



Maalämpöurakka, sen vaiheet ja todellinen kannattavuus

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Mathias Kvarnström

Opinnäytetyö
Energi-och miljöteknik
2019

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	15 787
Författare:	Mathias Kvarnström
Arbetets namn:	Maalämpöurakka, sen vaiheet ja todellinen kannattavuus
Handledare (Arcada):	Kaj Karumaa
Uppdragsgivare:	Arcada
<p>Sammandrag:</p> <p>Finland har anslutit sig till Parisavtalet och enligt propositionen till riksdagen (RP 200/2016 rd) rekommenderas att utsläppen ska vara så små som möjligt senast 2050. Sipiläs regering har stött detta mål. Jordvärme i sig själv är förnybar energi, men systemet behöver elektricitet för att fungera. Beroende på hur elektriciteten produceras kan geotermisk energi vara en lösning för att uppnå detta mål.</p> <p>Det finns många olika faser i installeringen av jordvärmesystemet. Brunnarna borrar eller utgrävningsarbetet för kollektorkretsarna utförs omedelbart i början av projektet. Enligt åtgärdsföreskrifterna skall hänsyn till brunnarnas avstånd i förhållande till fastighetens gräns, byggnaderna och avstånden mellan brunnarna iaktas då man planerar placeringen av brunnarnas borrhål.</p> <p>Kollektorns krets kan ibland vara ganska stor, så arbeten på gården kan vara omfattande.</p> <p>Jordvärmesystemet fordrar betydligt mera utrymme i de tekniska utrymmena än t.ex. en fjärrvärmecentral.</p> <p>Med frånluftsvärmeupptagningen borde iaktas, att rördragningen till taket skall dras via trapphuset eller utomhus längs ytterväggen. Om man vill dra rören utanför längs ytterväggen fordras lov av kommunen eller staden. Lov för det här fås inte alltid.</p> <p>Kostnaden för jordvärmeprojektet utformas i huvudsak av anläggningens planering, jordvärmepumparna, värmeupptagningsanläggningen, värmeåtervinningsystemet (om</p>	

det finns), avlopps- och jordschaktningsarbeten, varmvattensbehållare, elarbeten, rördragningen, isoleringsarbeten, och eventuellt andra behövliga arbeten som behövs såsom avvecklingen av den gamla värmeväxlaren.

År 2017 beviljades hushållsavdrag i beskattningen upp till 2400 €person för arbetsandelen i jordvärmeprojektet. Nu för tiden beviljas hushållsavdrag endast för fysiska personer, inte för husbolag.

För att få plats med det nya systemet skall det gamla rivas och fraktas ut. Om de tekniska utrymmena är planerade för fjärrvärme så brukar det uppstå problem med att arbetsutrymmena är trånga, så att alltför många inte kan jobba på samma gång. Det inverkar direkt på tidsbehovet.

Man behöver också beakta att elförsörjningen till de kommande värmepumparna inte alltid är tillräckliga. Då behövs ett förstörande av elanslutningen, som kan ta upp till ett halvt år.

Det gamla fjärrvärme kontraktet skall sägas upp i tid, uppsägningstiden är ungefär 6 månader. Före man har sagt upp kontraktet kan inte fjärrvärmecentralen rivas bort.

Projektets prisuppskattning borde vara väl tillkännagiven före man bestämmer sig, samt iaktta hur lång tid det går för att de lägre driftskostnader med jordvärme systemet har täckt installationskostnaderna. Utredning om jordvärmens lönsamhet är ett förmånligt sätt att få reda på om det lönar sig att övergå till jordvärme.

På grund av de utstuderade exemplens resultat som kommer fram i detta examensarbete kan man konstatera att med hjälp av jordvärme kan man nå betydliga inbesparingar i jämförelse till fjärrvärme. De utstuderade exemplens genomsnittliga inbesparing per år i jämförelse med fjärrvärme är c:a 25 421 € Medan alla analyserade exemplen uppnådde över 15 000 €inbesparing per år.

I det här examensarbetet kunde endast 10 stycken jordvärmeprojekt granskas. För att de granskade projekten är förhållandevis få, kan inte resultatet generaliseras att beröra alla gjorda jordvärmeprojekt. Detta examensarbete kan alltså inte ge en helhetsbild över hur lönsamt ett jordvärme alternativ är. Detta examensarbete ger ändå resultat över hur ett byte till jordvärme har lyckats i de här utstuderade 10 jordvärme projekten.

Att återvinna värme ur utblåsningsluften, kan vara ett gott komplement till jordvärme. Värmeåtervinningssystemet kan även förenas till olika värmesystem som t.ex. fjärrvärme. Värmeåtervinningen funkar bäst i höga höghus. Desto mera luft man blåser igenom utblåstkanalerna, desto mera kan man ta till nytta. Värmeåtervinningen sänker effektbehovet för värmesystemet. För jordvärme betyder det oftast färre energibrunnar och man kanske klarar sig med mindre effektiva värmepumpar. Det lönar sig kontakta någon professionell och granska möjligheten och investeringen som återvinningen kräver.

Lönsamheten för jordvärmen räknar man genom att först betrakta och jämföra värmeconsumtionen för fastigheten. Man måste även betrakta el och vattenconsumtionen för att få normerade resultat som man kan jämföra mellan olika år. Den normerade värdet tar i beaktande graddagstalet för olika orter i Finland. När man har normerade värmebehovet så kan man räkna hur effektivt system man behöver. Priset som jordvärmesystemet kommer att kosta beror ganska långt på hur många och djupa brunnar man behöver, hur effektiva jordvärmepumpar man behöver och hur tomten ser ut. Om tomten är idealisk så får man brunnarna borrhade nära det tekniska utrymmet så att kollektorkränsen blir minimal. Genom att veta dessa faktorer är det lätt att få en offert från ett företag som verkar i branschen. Man kan också kontakta ett konsultföretag att uppskatta hur mycket man måste investera för jordvärmen och en uträkning vilka inbesparingar man kan nå upp till. När man läser uppskattningarna måste man ta i beaktande att prisförändringarna i el och t.ex. fjärrvärmepriserna är svåra att uppskatta. Därför måste man vara skeptisk med uppskattningarna.

Fastigheterna som granskas i examensarbetet är verkliga med verkliga konsumtionen. Fastigheterna har bytt till jordvärme minst 2 år tidigare. Vad man betraktar är kostnaderna och värmekonsumention som fastigheterna har haft i jämförelse med det nya jordvärme systemet. Alla system har sparat över 15 000 €per år i jämförelse med fjärrvärme som de tidigare har haft.

När man har granskat fastigheterna så kan man se att med jordvärme kan man få betydande besparingar i jämförelse till fjärrvärme. Fastigheten som har över 66 000 €besparingar per år är inte vanliga. De fastigheter som jag fick direkt från företagen fick man

räknat tiden som det tar för systemet att betala sig tillbaka med besparingarna, medeltalet var ca 9 år som är väldigt bra när man funderar på att systemets livslängd är ca 25 år.

Nyckelord:	jordvärme, lönsamhet, besparing, värmekonsumtion
Sidantal:	47
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	15 787
Author:	Mathias Kvarnström
Title:	The geothermal heating contract, its phases and real profitability
Supervisor (Arcada):	Kaj Karumaa
Commissioned by:	Arcada
<p>Abstract:</p> <p>There are usually a lot of rumors and prejudices associated with geothermal heating. There are many different phases in the ground contract. The first section is the wells that are drilled right at the start of the work. When planning the thermal wells, it's good to remember that there are strict rules that must be followed at the wells' distances to plot boundaries, properties, and well spacing.</p> <p>The price of a geothermal contract consists mainly of system design, ground source heat pumps, collecting system, exhaust air heat recovery system (if any), yard and earth moving work, hot water reservoir, electrical works, piping, insulation work, and any additional work determined according to the target. Naturally, the price also includes the demolition of the old heat exchanger package.</p> <p>The duration of a geothermal contract depends on many things. The duration of the contract can be estimated in a typical medium-sized apartment building for 13 weeks from the date of the permit.</p> <p>It is worthwhile to prepare and internalize the things that the geothermal heat will bring. It is also good to know the price of the contract and the payback time. An explanation of the profitability of a geothermal contract is an inexpensive way of knowing all the necessary information about geothermal heat, and if it is profitable to switch to ground heat. The sites and their consumption collected in this thesis are real. Unfortunately, ten sites</p>	

are not getting any higher scientific margin for profitability. However, these ten items give an indicative estimate of how savings and payback times can look when a contract goes exactly as planned. Each site saves over 15 000€a year and the site that saves the most in heating costs is up to 66 000€a year and it pays itself back in 9 years.

Keywords:	geothermal heating, heating system, consumption.
Number of pages:	47
Language:	Finnish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Energi- och miljöteknik
Tunnistenumero:	15787
Tekijä:	Mathias Kvarnström
Työn nimi:	Maalämpöurakka, sen vaiheet ja todellinen kannattavuus
Työn ohjaaja (Arcada):	Kaj Karumaa
Toimeksiantaja:	Arcada
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietinnössä suositellaan energiapäästöjärjestelmän muuttamista mahdollisimman päästöttömäksi vuoteen 2050 mennessä. Sipilän hallitus on tukenut tätä tavoitetta. Riippuen sähkön tuotantotavasta maalämpö voisi olla yksi ratkaisu tämän tavoitteen saavuttamiseksi.</p> <p>Maalämpöurakassa on monta eri vaihetta. Lämpökaivot porataan tai lämmönkeruupiirien kaivuutyöt suoritetaan heti urakan alussa. Lämpökaivojen poraukset tulee tehdä toimenpideluvan määräysten mukaisesti huomioiden kaivojen etäisyydet suhteessa tontin rajoihin, rakennuksiin ja kaivojen keskinäisiin etäisyyksiin. Lämmönkeruupiirissä maalämpöpumppu kierrättää lämmönkeruunestettä. Lämmönkeruupiiri voi toisinaan olla melko laaja, joten pihan kaivuutyöt voivat olla mittavat.</p> <p>Maalämpöjärjestelmä vie enemmän tilaa lämmönjakohuoneessa kuin kaukolämpökeskus. Ulospuhallusilman lämmöntalteenotossa eli PILP:issä on huomioitava, että nousulinja on tuotava katolle esimerkiksi porrashuoneen kautta tai ulkokautta. Jos maalämpöputket halutaan vetää ulkokautta, tulee siihen olla lupa kunnalta tai kaupungilta. Aina lupaa ei myönnetä.</p> <p>Maalämpöurakan hinta muodostuu pääasiassa järjestelmän suunnittelusta, maalämpöpumpuista, lämmönkeruujärjestelmästä, poistoilman lämmön talteenottojärjestelmästä (jos on), piha- ja maansiirtotöistä, käyttöveden varaajasta, sähkötöistä, putkitöistä, eristytöistä sekä mahdollisista muista kohteen vaatimista töistä. Hintaan sisältyy myös van-</p>	

han lämmönvaihdinpaketin purku. Vuonna 2017 myönnettiin maalämpöurakan työ-
osuuksiin kotitalousvähennystä noin 2400 €/henkilö. Kotitalousvähennystä voi nykyisin
saada vain luonnollinen henkilö, ei asunto-osakeyhtiö.

Maalämpöurakan kestoksi voidaan arvioida tavallisessa keskikokoisessa kerrostalossa 13
viikkoa toimenpideluvan saamisesta, mikäli kaikki menee suunnitellusti eikä suurempia
ongelmia synny. Maalämpöurakka tulee valmistella hyvin. Kiinteistön omistajan on
hyvä perehtyä maalämpöurakan kulkuun ja laajuuteen. Urakan hinta-arvio tulee olla tie-
dossa ennen urakkapäätöstä ja siinä on hyvä myös huomioida aika, jonka aikana maa-
lämpöurakan kustannukset on saatu katettua. Selvitys maalämpöurakan kannattavuudesta
on edullinen tapa saada tarvittava tieto siitä, kannattaako maalämpöön siirtyä.

Tässä opinnäytetyössä tutkittujen kohteiden tulosten perusteella voidaan sanoa, että maa-
lämmön avulla saadaan säästöä huomattavan paljon kaukolämpöön verrattuna. Tutkittujen
kohteiden keskisäästö vuodessa oli noin 25 421 €. Kaikki tutkittavat kohteet saavuttivat
yli 15 000 € säästöä/vuosi.

Tässä opinnäytetyössä pystyttiin tutkimaan vain 10 maalämpöurakkakohdetta. Kohteiden
määrän jäädessä suhteellisen pieneksi, tässä opinnäytetyössä esille tulleita tuloksia ei
voida yleistää koskemaan kaikkia maalämpöurakoita. Opinnäytetyö ei siten anna koko-
naisvaltaista kuvaa siitä, kuinka kannattavaa maalämpöön vaihto on. Opinnäytetyö antaa
kuitenkin tietoa siitä, miten maalämpöön vaihto on onnistunut tutkimukseen osallistu-
neissa kymmenessä kohteessa.

Avainsanat:	maalämpö, kannattavuus, urakka, säästö
Sivumäärä:	47
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	

Sisällysluettelo

ESIPUHE	11
JOHDANTO	12
1 Maalämpö	13
2 Maalämpöurakan eri vaiheet	13
2.1 Lämpökaivot.....	13
2.2 Maalämpöpumput.....	14
2.3 Lämmönkeruupiiri.....	15
2.4 Yhdistäminen.....	16
3 Maalämpöjärjestelmän kustannukset	17
3.1 Hankintahinta	17
3.2 Huolto.....	19
4 Lämmöntalteenotto ulospuhallusilmasta(LTO)	20
4.1 Poistoilmalämpöpumppu.....	20
4.2 Toimenpiteen kuvaus.....	22
5 Maalämpöurakan Kesto	22
6 Huomioitavaa ennen maalämpöön vaihtoa	23
7 Kohteet	27
7.1 Kohde 1.....	28
7.2 Kohde 2.....	29
7.3 Kohde 3.....	31
7.4 Kohde 4.....	32
7.5 Kohde 5.....	33
7.6 Kohde 6.....	35
7.7 Kohde 7.....	36
7.8 Kohde 8.....	38
7.9 Kohde 9.....	39
7.10 Kohde 10.....	41
8 Loppupäätelmä	42
Lähteet	45
Liitteet	48

ESIPUHE

Päätin tehdä opinnäytetyöni maalämmöstä, koska maalämpö on ajankohtainen vaihtoehtoinen energiamuoto. Uskon myös vahvasti, että vihreä energia on kannatettavaa. Ympäristöministeriön mukaan (Ympäristöministeriö 2017) Suomi pyrkii hiilineutraaliksi vuoteen 2045 mennessä ja maalämpö on silloin yksi hyvä vaihtoehto.

Toivon, että opinnäytetyöni auttaa taloyhtiöitä päätöksenteossa heidän miettiessä vaihtoehtoisia energiamuotoja ja maalämpöön siirtymistä. Toivon opinnäytetyöni avulla pystyväni poistamaan maalämpöurakkaa ja maalämpöjärjestelmien luotettavuutta koskevat virheelliset mielikuvat. Suomessa isoimmat maalämpöurakoitsijat ovat alansa parhaimmistoa ja mikäli urakan aikana tapahtuu virheitä, ne korjataan.

Opinnäytetyötäni varten en yrityksistäni huolimatta saanut koottua niin paljon kulutustietoja, kun olin toivonut. Uskoakseni opinnäytetyön ajankohta vaikutti paljon tietojen saannin vaikeuteen, sillä vuodenvaihteessa yrityksillä on kiireistä ja paljon töitä. Isännöitsijät olivat opinnäytetyötäni kohtaan innokkaita, mutta heidän kiireistään johtuen kohteet jäivät melko vähäisiksi. Kaikki asiakkaat eivät myöskään halunneet asentaa maksullisia kulutusmittareita, joiden avulla olisin voinut saada kattavampia tietoja.

Haluan kiittää Sweco Asiantuntijapalvelu Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni heille. Ilman Sweco Asiantuntijapalvelu Oy:ltä saamiani kontakteja ja resursseja tämän opinnäytetyön tekeminen olisi ollut mahdotonta. Haluan kiittää myös St1 Lähienergia Oy:tä ja Tom Allen Senera Oy:tä siitä, että sain käyttää heidän referenssilistojaan opinnäytetyötäni varten. Kiitän myös Jussi Saloa, Mika Manneria sekä Kaj Karumaata, jotka auttoivat minua opinnäytetyöprosessin aikana olemalla käytettävissä ja vastaamalla esittämiini kaikenlaisiin kysymyksiin. Teidän tukenne on auttanut minua saattamaan tämän opinnäytetyöni päätökseen.

Helsingissä helmikuussa 2019

Mathias Kvarnström

JOHDANTO

Kaukolämpö on kiinteistölle helppo ja vaivaton lämmitysmuoto. Koska pääkaupunkiseudulla suuri osa kaukolämmöstä tuotetaan hiilellä, kaukolämpökustannuksia ei lähiaikoina todennäköisesti pystytä laskemaan. Suomi on sitoutunut Pariisin sopimukselle (HE 200/2016 vp) sekä parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietinnössä suositellaan energiapäästöjärjestelmän muuttamista mahdollisimman päästöttömäksi vuoteen 2050 mennessä (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014). Myös Sipilän hallitus on tukenut tätä. (Maaseudun tulevaisuus 26.10.2018).

Vaihtoehtoihin energiamuotoihin siirtyminen aiheuttaa kustannuksia asennusvaiheessa. Etenkin pääkaupunkiseudulla tavoitteena on päästä eroon fossiilisista polttoaineista, eikä kovin montaa kustannustehokasta lämmitysmuodon vaihtoehtoa ole markkinoilla. Riippuen sähkön tuotantotavasta, kaukolämpöön verrattuna, maalämpö voi olla edullista ja täysin vihreää energiaa. Toisaalta itse maalämpöurakka on melko suuritöinen ja hintava. Tarvitsemme tutkimuksia ja investointeja, jotta löydämme järkevän korvaavan tavan tuottaa lämpöä muulla tavoin kuin hiiltä käyttäen.

Ennen opinnäytetyötäni olin työskennellyt erilaisten maalämpöprojektien parissa ja osallistunut maalämpöä koskeviin infoiltoihin. Niissä oli aina yksi tai useampi henkilö, joka vastusti voimakkaasti taloyhtiön lämmitysjärjestelmän vaihtamista maalämpöön. Syynä oli yleensä mielikuva siitä, että jollain oli ollut huonoja kokemuksia maalämmöstä eikä maalämpöön voinut siksi luottaa. Opinnäytetyöni avulla halusin selvittää, oliko maalämpöä koskevilla negatiivisilla väitteillä perää ja oliko maalämpöön vaihtaneilla asiakkaila siitä huonoja kokemuksia. Mikäli huonoja kokemuksia oli ollut, halusin selvittää, minkälaisia ne olivat. Tietoon tulee kuitenkin aina suhtautua kriittisesti, sillä lukuja on mahdollista manipuloida ja saada näin järjestelmä vaikuttamaan todellisuutta paremmalta tai huonommalta. Tässä opinnäytetyössäni olen koonnut yhteen maalämpöurakan eri vaiheet sekä mitä kannattaa huomioda ennen maalämpöurakkaan ryhtymistä ja urakan aikana.

1 MAALÄMPÖ

Maalämmön idea on lämmön talteenotto. Maalämpöpumput hyödyntävät vesistöihin tai maaperään sitoutunutta aurinkoenergiaa. Aurinkolämpö varastoituu kesällä maaperään, kallioon ja vesistöihin, mistä sitä voidaan hyödyntää vuoden ympäri. Maalämpöpumpun toimintaperiaate on sama kuin esimerkiksi kaikille tutussa jääkaapissa. Tässä tapauksessa kylmän sijasta ollaan kiinnostuneita prosessin lämpöä tuottavasta puolesta. Lämpöpumpun idea on, että aina siirretään lämpöä jostakin jonnekin. Tämä tarkoittaa sitä, että jokin lämmitetään, samalla, kun jotain muuta ”jäähdytetään”. Lämpö voidaan kerätä talteen maasta lämmönkeruuputkistolla ja maalämpöpumpulla. Pumpusta se jaetaan rakennukseen vesikiertoisen patteriverkoston tai lattialämmityksen avulla. Käyttövesi lämpenee myös maalämmön kautta, kesällä järjestelmää voidaan käyttää myös viilennykseen (Tom Allen Senera 2018).

Lämmönkeruuputkisto asennetaan yleensä kallioon porattuun lämpökaivoon. Kaivot ovat yleensä syvimmillään hieman reilu 300m tavallisissa kerrostalo kohteissa. Suuremmalle maa-alueelle putkisto voidaan asentaa myös vaakatasoon maan alle reilun metrin syvyyteen (Tom Allen Senera 2018).

2 MAALÄMPÖURAKAN ERI VAIHEET

2.1 Lämpökaivot

Lämpökaivojen oikea mitoitus on erittäin tärkeää. Lämpökaivoja voidaan porata pienellekin tontille. Kaivojen sijoittelulle on omat lainalaisuudet, kuten, että lähimpään viereiseen kaivoon on oltava vähintään 15 metriä. Jos halutaan saada energiakaivot mahdollisimman lähelle toisiaan, ratkaisuna kaivot voidaan porata viistoon ja täten saada etäisyydet vaikutusalueella kauemmaksi toisistaan. Vesikaivon ja lämpökaivon välille on jätettävä noin 40 metrin etäisyys. Lämpökaivot kannattaa pyrkiä poraamaan mahdollisimman lähelle kiinteistön lämmönjakohuonetta, jotta säästetään keruuputkiston pituudessa. Toisin kaivon etäisyys saa vähimmillään olla kolmen metrin etäisyydellä seinästä (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

Isommat maalämpöurakoitsijat hieman ylimitoittavat kaivokenttiä, jotta saadaan varmasti oikea määrä energiaa irti kaivoista. Jotkut voivat suositella myös TRT-mittausta, jotta saadaan juuri oikea määrä kaivoja. TRT-mittaus on testi millä selvitetään maaperän lämmönjohtavuus energiakentän suunnittelua varten. Käytännössä mittaus tarkoittaa, että porataan kohteen tontille testikaivo ja mitataan peruskallion lämmönjohtavuus ja keskilämpötila mikä esiintyy energiakaivossa. Varsinkin Etelä-Suomessa näitä ei usein suosita, koska maaperä on sen verran tuttua. Jos halutaan olla varmoja kaivokentän toimivuudesta, voidaan tehdä TRT-mittaus lisäkustannuksesta (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

Jos maalämmön aikoo asentaa, on varauduttava, että tontin pihaa kaivetaan jonkun verran. Porauskalustoon kuuluu poravaunu, pölynsidontakontti ja kompressorisyksikkö. Yleensä poraustahti on yksi kaivo päivässä, mikä kuitenkin riippuu maaperästä. Porauksen seurauksena tulee kivipölyä, joka sidotaan veteen ja siirretään pölynsiirtoputkella pölynsidontakonttiin. Tontille ei jää merkittäviä pölykasoja tai porauksen jälkiä (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

Ennen lämpökaivojen porausta tarvitaan toimenpidelupa rakennusvalvontaviranomaiselta (Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta 2013). Toimenpideluvat hyväksytään yleensä, ellei ole jotain maanalaista kaavailua alueella kuten esimerkiksi Länsimetron tunnelikaavailut. Jopa pohjavesialueille saa yleensä porata lämpökaivoja koska lämpökaivot eivät likaa pohjavettä. Poikkeuksena on, jos rakennus sijaitsee kunnallisen vedenottamon suojavyöhykkeellä, silloin ei saa porata (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

2.2 Maalämpöpumput

Maalämpöpumppu kerää lämmön energiakaivoista ja siirtää sen kiinteistöön. Lämmönkeruuneste lämpenee noin 1-4 °C, kun se kiertää keruuputkistossa. Kun lämmönkeruuneste kulkee maalämpöpumpun höyrystimen läpi, se lämmittää kylmäaineen. Kun tämä tapahtuu, niin kylmäaine alkaa kiehua ja muuttuu kaasuksi. Tämän jälkeen kylmäainehöyry puristetaan kompressorissa haluttuun, korkeaan lämpötilaan ja paineeseen

(Lämpö Ykkönen Oy 2018, Thermia Värme Ab 2018, Suomen lämpötekniikka Oy 2018, Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Union of concerned Scientists (US) 2019).

Kompressorin jälkeen kylmäainehöyry muuttuu nesteeksi lauhduttimessa, missä se luovuttaa lämpönsä lämpimään käyttöveteen ja lämmönjakoverkoston. Lauhduttimesta kylmäaine siirtyy paisuntaventtiiliin, joka alentaa kylmäaineen höyrystimen lämpötila- ja painetasolle. Tämä jatkuva, suljettu kylmäaineen kiertoprosessi on maalämpöpumpun toimintaperiaate (Lämpö Ykkönen Oy 2018, Thermia Värme Ab 2018, Suomen lämpötekniikka Oy 2018, Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Union of concerned Scientists (US) 2019).

Maalämpöpumppu toimii sähköllä, mutta tuottaa kuitenkin kolmin- tai jopa nelinkertaisen määrän lämpöenergiaa sähkön kulutukseen verrattuna (kW/kW). Tärkeää lämpöpumpun valinnassa on varmistaa, että se toimii oikealla lämpötila-alueella. Patteriverkoston on syötettävä kuumempaa nestettä kuin esimerkiksi lattialämpöverkoston, koska patteriverkoston kokonaispinta-ala on pienempi. Jos lämmönjakohuoneen vieressä tai sen yläpuolella on asunto, on huomioitava pumpun äänieristys käyntiäänien varalta. (Lämpö Ykkönen Oy 2018, Thermia Värme Ab 2018, Suomen lämpötekniikka Oy 2018, Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Union of concerned Scientists (US) 2019).

2.3 Lämmönkeruupiiri

Lämmönkeruupiiri on piiri, jossa maalämpöpumppu kierrättää lämmönkeruunestettä. Neste, joka kiertää lämmönkeruupiirissä on luonnollisen alkoholin seosta, eli vettä ja bioetanolin sekoitusta. Yleensä lämmönkeruupiiri asennetaan lämpökaivoon, joka on parattu kallioperään. Kallioperä on kaikkein energiatehokkain lähde lämmölle, ja parhaan suojan putkisto saa lämpökaivossa. Joissain tapauksissa lämmönkeruupiiri voidaan asentaa myös maaperään tai vesistöön (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

Lämpökaivojen mitoitus on erittäin tärkeää. Yleensä lämpökaivot ovat noin 100-300 m syviä ja täynnä pohjavettä. Lämpö siirtyy kalliosta lämmönkeruuputkistoon veden välityksellä. Lämmönkeruuputket sijoitetaan mahdollisimman lähelle kallion seinämää, jotta

saadaan parhaiten käytettyä hyväksi kallioperän lämpö (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

Nykyään porataan lämpökaivoja, joiden halkaisija on 115 mm tai 140 mm. Halkaisijaltaan 115 mm lämpökaivot ovat parempia kuin suuremman halkaisijan omaavat kaivot, koska pienemmällä halkaisijalla putkisto saadaan lähemmäksi kallion seinämää. Aikaisemmin porattiin lämpökaivoja, joilla oli isompi halkaisija, koska kaivot porattiin samalla tekniikalla kuin vesikaivot (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

Jos lämmönkeruuputkisto asennetaan maaperään, tulee maaputkisto asentaa reilun metrin syvyyteen. Savimaa on paras maaperä lämmöntuotannon kannalta, koska routa liikuttaa kivistä maaperää, joka voi vahingoittaa putkistoa. Jos lämmönkeruuputkisto asennetaan vesistöön, on vesistön oltava vähintään kaksi metriä syvä jopa rannan läheisyydessä. Jos vesi ei ole tarpeeksi syvä voidaan putket kaivaa syvemmälle, jolloin jääkerros ei ylety putkistoon saakka. Jos putkisto halutaan asentaa vesistöön, niin samaan paikkaan ei esimerkiksi voida ankkuroida venettä, koska ankkuri voi vahingoittaa putkistoa. Muuten vesistössä ei tarvitse huomioida putkistoa. Jos vesistöön päätetään asentaa putkisto, tulee edellä mainitut asiat huomioiden vesistöputkisto mitoittaa 1,5-kertaiseksi porakaivoon verrattuna. (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Rototec Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019).

2.4 Yhdistäminen

Maalämpö voidaan yhdistää muihin lämmitystapoihin, josta saadaan niin sanottuja hybridijärjestelmiä. Tämä katsotaan aina tapauskohtaisesti. Esimerkiksi jos lämpökaivo kenttä ei mahdu tontille tai maanalaisen asemakaavan mukaan ei saada porata syviä kaivoja koko tontille (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Union of concerned Scientists (US) 2019).

Täydelle teholle mitoitettu maalämpöjärjestelmä kattaa rakennuksen lämmityksen myös huippupakkasilla. Yleensä maalämpöjärjestelmän teho mitoitetaan kattamaan 70-80 %

kiinteistön tarvitsemasta lämmitystehosta huippupakkasilla. Tällöin teho riittää kattamaan yhteensä noin 98 % koko vuoden aikana tarvittavasta lämmitysenergiasta. Puuttuva lämmitystarve katetaan yleensä yksinkertaisilla sähkövastuksilla. Tämä on edullisin tapa toteuttaa järjestelmä (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Union of concerned Scientists (US) 2019).

Maalämmön yhdistäminen yleisimpiin lämmitysjärjestelmiin, kuten kaukolämpöön, öljy-, kaasu- tai sähkölämmitykseen onnistuu yleensä ongelmitta (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Union of concerned Scientists (US) 2019).

3 MAALÄMPÖJÄRJESTELMÄN KUSTANNUKSET

3.1 Hankintahinta

Maalämmön hankkiminen on yleensä kannattava, jos kokonaisenergiankulutus on vähintään 30 000-35 000 kWh/a, mieluiten yli 40 000 kWh/a. Maalämpöjärjestelmän hinta riippuu rakennuksen lämmitysenergian ja lämmitystehon tarpeesta. Hinta muodostuu järjestelmän suunnittelusta, maalämpöpumpuista, lämmönkeruujärjestelmästä, poistoilman lämmön talteenottojärjestelmästä (jos on), käyttöveden varaajasta, piha-, maansiirto-, sähkö-, putki- ja eristystöistä sekä kaikesta ylimääräisestä työstä mitä kohteeseen saattaa ilmaantua. Luonnollisesti hintaan sisältyy myös vanhan lämmönvaihdinpaketin purku (Lämpö Ykkönen Oy 2018, Thermia Värme Ab 2018, Suomen lämpötekniikka Oy 2018, Tom Allen Senera Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Asiakirjat 2018a, Tom Allen Senera Oy Tarjousasiakirjoja liitteineen 2019(c)).

Suuremmassa taloyhtiössä hinnasta suurin osa tulee porauksista. Porauksen hinta riippuu pitkälti maaperästä, määrästä sekä syvyydestä. Maakerroksen poraus on noin kaksi kertaa kalliimpaa kuin kallion poraus. Kallioperän porauksen hinta on noin 30 €/m. Lämpökaivoista otettu teho vaihtelee mutta suositus on noin 40-43 W/m (Lämpö Ykkönen Oy 2018, Thermia Värme Ab 2018, Suomen lämpötekniikka Oy 2018, Tom Allen Senera Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Asiakirjat 2018a, Tom Allen Senera Oy Tarjousasiakirjoja liitteineen 2019(c)).

Ison osan hinnasta muodostaa maalämpöpumput. Pienemmät pumput omakotitaloihin mitoitetaan yleensä 4,5-17 kW. Näiden hinnat vaihtelevat yleensä asennettuna noin 7 500-11 000 € Rivi- ja kerrostaloissa käytetään yleensä 22-90 kW maalämpöpumppuja, joiden hinnat vaihtelevat yleensä 15- 20 000 € välillä. Hintoihin lisätään vielä sähkö- ja automaatioasennusten kustannukset sekä mahdolliset lämpimän käyttövedenvaraajan ja puskurivaraajan kustannukset. Maalämpöjärjestelmien hinnat vaihtelevat suuresti riippuen kohteesta, joten suuntaa antavaa hintaa on todella vaikea antaa ilman tarkempia kohteen tietoja. Maalämpöjärjestelmän tehon tarvetta voidaan vähentää asentamalla poistoilmaan lämmöntalteenotto (LTO). Poistoilmalämpöpumppu vaatii yleensä korkeutta talossa, jotta investointi on kannattavaa. Talossa korkeus tarkoittaa enemmän ilmatilavuutta, joten yleensä esimerkiksi kerrostaloissa on isompi poistoilmantarve kuin rivitaloissa. Yleisimmät kohteet ovatkin usein kerrostaloja (Lämpö Ykkönen Oy 2018, Thermia Värme Ab 2018, Suomen lämpötekniikka Oy 2018, Tom Allen Senera Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Asiakirjat 2018a, Tom Allen Senera Oy Tarjousasiakirjoja liitteineen 2019(c)).

Maalämpö on itsessään ilmaista ja kaiken lisäksi täysin vihreää energiaa, mutta maalämpöpumppu tarvitsee sähköä toimiakseen. Maalämpöpumpun sähkönkulutus on tosin vain noin 30 % esimerkiksi kaukolämmön, öljy- tai sähkölämmityksen energiankulutuksesta. Jos halutaan, että kiinteistö lämmitetään täysin uusiutuvalla energialla, pitää katsoa mistä sähkömyyjä tuo sähköä. Jos sähkö tuotetaan esimerkiksi tuulivoimaloissa, saa lämmitysverkosto täysin vihreän leiman (Lämpö Ykkönen Oy 2018, Thermia Värme Ab 2018, Suomen lämpötekniikka Oy 2018, Tom Allen Senera Oy 2018, Union of concerned Scientists (US) 2019, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Asiakirjat 2018a, Tom Allen Senera Oy Tarjousasiakirjoja liitteineen 2019(c)).

Kotitalousvähennystä on mahdollista saada maalämpöjärjestelmäurakan työosuuteen silloin, kun kyseessä on luonnollinen henkilö (Laki verohallinnosta 2010). Asunto-osakeyhtiö ei voi saada kotitalousvähennystä Vähennyskelpoisia vaiheita ovat esimerkiksi lämpökaivojen poraus, vanhan lämpöjärjestelmän purku sekä maalämpöjärjestelmän asen-

nus. Vuonna 2017 vähennystä maalämpöurakoista sai maksimissaan 2400 €vuodessa veronmaksajaa kohden (Tom Allen Senera Oy 2018 (a), Suomen lämpöpumpputekniikka Oy 2018).

3.2 Huolto

Oikein asennettuna maalämpöjärjestelmä ei tarvitse paljon huoltoa. Suositeltavaa on, että järjestelmä tarkastetaan vähintään vuosittain. Järjestelmä kannattaa ottaa osaksi etävalvontaa, koska jos kyseessä on esimerkiksi isompi kiinteistö niin lämpöpumppuja ja varaajia on useampia. Jos järjestelmä on yhdistetty lämmöntalteenottoon, valvonta antaa mahdollisuuden säätää järjestelmää sekä seurata järjestelmän tilaa niin, että se on optimoitu juuri oikein. Jos järjestelmään tulee jokin vika se alkaa kuluttaa enemmän sähköä. Ongelmaa voi olla vaikea havaita ilman etävalvontajärjestelmää. Mikäli järjestelmässä on vika, asukas huomaa sen yleensä lämmön vähenemisenä. Jos asukkaalta tulee ilmoitus, että kiinteistössä on kylmä, näkee tiedot suoraan järjestelmästä eikä tarvitse pyytää huoltomiestä paikalle. Etävalvonnan ollessa kytkettynä voidaan lämmityskäyrää säätää etänä, jolloin säästytään turhilta kuluilta (Tom Allen Senera Oy 18 (a), Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2019 (b), Tom Allen Senera Oy (c), Asiakirjat, Tarjousasiakirjoja liitteinen 2019).

Maalämpöurakoitsijat tarjoavat yleensä huoltosopimuksia viimeistään urakan vastaanoton yhteydessä. Takuuaikana urakoitsija vastaa laiteongelmista mutta ei huollosta. Tavallisilla huoltomiehillä ei välttämättä ole tietoa tai taitoa huoltaa maalämpöjärjestelmää. Suositeltavaa on, että maalämmön huoltoyritykset hoitavat maalämpöjärjestelmän huoltamisen. Lisäksi on muistettava, että maalämpöjärjestelmää huoltavilla huoltoliikkeellä on oltava lakisääteiset kylmäaineluvat. Mitä suurempi kiinteistö on kyseessä, sitä järkevämpää on ulkoistaa huolto, koska järjestelmät voivat olla hyvinkin monimutkaisia (Tom Allen Senera Oy 18 (a), Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2019 (b), Tom Allen Senera Oy (c), Asiakirjat, Tarjousasiakirjoja liitteinen 2019).

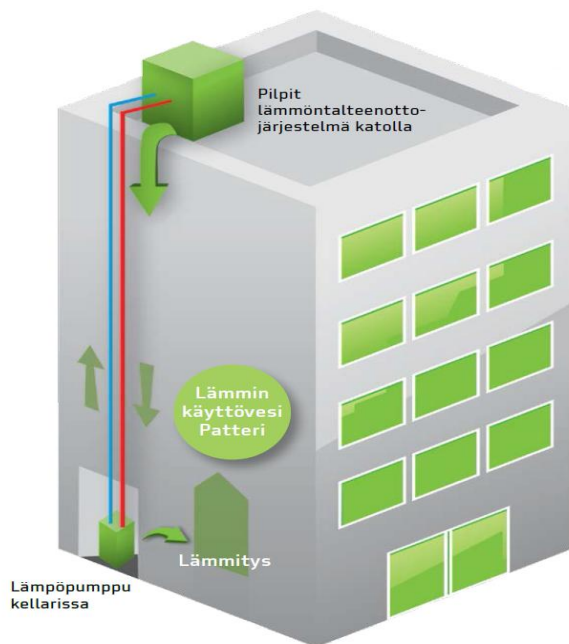
Maalämpöpumpun kuluvat osat eivät kuulu vuosihuoltosopimukseen vaan osat maksetaan erikseen. Kallein osa maalämpöpumpusta on kompressorin tekninen

käyttöikä on noin 20 vuotta. Kuluviin osiin kuuluu muun muassa kiertovesipumput, joiden elinikä on noin 20 vuotta. Kiertovesipumppujen vaihtokustannus on joitakin satoja euroja. Kolmitieventtiilin toiminta saattaa heikentyä ajan myötä ja sen uusiminen kustantaa joitakin satoja euroja. Näin ollen voidaan laskea, että maalämpöjärjestelmän osien vuosittainen kustannus on sadasta eurosta joihinkin satoihin euroihin. Hinnat eroavat hie- man riippuen siitä, miltä valmistajalta tai jälleenmyyjältä osat ostetaan (Tom Allen Senera Oy 18 (a), Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2019 (b), Tom Allen Senera Oy (c), Asiakirjat, Tarjousasiakirjoja liitteineen 2019).

4 LÄMMÖNTALTEENOTTO ULOSPUHALLUSILMASTA(LTO)

4.1 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppujärjestelmä eli PILP on yksinkertaisin tapa lisätä lämmön talteenotto nykyisiin poistoilmanvaihtojärjestelmiin (Kuva 1). Itse ilmanvaihtojärjestelmää ei tarvitse välttämättä muuttaa, vaan poistoilmapuhaltimiin asennetaan lämmöntalteenottopatterit. Talteenotettu lämpö siirretään nestekiertoisella verkolla katolta kellarissa sijaitsevaan lämmönjakohuoneeseen. Lämpöä voidaan hyödyntää patteriverkostossa, käyttöveden lämmittämisessä, sekä lattialämmityksessä. PILP-järjestelmään oleellisesti kuuluvat lämpöpumput sijaitsevat järjestelmästä riippuen joko talon katolla, tai kellarissa. Lämpöpumput nostavat talteen otetun lämmön lämpötilan käyttökohteen tarvitsemalle lämpötilatasolle sähköenergiaa hyödyntämällä. Lämpöpumppu toimii sitä paremmalla hyötysuhteella mitä alhaisemmalla lämpötilatasolla lämmön käyttökohde toimii. Esimerkiksi lattialämmitys on hyvä kohde PILP-järjestelmällä tuotetulle lämmölle (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).



Kuva 1. PILP järjestelmäperiaate. Lähde PILPIT

Nestekiertoisen lämmöntalteenottoverkon putket täytyy tuoda talon läpi kellariin ja tämä voi viedä tilaa asunnoista, jos reittiä ei löydy porrashuoneiden puolelta. Putket ovat yleensä isoja eristyneen. PILP-järjestelmän kannattavuus on sitä parempi mitä enemmän ilmaa pystytään tuomaan yhden laiteyksikön läpi. Tämä tarkoittaa käytännössä mahdollisimman korkeaa taloa tai ilmanvaihdon keskittämistä (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

PILP-järjestelmän hyöty muihin ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmiin verrattuna on siinä, että talteenotettua lämpöä voidaan siirtää myös käyttöveteen silloin, kun muuta lämmöntarvetta ei ole. Näin osa talteenotetusta lämmöstä saadaan hyödynnettyä myös kesällä. PILP-järjestelmä ei myöskään muuta asumismukavuuteen liittyviä asioita, koska mitään asukkaaseen vaikuttavaa taloteknistä järjestelmää ei muuteta (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

4.2 Toimenpiteen kuvaus

LTO-putkistot tarvitsevat yhtenäisen reitin talon katolta lämmönjakohuoneeseen. Yleensä putket koteloidaan rappukäytävään, mikä edellyttäen kerroksien läpäisevää po-raustyötä. Vanhoissa taloissa putket voidaan myös asentaa esim. käytöstä poistettuun ros-kakuiluun tai kulkemaan ulkoseinää pitkin (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Lämmönjakohuoneeseen tai katolle asennetaan lämpöpumppu (tai useampi), joka nostaa talteenotetun lämmön lämpötilaa sähköenergiaa hyödyntäen. Lämpöpumpun lämpöker-roin (COP= Coefficient of Performance) kertoo kuinka paljon lämpöä laite tuottaa käy-tettyä sähköyksikköä kohden. Yleensä PILP-järjestelmien lämpöpumppujen COP-luvut ovat lähes 3, eli lämpöpumppu tuottaa noin kolminkertaisen määrän lämpöä suoraan säh-kölämmitykseen verrattuna. COP-luku on suoraan yhteydessä niihin lämpötiloihin, missä lämpöpumppu joutuu toimimaan. Luku muuttuu ulkolämpötilan myötä. Lämpöpumppu-valmistajat mittaavat COP-luvun aina parhaassa mahdollisessa lämpötilassa, eli jos pum-pun valmistaja on leimannut COP-luvun +7 asteessa niin luku ei ole sama, kun mittaat luvun kotona ja ulkona on -10 astetta. Lämmönjakohuoneeseen asennetaan tarvittavat lämmönsiirtimet. Lämmönsiirtimiä tarvitaan 1-3 riippuen siitä, mihin talteenotettu lämpö siirretään (patteriverkosto, käyttövesi, lattialämmitys). Lämmönjakohuoneeseen asenne-taan tavanomaisesti myös varaajasäiliö talteenotetulle lämmölle tasaamaan kulutusvaihi-teluja (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Yleensä Helsingin kaupunki ei myönnä lupaa putkien asentamista julkisivua pitkin, kun taas Espoon kaupunki yleensä myöntää luvan. Lupa toimenpiteelle tulee aina hakea ennen urakan alkamista (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

5 MAALÄMPÖURAKAN KESTO

Maalämpöurakan kesto riippuu monesta eri asiasta. Urakan kestoksi voi tavallisessa kes-kikokoisessa kerrostalossa arvioida 13 viikkoa toimenpideluvan saamisesta (Sweco Asi-antuntijapalvelut Oy 2018a, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2019c).

Ensin haetaan toimenpidelupa, joka on vaadittu maakäyttö ja rakennuslaissa vuodesta 2011 lähtien (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999). Urakoitsijat yleensä hoitavat toimenpideluvan hakemisen tilaajan puolesta. Tämän jälkeen porataan kaivot. Jos käytössä on yksi poravaunu, työ etenee suunnilleen yksi kaivo per päivä. Työn eteneminen riippuu myös porattavien kaivojen syvyydestä.

Lämmönjakohuoneessa valmistellaan lämmitysjärjestelmän vaihto. Lämmityskatko ei yleensä ole merkittävä, mutta esimerkiksi jos vaihto tehdään talvella, saatetaan menetetty lämpö joutua kompensoimaan sähköllä (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2019c).

Lämmönjakohuoneen koko määrittää työtahtia. Kiinteistöissä, joissa on ollut esimerkiksi öljylämmitys, on tilavat lämmönjakohuoneet, jotka mahdollistavat monen ihmisen työskentelyn samanaikaisesti. Kaukolämpökeskuksen mukaan mitoitettujen lämmönjakohuoneet ovat usein ahtaita ja hidastavat työtä, koska huoneessa ei mahdu työskentelemään monta ihmistä saman aikaisesti ja työ pitää tehdä jaksoittain. Jos kiinteistön lämmöntarve on suuri, saattaa olla, ettei maalämpöjärjestelmä mahdu lämmönjakohuoneeseen. Siinä tapauksessa joudutaan joko valitsemaan toinen tila lämmönjakohuoneeksi tai ottaa nykyisen lämmönjakohuoneen viereinen tila käyttöön. Tämä kuitenkin lisää kustannuksia. Yleensä yritetään käyttää viereistä tilaa mieluummin, kuin siirtää lämmönjakohuonetta, koska lämmönjakohuoneen siirtäminen tarkoittaa, että putkilähdöt joudutaan uusimaan (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2019c).

Toinen vaihe, joka voi venyttää urakkaa on tilanne, jossa saatetaan joutua suurentamaan sähköliittymää. Tällöin urakka on riippuvainen sähkötoimittajan aikataulusta. On myös hyvä muistaa varsinkin, jos vaihtaa kaukolämmöstä, että kaukolämpösopimuksen irtisanomisaika on taloyhtiöille 6 kuukautta (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2019c).

6 HUOMIOITAVAA ENNEN MAALÄMPÖÖN VAIHTOA

Maalämpö on todella ajankohtainen aihe. Urakoitsijoita on monia ja tarjoukset yleensä eroavat hieman toisistaan. Tämän takia voisi olla hyvä, jos taloyhtiö saisi urakoitsijan

valinnassa apua. Konsultin valinta voi helpottaa taloyhtiön päätöstä vaihtaa lämpöjärjestelmä. Tietyissä tapauksissa vaihto ei ole järkevää. Tällöin esimerkiksi investointikustannukset voivat olla niin suuret, että järjestelmällä kestää todella kauan maksaa itsensä takaisin. Tämän takia esimerkiksi Sweco Oy tarjoaa taloyhtiöille selvitystä, missä kerrotaan järjestelmän perustiedot ja tarjotaan laskelmaa, joka selvittää kuinka kannattavaa vaihtaminen todellisuudessa on. Tällainen laskelma on tärkeää erityisesti taloyhtiön päätöksen tukena (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Selvitystä tehtäessä on hyvä muistaa, että hintojen nousua on todella vaikea ennustaa, Hinnat ovat kuitenkin oleellinen osa selvitystä. Urakoitsijoilla on omat mitoitusohjelmat, joilla he laskevat ja mitoittavat järjestelmät. Mitoituksissa on kuitenkin eroja. Erityisesti kaivojen syvyyksissä on vaihteluja. Toiset urakoitsijat ylimitoittavat kaivokentät, jotta he saavat mahdollisimman varman järjestelmän. Toiset urakoitsijat taas mitoittavat kaivokentän niin, että kaivokenttä riittää, mutta virheille ei jää varaa (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Kun aletaan miettimään maalämpöön vaihtoa, on hyvä tietää kaikki oleelliset asiat ennen päätöksen tekoa. Swecon tarjoama selvitys on jaettu selkeästi eri osioihin, jotta saadaan hyvä kuva mahdollisesta urakasta (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a). Selvitystä varten käydään läpi kohteen lähtötilanne, sillä ilman kulutustietoja ei voida lähteä arvioimaan maalämpöjärjestelmää. Koska lämpötilat vaihtelevat vuosittain lämpöluvut normalisoidaan eli otetaan mukaan lämmitystarveluku paikkakohdittain. Tämä kuvastaa rakennusten lämmitysenergian tarvetta. Näin saadaan vertailukelpoiset luvut, mukaan lasketaan kiinteistö-sähkön ja -veden kulutus sekä lämpimän käyttöveden osuus lämmityksestä. Jos esimerkiksi oletetaan, että vanha järjestelmä on ollut kaukolämpö, huomioidaan kaukolämmön tehomaksu, sähkön kuukausimaksu, sähkön energiamaksu, maalämmön tekninen elinikä, diskonttauskorko, inflaatio, sähkön hinnannousu vuodessa sekä kaukolämmön hinnannousu vuodessa. Tämän jälkeen otetaan mukaan kaukolämmön energiamaksut. Hinnat löytyvät jokaisen kaupungin energianmyyjän sivuilta, esimerkiksi Helsingin alueella Helenin ja Espoon alueella Fortumin verkkosivuilta (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Kun laskelmassa käytetyt lähtötiedot ovat tiedossa, aletaan purkaa maalämpöjärjestelmän mitoitusta. Käytetään esimerkkinä kiinteistöä, minkä normeerattu lämmönkulutus on 725 MWh/a. Tämä tarkoittaa, että lämpökaivoja tarvitaan noin 15 kpl. Kaivojen määrä saadaan laskettua laskemalla, että energiakaivoista otettu teho suositellaan pysyvän 40-43 W/m. Laskuissa otetaan huomioon maalämpöpumpun COP. Maalämpöpumpuissa COP-luku on yleensä 2,8-4,5. Kaivoista otettava teho tehollista syvyyttä kohden vuositasolla ei saa nousta kovin suureksi. Turvallinen raja-arvo mitoitukselle on noin 100-110 kWh/m/a. Jakamalla maasta otettava lämpömäärä turvallisella raja-arvolla, saadaan lämpökaivojen tehollinen syvyys. Tehollisen syvyyden lisäksi tulee varata jokaisen lämpökaivon kohdalla sakkapesän ja yläpään kuivaa osaa varten noin 10 metriä tilaa. Näin saadaan tarvittava energiakaivojen lukumäärä. Jos porataan 300m syviä kaivoja, lasketaan 725 MWh kohdalla 4350 m/ 300 m, joka tekee 14,5 kaivoa (Sweco Asiantuntijapalvelut 20190213).

Kun on todettu, että kohteeseen tarvitaan noin 15 lämpökaivoa tarkastetaan, että kaivot mahtuvat kohteen tontille. Tällöin tarkastetaan kaavailut alueella ja turvaetäisyydet kaivojen välillä. Itse kaivokenttäsuunnitelma tulee urakoitsijalta. Urakoitsijoilla on omat suunnittelijat, jotka varmistavat optimaalisen asettelun tilaajan toiveiden mukaan. On myös tarkastettava, että lämmönjakohuone on tarpeeksi iso ja että sähköpääkeskuksen teho ja liittymä ovat tarpeeksi suuret maalämpökeskukselle. On hyvin yleistä etenkin vanhoissa kiinteistöissä, että sähköliittymät sekä -keskukset ovat liian pienet maalämpöjärjestelmälle (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Hankkeen taloudellista kannattavuutta selvitetään elinkaarikustannusten avulla. Elinkaarikustannukset voidaan esittää nettonykyarvona. Nettonykyarvo huomioi kaikki kustannukset koko järjestelmän oletetun teknisen käyttöiän ajalta verrattuna nykyiseen järjestelmään (nettonykyarvo = säästöt – alkuinvestointi). Uuden maalämpöjärjestelmän osalta tämä tarkoittaisi sekä alkuinvestoinnin että vuosittaisten käyttökustannusten huomiointia. Käyttökustannukset huomioidaan erona nykyisiin käyttökustannuksiin. Tulevaisuuteen sijoittuvat rahavirrat diskontataan laskennassa käytetyn diskonttauskoron mukaan. Nettonykyarvon ollessa nolla, ei toimenpiteisiin kannata lähteä, sillä sijoitetulle rahalle ei saada mitään tuottoa. (Sweco Asiantuntijapalvelut 20190213).

Taloudellista kannattavuutta voidaan esittää myös hankkeen takaisinmaksuajan avulla. Takaisinmaksuaika on se aika, jonka kuluttua hanke on niin sanotusti maksanut itsensä takaisin. Toisin sanoen hankkeen aiheuttamat säästöt ovat yhtä suuret kuin sen aiheuttamat kustannukset. Kustannuksissa huomioidaan investointikustannukset, kaikki käyttökustannukset, sekä inflaatio-, korko- ja energiahintojen kehitystrendit (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Maalämpöjärjestelmän säästöpotentiaali lasketaan annettujen laskenta-arvojen pohjalta (Taulukko 1). Näillä oletuksilla maalämpöjärjestelmän takaisinmaksuajaksi muodostuisi esimerkkikohteen 725 MWh lämpökulutuksella ja 15 energiakaivolla 12 vuotta. Vuositainen säästö huomioiden kokonaan poistuva kaukolämpökustannus sekä kasvanut sähkönkulutus, on noin 31 049 €(Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Taulukko 1. Esimerkki. Maalämpöjärjestelmän kannattavuuden laskenta-arvot.

LASKENTA-ARVOT JA KANNATTAVUUS		
Lämpökaivojen lkm.	15	kpl
Lämpökaivojen tehollinen syvyys	300	m
Lämpökaivojen tehollinen syvyys yht.	4 500	m
COP-luku (keskiarvo)	3,1	
Lämpöpumpuilla tuotettu lämpö	763	MWh/a
Lisääntynyt sähkönkulutus	267	MWh/a
-josta lisälämmitys (suora sähkö)	12	MWh/a
Kustannusvaikutus	-31 049	€a
Investointi	380 000	€
-urakka	331 000	€
-sähköliittymän suurentaminen	9 000	€

-lisätyövaraus	20 000	€
-projektinjohto ja valvonta	20 000	€
Vuosittainen huoltokustannus	2000	€/a
Korjausinvestointi (15. vuotena)	7 000	€
Nettonykyarvo	453 127	€
Takaisinmaksuaika	12	v

Investointikustannuksiin on hyvä arvioida myös valvonnan ja projektinjohton kustannukset. Sweco Oy arvioi myös lisätyökustannuksia, kuten tässä esimerkkilaskennassa on käytetty 20 000 € jotta ei tule yllätyksiä. Urakkahinta saadaan tarjouksien mukaan ja vertaamalla toisiin saman kokoiisiin ja olosuhteisiin omaaviin kohteisiin (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Seuraavassa taulukossa on esitetty maalämpöjärjestelmän takaisinmaksuajat ja sisäinen korko eri tuottovaatimuksilla.

Taulukko 2. Esimerkki. Maalämmön kannattavuus eri tuottovaatimuksilla (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Maalämpö	Tuottovaatimus			
	1 %	2 %	3 %	5 %
Korollinen takaisinmaksuaika [v]	10	11	12	13
Sisäinen korko [%]	8,97	8,97	8,97	8,97

7 KOHTEET

Kohteet ja kohteiden kulutustiedot ovat todelliset. Osassa kohteista on tiedossa urakkahinta, mutta kaikkien kohteiden urakkahinta ei valitettavasti ole tiedossa. Oumanin etävalvontaohjelmatietoja sisältävät kohteet on saatu urakoitsijalta ja loput suoraan isännöitsijöiltä.

Rakennuksen lämpöenergian kulutus ei toimenpiteestä muutu. Lämpö tehdään eri tavalla. Niissä kohteissa, joissa ei ole lämpöenergian kulutuksen mittausta lämpöpumpussa, SPF-luku (= Seasonal Performance Factor) on luotu keinotekoisesti olettamalla, että rakennuksen lämpöenergian tarve on pysynyt vakiona. Koska kaukolämpöenergia ja sähkö ovat eri energiamuotoja, on merkityksetöntä vertailla $MWh_{\text{Kaukolämpö}}$ ja $MWh_{\text{sähkö}}$. Tyydyimme vertailemaan rahallista muutosta.

Kohteiden tietojen avulla saadaan selville, minkälaisia säästöjä maalämmöllä on saatu. Lisäksi osasta kohteista saadaan kuva takaisinmaksuajoista. On hyvä huomioida, että osassa kohteista on tiedossa ennalta arvioituja säästöjä. Näiden kohteiden arviot ovat toteutuneet hyvin, ainakin isoimpien urakoitsijoiden arviot näyttäisivät olevan luotettavia.

Kaukolämmön ja sähkön hinnat on haettu Helenin ja Fortumin internetsivustoilta vertailukelpoisten tulosten saamiseksi (Helen Oy 2018, Fortum Oy 2018, Referenssit St1 Lähienergia 2018, Referenssit Tom Allen Senera 2019). Kulutustiedot ja kommentit urakan kulusta on saatu kohteiden isännöitsijöiltä sekä aloituspalaverien yhteydessä 2018-2019 (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018a).

Hinnat mitä laskelmissa käytetään, on haettu Helen Oy:n hinnastoista. Kaukolämmön hintaan lasketaan energiahinta sekä tehomaksu. Hinnat ovat seuraavat:

- Kaukolämpö 75,18 €/MWh
- Sähkö 110 €/MWh

Kohteissa kerrottu SPF- luku on määritelty energiainisteriön sivuilla seuraavasti:

” Lämpöpumpun vuoden keskimääräinen lämpökerroin, joka on lämpöpumpulla tuotetun vuotuisen energian suhde lämpöpumpun sekä apulaitteiden vuotuisen sähkökulutukseen.” (Ympäristöministeriö. Lämpöpumppujen energialaskentaopas 3.10.2012)

7.1 Kohde 1

Kohde 1 on taloyhtiö mihin kuuluu 5 taloa, joissa on 30 huoneistoa. Tilavuus on 8 172 m³ ja pinta-ala on 2 628 m². Kohde 1 vaihtoi kaukolämmöstä maalämpöön vuonna 2015.

Kulutustiedot on kerätty kaksi vuotta ennen maalämpöön vaihtoa sekä kaksi vuotta maalämmön jälkeen (Taulukko 3).

Taulukko 3. Kohde 1 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		2015	Maalämpö		Keskiarvot
	2013	2014		2016	2017	
MWHKL	415,00	370,90	x			392,95
MWHKL (normeerattu)	444,00	409,00	x			426,50
kWh/m ² ,a	168,95	155,63	x			162,29
Kustannus	33 380 €	30 749 €	x			32 064 €
MWHSähkö _{mitattu}			x	136,8	133,50	135,15
MWHlämpö			x	426,50	426,50	426,50
SPF (laskennallinen)			x	3,12	3,19	3,16
Kustannus			x	15 048 €	14 685 €	14 867 €
SÄÄSTÖ €/a						17 198 €

Vuonna 2015 käytettiin kaukolämpöä vielä hetken, joten vuotta 2015 ei laskelmassa oteta huomioon. kaukolämmön osalta otetaan huomioon vuodet 2013 ja 2014. Vertailussa käytetään nykyisiä vuoden 2018 hintoja. Näin ollen laskettaessa keskipääte normeeratusta lämmönkulutuksesta vuosina 2013 ja 2014, saadaan kulutukseksi 426,5 MWh ja hinnaksi 32 064 €. Jos verrataan tätä vuoteen 2016 ja 2017, jolloin maalämpö on ollut käytössä, sähkön kulutus on ollut noin 135,15 MWh. Tämän hinnaksi voidaan laskea noin 14 866,5 €. Kohteen 1 vuotuiset säästöt ovat näin ollen olleet noin 17 197 €. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkökulutuksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 1 on 3,16.

Kohteesta kerrottiin, että urakka kokonaisuudessaan oli mennyt hyvin eikä mitään komplikaatioita ollut tullut.

7.2 Kohde 2

Kohde 2 on taloyhtiö, johon kuuluu 3 kaksikerroksista rivitaloa. Asuntoja ja autotalleja 13 kappaletta. Rakennustilavuus on 6 785 m³, huoneistoala 1 322,20 m². Rivitaloissa on yhteinen vesipatterilämmitysjärjestelmä.

Kohteeseen laitettiin kaksi lämpöpumppua, joilla pystyttiin kattamaan taloyhtiön lämmöntarve. Pihalle kaivettiin 7 kpl. 260 m syviä kaivoja. Urakan kokonaishinnaksi saatiin 137 204 €(sis. alv 24%).

Taulukko 4. Kohde 2 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		2015	Maalämpö		Keskiarvot
	2013	2014		2016	2017	
MWH _{KL}	320,00	355,00	x			337,5
MWH _{KL (normeerattu)}	343,00	393,00	x			368,00
kWh/m ² ,a	259,42	297,23	x			278,32
Kustannus	25 787 €	29 546 €	x			27 666 €
MWH _{sähkö mitattu}			x	112,4	112,50	112,45
MWH _{lämpö}			x	368,00	368,00	368,00
SPF (laskennallinen)			x	3,27	3,27	3,27
Kustannus			x	12 364 €	12 375 €	12 370 €
SÄÄSTÖ €/a						15 297 €

Kohde 2 vaihtoi kaukolämmöstä maalämpöön vuonna 2015. Kulutustiedot on kerätty kaksi vuotta ennen maalämpöön vaihtoa sekä kaksi vuotta maalämpöön vaihdon jälkeen. Vuonna 2015 käytettiin kaukolämpöä vielä hetken, joten vuotta 2015 ei oteta laskelmassa huomioon. Kaukolämmön osalta keskitytään vuosiin 2013 ja 2014. Vertailun vuoksi käytetään nykyisiä vuoden 2018 hintoja. Kun lasketaan keskimuutos normeeratusta lämmönkulutuksesta vuosina 2013 ja 2014 saadaan kulutukseksi 368 MWh ja hinnaksi 27 666 €. Jos verrataan tätä vuoteen 2016 ja 2017, kun maalämpö on ollut käytössä, sähkökulutus on ollut noin 112,45 MWh. Tämän hinnaksi voidaan laskea noin 12 369 €/vuosi. Vuotuiset säästöt ovat näin ollen noin 15 296,74 €. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkökulutuksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 2 on 3,27.

Jos lasketaan takiasinmaksuaika urakalle lämmityskustannuksen säästöistä, saadaan takaisinmaksuajaksi noin 8,9 vuotta.

Isännöitsijä kuvaili lyhyesti urakan toteutumista:

”Projekti sujui käsittämättömän hyvin. Käytännössä ei ollut minkäänlaisia ongelmia ja aikataulut pitivät erittäin hyvin. Ainoa moka oli se, että emme sanoneet

kaukolämpösopimusta ajoissa irti, niin jouduimme maksamaan perusmaksua pari kuukautta liian kauan.”

Kysyttäessä miksi taloyhtiö päätti vaihtaa maalämpöön isännöitsijä vastasi:

”Kaukolämpölaitteet olivat jo niin vanhoja että niiden uusiminen oli ajankohtaista. Tässä vaiheessa mietittiin muitakin vaihtoehtoja kuin kaukolämpö. Harkittiin esim., että käyttövesi hoidettaisiin maalämmöllä ja lämmitys kaukolämmöllä mutta se osoittautui kannattamattomaksi, eikä lämmönjakohuoneessakaan ollut siihen tilaa. Maalämmöstä saatiin selvä kustannussäästö ja hankkeen takaisinmaksu voidaan suorittaa lämmityskustannusten säästöillä, jolloin hoitovastike + pääomavastike ei nouse lainkaan aikaisemmasta hoitovastikkeesta.”

Isännöitsijä kertoi myös, että konsultin apu oli ollut hyvä. Hän kommentoi konsultin käyttöä seuraavasti:

”Ehdottomasti sekä suunnittelu että toteutusvaiheessa. Suuri osa kivuttomasta projektin läpiviennistä on konsultin ansiota. Meillähän ei ollut mitään kokemusta asiasta.”

7.3 Kohde 3

Kohde 3 on taloyhtiö mihin kuuluu yksi kerrostalo. Talon rakennusvuosi on 1980 ja huoneistoja on 42 kpl. Rakennuksen tilavuus on 10 600 m³ ja asuintilat 2 569 m². Taloyhtiössä vaihdettiin lämmitystapaa kaukolämmöstä maalämpöön vuonna 2017 joten vuotta 2017 ei tarkastella.

Taulukko 5. Kohde 3 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		2017	Maalämpö	Keskiarvot
	2015	2016		2018	
MWHKL	543,70	419,00	x		481,35
MWHKL (normeerattu)	581,00	462,00	x		521,50
kWh/m ² ,a	226,16	179,84	x		203,00
Kustannus	43 680 €	34 733 €	x		39 206 €
MWHsähkö _{mitattu}			x	220,00	220,00
MWHlämpö			x	521,50	521,50
SPF (laskennallinen)			x	2,37	2,37
Kustannus			x	24 200 €	24 200 €
SÄÄSTÖ €/a					15 006 €

Tässä vertailussa keskitytään vuoteen 2015 ja 2016 kaukolämmön osalta. Vertailun vuoksi käytetään nykyisiä vuoden 2018 hintoja. Kun lasketaan keskikulutus normeeratusta lämmönkulutuksesta vuosina 2015 ja 2016 saadaan kulutukseksi 521,5 MWh ja hinnaksi 39 206 €. Jos verrataan tätä vuoteen 2018, kun maalämpö on ollut käytössä, sähkön kulutus on ollut noin 220 MWh. Tämän hinnaksi voidaan laskea noin 24 200 €/vuosi. Tämä tarkoittaa, että vuotuiset säästöt ovat noin 15 006 €. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkölukituksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 3 on 2,37. Urakka itsessään oli mennyt hyvin eikä mitään komplikaatioita ollut, sen enempää tietoa urakasta ei saatu.

7.4 Kohde 4

Kohde 4 on taloyhtiö mihin kuuluu yksi kerrostalo. Talo on rakennettu 1985, kerroksia on 3 + kellari. Pinta-ala noin 2800 m².

Taulukko 6. Kohde 4 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		2011	Maalämpö		Keskiarvot
	2009	2010		2012	2013	
MWH _{KL}	467,20	421,50	x			444,35
MWH _{KL (normeerattu)}	500,00	465,00	x			482,50
kWh/m ² ,a	178,57	166,07	x			172,32
Kustannus	37 590 €	34 959 €	x			36 274 €
MWH _{sähkö mitattu}			x	121,9	149,29	135,60
MWH _{lämpö}			x	482,50	482,50	482,50
SPF (laskennallinen)			x	3,96	3,23	3,60
Kustannus			x	13 409 €	16 422 €	14 915 €
SÄÄSTÖ €/a						21 359 €

Vuonna 2011 käytettiin kaukolämpöä vielä hetken, joten vuotta 2011 ei oteta huomioon, vaan keskitytään kaukolämmön osalta vuoteen 2009 ja 2010. Vertailun vuoksi käytetään nykyisiä vuoden 2018 hintoja. Kun lasketaan keskipulutus normeeratusta lämmönkulutuksesta vuosina 2009 ja 2010 saadaan kulutukseksi 482,5 MWh ja hinnaksi 36 274 €. Jos verrataan tätä vuoteen 2012 ja 2013, kun maalämpö on ollut käytössä, sähkön kulutus on ollut noin 135,6 MWh. Tämän hinnaksi voidaan laskea noin 14 915 €/vuosi. Tämä tarkoittaa, että vuotuiset säästöt ovat noin 21 358 € Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkökulutuksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 4 on 3,6.

Urakka itsessään oli mennyt hyvin eikä mitään komplikaatioita ollut, sen enempää tietoa ei tästä kohteesta saatu.

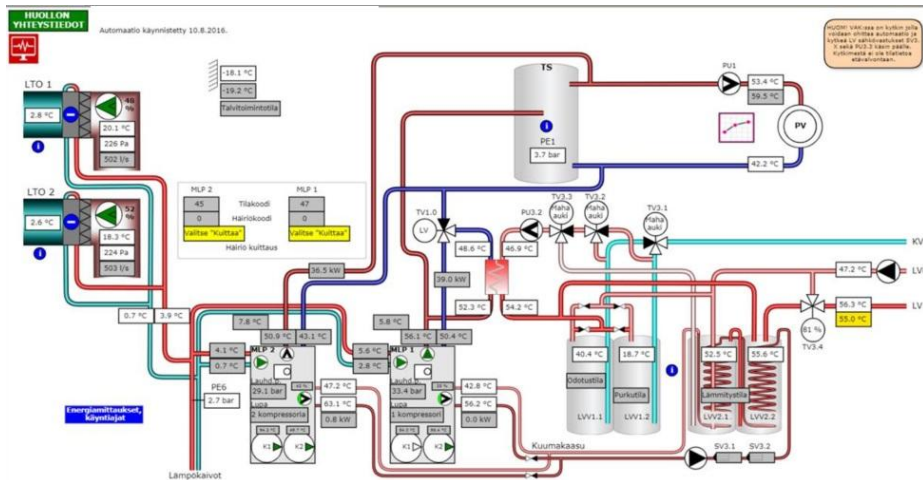
7.5 Kohde 5

Kohde 5 on taloyhtiö mihin kuuluu 1 kerrostalo. Talossa on 8 kerrosta, huoneistoja 48 kpl. ja lämmitetty nettoala on 3 000 m². Kaukolämpöä kului yhtiössä 446,8 MWh vuodessa. Taloyhtiössä vaihdettiin lämmitysjärjestelmä kaukolämmöstä maalämpöön ja PILP. Kohteeseen tuli 2x 90 kW maalämpöpumppua sekä 2x poistoilmalämpöpumppua. Tontille porattiin 7 kpl 320 m syviä kaivoja. Kohteeseen asennettiin 2 kpl lataavia poistoilmalämpöpumppuja, jotka korottavat järjestelmän SPF-lukua sekä vähentävät lämpökaivojen määrän tarvetta.

Järjestelmä on otettu käyttöön elokuussa 2016. Toteutunut kulutus maalämmöllä on noin 149,29 MWh. Investointikustannukset maalämpö- ja LTO-urakasta oli noin 231 363 € Säästöä syntyy vuodessa 17 168,50 €, mikä tarkoittaa, että investointi maksaa itsensä takaisin noin 13 vuodessa. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkötukutuksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 5 on 2,99.

Taulukko 7. Kohde 5 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		Maalämpö
	2015	2016	2017
MWHKL (normeerattu)	446,80	X	
kWh/m ² ,a	148,93	X	
Kustannus	33 590 €	X	
MWHSähkö mitattu		X	149,29
MWHlämpö		X	446,80
SPF (laskennallinen)		X	2,99
Kustannus		X	16 422 €
SÄÄSTÖ €/a			17 169 €



Kuva 2. LTO-poistopuhaltimet kohteessa 5. Ouman Ouflex etävalvontajärjestelmästä (2018).

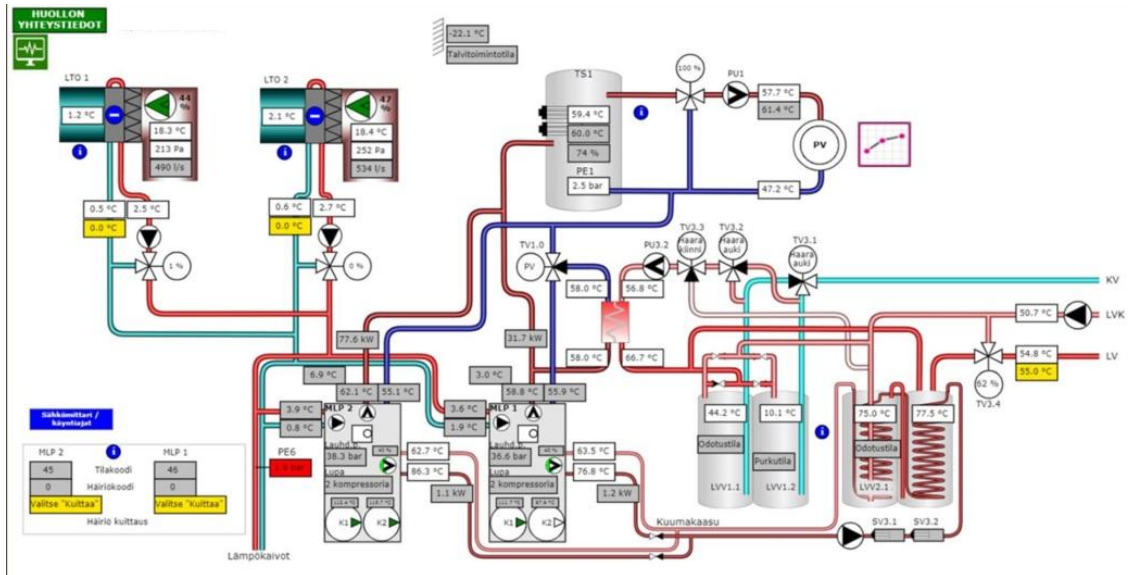
7.6 Kohde 6

Kohde 6 on taloyhtiö, johon kuuluu 2 kerrostaloa. Lämmitetty nettoala on 3 214 m². Kaukolämpöä kului yhtiössä 497,17 MWh vuodessa. Taloyhtiössä vaihdettiin lämmitysjärjestelmä kaukolämmöstä maalämpöön ja PILP. Kohteeseen tuli 2x 60 kW maalämpöpumppua sekä 2x poistoilmalämpöpumppua. Tontille porattiin 12 kpl. 285 m syviä kairoja. Kohteeseen asennettiin 2 kpl. lataavia poistoilmalämpöpumppuja, jotka korottavat järjestelmän SPF-lukua sekä vähentävät lämpökaivojen määrää.

Järjestelmä on otettu käyttöön elokuussa 2016. Toteutunut kulutus maalämmöllä on noin 137,84 MWh. Investointi maalämpö- ja LTO-urakasta oli noin 252 511 €. Säästöä syntyy vuodessa 22 202 €, mikä tarkoittaa, että investointi maksaa itsensä takaisin 11 vuodessa. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkötulituksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 6 on 3,61.

Taulukko 8. Kohde 6 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		Maalämpö
	2015	2016	2017
MWHKL (normeerattu)	497,00	x	
kWh/m ² ,a	154,64	x	
Kustannus	37 364 €	x	
MWHSähkö mitattu		x	137,84
MWHlämpö		x	497,00
SPF (laskennallinen)		x	3,61
Kustannus		x	15 162 €
SÄÄSTÖ €/a			22 202 €



Kuva 3. LTO-poistopuhaltimet kohteessa 6. Ouman Ouflex etävalvontajärjestelmästä (2018).

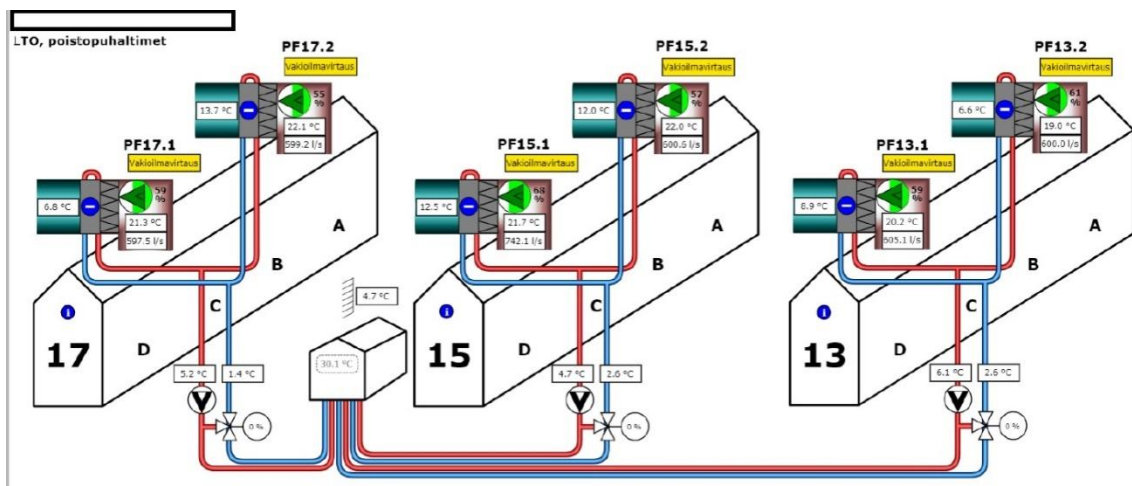
7.7 Kohde 7

Kohde 7 on taloyhtiö, johon kuuluu 3 kerrostaloa ja 111 asuntoa. Lämmitetty nettoala 7 500 m². Talot ovat rakennettu 1960-luvulla. Kaukolämpöä kului yhtiössä 1 350 MWh vuodessa. Taloyhtiössä vaihdettiin lämmitysjärjestelmä kaukolämmöstä maalämpöön ja PILP. Kohteeseen tuli 4x 90 kW maalämpöpumppua sekä 6x poistoilmalämpöpumppua. Tontille porattiin 21 kpl. 300 m syviä kaivoja. Kohteeseen asennettiin 6 kpl. lataavia poistoilmalämpöpumppuja, jotka korottavat järjestelmän SPF-lukua sekä vähentävät lämpökaivojen määrää.

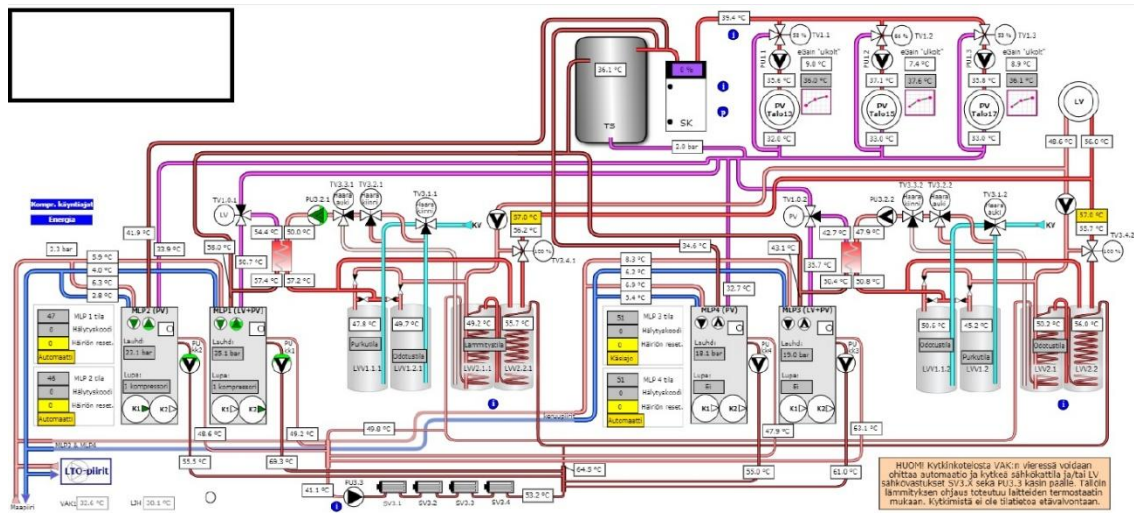
Joulukuussa 2018 järjestelmä oli ollut käytössä noin 1,5 vuotta ja vuoden kulutus oli alitannut arviot, vuoden kulutus oli 318 MWh. Investointi maalämpö- ja LTO-urakasta oli noin 650 000 €. Säästöä syntyy vuodessa 66 513 €, mikä tarkoittaa, että investointi maksaa itsensä takaisin 9,7 vuodessa. Ympäristövaikutuksia saatiin toteutettua noin -142 793 kiloa hiilidioksidipäästöjä. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkötuloksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 7 on 4,25.

Taulukko 9. Kohde 7 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		Maalämpö
	2016	2017	2018
MWH _{KL} (normeerattu)	1350,00	x	
kWh/m ² ,a	180,00	x	
Kustannus	101 493 €	x	
MWH _{sähkö} mitattu		x	318,00
MWH _{lämpö}		x	1350,00
SPF (laskennallinen)		x	4,25
Kustannus		x	34 980 €
SÄÄSTÖ €/a			66 513 €



Kuva 4. LTO-poistopuhaltimet kohteessa 7. Ouman Ouflex etävalvontajärjestelmästä (2018).



Kuva 5. Maalämpö + LTO järjestelmä kohteessa 7. Ouman Ouflex etävalvontajärjestelmästä (2018).

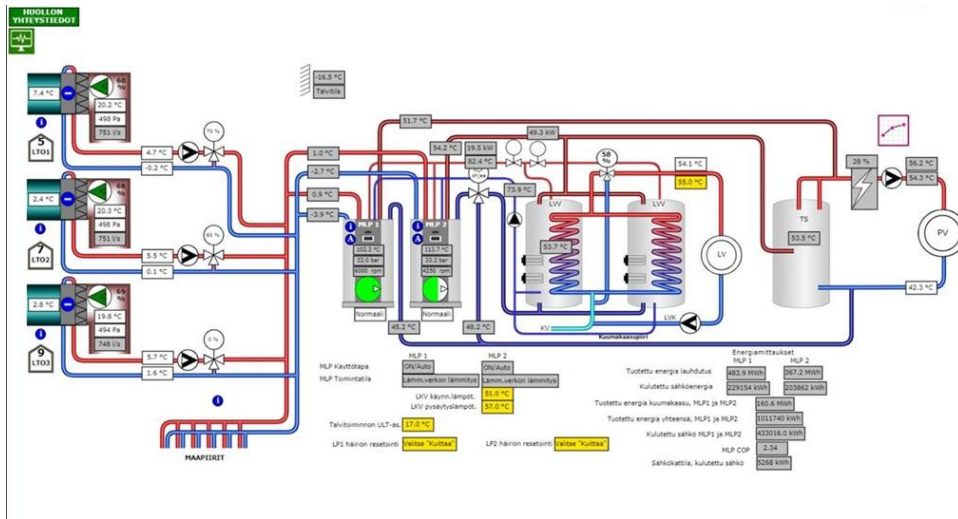
7.8 Kohde 8

Kohde 8 on taloyhtiö, johon kuuluu yksi kerrostalo. Lämmitetty nettoala on 5 881 m². Rakennus on rakennettu 1972, kerroksia on 6kpl. ja huoneistoja 30kpl. Kaukolämpöä kuului yhtiössä 676,985 MWh vuodessa. Taloyhtiössä vaihdettiin lämmitysjärjestelmä kaukolämmöstä maalämpöön ja PILP. Kohteeseen tuli 2x 32,5 kW maalämpöpumppua sekä 3x poistoilmalämpöpumppua. Tontille porattiin 7kpl. 295 m syviä kaivoja. Kohteeseen asennettiin 2 kpl. lataavia poistoilmalämpöpumppuja, jotka korottavat järjestelmän SPF lukua sekä vähentävät lämpökaivojen määrää.

Järjestelmä on otettu käyttöön syyskuussa 2017. Toteutunut kulutus maalämmöllä on noin 170,7 MWh. Investointi maalämpö- ja LTO-urakasta oli noin 279 729 €. Säästöä syntyy vuodessa 32 119 € mikä tarkoittaa, että investointi maksaa itsensä takaisin 8,7 vuodessa. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkökulutuksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 8 on 3,97.

Taulukko 10. Kohde 8 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		Maalämpö
	2016	2017	2018
MWh _{KL} (normeerattu)	677,00	x	
kWh/m ² ,a	115,12	x	
Kustannus	50 897 €	x	
MWh _{sähkö} mitattu		x	170,70
MWh _{lämpö}		x	677,00
SPF (laskennallinen)		x	3,97
Kustannus		x	18 777 €
SÄÄSTÖ €/a			32 120 €



Kuva 6. Maalämpö + LTO järjestelmä kohteessa 8. Ouman Ouflex etävalvontajärjestelmästä (2018)

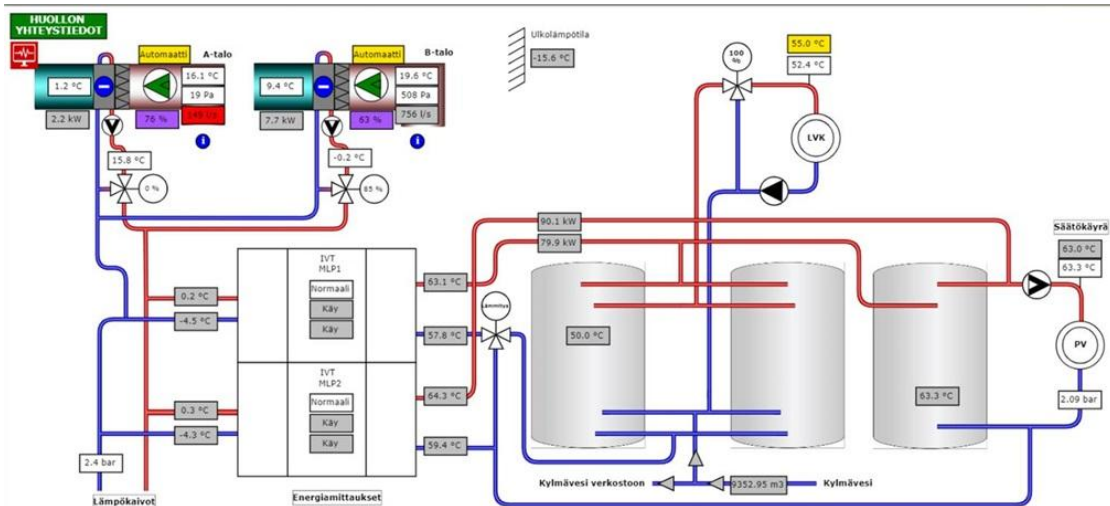
7.9 Kohde 9

Kohde 9 on taloyhtiö mihin kuuluu 2 kerrostaloa. Lämmitetty nettoala on 2 765 m². Kaukolämpöä kului yhtiössä 600 MWh vuodessa. Taloyhtiössä vaihdettiin lämmitysjärjestelmä kaukolämmöstä maalämpöön + PILP. Kohteeseen tuli 2x 78 kW maalämpöpumpua sekä 2x poistoilmalämpöpumpua. Tontille porattiin 8 kpl. 280 m syviä kaivoja. Kuten aikaisemmin mainitsin niin kohteeseen asennettiin 2 kpl. lataavia poistoilmalämpöpumpua, joka korottaa järjestelmän SPF lukua sekä vähentää lämpökaivojen määrää.

Järjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2016. Toteutunut kulutus maalämmöllä on noin 181,15 MWh. Investointi maalämpö + LTO urakasta oli noin 235 565 € säästöä tehdään vuodessa 25 181,5 € joka tarkoittaa, että investointi maksaa itsensä takaisin noin 9 vuodessa. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkötulituksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 9 on 3,31.

Taulukko 11. Kohde 9 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		Maalämpö
	2015	2016	2017
MWHKL (normeerattu)	600,00	X	
kWh/m ² ,a	217,00	X	
Kustannus	45 108 €	X	
MWHSähkö _{mitattu}		X	181,15
MWHlämpö		X	600,00
SPF (laskennallinen)		X	3,31
Kustannus		X	19 927 €
SÄÄSTÖ €/a			25 182 €



Kuva 7. Maalämpö + LTO järjestelmä kohteessa 9. Ouman Ouflex etävalvontajärjestelmästä (2018).

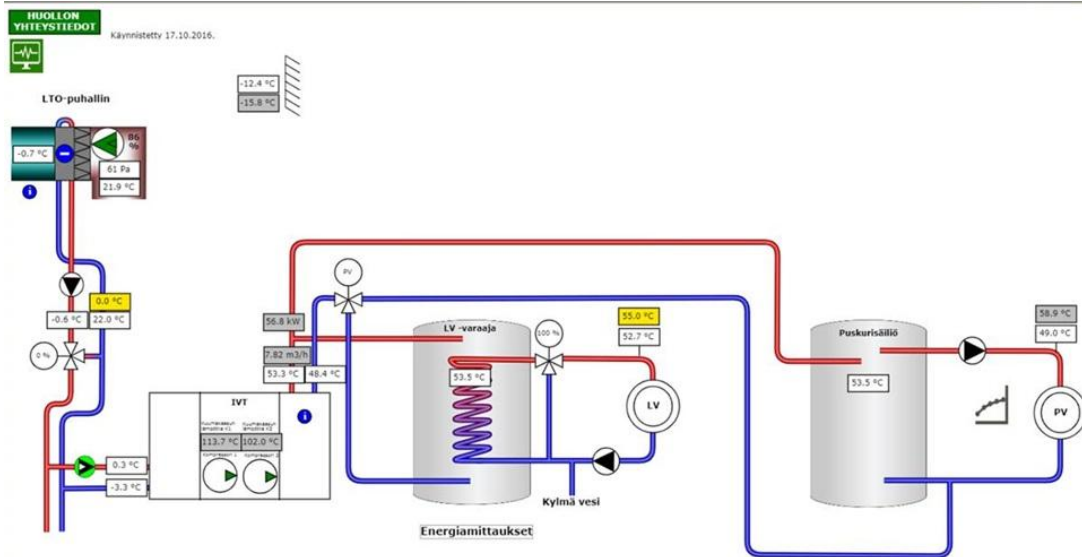
7.10 Kohde 10

Kohde 10 on taloyhtiö, johon kuuluu yksi kerrostalo. Lämmitetty nettoala on 4 742 m². Kerrostalo on rakennettu vuonna 1990, kerroksia on 4kpl. ja huoneistoja on 20 kpl. Kaukolämpöä kului yhtiössä 547,1 MWh vuodessa. Taloyhtiössä vaihdettiin lämmitysjärjestelmä kaukolämmöstä maalämpöön ja PILP. Kohteeseen tuli yksi 78 kW maalämpöpumppua sekä yksi poistoilmalämpöpumppu. Tontille porattiin 11 kpl. 295 m syviä kairoja. Kohteeseen asennettiin yksi lataava poistoilmalämpöpumppu, joka korottaa järjestelmän SPF lukua sekä vähentää lämpökaivojen määrää.

Järjestelmä on otettu käyttöön lokakuussa 2016. Toteutunut kulutus maalämmöllä on noin 172,43 MWh. Investointi maalämpöurakasta oli noin 215 365 € säästöä tehdään vuodessa 22 163 €joka tarkoittaa, että investointi maksaa itsensä takaisin noin 9,7 vuodessa. Normeeratun kaukolämpökulutuksen ja nykyisen sähkökulutuksen avulla laskettu SPF-luku kohteessa 10 on 3,17.

Taulukko 12. Kohde 10 kulutustiedot.

	Kaukolämpö		Maalämpö
	2016	2017	2018
MWHKL (normeerattu)	547,10	x	
kWh/m ² ,a	115,37	x	
Kustannus	41 131 €	x	
MWHSähkö _{mitattu}		x	172,43
MWHlämpö		x	547,10
SPF (laskennallinen)		x	3,17
Kustannus		x	18 967 €
SÄÄSTÖ €/a			22 164 €



Kuva 8. Maalämpö + LTO järjestelmä kohteessa 10. Ouman Ouflex etävalvontajärjestelmästä (2018).

8 LOPPUPÄÄTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkittujen kohteiden perusteella voidaan sanoa, että maalämmön avulla saadaan säästöä huomattavan paljon kaukolämpöön verrattuna. Tutkittujen kohteiden keskisäästö vuodessa on noin 25 421 € Erityisesti kohde 7:ssä maalämpö tuo huomattavasti säästöä (66 513 € vuodessa). Näin suuret säästöt eivät kuitenkaan ole tavallisia. Kaikki tutkittavat kohteet ovat saavuttaneet yli 15 000 € säästöä/vuosi. Kohteiden 7 €/m²,a keskimääräisen säästön määrä on melko tavallista vaihdettaessa kaukolämmöstä maalämpöön.

Urakoitsijalta saadut kohteista tehdyt laskelmat osoittavat, että maalämpöurakan keskitäksinmaksuaika on noin 10 vuotta, mikä on todella hyvä. Yleensä urakoiden takaisinmaksuajaksi pyritään saamaan noin 10 vuotta.

Alla olevasta taulukosta nähdään vielä yhteenveto kohteista.

Taulukko 13. Kohteiden yhteenveto. Etelä-Suomessa 1960-1990 -luvuilla rakennettujen kerros- ja rivitalojen lämpöindeksi on tyypillisesti 45-65 kWh/m³/v.

Hinta €/MWh									
Kaukolämpö		75,18 €							
Sähkö		110,00 €							
Kohteet	Pinta-ala m ²	Normeerattu kaukolämpöökulutus MWh	kWh/m ² ,a	kWh/m ³ ,a	Kustannus €	Maalämpöpumpun sähkönkulutus MWh	Kustannus €	Erotus €	
Kohde 1	2 628	426,50	162	54	32 064 €	135,15	14 867 €	17 198 €	
Kohde 2	1 322	368,00	278	93	27 666 €	112,45	12 370 €	15 297 €	
Kohde 3	2 569	521,50	203	68	39 206 €	220,00	24 200 €	15 006 €	
Kohde 4	2 800	482,50	172	57	36 274 €	135,60	14 916 €	21 358 €	
Kohde 5	3 000	446,80	149	50	33 590 €	149,29	16 422 €	17 169 €	
Kohde 6	3 214	497,00	155	52	37 364 €	137,84	15 162 €	22 202 €	
Kohde 7	7 500	1 350,00	180	60	101 493 €	318,00	34 980 €	66 513 €	
Kohde 8	5 881	677,00	115	38	50 897 €	170,70	18 777 €	32 120 €	
Kohde 9	2 765	600,00	217	72	45 108 €	181,15	19 927 €	25 182 €	
Kohde 10	4 742	547,10	115	38	41 131 €	172,43	18 967 €	22 164 €	
Average	3 642	591,64	174,70	58,23	44 479 €	173,26	19 059 €	25 421 €	

Maalämpöjärjestelmän hankkiminen on yleensä kannattava sijoitus sekä omakotitaloon että suurempaan asuin- tai liikekiinteistöön. Säästöt lämmityskustannuksissa ovat maalämmöllä yleensä suuremmat kuin maalämpöä varten otetun lainan lyhennys- ja korkokustannukset, joten maalämpö säästää rahaa heti asentamisestaan lähtien. Joissain urakoissa tarvitaan erillistä puskurivaraajaa ja lämpimän käyttöveden varaajaa. Lisäksi asennustyöt maksavat oman osansa. Mitoitus järjestelmässä on todella tärkeää. Riskejä väärinmitoittamisella on esimerkiksi lämpökaivokentän tehon loppuminen ("jäätyminen") ja ääniongelmia. Suuremmissa asuin- ja liikekiinteistöissä voidaan tarvita useampia lämpökaivoja, maalämpöpumppuja sekä varaajia. Mitä hintaan ja kannattavuuteen tulee, on hyvä lähestyä joko suoraan maalämpöurakoitsijaa tai konsulttiyritystä. Konsulttiyritykseltä voidaan tilata selvitys. Selvitys selvittää onko kiinteistölle mahdollista vaihtaa lämmitystapa, jossa urakan kustannukset ovat sellaiset, että sitä saa maalämmöstä saatavilla säästöillä lyhennettyä järkevällä tavalla.

Kaukolämmön ja maalämmön hyviä ja huonoja puolia on vertailtu erilaisissa tutkimuksissa todella paljon, joten tässä opinnäytetyössä tehty vertailu keskittyy rahalliseen säästöön ja takaisinmaksuaikaan. Maalämmöllä voidaan saada aikaan huomattavia säästöjä, mutta urakkaan lähettäessä on hyvä huomioida, että urakka voi olla melko rankka. Poratessa syntyy äänihaittaa ja pihaa kaivetaan ahkerasti. Taloyhtiöiden kannattaakin teettää urakan kannattavuuslaskelma maalämpöön siirtymistä harkitessaan. Lisäksi kannattaa tiedostaa urakasta aiheutuvat tilapäishaitat.

Tässä opinnäytetyössä pystyttiin tutkimaan vain 10 maalämpöurakkakohdetta. Kohteiden määrän jäädessä suhteellisen pieneksi, tässä opinnäytetyössä esille tulleita tuloksia ei voida yleistää koskemaan kaikkia maalämpöurakoita. Opinnäytetyö ei siten anna kokonaisvaltaista kuvaa siitä, kuinka kannattavaa maalämpöön vaihto on. Opinnäytetyö antaa kuitenkin, tietoa siitä, miten maalämpöön vaihto on onnistunut tutkimukseen osallistuneissa kymmenessä kohteessa. Kohteet sijaitsevat Keski-Suomessa ja Etelä-Suomessa.

Arvioitaessa lämpöjärjestelmän vaihtoa maalämpö ei ole ainoa vaihtoehtoinen lämmitysjärjestelmä. Se on kuitenkin yksi suosituimmista ja kannattavimmista vaihtoehtoista. Lämpöjärjestelmän vaihtoa suunniteltaessa kannattaa ottaa yhteyttä ammattihenkilöön, joka osaa kertoa eri vaihtoehtoista. Selvitys on hyvä teettää, jotta saadaan selville ongelmakohdat, investointiarvio, säästöpotentiaali sekä takaisinmaksuaika.

Suomen pyrkiessä hiilineutraaliksi vuoteen 2050 mennessä maalämpö on hyvä vaihtoehto. Maalämpöpumppujärjestelmä tarvitsee kuitenkin sähköä, joten pyrittäessä mahdollisimman ekologiseen vaihtoehtoon, täytyy tarkastella myös mistä sähkö tulee.

Tähän Suomesta löytyy tietämystä ja ammattitaitoa löytyy. Maalämpöurakoitsijoiden kilpailu kovenee, mikä alentaa investointihintoja. Toisaalta urakoitsijan valinta voi samanaikaisesti tulla vaikeammaksi. Hinta ei kuitenkaan ole laadun tae ja tarjouksiin tulee perehtyä tarkasti, jotta saadaan selville mitä tarjoukseen kuuluu. Urakkatarjousten selvittämiseksi on hyvä pitää urakkatarjousneuvottelut. Neuvottelussa kannattaa täsmentää kaikki tarjouksessa epäselväksi jääneet asiat. Näin vältetään myöhemmiltä epäselvyyksiltä. Kun pöytäkirja on allekirjoitettu molempien osapuolien toimesta, pöytäkirja liitetään urakkasopimukseen. Näin saadaan urakka hoidettua heti alusta lähtien helpoiten ja molempia osapuolia kunnioittaen maaliin.

Urakan vastaanotossa käydään läpi kaikki mahdolliset puutteet ja pöytäkirjaan kirjataan kaikki asiat, jotka tulee korjata. Puutteista huolimatta urakka voidaan vastaanottaa, kunhan sovitaan korjausaikataulu.

Opinnäytetyössä olleiden kohteiden mukaan maalämpöön siirtyminen tuo myös kustannussäästöjä niin taloyhtiölle kuin asukkaalle. Lisäksi maalämpö on puhtaampi energiamuoto kuin kivihiilellä tuotetut lämmitysmuodot, ja se säästää luontoa myös tuleville sukupolville.

LÄHTEET

Eduskunta. RP 200/2016 rd. Saatavilla: https://www.eduskunta.fi/SV/vaski/HallituksenEsitys/Documents/RP_200+2016.pdf Haettu: 12.3.2019

Fortum Oy. Kaukolämpö hinnat. Saatavilla: <https://www.fortum.fi/yrityksille-ja-yhteisöille/lammitys/kaukolampo-0/kaukolammon-hinnat-taloyhtioille-ja-yrityksille> Haettu: 12.01.2019

Fortum Oy. Sähkön hinnat. Saatavilla: <https://www.fortum.fi/kotiasiakkaille/sahkoa-kotiin/sahkosopimukset> Haettu: 12.01.2019

Finlex. Hallituksen esitys eduskunnalle Pariisin sopimuksen hyväksymisestä ja sopimuksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta. HE 200/2016 rd. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160200.pdf> Haettu: 12.3.2019

Helen Oy. Kaukolämmön ja sähkön hinnat. Saatavilla: <https://www.helen.fi/> Haettu 12.01.2019.

Helsingin Kaupunki. Saatavilla: <https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Toimenpidelupa.pdf> Haettu 24.11.2018

Kulutustiedot ja kommentit urakan kulusta Kohteiden isännöitsijöiltä sekä aloituspalaverien yhteydessä. 25.10.2018 – 07.1.2019

Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta 9.8.2013/590. Saatavilla www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/2013/20130590?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maalampö#L5. Haettu 4.12.2018

Laki Verohallinnosta (503/2010) 2 § 2 mom. Kotitalousvähennys. Saatavilla www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/47873/kotitalousvahennys/. Haettu 14.2.2019

Lämpöykkönen Oy. Saatavilla: https://lampoykkonen.fi/tuotteet/maa-lampo/?gclid=Cj0KCQiA7briBRD7ARIsABhX8aD2Ie0hjyga-FgP_gxtwwHcbt1BGbEIS931jLqSVAXx3OhMmeQU2nwaAhPzEALw_wcB Haettu: 06.11.2018

Maankäyttö ja rakennuslaki 5.2.1999/132. 126§ Toimenpidelupa. Saatavilla: www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#P126. Haettu: 03.12.2018

Maaseudun Tulevaisuus: Artikkelit Pääministeri Sipilä: Suomi hiilineutraaliksi 2045- ”Talo jätettävä lapsille paremmassa kunnossa kuin mitä sen on itse saanut” 26.10.2018 Saatavilla: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/politiikka/artikkeli-1.321615>. Haettu internetistä 31.01.2018

Motiva. Saatavilla: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/poistoilmalampopumppu Haettu: 15.12.2018

Oy Pamon Ab. Saatavilla: <http://www.pilpit.fi/fi/pilpit> Haettu: 08.01.2019

Referenssit Jussi Salon St1 Lähienergia Oy, läsnä Mathias Kvarnström ja Jussi Salo. 24.10.2018

Referenssit Mika Manner Tom Allen Senera Oy, läsnä Mathias Kvarnström ja Mika Manner. 22.01.2019

Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy. Lämpöässä. Saatavilla: <https://www.lampo-assa.fi/maalammon-kotitalousvahennys-2017/> Haettu: 03.11.2018

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Asiakirjat (a), Maalämpö ja PILP Selvitys Haettu: 08.01.2019

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Asiakirjat (b), Tarjousasiakirjoja Haettu 14.01.2019

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Asiakirjat (c), Urakkaneuvottelupöytäkirjat. Haettu 14.01.2019

Thermia Värme AB. Saatavilla: <http://www.thermia.fi/maalampo/maalampo1/maalampo-hyodyt/> Haettu: 12.11.2018

Tom Allen Senera (a). Saatavilla: https://www.tomallensenera.fi/?gclid=Cj0KCQiA7briBRD7ARIsABhX8aDqoSj8dv7-yek4JVhGiiWQ8uFyeakvgybat9o9GywbOnt9D5tdSO0aAp7WEALw_wcB Haettu:

Tom Allen Senera (b). Saatavilla: <https://www.tomallensenera.fi/blogi/maalampo-ja-kotitalousvahennys> Haettu: 02.11.2018

Tom Allen Senera Oy Asiakirjat (c), Tarjousasiakirjoja liitteineen Haettu 22.01.2019

Työ- ja elinkeinoministeriö: Energia- ja ilmastotiekartta 2050. Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto 31/2014. Saatavilla <https://tem.fi/documents/1410877/2628105/Energia-+ja+ilmastotiekartta+2050.pdf/1584025f-c5c7-456c-a912-aba0ee3e5052> Haettu: 28.12.2018

Union of concerned Scientists (US). Saatavilla: https://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-geothermal-energy-works.html#.XFQDQbjktaR Haettu 31.1.2019

YM. 2017. Julkisten että yksityisten asuin- ja kaupallisten rakennusten perusrantamista koskeva pitkän aikavälin strategia Saatavilla: https://www.motiva.fi/files/12744/NEEAP-4_Liite_4_EED_art_4_strategia_170413.pdf Haettu: 31.01.2019

Ympäristöministeriö. Saatavilla: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ministeri_Tiilikainen_Suomesta_hiilineut\(42208\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ministeri_Tiilikainen_Suomesta_hiilineut(42208)) Haettu 13.11.2018

Ympäristöministeriö. Lämpöpumppujen energialaskentaopas 3.10.2012. Saatavilla www.ym.fi/download/noname/%7B10A732A6-EA2F-45F9-869C.../30757 Haettu 20.02.2019

LIITTEET

Liite salataan julkaistavasta versiosta.

Liite 1. Herkkyyslaskelma maalämmön kannattavuudesta.