



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN SUUNNITTELU-TOIMISTON TARPEISIIN

Minna Kilponen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka

KILPONEN, MINNA:

Oppimisympäristön kehittäminen suunnittelutoimiston tarpeisiin

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Huhtikuu 2018

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia koulutus- ja osaamisen kehittämissympäristö. AL-TEN Finlandin talotekniikkaosastolle. Työssä keskityttiin LVI-suunnitteluun.

Työssä kuvattiin suunnitteluprosessin kulku ja tarkastustoiminta. Yrityksen käyttöön laadittiin mallikirjasto, harjoitusprojekti, tarkastuslistoja sekä ilmavirta- ja vesi- ja viemärijärjestelmien normivirtaamalomakkeet. Työstä rajattiin pois tekniset suunnitteluohjeet, koska niitä ei olisi voitu käsitellä kattavasti työn puitteissa.

Työn tavoite oli luoda kokonaisuus, joka perehdyttää vastavalmistuvat työntekijät suunnittelutyöhön. Ohjeistuksella pyritään vähentämään sisäisiä tuntimääriä ja työntekijät nopeammin laskutettavaan työhön. Tavoitteena on myös vapauttaa kokeneempien suunnittelijoiden resursseja.

Työn lopputuloksena syntyi kokonaisuus, joka vastaa työlle asetettuja tavoitteita työn aikaisin muutoksin. Erityisesti tarkastuslistaukset auttavat uutta työntekijää sisäistämään suunnitteluprosessin. Lomakkeet taas auttavat muita kuin kohteen suunnittelijaa hahmottamaan suunnittelun lähtökohdat.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Building Services

KILPONEN, MINNA:

Learning Environment for an Engineering Company

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 6 pages

The purpose of this thesis was to create a learning environment for the design process. The thesis was commissioned by ALTEN Finland and focused on HVAC building services.

The work described the design process and the inspections. The learning environment comprises a model library, an exercise project, checklists and forms.

The goal of this study was to create an aggregate for the orientation of newly graduated employees. The purpose was to decrease the number of internal hours and to have the employees sooner at charged work which also releases the resources of the experienced workers.

The targets became more accurate during the process. The outcome was an entirety that matched the main goals of this study. Checklists assist the designer to analyze the design process. Forms present information on the basics of the design project to the other persons than the designer.

Key words: building services, HVAC, design process, planning, BIM

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 7 |
| 2 | KIRJALLISUUS | 8 |
| 2.1 | Yleistä | 8 |
| 2.2 | Lainsäädäntö | 8 |
| 2.3 | LVI-kortisto | 9 |
| 2.4 | Opinnäytetyöt..... | 9 |
| 2.5 | Kirjallisuus..... | 9 |
| 2.6 | Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 | 9 |
| 3 | SUUNNITTELUPROSESSI | 11 |
| 3.1 | Tarjouspyyntö ja tarjous | 11 |
| 3.2 | Suunnittelun lähtötiedot..... | 12 |
| 3.3 | Suunnitteluprosessin vaiheet..... | 13 |
| 3.4 | Suunnittelu | 17 |
| 3.4.1 | Suunnittelun aloitus..... | 17 |
| 3.4.2 | Suunnittelun periaatteet..... | 18 |
| 3.4.3 | Tietomallinnus | 18 |
| 4 | TARKASTUSTOIMINTA..... | 21 |
| 4.1 | Tarkastustoiminta osana LVI-suunnitteluprosessia | 21 |
| 4.2 | Yleiset virheet suunnittelussa | 21 |
| 4.3 | Järjestelmäkohtaiset virheet..... | 22 |
| 4.3.1 | Asemapiirustus..... | 22 |
| 4.3.2 | Lämmitysjärjestelmä | 22 |
| 4.3.3 | Vesi- ja viemärijärjestelmä | 23 |
| 4.3.4 | Ilmastointijärjestelmä | 23 |
| 4.3.5 | Jäähdytysjärjestelmä | 24 |
| 4.3.6 | Rakennusautomaatiojärjestelmä..... | 24 |
| 5 | MALLIKAAVIOT, LOMAKKEET JA TARKASTUSLISTAT..... | 25 |
| 5.1 | Mallikaaviokirjasto | 25 |
| 5.2 | Lomakkeet | 25 |
| 5.3 | Tarkastuslistat | 25 |
| 6 | HARJOITUSPROJEKTI..... | 28 |
| 6.1.1 | Ehdotussuunnittelu..... | 28 |
| 6.1.2 | Yleissuunnittelu..... | 29 |
| 6.1.3 | Toteutussuunnittelua | 30 |
| 7 | POHDINTA..... | 32 |
| | LÄHTEET..... | 34 |

| | |
|---|----|
| LIITTEET | 35 |
| Liite 1. Mallikaaviokirjaston rakenne..... | 35 |
| Liite 2. Ilmavirtojen mitoituslomake..... | 36 |
| Liite 3. Vesikalusteiden ja viemäripisteiden mitoituslomake..... | 37 |
| Liite 4. Esimerkki TATE12 tehtäväluettelon mukaisesta vaiheittaisesta tarkastuslistasta | 38 |
| Liite 5. Tasokuva ilmavirtojen ja laitteiden määrittämiseen (osakopio) | 39 |
| Liite 6. Tasokuva lämpöjohtolaitteiden ja lattialämmityspiirien määrittämiseen (osakopio) | 40 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-------|-------------------------------|
| ALTEN | ALTEN Finland |
| RakMK | Rakentamismääräyskokoelma |
| YTV | Yleiset tietomallivaatimukset |

1 JOHDANTO

ALTEN Finland on osa ranskalaista ALTEN:a, joka on yksi Euroopan johtavista suunnittelutoimistoista. ALTEN työllistää yli 27 000 ihmistä 21 maassa. ALTEN Finlandin palveluksessa työskentelee yli 400 asiantuntijaa kahdeksalla eri paikkakunnalla. Yritys tarjoaa pääsääntöisesti monipuolista kumppanuutta asiantuntija- ja suunnittelupalveluin teollisuusyrityksiin. Sen lisäksi yrityksessä on talotekniikkaosaamista. Talotekniikka muodostaa 10% osuuden yrityksen liikevaihdosta.

Työn lähtökohtana on kehittää oppimisympäristö suunnittelutoimiston tarpeisiin keskittyen LVI-talotekniikkaan. Yritykseen rekrytoidaan juuri valmistuneita työntekijöitä, joiden osaaminen ei ole itsenäisen työskentelyn edellyttämällä tasolla. Ohjeistuksella yritys pyrkii saamaan sisäiset tuntimäärät vähemmäksi ja työntekijät nopeammin laskutettavaan työhön.

Työn tavoitteena on luoda oppimisympäristörakenne ja siihen tärkeimmäksi koettu sisältö. Kokonaisuuteen on ollut tarkoitus kerätä aineistoa, joka helpottaa työhön perehtymistä vapauttaen kokeneempien suunnittelijoiden resursseja ja nopeuttaen osaamisen karttumista.

Työ etenee tarvekartoituksella, kirjallisuuteen tutustumisella, oppimisympäristön aihealueiden määrittämisellä ja aiheen rajaamiselle sekä yrityksen käytäntöihin tutustumalla työntekijähaastatteluin. Materiaali kootaan edellä mainitun aineiston perusteella.

Työstä rajataan pois suunnittelun teknisiin ratkaisuihin liittyvä ohjeistus. Rakennusmääräyskokoelma, lukuisat LVI-kortit ja edellä mainitut kirjat tarjoavat siihen tietoa. Sen sijaan oppimisympäristössä keskitytään suunnitteluprosessin kulkuun. Työssä laaditaan mallikaavioita järjestelmille ja Excel-lomakkeita ilmamäärille, vesikalusteille sekä lähtötieto- ja tarkastuslistauksia. Lisäksi luotiin harjoitusprojekti.

2 KIRJALLISUUS

2.1 Yleistä

LVI-alaa säätelevät uudet ympäristöministeriön asetukset. Niitä täydennetään Rakennusmääräyskokoelman (RakMK) ohjeilla. Alalta on paljon kirjallisuutta, tutkimustietoa, verkkojulkaisuja jne. Tämän työn tutkimusaineista on rajattu ympäristöministeriön asetuksiin, rakennusmääräyskokoelman uusiin ohjeisiin sekä kumottujen osien D1 ja D2 ohjeisiin, koska uusia ohjeita ei ole vielä julkaistu opinnäytetyön kirjoitushetkellä. Lisäksi aineistona on käytetty LVI-kortistoa, ammattikorkeakoulujen opinnäytetöitä ja ”Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012”-kokonaisuutta. Alalla on käytössä myös kolme keskeistä kirjaa.

2.2 Lainsäädäntö

LVI-alan lainsäädäntö koostuu 1.1.2018 voimaantulleista ympäristöministeriön asetuksista. Aiemmin voimassa olleesta Rakennusmääräyskokoelmasta (RakMK) poiketen määräykset ja ohjeet ovat eroteltu erilleen. Koska opinnäytetyön kirjoitushetkellä ei ole vielä julkaistu kaikkia uusia ohjeita, opinnäytetyössä on käytetty vesi- ja viemärlaitteistolle ja ilmastoinnille Suomen Rakentamismääräyskokoelman ohjeita (osat D1 ja D2).

Uusia asetuksia ovat:

- 1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta
- 788/2017 Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista
- 1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista
- 1009/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta

Lämmityksestä on julkaistu ”Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta” (2018) -ohje.

2.3 LVI-kortisto

LVI-kortisto tehostaa työskentelyä ja tarjoaa ratkaisuja talotekniikan alalta. Kortisto sisältää keskeisimmät tiedot ja ohjeet suunnitteluun, asentamiseen ja kunnossapitoon. Kortistossa esitetään laatuvaatimukset, säännökset, hyödyllisiä laskentaohjelmia, rakennepiirustuksia ja tuotetietoa. Sieltä löytyvät myös lomakemallit energiakatselmuksiin, huoltokirjat, kuntoarviot ja -tutkimukset. (Rakennustieto.)

2.4 Opinnäytetyöt

Theseus on ammattikorkeakoulujen verkkopalvelu, jossa on ammattikorkeakoulujen opinnäytetöitä ja julkaisuja. Palvelussa voi tutustua ammattikorkeakoulujen julkaisu toimintaan, ja hyödyntää materiaalia omassa tutkimus- ja kehittämistyössä. (Theseus.) Heinäkuussa 2017 palvelussa oli 4810 opinnäytetyötä hakutermillä LVI.

2.5 Kirjallisuus

LVI-alan keskeisimmät kirjat ovat Esa Sandbergin Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät (2013) ja Ilmastointilaitoksen mitoitus (2013) sekä Olli Seppäsen Rakennusten lämmitys (2002). Vesi- ja viemäritekniikasta ei ole ajantasaista oppikirjaa.

2.6 Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012

Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 on Senaattikiinteistöjen vuonna 2002 julkaistujen tietomallivaatimusten päivitys. Se on toteutettu vuosina 2011-2012. Työn tuloksena syntyivät osat 1-9 ja uusina osat 10-14. (Buildingsmart n.d.)

Osa 1 käsittää yleisen osuuden. Taloteknistä suunnittelua koskee osa 4. Lisäksi ohjeistus sisältää talotekniikkaan liittyvän täydentävän liitteen ”Talotekniikan määrälaskentaohje.”

Muita LVI-suunnittelun kannalta tärkeimpiä osia ovat:

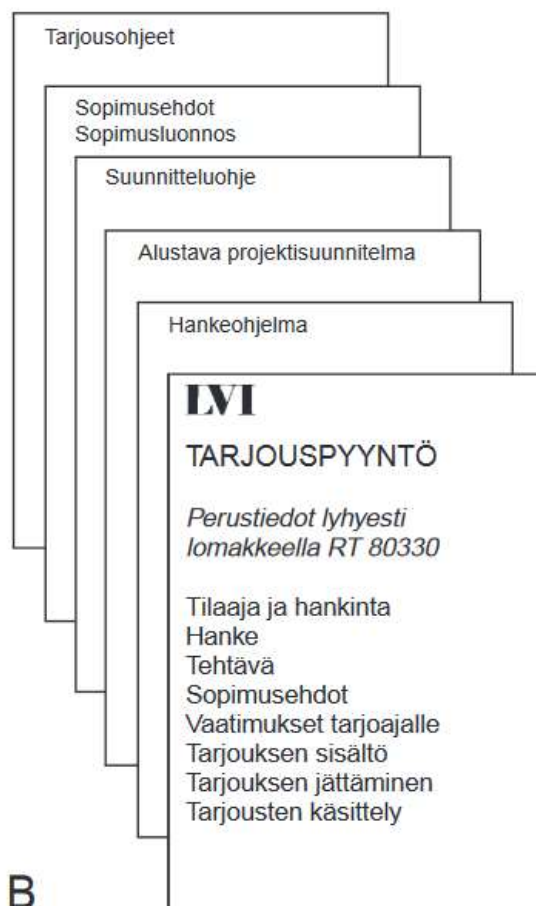
- Osa 2: Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 6: Laadunvarmistus
- Osa 7: Määrälaskenta
- Osa 9: Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä ja
- Osa 10: Energia-analyysit (Buildingsmart n.d).

3 SUUNNITTELUPROSESSI

3.1 Tarjouspyyntö ja tarjous

Tarjouspyyntö ja tarjous ovat asiakirjoja, joissa esitetään tarjouksen valintaan liittyvät tiedot. Ne ja niitä koskevat vaatimukset tulee esittää tarjouspyynnössä siten, että tarjoaja voi laatia tarjouksen niin, että tilaaja voi arvioida mahdollisimman hyvin omien tavoitteidensa toteutumista. (LV I 03-10486 2012, 5.)

Julkisissa hankinnoissa noudatetaan hankintalainsäädännössä säädettyjä menettelytapoja. Tarjouspyyntö ja sen perusteella tehtävät tarjoukset ovat avainasemassa hankintapäätöksen kannalta. Tarjouspyynnön pitää olla kattava, täsmällinen ja yksiselitteinen. Tarjouksen tekemisessä voidaan käyttää LVI-korttia ”LVI 03-10435 Suunnittelupalvelun tarjouspyynnön laatiminen”. Tarjouspyyntöasiakirjat sisältävät vähintään tarjouspyynnön. Sen lisäksi siinä voi olla liitteitä (kuva 1). (LVI 03-10435 2008, 2.)



KUVA 1. Tarjouspyynnön rakenne (LVI 03-10435 2008, 1)

Tarjouspyyntö käsittää yleensä tilaajan ja hankkeen tiedot (kohde, osapuolet, toteutus ja budjetti), tehtävät, sopimusehdot (mm. veloitusperusteet) ja vaatimukset palveluntarjoajalle (yritys ja henkilöstö). Tarjouspyyntö käsittää myös tarjouksen sisältöohjeen, tarjoukseen liittyvät asiakirjat, tarjouksen jättämisen ja sen käsittelyn. (LVI 03-10435 2008, 3-7.)

Suunnittelutehtävät ovat keskeinen osa tarjouspyyntöä. Tehtävien määrittelyssä käytetään yleisesti Taloteknisen suunnittelun tehtäväluetteloa TATE12 (LVI 03-10523). Sitä käytetään suunnittelun tehtävälajisuuden määrittelyssä, suunnittelukokonaisuuden hallinnassa sekä osana suunnittelun laadunvarmistusta. Siinä on esitetty talonrakennushankkeen talotekniset suunnittelutehtävät ja niiden tulokset. (LVI 03-10523 2013, 1.)

3.2 Suunnittelun lähtötiedot

Tilaaja määrittelee ennen suunnittelutehtävän aloitusta hankkeelle tavoitteet. Ne voidaan esittää esimerkiksi hankeohjelmassa, tavoiteselvityksessä tai suunnitteluohjeissa. Tietojen antamiseen on olemassa Hanketietokortti HT12 (LVI 03-10517). Siinä esitetään rakennuskohteen lähtötiedot ja tilaajan esittämä laatutaso suunnittelun työmäärän arviointia varten. (LVI 03-10517 2013, 1.)

Hanketietokortissa määritettävät suunnittelutehtävän lähtötiedot ovat:

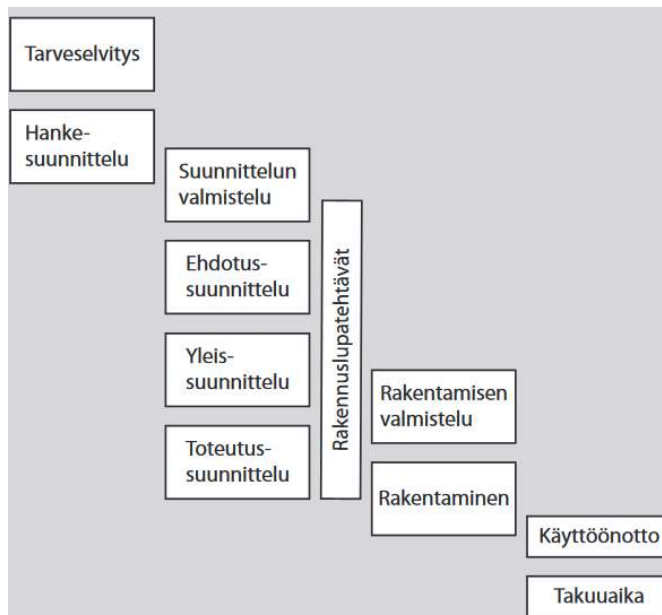
- hankkeen tavoitteet
- kohteen pääkäyttötarkoitus
- laajuus ja rakennustoimenpide
- turvaluokitus
- sijainti ja tontin tiedot
- suunnittelu-aika
- tilaajan suunnittelukäytännöt
- suunnittelijat ja asiantuntijat
- käyttäjäsuunnittelu
- toteutusmuoto ja
- tehdyt esiselvitykset (LVI 03-1051 2013, 1-4).

Suunnittelutehtävien vaativuutta taas kuvaa

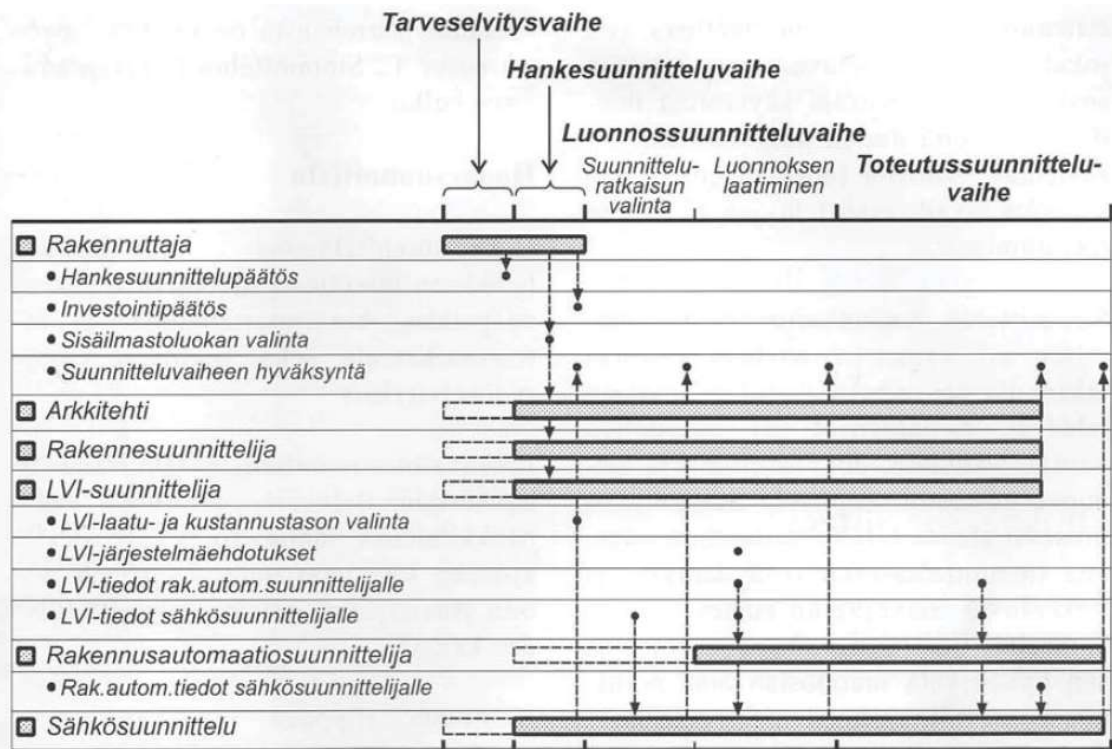
- suunnittelukohteen vaativuusluokka
- suunnitteluohjelmien vaatimustaso
- ylläpidon tiedonhallinnan vaatimustaso ja
- analysointien ja visualisointien vaatimustaso (LVI 03-1051 2013, 4-8).

3.3 Suunnitteluprosessin vaiheet

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettoa TATE12 käytetään talonrakennusta koskevien suunnittelutehtävien sisällön ja laajuuden määrittämiseen (Junkkari 2017, 1). TATE12 on jaettu yhteentoista tehtäväkokonaisuuteen kuvan 2 mukaisesti. Suunnitteluprojektin vaiheistus on kuvan 3 mukainen.

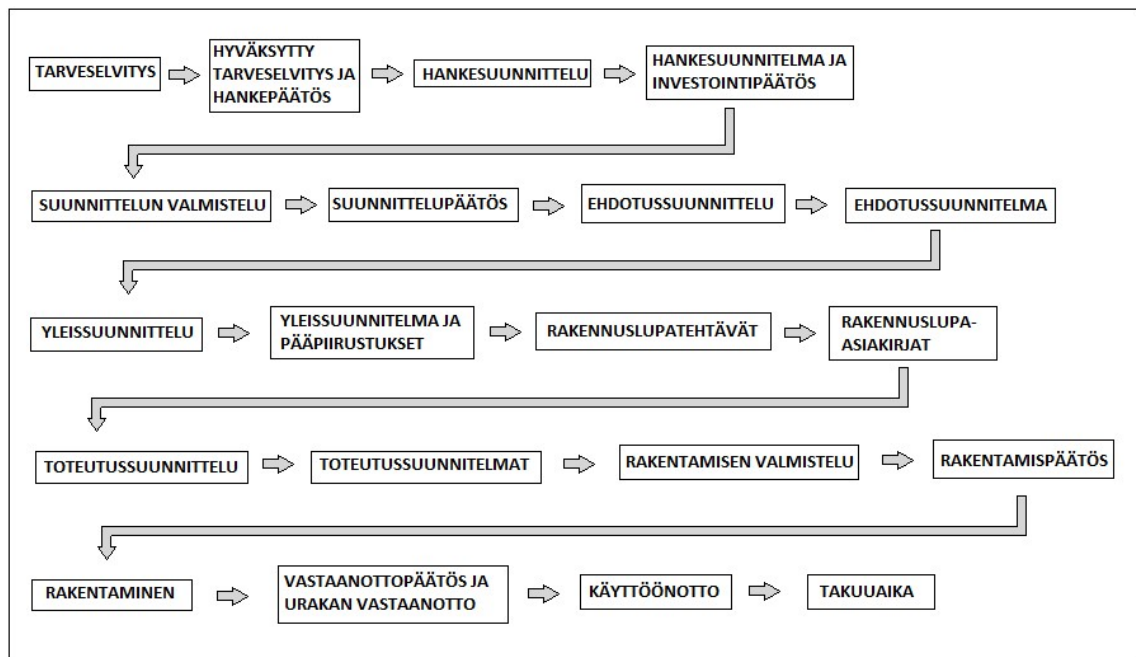


KUVA 2. Hankkeen tehtäväkokonaisuudet (LVI 03-10516 2013, 2)



KUVA 3. Uudisrakennuksen suunnitteluprojektin vaiheistus ja ilmastointisuunnittelun tiedonsiirto eri vaiheissa (Seppänen 2002, 3)

Kuvassa 4 on esitetty projektin vaiheet sekä vaiheiden tuloksena syntyvät päätökset ja dokumentointi.



KUVA 4. Projektin vaiheet ja niiden tulokset

Jokaisen suunnitteluvaiheen tehtävät on jaettu perustehtäviin ja erikseen tilattaviin tehtäviin. Määrittelemällä tehtäväluettelon kohdassa C 2.1 järjestelmälaajuudeksi rakennustyyppikohtaisen oletuslaajuuden (vaihtoehto A) suunnittelutehtävän mitoitukselle on lähtökohtana tehtäväluettelon liitteessä esitetty rakennustyyppin mukaiset tavanomaiset järjestelmät. Merkitsemällä järjestelmälaajuudeksi projektikohtainen laajuus (vaihtoehto B) tulee lisäksi täyttää liite 1 (kuva 5) ja liittää se tarjousten ja sopimusten liitteeksi. (LVI 03-10516 2013, 2.)

| Liite 1: Järjestelmälaajuus | |
|--|--|
| Rakennustyyppi (tilastokeskuksen rakennusluokitus 1994) | Järjestelmäkokonaisuudet |
| | LVI |
| | Lämmitysjärjestelmä (G1) Vesl- ja viemärijärjestelmä (G2) Sadevesijärjestelmä (kiinteistö) Sadevesijärjestelmä (piha-alue) Ilmastointijärjestelmä (G3) Ilmanvaihtojärjestelmä Ilmastoinnin jäähdytys (G4500) Tilajäähdytysjärjestelmä Kaasujärjestelmät (G5) Paineilmajärjestelmät (G51) Putkipoistojärjestelmät Jätteenpoistojärjestelmät Kylmäjärjestelmät Koneellinen savunpoisto (G3522) Maakaasujärjestelmät (G55) Höyryjärjestelmät (G6) Palontorjuntajärjestelmät (G7), (pikapanostit) Palonsammutusjärjestelmät Kohdepoistojärjestelmät Voiteluainejärjestelmät Annostelujärjestelmät Pölytönnähtäjät Urina-attaiden vedenkäsitely (G86) Palopellien ohjaus- ja valvontajärjestelmä (T640) 3) Rakennusautomaatiojärjestelmä (J 71)(T810) 3) Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä (T630) 4) Palopellien ohjaus- ja valvontajärjestelmä (T640) 4) |
| Vaihtoehto B: Projektikohtainen laajuus | |
| <i>Valitse toimeksiantoon sisältyvät järjestelmät (x)</i> | |
| Vaihtoehto A: Rakennustyyppin oletuslaajuus | |
| <i>Oletuslaajuudet merkitty taulukossa rakennustyypeittäin</i> | Toimeksianto sisältää rakennustyyppikohtaiset LVI-järjestelmät |
| | RAU |
| A Asuinrakennukset | |
| 01 Erilliset pientalot | |
| 02 Rivi- ja ketjutalot | |
| 03 Asuinkerrostalot | |
| 03 Asuinkerrostalot liiketiloilla | |
| Muu, mikä | |
| C Liikerakennukset | |
| 111 Myymälähallit | |
| 112 Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset | |
| 121 Hotellit yms. | |
| 131 Asuntolat yms. | |
| 141 Ravintolat yms. | |
| Muu, mikä | |

KUVA 5. Osakopio hanketietokortin projektikohtaisesta laajuudesta (LVI 03-10516 2013)

Tehtäväluettelon kohdassa C 2.2 on suunnittelutehtävän laajuus jaettu oletuslaajuuteen (vaihtoehto A) ja projektikohtaiseen laajuuteen (vaihtoehto B). Projektikohtaisen laajuuden käyttö edellyttää aina suunnittelualakohtaisten liitteiden 2.1-2.3 (kuva 6) täyttämistä ja liittämistä tarjousten ja sopimusten liitteeksi. (LVI 03-10516 2013, 2.)

| LVI-urakoiden toteutustapa | | Kokonaisurakkamuotoisena | |
|--|---|---|--|
| Tehtävät | Tulosteet | Suunnittelu/tulostus vaihe | |
| <i>Valitse urakkamuodon oletuslaajuus tai projektikohtainen laajuus</i> | | | |
| x sisältyy toimeksiantoon (x) sisältyy toimeksiantoon mikäli erikseen tilattu tehtävä on valittu u sisältyy urakoitsijan tai laitevoimittajan tehtäviin | LVI = LVI-järjestelmät (PAL= palonsammutus-järjestelmät) | Kokonaisurakkamuodolle tarkoitetaan tässä hankintaa, jossa pyydetään kiinteähintainen urakke valmiiksi suunnitellulla suunnitelmillä (hankintoja palvelevat suunnitelmat) | A: Oletuslaajuus B: Projektikoht. laajuus |
| Alue- ja asemapiirustusten laadinta (LVI, PAL) | | | |
| Liittymisverkostot | | | |
| Tarkistetaan yleissuunnitelman reittisijoittelu ja yhteensovitetaan se muiden aluejohtojen kanssa | Asemapiirustus | Hankintoja palveleva suunn. | x |
| Alueen kaivot, pumppaamot, säiliöt, altaat | | | |
| Esiitetään ulkoalueille tulevien kaivojen, pumppaamoiden säiliöiden ja altaiden sijoitukset yhteistyössä arkkitehdin sekä rakenne- ja vihersuunnittelijan kanssa | Asemapiirustus | Hankintoja palveleva suunn. | x |
| Alueverkostot | | | |
| Esiitetään ulkoalueille tulevien putkistojen sijoitus ja mitoitus | Asemapiirustus | Hankintoja palveleva suunn. | x |
| Kaivojen ja pumppaamoiden sekä liittymis- ja alueverkostoiden sijaintimitoitus | | | |
| Täydennetään ulkoalueille tulevien laitteiden ja verkostojen sijaintimitoituksella ja asennusvaiheen tarkennuksilla | Asemapiirustus | Käyttöönotto | (x) |
| Tasopiirustusten laadinta | | | |
| Teknisten tilavarausten tarkastaminen (LVI, PAL) | | | |
| Tarkistetaan yleissuunnitelman tilavaraukset ja yhteensovitetaan ne muiden tilavarausten kanssa. | Tasopiirustukset | Hankintoja palveleva suunn. | x |
| Konehuoneet, kuilut (LVI, PAL) | | | |
| Laaditaan konehuone- ja kuilusuunnitelmat | Tasopiirustukset | - | - |
| Kiinteä osa | | Hankintoja palveleva suunn. | x |
| Muuntuva osa | | Hankintoja palveleva suunn. | x |
| Laaditaan konehuoneiden- ja kuilujen asennuspiirustukset | Tasopiirustukset | - | - |
| Kiinteä osa | | Toteutusta palveleva suunn. | u |
| Muuntuva osa | | Toteutusta palveleva suunn. | u |
| Konehuone- ja kuiluasennusten tarkennukset (LVI, PAL) | | | |
| Täydennetään suunnitelmadokumentit tarkatietojen perusteella | Tasopiirustukset | Käyttöönotto | (x) |

KUVA 6. Osakopio taulukosta ”TATE12, liite 2.1 (LVI) tarkennukset” (LVI 03-10516 2013)

3.4 Suunnittelu

3.4.1 Suunnittelun aloitus

Ilmastointisuunnittelu aloitetaan ilmamäärien laskennalla. Pinta-ala tai henkilöperusteiset tilakohtaiset ilmavirrat saadaan ennen kuin uudet ohjeet julkaistaan Rakennusmääräyskoelman osan D2 ”Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto” ohjeista ja ”Sisäilmaluokitus 2008”:sta (LVI 05-10440). Ilmavirrat toteutetaan D2:n vähimmäisilmavirtojen mukaisesti, ellei tilaaja toisin ohjeista. Jos ilmanvaihto toteutetaan sisäilmaluokan S1 tai S2 mukaisesti, ilmavirrat valitaan Sisäilmaluokitus-LVI-kortin taulukon mukaisesti.

Ilmavirtataulukkoa käytetään lämpöhäviölaskelmissa. Taulukosta saadaan myös lopulliset ilmavirrat, joiden perusteella tehdään ilmanvaihtokoneiden koneajot. (Takala 2016, 20.)

Lämpöhäviölaskelmat tehdään CAD-suunnitteluohjelmistoilla. MagiCAD Room ja CADS ovat yleisesti käytössä olevat ohjelmat, joista molemmat on käytössä opinnäytetyön tilanteessa yrityksessä. Suunnittelun lämpötiloina käytetään Rakennusmääräyskoelman ”Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta” -ohjeen (2018) arvoja.

Vesi- ja viemärisuunnittelu alkaa vesi- ja viemäripisteiden luetteloinnilla ja kalusteluettelon laadinnalla. Vesikalusteiden normivirtaamat saadaan ennen kuin uudet ohjeet julkaistaan Rakennusmääräyskoelma osan D1 ”Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot” taulukosta. Viemäripisteiden normivirtaamat on luetteloitu saman dokumentin toisessa taulukossa.

3.4.2 Suunnittelun periaatteet

Suunnittelun ja mitoituksen periaatteet ovat lämmitys-, vesi- ja ilmastointiverkostoille suurin piirtein samat. Edellä kuvattujen kulutustarvelaskelmien jälkeen suunnittelu etenee seuraavien Esa-Matti Laihon esittämien periaatteiden mukaisesti (Hattukangas 2012, 6):

- kulutuspisteiden ja lähteiden sijoittaminen
- putkiston suunnittelu
- putkistossa kulkevan ainevirran/tehon selvittäminen
- putkiston jakaminen osiin
- johtokoon valinta
- painehäviölaskelmat
- vaikeimman reitin pääte-elimien ja mahdollisen venttiilin/ kertsäätöpellin painehäviön valinta sopivaksi
- mahdollisen keskussäätöventtiilin painehäviön valinta sopivaksi
- pumpun/puhaltimen tarvitseman paineen laskenta

Näistä ensimmäiset neljä pitää määrittää. Loput tiedot saadaan suunnitteluohjelmistosta. Jokaisella insinöörillä pitää kuitenkin olla näkemys siitä, ovatko ohjelman tuottamat tiedot oikein. Ohjelmistoon ei saa luottaa sokeasti.

3.4.3 Tietomallinnus

Tietomallinnuksella pyritään suunnittelun, rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestäväen kehityksen tukemiseen hanke- ja elinkaari prosesseissa (COBIM 2012, 5).

Tietomallin käyttö rakennusprosessissa voi olla hyvinkin monipuolinen (kuva 7), jos sille on esitetty riittävän yksityiskohtaiset vaatimukset suunnitteluprosessin alussa.



KUVA 7. Tietomallin käyttö rakennusprosessissa (Rakennusteollisuus RT ry n.d.)

LVI-suunnittelun 3D-tietomallinnus alkaa ehdotussuunnitteluvaiheessa. Tällöin laaditaan alustavat järjestelmämallit, joissa kuvataan eri järjestelmien pääreitit ja tilaa vievät kanavat. Muita tietomallitehtäviä ovat mm. palvelualuekaaviot, mallihuoneet 3D:nä, 2D-leikkaukset ja tilavaraukset. (COBIM 2012, 14.)

Yleissuunnitteluvaiheessa suunnittelija varmistaa tietomallin avulla järjestelmien tilantarpeet ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden työhön. Tässä vaiheessa mallinnetaan pääkanavisto ja konehuoneiden tilantarpeet siinä laajuudessa, että tarvittavat tilavaraukset ja vaikutukset muuhun suunnitteluun voidaan arvioida. Mallia tarvitaan myös suunnitelmien yhteensovittamiseen. (COBIM 2012, 16.)

Toteutussuunnittelussa mallinnus keskittyy järjestelmämalliin. LVI-tietomalli tulee vastata arkkitehtimallia ja sitä tulee voida käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa. (COBIM 2012, 17.)

Tietomallin käyttö työmaalla liittyy usein tuotannon järjestämiseen sisätiloissa. Se on visuaalisena hyvä apu kohteeseen ja rakenteisiin perehtymisessä, työjärjestyksen suunnit-

telussa ja töiden yhteensovittamisessa. Vastaanotossa oleellisinta on varmistaa, että rakentamisen aikana tehdyt muutokset on viety malleihin ja tietomallit vastaavat toteutunut rakennusta (COBIM 2012, 19-20.)

Vaatimukset tietomallinnukselle on määritetty TATE12-tehtäväluettelossa. Tarkat ohjeet mallinnukselle on esitetty YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osassa 4 ”Talotekninen suunnittelu”.

4 TARKASTUSTOIMINTA

4.1 Tarkastustoiminta osana LVI-suunnitteluprosessia

Rakennusvalvontaviranomaisilla ei ole velvollisuutta tarkastaa LVI-suunnitelmia, joten suunnittelija vastaa itse suunnitelmien oikeellisuudesta (Turtiainen 2012, 2). Suunnittelupuutteet johtavat huomattaviinkin lisäkustannuksiin urakkahintaan nähden. Helsingin kaupungin uudisrakennuskohteissa LVI-suunnittelun virheistä johtuvat lisäkustannukset ovat 15% luokkaa. Saneerauskohteissa lisäkustannukset voivat olla jopa 50% urakkahinnasta. (Sjögren 2010, 5.)

Tarkastustoiminnan tulisi olla osana jokapäiväistä työskentelyä. Sen tulisi olla yhtenäistä. Valmiiden suunnitelmadokumenttien tarkastaminen ei ole riittävä toimenpide vaan suunnittelijan tulee tarkastella omaa suunnittelutyötä koko suunnitteluprosessin aikana. (Turtiainen 2012, 2.)

Suunnittelun tarkastustoiminnan tavoitteena tulee olla kaikkien puutteiden ja virheiden havaitseminen ja korjaaminen. Suunnitelmien visuaalinen tarkastelu ei riitä, vaan huomiota pitää kiinnittää myös suunnitteluohjelmien ja suunnittelijan tekemiin laskelmiin. (Turtiainen 2012, 4.)

Tarkastustoiminnassa tulee tarkastaa ainakin

- 1) suunnittelun lähtötiedot
- 2) mitoitusperusteet
- 3) piirustusmerkinnät sekä järjestelmien tekniset yksityiskohdat ja
- 4) suunnitelmien yhteensopivuus (Turtiainen 2012, 10).

4.2 Yleiset virheet suunnittelussa

Yleisinä virheinä voidaan pitää kaikkia sellaisia virheitä, joita ei voida yksilöidä tietylle järjestelmälle. Teemu Turtiainen (2012, 4-6) kirjoittaa suunnittelutoimiston näkökulmasta, että eniten puutteita on LVI-tekniikan hormoneissa ja muiden teknisten tilojen tarpeiden määrittämisessä. LVI-johtojen välisissä risteilyissä ja niiden asennettavuudessa

alaslaskettuihin kattoihin on myös usein virheitä. Parannettavaa löytyy myös tiedonvaihdossa suunnittelualojen ja suunnittelijoiden välillä sekä suunnittelun lähtöarvojen huomioidinnissa. Lisäksi piirustusluettelossa, LVI-laiteluettelossa ja työselostuksessa on myös usein puutteita.

Erno Sjögren (2010, 21) käsittelee insinööriytössään asiaa tilaajan näkökulmasta. Hän nostaa esiin tiedonvaihdon puutteellisuuden, tilantarpeen virheelliset määrittelyt, suunnittelun tekemisen puutteellisin lähtötiedoin ja sen, että huollettavuutta ei ole otettu tarpeeksi huomioon. Haastatteluissa oli tullut esiin myös merkintöjen puutteellisuus.

Korjausrakentamisessa ongelmia on enemmän kuin uudisrakentamisessa. Erno Sjögrenin (2010, 23-24) otannan perusteella LVI-suunnitelmat eivät ole käytännössä koskaan toteuttamiskelpoisia sellaisenaan. Valtaosa toteutussuunnitelmien virheistä olisi estettävissä, jos suunnittelijat tutustuisivat kohteisiin riittävän huolellisesti hankkeen alkuvaiheessa.

4.3 Järjestelmäkohtaiset virheet

4.3.1 Asemapiirustus

Asemapiirustuksessa on tyypillisesti puutteita korkojen ja kallistusten merkitsemisessä, vesimittarin paikassa, putkien risteilyissä ja viemäreiden putkikoon rajoitusten huomioidinnassa. Pohjaviemärisuunnitelmissa on tyypillisesti puutteita puhdistusaukkojen sijoituksessa alapohjan alapuolisiin viemäriin. Pohjaviemäreissä esiintyy myös liian pieniä putkikokoja ja puutteita kallistusten merkitsemisessä. (Turtiainen 2012, 6.)

4.3.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmönjakohuoneen sijoitus voi olla huono kaukolämpöverkon liitettävyyden kannalta. Lämmitysjärjestelmä kytkentäkaavioissa taas on tyypillisesti mitoitusvirheitä. Virheitä tapahtuu myöskin kiertovesipumppujen nostokorkeuksien laskennassa. (Turtiainen 2012, 6-7.)

Lämmitysjärjestelmän tasopiirustuksissa on usein puutteita piirustusmerkinnöissä. Jäähdytyslaitteella varustettujen tilojen lämmityspatterien toimilaitteellisia patteriventtiilejä voi olla epähuomiossa laitettu kaikkien muidenkin tilojen pattereihin. Sulku- ja linjasäätöventtiilien määrässä ja sijoituksessa esiintyy myös puutteita. Tästä voi aiheutua, että putkistoa ei ole saatu tasapainoon suunnitteluohjelmistolla. (Turtiainen 2012, 7.)

Ilmanvaihtokonehuoneen ja erityisesti sprinklerihuoneen lämmitys pääsee unohtumaan usein. Tästä voi aiheutua vakavia seurauksia erityisesti sprinklerihuoneessa. (Turtiainen 2012, 7.)

4.3.3 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Vesijohtoverkoston staattisen paineen riittävyys on ongelmana erityisesti korkeissa rakennuksissa. Ongelman havaitsemiseksi vesikalusteille tulee tehdä virtaamatarkastelut. Lämpimän kiertoveden virtaamien mitoituksessa ja merkitsemisessä tasopiirustuksiin on puutteita. Tasopiirustuksista puuttuu myös usein putkikokomerkitöjä, vesikalusteiden kalustetunnusmerkintöjä (usein myös ristiriidassa kalusteluettelon kanssa) ja viemärien kaltevuusmerkintöjä. (Turtiainen 2012, 7-8.)

Viemäriverkostossa on tyypillisesti puutteita kondenssivesiviemäröinneissä. Näissä esiintyy myös kuivumisesta aiheutuvia hajuhaittoja. Lisäksi puutteita on raitisilmakammioiden viemäröinnissä. Ääni- ja paloeristys voi taas unohtua käytettäessä muoviviemäriputkea. Tuuletusviemärien riittävydessä ja sijoituksessa vesikatolle voi myös olla puutteita. (Turtiainen 2012, 8.)

4.3.4 Ilmastointijärjestelmä

Ilmanvaihdon tasopiirustuksesta puuttuu tyypillisesti tyypimerkintöjä. Päätelaitteiden valinnassa esiintyy myös usein puutteita. Lisäksi virheitä esiintyy palopeltien sijoituksessa ja valinnassa sekä säätöpeltien ja puhdistusluukkujen määrässä ja sijoituksessa. Ilmanvaihdon aiheuttamat äänitasot jäävät myös usein huomioimatta suunnittelussa. Ulkoilmalaitteiden sijoituksessa on myös puutteita ja virheitä. (Turtiainen 2012, 8-9.)

Erno Sjögren (2010, 22) taas nostaa esiin IV-järjestelmän äänenpaineongelmat. Ne nousivat esiin kaikissa hänen insinööriöihönsä tekemissä haastatteluissa.

4.3.5 Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytysjärjestelmässä tyypillisiä virheitä tulee pumppujen nostokorkeudessa, virtaamissa, kytkennöissä sekä säätöventtiilien ja vedenjäähdytyskoneiden mitoituksessa. Toisiopuolen runkoputkistoissa esiintyy samoja puutteita kuin lämmitysjärjestelmien runkoputkistoissa. Nestejäähdyttimien ja lauhduttimien sijoittelu vesikatolle voi myös olla virheellinen. Tasopiirustuksista puuttuu tyypillisesti linjasäätöventtiilien ja jäähdytyspatteiden venttiilien esisäätöarvoja sekä putkikokojen merkintöjä. Käytettävät putkimateriaalit voivat myös olla virheelliset. (Turtiainen 2012, 9.)

4.3.6 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Rakennusautomaatiojärjestelmissä on tyypillisesti puutteita kytkentä- ja säätökaavioissa sekä laiteluetteloissa. Ongelmat johtuvat pääosin puutteista ja virheistä lähtötiedoissa, suunnittelijoiden välisen tiedonkulun ongelmista ja väärinkäsityksistä suunnittelijoiden välillä. Rakennusautomaation tasopiirustuksissa on myös poikkeamia verrattuna LVI- ja sähkösuunnitelmiin. (Turtiainen 2012, 10.)

5 MALLIKAAVIOT, LOMAKKEET JA TARKASTUSLISTAT

5.1 Mallikaaviokirjasto

Yritykseen laadittiin mallikaaviokirjastorakenne. Ensimmäisessä vaiheessa kirjastoon valittiin seuraavat kaaviot:

- lämmönjakokeskuksen kytkentäkaavio (kaukolämpö)
- IV-lämpöjohtojen kytkentäkaavio
- lämminilma-kojeiden kytkentäkaavio ja
- ilmanvaihdon toimintakaavio.

Valittu ratkaisu koostuu Excel-taulukosta, johon linkitettiin pdf- ja dwg-tiedostot kaavioista (liite 1).

5.2 Lomakkeet

Ilmavirtojen sekä vesikalusteiden ja viemäripisteiden mitoitus varten laadittiin lomakkeet (liitteet 2 ja 3). Mitoituksessa käytettävät vesikalusteiden ja viemäripisteiden normivirtaamat saadaan RakMK:n osan D1 ”Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot” taulukoista sivulta 35 ja 47. Ilmavirtojen mitoitus toteutetaan Rakennusmääräyskokoelman osan D2 ”Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto” ja ”Sisäilmaluokitus 2008” mukaisesti (LVI 05-10440).

5.3 Tarkastuslistat

Yrityksen käyttöön laadittiin tarkastuslistoja suunnittelutyön laadunvarmistamiseksi. Listat ovat tärkeä osa uutta oppimisympäristöä. Sen lisäksi, että ne toimivat laadunvarmistuksessa, listat auttavat suunnittelijoita myös tehtäväkokonaisuuksien hahmottamisessa.

Listoja laadittiin suunnitteluprosessin kulusta ja eri järjestelmistä. Liitteenä 4 on esimerkki tällaisesta TATE12 -tehtäväluettelon mukaisesta vaiheittaisesta listasta. Muut listat rajattiin yrityksen omaan käyttöön.

Järjestelmäkohtaisissa listauksissa käytettiin hyväksi Tiina Takalan 2016 Satakunnan ammattikorkeakoulussa tekemässä opinnäytetyössä ”Hoivakodin tehokas LVI-suunnittelu” esitettyä listausta. Listaa täydennettiin Erno Sjögrenin (2010) insinööriytössään esittämien tarkastusmatriisien sisällöllä (kuvat 8 ja 9).

| | A | B | C |
|----|--------------|-----------------------------------|--|
| 1 | | Tunnus | Suunnitteluvaihetarkastus |
| 2 | 000RV | SUUNNITTELUN VALMISTELU | |
| 3 | | 001n010 | Aloituskokous |
| 4 | | 001n011 | Tilaajan suunnitteluohjeeseen tutustuminen |
| 5 | | 001n012 | Liitoskohtalauseurannan hankkiminen |
| 6 | | 001n013 | Kaukolämpöliittännän selvitys Helsingin Energialta |
| 7 | | 001n014 | Selvitys tonttialueen johdoista, putkista, salaojista ja viemäreistä |
| 8 | | 001n015 | Automaation ja hälytysten tilan ja puutteiden selvitys |
| 9 | G1 | LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT | |
| 10 | | 001G1010 | Järjestelmän ja laitteiston säätö- ja huolto huomioitu suunnitelmissa |
| 11 | | 001G1011 | Suunnitelmiin merkitty linjasäätö- ja patteriventtiilien esisäätöarvot |
| 12 | | 001G1012 | Hälytysten jatko huoltoliikkeelle huomioitu suunnitelmissa |
| 13 | | 001G1013 | Painekokeiden suorittaminen merkitty LVI-työselitykseen |
| 14 | G2 | VESI JA VIEMÄRJÄRJESTELMÄT | |
| 15 | | 001G2010 | Verkon ja laitteiston säätö- ja huolto huomioitu suunnitelmissa |
| 16 | | 001G2011 | Suunnitelmiin merkitty linjasäätöventtiilien esisäätöarvot |
| 17 | | 001G2012 | Pohja- ja ulkoviemärien videokuvaus merkitty LVI-työselitykseen |
| 18 | | 001G2013 | Hälytysten jatko huoltoliikkeelle huomioitu suunnitelmissa |
| 19 | | 001G2014 | Painekokeiden suorittaminen merkitty LVI-työselitykseen |
| 20 | G3 | ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT | |
| 21 | | 001G3010 | Kanaviston säätö- ja huolto huomioitu suunnitelmissa |
| 22 | | 001G3011 | Painehäviölaskenta suoritettu vaikeimmalle haaralle |
| 23 | | 001G3012 | Suunnitelmiin merkitty päätelaitteiden ja säätöpeltien esisäätöarvot |
| 24 | | 001G3013 | Riittävä äänenvaimennus huomioitu suunnitelmissa |
| 25 | | 001G3014 | Päätelaitteiden ja haarojen yhteydessä käytetty paineentasauslaatikoita aina kun mahdollista |
| 26 | | 001G3015 | Hälytysten jatko huoltoliikkeelle huomioitu suunnitelmissa |
| 27 | | 001G3016 | Kanavistojen ja koneiden puhtauden toteaminen merkitty LVI-työselitykseen |
| 28 | | VASTAANOTTO | |
| 29 | | 999 | Tarkastusasiakirjan vastaanotto |

KUVA 8. Uudisrakennushankkeiden tarkastusmatriisi (Sjögren 2010, 28)

| | A | B | C |
|----|--------------|------------------------------------|---|
| 1 | | Tunnus | Suunnitteluvaihetarkastus |
| 2 | 000RV | SUUNNITTELUN VALMISTELU | |
| 3 | 001RV000 | | Aloituskokous |
| 4 | 001RV001 | | Tilaajan suunnitteluohjeeseen tutustuminen |
| 5 | 001RV002 | | Kohteeseen tutustuminen |
| 6 | 001RV003 | | Liitoskohtalausannon hankkiminen |
| 7 | 001RV004 | | Kaukolämpöliittämän selvitys Helsingin Energialta |
| 8 | 001RV005 | | Viemäreiden, IV-kanavien ja hormien videokuvaus |
| 9 | 001RV006 | | Selvitys tonttialueen johdoista, putkista, salajista ja viemäreistä |
| 10 | 001RV007 | | Koneiden, pumppujen ja säätölaitteiden kunnan tarkastus |
| 11 | 001RV008 | | Palo- ja säätöpeltien kunnan tarkastus |
| 12 | 001RV009 | | Ilmavirtojen mittaus |
| 13 | 001RV010 | | Automaation ja hälytysten tilan ja puutteiden selvitys |
| 14 | G1 | LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT | |
| 15 | 001G1000 | | Järjestelmän ja laitteiston säätö- ja huolto huomioitu suunnitelmassa |
| 16 | 001G1001 | | Selvitys muutosten vaikutuksesta verkoston virtaamiin |
| 17 | 001G1002 | | Suunnitelmiin merkitty linjasäätö- ja patteriventtiilien esisäätöarvot |
| 18 | 001G1003 | | Hälytysten jatko huoltoliikkeelle huomioitu suunnitelmassa |
| 19 | 001G1004 | | Painekokeiden suorittaminen merkitty LVI-työselitykseen |
| 20 | G2 | VESI-JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT | |
| 21 | 001G2000 | | Verkon ja laitteiston säätö- ja huolto huomioitu suunnitelmassa |
| 22 | 001G2001 | | Selvitys muutosten vaikutuksesta verkoston virtaamiin |
| 23 | 001G2002 | | Suunnitelmiin merkitty linjasäätöventtiilien esisäätöarvot |
| 24 | 001G2003 | | Pohja- ja ulkoviemärien videokuvaus merkitty LVI-työselitykseen |
| 25 | 001G2004 | | Hälytysten jatko huoltoliikkeelle huomioitu suunnitelmassa |
| 26 | 001G2005 | | Painekokeiden suorittaminen merkitty LVI-työselitykseen |
| 27 | G3 | ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT | |
| 28 | 001G3000 | | Kanaviston säätö- ja huolto huomioitu suunnitelmassa |
| 29 | 001G3001 | | Selvitys muutosten vaikutuksesta kanaviston painehäviöihin |
| 30 | 001G3002 | | Painehäviölaskenta suoritettu vaikeimmalle haaralle |
| 31 | 001G3003 | | Suunnitelmiin merkitty päätelaitteiden ja säätöpeltien esisäätöarvot |
| 32 | 001G3004 | | Riittävä äänenvaimennus huomioitu suunnitelmassa |
| 33 | 001G3005 | | Päätelaitteiden ja haarojen yhteydessä käytetty paineentasauslaatikkoita aina kun mahdollista |
| 34 | 001G3006 | | Hälytysten jatko huoltoliikkeelle huomioitu suunnitelmassa |
| 35 | 001G3007 | | Kanavistojen ja koneiden puhtauden toteaminen merkitty LVI-työselitykseen |
| 36 | | VASTAANOTTO | |
| 37 | 999 | | Tarkastusasiakirjan vastaanotto |

KUVA 9. Korjausrakennushankkeiden tarkastusmatriisi (Sjögren 2010, 25)

6 HARJOITUSPROJEKTI

Osana opinnäytetyötä laadittiin harjoitusprojekti. Siinä voidaan harjoitella suunnittelua ja verrata omaa harjoitusta toteutettuun malliin.

Projekti etenee järjestyksessä:

- ilmastointilaitteet ja kanavistot
- vesi- ja viemäri-laitteet ja putkistot sekä
- lämpöjohtolaitteet ja putkistot.

6.1.1 Ehdotussuunnittelu

Talotekninen suunnittelu alkaa ehdotussuunnittelulla. Ehdotussuunnittelun sisältö on esitetty kuvassa 10. Määritettävät asiat on esitetty kuvan alalaidan laatikossa.

| | |
|---|--|
| <p>EHDOTUSSUUNNITTELU</p> <p>Energian tavoitekulutuksen laskenta</p> <p>Sisäolosuhdelaskenta</p> <ul style="list-style-type: none"> - tilatyypikohtaisesti - lämpöt. kuukausikeskiarvot <p>Alustavat tekniset tilat</p> <p>Tilatyypien vaihtoehtoratk.</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td> <p>Ilmastoinnin tulo- ja poisto- ilmaelinvaihtoehdot</p> <p>Vesi- ja viemärikalusteiden vaihtoehdot</p> <p>Lämmönjakovaihtoehdot</p> </td> </tr> </table> | <p>Ilmastoinnin tulo- ja poisto- ilmaelinvaihtoehdot</p> <p>Vesi- ja viemärikalusteiden vaihtoehdot</p> <p>Lämmönjakovaihtoehdot</p> |
| <p>Ilmastoinnin tulo- ja poisto- ilmaelinvaihtoehdot</p> <p>Vesi- ja viemärikalusteiden vaihtoehdot</p> <p>Lämmönjakovaihtoehdot</p> | |

KUVA 10. Ehdotussuunnittelun sisältö

3D-tietomallinnuksessa laaditaan alustavat järjestelmämallit, joissa kuvataan eri järjestelmien pääreitit ja tilaa vievät kanavat. Muita tietomallitehtäviä ovat mm. palvelualuekaaviot, mallihuoneet 3D:nä, 2D-leikkaukset ja tilavaraukset. (COBIM 2012, 14.)

6.1.2 Yleissuunnittelu

Ehdotussuunnittelun jälkeen suunnittelutyö jatkuu yleissuunnittelulla. Sen sisältö on esitetty kuvassa 11. Tuotettavat dokumentit on esitetty kuvan yläosassa ja määritettävät asiat kuvan alalaidan laatikossa.

| |
|---|
| <p>YLEISSUUNNITTELU</p> <p>Järjestelmäkuvaukset ja -kaaviot</p> <p>Asemapiirustus</p> <p>Tasopiirustukset pääjakelureitein</p> <p>Leikkaukset</p> <p>Palvelualuekaaviot</p> <p>Alustavat laiteluettelot</p> <p>Alustavat pääreikä tiedot</p> |
| <p>Lämmitystekot</p> <p>Ilmavirrat</p> <p>Vesi- ja viemärijärjestelmän mitoitusvirtaamat</p> <p>Mitoituslaskelmat</p> <p>Putki- ja kanavakoot</p> <p>Lämmitysverkoston kytkentäk.</p> <p>Ilmanvaihdon toimintakaavio</p> <p>Lattialämmitysjakotukit ja alueet</p> |

KUVA 11. Yleissuunnittelun sisältö

Yleissuunnitteluvaiheen ilmastointisuunnittelu aloitetaan ilmavirtojen laskennalla. Laskentaa varten tehtiin taulukko (liite 2), joka perustuu tilakohtaiseen ilmavirtojen laskentaan. Taulukossa luetellaan kaikki rakennuksen tilat. Siihen merkitään myös pinta-alat sekä henkilökuormat, jos ne on ilmoitettu.

Tietomallin avulla tarkastellaan järjestelmien tilantarpeet ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden työhön. Pääkanavisto ja konehuoneiden tilantarpeet määritetään siinä laajuudessa, että tarvittavat tilavaraukset ja vaikutukset muuhun suunnitteluun voidaan arvioida. Mallia tarvitaan myös suunnitelmien yhteensovittamiseen. (COBIM 2012, 16.)

Yleissuunnitteluvaiheessa määritetään myös vesi- ja viemärijärjestelmän mitoitusvirtaamat. Tähän käytetään taulukkoa liitteessä 3.

6.1.3 Toteutussuunnittelua

Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään hankintoja palvelevat suunnitelmat (kuva 12). Piirustuksissa esitettävät asiat on kerätty kuvan alalaidan laatikkoon.

| | |
|---|--|
| <p>TOTEUTUSSUUNNITTELU</p> <p>Hankintoja palvelevat suunnitelma-asiakirjat TATE12 liitteiden 2.1-2.3 muk.</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>Lämmönjakolaitteet</p> <p>Tulo- ja poistoilmaelimet</p> <p>Vesi- ja viemärikalusteet</p> <p>Putket ja kanavat</p> <p>Painehäviölaskelmat</p> <p>Vaikkeimman reitin pääte-elimen, venttiilin tai kertasäätöpellin painehäviön valinta</p> <p>Keskussäätöventtiilin painehäviön valinta</p> <p>Pumpun/puhaltimen tarvitseman paineen laskenta</p> </td> </tr> </table> | <p>Lämmönjakolaitteet</p> <p>Tulo- ja poistoilmaelimet</p> <p>Vesi- ja viemärikalusteet</p> <p>Putket ja kanavat</p> <p>Painehäviölaskelmat</p> <p>Vaikkeimman reitin pääte-elimen, venttiilin tai kertasäätöpellin painehäviön valinta</p> <p>Keskussäätöventtiilin painehäviön valinta</p> <p>Pumpun/puhaltimen tarvitseman paineen laskenta</p> |
| <p>Lämmönjakolaitteet</p> <p>Tulo- ja poistoilmaelimet</p> <p>Vesi- ja viemärikalusteet</p> <p>Putket ja kanavat</p> <p>Painehäviölaskelmat</p> <p>Vaikkeimman reitin pääte-elimen, venttiilin tai kertasäätöpellin painehäviön valinta</p> <p>Keskussäätöventtiilin painehäviön valinta</p> <p>Pumpun/puhaltimen tarvitseman paineen laskenta</p> | |

KUVA 12. Toteutussuunnittelun sisältö

Toteutussuunnitteluvaiheen alussa valitaan tulo- ja poistolaitteet ja sijoitetaan ne tasokuvaan (liite 5). Tasokuvassa on esitetty esimerkkityypit päätelaitteille, jolloin voidaan toteuttaa vertailukelpoinen suunnitelma. Koska toteutuneita ilmavirtoja ei ollut saatavissa taulukkomuodossa, ne on esitetty valmiina kuvissa, jotta ilmavirtoja voidaan verrata itsekaskettuihin.

Suunnittelu seuraavassa vaiheessa piirretään kanavat, pellit ja puhdistusluukut. Lopuksi tasapainotetaan järjestelmä.

Toisessa vaiheessa määritetään vesikalusteet ja viemäripisteet ja piirretään ne tasokuvaan. Tämän jälkeen piirretään vesi- ja viemäriputket sekä suoritetaan tarvittavat laskelmat. Vesi- ja viemäripisteiden suunnittelu aloitetaan tyhjäan pohjakuvaan.

Kolmantena määritetään lämpöjohtolaitteet ja lattialämmityspiirit, jonka jälkeen piirretään runkoputket jakotukeille, lämminilmakojeille ja kuivauspattereille. Asennukset piirretään liitteessä 6 olevaan tasokuvaan. Tämän jälkeen piirretään tarvittavat säätö- ja sulkuventtiilit, ja järjestelmä tasapainotetaan.

Toteutussuunnittelussa otetaan koko ajan huomioon tietomallinnus. Se keskittyy järjestelmämalliin. LVI-tietomalli tulee vastata arkkitehtimallia ja sitä tulee voida käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa. (COBIM 2012, 17.)

7 POHDINTA

Työn lähtökohtana oli kehittää oppimisympäristö suunnittelutoimiston tarpeisiin keskittyen LVI-talotekniikkaan. Työn tavoitteena oli luoda oppimisympäristörakenne ja siihen tärkeimmäksi koettu sisältö. Kokonaisuuteen oli tarkoitus kerätä aineistoa, joka helpottaa työhön perehtymistä.

Jo alkuvaiheessa työstä rajattiin pois suunnittelun teknisiin ratkaisuihin liittyvä ohjeistus ja keskityttiin suunnitteluprosessiin ja tarkastustoimintaan. Suunnittelun teknisten ratkaisujen poisrajaaminen oli järkevä ratkaisu, koska niistä ei voi opinnäytetyön puitteissa laatia kattavaa ohjeistusta.

Työssä laadittiin mallikaaviokirjastorakenne. Valittu ratkaisu Excel-taulukosta, johon linkitetään pdf- ja dwg-tiedostot kaavioista, on koettu yrityksessä toimivaksi ratkaisuksi. Sitä on sovellettu pää- ja piirikaaviokirjastossa sähkötekniikan puolella. Yrityksessä päätettiin ratkaisuun, että kirjastoon ei tuoteta tässä vaiheessa enempää sisältöä kuin kaukolämmitysverkoston IV-lämpöjohtojen ja lämminilmakojeiden kytkentäkaaviot sekä ilmanvaihdon toimintakaavio. Muita mallikaavioita täydennetään sitä mukaa, kun niitä tulee tehtäväksi projekteissa. Mallikaavioiden tarkastusprosessista tulee laatia ohjeistus. On äärimmäisen tärkeää, että malleissa ei ole puutteita tai virheitä.

Työssä tehtiin ilmanvaihdon ilmavirta- sekä vesi- ja viemärijärjestelmän normivirtaamalomakkeet. Yrityksen Tampereen toimipisteessä yleisesti käytössä on ollut tapa, että ilmavirrat merkitään vain kuviin. Taulukko auttaa muita henkilöitä kuin tekijää hahmotamaan kokonaisuutta ja näkemään, mistä lähtökohdista ilmavirrat on määritetty.

Työssä laadittiin tarkastuslistoja. Koska Tiina Takalan 2016 Satakunnan ammattikorkeakoulussa tekemässä opinnäytetyössä ”Hoivakodin tehokas LVI-suunnittelu” on esitetty tarkka järjestelmäkohtainen listaus, sitä käytettiin hyväksi eikä lähdetty tuottamaan vastaavan sisältöistä aineistoa uudelleen. Listaa täydennettiin Erno Sjögrenin (2010) insinööriyössään esittämien tarkastusmatriisien sisällöllä. Sen sijaan laadittiin suunnittelu-vaihekohtaiset tarkastuslistat TATE12 mukaisesti.

Tarkastuslistat ovat hyvä keino hahmottaa projektia. Ne toimivat hyvin myös jäsentämissä suunnitteluprosessia.

Osana opinnäytetyötä laadittiin harjoitusprojekti päiväkodista. Siinä on tarkoitus harjoitella suunnittelua ja verrata omaa harjoitusta toteutettuun malliin. Projektissa tulee käytettäväksi ilmavirta- ja normivirtaamalomakkeet. Yritykseen tulee tehtäväksi vastaava projekti myös kerrostalokohteesta.

Alkuperäisessä suunnitelmassa olleet yrityksessä käytössä olevien ohjelmien ohjeistukset jäivät työssä tekemättä.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät. Työstä on paljon hyötyä itselleni. Se auttoi sisäistämään suunnitteluprosessin. Erityisen hyödylliseksi koin tarkastuslistaukset. Niiden avulla suunnitteluprosessia pystyy viemään eteenpäin systemaattisesti.

LÄHTEET

CBIM. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1, Yleinen osuus.

Hattukangas, V. 2012. Tornitalon LVI-suunnittelu. Talotekniikan koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyö.

Junkkari, E. 2017. TATE-vaiheistuksen hyödyntäminen suunnitteluprosessissa. Talotekniikan tutkinto-ohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyö.

LVI-kortisto. Rakennustieto. Luettu 10.7.2017. <http://www.rakennustieto.fi/lvi>

LVI 30-10453. 2012. Suunnittelupalvelun tarjouspyynnön laatiminen. Rakennustieto. LVI-kortisto.

LVI 03-10516. 2013. Tehtäväluettelot. Käyttöohje KO12. Rakennustieto. LVI-kortisto.

LVI 03-10517. 2013. Hanketietokortti HT12. Rakennustieto. LVI-kortisto.

LVI 03-10523. 2013. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. Rakennustieto. LVI-kortisto.

LVI 03-10486. 2008. Suunnittelutarjouksen valinta. Rakennustieto. LVI-kortisto.

Rakennusteollisuus RT ry. N.d. Pro IT Tuotemallitieto rakennusprosessissa. Luettu 19.3.2017. <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>

Seppänen, O. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Helsinki : Talotekniikka-julkaisut.

Sjögren, E. 2010. LVI-suunnitelmien tarkastusasiakirja. Talotekniikan koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyö.


Takala, T. 2016. Hoivakodin tehokas LVI-suunnittelu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Theseus. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetyöt ja julkaisut. Luettu 10.7.2017. <http://www.theseus.fi>

Turtiainen, T.2012. LVIA-suunnitelmien tarkastustoiminta. Talotekniikan koulutusohjelma. Mikkelin Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Buildingsmart. Luettu 11.7.2017. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>

Liite 4. Esimerkki TATE12 tehtäväluettelon mukaisesta vaiheittaisesta tarkastuslistasta



ALLEN Finland
Hatanpään valtatie 20
FI-33100 TAMPERE
www.allen.fi
Tel. +358 20 786 3500

Sivu 1/1

SUUNNITELUN TYÖVAIHEET

YLEISSUUNNITTELU

ESITIEDOT Saatu (X)

| | |
|--|--|
| Ehdotussuunnitelma ja jatkosuunnittelupäätös | |
|--|--|

VALMISTELU Kunnossa (X)

| | |
|---|--|
| Suunnittelu-, viranomais- ja käyttäjäkokoukset | |
| Tiedonvaihtokataulu TATE-suunnittelun osalta | |
| Rakennuksen kiinteän ja muuttuvien osien määrittely | |

SUUNNITTELU JA SUUNNITELMAT Ei tilattu (-)
Valmis (X) Tarkastettu

| Liittymäratkaisut | | |
|--|--|--|
| Asemapiirustus ja selvitys liittymistä ja niiden kapasiteetista | | |
| Reititystarpeet, tyyppitilojen ratkaisuvaihtoehdot ja järjestelmäintegraatio | | |
| Yleissuunnitelman laskelmat | | |
| Yleissuunnitelman asiakirjat | | |
| Järjestelmäkuvaukset- ja kaaviot toimintaperiaatteineen | | |
| Asemapiirustus | | |
| Tasopiirustukset pääjohtoreitein ja tarvittavat leikkaukset | | |
| Järjestelmäkaaviot | | |
| Alustavat laiteluettelot | | |
| Eri suunnitteluala-alojen yhteensovittaminen | | |
| Tilaisuuden muistio | | |
| Tarkennetut yleissuunnitelma-asiakirjat ja laadunvarmistusasiakirjat | | |

SUUNNITELUN TYÖVAIHEET

Sivu 2/2

YLEISSUUNNITTELU

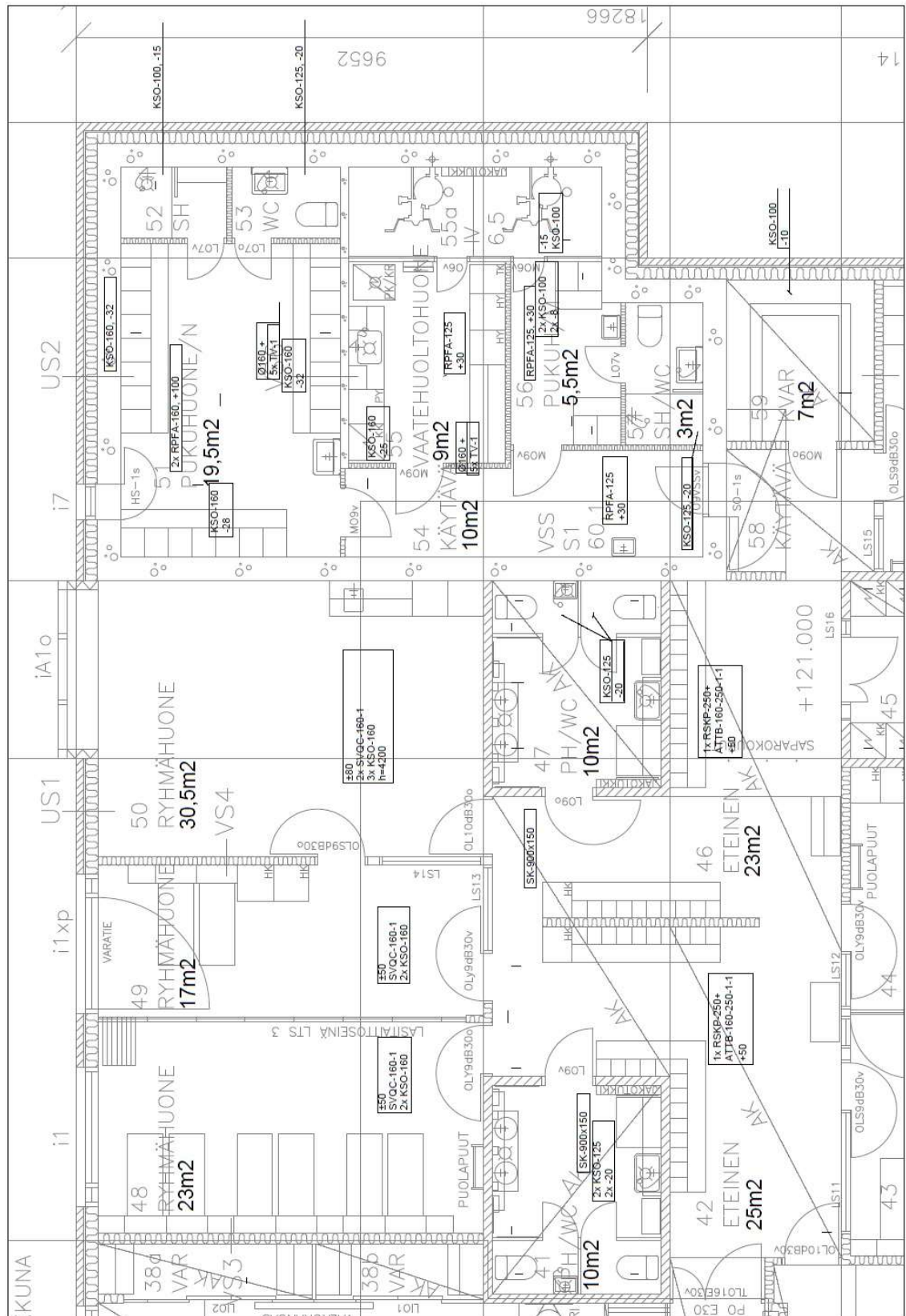
SOPIMUKSEN MUKAISUUS Ei tilattu (-)
Valmis (X) Tarkastettu

| | | |
|---|--|--|
| Raportti suunnittelutavoitteiden toteutumisesta ja poikkeamien syistä | | |
| Suunnitelman hyväksyttäminen tilaajalla | | |

ERIKSEEN TILATTAVAT TEHTÄVÄT Valmis (X) Tarkastettu

| Energian tavoitekulutuksen laskenta (yksilöity, taso b) | | |
|--|--|--|
| Sisäilmaolosuhteiden laskenta | | |
| Taso a: laskenta | | |
| Taso b: olosuhdesimulointi | | |
| Taso c: virtaussimulointi | | |
| Investointikustannuslaskenta | | |
| Taso a: ei erityisvaatimuksia laskennalle (laskenta neljäpohjaisesti) | | |
| Taso b: tila- ja järjestelmäpohjainen tavoitehintalaskenta | | |
| Elinkaarikustannuslaskenta | | |
| Taso a: ei erityisvaatimuksia laskennalle (arvio tilastollisten arvojen perusteella) | | |
| Taso b: vaihtoehtojen elinkaarikustannusten vertailu | | |
| Taso c: suunnitteluratkaisujen elinkaarikustannusten laskenta | | |
| Ympäristövaikutukset | | |
| Taso a: ei erityisvaatimuksia laskennalle (arvio tilastollisten arvojen perusteella) | | |
| Taso b: suunnitteluratkaisujen energiankäytön ympäristövaikutusten laskenta | | |
| Taso c: suunnitteluratkaisujen ja käytön aikaisten ympäristövaik. laskenta | | |
| Ennakkohankintojen ja tilapäisjärjestelyiden suunnittelu | | |
| Yleissuunnitelman täydennys arviolla määrätty | | |
| Hankekohtaisten erityisvaatimusten edellyttämät lisätehtävät (täydennä alle): | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Liite 5. Tasokuva ilmavirtojen ja laitteiden määrittämiseen (osakopio)



Liite 6. Tasokuva lämpöjohtolaitteiden ja lattialämmityspiirien määrittämiseen (osakopio)

