys

Kaukolämpö on nykypäivänä maamme yleisin lämmitysmuoto. Se on luonnollinen ja varma taajamien lämmitystapa. Kaukolämmitystä on nykyään lähes kaikissa kaupungeissa ja taajamissa.

Noin 2,6 miljoonaa suomalaista asuu kaukolämpöaloissa. Kaukolämmityksen osuus lämmitysmarkkinoista on noin 50 % (ks. kuva 1). Kaukolämmitys on sitä edullisempää mitä tiheämpi asutus on ja mitä suurempia rakennukset ovat. Lähes 95 % asuinkerrostaloista on kaukolämmitettyjä, sekä suurin osa liike- ja julkisista rakennuksista ovat kaukolämmitettyjä. Omakotitaloista kaukolämmitettyjä on runsas 7 % lämmitysenergiasta. Suurimmissa kaupungeissa kaukolämmön markkinaosuus on yli 90 % (Energiateollisuus)



Kuva 1. Lämmityksen hyötyenergia 2009 (Energiateollisuus)

Kaukolämmön ympäristöystävällisyys ja energiatehokkuus perustuu siihen, että kaukolämpö hyödyntää muuten hukkaan menevää lämpöenergiaa, joka syntyy sähkön tuotannon yhteydessä prosessien jätelämpönä (sähkön ja lämmön yhteistuotanto)

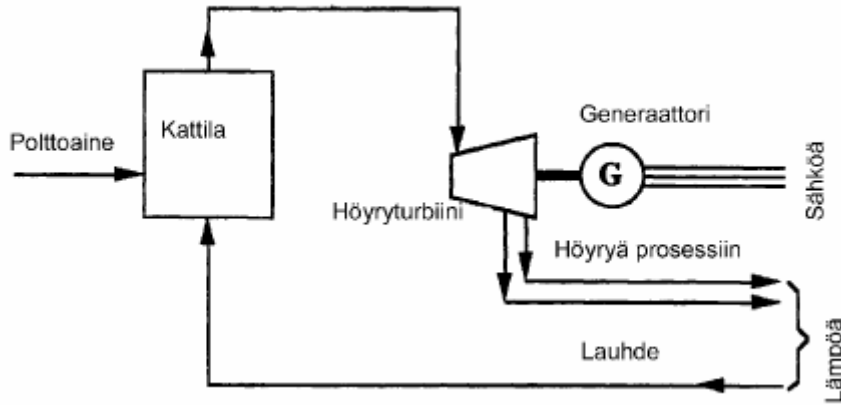
Polttoaineena käytetään kivihiiltä, turvetta, maakaasua sekä myös puuta ja uusiutuvia energialähteitä, kuten biokaasua. Lähes 80 % kaukolämmöstä saadaan yhteistuotantovoimalaitoksista (sähkö ja kaukolämpö), teollisuuden ylijäämlämpönä tai kaatopaikoilla syntyvien biokaasujen poltosta. (Energiateollisuus)

Kioton ilmastopöytäkirjan tavoitteena on kasvihuonekaasujen vähentämiseen tähtäävä globaalinen sopimus. Sopimuksen asettamien velvoitteiden vuoksi on kiinnostuttu Euroopan lisäksi myös Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa sähkön ja lämmön yhteistuotannosta. Lämmön ja sähkön yhteistuotanto katsotaankin merkittävimmäksi yksittäiseksi keinoksi vähentää kasvihuonekaasujen syntymistä.

### 3.1.1 Voimalaitos

Paperiteollisuuden prosesseissa lämmönsiirtoaineena käytetään höyryä. Höyryn avulla voidaan siirtää lämpötehoa suhteellisen helposti höyryn hyvän lämmönsiirtoominaisuuden ansiosta. Teollisuuden vastapainevoimalaitoksen edullisuus perustuu siihen, että höyryä lämmitykseen tuottavan kattilalaitoksen yhteyteen voidaan suhteellisen pienin lisäinvestoinnein rakentaa sähkövoimala. Sähkön tuotantoa varten kattilan painetasoa täytyy nostaa ja lisäksi tarvitaan turbiinilaitos. (Anne Laitinen)

Varkauden Stora Enson tehtaiden prosessit perustuvat vastapainevoimalaitoksen hyödyntämiseen. Polttoaineena käytetään puuperäisiä polttoaineita (kuori, puujäte, sellun mustalipeä) ja kierrätyspolttoaineita.



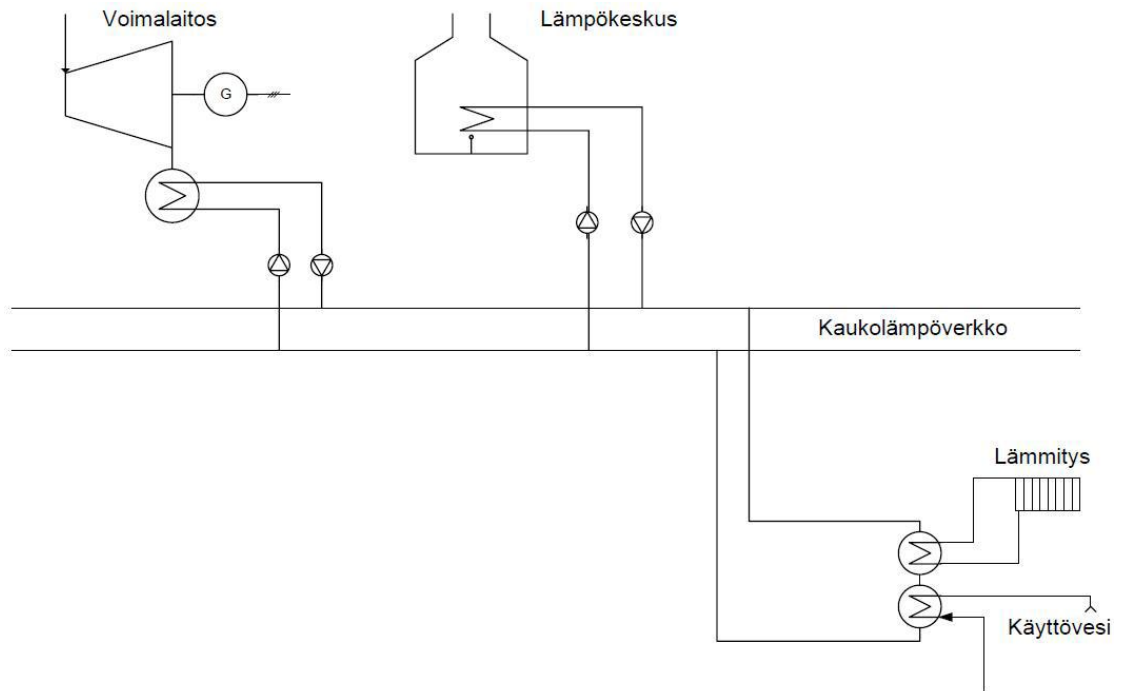
Kuva 2. Periaatekuva vastapainevoimalaitoksesta. (Energiäteollisuus)

Kuvan (Kuva 2) mukaisesti turbiinin läpi virrannut höyry johdetaan kulutuskohteisiinsa tehtaan prosesseihin sekä Varkauden Aluelämpö Oy:n kaukolämpölaitokselle. Kaukolämpölaitoksella höyry johdetaan lämmönsiirtimille joilla kaukolämpöverkoston vesi lämmitetään.

### 3.1.2 Vesikaukolämmityksen periaate

Vesikaukolämmityksessä lämpö siirtyy putkistossa kiertävän veden mukana. Luovuttuaan lämmön asiakkaan kiinteistöön palaa jäähtynyt vesi paluuputkea pitkin takaisin lämmityslaitokselle uudelleen lämmitettäväksi. Yleisimmin lämmönsiirtoon käytetään kaksiputkijärjestelmää, eli yhtä meno- ja yhtä paluuputkea. Nämä ovat samankokoiset ja muodostavat yhdessä kaukolämpöjohdon. (Kaukolämmön käsikirja)

Vesikaukolämpöjärjestelmä onkin kokonaisuus, jonka pääosia ovat lämmityslaitokset, lämmönsiirtoon tarvittava putkisto, eli kaukolämpöverkko ja lämmön vastaanottoon tarvittavat asiakaslaitteet. Kaukolämpöä saadaan kuljetettua lämpölaitosten ja välipumppaamojen avulla. Vesi lämmitetään voimalaitosten lämmönsiirtimissä tai lämmityslaitosten kattiloissa ja jäädytetään asiakkaiden lämmönsiirtimissä tai suoraan lämmönkulutuskojeissa, joista vesi palaa lämmöntuotantolaitoksille uudelleen lämmitettäväksi.



Kuva 3. Kaksiputkijärjestelmän periaatekuva.

### 3.2 Kaukolämpöverkko

Kaukolämmön siirto tapahtuu pääasiassa kiinnivaahdotetulla johtojärjestelmällä (2Mpuk, Mpuk), joka on nykyään lähes yksinomaan käytetty johtotyyppi. (ks. kuva 4)



Kuva 4. Kiinnivaahdotetun kaukolämpöjohdon liittäminen Varkaudessa

Kaikkien putkien mitoitus perustuu 1,6 MPa (16 bar) suunnittelupaineeseen sekä  $\leq 120^{\circ}\text{C}$  käyttölämpötilaan.

Putkistoissa lämmönsiirtoaineena toimiva vesi täytyy käsitellä, jotta putkistoissa ei esiintyisi korroosiota. Yleisimmät korroosion aiheuttajat ovat veteen liuenneet kaasut, kuten happi ja hiilidioksidi, liian korkea tai liian alhainen pH-arvo. Happikorroosiota esiintyy siellä, missä happipitoinen vesi on kosketuksissa teräkseen. (Kaukolämmön käsikirja)

### 3.2.1 Asiakslaitteet

Epäsuorassa kytkennässä asiakkaalla on oma lämmityskiertoonsa, jossa vesi lämmitetään kaukolämpövedellä erillisessä lämmönjakokeskuksessa. (ks. kuva 5) Sääntöteknisistä syistä on patteriverkkoa ja ilmastointia varten yleensä erilliset lämmönsiirtimet. Käyttövesi lämmitetään suorassakin kytkennässä omalla lämmönsiirtimellä. (Kaukolämmön käsikirja)



Kuva 5. Asiakkaan lämmönjakokeskus

Kaukolämpölaitteita valmistavat mm. Gebwell, Alfa Lawal ja Danfoss.



Asiakkaat ottavat lämmön vastaan lämmönjakokeskuksessa, johon kuuluvat käyttöveden ja lämmityksen lämmönsiirtimet ja mahdollisesti myös ilmanvaihdonsiirrin. Laitteistot ovat tehdasvalmisteisia, joten paketissa on myös pumput, mittarit, säätölaitteet, paisunta ja varolaitteet. (Energiateollisuus)

Kaukolämpölaitteet suositellaan asennettavaksi erilliseen laitetilaan. Laitteet eivät vaadi suurta tilaa, koska ei tarvita kattilaa, lämminvesivaraajia eikä polttoainevarastoja.

## 4 MAALÄMPÖ

Maalämpö on aurinkoenergiaa. Kesäaikana auringon tuottamaa lämpöä varastoituu maa- ja kallioperään sekä vesistöihin auringonpaisteen ja sateiden kautta. Talvisin auringon lämmittävä vaikutus on niin vähäistä, että on turvaututtava varastoituneeseen aurinkolämpöön. Tutkimusten mukaan n. 3 % osuus vuotuisesta maahan varastoituneesta energiasta riittää vuotuisen lämmöntarpeen kattamiseen. (Sulpu)

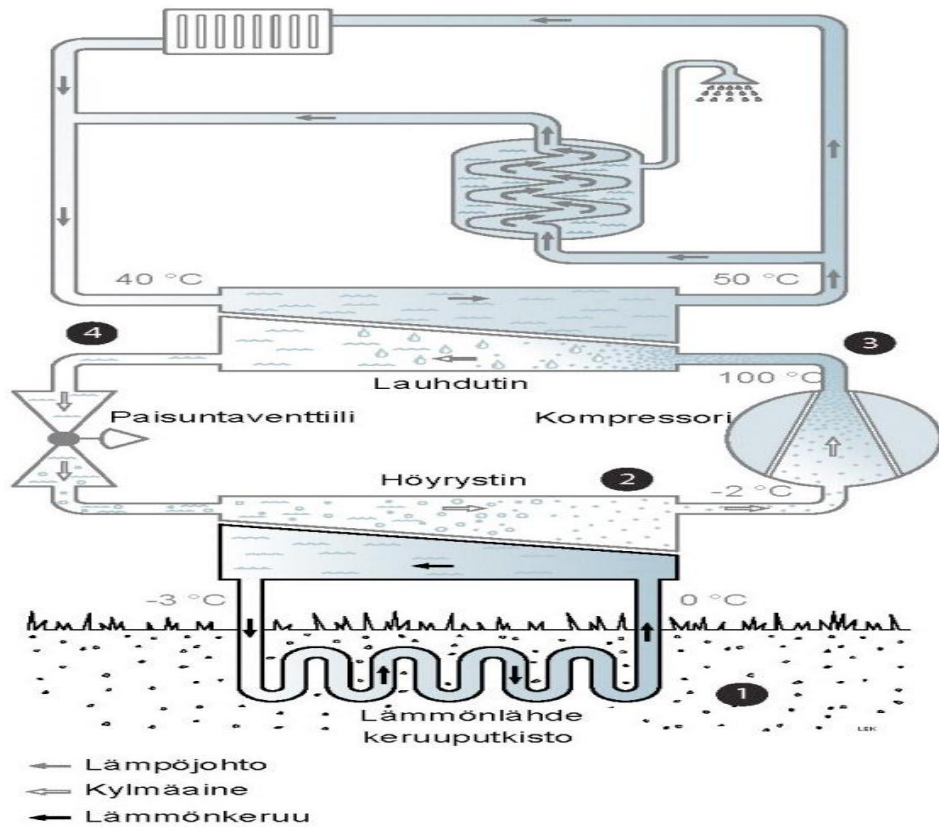
Maalämmön keruupiirejä voidaan asentaa maahan, veteen tai porata ns. lämpökaivoja, joista varastoitunut energia saadaan hyväksikäytettyä maalämpöpumpun avulla.

### 4.1 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppu, jossa vuosikiertoisen, kesällä ympäristöömme varastoituneen aurinkolämmön keruu tapahtuu maahan, kallioon tai vesistöön upotetussa muoviputkistossa kierrätettävällä kylmällä jäätymättömällä liuksella höyrystinlämmönsiirtimelle, jossa lämmön siirtyminen kylmäaineeseen tapahtuu, jonka jälkeen kompressori puristaa höyrystyneen kaasun korkeaan paineeseen, jolloin se lämpenee. Kylmäaineesta lämpöenergiaa luovutetaan lauhtutin-lämmönsiirtimessä vesikiertoiseen, mieluiten matalalämpöiseen lattialämmitysjärjestelmään ja/tai käyttöveteen (ks. kuva 6). Mitoittaminen mahdollisimman korkeaan höyrystyslämpötilaan ( 0 - +3 °C) ja vastaavasti alhaiseen lauhtumislämpötilaan (+35 - +40 °C) parantaa merkittävästi lämpöpumpun hyötysuhdetta. Käyttöveden loppukuumennus (priimaus) suoritetaan erillisessä varaajassa sähkövastuksella. (Sulpu)

Maapiiriä voidaan kesäaikana käyttää rakennuksen sisäilman viilentämiseen suhteellisen helposti ja edullisesti liittämällä liuospiirin kiertoon asennettu patteri (puhallin-konvektori) ja kierrättää liuospiiriä sen kautta.

Lämpöpumppujen toiminta perustuu siihen, että kylmäaine höyrystyessään sitoo energiaa ja höyry puristettaessa korkeampaan paineeseen lämpenee ja lauhtuessaan höyrystynyt kylmäaine luovuttaa energiaa.



Kuva 6. Maalämpöpumpun toimintaperiaate (Aurelia)

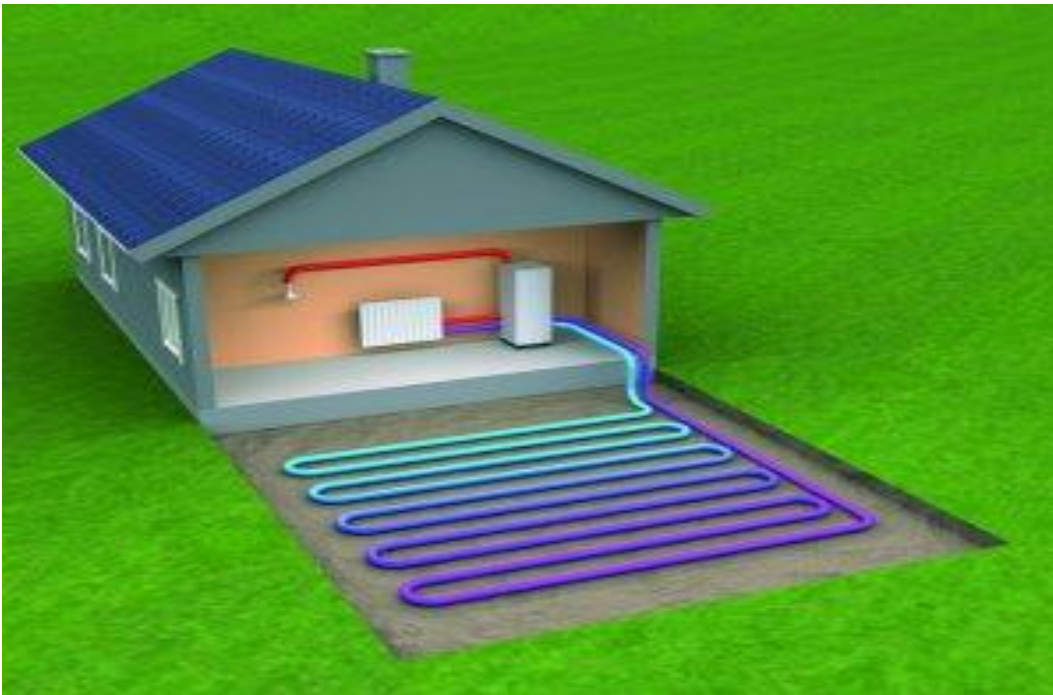
#### 4.2 Maalämmön keruu maaperästä

Maaperään vaakasuoraan asennettavien keruuputkistojen mitoitus on erittäin tarkkaa ja vaativaa työtä, koska jokaisessa kohteessa maaperä on erilainen niin lämmönjohtavuudeltaan, kuin kosteuspitoisuudeltaan, jotka molemmat voivat vaihdella suuresti-kin pienellä alueella, joten niiden tutkimiseen kannattaa uhrata suunnitteluvaiheessa aikaa. Karkeana putkimäärän ohjearvona voidaan pitää arvoa 1-2 putkimetriä lämmitettävää rakennuskuutiota kohden ja tonttimaata tarvitaan n.  $1,5\text{m}^2$  yhtä putkimetriä kohti. Maaperään sijoitettavien keruuputkien käytölle hyvät ja huonot puolet aiheuttavat käytössä oleva maaperän koko ja sijainti. (Sulpu)

Taulukko 3. Ohjeellisia arvoja maasta vuotuisesti saatavalle lämpöenergialle kWh/m. (Sulpu)

Sijainti	Savi	Hiekka	
Etelä-Suomi <sup>1</sup>	50...60	30...40	<sup>1</sup> Linjan Kokkola – Savonlinna eteläpuoli
Keski-Suomi	40...45	15...20	
Pohjois-Suomi <sup>2</sup>	30...35	00...10	<sup>2</sup> Lappia lukuun ottamatta

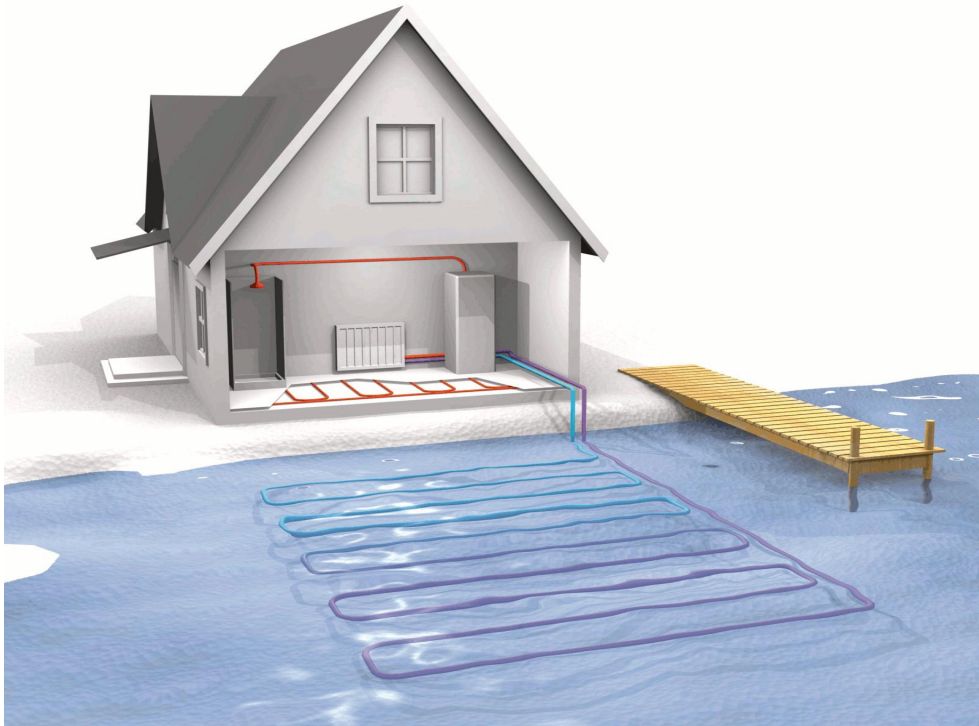
Putkisto kaivetaan noin 0,7 - 1,2 metrin syvyyteen maahan niin, että putkiklenkkien väli on noin 1,5 metriä kuitenkin vähintään 1,2 metriä. Upotussyvyyden oikea valinta on tärkeää. Putkisto upotetaan etelässä matalammalle, kuin pohjoisessa jossa putkiston joutuu kaivamaan hieman syvemmälle johtuen maaperän routarajasta, joka on pohjoisessa syvemmällä. Putkisto täytyy ilmata hyvin ennen käyttöönottoa. (Sulpu)



Kuva 7. Lämmön keruu maaperästä vaakasuoraan asennetulla putkistolla (Danfoss)

### 4.3 Maalämmön keruu vesistöstä

Vesistön käyttöä lämmönlähteenä soveltuvat kokemuksen mukaan järvet, lammet ja merenrannat, jotka ovat kuitenkin 2 metriä syviä jo rannan läheisyydestä. Vesistöissä käytetään muuten samaa tekniikkaa, kuin maahan asennettavissa keruuputkissa, mutta putkisto täytyy ankkuroida vesistön pohjaan putkien ympärille noin 4-5 metrin välein kiinnitettävillä noin 5-10 kg:n betonipainoilla. Tämä siitä syystä, että putken ympärille mahdollisesti muodostuva jääkerros ei nosta putkistoa pintaan pintajään alle, johon se jäätyy kiinni ja jäidenlähtö voisi viedä putkiston mennessään. Putket on aina vietävä avoveteen pohjan läheltä routarajan alapuolelta, koska putket voivat jäätyä kiinni vesistön jääpeitteeseen ja esim. veden pinnan nousu voi repiä putket poikki. asennuksen yhteydessä on hyvä käyttää sukeltajaa apuna tarkistamassa putkien asettuminen pohjaan. Putkiston sijainnista on syytä piirtää kartta ja merkitä rannalle ankkuroinnin kieltävät kyltit. Vesistöistä vuodessa saatava teho on noin 70-80 kWh/metri putkea. Jos lämpöä kerätään vesistöistä siihen tarvitaan aina vesistön omistajan lupa. (Sulpu)



Kuva 8. Lämmönkeruuputkien asennus vesistöön (Thermia)

#### 4.4 Lämpökaivokaivo maalämmön lähteenä

Lämpökaivo on nykyään yleisin lämmönlähde. Se sopii hyvin pienille tonteille ja saaneerauskohteisiin. Kallioon poraaminen on helpompaa ja halvempaa, kuin maahan poraaminen, sillä maahan porattaessa on porausreikään työnnettävä suojaletku, joka pitää reiän auki ja estää pintaveden pääsyn pohjaveteen. (Motiva)

Lämpökaivon syvyyteen vaikuttavat rakennuksen lämmöntarve ja porakaivon vedentuotto. Veden saanto lisää lämpökaivosta talteen otettavan energian määrää, mutta kaivon ei välttämättä tarvitse tuottaa vettä. Mikäli vettä ei saada kaivo yleensä täytetään vedellä.

Lämpökaivon maksimisyvyys on käytännössä 200 - 250 metriä. Aktiivisella syvyydellä tarkoitetaan sitä kaivon osuutta, joka on vuoden ympäri veden täyttämä.

Jos yksi kaivo ei tuota riittävästi lämpöä, porataan useampia kaivoja vähintään 15 – 20 metrin välein, jos joudutaan poraamaan useampia reikiä reiät voi porata myös ns. viuhkana, eli käytetään n. 15° porauskulmaa. Etäisyys naapurin lämpökaivoon on myös huomioitava. Lämpökaivon lämpötila vaihtelee vain 2 – 3 astetta vuoden aikana. Lämpökaivoja voidaan käyttää kesällä myös viilentämiseen.

Lämpökaivon vettä ei saa käyttää talousvetenä. Jos kaivo tuottaa vettä niin paljon, että sitä saadaan käyttöön imupumpulla, sitä voidaan käyttää esim. puutarhan kasteluun.



Kuva 9. Lämmönkeruu kallioperästä ns. lämpökaivo (Thermia)

#### 4.5 Maalämpöpumpun COP luku

Maalämpöpumpun COP luku (Coefficient Of Performance), kertoo lämpöpumpun suorituskertoimen määrätyissä olosuhteissa.

Ilmalämpöpumpuissa ilmoitetut COP arvot on mitattu yleensä  $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa. Jos COP arvon ilmoitetaan olevan 5, saadaan yhdellä kWh:lla tuotettua 5 kWh lämpöä. COP arvo on riippuvainen käytetystä teknologiasta sekä vallitsevista olosuhteista. Maalämmön COP arvo on riippuvainen tuotettavasta loppulämpötilasta.

Tässä työssä käytetty COP luku on 3. COP luku voi olla jossain tapauksessa isompikin, mutta todennäköinen hyötysuhde on 3.

## 5 INSINÖÖRITYÖN SUORITUS

Varkauden Aluelämpö Oy:llä oli tarjolla opinnäytetyön aiheita useampia, joista valitsimme aiheeksi vertailla kaukolämmön ja maalämmön investointi- ja käyttökustannuksia Varkaudessa kaukolämmön runkoverkon alueella.

Kohteiksi valitsimme kolme kiinteistöä Varkaudesta, jotka ovat runkoverkon alueella ja mahdollisia liittää niin kaukolämpöön, kuin maalämpöön. Kohteiksi valittiin omakotitalo, teollisuushalli ja kerrostalo.

Seuraavissa luvuissa esitetään kohteet ja niiden suoritusjärjestys

### 5.1 Kohteiden valinta

Kohteiksi valitsimme omakotitalon nimeltään okt-Kiiskikangas, kerrostalo As Oy Areena ja Halli Hasinmäki. Valintakriteerinä oli, että kaikki kiinteistöt ovat Varkauden Aluelämmön omistaman runkoverkon alueella ja kyseiset kiinteistöt ovat tyyppillisimpiä rakennuksia Varkauden alueella mitä viimeaikoina on liitetty kaukolämpöön ja todennäköisesti on liittymässä myös tulevaisuudessa kaukolämpöön. sekä kiinteistöihin on mahdollista asentaa maalämpölaitteisto huolehtimaan energian tarpeesta.

### 5.2 Suunnitelmien teko

LVI-suunnitelmat kaikkiin kohteisiin tilattiin paikalliselta insinööritoimistolta. Suunnitelmissa määritettiin kiinteistöjen tehontarpeet lämmityksen osalta. Suunnitelmissa otettiin huomioon mahdollisuus liittää kiinteistö niin kaukolämpöön, kuin maalämpöön. Porakaivojen tehonmäärittely jätettiin mahdollisen toimittajan vastuulle, koska heillä on paras arviointikyky kuinka monta lämpökaivoa täytyy porata. Kohteista ei ole tehty maaperäkartoitusta ja tarkoitus oli pyytää kyseisistä kohteista kokonaisurakka. Tätä varten LVI-suunnitelman lisäksi tarjouspyyntöihin liitettiin asemakaavakuva, jota tarvitaan kaukolämpöputkiston suunnittelussa, sekä laki vaatii rakennusluvan hakemisen maalämmön keräysputkiston osalta.



### 5.3 Tarjouskyselyjen lähettäminen

Saatujen LVI-suunnitelmien pohjalta lähetimme kirjalliset tarjouspyynnöt neljälle eri laitetoimittajalle, jotka myyvät lämmönsiirtimiä. Samoilla suunnitelmilla lähetimme myös tarjouskyselyn maalämpöpumppujen laitetoimittajalle. Tarjouspyynnöt lähtivät myös neljälle eri LVI-urakoitsijalle saatteineen, jossa urakoitsijalta pyydettiin urakkahintaa laitteiden asennuksesta töineen ja tarvikkeineen. Samalla selvitettiin urakan mahdollinen toteutumisajankohta ja urakkatarjousten viimeinen jättöpäivä.

### 5.4 Tarjousten avaus

Tarjoukset avattiin tarjouskyselyn päättymisen jälkeen tarjouspyyntöihin ilmoitettuna ajankohtana. Tarjouksista tehtiin avauspöytäkirja (liite 4).

### 5.5 Tarjoushintojen vertailu

Kaukolämmön laitetoimittajien ja urakoitsijoiden tarjousten perusteella käytin selvityksessä tarjottujen hintojen keskiarvoa. Tällä vältettiin tarjoajien mahdollisten hinnoitteluvirheiden vaikutus lopputulokseen, sillä varsinaisia tarjouksia selventäviä urakaneuvotteluja ei käyty.

### 5.6 Kaukolämpötöiden kustannukset

Kaikissa suunnitelluissa kohteissa suoritettiin rakennusteknisten töiden sekä putki- ja eristystöiden katselmus kiinteistön ulkopuolisista kaukolämpötöistä. Katselmuksessa määritettiin toteutettava putkireitti kiinteistöön, urakkaraja sisä- ja ulkopuolisten töiden välillä sekä niiden perusteella tarvittavien kaukolämpötöiden yksikköluettelo.

Varkauden Aluelämpö Oy:n voimassa olevien kaukolämpötöiden vuosiurakkasopimusten yksikköhintojen ja kohteissa määritettyjen yksiköiden perusteella määritettiin kaukolämpötöiden kokonaishinta kohteittain.

## 5.7 Lämmitysmuotojen kokonaiskustannukset

Lämmitysmuotojen kokonaiskustannuksissa huomioidaan tuotteiden elinkaariaikana olevat huoltokustannukset laitteiden toimittajan antaneen elinkaarimallin aikana. Kustannuksissa otettiin huomioon kokonaiskustannusarvio lämmityskustannuksista vuositasolla. Varkauden Aluelämpö Oy käyttää omassa sisäisessä arviossaan kiinteistön kaukolämpöön liittymiseen kaukolämpöverkkoon investointilaskelmaa, jossa huomioidaan liittymismaksu, perusmaksu ja arvioitu lämmönkulutus 5 vuoden ajalta.

## 6 ASIAKKAAN KUSTANNUKSET KAUKOLÄMMÖN OSALTA KOHTEITTAIN

Tässä kappaleessa on tarjousten mukaan saadut ja lasketut hinnat siirtimien, kuin myös Varkauden Aluelämpö Oy:n tariffien mukaiset liittymis- ja perusmaksut. Investointilaskelmassa on otettu maanrakennus huomioon. Liittymismaksuun sisältyy kaivutyötä asiakkaan tontilla 20 m ja ylimenevästä osasta kaivu- ja putkitöiden veloitus-hinta on 141 €/m

### 6.1 Omakotitalo Kiiskikangas

Omakotitalo Kiiskikangas on lämmitettävältä pinta-alaltaan n.244m<sup>2</sup> suuruinen omakotitalo, jota käytettiin laskelmien perusteena. Alla olevasta taulukosta näkyy asiakaslaitteiden hinta, asennushinta, ja Varkauden Aluelämmön liittymis- ja perusmaksujen hinnat, sekä tämänhetkinen energian hinta €/MWh. (ks.taulukko 1). Kiinteistön liittymisteho (tilausteho) on 25,7 kW, joka tulee käyttöveden tehosta 10 % ja lämmityksen tehosta 100 %. Kiinteistö kuuluu 1 asiakasryhmään. Taulukkoon on laskettu uuden ja vanhan kiinteistön kustannukset.(Taulukko 3)

#### TAULUKKO 4. Kaukolämmön investointikustannus okt-Kiiskikangas

##### Okt-Kiiskikangas (25,7 kW)

yht.

Lämmönsiirrin	GST	4 200 €	5 166 €	ka.hinta 4483 €	<b>5 166 €</b>
Lämmönsiirrin	Alfa Lawal	2 800 €	3 800 €	Paine-erosäädin 290 €	<b>3 800 €</b>
Liittymismaksu Vanha kiinteistö	1 890 €				
Liittymismaksu uusi kiinteistö	3 780 €				
Lämmönsiirtimen asennus	6 724 €				
Perusmaksu	264,50 €				
Energian hinta	54,87 €/MWh				

**Yhteensä Uusi kiinteistö** **14 987 €** Perusmaksu 264,50 €/a

**Yhteensä vanha kiinteistö** **13 097 €** Perusmaksu 264,50 €/a

#### Uuden kiinteistön kustannukset

Liittymismaksu uusi kiinteistö	3780 €
Lämmönsiirrin	4483 €
Lämmönsiirtimen asennus	6724 €
<b>Yhteensä uusi kiinteistö</b>	<b>14 987 €</b>

Vanha kiinteistö samat asennus ja laite hinnat vain liittymismaksu muuttuu yhteensä 13 097 €

Liittymismaksu, joka lasketaan seuraavasti:

Tilausteho 25,7 kW  $P = K \times n \times a1$  (kaava 1)

jossa:

M= liittymismaksu, €

K= kustannuskerroin, joka on 0,63

n= ikäkerroin, jossa vanhat kiinteistöt kerroin on 0,5 ja uudet kiinteistöt 1

a1= liittymismaksun vakio-osa, joka on 6000

jolloin saadaan:  $M = 0,63 \times 1 \times 6000 = 3780 \text{ €}$

Perusmaksu, joka lasketaan seuraavasti:

Asiakasryhmä 1  $N = K \times 0,385 \times 750 \times L$  (kaava 2)

jossa:

N= perusmaksu, €

K= kaukolämpöyhtiön kiinteistä kustannuksista johtuva kerroin, joka on 1,145

0,385= lämpöyhtiön perusmaksun laskennallinen kerroin

750= kiinteistön kokoon liittyvä laskennallinen kerroin

L= lämmitystarvelukujen suhde, joka on 0,8

jossa:  $N = 1,145 \times 0,385 \times 750 \times 0,8 = 264,50 \text{ €}$



Kuva 9. omakotitalon lämmönsiirrin (Gebwell)

## 6.2 Halli Hasinmäki kaukolämmön investointikustannus

Halli Hasinmäki on teollisuushalli Varkaudessa, joka on lämmitystilavuudeltaan 7616 m<sup>3</sup>. Seuraavana olevasta taulukosta näkyy kaukolämpö liittymään liittyvät kustannukset (ks. taulukko 4) perus- ja liittymismaksuineen uuden ja vanhan kiinteistön osalta.

## Taulukko 5. kaukolämmön investointikustannus Halli Hasinmäki

Halli (110kW)					yht.
Lämmönsiirrin	GST	6 500 €	7 995 €	ka. Hinta 7924 €	<b>7 995 €</b>
Lämmönsiirrin	Alfa Lawal	6 100 €	7 503 €	Paine-erosäädin 350 €	<b>7 853 €</b>
Liittymismaksu Vanha kiinteistö		9 059,40 €			
Liittymismaksu uusi kiinteistö		18 118,80 €			
Lämmönsiirtimen asennus ja tarvikkeet		8 100 €			
Perusmaksu		2948,92 €/a			
Energian hinta		54,87 €/MWh			
<b>Yhteensä Uusi kiinteistö</b>					<b>34 142,80 €</b> ja Perusmaksu 2948,92 €/a
<b>Yhteensä vanha kiinteistö</b>					<b>25 083,40 €</b> ja Perusmaksu 2948,92 €/a

Liittymismaksu, joka lasketaan seuraavasti:

Tilausteho 110 kW  $M = K \times n \times (a_2 + b_2 \times Q)$  (kaava 3)

jossa:

M = liittymismaksu, €

K= kustannuskerroin, joka on 0,63

n= ikäkerroin, jossa vanhat kiinteistöt kerroin on 0,5 ja uudet kiinteistöt 1

a<sub>2</sub>= liittymismaksun vakio-osa, joka on 5000

b<sub>2</sub>= liittymismaksun tilaustehoon sidottu osa, joka on 216

Q= tilausteho 110 kW

jolloin saadaan:  $M = 0,63 \times 1 \times (5000 + 216 \times 110) = 18\,118,80 \text{ €}$

Perusmaksu, joka lasketaan seuraavasti:

Asiakasryhmä 3  $P = K \times 0,268 \times (150+86 \times Q)$  (kaava 4)

jossa:

$P$  = perusmaksu, €

$K$  = 1,145

0,268 = lämpöyhtiön perusmaksun laskennallinen kerroin

150+86 = kiinteistön kokoon liittyvä laskennallinen kerroin

$L$  = lämmitystarvelukujen suhde, joka on 0,8

jolloin saadaan:  $P = 1,145 \times 0,268 \times (150 + 86 \times 110) = 2948,92 \text{ €}$

### 6.3 As. Oy Areena kaukolämmön investointikustannus

Asunto osakeyhtiö Areena on kerrostalo Varkaudessa, jonka tilausteho on 80 kW.

Alla olevasta taulukosta näkyy kaukolämpö liittymään liittyvät kustannukset (ks. taulukko 5) perus- ja liittymismaksuineen uuden ja vanhan kiinteistön osalta.

Taulukko 6. kaukolämmön investointikustannus Areena

#### Kustannusvertailu kaukolämpö

Areena (80kW)	Valmistaja	Hinta alv 0%	Hinta alv 23 %	Lisälaitteet	Yhteensä
Lämmönsiirrin	GST	4 700 €	5 781 €	Siirtimien keskiarvo hinta 5719,50 €	5 781 €
Lämmönsiirrin	Alfa Lawal	4 600 €	5 658 €		5 658 €
Liittymismaksu Vanha kiinteistö		7 018,20 €			7 018,20 €
Liittymismaksu uusi kiinteistö		14 036,40 €			14 036,40 €
Lämmönsiirtimen asennus ja tarvikkeet		6 900 €			
Perusmaksu		2157,20 €/a			2157,20 €/a
Energian hinta		54,87 €/MWh			
<b>Yhteensä Uusi kiinteistö</b>					<b>26 655,90 €</b>
<b>Yhteensä vanha kiinteistö</b>					<b>19 637,70 €</b>

Liittymismaksu, joka lasketaan seuraavasti:

Tilausteho 80 kW  $M = K \times n \times (a_2 + b_2 \times Q)$  (kaava 5)

jossa:

M= liittymismaksu €

K= kustannuskerroin, joka on 0,63

n= ikäkerroin, jossa vanhat kiinteistöt kerroin on 0,5 ja uudet kiinteistöt 1

a<sub>2</sub>= liittymismaksun vakio-osa, joka on 5000

b<sub>2</sub>= liittymismaksun tilaustehoon sidottu osa, joka on 216

Q= tilausteho (80 kW)

jolloin:  $M = 0,63 \times 1 \times (5000 + 216 \times 80) = 14\,036,40 \text{ €}$

Perusmaksu, joka lasketaan seuraavasti:

Asiakasryhmä 3  $N = K \times 0,268 \times (150 + 86 \times Q)$  (kaava 6)

jossa:

N= perusmaksu, €

K= 1,145

0,268= lämpöyhtiön perusmaksun laskennallinen kerroin

150+86= kiinteistön kokoon liittyvä laskennallinen kerroin

L= lämmitystarvelukujen suhde, joka on 0,8

jolloin:  $N = 1,145 \times 0,268 \times (150 + 86 \times 80) = 2157,22 \text{ €}$



## 7 MAALÄMMÖN INVESTOINTIKUSTANNUKSET

Maalämpölaitteiden hintana käytettiin Gebwell Oy:ltä saatuja tarjouksia kyseisistä kohteista, koska tarjouskyselyistä huolimatta emme saaneet muilta laitetoimittajilta tarjouksia maalämpölaitteistoista. Syitä tarjouksien saapumatta jäämiseen voi vain arvailla.

Olimme työnohjaaja Jyrki Väänäsen kanssa päivän vierailulla Gebwell Oy:n toimipisteessä Leppävirralla, jossa isäntänä toimivat myyntipäällikkö Petrus Monni ja aluepäällikkö Juha Liukkonen. Vierailu oli erittäin tarpeellinen työn jatkoa ajatellen ja samalla vierailulla saimme myös tarjoukset kyseisten kohteiden maalämpölaitteistojen hinnoista ja lämpökaivojen porauskustannuksista.

Maalämpölaitteistoissa lämmönlähteenä käytettiin ns. lämpökaivoa, joka kohteessa. Kohteina olivat samat kiinteistöt, kuin edellä kaukolämmölle lasketut kustannukset. Perusteena lämpökaivo ratkaisulle oli tonttien rajattu koko, sijainti, porakaivon huoltovapaus ja tilanpuute kyseisissä kiinteistöissä. Lämpökaivojen määrä koostui LVI-suunnitelman perusteella. LVI-suunnitelmassa mitoituslämpötilana käytettiin paikkakunnan mitoituslämpötilaa, joka on  $-32^{\circ}\text{C}$ .

### 7.1 Omakotitalo Kiiskikangas maalämpölaitteiston kustannukset

Omakotitalo Kiiskikangas on lämmitettävältä pinta-alaltaan  $n.244\text{m}^2$  suuruinen omakotitalo, jota käytettiin laskelmien perusteena. Alla olevista taulukoista näkyy maalämpölaitteiden hinta, varaaja, asennus ja lämpökaivon porauksen hinta. Lämpökaivoja kohteeseen tulisi 2 kpl syvyydeltään  $n. 200\text{ m}$ . (Taulukko 6)



Kuva 10. maalämpöpumppu ja integroituvaraaja (Gebwell)

## Taulukko 7. maalämmön kustannukset okt-Kiiskikangas

## Kustannusvertailu ml (Okt)

Okt	alv 0 %	alv 23 %		
Lämpöpumpun malli	T 20			
MI-pumpun hinta	<b>6 786,67 €</b>	<b>8 347,60 €</b>		
Min. sulake koko lämpöpumpulle	3*16 A			
Arvioitu lämmityksen tehontarve	20 kW			
Lämmityksen arvioitu vuotuinen tehontarve	36 000kWh/a			
Arvio ilmaisenergian osuudesta	27 000 kWh/a			
Rahti	82,00 €	100,86 €		
<b>Lämmityksen säätöryhmät</b>				
LSR Alpha 2-60 kW 2kpl	990,99 €	1 218,92 €		
Avs 75 1 kpl	148,04 €	182,09 €		
<b>Muut lisävarusteet</b>				
Siemens etäyhteys	767 €	943,41 €		
Maapiirin täyttöventtiiliryhmä 1 piirinen 15-25 kW	410,00 €	504,30 €		
<b>Varaajat</b>				
G-energy 2000 I	3 286,67 €	4 042,60 €		
Varaajan lisävarusteet:				
Ylävastus 3 kW	165 €	202,95 €		
Alavastus 9 kW termostaatein	204 €	250,92 €		
Rahti	102,50 €	126,08 €		
<b>Maalämpölaiteiston kokonaishinta</b>	<b>12 942,87 €</b>	<b>15 919,73 €</b>		
<b>Keruutapa</b>	Lämpökaivo			
Lämpökaivo				
Kaivojen syvyys	384 m			
Kaivojen lukumäärä	2 kpl			
Lämpökaivojen syvyydet / kaivo	192 m/kaivo			
	hintaa	määrä	alv 0 %	alv 23 %
Poraus	28,5 €/m	384 m	10 944 €	13 461,12 €
Maaputkilisä	60 €/m	6m	360 €	442,80 €
Porauspölyn poisventtiili	456,54 €/kpl	2	913,08 €	1 123,08 €
Lähtötaksa			90,08 €	110,79 €
<b>Lämmönkeruujärjestelmän hinta</b>			<b>12 307,16 €</b>	<b>15 137,79 €</b>
Asennus			<b>4 500,00 €</b>	<b>5 535,00 €</b>
<b>Maalämpöratkaisun hinta yhteensä</b>			<b>29 750,03 €</b>	<b>36 592,52 €</b>

## 7.2 Halli Hasinmäki maalämpölaitteiston kustannukset

Hasinmäessä sijaitseva kohde on lämmitettävältä tilavuudeltaan 7616 m<sup>3</sup> suuruinen teollisuushalli, jota käytettiin laskelmien perusteena. Alla olevista taulukoista näkyy maalämpölaitteiden hinta, varaaja, asennus ja lämpökaivon porauksen hinta. Lämpökaivoja kohteeseen tulisi 12 kpl syvyydeltään n. 200 m.

Taulukko 8. maalämmön kustannukset halli Hasinmäki

### Kustannusvertailu ml (Halli)

Halli	alv 0 %	alv 23 %		
Lämpöpumpun malli	G60 2 kpl			
M-pumpun hinta	<b>45 600,00 €</b>	<b>56 088,00 €</b>		
Arvioitu lämmityksen tehontarve	110 kW			
Lämmityksen arvioitu vuotuinen tehontarve	220 00 kWh/a			
Arvio ilmaisenergian osuudesta	165 000 kWh/a			
Rahti	307,50 €	378,23 €		
<b>Lämmityksen säätöryhmät</b>				
LSR DN 25 magna 25-100 kW 2kpl	1 311,01 €	1 612,54 €		
<b>Muut lisävarusteet</b>				
Siemens etäyhteys	767 €	943,41 €		
Maapiirin täyttöventtiiliryhmä DN 65	1 071,00 €	1 317,33 €		
<b>Varaajat</b>				
G-energy 3000 l	3 806,67 €	4 682,20 €		
Varaajan lisävarusteet:				
Ylävastus 3 kW	165 €	202,95 €		
Alavastus 10 kW 4 kpl	852 €	1 047,96 €		
Rahti	134,28 €	165,16 €		
<b>Maalämpölaitteiston kokonaishinta</b>	<b>54 014,46 €</b>	<b>66 437,78 €</b>		
<b>Keruutapa</b>	Lämpökaivo			
Lämpökaivo				
Kaivojen syvyys	2556 m			
Kaivojen lukumäärä	12 kpl			
Lämpökaivojen syvyydet / kaivo	213 m/kaivo			
	hintaa	määrä	alv 0 %	alv 23 %
Poraus	28,5 €/m	2556 m	72 846 €	89 600,58 €
Maaputkilisä	60 €/m	36m	2 160 €	2 656,80 €
Porauspölyn poisvienti	456,54 €/kpl	2	913,08 €	1 123,08 €
Lähtötaksa			90,08 €	110,79 €
<b>Lämmönkeruujärjestelmän hinta</b>			<b>76 009,16 €</b>	<b>93 491,26 €</b>
Asennus			<b>10 000,00 €</b>	<b>12 300,00 €</b>
<b>Maalämpöratkaisun hinta yhteensä</b>			<b>140 023,62 €</b>	<b>172 229,04 €</b>



Kuva 11. Hallin lämmitykseen soveltuva maalämpölaitteisto

### 7.3 Asunto osakeyhtiö Areena maalämpölaitteiston kustannukset

Asunto osakeyhtiö Areena on kerrostalo varkaudessa, jonka tilausteho on 80 kW ja lämmitettävä tilavuus n. 5000 m<sup>3</sup>. Alla olevasta taulukosta näkyy maalämpölaitteiden hinta, varaaja, asennus ja lämpökaivon porauksen hinta. Lämpökaivoja kohteeseen tulisi 6 kpl syvyydeltään n. 150 m.

#### Taulukko 9. maalämmön kustannukset Areena

Areena	alv 0%	alv 23%		
Lämpöpumpun malli	T80/3			
Min. sulakekoko ml-pumpulle	3*25 A			
ML-pumpun hinta	<b>22,361,20 €</b>	<b>26 941,20 €</b>		
Arvioitu lämmityksen tehontarve	80 kW			
Lämmityksen arvioitu vuotuinen tehontarve	120 00 kWh/a			
Arvio ilmaisenergian osuudesta	90 000 kWh/a			
Rahti	164 €	201,72 €		
<b>Lämmityksen säätöryhmät</b>				
LSR DN 40	1 321,85 €	1 625,87 €		
<b>Muut lisävarusteet</b>				
Siemens etäyhteys	767 €	943,21 €		
Maapiirin täyttöventtiiliryhmä	1 054,81 €	1 297,42 €		
<b>Varaajat</b>				
G-energy 3000l	4 454,90 €	5 367,36 €		
Varaajan lisävarusteet:				
Ylävastus 3 kW	165 €	202,95 €		
Alavastus 10 kW 3 kpl	426 €	523,98 €		
Rahti	102,50 €	126,08 €		
<b>Maalämpölaitteiston kokonaishinta</b>	<b>30 817,26 €</b>	<b>37 229,79 €</b>		
<b>Keruutapa</b>	Lämpökaivo			
Lämpökaivo				
Kaivojen syvyys	900 m			
Kaivojen lukumäärä	6 kpl			
Lämpökaivojen syvyydet / kaivo	150 m			
	hintaa	määrä	alv 0%	alv 23%
Poraus	28,5 €/m	900m	25 650 €	31 549,50 €
Maaputkilisä	60 €/m	18m	1 080 €	1 328,40 €
Porauspölyn poisvienti	362,31 €/kpl	6	1 673,88 €	2 173,86 €
Lähtötaksa			90,08 €	110,79 €
Kolmen kaivon jakotukkiratkaisu			1 535,35 €	1 994,25 €
<b>Lämmönkeruujärjestelmän hinta</b>			<b>30 029,31 €</b>	<b>37 156,80 €</b>
<b>Asennus</b>			<b>7 500,00 €</b>	<b>9 225,00 €</b>
<b>Maalämpöratkaisun hinta yhteensä</b>			<b>68 346,57 €</b>	<b>83 611,59 €</b>

## 8 KAUKOLÄMPÖYHTIÖN INVESTOINTILASKELMAT KOHTEITTAIN

Investointilaskelmissa käytettiin viittä vuotta laskelmien perusteena. Investointilaskelmassa on otettu huomioon kyseisen kohteen kaukolämpöön liittämisen kannattavuus lämpöyhtiön kannalta. Laskelmassa on otettu huomioon maanrakennuskustannukset verrattuna arvioituun energiankulutukseen.

Huipunkäyttöaika tarkoittaa vuosienenergian ja huipputehon suhdetta, eli se kertoo montako tuntia vuodessa kuluisi, jos vuosienenergiaa vastaava lämpö tuotettaisiin jatkuvalla täydellä teholla. Huipunkäyttöaika kuvaa myös kulutuksen tasaisuutta. Jos huipunkäyttöaika on suuri kulutus on tasaista, mutta pienellä huipunkäyttöajalla kulutus vaihtelee voimakkaasti. Tavallisesti kaukolämmön huipunkäyttöaika on suuri.

### 8.1 Omakotitalo Kiiskikangas

Taulukko 10. omakotitalo Kiiskikankaan investointilaskelma

#### Investointilaskelma okt-Kiiskikangas

3780 € uusi 1890 € vanha kiinteistö

264,5 € (22,04 €/kk)

Kaikki omakotitalot asiakasryhmä 1

	Energiankulutus arvio tariffin mukainen 1900 h	
36 MWh/a		48,83 MWh/a
36 MWh/a	2-vuosi	48,83 MWh/a
36 MWh/a	3-vuosi	48,83 MWh/a
36 MWh/a	4-vuosi	48,83 MWh/a
36 MWh/a	5-vuosi	48,83 MWh/a

Rakentamiskustannukset 2 491,40 €

Oletetulla 36 MWh:n lämmönkulutuksella takaisinmaksuaika olisi n. 7 vuotta. Takaisinmaksuaikaa laskettaessa käytettiin Varkauden Aluelämpö Oy:n hinnoittelua ja lämmön myynnissä olevaa katetta, joka ei näy yllä olevassa taulukossa, koska lämpöyhtiö ei halunnut tuoda sitä julki

## 8.2 Halli Hasinmäki

Taulukko 11. Halli Hasinmäen investointilaskelma

### Halli Hasinmäki investointilaskelma

<b>Liittymismaksu</b>	18118,80 € uusi € vanha kiinteistö 9059,4 €		
<b>Perusmaksu (asiakasryhmä 3)</b>	2948,92 €/a (245,74 €/kk)		
<b>Energiankulutus arvio (huipunkäyttöaika 1700 h)</b>	187 MWh/a	<b>Energiankulutus arvio tariffin mukainen 1900 h</b>	209 MWh/a
2-vuosi	187 MWh/a	2-vuosi	209 MWh/a
3-vuosi	187 MWh/a	3-vuosi	209 MWh/a
4-vuosi	187 MWh/a	4-vuosi	209 MWh/a
5-vuosi	187 MWh/a	5-vuosi	209 MWh/a
<b>Rakentamiskustannukset</b>	<b>9 226,40 €</b>		

Oletetulla 187 MWh:n lämmönkulutuksella takaisinmaksuaika olisi n. 4,5 vuotta.

## 8.3 Asunto-osakeyhtiö Areena

Taulukko 12. Areenan investointilaskelma

### Investointilaskelma As. Oy Areena

<b>Liittymismaksu</b>	14036,40 € uusi 7018,20 € vanha kiinteistö
<b>Perusmaksu (asiakasryhmä 3)</b>	2157,2 €/a (179,77 €/kk)
<b>Energiankulutus arvio</b>	152 MWh/a
2-vuosi	152 MWh/a
3-vuosi	152 MWh/a
4-vuosi	152 MWh/a
5-vuosi	152 MWh/a
<b>Yhteensä</b>	
<b>Kulut</b>	
<b>Rakentamiskustannukset</b>	<b>4 290,60 €</b>

Kohteen takaisinmaksuaika tariffin mukaisella huipunkäyttöajalla olisi n. 2,7 vuotta kaukolämmön rakennustöiden osalta.



## 9 MAANRAKENNUSKUSTANNUKSET KOHTEITTAIN

Seuraavassa laskelmassa on kaukolämpöyhtiön maanrakennuskustannukset yksiköhintoina luettelon mukaan kohteittain.

### 9.1 Omakotitalo kiiskikangas maanrakennuskustannukset

Taulukko 13. Maanrakennuskustannukset okt-Kiiskikangas

#### Okt-Kiiskikangas

Rakentamiskustannukset runkoverkon ja tontinrajan välillä (€/m)	a` hinta	yhteensä	
<b>Maakanavat</b>			
Mpuk DN 25	3 m*75,20 €	225,60 €	
Haaroituksen asennus Mpuk DN 25	1 kpl 520,10 €	520,10 €	
<b>Ajorata</b>			
Asfaltointi	4m <sup>2</sup> *32 €/m <sup>2</sup>	128,00 €	
<b>Yhteensä</b>		<b>873,70 €</b>	<b>873,70 € / 3 m = 291,23 €/m</b>

#### huom.

Maakanavan metrihinta sisältää: kaivu, elementti, hitsaus, eristys ja ojan täyttö ilman viimeistelyitä

#### Rakentamiskustannukset asiakkaan tontilla (€/m)

<b>Maakanavat</b>			
Mpuk DN 25	6 m*75,20€	451,20 €	
Nousukulman asennus	323,90 €	323,90 €	
<b>Sisäjohtot ja kaivot</b>			
Sulkuventtiilin asennus DN 25	167 €/pari	167 €	
Putkikäyrän tai osakäyrän asennus DN 25	119,00 €	119,00 €	
Mittauskeskus DN 25	380,00 €	380,00 €	
Nurmikko	6,20 €/m <sup>2</sup> * 8	49,60 €	
<b>Yhteensä</b>		<b>1 490,70 €</b>	<b>1490,70 €/6 m = 248,45 €/m</b>

## 9.2 Halli Hasinmäki maanrakennuskustannukset

## Taulukko 14. Maanrakennuskustannukset halli Hasinmäki

## Halli Hasinmäki

Rakentamiskustannukset runkoverkon ja tontinrajan välillä (€/m)	a` hinta	yhteensä	
<b>Maakanavat</b>			
2 Mpuk DN 40	87,40 €/m*8m	699,20 €	
2 Mpuk DN 40 kulman asennus	426,60 €*2 kpl	853,20 €	
Haarointus porausliitoksella 2 Mpuk DN 40	1 301,20 €	1 301,20 €	
Päätien/-kadun alitus yksi suojaputki	119,00 €/m*6 m	714,00 €/m	
<b>Ajorata</b>			
Asfaltointi	18m <sup>2</sup> *30 €/m <sup>2</sup>	540,00 €	
<b>Yhteensä</b>		<b>4 107,60 €</b>	<b>4107,60 € / 8m = 513,45 €/m</b>

**huom.**

Maakanavan metrihinta sisältää: kaivu, elementti, hitsaus, eristys ja ojan täyttö ilman viimeistelyitä

**Rakentamiskustannukset asiakkaan tontilla**

<b>Maakanavat</b>			
Mpuk DN 40	81,60 €/m*30m	2 448,00 €	
Nousukulman asennus DN 40	360,50 €*2 kpl	721,00 €	
Muunnoskappale 2 Mpuk/Mpuk DN 40	461,80 €	461,80 €	
<b>Sisäjohtot ja kaivot</b>			
Sulkuventtiilin asennus DN 40	203 €/pari	203,00 €	
Putkikäyrän tai osakäyrän asennus DN 40	134 €*2	268,00 €	
Mittauskeskus DN 40	550,00 €	550,00 €	
Putken asennus eristettynä DN 40	45 €/m*3m	135,00 €	
Kiviainespinnat (murske)	6,20 €/m <sup>2</sup> * 60m <sup>2</sup>	372,00 €	
<b>Yhteensä</b>		<b>5 158,80 €</b>	<b>5158,80 € / 30m = 176,91 €/m</b>

## 9.3 Asunto-osakeyhtiö Areena maanrakennuskustannukset

Taulukko 15. Maanrakennuskustannukset Areena

Rakentamiskustannukset runkoverkon ja tontinrajan välillä (€/m)	a` hinta	yhteensä
<b>Maakanavat</b>		
2 Mpuk DN 65	104,70 €/2m	209,40 €
2 Mpuk DN 65 kulman asennus	498,40 €	498,40 €
Haaroytus 2 Mpuk DN 65	799,80 €/pari	799,80 €
<b>Ajorata</b>		
Asfaltointi	6m <sup>2</sup> *34 €/m <sup>2</sup>	204,00 €
<b>Yhteensä</b>		<b>1 711,60 €</b> <b>1711,60 € / 2m = 855,80 €/m</b>

**huom.**

Maakanavan metrihinta sisältää: kaivu, elementti, hitsaus, eristys ja ojan täyttö ilman viimeistelyitä

**Rakentamiskustannukset asiakkaan tontilla**

<b>Maakanavat</b>		
2 Mpuk DN 65	104,70 €/10m	1047,00 €
<b>Sisäjohtot ja kaivot</b>		
Sulkuventtiiliin asennus DN 65	274 €/pari	274,00 €
Putkikäyrän tai osakäyrän asennus DN 65	147 €/2	294,00 €
Mittauskeskus DN 65	720,00 €	720,00 €
Putken asennus eristettynä DN 65	60 €/m*2m	120,00 €
Nurmikko kunnostus	6,20 €/m*20 m <sup>2</sup>	124,00 €
<b>Yhteensä</b>		<b>2 579,00 €</b> <b>2579,00 € / 10m = 257,9 €/m</b>

## 10 ENERGIA-AVUSTUS

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 (VNA 23e §). Kauko- ja aluelämmitykseen liittymistä voidaan sitä vastoin tukea VNA 18 §:n mukaisesti muulla energia-avustuksella. (ARA)

Avustuksen suuruus on enimmillään 20 % hyväksyttävistä kustannuksista. Hyväksyttäviin kustannuksiin voivat kuulua sekä lämmön tuottoon, että lämmönjakeluun tarkoitettujen laitteiden hankintakustannukset. (ARA)

## 11 KOTITALOUSVÄHENNYS

Vähennys myönnetään vain työn osuudesta, ei matkakuluista tai tarvikkeista. Vähennyksen saa jos palkkaa esim. putkiasentajan asennustöihin. Vähennyksen saa riippumatta siitä, palkkaako työn tekijän itse vai ostaako työn yritykseltä tai yrittäjältä. (Vero)

Kotitalousvähennyksen saa se, joka maksaa vähennykseen oikeuttavan työn. Työ on tehtävä joko maksajan omassa asunnossa tai hänen vanhempiansa, isovanhempiensa tai appivanhempiansa käytössä olevassa asunnossa. Vanhempiin sekä appi- ja isovanhempiin rinnastetaan myös heidän puolisonsa. (Vero)

Vuonna 2011 vähennyksen enimmäismäärä oli 3 000 euroa vuodessa. Vuonna 2012 enimmäismäärä on 2 000 euroa. Puolisot voivat saada kotitalousvähennystä vuonna 2012 yhteensä 4 000 euroa. Kotitalousvähennyksen omavastuu on 100 euroa. (Vero)

Kotitalousvähennys tehdään verosta, eli jos vähennystä saa 1 500 euroa, tarvitsee vuoden aikana maksaa 1 500 euroa vähemmän veroa kuin ilman kotitalousvähennystä. Jos vähennyksen on vaatinut vasta veroilmoituksella, vaikuttaa määrä suoraan verotuksen lopputulokseen 1 500 euron verran. (Useimmat muut vähennykset tehdään ansiotulosta, jolloin vaikutus on vähäisempi.) (Vero)

Uudisrakentaminen ja kaikki siihen verrattava rakentaminen ei oikeuta kotitalousvähennykseen. Kotitalousvähennystä sovellettaessa uudisrakentamiseen verrattavaa rakentamista on muun muassa laajentaminen, käyttötarkoituksen muuttaminen tai sisätilojen täydellinen uusiminen. Myös grillikatoksen tai leikkimökin rakentaminen on uudisrakentamiseen verrattavaa rakentamista. (Vero)

## 12 ASIAKKAN LÄMMITYSRATKAISU VERTAILU KOHTEITTAIN

Seuraavassa on kyseisten lämmitysmuotojen kustannukset ja selvitys maalämpöpumpun takaisinmaksuajasta.

### 12.1 Omakotitalo Kiiskikangas kustannusvertailu ja takaisinmaksuaika

Vertailussa omakotitalon (244m<sup>2</sup>) kaukolämmön energiankulutukseksi määriteltiin 36000 kW. Energianhinnaksi 53 €/MWh ja perusmaksun suuruudeksi 380 €/a, joka antaa kaukolämmön vuosikuluiksi 2228 €/a. Järjestelmän investoinnit ovat liittymismaksuineen n. 15 000 €. Lämmönsiirrossa käytettävän lämmönsiirtimen teknistaloudellinen käyttöikä on noin 20 vuotta.

Maalämpöpumppu ratkaisuihin lämpökaivoja tarvitaan 2 kpl syvyydeltään n. 200 metriä. Maalämpöratkaisun kokonaiskustannukseksi tulisi 36 500 euroa, josta kotitalousvähennystä olisi mahdollista saada 4000 euroa ja investointitukea tarvikkeista 20 % jos kyseessä olisi saneerauskohte esim. sähkölämmitteinen kiinteistö, jossa lämmitysmuoto vaihdettaisiin maalämpöratkaisuksi. Kokonaisinvestoinniksi tukien jälkeen jää 36 500 euroa, koska kyseistä kiinteistöä käsitellään uudisrakennuksena.

Maalämpöpumpun ottoenergian tarve kiinteistön lämmityskustannuksista olisi 12 000 kW ja arvioitu ilmaisenergian määrä olisi 24 000 kW. Takaisinmaksuajassa on huomioitu kaukolämmölle 5 % hinnannousu vuodessa ja korkokantana käytettiin myös viittä prosenttia (5 %).

Takaisinmaksuaika maalämmön osalta ilman energian hinnannousua olisi kyseisessä kiinteistössä n. 11,5 vuotta.

Koroton takaisinmaksuaika energian hinnannousu huomioiden olisi n. 14 vuotta.

Korollinen takaisinmaksuaika huomioiden energian hinnannousu olisi n. 11 vuotta.

Maalämpöpumpun teknistaloudellinen käyttöikä on noin 20 vuotta.

## 12.2 Asunto-osakeyhtiö Areena kustannusvertailu ja takaisinmaksuaika

Vertailussa pienkerrostalon kaukolämmön energiankulutukseksi määriteltiin 120 000 kW. Energianhinnaksi 53 €/MWh ja perusmaksun suuruudeksi 2157,2 €/a, joka antaa kaukolämmön vuosikuluiksi 8517,2 €/a. Järjestelmän investoinnit ovat liittymismaksuineen n. 26 500 €. Lämmönsiirrossa käytettävän lämmönsiirtimen teknistaloudellinen käyttöikä on noin 20 vuotta.

Maalämpöpumppu ratkaisussa lämpökaivoja tarvitaan 6 kpl syvyydeltään n. 150 metriä. Maalämpöratkaisun kokonaiskustannukseksi tulisi 83 611 euroa, ilman tukia. Investointitukea kohteeseen olisi mahdollista saada jos kyseessä olisi saneerauskohteeseen esim. sähkölämmitteinen kiinteistö, jossa lämmitysmuoto vaihdettaisiin maalämpöratkaisuksi.

Maalämpöpumpun ottoenergian tarve kiinteistön lämmityskustannuksista olisi 40 000 kW ja arvioitu ilmaisen energian määrä olisi 80 000 kW. Takaisinmaksuajassa on huomioitu kaukolämmölle 5 % hinnannousu vuodessa ja korkokantana käytettiin myös viittä prosenttia (5 %).

Takaisinmaksuaika maalämmön osalta ilman energian hinnannousua olisi kyseisessä kiinteistössä 11,3 vuotta.

Koroton takaisinmaksuaika energian hinnannousu huomioiden olisi 7,9 vuotta.

Korollinen takaisinmaksuaika huomioiden energian hinnannousu olisi n. 10 vuotta.

Maalämpöpumpun teknistaloudellinen käyttöikä on noin 20 vuotta.

### 12.3 Halli Hasintie kustannusvertailu ja takaisinmaksuaika

Vertailussa teollisuushallin kaukolämmön vuotuiseksi energiankulutukseksi määriteltiin 220 000 kW. Energianhinnaksi 53 €/MWh ja perusmaksun suuruudeksi 2948,92 €/a, joka antaa kaukolämmön vuosikuluiksi 14 608,92 €/a. Järjestelmän investoinnit ovat liittymismaksuineen n. 18 972,92 €. Lämmönsiirrossa käytettävän lämmönsiirtimen teknistaloudellinen käyttöikä on noin 20 vuotta.

Maalämpöpumppu ratkaisussa lämpökaivoja tarvitaan 12 kpl syvyydeltään n. 213 metriä. Maalämpöratkaisun kokonaiskustannukseksi tulisi 172 229 euroa, ilman tukia. Investointitukea tarvikkeista olisi mahdollista saada jos kyseessä olisi saneerauskohte esim. sähkölämmitteinen kiinteistö, jossa lämmitysmuoto vaihdettaisiin maalämpöratkaisuksi.

Maalämpöpumpun ottoenergian tarve kiinteistön lämmityskustannuksista olisi 73 300 kW ja arvioitu ilmaisenergian määrä olisi 165 000 kW. Takaisinmaksuajassa on huomioitu kaukolämmölle 5 % hinnannousu vuodessa ja korkokantana käytettiin myös viittä prosenttia (5 %).

Takaisinmaksuaika maalämmön osalta ilman energian hinnannousua olisi kyseisessä kiinteistössä n. 18,4 vuotta.

Koroton takaisinmaksuaika energian hinnannousu huomioiden olisi n. 12,2 vuotta.

Korollinen takaisinmaksuaika huomioiden energian hinnannousu olisi n. 15,5 vuotta.

Maalämpöpumpun teknistaloudellinen käyttöikä on noin 20 vuotta.



## 13 KAUKOLÄMMÖN KILPAILUKYKY VARKAUDESSA

Kaukolämmön kilpailukykyä mietittäessä Varkaudessa on otettava huomioon, mitkä asiat kilpailukykyyn vaikuttaa. Huomioitavat asiat ovat:

### 13.1 Asiakkaan näkökulmasta katsoen

Asiakkaan näkökulmasta katsoen liitettävän kiinteistön liittymismaksu, perusmaksu, kiinteistön lämmitykseen kuluneen energian hinta ja onko energian hinnassa mahdollisia nousupaineita. Asiakkaan mielikuva kaukolämmöstä ja kaukolämmön ekologisuudesta. Asiakas pystyy itse vaikuttamaan lämmönkulutukseensa ja laitteiden optimaaliseen toimintaan, joka vaikuttaa suoraan lämmönkulutukseen ja lämpölaskun pienentymiseen. Asiakkaalla käytössään lämmönsiirrin laitteissaan mm. yöpudotukset, joka merkitsee 5 % säästöä. Lämpöyhtiöllä on myös varallaolo järjestelmä 24/7, joka on omia laitteita varten mutta auttaa ja opastaa myös asiakasta.

### 13.2 Kaukolämpöyhtiön näkökulmasta katsoen

#### Ostoenergia

Riittääkö Stora Ensolta ostettu energia täyttämään energian tarpeen vai täytyykö käynnistää omia laitoksia rinnalle nostamaan kaukolämpöverkon paine- ja lämpötilatasoja. Ostoenergian tehomaksimi on 60 MW ja verkoston maksimiteho mitoituksella on n. 73 MW. Tähän vaikuttaa tietysti sää ja mahdolliset verkoston korjaustyöt. Öljyn hinta on merkittävässä roolissa lämmön tuottamisessa, koska omilla laitteilla ajettaessa öljyä kuluu huikeita määriä. Myyntihinnoitteluun vaikuttaa myös sopimus ostoenergian hinnasta ja tehosta, joka on kaksiosainen energian hinnan osalta yli 30 MW:n menevältä osalta ja alle 30 MW:n menevältä osalta,

#### Kaukolämpöverkon suunnittelu ja paine-ero

Tärkeimpänä suunnittelukriteerinä voidaan pitää, että verkoston kaikissa osissa on riittävä paine-ero. Verkoston lämpötilan täytyy olla kaikissa olosuhteissa oikea, sillä lämpötila vaikuttaa menopaineeseen ja samalla myös paine-eroon. Toisaalta liian korkea lämpötila lisää verkoston lämpöhäviöitä. Verkoston siirtojohtojen tulee olla

oikein mitoitettu ”ahdas” verkko aiheuttaa painehäviöitä ja pumppauskustannuksia liian ”väljä” verkko lisää lämpöhäviöitä.

#### Häviöiden pienentäminen

Häviöihin vaikuttaa, kuten jo edellä mainittiin verkoston lämpötila. Häviöihin vaikuttaa myös siirtojohtojen rakenne ja kunto sekä lämpölaitosten energiatehokkuus. Tuotantolaitosten ja asiakaslaitteiden energiamittarit täytyy olla kalibroituja ja hyväksytyjä.

#### Tulevaisuuden visiot

Visioita mietittäessä on oltava selvillä verkoston laajentumisen mahdollisuudet tulevaisuudessa ja voiko yhtiö alkaa tarjoamaan muita palveluja energian myynnin rinnalle. Onko liittymismaksu asiakkaalle se oikea maksu vai kannattaisiko puhua kaukolämmön rakentamiskustannuksista. On myös harkittava onko perusmaksun suuruus tällä hetkellä oikea? Harkittava onko tariffin mukainen 1900.n tunnin huipunkäyttöaika investointilaskelmia tehdessä todellinen aika. Olisiko mahdollista lisätä sähkönmyynti lämpöyhtiön toimintaan ja mitä toimenpiteitä se vaatii.

#### Onko mahdollisia nousupaineita energian hinnoissa?

Kuinka päästökauppa ja öljynhinta kehittyvät tulevaisuudessa, verkostoon tarvittavat investoinnit ja miten omistajille mahdollisesti maksettavat osingot kehittyvät.

#### Verkostoinvestoinnit

Maanrakennus -ja putkiurakoitsijoiden tehokas kilpailuttaminen ja työn laadun jatkuva seuraaminen takaavat tehokkaan ja toimivan verkoston. Mietittävä mikä on järkevää rakentamista. Olisiko mahdollista aloittaa kaivamaan ja hitsaamaan omana työnä ja mahdollisuuksien mukaan myydä kaivutyötä ulkopuolisille.

## 14 MAALÄMMÖN KILPAILUKYKY VARKAUDESSA

- Maalämmön kilpailukykyä mietittäessä Varkaudessa on otettava huomioon, mitkä asiat kilpailukykyyn ja mahdolliseen laitehankintaan vaikuttavat.
- Maalämpölaitteiden mitoittaminen on erittäin tarkkaa työtä, jotta pumpusta saadaan kaikki mahdollinen hyöty ja sitä kautta myös laitteiston elinkaarta jatkettua.
- Lämmönkeräysputkille mahdollinen rakennuslupa ja maaperätutkimus
- Energia-avustuksen ja kotitalousvähennyksen hyödyntämisen mahdollisuus
- Maalämpöratkaisun takaisinmaksuaika investointiin verrattuna
- Ns. ilmaisen energian määrä, eli laitteiston COP luku
- Maalämpölaitteet ovat kehittyneet kompakteiksi ratkaisuiksi ja mahtuvat pienen tilaan
- Huollon tarve. Kuinka suuret huoltokustannukset
- Ekologinen arvo, koska kyseessä on uusiutuva luonnonvara
- Maalämpölaitteita hyväksikäyttäen on myös mahdollista saada aikaan jäähdytystä kyseessä oleviin tiloihin suhteellisen pienillä lisäinvestoinneilla

## 15 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä vertailtiin kaukolämmön ja maalämmön perustamiseen ja käyttöön liittyviä kustannuksia erikokoisten rakennusten osalta, joita käsiteltiin uudisrakennuksina. Vertailussa otettiin huomioon lämmönlähteen elinkaari ja arvioitiin energiankulutus kyseisissä kohteissa.

Saatujen investointikulujen jälkeen kaukolämmön ja maalämmön vertailussa saimme myös laskettua investointien takaisinmaksuajat, joka kuitenkin on tärkein yksittäinen asia, joka loppukäyttäjää kiinnostaa. Takaisinmaksuajat ovat verrattu kaukolämpöön.

### 15.1 Omakotitalo Kiiskikangas

Omakotitalo Kiiskikangas on suhteellisen suuri omakotitalo, jonka tehontarpeeksi määrittelimme 36 000 kWh, joten järjestelmä vaatii kaksi lämpökaivoa joka nosti investointikustannuksia noin 7000 euroa verrattuna yhden lämpökaivon ratkaisuun. Kokonaisinvestointina maalämpöratkaisun hinnaksi tulisi noin 36 000 €. Kaukolämpö investointien hinnaksi tuli n. 15 000 €

Maalämmön korolliseksi takaisinmaksuajaksi muodostui huomioiden energian hinnannousu n. 11 vuotta. Yhdentoista vuoden takaisinmaksuaika on suhteellisen pitkä aika ajatellen laitteiston elinkaarta ja huoltokustannuksia verrattuna kaukolämpöön kyseisessä omakotitalo kohteessa, joten lämmitysmuotona kaukolämpö olisi parempi vaihtoehto.

Viihtyvyyden kannalta maalämpöpumpun toimintaa hyväksikäyttäen kiinteistöön on mahdollista asentaa viilennysyksikkö, joka antaa jossain tapauksessa lisäarvoa kiinteistölle ja lisää asukkaiden viihtyvyyttä.

Laskelma on tehty kohteessa johon on mahdollisuus saada kaukolämpö mutta jos toisena mahdollisena lämmitysmuotona olisi sähkö- tai öljylämmitys niin takaisinmaksuaika lyhentyisi ja maalämpö olisi kilpailukykyinen lämmitysratkaisu.

## 15.2 Asunto-osakeyhtiö Areena

Asunto-osakeyhtiö Areena on Varkaudessa sijaitseva pienkerrostalo, jonka tehontarpeeksi määrittelimme 120 000 kWh. Lämmitysjärjestelmä vaatii kuusi kappaletta lämpökaivoja syvyydeltään n. 150 metriä. Maalämpöratkaisun hinnaksi tulisi noin 85 000 €. Kaukolämpö ratkaisun hinnaksi saimme n. 26 500 €

Maalämmön korolliseksi takaisinmaksuajaksi kaukolämpöön verrattuna muodostui energian hinnannousu huomioiden n. 10 vuotta. Kymmenen vuoden takaisinmaksuaika näinkin mittavassa investoinnissa tuntuu mielestäni kohtuulliselta, joten olisi järkevää harkita maalämpöratkaisua lämmöntuottoon. Maalämpöpumpun teknistaloudellinen käyttöikä on noin 20 v.

Kyseiseen pienkerrostaloon ei ole järkevää asentaa viilennysyksikköä, koska se ei olisi teknisesti ja kustannuksellisesti järkevää.

## 15.3 Halli Hasinmäki

Varkaudessa sijaitseva teollisuushalli on lämmitettävältä tilavuudeltaan noin 7500 m<sup>3</sup>, jonka tehontarpeeksi määrittelimme 220 000 kWh, joten järjestelmä vaatii kaksitoista lämpökaivoa syvyydeltään 200 metriä/kaivo. Kokonaisinvestointina maalämpöratkaisun hinnaksi tulisi ilman investointitukia noin 173 000 €. Kaukolämpö ratkaisun hinnaksi saimme n. 34 000 €

Maalämmön korolliseksi takaisinmaksuajaksi muodostui huomioiden energian hinnannousu n. 15,5 vuotta. Yli viidentoista vuoden takaisinmaksuaika on liian pitkä aika ajatellen laitteiston elinkaarta ja huoltokustannuksia verrattuna kaukolämpöön kyseisessä teollisuushalli kohteessa, joten kyseiseen kohteeseen tulisi valituksi kaukolämpö.

Suurta lisäarvoa maalämmölle antaa suhteellisen pienellä lisäinvestoinnilla saatava viilennys kohteeseen. Viilennys parantaa merkittävästi kesä kuumalla työskentely mukavuutta ja lisää tehokkuutta työpisteissä. Viilennys maksaa ainakin työn tuottavuudessa itseään takaisin mutta se on vaikea arvioida kuinka paljon.

Laskelma on tehty uudisrakennus kohteista joihin on mahdollisuus saada kaukolämpö mutta jos toisena mahdollisena lämmitysmuotona olisi sähkö- tai öljylämmitys niin takaisinmaksuaika lyhentyisi oleellisesti. Jos kyseiset kohteet olisivat saneerauskohteita tuet vaikuttaisivat suuresti lämmitysratkaisun valintaan, koska silloin olisi saatavissa energia-avustusta tarvikkeiden osalta ja kotitalousvähennystä teetetyn työn osalta.

Kaukolämpöalan kilpailukykyä mietittäessä olisi mielestäni lämpöyhtiöiden aloitettava harkitsemaan liittymismaksun muutosta eli aloitettava puhumaan esim. lämpöliittymän rakennuskustannuksista, koska liittymismaksu ei ole aina suhteessa rakennuskohteiden todellisiin kustannuksiin.

Maalämpöjärjestelmät ovat kehittyneet suuresti ja varmasti tulevat vielä kehittymään, joten, kaukolämpöala joutuu miettimään kilpailukykyään, koska erot ovat kaventuneet ja kilpailu kiristynyt.

## LÄHTEET

Energiateollisuuden www-sivu [viitattu 22.1.2012]. Saatavissa:

<http://www.energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

Helsingin Energian www-sivu [viitattu 19.1.2012]. Saatavissa:

[http://www.helen.fi/kaukolampo/kl\\_historia1.html](http://www.helen.fi/kaukolampo/kl_historia1.html)

Koskelainen, L., Saarela, R. & Sipilä, K. 2006

Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus

Laitinen, A. 2009. Stora Enso Oyj:n Varkauden Tehtaiden höyryjärjestelmä sekä siihen liittyvän Varkauden Aluelämpö Oy:n kaukolämpöaseman rakenne ja toiminta. Varkaus: Varkauden ammattikorkeakoulu. Seminaarityö.

Varkauden Aluelämpö Oy:n www-sivu [viitattu 8.2.2012]. Saatavissa:

<http://www.varkaudenaluelampo.fi>

Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry:n www-sivu [viitattu 5.3.2012]. Saatavissa:

<http://www.sulpu.fi>

Thermian www-sivu [viitattu 28.2.2012] Saatavissa:

<http://www.thermia.fi/lampopumppu/nain-lampopumppu-toimii.asp>

Gebwellin www-sivu [viitattu 6.3.2012] Saatavissa:

<http://www.gebwell.fi/fi/tuotteet/maalampö/>

Motivan www-sivu [viitattu 12.3.2012] Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/julkaisut/rakentaminen/lampoa\\_omasta\\_maasta\\_opas\\_maalammosta.1072.shtml](http://www.motiva.fi/julkaisut/rakentaminen/lampoa_omasta_maasta_opas_maalammosta.1072.shtml)

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus www-sivu [viitattu 28.3.2012] Saatavissa:

<http://www.ara.fi/download.asp?contentid=25336&lan=fi>

Verottajan www-sivu [viitattu 3.4.2012] Saatavissa:

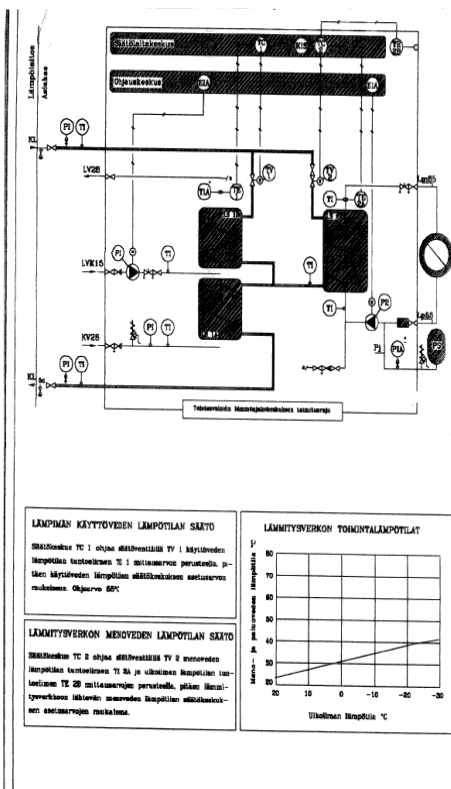
<http://www.vero.fi/fi-FI/Henkiloasiakkaat/Kotitalousvahennys>







### Areena LVI-piirustus



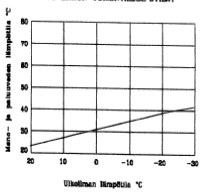
**LÄMPÖN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ**

Säädetään TC 1 ohjauksella LVI 1 käyttöveden lämpötilaa kesäaikaan TC 1 säätöarvossa jatkuvasti ja kesäaikaan käyttöveden lämpötilan säätöarvosuoran mukaisesti. Ohjain 50°C.

**LÄMMITYSVERKON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ**

Säädetään TC 2 ohjauksella LVI 2 menoveden lämpötilaa kesäaikaan TC 2a ja talvi-aikaan kesäaikaan tasoltaan TC 2b säätöarvojen perusteella, jolloin lämmitysverkkoon lähtevän menoveden lämpötilan säätöarvosuoran mukaisesti.

**LÄMMITYSVERKON TILANALAJIPÖLIT**



LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS					
LÄMMÖNLAITTEET	Työkko	Käyttövesi LS 1	Lämpötila LS 2	Reaktiovoima LS 3	
Valmistaja					
Malli					
Teho	kW 100		Ei		
virtaus	dm <sup>3</sup> /s 0,66 0,66		0,289 2,285		
Lämpötilat	°C - 25 18	18 15	15 - 40	35 - 42	
Painepaine	kPa 18 18		1 19		
suurintaletapaine	kPa				
Rakennus					
SÄÄTÖLAITTEET					
	Käyttövesi TY 1	Lämpötila TY 2	Reaktiovoima TY 3		
Valmistaja	TAC	TAC			
Malli	V29h	V29h			
virtaus	dm <sup>3</sup> /s 0,096	0,285			
Painepaine	kPa 59,3		50,3		
Koko / kva-ava	DN/ava 20/4,8		15/1,8		
KERTOSÄÄTTIMET					
	Käyttövesi P 1	Lämpötila P 2	Reaktiovoima P 3		
Valmistaja	GRUNDFOS	GRUNDFOS			
Malli / -tiedot	UP 20 45N	LPE 32 120			
virtaus	dm <sup>3</sup> /s 0,171		2,285		
Nokekorkeus	kPa 30		16		
Muotoon ottaa min- virtauksen	dm <sup>3</sup> /s 0,25/400		0,78/400		
VERKOSTO, PAINUNTA- JA VÄRILAITTEET					
	Työkko	Lämpötila	Reaktiovoima		
Verkon lämpötila / verkon painepaine	dm <sup>3</sup> /s	58 /	/		
Painetasapainin säätö / ohjain	dm <sup>3</sup> /s	58 / 1,8	/		
Verkon lämpötilan säätö / säätöarvosuora	dm <sup>3</sup> /s	28 / 258	/		
Nro	spi	Laitte	Määrä		
LISÄTIEDOT:					

LÄMMITYSTEKNISET TIEDOT							
Rakennuksen käyttötarkoitus	asun/isto-rakennus						
Rakennuksen loppumäärä	1 kpl						
Rakennuksen kerrosala	100,12 neliömetriä						
Rakennuksen lämpötila	21 °C						
Asentajan nimi	Rakennusliike Oy						
Lämpötilan säätökeskus	0,250 dm <sup>3</sup> /s						
KÄYTTÖVETEN LÄMMITYSTEKNISET LAITTEIDEN MITOITUS				LÄMMITYSVERKON ERITELT. TIED.			
Tyypin (lämmityskäyttö) lämpötila	-11 °C	Ulkokäyttöön soveltuva lämpötila	-31 °C				
Laiteryhmä	Mittaus °C	Johdus ja vuoto	Talvivahto	Talvivahto	Johdus ja vuoto	Reaktiovoima	Yhteensä
Käyttövesin lämpötila ilmaa lähti	-						
Lämpötila							
Käyttövesin lämpötila	kpl						
Reaktiovoima	kpl						
Lämpötila							
Laitteiden	35 - 42	28	12	40	46	18	64
<b>TARVITTAVA KÄYTTÖVETEN LÄMMITYS</b>							
Teho lämmitysohjauksella				40			64
Mu. lämmitys							
LÄMMITYSVERKON YHTEENSÄ				40			64
Käyttövesin lämpötila (ilman käyttövedin)							
Käyttövesin lämpötila / virtaus							dm <sup>3</sup> /s
LISÄTIEDOT:							dm <sup>3</sup> /s
Urakoitsijan merkinnät:							
Rakennuskohteen nimi ja osoite							

# Lämmönsiirrin ja maalämpö tarjoukset

## Tarjoukset saapuneet seuraavilta:

### Päivämäärä:

GST-Group

\_\_\_\_\_

Alfa Lawal Nordic Oy

\_\_\_\_\_

Danfoss Ab

\_\_\_\_\_

Gebwell Oy

\_\_\_\_\_

NIBE Oy

\_\_\_\_\_

Oilon Home Oy

\_\_\_\_\_

Thermia Partners Oy

\_\_\_\_\_

Tarjoukset avattu 22.2.2012

\_\_\_\_\_  
Jyrki Väänänen

\_\_\_\_\_  
Kai Lintunen

\_\_\_\_\_  
Anneli Karvinen







