

Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Henri Mäkelä

Laadukkaan LVI-suunnitelman tehokas tuottaminen asuinker- rostalokohteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

10.3.2021

| | |
|---|--|
| Tekijä Otsikko | Henri Mäkelä Laadukkaan LVI-suunnitelman tehokas tuottaminen asuinkerrostalokohteessa |
| Sivumäärä Aika | 24 sivua 10.3.2021 |
| Tutkinto | insinööri (AMK) |
| Tutkinto-ohjelma | talotekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | LVI-suunnittelu |
| Ohjaaja | lehtori Aamos Lemström |
| <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli yhtenäistää fuusiossa yhdistyneiden yritysten suunnittelijoiden työnjälkeä sekä parantaa ja yhtenäistää laadunhallintaa.</p> <p>Kirjallisuus- ja haastattelututkimuksin tutkittiin laatu-käsitettä, laadukkaan suunnitelman vaatimuksia, laadukkaan suunnitelman tuottamisen haasteita sekä laadunhallintaan ja laadun prosessin sisään rakentamiseen käytettävissä olevia mahdollisuuksia.</p> <p>Laadunhallinnan työkaluksi päädyttiin tekemään mahdollisimman kattava malliprojektikirjasto. Kirjastoon sisään rakennettiin mahdollisimman paljon määräysten ja tilaajien edellyttämiä yleisimpiä asioita sekä yksinkertainen tarkistus-/tehtävälista. Työ tehtiin asuinkerrostaloa yleisimpänä suunnittelukohteena ajatellen, mutta kehitettyä malliprojektikirjastoa jatkokehittämällä saadaan työtä sovellettua muunlaisiin suunnittelukohteisiin.</p> <p>Työssä ei tehdä varsinaista ohjetta LVI-suunnitteluun, mutta malliprojektitiedostoja käyttämällä voidaan saada tarkan suunnitteluohjeen käyttämistä vastaavia etuja suunnittelutyöhön.</p> | |
| Avainsanat | LVI-suunnittelu, laadunhallinta, malli-asiakirja |

| | |
|---|---|
| Author Title | Henri Mäkelä Efficient Production of High Quality HVAC Plan for High Rise Apartment Building |
| Number of Pages Date | 24 pages 12 February 2021 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Building Services Engineering |
| Professional Major | HVAC Design |
| Instructor | Aamos Lemström, Senior Lecturer |
| <p>The purpose of this thesis was to look into the planning process and quality control of a recently merged company in order to standardize its designing process and plans, as well as to improve and unify its quality control.</p> <p>Literature was studied to find the potential provided by modern design software to incorporate quality control in the process. Furthermore, the concept of quality, the requirements of a high quality plan, and the challenges of producing one were studied. Moreover, interviews were conducted about the topics.</p> <p>A comprehensive project template library was gathered to serve as a quality management tool and to unify designs. As many of the most common customer requests as possible were included in the library together with the requirements arising from regulations. Furthermore, a simple checklist was built into the library. The typical design project used in the final year project was a high rise apartment building, but the project template library can be developed to apply to other types of design projects as well.</p> <p>Although the thesis cannot be used as instructions for HVAC designing, it is possible to obtain the same benefits by following the project templates.</p> | |
| Keywords | HVAC design, quality control |

Sisällys

| | | |
|------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Laatu | 2 |
| 2.1 | Laadunhallinta | 3 |
| 2.2 | LVI-suunnittelun määräykset ja ohjeistus | 4 |
| 3 | Tutkimusmenetelmät | 7 |
| 4 | LVI-suunnittelun haasteet | 8 |
| 5 | Malliprojektikirjasto | 11 |
| 5.1 | MagiCad-projekti | 12 |
| 5.2 | LVI-tasokuvat | 13 |
| 5.3 | Tasokuvien tekstiosa | 15 |
| 5.4 | Vakiolaitekirjasto | 15 |
| 5.5 | Vakioputki- ja kanavajärjestelmät | 16 |
| 5.6 | LVI-työselostus ja muut selostukset | 17 |
| 5.7 | Projektin mitoituskohdeiden laskin | 17 |
| 5.8 | LVI-luettelot | 18 |
| 5.9 | Tasapainotuslaskelmien pohjat | 19 |
| 5.10 | Lämpimän veden odotusaikalaskelman pohja | 19 |
| 5.11 | Projektille tyypillinen ja suunnittelua tukeva kansiorakenne | 20 |
| 6 | Päätelmät | 21 |
| 7 | Yhteenveto | 22 |
| | Lähteet | 23 |

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ja yhtenäistää LVI-suunnittelun laadunhallintaa kohdeyrityksessä. Yrityksen sisällä suunnittelijoille ei ole selkeää suunnitteluohjetta, ja fuusioitumisen myötä suunnittelijoilla on käytössään monenlaisia tapoja ja toimintamalleja. Tämän takia valmiit suunnitelmat poikkeavat toisistaan huomattavasti. Valmiissa suunnitelmissa on ollut nähtävissä suunnittelijan ”käsiälää” erilaisten toteutustapojen takia. Työn tarkoituksena on laadunhallinnan lisäksi yhtenäistää suunnittelijoiden suunnitelmia siten, että suunnitelmat olisivat suunnittelijasta riippumatta samanlaisia kohteiden vaihtelevien ominaisuuksien ja vaatimusten rajoissa.

Kirjallisuus- ja haastattelututkimusten pohjalta päädyttiin laadunvarmistusta varten tekemään malliprojektikirjasto, jossa on sisäänrakennettuna mahdollisimman paljon laadunhallinnassa huomioitavia asioita. Käyttämällä malliprojektia suunnitteluprojektin aloituksessa saadaan suuri määrä tilaajien ja määräysten vaatimuksia projektiin mukaan automaattisesti tiedostoihin sisään rakennettuina ominaisuuksina, sekä valmiit suunnitelmat näyttävät teknisesti samalta suunnittelijasta ja kohteesta riippumatta.

Tässä työssä käydään läpi kohdeyrityksessä tyypillinen asuinkerrostalon LVI-suunnitteluprojekti. LVI-suunnittelulla tarkoitetaan rakennuksen lämpö-, vesi-, viemäri- ja ilmanvaihtosuunnittelua. Edellä mainitut tekniikan alat liittyvät kiinteästi myös rakennuksen automaattiosuunnitteluun, mutta automaattiosuunnittelu rajataan työstä pois välttämättömiä asioita lukuun ottamatta.

Tutkintotyön tekemisen aikana kohdeyritys fuusioitui toisen yrityksen kanssa, mikä vaikutti työhön kuluneeseen aikaan jonkin verran kasvaneen haastattelumäärän ja käytettävien toimintatapojen suuren vaihtelun vuoksi. Yrityksessä käytetään MagiCad- ja CADS-suunnitteluohjelmistoja, mutta työssä käsitellään ja malliprojektikirjastot luodaan vain MagiCad-suunnitteluohjelmistolle.

Tässä työssä keskitytään suunnitteluprosessin käytännön työhön eli itse suunnittelun tekniseen toteutukseen ja mallintamiseen.

2 Laatu

Laatu käsitteenä ei ole yksinkertainen, helposti mitattavissa oleva asia, koska sen tulkitseminen on vaikeaa ja riippuu tilanteesta ja sovituista tavoitteista. Laatua yksinään ei ole olemassa, eikä sitä siksi voida sellaisenaan suoraan mitata tai kehittää. Laatu myös koostuu monista eri tekijöistä, joten jos esimerkiksi yrityksen laadukkuutta halutaan kehittää, tulee kehitys tehdä siten, että parannetaan käsin kosketeltavia asioita, ja luodaan toimenpiteitä, jotka lopulta johtavat laadun paranemiseen. (Ruuska 2012: 234.)

Tuotteiden ja palvelujen laatuun sisältyy niiden käyttötarkoituksen ja toimivuuden lisäksi myös asiakkaan ja muiden sidosryhmien kokema arvo ja hyöty, jonka he niistä saavat. (SFS-EN ISO 9000:2005: 6.)

Standardissa SFS-EN ISO 9000 laatu on määritelty seuraavasti:

”Se, missä määrin kohteen (3.6.1) luontaiset ominaisuudet (3.10.1) täyttävät vaatimukset (3.6.4)”

Projektin laadusta ovat vastuussa kaikki projektiin osallistuvat henkilöt. Laadukkaaseen työtulokseen päästään parhaiten, kun tehdään ennakoivasti laadukasta työtulosta. Näin säästyy aikaa ja energiaa, eikä virheiden korjaamiseen tarvitse käyttää aikaa projektin loppupuolella. Jotta päästään laadukkaaseen lopputulokseen, tulee heti projektin suunnittelun alkaessa tiedostaa, mitä vaiheita ja tehtäviä projektiin kuuluu ja kuinka projekti kannattaa toteuttaa. (Ruuska 2012: 235.) Laadunhallinnallisesti yritysten tulee ymmärtää sisäisiä ja ulkoisia toimintamalleja, koska tällöin ne pystyvät soveltamaan toimintatansa olennaisien yhteistyökumppaneiden tarpeisiin ja odotuksiin sopiviksi (SFS-EN ISO 9000:2005: 14). Yrityksen tulisi päättää ne toimintansa osa-alueet, joissa laatusuunnitelmia käytetään. Standardin mukainen laatusuunnitelma voi sisältää useita asioita, esimerkiksi miten laadunhallintajärjestelmää tulee soveltaa tilanteeseen, vaatimusten täyttämiseen, uusien palveluiden ja tuotteiden kehittämiseen, resurssien optimointiin, virheiden minimoimiseen, uuden toiminta-alueen tai yhteistyön hallitsemiseen sekä tilanteisiin, joihin hallintajärjestelmää ei ole. (SFS-ISO 10005:2018: 9.)

2.1 Laadunhallinta

Organisaatiot toimivat nykyisin hyvin erilaisessa toimintaympäristössä kuin viime vuosikymmeninä. Tästä merkkeinä on markkinoiden kiihtyvä muuttuminen ja globalisoituminen, jonka myötä osaaminen on noussut yritysten tärkeimmäksi resurssiksi. (SFS-EN ISO 9000: 6.)

Kohdeyrityksessä suoritettua haastattelututkimuksen perusteella suunnittelun haasteet ovat olleet olemassa niin kauan kuin asioita on suunniteltu. Perinteisiä suunnittelun laadunhallinnan työkaluja ovat olleet taulukkokirjat, kuvaajat, mitoitustaulukot, tehtävälistat, vertaistarkistukset ja ulkopuolisen tarkastajan käyttäminen. Esimerkiksi yksinkertaisia mitoitustaulukoita käytettäessä joudutaan monesti tekemään kompromisseja mitoituksen tarkkuuden ja sen suunnittelun toteutettavuuden välillä. Yleensä pienet epävarmuustekijät mitoituksen suhteen on perinteisesti eliminoitu mitoittamalla ”varman päälle”, jolloin järjestelmien tarpeeton ylimitoitus on yleistä.

Jokaisella organisaatiolla on laadunhallintaan liittyviä toimintoja, vaikkei niitä olisikaan muodollisesti laadunhallintaa varten suunniteltu. Laadunhallinnan toiminnot myös kehittyvät ajan mittaan. Muodollisen laadunhallintajärjestelmän käyttöönotto luo kuitenkin paremman perustan laadunhallinnan erilaisten työkalujen ja -tapojen suunnittelulle, toteutukselle ja käyttöönotolle. Laadunhallintajärjestelmän ja -työkalujen ei tarvitse olla monimutkaisia, mutta niiden tulee vastata tarkasti organisaation yksityiskohtaisia tarpeita. Laadunhallintajärjestelmän kehittäminen ei ole yksittäinen kertaluontoinen suoritus, vaan se on jatkuva prosessi, jossa parhaimmillaan työkalut ja työtavat kehittyvät jatkuvasti organisaation ja sidosryhmien tarpeiden mukana. Laadunhallintatyökalun vaikuttavuutta arvioitaessa on tärkeää tunnistaa ja huolella valita ne indikaattorit, joiden avulla järjestelmän suorituskykyä voidaan parhaiten seurata. (SFS-EN ISO 9000: 15.)

Laadunhallintajärjestelmän kehittämisessä on asetettava laadulle tavoitteet sekä määritettävä ne prosessit, joilla määritetyt tavoitteet voidaan saavuttaa. Laadunhallinta voidaan standardin SFS-EN ISO 9000 mukaan vaiheistaa seuraavasti:

- laadun suunnittelu
- laadun ohjaus
- laadun varmistus

- laadun parantaminen.

Laadun suunnittelussa määritetään laatutavoitteet sekä määritetään niihin pääsemiseksi vaadittavat toiminnalliset prosessit ja resurssit. Tämä opinnäytetyö on tämän laadun parantamisprosessin laadun suunnitteluvaihe.

Laadun ohjauksella tarkoitetaan sitä laadunhallinnan osaa, jossa prosessin aikana varmistetaan laatuvaatimusten täyttyminen.

Laadun varmistuksen tarkoituksena on varmistaa, että määritetyt laatuvaatimuksen tulevat täytetyksi.

Laadun parantamisen vaiheessa keskitytään ylläpitämään kykyä täyttää laatuvaatimukset.

2.2 LVI-suunnittelun määräykset ja ohjeistus

Rakennettu ympäristö, ollessaan toimiva, terveellinen ja viihtyisä, on ihmisen hyvän elämän, elinvoimisten alueiden sekä hiilineutraalin yhteiskunnan perusta. Ympäristöministeriön tarkoituksena on varmistaa, että Suomessa rakennetaan kestävästi ja laadukkaasti, ja rakennusten koko elinkaarenaikaiset päästöt huomioiden kestävällä tavalla. (Rakentaminen ja maankäyttö)

Rakentamista, rakentamisen suunnittelua, erityissuunnittelua ja siten taloteknisten järjestelmien suunnittelua ohjaa maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 sekä maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999. Laissa määritetään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupa- ja valvontamenettelyt. Laissa esitetyt vaatimukset koskevat lähinnä rakenteiden lujuutta, vakautta, palo- ja käytöturvallisuutta, energiatehokkuutta ja rakennuksen sisäisiä olosuhteita. Yksityiskohtaisemmat säännökset ja ohjeet ovat nähtävissä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa.

Kaikkia LVI-suunnittelua käsitteleviä määräyskokoelman osia ja asetuksia ei voida tyhjentävästi esittää tämän kaltaisessa työssä, mutta alla on esitetty tärkeimmät LVI-suunnittelua ohjaavat määräykset:

- 216/2015 Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä
- 848/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, sekä asetus sen muuttamisesta 927/2020
- 782/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta
- 1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, sekä asetus sen 2 ja 10§ muuttamisesta 814/2020
- 1009/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta
- 1007/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta
- 796/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä sekä asetus sen 5 ja 6§ muuttamisesta 360/2019
- 1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta
- 50/2013 Laki ja 1048/2017 asetus rakennuksen energiatodistuksesta.

Määräyskokoelman tulkitsemisen avuksi on perustettu Talotekninen teollisuus ja kauppa ry:n (Talteka) ylläpitämä internetsivusto Talotekniikkainfo. Sivustolle on yhteistyössä alan toimijoiden kanssa vuosina 2016–2018 tehty oppaat sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, vesi- ja viemärlaitteistoista sekä ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuudesta. Oppaisiin on havainnollisesti koottu asetustekstit, minkä jälkeen oppaissa on esitetty hyväksi todettuja toteutustapoja sekä -esimerkkejä. (Talotekniikkainfo 2021.)

Näiden lisäksi Rakennustietosäätiö RTS sr:n ja Rakennustieto OY:n kokoamassa ja ylläpitämässä Rakennustieto-kortistossa on paljon eri alojen yksityiskohtaisia säännös-, ohje- ja tuotekortteja suunnittelutyön tueksi. Rakennustiedon tavoitteena on edistää hyvää rakennustapaa tuottamalla siihen tarvittavaa luotettavaa tietoa. (Rakennustieto 2021.)

Suunnitteluprojektissa suunnittelijan tehtäviksi määrätyt tehtävät vaihtelevat hieman riippuen kohteen urakan toteutusmuodosta. Laajin toimitussisältö LVI-suunnittelijalla on urakan ollessa kokonaisurakkamuotoinen, muita urakkamuotoja ovat projektinjohdourakka tai rakentaminen avoimen rakentamisen periaatteella. LVI-suunnittelun oletuslaajuus eri urakkamuodoissa on esitetty RT-kortissa RT 10-11290 taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18 Tarkennukset LVI-suunnittelutehtävien laajuuteen eri hankintamuodoissa | Excel-taulukko, 24372.

3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä tässä työssä käytettiin kirjallisuusselvitys- ja haastattelututkimusmenetelmiä. Lisäksi työssä hyödynnettiin viisi vuotta alalla suunnittelijana toimineen kirjoittajan henkilökohtaista kokemusta LVI-suunnittelusta.

Kirjallisuusselvityksellä selvitettiin, mitä ylipäättään laatu on, miten laatuun voidaan vaikuttaa, mitkä ovat laadunhallinnan perusteet ja millaisia työkaluja laadunhallintaan voidaan käyttää. Lisäksi kirjallisuusselvityksellä saatiin tietoa LVI-suunnittelijan tehtävistä rakennushankkeessa, LVI-suunnittelua ohjaavista määräyksistä sekä LVI-suunnittelijan tärkeimmistä ohjelähteistä.

LVI-suunnittelun suurimpien ja toistuvimpien haasteiden selvittämiseksi sekä laadukkaan LVI-suunnitelman perusrakenteiden tunnistamiseksi toteutettiin suuri määrä haastatteluja alan pitkäaikaisten toimijoiden, vanhempien suunnittelijoiden ja tärkeimpien sidosryhmien edustajien kanssa. Haastatteluilla saatiin myös tietoa LVI-suunnittelijan laadunhallintaan käytettävissä olevista nykyaikaisista työkaluista. Haastattelut suoritettiin pääasiassa avoimina haastatteluina. Haastatellut suunnittelijat ovat fuusioituneiden yritysten pitkäaikaisia suunnittelijoita, joilla on pitkäaikainen ja monipuolinen kokemus suunnittelualasta ja erilaisista suunnitteluprojekteista, käsittäen myös suuria julkisia ja yksityisiä hankkeita. Tärkeimpiä sidosryhmien edustajia haastatelluista henkilöistä olivat kohdeyrityksen kanssa rakennusprojektiyhteistyössä toimineiden yritysten edustajat ja yrityksen suurimpien ja pitkäaikaisimpien asiakkaiden edustajat, joiden roolit hankkeissa olivat mm. hankkeiden projektipäälliköt, suunnittelukoordinaattorit, ja projektien rakennusaikaiset vastaavat mestarit.

Suunnitteluprosessi on pitkä ja monivaiheinen prosessi, johon sisältyy paljon vuorovaikutusta muiden prosessissa mukana olevien henkilöiden ja organisaatioiden kanssa. Suunnitteluprosessiin kuuluu paljon lähtötietojen selvittämistä ja jakamista, kokouksia ja raportointia sekä muuta varsinaisen käytännön suunnittelu- ja mallinnustyön ulkopuolista työtä, jonka tekeminen ja dokumentoiminen laadukkaasti ja huolellisesti on vähintään yhtä tärkeää kuin itse suunnittelu- ja mallinnustyö. Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa suunnitteluprosessin käytännön suunnittelun osuuteen. Suunnitteluprosessin muita osuuksia käsitellään vain siltä osin kuin ne läheisesti liittyvät tähän käytännön suunnittelu- ja mallinnustyöhön.

4 LVI-suunnittelun haasteet

Laadukas suunnitelma on kattava, yksiselitteinen ja selkeä. Kaikki sen rajapinnat muihin suunnitelmiin on loppuun saakka mietitty ja selkeästi esitetty. Suunnitteluprosessi seuraa RT-kortissa RT 10-11290 taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18 LVI Tarkennukset LVI-suunnittelutehtävien laajuuteen eri hankintamuodoissa | Excel-taulukko, 24372 esitettyä. Laadukkaassa suunnitelmassa on huomioitu voimassa olevien valtakunnallisten rakentamismääräysten lisäksi myös rakennuspaikka- ja paikkakunta-kohtaiset erityismääräykset ja -olosuhteet sekä paikallisen palo- ja muun viranomaisen erityisvaatimukset. Lisäksi suunnitelmissa on otettu huomioon tilaajan erityistoiveet esim. käytettävien tavaramerkkien tai toteutustapojen osalta.

Laatu näkyy LVI-suunnittelussa ennen kaikkea asiakastyytyväisyytenä. Laadukkailla suunnitelmissa on myös nopeampaa ja helpompaa rakentaa. Työtä voidaan tehdä keskeytyksettä, kun suunnitelmissa ei ole puutteita ja yhtymäkohdat muihin suunnitelmiin ovat ristiriidattomia. Myös suunnittelijan aikaa säästyy, kun ei ongelmia tarvitse selvittää jälkikäteen. Laadukkaan suunnitelman tuottaminen on näin positiivinen oravanpyörä, laadukkaita suunnitelmia tuottamalla aikaa säästyy enemmän seuraavien laadukkaiden suunnitelmien tuottamiseen.

LVI-suunnitteluprojektissa suunnittelijan tehtäviksi määräytyvät tehtävät vaihtelevat riippuen kohteen urakan toteutusmuodosta sekä muista kohteen erityispiirteistä, kuten onko kyseessä pien-, rivi- vai kerrostalo tai muu rakennus ja onko kyseessä uudisrakennus tai saneerauskohte.

LVI-suunnittelijan tehtävät suunnitteluprojektin eri vaiheissa ja erimuotoisissa urakoissa on esitetty RT-kortissa RT 10-11290 taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18 LVI Tarkennukset LVI-suunnittelutehtävien laajuuteen eri hankintamuodoissa | Excel-taulukko, 24372.

LVI-suunnittelussa tulee huomioida monia vaatimuksia, määräyksiä ja ohjeita. Ohjeet ja määräykset elävät rakentamispaikan ja -ajan mukaan. Suunnittelussa huomioitavia asioita ovat muun muassa

- valtakunnallisesti noudatettava Suomen rakentamismääräyskokoelma. Määräyskokoelma on uudistettu viimeksi vuonna 2018.

- rakennuspaikkakunta-kohtaiset erityismääräykset ja valtakunnallisesti noudatettavan rakentamismääräyskokoelman paikkakunta-kohtaiset tulkintaerot. Erot määräysten tulkinnassa ovat huomattavia ja voivat vaihdella määräyksiä tulkitsevan henkilön mukaan.
- rakennuspaikka-kohtaisia erityisohjeita, esimerkiksi kaavamääräyksellä veloitettu harjakatto
- rakennuslupa-erikseen määrättyjä rakentamisen ehtoja, esimerkiksi määräys seinään sijoitettavasta taiteesta
- laite- ja toimittajakohtaiset käyttö- ja huolto-ohjeet
- tilaajan erityistoiveet
- hankekohtaiset erityispiirteet
- suunnittelijan tehtäväluettelot
- kokemukseräinen kentältä saatu yksityiskohtainen palaute.

Tarkempia tilaaja- tai hankekohtaisia erityispiirteitä ei käydä kattavasti läpi, mutta sellaisia ovat esimerkiksi

- tiettyjen valmistajien tuotteiden käyttäminen
- tarkemmat, määräyksiä tiukemmat mitoitusohjeet verkostoille
- tietynlaiset toteutustavat järjestelmille
- hajautettu/keskitetty ilmanvaihto
- märkätilojen lattialämmitys, sähkö/vesi
- KPH-elementti / paikalla tehtävä
- ym.

Kuten huomataan, on suunnitteluprosessin aikana otettava huomioon paljon erilaisia asioita. Prosessin haasteina ovat yleensä

- aikataulupaine
- tuottavuuspaine
- tietojen saaminen vaikeaa, varsinkin oikea-aikaisesti
- se, että tiedot ovat pieninä palasina useilla hankkeessa mukana olevilla henkilöillä: tietoja joutuu pyytämään, hakemaan ja odottamaan
- huomioitavien asioiden määrä: helposti jotain unohtuu.

Nykyaikaisilla ohjelmistoilla suunnittelutyötä tehtäessä on käytettävissä tehokkaita työkaluja suunnittelun laadunhallintaan, kunhan ohjelmistojen ominaisuuksista otetaan hyöty irti. Kohdeyrityksessä on käytössä Cads- ja MagiCad-ohjelmistot. Cads-sovellus on väistymässä ja tarkoitus on ottaa koko henkilöstölle käyttöön MagiCad. Tässä työssä keskitytään kehittämään ja tehostamaan MagiCad-suunnitteluohjelmiston sisäänrakennettuja laadunhallinnan työkaluja, joiden käyttöastetta ja hyödyntämistä yrityksessä on tämän työn myötä tarkoitus nostaa.

5 Malliprojektikirjasto

Huomioitavien asioiden paljous ja monimutkaiset vaikuttavuussuhteet huomioiden päädyttiin tutkimusten jälkeen suunnittelun laadunhallinnan työkaluksi etenkin standardin SFS-EN ISO 9000 mukaista laadun ohjausvaihetta varten kehittämään mahdollisimman kattava malliprojektikirjasto. Kirjastoon sisäänrakennettuja ominaisuuksia hyödyntämällä saadaan hyötyä myös laadun varmistusvaiheeseen helposti toteutettavien tarkistuslistojen myötä.

Projektin reaaliaikainen laadun ohjaus on toteutettu rakentamalla jokaiselle malliprojektille kattava määräykset, tilaajakohtaiset toiveet, ohjeet ja tyyppiratkaisut huomioiva malliprojekti.

Malliprojekti on toteutettu tekemällä perusprojektin pohjalta tilaaja-/tyyppiratkaisuprojekti. Näistä tilaaja-/tyyppiratkaisuprojekteista on edelleen johdettu eri suunnittelun toimittusisällön mukaisesti tilaaja-/tyyppiratkaisu-/toimitussisältöprojektit. Projekti sisältää kaikki asiakirjat, jotka perusprojektikin sisältää, mutta perusprojektista eriävät tilaaja-/hankekohtaiset erityispiirteet on lisätty tekemällä projektiin tarvittavat TILAAJA_TYYPPIRATKAISU-nimiset mitoitusparametrit, verkostot, päätelaitteet ja muut kulloiseenkin tyyppiratkaisuun tarvittavat työkalut. Näissä tarkemmin kohdennetuissa projekteissa on kuitenkin jätetty perusprojektin ominaisuudet mukaan simulointeja tai vertailuja varten, mutta tilaaja-/hankekohtaiset tyyppiratkaisut on asetettu oletusarvoiksi. Kaikki ei-toivotut ominaisuudet on malliprojektin mallitiedostoista poistettu, jotta projektit saadaan pysymään myös suunnittelijan näkökulmasta mahdollisimman selkeinä. Näin saadaan myös minimoitua esimerkiksi tietokatkosten tai muiden projektin haasteiden aiheuttamat virheiden mahdollisuudet.

Kaikissa tilaaja- ja hankekohtaisissa perusprojektin muunnelmissa on ensisijaisesti huomioitu, että rakentamismääräyksiä noudatetaan.

Kirjastosta saadaan ladattua tyyppisimpien kohteiden mukaiset mallitiedostot uuden suunnitteluprojektin pohjaksi. Tiedostot sisältävät muun muassa seuraavat kohdetyypillisesti räätälöidyt tiedostot:

- MagiCad-projektitiedostot .epj .qpd
- LVI-tasokuvien mallitiedostot .dwg

- tasokuvien selostusteksti -osat .dwg
- vakiolaitekirjasto (laitetoimittajien .pdf, tarpeellisin muokkauksin ja korostuksin)
- vakioidut putki- ja kanavajärjestelmät (tarvittaessa valmistajan .pdf tarvittavin muokkauksin ja korostuksin)
- LVI-työselostus ja tarvittaessa muut selostukset, esim. LVI-rakennustapaselostus, LVI-suunnitteluperusteet .docx
- projektin mitoituskohdeiden laskin .xlsm
- LVI-luettelot .xlsm
- tasapainotuslaskelmien pohjat kylmävesi, lämminvesi, ilmanvaihto .xlsx
- lämpimän veden odotusaikalaskeman pohja .xlsx
- projektille tyypillinen ja suunnittelua tukeva kansiorakenne.

Seuraavissa alajaksoissa on esitetty tyypillisen sähköisin IV-lämmityspattereiden varustetun, hajautetulla ilmanvaihdolla varustetun, kaukolämpöön liitetyn patterilämmitteisen kerrostalon taloteknisten järjestelmien projektiin sisältyvät tekniset järjestelmät.

5.1 MagiCad-projekti

MagiCad-projektitiedostoihin on sisäänrakennettu malliratkaisussa tarvittavat järjestelmät, tärkeimmät määräykset ja kokemuksesta perustuvat mitoitukselliset asiat, laitteet sekä muut erityshuomioitavat asiat. Lisäksi kaikki tilaaja-/tyyppikohtaiset valinnat on asetettu oletusarvoisiksi. Järjestelmät on selkeästi nimetty, eikä projektitiedostoon sisälly malliprojektin epäominaisia järjestelmiä tai laitteita.

Kuvassa 1 on esitetty esimerkkiprojektin lämmitysjärjestelmät.

| UserCo... | Name |
|-----------|-----------------|
| PL1 | Patterilämmitys |
| KL1 | Kaukolämpö |

Kuva 1. Malliprojektin sisältämät lämmitysjärjestelmät.

Kuvassa 2 on esitetty malliprojektiin sisällytetyt käyttövesijärjestelmät.

| UserCo... | Name |
|-----------|--------------|
| K1 | Käyttövesi 1 |

Kuva 2. Malliprojektin sisältämät käyttövesijärjestelmät.

Kuvassa 3 on esitetty malliprojektiin sisällytetyt ilmanvaihtojärjestelmät.

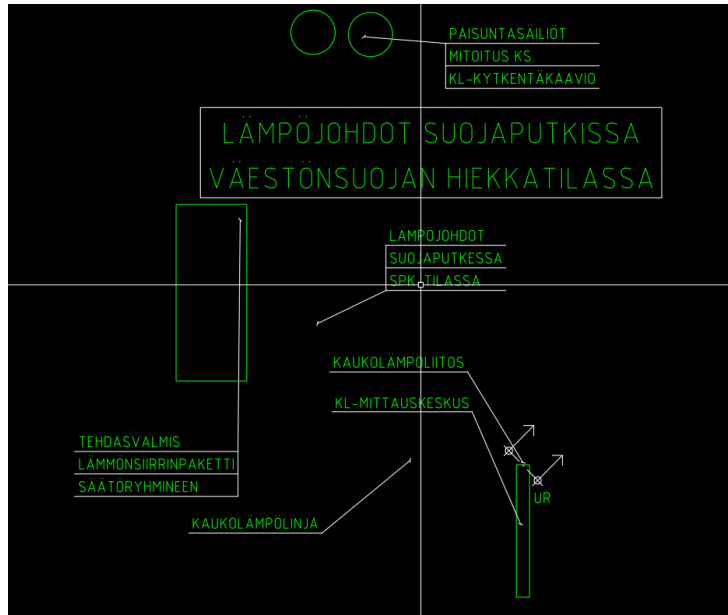
| UserCo... | Name | Type |
|-----------|-----------------|-------------|
| J1 | Jäte | Exhaust air |
| J2 | Jäte porras | Exhaust air |
| P1 | Poisto | Extract air |
| P1K | Poisto keittiöt | Extract air |
| P2 | Poisto porras | Extract air |
| R1 | Raitis | Outdoor air |
| R2 | Raitis porras | Outdoor air |
| T1 | Tulo | Supply air |
| T2 | Tulo porras | Supply air |

Kuva 3. Malliprojektin sisältämät ilmanvaihtojärjestelmät.

5.2 LVI-tasokuvat

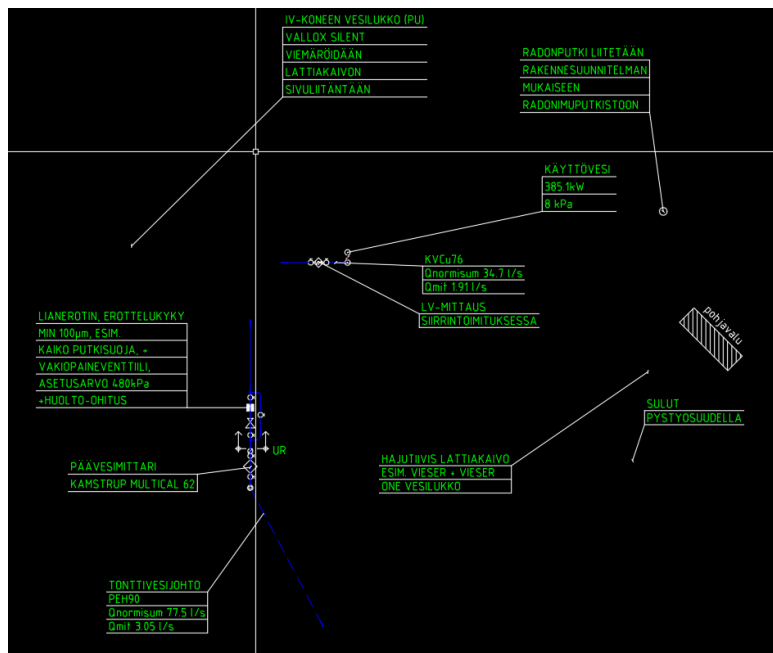
Tasokuvien mallitiedostot sisältävät kaikki tärkeät suunnitelmissa esitettävät asiat tai niiden mallit. Asiat tulee näin varmasti suunnitelmissa huomioitua ja esitettyä ilman erillisen tehtävälisan seuraamista.

Kuvassa 4 on esitetty osa lämmityssuunnitelmien tasokuvien mallitiedostoihin sisällytyistä asioista.



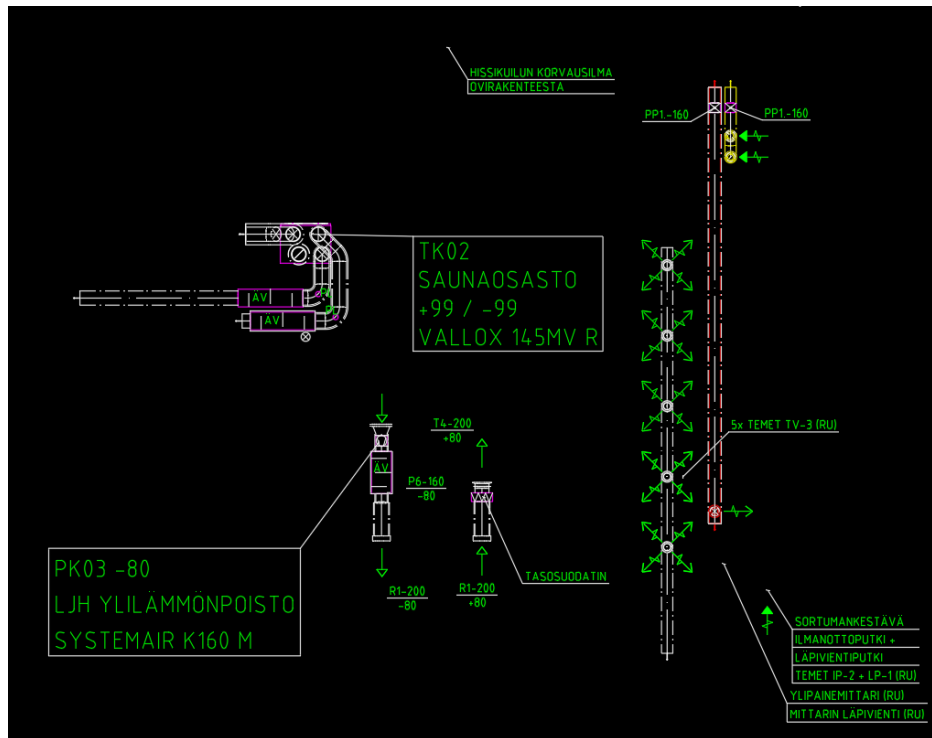
Kuva 4. Osa malliprojektin lämmityssuunnitelmien tasokuvien sisältämistä asioista.

Kuvassa 5 on esitetty osa vesi- ja viemärisuunnitelmien tasokuvien mallitiedostoihin sisällytetyistä asioista.



Kuva 5. Osa malliprojektin vesi- ja viemärisuunnitelmien tasokuvien sisältämistä asioista.

Kuvassa 6 on esitetty osa ilmanvaihtosuunnitelmien tasokuvien mallitiedostoihin sisällytetyistä asioista.



Kuva 6. Osa malliprojektin ilmanvaihtosuunnitelmien tasokuvien sisältämistä asioista.

5.3 Tasokuvien tekstiosia

Tasokuvien sivussa on esitetty suunnitelmien pääasiat sanallisesti. Sanalliset esitykset voidaan jättää myös työselostukseen, mutta kokemukseräisesti asentajat eivät lue työselostusta työmaalla, ja siksi on kannattavaa esittää tärkeimmät asiat piirustusten yhteydessä. Sanallisesti esitettyjä asioita on esimerkiksi vesijohtokuvissa kytkentäjohtojen mitoitusaulukko ja putkien asennustapa ja materiaali. Sanallisessa osiossa kerrotaan myös, minkä valmistajan venttiileille annetut esisäätöarvot on ilmoitettu. Ilmanvaihtokuvan sanallisessa osiossa on muun muassa päätelaitteet listattu.

5.4 Vakiolaitekirjasto

Vakiolaitekirjasto sisältää kaikkien niiden malliprojektikohtaisten laitteiden, kuten vesi- ja viemärikalusteiden, pattereiden ja patteriventtiileiden sekä muiden lämmityslaitteiden, ilmanvaihtokoneiden ja ilmanvaihdon päätelaitteiden sekä väestönsuojan laitteiden projektikohtaisesti muokatut tai korostetut valmistajien toimittamat pdf-esitteet ja mitoitus-

Esimerkkiprojektissa vakiolaitekirjastossa on mm. seuraavat tiedostot:

- MagiCad-projektiin esiladattujen vesi- ja viemärlaitteiden pdf-tuotekortit ja asennus- sekä huolto-ohjeet
- käyttövesiverkoston sulku- ja säätöventtiilien tuotekortit, mitoitusaulukot ja asennusohjeet
- vesimittarijärjestelmän esite ja asennus- sekä huolto-ohjeet
- lämmityspattereiden esite ja asennusohje
- lämmitysverkoston sulku- ja linjasäätöventtiilien tuotekortit, mitoitusaulukot ja asennusohjeet
- lämmönsiirtimien mitoitusajot
- ilmanvaihdon päätelaitteiden tuotekortit, säätö- huolto- sekä asennusohjeet
- ilmanvaihdon palopeltien esitteet, mitoitus- ja ohjauskaaviot, asennus- ja huolto-ohjeet
- ilmanvaihdon LTO-laitteiden ja liesituulettimien esitteet, asennus- ja huolto-ohjeet sekä toimintakaaviot
- väestönsuojan laitteiden ja läpivientien esitteet ja asennusohjeet
- perusvesien pumppukaivon esite asennus- ja huolto-ohjeineen.

Vakiolaitekirjaston suuren tietomäärän vuoksi malliprojektikirjaston keventämiseksi ovat edellä mainitut dokumentit kirjastossa pääasiassa todellisuudessa internetlinkkejä valmistajan ylläpitämiin dokumentteihin.

5.5 Vakioputki- ja kanavajärjestelmät

Tässä kansiossa on MagiCad-projektiin esiladattujen putkijärjestelmien esitteet MagiCad-projektissa tehdyin rajauksin. Rajauksia esimerkiprojektissa on mm. kupariputkien

esitteestä poistettu 8 mm:n kupariputki, koska kokemusperäisesti on todettu, ettei kyseistä putkikokoa nykyään käytetä. Esimerkkiprojektin putki- ja kanavajärjestelmiin kuuluvat

- kupariset vesijohdot
- kromipintaiset kupariset vesijohdot
- komposiittivesijohdot
- ”mustat” teräsputkiset lämmitysjohtot
- IV-kanavajärjestelmä osineen.

5.6 LVI-työselostus ja muut selostukset

Työselostus ja muut selostukset on täydennetty malliprojektin erityispiirteet huomioiden mahdollisimman suurelle valmiusasteelle. Kaikki suunnittelijan erityshuomiota vaativat kohdat on selostuksiin selkeästi korostettu, ja asiakirjoihin on selostuksin kerrottu, mitä suunnittelijan tulee missäkin kohdassa huomioida. Asiaa on havainnollistettu kuvalla 7 alla olevassa otteessa malliprojektin työselostuksesta.

KATTOVIEMÄRÖINTI

Kattojen ja parvekkeiden sadevedet johdetaan pääosin ulkopuolisiin viemäriin. Tasakattojen sadevedet johdetaan sisäpuolisiin viemäriin. IV-konehuoneen kattovedet johdetaan sisäpuolisiin viemäriin. Rakennuksen sisäpuolella kulkeva konehuoneen katon sadevesiviemäri tehdään kokonaisuudessaan yksimittaisella PEM110 putkella. Kaikki liitokset kattokaivoilta ensimmäiselle tarkastuskaivolle tehdään hitsausliitoksien. Syöksytorvet viemäroidään suoraan sadevesiviemäriin tarkastuskaivoihin. Erillisiä rännikaivoja ei asenneta. Kattokaivoina käytetään lämmitettäviä kuparisia kattokaivoja varustettuna irrotettavilla lehtisihdeillä ja vesieristyslaipoilla. Kattokaivot on tyypitetty suunnitelmissa. Rännien, syöksytorvien ja kattokaivojen asennus ja hankinta kuuluvat rakennusurakkaan.

MH Mäkelä Henri
TARKISTA KATTOVIEMÄRÖINNIN
TOTEUTUSTAPA

Kuva 7. Ote työselostuksesta ja työselostuksen suunnittelua ohjaavista ominaisuuksista.

5.7 Projektin mitoituskohdeiden laskin

LVI-suunnitteluprojektissa on monia kohdekohtaisesti mitoitettavia asioita, joita ei voi tehdä valmiiksi. Tähän laadunhallintatyökaluun päätettiin tehdä helppokäyttöinen ja käyttäjälle yksinkertainen työkalu mitoituskohdeiden helppoon mitoitamiseen. Esimerkkikohteessa mitoitettava on esimerkiksi patteriverkoston paisuntasäiliö, joka voidaan helposti

mitoittaa kuvassa 8 esitetyn mitoitustyökalun lämmitys-välilehden paisuntasäiliön mitoitustuloksella.

| | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-----|--|---------|-----|--------------------------------------|
| LVI-11-10472 | | | | pst | 150 | Staattinen paine |
| Verkoston tilavuus MagiCadista | 1200 | l | | pe | 160 | Säiliön esipaine |
| Verkoston enimmäislämpötila | 60 | °C | | phäl- | 180 | Paineen alarajähälytys |
| Verkoston vähimmäislämpötila | 30 | °C | | pmin | 210 | Minimi käyttöpaine |
| Kerrosia (LJH- korkein piste) | 5 | | | ptäyttö | 220 | Verkoston suurin täyttöpaine |
| Varoventtiilin avautumispaine | 400 | kPa | | pmax | 350 | Maksimi käyttöpaine |
| Esipaine | 160 | kPa | | phäl+ | 380 | Paineen ylärajähälytys |
| $H_{brutto}=1-(pe+100)/(p_{max}+100)$ | 0,42 | | | psv | 400 | Varoventtiilin avautumispaine |
| $H_{vara}=1-(pe+100)/(p_{min}+100)$ | 0,16 | | | prak | 600 | Heikoimman rakennesosan rakennepaine |
| $H_{netto}=H_{brutto}-H_{vara}$ | 0,26 | | | | | |
| $K_{mit}=1/H_{netto}$ | 3,83 | | | | | |
| $V=a \times K_{mit} \times V_0$ | 46,0 | l | | | | |

Kuva 8. Mitoitustyökalun paisuntasäiliön mitoitustyökalu.

Mitoitustyökalulla voidaan laskea myös kaikki muut kohteen kannalta oleelliset mitoituskohteet, kuten eri käyttötilanteiden ilmamäärät, kaukolämmön säätöventtiilin kv-arvo tai hulevesien mitoitusvirtaama, kuten kuvassa 9.

| | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|----------|--------------------|-------------|--------------------|----------|--|-------------|--------------------|----------|--|
| OHJEITA: | | | | | | | | | | | |
| 1* D1: Yleensä 0,015l/s/m ² tulvimisen haitallisuudesta riippuen... paikallisen viranomaisen luvalla voidaan käyttää 0,010 - 0,020l/s/m ² | | | | | | | | | | | |
| 2* 1 = Katot, asfaltti-, betoni-, ja muut tiiviit päällysteet, 2 = sora, 3 = nurmikot ja päällystämättömät pinnat. | | | | | | | | | | | |
| Mitoitussade 1* | | 0,02 | l/s/m ² | | | | | | | | |
| SADEVESI | | | | | | | | | | | |
| Pintatyyppi 2* | ALA m ² | mitoitus | | Pintatyyppi | ALA m ² | mitoitus | | Pintatyyppi | ALA m ² | mitoitus | |
| 1 | 2200 | 44,00 | | 1 | 300 | 6,00 | | 1 | 400 | 8,00 | |
| 3 | 2500 | 15,00 | | 1 | | 0,00 | | 1 | 335 | 6,70 | |
| 1 | 28 | 0,56 | | 1 | | 0,00 | | 3 | | 0,00 | |
| 1 | 133 | 2,66 | | 1 | | 0,00 | | 1 | | 0,00 | |

Kuva 9. Hulevesien mitoitusvirtaaman laskeminen pinta-alan ja pintatyyppin mukaan.

Mitoitustyökalussa on jokaisen laskurin yhteydessä kerrottu laskimen laskentaperusteet, tarvittavat lähtötiedot sekä laskentakaavan lähde. Mitoitustyökaluun saadaan makroilla ajettua tarvittavat määrä- ja massatiedot suoraan MagiCad-suunnitteluohjelmiston määräraporteista.

5.8 LVI-luettelot

Excel-tiedostossa LVI-luettelot ovat valmiiksi malliprojektin mukaisesti muodostettuja piirustus-, LVI-koje- ja LVI-kalusteluetteloita. Lisäksi tiedostoon on rakennettu makrot siten, että kalusteiden ja laitteiden määrätiedot kulkevat edellä esitellystä mitoitustyökalusta luetteloihin vaivattomasti eikä tällöin pääse syntymään lasku- tai näppäilyvirhettä.

5.9 Tasapainotuslaskelmien pohjat

Tasapainotuslaskelmat tarvitaan rakennuspaikkakunnan mukaan rakennusluvan liitteeksi. Laskelmat saadaan MagiCad-suunnitteluohjelmistosta, mutta ohjelmasta saatava data on sellaisenaan vaikeaselkoista ja sen ymmärrettävyyden vuoksi on syytä tehdä pieniä järjestely- ja muita toimenpiteitä. Laadunhallintatyökaluun päädyttiin tekemään tasapainotusdatan luettavuuden parantamiseksi yksinkertainen Excel-taulukko.

Tasapainotuslaskelmien taulukkopohjat on erikseen järjestelmille kylmä vesi, lämmin vesi, ilmanvaihto.

Kuvassa 10 on esitetty ote lämpimän veden tasapainotuslaskelman järjestetystä näkymästä:

| Level | Node | System | Type | Series | Product | Size | L | Insulat | qv sum | qv dim | v (dim) | dp/L | dp (dim) | dp Hst | pt | qv | WarnIn... |
|----------|------|--------|-----------------------|--------|---------|--------|---|---------|--------|--------|---------|------|----------|--------|----|---------|---------------|
| Kellari | 78 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 7455 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 160 | | 374,354 | 153 Flow 153% |
| Kellari | 76 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 7455 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 160 | | 372,874 | 153 Flow 153% |
| Kerros 2 | 9 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 303,464 | 153 Flow 153% |
| Kerros 2 | 49 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 305,794 | 153 Flow 153% |
| Kerros 2 | 6 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 312,806 | 155 Flow 155% |
| Kerros 2 | 17 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 317,707 | 156 Flow 156% |
| Kerros 2 | 31 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 316,13 | 156 Flow 156% |
| Kerros 2 | 38 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 315,636 | 156 Flow 156% |
| Kerros 2 | 30 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 316,29 | 156 Flow 156% |
| Kerros 2 | 57 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 315,719 | 156 Flow 156% |
| Kerros 2 | 40 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 321,966 | 157 Flow 157% |
| Kerros 2 | 9 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 321,364 | 157 Flow 157% |
| Kerros 2 | 22 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 318,59 | 157 Flow 157% |
| Kellari | 113 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1056 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 140 | | 359,421 | 160 Flow 160% |
| Kerros 1 | 9 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 337,117 | 161 Flow 161% |
| Kerros 1 | 49 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 336,011 | 161 Flow 161% |
| Kerros 1 | 6 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 346,458 | 163 Flow 163% |
| Kerros 1 | 30 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 346,507 | 163 Flow 163% |
| Kerros 1 | 57 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 345,936 | 163 Flow 163% |
| Kerros 1 | 17 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 351,359 | 164 Flow 164% |
| Kerros 1 | 31 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 349,783 | 164 Flow 164% |
| Kerros 1 | 38 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 349,288 | 164 Flow 164% |
| Kerros 1 | 9 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 351,581 | 164 Flow 164% |
| Kerros 1 | 22 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 348,807 | 164 Flow 164% |
| Kellari | 74 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1056 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 140 | | 380,142 | 165 Flow 165% |
| Kellari | 111 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1056 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 140 | | 379,809 | 165 Flow 165% |
| Kerros 1 | 40 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1014 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 352,183 | 165 Flow 165% |
| Kellari | 109 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1056 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 140 | | 389,07 | 167 Flow 167% |
| Kellari | 70 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1056 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 140 | | 395,974 | 168 Flow 168% |
| Kellari | 106 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1056 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 140 | | 394,943 | 168 Flow 168% |
| Kellari | 66 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1056 | 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 140 | | 398,369 | 169 Flow 169% |
| Kellari | 81 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | 1012 | 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 130 | | 374,93 | 170 Flow 170% |

Kuva 10. Ote lämpimän veden tasapainotuslaskelman järjestetystä näkymästä.

5.10 Lämpimän veden odotusaikalaskelman pohja

Tasapainotuslaskelman tavoin odotusaikalaskelma saadaan MagiCad-suunnitteluohjelmistosta, mutta data on edelleen luettavuuden vuoksi järjestettävä luettavampaan muotoon. Tätä varten laadunhallintatyökaluun tehtiin myös odotusaikalaskelmaa varten yksinkertainen Excel-pohja. Kuvassa 11 on esitetty mallikohteen järjestetty odotusaikalaskelma:

| Level | Node | System | Type | Series | Product | Size | L | Insulat | qv sum | qv dim | v (dim) | dp/L | t (hot v.) | Warnin |
|----------|------|--------|-----------------------|--------|---------|-------------|---|---------|--------|--------|---------|------|------------|--------|
| Kerros 6 | 31 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 6,4 |
| Kerros 6 | 9 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 6,4 |
| Kerros 6 | 49 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 6,1 |
| Kerros 6 | 22 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 6 |
| Kerros 6 | 30 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 5,5 |
| Kerros 6 | 9 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 5,3 |
| Kerros 6 | 6 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 5,3 |
| Kerros 6 | 38 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 5,2 |
| Kerros 6 | 136 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 5,2 |
| Kerros 6 | 17 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 5,1 |
| Kerros 6 | 57 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1014 10 (L) | | | 0,1 | 0,1 | | | | 4,7 |
| Kerros 6 | 40 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 4,4 |
| Kerros 6 | 11 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 3,9 |
| Kerros 6 | 27 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 3,8 |
| Kerros 6 | 26 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 3,4 |
| Kerros 6 | 60 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 3 |
| Kerros 6 | 10 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,9 |
| Kerros 6 | 9 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,8 |
| Kerros 6 | 5 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,7 |
| Kerros 6 | 59 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,7 |
| Kerros 6 | 46 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,6 |
| Kerros 6 | 21 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,5 |
| Kerros 6 | 51 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,5 |
| Kerros 6 | 32 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,4 |
| Kerros 6 | 31 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,4 |
| Kerros 6 | 10 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,2 |
| Kerros 6 | 12 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2,1 |
| Kerros 6 | 41 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 2 |
| Kerros 6 | 20 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 1035 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 1,6 |
| Kerros 6 | 19 | K1 | DOMESTIC WATER DEVICE | | | 7455 12 (L) | | | 0,2 | 0,2 | | | | 1,6 |

Kuva 11. Mallikohteen järjestetty odotusaikalaskelma.

5.11 Projektille tyypillinen ja suunnittelua tukeva kansiorakenne

Projektit kulkevat suunnittelijan vaikutusmahdollisuuksien ulottumattomissa olevien asioiden takia monesti vähän sekalaisessa järjestyksessä, mutta suunnittelussa huomioitavat asiat numeroimalla ja nimeämällä on seuraavan henkilön helpompi käsitellä ne laadunhallinnan varmistusvaiheessa. Kansiorakenne on malliprojektikohtainen, esimerkkiprojektissa se on kuvassa 12 esitetyn näköinen.

- 1 Liittymät
- 2 Energia
- 3 Lämpö
- 4 Vevi
- 5 IV
- 6 Reiät
- 7 KPH projektiot
- 9 Huoltokirja
- 97 Vakiolaitteet
- 98 Järjestelmät
- 998 SUKO Pöytäkirjat
- 999 TMK Pöytäkirjat
- Malli
- Tekstit
- Tulostus

Kuva 12. Esimerkkiprojektin suunnittelun vaiheistusta tukeva kansiorakenne.

6 Päätelmät

Suunnitteluprosessin käytännön suunnittelu- ja mallinnustyön laadunhallintaan päätettiin kehittää järeä malliprojektikirjasto, josta löytyy useimpiin kohdeyrityksen vakiosuunnittelukohteisiin valmis pohja. Oikeaa malliprojektia käyttämällä suunnittelijalla on aina käytössään tilaajan, tyyppiratkaisujen ja rakennuspaikkakunnan mukaiset ratkaisut projektin mallitiedostoissa. Kirjastoa käytettäessä on aina oltava huolellinen, että tulee valittua oikeanlainen ja kyseiseen kohteeseen sopiva malliprojekti. Malliprojektista ja varsinkin kirjastosta kasvoi huomattavan suuri, koska eri variaatioita on huomattavan paljon. Siitäkin huolimatta yrityksessä on jatkuvasti projekteja, joita kirjastossa ei ole katettu. Malliprojekteja on kuitenkin helppo lisätä kirjastoon, ja on kirjaston suuri etu, että kirjastoa voidaan jatkuvasti kehittää.

Laadunhallinnan varmistusvaiheeseen käytettävää tarkistuslistaa tulisi vielä jatkossa kehittää kattavammaksi, ja se kannattaa myös lisätä malliprojekteihin ja muokata niihin paremmin sopivaksi, myös siten että ”turhat” tarkastuskohteet olisi listalta poistettu.

Tässä työssä käytettyä ajatusta ja soveltuvilta osin myös työkaluja kannattaa tulevaisuudessa hyödyntää kattamaan myös koko suunnitteluprojektin laadunhallinta LVI-suunnittelun osalta laajemmin. Tällaisia yksinkertaisia työkaluja voisivat olla esimerkiksi tilaajille esitettävät lähtötietolistat ja viranomaisille esitettävät vakiokysymyslistat.

7 Yhteenveto

Yrityksen toiveena oli kehittää ja parantaa laadunhallintaa sekä yhtenäistää LVI-suunnitelmia. Työ käynnistettiin pohtimalla tapoja ja toimintamalleja, joilla laadunhallintaa voitaisiin parantaa sekä suunnitelmien yhdenmukaisuutta edistää. Kirjallisuusselvityksen ja haastattelututkimuksien jälkeen kirjoittajan kokemuksen ohjaamana päädyttiin tekemään yritykselle malliprojektikirjasto. Kirjasto kasvoi todella laajaksi, koska työn raja-alue ei ollut kovin tarkka.

Näinkin laaja kirjasto on silti vain asuinkerrostalokohteisiin (varauksin myös rivitalokohteisiin) soveltuva. Kirjaston kehittämistä ja laajentamista esimerkiksi päiväkotien, koulujen tai sairaalakohteisiin kannattaisikin tutkia tulevaisuuden opinnäytetöissä.

Tulevaisuudessa myös rakennusten energiataloudellisuus tulee kiinnostamaan eri sidosryhmiä enenevässä määrin, ja malliprojekteissa tulee sitä myöten varmasti olemaan päivitystarvetta. Kirjaston huolellinen käyttö ja ylläpito tulee olemaan tärkeässä osassa sen pitkäikäisen hyödynnettävyyden mahdollistamiseksi.

Lähteet

Laki rakennuksen energiatodistuksesta. 2013. 18.1.2013/50.

Rakennustieto-kortisto. Rakennustietosäätiö, RTS sr ja Rakennustieto OY.

Ruuska, Kai 2012. Pidä projekti hallinnassa Suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus, 7. painos. Helsinki: Talentum Media Oy

SFS-EN ISO 9000:2005 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Osa 2: Keskeiset käsitteet ja laadunhallinnan periaatteet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vaatii käyttöoikeuden <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx> Luettu 8.2.2021.

SFS-EN ISO 9000:2005 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Osa 2.3.5: Parantaminen. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vaatii käyttöoikeuden <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx> Luettu 8.2.2021.

SFS-EN ISO 9000:2005 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Osa 3.6: Vaatimuksiin liittyvät termit. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vaatii käyttöoikeuden <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx> Luettu 8.2.2021.

SFS-EN ISO 9000:2005 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Osa 3.3.6: Laadunhallinta. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vaatii käyttöoikeuden <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx> Luettu 8.2.2021.

SFS-ISO 10005:2018 Laadunhallinta. Laatusuunnitelmia koskevaa ohjeistusta. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx> Luettu 8.2.2021.

Talotekniikkainfo. Verkkoaineisto. Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. <https://www.talotekniikkainfo.fi> Luettu 8.2.2021.

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18 Tarkennukset LVI-suunnittelutehtävien laajuuteen eri hankintamuodoissa RT 10-11290 Rakennustieto. Rakennustietosäätiö, RTS sr ja Rakennustieto OY.

Rakentaminen ja maankäyttö. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/rakentaminen-ja-maankaytto> Luettu 8.2.2021.

Rakentamismääräyskokoelma. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/rakentamismaaraykset> Luettu 8.2.2021.

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. 2015. 12.3.2015/216.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2017. 24.11.2017/782.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 2017. 24.11.2017/796.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. 28.11.2017/848.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2017. 20.12.2017/1009.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. 20.12.2017/1010.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2017. 20.12.2017/1048.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. 2017. 20.12.2017/1007.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistoista. 2017. 22.12.2017/1047.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta. 2019. 22.3.2019/360.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistoista annetun ympäristöministeriön asetuksen 2 ja 10 §:n muuttamisesta. 2020. 18.11.2020/814.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta. 2020. 2.12.2020/927.