

LVIAS-suunnittelun yhteensovitus sähkösuunnittelun näkökulmasta



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Kevät, 2023

Mikko Hietala

Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri

Tekijä Mikko Hietala

Työn nimi LVIAS-suunnittelun yhteensovittaminen sähkösuunnittelun näkökulmasta

Ohjaaja Timo Viitala, Juha Karimäki -Granlund Häme

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Granlund Häme Oy:n nykyinen yhteensovitusprosessi, sen aikana suoritettavat tehtävät ja tuloksien perusteella joko kehittää nykyistä tai luoda uusi prosessi sekä sitä tukevia työkaluja.

Yhteensovitus on tärkeä osa taloteknistä suunnittelua ja yhteensovituksen tapahduttua hyvin, saadaan aikaiseksi laadukkaat ja luotettavat suunnitelmat, joissa ei tule eteen ongelmia suunnittelualojen välisien laitteistojen ja järjestelmien toiminnassa tai asennuksessa. Granlund Hämeessä haluttiin tätä prosessia tehostaa ja innovoida.

Opinnäytetyössä käydään läpi suunnitteluprojektin vaiheet sekä näiden vaiheiden aikana suoritettavat suunnittelualojen väliset yhteensovitustehtävät. Sovelletaan näitä vaiheita ja tehtäviä yhteensovitusprosessia tukevien työkalujen luonnissa.

Työn aikana saatiin selville nykyinen yhteensovituksen prosessi, joka oli vaiheistamaton tehtäväluettelo. Luotiin uusi prosessi, jonka läpiviemiseksi luotiin yhteensovituksen tiedonvaihtolomake sekä havaintolomake. Prosessin ydin sisältyy tiedonvaihtolomakkeeseen, sillä se on vaiheistettu suunnitteluprojektin kulun mukaan, joten yhteensovitusprosessi kestää koko projektin ajan. Tiedonvaihtolomakkeen viimeisenä tehtävänä on ristiintarkastukset, jonka kautta siirrytään havaintolomakkeen käyttöön ja sitä kautta prosessin valmistumiseen.

Työn aikana kerättiin kehitysideoita ja mielipiteitä prosessista ja sen työkaluista. Työkaluja ei opinnäytetyön aikana saatu valmiiksi viimeistelyjä versioita, sillä niitä ei keretty testaamaan oikean projektin aikana. Kehitystyö jatkuu tulevaisuudessa testauksien, mielipidekyselyiden ja työkalujen käyttökokemuksen parantamisen merkeissä.

Avainsanat Automaatio, LVI, prosessi, suunnittelu, sähkö, yhteensovitus,

Sivut 26 sivua ja liitteitä 2 sivua

The objective of this thesis was to examine the current process of PHCE-design coordination in Granlund Häme, and based on the results, to either to improve or create the process and tools that help in process completion

Coordination during the PHCE-design process is important, and when done correctly, helps with creating reliable and high-quality plans, where no problems arise during the operation or installation of equipment and systems associated between design fields. Granlund Häme wanted to make this process more efficient and innovative.

This thesis examines the stages of a design project and the tasks performed between design fields during these stages. These stages and tasks are applied to create tools that support the coordination process.

During the work on this thesis, the current design coordination process was examined. The process was a list of tasks to be done during a design project, but it was not arranged to correlate with the stages of a design process. A new process was created, and to carry it out, a coordination information exchange form and an observation form were created. The core of the process is contained within the information exchange form, as it is phased according to the stages of a design project. The design coordination process takes place during the entirety of a design project. The last task in the information exchange form is cross-examination, through which the process moves on to the use of the observation form and thereby to the completion of the design coordination process.

During the work on this thesis, development ideas and opinions about the process and its tools were collected. Finished versions of these tools were not completed during this work, for they were not yet tested during an actual project. Development will continue in the future in the form of testing, opinion polls and user experience enhancement.

Keywords Automation, coordination, electrical, HVAC, planning, process

Pages 26 pages and appendices 2 pages

Sisällys

Määritelmät

1	Johdanto	1
2	Kohdeyritys ja talotekninen suunnittelutehtävä	2
2.1	Taloteknisen suunnittelutehtävän vaiheet ja tehtävät.....	3
2.2	Granlund Häme suunnittelutehtävän vaiheet.....	5
3	LVIAS-suunnittelun yhteensovitus	9
3.1	Tilavaraukset.....	9
3.2	Luonnossuunnittelu	11
3.3	Urakkalaskentasuunnitelmat.....	16
3.4	Toteutussuunnittelu.....	17
4	Yhteensovituksen prosessi ja työkalut	19
4.1	Yhteensovituksen tiedonvaihtolomake	20
4.2	Havaintolomake.....	22
5	Yhteenveto	23
6	Pohdinta	25
	Lähteet	26

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Suunnittelun vaiheistus Rakennustietosäätiön mukaan. (Rakennustietokauppa, 2016).	5
Kuva 2. Suunnittelun vaiheistus Granlund Hämeessä (Karimäki, 2019, s. 17).....	6
Kuva 3. Toimistorakennuksen tekninen tila.	10
Kuva 4. Valaisimet ripustuskiskossa.....	13
Kuva 5. Ote koulurakennuskohteen LVI-sähkölaiteluettelosta	14
Kuva 6. Esimerkki säätökaaviosta.	15
Kuva 7. Käyttövesiputken sulanapito ja ohjaus.	17
Kuva 8. Reiät elementissä.	18
Kuva 9. Elementin sähköistys.	19
Kuva 10. Ote yhteensovituksen tiedonvaihtolomakkeesta.	21
Kuva 11. Ote suunnittelualakohtaisista tehtävistä.....	22
Kuva 12. Ote havaintolomakkeesta.	23

Määritelmät

DWG	Drawing- tiedostomuoto CAD-ohjelmistoissa
LVIAS	Lämpö, Vesi, Ilma, Automaatio ja Sähkö
LVI-laiteluettelo	Luettelo LVI-laitteista, joka sisältää niiden tekniset vaatimukset ja tiedot
Risteily	Suunnitelmien päällekkäisyys/risteävyisyys
TATE	Talotekniikkaa
Tietomalli	3D-mallinnus kohteesta
VAK	Valvonta-alakeskus
VSS	Väestönsuojelu
XREF	External reference, viitetiedosto CAD-ohjelmistoissa

Liitteet

Liite 1	Alkuperäinen tehtävä- / tarkistuslista
Liite 2	Liite 2: Työpajan tuotos

1 Johdanto

Rakennusprojektin toteutuksessa vuorovaikutus suunnittelualojen välillä on tärkeää ja se korostuu jatkuvasti talotekniikan kehittyessä. Rakennussuunnittelun tuotoksena on pohja, jonka mukaan rakennusprojektiä aletaan toteuttaa. Urakoitsijoiden työntekoa edesauttaa luotettavat ja paikkansapitävät suunnitelmat. Suunnitelmien kokonaisuuden saattaminen toimivaksi luotettavasti on suunnittelijoiden tehtävä yhteensovitusta. Suunnitelmien yhteensovituksella tarkoitetaan yksinkertaisesti suunnittelualojen järjestelmien, fyysisten laitteiden ja asennuksien päällekkäisyyksien poistamista suunnitelmista. Esimerkiksi suunnitelma, jossa kaapelihylly on piirretty ilmanvaihtokanavan kanssa päällekkäin samaan korkoon, ei varmaankaan ole yhteensovitettu. Yhteensovituksen tapahduttua tarkasti ja järjestelmällisesti vältytään päällekkäisyyksiltä suunnitelmissa ja sitä kautta ylimääräiseltä työltä sekä kustannuksilta. Tarkoitus on tuottaa asiakkaalle mahdollisimman laadukkaat ja toimivat suunnitelmat. Yhteensovituksen kannalta tärkeiksi tekijöiksi nousevat suunnittelualojen aktiivisuus ja vuorovaikutus yhteensovituksen suhteen sekä yhteensovitusprosessia tukevat työkalut.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kohdeyrityksen nykyinen yhteensovitusprosessi, yhteensovituksen tehtävät sähkösuunnittelijan näkökulmasta, sekä tuottaa kohdeyrityksen tavanomaisiin projekteihin soveltuva LVIAS-suunnittelun yhteensovituksen prosessi ja tätä prosessia tukevia suunnittelualojen yhteisiä työkaluja. Lisäksi selvitettiin miten nykyisiä kohdeyrityksen ohjelmistoja voisi hyödyntää yhteensovitusprosessin aikana.

Yhteensovitus sijoittuu yleisesti taloteknisten suunnittelutehtävien vaiheisiin ehdotus- ja toteutussuunnittelu. Opinnäytetyössä käydään läpi TATE18 -tehtävluettelon mukaiset vaiheet sekä Granlund Hämeessä käytettävät TATE18 -luetteloa mukailevat suunnittelutehtävien vaiheet. Keskitytään erityisesti näiden vaiheiden aikana suoritettavaan yhteensovitusprosessiin ja sen tehtäviin. Käydään läpi, miten yhteensovituksen tarkastuslista saatiin kokoon ja kuinka sen avulla kerättyä tietoa käytettiin tietojenvaihtolomakkeen ja havaintolomakkeen luomisessa. Opinnäytetyö on rajattu sähkösuunnittelun näkökulmaan, ellei toisin mainita.

Opinnäytetyön tiedonkeruu suoritettiin pitkälti noin vuoden aikana tehdyn harjoittelutyön pohjalta. Suurin osa käytetystä materiaalista ja tiedosta on saatu henkilökohtaisena tiedonantona ja harjoittelun aikana tehdyistä projekteista. Suuri osa käytetystä tiedosta on siirtynyt sanallisesti. Tietolähteinä käytettiin myös kohdeyrityksen tunnuksilla saatavilla olevaa ST- ja RT-kortistoa, SFS Onlinea ja muita kohdeyrityksen sisäisiä tietolähteitä.

2 Kohdeyritys ja talotekninen suunnittelutehtävä

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Granlund Häme Oy. Alkujaan Helsingissä vuonna 1960 perustettu Insinööritoimisto Olof Granlund, nykyään Granlund Oy, on kokonaan työntekijöidensä omistama kiinteistö- ja rakennusalan konserni. Granlundin toimialoja ovat talotekninen suunnittelu, kiinteistöjohtamisen palvelut ja ohjelmistot, energia-, ympäristö- ja kiinteistöalan konsultointi, rakennuttaminen ja valvonta sekä isännöinti. Granlund Oy tytäryhtiöt mukaan luettuna työllistää noin 1300 asiantuntijaa, palvelee 27 eri toimipisteessä ja vuosittainen liikevaihto on noin 109 miljoonaa euroa. (Granlund Oy, 2021)

Granlund Häme toimi vuosina 2008–2020 nimellä Granlund Riihimäki. Nimi muuttui Granlund Hämeeksi, kun hämeenlinalainen KHTT-Suunnittelu yhdistyi Granlund Riihimäkeen alkuvuodesta 2020. Granlund Häme laajensi toimintaansa Forssaan ja sen lähialueille, kun Sähkösuunnittelu Macel Oy liittyi Granlund Hämeeseen kesällä 2022. Kohdeyrityksellä on yli 40 vuoden kokemus alasta ja on erikoistunut LVI, sähkö ja rakennusautomaatiosuunnitteluun sekä talotekniseen valvontaan. Yhteensä Granlund Häme työllistää noin 26 sähkö- ja LVI alan ammattilaista. (Granlund Häme Oy, 2022)

2.1 Taloteknisen suunnittelutehtävän vaiheet ja tehtävät

Taloteknisen suunnittelun vaiheita ja periaatteita on kuvattu TATE18 -tehtäväluettelossa.

Tehtäväluettelo on yleispätevä, mutta sitä täytyy kuitenkin soveltaa kohdekohtaisesti, jotta varmistetaan toimiva ja helposti etenevä suunnittelu- ja työmaavaihe. (TATE18, 2017, s. 1)

Suunnittelutehtävien vaiheet ja prosessi (Kuva 1.) lyhyesti:

- Tarveselvitys:

Normaalisti rakennushanke alkaa tarveselvityksellä. Tarveselvityksen aikana perustellaan tilahankinnan tai olemassa olevan tilamuutoksen tarpeellisuus sekä kuvataan alustavasti tarvittavia tiloja ja niille asetettavia vaatimuksia. (TATE18, 2017, s. 3)

- Hankesuunnittelu:

Tarveselvityksen jälkeen siirrytään hankesuunnitteluun, jonka aikana asetetaan rakennushankkeelle toimivuutta, kustannuksia ja ylläpitoa koskevia tavoitteita, kuten liittymismahdollisuudet kunnallisteknisiin verkostoihin sekä määritellään alustavasti tekniset päätilat ja niiden sijoitusvaihtoehdot. (TATE18, 2017, s. 4)

- Ehdotussuunnittelu:

Ehdotussuunnittelun aikana selvitetään ja vertaillaan useita eri teknisiä ratkaisuja, joiden avulla suunniteltu kokonaisuus olisi mahdollista toteuttaa. (TATE18, 2017, s. 9)

- Yleissuunnittelu:

Yleissuunnitteluvaiheessa kehitetään ehdotussuunnitelmia eteenpäin toteutuskelpoisemmaksi yleissuunnitelmaksi. Todetaan myös, onko asetetut tavoitteet saavutettu suunnitelmien osalta. (TATE18, 2017, s. 13)

- Toteutussuunnittelu:

Toteutussuunnittelun aikana suunnitelmista kehitetään mitoitettuja ja tarkemmin tuotemääritellyt versiot sekä määritellään käytettävät järjestelmät. Esimerkiksi listataan käytettävät valaisimet sekä niiden ohjaukseen käytetyt laitteet. (TATE18, 2017, s. 18)

- Rakentaminen:

Rakentamisvaiheen aikaiset tehtävät ovat suunnitelmia täydentäviä, eli esimerkiksi rakentamisen aikaisien esteiden ja muutoksien päivittäminen suunnitelmiin. Suunnitelmat pyritään pitämään toteutuneen rakennuksen mukaisina. (TATE18, 2017, s. 24)

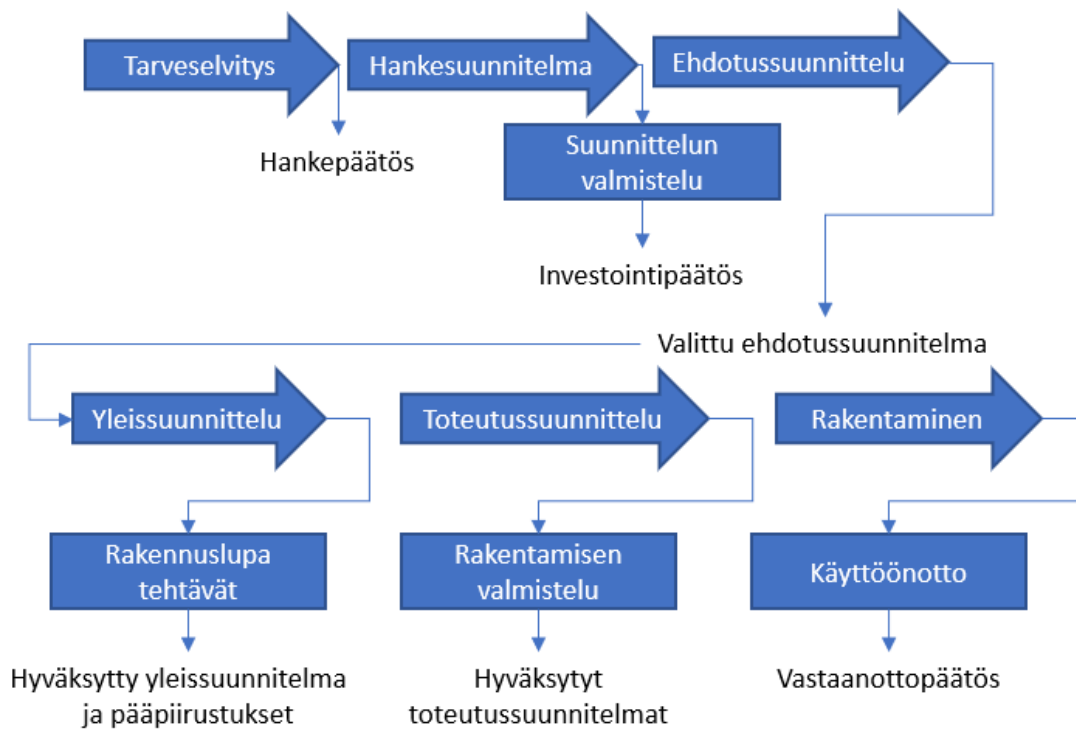
- Käyttöönotto:

Käyttöönoton aikana varmistetaan järjestelmien toimivuus ja annetaan loppukäyttäjälle opastus järjestelmiin ja niiden käyttöön. (TATE18, 2017, s. 26)

- Takuu-aika:

Takuu-aikana seurataan rakennuksen suunnitellun toiminnan toteutumista. Suoritetaan tarvittavia tarkastuksia sekä korjataan mahdollisia puutteita. (TATE18, 2017, s. 28)

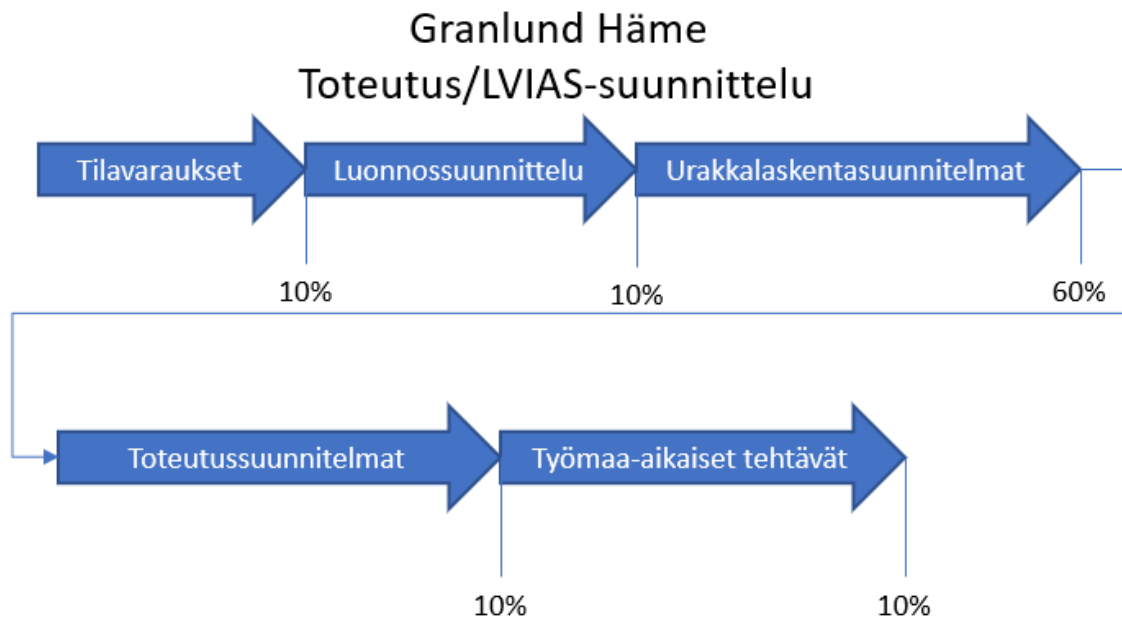
Kuva 1. Suunnittelun vaiheistus Rakennustietosäätiön mukaan. (Rakennustietokauppa, 2016).



2.2 Granlund Häme suunnittelutehtävän vaiheet

Kohdeyrityksen tavanomaisissa projekteissa on kokemukseräisesti päädytty käyttämään suunnitteluvaiheiden osalta seuraavanlaista (Kuva 2.) vaiheistusta. Kyseiset suunnitteluvaiheet mukailevat TATE18 -tehtäväluettelon vaiheita, mutta ovat nimetty hivenen eri tavalla. Kohdeyrityksen suunnitteluvaiheet sijoittuvat TATE18 -tehtäväluettelon seuraavanlaisesti; Tilavaraukset ovat osa yleissuunnittelua ja toteutussuunnittelua. Luonnossuunnittelu, urakalaskentasuunnitelmat ja toteutussuunnitelmat sisältyvät kokonaisuudessaan TATE18 -luettelon toteutussuunnitteluun. Esimerkissä (Kuva 2.) on myös esitettyä vaiheiden suuruus prosentuaalisesti koko LVIAS-suunnitteluprojektiin verrattuna. Urakalaskentasuunnitelmat vaiheista työllistävimpänä sisältää yli puolet projektin koko työmäärästä.

Kuva 2. Suunnittelun vaiheistus Granlund Hämeessä (Karimäki, 2019, s. 17).



Kohdeyrityksessä käytettävät projektin vaiheet ja niiden aikana suunnittelualojen suoritettavat tehtävät tiivistetysti, sekä yhteensovitustarpeet LVIAS-suunnittelun näkökulmasta:

Tilavaraukset:

Tilavarauksien aikana on tavoitteena tuottaa arkkitehdille tieto LVIAS-tekniikan tarvitsemasta tilasta, kuten tekniset tilat ja kaapelireitit. Yleisesti suunnittelualoilla on tässä vaiheessa käytössään arkkitehdin laatimat alustavat pohjakuvat. LVIAS-yhteensovituksessa tässä vaiheessa tarkastellaan, että kaapelireiteille, putkistoille, kanaville, IV-koneille ja järjestelmien keskuslaitteille on riittävät tilat. Arkkitehdin saatua tieto tarvittavista tiloista, voi hän tehdä tarvittavat muutokset pohjakuviin. (Karimäki, 2019, s. 19)

Jatkuvasti kehittyvän talotekniikan haasteet eivät liity ainoastaan laitteiden teknisen toiminnan ymmärtämiseen. Yhtenä suunnittelun osa-alueena on laitteistojen tilantarpeet ja niiden määrittely. Parhainkaan laitekokonaisuus ei toimi, jos se ei fyysisesti mahdu tilaan, minne pitäisi. (Itula, 2015)

Luonnossuunnittelu:

Luonnossuunnitteluvaiheessa suunnittelualue tuottavat erilaisten tilojen ja järjestelmien suunnitteluratkaisut. Luonnossuunnittelussa tuotettaviin dokumentteihin kuuluu sähkösuunnittelijan kaikista tärkeimpänä laatia sähköpistekuvat, joissa on esitettynä keskukset, kaapelireitit ja sähkökalusteiden sijainnit, kuten kytkimet, pistorasiat ja valaisimet. Luonnossuunnitelmien rinnalle tehdään myös valaisinluettelo, josta voidaan todeta valaisimien tyyppi ja alustava lukumäärä. LVI-suunnittelija laatii LVI-tekniikasta vastaavat dokumentit, sekä laiteluettelon.

Yhteensovituksen kannalta luonnossuunnitteluvaiheessa katsotaan edelleen, ettei suunnitelmissa ole päällekkäisyyksiä ja laitteet ovat sopivilla paikoilla. Suunnittelijoiden välillä vaihdetaan myös tietoa, jonka avulla tehdään esimerkiksi energialaskelmia. Tässä vaiheessa ei ole enää arkkitehdin tarkoitus muuttaa pohjakuvia, ellei ole täysin pakko. Luonnossuunnitteluvaiheen tavoitteena on tuottaa alustavat suunnitelmat, joiden ratkaisut voidaan esittää tilaajalle mahdollisia muutoksia varten. Tilaajan hyväksytyt suunnitelmat voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. (Karimäki, 2019, s. 20)

Urakkalaskentasuunnitelmat:

Urakkalaskentavaiheessa täydennetään asiakkaan luonnossuunnitteluvaiheessa hyväksymät suunnitelmat urakkalaskentasuunnitelmiksi. Urakkalaskentavaiheen tavoitteena on tuottaa suunnitelmat tilaajalle, joiden avulla rakennusurakat voidaan kilpailuttaa urakoitsijoilla.

Suunnittelijoiden käytössä tässä vaiheessa on arkkitehdin työpiirustukset, LVI:n kojeluettelot, RAU-suunnittelijan säätökaaviot sekä sähkösuunnittelijan ja muiden alojen alustavat tasokuvat. Urakkalaskentasuunnitelmiin luotavien asiakirjojen ja suunnitelmien määrä riippuu suunnitteilla olevasta kohteesta, mutta vakiona voidaan pitää, että laaditaan työselostus, tasokuvat, asemakuva, sekä tarvittavat kaaviot ja luettelot.

LVIAS-yhteensovituksessa tässä vaiheessa tarkastellaan lopullisten laitteiden ja järjestelmien päällekkäisyyksiä sekä sähkösuunnittelun näkökulmasta huomioidaan LVI- ja RAU-järjestelmien sähköistys. (Karimäki, 2019, s. 20)

Toteutussuunnitelmat:

Toteutussuunnitteluvaiheessa täydennetään urakkalaskentasuunnitelmat toteutussuunnitelmiksi, eli urakkalaskennan aikana huomatu puutteet tai tilaajan haluamat muutokset tuodaan suunnitelmiin. Muutoksia tai puutteita voi olla esimerkiksi valaisintyyppin vaihtaminen, niiden lukumäärän lisääminen tai jokin aikaisemmin kokonaan huomaamatta jäänyt asia, joka halutaan toteuttaa. Tässä vaiheessa voidaan myös piirtää piirikaaviot, sopimuksesta riippuen. Useimmiten kohdeyrityksessä piirikaavioiden piirtäminen kuuluu sähköurakoitsijan tehtäväksi.

Yhteensovitus tässä vaiheessa sisältää urakkalaskentavaiheessa havaittujen muutosten yhteensovituksen, reikäkuvat ja mahdolliset elementtien sähköistykset sekä niiden aiheuttamat muutokset kaapeli, putki- ja kanavareitteihin. Toteutussuunnitteluvaiheen tavoitteena on tuottaa työmaalla toimivat toteuttamiskelpoiset suunnitelmat. (Karimäki, 2019, s. 20)

Työmaa-aikaiset tehtävät:

Työmaa-aikaisiin tehtäviin kuuluu lähinnä mahdolliset työmaakokoukset ja suunnitelmien tarkennukset. Suunnittelualat luovat loppukuvat ja huoltokirjat työmaan valmistuttua. Loppukuvilla tarkoitetaan työmaata vastaavia suunnitelmia, eli suunnitelmat päivitetään vastaamaan urakoitsijoiden tekemiä asennuksia. Yleensä nämä muutokset urakoitsija toimittaa suunnittelijalle punakynien muodossa. Loppukuvista poistetaan ylimääräiset tekstit ja asennusohjeet, joten lopputuloksena on siisti ja helppolukuinen kuva toteutuneesta työmaasta. Yhteensovitusta ei tässä vaiheessa enää tehdä, ainakaan toivottavasti, koska muuten jotain on mennyt pieleen. (Karimäki, 2019, s. 20)

3 LVIAS-suunnittelun yhteensovitus

Yhteensovituksella tarkoitetaan suunnittelualojen suunnitelmien yhdistämistä ja päällekkäisyyksien tai risteäväisyyksien poistamista. Yhteensovituksen tuloksena saadaan suunnitelmat, joita toteuttaessa ei tule ongelmia esimerkiksi valaisimien ja ilmanvaihdon päätelaitteiden päällekkäisyyksien kanssa. Suunnitelmat niin ikään ovat yhteensopivia keskenään. Yhteensovituksen avulla saadaan ahtaisiin teknisiin tiloihin sovitettua tarvittavat LVI- ja sähkölaitteet. Laitteiden mahtuminen tiloihin voi olla kiinni jopa muutamista senteistä, jolloin mittatietojen täytyy olla kunnossa ja yhteensovitus tehty tarkasti. Suunnitteluprosessi itsessään on suureksi osaksi yhteensovitusta. Sähkösuunnittelija sovittaa sähköpisteet, laitteet ja valaisimet arkkitehdin pohjiin ja kaapelointi tehdään myös rakennesuunnitelmien puitteissa.

Suurin osa taloteknisen suunnittelun aikana sähkösuunnittelijan tekemästä yhteensovitustyöstä tapahtuu LVI-suunnittelijan kanssa. Molempien suunnittelualojen laitteet ja asennukset vievät tilaa usein samoista tiloista, joten ne ovat alttiita päällekkäisyyksille suunnitelmissa. Aktiivinen vuorovaikutus ja yhteistyö suunnittelijoiden välillä onkin tämän asian ratkaisemiseksi ja ennen kaikkea välttämiseksi tärkeää.

Seuraavaksi käydään läpi edellä mainittujen suunnitteluvaiheiden aikana tehtävää yhteensovitusta sähkösuunnittelijan näkökulmasta.

3.1 Tilavaraukset

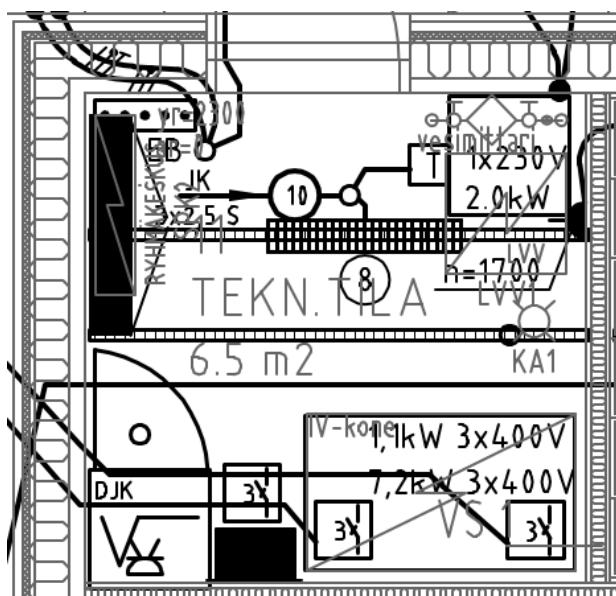
Tilavarausvaiheessa sähkösuunnittelijan tehtäväksi muodostuu pääpiirteittäin johtoreittien ja keskuslaitteiden sijoittelu. Keskuslaitteiden sijoittelulla tai tilavarauksilla tarkoitetaan teknisiin tiloihin sijoitettavien laitteiden kokoa ja sijoituspaikkaa.

Teknisiin tiloihin voidaan sijoittaa tavanomaisten sähkökeskusten, datakaappien, ilmanvaihtokoneiden ja lämmityslaitteiden lisäksi myös mahdollinen aurinkosähköjärjestelmän invertteri, rikosilmoitinkeskus, UPS-keskus tai laite sekä paljon muita rakennuksen toimintaan liittyviä laitteita.

Laitteiden ja keskuksien sijoituksessa täytyy myös ottaa huomioon niitä koskevat ohjeet ja määräykset. Esimerkiksi standardi SFS 600-7-729 määrittää, että käytävillä täytyy pystyä avaamaan laitteiden ovet vähintään 90° kulmaan, ovien sulkusuunta täytyy olla poistumisreitintä suuntainen ja evakuointireitin ja avatun oven välinen etäisyys täytyy olla vähintään 500 millimetriä. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2022, ss. 7-10)

Esimerkissä (Kuva 3.) sähkölämmitteisen toimistorakennuksen pieni tekninen tila, johon sovitettu pääkeskus, datajakamo, aurinkosähkön invertteri, rikosilmoitinkeskus, lämminvesivaraaja, Ilmanvaihtokone ja vesimittari. Keskuksien ovien avautumissuunta otettu huomioon. Rakennuksessa ei myöskään ole alaslaskettua kattoa, joten huoneen valaisin on kiinnitetty ripustuskiskoon ilmanvaihtoputkien alapuolelle. Toisella ripustuskiskolla on säteilylämmitin, sillä ei huoneeseen olisi sähkölämmittimiä mahtunut seinille.

Kuva 3. Toimistorakennuksen tekninen tila.



Johtoreiteillä tarkoitetaan esimerkiksi sähkökeskusten ja sähkölaitteiden syöttökaapeleiden kulkureittejä, eli kaapelihyllyjä, ripustuskiskoja tai putkituksia maan alla. Johtoreitit on helpompi määrittää, kun alustavat sähkökeskusten sijoitukset on tehty, jotta nähdään mitä reittiä keskusten nousukaapeli on helpoin taiärkevin kaapeloida. Kaapelireiteissä sähkösuunnittelijan tulee myös ottaa huomioon mahdollisten VAK:ien välisen kaapeleiden sijoitus. Kaapelihyllyjen tyypissä, koossa ja sijoituksessa täytyy myös ottaa huomioon datakaapeloinnit, niitä koskevat määräykset, paloturvallisuusmääräykset sekä LVI-suunnitelmien putkistojen ja kanavistojen sijainnit.

Tässä vaiheessa yhteensovitusta varten on sähkösuunnittelijalla käytössään arkkitehdin pohjakuvat sekä LVI-suunnittelijan alustavat tasokuvat. Mahdolliset risteävyydet ratkaistaan LVI-suunnittelijan kanssa yhteistyötä tekemällä. Muutostarpeet ilmoitetaan arkkitehdille, joka tekee tarpeelliset muutokset suunnitelmiinsa. Tämän jälkeen arkkitehdin kuvia ei olisi tarkoitus muuttaa ja kaikkien suunnittelijoiden tulisi noudattaa näitä kuvia, ellei tarve ole pakottava. Muutoksista tulee ilmoittaa muille suunnittelijoille.

Sähkösuunnittelun kannalta tärkeimpänä tilavarausten aikana on siis mahduttaa kaapelireitit ja keskuslaitteet muun talotekniikan kanssa samoihin tiloihin

3.2 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheessa aloitetaan alustavien suunnitelmien luominen.

Sähkösuunnittelijalle isoimmaksi kokonaisuudeksi nousee pistesijoittelu ja LVI-laitteiden risteilyjen tarkastelu. Pistesijoittelulla tarkoitetaan sähkölaitteiden eli sähköpisteiden sijoittelua suunnitelmiin. Tässä vaiheessa on yleisesti selvää mikä lämmitysratkaisu rakennukseen on tarkoitus toteuttaa, lämmitysratkaisu ei yleensä suurissa tiloissa ole sähkölämmiteinen, mutta mikäli lämmitysmenetelmäksi valitaan sähkölämmitys, on sähkösuunnittelijan pistesijoittelun aikana myös sijoitettava sähkölämmittimet ja mitoittaa ne tilan kokoon sopiviksi.

Suurin riski päällekkäisyyksiin luonnossuunnittelun aikana on kattoon asennettavien sähkölaitteiden sijoittelua tehdessä, sillä katossa tai alakaton yläpuolella sijaitsee LVI-tekniikan putket ja kanavat. Kohteissa, joissa tietomallinnetaan suunnitelmat, on helppo tarkastella asennuksien risteilyjä ja nähdä laitteiden asennuskorkeudet ja sijainti suhteessa muihin asennuksiin ja pintoihin.

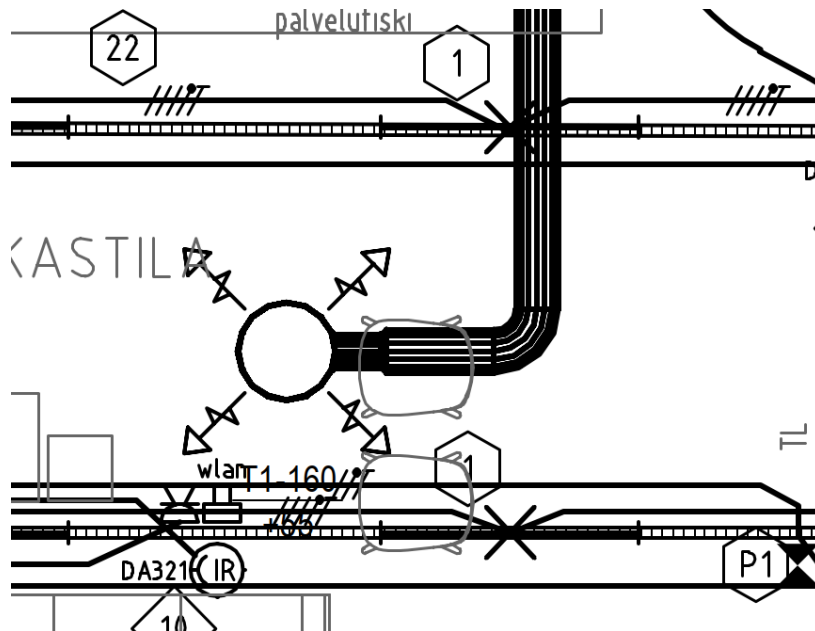
Esimerkkinä mahdollisista ongelmista, joita LVI-tekniikka tai muut rakenteelliset esteet voivat aiheuttaa suunnittelun aikana; rakennuksissa, joissa ei ole alaslaskettua kattoa ja tekniikka (esimerkiksi ilmanvaihtoputket ja kaapelihyllyt) asennetaan katonrajaan näkyville, täytyy LVI- ja sähkölaitteiden asennuskorkeudet ja asennusreitit huomioida tarkasti. Yleisenä käytäntönä on pidetty, että LVI-tekniikan putkistot asennetaan lähimmäksi katonrajaa ja sähköön kaapelihyllyt ja muut asennukset niiden alapuolelle. Putkistojen alapinnan korkeuden ja sijainnit voi yleensä sähkösuunnittelija selvittää LVI-suunnittelijan DWG-tiedostostoa XREF:nä käyttäen, tai tietomallinnuskohteissa rakennuksen 3D mallista.

Tilanteessa, jossa esimerkiksi (Kuva 4.) halutaan asentaa aulatilaa valaisimia mutta ilmanvaihtoputket kulkevat keskellä huonetta, voidaan käyttää ripustuskiskoja, jotka asennetaan roikkumaan katosta putkistojen alapuolelle ja valaistus asennetaan ripustuskiskoon. Näitä ripustuskiskoja voi myös käyttää hyväkseen kaapelireittinä muille laitteille, kuten liiketunnistimille, pistorasioille ja datapisteille.

Paloilmaisimia sijoittaessa täytyy ottaa huomioon koneellisen ilmanvaihdon kanssa ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmavirtaukset. Ilmaisimia ei saa sijoittaa tuloilman virtaukseen. Ilmavirtaus voi muuten vaikuttaa paloilmaisimen toimintaan negatiivisesti. Jos ilmaisin kuitenkin joudutaan asentamaan lähelle tuloilmaelintä, on tuloilmaelin säädettävä niin, ettei ilmavirta osu ilmaisimeen tai tuloilmaelimeen on asennettavat ohjain, joka ohjaa ilmavirran pois paloilmoitimesta. Poistoilma-aukoista paloilmoitimen asennusetäisyys on oltava vähintään 2 metriä. Kuitenkaan jokaista poistoilma-aukkoa ei tarvitse ottaa paloilmaisimia sijoittaessa huomioon, jos valvottavan tilan koko on pienempi kuin käytettävän ilmaisimen suurin valvonta-alue (Sähkötieto ry, 2020, ss. 129-130).

Esimerkissä (Kuva 4.) päätelaitteen tuloilmavirtaus kuvattuna nuolilla.

Kuva 4. Valaisimet ripustuskiskossa.



Samat asiat ilmanvaihdon päätelaitteisiin liittyen tulee ottaa huomioon myös alas lasketussa katossa. Valaisimien sijainti ja tyyppi voi vaihdella kattotyypistä riippuen, mutta LVI:n putket ja kanavat ovat tällöin piilossa alakaton yläpuolella, jolloin niitä harvemmin tarvitsee enää väistellä luonnossuunnitteluvaiheessa.

Luonnossuunnitteluvaiheen aikana sähkösuunnittelijan tulee saada LVI-suunnittelijalta alustava laiteluettelo. Laiteluettelon ja alustavien sähkötasokuvien avulla voidaan tehdä suuntaa antava huipputeholaskelma. Kun LVI-suunnittelija on tyypittänyt suunnitelmiinsa käytettävät LVI-laitteet, tekee hän laitteista luettelon, jonka avulla sähkösuunnittelija toteuttaa laitteiden sähkönsyötön. Laiteluettelossa tulee lukea laitteiden oleelliset tiedot, joiden avulla sähkönsyöttö voidaan toteuttaa. Esimerkiksi tuotteiden malli, sähköteho ja sijainti.

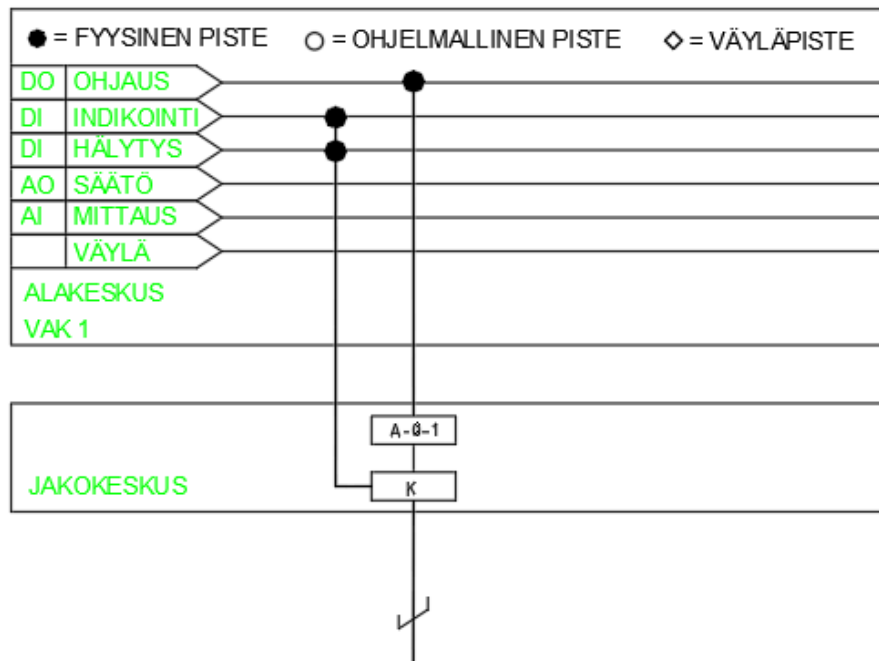
Esimerkissä (Kuva 5.) löytyy laiteluettelosta kaikki sähkösuunnittelijalle oleelliset tiedot, eli laitteen malli, sähkötehot sekä sijainti. Näiden tietojen perusteella osataan määrittää tasokuvaan sekä keskuskaavioihin laitteelle oikea sulakekoko sekä kaapelointi. Laiteluettelo on sähkösuunnittelijalle hyödyllinen, sillä se säästää aikaa ja saman työn tekemistä kahdesti. LVI-suunnittelija joutuu laitteita tyyppittäessään kuitenkin hakemaan laitteiden tiedot, joten ne on helpompi kirjata ylös, kuin antaa sähkösuunnittelijalle vain laitteiden nimi, jonka perusteella pitäisi etsiä valmistajan omista dokumenteista oikea laite ja sen tekniset tiedot.

Kuva 5. Ote koulurakennuskohteen LVI-sähkölaiteluettelosta.

308TK/PK 01 PF 02 Poistoilmapuhallin		IU	IU
> Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset	Käyttötapa: EC-moottori		
Sijainti	Vesikatto		
Palvelualue	WC-tilat		
Malli (esimerkki)	FläktGroup STEC-1		
Puhallintyyppi	Huippuimuri		
Liitäntäteho/P kW	0,25, 1x230V		
309TK/PK 01 1. kerros Nykyinen			
309TK/PK 01 TK 01 Tuloilmakone			
> Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset	Käyttötapa: Koteloitu kone		
Sijainti	3024 IVKH		
Palvelualue	C-osa 1. kerros		
Huomautukset			
Nykyinen IV-kone.			
- Lisätään jäähdytyspatteri			
- Puhaltimet sekä lämmityksen moottoriventtiilit ja pumppu uusitaan			
309TK/PK 01 TF 01 Tuloilmapuhallin		IU	IU
> Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset	Käyttötapa: EC-moottori		
Sijainti	3024 IVKH		
Puhallintyyppi	Kammio puhallin		
Liitäntäteho/P kW	2,2, 3x400V		
Huomautukset			
Uusi			

Luonnossuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijan tulee myös toimittaa alustavat sähköpistekuvat RAU-suunnittelijalle. RAU-suunnittelija taas toimittaa sähkösuunnittelijalle alustavat säätökaaviot. Säätökaavioista sähkösuunnittelija haluaa tietoonsa VAK ohjattavat sähkönsyötöt. Esimerkiksi lämmitykseen liittyviä sähkönsyöttöjä voidaan ajastaa VAK:n avulla toimimaan aina tiettyinä aikana tai tiettyjen ehtojen täytyttyä. Säätökaavion avulla sähkösuunnittelija voi suunnitella kyseisen ohjauksen mahdollistavat laitteet keskuskaavioihin, kuten kontaktorit ja kytkimet.

Kuva 6. Esimerkki säätökaaviosta.



Esimerkissä (Kuva 6.) esitettyä valvonta-alakeskuksesta jakokeskukseen menevä ohjauskaapeli, jolla ohjataan keskuksessa kontaktoria. Kontaktorilta kulkee samaa kaapelia pitkin myös tieto VAK:een kontaktorin toiminnasta. Jakokeskuksessa myös kuvattu kolmiasentoinen kytkin, jolla kontaktori voidaan joko pakottaa päälle, pois tai VAK ohjatuksi. Esimerkissä kuvattu myös fyysiset ja ohjelmalliset pisteet. Fyysisellä pisteellä tarkoitetaan fyysistä kaapelin kiinnitystä kyseisessä keskuksessa. Ohjelmallisella pisteellä tarkoitetaan ohjelmallisesti toteutettua toimintoa.

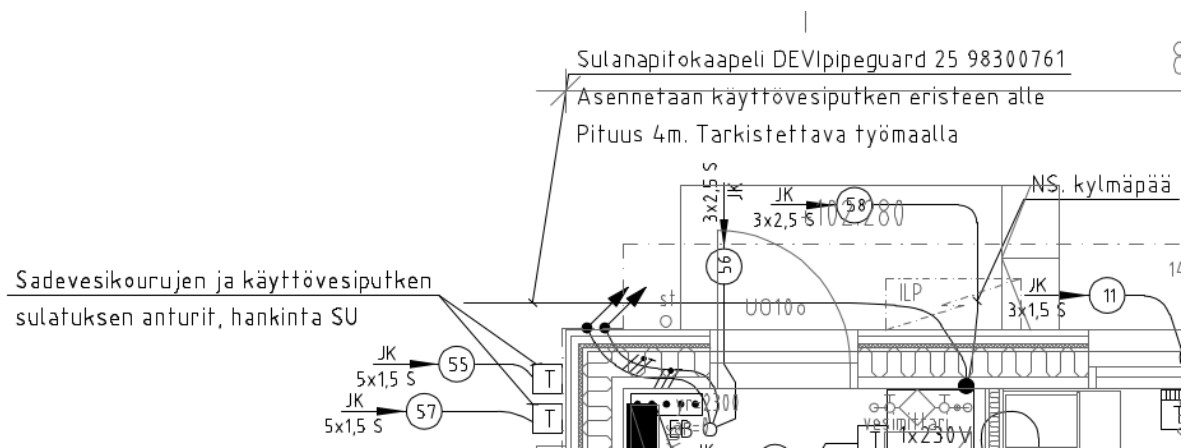
3.3 Urakkalaskentasuunnitelmat

Urakkalaskentavaiheessa täydennetään asiakkaan luonnossuunnitteluvaiheessa hyväksymät kuvat urakkalaskentasuunnitelmiksi. Urakkalaskentavaiheessa yhteensovituksessa käydään läpi paljon jo aikaisemmissa vaiheissa käytyjä asioita mahdollisten luonnossuunnitteluvaiheen jälkeisten muutoksien varalta, kuten valaisimien ja paloilmamaisimien sijoitukset verrattuna tulo- ja poistoventtiileihin, LVI-laiteluettelot sekä säätökaaviot. Uusina vaiheessa tulevia yhteensovituksen kohtia ovat johtoreitit hyllyiltä kouruihin, LVI-laitteiden sähköistykset, laitetunnuksien yhdenmukaisuus eri asiakirjoissa sekä vesijohtojen lämmitystarve. Urakkalaskentavaiheessa on useita yhteensovituksen kohtia, mutta ne ovat todella kohdekohtaisia, joten käydään läpi vaiheessa yleisimmin tapahtuvat yhteensovituksen tehtävät. Esimerkki vesijohtojen lämmityksestä;

LVI-suunnittelijan todetessa esimerkiksi käyttövesiputken kulkevan liian lähellä maanpintaa, jonka takia se talvella tulisi jäätymään, on tarpeenmukaista sähkösuunnittelijan suunnitella putkeen sulatus. Putkien sulatuskaapelin pituus määritellään yleensä niin pitkäksi, että kaapelin pää tulee kohtaan, jossa sulanapidettävä putki on rakennusalueelle määritetyn routarajan alapuolella. Putken asennussyvyys tuleekin saada LVI-suunnittelijalta tietoon, jotta sulanapito voidaan suunnitella. Sulanapitokaapelin valinta tehdään sulanapidettävän putken halkaisijan ja haluttujen lämpötilojen mukaan. Sulanapitokaapelin asennus toteutetaan kaapelivalmistajan ohjeiden mukaan, mutta yleisesti asennus tapahtuu putkieristeen ja putken väliin. Kaapeleissa teho on määritetty metriä kohden. Esimerkissä (Kuva 7.) on käytetty kaapelia, jonka tehoksi on määritetty 25W metriä kohden. Kaapelin pituudeksi on määritetty 4 metriä, jolloin kaapelin tehoksi tulee 100W. Sulatuksen ohjaus on toteutettu ulkoseinään asennettavalla termostaatilla, joka ohjaa sulanapidon kontaktoria ryhmäkeskuksessa ulkolämpötilan alittaessa halutun rajan.

Lämmityselementtien vikavirtasuojauksesta standardi (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2022, s. 8) sanoo seuraavaa: ”Lämmityselementtejä syöttävät piirit on lisäsuojattava mitoitusomintavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Aikahidastettua tyyppiä ei saa käyttää.”

Kuva 7. Käyttövesiputken sulanapito ja ohjaus.



LVI- laitteiden sähköistykset ovat myös osa urakkalaskentasuunnittelua. Laitteiden sähköistystä varten käydään läpi LVI-laiteluettelo ja säätökaaviot uudelleen mahdollisten luonnossuunnitteluvaiheen jälkeen tapahtuneiden muutoksien varalta. Tässä kohtaa on sähkösuunnittelijan tarkoituksenmukaista myös nimetä sähköistetyt laitteet sähkösuunnitelmiin yhtenäisesti LVI- suunnitelmien mukaan.

Urakkalaskentavaiheen aikana tuotettujen suunnitelmien avulla asiakas kilpailuttaa kohteen urakoinnin, jonka jälkeen voidaan suunnittelussa siirtyä toteutussuunnitteluvaiheeseen.

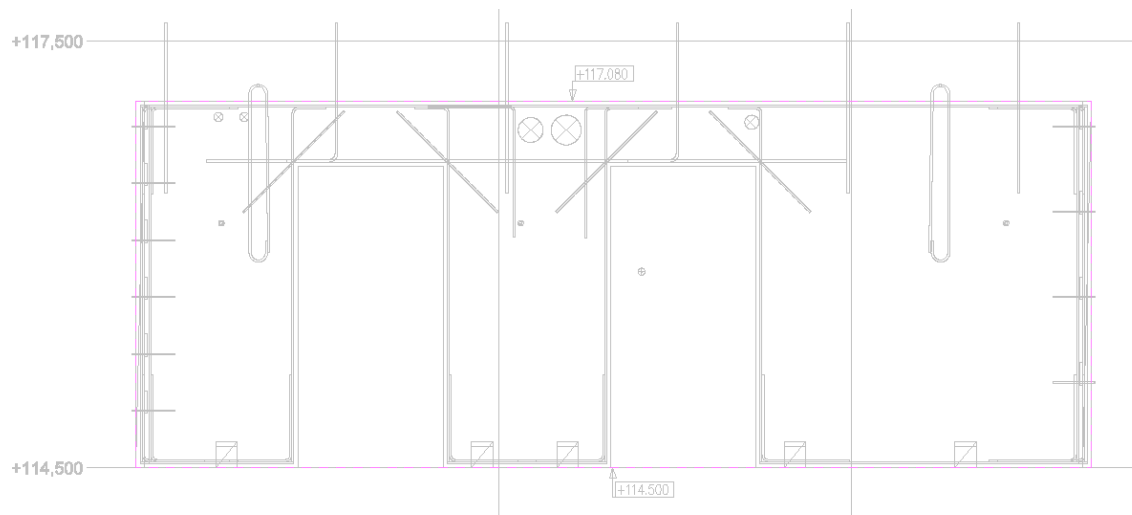
3.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa täydennetään urakkalaskentavaiheessa huomatu puutteet tai asiakkaan haluamat muutokset. Yhteensovituksen kannalta tarvitsee sähkösuunnittelijan kohteesta riippuen suunnitella sähköreiät, läpiviennit väestönsuojiiin sekä elementtien sähköistys. Piirikaaviot suunnitellaan myös toteutussuunnitteluvaiheessa, mutta sopimuksesta riippuen opinnäytetyön kohdeyrityksen kohteissa yleisesti urakoitsija tekee piirikaaviot.

Sähköreiät ovat käytännössä johdotusreitit elementtien läpi. LVI-tekee myös omat reikäkuvansa, joissa näkyy putkille ja kanaville tehtävät reiät. Sähköreikien jälkeen

tyypitetään mahdolliseen väestönsuojaan sopiva läpivienti. Väestönsuojan läpivientien tulee luokitukseltaan olla tilaan sopivia, VSS suunnittelija tarkastaa läpiviennin omalta osaltaan. Aikanaan reikäkuvien valmistuttua rakennesuunnittelija toimittaa muille suunnittelijoille elementtien naamakuvat, joilla jokaiseen kiveen sähkösuunnittelija piirtää elementtien sähköistyksen. Jokaisen pistorasian ja kytkimen tai muun asennuksen tarvitsema kytkentärasia ja putki täytyy piirtää elementtiin oikealle kohdalle. Esimerkissä (Kuva 8.) esitettynä tasoon elementin läpi menevä sähköreikä. Sähkösuunnittelijan piirtämä reikä sijaitsee oikeanpuoleisen oven yläpuolella oikeassa yläkulmassa. Muut reiät ovat LVI suunnittelijan putkien läpivientejä.

Kuva 8. Reiät elementissä.



Esimerkissä (Kuva 9.) esitettynä elementin sähköistys. Elementtiin merkittynä kojerasiat, päätevaraukset sekä näiden väliset putkitukset.

uuden listan suunnittelu alkoi tutustumalla Granlund Hämeessä käytettävään taloteknisen suunnittelun vaiheistukseen (Kuva 2.) ja pohtimalla, miten listan kohdat kannattaisi järjestellä.

Päädyimme järjestämään noin kaksi tuntia kestävä työpajan, jonka aikana jaoimme aikaisemmin listatut asiat niille sopiviin suunnittelutehtävän vaiheisiin. Työpaja toteutettiin virtuaalisen valkotaulun avulla, jota jokainen osallistuja pystyi muokkaamaan samanaikaisesti verkkoselaimessa. Ennen työpajaa luotiin käyttämäämme valkotauluun pohja, johon kirjoitettiin vanhasta yhteensovituksentehtävälustasta poimitut listaukset valmiiksi muistilapuille. Näitä muistilappuja työpajaan osallistuvat pystyivät helposti muokkaamaan ja siirtämään reaaliajassa. Vanhassa tarkistuslistassa olleista kohdista karsiutui työpajan aikana kohtia, joiden koettiin olevan turhia, tai niin harvoin käytännössä tapahtuvia asioita, että niitä ei tarvitse listassa, joka on tarkoitettu yleispäteväksi. Työpajan päätyttyä luotiin työpajan tuotoksen perusteella alustava yhteensovituksen tehtävälusta.

Tämän jälkeen kului useampi kuukausi, ennen kuin projektia jatkettiin. Uutta tehtävälustaa jälleen pitkän ajan jälkeen silmäillessä todettiin, että lista oli hieman sekava. Tarkoituksena oli luoda tietojenvaihtolomake, mutta sillä hetkellä se oli vain vaiheittainen listaus asioista, joita sähkösuunnittelijan täytyy yhteensovittaa tai suunnitella. Uudella näkemyksellä ja hieman paremmalla suunnitteluprosessin ymmärryksellä alettiin luomaan suunnittelualojen välistä yhteensovituksen tietojenvaihtolomaketta, joka toimisi samalla myös eräänlaisena yhteensovitusprosessin tarkastuslistana, jossa on listattuna yleisimmät yhteensovituksen aikana suoritettavat toimenpiteet.

4.1 Yhteensovituksen tiedonvaihtolomake

Ideana oli, että luodaan valmis pohja Excelliin (Kuva 10.), joka olisi pääpiirteittäin sopiva kohdeyrityksen tavanomaisiin projekteihin ja jota voisi tarvittaessa muokata, jos huomataan,

että työn alla olevaa projektia varten täytyy tehdä muuta yhteensovitusyötä, jota ei tiedonvaihtolomakkeeseen ole jo listattuna.

Tiedonvaihtolomake jaksotettiin kohdeyrityksessä käytettävän suunnittelutehtävän vaiheistuksen mukaan ja listattiin yleisimmät yhteensovitusta koskevat tehtävät omiin vaiheisiinsa. Suunnittelualat voivat lisätä lomakkeeseen viikonumeron, jolloin kyseinen tieto tarvitaan ja tietyn listauksen valmistuttua suunnittelija, joka on vastuussa kyseisestä listauksesta, esittäisi lomakkeessa tiedostot, josta haluttu tieto löytyy. Tätä tiedostoa muut suunnittelualat voivat sitten käyttää esimerkiksi XREF:nä omassa suunnittelutiedostossaan. Kommenttikenttään voi lisätä huomioita tai kysymyksiä kyseiseen asiaan liittyen. Lomakkeessa on myös suunnittelijoiden yhteystiedot yhteydenpitoa varten. Lomakkeesta tehtiin suunnittelualojen osalta värikoodattu, sähkö sinisellä, LVI vihreällä ja RAU oranssilla. Näin lomaketta luettaessa löytää helposti omaa alaa koskevat listaukset ilman, että joutuu lukemaan jokaista itselle turhaa saraketta.

Kuva 10. Ote yhteensovituksen tiedonvaihtolomakkeesta.

Ala	Tarve	Tekijä	Tarve vko	Tiedostonimi	Sanallinen vastaus / huomioitavaa
TILAVARAUKSET					
	Teknisten tilojen tilavaraukset		24	1234.dwg	Esim: Löytyy projektipankista
	Tuleeko yhteiskannatusjärjestelmiä		24		Esim: Ei
	Valmishormien tilavaraukset				
	Valvonta-alakeskusten sijoituspaikat				
	NYK. Asennusten tilavaraukset / säästö				
	NYK. Asennusten tilavaraukset / säästö				Säästetään NYK.pumput. KS. Suunnitelmat

Tiedonvaihtolomakkeeseen listattiin myös suunnittelualakohtaisia "To-Do"-kohtia (Kuva 11.), joiden tarkoitus on toimia vain tehtävälisauksena kyseiselle suunnittelualan edustajalle. Tiedonvaihtolomakkeen onkin tarkoitus olla eräänlainen suunnittelualojen yhteinen yhteensovituksen tarkastuslista.

Kuva 11. Ote suunnittelualakohtaisista tehtävistä.

URAKKALASKENTA			
	LVI-kojeluettelo		
	Vesijohtojen lämmitystarve		
	Sadevesijärjestelmien lämmitystarve		
	LVI-laitteiden sijoitukset		
	Valaisimien sijoitus ilmanvaihtolaitteisiin verrattuna	To-Do	Esim:TEHTY tai muu merkintä
	Paloilmoittimien sijoitus verrattuna tulo- ja poistoilmaventtiileihin	To-Do	

Viimeisinä listauksina lomakkeeseen lisättiin ristiintarkastuspalaveri. Tarkoituksena, että pidetään suunnittelualojen kesken palaveri, jonka aikana käydään läpi tiedonvaihtolomakkeessa yhteensovitetut asiat suunnitelmista ja tarkastetaan ne mahdollisien päällekkäisyyksien varalta. Ristiintarkastuspalaveri taas johtaa seuraavan työkalun, eli havaintolomakkeen käyttöön.

4.2 Havaintolomake

Tiedonvaihtolomaketta tehdessä saatiin ajatus havaintolomakkeesta, jota täytettäisiin ristiintarkastuksia tehdessä. Havaintolomakkeen tarkoituksena olisi listata ristiintarkastuksien aikana huomautetut päällekkäisyydet, kertoa niiden sijainti ja mahdollinen ratkaisu havaittuun ongelmaan. Ajatuksena oli, että suunnittelijat kirjaisivat lomakkeeseen aluksi omat nimikirjaimet, huomautun korjaustarpeen sekä värikoodilla kertoo suunnittelualan, jonka korjaus pitäisi tehdä. Esimerkissä (Kuva 12.) LVI-suunnittelija on tehnyt kirjauksen, jossa tarpeena on johtokourujen sijainnin korjaaminen. Lomakkeeseen on kirjattu huonekoodi, jotta korjattava kohde löytyy helposti. Korjauksen jälkeen sähkösuunnittelija on listannut kohteen korjatuksi ja jättänyt kommentin, jossa kertoo siirtäneensä kourua ylemmäs.

Kuva 12. Ote havaintolomakkeesta.

N:o	Kirjaja	Tekijä	Huonekoodi(t)	Kuvaus	Korjattu	Jäljikommentti	Huomioita
1	LVI henkilö		C205	Ulkoseinällä johtokouru patterin kanssa samassa korossa	x	Esim: Siirretty kouru ylemmäs	Patteria ei voida siirtää, ikkunan ja patterin välissä tilaa johtokourulle.
2	SÄH henkilö		B303	Päätelaite moduulivalaisimen paikalla			Onko siirto mahdollinen yhden moduulin sivulle, jotta valaisimet mahtuvat symmetrisesti

Kun tiedonvaihtolomakkeesta ja havaintolomakkeesta oli luotu alustava pohja ja lisätty molempiin esimerkit oppaaksi niiden käytöstä ja toiminnasta, laitettiin ne kohdeyrityksen työntekijöille jakoon mielipiteiden ja ehdotuksien keräämistä varten. Palaute oli prosessin ja työkalujen kannalta positiivinen ja kehitysehdotuksia saatiin. Yleiseksi huomioksi nousi, että työkaluja pitäisi testata, jotta osataan paremmin hahmottaa, miten niitä voitaisiin kehittää ja kuinka yhteensovitusprosessissa mukana olevat suunnittelijat tottuvat niitä käyttämään.

Näiden työkalujen käytön on ajateltu toimivan kohdeyrityksessä käytössä olevan tiedostonhallintaohjelman kautta, mutta parasta projektikohtaista säilytystilaa niille ei ole vielä keritty miettimään. Oletuksena kuitenkin, että jokainen yrityksen työntekijä pääsee niihin projektikohtaisesti käsiksi yhden tai useamman käytössä olevan ohjelmiston kautta.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua taloteknisen suunnittelutehtävän vaiheisiin ja niiden aikana tapahtuviin yhteensovituksen työtehtäviin, selvittää nykyinen kohdeyrityksessä käytettävä yhteensovituksen prosessi ja selvityksen tulosten perusteella joko kehittää tai luoda uutta yhteensovituksen prosessia ja siinä apuna käytettäviä työkaluja. Lisäksi tavoitteena oli selvittää miten kohdeyrityksen nykyisiä ohjelmistoja voisi hyödyntää yhteensovitusprosessin aikana.

Opinnäytetyössä tutustuttiin ja käytiin läpi TATE18 -tehtäväluettelon prosessin vaiheet sekä niitä vastaavat kohdeyhtiössä käytettävät suunnittelutehtävän vaiheet. Tutustuttiin ja käytiin läpi yleisimmät ja suurimman työmäärän sisältävät eri suunnitteluvaiheissa tapahtuvat yhteensovituksen tehtävät. Tutustuttiin nykyiseen yhteensovituksen prosessiin, jota ei oikeastaan ollut vielä mitenkään laajemmin määritelty.

Tätä prosessia varten luotiin yhteensovituksen tiedonvaihtolomake, joka toimii samalla myös eräänlaisena suunnittelualojen välisenä tarkastuslistana tarvittaville työvaiheille.

Tiedonvaihtolomakkeen rinnalle luotiin ristiintarkastuksien jälkeen havaittujen risteävyyksien dokumentointia varten havaintolomake.

Yhteensovituksen prosessi muodostuu laajalti luodusta yhteensovituksen tiedonvaihtolomakkeesta. Prosessi alkaa heti suunnittelutehtävän ensimmäisestä vaiheesta eli tilavarauksista ja loppuu työmaavaiheeseen. Prosessi kulkee järjestyksessä läpi kaikki suunnittelutehtävän vaiheet ja niiden aikana tapahtuvat asiat tiedonvaihtolomakkeen sisällä. Prosessi päättyy, kun havaintolomakkeeseen mahdollisesti ristiintarkastuspalaverin jälkeen kirjatut päällekkäisyydet on korjattu suunnittelualojen toimesta.

Mielestäni opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin ja onnistuttiin luomaan prosessi ja sitä tukevat työkalut. Työkalujen ja prosessin toimivuuden kannalta täytyy vielä tehdä testaus- ja kehitystyötä oikean projektin aikana. Tämän projektin aikana täytyy kerätä mielipiteitä ja kehitysideoita prosessissa mukana olevilta suunnittelijoilta. Riittävän testauksen jälkeen voidaan määritellä, onko luotu prosessi ja työkalut toimivia sekä helppokäyttöisiä ja tukevatko ne suunnitteluprojektien läpivientiä tarkoitetulla tavalla.

Yrityksen sisäisesti tiedonvaihtolomake ja havaintolomake voisivat toimia mielestäni hyvin, sillä kaikilla on pääsy yhteisiin järjestelmiin ja tiedostonhallintaohjelmiin, joten molempia lomakkeita pystytään muokkaamaan helposti ja nopeasti. Toki prosessin toimiminen vaatii, että kaikki osapuolet sitoutuvat ja tottuvat käyttämään kyseisiä lomakkeita.

Kohdeyrityksen ulkopuolisen toimijan kanssa lomakkeiden käyttö voi olla hieman vaikeaa, sillä lomaketta täytyisi lähetellä edestakaisin tai käyttää sitä esimerkiksi projektipankin

kautta. Tältäkin osin kyseiset lomakkeet kaipaavat hieman jatkokehitystä, ellei sitten haluta pitää lomakkeita vain yrityksen sisäisinä.

6 Pohdinta

Työtä aloittaessa hankaluutta tuotti itse suunnittelutyökokemuksen puute. Yhteensovitus käsitteenä ja termistö ei ollut kovinkaan tuttu, joten kaikkea suunnitteluun liittyvää täytyi harjoitella, jotta siitä pystyi kirjoittamaan. Vaikeuksia yhteensovituksen prosessin ymmärtämisessä ja aiheesta kirjoittamisessa tuotti eri lähteiden moninaisuus tai niiden puute. Useassa eri lähteessä kuvataan prosessia hieman eri tavalla tai käydään läpi yhteensovitusta muuten, kuin itse prosessin ja sen vaiheiden kannalta, joten mitään varmaa ja yhtenäistettyä prosessia ei oikeastaan ole, vaan prosessi riippuu yrityskohtaisista toimintamalleista ja -tottumuksista. Tämän takia suurin osa käytetystä lähdemateriaalista on kohdeyrityksen sisäisistä materiaaleista, vuoden aikana puhuttua tietoa, tai standardeista.

Työkaluja luodessa pieneksi ongelmaksi muodostui mielestäni se, mille alustalle, tai millä ohjelmalla työkalu luodaan. Excel nousi aloittaessa ensimmäisenä mieleen, mutta varmasti muitakin vaihtoehtoja lomakkeiden alustaksi on olemassa. Tältä kannalta täytyy ehkä tehdä vielä tutkimustyötä tai vaihtoehtoisesti harjoitella Excelin käyttöä, sillä luodut työkalut kaipaavat mielestäni hieman työtä käyttöliittymän ulkonäön kannalta.

Opinnäytetyön aikana uskon ymmärtäneeni ja oppineeni paljon yhteensovituksesta, suunnitteluprojektin työvaiheista ja projektin aikana tapahtuvista työtehtävistä.

Lähteet

Granlund Häme Oy. (2022). *Granlund Hämeenlinna*. Haettu 27.10.2022 osoitteesta

[Granlund: https://www.granlund.fi/sijainti/hameenlinna/](https://www.granlund.fi/sijainti/hameenlinna/)

Granlund Oy. (2021). *Meistä*. Haettu 27.10.2022 osoitteesta Granlund:

<https://www.granlund.fi/meista/>

Itula. (8.9.2015). *3D LVI-suunnittelu minimoi toteutusvirheet myös pientaloissa*. Itula:

<https://www.itula.fi/ajankohtaista/asiantuntija-artikkelit/3d-lvi-suunnittelu-minimoi-toteutusvirheet-myos-pientaloissa>

Karimäki, J. (26.5.2019). *Sirpaleista synteisiin : TATE-suunnittelun projektinhallinnan*

kehittäminen. Theseus: <https://www.theseus.fi/handle/10024/172221>

RT 10-11224. (2016). *Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu*.

Rakennustietokauppa: <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/rt-10-11224-talonrakennushankkeen-kulku-rakennushankkeen-vaiheet-ja-osittelu/2742695>

SFS 6000-7-729:2022. (2022). SFS Standardien verkkokauppa:

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141191.html.stx>

SFS 6000-7-753:2022. (2022). SFS Standardien verkkokauppa:

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141208.html.stx>

ST-käsikirja 10. (2020). *Paloilmoitinjärjestelmät*. Sähköinfo:

<https://www.sahkoinfo.fi/product/1676>

RT 10-11290. (2017). *Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18*.

Rakennustietokauppa: <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/rt-10-11290-taloteknisen-suunnittelun-tehtavaluettelo-tate18/2742686>

Liite 1: Alkuperäinen tehtävä- / tarkistuslista

SUUNNITELMIEN YHDENMUKAISUUDEN TARKASTAMINEN

SÄHKÖ - ARK

- Muuntaja- ja s-j-kojeistojen sijoitus ja tilavaraukset
- Pää- ja nousukeskusten sijoitus ja tilavaraukset
- Jakokeskusten sijoitus ja tilavaraukset
- Ryhmitysaluerajat
- Tele- tilojen sijoitus ja tilavaraukset
- Valaisimien sijoitukset alakatoissa
- Alakattokorkeudet

SÄHKÖ - RAK

- Muuntaja- ja pääkeskustilojen kanaalit
- Sähkö- ja teläläpivientiputket
- Rakenteiden aukot

SÄHKÖ - RAU

- Sähköjäkilämmittimien urakkarajat
- Lämmönjakokeskuksen urakkarajat
- Sääto- ja valvontakaapeloinnin urakkarajat

SÄHKÖ - LVI

- LVI- ja sähköasennusten risteilyt
- Sähkökeskusten tilat teknisissä tiloissa
- Yhteiskannatusjärjestelmät
- Sähköjäkilämmityspatterien urakkarajat
- Taajuusmuuttajien urakkarajat
- Laitetunnuksien yhdenmukaisuus eri asiakirjoissa
- Vedenjäähdyttimien urakkarajat
- Lauhduksimien ja nestejäähdyttimien urakkarajat
- Pumppaamojen urakkarajat
- Taajuusmuuttajien etäisyys moottoreista – laakerivirtojen ehkäisy

- Valaisimien sijoitukset alakatoissa
- Johtokourujen läpivienti pilareiden yhteydessä
- Johtoreitit hyllyiltä kouruihin
- Pystynousujen sijoitus ja hyllyleveydet / kaapelimäärät
- Ovien hankintarajat
- Kylmiöiden hankintarajat

- Sadevesikattokaivojen lämmitystarve
- Hyllyjen ripustukset alapohjista, urakkarajat

- Huonetuntoelimien esitysapaikka (LVI,RAU,SÄH-tasot)
- Valvonta-alakeskusten sijoituspaikat

- Varavoimalaitetilojen urakkarajat
- Paloilmalaitteiden sijoitus
- Valaisimien ja ilmanvaihtolaitteiden yhteensovitus
- Sähkökeskuskomeroitten ja teletilojen ilmanvaihto/jäähdytys
- AV-komeroitten ilmanvaihto/jäähdytys
- Muuntajatilojen jäähdytys
- Laite- ja pääkeskustilojen jäähdytys
- Akkutilojen ilmanvaihtomäärät

Liite 2: Työpajan tuotos

