

# Maalämpösuunnitteluohje

## Asuinrakennukset

Suunnitteluohjeen kohderyhmänä ovat kaupungin asuntotuotannon rakennuttamat asuintalot, palvelutalot ja pysäköintirakennukset. Ohje on tarkoitettu perinteisiin uudis- ja peruskorjaushankkeisiin. Muissa hankkeissa kuten sr-hankkeissa ohjetta noudatetaan tilaajan harkinnan mukaisesti sovellettuna.

Suunnitteluohjeessa on kuvattu maalämpösuunnittelun prosessi ja eri osapuolien vastuut. Suunnitteluohje täydentää RT-korttien tehtäväluetteloiden kuvauksia maalämpösuunnittelun osalta. Suunnitteluohje on tarkoitettu työkaluksi kaikille maalämpösuunnitteluun osallistuville suunnittelijoille ja se toimii myös tilaajan ohjeena suunnittelijoiden tehtäviä kuvattaessa.

Ohjetta tulee noudattaa rinnan muiden kaupungin suunnitteluohjeiden kanssa. Suunnittelussa noudatetaan myös aina Suomessa kulloinkin voimassa olevia lakeja, asetuksia, määräyksiä ja virallisia ohjeita.

Suunnitteluohje on tehty ensisijaisesti maalämpösuunnittelun näkökulmasta, mutta on sovellettavissa myös ilma-vesi- tai lauhdelämpöpumppujärjestelmien suunnittelussa.

Ohje sisältää:

- maalämpösuunnittelun prosessin
- eri osapuolien tehtävät ja vastuut eri hankevaiheissa
- ohjeita järjestelmien suunnitteluun.

Alkuperäisen ohjeen ovat laatineet Juhana Mikkola, Kari Pusa, Heidi Sell, Lari Tapaninen, Janne Jokisalo, Santeri Siren ja Antti Kujala Ramboll Finland Oy:stä yhteistyössä Helsingin kaupungin Kaupunkiympäristötoimialan Tilat-palvelun energia- ja LVI-asiantuntijoiden kanssa. Ohjeen ovat päivittäneet asuntotuotannon hankkeisiin soveltuvaksi versioksi Att:n talotekniikan asiantuntijat.

**Taulukko 1.** Ohjeen päivitykset.

<b>Päivämäärä</b>	<b>Sivu</b>	<b>Kuvaus muutoksesta</b>	<b>Tekijä</b>

## SISÄLLYS

<b>1. YLEISTÄ</b>	<b>4</b>
1.1 Maalämpösuunnittelun osa-alueet	4
1.2 Suunnitteluvaiheet	4
<b>2. HANKE- JA EHDOTUSSUUNNITTELU</b>	<b>5</b>
2.1 Energiasuunnittelun tehtävät	5
2.2 Maalämpölaitteiston suunnittelun tehtävät	6
2.3 Maalämpökentän suunnittelun tehtävät	6
2.4 ARK-suunnittelun tehtävät	6
2.5 LVI-suunnittelun tehtävät	6
2.6 RAU-suunnittelun tehtävät	7
2.7 Sähkösuunnittelun tehtävät	7
2.8 Geosuunnittelun tehtävät	7
2.9 Pihasuunnittelun tehtävät	7
2.10Tilaaajan tehtävät	7
<b>3. YLEIS- JA TOTEUTUSSUUNNITTELU</b>	<b>8</b>
3.1 Energiasuunnittelun tehtävät	8
3.2 Maalämpölaitteiston suunnittelun tehtävät	8
3.3 Maalämpökentän suunnittelun tehtävät	9
3.4 ARK-suunnittelun tehtävät	10
3.5 LVI-suunnittelun tehtävät	10
3.6 RAU-suunnittelun tehtävät	10
3.7 Sähkösuunnittelun tehtävät	10
3.8 Geosuunnittelun tehtävät	11
3.9 Pihasuunnittelun tehtävät	11
3.10Tilaaajan tehtävät	11
<b>4. RAKENTAMIS- JA VASTAANOTTOVAIHE</b>	<b>12</b>
4.1 Yleistä	12
4.2 Tarjotun laitteiston hyväksyminen	12
4.3 Toimintakokeet	12
4.4 Käytön opastus	13
4.5 Toiminnan optimointi ja viritys	13
4.6 Toimivuustarkastus	13
<b>5. MAALÄMPÖSUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAA</b>	<b>14</b>
5.1 Testikaivon poraaminen	14
5.2 Maalämpökenttä	14
5.3 Energiamittarointi	15
5.4 Maalämpö peruskorjauskohteissa	15

# 1. Yleistä

## 1.1 Maalämpösuunnittelun osa-alueet

Maalämpösuunnittelu on jaettavissa maalämpölaitteiston ja maalämpökentän suunnitteluun. Maalämpölaitteiston suunnittelija vastaa maalämpösuunnittelusta kokonaisuudessaan sisältäen myös vastuun maalämpökenttäsuunnittelusta.

Tässä ohjeessa maalämpösuunnittelun osa-alueet ovat:

- Maalämpökentän suunnittelu ja simulointi
- Maalämpölaitteiston suunnittelu ja mitoitus.

Lisäksi ohjeessa on kuvattu tehtäviä muille osa-alueille maalämpösuunnitteluun liittyen:

- Energiasuunnittelu
- Arkkitehtisuunnittelu
- LVI-suunnittelu
- RAU-suunnittelu
- Sähkösuunnittelu
- Geosuunnittelu
- Pihasuunnittelu
- Tilaaja.

**Maalämpösuunnittelu voidaan sisällyttää osaksi LVIA-suunnittelua, energiasuunnittelua tai se voi olla kokonaan omana kokonaisuutenaan.** Tämä määritetään aina hankekohtaisesti suunnittelun tarjouspyyntöasiakirjoissa. Energiasuunnittelun tehtävät sisältyvät Att:n hankkeissa joko LVIA- tai elinkaarisuunnittelun toimeksiantoon.

## 1.2 Suunnitteluvaiheet

Maalämpösuunnittelun prosessi on kuvattu kuvissa 1,2 ja 4. Prosessissa on kuvattuna keskeisimmät tehtävät ja vastuutahot:

- Hankesuunnitteluvaiheessa energiasuunnittelija selvittää maalämmön/lämpöpumppujärjestelmien toteutettavuuden. Maalämpösuunnittelija arvioi alustavat tilavaraukset ja maalämpöjärjestelmän kustannusarvion.
- Toteutussuunnittelun aikana energiasuunnittelija päivittää rakennuksen energiantarpeen arviot. Maalämpösuunnittelija tuottaa tarvittavat suunnitelmat maalämpökentän toimenpideluvan hakeamiseen ja laatii toteutussuunnittelun aikana toteutuskelpoiset suunnitelmat.
- Rakentamisen aikana varmistetaan asennetun maalämpöjärjestelmän oikea ja tehokas toiminta, käyttöönotto ja käytön opastus. Takuuajana tehdään ja varmistetaan maalämpöjärjestelmän toiminnan optimointi ja viritys.

## 2. Hanke- ja ehdotussuunnittelu



Kuva 1 Päätehtävät hankesuunnitteluvaiheessa.

Osa tehtävistä on kuvattu RT-kortin mukaisessa tate-suunnittelutehtävälueetelossa ehdotussuunnitteluvaiheen (E) tai yleissuunnitteluvaiheen (D) tehtävissä. Hankesuunnitteluvaiheessa on kuitenkin jo tehtävä jäljempänä kuvatut alustavat selvitykset ja laskelmat, jotta energiantuotantomuodosta voidaan päättää hankesuunnitteluvaiheen lopuksi. Laskelmia tarkennetaan yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheessa suunnitelmien tarkentuessa.

### 2.1 Energiasuunnittelun tehtävät

- Maalämpökentän toteutettavuuden selvittäminen sisältäen vähintään seuraavat näkökulmat:
  - tontille mahtuvien energiakaivojen määrän arviointi
  - onko alueella esteitä energiakaivojen poraamiselle
  - sijaitseeko tontti pohjavesialueella
  - onko alueella maanalaisen kaavan mukaan maanalaisia rakennelmia tai varauksia niille
  - jos väestönsuojan läheisyydessä, tarvitaanko selvitys pelastuslaitokselle
  - jos metron läheisyydessä, tarvitaanko selvitys HKL:lle ja HSL:lle
  - arvio siitä, voidaanko isolla tontilla putkisto toteuttaa pintaputkistona
  - maalämmön rakennettavuus selvityksen tilaaminen Helsingin kaupungin johtotietopalvelusta erillisen ohjeen mukaan
- Uudis- ja peruskorjaushankkeissa kiinteistön vuosittaisen lämmityksen ja jäähdytyksen energiantarpeen arvion alustava simulointi.
- Lämmityksen ja jäähdytyksen käytönaikaisten huipputehojen simulointi.
- Energiakaivojen alustavan määrän, syvyyden ja sijainnin arviointi.
- Lämpöpumppujen tehon alustava arviointi. Häiriötilanteiden varalta käytetään yleensä aina vähintään kahta lämpöpumppua.
- Maalämmön alustavan energia- ja tehopeittotavoitteiden asettaminen.

- Investointikustannuksiin vaikuttavien hankekohtaisten erityispiirteiden selvittäminen.
- Energiamuotojen elinkaarikustannusvertailun laatiminen varten otettaville lämmitysmuotovaihtoehdoille (erilaiset yhdistelmävaihtoehdot). Vertailutapauksena on aina kaukolämpö.
- Vertailuun sisällytetään myös vaihtoehtojen E-luvut ja lämmöntuotannon aiheuttamat hiilidioksidipäästöt laskentajaksolla käyttäen kaukolämmölle Helenin päästöskenaariota ja sähkölle kansallista päästöskenaariota. Peruskorjaushankkeissa E-lukua verrataan sekä rakennuksen valmistusajankohdan E-lukuun että nykyhetken E-lukuun ennen peruskorjausta.
- Ehdotus maalämmön lisälämmitysmuodosta elinkaarikustannusvertailun ja toteutettavuuden perusteella.

Hankesuunnitteluvaiheen dokumentit:

- Selvitys maalämpöjärjestelmän rakennettavuudesta
- Energiamuotojen elinkaarikustannusten, E-lukujen ja lämmöntuotannon aiheuttamien päästöjen vertailuraportti
- Energian tavoitekulutusraportti

## 2.2 Maalämpölaitteiston suunnittelun tehtävät

- Maalämpöpumppujen tehon alustava mitoitus ja esimerkituotteiden valinta.
- Maalämmön lisälämmitysmuodon toteutettavuuden arvioiminen.
- Maalämpöjärjestelmän sähkötehon alustavan arvion laatiminen lähtötiedoksi sähkösuunnittelijalle.
- Jäähdytysmuodon toteutettavuuden arvioiminen.
- Tilavarausten arviointi maalämpölaitteistolle huomioiden maalämpöpumppujen sekä varaajien ja muiden laitteiden asennustilan vaatimukset.
- Järjestelmäselostuksen laatiminen maalämpölaitteiston toiminnasta ja lämmityksen sekä jäähdytyksen kattavuudesta.
- Maalämpöjärjestelmän energiamittaroinnin ja –raportoinnin kuvaksen laatiminen.
- Maalämpölaitteiston äänitietojen toimittaminen arkkitehdille lähtötiedoksi tilasuunnittelua varten.
- Maalämpöjärjestelmän yhteensovitus muiden suunnittelualojen kanssa.

Dokumentit:

- Selvitys maalämpöjärjestelmän alustavasta mitoituksesta ja tilavarauksista
- Maalämmön alustava järjestelmäselostus

## 2.3 Maalämpökentän suunnittelun tehtävät

Ei tehtäviä hankesuunnitteluvaiheessa.

## 2.4 ARK-suunnittelun tehtävät

- Maalämpölaitteiden tilavarausten ja äänitekniikan tietojen huomioiminen tilasuunnittelussa.
- Energiakaivojen alustava sijoittelu asemapiirustukseen yhdessä energia-, maalämpö-, piha-, LVI- ja geosuunnittelijan kanssa.

## 2.5 LVI-suunnittelun tehtävät

- Lämmitys- ja jäähdytysverkostojen alustavan tehomitoituksen arviointi.

- Lämmitys- ja jäähdytysverkostojen lämpötilatasojen suunnittelu maalämpöjärjestelmä huomioiden.
- Energiakaivojen sijoittelun huomiointi hulevesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelussa.

## **2.6 RAU-suunnittelun tehtävät**

- Maalämpöjärjestelmän määrittäminen liitettäväksi kiinteistön automaatiojärjestelmään.

## **2.7 Sähkösuunnittelun tehtävät**

- Maalämpöjärjestelmän tehontarpeen huomioiminen sähkösuunnittelussa ja liittymätehon arviointi.
- Sähköliittymän toteutusmahdollisuuden varmistaminen pienjänniteliittymänä, varmistus haettava energialaitokselta.
- Mahdollisten tehonrajoitustoimenpiteiden tarpeen määrittely kohteen sähköverkossa.

## **2.8 Geosuunnittelun tehtävät**

- Maaperän lajin, kallion lämmönjohtavuuden ja kallion syvyyden maanpinnasta selvittäminen maalämpösuunnittelun lähtötiedoksi.
- Tarvittavan louhinnan arvioiminen.

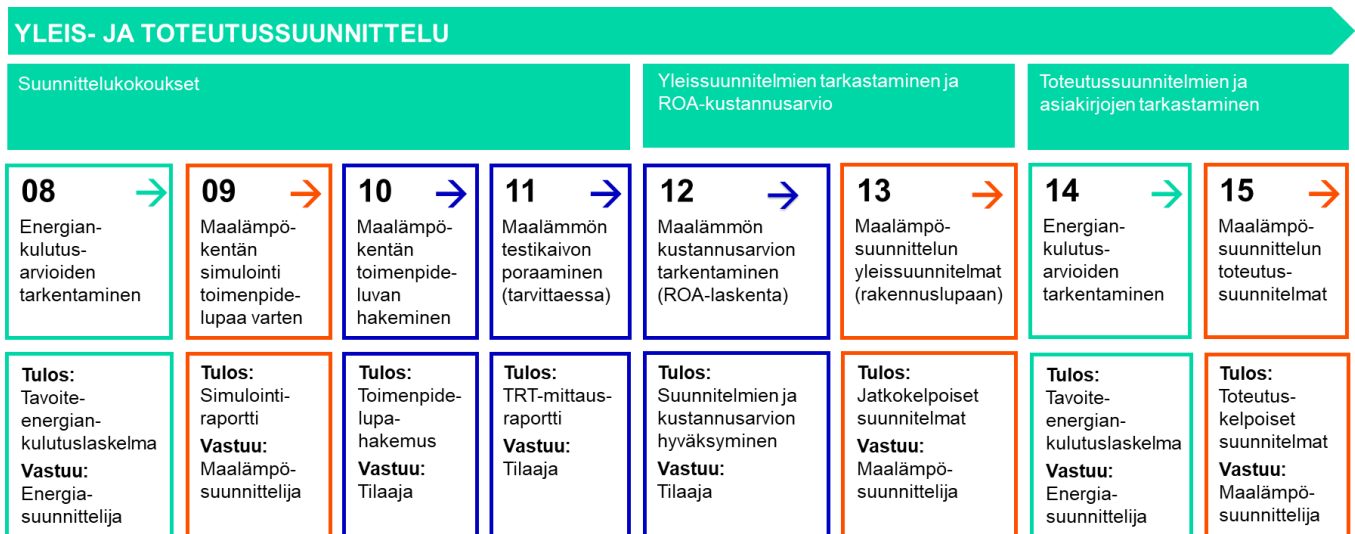
## **2.9 Pihasuunnittelun tehtävät**

- Energiakaivojen sijoittelun yhteensovitus pihasuunnittelun kanssa.

## **2.10 Tilaajan tehtävät**

- Päätös päälämmitysmuodosta ja lisälämmitysmuodosta toteutettavuuden ja elinkaaritaloudellisuuden perusteella.
- Päätös jäähdytyksen toteuttamisesta.

### 3. Yleis- ja toteutussuunnittelu



Kuva 2 Päätehtävät yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheessa.

#### 3.1 Energiasuunnittelun tehtävät

- Kiinteistön vuosittaisen lämmityksen ja jäähdytyksen energiantarpeen arvion tarkentaminen.
- Lämmityksen ja jäähdytyksen käytönaikaisten huipputehojen simuloinnin tarkentaminen.

#### 3.2 Maalämpölaitteiston suunnittelun tehtävät

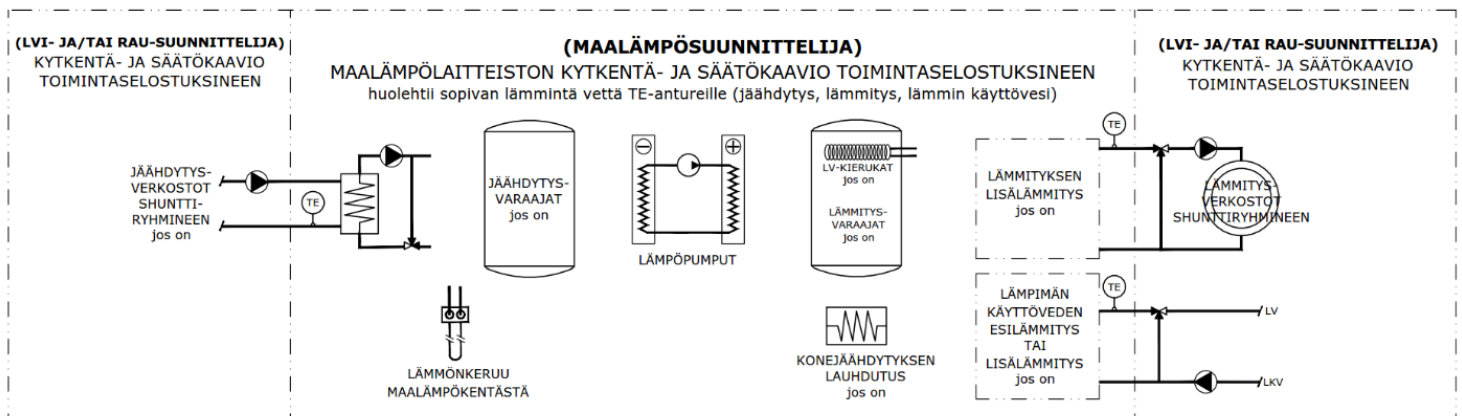
- Vastuu maalämpösuunnittelusta kokonaisuudessaan, sisältäen myös vastuun maalämpökenttäsuunnittelusta ja yhteensovittamisesta.
- Tarvittavien liitteiden toimittaminen toimenpide- tai rakennuslupaan sisältäen mm. pätevyystodistukset.
- Aineiston toimittaminen ROA-kustannuslaskentaan erillisen ohjeen mukaan.
- Maalämmön energiapitoisuuden ja tehopeiton tavoitteen esittäminen tilaajalle.
- Maalämpöjärjestelmän tehomitoituksen päivittäminen (lämmitys- ja jäähdytysteho, sähkötehot).
- Maalämpöpumppujen mitoittaminen ja esimerkkituotteen valinta.
- Maalämpölaitteiston lämpöpumppujen sekä varaajien ja muiden laitteiden asennustilan vaatimusten huomioiminen suunnitelmissa.
- Lämmönjakohuoneen maalämpöjärjestelmän laite- ja putkisuunnittelu mallintamalla, pois lukien mm. tilan lattiakaivon, vesipisteen ja ilmanvaihdon suunnittelu, jotka kuuluvat LVI-suunnitteluun.
- Jäähdytystuotannon suunnittelu.
- Varaajien suunnittelu ja mitoitus kierukoineen ja sähkövastuksineen.
- Maalämpölaitteistoon liittyvien kiertopumppujen mitoitus huomioiden LVI-suunnittelijan mitoittamat verkostojen virtaamat ja painehäviöt.
- Lämpimän käyttöveden ja kierron lämmityksen suunnittelu. Mitoitus tulee LVI-suunnittelijalta, mutta maalämpölaitteiston suunnittelija mitoittaa kierukat ja varaajat.
- Käyttöveden paineenkorotusaseman tarpeen arviointi yhteistyössä LVI-suunnittelijan kanssa.



- Lisälämmityksen suunnittelu mm. sähkövastusten tehot.
- Mikäli lisälämmityksenä käytetään kaukolämpöä, maalämpösuunnittelija laatii kaukolämpösuunnitteluun liittyvät tehtävät kuten suunnitelmien hyväksyttämisen paikallisella energialaitoksella.
- Maalämpöjärjestelmän kojeluettelon tai LVI-laiteluettelon laatiminen sisältäen mm. sähkötehot ja LVI-mitoitukset.
- Maalämpölaitteiston kytkentä- ja säätökaavion ja toimintaselostuksen laatiminen ks. kuva 3.
- Maalämpöjärjestelmän energiamittaroinnin ja -raportoinnin suunnittelu.
- Maalämpölaitteiston äänitietojen toimittaminen arkkitehdille tilasuunnittelua varten.
- Maalämpöjärjestelmän yhteensovitus muiden suunnittelijoiden kanssa.

#### Dokumentit:

- Maalämpöjärjestelmän kytkentä- ja säätökaavio
- Maalämpöjärjestelmän toimintaselostus
- Maalämpöjärjestelmän työselostus
- Maalämpöjärjestelmän kojeluettelo tai LVI-laiteluettelo
- Lämmönjakohuoneen LVI-tasopiirustus maalämpöjärjestelmän osalta
- Maalämpölaitteiston 3D-mallinnus yhdistelmämalliin



Kuva 3. Maalämpösuunnittelun vastuualueet kaavioiden teossa.

### 3.3 Maalämpökentän suunnittelun tehtävät

- Maalämpökentän rakennettavuuden varmistaminen.
- Energiakaivojen määrän, sijoittelun ja syvyyden mallinnus sopivalla mallinnusohjelmalla (EED, GHLEPro tai IDA-ICE Boreholes). Laskelmalla varmistetaan, että mitoituksella päästään tavoite-energianpeittoon ja että maalämpökenttä ei jäädy 50 vuoden tarkastelujaksolla.
- Asemakuvaan porareikien, suojavaivojen, runkoputkien ja kokoojavaivojen sijoittelu ja mitoitus sekä siirtoputkien eristys.
- Maalämpökentän virtaamien ja painehäviöiden mitoitus.
- Maalämpökentän rakentamiseen liittyvän työselostustekstin laatiminen (mm. kaivannot, imeytys ja porausjäte).

- Tarvittavien liitteiden toimittaminen toimenpide- tai rakennuslupaan sisältäen mm. kaivokohtaiset sijainnit ja perustelut, mikäli suojaetäisyydet alitetaan.
- Kaivokentän mitoituksen tarkentaminen termisen vastetestin (TRT-mittaus) ja tarkentuneen energian tavoitekulutuslaskelman perusteella.

Dokumentit:

- Maalämpöjärjestelmän asemapiirustus
- Maalämpökentän mallinnusraportti
- Maalämpökentän virtaamien ja painehäviöiden laskentaraaportti
- Maalämpökentän työselostus (osana LVIA-työselostusta ja huomioiminen muissa työselostuksissa tarpeen mukaan)

### 3.4 ARK-suunnittelun tehtävät

- Energiakaivojen toimenpide- tai rakennusluvan hakemisen koordinointi.
- Energiakaivojen paikkojen määrittäminen asemapiirustukseen yhdessä maalämpö-, energia-, piha-, LVI- ja geosuunnittelijan kanssa.
- Maalämpöjärjestelmän tilantarpeiden ja äänitekniisten tietojen huomioiminen tilasuunnittelussa.

### 3.5 LVI-suunnittelun tehtävät

- Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien suunnittelu verkostoista varaajille, lisälämmittimille tai siirtimille asti.
- Lämpimän käyttöveden ja kierron mitoitus.
- Lämmönjakohuoneen lattiakaivon, vesipisteiden ja ilmanvaihdon suunnittelu.
- Lämmitys- ja jäähdytysverkostojen lämpötilatasojen suunnittelu maalämpöjärjestelmä huomioiden.
- Hulevesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelussa huomioitava energiakaivojen sijoittelu.

### 3.6 RAU-suunnittelun tehtävät

- Maalämpöjärjestelmän määrittäminen liitettäväksi kiinteistön automaatiojärjestelmään.
- Maalämpöjärjestelmän ja rakennusautomaation välisten rajapintojen määrittäminen yhdessä maalämpösuunnittelijan kanssa (lämpöpumpun säätimen liitos väylällä rakennusautomaatioon).
- Automaatiojärjestelmän rajapintojen määrittäminen, jotta on liitettävissä käyttäjän energianseurantajärjestelmään.
- RAU-suunnittelija vastaa laitteiden yksilöllisestä laitetunnusjärjestelmästä. Tunnuksien muodostamisessa käytetään ATT:n RAU-nimeämisohjetta.
- Energiamittaroinnin suunnittelu siten, että maalämpöjärjestelmälle voidaan laskea rakennusautomaatiojärjestelmässä hyötysuhde.

### 3.7 Sähkösuunnittelun tehtävät

- Sähkösuunnittelija suunnittelee maalämpölaitteiston laitteille sähkönsyötöt.
- Kun säätökaaviossa on määritelty sähkömittauksia mm. vastuksille ja maalämpöpumpuille, pitää sähkömittaus suunnitella keskukseen aina ko. laitteelle - ei koko keskukselle.
- Sähkösuunnittelussa tulee huomioida maalämpöjärjestelmän tehontarve.

- Sähkönkulutuksen mittaroinnissa huomioidaan maalämpöjärjestelmän energiamittarointi.
- Kohteen sähköliittymän lopullinen mitoitus ja hyväksyttäminen energialaitoksella.
- Mahdollisten tehonrajoitusten suunnittelu sähköverkossa.

### **3.8 Geosuunnittelun tehtävät**

- Tarvittaessa maaperätietojen tarkentaminen lähtötiedoksi maalämpösuunnitteluun.
- Maalämpökaivantoihin tarvittavan louhinnan huomioiminen geosuunnittelussa.

### **3.9 Pihasuunnittelun tehtävät**

- Energiakaivojen sijaintien huomiointi pihasuunnittelussa.

### **3.10 Tilaajan tehtävät**

- Maalämpökentän toimenpide-/rakennusluvan hakeminen.
- Testikaivon poraamisen tilaaminen (ks. kohta 5.1).
- Urakkatarjouspyynnön kaupallisten asiakirjojen ja sopimusten laatiminen.

## 4. Rakentamis- ja vastaanottovaihe

RAKENTAMISEN VALMISTELU JA RAKENTAMINEN						
Toiminnan varmistus	Laitteiston hyväksyminen	Toimintakokeet	Käytön opastus	Huoltokirja	Takuaika	
<b>16</b> → Maalämpölaitteiden toiminnanvarmistuksen suunnittelu	<b>17</b> → Tarjottu laitteisto vastaa tarjouspyyntöä	<b>18</b> → Laitteiston testaus ja käyttöönotto	<b>19</b> → Maalämpöjärjestelmän käytönopastus	<b>20</b> → Tavoite-energiankulutusarvion päivittäminen toteutukseen perustuen	<b>21</b> → Maalämpölaitteiston etäseuranta, optimointi ja viritys	<b>22</b> → Maalämpölaitteiston toimivuus-tarkastus
<b>Tulos:</b> Hyväksytty toiminnanvarmistussuunnitelma <b>Vastuu:</b> Maalämpösuunnittelija	<b>Tulos:</b> Hyväksytty laiteluettelo <b>Vastuu:</b> Maalämpösuunnittelija	<b>Tulos:</b> Hyväksytty toimintakoe-pöytäkirja <b>Vastuu:</b> LVI-valvoja	<b>Tulos:</b> Opastus pidetty <b>Vastuu:</b> Urakoitsija ja maalämpösuunnittelija	<b>Tulos:</b> Tavoite-energiankulutuslaskelma <b>Vastuu:</b> Energia-suunnittelija	<b>Tulos:</b> Huoltopöytäkirjat <b>Vastuu:</b> Urakoitsija	<b>Tulos:</b> Tarkastusraportti <b>Vastuu:</b> Tilaaja

Kuva 4 Päätehtävät rakentamisen ja käyttöönoton aikana.

### 4.1 Yleistä

Maalämpöjärjestelmälle laaditaan toiminnanvarmistussuunnitelma. Suunnitelman laatii maalämpösuunnittelija ja sitä täydentää tarvittaessa urakoitsija. Järjestelmän energiatehokkaan toiminnan perusta on laitteiston onnistunut käyttöönotto, käyttöhenkilöstön opastaminen sekä jatkuva etävalvonta ja käytönaikein optimointi. Ensimmäisten lämmitys- ja jäähdytyskausien aikana järjestelmä optimoidaan ja viritetään toimimaan oikein eri käyttötilanteissa. Toiminnan seuranta ja järjestelmän viritys sisällytetään kuuluvaksi urakoitsijalle. Toimivuus varmistetaan takuaikana tilaajan tate-valvojilla teettämässä toimivuus-tarkastuksessa, johon osallistuvat myös tate-suunnittelijat ja –urakoitsijat sekä kiinteistön huollosta vastaavan edustaja.

### 4.2 Tarjotun laitteiston hyväksyminen

- Ennen urakoitsijan valintaa **maalämpölaitteiston suunnittelija** tarkistaa, että tarjottu laitteisto vastaa suunniteltua laitteistoa.

### 4.3 Toimintakokeet

- Maalämpölaitteisto tulee aina testata pätevän henkilön toimesta. Testauksesta laaditaan pöytäkirja, johon on kirjattu testatut toiminnot, mittaukset ja testausmenetelmät. Testauspöytäkirjan tulee sisältää kaikki tarkastettavat kohdat, pelkästään havaittujen puutteiden kirjaus ei ole riittävä.
- Maalämpöjärjestelmän käyttöönotto on joko rakentamisen aikana tai rakennuksen käyttöönoton yhteydessä. Tilaaja ja urakoitsija sopivat erikseen, otetaanko maalämpöjärjestelmä käyttöön jo rakentamisajan lämmitykseen.

#### **4.4 Käytön opastus**

- Urakoitsija järjestää käyttäjän huoltohenkilökunnalle käytönopastuksen. Maalämpöjärjestelmän suunnittelija osallistuu käytönopastukseen ja sen suunnitteluun.

#### **4.5 Toiminnan optimointi ja viritys**

- Maalämpöjärjestelmä viritetään ensimmäisen lämmityskauden ja myös jäähdytyskauden aikana toimimaan optimoidusti eri käyttötilanteissa ja sääolosuhteissa sisältäen mm. vesivirtojen säädön, asetusarvojen ja hälytysrajojen läpikäynnin. Virityksestä vastaa urakoitsija.

#### **4.6 Toimivuustarkastus**

- Maalämpöjärjestelmän oikea toiminta varmistetaan takuuajana osana tilaajan teettämää toimivuustarkastusta.

## 5. Maalämpösuunnittelussa huomioitavaa

Maalämpösuunnittelussa on huomioitava joitakin erityispiirteitä. Seuraavaksi on käsitelty testikaivon tilaamista koskevia ohjeita, huomioita maalämpökentän suunnitteluun ja energiamittarointiin sekä peruskorjauskohteissa erityisesti huomioitavia tehtäviä.

### 5.1 Testikaivon poraaminen

Maalämpökentän tarkempaa mitoitusta varten tehdään terminen vastetesti (TRT-mittaus). TRT-mittauksen avulla selvitetään maaperän lämmönjohtavuus ja energiakaivon lämpövastus. Mittausta varten porataan testikaivo, joka jää myöhemmin yhdeksi energiakaivoksi osaksi maalämpökenttää. Testikaivo on hyvä toteuttaa yleissuunnitteluvaiheessa.

Ennen testikaivon tilaamista selvitetään, onko kaupunki teettänyt lähialueilla aiemmin testikaivoja. Mahdollisuuksien mukaan käytetään aiemman testikaivon tuloksia, jolloin uutta testikaivoa ei tarvita.

- Termisen vastetestin eli TRT-mittauksen tarjous sisältää testikaivon poraamisen ja TRT-testin laatimisen. Mahdollisia lisätoimia testin suorittamiseen ovat vesikontin toimittaminen, tarve aggregaatille ja testikaivon putkille kannen/hatun asentaminen.
- Ennen poraamista pidetään aloituskokous tilaajan, porausurakoitsijan ja tarvittavien suunnittelijoiden kesken. Aloituskokouksessa käydään läpi porauspaikan sijainti sekä poraamisen edellytykset.
- Ennen poraamista on haettava toimenpidelupaa, joka yleensä haetaan kaikille maalämpökentän kaivoille samalla kertaa. Tilaaja avaa toimenpideluvan ja maalämpökentän suunnittelijat toimittavat tarvittavat liitteet kaivojen sijainneista ja suojaetäisyyksistä.
- Poraus kestää noin päivän ja TRT-testi kestää noin 2 vuorokautta. Testin jälkeen kaivo tulee aina tulpata hitsaamalla.
- Porauksen yhteydessä poraaja mittaa kaivon paikan ja toimittaa mittausraportin ja porauspöytäkirjan tilaajalle.
- Maalämpökentän suunnittelija päivittää maalämpökentän simulointilaskelmat ja maalämpösuunnitelmat saatujen tulosten perusteella.

### 5.2 Maalämpökenttä

- Maalämpökentän mallinnuksessa simulointiaika on riittävän pitkä (50 vuotta) ja pyritään mahdollisuuksien mukaan lämpövirroiltaan mahdollisimman tasapainoiseen maalämpökenttään.
- Energiakaivot sijoitetaan ensisijaisesti rakennuksen ulkopuolelle. Energiakaivot voidaan vinoporata rakennuksen alle. Tilaajan kanssa on erikseen sovittava energiakaivojen sijoittamisesta rakennuksen alle.
- Kaivokentän muodolla on myös merkitystä kaivoista potentiaalisesti kerättävään energiaan. Liian tiiviisti sijoitetut lämpökaivot varastavat maaperän energiaa toisiltaan. Heikoin kaivokentän muoto on ns. säännöllinen matriisimuoto, jota tulee välttää.
- Maalämpöjärjestelmän kaivonkannet määritellään tiiviiksi.
- Energiakaivojen poraamisen jälkeen tilaaja järjestää sijaintikatselmuksen, jossa tarkistusmitataan kaivojen paikat karttapalvelua varten. Kaivojen sijaintikatselmus voidaan useimmiten yhdistää hankkeen muuhun sijaintikatselmukseen (katselmoidaan kaikki kerralla).

### 5.3 Energiamittarointi

- Maalämpöjärjestelmästä energiankulutuksesta mittaroidaan vähintään maalämpöpumppujen lämmöntuotto ja sähkönkulutus, lisälämmityksen energiamäärä kuten sähkövastusten sähkönkulutus tai kaukolämmön energiankulutus, lämmitys- ja jäähdytysverkostojen energiamäärä ja käyttöveden lämmityksen energiamäärä.
- Lämpöpumppujen lämpökerrointa COP ja konejäähdytyksen kylmäkerrointa EER seurataan rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyllä mittauksella laskennallisesti.
- Maalämpöpumpun sähkönkulutuksen mittausta tulee ottaa maalämpölaitteelta, ei keskukselta.

### 5.4 Maalämpö peruskorjauskohteissa

- Erityisesti peruskorjauskohteissa tulee selvittää tontilla olevat ja sille suunnitellut muut kuin aiemmin mainitut rajoitteet maalämpökaivojen sijoittelulle. Tällaisia rajoitteita voivat olla esimerkiksi tontilla sijaitsevat nykyiset kaivot, putket ja kaapelit, joita ei ole merkitty johtotietokarttoihin ja täydennysrakentamiselle varatut alueet.
- Peruskorjauskohteissa mitoituksen lähtötiedoiksi tarvitaan tiedot toteutuneesta lämmönkulutuksesta ja käyttöveden kulutuksesta useammalta vuodelta sekä lämmönjakojärjestelmien lämpötilatasoista. Usein peruskorjauksessa uusitaan merkittävästi energiankulutukseen vaikuttavia rakenteita ja järjestelmiä, joten peruskorjauksen jälkeinen energiantarve on arvioitava simulointien perusteella.
- Peruskorjaushankkeissa on huomioitava vanhojen kohteiden yleensä korkeammat lämmitysjärjestelmän mitoituslämpötilat, jotka vaikuttavat maalämpöjärjestelmän hyötysuhteisiin
- Jos lämpötilatasoja muutetaan, on huomioitava vaikutukset radiaattorien lämmitystehoihin. LVI-suunnittelija tarkastaa korkean lämpötilan lämmitysjärjestelmissä, voidaanko menoveden lämpötilaa laskea ja verkoston virtaamaa kasvattaa vaihtamalla putkistoa ja lämmönluovuttimia. Mikäli putkistot ja patterit uusitaan, tulee putkistot ja patterit mitoittaa mahdollisuuksien mukaan matalilla lämpötiloilla +45/30 °C
- Vaihtoehtona on kytkeä lisälämmitysjärjestelmä maalämmön kanssa rinnan siten, että maalämpö tuottaa alemmaa lämpötilaa (esimerkiksi +50 °C) ja sitä korkeammat lämpötilat tuotetaan lisälämmityksellä.
- Maalämpöjärjestelmän tilavaraukset vaativat yleensä lisätilaa teknisille tiloille.
- Lämpöpumpun sijoittelussa on huomioitava lämpöpumpun äänentuotto.
- Peruskorjauskohteissa on huomioitava maalämpöjärjestelmän edellyttämät muutokset rakennuksen sähköjärjestelmälle.



## Lähteet

- Helsingin kaupunki 2020. Maalämpökaivot Helsingissä, Maalämpötyöryhmän ehdotus. Kaupunkiympäristön julkaisuja 2020:8
- Helsingin kaupunki 2020. Maalämpö ohje. Helsingin kaupunki, Rakennusvalvonta. Elokuu 2020
- Helsingin kaupunki 2018. Rakennuttamisprosessin toimintakuvaukset 2018. Kaupunkiympäristö Rakennuttaminen. 24.5.2018.
- LVI 11-10624. Maalämpöpumput, Kiinteistöjärjestelmät. LVI-ohjekortti. Rakennustietosäätiö RTS sr. Kesäkuu 2018.