



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Lauri Pöllänen

Maalämpö pientalon lämmitysmuotona

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto, LVI

Opinnäytetyö

30.11.2021

Tekijä Otsikko	Lauri Pöllänen Maalämpö pientalon lämmitysmuotona
Sivumäärä Aika	22 sivua 30.11.2021
Tutkinto	rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaaja	lehtori Jyrki Viranko
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda yleiskuva pientalon maalämpöjärjestelmästä. Pohjatietona käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, Rakennustieto Oy:n julkaisemaa tietokokoelmaa, maalämpöpumppu-urakoitsijoiden verkkosivustoja ja myös aiheesta kirjoitettua oppikirjaa.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin maalämmön käsitteeseen, toimintaperiaatteisiin sekä velvoittavaan lainsäädäntöön yleisellä tasolla. Opinnäytetyö alkoi perehtymällä maalämpöjärjestelmien teoriaan.</p> <p>Maalämpö tarjoaa sekä uusiutuvien että ympäristöystävällisten energialähteiden hyödyntämistä yhä kiristyviin ilmastotavoitteisiin muun muassa vähentämällä hiilidioksidipäästöjä sekä vähentämällä energiakustannuksia.</p> <p>Pientalorakentajan on syytä tarkastella erilaisia lämmitysvaihtoehtoja eri näkökulmista sekä ottaa huomioon maalämpö varteenotettavana vaihtoehtona pientalon lämmitysmuotona. Työn lopputulos on opas pientalorakentajalle, joka haluaa tutustua laajemmin maalämpöön sekä maalämpöjärjestelmään.</p>	
Avainsanat	maalämpö, uusiutuva energia, pientalo

Author Title	Lauri Pöllänen Geothermal Heating as Heating System in Detached House
Number of Pages Date	22 pages 30 November 2021
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	HVAC Engineering
Instructor	Jyrki Viranko, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to study geothermal heating and create an overview of systems used in detached houses. The theses aimed at creating a guide for a person who might consider installing a geothermal heating system into their detached house. Relevant literature was studied, including HVAC instruction cards, a geothermal heating guide published by the Ministry of the Environment, guides published by geothermal companies, together with books written about the subject. In addition, information was gathered by a visit to house that is heated with geothermal heating.</p> <p>The thesis focused on the functionality of a geothermal heating system and on the regulations governing geothermal heating on a general level.</p> <p>Geothermal heating is an efficient way to use environmentally-friendly and renewable energy to reach the current climate goals of decreasing carbon dioxide emissions and buildings energy consumption.</p> <p>A builder of a detached house should view the different heating systems from various perspectives and consider geothermal heating as a worthy option. The thesis resulted in a helpful guide that gives insight into geothermal heating systems in a detached house to detached house builders.</p>	
Keywords	geothermal heating, renewable energy, detached house building

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Maalämpö	2
2.1	Lämmönlähteet	3
2.1.1	Kallioperä	3
2.1.2	Maaperä	4
2.1.3	Vesistö	4
3	Maalämpöpumppujärjestelmä	6
3.1	Maalämpöpumppu	6
3.2	Toimintaperiaate	7
3.3	Keruuputkisto	8
3.4	Lämmönkeruunesteet	8
3.5	Maalämpöpumppujärjestelmän riskit ja ongelmatilanteet	10
4	Lämpöpumppujärjestelmän suunnittelu	11
4.1	Lämpöpumppujärjestelmän mitoitus	12
4.2	Lämpöpumpun sijoitus	12
4.3	Energiakaivon sijoitus	13
5	Käyttöönotto ja ylläpito	15
6	Lainsäädäntö	16
7	Esimerkkikohde	18
8	Yhteenveto	21
	Lähteet	22

Lyhenteet

AVI	Aluehallintovirasto, hoitaa Suomen lainsäädännön toimeenpano-, ohjaus- ja valvontatehtäviä
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, hoitaa alueellisia toimeenpano- ja kehittämistehtäviä Suomessa
HFC	fluorihilivedyt, sisältävät vetyä, fluoria sekä hiiltä
kWh	kilowattitunti, energian mittayksikkö
MRL	maankäyttö- ja rakennuslaki
PFC	Perfluorinated compound, yhdiste, jossa hiiliketjun vedyt on korvattu fluorilla
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance, vuosihyötysuhde
VL	vesilaki
YSL	ympäristönsuojelulaki

1 Johdanto

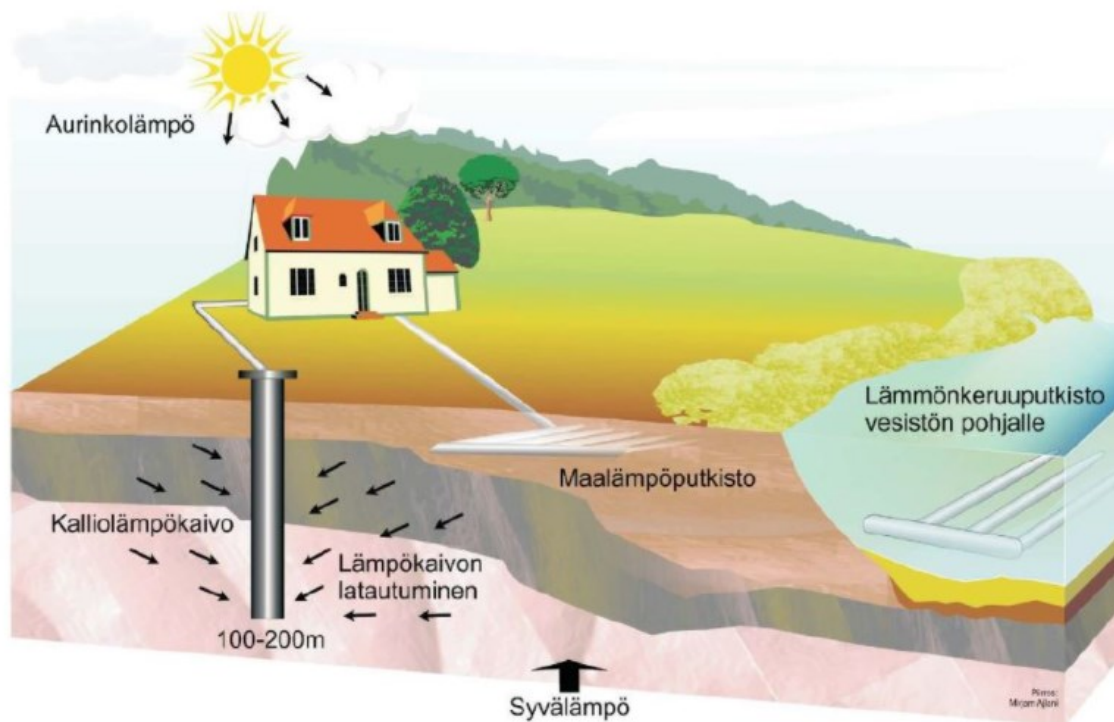
Suomessa rakennusten lämmitys vie noin neljäsosan kaikesta Suomessa käytetystä energiasta. Tämän vuoksi on hyvä kiinnittää huomiota siihen, millaisen lämmitysjärjestelmän valitsee kiinteistölle, jotta voitaisiin hillitä ilmastonmuutosta. Maalämpö on sekä uusiutuvaa että ympäristöystävällistä energiaa, minkä vuoksi sen suosio etenkin uusissa pientalohankkeissa on kasvanut vuodesta 2000 lähtien. [1]

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin pientalon maalämpöjärjestelmän toimintaperiaatteen, suunnittelun ja mitoituksen perusteisiin sekä velvoittavaan lainsäädäntöön. Työn tarkoituksena oli luoda yleiskuva pientalon maalämpöjärjestelmästä, jota voisi hyödyntää esimerkiksi maalämpöjärjestelmä hankkeeseen ryhtyvä pientalorakentaja.

Teoriaosuuden ainestoa kerättiin Rakennustieto Oy:n julkaisemasta kortistomuotoisesta tietokokoelmasta, ympäristöministeriön julkaisemasta oppaasta sekä maalämpöjärjestelmien toteutuksia tekevien yritysten verkkosivuilta. Lisätietoa maalämpöjärjestelmän toiminnasta saatiin myös esimerkkikohteen maalämpöjärjestelmään perehtymällä.

2 Maalämpö

Maalämpö on maahan, vesistöön tai kallioon varastoituneen aurinkoenergian tai geotermisen energian hyödyntämistä. Kesäisin auringon säteilyn lämpöenergia varastoituu maaperään, kallioon ja vesistöön ja talvisin eristävä lumipeite estää maan jäähtymisen ja routarajan alapuolella maan lämpötila on noin kolmesta asteesta (+3 °C) kymmeneen asteeseen (+10 °C). Maankuoren sisällä tapahtuvien radioaktiivisten hajoamisprosessien yhteydessä muodostuva lämpö nousee maan kuoren ylempiin kerroksiin. Yleisimmin tätä kutsutaan geotermiseksi energiaksi. Varastoitunutta energiaa kerätään talteen maahan upotetun keruuputkiston avulla. Kuvassa 1 on havainnollistettu keruuputkien vaihtoehtoisia asennustapoja. Parhaita lämmönlähteitä ovat lämpökaivot sekä kosteaan maaperään ja vesistöön asennetut keruuputkistot. [2, s. 221–224.]

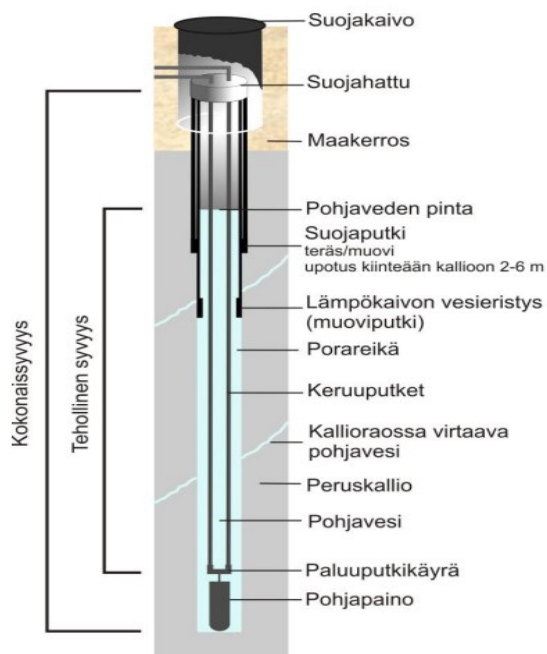


Kuva 1. Maalämmön keruupiirien vaihtoehtoisia asennustapoja [3]. (Pohjois-Karjala)

2.1 Lämmönlähteet

2.1.1 Kallioperä

Kallioperään asennettua pystysuoraa lämmönkeruujärjestelmää kutsutaan lämpökaivoksi tai energiakaivoksi. Lämpökaivon rakenne on esitetty kuvassa 2. Lämpökaivo on maa- tai kallioperään noin 100–300 metriä syvään porattu porakaivo. Lämpökaivoon asennettu lämmönkeruuputkisto siirtää kallioon ja pohjaveteen varastoitunutta lämpöä rakennuksen lämmittämiseen. Kallioperän etuna on tasainen lämpötila vuoden ympäri. Kaivoja voidaan kytkeä rinnakkain, jolloin kaivot porataan vierekkäin ja kytketään rinnakkain putkisilmukoiksi kytkentäkaivossa. Tätä toteutustapaa käytetään yleensä suuremmissa kohteissa, kuten kerrostaloissa tai teollisuuskiinteistöissä. Kallioperän etuna on tasainen lämpötila vuoden ympäri. Maaperään asennettu järjestelmä on verrattuna kallioperään asennettua järjestelmää perustamiskustannuksiltaan suurempi, mutta etuina ovat parempi energiansaanti putkimetriä kohden, vähäiset kaivutyöt, routimaton sekä kesäaikaisen jäähtyksen mahdollistava järjestelmä. [4]



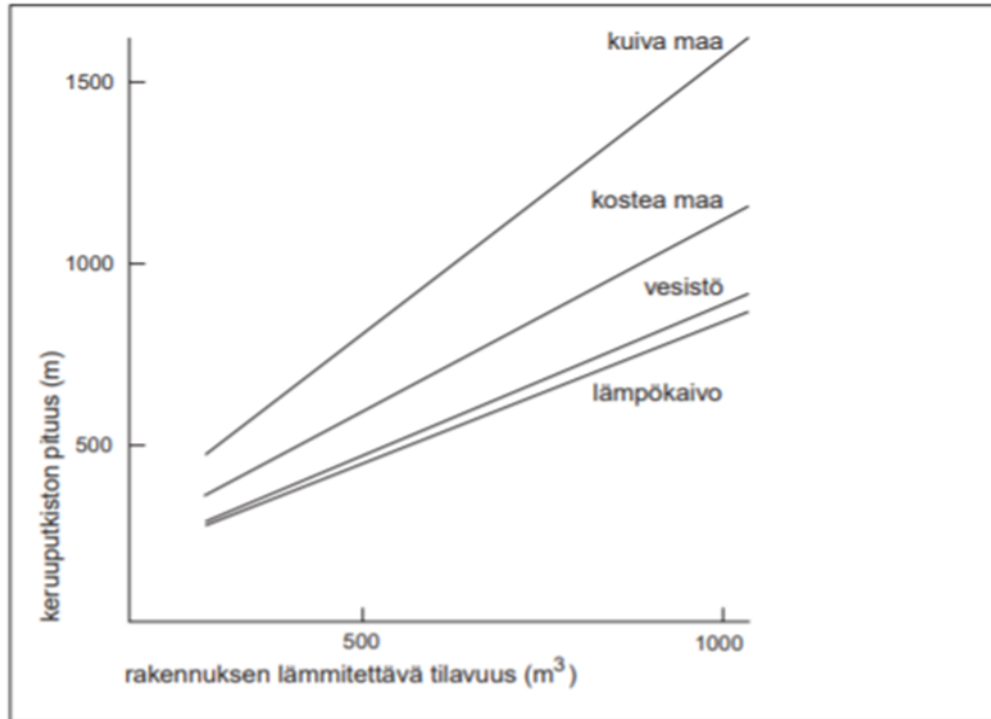
Kuva 2. Energiakaivon rakenne [5]. (LVI-kortti)

2.1.2 Maaperä

Maaperään vaakasuunnassa asennettava lämmönkeruujärjestelmä vaatii kiinteistöltä riittävän piha-alueen, johon putkisto voidaan asentaa. Keruuputkisto asennetaan maaperään riittävän syvälle, routivan maaperän alapuolelle. Yleensä maaperään asennettu vaakaputkisto kaivetaan noin metrin syvyyteen. Maahan asennetun putkiston päälle ei saa rakentaa mitään. Maaperän lämmönjohtavuus sekä kosteuspitoisuus vaikuttavat suuresti lämmönkeruuputkiston pituuteen, kuten kuvasta 3 voi huomata. Kuitenkin suurin osa maalajeista soveltuu maalämmitysjärjestelmän maaperäksi, pois lukien soraharjut, jotka ovat yleensä liian kuivia. Maakeruuputkistoa mitoittaessa on suositeltavaa hieman ylimitoittaa putkisto kuin alimitoittaa. Ylimitoituksessa on huomioitava, että putkiston rakennuskustannukset nousevat ja että pidempi putkipituus lisää liuospiirin pumpun energiankulutusta. [4]

2.1.3 Vesistö

Vesistö soveltuu lämmönkeruujärjestelmäksi silloin, kun vesistö on rakennuksen läheisyydessä, enintään 50 metrin päässä. Vesistön ja rakennuksen välillä ei saa olla hankalaa maastoa tai suuria korkeuseroja. Useimmat vesistötyypit soveltuvat vesistölämmön lähteeksi, mutta suunnitteluvaiheessa on varmistettava, ettei lämpötila keruuputkien ympärillä laske alle +1 °C:n. Maaperään verrattuna vesistöstä voidaan ottaa suurempia tehoja ja energiamääriä veden lämmönsiirto-ominaisuuksien takia. Putkisto tulisi asentaa yli kahden metrin syvyyteen, jotta kiinteistöön vedettävät putket voidaan asentaa routarajan alapuolelle eikä veden alla olevat putket pääse jäätymään. Putket kiinnitetään pohjaan painojen avulla, joiden massa tulee kiinnittää huomiota, jotteivat putket nouse pintaan. Keruuputkistosta piirretään kartta sekä kielletään veneiden ankkurointi keruuputkien kohdalla. Pohjan laatu vaikuttaa lämmönkeruuputken valintaan. Kivikkoisella pohjalla käytetään hieman paksumpiseinempää putkea. Vesistöön sijoitetun lämmönkeruuputkistoon lämmöntuotto-ominaisuuksiin vaikuttaa vesistön pohjan laatu, veden virtaus ja pohjasedimentin laatu. [6]



Kuva 3. Putkistopituuksia eri lämmönkeruujärjestelmillä [4]. (RT-kortti)

3 Maalämpöpumpputjärjestelmä

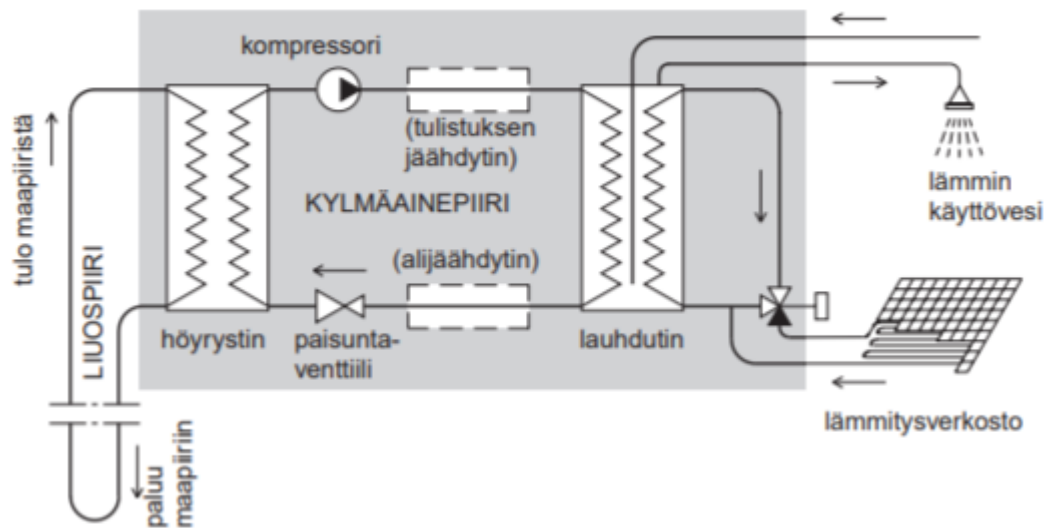
3.1 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppu on suljettu järjestelmä, joka kytketään liuospiiriin sekä toisio piiriin höyrystimen sekä lauhduttimen avulla. Pientaloissa käytettävät maalämpöpumput ovat pitkälti pienikokoisia eivätkä tarvitse suuria tilavaroja, kuten kuvan 4 lämpöpumppu havainnollistaa. Maalämpöpumpun sisällä kiertävä kylmäaine siirtää lämpöenergiaa matalammasta lämpötilasta korkeampaan lämpötilaan. Lämpöenergian siirtäminen edellyttää ulkopuolista energiaa, useimmiten sähköenergiaa. Maalämpöpumpun siirtämällä lämpöenergialla lämmitetään kiinteistöä sekä kiinteistön käyttövetä. Maalämpöpumpuissa hyödynnetään fysikaalisia luonnonilmiöitä: höyrystymistä, tiivistymistä, lämpöenergian siirtymistä korkeammasta lämpötilasta matalampaan lämpötilaan sekä olomuodon muutoksessa vapautuvaa tai sitoutuvaa lämpöenergiaa. Maalämpöpumpun säätöjen optimoinnilla on suuri vaikutus lämpöpumpun vuosilämpökertoimeen (SCOP), joka ilmaisee lämpöpumpun tuotetun ja kulutetun energian keskimääräistä suhdetta vuoden aikana. [5]



Kuva 4. Omakotitaloon asennettu maalämpöpumppu sekä rinnalle kytketty lämmityspiirin puskurivaraaja [7]. (LVI-nero)

3.2 Toimintaperiaate



Kuva 5. Maalämpöpumppujärjestelmän osat ja toimintaperiaate [4]. (RT-kortti)

Kuvassa 5 on esitetty maalämpöpumppujärjestelmän osia sekä toimintaperiaatetta. Liuospiissä eli keruuputkistossa kiertävä neste kerää lämpöä ja luovuttaa sen höyrystimessä kylmäaineeseen. Liuospiirissä käytetään jäätymättömiä nesteitä, jotka ovat veden ja eri aineiden yhdistelmiä, yleensä teollisuusalkoholin ja veden liuos. Toinen piiri muodostuu suljetusta kylmäainepiiristä, jossa kylmäaine kiertää nesteen ja/tai kaasun olomuodossa. Nykyiset kylmäaineet ovat fluorihilivety-yhdisteitä (HFC) tai perfluorattuja yhdisteitä (PFC) niiden tehokkuuden vuoksi. Muita biologisesti myrkyttömiä kylmäaineita ovat hiilidioksidit, ammoniakki, ammoniakkidimetyylieetteri ja vesi. Höyrystimessä kylmäaine paisuu (kiehuu) ja muuttuu kaasuksi. Kompressorilla pumpataan kaasumaisessa olomuodossa olevaa kylmäainetta eteenpäin ja samalla nostaa kylmäaineen painetta sekä lämpötilaa. Kompressorilta kylmäainekaasu johdetaan lauhduttimeen, jossa se luovuttaa lämpöenergiaa toisiopiirissä kiertävään nesteeseen, yleensä lämmitysverkoston veteen tai käyttöveteen. Kylmäainehöyry tiivistyy nesteeksi, kun se on luovuttanut höyrystymislämmön lauhduttimessa. Tiivistynyt neste johdetaan kylmäainepiirin paisuntaventtiiliin, jossa kylmäaineen paine laskee. Tulistuksen jäähdyttimessä tulistunut kuuma kaasu luovuttaa kuumimman osan lämmöstään. Tulistuksen jäähdytin on erillinen lämmönsiirrin ennen lauhdutinta, jolla tyypillisesti lämmitetään lämmintä käyttövettä. [4]

3.3 Keruuputkisto

Keruuputkistona käytetään tavallista muovista vesijohtoputkea tai erityisiä keruuputkiksi tarkoitettuja tuotteita. Vaatimuksia materiaalien tai paineluokan suhteen ei ole erikseen määritetty. Kuvassa 6 on esimerkki keruuputkiston asentamisesta syöttölaitteella. [5]



Kuva 6. Keruuputken syöttö syöttölaitteella. [8] (Energiakaivo-opas)

3.4 Lämmönkeruunesteet

Keruupiirissä kiertävä lämmönkeruuneste on eri aineiden ja veden muodosta liuos. Lämmönkeruunesteen tarkoitus on estää veden jäätyminen keruupiirissä alle 0 °C:n lämpötilassa, esimerkiksi lisäaineiden avulla. Yleisin lämmönkeruuneste Suomessa on vesi-etanoli. Jäätymispiste vaihtelee vesi-etanoliseoksen vahvuuden mukaan. Yleisimmin vesi-etanoli liuoksen etanolipitoisuus on 28–30 paino-%, jolloin alin käyttölämpötila on noin –17°C. Vesi-etanoliseoksen teknisiä tietoja on esitetty kuvassa 7. Vähemmälle käytölle ovat jääneet propyleeniglykoli, betaiini sekä kaliumformiaatti, joita käytetään

useimmin jäädytysjärjestelmissä. Näistä aineista vain etanoli on luokiteltu helposti syttyväksi, mutta ei ympäristölle tai ihmiselle haitalliseksi kuten eivät myöskään muut mainitsemani aineet. Kaliumformiaatti on korrosoivampi kuin muut aineet, minkä takia sitä ei suositella käytettäväksi galvanoitujen pintojen tai alumiinin kanssa. Betaini hajoaa otollisissa olosuhteissa trimetyyliamiiniksi, joka voi pilata pohjavettä. Propyleeniglykolin hajoamisessa syntyy asetaldehydiä sekä metaania, jotka voivat pilata pohjavettä. [9] Vanhoissa maalämpöjärjestelmissä käytetyt seokset on luokiteltu ihmisille sekä ympäristölle haitalliseksi, minkä takia niiden käytöstä on luovuttu. [8]

Hyvän lämmönkeruunesteen ominaisuuksia ovat alhainen jäätymispiste, alhainen viskositeetti, hyvä lämmönjohtavuus, korkea ominaislämpökapasiteetti, ei-korrosoivuus, yhteensopivuus materiaalien kanssa, palamattomuus, myrkyttömyys ja biologinen hajoavuus. Lämmönkeruunesteissä saatetaan myös käyttää lisäaineita, kuten korrosionestoainetta. [8]

Paino-%	Tilavuus-%	Leimahduspiste/°C (Closed cup)	Jäätymispiste/°C
10	12,4	52	-5
20	24,6	35	-11
30	36,3	29	-19
40	47,4	28	-29
50	57,9	28	-37
60	67,7	27	-43
70	77,0	25	-53
80	85,5	22	-70
90	93,3	18	-103
100	100,0	13	-110

Paino-/tilavuus -% (+20 °C)

Kuva 7. Vesi-etanoliseoksen teknisiä tietoja [10]. (Talotuote)

3.5 Maalämpöpumppujärjestelmän riskit ja ongelmatilanteet

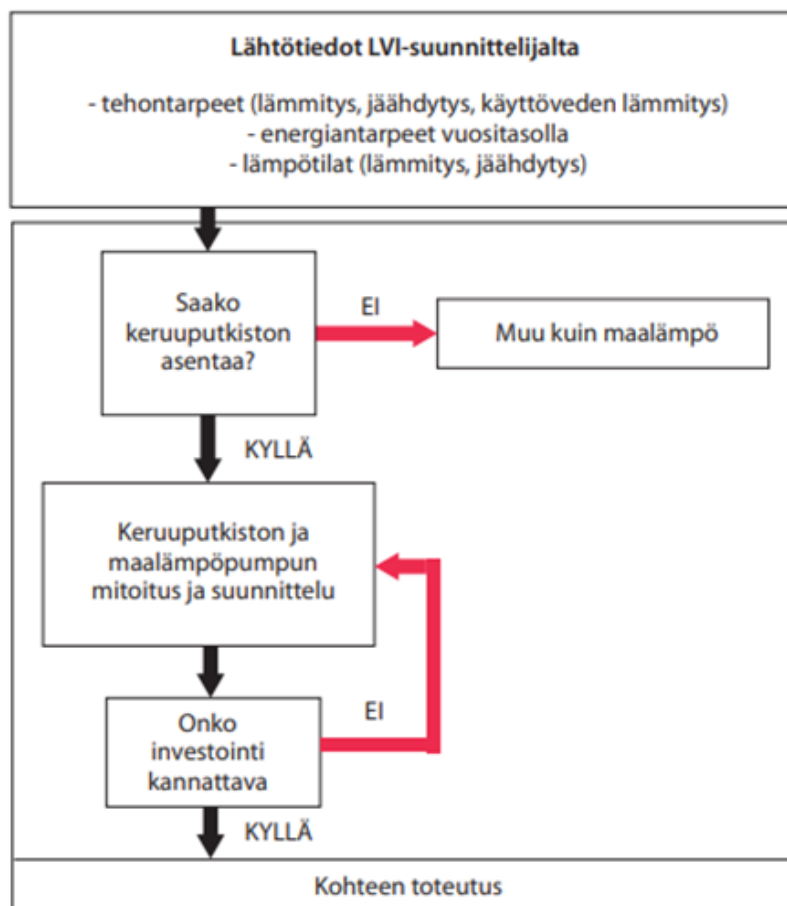
Energiakaivon poraaminen sekä keruuputkistoissa kiertävä lämmönkeruuneste aiheuttavat pohjaveden alttiiksi muutoksille, esimerkiksi keruuputkiston vuototilanteissa. Muita riskejä voi olla poraaminen pilaantuneilla maa-alueilla, pohjaveden lämpötilamuutos sekä kalliopohjaveden eri kerrosten sekoittuminen, esimerkiksi suolaisen ja makean veden sekoittuminen. Poraus voi myös vaikuttaa pohjaveden virtausolosuhteisiin ja näin ollen pohjaveden määrään. Ilkivallan riski on olemassa rakennusvaiheessa olevalle porareialle, joten se täytyy suojata niin, ettei siihen voi pudottaa ylimääräisiä tavaroita. [8]

Toimivuuteen liittyvät ongelmat johtuvat yleensä mitoitus- sekä suunnitteluvirheistä. Esimerkiksi energiakaivon alimitoitus johtaa siihen, että keruupiirin lämpötila laskee alle suunnitellun arvon eikä maaperästä saada riittävästi energiaa. Tämä johtaa siihen, että lämpöpumppu joutuu tuottamaan sähköenergialla puuttuvan määrän energiaa, joka laskee maalämmön hyötysuhdetta. [8]

Lämmitysjärjestelmän tasapainotuksen puuttuminen taas johtaa siihen, että yksi huone voi olla viileämpi kuin muut pakkasjakson aikana. Tämä on maalämpöjärjestelmissä hyvin tyypillinen ongelmatilanteen aiheuttaja. [5]

4 Lämpöpumppujärjestelmän suunnittelu

Ennen hankkeeseen ryhtymistä kannattaa selvittää edellyttääkö energiakaivon rakentaminen MRL:n mukaista rakennus- tai toimenpidelupaa tai vesilain mukaista lupaa. Myöskin on selvitettävä, rajoittaako kunnan rakennusjärjestys, ympäristönsuojelumääräys tai muu ohjeistus maalämpöjärjestelmän rakentamista. Esimerkiksi pohjavesialueilla lupaehdot voivat olla poikkeavia. Myös maanpinnan alapuolella olevat rakenteet on selvitettävä ennen hankkeen toteutusta. Esimerkki suunnittelun kulusta on esitetty kuvassa 8. [5]



Kuva 8. Pientalon maalämpöjärjestelmän suunnittelumalli [6]. (LVI-kortti)

4.1 Lämpöpumpputjärjestelmän mitoitus

Keruuputkiston mitoituksessa tärkein yksittäinen tekijä on rakennuksen energian tarve, johon vaikuttavat rakennuksen eristystaso, muut lämmönlähteet, ilmanvaihto, maantieteellinen sijainti ja käyttöveden tarve. Keruupiirin pituuteen vaikuttaa lämmönjakojärjestelmän lämpötila. Myös se, mihin keruuputkisto sijoitetaan, vaikuttaa putkistopituuteen. Esimerkiksi maaperän lämmönjohtavuudella sekä kosteuspitoisuudella on vaikutusta keruuputkiston pituuteen. [8]

Lämmitys- ja jäähdytystarpeen selvittämisen jälkeen valitaan sopiva lämpöpumppu ja mitoitetaan maalämpöjärjestelmän eri osat. Keruuputkiston pituus ja määrä sekä porareikien syvyys ja määrä on otettava huomioon mitoittaessa. Keruuputkiston pituudessa on huomioitava tehollinen syvyys, porareian kokonaissyvyys sekä siirtoputkiston pituus porareiältä lämpöpumpulle. [8]

Lämpöpumppu voidaan mitoittaa osateholle tai täysteholle. Täystehomitoituksessa lämpöpumpputjärjestelmä tuottaa kaiken rakennuksen tarvitseman energian ja tehon, kun taas osatehomitoituksessa lämpöpumppu tuottaa noin 60–85 % tehosta ja kattaa noin 90–98 % rakennuksen vuosienenergiasta. Osatehomitoitettu järjestelmä tarvitsee kovimilla pakkasilla lisälämmitystä, joka voidaan tuottaa sähköllä, puulla tai saneerauksen yhteydessä jäljelle jätetyllä öljykattilalla. Tehomitoituksen valinnalla pyritään optimoimaan investointikustannukset. [8]

4.2 Lämpöpumpun sijoitus

Pientaloissa käytettävät lämpöpumput voidaan sijoittaa asuintiloihin, mutta sijoituksessa on huomioitava lämpöpumpun ääni. Jos tilassa ei ole lattiakaivoa, tehdään laitteen alle vesitiivis kaukalo viemäriin johtavalla ylijuoksuputkella tai sellaista ratkaisua, jolla mahdollinen vuoto havaitaan eikä vuotovesi pääse rakenteisiin seinän ja lattian liitosten kautta. Pientaloihin on suositeltavaa rakentaa erillinen tekninen tila, johon sijoitetaan rakennuksen kaikki talotekniset laitteet sekä kunnallistekniset liitokset. [4]

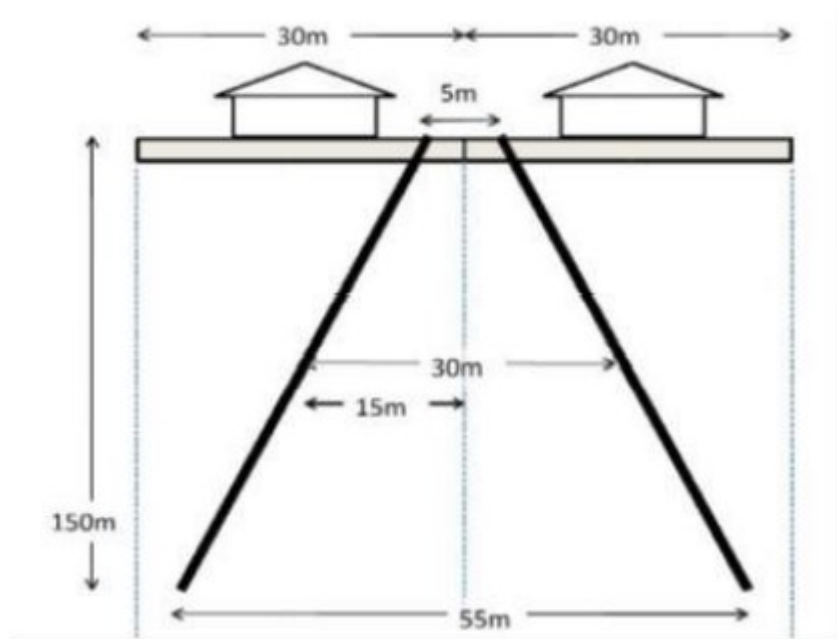
4.3 Energiakaivon sijoitus

Energiakaivon sijoituksessa on huomioitava porauskaluston pääsy energiakaivon kohdalle. Lisäksi on huomioitava lähistöllä olevat muut kaivot, etäisyydet rakennuksista ja kiinteistön raja. Suositeltuja minimietäisyyksiä on esitetty kuvassa 9. Suositellut etäisyydet eivät aina välttämättä päde, joten on selvitettävä lähellä olevien kaivojen vaikutukset toisiinsa ennen energiakaivon rakentamista. Pohjaveden virtausolosuhteilla voi olla vaikutusta minimietäisyyksiin. Kiinteistökohtainen jätevedenpuhdistamo sijoitetaan pohjaveden virtaussuunnassa talousvesikaivon ja energiakaivon alapuolelle. [8]

kohde	suositeltu minimietäisyys
lämpökaivo	15 m
porakaivo (talousvesi)	40 m
rengaskaivo (talousvesi)	20 m
rakennus	3,0 m
tontin raja	7,5 m
viemärit ja vesijohdot	5,0 m
kaikki jätevedet puhdistamo	30 m
harmaat vedet puhdistamo	20 m
tunnelit ja luolat	25 m
Päijänne tunneli	500 m varoalue

Kuva 9. Lämpökaivon suositellut vähimmäisetäisyydet [8]. (Energiakaivo-opas)

Suosittelavia minietäisyyksiä voidaan lyhentää poraamalla vinoreikä. Vinoreikään porattujen energiakaivojen lähtöpisteet voivat olla vierekkäin, jos vinoreikien kaltevuuskulma on tarpeeksi suuri. Kaltevuuskulma määräytyy vierekkäisten reikien määrästä ja syvyydestä. Vinoreikien välistä kaltevuuskulmaa on havainnollistettu kuvassa 10. Vinoreiän haittapuolena on suurempi alttius sortumiselle. [8]



Kuva 10. Kaksi vierekkäistä vinoreikää [8]. (Energiakaivo-opas)

5 Käyttöönotto ja ylläpito

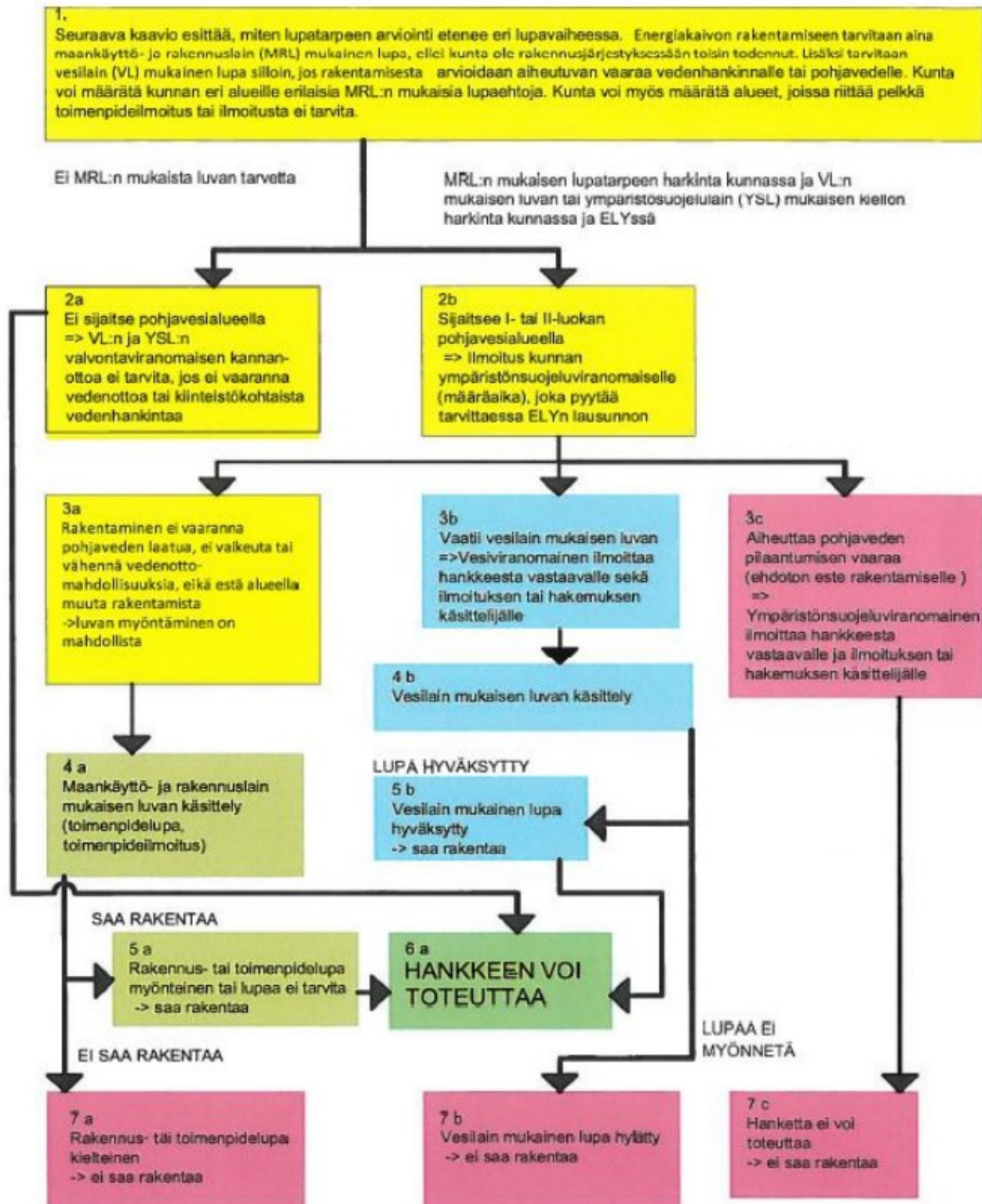
Ennen käyttöönottoa sekä toimintakokeita varmistetaan verkostojen tiiviys paineko-
keella. Kun verkostojen tiiviys on varmistettu, tehdään toimintakokeet sekä säätötyöt ja
varmistutaan siitä, että järjestelmä toimii suunnitellusti. Luovutuksen yhteydessä an-
taan tilaajalle käytönopastus. [5]

Hyvin suunniteltu maalämpöjärjestelmä vaati hyvin vähän huoltoa, mutta laitevalmista-
jien välillä voi olla eroavaisuuksia, esimerkiksi kuinka pitkään kompressori kestää. Sään-
nöllinen seuranta varmistaa maalämpöjärjestelmän pitkäaikaisen ja energiatehokkaan
toiminnan. Seurattavia kohteita ovat muun muassa painemittarien lukemat, varoventtii-
lien toiminta sekä mudanerottimien puhdistus. [5]

6 Lainsäädäntö

Maalämpöjärjestelmää koskeva keskeisin lainsäädäntö muodostuu maankäyttö- ja rakennuslaista, kemikaalilaista, vesilaista, ympäristönsuojelulaista sekä kuntien ympäristönsuojelumääräyksistä ja rakennusjärjestyksestä. Keruujärjestelmän asennus voi edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain sekä vesilain mukaista lupaa. Toimenpideluvan myöntää paikallinen rakennusvalvontaviranomainen, kun taas vesilain mukaista lupaa haetaan aluehallintovirastolta. Toimenpideluvan yhteydessä kunnan tulee harkita maaperän ominaisuuksia. Pohjavesialueet, muinaismuistoalueet tai muut maanalaiset rakennelmat voivat rajoittaa energiakaivojen poraamista. Erityisalueille kunta voi itse päättää rajoituksista maalämpöjärjestelmien sijoittamisen suhteen tai kieltää kokonaan niiden rakentaminen. Lupaprosessin kulkua on havainnollistettu kuvassa 11. [8]

Kemikaalilaki sekä ympäristönsuojelulaki liittyvät maalämpöjärjestelmässä käytettäviin lämmönkeruunesteisiin sekä energiakaivon poraamiseen. Kemikaalilain neljännen luvun 15 §:ssä on määritelty huolehtimisvelvollisuus kemikaalin käsittelyyn siten, ettei se aiheuta haittaa terveydelle tai ympäristölle. Kemikaalien ilmoittamisvelvollisuudesta sekä lupavelvollisuudesta on määrätty vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetun asetuksen (59/1999) liitteessä 1. Ympäristönsuojelulain toisen luvun 17 §:ssä on määrätty pohjaveden pilaamiskielto, joka koskee energiakaivon poraamista sekä lämmönkeruunestettä. Ympäristönsuojelulain 14. luvussa on säädetty velvollisuuksista, jos pohjavesi pääsee pilaantumaan. [8]



Kuva 11. Lupatarvekaavio, jonka avulla voidaan arvioida rakentamisen mahdollisuutta [8]. (Energiakaivo-opas)

7 Esimerkkikohde

Referenssikohteena oli vuonna 2000 valmistunut omakotitalo. Lämmitettävää pinta-alaa oli 150 m² talon osalta sekä 90 m² autotallin osalta. Kiinteistön alkuperäinen lämmitysjärjestelmä oli suora sähkölämmitys, jonka maalämpöjärjestelmä korvasi lämmitysjärjestelmäsaneerauksen yhteydessä vuonna 2011. Talossa on myös vesikiertoinen lattialämmitys.

Kiinteistön tontille porattiin kaksi kaivoa, koska ensimmäisen kaivon kohdalla ei voitu enää porata syvemmälle. Toinen kaivoista on noin 110 metriä syvä ja toinen noin 50 metriä syvä. Kuvassa 12 näkyvät energiakaivoilta tulevat siirtoputket.

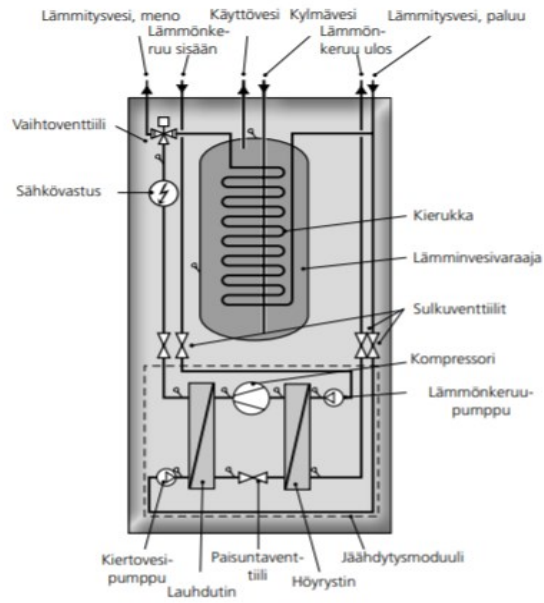


Kuva 12. Siirtoputket energiakaivoilta maalämpöpumpulle sekä lämmönkeruunestesäiliö.

Taloon on asennettu Nibe F1245 -mallin maalämpöpumppu. Tämä malli on lämmitysholtaan 8 kW, jossa on sisäänrakennettu 180 litran lämminvesivaraaja. Kuvasta 13 näkee hyvin, että lämpöpumppu ei välttämättä tarvitse suuria tilavarauksia. Tämän suuruisen lämminvesivaraaja on ollut riittävä 4-henkisen perheen kulutukselle, eikä ulkopuolista puskurivaraaja ole tarvinnut asentaa. Toimintaperiaatteeltaan malli on hyvin yksinkertainen eikä esimerkiksi tulistuksen jäähdytintä ole, kuten kuvasta 14 voidaan huomata. Kiinteistön omistaja arveli kiinteistön energiakulutuksen tippuneen noin 28 000 kWh:sta 18 000 kWh:iin lämmitysjärjestelmäsaneerauksen jälkeen. Kymmenen vuoden aikana ainoa suurempi huoltotoimenpide oli ollut toimintakyvyttömäksi menneen kompressorin vaihto.



Kuva 13. Nibe F1245 -mallin lämpöpumppu teknisessä tilassa.



Kuva 14. Havainnekuva Nibe F1245 -mallin lämpöpumpun rakenteesta [11]. (Nibe-eu)

8 Yhteenveto

Uusien ilmastotavoitteiden johdosta Suomessa on ruvettu käyttämään enemmän uusiutuvia energianlähteitä. Maalämpö on sekä uusiutuvaa että ympäristöystävällistä energiaa, jota hyödyntämällä voidaan tukea näihin tavoitteisiin pääsyä. Etenkin uusiin rakennettaviin pientaloihin maalämpö on järkevä vaihtoehto huomioon ottaen energiansäästöpotentiaali, pitkäikäisyys sekä ylläpitovaatimukset.

Pientaloihin asennettavat maalämpöjärjestelmät ovat yksinkertaisia järjestelmiä eivätkä ne välttämättä tarvitse suuria tilavaroja tai tontti-aluetta. Hankkeeseen ryhtyvän on hyvä selvittää kunnan rakennusvalvonnasta oman kuntansa tilanne maalämpöjärjestelmän asennuksien suhteen. Alue- ja kuntakohtaisia eroja on esimerkiksi toimenpideluvanvaraisuudessa sekä vesiluvanvaraisuudessa. Nykyisiä maalämpöjärjestelmiä urakoivat yritykset tarjoavat matalankynnyksen maalämmön asentamiselle pientaloon myös avaimet käteen -periaatteella.

Opinnäytetyön eteneminen sujui suunnitellusti, mutta aikataulutuksessa työn aloittamisen suhteen olisi ollut parannettavaa. Opinnäytetyötä voisi käyttää esimerkiksi pientalon maalämpöhankkeen perehdytysmateriaalina.

Lähteet

- 1 Ilmastonmuutos. Verkkoaineisto. Ilmasto-opas. <<https://ilmasto-opas.fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/73fa2827-42d1-4fd7-a757-175aca58b441/rakennusten-lammitys-kuluttaa-runsaasti-energiaa.html>>. Luettu 3.10.2021
- 2 Harju, Pentti. 2002. Lämmitystekniikan oppikirja. Penan Tieto-opus Ky, Kouvola.
- 3 Selvitys maalämmöstä. 2020. Verkkoaineisto. Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. <<https://www.pohjois-karjala.fi/-/selvitys-pohjois-karjalan-maalampopotentialista-on-valmistunut>>. Luettu 3.10.2021
- 4 Maalämmitys. 2002. RT-kortti. RT 50-10755. Rakennustieto Oy
- 5 Maalämpöpumput. 2018. Pientalot. LVI-kortti. LVI 11-10623. Rakennustieto Oy
- 6 Vesistölämpö. Verkkoaineisto. Jh-lämpö. <<http://www.jh-lampo.fi/vesistolampo/>>. Luettu 2.10.2021
- 7 Maalämpö. Viessmann Vitocal 222 G Maalämpöpumpun asennus Laukaa Keski-Suomi. 2019. Verkkoaineisto. LVI-NERO Oy. <<https://lvinero.fi/project/viessmann-vitocal-222-g-maalampopumpun-asennus-laukaa-keski-suomi/>>. Luettu 3.10.2021
- 8 Energiakaivo-opas. 2013. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/-/10184/energiakaivo-opas-antaa-suositukset-maalampojarjestelmien-toteutukseen>>. Luettu 2.10.2021
- 9 Lausunto. HEL 2015-005038. Verkkoaineisto. Ympäristölautakunta. <<https://dev.hel.fi/paatokset/asia/hel-2015-005038/ylyk-2015-9/>>. Luettu 6.10.2021
- 10 Maalämpö. Maalämpöneste Naturet 16kg 60% raakaliuos. Verkkoaineisto. Talotuote. <<https://www.talotuote.fi/MAALAMPONESTE-NATURET-16KG-60-RAAKA-LIUOS>>. Luettu 3.10.2021
- 11 Maalämpö. NIBE F1245 Maalämpöpumppu. Verkkoaineisto. NIBE. <https://www.nibe.eu/fi/fi/tuotteet/maalampopumput/NIBE-F1245-Maal%C3%A4mp%C3%B6pumppu--233?gclid=Cj0KCQiA-eeMBhCpARIsAAZfxZDTDJPn7RoVyC5agRiYp3KdrB4KN7jKLGDI_8FHCpfiCkZfaf_ae-JAaAnIEEALw_wcB>. Luettu 3.10.2021