



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri, energia- ja ympäristötekniikka (AMK)

# Selvitys maalämpöjärjestelmän kannattavuudesta Kiteentien kiinteistössä

Liisa Riihimäki

Opinnäytetyö, kesäkuu 2025

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



OPINNÄYTETYÖ  
Kesäkuu 2025  
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä  
Liisa Riihimäki

Nimeke  
Selvitys maalämpöjärjestelmän kannattavuudesta Kiteentien kiinteistössä

Toimeksiantaja  
Kiinteistö Oy Kiteen Säästötalo

#### Tiivistelmä

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli kiinnostunut vaihtamaan Kiteentien kiinteistön lämmitysmuodon kaukolämmöstä maalämpöön saavuttaakseen kustannussäästöjä. Opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisena opinnäytetyönä, jossa ratkaistiin kaksi kysymystä: 1. Onko maalämpö mahdollinen lämmitysmuoto rakennuksessa? 2. Onko maalämpöön siirtyminen kannattavaa?

Opinnäytetyössä sovellettiin investointiprosessin vaiheita ja toteutuksessa hyödynnettiin monimetodisia menetelmiä. Maalämpöjärjestelmä mitoitettiin rakennukseen osateholla ja energiakaivojen poraussijainnit suunniteltiin suojaetäisyydet huomioiden. Kannattavuuslaskelmissa tarkasteltiin kahta skenaariota, joissa lämmityskustannuksia tuottivat maalämmön lisäksi joko sähkökattilalla tai kaukolämmöllä tuotettu lisäenergia.

Maalämpöjärjestelmä on mahdollinen lämmitysmuoto rakennuksessa, kun se mitoite-  
taan osateholla. Kannattavuuslaskennassa kuitenkin todettiin, että maalämpöön siirtymi-  
nen ei ole kannattava ratkaisu, sillä takaisinmaksuaika on liian pitkä.

Kieli  
suomi

Sivuja 46  
Liitteet 6  
Liitesivumäärä 7

Asiasanat  
maalämpö, lämpökaivot, kustannukset, kannattavuus



THESIS  
June 2025  
Degree Programme in Energy and Environmental  
Engineering

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author  
Liisa Riihimäki

Title  
Report on the Profitability of the Geothermal Heating System in the Kiteentie Property

Commissioned by  
Kiinteistö Oy Kiteen Säästötaló

#### Abstract

The client of the thesis was interested in changing the heating system of the Kiteentie property from district heating to geothermal heating in order to achieve cost savings. The thesis was carried out as a research-based thesis where the aim was to solve two questions: 1. Is geothermal heating a viable heating method in the building? 2. Is it profitable to switch to geothermal heating?

The stages of the investment process were applied in the thesis, and multi-methods were used in the implementation. The geothermal heating system was dimensioned into the building at partial power and drilling locations of the energy wells were designed, considering safety distances. The profitability calculations examined two scenarios, in which the heating costs were incurred not only from the geothermal heating, but also from the costs of additional energy produced with either an electric boiler or district heating.

The geothermal heating system is a possible form of heating in the building when it is dimensioned at partial power. However, the profitability calculations found that switching to geothermal heating is not a profitable solution, as the repayment period is too long.

Language  
Finnish

Pages 46  
Appendices 6  
Pages of Appendices 7

Keywords  
geothermal energy, drilled wells, investments

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Kaukolämpö ja lämpöpumput .....	6
3	Rakennusten lämmitysenergian nettotarve .....	7
4	Maalämpöjärjestelmä .....	7
4.1	Maalämpöpumpun toimintaperiaate ja mitoitus .....	7
4.2	Kerupiirien toimintaperiaate ja mitoitus .....	10
4.3	Pohjavesialueen vaikutus .....	11
4.4	Suojaetäisyyksien vaikutus .....	12
5	Investointisuunnittelu ja -laskenta .....	14
5.1	Investointi ja sen toteutus .....	14
5.2	Investointilaskennan lähtötiedot .....	15
5.3	Investointilaskentamenetelmät .....	17
6	Tavoitteet ja menetelmät .....	19
6.1	Opinnäytetyön tavoitteet .....	19
6.2	Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat .....	19
7	Kiinteistön esittely .....	22
8	Korvausinvestoinnin suunnittelu .....	25
8.1	Maalämpöjärjestelmä kohteessa .....	25
8.2	Maalämpöjärjestelmän mitoitus .....	26
8.3	Energiakaivojen poraussijainnit .....	29
9	Korvausinvestoinnin kustannukset ja kannattavuus .....	33
9.1	Investointikustannukset .....	33
9.1.1	Kaukolämpöjärjestelmän kustannukset .....	33
9.1.2	Maalämpöjärjestelmän kiinteät kustannukset .....	34
9.1.3	Maalämpöjärjestelmän muuttuvat kustannukset .....	36
9.1.4	Sähkökattilan kiinteät ja muuttuvat kustannukset .....	38
9.2	Lämmönhinta ja skenaarioiden vuosikustannukset .....	39
9.3	Skenaarioiden kannattavuustarkastelu .....	40
10	Tulosten yhteenveto .....	41
11	Pohdinta .....	42
	Lähteet .....	45

### Liitteet

Liite 1	Teoreettinen asukasluku perustuen rakennuksen lämpimän veden kulutukseen
Liite 2	Maalämpöpumpun osatehomitoituksen tulokset NIBE DIM -ohjelmalla
Liite 3	Maalämpöjärjestelmän kiinteät ja muuttuvat kustannukset
Liite 4	Skenaarioiden lämmönhinnat ja vuosikustannukset
Liite 5	Kannattavuuslaskelma skenaariolle 1
Liite 6	Kannattavuuslaskelma skenaariolle 2

## 1 Johdanto

Maalämpöpumppu ja muut lämpöpumppuratkaisut ovat viime vuosina kasvattaneet suosiotaan kiinteistöjen lämmitysmuotona. Kiinteistönomistajia kiinnostaa erityisesti maalämpöpumppu, sillä se on lämpöpumppuratkaisuista energia- ja kustannustehokkain. Pumpun elinkaarikustannukset ovat edulliset. Energianlähteenä maalämpö kiinnostaa kiinteistönomistajia sen ympäristöystävällisyyden vuoksi. Maalämpö on kaukolämmön merkittävä kilpailija.

Opinnäytetyön toimeksiantaja Kiinteistö Oy Kiteen Säästöalo oli kiinnostunut selvittämään, voiko Kiteellä sijaitsevan kiinteistön energiatehokkuutta parantaa ja energiakustannuksia vähentää vaihtamalla kiinteistön lämmitysmuoto kaukolämmöstä maalämpöön. Työssä toteutettiin teknistaloudellinen selvitys siitä, onko maalämpöön vaihtaminen mahdollista ja kannattavaa.

Kiinteistön lämmitysmuodon vaihtaminen on korvausinvestointi, jossa entinen laite korvataan uudella laitteella. Koska työssä tarkasteltiin korvausinvestoinnin kannattavuutta, voitiin työvaiheissa soveltaa yleisen investointiprosessin vaiheita. Investointiprosessin ensimmäisen vaiheen toteutti toimeksiantaja, kun hän kartoitti kiinteistön mahdollisia investointikohteita, ja päätyi rakennuksen lämmitysmuodon vaihtamiseen.

Investointiprosessin toinen ja kolmas vaihe toteutettiin opinnäytetyössä. Toisessa vaiheessa selvitettiin, onko lämmitysmuodon vaihtaminen mahdollista ja miten. Maalämpöjärjestelmä mitoitettiin kohteeseen hyödyntäen NIBE DIM -mitoitushjelmaa. Mitoituksen jälkeen suunniteltiin energiakaivojen poraussijainnit hyödyntäen AutoCAD-ohjelmaa. Kolmannessa vaiheessa toteutettiin investoinnin kannattavuuslaskelmat Excel-taulukkolaskentaohjelmassa. Selvitettiin, onko korvausinvestoinnin toteuttaminen toimeksiantajalle taloudellisesti kannattavaa.

## 2 Kaukolämpö ja lämpöpumput

Energiateollisuuden mukaan Suomessa rakennukset lämmitetään yleisimmin kaukolämmöllä. Kaukolämpö tuotetaan lämpölaitoksilla polttoteknisin menetelmin ja se välitetään asiakkaille kaukolämpöputkia pitkin. Lämpölaitoksilla tuotannon polttoaineena käytetään puuta, nestekaasua, öljyä, kivihiltä, maakaasua, turvetta tai jätettä. Kaukolämmön merkittävä uhkatekijä on muun muassa polttoaineen saatavuus, sillä se on siitä täysin riippuvainen. Ilman polttoainetta ei polttolaitoksilla voida tuottaa kaukolämpöä. (Energiateollisuus ry 2024.)

Kaukolämpölaitos tuottaa keskitetysti lämpöenergiaa alueen asiakkaille, joita voivat olla taloyhtiöt, yritykset, kunnan kiinteistöt ja omakotitalot. Lämpöä voidaan kuitenkin tuottaa myös kiinteistökohtaisesti erilaisilla lämmitysratkaisuilla, jotka voivat olla kiinteistönomistajalle kustannustehokkaampia vaihtoehtoja. Kaukolämmön kilpailevia lämmitysratkaisuja ovat esimerkiksi maa-, ilma-vesi- ja poistoilmalämpöpumput. Kun kiinteistö siirtyy kaukolämmöstä lämpöpumppuratkaisuun, ei siihen enää vaikuta keskitetyn lämmöntuotannon riskit, kuten polttoaineen saatavuus. (Energiateollisuus ry 2025.)

Lämpöpumput ovat tutkitusti kustannustehokkaampia rakennuksen lämmitysmuotoja kaukolämpöön verrattuna. Lämpöpumppujen kustannustehokkuus perustuu niiden energiatehokkuuteen. Mitä tehokkaammin lämpöpumppu tuottaa lämpöenergiaa, sitä edullisempi ratkaisu se on kiinteistönomistajalle. Kaukolämmön merkittävin kilpailija on maalämpö, sillä se on lämpöpumpputyypeistä kustannustehokkain. Maalämmön alkuinvestoinnin kustannukset ovat suuremmat, mutta yleensä järjestelmä maksaa itsensä takaisin järjestelmän elinkaaren aikana. (Ikkala 2015.)

Siirtyminen kaukolämmöstä lämpöpumppuratkaisuun on teknisesti helppoa, sillä saneerauskohteen lämmönjakoverkostossa ei tarvitse tehdä suuria rakenteellisia muutoksia. Sekä kaukolämmön että lämpöpumppujärjestelmien kanssa yhteen soveltuu vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä. (RT 52-10797, 2003.)

Jos kaukolämmöstä luovutaan kokonaan, tulee kiinteistönomistajan maksaa irtautumisesta kertyvä irtautumismaksu. Sen suuruus vastaa liittymismaksun suuruutta, ja se on yleensä noin 5 000–10 000 €. (Kempainen 2022).

### **3 Rakennusten lämmitysenergian nettotarve**

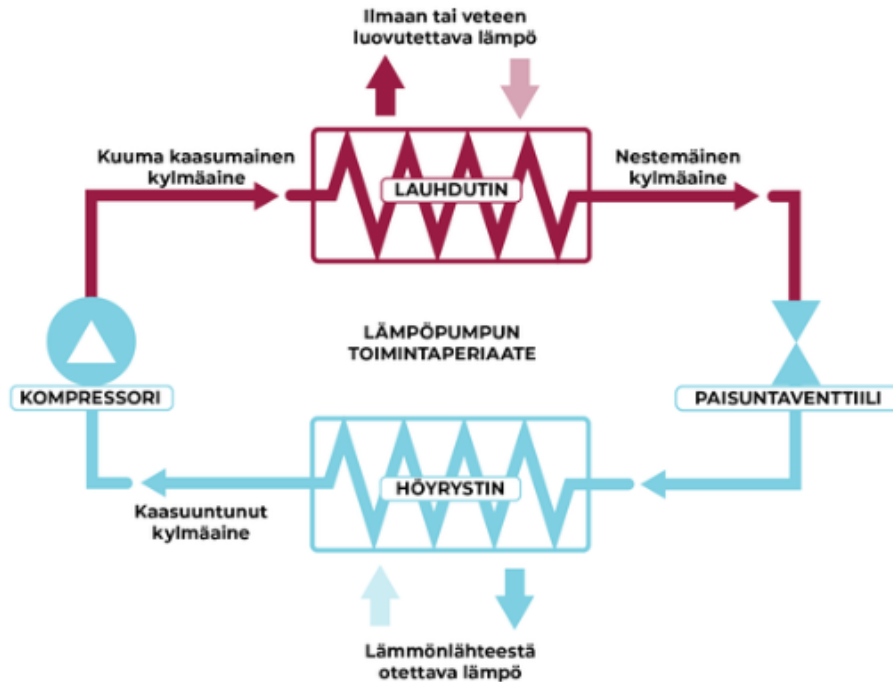
Rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi on merkittävä ymmärtää, mistä kaikesta rakennuksen kokonaisenergiankulutus (kWh/(m<sup>2</sup>a)) muodostuu. Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan rakennuksen kokonaisenergiankulutus muodostuu lämmityksen, jäähdytyksen ja sähkölaitteiden nettoenergiantarpeista (kWh). (Ympäristöministeriö 2018, 14.)

Suomen rakennusmääräyskokoelman mukaan rakennuksen lämmitysenergian nettotarve (kWh) on tilojen, lämpimän käyttöveden ja ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarpeiden summa. Lämmityksen nettoenergiantarve ei sisällä lämmityksen sisäisiä lämpökuormia, poistoilmasta talteen otettua lämpöenergiaa tai rakennukseen tulevan auringonsäteilyn lämpöenergiaa. Se on energiantarve, minkä rakennus tarvitsee lämmitykseen. (Ympäristöministeriö 2018, 14.)

## **4 Maalämpöjärjestelmä**

### **4.1 Maalämpöpumpun toimintaperiaate ja mitoitus**

Maalämpöpumpun toimintaperiaate perustuu lämpöpumppujen yleiseen toimintaperiaatteeseen. Järjestelmä toimii siten, että ensin lämmönlähteestä eli maasta tai kalliosta kerätään keruupiirillä talteen lämpöenergiaa. Tämän jälkeen kerätty lämpöenergia siirtyy pumpun kylmäaineeseen höyrystimellä eli lämmönsiirtimellä, jossa kylmäaine kaasuuntuu. Kompressorilla kylmäaine puristetaan korkeaan paineeseen, mikä saa sen kuumenemaan. Kuuman ja kaasumaisen kylmäaineen lämpöenergia siirretään lauhduttimella rakennuksen lämmönjakoverkoston käyttöön. Lauhduttimella kylmäaine lauhtuu takaisin nesteeksi, minkä jälkeen sen lämpötila jäähdytetään jääkylmäksi paisuntaventtiilissä. Sieltä kylmäaine jatkaa kiertoaan takaisin höyrystimelle. (Kempainen 2022, 39.)



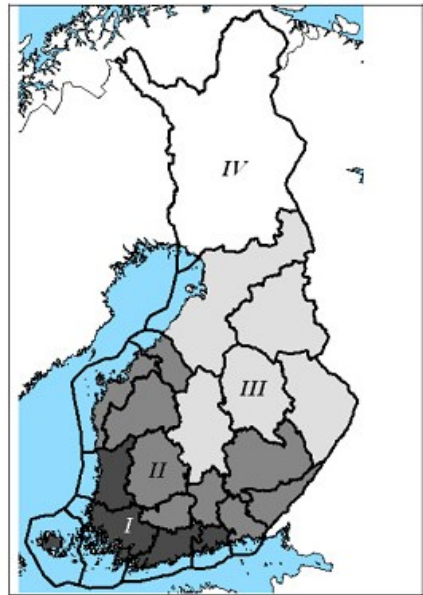
Kuva 1. Lämpöpumpun rakenne (Kuva: Motiva Oy).

Maalämpöpumput voidaan mitoittaa kohdekiinteistöön hyödyntäen mitoitusohjelmia, joita eri lämpöpumppuvalmistajat tarjoavat alan ammattilaisten ja opiskelijoiden käyttöön. Esimerkiksi Gebwell Oy ja NIBE Energy Systems Oy ovat luooneet lämpöpumppujen mitoitusohjelmat, joiden avulla muun muassa maalämpöpumpun ja sen keruupiirit voidaan mitoittaa kiinteistökohteelle.

Mitoitusohjelmissa maalämpöpumppujen ja muiden lämpöpumppujen mitoituksen lähtötietona käytetään tutkittavan kohderakennuksen lämmitysenergian kulustietoja tai lämpötehtarvetta. Esimerkiksi NIBE Energy Systems Oy:n NIBE DIM -mitoitusohjelman lähtötiedoksi syötetään rakennuksen lämmitysenergiantarve sekä lämpimän veden lämmittämiseen kulunut lämpöenergia. Kulustiedot ovat yhden vuoden ajalta. Jos veden lämmitykseen kulunutta lämpöenergiaa ei tunneta, voi ohjelma laskea sen itse, kunhan ohjelmaan syötetään rakennuksen asukkaiden lukumäärä. (NIBE Energy Systems Oy 2024, 4–7.)

Maalämpöpumpun mitoituksessa huomioidaan oikean säävyöhykkeen valinta. Suomi on jaettu neljään eri säävyöhykkeeseen, joilla kaikilla on eri mitoittava ulkoilman lämpötila. On merkittävää käyttää oikeaa lämpötilaa, sillä se vaikuttaa lämpöpumpun mitoitustehon suuruuteen. Väärän säävyöhykkeen valinta tai sen

huomioimatta jättäminen voi johtaa siihen, että kohteeseen mitoitetaan lämpöpumppu, joka on lämmitysteholtaan liian pieni tai suuri. Säävyöhyke valitaan mitoitusohjelmassa. Valinta perustuu siihen, missä päin Suomea kohdekiinteistö sijaitsee. (Gebwell Oy 2025.)



Säävyöhykkeet. Lähde:RaMK D5:2007

Kuva 2. Suomen mitoittavat säävyöhykkeet (Kuva: Gebwell Oy).

Kuvassa 2 on esitelty tarkemmin mitoituksessa huomioitavat säävyöhykkeet. Vyöhyke I kattaa Suomen eteläisistä maakunnista Satakunnan, Varsinais-Suomen ja Uusimaan. Vyöhyke II kattaa Keski-Pohjanmaan, Pohjanmaan, Etelä-Pohjanmaan, Pirkanmaan, Kanta-Hämeen, Päijät-Hämeen, Kymenlaakson, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan. Vyöhykkeellä III ovat maakunnat Pohjois-Pohjanmaa, Keski-Suomi, Pohjois-Savo, Kainuu ja Pohjois-Karjala. Vyöhyke IV koostuu vain Lapin maakunnasta. Säävyöhykkeiden I-IV mitoittavat ulkolämpötilat on esitelty tarkemmin luvun 4.2 kuvassa 3.

Mitoitusohjelma antaa mitoituksen tuloksena tiedon, kuinka paljon lämpöenergiaa valitulla maalämpöpumpulla voidaan tuottaa ja mikä on kohteen tarve lisäenergialle. Mitoitus osoittaa myös, mikä on lisälämmönlähteen, kuten sähkökattilan, sähkötehontarve. Sähkökattilan vuoksi kohteen liittymäjohton ja

pääsulakkeen kokoa voidaan joutua kasvattamaan, mikä kerryttää järjestelmän investointikustannuksia. (Kempainen 2022, 47–48.)

## 4.2 Keruupiirien toimintaperiaate ja mitoitus

Maalämpö kerätään lämmönkeruupiirillä maa- tai kallioperästä. Maalämpöjärjestelmän yleisin lämmönkeruupiiri on energiakaivo. Se on kallioperään porattava reikä, josta lämpöä kerätään kollektoriputkella maalämpöpumpun käyttöön. Toinen lämmönkeruuratkaisu on maaperään routarajan alapuolelle tai vesistöön asennettava vaakaputkisto. Otollinen maaperä vaakaputkiston asentamiselle on savinen maaperä. Maalämpöjärjestelmän lämmönkeruupiirissä kiertää lämmönkeruuneste, joka ei saa jäätymä lämmityskauden aikana. Tämän vuoksi lämmönkeruuneste on veden ja etanolin seos. Etanolin jäätymispiste on alhaisempi kuin vedellä. (LVI 11-10624, 2018.)

	I alue	II alue	III alue	IV alue
Keskilämpötila, °C	+ 5,3	+ 4,6	+ 3,2	- 0,4
Mitoittava ulkolämpötila, °C	- 26	- 29	- 32	- 38
<b>Energiakaivo</b>				
<b>F1X26, F1X45, F1345</b>				
Energianotto, kWh/m	150	140	130	120
Tehonotto, W/m	42	38	34	30

Kuva 3. Säävyöhykkeiden mitoituslämpötilat sekä energian- ja tehonotot (Kuva: NIBE Energy Systems Oy 2024, 9).

Keruupiirit mitoitetaan kiinteistöön maalämpöpumpun mitoituksen yhteydessä, ja myös keruupiirin mitoituksessa huomioidaan Suomen säävyöhykkeet. Energiakaivoilla saatava energianotto vaihtelee Suomen neljällä eri säävyöhykkeellä. Energianotto tarkoittaa sitä lämmitysenergian määrää, mikä saadaan yhdestä metrillä kalliota. Sen yksikkö on kWh/m. Mitoituksessa pyritään siihen, että alueen energianoton raja-arvoa ei ylitetä. Tavoitteena ei ole myöskään saavuttaa sitä. Kuvan 3 perusteella esimerkiksi NIBE:n F1345-maalämpöpumpuilla energianoton raja-arvo on 150 kWh/m säävyöhykkeellä I ja 120 kWh/m säävyöhykkeellä IV. (NIBE Energy Systems Oy 2024, 9.)

Maalämpöjärjestelmän mitoituksessa mitoitusohjelma antaa aktiivisyvyyden, jolla järjestelmä voi tuottaa kaiken rakennuksen tarvitseman lämpöenergian. Aktiivisyvyys eli tehollinen syvyys tarkoittaa niitä energiakaivon metrejä, joilta lämpöenergiaa kallioperästä kerätään. Porauskohteet sijaitsevat usein alueilla, missä kallioperän päällä on maapeitettä. Kaivojen kokonaisporaussyvyys on silloin oltava suurempi kuin mitoitettu aktiivisyvyys. (Kempainen 2022, 49.)

Yleensä energiakaivot porataan noin 150–300 metrin syvyisiksi, (Kempainen 2022, 49). Riittävän energiansaannin takaamiseksi energiakaivoja on porattava useampia. Esimerkiksi, jos kohteeseen on mitoitettu aktiivisyvyudeksi 800 m ja maapeitteen paksuus alueella on 20 m, voidaan sinne porata kolme 300 m syvistä energiakaivoa.

Maapeitteen paksuus voi olla este maalämpöjärjestelmän toteutumiselle halutussa kohteessa. Liian paksu maapeite ja kiinteistön rajallinen pinta-ala voivat yhdessä estää sen, ettei kiinteistölle mahdu tarpeeksi monta energiakaivoa kattamaan mitoitettua aktiivisyvyyttä. Maapeitteen paksuuden voi tarkistaa Geologisen Tutkimuskeskuksen eli GTK:n Maankamara-karttapalvelusta (GTK 2025).

### **4.3 Pohjavesialueen vaikutus**

Maalämpöjärjestelmän asentamiseen ja energiakaivojen poraamiseen vaikuttaa monta eri tekijää, jotka on varmistettava tapauskohtaisesti ennen asennusta ja porausta. Erityisesti täytyy varmistaa, että sijaitseeko porausalue pohjavesialueella, sillä energiakaivo ja sen poraaminen ovat riski pohjaveden laadulle. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Ympäristönsuojelulaissa (YSL 527/2014) 2 luvun 17 § kielletään pohjaveden pilaaminen. Suomen lainsäädännössä ei kuitenkaan ole yksittäistä lakia, joka suoraan kieltäisi energiakaivon poraamisen pohjavesialueelle.

Energiakaivo ja sen poraaminen voivat pilata pohjaveden monella eri tapaa. Kaivon poraaminen voi esimerkiksi puhkaista pohjavesikerroksen ja aiheuttaa muutoksia pohjaveden laadussa ja vedenpinnan tasossa. Porauksen yhteydessä kertyvää porausvettä voi päätyä pohjaveteen ja saastuttaa sen.

Energiakaivojen puutteelliset kaivotiivisteet voivat johtaa siihen, että maanpäällisiä hulevesiä valuu pohjaveteen. Lisäksi riski pohjaveden laadulle on kaivon lämmönkeruunesteen pääsy pohjaveteen. (Suomen ympäristökeskus 2020.)

Poratakseen energiakaivon pohjavesialueelle on toimijan hankittava toimenpidelupa. Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL 132/1999) 18 luvun 126 a § on säädetty lupamenettelyistä energiakaivojen poraamisesta pohjavesialueella. Sen mukaan energiakaivon poraaminen vaatii aina toimenpideluvan kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Luvanvaraisuudesta on säädetty myös vesilaissa (VL 587/2011). Lain 3 luvun 2 § on säädetty, että jos jokin rakennelma uhkaa pohjavesiesiintymää ja alueen vesitaloutta, on sille hankittava lupa.

Maalämpöjärjestelmää suunnitellessa voi pohjavesialueet tarkistaa Vesi.fi-osoitteen tarjoamasta julkisesta karttapalvelusta, missä on esitetty kaikki Suomen pohjavesialueet. Sivuston tietolähteenä toimivat Suomen ympäristökeskus, ELY-keskukset, Ilmatieteen laitos ja Tulvakeskus. (Vesi.fi 2025.)

#### 4.4 Suojaetäisyyksien vaikutus

Pohjavesialueen lisäksi energiakaivon sijoittamiseen voi vaikuttaa myös kiinteistön alueella esiintyvät maanalaiset ja -päälliset kohteet. Ympäristöministeriön Energiakaivo-oppaassa on esitelty suositukset energiakaivon suojaetäisyyksistä eri kohteisiin nähden (Juvonen & Lapinlampi 2013, 23–26). Suojaetäisyys tarkoittaa sitä etäisyyttä, joka on vähintään jätettävä energiakaivon porausreiän ja kiinteistöllä sijaitsevan kohteen välille. Kohteita voivat olla esimerkiksi rakennus, putket ja toinen energiakaivo. Energiakaivoa ei voi siis porata sattumanvaraisesti, vaan sen porausreiän sijainti on harkittava tarkasti suojaetäisyydet huomioiden. Energiakaivon suojaetäisyydet eri kohteisiin nähden on esitelty taulukossa 1.

Kohde	Suojaetäisyys (m)
Energiakaivo	15
Lämpöputket ja kaukolämpöjohdot	3
Kallioporakaivo	40

Rengaskaivo	20
Rakennus	3
Kiinteistön raja	7,5
Kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistamon purkupaikka	Kaikki jätevedet 30 Harmaat vedet 20
Viemärit ja vesijohdot	3 (omat putket) – 5 (muiden putket)
Tunnelit ja luolat	25 (tapauskohtainen selvitys)

Taulukko 1. Energiakaivon porausreiän suositeltu suojaetäisyys eri kohteista (Juvonen & Lapinlampi 2013, 25).

Kahden energiakaivon suositeltu välimatka toisistaan on 15 m. Hyvin energiakaivojen poraukseen soveltuvalla alueella voi monella vierekkäisellä kiinteistöllä olla maalämpöpumppu kiinteistön lämmitysmuotona. Näitä tilanteita varten on suositeltu, että energiakaivon suojavälimatka kiinteistön rajaan on 7,5 m. Tällöin varmistetaan se, että vierekkäisten naapurikiinteistöjen energiakaivojen etäisyys on suosituksen mukainen. (Juvonen & Lapinlampi 2013, 23–26.)

Energiakaivon porausreiän suositeltu suojaetäisyys kohteeseen on kolme metriä, kun kohde on rakennus, lämpöputki, kaukolämpöjohto, viemäri tai vesijohto. Suojaetäisyys talousvettä sisältäviin kaivoihin on pidempi. Kallioporakaivoin etäisyys energiakaivoon on suositeltu olevan vähintään 40 m ja rengaskaivon 20 m. Lisäksi, jos kiinteistön alueella tai sen lähellä sijaitsee jätevedenpuhdistamon purkupaikka, on energiakaivon ja purkupaikan suositeltu vähimmäisetäisyys 20–30 m. Etäisyys riippuu siitä, käsitelläänkö jäteveden purkupaikalla harmaata vettä eli pesutoiminnoissa syntynyttä vettä vai kaikkea jätevettä. Jos alueella sijaitsee tunneli tai luola, on huomioitava, että energiakaivon suojaetäisyys niihin on 25 m. Niissä tapauksissa kuitenkin suojaetäisyys arvioidaan tapauskohtaisesti. (Juvonen & Lapinlampi 2013, 23–26.)

Kun kiinteistön alueella harkitaan maalämpöjärjestelmää ja energiakaivojen poraamista, on otettava huomioon suojaetäisyydet. Alueella voi sijaita maanpäällisiä ja -alaisia kohteita tiheästi, minkä vuoksi sijainnit porausrei'ille ovat rajalliset. Pientaloille mitoitetaan yleensä 1–3 energiakaivoa riittävän aktiivisyyden ja

rakennuksen lämmitystarpeen kattamiseksi, mutta suuremmat kiinteistöjärjestelmät vaativat useampia energiakaivoja. Vähintään kymmenen energiakaivon muodostamaa aluetta kutsutaan energiakaivokentäksi (LVI 11-10624, 2018, 2).

## **5 Investointisuunnittelu ja -laskenta**

### **5.1 Investointi ja sen toteutus**

Investointi on yrityksen toiminnan kehittämiseksi ja lisäämiseksi tarkoitettua hankintaa. Investoinnin yleinen tavoite on kehittää ja lisätä toimintaa niin, että se tuottaa pidemmällä aikavälillä yritykselle taloudellista tuottoa. Pidemmällä aikavälillä tarkoitetaan yli vuoden mittaista ajanjaksoa. Yritys voi tehdä joko finanssi- tai reaali-investointeja. Tässä tarkastellaan vain reaali-investointeja, jotka voidaan jakaa neljään eri luokkaan: laajennusinvestointi, korvausinvestointi, pakollinen investointi sekä tutkimus- ja kehitysinvestointi. (Järvenpää, Länsiluoto, Partanen & Pellinen 2013, 373–375.)

Laajennusinvestoinnissa yritys investoi laajentaakseen yrityksen tuotantokapasiteettia. Yritys voi esimerkiksi laajentaa tuotantoaan tuomalla markkinoille uuden tuotteen. Korvausinvestoinnissa yritys investoi korvaamalla yhden tai useamman tuotantovälineen uudella tuotantovälineellä. Korvausinvestointi tehdään usein silloin, kun entinen tuotantoväline on joko viallinen, kallis käyttää, teknologisesti vanhentunut tai sen taloudellinen pitoaika on päättynyt. Pakollinen investointi sen sijaan on investointi, jonka yritykselle määrää jokin toinen osapuoli. Pakollinen investointi voi liittyä esimerkiksi lainsäädäntöön. Tutkimus- ja kehitysinvestoinnissa yritys sijoittaa pääomaa jonkin tuotannontekijän kehittämiseksi. Tällä investointityypillä on yleensä suuri vaikutus yrityksen tulokseen tulevaisuudessa. (Järvenpää ym. 2013, 374–375.)

Jotta yritys voi tehdä luotettavan investoinnin, on sen tehtävä investoinnista kattava suunnitelma ja päätös. Järvenpään ym. (2013, 377) mukaan investointiprosessi on jaettu seitsemään eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa yritys selvittää, onko mahdollisille investoinneille tarvetta ja mitä yrityksen tuotantotekijää investoinnit voisivat koskea. Kun yritys on tarkastellut investointikohteita, on

mahdolliset investointi-ideat muokattava toteuttamiskelpoisiksi investointivaihtoehdoiksi. Kolmannessa vaiheessa suoritetaan investointivaihtoehtojen kannattavuustarkastelu, missä tarkastellaan, ovatko vaihtoehdot yritykselle taloudellisesti kannattavia. Silloin eritellään investoinnin tuomat kiinteät ja muuttuvat kustannukset sekä tuotot ja riskit. (Järvenpää ym. 2013, 377–379.)

Investointiprosessin neljännessä vaiheessa ratkaistaan se, miten investointi rahoitetaan. Yritys voi rahoittaa investoinnin omilla tuloillaan, mutta moniin investointeihin voi hakea myös valtion tarjoamaa investointiavustusta. Avustukset toimivat usein kannustimena kohdeyleisölleen, jotta pakollinen investointi toteutetaan. Kun investoinnin rahoituksesta on sovittu, voidaan siirtyä investointiprosessin viidenteen vaiheeseen eli investointipäätökseen. Tässä vaiheessa yritys tarkastelee kaikkia investoinnin kriteerejä, jotka ovat tulleet vastaan edellä mainituissa vaiheissa. Erityisesti saatava investointirahoitus rajaa investoinnin toteuttamista ja sen laajuutta. Parhaiten kriteerit täyttävä investointivaihtoehto valitaan. (Järvenpää ym. 2013, 377–379.)

Kun investointipäätös on tehty, investointi toteutustapa suunnitellaan ja toteutetaan. Tämä on prosessin kuudes vaihe. Toteutuksen jälkeen jäädään seuraamaan investoinnin vaikutusta yrityksen tulokseen, mikä on prosessin viimeinen vaihe. Pääsääntöisesti investoinnin tavoitteena on, että sen vaikutus yrityksen tulokseen on positiivinen. Jos se on kuitenkin negatiivinen, voi yritys negatiivisen kehityksen tasoittamiseksi luoda uuden toimintasuunnitelman uuden investoinnin osalta. (Järvenpää ym. 2013, 377–379.)

## **5.2 Investointilaskennan lähtötiedot**

Investointisuunnittelun kolmannessa vaiheessa tarkastellaan investoinnin taloudellista kannattavuutta yritykselle. Kannattavuustarkastelu perustuu investointilaskentaan, jonka onnistumiseksi on selvitettävä ainakin kuusi investoinnin kannattavuuteen vaikuttavaa tekijää. Vaikutustekijät on listattu alle. (Järvenpää ym. 2013, 379–380.)

1. Investoinnin kiinteät ja muuttuvat kustannukset

2. Investoinnin vuosittaiset nettokassavirrat
3. Investoinnin taloudellinen pitoaika
4. Investoinnin jäännösarvo
5. Valittu laskentakorko
6. Investointiriskit

(Järvenpää ym. 2013, 379–380.)

Investointilaskennan aluksi on ensinnäkin selvitettävä, mitkä ovat investoinnin hankintahetkellä toteutuvat kertakustannukset. Näitä niin kutsuttuja kiinteitä kustannuksia voivat olla esimerkiksi tuotantolaitteiston uusimiseen suunnatut kustannukset. Tämän lisäksi yrityksen kiinteitä kustannuksia voivat olla esimerkiksi työntekijöiden kouluttamiseen menevät kustannukset. Niiden kohde riippuu täysin siitä, mihin yritys on investointiprosessissa päättänyt investoida. Kiinteiden kustannuksien lisäksi selvitetään, mitkä ovat investoinnin tuomat vuosittaiset muuttuvat kustannukset. (Neilimo & Uusi-Rauva 2017, 56.)

Investoinnille lasketaan vuosittaiset nettokassavirrat. Ne tarkoittavat yrityksen vuosittaisten tulojen ja menojen summaa, joka ei sisällä veroja. Investoinnin aiheuttamat vuosikustannukset on usein helpompi määrittää kuin investoinnin tuomat vuosittaiset nettotuotot. Investoinnin vuosittaiset nettokassavirrat määritetään ajanjaksolle, jota kutsutaan investoinnin taloudelliseksi pitoajaksi. Tämä ajanjakso määrittää, kuinka kauan investointi on käytössä. (Järvenpää ym. 2013, 379–380.)

Kun investoinnin taloudellinen pitoaika päättyy, jää investoinnista jäljelle sen jäännösarvo. Se voi tarkoittaa investoinnista jäljelle jäävää tuloa tai kustannusta. Jos investointi on ollut esimerkiksi tuotantolaitte, ja se myydään pitoajan päättyessä, on investoinnin jäännösarvo silloin myynnistä saatava myyntitulo. Usein jäännösarvo on niin pieni, ettei sitä otetaan investointilaskennassa huomioon. Jäännösarvo voi kuitenkin olla myös negatiivinen, jos investoitu kohde joudutaan esimerkiksi purkamaan tai hävittämään, mistä koituu menoja yritykselle. (Järvenpää ym. 2013, 379–380.)

Investointilaskennassa on merkittävää huomioida, mikä laskentakorko valitaan. Laskentakorko tarkoittaa sitä, kuinka paljon investoinnin hinnasta maksetaan. Sillä on suuri merkitys investoinnin kannattavuuteen. Laskentakoron suuruutta muuttamalla voidaan toteuttaa investointikannattavuuden herkkyysoanalyysi. Investointilaskelmissa laskentakorkona käytetään yleensä yrityksen itselleen valitsemaa tuottovaatimusprosenttia. (Järvenpää ym. 2013, 379–380.)

Investointiin liittyy aina taloudellisia riskejä, joita on hyvä tarkastella ennen investoinnin hankintaa ja toteutusta. Mitä suuremmat taloudelliset riskit sitä suurempi on tuottovaatimus ja laskennassa käytetty laskentakorko. Jos riskit ovat pienemmät, on käytetty laskentakorkokin pienempi. (Järvenpää ym. 2013, 379–380.)

### 5.3 Investointilaskentamenetelmät

Investointilaskentaa voi toteuttaa neljällä eri menetelmällä: annuiteettimenetelmällä, nettonykyarvomenetelmällä, sisäisen korkokannan menetelmällä ja takaisinmaksuajan menetelmällä. Investoinnin kannattavuuteen vaikuttavat tekijät selvitetään ennen laskennan toteutusta. Jäännösarvo selvitetään kannattavuuslaskennassa. (Järvenpää ym. 2013, 379–393.)

Annuiteettimenetelmässä selvitetään investoinnin kustannusten annuiteetit eli vuosierät investoinnin taloudelliselle pitoajalle (Neilimo & Uusi-Rauva 2017, 220). Annuiteettimenetelmässä voidaan hyödyntää Excel-taulukkolaskentaohjelman omaa annuiteetin laskentakaavaa PMT (Järvenpää ym. 2013, 386–388).

Nettonykyarvomenetelmässä investoinnin nettotuotot diskontataan valittua laskentakorkokantaa hyödyntäen nykyhetkeen. Diskonttaus tarkoittaa, että nettotuottojen tulevaisuuden arvo muutetaan nykyarvoksi. Nettotuotot tarkoittavat nykyhetken muuttuvien kustannusten ja tulevien muuttuvien kustannusten erotusta. (Neilimo & Uusi-Rauva 2017, 218–220.) Nettotuottojen nykyarvot lasketaan investoinnin taloudelliselle pitoajalle kaavalla 1.

$$\frac{NCF}{(1+i)^t}$$

(1)

missä NCF = investoinnin nettotuotot  
i = investoinnin laskentakorkokanta  
t = investoinnin taloudellinen pitoaika

(Järvenpää ym. 2013, 382.)

Lopulta kaikki nykyarvot summataan yhteen nettonykyarvoksi. Jos nettonykyarvo on positiivinen, on investointi kannattava. Jos se taas on negatiivinen, ei investointi ole kannattava. (Neilimo & Uusi-Rauva 2017, 218–220.) Kun nettonykyarvojen summasta vähennetään investointihetkellä toteutuneet kiinteät kustannukset, saadaan investoinnin jäännösarvo.

Sisäisen korkokannan menetelmä osoittaa sen, millä laskentakorkokannalla eli tuottotasolla investoinnin nettonykyarvo on 0. Tämä tarkoittaa, että nettotuottojen nykyarvojen summa on yhtä suuri kuin alkuinvestoinnin summa. Sisäinen korkokanta lasketaan Excelissä kaavalla IRR, johon syötetään sisälle alkuinvestoinnin summa negatiivisena ja nettotuottojen nykyarvot taloudelliselta pitoajalta. (Järvenpää ym. 2013, 384–386.)

Takaisinmaksuajan menetelmässä tarkastellaan sitä, milloin investointi on maksanut itsensä takaisin. Laskennassa selvitetään se vuosi, jona investoinnin nettotuotot kohtaavat investointihetkellä toteutuneet kustannukset. Takaisinmaksuaika voidaan määrittää sekä korottomana että korollisena. Korottomassa menetelmässä investoinnin kiinteät kustannukset merkitään negatiiviseksi, minkä jälkeen kustannuksiin summataan taloudellisen pitoajan ensimmäisen vuoden nettotuotot. Tähän summaan lisätään seuraavan vuoden nettotuotto, mitä jatketaan sitten kaikille taloudellisen pitoajan vuosille. (Järvenpää ym. 2013, 388–390.)

Takaisinmaksuajan korollisessa menetelmässä käytetään diskontattuja nettotuoton nykyarvoja. Menetelmässä edellisen vuoden nettotuoton nykyarvo summataan kuluvan vuoden nettonykyarvoon. Kuten korottomassa menetelmässä, myös korollisessa menetelmässä tarkastellaan sitä, milloin nettonykyarvojen summa kohtaa investointihetkellä toteutuneet kustannukset. Investointi on

kannattava, jos investointi maksaa itsensä takaisin investoinnin taloudellisen pitoajan aikana. (Järvenpää ym. 2013, 388–390.)

## **6 Tavoitteet ja menetelmät**

### **6.1 Opinnäytetyön tavoitteet**

Opinnäytetyön toimeksiantaja analysoi Kiteentien kiinteistön investointitarpeita ja kartoitti mahdollisia investointikohteita. Motiivi kartoitukselle oli rakennuksen käytössä mahdollisesti tehtävät kustannussäästöt. Kartoitukseen perustuen toimeksiantaja päätti, että hänen omistamastaan liike- ja asuinkiinteistöstä tehdään selvitys, missä tutkitaan, onko kiinteistön lämmitysmuodon vaihtaminen kaukolämmöstä maalämpöön kannattavaa. Ennen kannattavuuden tarkastelua oli kuitenkin selvitettävä, onko siirtyminen maalämpöön kohderakennuksessa mahdollinen.

Näin opinnäytetyö oli tutkimuksellinen opinnäytetyö, jossa ratkaistiin tutkimustehtävä. Toimeksiantajan toiveeseen perustuen työlle asetettiin kaksi tutkimuskysymystä: 1. Onko maalämpö mahdollinen lämmitysmuoto rakennuksessa? 2. Onko maalämpöön siirtyminen kannattavaa?

### **6.2 Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat**

Opinnäytetyötä voi tehdä määrällisenä tai laadullisena tutkimuksena. Määrällisessä tutkimuksessa tarkastellaan numeerista aineistoa, josta tuotetaan numeerisia tutkimustuloksia. Tutkimuksessa lähtöaineistoa voi kerätä kyselyn tai systemaattisen havainnoinnin muodossa, tai sitä voi kerätä myös valmiista rekistereistä tai tilastoista. Lähtöaineisto voi siis olla sekä tutkijan itse tai muiden keräämää aineistoa. Lähtöaineistoon perustuen luodaan tutkimusaineisto, joka toimii työn lopullisten tulosten pohjana. (Vilka 2015, 94–97.)

Määrällisen tutkimuksen tuloksena voi syntyä selittävä, kuvaileva, kartoittava, vertaileva tai ennustava tutkimus. Selittävässä tutkimuksessa selitetään jokin ilmiö tai asia syy-seuraussuhteiden kautta tarkemmin, ja kuvailevassa

tutkimuksessa jokin asia tai ilmiö esitellään perusteellisesti uusista näkökulmista. Kartoittavassa tutkimuksessa etsitään uusia näkökulmia, joiden tarkastelu voi auttaa tutkimuksen hypoteesien määrittämisessä. Vertailevassa tutkimuksessa vertaillaan valittua asiaa eri ajan hetkissä tai paikoissa, ja ennustavassa tutkimuksessa arvioidaan ja mallinnetaan tutkittavan kohteen tulevaisuuden näkymiä. (Vilkkä 2007, 19–22.)

Laadullisessa tutkimuksessa tutkimusaineisto on sanallista. Tutkimuksessa käytettyä lähtöaineistoa voidaan kerätä esimerkiksi haastatteluiden, havainnointiaineistojen, kirjoitetun tekstiaineiston, kuvien, audiovisuaalisten aineistojen, materiaalsen ympäristön tai vuorovaikutustilanteiden tallenteiden muodossa. Kuten määrällisessä tutkimuksessa myös laadullisessa tutkimuksessa aineisto voi olla muiden tai tutkijan itse keräämää aineistoa. (Kallinen & Kinnunen 2021.)

Tutkimusta voi tehdä myös monimetodisena tutkimuksena, jos tutkimustulosten ja -tavoitteiden saavuttaminen sitä vaatii. Monimetodisuutta eli triangulaatiota voi toteuttaa esimerkiksi aineiston, tutkijan ja menetelmien kautta. Aineistotriangulaatiossa kerätään sekä laadullista että määrällistä aineistoa, tutkijatriangulaatiossa käytetään usean eri alan tutkijoita tutkimuksen toteuttamiseksi, ja menetelmätriangulaatiossa yhdistetään laadullisen ja määrällisen tutkimuksen menetelmiä. Yhdessä tutkimuksessa voi hyödyntää useampaa kuin yhtä triangulaatiota. (Vilkkä 2015, 70–73.)

Tämän opinnäytetyön työvaiheita tarkasteltiin investointiprosessin näkökulmasta. Investointiprosessin seitsemästä vaiheesta tässä opinnäytetyössä toteutettiin vaiheet kaksi ja kolme. Prosessin ensimmäisen vaiheen teki opinnäytetyön toimeksiantaja, kun hän analysoi liiketoimintansa investointitarpeita ja kartoitti mahdollisia investointikohteita. Työvaiheissa kaksi ja kolme hyödynnettiin aineisto- ja menetelmätriangulaatioita.

Investointiprosessin toisessa vaiheessa toimeksiantajan investointi-idea muokattiin niin, että sitä voitiin tarkastella investointivaihtoehtona. Hyödyntämällä visuaalisia kartta-aineistoja Vesi-fi:n ja Maanmittauslaitoksen sivustoilta selvitetiin, onko Kiteentien liike- ja asuinkiinteistön lämmitysmuodon vaihtaminen

kaukolämmöstä maalämpöön mahdollista. Investointi-idean toteuttamiskelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä etsittiin myös kirjallisista lähteistä, kuten esimerkiksi Suomen lainsäädännöstä ja ammattikunnan hyödyntämistä ohjeistuksista.

Investointi-idean muokkauksen yhteydessä sovellettiin myös määrällistä aineistoa ja määrällisiä menetelmiä. Kyseisessä vaiheessa toteutettiin maalämpöpumpun alustava mitoitus, mitä varten kerättiin rakennuksen energian ja veden kulutustietoja toimeksiantajalta sekä Kiteen Lämpö Oy:n rekisteristä. Kulutustiedot syötettiin NIBE DIM -mitoitusohjelmaan, jossa numeerista aineistoa hyödyntäen ratkaistiin, mikä maalämpöpumppu soveltuisi Kiteentien kiinteistölle. Mitoituksessa käytettiin NIBE DIM -ohjelmaa, sillä ohjelmaa käyttävät myös alan ammattilaiset.

Mitoituksen jälkeen suunniteltiin maalämpöjärjestelmän energiakaivojen poraus-sijainnit. Luotiin kaksi vaihtoehtoista porausskenaariota, jotka suunniteltiin ensin millimetripaperille. Tämän jälkeen kuvat piirrettiin AutoCAD-ohjelmalla. Työvaiheessa hyödynnettiin visuaalisen aineiston lisäksi määrällistä aineistoa, kuten mittatietoja.

Investointiprosessin kolmannessa vaiheessa selvitettiin määrällisen tutkimuksen menetelmin kahden eri lämmitysskenaariion vuosikustannukset ja kannattavuus. Työvaihe toteutettiin hyödyntäen Excel-taulukkolaskentaohjelmaa. Skenaariossa 1 rakennuksen tarvitsema lämpö tuotetaan maalämmöllä ja sähköllä. Skenaariossa 2 lämpö tuotetaan maa- ja kaukolämmöllä. Skenaarioiden kustannuslaskennassa tarvittuja hintatietoja kerättiin verkosta ja alan ammattilaisilta sähköpostihaastatteluiden muodossa.

Kustannuslaskelmat toimivat kannattavuuslaskelmien pohjana. Kannattavuustarkastelussa hyödynnettiin investointilaskentamenetelmiä, kuten annuiteettimenetelmää, nykyarvomenetelmää, takaisinmaksuajan menetelmää sekä sisäisen korkokannan menetelmää. Lopuksi tulosten tulkinnassa sovellettiin vertailevan tutkimuksen periaatteita, kun skenaarioiden kannattavuutta vertailtiin lähtötilanteeseen.

## 7 Kiinteistön esittely

Opinnäytetyössä tutkittu rakennus sijaitsee Kiteellä osoitteessa Kiteentie 13. Se on vuonna 1988 rakennettu liike- ja asuinrakennus, ja sen omistaa työn toimeksiantaja Kiinteistö Oy Kiteen Säästötalo. Toiminnot ja palvelut jakautuvat kerroksittain. Katutasossa on pääasiassa liike-, toimisto- ja varastotiloja, ja asuintilat sijaitsevat rakennuksen toisessa kerroksessa. Asuntoja on yhteensä seitsemän. Rakennus sijaitsee Suomen säävyöhykkeistä vyöhykkeellä kolme.

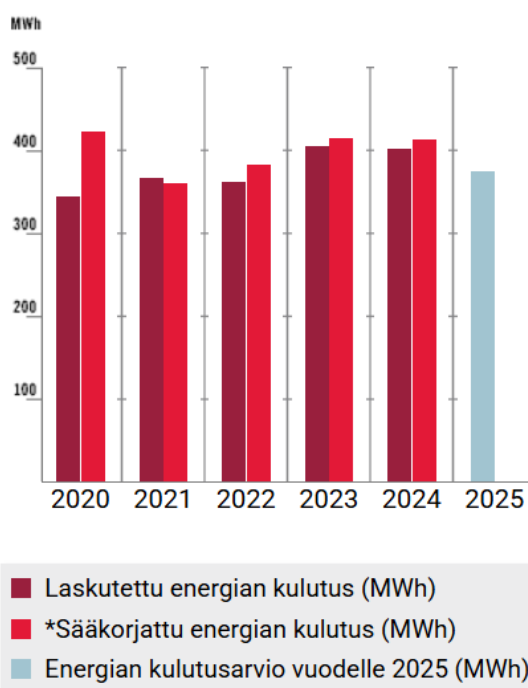


Kuva 4. Katukuva kohderakennuksesta (Kuva: Liisa Riihimäki).

Rakennuksen nykyinen lämmitysmuoto on kaukolämpö. Lämmön tuottaa ja toimittaa Kiteen Lämpö Oy. Toimeksiantajalla on sähkösopimus PKS Sähkönsiirto Oy:n kanssa. Rakennuksen lämmönjakotapa on patteriverkosto. Kaukolämmityksen lisäksi rakennuksessa on viilentävä ilmalämpöpumpputjärjestelmä, jolla hoidetaan huoneistojen jäähdytys. Jokaisessa asunnossa ja liiketilassa on oma ilmalämpöpumpun sisäyksikkönsä. Ilmanvaihtokoneistoon on asennettu

lämmityspattereita, jotka lämmityskauden aikana lämmittävät tuloilmaa ilmanvaihtokanavissa.

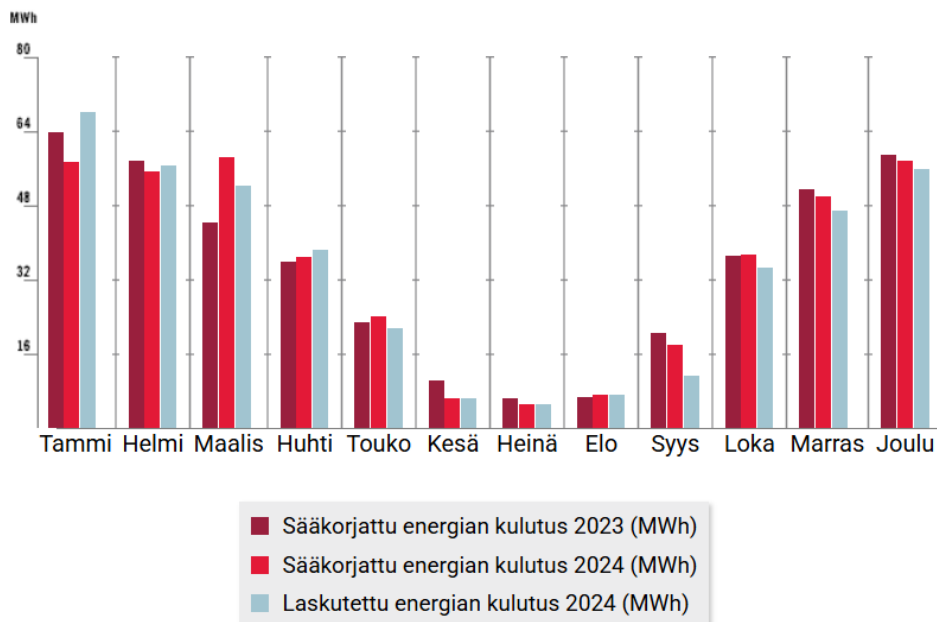
Rakennus kuluttaa vuosittain keskimäärin noin 400 MWh lämpöenergiaa. Kulutustieto perustuu Kiteen Lämpö Oy:n tilastoon. Esimerkiksi vuonna 2024 Kiteentien rakennus kulutti 411,4 MWh kaukolämpöä. Kyseistä kulutustietoa käytettiin myöhemmin lähtötietona maalämpöpumpun mitoituksessa, mutta se muutettiin megawattitunneista kilowattitunneiksi. Kaikki työssä esitetyt kulutustiedot ovat sääkorjattuja.



\*) Vuodet vertailukelpoisia energiankulutuksen suhteen(ulkolämpötilat huomioitu)

Kuva 5. Rakennuksen energian kulutus vuosina 2020–2024 ja energian kulutuksen arvio vuodelle 2025 (Kuva: Kiteen Lämpö Oy).

Rakennus käyttää kaukolämpöä eniten talviuukausina. Esimerkiksi vuoden 2024 tammi-, helmi-, maaliskuu- ja joulukuun aikana rakennus kulutti lämpöenergiaa keskimäärin noin 57 MWh kuukaudessa. Vähiten rakennus kuluttaa kaukolämpöä kesäkuukausina. Vuoden 2024 kesä-elokuun välillä rakennus kulutti keskimäärin noin 6 MWh kuukaudessa.



Kuva 6. Rakennuksen energian kulutus vuonna 2024 (Kuva: Kiteen Lämpö Oy).

Opinnäytetyön toimeksiantaja kartoitti kiinteistön investointitarpeita ja mahdollisia investointikohteita. Toimeksiantajan tavoitteena oli vähentää kiinteistön energiakustannuksia vaihtamalla rakennuksen lämmitysmuotoa. Energiakustannuksia voi vähentää myös muilla keinoilla, mutta tässä työssä keskityttiin vain lämmitysmuodon vaihtamiseen.

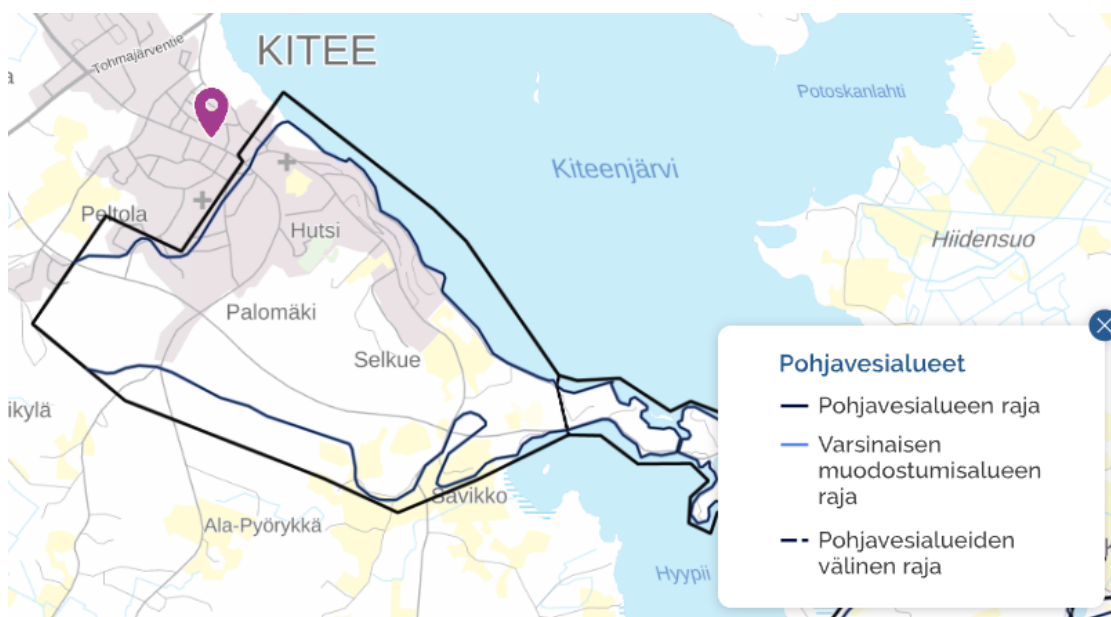
Vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen tarkastelusta rajattiin pois polttotekniset lämmitysjärjestelmät, kuten pelletti- ja hakelämmitys. Polttotekniset lämmitysjärjestelmät vaativat logistisesti enemmän järjestelemistä, eikä kiinteistöllä ole tilaa suurelle polttolaitokselle. Opinnäytetyöstä rajattiin pois ilma-vesilämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu. Myös aurinkokeräimet rajattiin pois. Toimeksiantajaa kiinnosti vaihtaa rakennuksen lämmitysmuoto kaukolämmöstä maalämpöön, joten työssä tarkasteltiin, jos lämmitysmuoto on kohteessa mahdollinen ja investointihankkeena kannattava.

## 8 Korvausinvestoinnin suunnittelu

### 8.1 Maalämpöjärjestelmä kohteessa

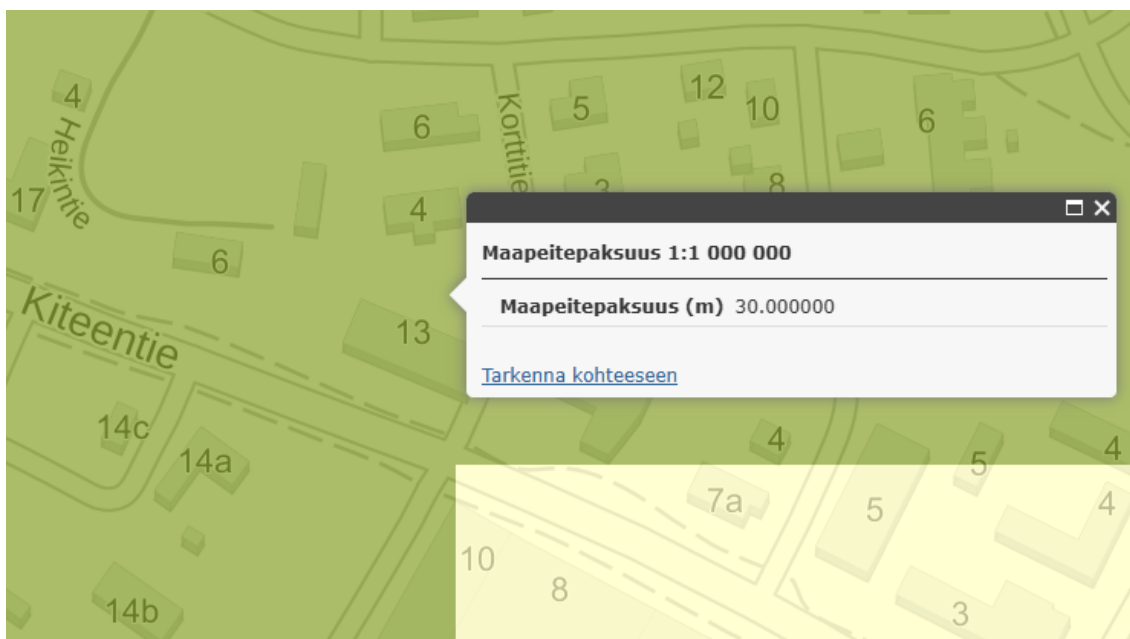
Jotta maalämpöjärjestelmä voitiin mitoittaa kohteeseen, oli ensimmäiseksi selvittävä, onko järjestelmä kohteeseen soveltuva ja todenmukainen ratkaisu.

Maalämmön osalta merkittävin laillinen tekijä oli kiinteistön sijainti pohjavesialueeseen nähden. Kiteentien kiinteistö ei sijainnut pohjavesialueella. Pohjavesialueet tarkistettiin Vesi.fi-karttapalvelusta.



Kuva 7. Kohdekiinteistön sijainti suhteessa lähimpään pohjavesialueeseen (Kuva: Vesi.fi 2025).

Toinen maalämpöratkaisuun vaikuttava tekijä oli se, mahtuuko kiinteistön alueelle poraamaan se määrä energiakaivoja, mitä rakennuksen energiankulutus vaatii. Tarkasteltava tontti koostuu kahdesta kiinteistöstä, joista toiselle lämmitettävä rakennus sijoittuu. Rakennuksen eteläinen piha on Kiteentien puolella ja se koostuu asfaltilla päällystetystä parkkipaikasta. Rakennuksen pohjoinen piha taas koostuu päällystetystä parkkipaikasta ja nurmialueesta. Arvioitiin, että kiinteistön pohjoinen puoli soveltuu paremmin energiakentän sijoituskohteeksi, koska siellä on enemmän tilaa. Otollinen porausalue ja mahdolliset poraussijainnit esiteltiin tarkemmin luvussa 8.3.



Kuva 8. Maapeitepaksuus Kiteentien alueella (Kuva: GTK 2025).

Pohjaveden ja energiakaivojen riittävän porausalueen lisäksi on yleensä merkittävä huomioida, mikä on maapeitteen paksuus alueella. Paksuus tarkistettiin GTK:n Maankamara-karttapalvelusta. Palvelu osoitti, että maapeitepaksuus alueella on 30 metriä. Tässä työssä ei kuitenkaan huomioitu kyseistä tulosta, sillä toimeksiantajalta saatiin tietoon, että alueella maapeitteenpaksuus vastaa todellisuudessa noin 1–3 metriä. Laskelmissa käytettiin maapeitepaksuutena 3 metriä.

## 8.2 Maalämpöjärjestelmän mitoitus

Kun maalämpöjärjestelmän soveltuvuus kohdekiinteistölle oli selvitetty, mitoitettiin lämpöpumppu kohteeseen. Mitoituksen apuna käytettiin NIBE DIM -lämpöpumppumitoitusohjelmaa. Ennen mitoituksen aloittamista oli ohjelmassa valittava oikeat mitoitusasetukset. Valittiin muun muassa oikea säävyöhyke. Kiteentien rakennus sijaitsee säävyöhykkeellä III.

Ohjelmassa lämpöpumpun voi mitoittaa kohteeseen joko lämmitystehoon tai kulutustietoihin perustuen. Tässä opinnäytetyössä maalämpöpumppu mitoitettiin rakennuksen tuoreimpiin kulutustietoihin perustuen. Vuoden 2024 kulutustiedot saatiin toimeksiantajalta ja Kiteen Lämpö Oy:ltä.

<b>Rakennuksen kulutustiedot</b>	
Lämpöenergian vuosikulutus vuonna 2024 (Kiteen Lämpö Oy)	411 400 kWh
Lämpimän veden kulutus vuonna 2024	420 m <sup>3</sup>

Taulukko 2. Rakennuksen kulutustiedot vuonna 2024.

Rakennuksen lämpöenergian vuosikulutus syötettiin mitoitusohjelmaan sellaiseenaan. Mitoituksessa tarvittiin rakennuksen kokonaislämmitysenergian lisäksi lämpimän veden lämmitykseen tarvittu energia. Jos kulutustieto tunnetaan, voidaan se syöttää suoraan ohjelmaan. Ohjelma pystyy kuitenkin laskemaan kulutuksen rakennuksen asukasluvuun perustuen. Kulutustietoa ei tunnettu, joten mitoituksessa käytettiin asukaslukua.

Koska kyseessä on liike- ja asuinrakennus, ja lämmintä vettä kulutetaan myös liikehuoneistoissa, ei rakennuksen asukasluku vastaa lämpimän veden kokonaiskulutusta. Tämän vuoksi vuoden 2024 lämpimän veden kulutus oli jaettava teoreettiseen asukaslukuun. NIBE DIM -ohjelma esitti, että yksi asukas käyttää 50 litraa päivässä lämmintä vettä. Kun jaettiin rakennuksen vuosivedenkulutus asukkaan päiväkulutuksella, saatiin teoreettiseksi asukasluvuksi 24 (liite 1).

Teoreettinen asukasluku syötettiin mitoitusohjelmaan. Ohjelma esitti, että lämpimän veden lämmittämiseen tarvittiin lämpöenergiaa 25 550 kWh.

NIBE DIM -mitoitusohjelmalla voi mitoittaa rakennuksille monia eri lämpöpumpPURATKaisuja. Tätä työtä varten ohjelmasta valittiin erikseen maalämpöpumppu ja keruupiiriksi energiakaivot. Sen jälkeen valittiin listalta maalämpöpumppu-tyyppi, joka on lämmitystehontarpeeltaan sopiva kiinteistölle. Kokotehomitoitus osoitti, että maalämpöpumppujen pitäisi olla yhteisteholtaan vähintään 155,5 kW.

Kokotehomitoituksella maalämpöjärjestelmä vaatisi energiakaivojen aktiivisyvydeksi 2 411 metriä. Poraustoimijoilta selvitettiin, että energiakaivojen maksimisyvyys on yleensä 300 metriä. Tämän vuoksi järjestelmä vaatisi vähintään yhdeksän energiakaivoa kattaakseen tarvittavan aktiivisyvyden ja

rakennuksen lämmitystehontarpeen. Luvussa 8.3 perusteltiin, että tontille mahtuu vain seitsemän energiakaivoa. Tämän takia lämpöpumppu mitoitettiin lopulta osatehomitoituksella. Tämä tarkoittaa, maalämpö tuottaa kaiken sen lämpöenergian, mitä seitsemällä energiakaivolla voidaan kattaa, ja tarvittava lisäenergia tuotetaan muulla tapaa. Myöhemmin kannattavuustarkastelussa selvitettiin, millä lisäenergianlähteellä ratkaisu olisi kannattava.

<b>Mitoituksen tulokset</b>	
NIBE F1345-30 (tuplakompressori)	2 kpl
Energiapeitto	79 %
Tehopeitto	35 %
Maalämpöpumppujen tuottama lämpöenergia	326 000 kWh
Maalämpöpumppujen kuluttama sähköenergia	90 977 kWh
Lisäenergian tarve	85 400 kWh
Laskennallinen lisäteho	100,9 kW
Maksimilämmitystehontarve	155,5 kW
Aktiivinen porausvyvyys	1985 m

Taulukko 3. Maalämpöjärjestelmän osatehomitoituksen tulokset.

Rakennukselle tehtiin osatehomitoitus, jonka tuloksena rakennus tarvitsee kaksi 30 kW:n NIBE F1345-30 -maalämpöpumppua. Pumput tuottavat 326 000 kWh lämpöenergiaa vuodessa, ja kuluttavat sähköenergiaa 90 977 kWh vuodessa. Lämmityslisäenergiantarpeeksi jää 85 400 kWh. Maalämpöjärjestelmän osatehomitoituksen tulokset esitettiin tarkemmin liitteessä 2.

Osatehomitoituksessa osoitettiin, että energiakaivoille tarvitaan aktiivisyvyyttä vähintään 1 985 m. Arvio aktiivisyvyydestä saatiin, kun muutettiin keruupiirin liuoksen lämpötilaa eli säätöparametriä. Säätöparametriä muokkaamalla muuttui myös järjestelmän energianotto. Se kasvoi 100 kWh/m energianotosta 121 kWh/m asti. Järjestelmän energianotto jäi alle 130 kWh/m, mikä on säävyöhykkeen III energianoton raja-arvo.

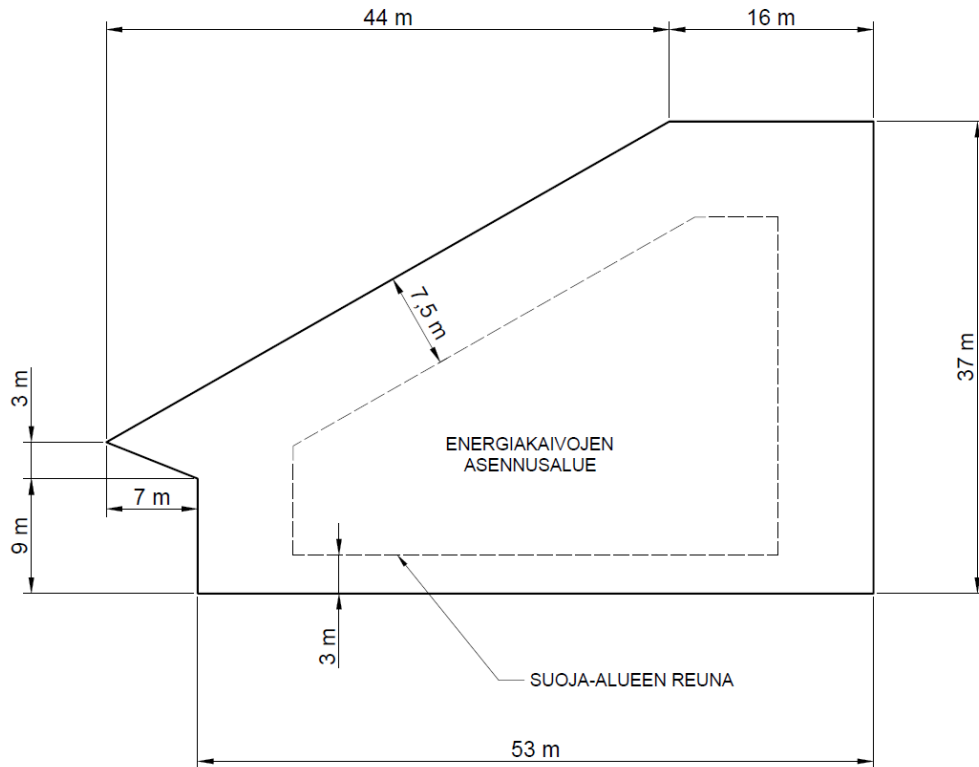
### 8.3 Energiakaivojen poraussijainnit

Luvussa 8.1 arvioitiin, että energiakaivojen otollinen porausalue on kohderakennuksen pohjoinen piha, sillä siellä on enemmän tilaa energiakentälle. Pihaa rajaavat kohderakennuksen ulkoseinä ja kiinteistörajat. Seuraavaksi suunniteltiin, mihin energiakaivot voi pohjoisella pihalla porata, kun huomioidaan vaaditut suojaetäisyydet. Suunnitelma toimi todisteena siitä, miksi kiinteistölle mahtuu vain seitsemän energiakaivoa.



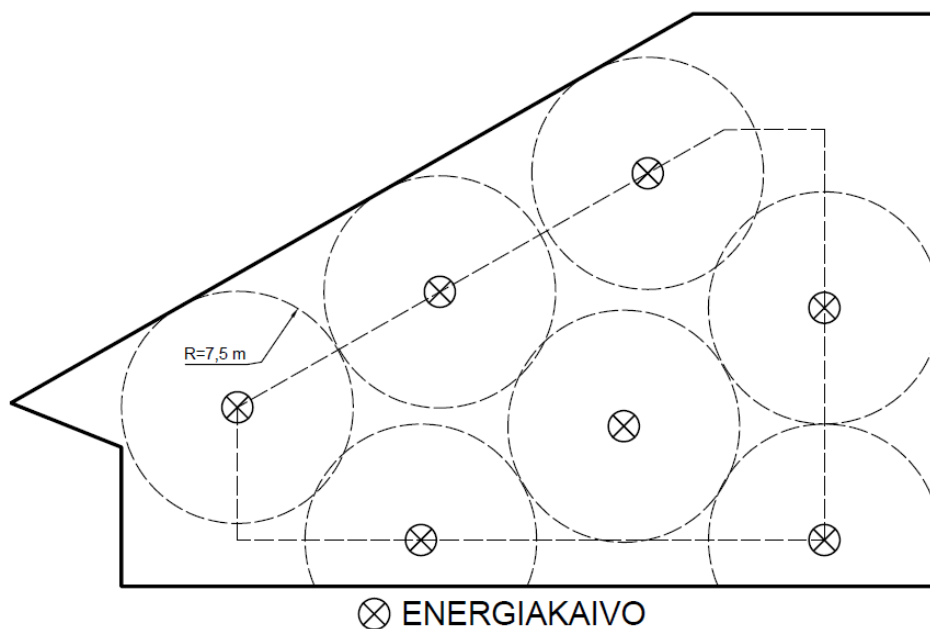
Kuva 9. Kohdekiinteistön otollinen energiakaivojen porausalue ja sen pinta-ala (Kuva: Maanmittauslaitos 2025).

Ensimmäisenä piirrettiin rakennuksen pohjoinen piha ja selvitettiin piharajojen mitat AutoCAD-ohjelmalla. Piirros perustui Maanmittauslaitoksen Karttapaikka-palvelun satelliittikuvaan. Rajat mitattiin saman palvelun mittatyökalulla, ja mitaustulokset koottiin kuvan 10 piirrokseen. Kuvan mittakaava on 1:1000. Yksi senttimetri kuvassa vastaa tuhatta senttimetriä luonnossa.

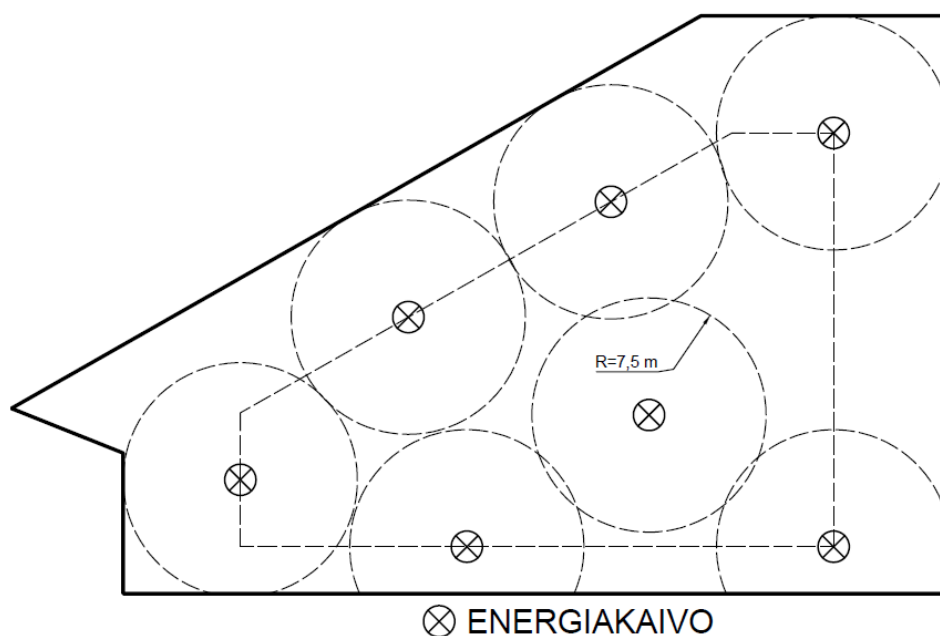


Kuva 10. Pohjoinen piha ja sen mitat. Mittakaava 1:1000.

Kun pihan mitat tunnettiin, piirrettiin piharajojen sisälle alue, missä energiakaivojen suojaetäisyydet kiinteistön rajoihin ja rakennukseen toteutuivat. Kaivon etäisyys kiinteistön rajaan on oltava 7,5 m, rakennukseen 3 m ja toiseen kaivoon 15 m. Seitsemän kaivon energiakentälle alue on melko pieni, joten vaihtoehtoisia porausskenaarioita ei ole monta. Tässä työssä suunniteltiin kaksi mahdollista porausskenaariota, joissa energiakaivojen suojaetäisyydet maanpäällisiin kohteisiin toteutuivat.



Kuva 11. Porausskenaario 1. Piirroksen mittakaava on 1:1000.



Kuva 12. Porausskenaario 2. Piirroksen mittakaava on 1:1000.

Tilan puutteen vuoksi energiakaivot sijoitettiin molemmissa porausskenaarioissa suojavyöhykkeen rajojen tuntumaan. Kuvista voitiin huomata, että tilaa kahdelle muulle energiakaivolle ei ole. Kohdekiinteistölle ei siis mahdu rakennuksen

kokotehomoituksen vaatimaa yhdeksää energiakaivoa. Maalämpöjärjestelmä oli siksi mitoitettava osatehomoituksella.

Kun energiakaivoja on seitsemän ja yhden kaivon syvyys on 300 metriä, on kaivojen yhteissyvyys 2 100 metriä. Yhteissyvyys kattaa osatehomoituksen vaatiman aktiivisyvyyden. Luvussa 8.1 esitettiin, että maanpeitepaksuus on 3 metriä, joten seitsemällä kaivolla maapeitettä porataan yhteensä 21 metriä. Kalliota porataan yhteensä 2079 metriä. Maa- ja kallioporausten syvyydet huomioitiin maalämpöjärjestelmän kustannuslaskelmissa luvussa 9.1.2.



Kuva 13. Pohjoisen pihan asfaltoitu alue ja sen pinta-ala (Kuva: Maanmittauslaitos 2025).

Molemmissa porausskenaarioissa energiakaivoja on porattava asfaltilla päällystetylle alueelle. Asfalttia on poistettava energiakaivojen porausten lisäksi myös kaivoja yhdistävien johtimien asennusta varten. Asfaltin poistosta ja pihan uudelleen päällystyksestä kertyvät kustannukset huomioitiin luvun 9.1.2 kustannuslaskelmissa.

## 9 Korvausinvestoinnin kustannukset ja kannattavuus

### 9.1 Investointikustannukset

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää maalämpöjärjestelmän investointikustannukset ja vertailla ratkaisun kannattavuutta lähtötilanteeseen. Opinnäytetyössä vertailun lähtötilanne on nykyinen lämmitysmuoto ja siitä syntyvät vuosikustannukset. Rakennuksen nykyinen lämmitysmuoto on kaukolämpö, joten lähtötilanne on kaukolämmön käytöstä syntyvät kustannukset.

Luvuissa 8.2 ja 8.3 osoitettiin, että maalämpöjärjestelmän kanssa lämpöä on tuotettava jollain lisälämmönlähteellä. Se voidaan tuottaa esimerkiksi sähkökattilalla tai kaukolämmöllä. Investointikustannusten erittelyssä ja järjestelmän kannattavuustarkastelussa hahmoteltiin kaksi skenaariota, joissa huomioitiin molemmat lisälämmönlähteet. Skenaariossa 1 lisälämpö tuotetaan sähkökattilalla, ja skenaariossa 2 lisälämpö tuotetaan kaukolämmöllä.

Molemmille skenaarioille tehtiin investointilaskelmat. Ensin eri lämmitysmuotojen investointikustannukset jaettiin kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kaukolämmön kustannukset koostuivat vain muuttuvista eli käytön aikana syntyvistä kustannuksista. Maalämmön ja sähkökattilan kustannukset koostuivat kiinteistä ja muuttuvista kuluista.

#### 9.1.1 Kaukolämpöjärjestelmän kustannukset

Opinnäytetyön vertailukohteeksi valittiin lähtötilanne eli rakennuksen nykyinen lämmitysmuoto. Kaukolämmityksestä syntyviä vuosikustannuksia vertailtiin lopuksi skenaarioiden 1 ja 2 investointikustannuksiin. Koska rakennus oli jo liitetty osaksi kaukolämpöverkostoa, ei järjestelmän osalta tarvinnut laskea kiinteitä investointikustannuksia. Kaukolämmön kustannukset koostuivat vain muuttuvista kustannuksista, kuten kaukolämpömaksusta ja vuosihuollon kustannuksesta.

Kustannuslaskennassa käytettiin Kiteen Lämpö Oy:lle maksettua kaukolämpömaksua. Vuoden 2024 kaukolämpömaksu koostui kaukolämmön perus- ja kulumaksusta, joiden summa oli 35 173,09 €/a. Kun kaukolämpömaksuun lisättiin arvio järjestelmän vuosihuoltokustannuksista, saatiin kaukolämmön vuosikustannukseksi 35 653,09 €/a. Arvioitiin, että vuosihuoltoon menee kahdeksan tunnin työpäivä ja huoltohenkilön tuntipalkka on 60 €/h.

### **9.1.2 Maalämpöjärjestelmän kiinteät kustannukset**

Maalämpöjärjestelmän investointikustannukset jaettiin kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Järjestelmän kiinteät kustannukset koostuivat maalämpöpumppujen, energiakaivojen ja sähköliittymän kustannuksista. Järjestelmän muuttuvat kustannukset koostuivat maalämpöpumppujen kuluttaman sähkön kustannuksista, sähköliittymän kuukausimaksusta ja järjestelmän huollon kustannuksista.

Maalämpöpumpuista syntyvät kustannukset kuuluivat korvausinvestoinnin kiinteisiin kustannuksiin. Yhden maalämpöpumpun hinta-arvioksi valittiin 25 000 €. Hinta-arvio perustui erään markkinoilla myynnissä olevan maalämpöpumpun hintaan, (Taloon.com, 2025). Mitoituksessa osoitettiin, että kohteessa tarvitaan kaksi lämpöpumppua, joten arvio lämpöpumppujen sekä niiden asennuksen kokonaiskustannuksesta oli yhteensä 65 000 €. Lämpöpumppujen asennuksen ja käyttöönoton hinta on 30 % lämpöpumppujen hinnasta. Arvio maalämpöpumpun kiinteistä kustannuksista esitetty tarkemmin liitteessä 3.

Kiinteisiin kustannuksiin kuuluvat energiakaivojen hankintakustannukset koostuivat porauskustannuksista, kollektorin lisähinnasta, asfaltin poiston ja uudelleen asennuksen kustannuksista sekä suunnittelun kustannuksista. Kallio- ja maaporauksen metrihinnan arvio saatiin paikallisilta porausyrityksiltä. Maaporauksen keskimääräisenä metrihintana käytettiin 55 €/m ja kallioporauksen 22 €/m. Metrihinnat kerrottiin kallion ja maan metrimäärillä, jotka osoitettiin

maalämpöjärjestelmän mitoituksen yhteydessä. Maaporauksen kustannukseksi saatiin 1 155 € ja kallioporauksen 45 738 €.

Eräältä porausyritykseltä saatiin tietoon, että 250–300 metriset porauskaivot olisi hyvä putkittaa 45 mm kollektoriputkella, joka antaa järjestelmälle lisähintaa 1,5 €/m. Yleensä putkitetaan 40 mm levyisellä kollektorilla, jolle ei ole lisähintaa. Koska työssä tarkasteltiin 300 metrisiä energiakaivoja, lisättiin kollektorin lisähinta energiakaivojen kiinteään kustannuksen summaan. Lisähinta kerrottiin energiakaivojen kokonaissyvyydellä, jolloin saatiin kollektorin lisähinnan kustannukseksi 3150 €.

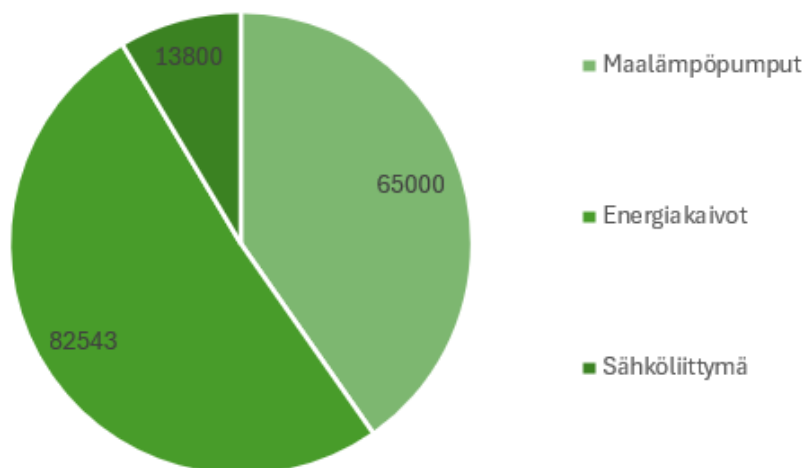
Energiakaivojen kustannuksiin kuului myös asfaltin poistosta ja uudelleen asennuksesta syntyvät kustannukset. Aiemmin esitettiin, että kiinteistön pohjoinen piha soveltuu energiakentän sijoituskohteeksi. Piha-alue on osittain päällystetty asfaltilla, jota pitää poistaa, jotta energiakaivot voidaan porata ja kerätä yhteen kokoomakaivoon. Hinta-arvio asfaltin poistolle ja uudelleen asennukselle saatiin eräältä paikalliselta asfaltointiyritykseltä, ja se oli 25 €/m<sup>2</sup>. Asfaltin poiston ja uudelleen asennuksen kustannusarvio saatiin, kun laskettiin hinnan ja asfalttialueen pinta-alan tulo. Kustannusarvioksi tuli 22 500 €.

Energiakaivon kiinteissä kustannuksissa huomioitiin vielä järjestelmän suunnittelun ja muut mahdolliset kustannukset. Kun kaivojen porauksesta, kollektorin lisähinnasta, asfaltin poistosta ja uudelleen asennuksesta sekä suunnittelusta syntyvät kulut summattiin yhteen, saatiin energiakaivojen kokonaiskustannukseksi 82 543 €.

Maalämpöjärjestelmän kiinteisiin kustannuksiin laskettiin mukaan sähköliittymän liittymismaksusta syntyvät kustannukset. Siirtyessä kaukolämmöstä maalämpöön on tarvittaessa hankittava uusi sähkösulakeliittymä, jos entinen sulakekoko ei riitä kattamaan maalämpöpumpun ja mahdollisen lisälämmönlähteen tarpeita. Rakennuksen nykyinen sulakekoko on 3 x 80A, jonka liittymismaksu PKS Sähkönsiirto Oy:llä on 9270 €. NIBE DIM -ohjelmalla mitoitettun

lämmitystehon perusteella laskettiin, että rakennus tarvitsee sulakooksii 3 x 200A. Sen hinta on 23 070 €. Laskettiin liittymämuutoksen kustannus sulakekojen hintojen erotuksena, ja hinta-arvioksi saatiin 13 800 €.

### Maalämpöjärjestelmän kiinteät kustannukset yhteensä 161 343 €



Kuva 14. Maalämpöjärjestelmän kiinteät kustannukset.

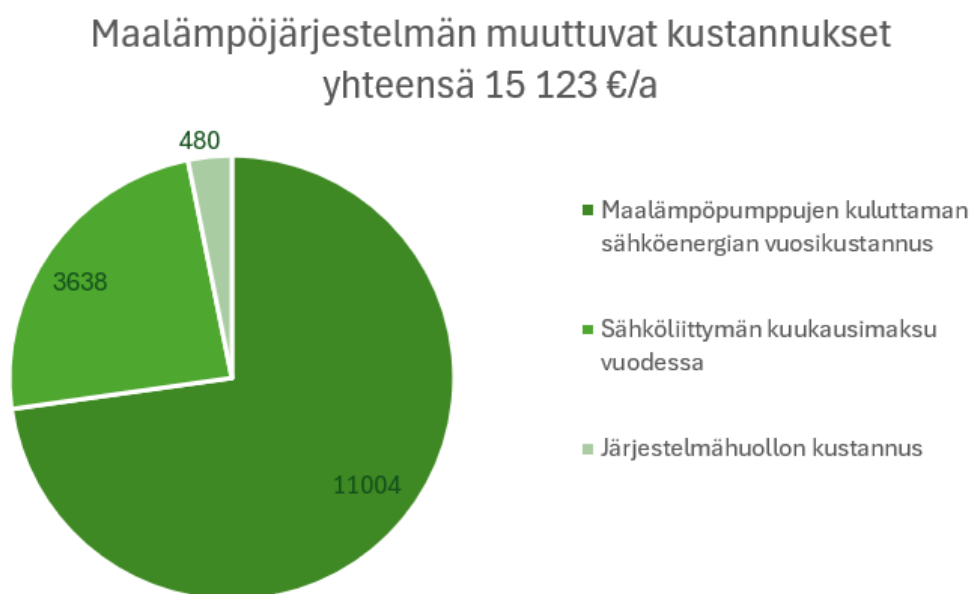
Kun maalämpöjärjestelmän kiinteät kustannukset oli eritelty, summattiin kaikki kulut yhteen. Kulut olivat suuntaa antavia arvioita todellisista kuluista. Maalämpöpumpuille kertyi kuluja 65 000 €, energiakaivoille 82 543 € ja sähköliittymän muutokselle 13 800 €. Yhteensä maalämpöjärjestelmän kiinteitä kustannuksia syntyi 161 343 €.

#### 9.1.3 Maalämpöjärjestelmän muuttuvat kustannukset

Kiinteiden kustannusten lisäksi eriteltiin maalämpöjärjestelmän muuttuvat kustannukset. Järjestelmän muuttuvat kustannukset syntyivät maalämpöpumppujen kuluttaman sähköenergian vuosikustannuksista, sähköliittymän kuukausimaksusta ja järjestelmähuollon kustannuksista.

NIBE DIM -ohjelmalla mitoitettiin, että maalämpöpumppu kuluttaa vuodessa 90 977 kWh sähköenergiaa. Toimeksiantajan maksaa kulutetusta sähköenergiasta vuodessa 11 004 €. Kustannusarvio saatiin kulutetun sähköenergian ja sen hinnan tulona. Sähköenergian hinta sisälsi sähkön perushinnan lisäksi sähköveron ja sähkönsiirtomaksun. Kaikki nämä sisältävät arvonlisäveron, joka vähennettiin lopullisesta summasta ja sähköenergian hinnaksi tuli 0,121 €/kWh. Sähköenergian vuosikustannukset eriteltiin tarkemmin liitteeseen 3.

Maalämpöjärjestelmän kiinteisiin kustannuksiin eriteltiin sähköliittymän vaihdosta syntyvät kertakustannukset. Järjestelmän muuttuviin kustannuksiin sen sijaan laskettiin mukaan sähkönsiirron kuukausimaksusta kertyvät vuosikustannukset. Nykyisellä sulakekoolla 3 x 80A siirron perusmaksu on 210,36 €/kk, ja mitoitetulla sulakekoolla 3 x 200A perusmaksu on 590,88 €/kk. Tuleva siirron perusmaksu on edellä mainittujen perusmaksujen erotus eli 380,52 €/kk. Perusmaksu sisältää arvonlisäveron, joka vähennetään lopullisesta kustannuksesta. Sähkönsiirto maksaisi yhteensä 3638 €/a.



Kuva 15. Maalämpöjärjestelmän muuttuvat kustannukset.

Muuttuviin kuluihin luettiin mukaan myös järjestelmän vuosittaisesta huollosta syntyvät kustannukset. Arvioitiin, että vuosihuolto kestää kahdeksan tunnin työpäivän ja huoltotyöntekijän tuntipalkka on 60 €/h, eli yhteensä huoltokustannuksia tuli 480 €/a. Yhteensä maalämpöjärjestelmän muuttuvia kuluja syntyi 15 123 €/a.

#### **9.1.4 Sähkökattilan kiinteät ja muuttuvat kustannukset**

Opinnäytetyössä tarkasteltiin kahta lämmitysskenaariota, joiden kustannuksia ja kannattavuutta vertailtiin lähtötilanteeseen. Skenaariossa 1 rakennuksen lisälämpö esitettiin tuotettavaksi sähkökattilalla. Tämän vuoksi kustannustarkasteluun eriteltiin myös sähkökattilan hankinnasta ja käytöstä syntyvät kulut.

Sähkökattilan investointikustannukset jaettiin kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Sähkökattilan kiinteät kustannukset koostuivat sähkökattilan hinnasta ja kattilan asennuksesta. Sähkökattilan hinta 2 000 € perustui erään markkinoilla myynnissä olleen sähkökattilan hintaan (Taloon.com, 2025). Maalämpöpumpun mitoituksessa osoitettiin, että järjestelmän laskennallinen lisäteho on 100,9 kW. Koska markkinoilta valittu kattila on teholtaan 26 kW, on rakennuksen lisälämmön kattamiseksi kyseistä sähkökattilaa hankittava vähintään neljä kappaletta. Sähkökattilan kustannukseksi saatiin silloin 8 000 €. Kustannuksiin lisättiin vielä kattilan asennuksen hinta 3 000 €, joka on noin 30 % kattiloiden hinnasta. Sähkökattilan kiinteät kustannukset olivat yhteensä 11 000 €.

Sähkökattila käyttää sähköä tuottaakseen rakennukselle lämpöenergiaa. Sähkökattilan investoinnin muuttuviin kuluihin kuuluu lähinnä sähkökattilan sähkön kulutuksesta syntyvät kustannukset. Kun rakennuksen energiantarve kerrottiin mitoitukselta saadulla energiapeittoprosentilla 79 %, saatiin kattilan kuluttama sähköenergiamäärä 86 394 kWh. Kulutettu sähkö kerrottiin sähköenergian hinnalla 0,121 €/kWh, joka esiteltiin maalämpöjärjestelmän muuttuvien kustannusten yhteydessä. Sähkökattilan muuttuvat kustannukset olivat 10 500 €/a.

## 9.2 Lämmönhinta ja skenaarioiden vuosikustannukset

Opinnäytetyössä vertailtiin lämmitysskenaarioiden 1 ja 2 vuosikustannuksia lähtötilanteeseen eli nykyisen lämmitysmuodon vuosikustannuksiin. Kustannustarkastelussa hyödynnettiin herkkyysoanalyysin menetelmiä. Tarkasteltiin, miten vuosikustannukset muuttuvat, kun laskentakorko kehittyy.

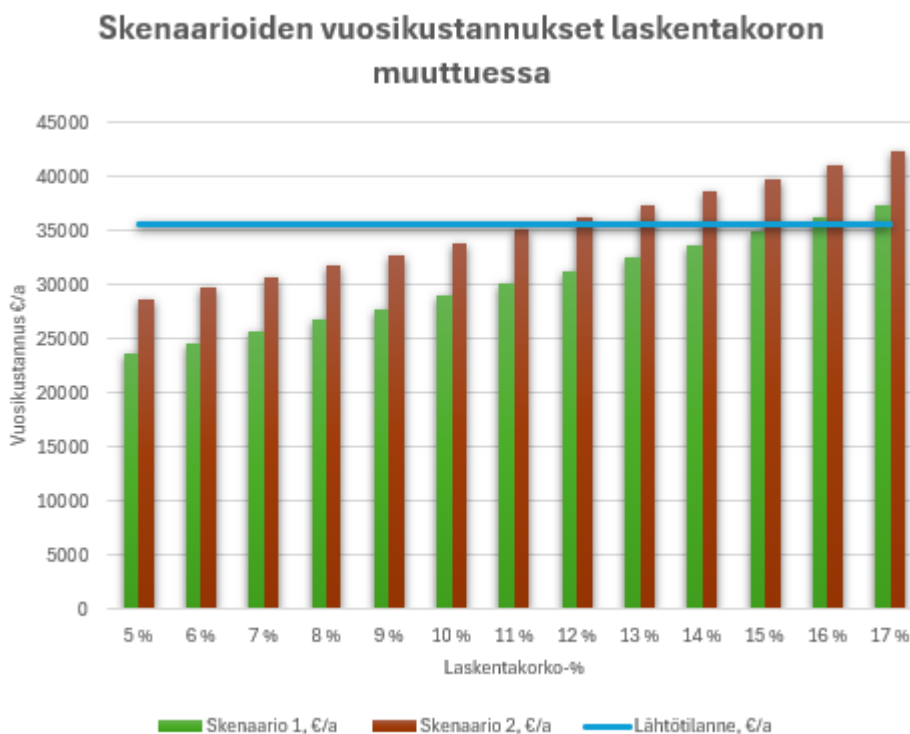
Jotta vuosikustannukset saatiin laskettua, määriteltiin ensin molemmille skenaarioille lämmönhinta. Se kertoi, kuinka paljon skenaarion lämmitysjärjestelmästä maksetaan yhtä kilowattituntia kohden. Lämmöhinnat määritettiin maalämmön ja sähkökattilan kiinteille ja muuttuville kustannuksille erikseen. Koska muuttuvat kustannukset vastasivat investoinnin vuosittaisia kustannuksia, voitiin lämmönhinta laskea niistä suoraan jakamalla muuttuvat kustannukset rakennuksen lämpöenergiatarpeella.

Jotta kiinteille kustannuksille voitiin määrittää lämmöhinnat, laskettiin ensin maalämmön ja sähkökattilan kiinteille kustannuksille vuosiannuiteetit eri laskentakoroilla. Laskennassa tarkasteltiin vuosikustannuksia laskentakoron ollessa välillä 5–17 %. Vuosiannuiteetit jaettiin rakennuksen lämpöenergiatarpeella, jolloin saatiin kiinteiden kustannusten lämmönhinta.

Seuraavaksi määriteltiin vuosikustannukset skenaarioittain. Skenaarion 1 vuosikustannukset muodostuivat maalämmöllä tuotetun lämpöenergian vuosikustannuksista ja sähkökattilalla tuotetun lisäenergian vuosikustannuksista. Kustannuksiin lisättiin myös irtautumishinta, sillä skenaariossa irtaudutaan kaukolämmöstä. Skenaarion 2 vuosikustannukset muodostuivat maalämmön vuosikustannuksista ja kaukolämmöllä tuotetun lisäenergian vuosikustannuksista. Skenaarion kustannuksiin ei lisätty kaukolämmön irtautumismaksua, sillä siinä ei irtauduta kaukolämmöstä.

Jokaisen lämmitysmuodon kiinteiden ja muuttuvien kustannusten lämmöhinnat summattiin yhteen ja kerrottiin sillä lämpöenergian määrällä, mitä kyseisellä

järjestelmällä lämpöenergiaa tuotetaan. Esimerkiksi skenaarion 1 sähkökattilan lämmönhinta kerrottiin mitoitetulla lisälämmöntarpeella 85 400 kWh/a. Skenaarioiden lämmönhintojen ja vuosikustannusten laskelmat esiteltiin tarkemmin liitteessä 4.



Kuva 16. Skenaarioiden vuosikustannukset laskentakoron muuttuessa.

Toimeksiantajan tuottovaatimus yritykselle on 15 %. Kuvan 15 kustannustarkastelussa huomattiin, että skenaarion 1 vuosikustannukset alittavat lähtötilanteen vuosikustannukset laskentakoron ollessa juuri 15 %. Skenaarion 2 vuosikustannukset alittavat lähtötilanteen vielä laskentakoron ollessa 11 %.

### 9.3 Skenaarioiden kannattavuustarkastelu

Vuosikustannusten vertailun lisäksi työssä toteutettiin skenaarioiden kannattavuustarkastelu. Molemmille skenaarioille laskettiin ensin vuosittaiset nettokassavirrat, jotka olivat nettotuottoa. Työvaiheessa korvausinvestoinnin kannattavuutta tarkasteltiin nettonykyarvomenetelmällä, sisäisen korkokannan

menetelmällä sekä korottoman ja korollisen takaisinmaksuajan menetelmillä. Laskelmissa laskentakorkona käytettiin toimeksiantajan laatimaa yhtiön tuotto-vaatimusta, joka on 15 %. Tarkastelun aikaväliksi valittiin 25 vuotta, sillä se on yleinen maalämpöjärjestelmän elinkaaren pituus.

Skenaariossa 1 tarkasteltiin maalämmön ja sähkökattilan lämmöntuotannossa syntyviä kustannuksia ja niiden kannattavuutta. Skenaarion kustannuksiin lisättiin myös kaukolämmön irtautumismaksu. Laskelmien mukaan järjestelmän koroton tai korollinen takaisinmaksuaika ei mahdu 25 vuoden tarkasteluvälille, ja järjestelmä alkaa tuottamaan vasta vuoden 18 kohdalla. Ennen sitä järjestelmästä syntyy vain kuluja. Järjestelmän sisäiseksi korkokannaksi laskettiin 2,91 %, ja jäännösarvon nykyarvoksi -112 181 €. Herkkyysanalyysi osoitti, että laskentakoron ollessa alle 2,91 % jäännösarvo on positiivinen. Skenaarion 1 kannattavuuslaskelmat esiteltiin tarkemmin liitteessä 5.

Skenaariossa 2 tarkasteltiin maalämmön ja kaukolämmön yhteislämmöntuotannossa syntyviä kustannuksia ja niiden kannattavuutta. Kustannuksiin ei lisätty irtautumismaksua. Järjestelmän korottomaksi takaisinmaksuajaksi määritettiin 25 vuotta, joka on sama kuin maalämpöjärjestelmän elinkaaren pituus. Järjestelmän sisäiseksi korkokannaksi laskettiin 6,42 %, ja jäännösarvon nykyarvoksi -76 472 €. Herkkyysanalyysi osoitti, että laskentakoron ollessa 6 % jäännösarvo on positiivinen. Skenaarion 2 kannattavuuslaskelmat esiteltiin tarkemmin liitteessä 6.

## **10 Tulosten yhteenveto**

Opinnäytetyössä ratkaistiin tutkimustehtävä, jonka kaksi tutkimuskysymystä eriteltiin työn tavoitteissa. Ensimmäisenä selvitettiin, onko maalämpö mahdollinen lämmitysmuoto kiinteistössä. Kiteentien kiinteistö ei sijaitse Kiteen pohjavesialueella, eikä se estä maalämpöjärjestelmän toteuttamista kohteessa. Kun maalämpöjärjestelmän energiakaivojen suositukset otettiin kaivojen porauskartan suunnittelussa huomioon, todistettiin, että maalämpöjärjestelmä on mahdollinen seitsemän energiakaivon osatehomitoituksella. Tällöin loput

rakennuksen tarvitsemasta lämpöenergiasta tuotetaan jollain muulla lämmitys-  
muodolla kuin maalämmöllä.

Seuraavaksi ratkaistiin, onko siirtyminen kaukolämmöstä maalämpöön kiinteis-  
tönomistajalle taloudellisesti kannattavaa. Luotiin kaksi vaihtoehtoista lämmitys-  
skenaariota, joiden investointikustannuksia ja kannattavuutta tarkasteltiin. En-  
simmäisen skenaarion kustannukset muodostuivat maalämmön ja sähkökattilan  
kustannuksista. Investointilaskelmia hyödyntäen osoitettiin, että skenaario ei ole  
kannattava 15 %:n laskentakorolla, sillä investoinnin jäännösarvo on silloin ne-  
gatiivinen. Laskelmat osoittivat myös, että järjestelmä ei maksa itseään takaisin  
sen elinkaaren aikana, ja investoinnin sisäinen korkokanta ei kohtaa valittua  
tuottovaatimusta.

Toisen lämmitysskenaarion kustannukset muodostuivat maalämmön ja kauko-  
lämmön kustannuksista. Myös skenaarion 2 kannattavuustarkastelussa osoitet-  
tiin, ettei järjestelmään investointi ole taloudellisesti kannattavaa. Valitulla las-  
kentakorolla investoinnin jäännösarvo jää vahvasti negatiivisen puolelle. Järjes-  
telmä ei ehdi maksaa itseään takaisin, vaikka koroton takaisinmaksuaika lasket-  
tiin sijoittuvaksi taloudellisen pitoajan sisälle. Myöskään skenaarion 2 investoin-  
nin sisäinen korkokanta ei kohdannut tuottovaatimusta.

Yhteenvetona voitiin todeta, että opinnäytetyössä vastattiin molempiin asetettui-  
hin tutkimuskysymyksiin. Työssä ratkaistiin, että maalämpö on mahdollinen läm-  
mitysmuoto kohteessa. Siihen investoiminen ei kuitenkaan ole tutkituilla lämmi-  
tysskenaarioilla taloudellisesti kannattavaa.

## 11 Pohdinta

Opinnäytetyössä huomattiin, että monet tekijät vaikuttivat maalämpöjärjestel-  
män toteuttamiskelpoisuuteen ja kannattavuuteen Kiteentien kohteessa. Joiden-  
kin tekijöiden osalta tehtiin tietoisia ja perusteltuja valintoja, joiden avulla työssä  
päästiin eteenpäin. Valinnat auttoivat luomaan arvion maalämpöjärjestelmän  
kannattavuudesta kohteessa. Pohdinnassa tarkasteltiin, mitkä tekijät vaikuttivat  
työn lopputulokseen merkittävästi, ja olisiko niitä voitu välttää. Lopuksi pohdittiin

muita kehitysehdotuksia, joilla rakennuksen energiatehokkuutta voisi parantaa ja energiakustannuksia vähentää.

Investointilaskelmissa käytetyllä laskentakorolla eli tuottovaatimuksella oli merkittävä vaikutus investointilaskelmien tuloksiin. Toimeksiantaja käyttää investointilaskelmissaan tuottovaatimusprosentina 15 %. Se on perusteltua liikeyritykselle. Korkealla tuottovaatimuksella varmistetaan, että mahdolliset investoinnin riskitekijät on otettu huomioon. Opinnäytetyön investointilaskelmissa pienemmän laskentakoron käyttäminen olisi kuitenkin hieman parantanut investoinnin kannattavuutta.

Merkittävä osa energiakaivojen kiinteitä kustannuksia oli kiinteistön pohjoisen pihan asfaltin poistosta ja uudelleen asennuksesta syntyneet kustannukset. Laskelmat perustuivat arvioon, että asfaltti tulisi poistaa koko alueelta. Todellisuudessa asfalttia ei välttämättä tarvitse poistaa kokonaan. Riittää, että asfalttia poistetaan niistä kohdista, missä energiakaivot liitetään toisiinsa. Järjestelmän kustannukset muuttuisivat merkittävästi, jos nämä kustannukset jätettäisiin huomioimatta tai niiden osuutta pienennettäisiin. Tässä työssä haluttiin kuitenkin huomioida asfaltin poiston ja uudelleen asennuksen aiheuttama riski investoinnille.

Maalämpöjärjestelmän mitoituksessa maanpeitepaksuutena käytettiin 3 m. Arvo perustui toimeksiantajalta saatuun tietoon. Geologisen tutkimuskeskuksen Maankamara-palvelun mukaan maanpeitepaksuus alueella on kuitenkin 30 m. Jos maanpeitepaksuus on todellisuudessa lähemmäs 30 metriä, vaikuttaa se merkittävästi maalämpöjärjestelmän porauskustannuksiin. Maaporaus on kalliimpaa kuin kallioporaus. Mitä enemmän kohteessa on maapeitettä, sitä suuremmat kustannukset energiakaivojen porauksesta syntyy. Kaivoja pitäisi myös porata enemmän, jotta ne kattaisivat mitoitettun aktiivisyyden.

Opinnäytetyön energiakaivojen poraussijaintien suunnittelussa huomioitiin kaivoille suositellut suojaetäisyydet. Suojaetäisyyssuosituksia tarkasteltiin ehdotomina sääntöinä siten, että ne varmasti toteutuvat esitetyissä porausskenaarioissa. Kaivon suojaetäisyys kiinteistörajaan nähden ei kuitenkaan ole ehdoton,

jos naapurikiinteistöllä ei ole energiakaivoja. Toimeksiantaja voi tehdä lisäselvitystä esimerkiksi tiedustelemalla kiinteistönaapureilta, jos heillä on kiinnostusta maalämpöjärjestelmän toteuttamiselle. Jos kiinnostusta ei ole, voi kohteeseen suunnitella uuden porausskenaarion, jossa energiakaivot sijoitetaan lähemmäs kiinteistön rajaa. Tällaisessa skenaariossa kiinteistön alueelle voisi ehkä jopa mahtua maalämpöjärjestelmän kokotehomitoituksessa osoitetut yhdeksän energiakaivoa.

Opinnäytetyössä selvitettiin, onko rakennuksen lämmitysmuodon vaihtaminen kaukolämmöstä maalämpöön korvausinvestointina kannattavaa. Toimeksiantaja voi jatkaa investointikohteiden kartoitusta ja selvittää, onko kaukolämmön vaihtaminen johonkin toiseen lämpöpumppujärjestelmään mahdollista ja kannattavaa. Toimeksiantaja voi selvittää, onko kannattavaa asentaa poistoilmalämpöpumppu, jonka avulla rakennuksen hukkaenergia otetaan talteen ja hyötykäyttöön. Selvityksen voi tehdä myös ilma-vesilämpöpumpulle.

Lämmitysmuodon vaihtamisen lisäksi kustannussäästöjä rakennuksen energiankäytössä voi tehdä parantamalla rakennuksen muiden teknisten järjestelmien energiatehokkuutta. Rakennuksesta voi tehdä kattavan energiakatselmuksen, jossa selvitetään teknisten järjestelmien toiminta ja kunto. Katselmuksen lopputuloksena esitetään rakennukselle toimenpide-ehdotuksia, joiden avulla sen energiatehokkuutta voidaan parantaa. Mahdollisia saneeraustoimia voivat olla esimerkiksi rakennuksen valaistuksen uusinta tai rakennusvaipan remontointi. (Pylsy & Virta 2011, 50.) Toimeksiantaja voi pyytää esimerkiksi Motiva Oy:n kouluttamaa energiakatselmoijaa tekemään kohdekiinteistöstä kattavan energiakatselmuksen (Energiavirasto 2025).

## Lähteet

- Energiateollisuus ry. 2025. Lämmitysmarkkinat. <https://energia.fi/energiatieto/energiamarkkinat/lammitysmarkkinat/>. 27.5.2025.
- Energiateollisuus ry. 2024. Kaukolämpö ja kaukojäähdytys. <https://energia.fi/energiatieto/energiantuotanto/kaukolampo-ja-jaahdytys/>. 30.9.2024.
- Energiavirasto. 2025. Energiakatselmustoiminta. <https://urly.fi/3RnY>. 29.5.2025.
- Gebwell Oy. 2025. Maalämpöpumpun mitoitus kerrostaloon. <https://urly.fi/3Rhq>. 27.5.2025.
- Geologian tutkimuskeskus GTK. 2025. Maankamara. <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/> 5.5.2025.
- Ikkala, T. 2015. Tutkimus: Lämpöpumput selvästi edullisempia kuin kaukolämpö. Tekniikka&Talous. 25.6.2015. <https://urly.fi/3RhJ>. 27.5.2025.
- Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013. Energiakaivo: Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Ympäristöministeriö. <https://urly.fi/3BSw>. 24.9.2024.
- Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2013. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. Helsinki: Sanoma Pro Oy
- Kallinen, T. & Kinnunen, T. 2021. Etnografia. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/metelmaopetus/>. 18.5.2025.
- Kempainen, A. 2022. Taloyhtiön energiatehokkaat lämmitysratkaisut. Helsinki: Arto Kempainen ja Kiinteistömedia Oy.
- Kiteen Lämpö Oy. 2024. Kaukolämpötariffit 1.9.2024 alkaen. [https://kiteenlampo.fi/wp-content/uploads/tariffit\\_2024\\_09\\_01.pdf](https://kiteenlampo.fi/wp-content/uploads/tariffit_2024_09_01.pdf). 29.4.2025.
- LVI 11-10624. 2018. Maalämpöpumput. Rakennustieto.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.
- Maanmittauslaitos. 2025. Karttapaikka. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/?lang=fi>. 18.5.2025.
- Motiva Oy. 2024. Lämpöpumppujen valinta eri kohteisiin. <https://urly.fi/31s2>. 27.5.2025.
- Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2017. Johdon laskentatoimi. Keuruu. Otavan kirjapaino Oy.

- NIBE Energy Systems Oy. 2024. NIBE DIM asennus- ja käyttöopas 2422–1. <https://urly.fi/3RgE>. 27.5.2025.
- PKS Sähkönsiirto Oy. 2024. Liittymismaksuhinnasto. <https://urly.fi/3QKi>. 16.5.2025.
- Pyly, P. & Virta, J. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Helsinki: tekijät ja Kiinteistöalan Kustannus Oy.
- RT 52-10797. 2003. Vesikiertoinen patterijärjestelmä. Rakennustieto.
- RT 50-10755. 2001. Maalämmitys. Rakennustieto.
- Suomen ympäristökeskus. 2020. Tarkkana siellä pohjavesialueella! 18.10.2024.
- Taloon.com. 2025. Maalämpöpumppu F1345-30. <https://urly.fi/3PE6> 29.4.2025.
- Taloon.com. 2025. Sähkökattila Nibe ELK 26. <https://www.taloon.com/sahkokattila-nibe-elk-26>. 16.5.2025.
- Vesi.fi-karttapalvelu. 2025. <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/?short-link=5604&theme=pohjavesialueet>. 29.3.2025.
- Vesilaki 587/2011.
- Vilka, H. 2015. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: Hanna Vilka ja PS-kustannus.
- Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Hanna Vilka ja Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Ympäristöministeriö. 2018. Energiatehokkuus – Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. <https://urly.fi/39ks>. 23.9.2024.
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014.

**Teoreettinen asukasluku perustuen rakennuksen lämpimän veden kulutukseen**

<b>VEDEN KULUTUS VUONNA 2024</b>	
Vedenkulutus	420 m <sup>3</sup>
Vedenkulutus	420000 l
Päiviä vuodessa	365 d
Yhden ihmisen vedenkulutus päivässä	50 l/d
Kiinteistön vedenkulutus päivässä	1150,685 l/d
<b>Teoreettinen asukasluku rakennuksen veden kulutukseen perustuen</b>	<b>24 hlö</b>

## Maalämpöpumpun osatehomitoituksen tulokset NIBE DIM -ohjelmalla

Valitse lämpöpumppu Yksi lämpöpumppu Useita lämpöpumppuja Näytä kaikki



2xNIBE F1345-30 med dubbla k...

2xNIBE F1345-30 med dubbla kompressorer

Kallio

Kalliolaji Määrittelemätön, oletus

Lämmönjohtavuus 3,0 W/mK

Liuoksen lämpötilan muutos 3,0 K

Liuoksen keskilämpötila -1,5 °C

Energiakaavio		Lämmityksen lämpötilakaavio	
Energiapetto	<b>79 %</b>	Tehopeitto	<b>35 %</b>
LP:n tuottama energia	326000 kWh	Käyntiaika	6578 h
LP:n kuluttama energia	90977 kWh	Tasapainolämpötila	-1,1 °C
Lisäenergia	85400 kWh	LP:n teho MUT	54,6 kW
Nykyinen lämmityksen pumppu	1288 kWh	Astetunnit	123919 K-h
Laskennallinen lisäteho	100,9 kW	Vuosilämpökerroin (SPF)	3,6
		Maks. lämmitystehon tarve	155,5 kW
		Energiakaivo	
		Aktiivinen porausyvyys	1985 m
		Energian otto	121 kWh/m
		Tehon otto	17 W/m
		Tehon otto (vuosia)	14 W/m
		Tehon otto (Maksimi jäähdytysteho)	24 W/m

## Arvio maalämpöjärjestelmän investointikustannuksista

<b>KIINTEÄT KUSTANNUKSET: Maalämpöpumppu + energiakaivot + sähköliittymä</b>		
Yhden maalämpöpumpun hinta	25000	
Lämpöpumppujen lukumäärä	2	
Lämpöpumppujen hinta yhteensä	50000	€
Asennus ja käyttöönotto (30% laitehinnasta)	15000	€
<b>Maalämpöpumput ja asennus, kiinteä kustannus</b>	<b>65000</b>	<b>€</b>
Energiakaivojen lukumäärä	7	
Yhden energiakaivon syvyys	300	m
Energiakaivojen kokonaissyvyys	2100	m
Maaporauksen metrihinta (alv 0%)	55	€/m
Maametrit yhden energiakaivon syvyydestä	3	m
Maametrit yhteensä	21	m
Maaporauksen kertakustannus	1155	€
Kallioporausten metrihinta (alv 0%)	22	€/m
Kalliometrit yhteensä	2079	m
Kallioporausten kertakustannus	45738	€
Kollektorin lisähinta metriä kohden	1,5	€/m
Kollektorin lisähinnan kokonaiskertakustannus	3150	€
Asfaltin poiston ja kunnostuksen hinta (alv 0%)	25	€/m <sup>2</sup>
Asfalttialueen pinta-ala	900	m <sup>2</sup>
Asfaltin poiston ja kunnostuksen kokonaiskertakustannus	22500	€
Suunnittelu (ei luokiteltu tarkemmin)	5000	€
Muut kulut (ei luokiteltu tarkemmin)	5000	€
<b>Energiakaivojen kiinteä kustannus</b>	<b>82543</b>	<b>€</b>
Verkköjännite	230	V
Lämmityksen maksimiteho	155,5	kW
Maalämpöpumpun teho	60	kW
SPF	3,6	
Sähkötehotarve		
	Maalämpöpumppu	95,5 kW
	Sähkökattila	17 kW
Sähkövirta kulutuksessa		
	Maalämpöpumppu	415 A
	Sähkökattila	72 A
Sähkövaihteet	3	
Lämmityksen vaatima sulakekoko	163	3xA
Valittu liittymän koko (Pohjois-Karjalan Sähkö)	200	A
<b>Sähköliittymän liittymismaksun hankintakustannukset (vyöhyke 1), (alv 0%)</b>	<b>23070</b>	<b>€</b>
<b>Maalämpöjärjestelmän kiinteät kustannukset</b>	<b>170613</b>	<b>€</b>

<b>MUUTTUVAT KUSTANNUKSET: sähkön hinta + sähköliittymä+huolto</b>		
Maalämpöpumpun kuluttama sähköenergia vuodessa	90977	kWh/a
Sähkövero	0,028	€/kWh
Sähkönsiirto	0,074	€/kWh
Sähkön hinta, PKS Sähkönsiirto Oy	0,050	€/kWh
Sähköenergian hinta vuonna 2024, alv. 0 %	0,121	€/kWh
<b>Maalämpöpumpun kuluttaman sähköenergian vuosikustannus</b>	<b>11004</b>	<b>€/a</b>
Siirron perusmaksu kuukaudessa, 3x80 A, alv. 25,5 %	210,36	€/kk
Siirron perusmaksu kuukaudessa, 3x200 A, alv. 25,5 %	590,88	€/kk
Tuleva siirron perusmaksu kuukaudessa, alv. 25,5 %	380,52	€/kk
<b>Sähköliittymän kk-maksu vuodessa, alv. 0 %</b>	<b>3638</b>	<b>€/a</b>
<b>Järjestelmän huolto</b>	<b>480</b>	<b>€/a</b>
<b>Maalämpöjärjestelmän muuttuvat vuosikustannukset</b>	<b>15123</b>	<b>€/a</b>

## Skenaarioiden lämmöhinta ja vuosikustannukset

Nykyiseen kulutukseen perustuva vuotuinen lämpöenergiantarve	411400	kWh/a
Maalämpöpumpputjärjestelmän tuottama vuotuinen lämpöenergia	326000	kWh/a
Lisälämmöntarve	85400	kWh/a
Elinkaari	25	a
<b>MAALÄMPÖ</b>		
Kiinteät kustannukset sis. Irtautumismaksun	166343	€
Muuttuvat vuosikustannukset	15123	€/a
Muuttuvien kustannusten osuus lämmönn hinnasta	0,037	€/kWh
<b>SÄHKÖKATTILA</b>		
Kiinteät kustannukset	11000	€
Muuttuvat vuosikustannukset	10450	€/a
Muuttuvien kustannusten osuus lämmönn hinnasta	0,025400797	€/kWh
<b>KAUKOLÄMPÖ</b>		
Kaukolämmön vuosikustannus	35653,09	€/a
Kaukolämpöjärjestelmän lämmön hinta	0,087	€/kWh

Laskentakorko-%	MAALÄMPÖ		SÄHKÖKATTILA		LÄHTÖTILANNE		SKENAARIO 1			SKENAARIO 2		
	Vuosiannuiteetti, €/a	Kiinteiden kustannusten osuus lämmönn hinnasta, €/kWh	Vuosiannuiteetti, €/a	Kiinteiden kustannusten osuus lämmönn hinnasta, €/kWh	Lämmön hinta, €/kWh	Lähtötilanne, €/a	Maalämmöllä tuotetun lämpöenergian vuosikustannus, €/a	Sähkökattilalla tuotetun lisäenergian vuosikustannus, €/a	Skenaario 1, €/a	Maalämmöllä tuotetun lämpöenergian vuosikustannus, €/a	Kaukolämmöllä tuotetun lisäenergian vuosikustannus, €/a	Skenaario 2, €/a
5 %	11802	0,0287	780	0,0019	0,087	35653	21336	2331	23667	21336	7401	28737
6 %	13012	0,0316	860	0,0021	0,087	35653	22295	2348	24643	22295	7401	29696
7 %	14274	0,0347	944	0,0023	0,087	35653	23294	2365	25660	23294	7401	30695
8 %	15583	0,0379	1030	0,0025	0,087	35653	24332	2383	26715	24332	7401	31733
9 %	16935	0,0412	1120	0,0027	0,087	35653	25403	2402	27805	25403	7401	32804
10 %	18326	0,0445	1212	0,0029	0,087	35653	26505	2421	28926	26505	7401	33906
11 %	19752	0,0480	1306	0,0032	0,087	35653	27635	2440	30075	27635	7401	35036
12 %	21209	0,0516	1402	0,0034	0,087	35653	28790	2460	31250	28790	7401	36191
13 %	22693	0,0552	1501	0,0036	0,087	35653	29966	2481	32447	29966	7401	37367
14 %	24203	0,0588	1600	0,0039	0,087	35653	31162	2501	33663	31162	7401	38563
15 %	25733	0,0626	1702	0,0041	0,087	35653	32375	2522	34897	32375	7401	39776
16 %	27282	0,0663	1804	0,0044	0,087	35653	33602	2544	36146	33602	7401	41003
17 %	28848	0,0701	1908	0,0046	0,087	35653	34843	2565	37408	34843	7401	42244

## Kannattavuuslaskelma skenaariolle 1

Laskentakorko-%		15 %		<b>Vuodet</b>	<b>Nettotuotto/a</b>	<b>Nettonykyarvo</b>	<b>Koroton TMA</b>	<b>Korollinen TMA</b>	<b>Sisäinen korko</b>
									-177343
<b>Lähtötilanne</b>				1	10081	8766	-167262	8766	10081
Kaukolämmön vuosikustannus		35653 €/a		2	10081	7622	-157182	16388	10081
				3	10081	6628	-147101	23016	10081
<b>Skenaario 1</b>				4	10081	5764	-137021	28780	10081
<b>MUUTTUVAT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ</b>				5	10081	5012	-126940	33792	10081
Maalämmön muuttuva kustannus		15123 €/a		6	10081	4358	-116860	38150	10081
Sähkökattilan muuttuva kustannus		10449,89 €/a		7	10081	3790	-106779	41939	10081
Muuttuvat kustannukset yhteensä		25573 €/a		8	10081	3295	-96699	45235	10081
				9	10081	2866	-86618	48100	10081
<b>KIIINTEÄT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ</b>				10	10081	2492	-76538	50592	10081
Maalämmön kiinteä kustannus		161343 €		11	10081	2167	-66457	52759	10081
Sähkökattilan kiinteä kustannus		11000 €		12	10081	1884	-56377	54643	10081
Kaukolämmöstä irtautumisen kustannus		5000 €		13	10081	1638	-46296	56281	10081
Kiinteät kustannukset yhteensä		177343 €		14	10081	1425	-36216	57706	10081
				15	10081	1239	-26135	58945	10081
				16	10081	1077	-16054	60022	10081
				17	10081	937	-5974	60959	10081
				18	10081	815	4107	61773	10081
				19	10081	708	14187	62481	10081
				20	10081	616	24268	63097	10081
				21	10081	536	34348	63633	10081
				22	10081	466	44429	64099	10081
				23	10081	405	54509	64504	10081
				24	10081	352	64590	64856	10081
				25	10081	306	74670	65162	10081
					<b>252013</b>	<b>65162</b>			<b>2,91 %</b>
					Tuottojen nykyarvo	65162			
					Kustannusten nykyarvo	177343			
					<b>Jäännösarvon nykyarvo</b>	<b>-112181</b>			

## Kannattavuuslaskelma skenaariolle 2

Laskentakorko-%		15 %						
			Vuodet	Nettotuotto/a	Nettonykyarvo	Koroton TMA	Korollinen TMA	Sisäinen korko
								-161343
<b>Lähtötilanne</b>			1	13129	11417	-148214	11417	13129
Kaukolämmön vuosikustannus			2	13129	9928	-135084	21345	13129
			3	13129	8633	-121955	29977	13129
<b>Skenaario 2</b>			4	13129	7507	-108825	37484	13129
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ			5	13129	6528	-95696	44012	13129
Maalämmön muuttuva kustannus			6	13129	5676	-82567	49688	13129
Kaukolämmön muuttuva kustannus			7	13129	4936	-69437	54624	13129
Muuttuvat kustannukset yhteensä			8	13129	4292	-56308	58916	13129
			9	13129	3732	-43178	62648	13129
KIINTEÄT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ			10	13129	3245	-30049	65893	13129
Maalämmön kiinteä kustannus			11	13129	2822	-16919	68716	13129
			12	13129	2454	-3790	71170	13129
			13	13129	2134	9339	73303	13129
			14	13129	1856	22469	75159	13129
			15	13129	1614	35598	76773	13129
			16	13129	1403	48728	78176	13129
			17	13129	1220	61857	79396	13129
			18	13129	1061	74986	80457	13129
			19	13129	923	88116	81379	13129
			20	13129	802	101245	82181	13129
			21	13129	698	114375	82879	13129
			22	13129	607	127504	83486	13129
			23	13129	527	140634	84013	13129
			24	13129	459	153763	84472	13129
			25	13129	399	166892	84871	13129
				<b>328235</b>	<b>84871</b>	<b>25</b>		<b>6,42 %</b>
				Tuottojen nykyarvo	84871			
				Kustannusten nykyarvo	161343			
				<b>Jäännösarvon nykyarvo</b>	<b>-76472</b>			