

# **Lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosessit asuinkerrostalojen LVI-suunnittelussa**

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Energi- och miljöteknik
Tunnistenumero:	19056
Tekijä:	Peter Lehto
Työn nimi:	Lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosessit asuinkerrostalojen LVI-suunnittelussa
Työn ohjaaja (Arcada):	Kim Skön
Toimeksiantaja:	Sitowise Oy
Työn ohjaaja (Sitowise Oy):	Jaakko Juslin, insinööri
<p><b>Tiivistelmä:</b></p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on hahmotella yksityiskohtainen ja yksiselitteinen ohjeistus toimeksiantajan Sitowise Oy:n LVI-suunnittelijoiden käyttöön liittyen asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnitteluun. Ohjeistus pohjautuu asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnittelun ydin- ja osaprosesseihin, jotka on avattu opinnäytetyössä sanalliseksi ohjeistukseksi. Opinnäytetyössä esitetty kuvamuotoinen prosessikaavio on alalla yleisesti käytössä oleva. Varsinainen kuvamuotoinen prosessikaavio on tarkoitettu ainoastaan toimeksiantajan käyttöön, eikä sitä ole opinnäytetyön julkisessa versiossa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan Sitowise Oy:n uusien asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnitteluun liittyviin prosesseihin. Opinnäytetyössä ei käsitellä hormisuunnittelua eikä reikäpiirustusten suunnittelua. Menetelmänä on lämmitysjärjestelmien suunnitteluun liittyvän kirjallisuuden tutkiminen sekä Sitowise Oy:n LVI-suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden haastatteleminen. Kirjallisina lähteinä käytettiin muun muassa Energiategollisuuden rakennusten kaukolämmityksen määräyksiä ja ohjeita, Ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelmaa sekä Rakennustieto Oy:n ohjeistuksia. Opinnäytetyö rajoittuu niihin prosesseihin, jotka kuuluvat Sitowise Oy:n uusien asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnitteluun keskittyville LVI-suunnittelijoille. Selkeiden ja yksityiskohtaisten ohjeiden sekä prosessikaavion avulla voidaan minimoida suunnitteluvirheet tai puutteet suunnittelussa. Edellä mainitut aiheuttavat tarpeetonta työtä ja lisäkustannuksia yritykselle sekä mahdollisesti myös suunnittelutyön tilaajalle. Ne saattavat myös kumuloitua muiden suunnittelijoiden, kuten esimerkiksi sähkösuunnittelijoiden, työhön. Opinnäytetyö rakentuu Sitowise Oy:n suunnitteluprosessien mukaisesti. Jokainen kappale käsittelee yhtä ydinprosessia sekä sen osaprosesseja tehtävineen. Suunnitteluprosessit, jotka kuuluvat Sitowise Oy:n LVI-suunnittelijoille ovat luonnossuunnittelu, alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen, suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten, täydentävien suunnitelmien laatiminen/rakentamisen aikaiset tehtävät, käyttöön ja vastaanottoon liittyvät tehtävät sekä erillistehtävät. Opinnäytetyössä todetaan, että uusien kerrostalojen lämmitysjärjestelmien LVI-suunnittelu sisältää useita monimutkaisia prosesseja ja tehtäviä, jotka tarvitsevat tarkentavaa ohjeistusta, jotta suunnitteluprosessi etenee oikeassa järjestyksessä mahdollisimman sujuvasti ja virheettömästi. Lopputuloksena on valmis, yksityiskohtainen suunnitteluohje ja prosessikaavio Sitowise Oy:n uusien asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien LVI-suunnittelijoille. Suunnitteluohje ja prosessikaavio palvelevat sekä Sitowise Oy:tä, että tilaajaa. Suunnitteluohjeen ja prosessikaavion avulla Sitowise Oy pystyy minimoimaan mahdolliset ongelmatilanteet ja turhat korjaukset sekä parantamaan projektien nopeutta ja kustannustehokkuutta.</p>	
Avainsanat:	Lämmitys, Sitowise Oy, LVI, suunnittelu, suunnitteluprosessi, lämmitysjärjestelmä
Sivumäärä:	45
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	27.05.2020

<b>EXAMENSARBETE</b>	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	19056
Författare:	Peter Lehto
Arbetets namn:	Lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosessit asuinkerrostalosten LVI-suunnitelussa
Handledare (Arcada):	Kim Skön
Uppdragsgivare:	Sitowise Oy
Handledare (Sitowise Oy):	Jaakko Juslin, ingenjör
<p><b>Sammandrag:</b></p> <p>Syftet med detta examensarbete är att utveckla detaljerade och entydiga riktlinjer för planeringen av värmesystem vid nybygge av bostadshöghus på uppdragsgivaren Sitowise Oy. Anvisningarna grundar sig på värmesystemplaneringens kärn- och delprocesser, som har skrivits i form av skriftliga anvisningar. Processdiagrammet som presenteras i examensarbetet som en bild används allmänt inom branschen. Det egentliga processdiagrammet är endast avsett för uppdragsgivarens bruk. I detta examensarbete fokuseras endast på värmeplaneringsprocesser som är direkt relaterade till de processer som Sitowise Oy:s VVS-planerare vid nybygge av bostadshöghus använder. Examensarbetet behandlar inte dimensionering av schakt eller planering av håltagningsritningar. Metoden i examensarbetet är att forska lämplig litteratur inom branschen samt att intervjua VVS-planerare och experter på Sitowise Oy. Som skriftliga källor utnyttjas bland annat Energiindustrins regleringar och anvisningar, Miljöministeriets byggnadsbestämmelser samt föreskrifter av Rakennustieto Oy. Avgränsningar i detta examensarbete utgörs av de processer som hör till VVS-planerare inom värmeplanering vid nybygge av bostadshöghus på Sitowise Oy. Med entydiga och detaljerade anvisningar samt processdiagrammet kan misstag eller brister i planeringen undvikas eller minimeras. Dessa förorsakar onödigt arbete och tilläggskostnader för företaget och möjligen också till beställaren. Detta kumuleringsfenomen kan även spridas till andra planeringsavdelningar. Examensarbetet uppbyggs enligt Sitowise Oy:s planeringsprocesser. Varje kapitel behandlar en kärnprocess samt dess delprocesser och uppgifter. De planeringsprocesser som hör till Sitowise Oy:s VVS-planerare är skissplanering, förberedning av preliminära tekniska planer, förberedning av planer för kontraktsberäkning, uppgifter under byggskedet, uppgifter vid ibruktagandet och mottagning samt övriga planeringsuppdrag. I examensarbetet konstateras, att det finns komplicerade processer och uppdrag inom VVS-planeringen vid nybygge av bostadshöghus som kräver specificering för att planeringsprocessen går i rätt ordning utan problem. Examensarbetet erbjuder VVS-planerarna vid Sitowise Oy detaljerade anvisningar och ett tydligt processdiagram gällande faserna inom planeringsprocessen. Planeringsanvisningarna och processdiagrammet utnyttjar alla parter. Med hjälp av dessa kan eventuella problemfall och onödiga korrigeringar minimeras. Även kostnadseffektiviteten kan förbättras.</p>	
Nyckelord:	Värme, Sitowise Oy, VVS, planering, planeringsprocess, värmesystem
Sidantal:	45
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	27.05.2020

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	19056
Author:	Peter Lehto
Title:	Lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosessit asuinkerrosta- lojen LVI-suunnittelussa
Supervisor (Arcada):	Kim Skön
Commissioned by:	Sitowise Oy
Supervisor (Sitowise Oy):	Jaakko Juslin, Bachelor of science, Engineer
<p><b>Abstract:</b></p> <p>The aim of this thesis is to outline detailed guidelines for the HVAC-designers of the heating systems in new apartment buildings by the commissioner Sitowise Oy. The guidelines are based on the core and sub-processes of the heating systems planning. These processes have been clarified in verbal form. The graphic process chart presented in this thesis is commonly used in the industry. The actual chart is only meant for the use of the commissioner. It is not included in the public version. This thesis concentrates only on the processes that the HVAC-designers use for the planning of the heating systems in new apartment buildings in Sitowise Oy. It excludes the planning of concrete pipe-risers and concrete element hole planning. The method is to study literature in this field and to interview the HVAC-designers and experts in Sitowise Oy. The sources are the restrictions and guidelines of the Finnish Energy, the National Building Code of Finland by the Ministry of the Environment and Rakennustieto Oy's instructions. The design flaws and deficiencies can be minimized with the help of clear and detailed guidelines and a process chart. The flaws and deficiencies can cause unnecessary work and additional costs to all parties involved. Also, they might spread to other design departments. The thesis is built according to the planning processes in Sitowise Oy. Every chapter contains one core process with its sub-processes and their tasks. The planning processes used by the HVAC-designers in Sitowise Oy are draft planning, implementation planning, tasks during the building phase, tasks related to usage and commissioning and separate tasks. The result is that the planning process includes several complex processes and tasks which need detailed guidelines in order to minimize the risks. The manual and the process chart serve all parties involved in form of cost efficiency.</p>	
Keywords:	Heat, Sitowise Oy, HVAC, planning, planning process, heat system
Number of pages:	45
Language:	Finnish
Date of acceptance:	27.05.2020

# SISÄLTÖ

<b>KUVAT</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b> .....	<b>9</b>
1.1 Opinnäytetyön tausta ja menetelmä.....	9
1.2 Ongelma .....	9
1.3 Rajaukset.....	10
<b>2 Suunnitteluprosessit</b> .....	<b>11</b>
2.1 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu .....	12
2.1.1 Luonnossuunnittelu .....	13
2.1.2 Tilavaraussuunnittelu .....	16
2.2 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen .....	19
2.2.1 Lämpöhäviölaskelmat .....	20
2.2.2 Peruserroksen suunnittelu ja tarkennukset.....	23
2.2.3 Laiteluettelot.....	27
2.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten .....	28
2.3.1 Erilaisten kerrosten suunnittelu .....	28
2.3.2 Mitoitus ja tasapainotus.....	28
2.3.3 Laiteluettelotarkennukset ja tehotiedot kaukolämpökaavioon .....	30
2.3.4 Suunnitelmien viimeistely.....	31
2.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen .....	32
2.4.1 Asemapiirustus.....	32
2.4.2 Lämmönjakokeskuksen tarkastus ja hyväksyntä .....	33
2.4.3 Mahdolliset lattialämmityssuunnitelmien tarkastukset .....	33
2.5 Rakentamisen aikaiset tehtävät.....	34
2.6 Erillistehtävät .....	35
<b>3 Suunnitteluprosessien kehittäminen</b> .....	<b>36</b>
<b>4 Johtopäätökset ja pohdinta</b> .....	<b>37</b>
<b>5 SAMMANFATTNING</b> .....	<b>38</b>
<b>Lähteet</b> .....	<b>41</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>43</b>

## KUVAT

<b>Kuva 1. Asuntosuunnitteluhankkeen vaiheet ydinprosesseina [2, s. 1]</b>	<b>11</b>
<b>Kuva 2. Luonnossuunnittelun ehdotuksen laatiminen [2, s. 2-3]</b>	<b>13</b>
<b>Kuva 3. Luonnossuunnittelun luonnoksen laatiminen [2, s. 4-5]</b>	<b>15</b>
<b>Kuva 4. Patterinousu huoneen nurkassa [3]</b>	<b>16</b>
<b>Kuva 5. Ohjeellinen tilantarve kaukolämpölaitteille [4, s. 4]</b>	<b>17</b>
<b>Kuva 6. Tilantarpeet eri lämmitystavoille [9, s. 2]</b>	<b>17</b>
<b>Kuva 7. Esimerkki kerrostalon teknisestä tilasta [9, s. 4]</b>	<b>18</b>
<b>Kuva 8. Lämmönjakuhuone ja runkoputket [3]</b>	<b>19</b>
<b>Kuva 9. Lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan U-arvot [7, s. 13]</b>	<b>21</b>
<b>Kuva 10. Esimerkki Roomin tuloksista eri huoneissa [3]</b>	<b>23</b>
<b>Kuva 11. Patterin asennus ja patterin mittateksti [3]</b>	<b>25</b>
<b>Kuva 12. Erilaisia mittatekstejä, joita käytetään lämpösuunnittelussa [3]</b>	<b>26</b>
<b>Kuva 13. Esimerkki valmiista laiteluettelosta Sitowise Oy:ssä [6]</b>	<b>27</b>
<b>Kuva 14. Esimerkki lämmönjakokeskuksen mitoituksesta [4, s. 73]</b>	<b>29</b>
<b>Kuva 15. Lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat [4, s. 57]</b>	<b>29</b>
<b>Kuva 16. Lämmitystekniset tiedot [6]</b>	<b>31</b>
<b>Kuva 17. Asemapiirustus [3]</b>	<b>32</b>
<b>Kuva 18. Kokonaisen asunnon lattialämmityssuunnitelma [3]</b>	<b>33</b>

## Määritelmät

Automaatiolaite	Laite tai järjestelmä, joka toimii automaattisesti.
DN	Putken nimellinen ulkohalkaisija millimetreinä. Esimerkiksi DN15 tarkoittaa, että ulkohalkaisija on 15 millimetriä.
ELPO-hormi	Rudus Oy:n valmistama hormielementti.
Jakotukkikaappi	Taipuisalla putkella toteutetuissa alajakoisissa putkituksissa käytettävä useamman patterin yhdistävä putkien jakokohta; asennetaan usein kytkentäkaappiin.
Hormi	Betonielementti mihin asennetaan pystysuunnassa kulkevat viemärit, ilmakeinavat sekä muu tekniikka.
Johtokartta	Piirustus alueesta, johon on merkitty maan alla kulkevat johdot.
Liitosilmoitus	Asiakirja tarvittavista tonttiliittymän tiedoista.
Liitoskohtalausunto	Asiakirja energialaitokselta, missä määritellään esimerkiksi kaukolämpöputken liitoksen korkeus tontilla.
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto.
LVI-työselostus	Teknisten järjestelmien kuvausta varten oleva asiakirja.
Lämmönjakohuone	Tekninen tila, missä lämmönjakokeskus sijaitsee.
Lämmönjakokeskus	Kiinteistön lämmitysjärjestelmä liitetään kaukolämpöön lämmönjakokeskuksessa. Lämmönjakokeskus siirtää veden kiinteistön lämmitysjärjestelmään.
Lämmönsiirrin	Komponentti tai elementti, joka siirtää lämmön eri lämpöisten nesteiden välillä. Toiselta nimeltään lämmönvaihdin.
Mallintaminen	Tietokoneohjelmilla luotu kolmiulotteinen versio LVI-suunnitelmasta.

Peruskerros	Rakennuksen kerros, joka toimii suunnittelun perustana ylemmille kerroksille.
Prosessi	Sarja toimenpiteitä, jotka tekemällä saavutetaan haluttu lopputulos.
Putkinousu	Kerrosten välillä kulkevat putket.
Reikäkuva	Erillinen suunnitelma, jossa betonielementteihin on merkitty putkien läpivientien tiedot.
Ristiin vertailu	Useamman suunnitelman yhdistäminen, minkä tarkoituksena on varmistaa, että eri piirustusten tekniikkaratkaisut eivät ole toistensa kanssa ristiriidassa.
Runkoputki	Putki, joka jaetaan eri putkinousuille.
Tasopiirustus	Yhden kerroksen suunnitelma.
Tekninen tila	Rakennuksessa sijaitseva tila, missä sijaitsevat talotekniset laitteet.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön tausta ja menetelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosesseja asuinkerrostalojen LVI-suunnittelussa. Opinnäytetyön toimeksiantaja on noin 1 700 henkeä Suomessa, Pohjoismaissa ja Baltiassa työllistävä Sitowise Oy, joka on maamme suurimpia rakennusalan suunnittelu- ja konsultointitoimistoja sekä johtava kaupunkiseutujen monialahankkeiden osaaja.

Täysin suomalaisomisteisen yrityksen yli 40 vuoden kokemus mahdollistaa laaja-alaisen ja laadukkaan osaamisen tarjoamisen. Se kattaa kaikki rakennetun ympäristön suunnittelu-, asiantuntija- ja digitaaliset palvelut sekä uudis- että korjausrakentamisen osa-alueilla. Lisäksi yritys on edelläkävijä erityisesti tiedolla johtamisessa ja tietomallintamisessa. Sitowise Oy (myöhemmin tekstissä Sitowise) toimii Baltiassa, Pohjoismaissa sekä 27 paikkakunnalla Suomessa. [1]

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehostaa Sitowisen asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosessia luomalla sitä varten kaikki sen osa-alueet kattava, selkeä suunnitteluohje. Yksityiskohtainen suunnitteluohje on tarkoitettu ainoastaan opinnäytetyön toimeksiantajan Sitowisen käyttöön. Ohjeessa käydään läpi kaikki yrityksen LVI-suunnittelijoiden työtehtäviin kuuluvat suunnitteluprosessin aikaiset osa-alueet sekä niihin kuuluvat osatekijät. Opinnäytetyön menetelmänä on Sitowisen LVI-suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden haastattelemine sekä alan kirjallisuuden, kuten esimerkiksi rakennusmääräysten tutkimine.

## 1.2 Ongelma

Koska Sitowisellä ei ennen tätä opinnäytetyötä ole selkeää suunnitteluohjetta asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnittelijoille, vaarana saattaa olla, että suunnittelija etenee suunnittelutyössä epäkäytännöllisessä tai jopa väärässä järjestyksessä, jolloin suunnitteluprosessi hidastuu ja tehottomaan työhön kuluu turhaan resursseja. Lisäksi ilman ohjetta saatetaan joutua tilanteeseen, missä suunnittelija vaihtuu kesken

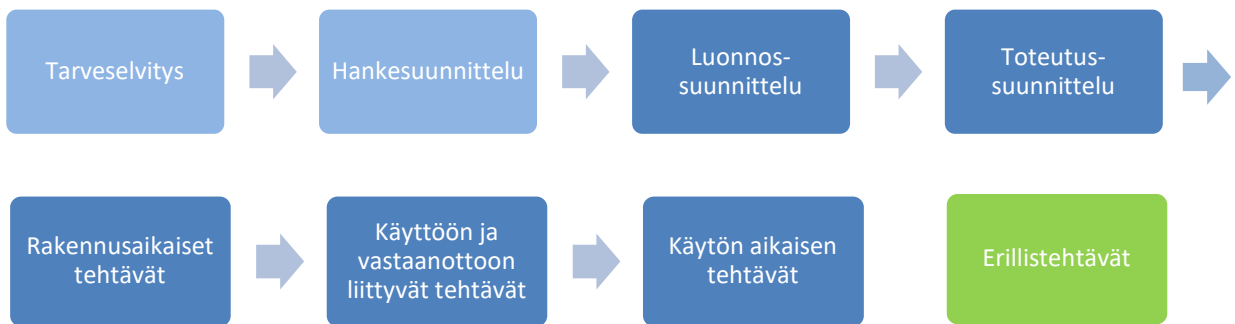
suunnitteluprosessin ja seuraava henkilö jatkaa suunnittelua omalla, edellisestä poikkeavalla tavallaan. Edellä mainitut riskit voidaan eliminoida kehittämällä prosessi-  
muotoinen suunnitteluohje. Yhtenäisellä ja yksiselitteisellä ohjeella varmistetaan kaikki  
asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnitteluun liittyvät tekniset vaatimukset  
täyttävä ja resurssitehokas suunnittelutapa.

### **1.3 Rajaukset**

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan Sitowisen uusien asuinkerrostalojen  
lämmitysjärjestelmien suunnitteluun liittyviin prosesseihin. Opinnäytetyössä ei käsitellä  
hormisuunnittelua eikä reikäpiirustusten suunnittelua.

## 2 SUUNNITTELUPROSESSIT

Asuntosuunnittelun suunnitteluprosesseihin kuuluvat tarveselvitys, hankesuunnittelu, luonnossuunnittelu, toteutussuunnittelu, rakennusaikaiset tehtävät, käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät, käytön aikaiset tehtävät sekä erillistehtävät. Tarveselvityksen ja hankesuunnittelun tekee pääsääntöisesti tilaaja. [2] Ne on merkitty alla olevaan yleisessä käytössä olevaan prosessikaavioon vaaleammalla värillä.



*Kuva 1. Asuntosuunnitteluhankkeen vaiheet ydinprosesseina [2, s. 1]*

Asuntosuunnittelun tehtäväluettelossa (RT 10-10827) toteutussuunnittelu sisältää neljä eri vaihetta, jotka ovat:

- 4.1 Alustavien teknisten suunnitelmien laatiminen
- 4.2 Rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjojen laatiminen
- 4.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten
- 4.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen

Kohdat 4.1, 4.3 ja 4.4 ovat suunnittelutyömääriltään niin suuria kokonaisuuksia, että Sitowisessä on päätetty jakaa toteutussuunnittelu kolmeksi eri ydinprosessiksi. [3]

Sitowisessä LVI-suunnittelijat osallistuvat luonnos- ja tilavaraussuunnitteluun, alustavien teknisten suunnitelmien laatimiseen (toteutussuunnitteluun), suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten, täydentävien suunnitelmien laatiminen, rakentamisen aikaisiin tehtäviin sekä mahdollisiin erillistehtäviin, joita saattaa tulla projektin eri vaiheissa. Sitowisen kaikkien uusien asuinkerrostalojen suunnitteluprojektien suunnitteluprosessit sekä niiden sisällöt ovat lähtökohtaisesti samoja. [3]

Jokainen ydinprosessi sisältää LVI-suunnittelijoille kuuluvia suunnittelutehtäviä, jotka vaativat tarkat, oikeat lähtötiedot, jotta suunnittelu sujuu ongelmitta. On ehdottoman tärkeää, että kaikki lähtötiedot on tarkistettu jo ennen kuin LVI-suunnittelija aloittaa projektin suunnittelemisen. Mikäli lähtötiedot ovat vaillinaisia tai virheellisiä LVI-suunnittelija saattaa huomaamattaan tehdä vääriä päätöksiä, mikä taas johtaa ylimääräiseen, turhaan työhön, kun suunnittelija palaa prosessissa takaisinpäin muuttamaan jo valmiiksi oletettua työtä. Tämä puolestaan johtaa turhiin kustannuksiin sekä suunnitteluprosessin hidastumiseen. [2]

Jo valmiiksi oletettu työ saattaa myös toimia pohjana jollekin toiselle yrityksen suunnitteluosastolle, kuten esimerkiksi sähkösuunnittelulle. Näin virhe saattaa nopeasti kumuloitua henkilöresurssien lisätarpeena myös yrityksen sisällä suunnittelutyön hidastuessa. Mikäli virhe on alun perin tilaajan, myös tilaajalle saattaa koitua ylimääräisiä kuluja erillisten lisätöiden muodossa. Prosessikaavion avulla LVI-suunnittelija näkee esitetyt lähtötiedot jokaiseen ydinprosessiin sekä halutun lopputuloksen prosessille. [2]

Sitowisessä työskentelevien LVI-suunnittelijoiden päivittäisiin työkaluihin lämmitysjärjestelmien suunnittelussa kuuluvat tietokoneohjelmat MagiCAD, Tekla BIMsight, Solibri, MagiCAD Room, AutoCAD sekä Rajsa. Käytössä on myös omatarkastuslista, joka sisältää ne osatekijät, jotka suunnittelija tarvitsee työssään. Omatarkastuslistan avulla suunnittelija voi tehdä alustavan tarkistuksen siitä, että kaikki tarvittavat asiat on esitetty suunnitelmissa ja että muut suunnitelmiin liittyvät asiat ovat kunnossa. [3]

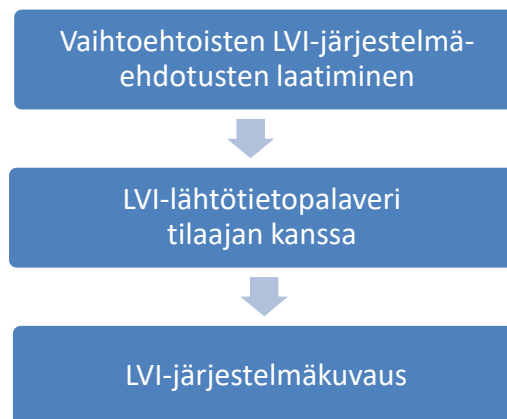
## **2.1 Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu**

Luonnos- ja tilavaraussuunnittelu on tärkeä osa alustavaa LVI-suunnitelmaa. Se jakaantuu nimensä mukaisesti kahteen osaan; luonnossuunnitteluun ja tilavaraussuunnitteluun. [3] Luonnos- ja tilavaraussuunnittelua edeltävät tarveselvitys ja hankesuunnittelu kuuluvat pääsääntöisesti tilaajalle. [Kuva 1.]

### 2.1.1 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheen alussa halutaan varmistaa, että hankesuunnitelma on käytännössä toimiva. Luonnossuunnittelua edeltävään hankesuunnitteluun kuuluu lähtötietojen määrittely suunnittelua varten sekä teknisten ratkaisujen tavoitteiden määrittely. Hankesuunnittelussa käydään läpi myös hankkeen rahoitustoteutustapa ja aikataulu. Hankesuunnittelusta vastaa pääsääntöisesti tilaaja. [2]

Luonnossuunnittelun ensimmäinen vaihe hankesuunnitelman tarkastuksen jälkeen on vaihtoehtoisten LVI-järjestelmäehdotusten laatiminen. Tässä vaiheessa määritellään mahdolliset vaihtoehdot LVI-järjestelmille sekä niiden valintaperusteet. Tämän osaprosessin lopputuloksena on valmis LVI-järjestelmäkuvaus. [2]



*Kuva 2. Luonnossuunnittelun ehdotuksen laatiminen [2, s. 2-3]*

Luonnossuunnittelun seuraava vaihe on luonnoksen laatiminen. [Kuva 3.] Tässä osaprosessissa tekniset tiedot kootaan ja varmistetaan, että pysytään hankesuunnitelman määrittelemissä valinnoissa. Tässä vaiheessa tilaaja myös täsmentää alustavat tekniset tiedot, tilantarpeet sekä käytettävät järjestelmät. [2]

Luonnoksen laatimisen aikana LVI-suunnittelija määrittää, kuinka paljon tilaa projektissa tarvitaan teknisille tiloille sekä niiden tarkan sijainnin rakennuksen sisällä. Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa tämä vaihe tarkoittaa lämmönjakohuoneen sijainnin sekä suunnitellun verkostolämpötilan hyväksyttämistä energialaitoksella. [2]

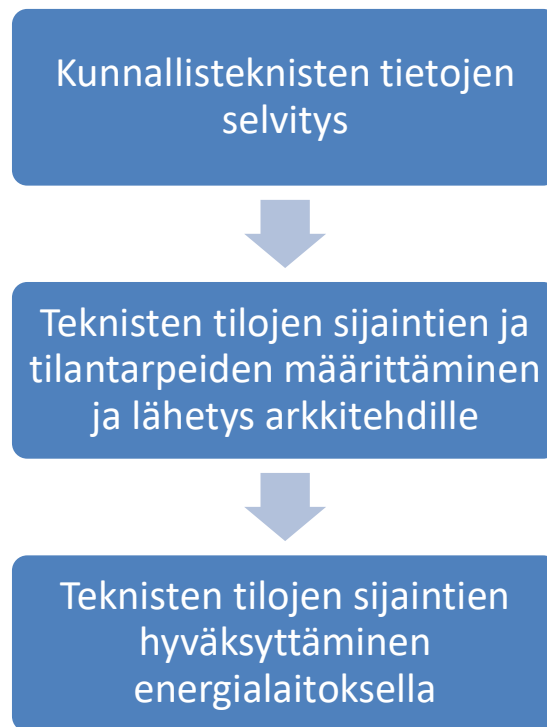
Tässä osaprosessissa suunnittelija joutuu myös selvittämään kunnalliset liittymätiedot vesijohdolle, jäte- ja sadevesiviemärille sekä lämmityssuunnittelussa kaukolämmölle. Lisäksi LVI-suunnittelija tarkistaa tontilla olevien johtojen sijainnit kunnalta tilatun johtokartan avulla. [2]

Johtokarttaa sekä edellä mainittuja tietoja tarvitaan liitoskohtalausunnon tilaamiseen. LVI-suunnittelija informoi myös rakennuttajaa alustavista kunnallisteknisistä liitoskustannuksista. Tässä osaprosessissa LVI-suunnittelija tekee myös tilavaraukset rakennuksen teknisille tiloille eli lämmönjakohuoneille sekä hormoneille. [3]

Luonnos- ja tilavaraussuunnittelun laatimisen tavoitteena on

- määrittää teknisten tilojen tilantarpeet, niiden sijainti rakennuksen sisällä sekä käytettävät järjestelmät
- varmistaa määritellyt valinnat LVI-järjestelmäkuvauksella edellä mainittuihin
- tarkistaa johtojen sijainnit kunnalta tilatun johtokartan avulla sekä tilata tämän perusteella rakennettavan alueen liitoskohtalausunnot
- informoida rakennuttajaa alustavista kunnallisteknisistä liitoskustannuksista sekä
- päättää alustavat hormisijoitukset sekä, mikäli tarpeellista, merkitä ne myös arkkitehdin luonnossuunnitelmiin.

LVI-suunnittelijan kannattaa jo alustavan tilavaraussuunnittelun aikana käydä läpi myös putkireitit lämmönjakohuoneelle sekä tarkistaa, että hormitilavaraussuunnitelmassa on otettu huomioon kaikki tarvittava tila tekniikalle. [3]



*Kuva 3. Luonnossuunnittelun luonnoksen laatiminen [2, s. 4-5]*

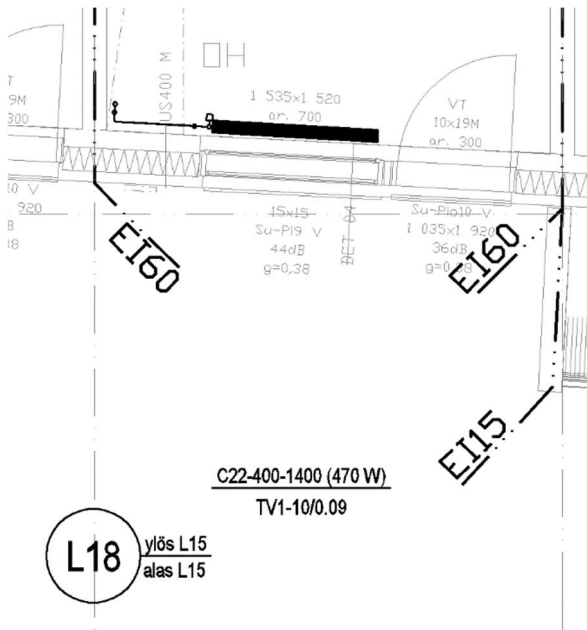
Luonnossuunnitteluvaiheeseen kuuluu myös patterinousujen ja/tai jakotukkikaappien sijaintien määrittäminen sekä runkoputkien reitit lämmönjakohuoneesta patterinousuille. Patterinousujen sijainnit määritellään pääsääntöisesti etsimällä niille paras mahdollinen sijainti asunnoissa, jotka ovat patterin lähettyvillä. Patterinousu sijoitetaan yleensä huoneen nurkkaan tai, jos ikkuna on liian kaukana nurkasta, ikkunan viereen. [6]

Useimmissa asuntokohteissa alimmat kerrokset eivät ole samanlaisia kuin ylemmät asuinkerrokset. Tällöin patterinousuja saatetaan joutua siirtämään ensimmäisten kerrosten kohdalla, jotta linjat saadaan niiden oikeille, parhaiten sopiville paikoille. Mikäli asuntojen pohjapiirustukset eroavat toisistaan eri kerroksissa, toisin sanoen asuntojen ikkunalinjat vaihtelevat, tulee patterinousut sijoittaa siten, että linjan sivuttaissiirrot ovat mahdollisimman pienet. [6]

Jakotukkikaappien sijainti on sovittava arkkitehdin kanssa erikseen. Lisäksi molemmissa edellä mainituissa tapauksissa kiintokalusteiden sijoittelu on otettava huomioon ennen nousujen ja/tai kaappien sijaintien lopullista määrittelemistä. Runkoputkien reittien

suunnittelu lämmönjakohuoneesta nousuille tehdään myös alustavasti tässä vaiheessa eli suunnitellaan paras mahdollinen reitti kerroksiin nouseville lämmitysputkille. [6]

Kuva 4 on esimerkki siitä, miten patterinousu on sijoitettu huoneen nurkkaan.



Kuva 4. Patterinousu huoneen nurkassa [3]

## 2.1.2 Tilavaraussuunnittelu

Tilavaraussuunnittelussa laaditaan tarvittavat tiedot arkkitehdille, jotta kiinteistön suunnittelua voidaan jatkaa ilman myöhemmin mahdollisesti ilmaantuvia ongelmia tarvittavan tilan kanssa. Tässä vaiheessa laaditaan tarvittavat hormitiedot, kuten esimerkiksi hormien ulkomitat, kotelot, alakatot, lämmönjakohuoneen tilantarve, putkinousujen sijainnit sekä runkoputkien reitit. [2]

Teknisen tilan mitoitus, eli tässä tapauksessa lämmönjakohuoneen mitoitus, määritellään asennettavien teknisten laitteiden tilantarpeen mukaisesti. Kiinteistön lämmönjakokeskus ja päävesimittari sijaitsevat pääsääntöisesti lämmönjakohuoneessa. Laitteita varten tulee varata riittävä tila, että niiden käyttö ja huolto onnistuvat ongelmitta. Pääsääntöisesti lämmönmyyjä määrittelee tilantarpeen mittauskeskukselle. Mittauskeskukselle on varattava vähintään 800 millimetriä vapaata huoltotilaa sen koko pituudelta.

Tilan korkeuden tulee olla vähintään 2 000 millimetriä. Lisäksi lämmönjakokeskus vaatii huoltoa tarvitseville sivuille vähintään 600 millimetriä huoltotilaa. [4]

Kuvasta 5 käy ilmi kaukolämpölaitteiden ohjeellinen tilantarve, kun taas Kuva 6 esittää tilantarpeet eri lämmitystavoille. Kuva 7 on esimerkki kerrostalon teknisestä laitetilasta.

Asuinrakennuksen tilavuus m <sup>3</sup>	Lämmönsiirrinten lukumäärä	Kaukolämpölaitteiden tilantarve m <sup>2</sup>	Muiden laitteiden tilantarve m <sup>2</sup>
500	2	2	määritetään laitteiden tilantarpeen mukaisesti ja lisätään kaukolämpölaitteiden tilantarpeeseen
500	3	2,5	
1 000	3	3	
1 000	4	4	
10 000	4	5	
20 000	4	5	

Kuva 5. Ohjeellinen tilantarve kaukolämpölaitteille [4, s. 4]

Taulukko 1.

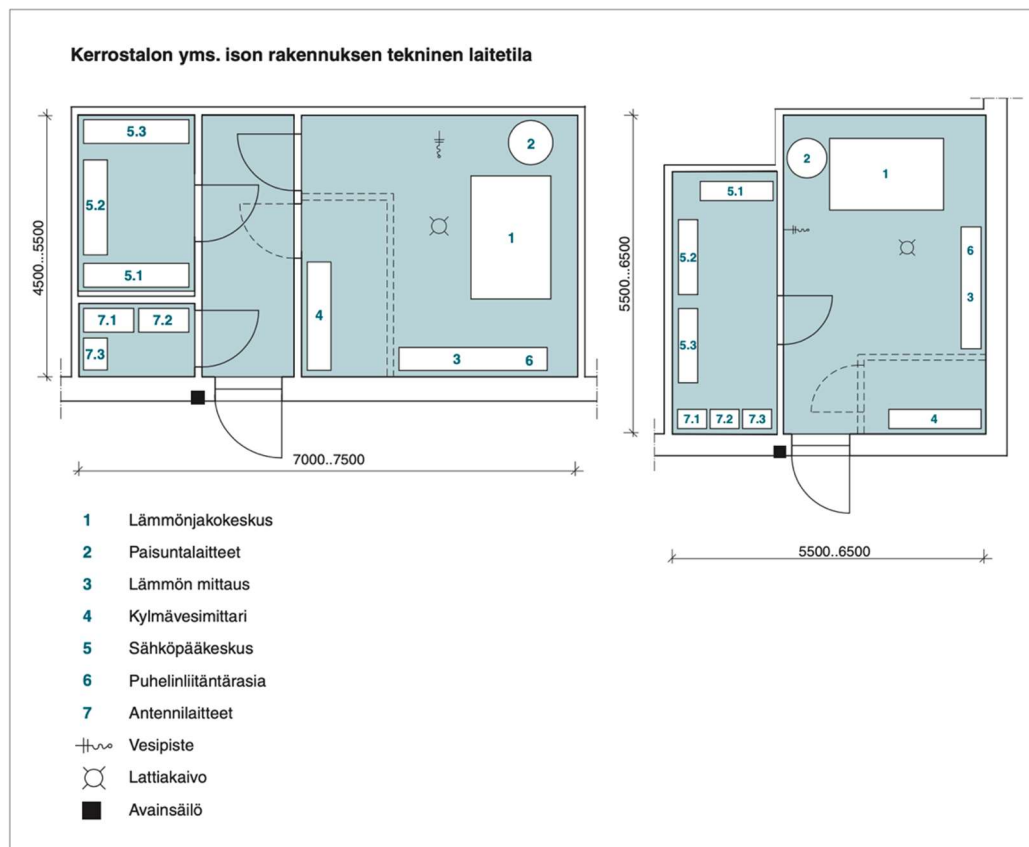
Eri lämmitystapojen vaatima tekninen tila, huoneala ja korkeus.

Rakennus tilavuus	Kaukolämmitys pinta-ala/korkeus	Öljylämmitys* pinta-ala/korkeus	Varaava sähkölämmitys pinta-ala/korkeus	Osittain varaava sähkölämmitys pinta-ala/korkeus
m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> m	m <sup>2</sup> m	m <sup>2</sup> m	m <sup>2</sup> m
500	2 2,2	4... 6 2,2	6...8 2,4	6...8 2,4
1 000	3 2,2	5... 8 2,4	– –	6...10 2,4
3 000	3 2,2	6...10 2,4	– –	– –
5 000	3 2,2	10...15 2,4	– –	– –
10 000	4 2,2	15...20 2,4		
15 000	5 2,2	17...30 3		
20 000	5 2,2	20...35 3		
25 000	5 2,2	30...40 3		
30 000	6 2,2	10...45 3		
40 000	6 2,2	35...50 3		
50 000	7 2,2	35...55 3		
75 000	8 2,2	40...65 3		
100 000	8 2,2	50...70 3,5		

\* maakaasulämmityksen tilantarve on sama kuin öljylämmityksen

\* puupellettilämmityksen teknisen tilan tarve on esitetty RT 52-10876 Puupellettilämmitys

Kuva 6. Tilantarpeet eri lämmitystavoille [9, s. 2]



Kuva 7. Esimerkki kerrostalon teknisestä tilasta [9, s. 4]

Teknisen tilan suunnittelussa on varmistettava, etteivät putket pääse jäätymään. Tästä syystä on määritelty, että tilan sisälämpötilan tulee olla ainakin 10°C. Lämpötila ei kuitenkaan saa nousta yli 35°C:en. Teknisessä tilassa on myös oltava riittävä ilmanvaihto, joka on säädettävissä, jos sille on tarvetta. Pääsääntöisesti putket sekä tekniset laitteet lämpöeristetään, jotta lämpötila ei nouse liikaa. [4]

Lämmönjakohuoneen sijainnin hyväksyttäminen kuuluu myös luonnos- ja tilavarauksen suunnitteluun. Teknisen tilan sijoituksesta pitää keskustella lämmönmyyjän kanssa ennen kuin itse tilan suunnittelu aloitetaan. Lämmönjakohuoneen sijainti määritellään pääsääntöisesti yhdyskuntateknisten liitoskohtien mukaisesti, mutta etäisyyden kauko-  
lämpöverkosta tekniseen tilaan tulee olla mahdollisimman lyhyt. Lämmönjakohuoneen kaikki tekniikka pyritään sijoittamaan samaan kaivantoon kustannusten alentamiseksi. [4][5]

Samasta syystä eri yritysten tekniikka sijoitetaan samaan tilaan, johon on yhteinen sisäänkäynti. Lämmönjakohuoneen sisäänkäynti on pääsääntöisesti suoraan ulkoa.



Lämmityssuunnittelun osaprosessit tässä ydinprosessissa ovat lämpöhäviölaskelmien laatiminen, peruskerroksen suunnittelu ja laiteluetteloiden laatiminen lämmityslaitteiden osalta. [3]

Tämän ydinprosessin haluttu lopputuote on yhteen sovitettut ja asiakkaan hyväksymät peruskerroksen LVI-suunnitelmat. [2]

### **2.2.1 Lämpöhäviölaskelmat**

Tässä osaprosessissa lasketaan tarvittavan lämmitystehon tarve kiinteistön jokaiselle huonetilalle. Samalla lasketaan myös kyseisten tilojen arvioidut lämpöhäviöt. [6]

Lämpöhäviölaskelmiin kuuluvat

- rakennusosien eli rakennuksen vaipan yhteenlaskettu lämpöhäviö
- vuotoilman lämpöhäviö sekä
- tuloilman lämmityksen tarve huonetilassa.

Sitowisen LVI-suunnittelijat käyttävät lämpöhäviölaskelmissa työkaluna MagiCADin Room-lisäosaa sekä ilmanvaihdon ilmamääriä ja lämpötiloja. [7][3]

Rakennuksen vaipan yhteenlasketun lämpöhäviön laskemiseen tarvitaan rakennusosa-kohtaisia lämmönläpäisykertoimia eli U-arvoja. Jokaisella rakennusosalla on oma U-arvo, esimerkiksi seinän U-arvo on  $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ . [7]

Kuvasta 9 selviävät lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien U-arvot.

Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien lämmönläpäisykerroimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja laskettaessa rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvoa:

seinä	0,17 W/(m <sup>2</sup> K)
hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm)	0,40 W/(m <sup>2</sup> K)
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/(m <sup>2</sup> K)
ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)	0,17 W/(m <sup>2</sup> K)
maata vasten oleva rakennusosa	0,16 W/(m <sup>2</sup> K)
ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku	1,0 W/(m <sup>2</sup> K)

Kuva 9. Lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan U-arvot [7, s.13]

U-arvoja tarvitaan seuraavassa yhtälössä, jonka avulla saadaan laskettua rakennuksen vaipan yhteenlaskettu lämpöhäviö. [7]

$$\Sigma H_{\text{joht}} = \Sigma(U_{\text{ulkoseinä}}A_{\text{ulkoseinä}}) + \Sigma(U_{\text{yläpohja}}A_{\text{yläpohja}}) + \Sigma(U_{\text{alapohja}}A_{\text{alapohja}}) + \Sigma(U_{\text{ikkuna}}A_{\text{ikkuna}}) + \Sigma(U_{\text{ovi}}A_{\text{ovi}})$$

Jossa:

$\Sigma H_{\text{joht}}$  rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K

U rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/(m<sup>2</sup>K)

A rakennusosan pinta-ala, m<sup>2</sup>.

Rakennuksen vuotoilman lämpöhäviö lasketaan seuraavasti: [7]

$$H_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v,\text{vuotoilma}}$$

Jossa:

$H_{\text{vuotoilma}}$  vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K

$\rho_i$  ilman tiheys, 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$c_{pi}$  ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(KgK)

$q_{v,\text{vuotoilma}}$  vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s

Vuotoilmavirran  $q_v$ , vuotoilma ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) määrä saadaan laskettua seuraavalla kaavalla: [7]

$$q_v, \text{ vuotoilma} = \frac{q_{50}}{3600 \times x} A_{\text{vaippa}}$$

Jossa:

$q_{50}$	rakennusvaiipan ilmanvuotoluku $\text{m}^3/(\text{h} \times \text{m}^2)$
$A_{\text{vaippa}}$	rakennusvaiipan pinta-ala $\text{m}^2$
$x$	kerroin, joka muuttuu riippuen kerrosten määrästä: yksi kerros 35, kaksi kerrosta 24, kolmesta neljään kerrokseen 20, viidestä kerroksesta ylöspäin 15
3600	muuttaa ilmavirran yksikköä $\text{m}^3/\text{h}$ :sta $\text{m}^3/\text{s}$ :ksi

Viimeinen tarvittava yhtälö lämpöhäviölaskelmia varten on *ilmanvaihdon lämpöhäviön* laskemista varten. [7]

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} t_d t_v (1 - \eta_a)$$

Jossa:

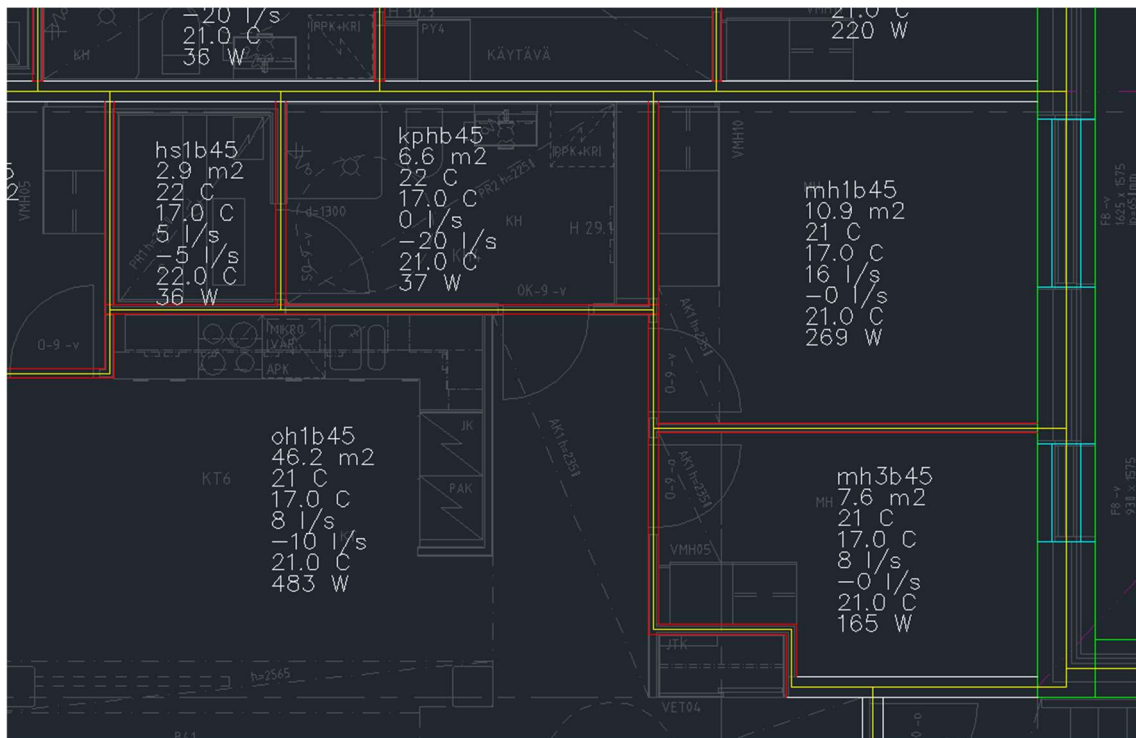
$H_{iv}$	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
$\rho_i$	ilman tiheys, $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, $1000 \text{ Ws}/(\text{KgK})$
$q_{v, poisto}$	standardikäytönmukainen laskennallinen poistoilmavirta, $\text{m}^3/\text{s}$
$t_d$	ilmanvaihtojärjestelmän keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h
$t_v$	ilmanvaihtojärjestelmän viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk
$\eta_a$	ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, joka on lämmöntalteenottolaitteistolla vuodessa talteen otettavan ja hyödynnettävän energian suhde ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaan energiaan, kun lämmöntalteenottoa ei ole.

## 2.2.2 Peruskerroksen suunnittelu ja tarkennukset

Uusissa asuinkerroistaloissa on yleensä asuntoja, jotka toistuvat samanlaisina monessa eri kerroksessa. Siksi yleensä alin asuinkerros, joka vastaa ylempien kerrosten asuntoja, suunnitellaan ensimmäisenä. Kun peruskerros on suunniteltu valmiiksi, suunnitelmaa voidaan kopioida seuraavissa kerroksissa, Näin LVI-suunnittelijan ei tarvitse erikseen turhaan suunnitella vastaavia tiloja kaikissa kerroksissa. [6]

Lämmityssuunnittelussa peruskerroksen suunnittelu ei ole prosessina kovinkaan monimutkainen. Kun ilmanvaihto on jo suunniteltu kiinteistön peruskerrokselle, eli ilmamäärät ja lämpötilat ovat tiedossa ja lämpöhäviölaskelmat tehty Roomilla, voidaan aloittaa myös peruskerroksen lämmityssuunnittelu. [6]

Kuva 10 on esimerkki MagiCAD Roomin tuloksista.



Kuva 10. Esimerkki Roomin tuloksista eri huoneissa [3]

Ensimmäinen vaihe peruskerroksen suunnittelussa lämpöhäviölaskelmien jälkeen on sijoittaa tarvittavat lämmityspatterit suunnitelmaan. Patterien merkki ja malli valitaan tilaajan määrittämien lähtötietojen perusteella. Mikäli tilaaja ei ole erikseen määritellyt

haluamiaan tuotteita, valinnassa käytetään MagiCADin antamaa sopivaa geneeristä lämmitykseen käytettävää patteria. [6]

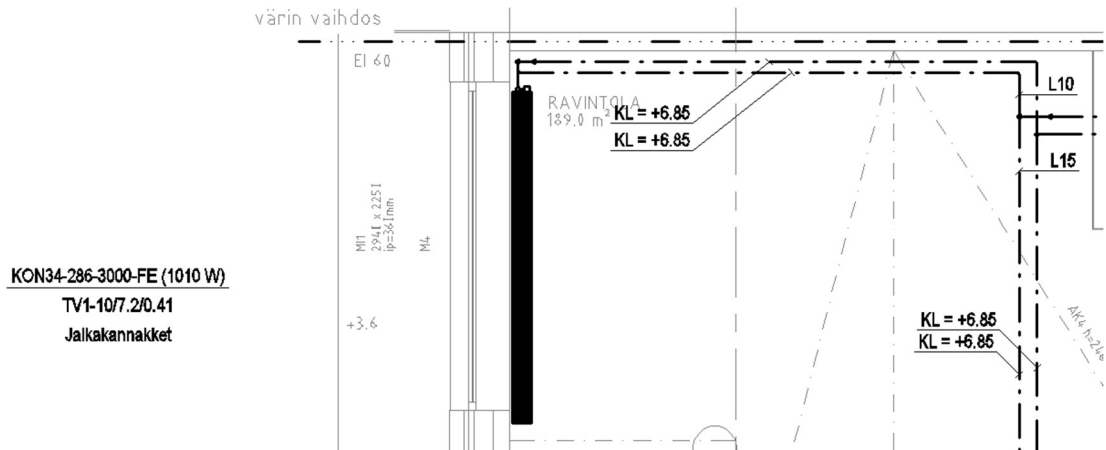
Patterien valinnassa pitää ottaa huomioon ikkunoiden koko, huoneen ikkunoiden lukumäärä, mitoituslämpötilat sekä tarvittava lämmitysteho huoneelle. Mikäli huoneessa on enemmän kuin yksi ikkuna, huoneen lämmitystehon tarve jaetaan mahdollisimman tasaisesti kaikille ikkunoille. [6]

Patterien leveydet ja korkeudet saattavat vaihdella ikkunapenkin korkeuden mukaan. Asennuskorkeuden tulee olla vähintään 100 mm lattianpinnasta, jotta siivoaminen patterin alta onnistuu ongelmitta. Patterit pitää myös pääsääntöisesti asentaa vaakasuoraan, jotta

- ilma voidaan poistaa pattereista
- patterit varusteineen toimivat vaaditulla tavalla
- patterit sijaitsevat keskeisesti ikkunoihin ja/tai rakenteisiin nähden
- patterin varusteita, kuten esimerkiksi venttiiliä, ilmaruuvia ja tyhjennysventtiiliä, on helppo käyttää
- ovet eivät riko patterin varusteita tai itse patteria
- lämpölaajeneminen on otettu huomioon sekä
- patterin sijoittelu täyttää kyseisen tilan esteettiset vaatimukset.

Kun kaikki patterit on sijoitettu kriteerien mukaan oikeisiin paikkoihin, ne kytketään niille tarkoitettuihin patterinousuihin. Putkina käytetään pääsääntöisesti kupariputkea, mutta vaihtoehtoisesti voidaan myös käyttää teräs-, monikerrosmuovi- tai muovipinnoitettua kupariputkea. Jos patterista on sille tarkoitettulle nousulle pitempi välimatka kun 500 mm, sitowisessä piirretään menoputki paluuputken kanssa ensin lattiatasolla, ja lähempänä patteria nostetaan putki oikealle korkeudelle. Jos välimatkaa on vähemmän, voidaan menoputki piirtää suoraan patterin kytkentäkorkeudella. [8]

Seuraavalla sivulla kuvassa 11 näkyy esimerkki patterin asennuksesta sekä patterin mittatekstistä.

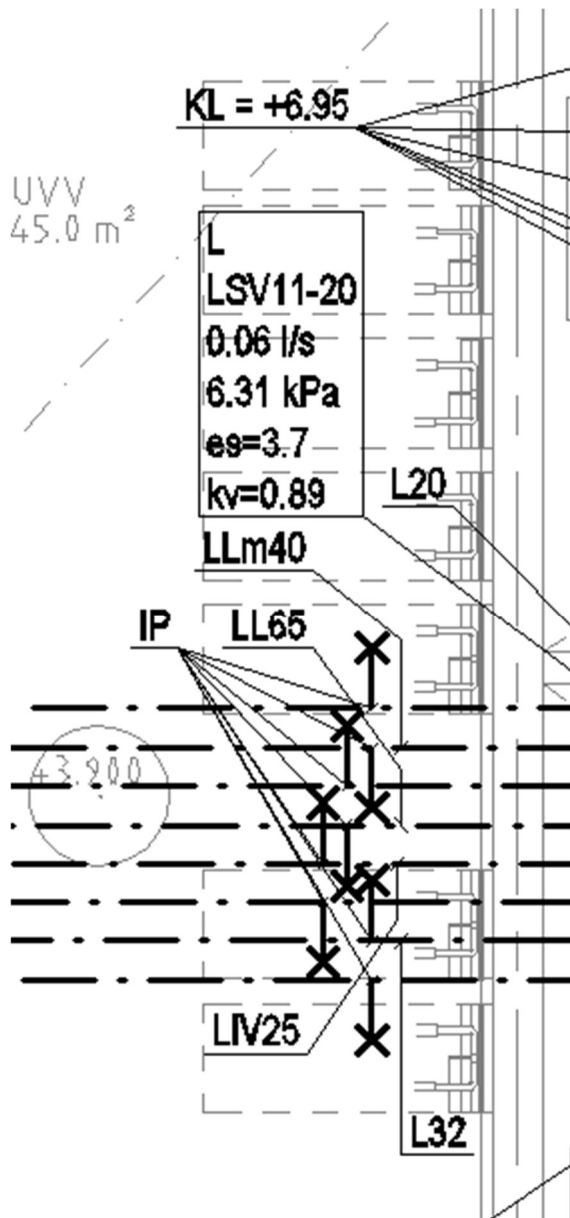


Kuva 11. Patterin asennus sekä patterin mittateksti

Kun patterit ovat kytketty patterinousuihin, lisätään tarvittavat mittatekstit. Tässä tapauksessa mittateksteillä tarkoitetaan patterin kokoa, lämmitystehoa, venttiiliä sekä muuta mahdollisesti tarvittavaa tietoa. Lisäksi tulee ilmoittaa putkien kokomerkinntä sekä patterinousujen ylös/alas merkinnät ja niiden koot. [3]

Jos kerroksissa on tarvetta erikoispattereille tai esimerkiksi märkätilan vesikiertoiselle lattialämmitykselle, myös ne suunnitellaan ja merkitään tässä vaiheessa. Mikäli tarvetta, myös ELPO-hormissa kulkevat nousut suunnitellaan projektin tässä vaiheessa. Pääsääntöisesti patterinousut kulkevat asuntokohtaisesti ikkunoiden vierestä, huoneen nurkasta tai muusta mahdollisesta paikasta ylös. [6]

Kuvassa 12 seuraavalla sivulla esitetään erilaisia esimerkkejä mittateksteistä



Kuva 12. Erilaisia mittatekstejä, joita käytetään lämpösuunnittelussa [3]

Peruskerroksen suunnittelun jälkeen käydään koko kerros perusteellisesti läpi Sitowisen omatarkastuslistan kanssa. Tarkoituksena on tehdä listan avulla kaikki tarvittavat tarkennukset, mikäli jotain on päässyt unohtumaan. Tavoitteena on näin minimoida riskit siitä, että suunnitelmaan mahdollisesti jääneet virheet tai unohdukset siirtyvät seuraaviin kerroksiin, kun aloitetaan peruskerroksen kopiointi. [3]

## 2.2.3 Laiteluettelot

Tämän osaprosessin tarkoituksena on luoda asiakirja, joka sisältää kaikki lämmitysjärjestelmän suunnitteluun liittyvät laitteet sekä niiden tekniset tiedot. Lämmityssuunnittelun laiteluetteloon kuuluvat muun muassa lämmönvaihtimet, moottoriventtiilit, pumput, paisuntasäiliöt, varoventtiilit, paine-erosäätimet sekä ilmantoistimet. [6]

Kuva 13 on esimerkki siitä, miltä valmis laiteluettelo voi näyttää.

LAITETUNNUS	NIMITYS	VAIKUTUSALUE	SIJAINTI	TEKNISET ARVOT	NYKY- NEN	HANKKI- ASENTAA	HUOM.
TI	LÄMPÖMITTARI			ALUE 0...+130°C, SUOJATASKULLA		PU	
PI	PAINEMITTARI			PUTKEEN, SUOJATASKULLA		PU	
AIP	ALIPAINELÄMPÖANTURI					PU	
LKVPUI	PUMPPU	LÄMMINVESIKIERTO		KATSO MITOITUSTAULUKKO		PU	
LKYTE-MVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	LÄMMIN KÄYTTÖVESI		ASENNUS SUORAAN PUTKEEN		AU/PU	
LKYTE-PVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	LÄMMINVESIKIERTO		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
LKVTVI	MOOTTORIVENTTIILI	LÄMMIN KÄYTTÖVESI		24V, 0...10V, ASENTOTIEDOLLA, KÄSIKÄYTTÖ, KATSO MITOITUSTAULUKKO		AU/PU	
IVPE	PAINEANTUREI	IV-VERKOSTO		NÄYTÖLLÄ		AU/PU	
IVPU1	PUMPPU	IV-VERKOSTO		KATSO MITOITUSTAULUKKO, INTEGROITU SC		PU	
IVSC	KIERROSNOPEUDEN SÄÄDIN			PORTAATON		PU	
IVTE-MVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	IV-VERKOSTO		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
IVTE-PVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	IV-VERKOSTO		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
IVTV1	MOOTTORIVENTTIILI	IV-VERKOSTO		24V, 0...10V, ASENTOTIEDOLLA, KÄSIKÄYTTÖ, KATSO MITOITUSTAULUKKO		AU/PU	
LLVPE	PAINEANTUREI	LATTIALÄMMITYS		NÄYTÖLLÄ		AU/PU	
LLVPU1	PUMPPU	LATTIALÄMMITYS		KATSO MITOITUSTAULUKKO, INTEGROITU SC		PU	
LLVSC	KIERROSNOPEUDEN SÄÄDIN	LATTIALÄMMITYS		PORTAATON		PU	
LLVTE-MVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	LATTIALÄMMITYS		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
LLVTE-PVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	LATTIALÄMMITYS		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
LLVTS-MVE	LÄMPÖTILAKYTKIN	LATTIALÄMMITYS		PANTA KIINNITYS, MEKAANISESTI ASETELTAVA RAJA-ARVO		PU	
LLVTV1	MOOTTORIVENTTIILI	LATTIALÄMMITYS		24V, 0...10V, ASENTOTIEDOLLA, KÄSIKÄYTTÖ, KATSO MITOITUSTAULUKKO		AU/PU	
LLVMPPE	PAINEANTUREI	MÄRKÄTILAT		NÄYTÖLLÄ		AU/PU	
LLVMPU1	PUMPPU	MÄRKÄTILAT		KATSO MITOITUSTAULUKKO, INTEGROITU SC		PU	
LLVMSC	KIERROSNOPEUDEN SÄÄDIN	MÄRKÄTILAT		PORTAATON		PU	
LLVMTPE-MVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	MÄRKÄTILAT		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
LLVMTPE-PVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	MÄRKÄTILAT		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
LLVMTS-MVE	LÄMPÖTILAKYTKIN	MÄRKÄTILAT		PANTA KIINNITYS, MEKAANISESTI ASETELTAVA RAJA-ARVO		PU	
LLVMTV1	MOOTTORIVENTTIILI	MÄRKÄTILAT		24V, 0...10V, ASENTOTIEDOLLA, KÄSIKÄYTTÖ, KATSO MITOITUSTAULUKKO		AU/PU	
KLFO	VIRTAUSMITTAUS	KAUKOLÄMPÖ		ULTRAÄÄNIMITTARI		ENRG	
KLOO	LÄMPÖMÄÄRÄMITTAUS	KAUKOLÄMPÖ		ULTRAÄÄNIMITTARI		ENRG	
KLTE-MVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	KAUKOLÄMPÖ		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
KLVO-KV	VESIMITTARI			DN50		HSY	
KLVO-LV	VESIMITTARI	LÄMMINVESI		DN50		PU	
TE/HKLUKKO	LÄMPÖTILA- JA VALOANTURI	ULKOILMA	POHJOISPU	ULKOANTURI. ESIM. PRODUAL LUX34		AU	
PVPU1	PUMPPU	PATTERILÄMMITYS		KATSO MITOITUSTAULUKKO, INTEGROITU SC		PU	
PVSC	KIERROSNOPEUDEN SÄÄDIN	PATTERILÄMMITYS		PORTAATON		PU	
PVTE-MVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	PATTERILÄMMITYS		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
PVTE-PVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	PATTERILÄMMITYS		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	
PVTV1	MOOTTORIVENTTIILI	PATTERILÄMMITYS		24V, 0...10V, ASENTOTIEDOLLA, KÄSIKÄYTTÖ, KATSO MITOITUSTAULUKKO		AU/PU	
PVPE	PAINEANTUREI	PATTERILÄMMITYS		NÄYTÖLLÄ		AU/PU	
KLTE-PVE	LÄMPÖTILA-ANTURI	KAUKOLÄMPÖ		PUTKEEN, SUOJATASKULLA		AU/PU	

Kuva 13. Esimerkki valmiista laiteluettelosta Sitowise Oy:ssä [6]

Valmis laiteluettelo lähetetään seuraavaksi sähkösuunnittelijalle, joka saa siitä lähtötiedot omaa suunnitteluaan varten. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää, että laiteluettelo on ajan tasalla ja että siihen on kirjattu oikeat ja tarpeeksi tarkat tiedot kaikista laitteista. [3]

Laiteluettelo-osaprosessi ei ole pelkästään lämmitysjärjestelmien suunnittelua varten, sillä esimerkiksi ilmanvaihdon laiteluettelo on aivan yhtä tärkeä, koska sieltä sähkösuunnittelija saa esimerkiksi tarvitsemansa ilmanvaihtolaitteiden sähkö tiedot. [3]

## 2.3 Suunnitelmien laatiminen urakkalaskentaa varten

Tässä ydinprosessissa päätetään muun muassa urakkamuodoista sekä tehdään tarkennuksia kaikkiin LVI-suunnitelmiin. Ydinprosessissa suunnitellaan myös erilaiset kerrokset sekä yleiset tilat, tehdään tarvittavat mitoitukset ja tasapainotukset sekä varmistetaan, etteivät lämmitysjärjestelmäsuunnitelmat mene ristiin muiden LVI-suunnitelmien kanssa. [2][3]

### 2.3.1 Erilaisten kerrosten suunnittelu

Peruskerroksesta poikkeavien kerrosten suunnittelu tehdään sen jälkeen, kun peruskerros on suunniteltu valmiiksi ja hyväksytty. Erilaisilla kerroksilla tarkoitetaan sekä alimman kerroksen että ylempien kerrosten mahdollisesti peruskerroksesta poikkeavien tilojen suunnittelua. Tällaisia poikkeavia tiloja ovat esimerkiksi väestönsuoja, lämmönjakohuone, runkoputkien reitit, yleiset tilat sekä saunaosastot. [2]

### 2.3.2 Mitoitus ja tasapainotus

Lämmitysjärjestelmän mitoituksessa ja tasapainotuksessa pitää ottaa huomioon sekä äänitekninen että itse virtaustekninen mitoitus. Ääniteknisellä ja virtausteknisellä mitoituksella tarkoitetaan sitä, että putkisto mitoitetaan siten, etteivät putkiston painehäviö ja virtausnopeus aiheuta asunnoissa äänitekniisiä ongelmia. Painehäviöiltään järjestelmän kuuluu olla mahdollisimman tasapainossa käyttötarkoitusten puitteissa. Lämmitysjärjestelmän eri osat tulee varustaa linjasäätöventtiileillä, jotta järjestelmä saadaan tasapainotettua tarpeen mukaan. Lämmönjakokeskuksen mitoitus on myös kriittinen osa mitoitusta ja tasapainotusta. [8]

Mitoituksessa pitää myös ottaa huomioon aikaisemmin hyväksytyt verkostolämpötilat, koska aiemmin käytettiin 30°C lämpötilaeroja (70°C/40°C), mutta nykyisin on mahdollista käyttää myös matalalämpötiloja (45°C/30°C). [3]

Mikäli verkostossa halutaan käyttää muita kuin edellä mainittuja lämpötiloja, energialaitokselta täytyy erikseen saada siihen hyväksyntä, kuten kappaleessa 2.1.1 Luonnosuunnittelu mainittiin. [3] Seuraavalla sivulla kuvassa 14 nähdään esimerkki lämmönjakokeskuksen tiedoista. Kuva 15 puolestaan esittää lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat.



KOHDE		LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN LAITTEIDEN MITOITUS									
LÄMMÖNSIIRTIMET		KÄYTTÖVESI LKV		LATTIALÄMMITYS LLV		IV-VERKOSTO IV		MÄRKÄTILAT LLVM		PATTERILÄMMITYS PV	
VALMISTAJA											
TEHO	kW	339		53		48		13		15	
		ENSIÖ	TOISIO	ENSIÖ	TOISIO	ENSIÖ	TOISIO	ENSIÖ	TOISIO	ENSIÖ	TOISIO
VRTAUS	dm <sup>3</sup> /s	1,64	1,70	0,15	2,55	0,14	0,39	0,04	1,04	0,04	0,24
TILAVUUS	dm <sup>3</sup>										
LÄMPÖTILAT	°C – °C	70 / 20	10 / 28	115 / 33	30 / 35	115 / 33	30 / 60	115 / 33	30 / 33	115 / 33	30 / 45
PAINEHÄVIÖ	kPa	6	6	1	5 (max7)	1	3 (max 7)	1	6 (7max)	1	3 (max7)
SUUNNITTELUPAINE	MPa	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
RAKENNEAINE											
SÄÄTÖLAITTEET		LKVT1		LLVT1		IVTV1		LLVMT1		PVT1	
VALMISTAJA											
SÄÄTÖVENTTIILI											
VRTAUS	dm <sup>3</sup> /s	0,82		0,15		0,14		0,04		0,04	
PAINEHÄVIÖ	kPa	54,7		32		27		29,1		39,9	
KOKO/KVS-ARVO	DN/Kvs	15/4		10/1,0		10/1,0		10/0,25		10/0,25	
KIERTOESIPUMPUT		LKVP1		LLVP1		IVP1		LLVMT1		PVP1	
VALMISTAJA											
TYYPPI											
VRTAUS	dm <sup>3</sup> /s	0,40		2,55		0,39		1,04		0,24	
NOSTOKORKEUS	kPa	42		59		26		52		34	
TEHO / VIRTA	W/A	280/1,23		460/2		290/1,25		290/1,25		140/0,6	
JÄNNITE	V	230		230		230		230		230	
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				LATTIALÄMMITYS		ILMASTOINTIVERKOSTO		MÄRKÄTILAT		PATTERILÄMMITYS	
VERKOSTON TILAVUUS	dm <sup>3</sup>			2000/53		220/53		820/46		350/31	
PAISUNTASÄILIÖN TILAVUUS/ESIPAINE	dm <sup>3</sup> /kPa			200/290		80/290		80/290		80/270	
VAROVENTTIILIN KOKO/AVAUTUMISPAINE	DN/kPa			25/440		25/440		25/440		25/420	
N: o	kpl	LAITE				MITOITUS					
LISÄTIETOJA: PUMPUT LLV, LLVM, IV, PV-PUO1 VARUSTETTU TAAJUUSMUUTTAJALLA (INTEGROITU PUMPPUUN).											
IP1, IP2, IP3, IP4 = MIKROKUPLAEROTIN (ILMANPOISTIN) SPIROVENT											
LÄMPÖLAITOKSEN ILMOITAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO 100 kPa											

Kuva 14. Esimerkki lämmönjakokeskuksen mitoituksesta [6]

	LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C				
	TULO	ENSIÖ		TOISIO	
		PALUU	PALUU	MENO	
Lämmityksen lämmön- siirtimet, radiaattori- lämmitys	115	43 (max)	40 (max)	70 (max)	
Lämmityksen lämmön- siirtimet, radiaattori- lämmitys – vanhat ra- kennukset	115	63 (max)	60 (max)	80 (max)	
Lämmityksen lämmön- siirtimet, lattialämmitys	115	33 (max)	30 (max)	40 (max)	
Kosteiden tilojen mu- kavuuslattialämmitys	70	28 (max)	25 (max)	35 (max)	
Ilmanvaihdon lämmön- siirtimet	115	43	40	70	
Huomautus		Ensiöpuolen paluulämpötila saa olla enintään 3 °C korkeampi kuin toisiopuolen paluulämpötila			

Kuva 15. Lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat [4, s. 57]

Putket mitoitetaan niin, että maksimi painehäviö on 50 kPa/m. Painehäviötä voidaan erikoistapauksissa korottaa 100 kPa/m, mutta tämä koskee vain lyhyitä välimatkoja. Kun mitoitus on tehty, järjestelmä tasapainotetaan hakemalla suunniteltua tehoa, joka saavutetaan määrättyllä virtauksella. [6]

Mitoituksen yhteydessä on myös tärkeää mitoittaa kaukolämpöpuolen moottoriventtiilit sekä määrittää kaukolämmön putkikoot ja sopimusvesivirrat. Edellä mainittujen mittaustulosten tulee myös löytyä kaukolämpökaaviosta. [3]

Katso lisäksi liitteet 1 ja 2 lämmitysjärjestelmän mitoituksiin liittyen.

### **2.3.3 Laiteluettelotarkennukset ja tehotiedot kaukolämpökaavioon**

Tämän osaprosessin tarkoituksena on varmistaa, että laiteluettelo on tehty oikealla tavalla ja että se sisältää kaiken tarvittavan. Kaukolämpökaavion oikea tekotapa on erittäin tärkeää, sillä kaavio on lähettävä energialaitokselle. [6]

Kaukolämpökaavioon on edellisessä kappaleessa mainittujen tekijöiden lisäksi lisättävä myös tehotiedot, putkikoot, venttiilikoot, paisuntasäiliöiden koot sekä pumppujen tiedot. Kuvasta 14. sivulla 29 löytyvät esimerkkinä tietoja kaukolämpökaavioon kuuluvista asioista. [6]

Kuvassa 16 seuraavalla sivulla voi tarkastella lämmitysteknisiä tietoja, jotka kuuluvat kaukolämpökaavioon.



## 2.4 Täydentävien suunnitelmien laatiminen

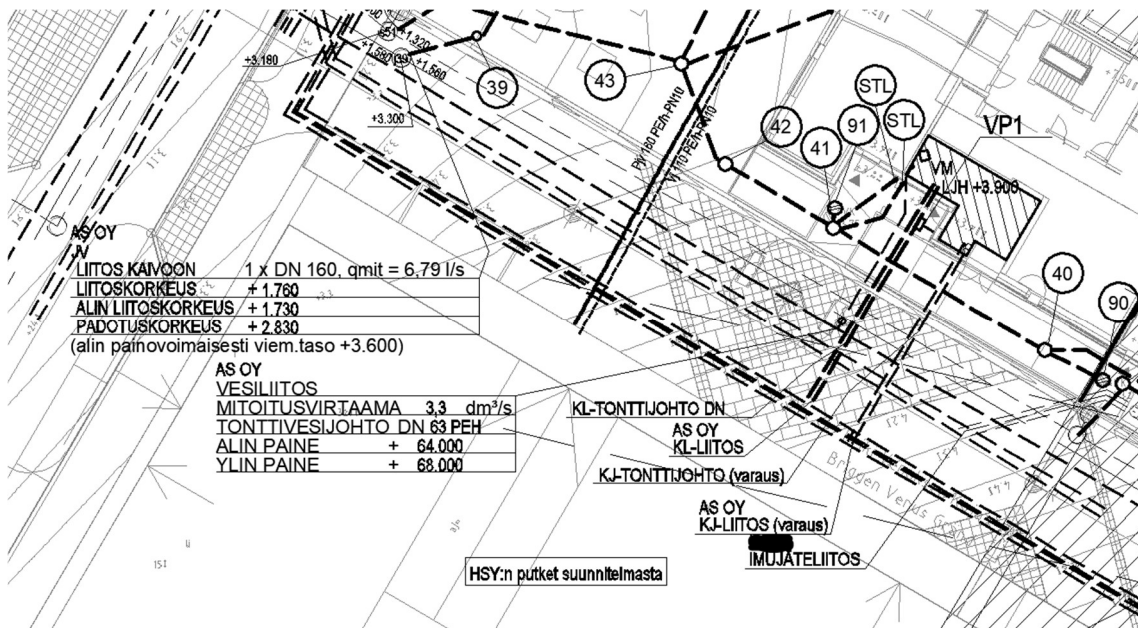
Tämän ydinprosessin tarkoituksena on aikaansaada valmius työmaan käynnistymiseen, mikä tapahtuu tarkentamalla yksityiskohtia ja hyväksymällä viimeiset suunnitelmat. Edellytyksenä on, että kaikkien LVI-suunnitelmien, jotka kuuluvat alkuperäiseen suunnittelusopimukseen, pitää olla valmiita viimeistään tämän ydinprosessin jälkeen. [3]

### 2.4.1 Asemapiirustus

Asemapiirustuksen laatiminen ei varsinaisesti ole lämmityssuunnittelijan tehtävä, vaan se on osa vesi- ja viemärisuunnittelijan suunnitteluprosessia. Se on kuitenkin kriittinen osa LVI-suunnittelua, sillä asemapiirustus on lähetettävä energialaitokselle. [3]

Tärkeintä on tarkistaa, että asemapiiruksesta löytyvät lämmönjakohuoneiden sijainnit, itse kaukolämpöputki, liitoskohdat sekä silloin, kun lämpöputkia viedään putkielementeillä rakennuksesta toiseen. [6]

Kuva 17 on esimerkki asemapiiruksesta, jossa esitetään lämmönjakohuoneen sijainti sekä erilaiset liitokset.



Kuva 17. Asemapiirustus [3]

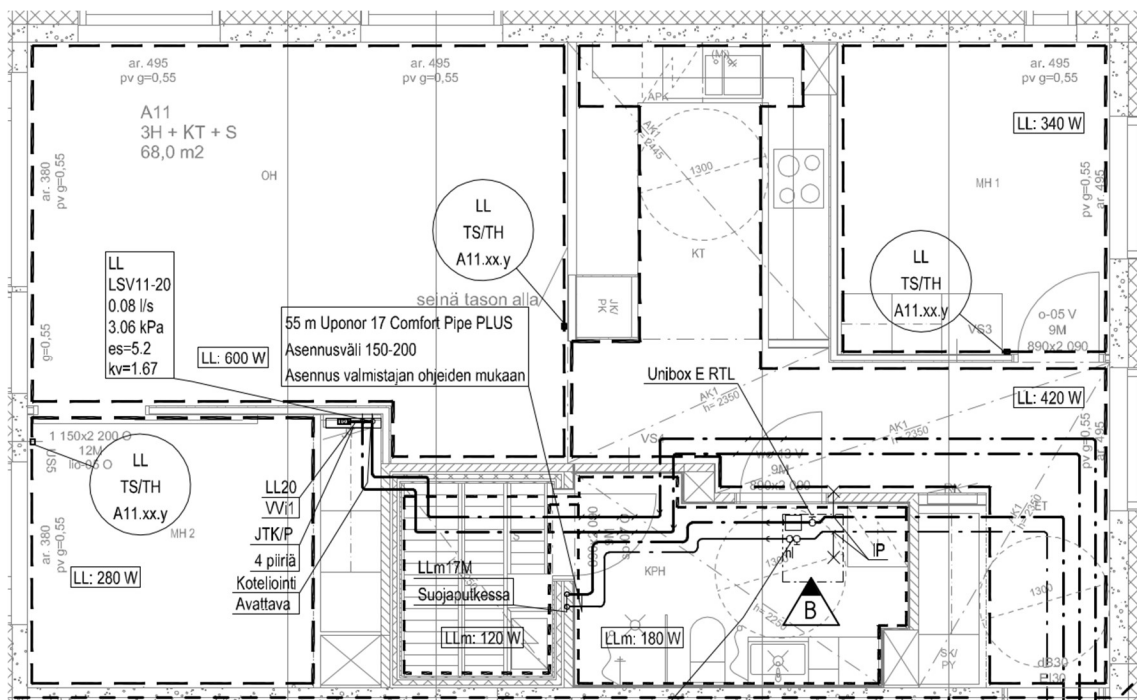
## 2.4.2 Lämmönjakokeskuksen tarkastus ja hyväksyntä

Kun LVI-suunnitelmat on saatu valmiiksi, tarkistetaan vielä, että lämmönjakokeskuksen tiedot ovat oikein, sekä varmistetaan, että keskus on mitoitettu ja tasapainotettu oikein. Tämän jälkeen lämmönjakokeskuksen suunnitelmat lähetetään energialaitokselle hyväksyttäväksi. Jos suunnitelmissa havaitaan puutoksia, ne korjataan mahdollisimman pian. [3]

## 2.4.3 Mahdolliset lattialämmityssuunnitelmien tarkastukset

Lattialämmityskohteissa lattialämmitystoimittaja, esimerkiksi Uponor, tekee suunnitelmat lattialämmitykselle. Tämän osaprosessin tarkoituksena on, että Sitowisen lämmityssuunnittelijat käyvät läpi lattialämmitystoimittajan, tässä esimerkissä Uponorin, suunnitelmat ja pitävät huolen siitä, että ne ovat yhdenmukaiset. Tärkeintä on, että molempien suunnitelmien tehot, virtaamat sekä termostaattien sijainnit täsmäyvät. [3]

Kuvassa 18 nähdään, miltä mahdollinen lattialämmityssuunnitelma voi näyttää.



Kuva 18. Kokonaisen asunnon lattialämmityssuunnitelma [3]

## 2.5 Rakentamisen aikaiset tehtävät

LVI-suunnittelijan rakentamisen aikaisiin tehtäviin kuuluu muun muassa erilaisiin kokouksiin osallistuminen. Tällaisia kokouksia ovat esimerkiksi työmaakokoukset sekä rakennusvalvontaviranomaisten kokoukset. [3]

Tähän osaprosessiin kuuluu myös erilaisiin katselmuksiin ja tarkastuksiin osallistuminen. LVI-suunnittelija voi esimerkiksi käydä tekemässä tarkastuksia työmailla tai suorittamassa yleistä valvontaa kokousten yhteydessä. [3]

Rakentamisen aikaisia tehtäviä käsittelevän osaprosessin tarkoituksena on myös listata muita työmaalla mahdollisesti tarvittavia toimenpiteitä ja varmistaa, että rakennustyön aikana noudatetaan suunnitelmia, kuten esimerkiksi että LVI-järjestelmät on asennettu oikein niille määritetyillä paikoille. [2][3]

Tässä vaiheessa voidaan myös tarkistaa mahdollisten muutos- ja lisätyötarjoustien tilanne. Rakentamisen aikaisten tehtävien osaprosessin tavoitteena on, että työmaakokousten pöytäkirjoihin on tehty vaadittavat kirjaukset sekä että tarvittavat katselmuksat ja tarkastukset on suoritettu. [2][3]

Sitowisen LVI-suunnittelijoiden työtehtäviin kuuluu myös hankkeen käyttöön ja vastaanottoon liittyviä tehtäviä. Kyseisiä tehtäviä ovat muun muassa omien suunnittelu-alojen käyttö- ja huolto-ohjeiden täyttäminen sekä suunnitelmien päivittäminen vastaamaan tapaa, jolla ne ovat jouduttu toteuttamaan työmaalla, kun alkuperäistä suunnitelmaa ei ole voitu seurata suunnitelmien mukaisella tavalla. [2]

Tällaisia alkuperäisestä suunnitelmasta poikkeavaa toteutusta kutsutaan punakynäkuvaksi. Jos LVI-järjestelmien asennus on tehty suunnitelmasta poikkeavalla tavalla, poikkeamat merkitään alkuperäisen suunnitelman päälle punaisella kynällä. LVI-suunnitelmien on oltava yhdenmukaiset työmailla toteutettujen asennusten kanssa. [2]

Vastaanottoon liittyviin tehtäviin sisältyy muun muassa vastaanottotarkastuksiin sekä erilaisiin toimintakokeiseen osallistuminen, mikä tehdään urakoitsijan suorittamien eri tarkastusten jälkeen. Tämän jälkeen tehdään tarvittavat kirjaukset suoritetuista kokeista ja tarkastuksista sekä luodaan puute- ja virheluettelo. Tämän ydinprosessin jälkeen pitäisi olla tarvittavat ja päivitettyt asiakirjat huolloista, LVI-suunnitelmista, tarkastuksien kommentteista sekä toimintakokeista ja tarkastuksista tehdyt kirjaukset. [2]

## **2.6 Erillistehtävät**

Erillistehtävillä tarkoitetaan pääsääntöisesti sellaisia tehtäviä, jotka eivät kuulu alkuperäiseen suunnittelusopimukseen. Koska tilaajalla ei ole yksipuolista oikeutta tilata lisää suunnitteluun liittyviä tehtäviä toimeksiannon aloittamisen jälkeen, tilaajan ja suunnittelijan on sovittava mahdollisista lisätöistä erikseen jälkikäteen. [3]

Erillistehtävät, jotka lisätään jälkikäteen toimeksiantoon, suoritetaan lisätyönä, eli niille sovitaan kummallekin sopimusosapuolelle sopiva kiinteä hinta. Vaihtoehtoisesti erillistehtävät voidaan myös suorittaa tehtäväkohtaisesti erikseen sovituin yksikköhinnoin. Esimerkkinä erillistehtävästä voi olla muutoksia jonkin kerroksen tiloihin, jotka on jo hyväksytty tai yleisiä lisäselvityksiä, jotka liittyvät suunnitteluun. [2]

### 3 SUUNNITTELUPROSESSIEN KEHITTÄMINEN

Lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosessien kehittäminen on Sitowiselle kannattavaa. Hiomalla ydin- ja osaprosesseja voidaan paitsi välttää suunnitteluvirheet, myös alentaa suunnittelukustannuksia sekä henkilöresurssi- että euromääräisesti.

Prosesseja voidaan kehittää muun muassa seuraavilla tavoilla:

- keräämällä kaikki tarvittavat lähtötiedot ennen suunnittelun aloittamista
- varmistamalla Sitowisen omatarkastuslistan avulla, että jokaisen osaprosessin yksityiskohdat ovat oikein ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen.
- pitämällä huolta siitä, että hankkeen kaikki osapuolet ovat reaaliajassa tietoisia hankkeen etenemisestä.

Toimimalla edellä mainituilla tavoilla vältetään myös turhat virheet ja minimoidaan kesken suunnittelun tehtävät täsmennykset ja korjaukset. Näin yrityksessä säästyy myös aikaa, mikä näkyy henkilöressurssien tehokkaana käyttönä.

Sitowise panostaa huomattavasti eri osa-alueiden suunnitteluprosessien kehittämiseen. Prosessikehitystä on tehty tämän opinnäytetyön aiheen lisäksi muun muassa vesi- ja viemärisuunnittelussa, ilmanvaihtosuunnittelussa sekä projektipäällikön työn eri osa-alueilla.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosesseja asuinkerrostalojen LVI-suunnittelussa. Opinnäytetyö on suunniteltu ja toteutettu Sitowise Oy:n tilauksesta yrityksessä työskentelevien LVI-suunnittelijoiden käyttöön.

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia prosessikaavio sekä yksityiskohtainen suunnitteluohje lämmitysjärjestelmien suunnittelun jokaisen ydinprosessin sekä niiden eri osaprosessien vaiheista sekä tehtävistä. Tavoitteessa onnistuttiin suunnitelmien mukaisesti.

Tässä suunnitteluohjeessa on edellä mainittujen ydin- ja osaprosessien kuvauksen lisäksi ohjeistettu LVI-, tässä tapauksessa erityisesti uusien asuintalojen lämpösuunnittelijan työtehtävien sisältöjä sekä eri työvaiheiden vaatimia mitoituksia.

Kuten tässä opinnäytetyössä voidaan todeta, asuinkerrostalojen lämmitysjärjestelmien suunnitteluprosessi sisältää useita monivaiheisia ja haastavia osa-alueita, joiden suunnittelussa syntyy helposti muualle suunnitteluun kumuloituvia virheitä, mikäli suunnitteluprosessissa ei edetä äärimmäisen huolellisesti. Ilman selkeää kaikki osa-alueet kattavaa prosessikaaviota sekä yksityiskohtaista kirjallista suunnitteluohjeistusta on mahdotonta luoda LVI-suunnittelijoille yhtenäistä toimintatapaa.

Noudattamalla suunnitteluprosessikaaviota sekä sen sisältämiä eri tehtäväalueita voidaan lisätä suunnittelutyön sujuvuutta, välttää suunnitteluvirheitä, minimoida kesken suunnittelun tehtävät täsmennykset ja korjaukset sekä parantaa suunnittelutyön ja näin myös koko yrityksen kustannustehokkuutta.

## 5 SAMMANFATTNING

Detta examensarbete handlar om värmeplaneringsprocesser inom VVS-planering vid nybygge av bostadshöghus. Examensarbetet har gjorts som uppdragsarbete till Sitowise Oy. Risken för att en VVS-planerare gör planeringsfel eller i misstag hoppar över vissa nödvändiga planeringsuppdrag vid värmeplanering av bostadshöghus utgör problemet i examensarbetet. Dessa fel eller misstag kan i värsta fall leda till onödiga kostnader både i form av pengar och personalresurser. Felen kan också vid tiden kumuleras till andra planeringsavdelningar i företaget.

Syftet med examensarbetet var att utveckla ett processdiagram som täcker alla delområden inom värmeplanering samt skapa entydiga riktlinjer för planeringen av värme-system för bostadshöghus. Processdiagrammet innehåller alla de planeringsprocesser och uppdrag som hör till Sitowise Oy:s VVS-planerare inom värmeplaneringen. Med hjälp av dessa tydliga och entydiga riktlinjer och processdiagram kan man, genom att undvika ovanstående planeringsfel och -misstag, minimera onödiga kostnader i olika former. Därtill är det också möjligt, att på detta sätt hindra kumuleringsfenomenet att spridas även till andra planeringsavdelningar.

Metoden i detta examensarbete var att forska lämplig litteratur inom branschen. Därtill intervjuades VVS-planerare och experter på Sitowise Oy. Som skriftliga källor har utnyttjats bland annat Energi-industrins regleringar och anvisningar, Miljöministeriets byggnadsbestämmelser samt föreskrifter av Rakennustieto Oy.

Avgränsningar i detta examensarbete utgörs av de processer som hör till VVS-planerare vid nybygge av bostadshöghus värmeplanering på Sitowise Oy. Examensarbetet behandlar inte dimensionering av schakt eller planering av håltagningsritningar.

Examensarbetet utformas enligt Sitowise Oy:s planeringsprocesser. Detta betyder, att i varje kapitel går genom en kärnprocess med delprocesser och uppgifter. Planeringsprocesserna vid nybygge av bostadshöghus utgörs av behovsutredning, projektering, skissplanering, utförandeplanering, uppgifter under byggskedet, uppgifter vid ibruktagandet samt mottagning, uppgifter vid användning samt övriga planeringsuppdrag.

Planeringsprocesser inom VVS-planering på Sitowise Oy består av skissplanering, förberedning av preliminära tekniska planer, förberedning av planer för kontraktsberäkning, uppgifter under byggskedet, uppgifter vid ibruktagandet och mottagning samt övriga planeringsuppdrag.

Skissplaneringen är en fas där man undersöker funktionaliteten av projektet. Vid skissplaneringen bestämmer man också hur mycket utrymme man behöver reservera för de tekniska utrymmen av byggnaden samt de VVS-systemen som är förknippade med dessa. Projektets omfattning ändras inte längre vid utförandeplaneringen, det vill säga formuleringen av de preliminära tekniska planerna ändras inte.

Till VVS-planerarnas uppgifter i allmänhet hör planeringen av planritningen samt de dokument som tillhör till den. Det önskade slutresultatet med denna process är att uppnå en godkänd planritning vid byggnadstillsynsverket. Till VVS-planerarens uppgifter under byggandet hör olika granskningar och deltagandet vid möten på byggnadsplatsen och med byggnadstillsynsverket. Till uppgifterna hör också att göra anteckningar och mötesprotokoll vid varje möte.

Byggnadens uppehåll kräver också olika instruktioner. Skapandet av dessa samt att göra eventuella korrigeringar av planritningarna för att de ska motsvara installeringarna hör också till VVS-planerarnas uppgifter. Vid ibruktagandet inspekteras de utförda installeringarna. De installerade anläggningarna testas också vid det tillfället. De fel och brister som kommer fram ska nedtecknas. De övriga uppdragen vid planeringen består av uppgifter som inte tillhör till det ursprungliga planeringskontraktet. Dessa måste man förhandla separat med beställaren. Ett övrigt planeringsuppdrag kan vara till exempel förändringar till ursprungliga VVS-planer som redan godkänts eller extra utredningar.

Det färdiga examensarbetet erbjuder VVS-planerarna vid Sitowise Oy färdiga och detaljerade anvisningar och ett tydlig processdiagram gällande de olika faser inom planeringsprocessen. Planeringsanvisningarna och processdiagrammet utnyttjar både Sitowise Oy och beställaren. Med hjälp av dessa kan eventuella problemfall och onödiga korrigeringar minimeras. Också kostnadseffektiviteten kan förbättras.

I examensarbetet kan konstateras, att det finns många olika och komplicerade processer och uppdrag inom VVS-planeringen vid nybygge av bostadshöghus som kräver specifi-  
cering för att planeringsprocessen går i rätt ordning utan problem.

## LÄHTEET

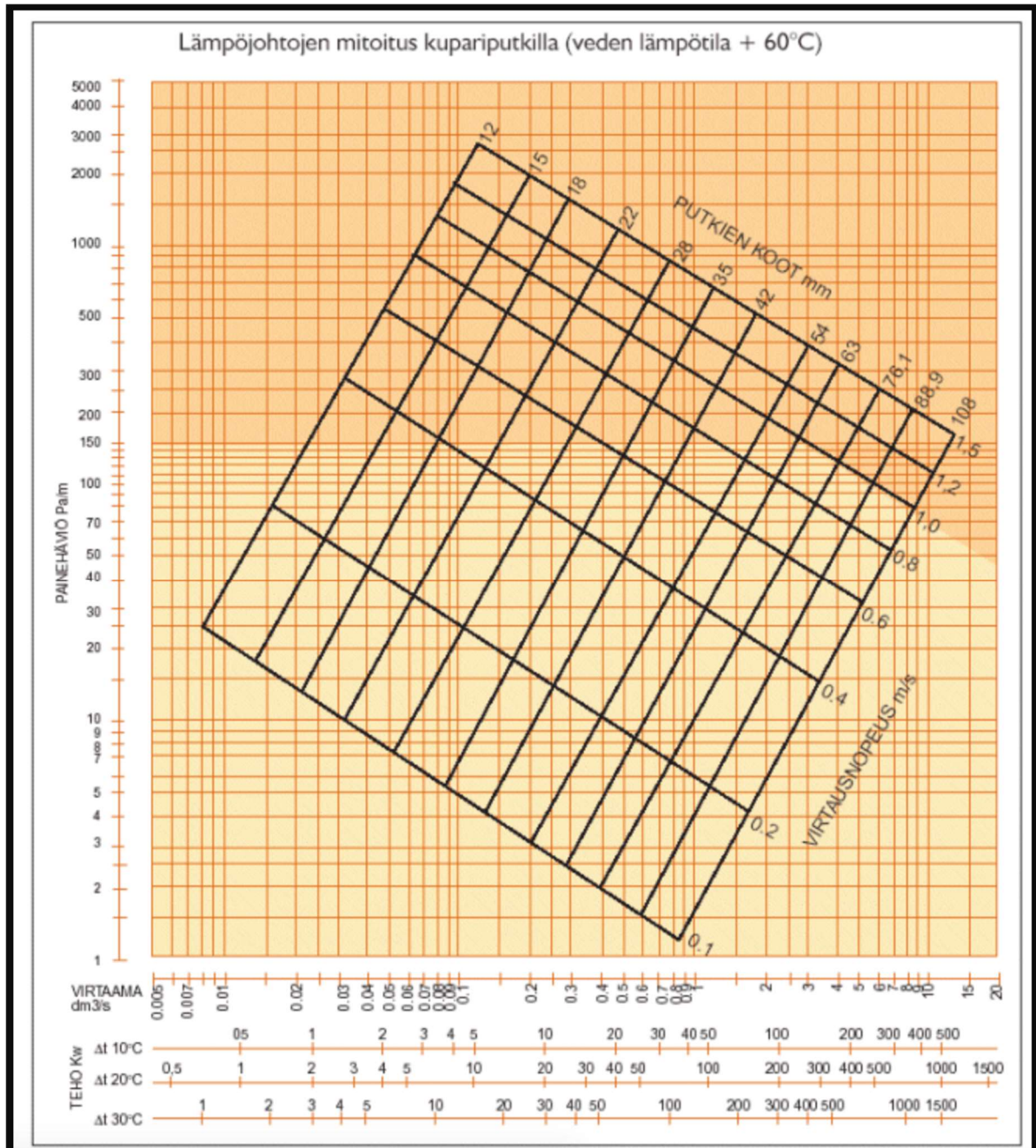
- [1] Sitowise Oy, *Sitowise* [verkosta], saatavilla:  
<https://www.sitowise.com/fi/sitowise/yritys>  
Haettu: 15.4.2020
- [2] Rakennustieto Oy, *Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo PS ARK GEO RAJ LVI SÄH*, 2004, RT 10-10827, [verkosta], saatavilla:  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-10827>  
Haettu: 21.04.2020
- [3] Juslin, Jaakko, Sitowise Oy, [haastattelu], 23.04.2020
- [4] Energiateollisuus, *Rakennusten kaukolämmitys määräykset ja ohjeet*, K1/2013, [verkosta], saatavilla:  
[https://energia.fi/files/502/JulkaisuK1\\_2013\\_20140509.pdf](https://energia.fi/files/502/JulkaisuK1_2013_20140509.pdf)  
Haettu: 27.04.2020
- [5] Helen Oy, *Kaukolämmön ja -jäähdytyksen suunnittelu- ja urakointiohjeita Helen 05/2019*, 2019, [verkosta], saatavilla:  
<https://www.helen.fi/globalassets/lampo/ammattilaiset/kaukolampo/kaukol%C3%A4mm%C3%B6n-suunnittelu--ja-urakointiohjeita-helen.pdf>  
Haettu: 27.04.2020
- [6] Kytömäki, Pekka, Sitowise Oy, [haastattelu], 27.04.2020
- [7] Ympäristöministeriö, *D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten energiatehokkuus*, 2011, [verkosta], saatavilla:  
[https://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012\\_Suomi.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Suomi.pdf)  
Haettu: 28.04.2020

- [8] Rakennustieto Oy, *Vesikiertoinen patterilämmitys*, 2009, RT 52-10797, [verkosta], saatavilla:  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2052-10797>  
Haettu: 29.04.2020
- [9] Rakennustieto Oy, *Asuntosuunnittelu, Talotekniikka*, 2009, RT 93-10965, [verkosta], saatavilla:  
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2093-10965>  
Haettu: 30.04.2020
- [10] *Mitoitus*, [verkosta], saatavilla:  
[http://www.kupari.com/kopparror\\_fi/koppar/2011.html](http://www.kupari.com/kopparror_fi/koppar/2011.html)  
Haettu: 04.05.2020

# LIITTEET

## Kuparisten lämpöjohtojen painehäviötaulukko [10]

## Liite 1.



Lämpöputkien virtausnopeudet [10]

Liite 2.

$\Delta t, ^\circ\text{C}$ / $\varnothing_{\text{mm}}$	12 x 1,0	15 x 1,0	16 x 1,0	22 x 1,0	28 x 1,2	35 x 1,5	42 x 1,5
5	400	790	1470	2750	5230	9300	15300
10	790	1570	2930	5500	10500	18800	30800
20	1580	3140	5860	11000	20900	37200	61200
30	2370	4710	8790	16500	31300	55800	91800
$v = \text{m/s}$	0,23	0,30	0,35	0,40	0,45	0,54	0,62

# Esimerkki kaukolämpökaaviosta [6]

# Liite 3.

