

Konsta Rintala

LVI-SUUNNITTELUN LAADUNVARMISTUS

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma

2019

LVI-suunnittelun laadunvarmistus

Rintala, Konsta
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2019
Sivumäärä: 36
Liitteitä: 1

Asiasanat: Talotekniikka, LVI, toimintaohje, tietomallinnus

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda talotekniikan projektinjohtoyritykselle LVI-suunnittelun toimintaohje. Toimintaohjeesta tulisi sellainen, että siihen pystytään lisäämään jatkossa myös muiden suunnittelualojen asioita, koska tilaajayrityksellä on myös sähkösuunnittelijoita palveluksessaan.

LVI-suunnittelun toimintaohjeen pohjana käytettiin talotekniikan suunnittelun tehtäväluetteloa ja yrityksen sisäisiä materiaaleja. Osa materiaaleista tuli myös yrityksen suunnittelijoilta itseltään. Toimintaohjeessa käydään rakennushankkeen eri vaiheiden suunnitteluasiat läpi ja kerrotaan mitä pitää ottaa huomioon missäkin vaiheessa.

Lopputuloksesta saatiin halutunlainen ja LVI-suunnittelun toimintaohjeeseen pystytään helposti lisäämään myös muiden talotekniikan alojen suunnitteluohjeita. Toimintaohje tulee toimimaan yrityksessä osana laadunvarmistusjärjestelmää, jota pyritään kehittämään tulevaisuudessa.

Opinnäytetyöhön sisältyi myös kymmenen haastattelukysymystä talotekniikan suunnittelun laadunvarmistukseen ja tietomallintamiseen liittyen. Tavoitteena parantaa suunnittelun laatua yrityksessä ja herättää keskustelua suunnittelussa esiintyvistä ongelmista.

Haastattelukysymykset mietittiin yhdessä yrityksen työntekijöiden kanssa ja ne lähetettiin työntekijöille sähköpostitse. Työntekijöille annettiin viikko aikaa vastata.

Haastattelukysymysten vastauksia käytiin yhdessä työntekijöiden kanssa läpi ja ne herättivät hyvää keskustelua eri aiheista, mikä tulee varmasti auttamaan yritystä eteenpäin tulevaisuudessa.

QUALITY ASSURANCE OF HVAC-DESIGNING

Rintala, Konsta

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction and civil engineering

November 2019

Number of pages:36

appendices:1

Keywords: building service technology, HVAC, design guide

The aim of this thesis was to create a HVAC design code of practice for a HVAC project management company. The Code of Conduct would be such that things of other areas of design could be added to it in the future, as the contracting company also has electrical designers at its service.

The HVAC Design Code of Practice was based on the Building Technology To-do List and in-house materials. Some of the materials also came from the company designers themselves. The Code of Conduct goes through the planning issues of the various phases of the construction project and tells you what to consider at each stage.

The end result was as desired, and design instructions for other HVAC areas can easily be added to the HVAC Design Guide. The Code of Conduct will be implemented in the company as part of the quality assurance system that is being developed in the future.

The thesis also included ten interview questions related to quality assurance and information modeling in building services engineering. The aim is to improve the quality of the design in the company and to stimulate debate on design problems.

The interview questions were considered together with the employees of the company and sent to the employees by e-mail. Employees were given one week to respond.

The answers to the interview questions were discussed with the employees and stimulated a good discussion on various topics, which will certainly help the company to move forward in the future.

SISÄLLYS

Lyhenteet

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Toimeksiantaja.....	7
1.2	Liiketoimintamalli	7
2	LVI-SUUNNITTELUN TOIMINTAOHJE.....	8
2.1	Tilaaajan toimeksianto.....	8
2.2	Työn valmistelu	8
2.3	Toimintaohjeen sisältö.....	9
3	HAASTATTELUT.....	11
3.1	Kysymysten suunnittelu ja toteutus	11
3.2	Haastattelykysymykset	12
4	LAATU	12
4.1	Mitä tarkoittaa käsite laatu.....	13
4.2	Työelämän laatu.....	13
4.3	Laatua henkilöstön kouluttamisen kautta	13
4.4	Laatua virheistä oppimalla.....	14
4.5	Valvonta ja laatu	14
4.6	Hyvä rakennustapa suunnittelussa ja toteutuksessa.....	15
4.7	Laadun merkitys suunnittelijalle.....	15
5	TALOTEKNISEN SUUNNITTELUN LAADUNVARMISTUS	16
5.1	Yleiset suunnittelijan vastuut ja vaatimukset.....	16
5.2	Laadunvarmistus ja sen kehittäminen.....	17
5.3	Suunnittelua haittaavat muutokset.....	19
5.4	Suunnittelijoiden yhteistyö	20
5.5	Suunnitelmista enemmän hyötyä asentajille.....	21
5.6	Talotekniikan suunnittelijoiden tiedonlähteet.....	22
6	TALOTEKNISEN SUUNNITTELUN TEHTÄVÄLUETTELO TATE18	23
6.1	Tehtäväluettelon käyttö ja tarkoitus.....	23
6.2	Tarveselvitys.....	23
6.3	Hankesuunnittelu	23
6.4	Suunnittelun valmistelu	24
6.5	Ehdotussuunnittelu.....	24
6.6	Rakennuslupatehtävät	24
6.7	Toteutussuunnittelu.....	25
6.8	Rakentamisen valmistelu	25

6.9	Rakentaminen	25
6.10	Käyttöönotto	26
6.11	Takuuaika.....	26
7	TIETOMALLINNUS.....	26
7.1	Yleiset tietomallivaatimukset	26
7.2	Tietomallinnuksen päätavoitteet	27
7.3	Yleiset tietomallivaatimukset osa 4	27
7.4	Hyvä vai paha tietomallinnus	28
8	LAADUNVARMISTUS TIETOMALLINNUKSESSA	30
8.1	Yleiset tietomallivaatimukset osa 6	30
8.2	Laadunvarmistusprosessi suunnittelijan näkökulmasta	30
8.3	Laadunvarmistusprosessi suunnitteluryhmän näkökulmasta.....	31
8.4	Suosittelava suunnittelukokouskäytäntö.....	31
8.5	Muutosten hallinta	31
8.6	Suunnittelijoiden välisen tiedonsiirron parantaminen	31
8.7	Suunnitelmien laadun hallinta ja ylläpito	32
8.8	Tarkastusmenetelmät	32
8.9	Tarkastettavat mallit	33
8.10	Yhdistetty malli.....	33
8.11	Talotekniikan törmäys- ja reittitarkastelu	33
8.12	Vastuut	33
9	YHTEENVETO	34

LYHENTEET

LVISA	Lämpö, vesi, ilma, sähkö- ja automaatio
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
RAU	Rakennusautomaatio
TATE	Talotekniikka
TATE18	Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo
ARK	Arkkitehti
RAK-malli	Rakennemalli

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on LVI-suunnittelun laadunvarmistus ja tehtävänä oli luoda tilaajayritykselle LVI-suunnittelun toimintaohje tukemaan suunnittelun laadunvarmistusta. Opinnäytetyössä esitellään toimintaohjetta ja sen suunnittelu- ja luomisprosessia. Opinnäytetyöhön sisältyy myös kymmenen haastattelukysymystä, jotka kysyttiin tilaajayrityksen henkilökunnalta. Kysymykset koskevat tietomallintamista, talotekniikan suunnittelua ja laadunvarmistusta. Haastattelukysymysten tarkoituksena oli nostaa talotekniikan suunnittelussa esiintyviä ongelmia esiin ja herättää keskustelua suunnittelutyön laadunvarmistuksen kehittämisenä. Työhön sisältyy myös yleistä asiaa laadusta, laadunvarmistuksesta LVI-suunnittelussa ja tietomallintamisessa.

1.1 Toimeksiantaja

Toimeksiantajana toimii All-Talotekniikka Oy, joka on talotekniikan LVISA-projektointiin erikoistunut yritys. Toimitilat sijaitsevat Tampereen Lielahdessa. Toiminta-alueena on eteläinen Suomi ja pääasiassa kohteet sijaitsevat Pirkanmaalla. Yrityksen palveluksessa on koulutettua henkilökuntaa ja alan parhaimmat ohjelmat rakennusten talotekniseen suunnitteluun. Henkilökunta koostuu pääasiassa insinööri- tai DI-koulutuksen saaneista henkilöistä.

1.2 Liiketoimintamalli

Yrityksen projekteissa hyödynnetään pitkäaikaista osaamista talotekniikan KVR-hankkeissa. Yrityksessä hallitaan taloudellinen tapa suunnitella muuntojoustavia ja elinkaareltaan pitkäikäisiä taloteknisiä järjestelmiä. Yrityksellä hoidetaan tarvittaessa hankkeiden talotekniikka kokonaisuudessaan. Projektin alussa voidaan tehdä kustannuslaskentaa erilaisilla toteutustavoilla alustavien arkkitehtisuunnitelmien ja asiakkaan tarpeiden selvityksen myötä. Projektin kustannusarvio tulee yrityksen tavalla selvitettyä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ilman suuria kustannuksia. Yrityksessä halutaan tulla jo hankesuunnitteluvaiheessa mukaan projektiin, jotta voidaan parhaiten olla mukana esittämässä tilatarpeita, laskemassa kustannuksia vaihtoehtoisille ratkaisuille, viemässä suunnittelua yhteistyössä eteenpäin sekä jo suunnitteluvaiheessa tekemässä ja kilpailuttamassa järjestelmävalintoja yhteistyössä rakentajan kanssa. Kohteiden vaihtoehtoiset lämmitys-, jäähdytys-, ilmastointi-, valaistus-, turvallisuusjärjestelmä ym. tarpeet ja niiden tulevat toteutuskustannukset selvitetään yhdessä tilaajan ja käyttäjän kanssa. Hankinnat tehdään kokonaisedullisimmalla tavalla minimoimalla portaita

hankintaketjussa. Talotekniikan suunnittelu hoidetaan yrityksessä omana työnä tai käytetään hyviä yhteistyökumppaneita.

2 LVI-SUUNNITTELUN TOIMINTAOHJE

Kappaleessa esitellään tilaajayritykselle luotua toimintaohjetta ja sen suunnittelu- ja luomisprosessia. LVI-suunnittelun toimintaohjeen tarkoitus on ohjata suunnittelua ja siinä kerrotaan asioita mitä pitää ottaa huomioon suunnittelussa rakennushankkeen eri vaiheissa. Toimintaohjeeseen tullaan jatkossa lisäämään sähkö- ja automaatio suunnittelua. LVI-suunnittelun toimintaohjetta ei käydä sanasta saan läpi, koska toimintaohje sisältää tilaajayrityksen luottamuksellista materiaalia.

2.1 Tilaajan toimeksianto

Tähän työhön päädyttiin, kun lähdettiin yrityksen kanssa miettimään opinnäytetyöaihetta, mistä yritykselle olisi jotain hyötyä. Yrityksessä oltiin jo pitkään mietitty suunnittelun laadunvarmistuksen parantamiseksi ja yhtenäistämiseksi suunnittelun toimintaohjetta. Toimintaohjeen luomiseksi vaadittiin henkilö, joka tuntee yrityksen toimintavat. Vaatimus työlle oli erittäin selkeä. Toimintaohjeesta on tultava helposti luettava ja siihen on jatkossa pystyttävä lisäämään asioita myös sähkösuunnitteluun liittyen, koska tilaajayrityksessä ei työskentele pelkästään LVI-suunnittelijoita, vaan myös sähkösuunnittelijoita. Toimintaohje luodaan auttamaan suunnittelijoita ja sen pitää sisältää suunnittelua helpottavia asioita rakennushankkeen erivaiheista. Muuten annettiin vapaat kädet.

2.2 Työn valmistelu

Työtä lähdettiin valmistelemaan keräämällä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta sekä etsimään yrityksen sisäisiä materiaaleja, mitä toimintaohjeessa voidaan hyödyntää. Lisäksi talotekniikan suunnittelijat antoivat omia materiaalejaan toimintaohjetta varten. Lähtötiedoiksi kerättiin listalle erilaisia asioita, jotka tulevat toimintaohjeeseen. Projektin edetessä kuitenkin huomattiin, että mikä työssä on ylimääräistä ja mikä ei. Turhat asiat jätettiin pois.

2.3 Toimintaohjeen sisältö

Työ aloitetaan johdannolla, jossa kerrotaan muutamalla lauseella työstä ja sen tarkoituksesta. LVI-suunnittelun toimintaohjeen tarkoitus on ohjata suunnittelua. Toimintaohjeessa on kerrottu asioita, mitkä pitää ottaa huomioon rakennushankkeen eri vaiheissa. Toimintaohjeeseen tullaan jatkossa lisäämään myös sähkösuunnittelun asioita.

Toimintaohjeessa esitellään alkuun yritys ja sen liiketoimintamalli. Varsinaisessa työssä lähdetään liikkeelle otsikolla LVI-suunnittelu rakennushankkeen eri vaiheissa. Otsikon sisällöstä vastaa suurelta osin talotekniikan suunnittelijan tehtäväluettelo TATE18. Talotekniikan suunnittelijan tehtäväluettelo on esiteltyä opinnäytetyössä lyhyesti, mutta toimintaohje sisältää jokaisesta rakennushankkeen vaiheesta listan, mitä suunnittelijoiden pitää huomioida ja muistaa suunnittelussa. Eli toisin sanoen talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo. Tehtäväluettelon vaiheita on yksitoista kappaletta ja ne ovat lueteltuna tarveselvitys, hankesuunnittelu, suunnittelun valmistelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennuslupatehtävät, toteutussuunnittelu, rakentamisen valmistelu, rakentaminen ja rakentamisen käyttöönotto.

LVI-suunnittelun toimintaohjeeseen on poimittu parhaat palat talotekniikan suunnittelijan tehtäväluettelosta ja teksteihin on lisätty asiatekstiä myös muista tietolähteistä. Esimerkiksi ehdotussuunnittelu, joka on pilkottuna usempaan osaan. Ehdotussuunnittelu vastaa käytännönläheisempää ja työelämässä käytettyä termiä luonnossuunnittelu. Toimintaohjeessa esitellään ehdotussuunnittelun kohdalla luonnossuunnittelun vaihe yksi, missä määritellään suunnittelu- ja energiankulustavoitteet, teknisten tilojen tilantarpeet, hormien sijainnit ja koot, alaslaskujen korot (tekniikan tilantarve), lämmitys- ja jäähdytysratkaisuiden sopiminen, ilmanstoinnin järjestelmäratkaisut, palvelualueet ja lämpöhäviölaskelmat (tarvittavien muutosten esittäminen).

Toinen vaihe on luonnossuunnittelun piirustusten vaihto ja niissä esiteltävät asiat. Asemapiirustus on mittakaavassa 1:500, jossa esitetään kunnallistekniset liittymät (lämpö, vesi- ja viemäri), Ilmanvaihdon palvelualuepiirustus, ilmanvaihdon periaatekaavio, toimintakaavio ja rakennustapaselostus (LVIA-järjestelmien periaateratkaisut ja suunnittelutavoitteet).

Projektin suunnitteluvaiheessa luonnossuunnittelun jälkeen tulee yleissuunnitteluvaihe, eli puhe- ja arkikielessä luonnossuunnitteluvaihe kaksi. Toisessa luonnossuunnitteluvaiheessa dokumentoidaan LVI-järjestelmien ratkaisut, palotekniset järjestelmät sekä rakennusautomaatiojärjestelmät. Tehdään

tilavarauksien loppuunsaattaminen työsuunnittelua varten, energiankulutuslaskelmat, putkistojen ja kanavien päärunkoreittien suunnittelu, mallihuonesuunnittelu, määritellään yhteistyössä rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin kanssa vesipisteiden, lattiakaivojen, hormien ja kuilujen sijainnit suhteessa palkkeihin ja rakenteisiin.

Yleissuunnittelun piirustusvaiheessa esitetään pohjapiirustukset 1:100, joissa esitetty putkistojen ja kanavien runkoreitit, mahdolliset lattialämmitysalueet, lämmönjakolaitteet, IV-koneet ja vedenjäähdytyslaitteet tilavarauksineen, vesikaton laitteet, kiertoilmapuhaltimien- ja jäähdytyslaitteiden yms. sijainnit, ilmanvaihdon periaatekaavio, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien, RAU-toimintakaavio ja toiminnan kuvaukset, pääilmastointikoneiden RAU-toimintakaavio ja toiminnan kuvaukset, mallihuoneen RAU-toimintakaavio ja toiminnan kuvaukset, rakennusautomaatiojärjestelmän järjestelmäkaavio, johon arvioidaan myös pistemäärät suuruusluokkaisesti, LVI-laiteluettelo, johon esitetty alustavat sähkötehot ja pääjärjestelmien tehontarpeet, mallihuonesuunnitelma 1:50 ja käytävän läpileikkaus 1:20, pääleikkaus 1:100 ja LVIA-työselitys.

Toteutussuunnittelu on toiselta nimeltään on työpiirustusvaihe. Työpiirustusvaiheessa luodaan lopulliset tasokuvat, jotka annetaan asentajille työmaalle. Työpiirustuksiin merkitään kaikki tarpeellinen, että niillä voidaan suorittaa asennus laadukkaasti ja turvallisesti.

Toimintaohjeen loppupuolella on lista erilaisista lähtötiedoista, mitä LVI-suunnittelijat tarvitsevat. Listassa on eriteltyä tilaajalle, rakennesuunnittelijalle, prosessisuunnittelija, arkkitehdille ja sähkösuunnittelijalle yksilöidyt lähtötiedot ja vastaavasti samanlainen lista lähtötiedoista, mitä LVI-suunnittelijan pitää lähettää muille.

Viimeisenä on laadunvarmistusosio. Osioissa on kaksi kohtaa, joista ensimmäinen on suunnitelmien tarkastus. Siinä on eriteltyä suunnittelijoiden käyttämät tarkastusmenetelmät. Suunnittelijat käyttävät työssään myös tehtävántarkastusluetteloja suunnitelmia tarkistaessaan. Lisäksi jokainen suunnittelija tarkastuttaa oman työnsä toisella suunnittelijalla ennen piirustusten eteenpäin lähettämistä. Toinen kohta on suunnittelun tukena ja laadunvarmistuksessa käytettävä materiaali. Niihin kuuluu tehtävántarkastusluettelo, muistilista ja toisen suunnittelijan tarkastuksen virhelista.

3 HAASTATTELUT

Kappaleessa käydään läpi haastattelukysymysten laatimisprosessia ja lopussa esitetään kysymykset niiden alkuperäisessä muodossaan. Haastattelukysymyksiä on yhteensä kymmenen ja ne koskevat talotekniikan suunnittelua ja sen laadunvarmistusta. Kysymyksiin vastasi talotekniikan ammattilaiset. Kysymyksiin vastanneista kolme oli sähkösuunnittelijoita, kaksi LVI-suunnittelijoita, yksi LVI-insinööriopiskelija ja yksi vastanneista oli yrityksen toimitusjohtaja. Haastattelukysymysten tarkoitus oli herättää yrityksessä keskustelua yhteisistä asioista ja mitkä ovat yrityksen laadulliset tavoitteet. Tavoitteena oli myös saada selville miten suunnittelua pystytään parantamaan ja nostaa esille suunnittelussa esiintyviä ongelmia.

3.1 Kysymysten suunnittelu ja toteutus

Haastattelukysymykset suunniteltiin yhdessä LVIAS-suunnittelijoiden ja yrityksen toimitusjohtajan kanssa. Kun kysymyksiä alettiin suunnittelemaan, mietittiin suunnittelun ongelmakohtia sekä asioita mitkä hidastavat ja vaikeuttavat suunnittelua. Yksi esille nousseista asioista oli tietomallintaminen ja aiheesta keksittiin muutamia kysymyksiä. Laatu ja laadunvarmistus nousi myös esille ja aiheesta keksittiin useita kysymyksiä. Haluttiin myös selvittää, että miten voitaisiin parantaa LVIS-suunnittelijoiden yhteistyötä, koska yrityksen sähkö- ja LVI-suunnittelijat työskentelevät usein yhteisissä projekteissa.

Kysymyksistä laadittiin lista, joka lähetettiin sähköpostitse eteenpäin yrityksen työntekijöille. Kysymyksiin annettiin viikko aikaa vastata ja sovittiin, ettei kysymyksistä keskustella keskenään, koska muuten henkilökohtainen mielipide saattaa muuttua. Näin saatiin jokaisen haastateltavan rehellinen mielipide asiasta.

Haastattelukysymysten vastaukset kerättiin yhteen ja niistä luotiin aihealueittain kokonaisuus, johon on jokaisen vastauksen perään kirjoitettu vastauksen antajan nimi ja henkilökohtainen tiedonanto. Vastauksien perään on kirjoitettu lyhyt yhteenveto aiheesta. Kysymyksien vastaukset käytiin yrityksen työntekijöiden kanssa läpi ja niistä keskusteltiin kattavasti.

3.2 Haastattelykysymykset

Mitkä ovat tärkeimmät asiat talotekniikan suunnittelun laadunvarmistuksessa?

Mitä asioita mielestäsi voitaisiin talotekniikan laadunvarmistuksessa kehittää?

Onko tietomallinnus menossa oikeaan suuntaan?

Mitkä ovat tietomallinnuksen kolme hankalinta asiaa?

Kärsiikö suunnitelmien laatu, jos keskitytään liikaa siihen miltä tietomalli näyttää?

Mitä laatu merkitsee sinulle? (Tarkoittaako laatu hyviä suunnitelmia vai onnistunutta kokonaisuutta, eli talo/rakennus valmiina)

Miten kehittäisit LVIAS-yhteistyötä suunnittelussa?

Mitkä asiat jarruttavat suunnittelun tekemistä?

Mitkä asiat muuttuvat ja vaativat suunnittelun uudelleen tekemistä/korjausta?

Kuinka kehittäisit suunnittelua, jotta suunnitelmista saataisiin enemmän hyötyä asentajille?

4 LAATU

Kappaleessa käsitellään laatua monesta eri näkökulmasta. Kerrotaan mitä laatu tarkoittaa yleisesti, työelämässä, hyvässä rakennustavassa ja suunnittelussa. Pohditaan myös laatua henkilöstön kouluttamisen kautta ja sitä miten virheistä voidaan oppia ja sitä kautta parantaa laatua. Käsitellään valvonnan vaikutusta laatuun sekä hyvää rakennustapaa suunnittelussa ja toteutuksessa. Kappaleen lopussa pohditaan laadun merkitystä talotekniikan suunnittelijoille.

4.1 Mitä tarkoittaa käsite laatu

Laatu merkitsee jokaiselle meistä hieman eri asioita, mutta perimmäinen laadun merkitys on kaikille yhteinen. Käsitteenä laatu on vanha, mutta erittäin arkinen. Laatuun törmätään jatkuvasti työelämässä ja arjen askareissa. Tiedetään, että jo Aristoteles on pohtinut laatua ja häneltä onkin tullut laatuun kaksi merkitystä. Ensimmäisessä kuvataan laatua jonkin kohteen kyvyllä erottua toisista kohteista ja onko kohde mahdollisesti hyvä tai paha. Näin voitiin todeta, että laadulla tarkoitetaan edelleen samaa asiaa. Laatuun yhdistetään yleensä positiivisuus ja kuvastetaan onnistumista ja virheettömyyttä. (Suomen standardisoimisliiton www.sivut. 2019.)

4.2 Työelämän laatu

Lähestytään laatua työelämän laadun näkökulmasta ja mitä ajatuksia se meissä herättää. Työhyvinvointiin liitetään erinäisiä syy-seuraussuhteita. Esimerkiksi kun suunnittelijatoimistossa halutaan parantaa liikevaihtoa henkilöstömäärää lisäämällä, niin työelämän laatu saattaa huonontua ja rakenteellinen ajankäyttö voi lisääntyä, sillä uuden työntekijän perehdyttämiseen ja opastamiseen kuluu voimavaroja ja aikaa. Varsinkin kokemattoman suunnittelijan kohdalla tämä on varmaa. Jos perehdyttäminen tehdään huonosti tai pahimmassa tapauksessa jätetään pois kokonaan, työelämän laatu huononee entisestään. Tämä ongelma korjaantuu kyllä ajan kanssa, kun suunnittelijan oppimista ja kehittymistä tapahtuu. Ja myös sitä kautta, kun saadaan lisää työvoimaa, niin mahdollinen kiire saattaa vähentyä. Työelämän laadun voidaan sanoa olevan työhyvinvoinnin sekä organisaation hyvinvoinnin yhdistelmä. Oleellista yrityksen hyvinvointiin ja sitä kautta työntekijöiden hyvinvointiin vaikuttaa eniten se, että yrityksen johdossa ymmärretään henkilöstön voimavarojen vaikutuksen menestymiseen. (Kesti 2014, 101)

4.3 Laatua henkilöstön kouluttamisen kautta

Henkilöstön kouluttaminen on investointi, joka vaatii aikaa ja rahaa. Tuottoa on vaikea arvioida, mutta kun kyse on henkilöstön työosaamisen lisäämisestä ja uusien asioiden oppimesta, niin voidaan olettaa, että se on kannattavaa. Kouluttautumista ja uuden oppimista tapahtuu työympäristössä usein huomaamatta ja ajattelematta koko asiaa. Esimerkiksi jos yritykseen tulee tuotteita valmistavan

yrittäjien henkilö esittelemään kyseisen yrityksen tuotteita. Asiaa ei kannata aina miettiä pelkästään, että joku tulee vain esittelemään tuotteita, eikä mitään muuta. Todellisuudessa tällaisissa tilanteissa opitaan monesti jotain uutta ja tuotteiden esittelijän kanssa syntyy hyviä keskusteluja.

(Kesti 2014, 129)

4.4 Laatu virheistä oppimalla

Riskien ja vahinkojen kartoittamisella ja läpikäymisellä on mahdollista kehittää ja parantaa toimintaa, mutta ennen kaikkea voidaan ehkäistä uusien vahinkojen syntyä. On erittäin tärkeää, että vahingon sattumisen jälkeen ketään ei lähdetä syyttelemään ja koiteta pelastaa omaa nahkaa. Tavoitteena on luoda systeemi, jossa tilanteen analysoimisen kautta koitetaan oppia virheistä. Kaikkea ei tarvitse oppia kantapään kautta. Kaikessa työssä pyritään välttämään virheitä, mutta jotkut työt ovat sellaisia, että kun virhe tapahtuu, se on isompi virhe kuin jossain toisessa työssä. Esimerkiksi talotekniikan suunnittelussa tapahtunut virhe voi vaikuttaa rakentamisessa ja tulevaisuudessa moneen asiaan, joten on todella tärkeää, että virheet koitetaan minimoida ja jos virhe tapahtuu, niin sitä ei tapahtuisi uudelleen. (Immonen ym. 2013, 170)

4.5 Valvonta ja laatu

Rakennuksen toteutusvaihe on todella tärkeä, jotta päästään tavoitteisiin jokaisella osa-alueella. Rakennuttajan on tärkeää tiedostaa valvonnan ja laadun välinen yhteys, eikä missään nimessä vältellä sitä. Ainakaan kustannussyistä. Todellisuudessa valvonnalla vähennetään kustannuksia ja hyvällä valvonnalla voidaan vaikuttaa lopputulokseen merkittävästi. Valvojan vastuulla on rakennusteknisten töiden lisäksi valvoa myös taloteknisiä töitä ja käyttää apunaan suunnittelijoita tai asiantuntijoita. Valvojan työ on suoritettu, kun rakennus on toimintakuntoinen, käyttäjät opastettu ja laadittu käyttöohjeet. Valvontaa on nykypäivänä lisättävä talotekniikan töissä. Rakennuksen toiminnan kannalta on erittäin tärkeää, että laitteet pelaavat hyvin yhteen. Valvoja on yleensä rakennusteknisen koulutuksen saanut henkilö, ja taloteknisten laitteiden valvonta saattaa jäädä vähemmälle tai unohtua kokonaan. Normaalisissa suunnittelusopimuksessa määritelty yleisvalvonta ei pelkästään riitä, jotta saataisiin energiataloudellinen lopputulos. Valvontaan on sisällytettävä myös talotekniikan jatkuva valvonta. Edellä mainittua asiaa korostetaan, jos kohde on laitteistoltaan monimutkainen. (Lappalainen 2010, 140)

4.6 Hyvä rakennustapa suunnittelussa ja toteutuksessa

Hyvä rakennustapa muuttuu ajan myötä ja voidaan todeta, että jokaisella vuosikymmenellä on ne omat virheelliset rakennustavat. Sen aika näyttää, onko näin jatkossa. Viranomaismääräyksetkin muuttuvat jatkuvasti, mutta niitäkään noudattamalla ei voida varmistua hyvästä lopputuloksesta. On ollut tilanteita, missä esimerkiksi korkeakouluissa on opetettu hyvänä rakennustapana joitain ratkaisuja, mitkä ovat tulevaisuudessa paljastuneet huonoiksi. Rakennusvalvonnan työtä ei ole myöskään tehty helpoksi, sillä yksityisoikeudellinen lainsäädäntö ja urakkasopimusten vakioehdot tulkitaan monesti niin, että hyvä rakennustapa on yhtä kuin voimassa olevat määräykset. Rakennusvalvonta kuitenkin valvoo ”pelkästään” yleistä etua. Rakennusvalvonnan vastuulla ei ole kaikkia rakentamiseen liittyviä yksityiskohtia, joiden tuloksena syntyy kunnollinen ja hyvä työtulos. Yksinkertaisesti rakennusvalvonnalla ei riitä resurssit valvomaan rakentamista yksityiskohtaisesti, niin että se voitaisiin tehdä ilman riitoja. Vastuu hyvästä rakentamisesta ei kuulu viranomaisille, vaan lain mukaan se kuuluu ainoastaan vastaavalle työnjohtajalle. Viranomaisten hyväksymä rakennus ei tarkoita sitä, että se olisi rakennettu noudattamalla hyvää rakennustapaa. Viranomaisten täytyy luottaa ihmisiin ja asiakirjoihin, etenkin tarkastusasiakirjoihin. Käytännön kokemus kuitenkin paljastaa, että tarkastusasiakirjat ovat olleet kunnossa, vaikka näin ei oikeasti ole ollut. (Syrjänen, O. & Jääskeläinen, L. 2013.)

4.7 Laadun merkitys suunnittelijalle

Talotekniikan ammattilaisilta kysyttiin mitä laatu heille merkitsee. Tarkoittaako laatu hyviä suunnitelmia vai onnistunutta kokonaisuutta, eli talo/rakennus valmiina. Henkilökohtaisen tiedonannon mukaan, kun puhutaan rakentamisesta (talotekniikasta), niin rakentuu todella monista osatekijöistä, joiden lopputuloksena on tuote, josta kaikki mukana olleet ovat tyytyväisiä. Lisäksi ei haittaa, jos myös mahdollinen tilaaja on tyytyväinen. Laatu sisältää hyvät suunnitelmat, jotka kuitenkin ovat vain osa kokonaisuutta. Koska harvoin pääsen vaikuttamaan kokonaisuuteen siten että se vaikuttaisi laatuun tarkoittaa laatu tässä yhteydessä minulle hyviä suunnitelmia annetuissa rajoissa. (Kivimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Laatu merkitsee sitä, että on saatu aikaiseksi määräykset täyttävä hyvin toimiva kokonaisuus, jota tilaaja on toivonut, yksinkertaisuuteen pyrkien. Selkeät suunnitelmat, joissa ei esiinny epäselvyyksiä eikä sisäisiä ristiriitoja. (Takala, T. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Viimekädessä minulle suunnittelijan tehtävissä laatu merkitsee hyviä suunnitelmia ja kuvien käytettävyyttä tulevaisuudessa. Suunnittelun tehtävä on tehdä käyttäjälle haluamansa ominaisuudet täyttävä kokonaisuus, jossa on huomioitu mm. taloudellisuus, asennettavuus jne. Laatu merkitsee

myös sitä, että suunnitelmien toteutuksesta pidetään huolta. Loppukuvat tulisi olla sellaiset, joista voi vuosienkin kuluttua selkokielellä mieltää, mitä on tullut tehtyä. (Tapio, V. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Minulle laatu tarkoittaa talotekniikan toimivuutta, yksinkertaisuutta rakennuksen valmistuttua. Tekniikan pitäisi olla mahdollisimman huoltovapaata, koska kokemus osoittaa, että huolto ja kunnossapito ei ole koskaan käyttörakennuksissa ykkösprioriteetti. (Jalonen, M. Henkilökohtainen tiedonanto 2019). Kokonaisuus ratkaisee, mutta hyvillä suunnitelmilla säästetään työmaalta huomattava määrä aikaa ja ylimääräistä vaivaa. Suunnittelun laadukkuudella varmistetaan jatkotilaukset asiakkailta. (Antinmaa, P. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnitelmat ovat osa laadusta ja laatua syntyy, kun kaikki osat tehdään oikein. Tärkeintä on koko toteutuksen laatu ja toimivuus. (Antinmaa, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Laatu merkitsee minulle onnistuneita suunnitelmia, näin suunnittelijan näkökulmasta. (Poutala, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Vastauksien perusteella voidaan todeta, että laatu merkitsee vastanneille toimivaa kokonaisuutta, jonka yhtenä osatekijänä ovat laadukkaat suunnitelmat. Hyvät suunnitelmat ovat laadukkaan lopputuloksen kulmakivi. Sanonta ”hyvin suunniteltu on kuin puoliksi tehty” ei ole täysin tuulesta temmattu. Talotekniikan suunnittelijan tärkein tehtävä on luoda hyvät suunnitelmat ja kun siinä onnistutaan, niin ollaan jo voiton puolella.

5 TALOTEKNISEN SUUNNITTELUN LAADUNVARMISTUS

Tässä kappaleessa käydään läpi TATE-suunnittelijoiden roolia laadunvarmistusprosessissa ja saadaan muutamaan haastattelukysymykseen vastaukset. Kappaleen lopussa esitellään kahta suunnittelun apuna käytettävää tiedonlähdettä.

5.1 Yleiset suunnittelijan vastuut ja vaatimukset

Vaiheet laadunvarmistusprosessissa:

- Talotekniikan suunnittelija osallistuu suunnitelmiin ja on mukana suunnitelmien yhteensovittamisessa, katselmuksissa ja suunnittelukokouksissa

Tavoitteet ja vaatimukset:

- Suunnittelija osallistuu suunnittelu- ja aikataulukokouksiin sekä on mukana laatimassa laadunvarmistussuunnitelmaa.

Laadunvarmistusprosessin suunnittelu ja aikataulutus:

- Suunnittelija täydentää laadunvarmistussuunnitelmaa omalta osaltaan.

Laite- ja materiaalihyväksyntä:

- Suunnittelijalle on määritetty suunnittelusopimuksessa laite- ja materiaalihyväksyntää koskevat asiat
- Toteutusvaatimusten yksityiskohtaisempi määrittely ja osallistuminen tiettyihin tarkastuksiin

Urakoitsijan toimintatarkastukset:

- Suunnittelija laatii tarkastuslistoista järjestelmäkohtaiset mallit ja kommentoi urakoitsijan laatimaa toimintatarkastussuunnitelmaa.

Järjestelmien virtauksien säätötyöt:

- Suunnittelija päivittää suunnitelmat urakoitsijan punakynäpiirustusten perusteella ja ennen kuin säätötyöt työmaalla aloitetaan.

Koekäyttö ja kuormituskokeet:

- Suunnittelija osallistuu koekäyttösuunnitelman laatimiseen ja analysoi tuloksia.

Luovutus- ja käyttöasiakirjat:

- Suunnittelija laatii luovutusdokumentit ja aineiston, sekä tuottaa ainestoa huoltokirjaan.

Käyttöönotto:

- Suunnittelija osallistuu käyttökoulutukseen, joka järjestetään loppukäyttäjille, sekä huolto ja ylläpito-organisaatiolle.

(RT 10-11301 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely.)

5.2 Laadunvarmistus ja sen kehittäminen

Haastateltavilta kysyttiin, että mitkä ovat heidän mielestään tärkeimmät asiat talotekniikan suunnittelun laadunvarmistuksessa. Henkilökohtaisen tiedonannon mukaan tärkeimpiä asioita suunnittelun laadunvarmistuksessa on vastaavan suunnittelijan ammattitaito, kokemus ja huolellisuus. Käytettävien työkalujen soveltuvuus suunnittelun tekemiseen. Avoin keskustelu ympäristö asioiden pohtimiseen. Talotekniikan laadunvarmistusta voitaisiin kehittää eri suunnittelualojen aktiivisemmalla keskusteluyhteydellä asioiden toteutustavoista ja vaikutuksista muiden suunnitelmiin. Rakentamisesta vastaavan henkilön (henkilöiden) tulisi ymmärtää mitä laadukas rakentaminen tarkoittaa. Myös laadukkaan rakentamisen käsitettä sinänsä tulisi pohtia. (Kivimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Tärkeimpiä asioita laadunvarmistuksessa on suunnittelijoiden ammattitaito ja kokemus. Riskiintarkistukset, muulloinkin kuin laskentakuvien yhteydessä. Aiemmin käytettyjen hyväksi todettujen suunnitteluperiaatteiden käyttäminen. (Lystimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019).

Tärkeimpiä asioita suunnittelun laadunvarmistuksessa ovat suunnittelutoimiston sisäinen suunnitelmien ristiintarkistus. Ei vilkuilua vaan kunnon tarkastaminen, mikä vaatii mm. mitoitusten tarkastamisen. Suunnittelija, joka välittää kohteesta. Hyvin tehty luonnossuunnittelu. Myöhäisessä vaiheessa tiedostetut tekniikan tarpeet aiheuttavat lähes aina yllätyksellisiä tilantarpeita, jonka vuoksi joudutaan tekemään kompromissiratkaisuja. Suunnittelutoimistolla yhtenäiset käytännöt / yhtenäisiä ratkaisutapoja siinä määrin kuin se on mahdollista. Näin yrityksestä ulos lähtevät suunnitelmat olisivat mahdollisimman samanlaisia tekijästä riippumatta. Tilaajalta ja käyttäjältä on selvitetty heidän toiveensa ja ne on huomioitu suunnittelussa. Talotekniikan suunnittelun laadunvarmistusta voitaisiin kehittää siten, että suunnitelmien sisäinen ristiin tarkastaminen pitäisi saada jalkautettua niin, ettei mikään kiire pääse estämään tarkastamista. Projektin hallintaa pitäisi kehittää kokonaisuudessaan ja luoda detalji ja säätökaaviokirjastot. Sisäinen suunnitteluohje esimerkiksi kerrostalon LVI- ja sähkötekniikalle. Ohjeessa voitaisiin käydä läpi toteutustapoja. (Takala, T. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019).

Mielestäni tärkeimmät asiat suunnittelun varmistuksessa ovat suunnittelijan pätevyys suunnittelutyöhön, ristiintarkistukset kuvien eri valmiusasteilla suunnittelijoiden kesken, lähtötietojen, tekotapojen sekä vastuualueiden selvittäminen ennen työn aloitusta. Jos ei esim. lähtötietoja ole saatu selvitettyä, niiden päivittäminen suunnittelijoille työn lomassa olisi erittäin tärkeää, jotta kaikki pysyvät kartalla. Laadunvarmistusta voitaisiin kehittää lisäämällä ristiintarkastelua, koska omille virheilleen tulee sokeaksi ja niiden löytäminen vie kohtuuttomasti aikaa. Enemmän aikaa suunnittelutyöhön (mahdotonta). (Jalonen, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019).

Suunnittelun laadunvarmistuksessa tärkeää ovat suunnitteluohjeiden ym. rajoissa pysyminen. Kuvien tarkistus, toinen suunnittelija tarkistaa toisen tekemät suunnitelmat. Mitoitusten toimivuus, sähkötekniiset / LVI-tekniiset laskelmat. Risteilyiden tarkistaminen LVI ja sähkö. Laadunvarmistuksessa voitaisiin kehittää yhteistyötä urakoitsijan kanssa, pidentämällä suunnitteluaikojen laskentavaiheessa, urakoitsijavalinnalla ja suunnitelmien loppuun saattamisella lopullisilla laitteilla. (Antinmaa, P. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019).

Risteilyt eri järjestelmien kesken, tietojen jakaminen eri suunnittelualojen kesken, projektin alussa lähtötietojen selvittäminen, projektin edetessä sovittujen asioiden kirjaaminen, aikataulun järkevyys ja aikataulussa pysyminen. Laadunvarmistusta voitaisiin kehittää tekemällä suunnitelmat ja liitteet asentajia palveleviksi. Siten, että normaaleilla kuvillakin pystytään asentukset tekemään ja kuvista löytyy tarvittavat asennuskorkeudet yms. Mikäli normikuvista on mahdollisuus tehdä väärin, niistä kohdista leikkauskuvat yms. työkuviin. Yhteistyö työmaan ja suunnittelijoiden kesken. (Antinmaa, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019).

Ristiintarkistus on hyvin tärkeää, koska omille virheilleen tulee sokeaksi. Laadunvarmistuksen kehittämiseksi voisi tehdä ihan tarkastuslistan, mikä käydään valmiista kuvista läpi. Ja aina tarkastettaisiin ristiin. (Poutala, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019).

E erityisen tärkeänä asiana pidettiin suunnitelmien ristiintarkistusta. Suunnitelmien ristiintarkistus tarkoittaa

suunnitelmien tarkistuttamista toisella suunnittelijalla ja päin vaistoin. Työt tarkistetaan niin sanotusti ristiin. Mainitsemisen arvoisena asiana pidettiin myös suunnittelijoiden ammattitaitoa ja kokemusta. Kaikki vastauksissa esiintyneet asiat ovat suunnittelussa tärkeitä, eikä niitä saa missään nimessä väheksyä ja laiminlyödä, ainakaan ajansäästöllisistä syistä.

5.3 Suunnittelua haittaavat muutokset

Talotekniikan ammattilaisilta kysyttiin, että mitkä asiat jarruttavat suunnittelun tekemistä ja mitkä asiat muuttuvat ja vaativat suunnittelun uudelleen tekemistä/korjausta? Henkilökohtaisen tiedonannon mukaan lähtötietojen jatkuva puuttuminen. Yhteystietojen puuttuminen. Henkilöt eivät vastaa puheluihin (todella aikaa vievää laatia kaikista kysymyksistä aina sähköposteja). Lähtötietojen, rakennuksen tilojen ja käyttötarkoitusten muuttuminen. Muiden suunnittelualojen eteneminen liian pitkälle ennen kuin saan tietoa niistä. (Kivimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Tilaajan muuttamat/epäselvät asiat sekä tiedonkulku. (Lystimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Muilta suunnittelijoilta tulevien lähtötietojen puuttuminen hidastaa suunnitelmien tekemistä. Suunnitelmien uudelleen tekemistä/korjausta vaativat tilaajalta tulevat muutokset, talotekniikan huono yhteensovitus (LVI ja sähkö). Päätökset, joita ei ole mietitty loppuun saakka. Hätäisellä päätöksellä säästetty aika menetetään moninkertaisena, kun asiaa aletaan myöhäisessä vaiheessa ratkomaan ja sovittamaan muiden ratkaisujen sekaan. Epäselvät lähtötiedot. (Takala, T. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnittelua jarruttavat yksityiskohtaiset asiat, kuten erikoisvalaisinten valinta tai hankalasti mietittävä asennus vaikuttavat. Se jarruttaa myös, jos pitää varautua moneen lopputulokseen suunnittelussa (esim. eri lämmitysmuotoihin varautuminen). Suunnittelun muutosta ja korjausta vaativissa asioissa yleensä tiedonkulku ole onnistunut tilaajan ja suunnittelijan välillä. (Tapio, V. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnittelua jarruttavat selvät ohjeet, että kuinka tehdään, asiakkaiden empiminen vaihtoehtoisissa, tekotavan muutokset kesken suunnittelun ja tarpeellisten tietojen saanti toimittajilta / muilta suunnittelijoilta. Suunnitelmien uudelleen tekemistä ja korjausta vaativia asioita ovat arkkitehtipohjien muutokset, laitevalinnat jos poiketaan suunnitelmista, asiakkaan halukkuus erilaiseen toteutustapaan. (Antinmaa, P. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnittelua jarruttaa lähtötietojen saanti ja muuttuvat tiedot. Huoneistomuutokset, alakatot ja niiden puute ja käyttäjien liian myöhään tulevat vaatimukset vaativat suunnitelmien uudelleen tekemistä/korjausta. (Antinmaa, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Kaikki työn aikaiset muutokset mitkä voivat tulla, esim. tilaajan, rakennuttajan tai arkkitehdin puolesta jarruttavat suunnittelua. Pohjien muutokset, väliseinien siirto, sähköpisteiden tarpeen lisääntyminen vaativat suunnitelmien uudelleen tekemistä/korjausta. (Poutala, J.

Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Lähtötietojen puuttuminen ja niiden hidas saanti koetaan yleisimpänä jarruttavana tekijänä suunnittelussa. Suunnittelun aikana tulevat muutokset vaikuttavat myös suunnittelun kulkuun negatiivisesti. Näihin asioihin pystytään vaikuttamaan viestinnällä ja heti projektin alussa kysymällä kaikki tarvittavat lähtötiedot. Kaikkia lähtötietoja ei kuitenkaan ole saatavilla heti, vaan niitä joudutaan odottamaan. Talotekniikan suunnittelussa uudelleen tekemistä ja korjausta vaativia muuttujia on useita ja niitä tulee projektissa joissain vaiheessa väkisin. Tärkeää olisi koittaa välttää sellaisia asioita, mihin pystytään vaikuttamaan esimerkiksi hyvällä viestinnällä ja sillä että tieto varmasti menee perille.

5.4 Suunnittelijoiden yhteistyö

Talotekniikan ammattilaisilta kysyttiin, että miten he kehittäisivät LVIS-suunnittelun yhteistyötä. Henkilökohtaisen tiedonannon mukaan pitäisi lisätä tuloksellista keskusteluyhteyttä tilaajan, (asiakkaan) ja suunnittelijoiden (myös arkkitehti) kanssa aikaisemmin heti suunnittelun alkaessa ja sen aikana. Suunnittelutapojen tarkempaa ohjeistamista tilaajan taholta (jos ymmärtää asiasta). Esim. rakennekuvapohjia ei saa viitekuviksi. Arkkitehtikuvissa tasoasiat sekaisin. Sähköpostien otsikointi. (Kivimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnittelussa pitäisi olla enemmän projektikohtaisia palavereita (aloituspalaveri, suunnitteluajaiset palaverit), joihin valmistauduttaisiin kunnolla (asialista). (Lystimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Viestintä on kaiken perusta. Ei sanojen säästämiseksi sovi pitää asioita itsestäänselvyyksinä ja olettaa, että muut huomaavat saman kuin itse on huomannut. Viestintää tulee lisätä. (Takala, T. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Tekemisen kautta opitaan. Pidemmän päälle oman toimiston väen oppii tuntemaan ja osaa kysyä oikeita asioita LVI-suunnittelijalta. Ehkä tiedonkulkuun eri suunnittelutahojen välillä toivoisin parannusta, mutta toisaalta aina joku unohtuu. Se on luonnollista. (Tapio, V. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Ennen suunnittelun aloitusta sovitaan pääpiirteissään reitit, korkeudet ja järjestykset. Myös ehdottomasti suunnitelmien vertailua suunnittelutyön aikana tasaisin väliajoin, mistä päästään taas aikaan joka suunnittelun tekemiseen tarvitaan. (Jalonen, M. Henkilökohtainen tiedonanto 2019). Heti projektin alussa suunnittelijat yhden pöydän ääreen ja katsellaan ja mutustellaan kohdetta yhdessä. Voisi olla myös jatkuvaa vierekkäin suunnittelua, pystyttäisiin risteilemään ja kyselemään jarruttavat kysymykset pois heti. (Antinmaa, P. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Pitäisi olla enemmän vuoropuhelua ja toisen huomioimista. Esim. virta-arvot laitteista S-suunnitteluun. Reittivalinnat heti suunnittelun alussa yhteistyössä. (Antinmaa, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Enemmän pitäisi keskustella

teknisistä ratkaisuista projektin alussa ja aikana. (Poutala, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). LVIAS-yhteistyön parantamine koskee erityisen paljon tilaajajäritystä, koska yrityksen sähkö- ja LVI-suunnittelijat työskentelevät usein samoissa projekteissa. Viestinnän lisääminen ja pääreittien sopiminen yhteistyössä kiteyttää edellä mainitut vastaukset hyvin. Niinkuin eräs vastauksista kuuluu “viestintä on kaiken perusta”.

5.5 Suunnitelmista enemmän hyötyä asentajille

Haluttiin selvittää, että miten voidaan kehittää suunnittelua, jotta asentajien olisi helpompi työskennellä työmaalla. Haastateltavilta kysyttiin kysymys, kuinka kehittäisit suunnittelua, jotta suunnitelmista saataisiin enemmän hyötyä asentajille. Henkilökohtaisen tiedonannon mukaan suunnittelunohjauksen parantaminen ja suunnittelunaikaisten palaverien lisääminen, tällä hetkellä vain yksi aloituspalaveri tilaajan toimistolla. Suunnitelmat voitaisiin käydä kunnolla lävitse suunnittelijoiden ja asentajien kesken, jotta erityistä tarkkuutta vaativat asennukset olisivat selkeitä, tämä helpottaisi asioita niin työmaalla kuin toimistolla. (Lystimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnitelmia voitaisiin kehittää lisäämällä enemmän detaljipiirustuksia, lisäämällä tarkat laitetypitykset suunnitelmiin ja enemmän tekstimerkintöjä. (Takala, T. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Parantaisin yhteydenpitoa työmaalle ja esimerkiksi nokkamieheen. Kaikissa projekteissa ei käydä miltei lainkaan työmaalla (asiakkaan toivomuksesta). (Tapio, V. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Korkeuksien merkintä, muuallekin kun käytäväpoikkileikkauksiin. Asentajille 3D-mallit työmaille, jos sen joutuu 3D:nä suunnittelemaan, niin hyvä se olisi työmaallakin nähdä. (Jalonen, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Piirtoteknisesti selkeämmät suunnitelmat, kattavammat asennusohjeet kuviin ja loppuun asti mietityt suunnitelmat, jouduttu vähän hätäisiäkin suunnitelmia laskemaan työmaalle. (Antinmaa, P. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnittelijoiden tulisi alkaa ajattelemaan olevansa ko. asentaja ja miettimään mitä tarvitaan, jotta kuvilla pystyy kerralla tekemään onnistuneen asennuksen. (Antinmaa, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Kehittäisin suunnitelmia siten, että tasokuvissa kerrottaisiin kaikki oleellinen asia niin, että kuvalla pääsisi mahdollisimman pitkälle. (Poutala, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Kaikista vastauksissa mainituista asioista asentajat saisivat varmasti lisähyötyä työmailla. Yksi vastauksista oli sellainen, mikä täytyy erikseen mainita. Nykyään kun paljon tehdään rakennuksista ja tekniikasta tietomalleja, niin mielestä niitä pitäisi alkaa käyttämään työmailla paljon enemmän. Jos käytetään tietomallintamiseen paljon aikaa, niin olisi hienoa, jos tietomallia oikeasti hyödynnettäisiin työmaalla asennuksessa. Lisäinformaation lisääminen piirustuksiin voi olla vaikeaa, jos tekniikkaa on paljon. Piirustuksista saattaa tulla sekavia ja hyvä

idea sotii itseään vastaan. Olisiko tässä tapauksessa järkevää jakaa jotain piirustuslajia vielä pienempään osaan.

5.6 Talotekniikan suunnittelijoiden tiedonlähteet

Yksi tärkeä apuväline suunnittelussa ja rakentamisessa on RT-kortistot. Ne ovat isossa osassa rakennushanketta, kun tavoitellaan laatua ja puhutaan hyvästä rakennustavasta. RT-korttien käyttö mahdollistaa sen, että kaikilla hankkeen eri osapuolilla on käytössä samat tiedot. Niistä löytyy tuoreet hyvän rakennustavan ohjeet, erilaiset säännökset ja tarvike- sekä tuotetiedot. Se on todella monipuolinen tietopankki kaikkeen rakentamiseen liittyvässä. Sieltä saa apua rakennesuunnitteluun, rakennuttamiseen, arkkitehtisuunnitteluun, rakentamiseen, sekä myös kunnossapitoon. (Rakennustiedon www.sivut.2019)

Talotekniikka.info sivustolta löytyy todella paljon laadukasta materiaalia liittyen talotekniikan suunnitteluun. Talotekniikan oppaat sisältävät opastavia tekstejä, jotka tukevat ympäristöministeriön talotekniikan asetuksia. Oppaat on kehitetty alan toimijoiden kanssa yhteistyönä. Talotekniikkainfosta löytyy sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas, vesi- ja viemärlaitteisto-opas ja ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas. Tekstit on julkaistu vasta sen jälkeen, kun tiedettiin lopullinen asetusten lopullinen sisältö. Jokaista opasta ennen, on esipuhe, missä kerrotaan taustoja oppaasta. Se on oppaan kannalta olennainen asia.

Talotekniikan oppaat koostuvat opastavista teksteistä, jotka on tehty yhteistyössä alan toimijoiden kanssa ympäristöministeriön talotekniikkaan liittyvien asetusten tueksi. Oppaat tehtiin vuosina 2016-2018 siinä tahdissa, missä eri asetusten lausuntoversioita oli käytettävissä. Lopulliset tekstit julkaistiin sen jälkeen, kun asetukset oli julkaistu ja tiedettiin, mikä niiden lopullinen sisältö oli. Kunkin oppaan kirjoittajaryhmä ja oppaan kirjoittamista ohjannut ohjausryhmä on lueteltu kyseisen oppaan esipuheessa. Samoin esipuheessa on kuvattu kunkin oppaan taustaa siltä osin kuin se kyseisen oppaan kannalta on olennaista. (talotekniikka.infon www.sivut.2019)

6 TALOTEKNISEN SUUNNITTELUN TEHTÄVÄLUETTELO TATE18

Kappaleessa kerrotaan taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelosta ja käydään rakennushankeen eri vaiheet läpi. Taloteknisen tehtäväluettelo koostuu kymmestä eri rakennushankeen vaiheesta, aina rakennushankkeen tarveselvityksestä takuuajasta asti.

6.1 Tehtäväluettelon käyttö ja tarkoitus

Talotekniikan tehtäväluetteloa hyödynnetään (LVI-, RAU-, ja SÄH-suunnittelussa) ja suunnittelutehtävien laajuuden määrittelyssä sekä sisällön tuottamisessa. Tehtäväluettelo mahdollistaa taloteknisen suunnittelun tehtävien toteuttajan valinnan. Luetteloa käytetään korjaus ja uudishankkeissa, järjestelmien suunnittelussa erilaisissa rakennuksissa ja kaikkien palkkio ja hankintamuotojen kanssa. Yksinkertaisuudessaan tehtäväluettelolla määritetään suunnittelijan tehtävälaajuus. TATE18 on täynnä huomionarvoisia kohtia talotekniikan suunnitteluun liittyen. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.2 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa tilanhankinnan tarpeellisuutta perustellaan tai mietitään muutostarvetta tilalle, joka on jo olemassa. Mietitään käyttömahdollisuuksia ja tilan vaatimuksia sekä tarkastellaan ratkaisujen kustannuksia. Tarveselvitysvaiheessa suunnittelijat osallistuvat tehtäviin avustavasti. Voidaan tehdä esimerkiksi olosuhde- ja toiminnallisuusvaatimusten selvittäminen. Tarveselvityksellä vaikutetaan merkittävästi hankkeen kokonaiskustannuksiin, koska talotekniikan osuus on iso osa investointia ja ylläpitokustannuksia. Tarveselvityksellä voidaan vähentää yllätyksiä sitten, kun hanke todellisuudessa käynnistynyt. Tarveselvitystä ei kannata tehdä ilmaiseksi liian hyvin, koska jotkut voivat käyttää valmiita suunnitelmia hyväkseen ja toteuttaa työn. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.3 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa suunnitellaan hanketta, eli määritetään hankkeen laajuus, toimivuus, laatuvaatimukset, kustannukset, aikataulu ja ylläpidolliset tavoitteet. Tuloksena syntyy hankesuunnitelma,

joka muodostuu hanke- ja projektiohjelmasta. Valmisteluissa teetetään toteutusmuodot alustavasti ja tehdään tarvittavat selvitykset. RT-kortissa kerrotaan, että hankesuunnitelmat tehdään tulevan käyttäjän tai tilaajan lähtötietojen mukaan. Käyttäjät ja omistajat ovat avainasemessa ja heidän visioitaan pitää kuunnella. Hankesuunnitteluun kuuluu myös hankeselvitys, joka on jakautunut kahteen osaan. Toisessa kerätään suunnittelutavoitteita ja toisessa tutkitaan rakennuspaikan kelpoisuutta tulevalle rakennukselle. Näistä muodostuu hankeohjelman pohja. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.4 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmisteluvaiheessa suunnittelu järjestetään toimivaksi kokonaisuudeksi ja käydään suunnittelukilpailut, mikäli se on tarpeen. Suunnittelijan oma tarjous sisältää suunnittelijan määrittämät tehtävät esim. lähtötiedot, suunnittelutehtävän laajuus, vaativuus sekä osallistutaan tarvittaviin neuvotteluprosesseihin toteutusmuodon hankintamenettelyn mukaan. Samaan aikaan aletaan valmistelemaan omaa toimeksiantoa. Kun suunnittelun valmistelu on tehty, tuloksena on valmis suunnittelupäätös ja suunnittelu voidaan aloittaa. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.5 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa luodaan eri vaihtoehdot suunnitteluratkaisuille, jotka täyttävät asetetut tavoitteet. Ehdotussuunnittelussa määritellään ja vertaillaan eri teknisiä vaihtoehtoja, millä päästään suunnittelutavoitteisiin. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa lukee, että vaihtoehtojen dokumentoinnissa ei ole asetettuja vaatimuksia, vaan se riittää, että ratkaisut määrittävät riittävästi. Ehdotussuunnitteluvaiheessa voidaan täydentää suunnitelmia rakennuksen erityistarpeiden, korjausrakentamistarpeiden ja vaativuuden vuoksi. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.6 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävissä hoidetaan lupa-asiat kuntoon. Selvitetään mitä lupamenettelyjä hanke edellyttää ja varmistetaan, että onko suunnittelijat kelpoisia sekä onko pääpiirustus hyväksyttävä.

Laaditaan lupahakemus, jossa kaikki tarvittavat asiakirjat. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.7 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa lähdetään kehittämään aikaisempia suunnitelmia rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi suunnitelmiksi. Toteutussuunnittelussa on kaksi vaihetta, joista toinen on hankintoja palveleva ja toinen on toteutusta palveleva. Toteutussuunnittelu sisältää tuote- ja järjestelmäsuunnittelun. Suunnittelu tehdään niin hyvin ja sellaisella tarkkuudella, että voidaan tehdä määrälaskennat, selvittää ja määrittää työtavat sekä laajuus. Edellä mainitut vaikuttavat toteutuskustannuksiin. Avoimen rakentamisen mallissa kiinteän rakennusosan suunnitelmat tehdään ensin, ja muuttuvissa osissa odotellaan niin kauan, kunnes käyttäjä on varmistunut. Ongelmia tulee, kun käyttäjä vaihtuu. Sen takia suunnittelussa pitää ottaa huomioon muuntojoustavuus. Kaikki avoimeksi jääneet päätökset toteutusratkaisuista on tehtävä ennen kuin osakokonaisuuden suunnittelemisen käynnistetään. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.8 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa rakentamistehtävät kilpailutetaan, rakentaminen järjestetään kokonaisuudeksi, suoritetaan sopimusneuvottelut ja tehdään hankinta- ja urakkasopimukset. Rakentamisen valmistelun tehtävät ovat lisäys suunnitteluun, voidaan puhua täydentävistä tehtävistä. Rakentamisen valmisteluvaiheen aikana käydään sopimusneuvottelut, urakkakilpailut sekä tehdään hankinnat. Tuloksena syntyy valmis rakentamispäätös. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.9 Rakentaminen

Rakentamisessa kaikki aikaisemmin käytyt asiat kulmineituvat rakentamiseen. Rakentaminen toteutetaan sopimuksenmukaisesti ja lopputulos on tavoitteet täyttävä. Varmistetaan, että rakennus täyttää tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Kun rakennus on valmis, se todetaan vastaanotossa. Rakennusaikaiset tehtävät ja mahdolliset muutokset ovat suunnitelmia täydentäviä ja ne voidaan lisätä jälkeinpäin suunnitelmiin. Jos kohteessa ei ole erillisiä sähkö- tai LVIA-valvoja, niin voidaan tilata

perusvalvontaa täydentävät tehtävät, jotka suunnittelija hoitaa. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.10 Käyttöönotto

Käyttöönottovaiheessa järjestelmien toiminta varmistetaan. Tuleville käyttäjille annetaan opastus käyttöön. Käyttöönoton suunnittelua täydentävät tehtävät ovat suunnitelmanmukaisuutta, urakoitsijoiden laadunvarmistusta ja järjestelmän toimivuutta tarkistavia töitä. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

6.11 Takuu aika

Takuuajana rakennuksen toimivuutta seurataan, säädetään laitteet sekä korjataan mahdolliset viat ja puutteet. Takuuajana pidetään tarvittavat tarkastukset talvi- ja kesäaikaan. Takuu aika on normaalisti kaksi vuotta, mutta törkeässä laiminlyönnissä kymmenen vuotta. (RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18.)

7 TIETOMALLINNUS

Kappaleessa esitellään yleiset tietomallivaatimukset yleisesti, sekä talotekniikan osalta. Kappaleen lopussa käydään läpi tietomallintamiseen liittyviä haastattelukysymysten vastauksia.

7.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Yleisiin tietomallivaatimuksiin kuuluu neljätoista ohjekorttia, joissa käsitellään tietomallinnusta rakennushankkeessa yleisesti, sekä suunnittelualakohtaisesti. Yleisiä tietomallivaatimuksia voidaan käyttää uudis- ja korjausrakentamisessa ja hyödyntää rakennusten ylläpitovaiheessa. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 pitää sisällään vähimmäisvaatimuksia, joita on asetettu mallinnukselle. Lisävaatimukset asetetaan aina tapauskohtaisesti. Suunnittelutoimiston kannalta on tärkeää, että kaikki

mallinnukseen liittyvä on määritetty suunnittelusopimuksessa. (RT 10-11080 Yleiset tietomallivaatimukset. 2012.)

7.2 Tietomallinnuksen päätavoitteet

Kiinteistöjen ja rakennusten tietomallinnuksella tavoitellaan laatua rakentamisessa ja suunnittelussa, turvallisuuden tehostamisessa ja kestävässä kehityksessä. Tietomallien hyödyntäminen ei lopu pelkästään rakennuksen valmistumiseen, vaan jatkuu käytön ja ylläpidon aikana. Tärkeänä asiana pitää kuitenkin mainita, että vaikka rakennus on mallinnettu hyvin, se ei tarkoita sitä, että rakennus olisi hyvin suunniteltu. Tietomallinnus mahdollistaa tietojen hyödyntämisen käytön ja ylläpidon aikana rakennushankkeessa. Suunnitelmien havainnointi helpottuu ja rakennettavuutta pystytään analysoimaan. Tiedonsiirto helpottuu ja paranee, joka palvelee laadunvarmistusta ja suunnitteluprosessia. Tietomallinnus tukee investointipäätöksiä, voidaan vertailla toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia. Energia-, ympäristö ja elinkaarianalysointia suunnittelun ratkaisuden ja ylläpidon tavoitteiden seurantaan varten. (RT 10-11080 Yleiset tietomallivaatimukset. 2012.)

7.3 Yleiset tietomallivaatimukset osa 4

Ohjeessa käsitellään talotekniikan mallintamista ja vaadittua sisältö tietomallissa. Vaatimukset ei ota kantaa käytettäviin tietomallinnusohjelmiin tai työkaluihin, joilla tietomallintaminen tehdään. Talotekniikan tietomallintaminen jakautuu kahteen vaiheeseen, jotka ovat ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe ja toteutussuunnitteluvaihe

Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa tehdään tarvittavia energia- ja olosuhdesimulointeja, jotka tukevat järjestelmävalintoja. Järjestelmävalintojen jälkeen pystytään alkaa miettimään erilaisia palvelualueita, hormireittejä jne. Voidaan myös luoda vaihtoehtoisia ratkaisuja, mutta ehdotussuunnitteluvaiheen kaikkiin tehtäviin ei ole tarvetta käyttää tietomallinnusta.

Toteutussuunnitteluvaiheessa luodaan yksinkertaisuudessaan kaikenkattavat mallit rakennuksesta sisältäen kaiken talotekniikan. (RT 10-11069 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 4.)

7.4 Hyvä vai paha tietomallinnus

Talotekniikan suunnittelun ammattilaisilta kysyttiin onko tietomallinnus menossa oikeaan suuntaan ja mitkä ovat tietomallinnuksen kolme hankalinta asiaa. Kärsiikö suunnitelmien laatu, jos keskitytään liikaa siihen miltä tietomalli näyttää. Henkilökohtaisen tiedonannon mukaan tietomallinnus on menossa oikeaan suuntaan ja kolme vaikeinta asiaa mallintamisessa on käytettävän ohjelmiston keskenräisyys, korkeusasemointi ja tuotemallien puute. Suunnitelmien laatu ei kärsi mallintamisessa, mutta vie aikaa ja lisää suunnittelukustannuksia. (Kivimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). LVIS suunnittelussa varsinkin rakenne malli on hyvä työkalu, kun suunnitellaan tekniikkaa. Tietomallinnus on hyvä apu eri alojen suunnittelijoille, kunhan mallinnus ei mene liian yksityiskohtaiseksi. Vaikeimmat asiat mallinnuksessa ovat, että hyvään mallinnukseen menee kauan aikaa, tilaajan muuttuvat suunnitelmat ja uiden kuin TATE-suunnittelijoiden tietämättömyys LVIS mallintamisesta. Suunnitelmien laatu kärsii, mikäli liian yksityiskohtaiseen mallintamiseen käytetty aika on pois varsinaisesta kokonaisuuden ja järjestelmien suunnittelusta. Mallintamisen tarpeellisuus riippuu rakennuskohdeesta ja tilaajasta. (Lystimäki, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Tietomallinnus on isojen kohteiden kohdalla itsestäänselvyys tulevaisuudessa. Elämme murrosaikaa 2D sekä 3D-suunnittelun välimaastossa. Tietomallinnuksen nousun selittää sen tuomat edut. Rakennettavuuden analysoiminen. Havainnollistaa suunnitteluratkaisut. Rakennuksen käytön aikaiset hyödyt. Työmaalla asentajien apuna. Hankalat asiat tietomallinnuksessa ovat rakennusprojektiin osallistuvien tietämättömyys tietomallintamisesta, suunnitteluohjelman rajoittuneisuus ja sopiminen tietomallin sisällöstä. Suunnitelmien laatu ei kärsi mallintamisesta, koska 2D-suunnittelussa ratkaisut täytyy myös hahmottaa 3D-maailmassa. Ratkaisujen piirtäminen 3D-maailmaan ottaa vain enemmän työtä ja aikaa. (Takala, T. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Suunnittelusta tuntuu hieman puuttuvan se käsitys, mihin tietomallinnusta tarvitaan suunnitteluvaiheessa. En tiedä itsekkään varmaksi sanoa. Tietomallivaatimus on ikään kuin trendi suunnitteluvaiheessa asiakkaalta päin, vaikka sillä ei olisikaan käyttöarvoa. Talon valmistuttua ymmärrän paremmin talotekniikan tietomallin merkittävyyden esim. huollon kannalta. Yleisesti tietomallinnus on varmaan menossa oikeaan suuntaan eli yleistyy. Kaiken teknologian kehityksessä on tuskin paljoa huonoja puolia. Kolme hankalinta asiaa ovat kaikki ohjelmalliset ongelmat, jotka hankaloittavat mallinnuksen onnistumista, sitten on omat virheet ja se, että muistaa mallintaa kaikki tarvittavat tavarat. Suunnitelmat varmasti jonkin verran kärsii liian tarkasta mallintamisesta. Noista ongelmista päästään kuitenkin tilaajankin kanssa yleensä (aina tähän asti) yhteisymmärrykseen sen suhteen, että tietomalli voi olla joiltakin osin ”vajavainen”. (Tapio, V. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Tietomallinnus sopii tiettyihin kokonaisuuksiin, mutta ei missään nimessä kaikkiin. Tietomallin käyttö pitäisi harkita kohdekohtaisesti. Ohjelmat menossa siihen, että

3D-malli tulee automaattisesti tasokuvia piirtäessä, mikä on tietomallien kannalta hyvä asia. Toisaalta tietomallin ”hierominen” vie kohtuuttomasti aikaa, puhumattakaan tietomalliin liittyvistä kustannuksista yleisesti. Päätelaitteiden, putkitarvikkeiden ja komponenttien mallintamisessa luultavasti se voittaa kenellä on rahaa maksaa siitä, joten ulkomaisilla ohjelmilla vähän suomalaisia tuotteita. Tietomallin kolme hankalinta asiaa ovat rakenne- ja arkkitehtimallien muuttuminen kesken suunnitteluprojektin, risteilyjen välttely, LVI ja sähkö ei samassa kuvassa, joten risteilyjä tulee väkisin/helposti. Korkeuksien kanssa pelleily, kattokorkeudet vesikatolla ja kerroskorkeus esim. alapohjassa usein mitä sattuu, vaikka hyvää yritetään. Omasta mielestä suunnitelmien laatu ei kärsi, suunnittelun nopeus ja joustavuus kärsivät liian tarkasta mallintamisesta. (Jalonen, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Tietomallinnus on menossa oikeaan suuntaan, mutta liika on liikaa. Tietomallinnuksen kolme hankalinta asiaa ovat tuotteistaminen (ohjelmasta ei löydy tietomallin sisältäviä tuotteita), ei saada näyttäviä malleja maallikoille katseltaviksi rakennuksista. Tietomalleista tulee helpolla liian raskaita, joten ei pyöri koneilla. Ohjelma hukkaa välillä tietomallinnuskomponentit. Suunnitelmien laatu kärsii, jos aikataulullisesti pitää samaan aikaan saada täydellinen malli ja hyvät suunnitelmat. Tällä hetkellä projektit ovat olleet niin nopeita, ettei mallia ehdi viimeistellä. Eikä ihan viimeistellyllä mallilla kyllä kukaan tee mitään. (Antinmaa, P. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Mallinnus on kehittynyt huomattavasti, mutta edelleen varsinaiset tekijät eivät saa tarpeellista apua mallinnoista. Liika visuaalisuus ei hyödytä varsinaisia tekijöitä. Oleelliset asiat pitää näkyä ja turha hienostelu pois, eli kärsii. (Antinmaa, M. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Tietomallinnus on ja ei ole menossa oikeaan suuntaan. On järkevää käyttää tietomallinnusta suuremmissa ja haastavissa kohteissa, joissa tilatarpeet ovat oikeasti ongelma. Nykyään vain tuntuu, että tietomallinnus on mennyt siihen, että kaikki pitää tietomallintaa, vaikka todellista tarvetta ei olisi. Turhaan tietomallintamiseen käytetään liian paljon tunteja. Vaikeimmat asiat tietomallintamisessa ovat ohjelmien toimimattomuus, työtuntien lisääntyminen sekä useat tallennusformaatit. Suunnitelmien laatu kärsii mahdollisesti liian tarkasta mallintamisesta. Enemmänkin ongelmana on, että suunnittelu-aika pitenee ja näin ollen kallistuu. (Poutala, J. Henkilökohtainen tiedonanto. 2019). Voidaan olla lähes yhtä mieltä siitä, että tietomallinnus on menossa oikeaan suuntaan. Tietomallinnus kasvaa ja kehittyy. Tietomallintaminen tuo omat haasteensa suunnitteluprojektiin ja lisää työmäärää merkittävästi. Tietomallintamisen koetaan olevan hyvästä, kunhan mallintamiseen kulutettu aika ei ole pois muusta suunnittelusta. Tietomallintamisen ei koeta vaikuttavan suunnitelmien laatuun negatiivisesti, paitsi jos keskitytään liian tarkkaan mallintamiseen ja mallintaminen on pois muusta suunnitteluajasta. Tietomallintamisen takia suunnittelu-aika pitenee, mikä lisää taas suunnittelukustannuksia. Talotekniikan tietomallintaminen tarkasti on aikaa vievää työtä. Varsinkin jos tarvii tehdä muutoksia ja huomataan muutoksen jälkeen, että kaikki tekniikka ei sovi yhteen helposti. Ohjelmistojen toimimattomuus ja rajoitteisuus tuo omat

haasteet ja myös se, että ohjelmista ei löydy kaikkia mallinnettavia komponentteja. Rakennusprojektiin osallistuvien tietämättömyys mallintamisesta koetaan myös ongelmana. Suunnittelun ulkopuolella ei välttämättä ymmärretä mitä mallintaminen vaatii ja mikä olisi mallin todellinen hyöty. Keskitytään liikaa epäolennaiseen ja malleista vaaditaan liian pikkutarkkoja.

8 LAADUNVARMISTUS TIETOMALLINNUKSESSA

Kappaleessa käsitellään tietomallintamisen laadunvarmistusta ja esitellään yleiset tietomallivaatimukset osa 6. Tietomallintaminen yleistyy jatkuvasti ja se tuo tehokkuutta suunnittelun laadunvarmistukseen.

8.1 Yleiset tietomallivaatimukset osa 6

Yleiset tietomallivaatimukset ovat suuren kehityshankkeen lopputulos. Tässä osassa käsitellään suunnittelun laadun parantamista tietomallien avulla. Ohjeessa käydään läpi tietomallipohjaisen suunnittelun ongelmallisia kohtia ja niiden korjaamista. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.2 Laadunvarmistusprosessi suunnittelijan näkökulmasta

Kun mietitään suunnittelijan näkökulmaa, on hyvin tärkeää, että tietomallintaminen mielletään osaksi suunnitteluprosessia. Suunnittelija vastaa tietomallin sisällöstä ja omien suunnitelmien laadusta. Dokumenttipohjaisessa, eli niin sanotussa 2d-suunnittelussa tehtävät merkinnät eivät välity ohjelmasta toiseen. Tietomallista saatu tieto on saatavilla myös muissa ohjelmissa, kuin siinä missä se on alkuperäisesti tehty. Tietomallin ei ole kuitenkaan ole tarkoitus korvata suunnitelmadokumentteja, ainakaan vielä vähään aikaan. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.3 Laadunvarmistusprosessi suunnitteluryhmän näkökulmasta

Suunnitteluryhmä ei suoranaisesti vastaa suunnittelun laadusta kollektiivisesti, mutta tehokas työkentely parantaa suunnitelmien laatua ja saadaan parempi kokonaisuus. Keskittymällä tietomallin sisältämään tietoon heti alussa, niin tietomallin avulla kommunikointi helpottuu projektin alusta loppuun saakka. Keskeneneräisistä tietomalleista on projektissa paljon hyötyä, koska jos esimerkiksi joka viikko lyödään tietomallit yhteen, niin kaikki näkee missä vaiheessa muut suunnittelijat ovat. Tämä auttaa myös tuomaan esiin ongelmakohtia, joita voidaan sitten yhdessä ratkoa. Ennen suunnittelun aloittamista pitää tarkastaa, että kaikkien koordinaatisto on asetettu oikein. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.4 Suositeltava suunnittelukokouskäytäntö

Suunnittelukokouksien järjestäminen on suositeltavaa ja niissä tietomallien avulla suunnitelmien tilanteen selvittäminen ja mahdolliset ongelmakohtat voidaan ratkaista. Menetelmät sovitaan aina projektikohtaisesti. Tietomallit pitää toimittaa ennen suunnittelukokouksen aloitusta sille henkilölle, jonka tehtävä on kerätä mallit ja yhdistää ne. Suunnitelmien tulee olla IFC-muodossa. Tietomallin mukana tulisi olla lyhyt selvitys tietomallin valmiusasteesta ja tilasta. Talotekniikan suunnittelijan olisi hyvä tarkistaa suunnitelmansa sopivuus varatuille paikoilla ja tehdä törmäystarkastelu ennen mallin lähettämistä eteenpäin. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.5 Muutosten hallinta

Suunnittelijan pitää tiedottaa muille suunnittelijoille tekemistään muutoksista. Suunnitelmien lähes-tyessä maalia, on suositeltavaa tarkastaa muiden suunnittelijoiden tietomallit ja suunnitelmissa tapahtuneet muutokset. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.6 Suunnittelijoiden välisen tiedonsiirron parantaminen

Tietomallin avulla pystytään välittämään paljon enemmän tietoa eri osapuolien välillä verrattuna perinteisiin dokumentteihin. Tietomallin tietoja hyödyntämällä prosessi tehostuu ja väärät tulkinnat

vähenevät. Esimerkiksi rakennemallista näkee todella helposti ja selkeästi millainen joku tietty rakenne on ja paljonko on tilaa talotekniikalla. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.7 Suunnitelmien laadun hallinta ja ylläpito

Laadukkaiden suunnitelmien tekeminen helpottuu silloin, kun laatua huomioidaan jatkuvasti. Jokainen suunnittelija tekee omaa laadunvarmistustaan yrityksen tai oman laatujärjestelmänsä mukaan. Kokemuksen perusteella voidaan todeta suunnitteluvaiheen lopussa tehtävien törmäystarkasteluiden huonontavan laatua, enemmän kuin parantavan. Tämä on johtanut siihen, että suunnitelmien törmäystarkastelu hoidetaan ”myöhemmin” ja koitetaan saada joku muu tekemään se tai saada joku muu vastaamaan siitä. Yleensä tässä tapauksessa suunnitelmissa on liikaa korjattavaa ja aikataulu painaa päälle. Suunnitelmia on tässä vaiheessa melkein mahdotonta saada korjattua ajallaan. Yhden suunnittelijan muutos voi vaikuttaa muiden suunnittelijoiden suunnitelmiin ja näin ollen saadaan iso kierre aikaiseksi. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.8 Tarkastusmenetelmät

Tietomallien tarkastamisessa voidaan käyttää kahta päämenetelmää. Menetelmät ovat tarkastaminen ja analyysi. Tarkastamisessa tulee voida verrata tietoa johonkin muuhun tietoon, eli niin sanottuun referenssitietoon. Esimerkkinä voidaan käyttää huoneen pinta-alaa ja sen oikeellisuuden mahdotto- muutta todeta, ellei tehdä vertailua tilaohjelmaan. Tilojen oikea mallinnus pystytään taas toteamaan todella luotettavasti ympäröiviin seiniin, kun tarkastellaan tilaobjektia. Tarkastaminen suoritetaan ohjelmallisesti käymällä tietomallien osat läpi. Tyypillisiä osia ovat mm. törmäystarkastelu, esteettö- myyssäännöt, puutetarkastelu jne. Tarkastamisen muodoista yksi on visuaalinen tarkastus, jossa voi- daan jonkun osan jääneen liian lyhyeksi. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.) Toisen tarkastusmenetelmistä, eli analyysin tehtävä on tuottaa jalostettua tietoa tietomallista, jota voi- daan tarkastella ja näin ollen tulkita sen laatua ja todenmukaisuutta. ”Analyysissä ei yleensä synny ”oikein tai ”väärin” ratkaisua, vaan sen avulla paljastuu suuruusluokan ongelmia, joiden syyt tulee selvittää tapauskohtaisesti tarkemmin” (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.9 Tarkastettavat mallit

Tarkastettavia malleja voivat olla esim. lähtötietomalli, tilamalli, rakennusosamalli (arkkitehti- ja rakennemallit), järjestelmämalli (talotekniikka) ja yhdistetty malli. IFC-tiedostomuoto pystytään tarkastaa ja analysoida, vaikka se olisi tehty millä tahansa ohjelmalla. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.10 Yhdistetty malli

Yhdistetyn tietomallin tavoitteena on tutkia mallien yhteensopivuutta. Yhdistetyssä mallissa kaikkien eri suunnittelualojen mallit laitetaan yhteen ja niitä tarkastellaan. Tämä on suuri apu suunnittelun ohjauksessa ja kun suunnitelmia esitellään tilaajalle. Monet työmaalla ”perinteisesti” havaittavat ongelmat löydetään yleensä jo suunnitteluvaiheessa tietomallinnuksen ja yhdistetyn mallin avulla. Yhdistetystä mallista on suuri hyöty työmaalla, sillä mallin avulla pystytään huomaamaan hankalat paikat ja näkemään suunnitteluratkaisut. Tietomallien yhdistämisestä vastaa siihen tehtävään nimetty henkilö. Hän voi olla esim. pääsuunnittelija tai erikseen määritetty tietomallikoordinaattori. Kaikki suunnittelijat vastaavat omien suunnitelmiensa päivittämisestä, jos niille ilmenee tarvetta. Korjaukset tehdään aina alkuperäismalleihin. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.11 Talotekniikan törmäys- ja reittitarkastelu

Taloteknisiä järjestelmiä suunniteltaessa tulee tehdä keskinäisiä törmäystarkasteluja suunnitteluohjelmissa ohjelmien mahdollisuuksien mukaan. Suunnitteluohjelmissa on lähtökohtaisesti isoja eroja tietomallintamisessa. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

8.12 Vastuut

Suunnittelijat ovat vastuussa tietomalliensa laadusta ja vastaavat niiden kuntoon saattamisesta. Tietomallit tarkastetaan korjausten jälkeen sopimusten mukaisesti, ja varmistetaan, että havaitut virheet tai puutteet on korjattu. (RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6.)

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda talotekniikan projektinjohtoyritykselle LVI-suunnittelun toimintaohje, johon on mahdollista lisätä tulevaisuudessa myös muiden suunnittelualojen asioita. Työ eteni suunnitellusti ja työstä tuli sellainen kuin pitikin. Työ kelpasi tilaajalle, jonka mielestä toimintaohjeesta tuli selkeästi ja helposti luettava, sekä siihen pystytään lisäämään toiminnan mukaisia muutoksia ja muidenkin suunnittelualojen asioita. Toimintaohje tulee olemaan osa yrityksen laatujärjestelmää, jota tullaan kehittämään tulevaisuudessa.

Toimintaohjeen lisäksi tilaajayrityksen työntekijöille luotiin kymmenen talotekniikan suunnitteluun ja laadunvarmistukseen liittyvää haastattelukysymystä. Kysymysten tavoitteena oli herättää keskustelua suunnittelun laadunvarmistukseen liittyvistä asioista ja niiden ongelmakohtissa. Tavoitteeseen päästiin ja saatiin hyvää keskustelua aikaiseksi. Yrityksen sisällä sovittiin alustava aikataulu kehityspäivälle, jonka tavoitteena on viedä yrityksen sisäisiä kehitysasioita eteenpäin.

LÄHTEET

RT 10-11290. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2018. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 4.5.2019.

RT 10-11080 Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 4.5.2019

Rakennustiedon www-sivut. 2019. Viitattu 6.5.2019. <http://www.rakennustieto.fi>

Talotekniikkateollisuus. 2019. Sisäilmasto- ja ilmanvaihto-opas. Viitattu 5.5.2019. <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>

Syrjänen, O. Jääskeläinen, L. 2013. Rakentamisen ohjaus. Maankäyttö- ja rakennuslain ja muun lain-säädännön rajapinnat.

RT 10-11069 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 4. Talotekninen suunnittelu 2012. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 4.5.2019.

RT 10-11071 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6. Talotekninen suunnittelu 2012. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 4.5.2019.

RT 10-11301 Talotekniikan laadunvarmistus ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus. 2018. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 6.5.2019.

Talotekniikan suunnittelijat. Takala, T. Lystimäki, J. Poutala, J. Tapio, V. Kivimäki, J. Antinmaa, P. Jalonen, M. Toimitusjohtaja. Antinmaa, M. 2019. All-Talotekniikka Oy. Tampere. Sähköpostihaastattelu. Haastattelijana Konsta Rintala. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Suomen standardisoimisliiton www.sivut. 2019. Viitattu 19.10.2019. <http://www.sfs.fi>

Lappalainen, M. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Immonen, I. Kallio, J. Koskinen, J. Rajamäki, M. 2013. Johda riskejä. Helsinki: Tammi.

Kesti, M. 2014. Henkilöstön voimavarat tuottaviksi. Helsinki: Finva

All-Talotekniikka Oy, LVI-suunnittelun toimintaohje, Rintala, K. 2019, LVI-suunnittelun toimintaohje ei julkisuuteen.

Liite:1 LVI-suunnittelun toimintaohje sisältää opinnäytetyön tilaajan luottamuksellista materiaalia.
17 sivua.