



Tuomas Laaksonen

Maalämpöprosessi uudiskerrostalo- hankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

1.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Tuomas Laaksonen
Otsikko: Maalämpöprosessi uudiskerrostalohankkeessa
Sivumäärä: 42 sivua + 2 liitettä
Aika: 1.5.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine: Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat: Lehtori Riikka Jääskeläinen
Vastaava mestari Saku Puumala

Tämä opinnäytetyö käsittelee maalämpöön liittymisen rakentamisen aikaisia edellytyksiä ja vaikutuksia pääurakoitsijan näkökulmasta. Työssä käytetyt tiedot ovat peräisin asuinkerrostalohankkeista, mutta niitä voidaan soveltaa myös muuhun uudisrakentamiseen.

Tavoitteena oli kerätä yhteen maalämpötyömaan erityispiirteitä sekä asioita, joita pääurakoitsijan tulisi huomioida hankkeessa. Työssä tutkittiin myös työmaan rakentamisen aikaista lämmitystä, sen eri vaihtoehtoja sekä siihen liittyviä haasteita maalämpökohteessa.

Työ koostuu teoriaosuudesta, jossa on selitetty maalämmön toimintaa ja geoenergian hyödyntämistä sekä sen mahdollisuuksia Suomessa. Jälkimmäisestä osuudesta löytyvät haastattelut ja muu työmailta kerätty tieto.

Konkreettista tietoa työmailta kerättiin haastatteleamalla sekä pääurakoitsijan että maalämpöurakoitsijan edustajia. Lisäksi työssä hyödynnettiin YIT:n jo aiemmin keräämiä kokemuksia maalämpöhankkeista.

Työn tuloksena yritykselle saatiin arvokasta tietoa tulevia maalämpöhankkeita varten. Loppuosasta löytyvät haastattelujen tulokset sekä yhteenveto asioista, jotka pääurakoitsijan tulee ottaa huomioon maalämpöhankkeessa.

Avainsanat: maalämpö, geoenergia, rakentamisaikainen lämmitys, Geolo.

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Tuomas Laaksonen
Title: Geothermal Heating Process in Apartment Block Project
Number of Pages: 42 pages + 2 appendices
Date: 1 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Project Management of Construction
Supervisors: Riikka Jääskeläinen, Senior Lecturer
Saku Puumala, Site manager

This graduate study deals with the requirements and effects when joining a geothermal heating system from a general contractor's point of view. The data used in the report is collected from multistorey apartment projects, but it can be applied to new construction.

The objective of the thesis was to collect information including special characteristics and issues of geothermal heating project that the general contractor should acknowledge before and during the project. Also, heating during construction, its alternative options and challenges in geothermal heating project were studied.

The thesis consists of two sections. The first section includes basic information about the functioning of a geothermal heating system and the possibilities of geoenergy in Finland. In the latter section, follows interviews and other information collected from the construction sites.

Concrete information from the construction sites have been collected by interviewing both the general contractors and the geothermal contractors' representatives. There is also data from the previous geothermal heating projects collected by YIT.

As a result of this thesis, the company received valuable information for future geothermal projects. In the final part, the results of the interviews as well as a summary of the topics that the main contractor should take into consideration when starting a geothermal heating project were presented.

Keywords: geothermal heating, geothermal energy, geating during construction, Geolo.

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Maalämpö	3
2.1	Maalämmön toiminta	3
2.1.1	Energiakaivon/energiakentän mitoitus	6
2.2	Maalämpö tilastoina	6
2.3	Geoenergian hyödyntämisen vaikutukset	9
2.4	Haasteet ja rajoittavat tekijät	10
3	Rakentamisen aikainen lämmitys	13
3.1	Perinteiset työmaan lämmitysvaihtoehdot	13
3.2	Maalämpö	15
3.3	Geolo	17
4	YIT:n maalämpökohteiden toimihenkilöiden sekä maalämpöurakoitsijoiden haastattelut	19
4.1	Haastattelujen eteneminen	19
4.1.1	Haastateltavat osapuolet	20
4.2	Helsingin Kiertotalouskortteli	22
5	Haastattelujen tulokset	24
5.1	Maalämpöurakan eteneminen lyhyesti	24
5.2	Työmaatekniset haasteet	28
5.2.1	Urakkasopimusvaihe	28
5.2.2	Työmaavaihe	30
5.2.3	Rakentamisen aikaisen lämmityksen haasteet	34
6	Tulokset	37
7	Yhteenveto ja kehityskohteet	41
	Lähdeluettelo	43
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelu 1: Rototec Oy	

Liite 2: Haastattelu 2: YIT Housing Oy

Lyhenteet

AVI: Aluehallintovirasto

EED: Rakennuksen energiankulutuksen mallinnus vuosikymmenten aikana

HHM: YIT:n entinen asumisen yksikkö pääkaupunkiseudulla

MLP: Maalämpöpumppu

SCOP: Seasonal Coefficient of Performance kuvaa lämpöpumpun lämmityskauden hyötysuhdetta.

TTS: Työvaiheen turvallisuussuunnitelma

TV: Työvuoro

1 Johdanto

Maalämpö on tehnyt tasaista kasvua pientalojen lämmitysmuotona koko 2000-luvun ja viime vuosina se on lisääntynyt merkittävästi myös suurempien rakennusten lämmitysmuotona. Suurin syy tähän on sen ympäristöystävällisyys, sillä maalämpö on oikein suunniteltuna ja käytettynä täysin uusiutuvaa energiaa. Suomessa rakennusten lämmityksestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vastaavat noin 30 % koko maan yhteenlasketuista päästöistä.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään maalämpöön vaihtoehtona uudiskerrostalon lämmitysmuotona sekä sen työmaan aikaiseen prosessiin. Tavoitteena on selvittää maalämpöön liittymisen rakentamisen aikaisia edellytyksiä, hyötyjä sekä haittoja pääurakoitsijan työmaatekniikan näkökulmasta. Lisäksi tavoitteena on kerätä yhteen tietoa YIT:n toteutuneista maalämpöhankkeista ja selvittää työmaa-aikaisen lämmityksen vaihtoehtoja maalämpökohteissa ja antaa näin yritykselle arvokasta tietoa tulevien hankkeiden suunnittelua varten.

Opinnäytetyössä kerätään tietoa haastattelemalla YIT:n aikaisempien maalämpöhankkeiden työnjohtoa sekä maalämpöurakoitsijoiden edustajia. Lisäksi hyödynnetään yrityksen jo aiemmin keräämää tietoa maalämpöhankkeista. Näin on tarkoitus koota yhteen maalämpötöiden keskeisimmät vaikutukset rakentamisvaiheeseen pääurakoitsijan näkökulmasta.

Työ toteutetaan YIT Housing Oy:lle, joka toimii merkittävimpana uudisrakentajana Suomessa. Vuoden 2023 organisaatiomuutoksen jälkeen perustettu YIT Housing Oy on yksi kolmesta yrityksen segmentistä, joka on keskittynyt asuntojen tuotantoon.

YIT on omalta osaltaan sitoutunut luomaan kestävämpää yhteiskuntaa ja yrityksen yksi merkittävimmistä tavoitteista onkin rajoittaa ilmaston lämpenemistä Pariisin ilmastopimuksen mukaisesti 1,5 °C:seen.

Yrityksen jokaiseen uudishankkeeseen tehdään selvitys maalämmön soveltuvuudesta osana ekologisempaa rakentamista ja asumista. Muun muassa maalämpö on tulevaisuudessa lähes välttämättömyys rakennuksen parhaan energialuokan eli A-luokituksen saamiselle.

Työn aihe sai alkunsa loppuvuodesta 2023, kun YIT julkisti tiedon seuraavana vuonna alkavasta hankkeesta ”Kiertotalouskortteli” Helsingin Jätkäsaarella. Kategoriassaan Suomen ensimmäiseen kiertotalouskortteliin toteutetaan vuokra- ja asumisoikeusasuntoja, joiden elinkaari perustuu vähähiilisyteen sekä ympäristöystävällisyyteen. Tästä syystä lämmitysmuotona toimiikin maalämpö. Hankkeen tarkoituksena on toimia esimerkkinä kestävästä ja uudesta rakennustavasta.

2 Maalämpö

Maalämpö tarkoittaa nimensä mukaisesti maasta kerättyä lämpöenergiaa, joka on saanut alkunsa auringon säteilystä sekä maaperän geotermisestä lämmöstä. Auringon tarjoaman lämpösäteilyn tehokkuus on massiivinen, sillä vain noin 3 % vuotuisesta säteilylämmöstä riittäisi lämmöntarpeen kattamiseen koko vuodeksi maalämpöä hyödyntämällä. Sitä on hyödynnetty ja kehitetty lämmitysmuotona Suomessa jo 1970-luvulta alkaen ja sen suosio kasvaa jatkuvasti lähes kaiken kokoisissa ja tyyppisissä rakennuksissa. (1.)

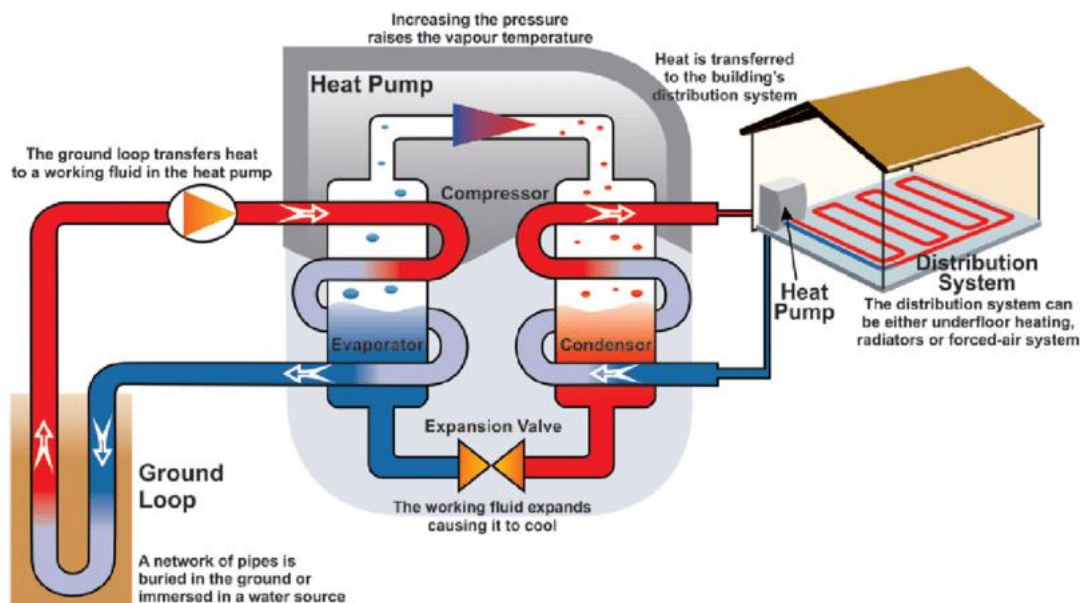
2.1 Maalämmön toiminta

Maaperästä lämpöenergiaa kerätään maalämpöpumpulla rakennukseen ja hyödynnetään siellä lämmönlähteiden sekä käyttöveden lämmittämiseen. Maaperän lämpö kerätään talteen keruuputkistossa kiertävän nesteen avulla, joka on tavallisesti veden ja etanolin sekoitusta. Seoksessa etanoli toimii jäätymisen estona.

Lämmönkeruu voidaan toteuttaa joko perinteisen maaperään porattavan lämpökaivon tai vaihtoehtoisesti lähelle maanpintaa kaivettavan keruuputkiston avulla, mikäli tontti on tarpeeksi suuri. Näistä kahdesta vaihtoehdosta lämpökaivo on huomattavasti yleisempi.

Suuremmissa rakennuksissa, joissa myös lämmitysenergian tarve on luonnollisesti suurempi, lämpökaivoja voidaan porata useita eri syvyisiä ympäri tonttia. Tällöin puhutaan niin sanotusta energiakentästä. Maaperän lämpöä voidaan kerätä pumpun avulla erityyppisistä maaperistä, kalliosta ja jopa vedestä.

Maaperän ominaisuuksilla, kuten lämmönluovutuskertoimilla on kuitenkin vaikutusta maalämpöjärjestelmän hyötysuhteeseen, joten testiporaukset ja näytteet kannattaa aina tehdä maaperän laadun ja soveltuvuuden varmistamiseksi. Lähikohtaisesti parempi lämmön tuottokyky on kosteammalla maaperällä. (1.)



Kuva 1: Maalämpöpumpun toiminta (2)

Keruuputkistoa pitkin muutaman asteen lämmennyt neste nousee kiinteistön maalämpöpumpulle, jossa se ensimmäiseksi siirtyy höyrystimelle. Höyrystimessä neste vapauttaa lämpöenergian kylmäaineeseen. Tämän jälkeen höyrystynyt kylmäaine paineistetaan kompressorin avulla, jolloin se lämpenee jälleen. Viimeisenä kuumennut höyry siirtyy lauhduttimeen, jossa se vapauttaa lämpönsä tarvittavaan elementtiin eli rakennuksen käyttöveteen, lämmitysneesteseen tai ilmaan, jota hyödynnetään rakennuksen lämmityksessä. Viilennyttyään höyry muuttua jälleen muotonsa nesteeksi ja kierto alkaa alusta. (3.)

Maaperästä saatu lämpö jaetaan rakennuksessa perinteisesti joko huonekohtaisilla pattereilla tai vesikiertoisen lattialämmityksen avulla. Näistä vaihtoehdoista lattialämmitys on maalämpöjärjestelmän kannalta tehokkaampi, koska lämpöpumpun tuottaman veden lämpötilan ei tarvitse olla yhtä kuumaa kuin pattereita käytettäessä. (3.)

Maalämpöpumpun tehokkuus mitoitetaan lämmitettävän kiinteistön koon ja muiden lämmitysvaatimusten, kuten muun muassa lämpimän käyttöveden tarpeen mukaan. Mitoitus voidaan tehdä joko osa- tai täystehoisena. Tämä tarkoittaa,

että pumpun maksimiteho valitaan vastaamaan 60–100 % kiinteistön suurimmasta lämmitystarpeesta.

Mikäli maksimiteho ei vastaa 100 %:a, täytyy loppu lämmitys hoitaa jollain muulla tavalla. Tämä tarkoittaa yleisimmin pumppuun lisättäviä sähkövastuksia, jotka kytkeytyvät päälle, kun lämmitystarve on kaikkein suurin eli talven kovimilla pakkasilla. Täystehoisena MLP:n teho riittää yksinään ja, muita lämmönlähteitä ei tarvita, mutta tällöin vaaditaan suurempi lämminvesivaraaja ja pumpun kompressorin käyttöikä on yleensä lyhyempi. (3.)

Ympäristöministeriön asetuksen edellyttämänä kaikkien rakennusten lämmin käyttövesi tulee lämmittää vähintään 55 °C:iseksi. Maalämmöllä varustetuissa pientaloissa lämpimän käyttöveden lämmittäminen voidaan tehdä muutamalla eri tavalla riippuen pumpun ominaisuuksista. Rakennuksen käyttövettä voidaan lämmittää itse lämpöpumpussa tai vaihtoehtoisesti erillisen lämmönsiirtimen avulla kulutushetkellä esimerkiksi lämmityskierukan avulla. (4.)

Koska kerrostaloissa lämpimän käyttöveden tarve on paljon suurempi, vaaditaan niihin myös suuremmat ja/tai useampi lämminvesivaraaja. Mikäli pumpun teho ei riitä kaiken veden lämmittämiseen, vaaditaan avuksi sähköinen varaaja. Etenkin suuremmissa kiinteistöissä käytetään yleensä vähintään kahta varaajaa, joista toinen on lämpimälle käyttövedelle ja toinen rakennuksen lämmitykselle.

Yhä useampiin uusiin maalämpöjärjestelmiin toteutetaan mahdollisuus myös maaviilennykselle. Maaviileä tarkoittaa vastakohtaa maalämmitykselle, eli ke-sällä rakennuksen lämmitessä, sisäilmaa voidaan jäähdyttää maaperän viileyden avulla. Viilennys voidaan toteuttaa vesikiertoisen lattialämmityksen avulla, jolloin putkistossa kiertävä viileä vesi jäähdyttää asuinhuoneita. toinen vaihtoehto on varustaa kiinteistön asuintilat maalämpöjärjestelmään liitettävillä puhallinkonvektoreilla. Nämä konvektorit keräävät talteen asuintilojen lämpöä, jolloin huoneilma viilenee. Lämpö siirtyy putkistoa pitkin takaisin maalämpöpumpulle ja sitä voidaan uudelleen hyödyntää käyttöveden lämmittämiseen. Lämpö voidaan

myös pumpata takaisin maaperään, jolloin se jopa parantaa maalämmityksen toimintaa talvella. (5.)

2.1.1 Energiakaivon/energiakentän mitoitus

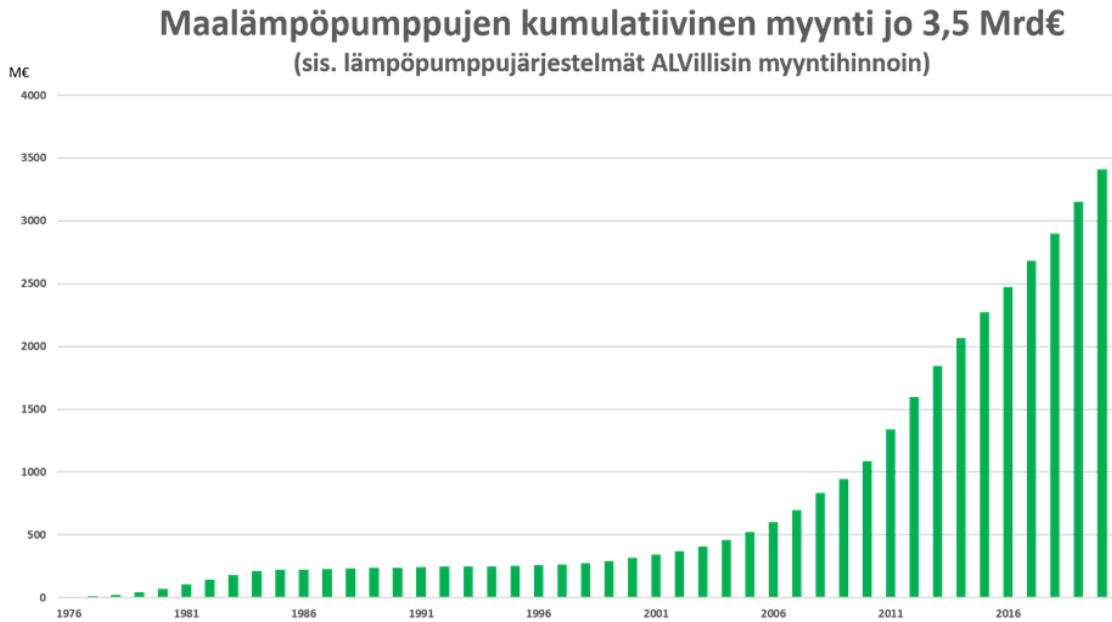
Kiinteistön lämmitykseen vaadittujen energiakaivojen määrän ja syvyyksien selvittämiseen käytetään nykyään siihen tarkoitettuja mallinnusohjelmia, kuten EED tai GHLEPro -ohjelmia. Niiden avulla voidaan arvioida suunniteltujen kaivojen lämpötiloja ja niiden kehittymistä tietyllä ajanjaksolla. (6.)

Energiakentän mitoittamisen lähtötietoja ovat rakennuksen energiantarve, maalämpöjärjestelmän suuruus sekä niin sanottu vuosihyötysuhde (SCOP). Kun nämä ovat tiedossa, voidaan arvioida lämpöenergian huippuarvo sekä vuotuisen lämpöenergian määrä.

Toinen tärkeä mittaus geoenergian mitoitukseen liittyen on niin sanottu TRT-mittaus, joka suoritetaan tavallisesti ennen EED-mallinnusta. Sen avulla selvitetään tontin maaperän lämmönjohtavuutta ja kaivon lämpövastusta. Maa-/kallioperän testausporaaminen on tärkeää, koska eri kivilajien lämmönjohtavuusarvot vaihtelevat paljon. TRT-mittauksen tuloksia hyödynnetään esimerkiksi EED-mallinnuksessa, jolloin saadaan kokonaisvaltainen kuva maaperän ominaisuuksista ja energiakentän rakentamisesta. (6.)

2.2 Maalämpö tilastoina

Vaikka Suomen rakennuskannasta maalämpöä hyödyntävät rakennukset ovat vielä suhteellisen harvassa verrattuna muihin muotoihin, kuten sähkö- tai kaukolämpöön, on maalämpö tehnyt tasaista kasvua 2000-luvulta alkaen ensin pientaloissa ja viime vuosikymmenenä myös suuremmissa rakennuksissa. (7.)



Kuva 2. Tilasto maalämpöpumppujen myynnistä Suomessa. (8)

Maalämpö on kasvattanut suosiotaan uudisrakennusten lisäksi myös esimerkiksi suurempien rakennusten ”energiaremonttien” myötä. Maalämmön suosion syitä ovat sen ekologisuus, taloudellisuus sekä pitkäikäisyys.

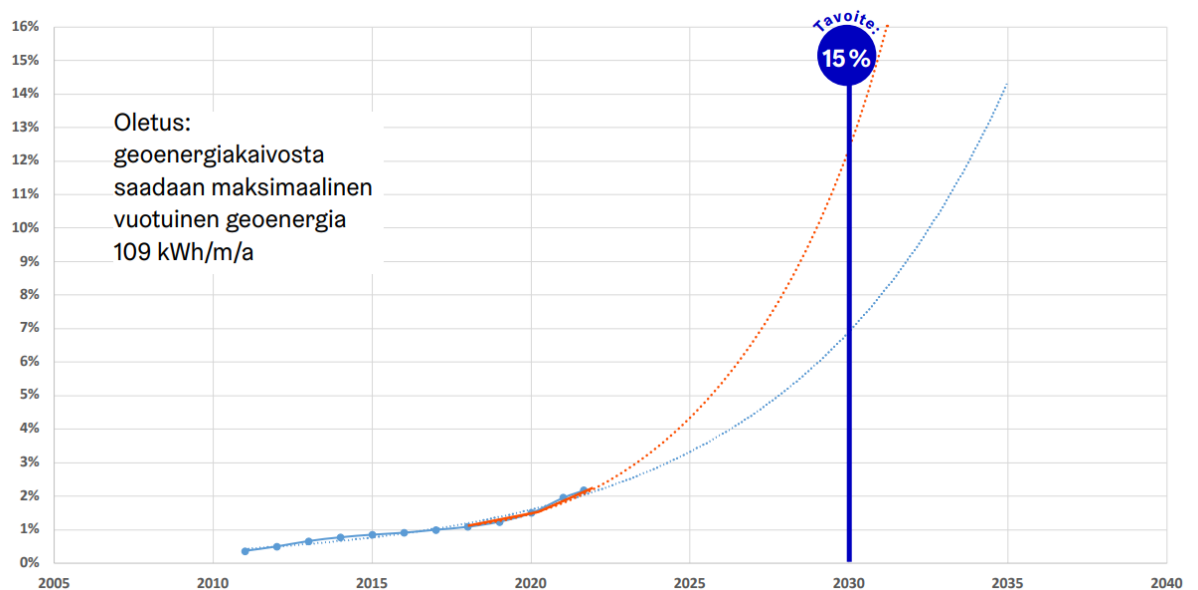
Nykymarkkinoiden parhaimmat maalämpöpumput kykenevät tuottamaan noin 3–4-kertaisen lämpöenergiamäärän verrattuna itse pumpun käyttämään energiamäärään. Tämä riippuu pumpun tyypin lisäksi muun muassa siitä, tapahtuuko lämmön jakaminen pattereilla vai vesikiertoisella lattialämmityksellä. (9.)

Tällä hetkellä maalämpöä hyödynnetään Suomessa eniten suuremmissa omakotitaloissa, koska niissä tarvittava lämmitysenergian määrä on suurempi. Tällöin muiden lämpöpumppujen teho ei välttämättä riittäisi tai sähkö-/öljylämmitys olisi aivan liian kallista.

Vaikka maalämpöjärjestelmän rakentaminen tai siihen siirtyminen ovat aloitushinnaltaan varsin kalliita muotoja, maksaa se itsensä takaisin vuosien saatossa. Koska siinä ei tarvitse maksaa kuin ostetusta sähköstä, säästää ajan mittaan kiinteistön lämmityskustannuksissa huomattavasti. Lisäksi maalämpö nostaa

asunnon/kiinteistön arvoa huomattavasti. Suomessa valtio myös tukee taloudellisesti kiinteistön omistajia sekä taloyhtiöitä maalämmitykseen siirtymisessä muun muassa kotitalousvähennyksellä, ELY-keskus- ja Energia-avustuksilla (9).

Nykyisestä maailmantilanteesta johtuen useimmilla kansainvälisillä liitoilla, valtioilla ja yksittäisillä kaupungeilla on erilaisia ilmastotavoitteita. Tällainen tavoite on myös Helsingin kaupungilla matkalla kohti hiilineutraaliutta.



Kuva 3: Geoenergian osuus Helsingin rakennuskannan lämmityksestä. Punaisella katkoviivalla esitetty kasvu kuvaa vuoden 2018 trendiä ja sinisellä vuoden 2011 trendiä. (10)

Kuten yllä näkyvästä kuvaajasta voidaan nähdä, Helsingin kaupungin tämänhetkisenä tavoitteena on kasvattaa geoenergian osuus nykyisestä noin 2 %:sta jopa 15 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Tavoite on erittäin kunnianhimoinen ja se tarkoittaisi käytännössä jopa 1000 km edestä lämpökaivojen porausta vuosittain.

2.3 Geoenergian hyödyntämisen vaikutukset

Geoenergian laajemmalla hyödyntämisellä voidaan saada aikaan merkittäviä positiivisia ympäristövaikutuksia. Maalämpöenergian päästöt Suomessa ovat keskimäärin noin. 28 g/kWh, kun vastaava luku kaukolämpöenergialla on n. 150 g/kWh ja öljyllä n. 265 g/kWh. (11.)

Maalämmön ympäristöystävällisyys perustuu maaperän massiiviseen lämpöenergiaan, jota itsessään ei tarvitse tuottaa millään tavalla. Ainoastaan lämpöenergian keräämiseen vaaditaan lämpöpumppu, joka toimii sähköllä. Sähkön tuottamisen muoto siis vaikuttaa lopulta siihen, onko maalämpö aidosti puhdasta energiaa vai ei. Jos sähkö on tuotettu esimerkiksi tuuli- tai vesivoimalla, voidaan silloin koko kiinteistön lämmitys tuottaa 100 % uusiutuvalla energialla.

Geoenergiassa on valtavasti potentiaalia, jota ei vielä osata hyödyntää riittävästi. Yksi potentiaalinen mahdollisuus liittyy lämpöenergian varastointiin. Maaperään jo valmiiksi varastoituneen energian lisäksi on mahdollista varastoida niin sanottua hukkalämpöä takaisin maahan. (11.)

Hukkalämpö tarkoittaa lämpöenergiaa, jota ei nykyisellään hyödynnetä mitenkään. Esimerkiksi teollisuuslaitoksissa hukkalämpöä syntyy energian tuotannon sivutuotteena. Työ- ja elinkeinoministeriön selvityksen mukaan hukkalämpöä syntyy vuosittain noin 130TWh, eli kyseessä on valtava potentiaali.

Mikäli hukkalämpö onnistuttaisiin ottamaan talteen, se olisi mahdollista pumpata maaperään. Esimerkiksi Suomen laajaa ja vakaata kallioperää olisi erittäin hyvin mahdollista käyttää "energiasäilönä", josta aiempaa kesän hukkalämpöenergiaa voisi käyttää, vaikka talven kylmimmillä pakkasilla lämmitykseen. (11.)

Varsinaisten ympäristövaikutusten lisäksi geoenergiaa hyödyntämällä valtiot, joiden on pakko ostaa käyttämäänsä energiaa muilta valtioilta, on mahdollista päästä lähemmäksi energiaomavaraisuutta, mikä tässä maailmantilanteessa voi osoittautua erittäin hyödylliseksi.

Esimerkiksi Suomen öljy- ja sähkölämmitteiset rakennukset muodostavat yhteensä reilusti yli puolet maan rakennuskannasta. Tällä hetkellä Suomessa sähköstä noin 20 % ja öljystä 100 % tuodaan ulkomailta. Geoenergialla lämmittämiseen siirtyminen toisi Suomelle siis merkittäviä kustannussäästöjä, minkä lisäksi se parantaisi maan omavaraisuutta huomattavasti. (12.)

2.4 Haasteet ja rajoittavat tekijät

Helsingin kaupungin laatiman selvityksen [Kiinteistö-, kortteli- ja aluekohtaiset maalämpöratkaisut Helsingissä 2022 (10)] mukaan, merkittävimmät haasteet geoenergian hyödyntämisessä liittyvät alueiden pohjavesien sekoittumiseen ja saastumiseen.

Erityisesti syvempien maalämpökaivojen (yli 1000 m) poraamisen yhteydessä esiintyy suuri riski siitä, että alueen pohjavesien virtaukset muuttuvat/häiriintyvät. Riskejä liittyy myös suolaisen ja makean veden sekoittumiseen sekä pohjavesien purkaantumiseen tontille porauksen yhteydessä. Jotta alueiden pohjavesien liike tai laatu eivät muuttuisi haitallisella tavalla, Etelä-Suomen aluehallintovirasto, kuten myös monet muut, on kieltänyt maalämpökaivojen poraamisen luokitelluilla pohjavesialueilla. (13.)

Lämpökaivoja suunniteltaessa myös tontille mahdollisesti porauksien yhteydessä nousevan lietteen käsittelyyn tulee varautua. Porausliete katsotaan käytännössä usein ongelmajätteeksi ja sitä ei saa päästää leviämään tontilta ympäröivään luontoon, vaan se pitää käsitellä asianmukaisesti. Useat maalämpöratkaisuja tarjoavat yritykset hyödyntävät esimerkiksi maa-aineksen käsittelyyn tarkoitettuja kontteja, jotka seulovat maaperästä porauksen mukana nousevan aineksen ja puhtaan veden erilleen, jonka jälkeen vesi voidaan päästää esimerkiksi vesistöön tai imeyttää maaperään. (13.)

Maalämpölupia ei myönnetä myöskään tonteille, joiden maaperässä on havaittu pilaantunutta maa-ainesta tai vettä, mikäli sen voidaan katsoa aiheuttavan riskiä ympäristölle. Pilaantunut maa-aines (pima) tarkoittaa maaperään ihmisen

toiminnasta levinneitä haitta-aineita, jotka voivat olla haitallisia terveydelle tai ympäristölle. Pima on erityisen haitallista pohjavesialueilla, koska pohjaveden virtauksien mukana se voi levitä laajalle alueelle.

Toinen haaste maalämpökaivoja porattaessa liittyy porareikien taipumiin. Vaikka porattaessa tavoitteena ja lähtökohtana aina on täysin pystysuora kaivo, on tämä käytännössä mahdotonta toteuttaa. Poraamisen onnistumiseen vaikuttavat maan/kallion laatu, käytetyt porauslaitteet ja itse porarin ammattitaito.

Helsingin kaupungin selvityksen mukaan, 300 m lämpökaivon pystysuoruus saattaa pahimmillaan heittää jopa 85 metriä. Porareikien taipumaan on onneksi kehitetty ratkaisu, joka ei täysin poista ongelmaa, mutta pienentää sitä huomattavasti. Energiakaivojen porauksissa voidaan käyttää apuna niin sanottuja ”ohjureita”, jotka käytännössä tarkoittavat poranterään kiinnitettäviä ohjausputkia. Ohjureiden ansiosta taipumaa saadaan vähennettyä useita kymmeniä metrejä matalimmillakin porausvyvyksillä. (13.)

Yksi tärkeimmistä huomioon otettavista tekijöistä maalämmön hyödyntämiseen liittyen, erityisesti tiheään rakennettaessa, on geoenergian riittävyden laskeminen ja varmistaminen. Suuremmat rakennukset tai kokonaiset korttelit tarvitsevat usein kymmeniä maalämpökaivoja (energiakaivokenttä), jotta lämmitysenergia saadaan riittämään ympäri vuoden. Tästä syystä onkin asetettu uusia vaatimuksia liittyen naapuritonttien geoenergian riittävyden varmistamiseen ja energiakaivojen sijoitteluun tontilla.

Helsingin kaupunkiympäristölautakunnan vuoden 2022 päätöksen mukaan geoenergian riittävyys naapureille on osoitettava rakennusvaiheessa erikseen vähintäänkin silloin, kun kaivoja on kymmenen tai enemmän, kaivo on yli 1000 metriä syvä ja/tai kun suojaetäisyydet eivät täyty. Nyrkkisääntönä suojaetäisyyksissä toimii tällä hetkellä ohjeistus, jonka mukaan maalämpökaivot aina tuuhanteen metriin asti on sijoitettava vähintään 7,5 metriin naapurin tontista, ilman erillistä lupaa. Tällä tavoin pyritään mahdollistamaan lämpöenergian riittävyys kaikille halukkaille tulevaisuudessa. (13.)

Maalämpöjärjestelmän rakentaminen vaatii aina luvan rakennusvalvonnalta, niin omakotitaloihin kuin suurempiinkin kiinteistöihin. Ensimmäinen luvan hylkäämisperuste ovat maanalaiset rakenteet tai porauspaikan sijaitseminen pohjavesialueen kohdalla.

Myös pohjavesialueilla on mahdollista hyödyntää maalämpöä, mutta se vaatii erillisen vesilain mukaisen luvan, jota haetaan ELY-keskukselta. Uudiskohteita rakennettaessa maalämpöön liittyvät luvat haetaan heti rakennusluvan yhteydessä, jolloin vältetään yllätyksiltä myöhemmissä vaiheissa. (13.)

Kun on saatu varmuus siitä, että tontille voidaan porata maalämpökaivo(t), lasketaan alustavasti rakennuksen energiantarve, lämpöpumppujärjestelmän mitoittaminen ja tilavaraukset niin tontilla kuin rakennuksen sisällä. Pahimmassa tapauksessa maalämpöön siirtyminen ei ole mahdollista, jos kaikkia tarvittavia lämpökaivoja ei saada mahtumaan tontille.

Rakennuksen lämmitysenergian tarve mallinnetaan rakennuspaikan sijainnin, rakennuksen rakenneratkaisujen sekä muun talotekniikan perusteella. Maalämmön liittämisesä muuhun talotekniikkaan, otetaan huomioon muun muassa lämpöpumpun/-pumppujen sekä niiden lisälaitteiden sähkön tarve ja esimerkiksi liittäminen kiinteistöautomaatioon ja mahdolliseen etävalvontaan. (14.)

3 Rakentamisen aikainen lämmitys

Suomen sääolosuhteista johtuen työmaa-aikainen lämmitys on välttämätöntä rakennustyön riittävän laadun varmistamiseksi. Lämmitystä tarvitaan erityisesti kahdesta syystä. Ensimmäinen on useimpien rakennusmateriaalien, kuten betonin, tasoitteiden tai erilaisten pinnoitteiden asettamat vaatimukset. Suurin osa edellä mainituista materiaaleista vaatii vähintään viiden °C:n lämpötilaa teknisen toimivuuden varmistamiseksi, eli talvella rakennettaessa niitä pitää lämmittää tavalla tai toisella.

Toinen lämmitystä vaativa asia on ylimääräisen kosteuden poistaminen rakenteista. Vaikka työmaa-aikana pystyttäisiin välttymään kaikenlaisilta ylimääräisiltä kosteuden aiheuttajilta, on rakenteista itsestään poistuva ylimääräinen kosteus pakko poistaa. Kosteutta poistuu työmaalla eniten kuivuvista betonivaluista sekä erilaisista tasoitteista. Lämpimämpi ilma pystyy sitomaan enemmän ympäristön kosteutta, kuin kylmä. Tästä syystä työmaan ilmaa täytyy vähintäänkin talvella lämmittää, jotta rakenteellinen kosteus saadaan poistettua. (15.)

3.1 Perinteiset työmaan lämmitysvaihtoehdot

Perinteisesti etenkin suurempien työmaiden lämmitysmuotoja ovat olleet kaukolämpö, öljy-, sähkö- tai kaasulämmittäminen sekä näiden yhdistelmät. Jokaisella lämmitysmuodolla on omat hyvät ja huonot puolensa ja niitä vertaillessa tulee ottaa huomioon kaikki työmaan yksilölliset piirteet. Oikein suunnitellulla ja toteutetulla lämmitysratkaisulla voidaan saavuttaa merkittäviä ajallisia ja taloudellisia säästöjä. (16.)

Kaukolämpö on yleensä loogisin vaihtoehto työmaan lämmitykseen, mikäli se toimii rakennuksen lopullisenakin lämmitysmuotona. Kaukolämmön etuihin kuuluu edullisuus, toimintavarmuus, riittävyys ja helppohoitoisuus. Kaukolämpö tuotetaan tuotantolaitoksissa ympäri maata polttamalla esimerkiksi hiiltä, öljyä tai puuta. Laitoksista veteen sitoutunut lämpöenergia jaetaan massiivisen jakeluverkoston avulla talouksille. Kaukolämpöä käyttävä kiinteistö on varustettu

lämmönsiirtimellä, jossa kaukolämpöverkon kuuma vesi luovuttaa lämpöenergiänsä rakennuksen käyttöveden ja lämmityksen tarpeisiin. Rakennuksessa lämmönjako voidaan toteuttaa joko pattereilla tai lattialämmityksen avulla.

Työmaa-aikana, kun lämmönsiirrin on saatu asennettua ja rakennus on saatu liitettyä kaukolämpöverkkoon, rakennetaan tavallisesti erillinen kuumavesilinjasto, johon on sijoiteltuna haluttu määrä vesikiertoisia lämpöpuhaltimia. Työmaan lämmitykseen tämä on tehokas ja kohtuullisen edullinen vaihtoehto, mutta lämmityslinjaston rakentaminen on työläämpää kuin esimerkiksi sähköllä lämmittäminen. Puhaltimilla on kuitenkin helppoa ja tehokasta jakaa lämpöä ympäri työmaata. (16.)

Öljylämmittäminen ei nykyisen maailmanmarkkinahinnan ja ympäristön kannalta ole kovin suosittu vaihtoehto työmaan lämmittämiseen. Öljylämmittämiä on monia eri kokoja ja tehoisia aina kymmenistä satoihin kilowatteihin. Öljylämmitys perustuu öljyn palamisreaktioon, josta syntyy lämpöä. Lämpö ohjataan rakennuksen eri osiin käyttämällä pehmeää ja taipuisaa putkea ja puhaltimia.

Öljyn palamisreaktio on kaikista lämmitysmuodoista epäpuhtain, joten poltin tulee sijoittaa rakennuksen ulkopuolelle tai muuten varmistaa palokaasujen ohjautuminen ulos rakennuksesta. Öljyllä lämmityksen parhaat puolet tulevat esiin, jos lämmittämistä tarvitaan vain hyvin vähäksi aikaa. Lämmitin on helppo tuoda työmaalle ja lämmityspotkisto nopeaa kasata. (17.)

Kaasulämmitys toimii hyvin samalla tavalla, kuin öljylämmityskin. Öljyn sijasta palamistuotteena toimii nestekaasu. Kaasulämmittäminen on samaan tapaan myös hyvin helppo ja toimintavarma ratkaisu. Lämmittämiä on tehon mukaan useita kymmeniä ja niiden siirtely tai vaihtelu on helppoa ja nopeaa. Kaasulämmitys on ympäristöystävällisempi vaihtoehto kuin öljyllä lämmittäminen, koska palamisreaktiossa syntyy lähinnä pelkästään hiilidioksidia.

Kaasu ohjataan lämpöletkuja pitkin haluttuun paikkaan työmaalla ja itse säiliöt sijoitetaan yleensä ulos. Kaasu on yleensä riittäisempää verrattuna öljyyn, joten varsinkaan suurempia säiliöitä ei tarvitse tankata yhtä usein. Letkut ovat myös

pienempikokoisia ja näin ollen helpommin siirreltävässä ympäri työmaata. Yksi yhteinen tekijä sekä kaasu että öljylämmityksessä on työmaan paloturvallisuus. Etenkin suuret säiliöt kasvattavat tulipaloriskiä ja esimerkiksi yli 200 kg kaasusäiliöiden varastoiminen työmaalla vaatii viranomaisen hyväksynnän. (18.)

Suoraa sähköä ei ole useinkaan kannattavaa tai edes mahdollista käyttää ensisijaisena lämmitysmuotona ainakaan suuremmilla työmailla. Lämmittimien tarvitsema virta lisättynä työmaan muihin sähkölaitteisiin kasvaisi niin suureksi, että tavalliset työmaakeskukset ja kaapelit eivät riittäisi niille. Sähkölämmitys soveltuu parhaiten ensisijaisen lämmitysmuodon tueksi, sekä pieniin yksittäisiin lämmitystarpeisiin. (19.)

Sähköllä lämmittäminen on helppoa ja vaivatonta, mutta sen hinnan vaihtelu on suurta. Tavallisten sähköisten työmaalämmittimien teho vaihtelee kolmesta muutamiin kymmeneen kilowatteihin. Lämmittimet liitetään väliaikaisiin sähkökeskuksiin kaapeleilla, joiden koko riippuu lämmittimien tehokkuudesta.

3.2 Maalämpö

Maalämpöä on mahdollista hyödyntää rakentamisen aikaisessa lämmityksessä samaan tapaan kuin kaukolämpöä. Tällöin, kun kaivokenttä on saatu porattua ja keruuputkistot liitettyä asennettuun maalämpöpumppuun, kytketään siihen työmaa-aikaiset vesikiertoiset puhaltimet.

Maalämmön hyödyntämiseen rakennusaikana sisältyy kuitenkin muutamia haasteita, joista merkittävin liittyy kaivokentän mitoitukseen. Kuten jo aiemmin todettu, energiakaivojen mitoitus on erittäin tärkeää tehdä oikein ajatellen koko kiinteistön elinkaarta, koska väärällä mitoituksella on mahdollista ”jäädättää” energiakenttä. (20.)

Tämä tarkoittaa lyhyesti sitä, että maaperän lämpöenergiaa käytetään liian paljon verrattuna sen uusiutumisnopeuteen. Energiakaivoja ei siis ole riittävän

monta tai ne eivät ole tarpeeksi syviä ylläpitämään rakennuksen energiankulu-
tusta.

Jäätymisongelma saattaa ilmetä rakennuksessa jo parin käyttövuoden jälkeen esimerkiksi kasvavina lämmityskustannuksina. Ongelmaa saattaa olla jälkikä-
teen hyvin haastavaa korjata, eikä siitä ole vielä laajempaa kokemusta, joten on
äärimmäisen tärkeää mitoittaa kaivot huolella varsinkin suuremmissa maaläm-
pökohteissa. (20.)

Kaivokentän mitoitus liittyy rakentamisen aikaiseen lämmitykseen siten, että ra-
kennusvaiheessa lämmitystarve on usein huomattavasti suurempi, kuin raken-
nuksen käyttövaiheessa. Rakennusvaiheessa vaipan eristykset ovat heikolla ta-
solla tai niitä saattaa puuttua kokonaan. Lisäksi silloin lämmitetään itse raken-
nuksen lisäksi myös kuivuvia rakenteita, kuten betonivaluja. (21.)

Tämä kaikki lisää lämmitystarvetta niin paljon, että lopullisen lämmitystarpeen
mitoitus ei todennäköisesti riitä rakentamisen aikaiseen lämmitykseen. Ongelma
voitaisiin ratkaista mitoittamalla maaperästä otettava lämpöenergia suurem-
maksi, mutta tämäkään ei ole järkevää rakennuksen elinkaarta ajatellen. Ylimi-
toittamisella kustannukset nousisivat rakennuksen käytön aikana kohtuuttomiksi
ja maaperän energia loppuisi nopeammin.

Toinen ongelma työmaa-aikaisessa lämmityksessä on, että puhaltimia käytettä-
essä lämmönjakaminen tapahtuu pinta-alaltaan hyvin pienissä alueissa. Tämä
tarkoittaa, että puhaltimen lämpimän ilman ja veden täytyy olla hyvin kuumaa
(yli 80 °C:ista). (21.)

Useimmat maalämpöpumput ovat niin sanottuja matalan lämpötila-alueen
pumppuja, jotka on tarkoitettu lämmönjakamiseen esimerkiksi lattialämmityksen
avulla. Koska lämmönjako tapahtuu pinta-alaltaan suurelta alueelta, veden ei
tarvitse olla näin kuumaa. Tästä syystä näillä matalan lämpötila-alueen pum-
puilla, ei voida/ei ole kannattava tuottaa kiertoveteen riittävän korkeaa lämpöti-
laa. Näin ollen työmaa-aikainen lämmitys puhaltimien avulla ei onnistu.

Haasteita rakentamisen aikana liittyy myös muun muassa lämpöpumpun vaatiman sähkön riittävyyteen sekä järjestelmään leviävään pölyyn ja likaan. (21.)

3.3 Geolo

Yksi merkittävimmistä viime vuosien uudistuksista liittyy suomalaiseen rakentamiseen ja maalämpöön on suomalaisen kiinteistö- ja rakennusyrityksen Raksystems:n kehittämä Geolo-maalämpöratkaisu. Sen avulla maalämpöä voidaan hyödyntää jo rakentamisen aikana, eikä ulkopuolista energiaa (sähköä lukuun ottamatta) tarvita välttämättä ollenkaan, jolloin on mahdollista lämmitellä työmaata jopa täysin päästöttömästi.

Rakentamisen aikana geoenergiaa voidaan hyödyntää talvella lämmittämiseen ja kesällä viilentämiseen, jolloin voidaan aina varmistaa työmaan olosuhdehallinta. Geolon perusajatus lähtee siitä, että tontille tuodaan erillinen ”maalämpökeskus”, eli käytännössä siirrettävässä kontissa oleva maalämpöpumppu, joka yhdistetään tontille porattuun maalämpökaivoon ja tarvittava tekniikka viedään itse työmaan lämmittämiseen. (22.)



Kuva 4: Geolo-maalämpökontti työmaalla (23)

Geolo-järjestelmä varustetaan maalämpökaluston lisäksi myös vesi-ilmalämpöpumpuilla riittävän lämpöenergian takaamiseksi myös kylmemmillä säillä. Järjestelmä käyttää lämmönjakamiseen nestettä, joten se tulee kytkeä lämpökaivojen lisäksi työmaa-aikaiseen lämmitysjärjestelmään ja työmaasähköihin. Se, kuinka kauan konttia tarvitaan työmaalla, riippuu rakennuksen koosta sekä ulkolämpötiloista, mutta pienemmissäkin kerrostalokohteissa lopullisen lämmitysjärjestelmän rakentamiseen menee useita kuukausia.

Työmaa-aikainen lämmitys suunnitellaan, kuten tavallisesti, hyödyntäen kohteen pohjapiirroksia, rakentamisen aikatauluja, rakenneratkaisuja sekä kohteen yksityiskohtia. Lämmönjakaminen rakennuksessa tapahtuu vesikiertoisten lämpöletkujen avulla, kuten kaukolämpötyömaillakin. Lopullinen lämmöntuotto tapahtuu puhaltimilla, jossa kuumen nesteen avulla puhalletaan rakennukseen lämmintä ilmaa. (24.)

Geoloa hyödyntämällä kyetään minimoimaan aiemmin käytettyjen väliaikaisten lämmitysjärjestelmien rakentamisen haasteet, koska työmaan tarvitsema lämmitysjärjestelmä tuodaan tontille kokonaisuudessaan. Aiemmin maalämpökohteissa on esimerkiksi saatettu käyttää työmaa-aikaiseen lämmitykseen kaukolämpöä, jolloin väliaikainen kaukolämpökeskus on pitänyt rakentaa ja purkaa lopullista maalämpöjärjestelmää ennen ja sen käyttöönoton jälkeen. Tästä on aiheutunut työmaalle turhia kustannuksia ja aikatauluviivettä.

Järjestelmän etu on myös toimittajan tarjoama kiinteä kuukausihinta, jota harvoin voidaan luvata työmaaolosuhteissa. Toimittaja tarjoaa myös paljon muuta kuin pelkän työmaan lämmityksen. Geolon kokonaispalvelun avulla urakoitsija voi tilata koko työmaan olosuhdehallinnan lämmityksen seurannasta kosteus-hallintaan. (25.)

Kaiken edellä mainitun jälkeen on kuitenkin tärkeä muistaa, että järjestelmä on kehitetty vasta muutama vuosi sitten ja siinä on varmasti paljon kehitettävää ja haasteita, joista seuraavassa luvussa hieman lisää.

4 YIT:n maalämpökohteiden toimihenkilöiden sekä maalämpöurakoitsijoiden haastattelut

Alun perin opinnäytetyön yksi keskeisimmistä tavoitteista oli päästä seuraamaan, tutkimaan ja raportoimaan Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelin maalämpöprosessin alkua ja etenemistä kevään 2024 aikana. Tavoitteesta jouduttiin kuitenkin kevään mittaan luopumaan, sillä kohteen aloitus siirtyi pääurakoitsijasta riippumattomista syistä.

Koska kyseisestä kohteesta ei ollut mahdollista saada ”konkreettista” tietoa opinnäytetyöhön liitettäväksi, päätettiin sen sijaan järjestää haastatteluja YIT:n edellisten maalämpöhankkeiden osapuolien kanssa. Haastatteluissa pyrittiin nostamaan mahdollisimman hyvin esiin kysymyksiä ja asioita, joita voisi nousta Kiertotalouskorttelin sekä muissa tulevissa hankkeissa liittyen maalämpöön ja maalämpöurakkaan.

4.1 Haastattelujen eteneminen

Haastattelujen avulla haluttiin saada mahdollisimman hyvä kuva maalämpöprosessin etenemisestä tavallisessa uudiskerrostalohankkeessa. Kun mukaan saatiin urakan eri osapuolet, voitiin asioita tuoda esiin ja vertailla objektiivisesti molempien näkökulmasta.

Haastateltavia lähdettiin kartoittamaan YIT:n sopimuskumppaneista ja viimeisimmissä kohteissa työskennelleistä urakoitsijoista. Kun haastatteluille oli saatu myönteinen vastaus, sovittiin niille päivämäärä ja paikka. Osa haastatteluista toteutettiin etäyhteydellä ja osa kasvokkain, riippuen siitä, mikä oli helpoin vaihtoehto haastateltavalle. Niihin osallistui myös työn tilaaja, joka oli kiinnostunut myös vastauksista, tulevaa hanketta ajatellen.

Kysymykset lähetettiin ennakoon haastateltaville, jotta haastatteluihin olisi helppompaa varautua ja turhaa aikaa ei kuluisi asioiden muistelemiseen. Jokaiselle haastateltavalle laadittiin omat kysymykset ennen haastatteluja, joissa haluttiin

tuoda esiin kunkin osapuolen kannalta tärkeimmät näkökulmat. Haastattelukysymykset löytyvät opinnäytetyön lopusta liitteinä.

Haastattelut järjestettiin maalis-/huhtikuussa 2024. Ensimmäiseksi kevään aikana haastateltiin YIT:n sopimuskumppania ja maalämpöurakointiin erikoistuneen Rototec Oy:n suunnittelutiimin vetäjää. Tämän jälkeen haastateltiin YIT:ltä asumisen yksikön työpäällikköä, joka toimi työpäällikkönä yhdessä yrityksen maalämmön pilottikohteista, josta kerrottu myöhemmin lisää.

4.1.1 Haastateltavat osapuolet

Rototec Oy on suomalaisten Ojanteen veljesten vuonna 2007 perustama geoenergiayritys, joka on erikoistunut maalämpöurakointiin. Nuoresta iästään huolimatta yritys on noussut koko Euroopan suurimmaksi alallaan ja tällä hetkellä se työllistää noin 120 henkilöä.

Nykyisin yrityksen omistaa ruotsalainen perhe- ja sijoitusyhtiö ja sen liikevaihto vuonna 2021 oli noin 60 miljoonaa euroa. Tänä päivänä konserni koostuu seitsemästä pienemmästä yrityksestä, joilla on liiketoimintaa Suomen lisäksi Ruotsissa ja Norjassa.

Rototec on alle kahdessakymmenessä vuodessa porannut yli 60 000 maalämpökaivoa, joiden yhteenlaskettu pituus on yli kymmenentuhatta kilometriä. Kapasiteetiltaan se on markkinoiden laajin yli 50 kaivonporausyksiköllään. Suomessa yritys tarjoaa palveluitaan niin taloyhtiöille, yksityisille kiinteistönomistajille kuin suuremmille uudisrakentajillekin. (26.)

Hankkeiden maalämpöurakoiden tilaajalta eli pääurakoitsijalta (YIT) haastateltiin asumisen yksikön työpäällikköä, joka toimi työpäällikkönä myös Vantaan Ihastuksen maalämpökohteessa. Vantaan Ihastus oli yksi yrityksen pilottihankkeista maalämpöön liittyen.

Haastattelun lisäksi tiedon keräyksessä hyödynnettiin yrityksen vuoden 2023 lopulla kokoamaa tietopakettia ”HMM Maalämpökokemukset”, jossa on

kyselynomaisesti pyydetty tuoreimpien maalämpöhankkeiden vastaavia työnjohtajia sekä työpäälliköitä kertomaan työmaiden kokemuksia liittyen maalämpöurakkaan, rakentamisen aikaiseen lämmitykseen ja maalämpöön liittyviin haasteisiin työmailla.

YIT:n kokoamassa tiedostossa on kokemuksia ja näkemyksiä kolmelta työmaalta, jotka ajoittuvat vuosiin 2022–2024. Hankkeet pitivät sisällään maalämmitteisiä 4–8-kerroksisia asuinkerrostaloja pääkaupunkiseudulta esimerkiksi Helsingin Jalava ja Vantaan Ihastus.

As Oy Helsingin Jalava on kolmiportainen kerrostalo Haagassa, jossa on neljä kerrosta ja yhteensä 56 asuntoa. Rakennus on valmistunut vuoden 2023 loppupuolella. As Oy Vantaan Ihastus on vuoden 2024 tammikuussa Vantaalle Veromieheen valmistunut kahdeksankerroksinen niin ikään kolmirappuinen asuinkerrostalo, jossa on yhteensä 81 asuntoa. (27.)



Kuva 5: Havainnekuvat Helsingin Jalavasta ja Vantaan Kangastuksesta (28)

Jalava oli YIT:n ensimmäisiä suurempia maalämpökohteita, joten kokemusta asioista ei ollut yhtä paljon kuin nykyään ja asioiden selvittelyyn meni paljon aikaa.

4.2 Helsingin Kiertotalouskortteli

Kiertotalouskortteli on rakennusaikainen nimi Helsingin Jätkäsaarella vuonna 2024 alkavalle rakennusprojektille, jonka päätoteuttajana toimii YIT. Hankkeen tilaajana toimii Yrjö ja Hanna -säätiö, joka on keskittynyt erityisesti lapsiperheille sekä ikäihmisille tarkoitettujen asuntojen tuotantoon. Urakkamuodoksi hankkeeseen on valittu KVR-urakka, joka tarkoittaa, että pääurakoitsija on rakentamisen lisäksi vastuussa myös suunnittelusta. Rakennuksen arvioidaan valmistuvan vuoden 2027 aikana.



Kuva 6: Jätkäsaaren Kiertotalouskorttelin havainnekuva (29)

Kortteliin on rakenteilla asumisoikeus- ja vuokra-asuntoja sekä muutama liiketila. Nimensä "Kiertotalouskortteli" hanke on saanut siitä, että sen elinkaari aina suunnittelusta käyttövaiheeseen, nojautuu kiertotalouteen sekä ympäristöystävällisyyteen.

Rakennuksen ympäristöystävällisyys ja vähähiilisyys perustuu muun muassa suunniteltuun pitkään elinkaareen sekä tilojen muuntojoustavuuteen. Rakenteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa keskitytään niiden mahdolliseen uudelleenkäyttöön.

Rakentamisessa pyritään hyödyntämään mahdollisimman paljon esimerkiksi uusiutuvia tai kierrätettäviä materiaaleja. Rakennuksen käyttövaiheessa asukkaiden on helppo vähentää ympäristön kuormitusta asuntoihin asennettavan älykkään talotekniikan avulla. Kiinteistön lämmitys tapahtuu luonnollisesti maalämmön avulla. (29.)

5 Haastattelujen tulokset

Tässä osiossa on kirjoitettu auki haastatteluista saatua informaatiota ja osapuolten näkemyksiä liittyen maalämpöurakan eri vaiheisiin ja sen vaikutuksiin työmaalla. Erityisesti pääurakoitsijan kannalta olennaisin tieto ja merkittävimmät tapahtumat on esitetty, jotta tulevissa hankkeissa voitaisiin välttyä ongelmakohdilta ja osapuolten välisiltä erimielisyyksiltä.

5.1 Maalämpöurakan eteneminen lyhyesti

Maalämpöurakka alkaa, kuten työmaaurakat yleensäkin, aliurakkasopimuksen tekemisellä. On tärkeää, että molemmilla sopimuskumppaneilla on samanlainen käsitys urakan kulusta, vastuista ja velvollisuuksista. Tämä korostuu erityisesti maalämpöurakassa, jossa urakan tilaajapuolella ei välttämättä ole aiempaa kokemusta maalämpöhankkeista, eikä tämä näin ollen osaa esittää kaikkia olennaisia vaatimuksia siihen liittyen.

Kaivojen porausten lisäksi vaaditaan myös muita töitä esimerkiksi maankaivua lämpöputkien asentamiseksi. Tällaiset, niin sanotut urakkarajapinnat, jäävät herkästi sopimuksissa käsittelemättä ja aiheuttavat haasteita työmaalla, koska niistä ei ole sovittu riittävän selkeästi.

Kun urakkasopimus on laadittu ja edeltävät työvaiheet (kuten maanrakennus ja perustustyöt) ovat valmiit riittävilta osin, voidaan maalämpötyöt aloittaa. Tontin tulee olla esimerkiksi riittävän tasainen, jotta lämpökaivojen poraaminen onnistuu.

Töiden järjestyksessä ja yksityiskohdissa saattaa olla eroja urakoitsijoiden välillä, mutta pääsisältö on samankaltainen. Seuraavana on kuvattu tiivistetysti ja esimerkinomaisesti YIT:n sopimuskumppani Rototecin työvaiheet.

Ensimmäinen vaihe maalämpöurakoitsijan toimesta on kohteen esiselvitys, jossa selvitetään rakennettavan kohteen yleistietoja sekä yksityiskohtia. Kohteesta selvitetään muun muassa maalämpöön liittymisen

investointikustannuksia, suunnitellun kiinteistön energiankulutusta ja ulkopuolisen LVI-toimittajan suunnittelemaa lämpöpumpuvaihtoehtoja. Tässä vaiheessa, ennen porausten aloittamista, tilaajan on viimeistään toimitettava tarvittavat lupakuvat rakennusvalvontaan. (30.)

Maalämpöpumpun valinnalla ja yksityiskohdilla on suuri vaikutus esimerkiksi porattavien kaivojen syvyyksiin ja lukumäärään. Tässä kohtaa (hankkeen koosta riippuen) tilaajan kannattaa pyytää maalämpöurakoitsijaa toteuttamaan tontilla niin sanotut testiporaukset ja esimerkiksi TRT-mittaus, jonka avulla mitataan maaperän lämmönluovutusominaisuuksia. Kun maaperän ominaisuudet on saatu selville sekä lämpöpumppu/-pumput on valittu, voidaan suoraan määrittää kaivojen määrä ja syvyydet rakennuksen lämmitysenergian vaatimuksiin.

Tavallisesti noin vuorokautta ennen varsinaisten kaivojen porausta urakoitsija toimittaa porausten yhteydessä tarvittavat kontit työmaalle. Niiden avulla käsitellään porausten aikana nouseva kiviaines ja vesi. Kontteja saattaa olla yksi tai useampi, riippuen työmaan koosta, maalämpökaivojen syvyydestä ja määrästä sekä siitä, miten porauksen aikana noussut vesi halutaan käsitellä. Tavallisen maa-aineen käsittelykontin pituus on 4,1 m, korkeus 2 m ja leveys 1,9 metriä. (30)

Viimeistään tässä vaiheessa tulee suorittaa porattavien kaivojen merkkaukset tontille, jonka tekee tavallisesti pääurakoitsijan mittamies tai työnjohtaja. Kun kaivojen paikat on merkitty, tontille saapuu itse poraaja porausauton sekä poravainun kanssa.



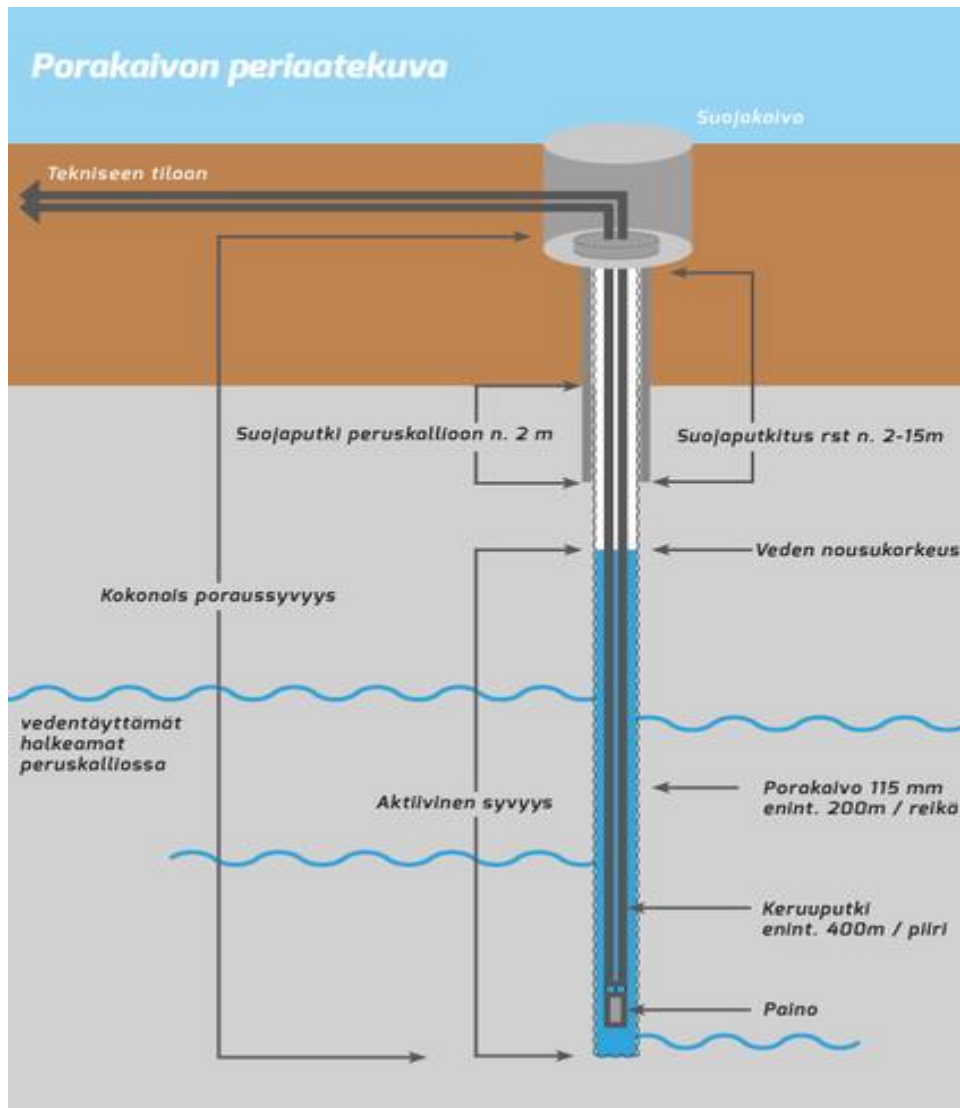
Kuva 7: Lämpökaivopora sekä sen kuljetukseen ja operointiin käytettävä ajoneuvo (30)

Konttien ja porauslaitteiston toimituksen jälkeen voidaan aloittaa kaivojen poraukset. Tätä ennen on kuitenkin saatava työmaalta porauslaitteiden tarvitsema sähkö ja vesi. Näiden lisäksi tontilla tulee olla tarpeeksi liikkumatilaa yli 10-metrille ja 30-tonniselle porausyksikölle, johon kuuluu kuorma-auto ja itse pora.

Porauksien kesto vaihtelee kaivojen syvyyden ja maaperän haastavuuden mukaan, mutta karkea työsaavutus on noin. 1,5–2,5 tv/kaivo. Kaivojen rakenne alkaa tavallisesti niin sanotulla holkitetulla osuudella, joka koostuu ensimmäisistä metreistä pehmeään maa-ainekseen. Holkituksen tarkoitus on suojata kaivoa ensimmäiset metrit ja tältä osin materiaali on ruostumatonta terästä. (30.)

Kun kaivo on porattu tavoitesyvyyteen, asennetaan viimeisenä niin sanottu kollektori, jonka tehtävänä on kerätä lämpöenergiaa kaivon pohjalta. Suunniteltujen kaivojen poraamisen jälkeen voidaan asentaa keruuputkistot kaivojen välillä, kokoomakaivo sekä rakennukseen menevät lämpöputket. Niin sanottu vaakaputkitus pyritään kaivamaan maahan kerralla, jotta siitä olisi mahdollisimman vähän haittaa muille töille. Tavallisesti urakassa sovittu raja päättyy siihen, että

rakennukseen vievät syöttöputket on viety ulkoseinän läpi, jonka jälkeen lämpöpumpun toimittaja hoitaa loput. (30.)



Kuva 8: Maalämpökaivon rakenne (31)

5.2 Työmaatekniset haasteet

5.2.1 Urakkasopimusvaihe

Yksi haastatteluissa useaan otteeseen esiin noussut negatiivinen tekijä maalämpöurakointiin liittyen oli aikataulun pitämättömyys. Usealla työmaalla maalämpökaivojen poraukset olivat myöhästyneet jopa viikoilla, mikä luonnollisesti viivästytti muita töitä ja aiheutti kustannuksia ja haittaa pääurakoitsijalle.

Viivästymisiä pahensi myös se, että niistä tiedotettiin liian myöhään, jotta asiaan olisi ehditty pääurakoitsijan osalta varautua millään tavalla. Ilmoitus töiden viivästymisestä tuli esimerkiksi viikkoa aiemmin, kuin töiden piti alkaa tontilla. (32.)

Pääsyytä viivästymisiin ovat esimerkiksi kaluston riittämättömyys sekä pitkittyneet työjonot Suomessa. Maalämmön kovan kysynnän, harvojen urakoitsijoiden sekä rakentamisen kovan kasvuvaiheen vuoksi työt saattavat ajankohdasta riippuen kasaantua urakoitsijoille, etenkin jos työmailla tulee vastaan odottamattomia haasteita.

Esimerkiksi Vantaan Ihastuksen lämpökaivojen poraustyöt viivästyivät jopa kolme viikkoa sovitusta. Venäjän muutama kuukausi aiemmin aloittaman hyökkäyssodan sekä maailman yleisen energiatilanteen takia niin sanottu ”energia-kriisi” oli kovimmillaan vuosikausiin, mikä vaikutti osaltaan maalämmön kysyntään. Suomessa oli meneillään myös yksi rakentamisen huippujaksoista ja hankkeita oli paljon käynnissä varsinkin pääkaupunkiseudulla. Porausjonot olivat urakoitsijan mukaan tuolloin jopa puoli vuotta. (32.)

Ongelmaa pahensi osaltaan se, että porattavat kaivot olivat niin syviä, että niihin tarvittiin suurempia koneita, joita urakoitsijalla on vain muutama Suomessa. Urakoitsijan käyttämistä maalämpöporista pienemmillä voidaan porata noin 400 m syvyyteen ja suuremmilla tästä syvemälle. Koska työt olivat viivästyneet aiemmassa kohteessa, ei suurempia poria saatu työmaalle alkuperäisen aikataulun edellyttämänä ajankohtana.

Viivästymisiin liittyen kohteen työpäällikkö suosittelee kaivojen suunnittelu- vaiheessa niiden sijoittelua tontilla mahdollisimman kauaksi rakennuksista, jotta poraustöiden mahdollinen viivästyminen vaikuttaisi mahdollisimman vähän muuhun rakentamiseen. Esimerkiksi, jos lämpökaivoja on suunniteltu perustus- rakenteiden välittömään läheisyyteen, on ne luonnollisesti pakko porata ennen perustustöiden aloittamista ja tällöin kaivojen porausten viivästyminen viivästy- tää dominoefektin lailla kaikkea muuta rakentamista. Rakennustonttien ahtau- den ja lämpökaivojen turvaetäisyyksien takia kaivoja ei ole kuitenkaan mahdol- lista sijoittaa aina tarpeeksi kauas rakennuksesta.

Itse viivästymisten lisäksi ongelmaksi nousi urakkasopimusten viivästymissak- koihin liittyvät tekijät. Aliurakkasopimusvaiheessa ei ollut osattu ottaa huomioon töiden viivästymiseen liittyviä sakkoja riittävän hyvin. Urakkasopimuksessa so- vittujen viivästyssakkojen avulla pääurakoitsijan on mahdollista veloittaa aliura- koitsijaa työn hinnasta sovittu määrä esimerkiksi jokaiselta päivältä/viikolta, jonka työ myöhästyy sovittua päivästä ja tällä tavoin pääurakoitsija pystyy pie- nentämään riskiä töiden myöhästymisestä. (32,)

Sopimustekniikkaan liittyen, myös lämpöputkien asentamiseen liittyvät työt ovat aiheuttaneet erimielisyyksiä. Lämpökaivojen väliset sekä kiinteistöön vievät läm- pöputket asennetaan tavallisesti noin puolen metrin syvyyteen. Varsinkin silloin, jos kaivoja on useita, kaivojen välisen vaadittavan minimietäisyyden takia, kai- vutyöt tontilla saattavat olla massiiviset.

Tavallisesti lämpöputkien asennukseen liittyvät maankaivuu- ja täyttötöyt eivät kuulu maalämpöurakoitsijalle, eikä tällä ole välttämättä edes kalustoa niiden te- kemiseen. Tästä syystä onkin tärkeää muistaa sisällyttää vaadittavat työt maan- rakennusurakkaan, jolloin ne kuuluvat maanrakennusurakoitsijalle. Lämpöput- kien viemiseksi rakennukseen voidaan tarvita myös esimerkiksi timanttiporausta sokkelin läpi, joka ei sekään välttämättä kuulu maalämpöurakoitsijalle.

Viimeistään sopimusvaiheessa on erittäin tärkeää myös suunnitella työvaihei- den aikataulu huolella. Erityisesti, jos rakennuksen perustamiseen vaaditaan

paalutuksia, saattaa työmaalla olla samaan aikaan käynnissä maanrakennus-, paalutus-, perustus- ja maalämpötyöt, jolloin etenkin ahtaalla tontilla töiden samanaikaisuus vaatii toimiakseen pääurakoitsijalta hyvin huolellista aikataulu- ja aluesuunnittelua.

Tavallisesti lämpökaivojen poraus suunnitellaan yleisaikataulussa tehtäväksi ennen paalutuksia, mutta varsinkin jos kaivojen poraus myöhästyy, voidaan niitä joutua tekemään tontilla samaan aikaan, kuten Vantaan Ihastuksen työmaalla.

Kaivojen välisten keskinäisten turvaetäisyyksien lisäksi on mahdollista, että rakennuksen tukipaalut menettävät kantokykyään, mikäli maalämpökaivojen porauksia tehdään liian lähellä perustuksia. Siksi paaluperustuksissa onkin entistä tärkeämpää suunnitella kaivojen paikat huolella. Perustusten kantavuuden takaamiseksi kaikista paras vaihtoehto on sijoittaa kaivot mahdollisimman kauas rakennuksesta. Kuitenkin, jos paalut tuetaan kallioon, on kantavuuden menetyksen riski käytännössä lähes olematon. (32.)

Kaivojen porauksia varten työmaalle voidaan joutua hakemaan myös erillistä melulupaa rakennusvalvonnalta. Tämä riippuu kaupungista sekä porausten kestosta ja aikataulusta. Esimerkiksi Helsingissä ei melulupaa porauksiin tarvita, mikäli työ tehdään päiväsaikaan ja se kestää alle 30 päivää.

5.2.2 Työmaavaihe

Kuten todettua, porausten alkaessa työmaalla pääurakoitsijan tulee olla suunnitellut työvaihe huolellisesti ja varautunut mahdollisiin ongelmatilanteisiin, joita saattaa tulla vastaan. Pääurakoitsijalle jää työmaavaiheessa hyvin vähän vastuita, joista tärkeimmät ovat porauksissa tarvittavan sähkön ja veden hankkiminen porausyksikölle, sekä muiden työvaiheiden suunnittelu ja kaluston sijoittelu niin, että maalämpötyöt sujuvat ongelmitta aikataulun mukaisesti.

Porauksien aikana tarvittava vesi on käytännössä jopa mahdollista toimittaa urakoitsijan toimesta erillisessä kontissa työmaalle, joten sekään ei ole välitön este. Porauksissa tarvittava sähköteho on niin vähäinen, että siihen ei yleensä tarvita edes erillistä voimavirtaa vaan 16–32 ampeerin valovirta riittää.

Ympäristön aiheuttamia haasteita liittyy kaivojen poraukseen paljon. Yksi niistä on Suomen kallioperän kovuus. Suomen kallioperä kuuluu maailman vanhimpiin ja vanhinta osuutta siitä kutsutaan peruskallioksi. Suurin osa kallioperästä koostuu graniittisista kivilajeista, jotka ovat äärimmäisen kovia. Näin ollen lämpökaivojen poraaminen ei aina ole mahdollista kallion kovuuden vuoksi.

Tällöin joudutaan turvautumaan niin sanottuihin varakaivoihin. Ne tarkoittavat poraussuunnitelmavaiheessa kaivokenttään suunniteltuja kohtia lämpökaivoille, jotka on tarkoitettu käyttöön siinä tapauksessa, jos poraaminen ei onnistu alkuperäisen suunnitelman mukaisessa kohdassa. (33.)

Varakaivojen suunnitteleminen ei ole pakollista, mutta yhtä varakaivoa suositellaan jokaista kymmentä suunniteltua kaivoa kohti. Vaikka tontilla olisi tehty koe-poraukset, saattaa maaperän kovuus vaihdella lyhyelläkin matkalla niin paljon, ettei poraaminen toisessa kohdassa onnistukaan.

Koska rakennusluvan alaisena toimittaessa jokaiselle porattavalle kaivolle tarvitaan lähtökohtaisesti oma lupansa, kannattaa myös varakaivot tuoda esiin lupavaiheessa, koska muuten luvan odottaminen saattaa pitkittää töitä reippaasti.

Vaikka geoenergian hyödyntäminen on Suomessa ja muissa Pohjoismaissa jopa maailman kehittyneintä, ovat siihen erikoistuneet yritykset ja kalusto vielä hyvin harvassa. Tarjonta on keskittynyttä ja useimmilla työmailla toimivat samat urakoitsijat tai heidän aliurakoitsijansa. Haastatteluissa ilmeni muun muassa, että maalämpöurakoitsijalla on tällä hetkellä käytössään vain noin 30 lämpökaivoporausta koko Suomen tarpeisiin. Vaikka keskimäärin urakat eivät kestä montaa viikkoa, aiheuttaa kaluston vähäisyys väistämättä ongelmia rakentamisen kovimpina ajankohtina.

Kaluston vähäisyyden lisäksi se on myös herkkää ja varaosien saatavuus ei aina ole hyvä. Porauskaluston herkimpiä osia ovat kompressori sekä poran kärkiosuus eli niin sanottu ”kruunu”. Kruunun käyttöikä vaihtelee, mutta kovimpiin kallioihin porattaessa se saattaa olla vain joitakin satoja metrejä. Sen hajotessa joudutaan poraus keskeyttämään ja nostamaan koko kärki pois kaivosta, jotta osa voidaan vaihtaa. Tämä voi porausvyvyydestä riippuen kestää koko päivän, ennen kuin porauksia voidaan jatkaa.

Kallion kovuuden lisäksi myös maaperän pohjavesi tekee poraamisesta haastavampaa. Mitä enemmän vettä kaivoon tulee poraushetkellä, sitä suuremman työn pora joutuu tekemään läpäistäkseen veden luoman hydrostaattisen paineen kallion ja poran kruunun välissä. Tällöin koville joutuu kruunun lisäksi myös poran kompressori. Se on porauslaitteen osa, jonka avulla tuotetaan poraukseen vaadittava teho sekä puhdistetaan roska ja vesi porausreiästä paineilman avulla.

Kuten jo aiemmin todettu, kaivoista tontille nousevan pohjaveden ja niin sanotun porauslietteen oikea käsittely on erittäin tärkeää. Rakennuslakiin perustuen on työn tilaajan vastuulla, että lietettä, jonka kiintoainepitoisuus ylittää 300 mg/litra ei päästetä leviämään luontoon haitallisesti.

Haastattelujen perusteella kuitenkin porausveden käsittelyä valvotaan käytännössä hyvin vähän varsinkin pienemmillä työmailla, kuten pientalohankkeissa. Tämän takia, vaikka veden käsittelyyn on jo markkinoilla erilaisia ratkaisuja, ei niistä usein haluta maksaa, koska valvonta on niin vähäistä eikä se tuo työlle lisää arvoa.

Porausten aikana myös työmaan työturvallisuussuunnittelu ja siihen liittyvät tekijät korostuvat. Maalämpötoihin liittyy merkittäviä työturvallisuusriskejä, jotka on syytä käydä läpi työntekijöiden sekä työnjohdon kanssa työvaiheen työturvallisuussuunnitelmassa (TTS). (33.)

Ensimmäinen haastatteluissa esiin noussut työturvallisuusasia liittyy työpäivien pituuteen. Vakiintunut käytäntö, ainakin haastattelemassani yrityksessä on, että

porauksia tehdään pitkissä työvuoroissa, jopa aamu seitsemästä ilta kahdeksaan eli viikossa työtunteja saattaa tulla yli 1,5-kertaisesti tavalliseen 40-tuntiseen työviikkoon verrattuna. Pitkiä työvuoroja perustellaan sillä, että käytäntönä on myös pidemmät vapaat urakan jälkeen. Töitä saatetaan tehdä esimerkiksi viikko, jonka jälkeen urakan valmistuttua työntekijä pitää viikon lomaa.

Porauksia saatetaan kuitenkin tehdä myös kahdessa vuorossa, jolloin yksittäisen työntekijän viikkotyötunnit eivät välttämättä ylity. Siinäkin tapauksessa työpäivän pituus aiheuttaa haasteita pääurakoitsijalle, koska ainakin YIT:n käytäntönä on, etteivät työntekijät saa olla työmaalla ilman työnjohdon paikallaoloa. Tämä voi siis tarkoittaa, että myös työnjohto joutuu työskentelemään töiden ajan kahdessa vuorossa, mikä puolestaan lisää urakan kustannuksia.

Nykyisin myös työmaan kiristyneet ja yhä kiristyvät pölynhallintamääräykset vaikuttavat ja tulevat vaikuttamaan yhä enemmän myös hankkeen ensimmäisiin työvaiheisiin, kuten lämpökaivojen poraukseen. Tulevaisuudessa AVI:n määräysten mukaisesti esimerkiksi maanrakennusvaiheessa tehtävässä maantiivisyksessä työntekijällä tulee olla hengitystä suojaava maski kasvoillaan, jotta tämä ei altistuisi haitalliselle kivi- tai betonipölylle. (33.)

Vaatimuksen voi olettaa velvoittavan myös lämpökaivojen porausvaiheessa, jolloin porauksesta nouseva kivi- tai betonipöly voi aiheuttaa riskin poraajalle. Haastattelujen perusteella tämä ei kuitenkaan ole kovin todennäköistä, koska porauksissa käytetään lähes aina vettä, joka vähentää pölyämistä merkittävästi.

Maalämpöurakkaan liittyy myös muita työturvallisuustekijöitä, kuten kova melusaaste kaivojen porausvaiheessa, mahdollisesti runsaat ja sokkeloiset kaivannot vaakaputkitusvaiheessa sekä korkeapaineisten laitteiden kanssa työskentely. Esimerkiksi kaivojen porauksessa vaadittavat paineilmaletkut on erotettava selkeästi työmaaliikenteestä, koska räjähtäessään ne saattavat aiheuttaa vakavia turvallisuusriskejä.

Pääurakoitsijan haastatteluissa esille nostettiin myös lämmönjakohuoneen rakentaminen ja siihen liittyvät haasteet. Rakennuksen lämmönjakohuoneeseen

sijoitetaan sen lämmitystä hoitava laitteisto (tässä tapauksessa maalämpöpumppu) sekä paljon muutakin talotekniikkaa. (33.)

Ensinnäkin hankkeissa arkkitehdin suunnittelemat lämmönjakohuoneet ovat usein käytännössä fyysisesti liian pieniä maalämpöpumpun/-pumppujen ja niiden tarvitseman tekniikan sijoittamiseen. Tämä johtuu tavallisesti LVIS-suunnittelijan, lämpöpumpputoimittajan ja arkkitehdin suunnitelmien puutteellisuudesta ja ristiriitaisuudesta.

Lisäksi laitteiston vaihdettavuutta ei usein huomioida riittävästi. Lämmönjakohuoneen rakenteita saatetaan esimerkiksi rakentaa lämpöpumppujen tai muun talotekniikan asennuksen jälkeen, jolloin tekniikan vaihtaminen rakennuksen elinkaaren myöhemmässä vaiheessa voi olla mahdotonta purkamatta muita rakenteita.

Lämmönjakohuoneeseen liittyen myös niin sanotut ”desibelirakenteet” ovat aiheuttaneet haasteita pääurakoitsijalle. Ne tarkoittavat äänieristysratkaisuja, joita rakennetaan esimerkiksi lämmönjakohuoneen seiniin, kattoon ja lattiaan, jotta laitteiston ääni ei häiritsisi rakennuksen asukkaita. Erityisesti maalämpöpumpuihin liittyvät äänieristysratkaisut vaativat huolellista suunnittelua, koska sen vaimea resonointi kantautuu herkästi rakenteita pitkin asuntoihin. (33.)

5.2.3 Rakentamisen aikaisen lämmityksen haasteet

Myös työmaa-aikainen lämmitys aiheutti YIT:n maalämpöhankkeissa haasteita. Esimerkiksi Jalavassa maalämmön hyödyntäminen rakentamisen aikaisessa lämmityksessä ei onnistunut ollenkaan, koska työmaalle ei kyetty saamaan alkuvaiheessa riittävän suurta sähköliittymää maalämpöpumpun käyttämistä varten. (33.)

Rakentamisen aikaiset sähköliittymät ovat tavallisesti mitoitettu vain työmaan välttämättömyyksien turvaamiseen. Suuremmat sähköliittymät aiheuttavat lisäkustannuksia, kuten korkeamman liittymismaksun. Tästä syystä työmaa-

aikainen sähköliittymä ei usein ole riittävän suuri maalämpöpumpun pyörittämiseen tai riittävän suurta, lopullista sähköliittymää ei ehditä saada tontille vielä työmaavaiheessa.

Ihastuksessa työmaan lämmitykseen hyödynnettiin Raksystemsillä kehitettävää Geolo-järjestelmää, jonka toiminnasta on kerrottu aiemmin työn teoriaosudessa. Kolmerappuisessa talossa Geolo-kontin yhteenlaskettu aika työmaalla oli noin kahdeksan kuukautta ja se saatiin käyttöön, kun rungon pystytys oli menossa kolmannessa kerroksessa. Jotta kontti saatiin käyttöön, piti sille järjestää oma 250 ampeerin sähkökeskus.

Runkovaiheessa rakennus lämpösastoitettiin sitä mukaa ylemmäs, kun ikkunoita saatiin asennettua. Geolo-järjestelmän tehokkuuden maksimoimiseksi kaikki elementtiaukot suojattiin tuplamuovein ja sisäkuorielementteihin lisättiin lämpöeristys jo tehtaalla.

Varsinaisen lämmityksen lisäksi Raksystemsiltä saatiin myös työmaan lämmityssuunnitelma, jossa oli esitetty työmaan lämmityksen vaiheet ja siihen tarvittava kalusto. Työmaan olosuhteita oli mahdollista myös seurata ja valvoa etänä. Lämmityskauden päätyttyä konttia hyödynnettiin kesän helteillä myös viilennykseen, joka toimi hienosti. (33.)

Koska ei oltu varmoja, riittääkö kontin tuottama lämpö rakennuksen rungon (paikalla valetut massiivibetoni välipohjat) lämmitykseen, käytettiin betonivalujen lujuudenkehitykseen apuna kaasulämmitystä.

Kohteen työpäällikön mukaan Geolo-järjestelmä oli hyvin positiivinen kokemus. Se oli toimintavarma ja sisälsi paljon muutakin, kuin pelkän työmaan lämmityksen. Ainoa negatiivinen asia järjestelmässä oli sen korkea hinta, mutta se oli kuitenkin osattu järjestelmän tarjoajan puolesta ennustaa todella paikkansapitävästi eikä näin ollen yllätyksiä ilmennyt. Hintaan vaikuttaa myös sen aikainen korkea sähkön hinta.

Järjestelmästä maksetaan järjestelmän tarjoajan laskelmien mukaista kuukausihintaa, joka perustuu kohteen yksityiskohtiin. Lisäksi pääurakoitsija maksaa järjestelmän käyttämästä sähköstä, jonka suuruudesta annetaan myös arvio. Kohteesta ei valitettavasti ole tiedossa kontin hyötysuhdetta maalämmön ja sähkön väliltä. (33.)

6 Tulokset

Kuten aiemmassa tekstissä on tullut ilmi, maalämmön kysyntä sekä uudis- että korjausrakentamisessa on kasvanut rajusti. Suurin muutos viime vuosina on tapahtunut nimenomaan suuremmissa rakennuksissa, kuten asuinkerrostaloissa, joissa maalämmön hyödyntäminen ei välttämättä aiemmin ole ollut mahdollista tai taloudellisesti kannattavaa energian yleisen hintatason takia.

Kun energian hinta on viimeisen vuosikymmenen aikana noussut jyrkästi, on maalämpö usein ensimmäinen vaihtoehto uudiskohteen lämmitysmuodoksi. Lisäksi esimerkiksi rakennukselle on yhä vaikeampaa saada parasta eli A-energialuokitusta, mikäli lämmitysmuotona ei ole maalämpö.

Maalämpö on luonteeltaan taloudellinen, pitkäikäinen sekä usein ympäristöystävällisin lämmitysmuoto. Vaikka maalämpöön liittyminen kertainvestointina on suuri, maksaa se itsensä takaisin pitkän käyttöikänsä aikana, koska ulkopuolista energiaa, sähköä lukuun ottamatta, ei tarvitse ostaa.

Kriteereitä maalämpöön liittymiselle on enemmän, kuin muilla lämmitysmuodoilla. Jo pelkästään maalämpöjärjestelmän rakentaminen vaatii luvan rakennusvalvonnalta. Uudisrakentamisessa lupa liitetään osaksi rakennuslupaa ja vanhassa rakennuksessa lämmitysmuotoa vaihdettaessa siihen haetaan toimenpidelupaa kunnan rakennusvalvonnasta.

Tämän lisäksi liittymisen poissulkevia tekijöitä on paljon enemmän kuin muilla lämmitysmuodoilla. Maalämpöön liittymisen esteitä voivat olla esimerkiksi sijainti merkityllä pohjavesialueella, maanalaisten rakenteiden päällä tai liian lähellä toisia kaivoja.

Haastattelujen perusteella maalämpöön liittyminen on lyhytkestoinen ja yksinkertainen prosessi pääurakoitsijan näkökulmasta. Hyvin suunniteltuna, koordinoituna sekä valvottuna vältetään mahdollisilta riskeiltä ja viivästyksiltä. Merkittävin riski maalämpöprosessin onnistumisen kannalta tapahtuu kaivojen suunnitteluvaiheessa jo paljon ennen porausten aloitusta työmaalla.

Mikäli energiakaivojen mitoittamisessa epäonnistutaan, voivat seuraukset vuosien kuluessa olla merkittävät. Jo nyt on nähtävissä konkreettisia esimerkkejä siitä, kuinka väärällä mitoituksella tai rakennuksen käyttäjän huolimattomuuden takia lämpökaivot voivat viilentyä ja lämpöenergia loppua.

Onneksi nykyisillä tietomallinnusohjelmilla, mittauksilla ja suunnittelun ammattiosaamisella kyetään ennustamaan, minkä tahansa rakennuksen energiankulutusta ja maaperän lämmönluovutusominaisuuksia jopa vuosikymmenten aikana. Näin pystytään varmistamaan lämpöenergian riittävyys sekä kyseiselle rakennukselle että mahdollisille naapurikiinteistöille, jotka käyttävät tai siirtyvät maalämpöön tulevaisuudessa.

Haastatteluissa selvisi, että suurimmat haasteet työmaalla johtuvat usein porausten viivästymisistä, urakkarajapintojen välisistä töistä, työvaiheiden yhteensovituksen haasteista tai maaperän ominaisuuksista. Nämäkin riskitekijät voidaan kuitenkin minimoida hyvällä suunnittelulla, johon sisältyy muun muassa kaivokentän ja erityisesti varakaivojen sijoittelu, urakkarajojen läpikäynti sopimusvaiheessa, liittyvien töiden ja työmaalogistiikan suunnittelu, työvaiheen työturvallisuussuunnittelu ja porauslietteen käsittelysuunnitelma. Alla olevassa kaaviossa on esitetty karkeasti merkittävimmät tekijät maalämpöurakkaan liittyen pääurakoitsijan näkökulmasta.

Taulukko 1: Maalämpökohteen tärkeimpiä tekijöitä suunnitteluvaiheesta rakennuksen käyttöönottoon. (Pääurakoitsija)

Suunnittelu- /urakkasopimus- vaihe	Työmaavaihe	Rakentamisaikainen lämmitys	Käyttöönotto
<p>Aikataulusuunnittelu:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Viivästyssakot -Kaivojen sijoittelu mahd. kauas muista töistä -Varakaivot 	<p>Työvaiheen suunnittelu:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Liittyvät työt (maanrakennus/paalutus/perustus) -Työmaalogistiikka -Luvat (lietteen käsittelyn suunnittelu, melulupa) -Kaivojen merkkautontille -Lämmönjakohuoneen rakenteet 	<p>MLP:</p> <ul style="list-style-type: none"> -lämpöenergian riittävyys (lisälämmitys runkovaikheessa) -Riittävän suuren sähköliittymän varmistaminen -Lämmön jakaminen (pumpun lämpötila-alue) -Rakennuspöly ja lika 	<p>Käyttökokeet/tarkastukset</p> <p>Opastus</p> <p>Huolto</p>
<p>Urakkarajat:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Kaivut/Täytöt -Läpiviennit 	<p>Työturvallisuus:</p> <ul style="list-style-type: none"> -TTS -Työajat -Kaivannot + pölynhallinta + melu 	<p>Geolo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sijoittelu työmaalla -Sähkön riittävyys -Lämmityksen suunnittelu 	

Rakentamisen aikaiseen lämmitykseen on maalämpökohteessa paljon vaihtoehtoja ja parhaaseen lopputulokseen päästään vain perehtymällä kohteen yksityiskohtiin ja suunnittelemalla runkovaiheen lämmitys huolellisesti. Energian hinnan nousun myötä huolellisella lämmityksen suunnittelulla ja toteutuksella voidaan säästää kymmeniä tuhansia euroja suuressa kohteessa.

Tärkeintä on ottaa huomioon kaivojen mitoittamiseen perustuva maalämpöenergian riittävyys, jotta energiaa ei käytetä rakennusaikana yli varojen. Toinen olennainen asia liittyy riittävän suuren rakennusaikaisen sähköliittymän hankintaan.

Maalämmön hyödyntäminen myös rakentamisvaiheessa on kehittynyt merkittävästi viime vuosina ja sen saralla on kehitetty hienoja innovaatioita, mutta paljon on vielä kehitettävää. Nykyisten ratkaisujen merkittävin haaste on usein korkea hinta. Tämä ongelma kuitenkin todennäköisesti lievenee ajan kuluessa, kun kysyntä kasvaa.

Vaikka työmaan lämmittämiseen hyödynnettäisiinkin maalämpöä, usein käytännössä (ainakin runkovaiheessa) joudutaan turvautumaan myös perinteisiin lämmityskeinoihin. Lämmittämisen hiilijalanjälkeä voidaan tällöin kuitenkin pienentää ostamalla esimerkiksi uusiutuvaa sähköä tai polttoöljyä.

Siirryttäessä työmaa-aikaisesta lämmityksestä lopulliseen, tärkeintä on varmistaa, että järjestelmä toimii kuten on suunniteltu. Tässä vaiheessa apuna ovat erilaiset toimintakokeet, koepaineistukset ja testaukset. Niiden avulla varmistetaan, että tilat ja lämmin käyttövesi lämpenevät vaaditulla tavalla ja, että järjestelmän automaatio toimii. Tämän jälkeen tilaaja opastetaan järjestelmän käyttöön ja säännöllisiin huoltotoimenpiteisiin.

7 Yhteenveto ja kehityskohteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia maalämpöä vaihtoehtona uudis-kerrostalon lämmitysmuodoksi. Lisäksi tavoitteena oli selvittää maalämpöön liittymisen edellytyksiä sekä tekijöitä, jotka pääurakoitsijan tulee ottaa huomioon hankkeeseen ryhtyessään.

Aihe oli varsin ajankohtainen työn tilaajan kannalta, sillä pelkästään pääkaupunkiseudulla on YIT:llä suunnitteilla useita maalämpöhankkeita, kuten Jätkäsaaren Kiertotalouskortteli. Työn on tarkoitus toimia apuna tulevia maalämpöhankkeita suunniteltaessa ja opastaa pääurakoitsijaa kiinnittämään huomiota tarvittaviin yksityiskohtiin maalämpöurakkaan liittyen.

Haastatteluiden avulla onnistuttiin tuomaan sekä pääurakoitsijan että maalämpöurakoitsijan kannalta olennaiset asiat sekä näkökulmat esille. Niiden avulla selvisivät myös tämänhetkiset urakan keskeisimmät haasteet.

Kuten jo aiemmin todettu, maalämmön kysynnän kasvu tulee näkymään yhä enemmän kaikessa rakentamisessa lähivuosina. Yhteisten ilmastotavoitteiden ja -sitoumusten mukaisesti niin kaupungit, rakennusliikkeet kuin yksittäiset kulluttajatkin suosivat yhä enemmän geoenergiaa sen positiivisten ilmastovaikutusten takia.

Maalämpöä hyödyntäen on rakennus mahdollista lämmittää jopa päästöttömästi ja keskimäärinkin sen hiilidioksidipäästöt ovat noin viidesosan verrattuna kaukolämpöön. Kun ottaa huomioon, paljonko Suomen kaltaisessa maassa kuluu energiaa rakennusten lämmittämiseen, piilee tässä valtava potentiaali hidastaa ilmastonmuutosta. Positiiviset vaikutukset eivät rajoitu pelkästään ilmastoon, vaan geoenergialla voidaan myös vahvistaa valtion omavaraisuutta merkittävästi, mikä saattaa nousta tulevaisuudessa kriittiseksi tekijäksi.

Etenkin suuremmissa maalämpöhankkeissa on työmailla paljon kehittämisen varaa. Esimerkiksi YIT:llä ensimmäiset maalämmitteiset

uudiskerrostalohankkeet alkoivat vasta 2020-luvun alussa, joten kokemusta ei työnjohtajilla tai hankkeen vetäjillä ole välttämättä kovin paljon.

Kuten usein rakentamisessa, suunnitelmien ristiriitaisuus ja puutteellisuus aiheuttaa käytännön töissä työmaalla eniten ongelmia. Maalämpötöiden onnistumiseen vaaditaan vähintään arkkitehdin, talotekniikkasuunnittelijan ja maalämpötoimittajan suunnitelmien huolellista yhteensovitusta. Koska osapuolia on näin paljon, jää lopputulos yleensä hyvin vaikeaksi toteuttaa suunnitelmien mukaan.

Suunnittelun ongelmiksi nousevat usein tekniikan tilanpuute ja sen käyttämät reitit. Siksi suunnitteluun on pakko varata enemmän aikaa ja parantaa koordinaointia pääurakoitsijan puolelta. Myös hankinnoissa kannattaa hyödyntää vakiokumppaneita, joista työmailla on kokemusta ja jotka on todettu luotettaviksi toimijoiksi.

Lämpökaivojen porausvaiheessa tärkeimmäksi tekijäksi nousee työmaan huolellinen alue- ja aikataulusuunnittelu. Kun työvaiheita on käynnissä ahtaalla tonnilla useita samaan aikaan, on töiden yhteensovitus ja työmaalogistiikka pakko suunnitella äärimmäisen tarkasti, jos hankkeessa halutaan onnistua.

Lähdeluettelo

1. https://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampo-pumput.pdf
2. https://www.researchgate.net/figure/Geothermal-heat-pump-schematic-in-heating-mode_fig2_316919670
3. RT 50-10755 Maalämmitys
4. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista (2017)
5. <https://www.tomallensenera.fi/maalampo/maaviilea> (luettu 21.2.)
6. Energiakaivojen mitoitukseen liittyvät tekijät (Purhonen 2016)
7. Tilastokeskus: <https://www.stat.fi/julkaisu/cktwror9c4ee10b618t3njtsh> (Luettu 10.2.24)
8. SULPU-lämpöpumpputilasto-2020-kuvaajat.pdf
9. <https://www.tomallensenera.fi/maalampo> (Luettu 21.2.2024)
10. Kiinteistö-, kortteli- ja aluekohtaiset maalämpöratkaisut Helsingissä 2022 (Kuva 2)
11. <https://www.rototec.fi/mita-maalampo-on>
12. https://www.stat.fi/til/rakke/2020/rakke_2020_2021-0527_tau_002_fi.html
13. Kiinteistö-, kortteli- ja aluekohtaiset maalämpöratkaisut Helsingissä (Helsingin kaupunki 2022)

14. RT kortisto: LVI 11-10624 Maalämpöpumput. Kiinteistöjärjestelmät.
15. Ratu (S-1232) RAKENNUSTYÖMAAN SÄÄSUOJAUS
16. Rakennusaikaisen lämmityksen kustannukset ja menetelmät toimitilarentamisessa (Elo Eero 2017)
17. Rakennuksen työaikainen lämmitys (Niemi Jere 2017)
18. <https://www.ramirent.fi/referenssit/kaasulammitys-kerrostalotyomaalla>
19. Rakennustyömaiden energiankulutus (Kielinen Arttu 2023)
20. <https://gebwell.fi/maalampo/kerrostalon-kaivokentan-suunnittelu/>
21. Maalämpökohteiden työmaa-aikainen lämmitys (Pirinen Teemu 2022)
22. <https://raksystems.fi/ajankohtaista/rakennusalalle-kaivattu-ratkaisu/> (luettu 2.3.2024)
23. <https://projektiuutiset.fi/raksystems-kehittaa-geoloa-35-miljoonalla-eurolla/>
24. Strandberg, Per (2023) Maalämmön käyttö rakennusaikaisessa lämmityksessä
25. <https://raksystems.fi/ajankohtaista/yitn-tyomaa-vantaalla-lampenee-geolon-avulla/> (Luettu 3.3.2024)
26. <https://www.rototec.fi/palvelut/maalampokaivon-poraus> (Luettu 3.3.)
27. YIT:n hanketiedot
28. YIT asunnot, Helsingin Jalava ja Vantaan Ihastus

29. YIT: <https://www.yitgroup.com/fi/news-repository/sijoittajauutiset/yit-on-allekirjoittanut-sopimuksen-yrjo-ja-hanna--saation-kanssa-jatkasaaren-kiertotalouskorttelin-rakentamisesta-helsinkiin> (Luettu 10.2.24)

30. Haastattelut (Rototec Oy)

31. <https://www.innoair.fi/WebRoot/Kaupat/Shops/Innoair/5320/0F56/2DFD/FD00/3327/0A28/100B/CFA2/mlp-porakaivo-innoair-periaate.png>

32. Haastattelut (YIT Housing Oy)

33. HHM Maalämpökokemukset (YIT)

Liite 1: Haastattelu 1: Rototec Oy**ROTOTEC Oy – N.N (Suunnittelutiimin vetäjä)**

1. Urakan eteneminen lyhyesti sopimuksen teon jälkeen? (osapuolet/tärkeimmät vaiheet?)

-

2. Aikataulujen pitävyys (Porauskaluston herkkyyys, Poraajien/kaluston saatavuus, työnnot tällä hetkellä?)

-

3. Omat työntekijät – Aliurakointi?

-

4. Tontin käyttö/tilantarve [maa-aineskont(it), Vedenerottelukont(it), Porauskalusto]

-

5. Varakaivot

-

6. Tarvitaanko jokaiselle kaivolle oma lupa?

-

7. Testireijät/koepumppaus?

-

8. Porausten aikainen sähkön/veden tarve?

-

10. Monta matalaa kaivoa vs. vähän, syviä?

-

11. Työmailla esiin tulleet haasteet/riskit?

-

12. Pääurakoitsijan vastuut? Mitä pitää huomioida ennen aloitusta?

-

13. Kallion lujuus. Kuinka tavallista on, ettei päästä haluttuun syvyyteen?

-

14. Kaivojen väliset kaivannot?

-

15. Työsaavutus? Miten muuttuu kaivon syventyessä?

-

16. Kaivosta nouseva vesi. (Käsittely? Voidaanko joutua keskeyttämään?)

-

17. Kaivon syvyyden ja lämpöenergian välinen suhde?

-

18. Vaikutukset muihin töihin? (Paalutus/perustukset..)

-

19. Ajankohtaisia työmaita/referenssikohteita tai muuta, joista saisi kirjoittaa?

-

20. Kuka kaivot suunnittelee? Kenellä vastuu energian riittävydestä ja kuinka pitkään?

-

21. Mallinnus/simulointi lyhyesti?

-

22. Energiakaivojen elinkaari?

-

23. Työturvallisuus?

-

24. Työn valvonta/laadunvarmistus?

-

24. Vuodot järjestelmässä?

-

Liite 2: Haastattelu YIT Housing Oy
YIT Housing Oy – N.N (Työpäällikkö HHM)

1. Onko YIT:llä uudistuotannossa maalämpöön liittyvää kiintiötä/tavoitetta tms?

-

2. Monessako maalämpöhankeessa olet ollut mukana?

-

3. Miten urakointi Rototecin kanssa on onnistunut?

-

4. Minkälaisia haasteita on esiintynyt maalämpöhankeissa verrattuna esim. KL? (Byrokratia, lupaprosessit, käytännön asiat jne...)

-

5. Suositteletko Geoloa kokemusten perusteella? Kuinka monella työmaalla ollut käytössä?

-

6. Järjestelmän heikkoudet?

-

7. Onko se mielestäsi tällä hetkellä taloudellisesti kannattava? (Vrt. Taaleri vs. Ihastus)

-

8. ”Kontin hyötysuhde maalämmön ja sähkön välillä ei ole tiedossa” – Onko joltain työmaalta dataa?

-

9. Rakennusaikainen lämmitys?

-

10. Siirtyminen rakennusaikaisesta lopulliseen lämmitysmuotoon?

-

11. Onko luovutuksen jälkeen ilmennyt ongelmia/yllätyksiä maalämpöön liittyen?

-

12. Häiritsikö Geolo-kontti muita töitä merkittävästi? Siirrehtiinkö?

-

13. Oliko kaivojen sijoittelussa tontille haasteita?

-

14. Oliko erityisyyviä kaivoja? Haasteet?

-

15. Rakentamisenaikaiset erot patteri vs. lattialämpö?

-