



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (ylempi AMK)
teknologiaosaamisen johtaminen

Kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli urakoitsijavalintaa varten rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa

Risto Kuosmanen

Opinnäytetyö, joulukuu 2022

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2022
Teknologiaosaamisen johtamisen
koulutus
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Risto Kuosmanen

Nimeke
Kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli urakoitsijavalintaa varten rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa
Toimeksiantaja
Granlund Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Granlund Oy:n kehittämää kevennettyä sähkösuunnittelun toimintamallia ja sen soveltumista rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hanke-
muotoihin. Lisäksi työssä tutkittiin nykyistä tapaa tuottaa sähkösuunnitelmia mainitun
tyyppisissä hankkeissa ja kysyttiin, mitkä tekijät aiheuttavat hukkatyötä nykyisessä toimintamallissa ja mitä oleellisia muutoksia ja uusia toimintatapoja kevennetty toimintamalli edellyttää suunnittelutyössä. Uuden toimintamallin avulla tulee voida laskea rakennuskoh-
teen talotekniikan tavoitehintaa tai kiinteää hintaa sekä sitouttaa toimittajat ja urakoitsijat hankkeeseen ilman alkuvaiheessa pitkälle vietyjä alustavia toteutus suunnitelmia.

Tutkimuskohteina olivat Granlund Oy:n pilottiprojektissa mukana olleet sähkösuunnittelijat ja sähköurakoitsijat. Tutkimusotteeksi valittiin kvalitatiivinen tutkimus. Aineisto kerättiin teemahaastatteluilla ja havainnoimalla. Kerätylle aineistolle suoritettiin aineistolähtöinen sisällönanalyysi.

Opinnäytetyön tulokset osoittavat, että nykyinen toimintamalli, jolla rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa sähkösuunnitelmat yleensä tuotetaan, sisältää merkittävästi hukkaa tuottavia työvaiheita. Soveltamalla uutta kevennettyä toimintamallia saadaan poistettua suunnittelutyön hukkaa oleellisesti. Kevennetyn toimintamallin soveltaminen edellyttää uusien esitystapojen käyttöönottoa suunnittelutyössä sekä järjestelmien suunnittelua rakentamisen tahdissa lohkoittain. Olemassa olevaa suunnitteludataa tulee hyödyntää uusissa hankkeissa, jotta kustannustieto saadaan tuotua mahdollisimman pienellä työllä ja mahdollisimman aikaisessa vaiheessa rakennushankkeeseen mukaan. Jatkossa voitaisiin tutkia sitä, kuinka olemassa olevaa suunnitteludataa saadaan tehokkaasti hyödynnettyä taloteknisessä suunnittelussa sekä kuinka kevennetyn mallin käyttöönottoa rakennusalalla voitaisiin edistää.

Kieli
suomi

Sivuja 101
Liitteet 5
Liitesivumäärä 5

Asiasanat
projektinjohtorakentaminen, sähkösuunnittelu, Lean rakentamisessa, yleissuunnittelu



THESIS
December 2022
Degree Programme in Technology
Competence Management
Master's Thesis

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU, FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Risto Kuosmanen

Title
Lightened Electrical Design Approach for the Selection of Contractors in Parallel Design and Implementation Projects
Commissioned by
Granlund Oy

Abstract

In this thesis, the lightened electrical design operating model developed by Granlund Oy was investigated, and its applicability to parallel design and execution project forms. In addition, the current way of producing electrical plans for a project of parallel planning and execution was investigated in this thesis. Moreover, the factors causing loss in the current operating model were studied, as well as the changes and new operating methods the new model requires in the design work. With the help of the new operating model, it should be possible to evaluate the target or fixed price of the construction site's building services, as well as to commit the suppliers and contractors to the project without preliminary implementation plans that are carried out to a great extent in the early stages.

The subjects of the study were electrical designers and electrical contractors participating in Granlund Oy's pilot project. A qualitative research method was chosen as the research method. The research material was collected through theme interviews and observation. A material-based content analysis was performed for the research material.

The results of the thesis showed that the current operating model, which is generally used to produce electrical plans in parallel planning and execution projects, contains work phases that produce significant losses. By applying a new lightened operating model, the loss of planning work can be essentially reduced. The application of the lightened operating model requires the introduction of new presentation methods in planning and the planning of systems in accordance with the progress of block construction. Existing design data should be utilized in new projects so that cost information can be brought into the construction project with as little work as possible and as early as possible. Further research topics for this thesis could be, how the existing planning data can be effectively utilized in MEP design, and how the introduction of a lightened model in the construction industry could be promoted.

Language

Finnish

Pages 101
Appendices 5
Pages of Appendices 5

Keywords

project management construction, electrical design, Lean in construction, generic design

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet	6
1 Johdanto	7
1.1 Aiheen esittely	7
1.2 Työn tausta ja tarpeellisuus	8
2 Opinnäytetyön tietoperusta	8
2.1 Aiemmat tutkimukset	8
2.2 Projektinjohtorakentaminen toteutusmuotona	11
2.3 Sähkösuunnittelu projektinjohtohankkeissa	19
2.4 Avoimen rakentamisen periaate	24
2.5 Last Planner.....	27
2.6 Lean talotekniikan suunnittelussa	32
3 Kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli	36
3.1 Rinnakkainen suunnittelu ja toteutus	36
3.2 Pilottiprojektin organisaatio	39
3.3 Pilottiprojektin esittely	40
4 Tutkimustehtävä.....	48
4.1 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset.....	48
4.2 Työn tavoitteet ja rajaukset.....	49
5 Opinnäytetyön toteutus	50
5.1 Kohderyhmä ja taustatiedot	50
5.2 Kvalitatiivinen tutkimus	51
5.3 Aineiston hankinta	52
5.4 Aineiston käsittely ja analysointi	54
6 Tulokset	60
6.1 Hukkatyön väheneminen sähkösuunnittelussa	60
6.2 Toimintamallin soveltuminen projektinjohtourakan toimintaympäristöön	64
6.3 Muutokset perinteiseen suunnittelutapaan.....	73
7 Pohdinta.....	82
7.1 Tulosten tarkastelu	82
7.2 Opinnäytetyön luotettavuus	88
7.3 Opinnäytetyön eettisyys.....	91
7.4 Opinnäytetyöprosessi	94
7.5 Ammatillinen kasvu.....	97
7.6 Jatkotutkimusaiheet ja kehittämisideat	98
8 Lopuksi	99
Lähteet.....	100

Liitteet

Liite 1	Esimerkki rakennustapaselosteesta
Liite 2	Kevennetyn toimintamallin urakkalaskentaohje
Liite 3	Kevennetyn toimintamallin sähköpisteiden määräluettelo
Liite 4	Teemahaastattelun saatekirje

Liite 5 Teemahaastattelun haastattelurunko

Lyhenteet

IFC	Industry Foundation Classes. Oliopohjaisten tiedostojen siirtoon kehitetty tiedostomuoto.
KSE	Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot.
PJU	Projektinjohtourakka.
RAU	Rakennusautomaatio.
SU	Sähköurakoitsija.
TATE	Talotekniikka / talotekninen.
YSE	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot.
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012.

1 Johdanto

1.1 Aiheen esittely

Rakentamisessa yhteistoiminnalliset hankemuodot, kuten projektinjohto- ja allianssimallit ovat lisääntymässä tulevina vuosina, ja tämä aiheuttaa muutostarvetta myös talotekniseen suunnitteluun. Rakentamista ja suunnittelua limitetään entistä enemmän hankkeissa ja tilojen lopullinen käyttötarkoitus voi selvitä vasta rakentamisen aikana. Myös talotekniikkaurakoissa aletaan entistä enemmän soveltamaan kiinteiden urakoiden sijasta tavoitehintapohjaisia urakkamuotoja. (Kaleva 2018.)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Granlund Oy:n kehittämää kevennettyä sähkösuunnittelun toimintamallia ja sen soveltumista rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankemuotoihin. Hankemuodoista tarkasteluun on otettu projektinjohtorakentaminen, mutta opinnäytetyön tuloksia voidaan suurilta osin soveltaa myös allianssirakentamiseen. Tavoitteena opinnäytetyössä on kuvata kevennetyn toimintamallin oleelliset eroavaisuudet perinteiseen suunnittelutapaan nähden, tarkastella kriittisesti toimintamallin soveltuvuutta todellisiin hankkeisiin ja tunnistaa kehityskohteita toimintamallista. Lisäksi työssä tarkastellaan nykyisin yleisesti käytettyjä sähkösuunnittelun toimintamalleja rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa ja pyritään tunnistamaan niissä oleelliset hukcatekijät. Opinnäytetyössä pyritään kuvamaan, mitkä ovat merkittävimmät muutokset perinteiseen suunnittelutapaan, kun kevennettyä toimintamallia sovelletaan sähkösuunnittelijan työhön. Tutkittavaa aihetta tarkastellaan sekä sähkösuunnittelijoiden että sähköurakoitsijoiden näkökulmasta. Lisäksi työssä on tarkoitus perehtyä Lean-filosofian soveltamiseen rakentamisteollisuudessa sekä aikaisempiin tutkimustöihin, jotka liittyvät suunnittelutyön hukan poistamiseen.

1.2 Työn tausta ja tarpeellisuus

Tämä opinnäytetyö liittyy oleellisena osana Granlund Oy:ssä toteutettuun kehityshankkeeseen, jossa tätä kevennettyä toimintamallia pilotoitiin. Kevennettyä toimintamallia on tarkoitus soveltaa tulevaisuudessa todellisiin hankkeisiin. Uuden toimintamallin avulla tulee voida laskea rakennuskohteen talotekniikan tavoitehintaa tai kiinteä hinta, sekä sitouttaa toimittajat ja urakoitsijat hankkeeseen ilman alkuvaiheessa pitkälle vietyjä alustavia toteutussuunnitelmia.

Opinnäytetyön aiheesta ei löytynyt aiempaa tutkimusta. Yleisesti rakentamiseen liittyviä kehityshankkeita ja niihin liittyviä tutkimuksia on useita, mutta vastaavanlaista hanketta, jossa ensisijaisesti pyrittäisiin poistamaan sähkösuunnittelussa aiheutunutta hukkatyötä ei löytynyt. Parhaiten opinnäytetyön tutkimusaihetta vastaa Ossi Konielin vuonna 2019 julkaisema diplomityö ”Suunnittelun ohjausmenetelmän kehittäminen toteutussuunnittelun hukan eliminoimiseksi”.

2 Opinnäytetyön tietoperusta

Tässä luvussa tarkastellaan opinnäytetyön aiheeseen liittyviä aiempia tutkimuksia. Luvussa perehdytään projektinjohtorakentamisen käsitteistöön, joka liittyy opinnäytetyön tietoperustaan. Lisäksi tässä luvussa on tarkasteltu, mitä olennaisia tekijöitä liittyy sähkösuunnittelutyöhön, kun hankemuotona käytetään projektinjohtorakentamista. Luvussa perehdytään myös Lean-menetelmien soveltamiseen talotekniikkasuunnittelussa ja kuvataan avoimen rakentamisen periaatteita, jotka liittyvät olennaisena osana kevennettyyn toimintamalliin.

2.1 Aiemmat tutkimukset

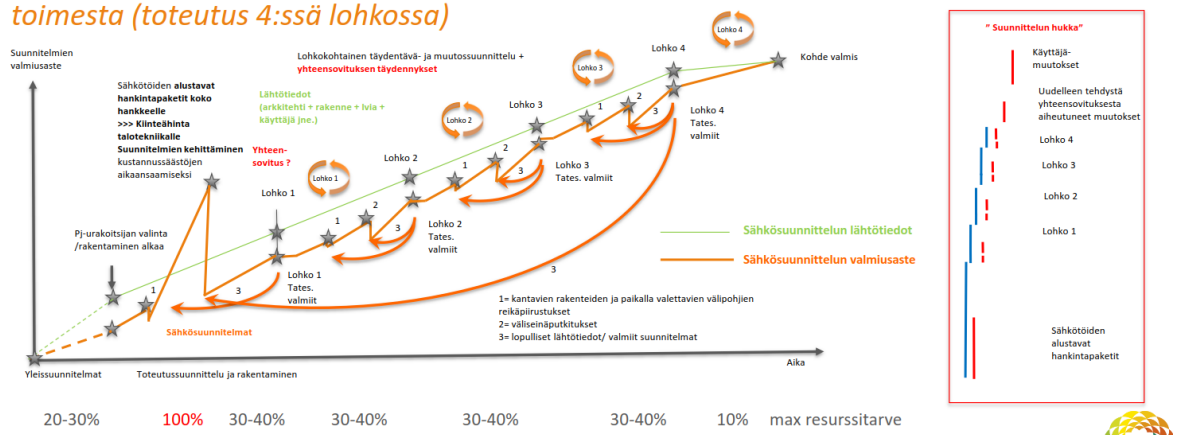
Mäkinen (2020) on perehtynyt opinnäytetyössään sähkösuunnittelun haasteisiin projektinjohtourakoissa. Mäkinen on työssään henkilöhaastattelujen avulla selvittänyt minkälaisia haasteita projektinjohtourakan luonne tuo sähkösuunnitteluun.

Mäkinen on haastatellut projektinjohtourakoinnin eri sidosryhmiin kuuluvia henkilöitä: sähkösuunnittelun parissa työskentelevää ammattilaista, projektinjohtourakoitsijan roolissa toimivaa ammattilaista, tilaajan edustajaa sekä sähköurakoitsijaa. Työssä selvitettiin keskeisimmät tekijät, jotka aiheuttavat haasteita sähkösuunnittelun toteuttamiseen projektinjohtohankkeissa; näitä olivat seuraavat tekijät:

- myöhässä tulevat tai puutteelliset lähtötiedot, jotka tarkentuvat myöhemmin
- tietyt aikaisessa vaiheessa toteutettavat suunnitelmat (esimerkiksi maanrakennusurakkaa tai elementtiseiniä varten vaadittavat sähkösuunnitelmat)
- suunnittelun kireä aikataulu
- suunnittelutarveaikataulut
- yllättävät suunnittelutarpeet
- muutosprosessi ja sen hallinta
- suunnittelun resursointi ja hukka.

Työssä havaittiin, että jos sähköurakoitsija halutaan sitoa projektinjohtourakan sisällä hankkeeseen aliurakoitsijaksi, joka suorittaa sähköurakan kiinteällä hinnalla, vaaditaan kiinteän hinnan määrittelyä varten melko tarkat suunnitelmat (kuvio 1). Tästä kuitenkin seuraa, että sähköurakoitsijan valinnan jälkeen suunnitelmia joudutaan muuttamaan niin paljon lähtötietojen muuttuessa, että laskentavaiheeseen laadittuja suunnitelmien toteutuskelpoisuus työmaan tarpeita varten tippuu huomattavasti ja suunnitelmia joudutaan muuttamaan todella paljon. Suunnittelija joutuu tekemään paljon ylimääräistä työtä vain sitä varten, että sähköurakan kustannukset saadaan sidottua, ja sen jälkeen suunnittelutyö usein joudutaan aloittamaan isoilta osin alusta. (Mäkinen 2020, 29–30.)

Case 1; Projektinjohtourakka sisältäen talotekniikan, suunnittelun ohjaus pj-urakoitsijan toimesta (toteutus 4:ssä lohossa)

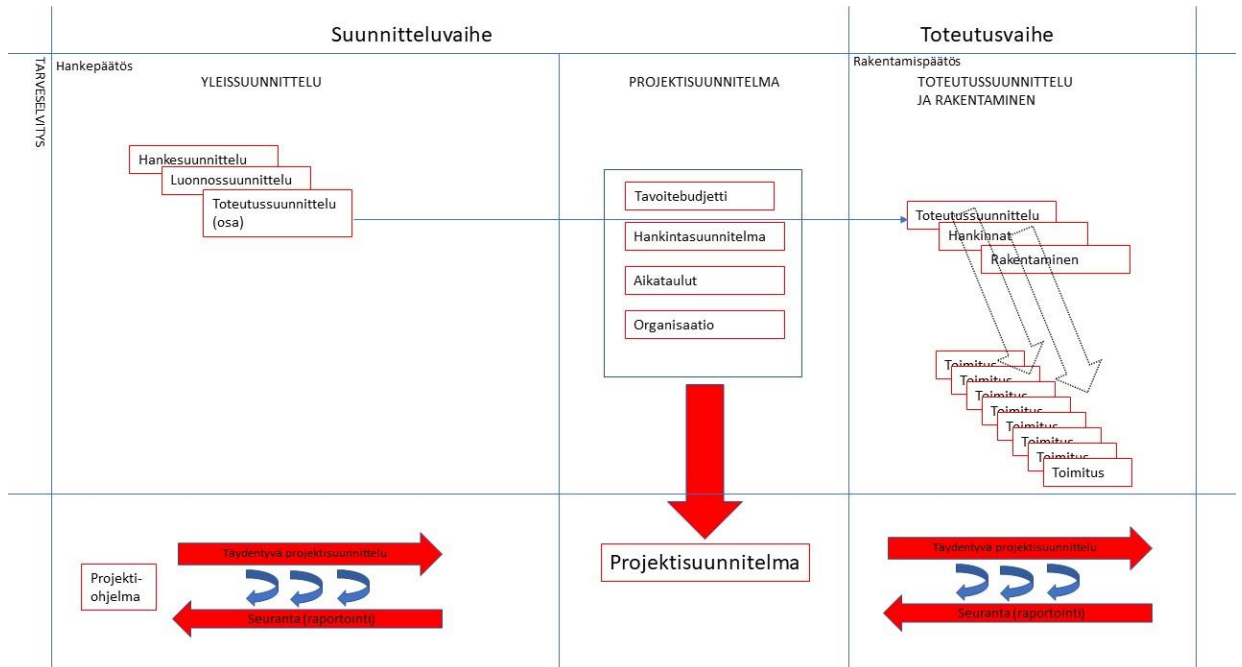


Kuvio 1. TATE-suunnittelun hukka projektinjohtourakassa (Kaleva 2018).

Mäkinen (2020) esitteli opinnäytetyön tuloksena seuraavia tapoja, joilla edellä mainittuja haasteita pystyttäisiin välttämään:

- Sovitaan yhteisesti, miten lähtötietoja toimitetaan.
- Vaaditaan lähtötietoja ja niiden lukitsemista.
- Käytetään kokeneiden suunnittelijoiden kokemusta apuna projektissa.
- Ennakoidaan ja koulutetaan suunnittelijoita kyseisiin projekteihin.
- Mietitään vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa aikaisessa vaiheessa toimitettavia suunnitelmia.
- Laaditaan tarkka suunnitelmatarveaikataulu ja hyväksytetään se projektinjohtourakoitsijalla.
- Käytetään oikein hyväksi todettuja työkaluja, kuten Last Planneria ja Big Roomia.
- Kiinnitetään huomiota laadunvarmistukseen ja suunnitelmien oikeellisuuteen.

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävä kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli on yksi vaihtoehtoinen tapa toteuttaa aikaisessa vaiheessa toimitettavia suunnitelmia, johon Mäkinen on työnsä tuloksissa viitannut.



Kuvio 3. Projektinjohtorakentamisen hankeprosessi (mukaillen Kiiras & Palojärvi 2011, 12).

Projektinjohtourakan käyttö rakentamisessa tuo etuja rakentamisen aikataulutukseen. Isoimpana etuna projektinjohtourakassa on se, että urakkakilpailutuksen aikana suunnitelmien valmiusasteen ei tarvitse olla kovin korkea, vaan suunnitelmia kehitetään eteenpäin yhdessä suunnittelijoiden, tilaajan ja projektinjohtourakoitsijan kanssa koko hankkeen ajan. Projektinjohtourakka sopii hyvin sellaisiin hankkeisiin, joissa suunnittelua ei voida tehdä loppuun ennen urakan kilpailutusta. Usein tällaisia hankkeita ovat kohteet, joissa rakennuksen käyttäjän tarpeet ovat vasta tiedoissa aivan hankkeen loppuvaiheessa. (Salminen 2020, 94.)

Projektinjohtomuotoja on kahta eri tyyppiä. Ensimmäinen tyyppi on projektinjohtopalvelu, jossa projektinjohtourakoitsija tekee KSE-pohjaisen palvelusopimuksen tilaajan kanssa ja suorittaa kaikki hankinnat tilaajan nimissä. Toisena tyyppinä on projektinjohtourakka. Projektinjohtourakassa urakoitsija ja tilaaja tekevät YSE-pohjaisen urakkasopimuksen keskenään ja urakoitsija ottaa itselleen pääurakoitsijan velvoitteet sekä osavastuun suunnittelun ohjauksesta. (Salminen 2020, 94.)

Projektinjohtourakan yksi oleellisimmista erityispiirteistä on jaettu suunnittelun vastuu. Projektinjohtourakoitsija tulee hankkeeseen mukaan usein vasta yleissuunnitteluvaiheen jälkeen. Yleissuunnittelun aikana suunnittelun ohjauksesta vastaa tilaaja, mutta kun projektinjohtourakoitsija on valittu, suunnittelun ohjaamisvastuu siirtyy urakoitsijalle projektinjohtosopimuksessa esitetyllä laajuudella. Suunnittelijat ovat edelleen sopimussuhteessa tilaajan, mutta projektinjohtourakoitsijalla on mahdollisuus vaikuttaa ja ohjata hankkeen suunnittelua haluamallaan tavalla toteutussuunnittelun osalta. Projektinjohtourakan ajansäästö syntyykin siitä, että urakkasopimus hankkeessa voidaan tehdä ennen toteutussuunnittelun aloitusta. Esimerkiksi perinteisessä Suunnittele ja rakenna -mallissa toteutussuunnitelmat pitää olla ensin tehtynä, minkä jälkeen urakoitsija hankkeeseen voidaan valita. (Salminen 2020, 95–96.)

2.2.2 Hanke- ja yleissuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään hankkeen pääpiirteet, laajuus ja eri toteutusvaihtoehdot sekä rakentamisen laatutaso. Hankesuunnitelman tuloksena syntyy myös tarkennettu kustannusbudjetti ja karkea hankeaikataulu. Koko hankkeeseen suhteutettuna hankesuunnitteluvaiheessa määritellään suurin osa kustannuksista, koska sen aikana määritellään muun muassa hankkeen laatutaso sekä laajuutta koskevat asiat. Viimeistään hankesuunnitteluvaiheessa määritellään hankemuoto tai annetaan eri vaihtoehdot kyseessä olevaan hankkeeseen soveltuvista hankemuodoista. (Salminen 2020, 48–49.)

Projektinjohtohankkeissa yleissuunnitteluvaiheessa tuotetaan suunnitelmapaketti, jonka pohjalta tilaaja voi tehdä päätöksen siitä, käynnistetäänkö hanke, siirretäänkö hanketta vai hylätäänkö hanke kokonaan (Kruus 2008, 58). Yleissuunnitelmapaketti toimii projektinjohtohankkeen tärkeimpänä asiakirjana, koska tämän pohjalta suoritetaan projektinjohtourakoitsijan kilpailutus (Salminen 2020, 96). Jos hankkeen aikataulu vaatii, voidaan yleissuunnitteluvaiheen aikana alkaa laatia kiireellisistä hankinnoista toteutussuunnitelman taseisia asiakirjoja. Esimerkiksi maanrakennustyöt ja perustustöihin liittyvät työt saattavat olla todella nopeasti projektinjohtourakoitsijan valinnan jälkeen edessä, joten niistä pitää olla

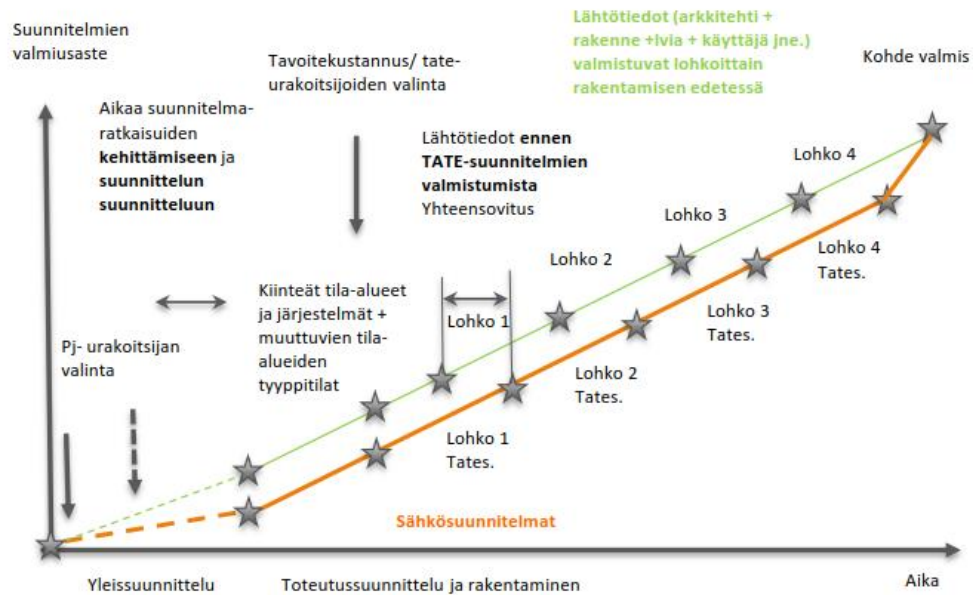
tarjouspyyntöasiakirjat ensimmäisenä valmiina, jotta turhaa viivästystä töiden aloitukselle ei synny. Koska yleissuunnitelmapaketti on usein laskentaperuste projektinjohtourakalle, pitäisi yleissuunnitelmassa pyrkiä määrittämään mahdollisimman hyvin kohteen laajuus, tekniset ratkaisut ja laatutaso. Projektinjohtourakoitsijan valinnan jälkeen muutokset näihin edellä mainittuihin asioihin aiheuttavat hankkeeseen kustannusmuutoksia, joita rakentamisessa tulisi pyrkiä välttämään. (Kruus 2008, 58.)

2.2.3 Hankinta- ja suunnitelmapaketit

Perinteisissä projektinjohtohankkeissa suunnittelua ohjaavat hankintapaketit. Projektinjohtourakoitsijan tavoitteena on pyrkiä lohkomään koko urakka pienempiin hankintapaketteihin. Kilpailuttamalla jokainen hankintapaketti pyritään kullekin hankintapakettille löytämään kokonaistaloudellisesti paras toimittaja. Hankintapaketien tarjousneuvotteluihin osallistuu myös tilaaja. (Koponen 2017, 9–10.) Hankintapaketien jaottelu voi perustua esimerkiksi seuraaviin asioihin:

- ammatti ja toimiala
- lohko tai tila-alue
- tekniikkaryhmä
- tuoteosakauppa. (Koponen 2017, 9–10.)

Kuviossa 4 on esitetty rakennuslohkoihin perustuvien hankintapaketien optimaalinen toteutusmalli projektinjohtourakassa. Optimaalisessa projektinjohtourakassa kaikki lähtötiedot ovat saatavilla ennen kuin kyseisen lohkon toteutussuunnitelmia aletaan tekemään (Kaleva 2018).



Kuvio 4. Optimaalinen projektinjohtourakan toteutusmalli TATE-toteutussuunnittelun kannalta (Kaleva 2018).

Hankintapakettien sovittaminen suunnitelmapaketeiksi suoraan on melko haastavaa. Jotta hankintapaketti on mahdollista kilpailuttaa, tarvitaan kyseessä olevaan hankintapakettiin liittyen urakkalaskentatasoiset suunnitelmat. Mikäli projektinjohtourakoitsija haluaa käyttää tekniikkaryhmään perustuvaa hankintapaketijaottelua, tarvitaan hankintapakettia varten urakkalaskentaan soveltuvat suunnitelmat. Useissa tapauksissa se tarkoittaa sitä, että suunnittelua pitää viedä paljon pidemmälle. (Kiiras, Kruus, Hämäläinen, Lindroos, Saari & Salmikivi 2006, 34.)

Yksi tärkeä vaihe hankintapakettien valmistelussa on, että projektinjohtourakoitsija osallistuu suunnittelun ohjaukseen yhdessä tilaajan kanssa. Ennen hankintapakettien kilpailutusta suunnitelmat pitää jalostaa yleissuunnitelmista sellaisiksi, että aliorakoitsijat pystyvät antamaan kiinteän hinnan tai tavoitehinnan hankintapaketista. Tässä vaiheessa projektinjohtourakoitsijan tulee ohjata suunnittelua siten, että yleissuunnitteluvaiheessa tiloille asetetut toiminnalliset ja laadulliset tavoitteet tulevat täytettyä ja tekninen toteutus on mahdollisimman kustannustehokkaasti suunniteltu. Hankintapakettien kilpailuttaminen on kriittinen vaihe projektinjohtourakassa, sillä projektinjohtourakoitsijan vastuulla on pitää tilaaja tietoisena siitä, mitä ollaan hankkimassa. Mikäli asetettuihin tavoitteisiin ei

jostain syystä päästä, tulee projektinjohtourakoitsijan ehdottaa korjaavia toimenpiteitä ja muuttaa suunnitelmia. (Salminen 2020, 97,103.)

2.2.4 Projektinjohtourakan hankintatoimivaihe

Ennen kuin projektinjohtourakoitsija suorittaa tarjouskyselyt hankintapaketeista aliurakoitsijaehdokkailta, suoritetaan suunnitelmapakettien katselmus. Katselmuksessa tarkastetaan, että suunnitelmat täyttävät niille asetetut tavoitteet muun muassa sisällön, ratkaisujen, valmiuden ja riittävyyden kannalta. Suunnitelmakatselmusta varten voidaan myös laatia määräluettelot suunnitelmien pohjalta, jotta projektinjohtourakoitsija voi verrata kustannuksien toteutumista alkuperäiseen projektinjohtourakan tavoitebudjettiin. (Kiiras ym. 2006, 37.)

Projektinjohtourakoitsijan vastuulla on pyytää tarjoukset aliurakoista ja laatia tarjousvertailut tilaajalle. Projektinjohtourakoitsija esittää tilaajalle hyväksyttäväksi kulloiseenkin hankintapakettiin toimittajaa. Projektinjohtourakoitsija ei kuitenkaan saa itse päättää toimittajia, vaan hyväksyntä toimittajille pitää saada tilaajalta. Mikäli hankintatoimivaiheessa joudutaan alkuperäisestä projektinjohtourakan tavoitteista poikkeamaan, tulee muutokset tavoitteisiin hyväksyttää tilaajalla. (Rakennustieto Oy 2018, 6.)

2.2.5 Määräluettelot


















Niin projektinjohtomallissa kuin muissakin toteutusmuodoissa, sähkösuunnitelmien määräluetteloiden tuottaminen urakkalaskentaa varten olisi yksi tehokas keino säästää urakoitsijoiden kustannuksia hinnoitellessaan sähköurakkaa. Kun jokainen urakoitsija erikseen käyttää laskentamateriaalin läpikäyntiin huomattavan määrä työaika, syntyy siitä iso kuluerä, jonka lopulta tilaaja maksaa urakkahinnassa. Lisäksi laskentatyö menee kokonaan hukkaan niiltä urakoitsijoilta, jotka eivät urakkaan tule valituksi. Vuositasolla urakoiden hinnoitteluun ja massoitteluun käytetään Suomessa jopa noin 50 miljoonaa euroa, joten

säästöpotentiaalia löytyy runsaasti, jos asiaa lähdetään kehittämään. (Uusitalo 2016; Talotekniikka-lehti 2016.)

Tyypillisesti suunnittelija laatii määräluettelot vain hankkeen valaisimista ja lämmittimistä, mutta muut pisteet, kuten pistorasiat, ohjainlaitteet, telepisteet, nousujohtot ja niin edelleen, jäävät kokonaan massoittelematta. Määräluetteloa voidaan kutsua myös nimellä massaluettelo tai massalista. Suunnittelijan näkökulmasta luotettavien määräluetteloiden laatiminen kaikista hankkeen sähköpisteistä, johtoreiteistä ja kaapeloinneista tarkoittaa lisätyötä ja tarkkuutta myös itse suunnittelutyön aikana. Suurin syy siihen, miksi määräluetteloita ei tuoteta automaattisesti lienee, että tilaajan puolelta luetteloita ei vaadita tuotettavaksi suunnittelusopimuksia laadittaessa. Toisena merkittävänä hidasteena asiassa on se, että suunnittelijat eivät halua ottaa vastuuta laadituista luetteloista ja niiden paikkaansa pitävyydestä vaan sysäävät vastuun laskennasta urakoitsijalle. (Talotekniikka-lehti 2016; Uusitalo 2016.) Jotta määräluetteloiden toimittaminen urakkalaskentaan olisi mahdollista, tarvitaan siihen tyypillisesti tilaajan suunnalta hyväksyntä. Tämän jälkeen suunnittelijan ja urakoitsijan kesken tiedonvaihto tulee käydä avoimesti, jotta kaikki suunnittelijan laatimat määräluettelot olisivat selkeitä ja ymmärrettäviä. (Cadmatic 2021.)

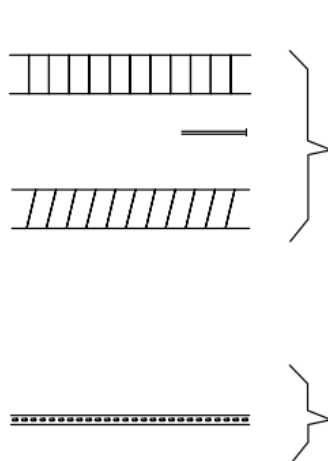
Suunnitteluohjelmistojen näkökulmasta luotettavien määrätietojen kerääminen laadituista suunnitelmista ei kuitenkaan ole ongelma, joten toimiva tekniikka määrätietojen keräämiseen on jo olemassa. Varsinkin tietomallinnuskohteissa sähköpisteiden määrät sekä johtotiet voidaan laskea luotettavaksi, vaikka suoraan suunnitteluohjelmiston tietokannasta tai IFC-tietomallista, jos sijoitetuille komponenteille on riittävät laitetiedot määritelty IFC-objekteihin valmiiksi. (MagiCad 2017; Granlund Oy N.d.) Kuvioissa 5 ja 6 on esitetty ST-kortin 13.80 mukaisesti tehtyjä esimerkkejä määräluetteloista, jotka voitaisiin sijoittaa esimerkiksi tasokuvan yhteyteen. Vastaavat tiedot voidaan toimittaa urakoitsijalle suoraan esimerkiksi Excel-formaatissa, johon on massoiteltu koko hankkeen pisteet ja metrimääräiset tuotteet.

VAHVAVIRTA

<u>SYMBOLI</u>	<u>NIMITYS</u>	<u>LKM.</u>
	Haaroitinkotelo (Enstonef/Wago Winsta) HK1	36
	Haaroitinkotelo (Enstonef/Wago Winsta) HK2	7
	Virtakiskon liitäntäpiste	12
	Automaattioven ohjauskeskus	3
	1-Kytkin, merkkilamppu	1
	1-Kytkin, uppo	1
	5-kytkin, uppo	1
	DALI-Valoisuusanturi Helvar 329	1
	Jousipalautteinen kytkin, uppo	3
	Painike, käyttösuoja, uppo	1
	Painike, merkkilamppu, pinta	1
	 Liiketunnistin RC-plus 280 next N IP54 valkoinen	11
	 Luxomat PD2-M-DALI/DSI-AP	3
	 Luxomat PD3-1C-AP	10

Kuvio 5. Esimerkki sähkösuunnitelman yhteydessä olevasta sähköpisteiden määräluettelosta.

JOHTOTIET, KULMA- JA LIITOSOSAT



Järjestelmä	Nimitys	Nimike	Teksti	Määrä	Yks.
S110	Hylly (300mm)			36.4	m
S110	Hylly (400mm)			119.6	m
S110	Hylly (500mm)			264	m
S110	Hylly (300mm, 90)			1	KPL
S110	Hylly (300mm, Liitos)			2	KPL
S110	Hylly (300mm, T)			1	KPL
S110	Hylly (400mm, 90)			4	KPL
S110	Hylly (400mm, T)			2	KPL
S110	Hylly (500mm, 90)			2	KPL
S110	Hylly (500mm, Liitos)			16	KPL
S110	Hylly (500mm, T)			13	KPL
S110	Hylly (500mm, X)			1	KPL

S140	Ripustuskisko (70mm)			7218	m
S140	Ripustuskisko (70mm, 90)			1	KPL
S140	Ripustuskisko (70mm, Liitos)			8	KPL
S140	Ripustuskisko (70mm, T)			61	KPL
S140	Ripustuskisko (70mm, X)			8	KPL

Kuvio 6. Esimerkki sähkösuunnitelman yhteydessä olevasta johtoteiden määräluettelosta.

2.3 Sähkösuunnittelu projektinjohtohankkeissa

2.3.1 Talotekniikkaurakan sovittaminen projektinjohtototeutukseen

Projektinjohtohankkeissa rakentaminen ja suunnittelu pyritään limittämään, jotta hankkeen läpimenoaikaa saataisi lyhennettyä. Tällöin kaikkia projektissa tarvittavia työsuoritteita ja laitehankintoja ei tehdä yhdellä kertaa vaan hankinnat pilkotaan osiin. Talotekniikan hankintojen pilkkomisesti pienempiin osiin on kuitenkin vielä vähän kokemusta ja osaamista. Projektinjohtourakoissa onkin käytetty vielä tähän päivään asti paljon kokonaiskilpailutuksella tapahtuvia TATE-hankintoja. Kokonaishankinta, jossa esimerkiksi kohteen sähköurakka tai LVI-urakka kilpailutetaan yhtenä kiinteänä urakkana, ei kuitenkaan palvele projektinjohtototeutuksen perimmäistä tarkoitusta, jossa ideana on jättää tilaajalle ja käyttäjälle mahdollisimman paljon aikaa tehdä päätökset tilojen lopullisesta käyttötarkoituksesta. (Kiiras, Kruus, Peltonen & Sivunen 2019, 163.)

Tilaajan näkökulmasta asiaa katsoessa ongelmia voi syntyä esimerkiksi siitä, että vasta käyttöönotossa talotekniikan lopullinen toteutustapa selviää, eikä toteuma sitten vastaakaan tilaajan odotuksia. Lisä- ja muutostyöt kiinteähintaisessa

TATE-urakassa ovat myös todella tyypillisiä, sillä projektinjohtototeutuksessa lopullisia lähtötietoja TATE-suunnitteluun saadaan vähitellen lisää. Joten lähtötiedot, jolla kiinteähintainen TATE-urakka on kilpailutettu, tulevat mitä todennäköisemmin muuttumaan useaan kertaan hankkeen aikana, koska tilaajalla on mahdollisuus vaikuttaa tilojen käyttötarpeen määrittelyyn koko hankkeen ajan. Lisä- ja muutostyöt ja niiden käsittely aiheuttavat ylimääräistä työtä niin suunnittelijoille kuin urakoitsijoille. (Kiiras ym. 2019, 163.)

Kokonaishintaisen urakkakilpailutuksen järjestäminen vaatii lähes toteutuskelpoisten suunnitelmien laatimista. Usein ainut kriteeri TATE-urakoitsijan valinnassa kiinteää urakkaa varten on halvin hinta. Kilpailuttamalla kaikki projektinjohtohankkeen hankintapaketit mukaan lukien TATE-urakat, saadaan aina kustakin hankintapaketista selvitettyä sen hetkinen markkinoiden edullisin hinta. Tämä taas johtaa siihen, että mikäli urakoitsijalle on annettu vapaus laskea kokonaishintainen TATE-urakka, pyrkivät urakoitsijat saamaan urakan itselleen käyttämällä mahdollisimman edullisia tuotteita. Halvemman hankintakustannuksen tuotteet voivat lopulta tulla tilaajalle kalliimmaksi, kun tuotteiden kaikki elinkaarikustannukset otetaan huomioon. (Kiiras ym. 2019, 163.)

Kokonaishintaisille urakoille on tyypillistä käyttöönotossa ilmenneet puutteet ja että käyttöönottoon ja järjestelmien testaamiseen ei jää riittävästi aikaa. Kokonaishintaisessa urakassa urakoitsijan ainut taloudellinen kannustin on hoitaa tarjouspyynnössä vaaditut tavoitteet mahdollisimman pienillä työ- ja materiaalikustannuksilla. Pahimmassa tapauksessa kokonaishintaisen urakan katetta koitetaan paikata pelkästään lisä- ja muutostöillä, jos sovittu urakkahinta näyttääkin johtavan tappiolliseen toimintaan urakoitsijalle. Koska käyttäjän ja tilaajan tavoitteiden toteutumista ei ole mitenkään sidottu TATE-urakoitsijan kannustinjärjestelmään, on molempia osapuolia tyydyttävän lopputuloksen saavuttaminen usein melko vaikea yhtälö. (Kiiras ym. 2019, 163.)

2.3.2 Sähkösuunnittelun hukkatyö

Jos tarkastellaan mitä tahansa tuotanto- tai palveluprosessin aktiviteetteja Lean-teorian mukaisesti, voidaan prosessissa suoritettavat tehtävät jakaa kolmeen eri luokkaan: arvoa tuottaviin, arvon tuottamiseksi välttämättömiin ja turhiin tehtäviin. Näistä luonnollisesti turhat tehtävät ovat selkää hukkaa, mutta arvon tuottamiseksi välttämättömät tehtävät ovatkin vaikeammin määriteltävissä. Hyvä ohje-nuora hukan tunnistamiseen onkin yksinkertainen kysymys: onko loppuasiakas halukas maksamaan tehtävästä työstä? (Salminen 2021, 109.)

Sähkösuunnittelu on erikoissuunnittelua, jonka lähtötiedot perustuvat pääsään-töisesti arkkitehtisuunnitelmiin, mutta myös osin muihin erikoissuunnittelualoihin, kuten esimerkiksi LVI-, rakennusautomaatio- ja rakennesuunnitelmiin. Muiden suunnittelualojen tekemät suunnitteluratkaisut ohjaavat voimakkaasti sähkösuunnitteluprosessissa hyödynnettäviä lähtötietoja. (Mäkinen 2020, 24.) Sähkösuunnittelu poikkeaa muista talotekniikan suunnittelualoista siinä, että erilaisia sähkö-, tele- ja turvajärjestelmiä on useita kymmeniä. Sairaalarakennuksessa voi erilaisia sähkösuunnitteluun liittyviä järjestelmiä olla jopa 30. Suuresta järjestelmien määrästä johtuen muutokset arkkitehtisuunnittelussa peilautuvat moninker-taisena työmääränä sähkösuunnitteluun. (Lindström 2014.)

Tavoitteet, jotka sähkösuunnittelulla pyritään täyttämään, tulevat suurilta osin edellä mainituilta muilta suunnittelualoilta, mutta lisäksi myös rakennettaviin tiloihin muuttavalta käyttäjältä tai tilojen omistajalta. Esimerkiksi toimistorakennuksessa muun muassa työpisteiden määrä ja sijoittelu ohjaavat vahvasti sähkösuunnittelun lähtötietoja valaistuksen, pistorasioiden ja atk-pisteiden sijoittelujen suhteen. (Mäkinen 2020, 24.)

Niin sähkösuunnittelussa kuin muussakin teknisessä suunnittelussa, hukkaa syn-tyy monesta eri syystä. Koniel (2019, 54) on esittänyt tutkimustyössään hukan aiheuttajia, joita esiintyy teknisessä suunnittelussa toteutus suunnittelun aikana (taulukko 1).

Taulukko 1. Tunnistetut hukkamuodot ja niiden aiheuttajat toteutussuunnitelussa (mukaillen Koniel 2019, 54).

Hukkaryhmä	Hukkamuoto	Hukan aiheuttaja
Ylikäsittely	Ylisuunnittelu	Suunnitelmien puutteelliset tarkkuustasomääritykset.
	Epäoleellisten asioiden käsittely kokouksissa	Kokouksia ohjaavat vahvasti pöytäkirjan vakioaiheet.
	Kokousten pitäminen vailla keskeisiä osapuolia	Kokouskäytäntöjen päällekkäisyys.
Liikkuminen	Kokouksiin tarpeeton osallistuminen	Osallistujien tarvetta ei ole arvioitu todellisen tarpeen mukaan.
Puutteellisten tuotteiden tuottaminen	Suunnitelmien puutteellinen tarkastaminen	Suunnitelmien tarkastuksesta puuttuu työkalu ja tarkastusta ei huomioida aikataulukuksessa.
	Suunnittelu puutteellisilla lähtötiedoilla tai päätöksillä	Prosessista puuttuu järjestelmällinen toimintatapa, jolla lähtötieto- ja päätöstarpeita tunnistettaisiin ajoissa sekä niiden toteuttamista aikataulussa ohjattaisiin ja valvottaisiin. Kaikkia lähtötietotarpeita on mahdoton ennakoita.
	Suunnittelu puutteellisilla menetelmillä tai työkaluilla	Aikataulupaineet
	Suunnittelu puutteellisilla suunnitelmatarvemäärityksillä	Puutteelliset suunnitelmatarvemääritykset johtuvat hankintojen epävarmuudesta sekä osapuolten ristiriitaisista näkemyksistä suunnitelmien tarkkuus- ja laajuustasotarpeista.
	Suunnitelmien puutteellinen yhteensovitus	Suunnittelun koordinointi liian isoilla tehtäväkokonaisuuksilla, yhteensovitusta ei ole huomioida aikataulukuksessa.
Ylituotanto	Liian aikainen suunnittelu	Puutteelliset suunnitelmatarvemääritykset, suunnitteluajankulun puutteellinen koordinointi, hankinta-ajankulun muutosten huomiointi suunnitteluajankalussa.
	Tarpeettomien suunnitelmien tuottaminen	Osapuolten väliset tietokatkokset ja väärinymmärrykset, jotka johtuivat puutteellisista suunnitelmatarvemäärityksistä.
Odottelu	Lähtötiedon ja päätösten odottelu sekä suunnitelmaviivästykset	Suunnittelun koordinointi liian isoilla tehtäväkokonaisuuksilla, tehtävien välisten riippuvuuksien puutteellinen tunnistaminen, prosessin sisältämä epävarmuus, puutteellinen suunnitteluajankalulu.
Varastot	Tiedon etsiminen	Ylimääräisen tiedon varastointi projektipankkiin, suunnittelukokouspöytäkirjat, sähköpostitulva.
Kuljettaminen	Tiedon tarpeeton kuljettaminen	Sähköpostin käyttö pääasiallisena tiedonvaihtovälineenä kokousvälien aikana.
Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen	Tuotannon puutteellinen hyödyntäminen	Tuotantoasiatuntijoiden sitominen hankkeeseen liian myöhään ja niiden puutteellinen integrointi suunnittelun ohjausprosessiin.

Sähkösuunnittelun kannalta tärkeimmät hukkamuodot Konielin (2019, 54) laatimassa tutkimuksessa (taulukko 1) ovat lähtötietojen ja päätösten odottelu ja niistä aiheutuvat suunnitelmaviivästykset. Toiseksi yhtä tärkeäksi tekijäksi sähkösuunnittelun hukan syntymisessä muodostuu suunnittelu puutteellisilla lähtötiedoilla tai päätöksillä. Tämä siksi, että myöhemmissä vaiheissa se tarkoittaa uudelleen-suunnittelua, koska ensimmäisen suunnitelmaversio on jouduttu arvaamaan silloisen käytössä olevan lähtötiedon mukaan. (Kaleva 2018.) Yksi mainittava hukkatyyppi rakentamisessa Jeffrey Likerin mukaan on myös käyttämätön luovuus.

Käyttämättömällä luovuudella tarkoitetaan sitä osaamis- ja innovaatiopotentiaalia, joka jää hyödyntämättä rakentamisprojektin organisaatiossa. Esimerkiksi se arvokas tieto ja taito, joka on työtä suorittavalla tasolla, ei aina välity projektin johdolle ja sille tasolle, joka vastaa päätöksien teosta. (Salminen 2021, 109.)

2.3.3 Projektinjohtourakan haasteet sähkösuunnittelussa

Haasteen sähkösuunnittelun näkökulmasta projektinjohtourakoissa tuo se, että kustannustaso pitää kuitenkin pystyä lyömään lukkoon jo hyvissä ajoin, ennen kuin lopullinen toteutussuunnittelu tuotantoa varten on tarkoitus tehdä. Perinteisesti tämä tarkoittaa sitä, että sähkösuunnittelijan pitää työstää suunnitelmia sen hetkisten lähtötietojen valossa niin pitkälle valmiiksi, jotta projektinjohtourakoitsija pystyy määrittämään kustannuskokonaisuuden sähköurakalle. Koska projektinjohtourakan luonteeseen kuuluu, että toteutussuunnittelua tehdään käsi kädessä työmaan tarpeiden mukaan, ajaa tämä väistämättä siihen tilanteeseen, että lähtötiedot hankkeessa elävät paljon. Lähtötiedot lyödään lukkoon vasta silloin, kun se on rakentamisen kannalta välttämätöntä. Sähköurakan kustannustason määrittämisen jälkeen lähtötiedot hankkeessa usein muuttuvat. Lähtötietojen muuttuminen johtaa siihen, että sähkösuunnitelmia joudutaan päivittämään tai suunnittelemaan joitain osia kokonaan uusiksi. Tyypillisiä lähtötietomuutoksia ovat muun muassa arkkitehtisuunnitelmien tilamuutokset sekä käyttäjältä saatavien tietojen tarkentumiset tilojen toimintoihin ja ominaisuuksiin liittyen. (Puolakka 2020, 10.)

Jos projektinjohtourakan sisällä talotekniikan urakat kilpailutetaan kiinteinä osaurakoina, johtaa se usein siihen, että kiinteää urakkahintaa varten vaaditaan lähes toteutussuunnitelmatasoiset suunnitelmat. Kuitenkin projektinjohtourakassa suunnitelmia on tarkoitus kehittää yhdessä rakentamisen edetessä, joten uudelleensuunnittelua joudutaan mitä todennäköisemmin vielä tekemään talotekniikan toimittajien valinnan jälkeen. Projektinjohtourakoitsijan intressinä on saada talotekniikan osaurakat kilpailutettua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sekä mahdollisimman tarkalla hinnalla. Talotekniikan suunnittelijan intressinä taas on välttyä turhan työn tekemiseltä, jota todennäköisesti aiheutuu siitä, kun talotekniikan urakoitsijavalintaa varten pitää saada lähes toteutussuunnitelman tasoiset

suunnitelmat valmiiksi. Tässä vaiheessa kuitenkin todelliset tuotantoon menevät toteutussuunnitelmat ovat vielä kokonaan tekemättä. Jos hankinnoista vastaavan osapuolen intressit ovat määräävämmät, on tämä iso haaste talotekniikan suunnittelijalle tuottaa tarpeeksi tarkkoja suunnitelmia mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla ilman isoa hukkaa. Mikäli talotekniikan hankintasuunnitelmat taas tehdään todella suurpiirteisesti pienellä suunnittelijan työpanoksella, aiheuttaa se välttämättä epätarkkuutta kustannuksien ja laatutason määrittämiseen toimittajan puolella talotekniikan hankintapaketissa. Talotekniikan kilpailutuksen aikana TATE-suunnittelijan ei kannata edistää sellaisia suunnitelmia, jotka ovat hankintaprosessissa sillä hetkellä mukana. Suunnitelmien edistämistä kannattaa jatkaa vasta toimittajavalinnan yhdessä toimittajan kanssa, jolloin välttyään mahdolliselta uudelleensuunnittelulta. (Koniet 2019, 47-50.)

2.4 Avoimen rakentamisen periaate

2.4.1 Perusteet ja sovelluskohteet

Avoimen rakentamisen periaate on kehitetty alun perin 1960-luvulla Hollannissa. Kehittäjinä toimivat John Habraken ja Age van Randen. Avoimen rakentamisen perustana toimii idea, jossa rakennus jaetaan kahteen osaan; kiinteään runkoosaan sekä muuttuvaan tilaosaan. Kun rakennus on jaoteltu kiinteään tilaosaan sekä muuttuvaan tilaosaan, voidaan näissä kahdessa eri osassa tehdä toisistaan riippumattomia muutoksia, ilman että toisessa tilaosassa tarvitsee suunnitella esimerkiksi taloteknisiä järjestelmiä uudelleen. (Kiiras ym. 2006, 22.) Avoimen rakentamisen periaatetta voidaan soveltaa kaikissa toteutusmuodoissa sellaisenaan. Rakennuskohteesta riippuen avoimen rakentamisen periaatetta ei aina voi tai ole järkevää soveltaa. Avoimen rakentamisen tarkoituksena on kohdistaa eri rakennusosien suunnittelu sellaiseen ajankohtaan, jolloin uudelleensuunnittelua tulisi mahdollisimman vähän. Lisäksi avoimen rakentamisen periaate mahdollistaa vaiheittaisen rakennuksen valmistumisen ja vastaanoton. (Kiiras, Kruus, Peltonen & Sivunen 2019, 164.)

Avoimen rakentamisen periaate toimii hyvin kohteissa, joissa rakennukselta vaaditaan muuntojoustavuutta. Kiinteistön omistajan näkökulmasta on tärkeää, että samat tilat ovat helposti ja kustannustehokkaasti muutettavissa erilaiseen käyttötarkoitukseen. (Kiiras ym. 2006, 22; Tauriainen 2017; Rakennustieto Oy 2017, 11.) Toki muuntojoustavuus pitää ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa, jotta tarvittavat varaukset mahdollisille muutoksille tulee huomioitua muun muassa talotekniikan mitoituksissa (Kiiras ym. 2019, 166). Osa muuntojoustavuutta on myös se, että tilaajalla on päätösvalta vaikuttaa muuttuvan tilaosan toteutusperiaatteisiin mahdollisimman pitkään hankkeen aikana. Usein muuttuvalle tilaosalle määritellään budjetti kalleimman laatutason mukaan ja tilaajan päätettäväksi jää mennäänkö tällä laatutasolla toteutukseen asti vai voidaanko laatutasoa hankkeen edetessä laskea, jos tilan käyttötarpeet eivät vaadikaan niin korkeatasoista varustelua. (Kiiras ym. 2006, 22; Tauriainen 2017; Rakennustieto Oy 2017, 11.)

Rakentamisen edistymisen kannalta kiinteän ja muuttuvan tilaosan jako on tärkeää, sillä kiinteän tilaosan suunnittelu ja toteutus tehdään hankkeen alkuvaiheessa. Kiinteän tilaosan tekninen sisältö pyritään toteuttamaan siten, että se pystyy palvelemaan muuttuvaa tilaosaa kaikissa mahdollisissa variaatioissa, joita muuttuvassa tilaosassa voi kyseisessä kohteessa esiintyä. (Kiiras ym. 2006, 22.)

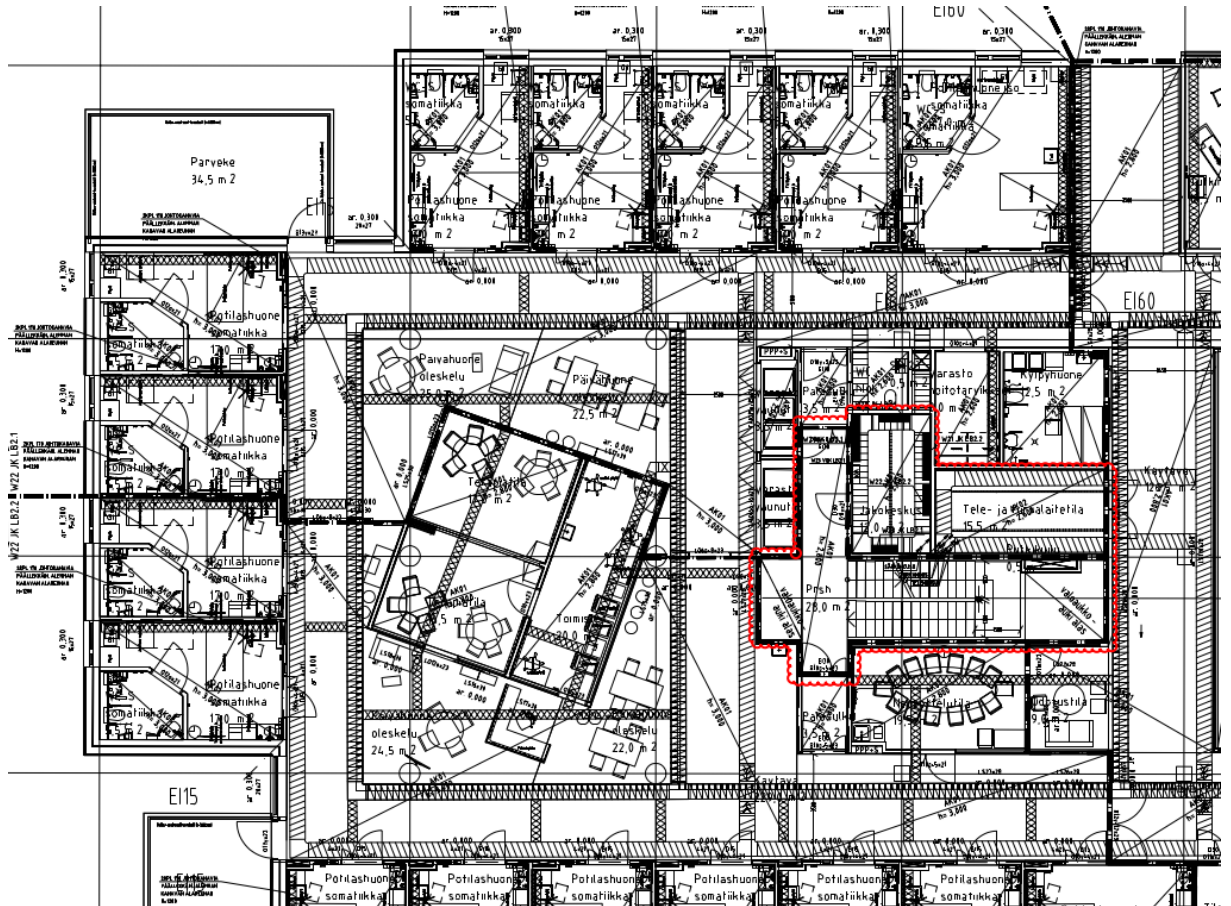
2.4.2 Muuttuva tilaosa

Muuttuva tilaosa määritellään usein käyttäjän tarpeisiin perustuen. Muuttuvia tilaosia voivat olla käyttäjän työskentely, - liike, - tuotanto, - tai huonetilat. Muuttuvaan tilaosaan voi lukeutua mukaan esimerkiksi kauppakeskuksessa vuokrattava liiketila, sairaalakiinteistössä hoituhuone, tai toimistorakennuksessa toimistuhuone. Kaikissa näissä edellä mainituissa tapauksissa käyttäjän lopulliset tarpeet ovat usein tiedossa vasta juuri ennen tilojen rakentamista edeltävässä vaiheessa. Esimerkiksi kauppakeskushankkeessa liiketilaan tuleva vuokralainen voidaan valita todella myöhäisessä vaiheessa rakentamisen aikana. Käyttäjän tarpeet sitten lopulta määrittävät miten muuttuvan tilaosan tekninen toteutus tulee tehdä. (Kiiras ym. 2019, 172; Puolakka 2020, 10.)

Kun muuttuvan tilaosan suunnittelun aloitusta joudutaan venyttämään todella myöhäiseen vaiheeseen hankkeessa, tuo se talotekniikan suunnittelijoille omat haasteensa. Oleelliset lähtötiedot talotekniikan toteuttamiselle löytyvät monessa tapauksessa muuttuvan tilaosan päästä. Siksi on tärkeää, että avoimen rakentamisen hankkeissa laaditaan tilaohjelma ja esimerkiksi huonekortit, jotka antavat jonkinlaisen raamin muuttuvien tilojen teknisille tarpeille ja määrittelevät korkeimman mahdollisimman laatutason tiloille. Talotekniikan detaljitason suunnittelu ja yhteensovittaminen muuttuvalla tilaosalla tehdään vasta toteutusvaiheessa, kun lopulliset käyttäjätarpeet on lyöty lukkoon. Rakennushankkeissa oleellisin lähtötieto on kuitenkin aina käyttäjän tarpeiden huomioiminen. Kun käyttäjäsuunnittelu saadaan limitettyä osaksi rakennuksen muuta suunnittelua, saadaan hankkeen läpimenoaika lyhennettyä, joka onkin projektinjohtohankkeessa olennainen etu verrattuna muihin hankemuotoihin. (Tauriainen 2017.)

2.4.3 Kiinteä tilaosa

Kiinteään tilaosan talotekniset suunnitelmat voidaan projektinjohtourakassa lyödä lukkoon yleissuunnitelmavaiheessa. Kiinteään tilaosaan (kuvio 7) kuuluu esimerkiksi rakennuksen tekniset tilat, nousukuilut ja portaikot. Sen määrittely, mitä kussakin hankkeessa kiinteään tilaosaan kuuluu, tehdään aina tapauskohtaisesti. Kiinteään tilaosan suunnittelua varten tulee tehdä talotekniikan mitoitus, tilavaraukset sekä muuntavalle tilaosalle varatut liittynät.



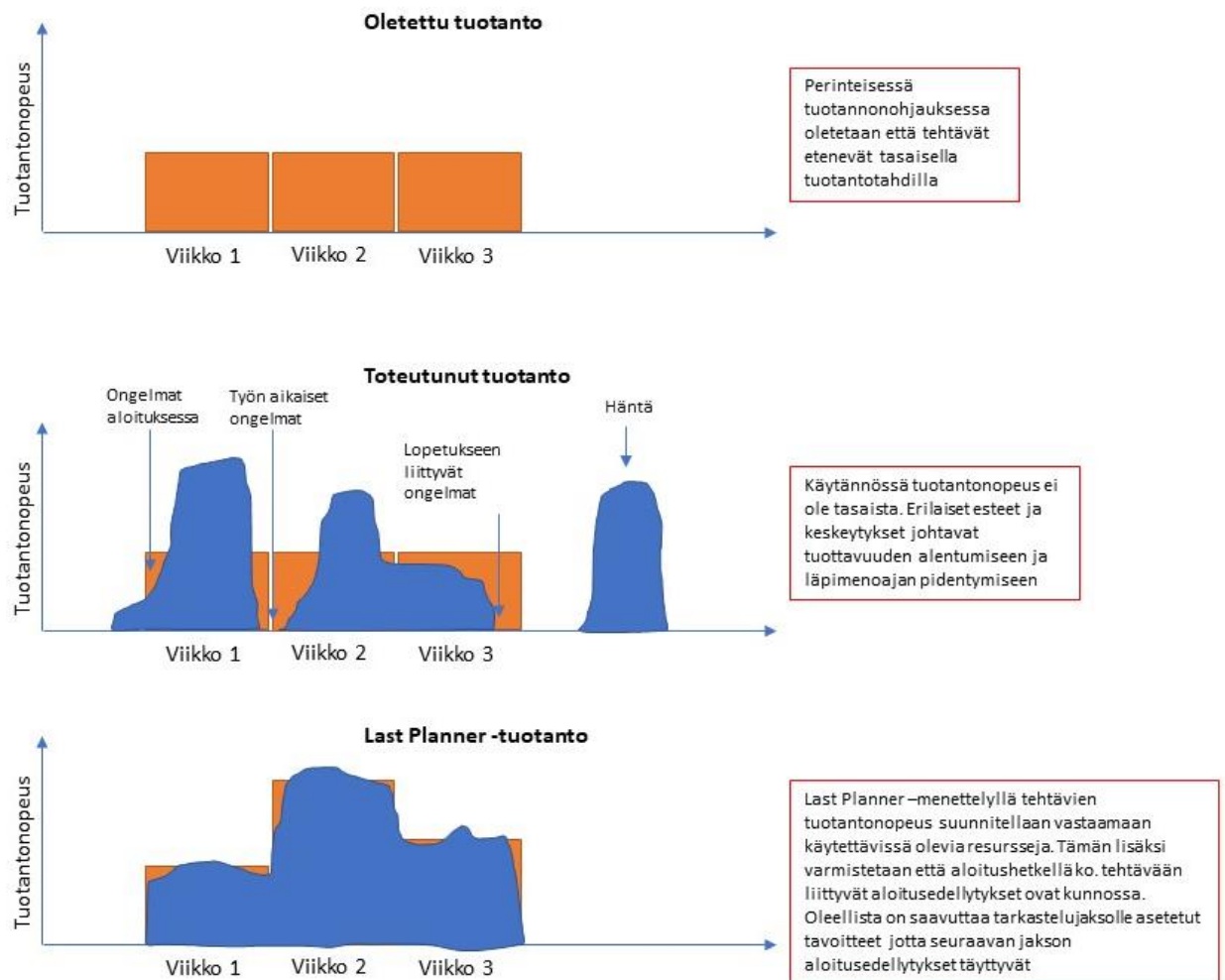
Kuvio 7. Punaisella rajattu alue on kerroksen kiinteä tilaosa ja loput kerroksesta on muuttuvaa tilaosaa.

Talotekniikan mitoituksien osalta on tärkeää tehdä mitoitukset siten, että ne ovat riittäviä tilanteessa, jossa kaikkien muuttuvien tilojen varustelu on laatutason korkeimmasta päästä. Muutoksien tekeminen kiinteään tilaosaan hankkeen myöhäisemmissä vaiheissa on todella hankalaa ja kallista. (Kiiras, Kruus, Raveala, Saari, & Salmikivi 2007, 24.) Mikäli kiinteään tilaosaan kuuluvat myös esimerkiksi kerroksien käytävätilat, voidaan näiden suunnittelu tehdä myös yleissuunnittelu- vaiheessa, jolloin rajapinta kiinteän ja muuttuvan tilaosan välillä on esimerkiksi käytävän ja huonetilan väliseinässä (Kiiras ym. 2007, 24).

2.5 Last Planner

Last Planner on projektituotannon työkalu, jonka avulla luodaan edellytykset työtehtävien toteuttamiseen yhteisesti sovitussa aikataulussa. Last Planner -työkalun juuret ovat japanilaisessa tuotantosysteemissä (Toyota Production System)

ja siihen liittyvässä Lean-ajattelussa sekä projektituotantoon suunnatussa Lean -rakentamisen ideologiassa. Last Planner -työkalua voidaan hyödyntää niin suunnittelu-, hankinta- kuin rakentamisprojekteissa. Last Plannerin keskeisin toimintaperiaate on laatia yhdessä projektin osallisten kanssa yhteinen hankkeen aikataulu, johon hankkeen kaikki osapuolet ovat valmiita sitoutumaan. Last Planner -menetelmä pyrkii tunnistamaan ja poistamaan kaikki esteet, jotta projektin tehtävät saadaan suoritettua kerralla ilman keskeytyksiä. Last Planner -menetelmän avulla pyritään tunnistamaan hankkeen ongelmakohdat, jotta niihin voidaan puuttua ja tehdä korjaavat toimenpiteet. Kuviossa 8 on esitetty miten Last Planner -menetelmä parantaa tuotantonopeutta verrattuna perinteiseen tuotannonohjaukseen. (Koskenvesa & Mäki 2019, 7.)



Kuvio 8. Perinteisen ja Last Planner tuotannonohjauksen välinen ero tuotantonopeudessa (mukaillen Koskenvesa & Mäki 2019, 10).

Last Planner -menetelmän soveltamisessa olennaisia asioita Glenn Ballardin mukaan ovat seuraavat:

- Töiden aikataulutuksen tekevät ne tahot, jotka oikeasti suorittavat kyseisen tehtävän.
- Aikataulun suunnittelu on sitä tarkempaa, mitä lähempänä suoritusajan kohtaa aikataulutus tehdään.
- Tekemisen esteet paljastuvat ja ne voidaan poistaa ajoissa.
- Annetut lupaukset tehtäväsuoritteeseen liittyen ovat luotettavia.
- Poikkeamista ja epäonnistumisista opitaan jatkuvasti. (Koskenvesa & Mäki 2019, 8.)

Yleisesti tehtävissä, jotka liittyvät suunnitteluun, hankintaan tai rakentamiseen ilmenee tavoitteen saavuttamisessa seuraavia ongelmia:

- tehtävän aloitus
 - ei päästä aloittamaan tehtävää ajallaan
 - tehtävä joudutaan aloittamaan vajavaisin edellytyksin
- tehtävän aikana
 - erilaiset keskeytykset ja häiriöt
- tehtävän keskeytys
 - osa tehtävästä on tehtävä myöhemmin. (Koskenvesa & Mäki 2019, 8.)

Kun Last Planner -menetelmää halutaan soveltaa suunnittelun johtamisessa, pyritään sillä varmistamaan seuraavien asioiden toteutuminen:

- Kunkin osapuolen osaaminen saadaan hyödynnettyä hankkeessa oikeaan aikaan.
- Kaikkien osapuolien tarpeet ja ongelmat tuodaan avoimesti esille.
- Tuottamaton, päällekkäinen ja väärään aikaan tekeminen poistetaan.
- Tiedonkulkua ja yhteistyötä projektitiimin sisällä parannetaan. (Koskenvesa & Mäki 2019, 25.)

Jos Last Planner -menetelmää sovelletaan suunnitteluhankkeessa menestyksekkäästi, sen tuloksena suunnittelutyöt valmistuvat aikataulussa, ja suunnitelmien tarkkuus ja laatu vastaavat tasoa, joka on riittävä niin tilaajalle, tuotannolle kuin hankinnalle. Lisäksi hankinnat ja tuotanto voidaan käynnistää ajoissa, kun tarvittavat suunnitelmat ovat ajallaan saatavilla. Myös mahdolliset suunnitelmanmuutokset vähentyvät rakennusvaiheen aikana. (Koskenvesa & Mäki 2019, 25.)

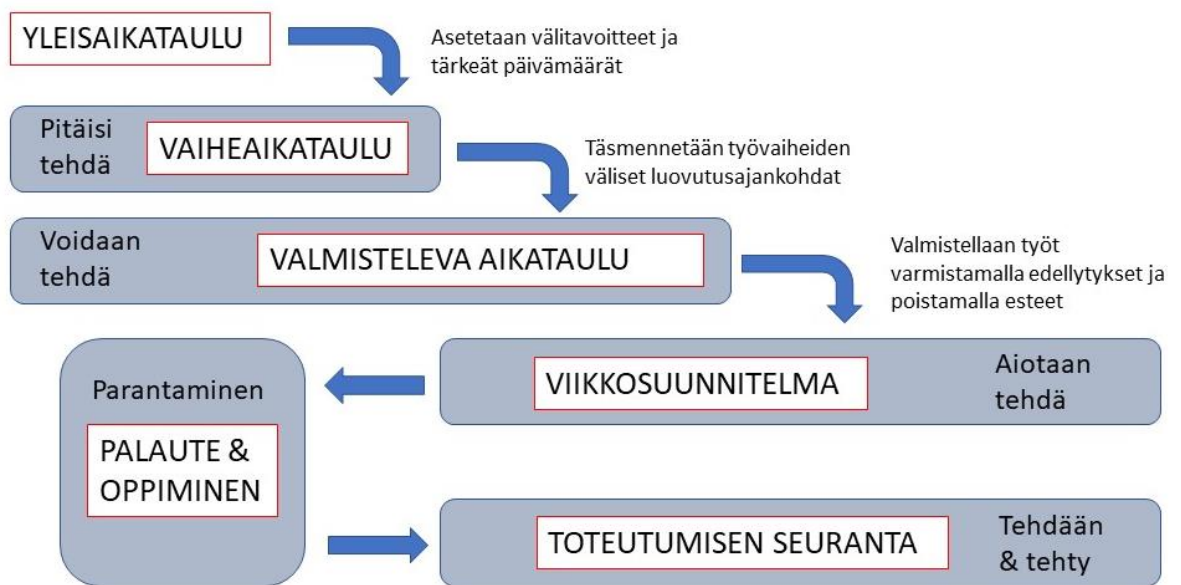
Peruseriaate Last Planner -menetelmän soveltamisessa on, että kukin projektin taho aikatauluttaa oman tekemisen rakennuttajan laatimaan aikatauluraamiin. Tarvittavat lähtötiedot ja milloin kyseinen tieto tarvitaan muilta suunnittelualoilta, laputetaan omalla post-it lapulla toisen suunnittelualan vaakariville (taulukko 2). Kukin osapuoli tarkastelee omaa vaakariviään ja sinne asetettuja tehtäviä. Tehtävien järjestystä ja paikkoja muutellaan niin pitkään, kunnes kukin taho pystyy sitoutumaan tehtäville asetettuihin aikatauluvaateisiin. (Koskenvesa & Mäki 2019, 26.)

Taulukko 2. Esimerkki Last Planner -laputuksesta sähköiseen muotoon laadittuna.

TEHTÄVÄAIKATAULU (LAST PLANNER) 24.1.2022

		Tammikuu				Helmikuu		
		1	2 (10.1. - 14.1.)	3	4	5 (31.1. - 4.2.)	6	7
Välitavoitteet						Hankintailmoitus ja alustava tarjouspyyntö (4.2.)		
Helsinki	Toimittaa tiedot	RAK: - Lastauslaiturin rakenteiden vaatimukset - Lähtötiedot hiilipäästöt	LVI: - HKL:n väistöt - Sähköalon väistöt - Bussiterminaalin väistöt			RAK: - Purettavien rakennusten häittä- ainetutkimukset		
VK	Toimittaa tiedot		RAK: - Urakka- ja muutosten tarkkuustaso		GEO/KAT: - Nosturin sijainti			
Viranomaiset							Hankkeen ennako- neuvottelu	
SOTE	Toimittaa tiedot		ARK: Sote-tilajärjestelyt & muuntojoustavuus-tarve 6 krs.	ARK: Sote-tilajärjestelyt & muuntojoustavuus-tarve 7 krs.			ARK: Kohdekäynti Kalasatamaan ja Myllypuroon	
HKL	Toimittaa tiedot				ARK/TATE HKL-tilataustatieto saaminen			
ARK	Suorittaa tehtävän							
	Toimittaa tiedot		GEO/KAT: - Kellarin pohjakuva ja korot	RAK: - Lukitut pohjat, - Kantavien rakent. sijainnit LVI/SAH Tasosuunnitelmat				
RAK	Suorittaa tehtävän	Tekni- suunnitelmat					Stabiiletti- laskenta (alustava)	
	Toimittaa tiedot				LVI: - 1 krs.: pilarin ja paikat			GEO: - Perustukset - Paikka- ja arvio- kaavio
GEO/KAT	Suorittaa tehtävän	- Kalliomekaan. laskenta metron kulkijoiden osalta	Vaiheistus-suunnitelma ja yhteensovitus - Suunnitellut määrät		- Tukiseinätarve - Pohjatutkimus - Hulevesi	- Työselostus		

Kuviossa 9 on esitetty Last Planner -menetelmän prosessikaavio. Last Planner -menetelmän ensimmäisessä vaiheessa suoritetaan yleissuunnittelun aikataulutaminen koko hankkeelle ja hahmotellaan hankkeen kaikki välitavoitteet. Yleissuunnitteluvaiheen jälkeen aletaan pilkkomaan projektia pienempiin kokonaisuuksiin ja suoritetaan vaihesuunnittelu. Vaihesuunnittelun tavoite voi olla suunnitteluprojekteissa esimerkiksi tietyn hankintapaketin suunnitelmien laatiminen.



Kuvio 9. Last Planner prosessikaavio (mukaihen Ennova 2011).

Vaihesuunnittelun jälkeen siirrytään Last Plannerin tarkimpaan tasoon eli viikkosuunnitteluun. Viikkosuunnittelupalavereiden sykli voi olla esimerkiksi kaksi viikkoa. Viikkosuunnittelupalavereissa käydään läpi kunkin projektin osapuolen tehtävien edistyminen ja asetetaan tulevien viikkojen tavoitteet yhdessä. Viikkosuunnittelun tavoitteena on mahdollistaa tehokas ja arvoa tuottava työn edistyminen kaikkien projektin osapuolille. Mikäli viikkosuunnittelupalavereissa ilmenee esteitä tehtävien suorittamiselle, kirjataan poikkeamat ylös ja pyritään oppimaan poikkeamista ja muuttamaan toimintaa siten, että samoja esteitä ei synnyisi enää uudelleen projektissa. (Koskenvesa & Mäki 2019, 27–41.)

2.6 Lean talotekniikan suunnittelussa

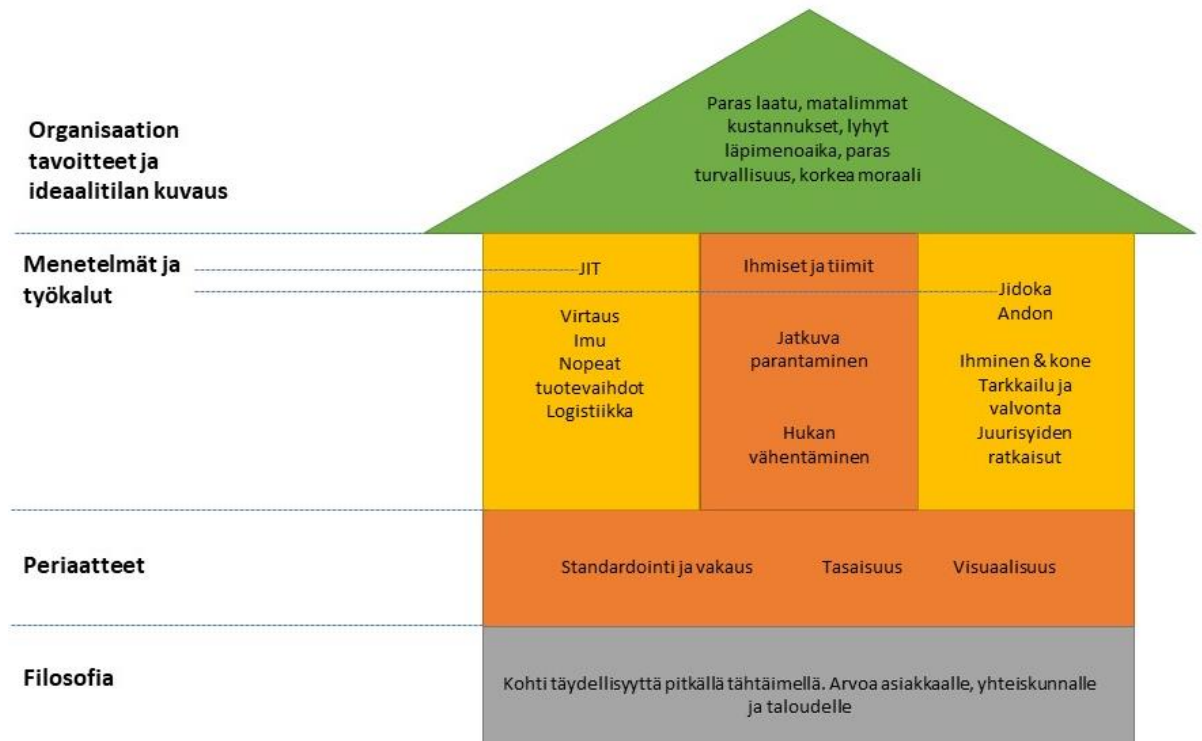
2.6.1 Lean-johdamsoppi ja Lean-filosofia

Lean-johdamsoppi on syntynyt Yhdysvalloissa 1980-luvulla, missä tällä uudella tuotantofilosofialla toimivia tehtaista alettiin käyttää nimitystä *Lean Production System*. Alun perin Lean-termi pohjautuu japaninkieliseen termiin *genryou*, joka tarkoittaa prosessia, josta poistetaan kaikki ylimääräinen ja arvoa tuottamaton toiminta. Itse Lean-tuotantosysteemin on kuitenkin kehittänyt japanilainen autovalmistaja Toyota jo 1950-luvulla. Työntekijät Eiji Toyoda ja Taiichi Ohno sekä joukko muita toyotalaisia ottivat mallia Fordin massatuotantoprosessista ja muokkasivat ideaa, jotta se palvelisi paremmin Toyotan tuoteräätälöintiä. Ongelmat, jotka Toyota halusi ratkaista tällä uudella Lean-tuotantosysteemillä, liittyivät tuotannossa havaittuihin laatu- ja resurssiasioihin. (Salminen 2021, 15.)

Lean-filosofian keskeiset periaatteet voidaan tiivistää neljään pääkohtaan (Salminen 2021, 20):

- **Kaikki toiminta tähtää arvon luontiin.** Kaikki arvoa tuottamaton toiminta niin tuotanto- kuin palveluprosessissa on hukkaa ja tulisi poistaa prosessista.
- **Arvovirta kohti asiakasta.** Tuotantoprosessi on imuohjattu ja arvovirtaus on tasaista, eli työvaihe suoritetaan vasta kun sille on oikeasti tarve ja kun suoritusedellytykset häiriöttömälle työvaiheen toteuttamiselle ovat olemassa.
- **Ihmisten kehittäminen.** Kaikkia tuotantoprosessiin osallistuvia ihmisiä motivoidaan, kuunnellaan ja johdetaan laadukkaasti. Myös toimitusketjussa mukana olevat toimittajakumppanit otetaan huomioon.
- **Jatkuva parantaminen.** Tuotantoprosessia arvioidaan ja kehitetään jatkuvasti. Havaitut ongelmat poistetaan mahdollisimman pian ja luodaan koko tuotantoprosessin osiin jatkuvaan parantamiseen tähtäävä toimintakulttuuri.

Lean-ajattelusta yleisin esitetty malli on Likerin kirjan mukainen Toyota-talo (kuvio 10). Lean filosofia muodostaa talon perustan ja tavoitetila on talon katto. Jotta Lean-ajattelun tavoitetila saavutetaan, tulee Lean-periaatteita, menetelmiä ja työkaluja soveltaa. (Salminen 2021, 18–19.)



Kuvio 10. Toyota-talo, joka kuvaa Lean filosofian soveltamista (mukaillen Liker 2008).

2.6.2 Lean rakentamisessa

Lean-ajattelun pohjana on aina jatkuva parantaminen, mutta toimialasta riippuen Lean-ajattelua ja Lean-toimintatapoja tulee soveltaa tapauskohtaisesti. Kuitenkin sovelluksesta riippumatta taustalla tulee aina olla yhteinen filosofia, ideaalitilan tavoittelu sekä Lean-periaatteet. Lean-ajattelun soveltaminen rakentamisen viitekehykseen on saanut alkunsa kansainvälisestä, etenkin yhdysvaltalaiseen tutkimustyöhön pohjautuvasta työstä. Lauri Koskela kuitenkin oli ensimmäisiä henkilöitä, joka alkoi miettiä, miten Lean-periaatteita sovelletaan rakennusprojektien viitekehykseen. (Salminen 2021, 31.) Oman haasteensa Lean-ajattelun soveltamisesta rakennusprojekteihin tuo se, että rakennusprojektit ovat luonteeltaan

lähes aina ainutkertaisia ja organisaatio rakennusprojektissa on usein myös ainutkertainen (Mölsä 2019). Lisäksi rakennusprojekteissa voi vallita ajatusmalli, jossa eri yritykset tulevat ajatelleeksi vain omaa etuaan, eikä mielessä ole ensimmäisenä yhteisen edun tavoittelu. Suurin ero ja samalla suurin haaste yleisten Lean-periaatteiden noudattamisessa rakennusprojektissa onkin yhteistyön ja yhteisten tavoitteiden eteen työskentely. (Salminen 2021, 33.)

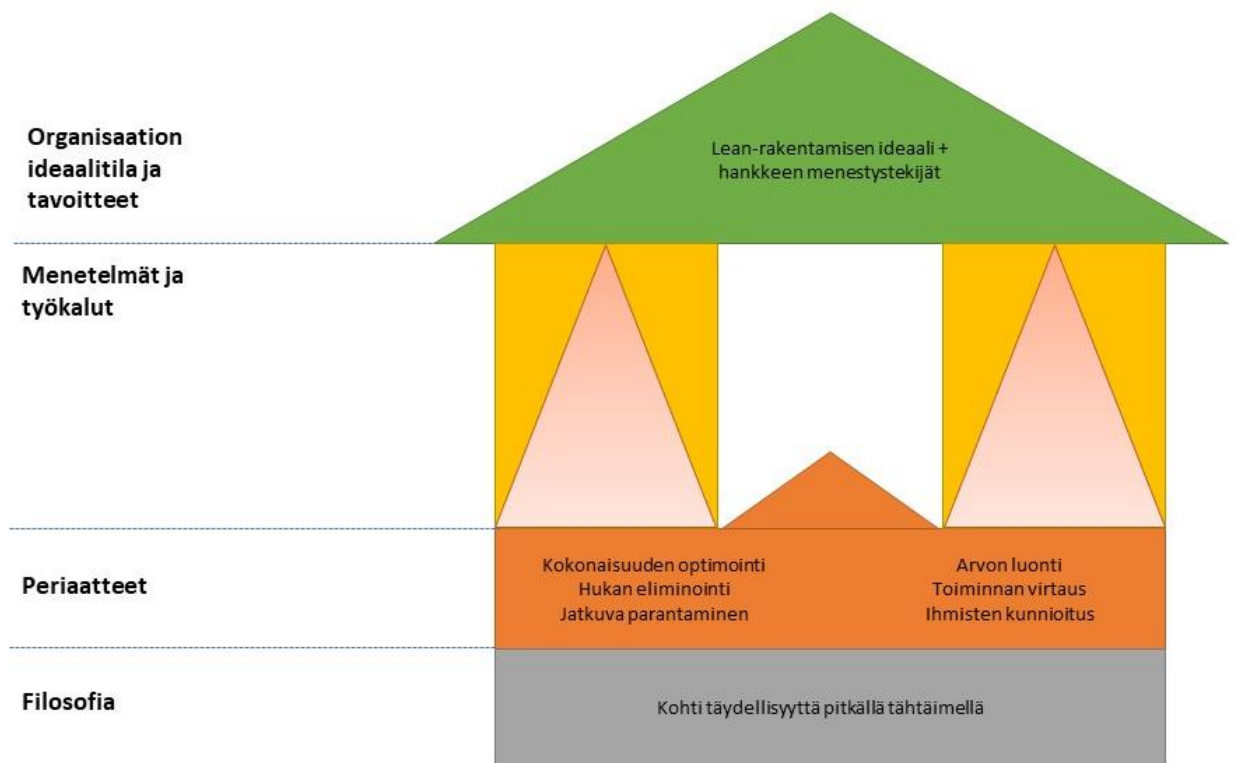
Rakennusprojekteissa hyödyttävimmiksi koetut Lean-työkalut ovat sellaisia, jotka visuaalisuuden avulla ilmaisevat tavoitteiden saavuttamista. Yhdeksi hyväksi työkaluksi on koettu tahtituotanto. Tahtituotannon avulla koko projektiryhmä ymmärtää mitä heiltä missäkin kohtaa odotetaan ja arvovirtaus projektissa on tasainen. Rakentamishankkeessa on kuitenkin muistettava, että loppukädessä rakennuksen tulevat käyttäjät ovat se taho, jolle rakennus rakennetaan. Haastetta rakentamiseen tuo arvovirtauksen optimointi siten, että kohteena on tilojen loppukäyttäjät, mutta samalla myös kiinteistön omistaja sekä hankkeen aikana tilaaja tai rakennuttaja. Kullakin edellä mainituista tahoista voi olla omat arvo-odotuksensa rakentamishankkeelle. Esimerkiksi loppukäyttäjä voi odottaa, että tilat palvelevat toimintaa mahdollisimman hyvin ja rakennuksessa viihdytään. Kiinteistön omistaja taas voi odottaa, että rakennus on mahdollisimman muuntojoustava. Työn tilaaja tai rakennuttaja taas voi odottaa, että rakennustyöt tulee tehdyksi sovitussa aikataulussa ja sovitulla budjetilla. (Salminen 2021, 34,56.) Puhtaasti Lean-ajattelun näkökulmasta katsottuna arvovirta pitäisi ensisijaisesti kohdistaa tahoon, joka laittaa hankkeen käyntiin (Salminen 2021, 83).

Lean-rakentamisen kattojärjestö yhdysvaltalainen *Lean Construction Institute* on määritellyt Lean-ajattelun ja sen soveltamisen rakentamiseen seuraavanlaisesti (Salminen 2021, 35):

- Lean on kunnioituksen ja jatkuvan parantamisen kulttuuri, joka tähtää suurempaan arvonluontiin asiakkaalle tunnistamalla ja eliminoimalla hukkaa.
- Lean-projektin toimitussysteemi on organisoitu tapa soveltaa Lean-periaatteita ja menetelmiä, joiden avulla toteutustiimi luo yhteisen arvovirran.

Lean-rakentamisen periaatteet mukailevat yleisiä Lean-periaatteita hyvin paljon. Rakennusalan erityispiirteistä johtuen, kokonaisuuden ja hukan optimointi on nostettu omiksi elementeiksi. Kokonaan hukan poistaminen rakentamisen prosessista voi olla mahdotonta, joten siksi puhutaan nimenomaan optimoinnista. Rakennusalaa on jo pitkään vaivannut matala tuottavuuden taso, joten siksi hukan optimointi onkin todella tärkeässä roolissa, kun puhutaan keskeisimmistä Lean-periaatteista rakentamistuotannossa. (Salminen 2021, 35–56, 109–110.)

Lean-rakentamisen periaatteet on esitetty kuviossa 11. Sisältörakenne on sovellettu kuviossa 10 esitetystä Toyota-talosta rakentamisen toimintaympäristöön soveltuvaksi. Koska erilaiset Lean-rakentamisen työkalut kehittyvä koko ajan ja niitä tulee jatkuvasti lisää, pitäisi Lean-ajattelu omaksua aina kokonaisuutena, eikä keskittyä vain yksittäisen työkalun soveltamiseen. Kokonaisuus koostuu filosofian, periaatteiden ja menetelmien ja työkalujen soveltamisesta ja kaikilla näillä tähdätään organisaation ideaalitilan saavuttamiseen. (Salminen 2021, 37.)



Kuvio 11. Lean-rakentamisen sisältörakenne mukailien alkuperäistä Toyota-talon mallia (mukaien Liker 2008).

3 Kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli

Tässä luvussa kuvataan, miten kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli kytkeytyy osaksi rakentamisen aikajanaa sekä miten kehitetty toimintamalli ratkaisee rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa havaittuja ongelmakohtia urakkalaskentavaiheeseen liittyen. Lisäksi luvussa esitellään pilottiprojektiin osallistunut organisaatio ja kuvataan, miten pilottiprojektin kaksi eri vaihetta toteutettiin ja millaista suunnitelma-aineistoa näissä vaiheissa tuotettiin.

3.1 Rinnakkainen suunnittelu ja toteutus

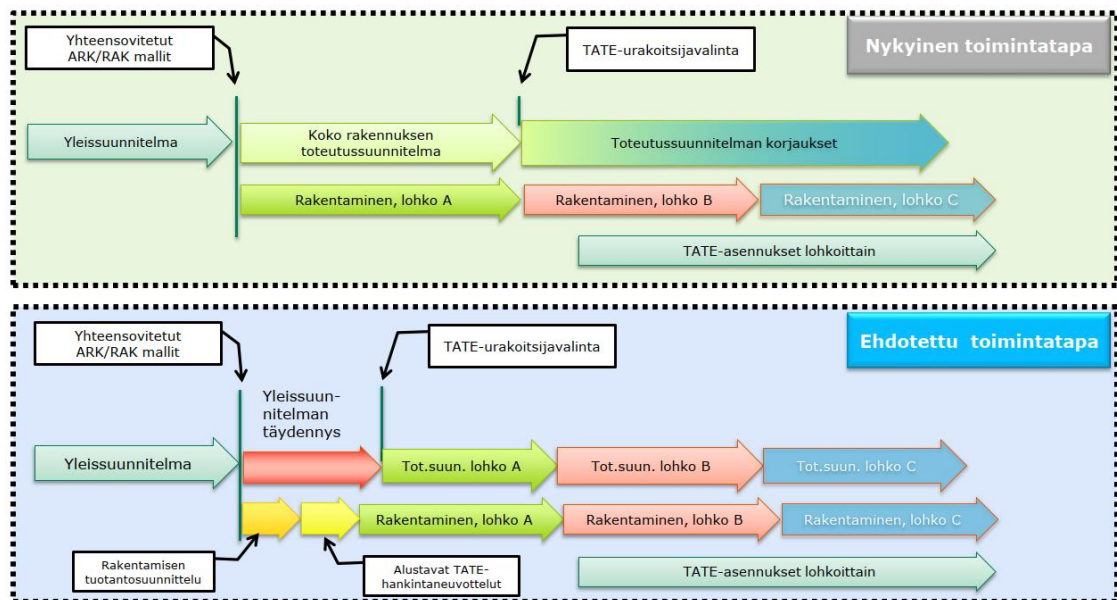
3.1.1 Perusteet ja sovelluskohteet

Hankemuodoissa, joissa suunnittelua ja toteutusta limitetään keskenään, tavoitteena on lyhentää projektin läpimenoaikaa ja antaa tilaajalle ja käyttäjälle mahdollisimman paljon aikaa päätöksentekoon lopullisista tilojen käyttötarkoituksesta ja varustelusta. Kiinteiden tilaosien lopulliset lähtötiedot TATE-suunnittelulle saadaan tyypillisesti, kun toteutussuunnitteluvaihe hankkeessa alkaa. Muuntuvien tilaosien osalta lopulliset lähtötiedot TATE-suunnittelulle saadaan vasta rakentamisen aikana. Rakentamisen aikana tapahtuva suunnittelu luo haasteellisen tilanteen, sillä aikaa toteutuskelpoisten suunnitelmien toimittamiseen on usein todella vähän. Siksi suunnitelmien toimittaminen tulee tapahtua paketeissa, jotka palvelevat rakentamisen lohkoaikataulutusta.

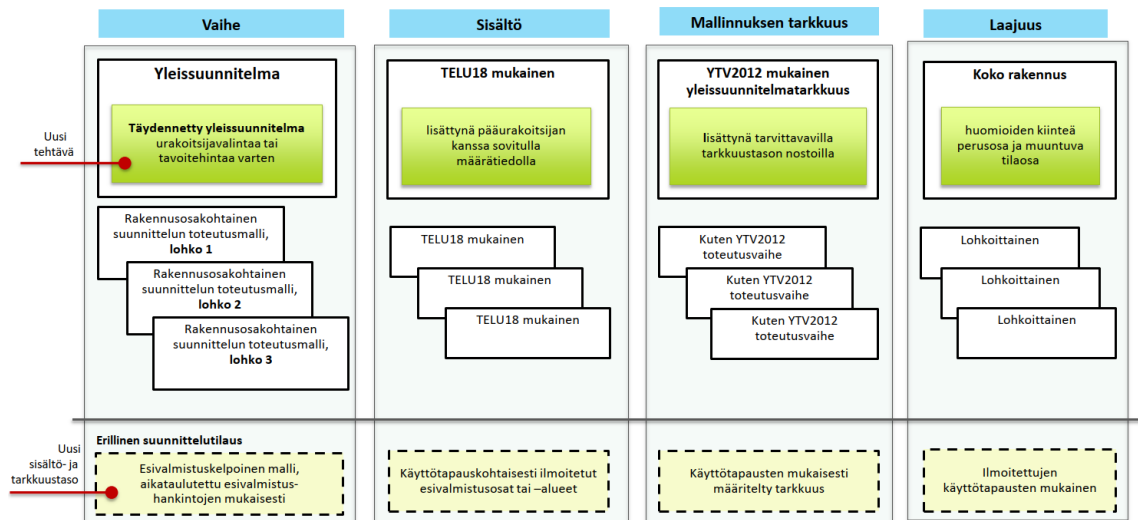
Eri suunnitelmapakettien yhteensovittaminen on haastavaa lohkoakohtaisessa rakennustavassa. Monesti varsinkin sähkö- ja telejärjestelmissä koko rakennuksen tilaratkaisut ovat riippuvaisia toisistaan, ja yksittäisen tilan tai lohkon suunnittelu voi olla haasteellista, jos lopullisia lähtötietoja rakennuksen muista lohkoista ei ole vielä saatavilla. (Järvinen 2021.)

3.1.2 Täydennetty yleissuunnitelma

Koska TATE-suunnittelussa isoin työmäärä painottuu toteutussuunnitteluvaiheeseen, on kevennetty toimintamalli ratkaisu tuottaa pienellä työllä yleissuunnitelmatasoisesta suunnittelumateriaalista urakkalaskentaan kelpaavaa aineistoa. Suunnitteluvaiheena kevennetyn toimintamallin soveltamista rakennusprojektin aikana voidaan kutsua nimellä ”täydennetty yleissuunnitelma”. Kuviossa 12 on esitetty, miten täydennetty yleissuunnitelmapaketti sovitetaan rakennushankkeen aikajanelle. Kuviossa 13 on esitetty mitä oleellisia muutoksia täydennetty yleissuunnitelma tuo suunnitelmapaketin sisältöön, mallinnuksen tarkkuustasoon, ja miten hankkeen laajuus otetaan huomioon laadittaessa täydennettyä yleissuunnitelmaa.



Kuvio 12. Hankkeen aikajana perinteisessä toimintatavassa ja kevennetyssä toimintamallissa (Järvinen 2018).



Kuvio 13. Prosessimalli rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa (Järvinen 2018).

Keskeisenä pohjana täydennetyt yleissuunnitelman laatimisessa on määrittää rakennuksen kiinteät- ja muuntuvat tilaosat. (Järvinen 2018.) Perinteisesti avoimessa rakentamisessa käytetään vain kiinteää ja muuntuva tilaosaa, mutta joissain tapauksissa voidaan käyttää myös puolikiinteää perusosaa. Puolikiinteän perusosa voi olla muuntuvan ja kiinteän tilaosan välissä oleva tila-alue, esimerkiksi käytävätilat. (Järvinen 2021.)

Rakennuksen kiinteän tilaosan suunnittelu täydennyksessä yleissuunnitteluvaiheessa voidaan tehdä tilanteesta riippuen jopa toteutussuunnittelutasoisiksi suunnitelmiksi asti, sillä näiden tilojen osalta mahdollisia muutoksia rakentamisen edetessä ei ole odotettavissa. Usein rakentamishankkeessa kiinteän tilaosan lohkot ovat ensimmäisenä toteutuksessa, joten toteutuskelpoiset suunnitelmapaketit näille lohkoille tulee saada heti rakentamisen alkuvaiheessa. Muuntuvien tilaosien kohdalla täydennetty yleissuunnitelma perustuu vahvasti arkkitehdin tilaohjelmaan ja mallitiloihin. Suunnittelu muuntuvien tilaosien kohdalla pyritään pitämään mallitilatasoisena.

Mallitilojen osalta suunnitelmataso tulisi olla toteutussuunnittelutasoista ja myös tietomallintamisen taso tulisi olla yleisten tietomallivaatimusten toteutussuunnittelutasoista. (Järvinen 2021.) Sähkösuunnittelun kannalta YTV2012 mukaan mallitiloissa tulee siis mallintaa vähintään sähkön jakokeskukset, johtotiet ja

valaisimet. Lisäksi asennuskalusteet tulee erikseen sovittaessa mallintaa mallitiloissa. (COBIM - hankkeen osapuolet 2012, 29.)

Puolikiinteään tilaosan täydennetty yleissuunnitelma ei lähtökohtaisesti ole sellaisenaan toteutussuunnittelun tasolla, sillä kehittymistä ja muutoksia tälle tilaosalle on hankkeen aikana odotettavissa. Suunnitelmamateriaali on tyypillisesti yleissuunnitelmatasoista materiaalia, jota täydennetään määräluetteloin. Määräluetteloiden massat voidaan määrittellä muihin vastaaviin kohteisiin perustuen. Referenssikohteiden avulla voidaan määrittellä eri sähkö- ja telejärjestelmille menekkejä, jotka pohjautuvat eri tilatyyppeihin menekkeihin. Arvioidaan esimerkiksi, kuinka monta pistorasiaa ja valaisinpistettä sairaalarakennuksen käytävätiloissa tyypillisesti on neliometriä kohden. (Järvinen 2021.)

3.2 Pilottiprojektin organisaatio

Kevennettyä sähkösuunnittelun toimintamallia on kehitetty Granlund Oy:ssa vuodesta 2020 alkaen. Vuonna 2020 toteutetussa pilotissa testattiin uutta kevennettyä sähkösuunnittelun toimintamallia ja verrattiin sitä perinteiseen tapaan, jolla aiemmat vastaavat projektit on toteutettu.

Pilottiprojektin urakkalaskentavaiheeseen osallistui kaksi sähköurakoitsijaa; Amplit Oy ja Consti Talotekniikka Oy. Sähköurakoitsijoiden osallistuminen pilottiprojektin laskentavaiheeseen oli tärkeää, sillä urakoitsijoilta saatiin tärkeää palautetta muun muassa kevennetyn toimintamallin suunnitelma-aineistojen soveltuvuudesta urakkalaskentaan. Granlund Oy:sta mukana pilottiprojektissa oli kevennetyn sähkösuunnittelun toimintamallin kehityksestä vastannut Kari Kaleva sekä itse suunnitteluaineiston tuottamisesta vastanneet projektipäälliköt ja suunnittelijat. Myös tämän opinnäytetyöntekijä oli mukana havainnoimassa pilottiprojektin edistymistä.

3.3 Pilottiprojektin esittely

Pilottiprojektin kohteena toimi sairaalakiinteistön laajennusosa. Laajennusosa sisälsi muun muassa vastaanottotiloja, toimistotiloja, teknisiä tiloja, asiakastiloja sekä yleisiä kulku- ja käytävätiloja. Kohteen laajuus oli 1358 brm². Kohde perustui osaan todellista hanketta, jonka toteutus suunnitelmia ei ollut vielä pilottiprojektin toteutusvaiheessa laadittu. Pilottihankkeen soveltamisesta tähän kohteeseen oli saatu lupa tilaajalta, sillä ehdolla että kohteen nimeä ei julkistettu.

Kiinteistötyyppinä sairaala soveltui hyvin pilottiprojektiin, sillä sairaalatilat sisältävät todella paljon sähkö- ja tietoteknisiä järjestelmiä. Pilotin kohdekiinteistö sisälsi seuraavat sähkö- ja tietotekniset järjestelmät:

- maadoitukset ja potentiaalitasausjärjestelmä
- johtotiet
- vahvavirtajakelujärjestelmät (normaaliverkko, varavoima, ups)
- poistumisvalaistusjärjestelmä
- merkinantojärjestelmät
- hoitajakutsujärjestelmä
- ovipuhelinjärjestelmä
- aikakellojärjestelmä
- hätäkuulutusjärjestelmä
- kulunvalvontajärjestelmä
- yhteisantennijärjestelmä
- paloilmoinjärjestelmä
- kameravalvontajärjestelmä
- rikosilmoitinjärjestelmä
- henkilöturvajärjestelmä
- yleiskaapelointijärjestelmä.

Tavoitteina pilottiprojektissa oli yhteistyössä urakoitsijoiden kanssa arvioida, miten hyvin kevennetty toimintamalli soveltuu oikeaan urakkalaskentaan, millaiseen tarkkuustasoon urakkalaskennassa päästään verrattuna perinteiseen malliin ja millaisia kehityskohteita kevennetystä toimintamallista havaitaan. Pilottiprojekti

toteutettiin kahdessa vaiheessa. Pilottiprojektin lähtökohtana oli, että kohteen yleissuunnitelmat oli aiemmin laadittu ja niissä oli määritelty järjestelmätasolla toteutettavien järjestelmät sekä yleisellä tasolla käyttäjän tarpeet.

Ensimmäisessä vaiheessa suunnitteluryhmä laati kevennetyn toimintamalli mukaisen suunnitelmapaketin. Tämän jälkeen sähköurakoitsijat saivat ensimmäisen laskentamateriaalin itselleen ja he suorittivat suunnitelmapaketille urakkalaskennan. Mukana hankkeessa urakoitsijoilla oli kokeneet urakkalaskijat. Toisessa vaiheessa suunnitteluryhmä laati samasta kohteesta suunnitelmapaketin, joka tasoltaan vastasi lähes toteutuskelpoisia suunnitelmia, eli suunnitelmia oli viety paljon pidemmälle verrattuna ensimmäisen vaiheen suunnitelmiin. Kun urakoitsijat olivat suorittaneet ensimmäisen vaiheen urakkalaskennan, siirtyivät he laskemaan toisen vaiheen suunnitelmia. Urakoitsijat eivät käyttäneet hyväkseen ensimmäisen vaiheen laskentamateriaaleja tai tuloksia, vaan kumpikin vaihe laskettiin erillään toisista, jotta mahdolliset eroavuudet eri vaiheiden välillä näkyisivät mahdollisimman todenmukaisesti.

3.3.1 Nykyinen toimintamalli

Pilottiprojektin toisessa vaiheessa, jossa suunnitteluryhmä tuotti perinteiset suunnitelma-aineistot, käytettiin suunnitelmatapana yleisesti alalla käytettyä suunnittelutapaa tuottaa urakkalaskentaan soveltuva suunnitelma-aineisto. Perinteistä toimintamallia ohjaa tapa, jossa suunnittelija työstää suunnitelma-aineiston siihen tasoon, että lähes kaikki sähkö- ja telepisteet ovat sijoitettuna tasokuvaan. Lisäksi perinteisessä toimintamallissa järjestelmäkaavioissa lähes kaikki laitteet on tyydytetty tai niille on annettu esimerkkityypit. Perinteisessä mallissa kriittisenä lähtötietona toimii arkkitehdin pohjakuva sekä tilojen käyttäjältä saatavat tiedot tiloissa tapahtuvassa toiminnasta. Perinteisen toimintamallin on oletettu tukevan urakoitsijan urakkalaskentaa, kun jokainen sähkö- ja telepiste sekä kaapeli on sijoitettuna tasokuvaan. Taulukossa 3 on kuvattu suunnitelma-aineiston esitystapa, johon pilottiprojektissa toisen vaiheen suunnitelma-aineisto saatettiin.

Taulukko 3. Perinteisen suunnitelma-aineiston esitystapa urakkalaskentaa varten.

JÄRJESTELMÄ	ESITYSTAPA SUUNNITELMA-AINEISTOSSA						LASKENTAPERUSTEET	
	Pisteet/määrät tasokuvassa	Johdotukset tasokuvassa	Järjestelmä-/periaatekaavio	Rakennustapa-selostus	Määräluettelo	Pääkaavio	Hankintarajataulukko	Suunnitelma-aineisto
Maadoitukset ja potentiaalintasaus	X	X	X	X			X	X
Jakokeskukset	X			X		X	X	X
Johtotiet	X			X			X	X
Vahvavirta asennuskalusteet	X	X		X			X	X
Valaisimet	X	X		X	X		X	X
Valaistuksen ohjaus	X	X	X	X			X	X
Poistumisvalaistus	X	X	X	X			X	X
Merkinanto	X		X	X			X	X
Hoitajakutsu	X	X	X	X			X	X
Ovipuhelin	X		X	X			X	X
Aikakello	X		X	X			X	X
Hätäkuulutus	X	X	X	X			X	X
Kulunvalvonta	X		X	X			X	X
Antenni	X		X	X			X	X
Paloilmoitin	X	X	X	X			X	X
Kameravalvonta	X		X	X			X	X
Rikosilmoitin	X		X	X			X	X
Henkilöturva	X	X	X	X			X	X
Yleiskaapelointi	X		X	X			X	X

Kaikissa järjestelmissä esitystapa pohjautuu arkkitehdin pohjakuvaan ja tämän lisäksi osassa järjestelmissä johdotukset on esitetty tasokuvassa (taulukko 3). Tähtimäisesti kaapeloitavat järjestelmät on esitetty ilman johdotuksia, mutta muiden järjestelmien osalta myös kyseessä olevaan järjestelmään liittyvät johdotukset on esitetty tasokuvassa. Kuviossa 14 on esimerkki paloilmoitinjärjestelmän perinteisestä esitystavasta, jossa kaikki pisteen on sijoitettu tasokuvaan ja ne on kaapeloitu siten kuten ne urakoitsija oikeasti toteuttaisi.

Hankintarajataulukko on myös hyvä työkalu, kun suunnitteluaikana käydään läpi jokainen sähkö- ja telejärjestelmä yhdessä tilaajan ja käyttäjän kanssa.

Taulukko 4. Esimerkki hankintarajataulukosta.

Pos	Järjestelmä	Hankintaraja	Huomaus
94	Ohjelmointi ja käyttöönotto	SU	
95	Runkokaapelointi	SU	
96	Väyläkaapelointi	SU	
	Kameravalvontajärjestelmä		
97	Keskuslaitteet		Nykyiset keskuslaitteet
98	Kamerat	SU	
99	Ohjelmointi ja käyttöönotto	SU	
100	Runkokaapelointi	SU	
101	Pistekaapelointi	SU	
	Yleiskaapelointijärjestelmä		
102	Pääjakamot	SU (runkokaapelit)	Nykyinen pääjakamo, uudet kuitupaneelit uusille runkokaapeleille järjestelmäkaavion mukaan
103	Alajakamot	SU	
104	Tietoverkon aktiivilaitteet	Tilaja toimittaa	
105	Yleiskaapelointipisteet	SU	
106	Runkokaapelointi	SU	
107	Pistekaapelointi	SU	
	Potilasvalvontakamerajärjestelmä		
108	Keskuslaitteet	Palveluhankintana	
109	Kamerat	Palveluhankintana	
110	Ohjelmointi ja käyttöönotto	Palveluhankintana	
111	Runkokaapelointi	SU	
112	Pistekaapelointi	SU	
	Ovenpielinäyttöjärjestelmä		
113	Keskuslaitteet	Palveluhankintana	
114	Kenttälaitteet	Palveluhankintana	
115	Ohjelmointi ja käyttöönotto	Palveluhankintana	
116	Runkokaapelointi	SU	
117	Pistekaapelointi	SU	

Rakennustapaselostuksessa kuvataan kutakin sähkö- ja telejärjestelmää yleisellä tasolla. Rakennustapaselostuksessa voidaan määritellä järjestelmälle laatu- ja suoritusvaatimuksia ja antaa yleisesti tietoa järjestelmästä ja siitä, kuinka se aiotaan kohteessa toteuttaa. Tyypillisesti rakennustapaselostuksen pohjalta laaditaan tarkempi sähkötyöselostus, kun hanke etenee toteutusvaiheeseen. Sähkötyöselostuksessa on kuvattu yksityiskohtaisemmin kunkin järjestelmän toiminnot. Kustannuksien määrittämistä varten rakennustapaselostus tyypinen esitysmuoto on kuitenkin usein riittävä yhdessä muiden suunnitelma-asiakirjojen kanssa. Ote esimerkkirakennustapaselosteesta on esitetty liitteessä 1.

3.3.2 Kevennetty toimintamalli

Pilottiprojektin ensimmäisessä vaiheessa suunnitteluryhmän tavoitteena oli tuottaa kohteesta suunnitelma-aineisto siten, että urakkalaskenta pystyttäisiin suorittamaan riittävällä tarkkuudella, ja niin että suunnittelutyötä tehtäisiin mahdollisimman vähän. Taustalla oli ajatus, että urakoitsijavalinnan jälkeen suunnittelua

tullaan edistämään yhdessä urakoitsijan kanssa kohti toteutustasoisia suunnitelmia. Kevennetyn toimintamallin tarkoitus on tuottaa sellaista suunnitelma-aineistoa, joka ei ole muutoksille altis. Esimerkiksi arkkitehdin muutokset pohjakuvissa eivät aiheuttaisi uudelleen suunnittelua tai isotöisiä suunnitelmapäivityksiä. Keskeistä kevennetyn toimintamallin suunnitelma-aineistojen muodossa on pitää esitystavat ja ratkaisut määrämuotoisella tasolla.

Taulukossa 5 on esitetty kevennetyn toimintamallin esitystapa järjestelmittäin. Kevennetty toimintamalli pohjautuu ensisijaisesti kohteen laajuuteen, arkkitehdin tilaohjelmaan ja mallihuoneisiin. Tasokuvaa toki käytetään edelleen tärkeänä lähtötietona suunnittelussa, mutta sitä ei sidota ensisijaiseksi suunnittelun pohjamateriaaliksi, kuten perinteisessä toimintatavassa tehdään.

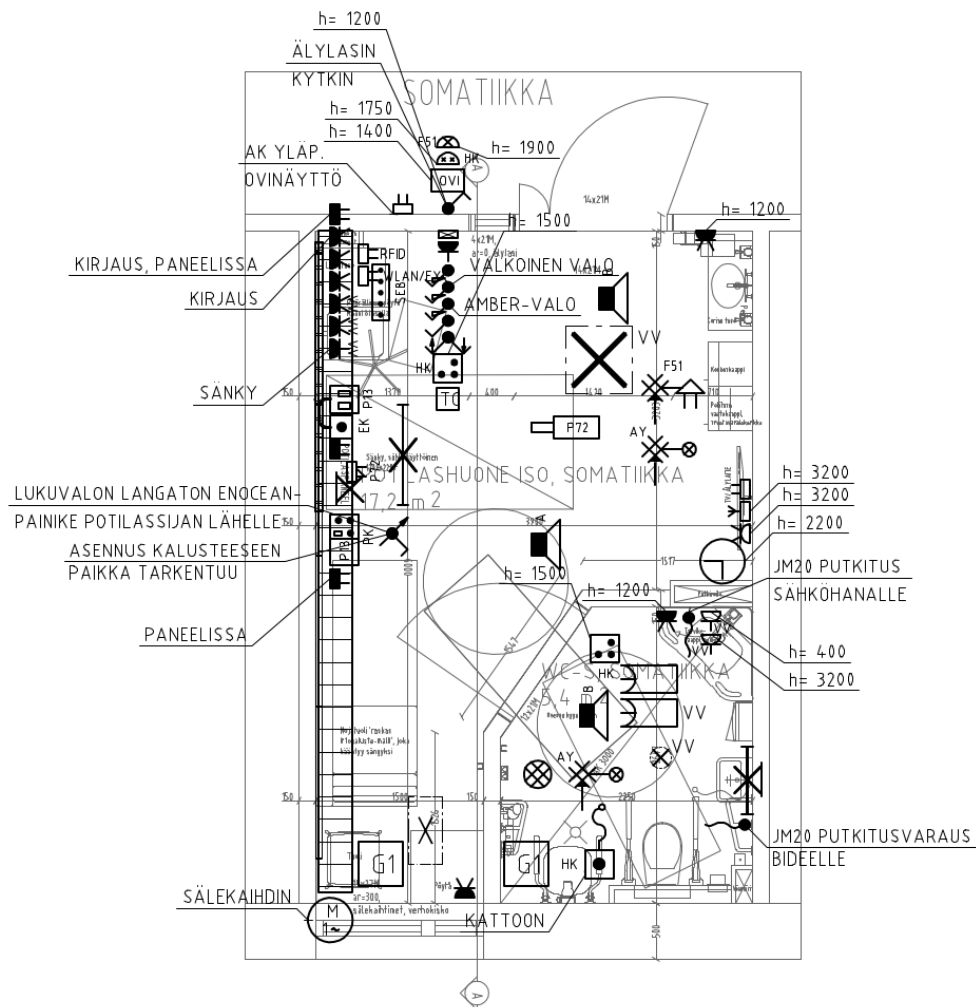
Taulukko 5. Kevennetyn mallin suunnitelma-aineiston esitystapa urakkalaskentaa varten.

JÄRJESTELMÄ	ESITYSTAPA SUUNNITELMA-AINEISTOSSA							LASKENTAPERUSTEET		
	Pisteet/määrät tasokuvassa	Johdotukset tasokuvassa	Järjestelmä-/periaatekaavio	Mallihuone-esitys (pistekuva)	Rakennustapa-selostus	Määräluettelo	Pääkaavio	Hankintarajataulukko	Laskentaohje	Suunnitelma-aineisto
Maadoitukset ja potentiaalintaus			X		X	X		X	X	X
Jakokeskukset	X				X		X	X	X	X
Johtotiet	X				X	X		X	X	X
Vahvavirta asennuskalusteet				X	X	X		X	X	X
Valaisimet				X	X	X		X	X	X
Valaistuksen ohjaus			X	X	X	X		X	X	X
Poistumisvalaistus		X	X	X	X	X		X	X	X
Merkinanto			X	X	X	X		X	X	X
Hoitajakutsu			X	X	X	X		X	X	X
Ovipuhelin			X	X	X	X		X	X	X
Aikakello			X	X	X	X		X	X	X
Hätäkuulutus			X	X	X	X		X	X	X
Kulunvalvonta			X	X	X	X		X	X	X
Antenni			X	X	X	X		X	X	X
Paloilmoitin			X	X	X	X		X	X	X
Kameravalvonta			X	X	X	X		X	X	X
Rikosilmoitin			X	X	X	X		X	X	X
Henkilöturva			X	X	X	X		X	X	X
Yleiskaapelointi			X	X	X	X		X	X	X

Perinteisestä mallista poiketen kevennetyissä mallissa jokaisesta järjestelmästä laaditaan pisteiden määräluettelo ja tätä tukeva laskentaohje (liite 2). Johdotuksia ei kevennetyissä mallissa esitetä muuten kuin malli-, tyyppi- ja järjestelmäkaavio- tasolla. Urakoitsijan vastuulle jää määrittellä johdotusten määrät perustuen muun muassa pisteiden määrään, periaatekaavioihin, jakokeskusten pääkaavioihin, käytettävissä oleviin arkkitehtipohjiin sekä kokemusperäiseen tietoon. Koska kevennetyissä toimintamallissa mistään järjestelmästä ei ole käytettävissä tasokuvaa, josta eri järjestelmien pistemäärät voisi laskea tai määrittää, on

suunnitteluaineiston määräluettelo todella keskeinen laskenta-asiakirja. Määräluettelon tuottaminen onkin kevennetyn toimintamallin haastavin työvaihe. Esimerkki kevennetyissä toimintamallissa käytetystä määräluettelossa on esitetty liitteessä 3.

Apuna määräluettelon laatimisessa suunnittelija käyttää muun muassa mallihuoneita (kuvio 16) eri tilatyypeistä, jotka toistuvat rakennuksessa. Mallihuoneissa on esitetty kaikki sähkö- ja telepisteet, joita tilaan on tarkoitus asentaa. Mallihuoneiden avulla urakoitsijalle on tarkoitus syntyä parempi käsitys urakan kokonaisuudesta ja siitä, minkä verran kussakin tilatyypissä on yhteensovitettavia sähkö- ja telejärjestelmiä.



Kuvio 16. Esimerkki potilashuoneesta varustettuna sähkö- ja telepisteillä mallihuone-esitystä varten.

Toisena tärkeänä apuvälineenä suunnittelija käyttää aiempien vastaavien kohteiden toteutuneita sähkö- ja telepistemääriä. Eri tilatyypeille voidaan sopivan referenssikohteen avulla määrittää neliöpohjaiseen laskentaan perustuva arvio sähkö- ja telepisteiden määrästä.

Sähköurakoissa, varsinkin sairaalaympäristöissä, merkittävänä kustannuseränä ovat valaisimet. Yhteistoiminnallisissa urakkamuodoissa myös urakoitsijan vastuulla voi olla määrittellä lopullisia tuotevalintoja, jotta urakalle asetetut taloudelliset ja laadulliset tavoitteet saadaan saavutettua. Varsinkin valaisimien kohdalla hintavaihtelu yksittäisellä tuotteella voi olla todella iso, riippuen valmistajasta ja teknisistä ominaisuuksista. Tästä johtuen suunnittelijan pitää ennen urakkalaskentavaihetta määrittellä jokin tyyppivalaisin, jotta urakoitsijoille tulee selväksi minkä laatutason valaisinta hankkeessa tarvitaan. Kevennetyssä toimintamallissa suunnittelija laatii valaisinluettelon (kuvio 17), jossa on esitetty esimerkkityypit kohteeseen soveltuvista valaisimista listahintoineen. Valaisinluettelon avulla urakoitsijalle annetaan tekniset ja taloudelliset raamit valaisimen valintaan. Mikäli urakoitsija löytää hankkeen aikana taloudellisesti tai teknisesti paremman vaihtoehdon esimerkkivalaisimelle, voidaan urakoitsijan ehdottama tuote vaihtaa suunnittelijan ehdottamaan valaisimen tilalle.



PIIR.NO 9001

PILOTTIHANKE
KEVENNETTY TOIMINTAMALLI URAKKALASKENNASSA, LASKENTAVERSIO 1
Potilashuone Somaattinen

Laat./Hyv.:
Sis:
Laadittu:
31.01.2020
Viim. päivitys:
12.02.2020

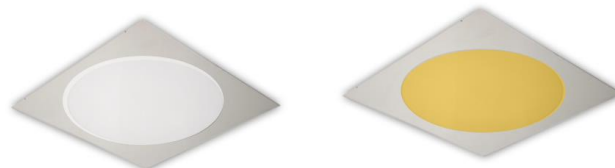
Potilashuone

Valaisintyyppit

Yleisvalaistus
LINEALINE ROBUST DALI 840 RAMPPIASENNUS 5400mm
Elektro-valo
Listahinta: :140 €/m 4kpl valaisimet rampissa kts laskelma
Mikroprisma-optiikka sekä suojamuovi valoaukon alapintaan+ torx ruuvit



Potilasvalaisin
1609.5L-4800 MLO 4000K +amber, Dali IK10 Elektro-valo
Mikroprisma-optiikka sekä kestävä suojamuovi valoaukon alapintaan+ torx ruuvit



Potilasvalaisin: Aktiivisen ajan valkea 4000K valonlähde sekä rauhoittumiseen amber-valonlähde

Kuvio 17. Esimerkki valaisinmäärittämisestä kevennetyn mallin valaisinluettelosta.

Yleisesti kevennetyssä toimintamallissa pyritään mahdollisimman paljon välttämään sellaista suunnittelutyötä, joka olisi sidottu sen hetkiseen arkkitehtipohjaan ja siellä määritettyihin sijoituksiin. Urakan kustannustason määrittystä varten tarkan paikkasijoituksen määrittäminen jokaiselle sähkö- ja telelaitteelle ei ole oleellista vaan oleellisempaa on asennustavan ja määrätiedon määrittäminen. Toki joitain tietoja pystytään lukitsemaan varmuudella jo kevennetyn suunnitteluvaiheen aikana. Tällöisiä voivat olla esimerkiksi liityntäpisteet nykyisiin järjestelmiin.

Oleellista on, että suunnittelija tunnistaa mitkä suunniteltavista tiloista kuuluvat muuttuvaan tilaosaan ja mitkä kiinteään tilaosaan. Lähtökohtaisesti muuttuvan tilaosan rakennusosissa suunnittelua ei tulisi viedä tasomuotoiseen esitystapaan ennen kuin lopulliset lähtötiedot ovat olemassa ja lukittu. Kiinteään tilaosan kohdalla voidaan hankekohtaisesti päättää, halutaanko urakan laskentavaiheessa esitystapana pitää tasoesitystä, vai samanlaista esitystapaa kuin muuttuvalla tilaosalla. Suurin suunnittelutyö tehdään siinä vaiheessa, kun esitystapana aletaan käyttää tasokuvatyyppistä esitystapaa, jossa on esitetty myös kaapeloinnit. Mikäli edellä mainitun työvaiheen jälkeen suunnitelma-ainestoa joudutaan muuttamaan, on muutostyöhön kuluva aika moninkertainen verrattuna siihen, että esitystapana olisi edellä mainittu kevennetyn toimintamallin mukainen määräluettelo.

4 Tutkimustehtävä

4.1 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena on tutkia kehityshankkeen onnistumista ja tunnistaa kehittämistä vaativia asioita. Tutkimusongelmaksi määritettiin kysymys ”Miten sähkösuunnittelun prosessia voidaan tehostaa rinnakkaisten toteutuksen ja suunnittelun hankkeissa?”

Tutkimusongelmasta johdettiin seuraavat tutkimuskysymykset:

- Miten kevennetty toimintamalli vähentää sähkösuunnittelussa syntyvää hukkatyötä projektinjohtourakassa?
- Miten kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli soveltuu projektinjohtourakan toimintaympäristöön?
- Miten perinteistä sähkösuunnittelun prosessia tulee käytännössä muuttaa, jotta se palvelee kevennettyä toimintamallia?

4.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena on havaita pilottiprojektissa esille nousseita asioita ja tutkia kehityshankkeen onnistumista. Toimintamalli on uusi, ja siitä on alalla vähän kokemusta ja tietoa. Tämän työn tavoitteena on tutkia mallia ja sen vaikutusta ensisijaisesti sähkösuunnitteluun mutta myös tarkastella mallin yleistä toimivuutta. Tavoitteena on myös tunnistaa toimintamallista kehityskohteita.

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen ja koskettaa koko sähkösuunnittelun ja urakoinnin alaa yhteistoiminnallisten hankkeiden lisääntyessä. Kehityshankkeen tavoitteena on pyrkiä vähentää hukkaa ensisijaisesti sähkösuunnittelussa, mutta samalla parantaa koko rakentamisen prosessin tehokkuutta. Opinnäytetyön kirjoittajalla on vahva osaaminen sähköalan suunnittelutehtävistä, kohtalainen kustannusosaaminen sähköalaan liittyen sekä yleisesti hyvä perustieto rakentamisen prosesseista ja hankemuodoista.

Granlund Oy:n kevennetyn toimintamallin kehityshankkeessa oli sähkötekniikan lisäksi mukana myös LVI-tekniikka, mutta tässä opinnäytetyössä keskitytään tutkimaan kehityshankkeen onnistumista sähkötekniikan näkökulmasta. Kehityshankkeen rakennuskohteena oli terveydenhuollon kiinteistö, josta kevennetyt suunnitelmamateriaalit on laadittu. Opinnäytetyössä selvitetään kehityshankkeen onnistumista ensisijaisesti terveydenhuollon rakennushankkeissa, mutta tarkoituksena on tarkastella myös, voiko kehityshankkeen mallia soveltaa luotettavasti muuhun julkiseen tai yksityiseen rakentamiseen.

5 Opinnäytetyön toteutus

5.1 Kohderyhmä ja taustatiedot

Laadullisessa tutkimuksessa oleellista on huomioida, mitä ilmiötä ollaan tutkimaan, kun tutkittavia valitaan aineiston hankintaa varten. On järkevää valita haastateltavat henkilöt siten että heillä on mahdollisimman paljon asiantuntemusta tai kokemusta kyseisestä aiheesta. Tärkeää on, että asiantuntemus aiheesta perustuu haastateltavan henkilön omaan kokemuspohjaan. (Vilka 2015, 135.) Haastateltavien henkilöiden lukumäärä riippuu tutkimuksen tarkoituksesta. Kysymykseen, kuinka monta haastateltavaa on oikea määrä laadullisessa tutkimuksessa, ei ole olemassa yksiselitteistä vastausta. Yksi lähestymistapa haastateltavien määrään on kuitenkin tarkastella sitä, missä vaiheessa haastateltavilta saatava aineisto kyllääntyy eli haastattelujen avulla ei saada juurikaan uutta tietoa, vaan samat asiat alkavat toistumaan haastattelusta toiseen. (Hirsjärvi, Remes, & Sajavaara 2009, 58, 60.)

Tässä opinnäytetyössä tutkittavina olivat Granlund Oy:n pilottiprojektista vastanneet projektihenkilöt. Lisäksi tutkimuskohteina olivat pilottiprojektissa mukana olevat sähköurakoitsijat. Tiedon lähteenä toimi myös pilottiprojektin aikana tuotettu suunnitteludokumentaatio, sekä siihen liittyvät erilaiset ohjeistukset. Lisäksi aineistoa kerättiin havainnoimalla pilottiprojektin purkutilaisuuksia, joissa mukana oli pilottiprojektiin osallistuneita henkilöitä niin urakoitsijoiden kuin myös suunnitteluorganisaation puolelta.

Haastateltaviksi henkilöiksi valikoitui kaksi sähkösuunnittelijaa Granlund Oy:sta. Molemmilla suunnittelijoilla oli kokemusta opinnäytetyön tutkimusongelmaan liittyen ja yleisesti kokemusta sähköalalta kymmenestä kahteenkymmeneen vuotta. Lisäksi haastateltiin kolmas henkilö, joka edusti pilottiprojektissa mukana ollutta sähköurakoitsijaa. Tämä kyseinen henkilö oli ollut mukana suorittamassa pilottiprojektin tarjouslaskentaa, ja hänellä on tarjouslaskentakokemusta sähköalalta noin 20 vuotta.

5.2 Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus on tapa suorittaa mikä tahansa tutkimus, jossa tutkijan tavoitteena on tehdä uusia havaintoja tutkittavasta aiheesta. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa ei käytetä tilastollisia tai määrällisiä tutkimuskeinoja apuna kuten määrällisessä tutkimuksessa on tapana, vaan tutkimuksen havainnot ja löydökset kuvataan sanallisesti. Kvalitatiivisen tutkimuksen tavoitteena on lisätä tutkijan ymmärrystä aiheesta sekä tuottaa uutta tietoa tutkittavasta aiheesta yleisesti hyödynnettäväksi. Kvalitatiiviselle tutkimukselle on tyypillistä niin sanottu iterointi. Aineistoa kerätään ja aineistoa analysoidaan koko tutkimuksen ajan, ja työvaiheet voivat sekoittua. Aineistoa kerätään ja analysoidaan niin pitkään, kunnes tutkijan asettama tutkimusongelma ratkeaa ja tutkija itse on ymmärtänyt tutkittavan ilmiön riittävän laajasti. (Kananen 2014, 18–19.)

Kvalitatiivinen tutkimus kohdistetaan usein yksittäiseen tapaukseen, koska tavoitteena ei ole tutkia aihetta tai ilmiötä yleisellä tasolla vaan saada mahdollisimman hyvä käsitys kyseiseen tapaukseen liittyvistä ilmiöistä. Tärkeimpiä tiedonkeruumenetelmiä laadullisen tutkimuksen suorittamisessa ovat siksi esimerkiksi teemahaastattelut ja tutkijan omat havainnot. (Kananen 2014, 19.)

Tähän opinnäytetyöhön valittiin tutkimusotteeksi kvalitatiivinen tutkimus ja tutkimusmenetelminä hyödynnettiin teemahaastattelua ja havainnointia. Tutkittava aihe oli uusi sekä opinnäytetyöntekijälle että yleisesti sähköalalle. Tavoitteena oli saada mahdollisimman syvä näkemys tutkittavasta aiheesta ja kerätä aineistoa henkilöiltä, joilla on kokemusta kevennetystä sähkösuunnittelun toimintamallista. Tärkein tavoite työssä oli saada kartoitettua kohdehenkilöiden henkilökohtaiset kokemukset toimintamallin soveltamisesta ja pyrkiä löytämään konkreettisia hyötyjä, joita toimintamallin soveltaminen tuo suunnittelutyöhön rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa. Lisäksi tavoitteena oli arvioida sitä, miten hyvin kevennetty toimintamalli soveltuu projektinjohtorakentamiseen ja mitä muutoksia perinteiseen toimintamalliin tulisi tehdä, jotta kevennetyn mallin toimintatavat soveltuvat talonrakennustekniikan sähkösuunnitteluprosessiin.

5.3 Aineiston hankinta

Tyypillisesti kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimusaineisto kerätään haastattelemalla ihmisiä heidän kokemuksistaan. (Vilka 2015, 122.) Muita keinoja aineiston keräämiseen kvalitatiivisessa tutkimuksessa on kysely, havainnointi ja erityyppisistä dokumenteista kerätty tieto. Samassa tutkimuksessa voidaan soveltaa useita edellä mainittuja menetelmiä samanaikaisesti. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 83.) Haastattelutilanteessa ollaan suorassa vuorovaikutuksessa haastateltavaan. Tämä mahdollistaa, että haastattelutilanteessa voidaan parhaimmillaan tunnistaa, minkälaisia motiiveja vastauksien takana on. (Hirsjärvi ym. 2009, 34.) Lisäksi haastattelutilanteessa voidaan toistaa kysymyksiä, kysyä tarkentavia kysymyksiä sekä käydä yleistä keskustelua haastateltavan kanssa (Tuomi & Sarajärvi 2018, 85). Tässä opinnäytetyössä aineiston keräämisen tarkoituksena oli kerätä kokemuksia pilottiprojektissa mukana olleilta henkilöiltä, joten aineiston kerääminen suoritettiin sekä haastattelemalla että havainnoimalla.

Havainnointi on yleisesti käytetty aineiston hankintatapa sekä kvantitatiivisessa että kvalitatiivisessa tutkimustyössä. Havainnointityyppejä on useita erilaisia riippuen tieteenhaarasta. Havainnointia voidaan käyttää sekä kielellisten ilmaisujen tarkkailuun että käyttäytymiseen liittyvien asioiden havainnointiin. Havainnointi menetelmänä on haastava, sillä se vaatii havainnoijalta kykyä erottaa tapahtumatulvasta oleelliset asiat. Usein hyvä keino on tallentaa tapahtuma, jota havainnoidaan, jotta aineiston käsittely voidaan suorittaa jälkikäteen ja pienemmissä osissa. (Hirsjärvi ym. 2009, 37–38.) Tässä opinnäytetyössä aineistoa kerättiin havainnoimalla pilottiprojektiin liittyviä purkutilaisuuksia Teams-palaverin välityksellä. Opinnäytetyön tekijä oli mukana palaverissa, mutta varsinainen havainnointi suoritettiin vasta jälkikäteen palaveritallenteiden avulla. Purkutilaisuuksia järjestettiin pilottiprojektissa yhteensä kolme ja näissä kaikissa tehtiin havainnointia.

Laadullisen tutkimuksen haastattelumuotoja ovat teemahaastattelu, lomakehaastattelu sekä avoin haastattelu. Haastattelu toteutetaan yleensä yksilöhaastatteluna, mutta myös ryhmää tai paria on mahdollista haastatella yhtäaikaaisesti. Mikäli tutkitaan esimerkiksi jonkin yhteisön kokemuksia aiheesta voi

ryhmähaastattelu olla sopiva tapa suorittaa haastattelu. Yksilöhaastattelu taas soveltuu yksilön omien kokemusten selvittämiseen. Teemahaastattelu on usein eniten käytetty haastattelumuoto laadullisessa tutkimuksessa. Teemahaastattelu eli puolistrukturoitu haastattelu perustuu siihen, että tutkimusongelmasta johdetaan haastatteluun aiheet, joiden toivotaan tuovan vastauksia kyseessä olevaan tutkimusongelmaan. Haastattelun onnistumisen kannalla oleellista ei ole se, missä järjestyksessä käsiteltävät teemat käydään läpi. (Vilka 2015, 123–124.) Tässä opinnäytetyössä haastattelumuodoksi valittiin puolistrukturoitu yksilöhaastattelu, sillä ensisijainen tavoite oli selvittää yksilöiden omia kokemuksia tutkittavasta aiheesta. Haastateltaville lähetettiin hyvissä ajoin ennen haastattelua teemahaastattelun saatekirje (liite 4) jossa kuvattiin haastattelun tavoitteet ja aineiston jatkokäyttö. Haastattelut suoritettiin videohaastatteluina ja nauhoitettiin litterointia varten. Keskimäärin haastattelut kestivät kukin noin 45 minuuttia. Kaikkiin haastatteluihin käytettiin samaa haastattelurunkoa (liite 5). Haastattelurunkoon valikoidut apukysymykset oli johdettu tutkimuskysymyksistä. Haastattelurungon apukysymyksiä ja teemoja käsiteltiin satunnaisessa järjestyksessä, riippuen keskustelun etenemissuunnasta kussakin haastattelutilanteessa.

Tutkimustyön aikana hankitut aineistot luokitellaan primaariaineistoiksi ja sekundaariaineistoksi. Empiirinen primaariaineisto sisältää välitöntä tietoa tutkittavasta aiheesta. Muiden kuin tutkimustyöntekijän aineistot ovat sekundaariaineistoja. Sekundaariaineistot eivät usein suoraan liity tutkimusongelmaan kuten primaariaineisto, mutta analysoimalla sekundaariaineistoa voidaan saada paljon lisätietoa ja vastauksia tutkimuskysymyksiin. (Hirsjärvi ym. 2009, 186.) Tässä opinnäytetyössä primaariaineisto koostui haastatteluista ja havainnoinneista kerätyistä aineistosta, sillä ne liittyvät suoraan tämän opinnäytetyön tutkimusongelmaan. Sekundaariaineistona tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin muun muassa Granlund Oy:ssä laadittuja pilottiprojektin suunnitelma-aineistoja sekä muita ajankohittaisia alan julkaisuja, tutkimuksia, ohjeita ja kirjallisuutta.

5.4 Aineiston käsittely ja analysointi

Tutkimustyön aikana kerätylle aineistolle tulee suorittaa laadullisessa tutkimuksessa sisällönanalyysi, jotta tutkittavasta ilmiöstä saadaan selkeä käsitys. Sisällönanalyysin tuloksena kaikesta aineistomäärästä suodatetaan oleellinen informaatio mahdollisimman tiiviissä muodossa. Ilman sisällönanalyysia kerätty aineisto jää irralliseksi detaljitiedoksi ja oleellinen tieto ei välity lukijalle. Sisällönanalyysin jälkeen luotettavien johtopäätöksien tekeminen tutkittavasta aiheesta on mahdollista. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 122.) Laadullisessa tutkimuksessa on tyypillistä, että sisällönanalyysia ei tehdä vain yhtenä kertasuoritteena vaan useita kertoja tiedonkeruun aikana. Aineiston käsittely ja analysointi tulisi pyrkiä aloittamaan mahdollisimman nopeasti sen jälkeen, kun tietojen keruu tutkittavasta aiheesta on suoritettu. (Hirsjärvi ym. 2009, 223.) Tässä opinnäytetyössä aineiston analyysi suoritettiin aineistolähtöistä sisällönanalyysia hyödyntäen.

Aineiston keräämisen jälkeen taltioidut aineistot on hyvä litteroida, eli kirjoittaa puhtaaksi jatkokäsittelyä varten. Litterointi voidaan suorittaa koko aineistolle tai vain osalle aineistoa esimerkiksi teema-alueiden mukaisesti. Myöskin litteroinnin tarkkuus voidaan valita aina sanasta sanaan litteroinnista väljempään tapaan, jossa vain oleelliset teemaan liittyvät ilmaukset litteroidaan. (Hirsjärvi ym. 2009, 222.) Kun aineisto on litteroitu, tulee valita tapa, jolla aineistoa lähdetään analysoimaan. Laadullisen tutkimuksen aineiston tyypillisiä analyysitapoja on teemoittelu, tyypittely, sisällönerittely, diskurssianalyysi ja keskusteluanalyysi. Analyysitavaksi valitaan tapa, joka soveltuu parhaiten käsiteltävään aiheeseen ja jonka avulla saadaan luotettavasti vastaus tutkimusongelmaan ja -kysymyksiin. (Hirsjärvi ym. 2009, 224.) Tässä opinnäytetyössä tehtiin kolme teemahaastattelua, jotka kaikki litteroitiin sanatarkasti. Lisäksi aineistoa kerättiin kolmesta eri kokoustallenteesta. Jokaiselle haastateltavalle ja eri havainnointitilanteille annettiin omat tunnukset (H1-3 ja T1-3) aineistoa käsiteltäessä. Opinnäytetyön tekijän rooli kokouksissa oli havainnoida asioita ja tarvittaessa osallistua keskusteluun. Kokoustallenteista litteroitiin vain oleelliset tutkimustehtävään liittyvä alkuperäisilmaukset, ei koko aineistoa. Aineiston keräämisen ja litteroinnin välillä aikaa ehti kulua noin

neljä kuukautta, joten ennen litteroinnin aloittamista kaikki haastattelutallenteet katsottiin vielä kertaalleen läpi.

Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä etsitään keskeisiä käsitteitä ja kokoavia teemoja ja pyritään löytämään vastauksia tutkimustehtävään. Analyysin tekeminen pohjautuu tutkijan tulkintaan sekä päättelyyn empiirisestä aineistosta kohti käsiteellistä tutkimustulosta. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 127.) Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä suoritetaan yleensä kolme eri vaihetta, joita ovat redusointi eli aineiston pelkistäminen, klusterointi eli aineiston ryhmittely ja abstrahointi eli teoreettisen käsitteiden luominen. Ennen kuin sisällönanalyysiä lähdetään tekemään, tulee päättää analyysiyksikkö, jota tavoitellaan. Analyysiyksikkö voi olla yksittäinen sana, lause tai ajatuskokonaisuus. Analyysiyksikkö tulee valita tutkimustehtävän ja aineiston pohjalta. Ensimmäisessä vaiheessa, kun aineisto pelkistetään (taulukko 6), pyritään alkuperäisilmaisusta karsimaan kaikki turha ja epäoleellinen pois. Ensisijaisesti pyritään pelkistämään aineistoa siten, että siitä on erotettavissa tutkimusongelmaan liittyvät asiakokonaisuudet. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 122–123.)

Seuraavissa kappaleissa on esitetty, kuinka tässä opinnäytetyössä on kerätty haastatteluaineistoa ja miten analyysin eri vaiheet on suoritettu. Taulukoissa 6–10 on esitetty esimerkkejä sisällönanalyysin eri vaiheista aina aineiston pelkistamisestä teoreettiseen käsityksen luontiin.

Taulukko 6. Ote aineiston pelkistämisestä

Haastateltava	Alkuperäisilmaukset	Pelkistetyt ilmaukset
T2	Sairaalassa paljon järjestelmiä, molemmissa vaiheissa pitää hinnat kysyä aliurakoitsijoilta. Ottaa aikaa kysyä hintoja toimittajilta	Aliurakoitsijoilta kyselyjen tekeminen ottaa aikaa
H3	Jos palo tai äänentoisto kuuluu sähköurakkaan me kysytään ne alihankinta jostakin niin ne pitää ekana laskee ja sit laittaa kysely ja sit jos on vähän aikaa niin yleensä siitä en aloita, jos suunnitelmista oikein laskee niin aloitan johtoteistä niin pääsee talosta jyvälle jotenkin mikä se on, siinä menee pakka sekaisin jos joutuu ekana laskee jotkut kaiuttimet jotta saa tarjouspyynnön liikkeelle.	Alihankintatyyppiset järjestelmät laskettava ekana. Helpottaisi jos ne massoiteltu jo valmiiksi, muuten SU joutuu ne massoittelemaan aina aluksi.
H2	Typerintä mitä tehdään kun tehdään suunnitelmaa me joudutaan aika monessa kohteessa joudutaan arvaamaan jonkun järjestelmän pohjalta (valmistaja). Ihan turhaa työtä.	Teessä joudutaan suunnittelemaan joitan järjestelmiä perustuen jonkin valmistajan laitteisiin. Aiheuttaa helposti uudelleen suunnittelua kun ei tiedetä lopullista järjestelmätoimittajaa
H2	Järkevintä tehdä että on esim. generinen järjestelmäkaavio joka ei välttämättä sisällä kaapelointia tai muuta vaan vastaavaa vaan vaatimukset asetettu järjestelmälle ja kappalemäärällisesti massaluettelossa pistemäärät esitetty. Sen jälkeen kun urakoitsija tarjoaa jotain järjestelmää, se hyväksytään sinne tämän jälkeen voidaan tehdä työkuvat, muuten tehdään kahteen kertaan kuvat.	Paras olisi geneerinen esitystapa kaavioiden osalta, ei kaapelointia, vaan asetetaan vaatimukset järjestelmälle ja lisäksi pisteluettelo. Järjestelmähyväksynnän jälkeen vasta suunnitelmien laatiminen
H2	tiettyjen järjestelmien osalta iso asia (järjestelmätoimittajan valinta). siellä voi tulla tosi isoja muutoksia. Esim palossa voi tulla iso jos suunnitellaan SE järjestelmällä ja laitetaan Panasonic, toiseen saadaan 8 silmukkaa toiseen 4. Se muuttaa keskusmäärät ja kaapeloinnit siinä kohtaa	Järjestelmätoimittajan valinta mm. palossa vaikuttaa todella merkittävästi järjestelmän suunnitteluun.

Kun alkuperäisilmauksista on saatu muodostettua pelkistettyjä ilmaisuja (taulukko 6), muodostetaan samaan aiheeseen liittyvät ilmaisut omiksi kokonaisuuksiksi, eli suoritetaan analyysin toinen vaihe, klusterointi (taulukko 7). Pelkistämisen tuloksena syntyy alaluokat, jotka kuvaavat kyseisen ryhmän sisältöä lyhyellä ja selkeällä käsitteellä. Alaluokan luokitteluyksikkö voi olla esimerkiksi tutkittavan ilmiön ominaisuus, piirre tai käsitys. Mitä pidemmälle sisällönanalyysissä mennään, sitä enemmän käsiteltävä aineisto tiivistyy ja yksittäiset ilmaisut sisällytetään yleisemmän tason käsitteisiin. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 124.)

Taulukko 7. Ote luokittelusta alaluokkiin

Pelkistetyt ilmaukset	Alaluokat
Aliurakoitsijoilta kyselyjen tekeminen ottaa aikaa	Alihankintana hankittavien järjestelmien hinnoittelu
Alihankintatyyppiset järjestelmät laskettava ekana. Helpottaisi jos ne massoiteltu jo valmiiksi, muuten SU joutuu ne massoittelemaan aina aluksi.	
Telessä joudutaan suunnittelemaan joitan järjestelmiä perustuen jonkin valmistajan laitteisiin. Aiheuttaa helposti uudelleen suunnittelua kun ei tiedetä lopullista järjestelmätoimittajaa	Järjestelmätoimittajan vaikutus suunnitteluun
Paras olisi geneerinen esitystapa kaavioiden osalta, ei kaapelointia, vaan asetetaan vaatimukset järjestelmälle ja lisäksi pisteluettelo. Järjestelmähyväksynnän jälkeen vasta suunnitelmien laatiminen	
Järjestelmätoimittajan valinta mm. palossa vaikuttaa todella merkittävästi järjestelmän suunnitteluun.	
Erytislaitteet olisi hyvä tyypittää ja kertoa mistä niitä saa. Ja suunnittelijan myös tarkistaa että laitteita oikeasti on saatavilla. Muuten turhaa työtä laskijalta	Erikoislaitteiden speksaus valmiiksi
Erikoiskalusteet selvittettävä etukäteen saako niitä	
Määräluetteloon erikoiskalusteet esitettävä	

Sisällönanalyysi jatkuu tästä siten, että alaluokista muodostetaan yläluokkia ja yläluokista muodostetaan pääluokkia (taulukko 8). Pääluokkien nimitykset muodostetaan ilmiön mukaan, joka yhdistää kaikkia kyseiseen pääluokkaan kuuluvaa yläluokkaan. Viimeiseksi kaikki yläluokat lajitellaan yhdistävien luokkien alle (taulukko 9). Yhdistävät luokat johdetaan tutkimustehtävän aiheista. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 124–125.)

Taulukko 8. Ote luokittelusta yläluokkiin

Pelkistetyt ilmaukset	Alaluokat	Yläluokka
Aliurakoitsijoilta kyselyjen tekeminen ottaa aikaa		
Alihankintatyyppiset järjestelmät laskettava ekana. Helpottaisi jos ne massoiteltu jo valmiiksi, muuten SU joutuu ne massoittelemaan aina aluksi.	Alihankintana hankittavien järjestelmien hinnoittelu	
Teessä joudutaan suunnittelemaan joitan järjestelmiä perustuen jonkin valmistajan laitteisiin. Aiheuttaa helposti uudelleen suunnittelua kun ei tiedetä lopullista järjestelmätoimittajaa	Järjestelmätoimittajan vaikutus suunnitteluun	Alihankintaketjun huomioiminen hankkeessa
Paras olisi geneerinen esitystapa kaavioiden osalta, ei kaapelointia, vaan asetetaan vaatimukset järjestelmälle ja lisäksi pisteluettelo. Järjestelmähyväksynnän jälkeen vasta suunnitelmien laatiminen		
Järjestelmätoimittajan valinta mm. palossa vaikuttaa todella merkittävästi järjestelmän suunnitteluun.		
Eriytislaitteet olisi hyvä tyypittää ja kertoa mistä niitä saa. Ja suunnittelijan myös tarkistaa että laitteita oikeasti on saatavilla. Muuten turhaa työtä laskijalta	Erikoislaitteiden speksaus valmiiksi	
Erikoiskalusteet selvittävä etukäteen saako niitä		Erikoistilat- ja järjestelmät
Määräluetteluun erikoiskalusteet esitettävä		
Jos erilaisia tiloja paljon ja erikoisia asennustapoja ei toimintatapa sovellu. Esim. kirkot	Erikoistilat, ei toistuvuutta	
Teessä ja turvassa haasteita kun joudutaan suunnittelemaan ja toteuttamaan yhtä aikaa	Haasteet yhteensovittaa suunnittelua ja toteutusta telesuunnittelussa	

Taulukko 9. Ote yhdistävän luokan määrittelystä yläluokille

Alaluokat	Yläluokka	Yhdistävä luokka
Alihankintana hankittavien järjestelmien hinnoittelu	Alihankintaketjun huomioiminen hankkeessa	
Järjestelmätoimittajan vaikutus suunnitteluun		
Erikoislaitteiden speksaus valmiiksi		
Erikoistilat, ei toistuvuutta	Erikoistilat- ja järjestelmät	
Haasteet yhteensovittaa suunnittelua ja toteutusta telesuunnittelussa		
Tavoitehinnan määrittäminen isoissa hankkeissa	Hankemuodon vaikutus mallin soveltuvuuteen	
Yhteistoiminnallinen hankemuoto kannustimena		
Laadunvarmistus massalaskennassa	Laadunvarmistus	
Suunnitelmien laadunvarmistus		
Suunnitelmien käsittelyformaatti		
Suunnitelmien toimitusformaatti urakkalaskentaan	Laskentamateriaalien tiedostomuodot	
Tietomallien vähäinen käyttö urakkalaskennassa		
Soveltuvuus taloudellisin mittarein	Pilottihankkeen soveltuvuus oikeisiin projekteihin	
Ketjutettavat telejärjestelmät	Kaapelointien laskentaperuste	
Pistepohjainen laskenta, ei kalusteryhmiä		
Asiakirjojen pätevyysjärjestys		
Laskentaohje urakkalaskennassa	Suunnitelmien oikea tulkinta	
Täydentävä materiaali kevennettyä mallia varten		
Muiden suunnittelualojen huomioiminen laskennassa	Sähkösuunnitteluun liittyvät muut suunnittelualat	
Tilaaajan päätöksenteon lyhytkatseisuus	Hankkeen päätöksentekoprosessi	
Tilaaajan päätöksien muutokset		

Analyysin jokaisessa vaiheessa on tärkeää, että yhteys alkuperäisilmaisuuon on olemassa, jotta voidaan tarkistaa, että luokitus on tehty ja tukeutuu alkuperäisilmaisussa esitettyyn asiaan (Tuomi & Sarajärvi 2018, 125–126). Taulukossa 10 on esitetty, miten tässä opinnäytetyössä varmistettiin, että luokitteluista huolimatta pystyttiin tunnistamaan mihinkä alkuperäisilmaukseen kukin luokiteltu

aihekokonaisuus liittyy. Apuna käytettiin numerokoodausta ja taulukkolaskennan suodatustoimintoja.

Taulukko 10. Ote luokittelun yhteydestä alkuperäisilmaisuihin

Haastattelu	Alkuperäisilmaukset	KYSYMYSNRO	POISTOON, EIOLEELLINEN	Pelkistetyt ilmaukset	Alaluokat	Alaluokan nro	Yläluokka	Yläluokan nro	Yhdistävä luokka
T2	Sairaalaissa paljon järjestelmiä, molemmissa vaiheissa pitää hinnat kysyä alurakojenjoilta. Ottaa aikaa kysyä hintoja toimittajilta	2		Alurakojenjoilta kyselyjen tekeminen ottaa aikaa	Alihankintana hankittavien järjestelmien hinnoittelu	1	Alihankintaketjun huomiointi hankkeessa	1	Kevennetty toimintamalliin soveltuvuus PJU toimintaympäristöön
H3	Jos palo tai äänentoisto kuuluu sähköurakkaan me kysytään ne alihankinta jostakin niin ne pitää ekan laskee ja sit laittaa kysely ja sit jos on vähän aikaa niin yleensä siitä en aloita. Jos suunnittelusta oikein laskee niin aloitan johtoteistä niin pääsee talosta jyvälle jotenkin mikä se on, siinä menee pakka sekaisin jos joutuu ekan laskee jotkut kaiuttimet jotta saa tarjouspyynnön liikkeelle.	3		Alihankintatyyppiset järjestelmät laskettava ekan. Helpottaisi jos ne massoiteltu jo valmiiksi, muuten SU joutuu ne massoittelemaan aina aluksi.		1		1	
H2	Typerintä mitä tehdään kun tehdään suunnitelmaa me joudutaan aika monessa kohteessa joudutaan arvaamaan jonkun järjestelmän pohjalta (valmistaja). Ihan turhaa työtä.	2		Telässä joudutaan suunnittelemaan joitan järjestelmiä perustuen jonkin valmistajan laitteisiin. Aiheuttaa helposti uudelleen suunnittelua kun ei tiedetä lopullista järjestelmätoimittajaa	Järjestelmätoimittajan vaikutus suunnitteluun	2		1	
H2	Järkevintä tehdä että on esim. generinen järjestelmäkaavio joka ei välttämättä sisällä kaapelointia tai muuta vaan vastaavaa vaan vaatimukset asetettu järjestelmälle ja kappalemäärällisesti massaluetelossa pistemäärät esitetty. Sen jälkeen kun urakoitsija tarjoaa jotain järjestelmää, se hyväksytään sinne tämän jälkeen voidaan tehdä työkuvat, muuten tehdään kahteen kertaan kuvat.	2		Paras olisi geneerinen esitystapa kaavioiden osalta, ei kaapelointia, vaan asetetaan vaatimukset järjestelmälle ja lisäksi pisteluettelo. Järjestelmähyväksynnän jälkeen vasta suunnitelmien laatiminen		2		1	
H2	tietyjen järjestelmien osalta iso asia (järjestelmätoimittajan valinta), siellä voi tulla tosi isoja muutoksia. Esim palossa voi tulla iso jos suunnitellaan SE järjestelmällä ja laitetaan Panasonic, toiseen saadaan 8 silmukkaa toiseen 4. Se muuttaa keskusmäärät ja kaapeloinnit siinä kohtaa	2		Järjestelmätoimittajan valinta mm. palossa vaikuttaa todella merkittävästi järjestelmän suunnitteluun.		2		1	
H3	Jos on jotain erikoiskohteita kuten täkin oli lääkitätila niin niitten semmosten jos siellä on jotain niihin liittyvää erityistä niin olisi hyvä tyyppittää tai kertoa mistä sellaisia saa. Ne hidastaa jos kerran 5v vuodessa niitä tulee vastaan niin ei muista mistä niitä saa tai firmaa ei välttämättä ole edes olemassa. Potilashuoneissa oli joku iskunkestävä kalustesarja, siihen kun ei löydy kaikkea niin ei ainakaan meiltä löytynyt kaikkia ko. kalustesarjan tuotteita	2		Erytislaitteet olisi hyvä tyyppittää ja kertoa mistä niitä saa. Ja suunnittelijan myös tarkistaa että laitteita oikeasti on saatavilla. Muuten turhaa työtä laskijalta	Erikoislaitteiden speksaus valmiiksi	3	Erikoisiläat- ja järjestelmät	4	
T1	Jos jotain kalustesarjaa ei saatavilla, tulisi huomioida jo laskennassa, esim ROBUST sarja	2		Erikoislausteet selvittävää etukäteen saako niitä		3		4	

Tässä opinnäytetyössä litteroitu aineisto pelkistettiin lähes välittömästi, kun litterointi oli saatu valmiiksi. Pelkistämisen jälkeen suoritettiin luokittelu, ensiksi alaluokkiin, sitten yläluokkiin ja lopuksi yläluokille etsittiin yhdistävät luokat. Yhdistävät luokat on johdettu tämän opinnäytetyön tutkimuskysymyksistä. Koko analyysivaiheen ajan pidettiin mielessä tutkimusongelma ja siihen liittyvät tutkimuskysymykset, jotta luokittelu ja luokkien käsitteet tukeutuisivat tutkimusongelman teemoihin. Sisällönanalyysissä apuna käytettiin tekstinkäsittelyohjelmaa sekä taulukkolaskentaohjelmaa. Litterointi ja jaottelu asiakokonaisuuksiin tehtiin tekstinkäsittelyohjelmalla, tästä eteenpäin pelkistäminen ja luokittelu tehtiin taulukkolaskentaohjelmalla, hyödyntämällä muun muassa suodatustyökaluja.

6 Tulokset

Tässä luvussa on esitetty opinnäytetyön aineistolähtöisen sisällönanalyysin tulokset. Kussakin alaluvussa on esitetty kyseiseen tutkimuskysymykseen linkittyvät tulokset pää- ja alaluokkatasolla. Lisäksi tulososiossa on esitetty suoria lainauksia haastattelumateriaalista esimerkkien muodossa, tukemaan tuloksien luotettavuutta.

6.1 Hukkatyön väheneminen sähkösuunnittelussa

Tämä alaluku käsittelee tuloksia, jotka vastaavat ensimmäiseen tutkimuskysymykseen: *Miten kevennetty toimintamalli vähentää sähkösuunnittelussa syntyvää hukkatyötä projektinjohtourakassa?* Haastattelujen ja havainnointien pohjalta tehdyn aineistolähtöisen sisällönanalyysin tuloksena löydettiin 15 alaluokkaa ja kolme pääluokkaa, jotka liittyvät kysymyksen teemaan. Yhdistäväksi luokaksi näille kolmelle pääluokalle muodostui *sähkösuunnittelun hukan vähentyminen PJU-hankemuodoissa*, joka antaa vastauksen edellä mainittuun tutkimuskysymykseen.

6.1.1 Hukan vähentäminen ja tasainen resurssien käyttö

Hukan vähentämiseen sekä tasaiseen resurssien käyttöön liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- asioiden tekeminen oikeassa järjestyksessä
- oikeat työmenetelmät
- suunnittelijan oikea-aikainen toiminta
- epätasainen resurssien käyttö
- kertaalleen suunnittelu oikeilla lähtötiedoilla
- suunnittelijan turha työ
- ylisuunnittelun estäminen
- urakkalaskennan keventyminen.

Suunnittelijoiden mielestä kevennetyssä toimintamallissa on paremmin mahdollista tehdä suunnittelutyötä sellaisella tavalla, että toteutussuunnittelu saataisiin tehtyä yhdellä kertaa oikeilla lähtötiedoilla. Kevennetyssä toimintamallissa suunnittelutyötä tehdään lähtökohtaisesti siten, että suunnittelutyöhön käytetyt resurssit pysyvät koko hankkeen ajan balanssissa. Perinteisellä tavalla suunnitelmia tuottaessa suunnittelijat kokivat, että tehdään paljon ylisuunnittelua (ks. esimerkit 1, 2 ja 3), joka todetaan usein turhaksi työksi, kun lähtötiedot muuttuvatkin syystä tai toisesta. Oleellista suunnittelutyön tekemisessä on asioiden tekeminen oikeassa järjestyksessä. Jos suunnittelutyötä lähdetään työstämään väärässä järjestyksessä, muodostuu ongelmaksi, että ei saada tehtyä kerralla työvaiheita loppuun.

(1) Kevennetyssä systeemissä tilaajalla mahdollisuus siirtää päätöksiä ja saada ehdotuksia urakoitsijalta, meillä mahdollisuus saada kertasuunnittelulla pätevä suunnitteluaineisto aikaiseksi.

(2) Jos oltaisi näissä hankkeissa, joita tehty, tehty perinteisellä, miten paljon olisi jouduttu lisätyötä tekemään, vaikea arvioida tätä työmäärää, en tiedä olisiko keksitty muuta toimintatapaa kuin piirtää kaikki.

(3) Eritoten kaapeloinnin tekeminen on täysin typerää laskentavaiheeseen. Se on viime aikoina jätetty pois, myös muissa toteutusmuodoissa, ei pelkästään kevennetyssä mallissa esimerkiksi palo ilmoitin ja hätäkuulutus. Tehty silmukka-alueet kuviin ja niillä menty laskentaan.

Urakoitsijat kokivat, että itse urakkalaskennan suorittaminen kevennetyn laskentamallin suunnitelmista oli jonkun verran nopeampaa suorittaa kuin perinteisistä laskentamateriaaleista (ks. esimerkki 4). Massalistojen avulla laskentaprosessia saatiin nopeutettua ja lisäksi käsiteltäviä dokumentteja oli vähemmän kevennetyssä laskentamateriaalissa.

(4) Koen että nopeampaa laskea kevennetyistä mallista, kun ei tarvii miettiä, että pitää mennä just niin kuin se on piirretty...

6.1.2 Muutossuunnitelmien tuottaminen

Muutossuunnitelmien tuottamiseen liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- arkkitehtisuunnittelun muutokset
- kustannusperusteiset muutokset
- muutossuunnitteluun kuuluva iso työmäärä
- jatkuvat muutokset
- suunnitelmaratkaisun vaikutus massoihin.

Projektinjohdourakkamuodoissa muutosten määrä tunnistettiin isoksi. Perinteisellä suunnittelutavalla tehtyä työtä ei saatu useinkaan hyödynnettyä sellaiseen vaan muutossuunnittelu jatkui urakoitsijavalinnan jälkeenkin. Projektinjohdohankkeissa muutoksia aiheutuu muun muassa arkkitehtisuunnittelun edetessä (ks. esimerkki 5) ja kun tilaajalta tai tilojen käyttäjiltä saadaan tarkempia lähtötietoja. Muutoksia suunnitelmiin voi myös aiheuttaa kustannuksiin perustuvat muutokset. Esimerkiksi jos tilojen varustelutasoa lähdetään hankkeen aikana karsimaan, vaikutus heijastuu sähkösuunnittelun sisältöön muutoksina (ks. esimerkit 6 ja 7).

(5) Toinen missä tulee turhaa, kun aletaan tekemään eri järjestelmien alakattosovitusta. Ensinnäkin pitää tietää mihin tulee alakattoa ja mihin ei. Arkkitehti alakaton ja gridin myös. Me luonnollisesti sijoitettiin kaikki laitteet sinne. kunnes meille selvisi, että se gridi oli vaan lätkästy sinne jotenkin, että ei tule olemaan lopullinen, joka tarkoittaa, että meidän kaikki asiat menee uusiksi.

(6) Kun tehdään kustannustarkastelu ja lähtötietotarkastelu se oli aika työlästä lähteä valmiita suunnitelmia muuttamaan, piti olla aika dramaattisia paineita, että lähdettiin muuttamaan siinä vaiheessa...

(7) Tuskaista eikä tilaajakaan halunnut lähteä. Vaan sekä mikä oli piirretty, jäi usein voimaan...

Kevennetyn toimintamallin soveltamisessa suunnittelijat kuitenkin näkivät ratkaisun muutossuunnitelmien tuottamiseen, ilman että tehtyä työtä menee hukkaan isoja määriä (ks. esimerkki 8). Ideaalilanteessa kevennetyssä toimintamallissa toteutustasoiset suunnitelmat pyritään aina tuottamaan vasta siinä vaiheessa,

kun työmaa niitä tarvitsee rakentamista varten ja kun lopulliset lähtötiedot ovat olemassa. Ennen toteutussuunnitelmien tuottamista kevennetyssä mallissa suunnitelmat pyritään pitämään sellaisessa muodossa, että mahdolliset muutokset ovat helposti päivitettävissä suunnitelma-aineistoon.

(8) Jos joudutaan kustannuksia karsimaan, joudutaan muuttamaan varustelutasoa koko talossa, esimerkiksi yksi rasia joka työpisteestä koko talosta, jos ollaan jo piirretty, niin nypitään monesta paikkaa pois, mutta jos on laskettu Excelillä niin aika helppo muutos...

6.1.3 Lähtötiedot suunnittelulle

Suunnittelun lähtötietoihin liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- lähtötiedot arkkitehdiltä ja tilaajalta
- suunnittelun muut lähtötiedot.

Suunnittelijoiden mielestä lähtötietojen laatu ja niiden saatavuus suunnitteluhankkeissa on avainasemassa siinä, miten suunnittelutyö saadaan vietyä läpi ja kuinka paljon suunnittelutyötä joudutaan keskeyttämään ja pilkkomaan osiin. Optimitilanteessa suunnittelutyö tehtäisiin yhteen kertaan siinä vaiheessa, kun kaikki suunnittelutyöhön vaadittavat lähtötiedot on kerätty. Tällöin turhaa työtä syntyisi kaikista vähiten. Projektinjohtohankkeiden urakkalaskentavaiheessa tyypillisiä lähtötietoaineistoja sähkösuunnitteluun ovat muun muassa arkkitehdin tilaluettelo, huonekortit ja arkkitehdin pohjakuvat (ks. esimerkki 9). Suunnittelutyön edistäminen vajavaisilla lähtötiedoilla koettiin haastavaksi ja riskialttiiksi. Mitä enemmän lähtötietoja sähkösuunnitteluun saadaan siinä vaiheessa, kun urakkalaskenta-aineistoa kevennetyllä toimintamallilla laaditaan, sitä tarkempi laskentamateriaali saadaan tuotettua (ks. esimerkit 10 ja 11).

(9) Arkkitehdin tuottamat huoneluettelot, käyttötarkoitus ja erityisominaisuudet, jos käyttäjä kerennyt tekemän huonekortit, ne on aina hyödyllisiä mistä selvinnee erityisasiat.

(10) Riskinä, jos vajavaiset lähtötiedot siinä vaiheessa, kun ruvetaan tekemään ja kun tulee massatietoa ja kappalemääriä.

(11) Rakentaminen ja suunnittelu onnistuisi, jos selkeät lähtötiedot, tulee paljon julkistuksia, kun tulee tipoittain tietoja...

6.2 Toimintamallin soveltuminen projektinjohtourakan toimintaympäristöön

Tämä alaluku käsittelee tuloksia, jotka vastaavat toiseen tutkimuskysymykseen: *Miten kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli soveltuu projektinjohtourakan toimintaympäristöön?* Haastattelujen ja havainnointien aineistolähtöisen sisällyönanalyysin tuloksena tälle tutkimuskysymykselle löydettiin 21 alaluokkaa ja kymmenen pääluokkaa. Yhdistäväksi luokaksi pääluokille löytyi *kevennetyn toimintamallin soveltuvuus PJU toimintaympäristöön*, joka antaa vastauksen edellä mainittuun tutkimuskysymykseen. Tässä tutkimustehtävässä pyrittiin tunnistamaan kriittisiä asioita kevennetyn toimintamallin soveltamisen onnistumiseksi ja soveltuvuutta yleisesti todellisiin hankkeisiin.

6.2.1 Alihankintaketjun huomioiminen hankkeessa

Alihankintaketjun huomioimiseen liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- alihankintana hankittavien järjestelmien hinnoittelu
- järjestelmätoimittajan vaikutus suunnitteluun.

Urakkalaskijoiden kokemusten perusteella sähkö- ja telejärjestelmät, jotka urakkalaskennassa joudutaan hinnoittelemaan alihankkijan tarjouksiin perustuen otavat oman aikansa laskentavaiheessa ja hidastavat osaltaan tarjouslaskentaprosessia (ks. esimerkki 12). Eli jos hankkeessa on todella kiire saada urakoitsijoilta hintamäärityksiä, on muistettava mahdollisen alihankintaketjun aiheuttamat viiveet laskentaprosessiin. Useissa telejärjestelmissä suunnittelun sisältöön vaikuttaa merkittävästi valittu järjestelmätoimittaja (ks. esimerkki 13). Jos hankkeen alussa järjestelmätoimittajaa ei tiedetä tai se muuttuu hankkeen aikana, on tällä usein isoja vaikutuksia suunnitelmien tekniseen sisältöön.

(12) Sairaalassa paljon järjestelmiä, molemmissa vaiheissa pitää hinnat kysyä aliurakoitsijoilta. Ottaa aikaa kysyä hintoja toimittajilta...

(13) ...tiettyjen järjestelmien osalta iso asia se järjestelmätoimittajan valinta. Siellä voi tulla tosi isoja muutoksia. Esimerkiksi palossa voi tulla iso muutos, jos suunnitellaan Schneiderin järjestelmällä ja laitetaankin Panasonic, toiseen saadaan 8 silmukkaa toiseen 4. Se muuttaa keskusmäärät ja kaapeloinnit siinä kohtaa...

6.2.2 Erikoistilat- ja järjestelmät

Erikoislaitteiden määrittäminen urakkalaskentaan

Urakkalaskijoiden mukaan on tärkeää, että kun hankkeessa on tiloja tai alueita, joissa on erikoislaitteita tai järjestelmiä, jotka poikkeavat hankkeen muusta sisällystä merkittävästi, tulisi laskenta-aineistossa pyrkiä esittämään nämä mahdollisimman yksiselitteisesti (ks. esimerkki 14). Hinnoittelun suhteen erikoistilat ovat haasteellisia urakkalaskijoille, jos niistä ei ole annettu tarpeeksi yksityiskohtaisia lähtötietoja suunnitelmissa.

(14) Jos on jotain erikoiskohteita, kuten tääkin oli lääkintätila, niin niitten semmoisten jos siellä on jotain niihin liittyvää erityistä, niin olisi hyvä tyypittää tai kertoa mistä sellaisia saa. Ne hidastaa, jos kerran viidessä vuodessa niitä tulee vastaan niin ei muista mistä niitä saa tai firmaa ei välttämättä ole edes olemassa...

Erikoistilat, joissa ei toistuvuutta

Suunnittelijoiden kokemusten perusteella kevennetty toimintamalli ei sovellu kohteisiin, joissa on paljon erikoistiloja eikä hankkeessa ole toistuvuutta tilatyypeissä (ks. esimerkki 15).

(15) ...sitten jos on sellainen kiinteistö, jossa paljon erikoista, esimerkiksi kirkko ei sovellu, jossa paljon erikoisia asennustapoja, ei istu niin hyvin...

Haasteet yhteensovittaa suunnittelua ja toteutusta tele- ja turvasuunnittelussa.

Tele- ja turvasuunnittelussa on järjestelmiä, jotka voivat olla todella vaikeita suunnitella puutteellisilla lähtötiedoilla hankkeen alkuvaiheessa. Jotkin tele- ja turvajärjestelmät vaativat lopullisia lähtötietoja muun muassa tilojen käyttäjiltä ja jos niitä ei ole saatavilla niin järjestelmän suunnittelu urakkalaskentaa varten kevennetyn toimintamallin mukaisesti voi olla haasteellista (ks. esimerkki 16). Jotkin tele- ja turvajärjestelmistä on suunniteltava yhtenä kokonaisuutena eikä niitä voi pilkkoa lohkoihin (ks. esimerkki 17).

(16) Tele- ja turvasuunnittelun osalta yhtäaikainen suunnittelu ja tekeminen on monen järjestelmän osalta ongelmallista.

(17) ...sit on erikoisjärjestelmiä esimerkiksi omalta osaltani sisäpeittojärjestelmä ei onnistu laisinkaan vaan suunniteltava kokonaan alusta loppuun kerralla...

6.2.3 Hankemuodon vaikutus mallin soveltuvuuteen

Hankemuodon vaikutus mallin soveltuvuuteen liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- tavoitehinnan määrittäminen isoissa hankkeissa
- yhteistoiminnallinen hankemuoto kannustimena.

Suunnittelijoiden kokemuksen perusteella hankemuodoissa, joissa rakentamista ja toteutussuunnittelua on tarkoitus tehdä yhtä aikaa, tavoitehinnan määrittystä varten tuotettava suunnitelmamateriaali on varsinkin isoissa hankkeissa haasteellista tuottaa ilman kevennettyä toimintamallia (ks. esimerkki 18). Suunnittelijoiden mielestä kevennetty toimintamalli ja sen avulla sähköurakoitsijan hankkeeseen sitominen soveltuu ensisijaisesti yhteistoiminnallisiin hankemuotoihin kuten alliansseihin ja projektinjohtourakoihin. Mikäli sähköurakoitsija pyritään sitomaan hankkeeseen kiinteällä hinnalla, voi kevennetyn mallin soveltaminen olla hieman haasteellista, koska kiinteällä kokonaishinnalla hankkeeseen sidotulla urakoitsijalla ensisijainen tavoite on selvitä hankkeesta mahdollisimman halvalla eikä kehittää suunnitelmaratkaisuja kaikkia osapuolia hyödyttäväksi (ks. esimerkki 19).

(18) Uskon että näissä kohteissa ei olisi edes pystytty tekemään kokonaista urakkalaskentasuunnitelmia vaan olisi tehty joku hybridisysteemi

esimerkiksi jotain osia suunniteltu ja urakoitsija olisi niiden perusteella laskenut jollain lailla. Luulen että olisi epätarkempi ja työläämpi tapa tehdä asia, tai sitten ei olisi saatu tavoitehintaa määritettyä tässä vaiheessa, ja olisi suunniteltu pidemmälle ja tavoitehintaa asetettu vasta myöhemmin...

(19) ...olleet allianssihankeita, urakoitsijan hyötyy siitä, että tehdään yhteistyötä. Toisenlaisessa hankemuodossa vaikeampaa, koska urakoitsija yrittää päästä vaan mahdollisimman halvalla...

6.2.4 Laadunvarmistus

Laadunvarmistukseen liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- laadunvarmistus massalaskennassa
- suunnitelmien laadunvarmistus.

Kevennetyssä mallissa kuten muissakin suunnittelutavoissa laadunvarmistus koettiin suunnittelijoiden osalta tärkeäksi tekijäksi, jotta toimintamallin käyttö olisi luotettavaa. Koska massalaskenta on kevennetyn mallin yksi tärkein työvaihe, tulisi tässä työvaiheessa pyrkiä hyödyntämään laadunvarmistustoimenpiteitä, jotta systemaattisilta virheiltiltä vältytään (ks. esimerkit 20 ja 21). Koska kevennetyssä mallissa urakkalaskenta-aineisto ei ole yhtä visuaalista kuten perinteisessä mallissa, on laadunvarmistusta tekevien osattava hahmottaa asioita ilman valmiita suunnitelmia.

(20) ...olisi hyvä, että olisi joku tsekki ja työkalu, jolla pisteitä generoi. Tämä voisi olla selkeä jatkokehitys hommaan. Joku voisi tehdä ja toinen tarkastaa. Nyt joutuu projektipäällikkö tekemään yön pimeinä tunteina niin ei välttämättä prosessina kaikkein paras nyt.

(21) ...sieltä saatetaan unohtaa rfid-lukijat tai vastaavat, et niitä voi olla aika paljonkin.

6.2.5 Laskentamateriaalien tiedostomuodot

Laskentamateriaalien tiedostomuotoihin liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- suunnitelmien käsittelyformaatti
- suunnitelmien toimitusformaatti urakkalaskentaan
- tietomallien vähäinen käyttö urakkalaskennassa

Suunnitelma-aineiston käsittelyformaatti urakkalaskennan puolella koettiin kevennyksessä mallissa hyvänä asiana. Määrämuotoisten massaluetteloiden käsittely verrattuna 2D-suunnitelmiin koettiin kevyemmäksi ja helpommaksi tavaksi. Kun suunnittelijat päivittävät massaluetteloita hankkeen eri vaiheissa, on urakoitsijoiden helpompi verrata eri versioiden vaikutuksia kustannuksiin (ks. esimerkki 22), kun tiedostomuotona on massaluettelo eikä 2D-suunnitelma. Mikäli suunnitelmia laaditaan 2D-muodossa niin urakkalaskijoiden näkökulmasta DWG-muotoinen tiedostoformaatti helpottaa urakkalaskennan suorittamista (ks. esimerkki 23). Tietomallien hyödyntäminen kevennetyn toimintamallin urakkalaskennassa urakoitsijoiden puolella koettiin tarpeettomaksi (ks. esimerkki 24).

(22) Massat mihin verrata muutossuunnittelun aikana hyvä asia kevennyksessä mallissa.

(23) Jos saan DWG:t, niin suunnitelmista saa massat. Ois hyvä, jos aina sais massat suunnittelijalta.

(24) Tietomalleja ei olla käytetty laskennassa apuna.

6.2.6 Pilottihankkeen soveltuvuus todellisiin projekteihin

Soveltuvuus taloudellisin mittarein

Pilottihankkeessa urakoitsijat suorittivat urakkalaskennan samalle kohteelle kevennetyn mallin mukaisilla suunnitelma-aineistoilla sekä perinteisen mallin mukaisilla suunnitelma-aineistoilla. Perinteisen mallin mukaiset suunnitelma-aineistot vastasivat sisällöllisesti lähes toteutussuunnitteluvaiheen mukaisia suunnitelmia.

Ensimmäisen urakoitsijan kohdalla pilottiprojektin urakkalaskenta osoitti, että kevennetyn mallin mukaan laadittujen suunnitelmien urakkahinta oli vain kolme prosenttia kalliimpi, kuin perinteisellä suunnittelutavalla tuotettujen suunnitelmien urakkahinta. Toisen urakoitsijan kohdalla vastaavasti kevennetyn mallin mukaan määritetty urakkahinta oli kolme prosenttia halvempi, kuin perinteisellä tavalla määritetty urakkahinta. Pilottiprojektin pohjalta voidaan todeta, että hankkeen sähköurakan kustannustason määrittäminen kevennetyn mallin mukaisilla suunnitelmilla onnistuu todella hyvin.

6.2.7 Kaapelointien laskentaperuste

Ketjutettavat telejärjestelmät

Useat telejärjestelmät suunnitellaan ketjutettaviksi. Tällaisessa järjestelmässä kaikki tai lähes kaikki järjestelmän komponentit kaapeloidaan yhteen ketjuun tai silmukkaan. Esimerkkejä tällaisista järjestelmistä on paloilmoitus- ja turvavalaisusjärjestelmä. Näiden osalta kevennetyn mallin mukainen suunnittelu ja urakkalaskenta onnistuu melko hyvin. Koska kevennetyssä mallissa lähes kaikkien sähkö- ja telejärjestelmien kaapelointimäärien arviointi jää urakoitsijan vastuulle, niin jos kyseessä oleva järjestelmä on toteutettu ketjutettavalla kaapelointiperiaatteella, kokivat urakoitsijat kaapelointimäärien arvioinnin onnistuvan hyvällä tarkkuudella (ks. esimerkit 25 ja 26). Jos taas järjestelmän kaapelointiperiaate noudattaa osin ketjutettavan järjestelmän kaapelointiperiaatetta ja osin tähtimäisesti kaapeloitavaa järjestelmää, on kaapelointien arviointi huomattavasti haastavampaa urakoitsijoiden mielestä.

(25) Turvavalaisukset pystyy laskemaan melko helposti ilman kaapelointia.

(26) ...esimerkiksi paloilmoitin ja hätäkuulutus. Tehty silmukka-alueet kuviin ja niillä menty laskentaan...

Pistepohjainen laskenta ilman kalusteryhmien huomiointia

Vahvavirta-asennuksien kaapelointien ja pisteiden urakkalaskennassa urakoitsijat eivät olleet huomioineet kalusteryhmiä vaan kukin massaluettelossa annettu sähkö- tai telepiste käsiteltiin omana kalustepisteenä (ks. esimerkki 27). Urakkalaskennassa kalusteryhmien vaikutus kaapelointien määrään näkyy muun muassa siten, että kaapeloitavia pisteitä on vähemmän, vaikka itse yksittäisiä kalustepisteitä voi olla paljonkin. Tyypillisiä kalusteryhmiä ovat esimerkiksi pistorasiakalusteryhmät, joissa kaksi tai useampi pistorasiakaluste yhdistetään yhdeksi kalusteryhmäksi ja niitä syötetään yhdellä ryhmäkaapelilla.

(27) Pistorasiat laskettu kappalemäärinä ei ryhminä.

6.2.8 Suunnitelmien oikea tulkinta

Asiakirjojen pätevyysjärjestys

Myös kevennyksissä mallissa kuten perinteisellä tavalla tuotetuissa suunnitelmissa laskenta-asiakirjojen pätevyysjärjestys tulee ilmaista. Mikäli ristiriitaisuuksia eri suunnitelma-asiakirjojen välillä ilmenee laskennan aikana, asiakirjojen pätevyysjärjestys kertoo laskijalle minkä asiakirjatyypin mukaan laskenta tulee ensisijaisesti suorittaa. Kevennyksissä toimintamallissa on laskenta-asiakirjoina normaaliin urakkalaskenta-aineistoon verrattuna poikkeavia dokumenttityyppejä, kuten laskentaohjeita ja laajat massaluetteloita. Näiden pätevyysjärjestys suhteessa esimerkiksi työtapaselostukseen tulee olla laskijalle selvä. Pilottiprojektissa laskenta-asiakirjojen pätevyysjärjestystä ei ollut selkeästi ilmaistu, joten muutamien järjestelmien ja osien suhteen tuli epäselvyyksiä siitä, minkä asiakirjan mukaan laskenta pitäisi ensisijaisesti suorittaa (ks. esimerkki 28).

(28) Sähköselostuksessa oli mainittu, että iskunkestävät kalusteet, mutta ei oltu erikseen määritetty määräluettelossa niitä.

Laskentaohje urakkalaskennassa

Suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden näkemys oli, että keskeinen laskenta-asiakirja kevennetyssä mallissa oli urakoitsijoille toimitettu laskentaohje. Laskentaohjeen kehittäminen koettiin suunnittelijoiden osalta tärkeäksi asiaksi myös jatkossa, kun toimintamallia sovelletaan todellisiin hankkeisiin (ks. esimerkki 29). Vaikka kevennetyssä laskenta-aineistossa ei virallista urakkarajaliitettä ollutkaan mukana, oli laskentaohjeeseen lisätty oleellimmat urakkarajamääritykset sähköurakoitsijan kannalta (ks. esimerkki 30).

(29) ...laskentaohjetta kehitetty, ollut myös oikeissa laskentaprojekteissa mukana.

(30) ...laskentaohjeessa määritetään mitä suunnitelmissa on esitetty ja miten urakoitsijan pitää käsitellä massoja. Esimerkiksi jos hukkia ei ole esitetty, kokemusperusteiset hukat massojen päälle, urakkarajoihin otettu myös kantaa, koska tässä vaiheessa ei välttämättä urakkarajaliitettä...

Täydentävä materiaali kevennettyä mallia varten

Suunnittelijoiden mukaan kevennetyn toimintamallin käytön lisäämisellä syntyy koko ajan uutta täydentävää materiaalia, jota pystytään joustavasti hyödyntämään eri hankkeissa tukemaan yleissuunnittelunvaiheen laskentamateriaalia, esimerkiksi valmiita massaluetteloita eri tilatyypeistä (ks. esimerkki 31).

(31) Ollaan tehty pientä omaa dokumentaatio, jota muissa hankkeissa ei käytetä; täydennysmateriaalia, yleissuunnitelmataso täydennettynä tietyillä asiakirjoilla, massaluettelolla ja työselostuksella...

6.2.9 Sähkösuunnitteluun liittyvät muut suunnittelualat

Rakennusautomaatiosuunnittelu

Usein sähköurakoitsijan vastuulle taloteknisissä rakennushankkeissa kuuluu velvoitteita myös muista suunnittelualoista. Tyypillisimpänä suunnittelualana rakennusautomaatio. Kun suunnittelijat laativat sähköurakoitsijalle laskenta-aineistoa

kevennetyllä toimintamallilla tulisi laskentaan lähteissä aineistoissa huomioida kaikki mahdolliset suunnittelualat, joista voi aiheutua veloitteita sähköurakoitsijalle ja varmistaa, että urakoitsijat saavat tarvittavat tiedot kaikista laskettavista tekniikan aloista osana sähköurakan laskenta-aineistoa.

Pilottiprojektissa RAU-pisteitä tai kaapelointeja ei ollut esitetty massaluetteloissa, vaikka urakoitsija sitä olisi toivonut (ks. esimerkki 32). Laskenta RAU-kaapelointien osalta urakoitsija suoritti erillisten RAU-toimintakaavioiden avulla.

(32) RAU-pisteet olisi voinut laittaa määräluetteloon.

6.2.10 Hankkeen päätöksentekoprosessi

Hankkeen päätöksentekoprosessiin liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- tilaajan päätöksenteon lyhytkatseisuus
- tilaajan päätöksien muutokset.

Suunnittelijoiden haastatteluissa ilmeni, että hankemuodoissa, joissa rakentamista ja toteutussuunnittelua tehdään samanaikaisesti, on tyypillistä, että suunnitteluun tarvittavat lähtötiedot saadaan vasta rakentamisen aikana. Lisäksi tehtyjä päätöksiä usein muutetaan, mikäli rakentamista ei ole vielä kyseessä olevalla alueella aloitettu (ks. esimerkit 33 ja 34). Suunnittelijoiden kannalta tällainen päätöksentekoprosessi ei ole optimaalinen työnteon sujuvuuden kannalta, varsinkin jos suunnittelutyötä tehdään perinteisellä mallilla. Kevennetty malli tukee tällaista päätöksentekoprosessia hieman paremmin.

(33) ...tilaajan päätöksen teko menee samaa aikataulua suunnittelun kanssa...

(34) ...omat kokemukset että tilaaja venyttää lähtötietoja, jouduttu suunnittelemaan jälkeinpäin toisilla lähtötiedoilla koska tilaaja venyttänyt lähtötietoja...

6.3 Muutokset perinteiseen suunnittelutapaan

Tämä alaluku käsittelee tuloksia, jotka vastaavat kolmanteen tutkimuskysymykseen: *Miten perinteistä sähkösuunnittelun prosessia tulee käytännössä muuttaa, jotta se palvelee kevennettyä toimintamallia?* Haastattelujen ja havainnointien aineistolähtöisen sisällönanalyysin tuloksena kolmannelle tutkimuskysymykselle löydettiin 27 alaluokkaa ja kahdeksan pääluokkaa. Yhdistäväksi luokaksi pääluokille löytyi *muutokset perinteiseen sähkösuunnittelun toimintatapaan*, joka antaa vastauksen edellä mainittuun tutkimuskysymykseen. Jotta tulevaisuudessa kevennettyä toimintamallia osattaisiin soveltaa ja kehittää oikeaan suuntaan, on oleellista tunnistaa tärkeimmät muutokset perinteiseen sähkösuunnittelun toimintamalliin verrattuna. Perinteisellä suunnitteluntavalla tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan sitä, että urakkalaskentaa varten tuotetaan sen hetkisillä lähtötiedoilla lähes toteutus suunnitelmatasoiset suunnitteluaineistot (ks. alaluku 3.3.1). Haastatteluissa ilmeni myös ideoita kevennetyn toimintamallin kehittämiseksi paremmin toimivaksi. Kehitysideoista muodostettiin omia yläluokkia, jotka on esitelty tässä osiossa.

6.3.1 Automaation lisääminen

Automaation lisäämiseen liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- automatisointi
- ohjelmistot.

Suunnittelijoiden mukaan muun muassa massatietojen kerääminen ja käsittely on suurimmaksi osaksi manuaalista työtä. Massatietojen käsittelyä suoritetaan tällä hetkellä Excel-pohjaisella työkalulla. Tässä nähtiin kehitystarpeita (ks. esimerkit 35 ja 36), jotta erilaisten Excel-taulukoiden käytöstä päästäisiin jollain aikajänteellä pois ja Excel-taulukot korvattaisi käyttöön soveltuvalla ohjelmistolla.

(35) Ei ole monimutkaista työtä voitaisi automatisoida...

(36) Pitäisi johonkin tietokantapohjaiseen systeemiin saada...kuitenkin sen verran työtä, että se kuka tekee, turtuu hieman siihen. Jos meillä olisi systeemi, jossa sama data sisällä; ja valitsisit tilatyypin ja ohjelma skaa-laisi pisteet neliöiden pohjalta. Parempi työkalu ja olisi enemmän aikaa tehdä asiat...

6.3.2 Datapankin koostaminen referenssikohteista

Referenssitietojen kerääminen tilaajilta

Massalistojen muodostamisessa apuna suunnittelijat käyttivät usein massatietoja aiemmista toteutuneista kohteista. Varsinkin jos hankkeen alkuvaiheessa tilojen lähtötiedot ovat melko hatarat ja puutteelliset, siinä tilanteessa suunnittelijat kertoivat tukeutuvansa olemassa olevaan referenssitietoon, mikäli sellaista on vain saatavilla (ks. esimerkit 37 ja 38). Kuitenkaan suoraan tilatyypin perusteella tilan varustelutasoa ei voida määrittää, vaan keskeistä on myös tietää tilaajataho ja se, minkälaiset vaateet tilaajalla on muun muassa tilan varustelutason suhteen (ks. esimerkki 39).

(37) Systemaattisesti alettava keräämään tietokantaa toteutuneista koh-teista, ei pitäisi olla iso asia... ois valmista lähtötietodataa.

(38) ...pitäisi murskata enemmän esimerkiksi paljon wlan-pisteitä tai ja-kamoita erityyppisissä kiinteistöissä. Ei tarvitsisi mennä huonetasolle vaan järjestelmätasolle, jolla voidaan laskea suoraan kiinteistön neliöstä.

(39) Muutamiin sairaanhoitopiireihin olen verrannut esimerkiksi X:ään ja Y:hyn, niin todella paljon vaihtelua vaatimustasoissa laatutason suhteen.

6.3.3 Kustannustieto suunnitelmissa

Kustannustiedon lisääminen hankkeeseen aikaisessa vaiheessa

Suunnittelijoiden mielestä esimerkiksi allianssihankeissa kustannustiedon integ-rointi hankkeeseen on avainasemassa nykyisin (ks. esimerkit 40 ja 41). Ajanta-saista kustannustietoa voidaan tilaajan puolella hyödyntää muun muassa

hankkeen päätöksenteon tukena. Tilaajan näkökulmasta on oleellisempaa tietää toteutuksen urakkahinta ensiksi, ja tämän jälkeen vasta miten kyseiseen urakkaan kuuluvat järjestelmät oikeasti asennetaan työmaalla. Oleellista kevennyksessä toimintamallissa on pyrkiä määrittämään mahdollisimman kevyellä ja vähäisellä suunnittelutyöllä urakan kustannustaso (ks. esimerkki 42). Perinteisessä tavassa suunnittelutyötä tehdään palvelemaan sekä kustannuksien määrittäystä että myös asennusta. Kevennyksessä mallissa suunnitelma-aineisto palvelee ensisijaisesti vain kustannustason määrittäystä.

(40) Ollaan tehty tämä pakonsanelemana silloin kun allianssimallit tulleet, kun asetetaan tavoitehinta aikaisessa vaiheessa, oli pakko keksiä, koska perinteisellä mallilla ei pysty asiaa hoitamaan järkevästi.

(41) Kustannustieto tuodaan suunnitteluun heti alkuvaiheessa...

(42) ...ja jos olisi tilanne, että tavoitehintaa olisi ollut liian kallis olisi jouduttu palaamaan taakse ja muuttamaan ratkaisuja ja muuttamaan suunnitelmia.

6.3.4 Suunnittelutyön lohkominen

Suunnittelutyön lohkomiseen liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- lohkoittain suunnittelu
- soveltuvuus lohkoittaiseen suunnitteluun
- neliö- ja tyyppitilapohjainen massoittelu
- pistekuvat mallialueista
- tilatyypin toistuvuus.

Projektinjohto- ja allianssihankeissa yhtenä peruseriaatteena on suunnitella alueita ja järjestelmiä lohkoina, jotka linkittyvät rakentamisen lohkoaikatauluun. Lohkojako pyritään tekemään siten, että edetään kiinteiltä tila-alueilta kohti muuttuvia tila-alueita. Suunnittelijoiden mukaan suurin osa sähkö- ja telejärjestelmistä soveltuu lohkoittaiseen suunnitteluun, mutta poikkeuksia kuitenkin myös löytyy. Lohkojako sähkö- ja telejärjestelmissä on pyrittävä sitomaan mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi keskuksen palvelualueeseen (ks. esimerkki 43). Lohkojen

laajuus ja suunnittelujärjestys tulisi sitoa mahdollisimman hyvin palvelemaan rakentamisen lohkojakoa ja rakentamisjärjestystä. Varsinkin telejärjestelmissä suunnittelijat tunnistivat haasteita tehdä suunnittelua lohkoittain. Helpommin suunnittelutyön saisi tehtyä, jos järjestelmät suunniteltaisiin koko vaikutusalueelle yhdellä kertaa (ks. esimerkit 44 ja 45).

(43) Keskuksen palvelualue on yksi alue, jota tehdään käytännössä. Teillä on järjestelmäkohtaisesti...

(44) Sit on erikoisjärjestelmiä esimerkiksi omalta osaltani sisäpeittojärjestelmä ei onnistu laisinkaan vaan suunniteltava kokonaan alusta loppuun kerralla

(45) ...pilkkominen pieniin on hankalaa, joka tulee mukana, jos tehdään suunnittelua ja rakentamista yhtä aikaa...

Kevennetyssä toimintamallissa erilaisten toistuvuuksien tunnistaminen rakennuksesta on edellytys sille, että suunnittelu- ja massoittelutyöhön käytettyä aikaa saadaan vähennettyä. Massoittelutyötä suunnittelijat kertoivat tekevänsä kolmella eri tavalla; neliöpohjaisesti, tilatyypin perusteella tai pisteyttämällä mallialue (ks. esimerkit 46, 47 ja 48). Neliöpohjaisessa ja tilatyypipohjaisessa massoittelutyössä suunnittelijat kertoivat hyödyntävänsä aiempien referenssikohteiden määrätietoja sekä kyseisen hankkeen huonekortteja, mikäli niitä on saatavilla massoitteluhetkellä. Joissain tapauksissa suunnittelijat kertoivat, että on tehtävä jonkinlainen pistesijoituspiirustus jostain mallialueesta, jotta kokonaiskäsitys massoista saadaan muodostettua.

(46) ...eli pystytään tekemään tietyille järjestelmille huonekohtaisesti, tietyt järjestelmät lasketaan neliöpohjaisesti ja niiden osalta pystytiin ajamaan kolmesta neljästä aikaisemmasta projektista pistemäärät, päästää hyvin lähelle...

(47) ...ollaan piirretty kevennetyä laskentaa varten ylimääräisenä työnä ennenaikaisesti, pistekuva kokonaan yleissuunnitelmavaiheessa

(48) yhdestä siivestä...päästiin kiinni massoihin, pisteytettiin ja muodostettiin massalistat sen perusteella.

6.3.5 Mallin kehittäminen sidosryhmien kanssa

Mallin kehittämiseen sidosryhmien kanssa liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- mallin kehittäminen urakoitsijan kanssa
- suunnittelijoiden yhteistyö
- tyyppitilojen yhteensovitus.

Suunnittelijoiden haastatteluissa selvisi, että kevennetyn toimintamallin kehitystyötä on tehty urakoitsijoiden kanssa pilottiprojektin jälkeenkin (ks. esimerkit 49 ja 50). Kehitystyöllä pyritään muun muassa valjastamamaan paremmin urakoitsijan osaaminen osaksi hankkeen kehitysvaihetta. Palautteen saanti urakoitsijalta on tärkeää myös siksi, että suunnittelija tuottaa oikeanlaista suunnittelumateriaalia urakoitsijan suuntaan. Ensimmäisissä hankkeen vaiheissa oleellista on, että suunnitelma-aineistosta pystytään määrittämään kustannustaso riittävällä tarkkuudella. Myöhemmin hankkeen edetessä oleelliseksi muodostuu, että kriittiset hankinnat saadaan käynnistettyä oikeaan aikaan ja että toteutussuunnitelmat saadaan oikeaan aikaan rakentamisen kanssa käytettäväksi työmaalle. Suunnittelutapa ja aikataulutusta pitää pystyä sovittamaan työmaan tarpeisiin, joten urakoitsijalla on siitä paras tietämys.

(49) Ollaan saatu urakoitsijoilta esimerkiksi valaisinesityksiin hyviä malleja...

(50) Nyt on keskustelua siitä, että minkälaiset suunnitelmat...he tarvitsevat tietynlaisia hankintakuvia ja tietynlaisia toteutuskuvia...

Kun rakentamista ja suunnittelua tehdään yhtäaikaaisesti, tuo se omat haasteensa eri tekniikanalojen yhteensovitukseen. Haastatteluissa tämä tunnistettiin haastavaksi asiaksi hankemuodon takia (ks. esimerkki 51). Yhtenä ratkaisuna asiaan esitettiin tyyppitilojen TATE-yhteensovitusta jo yleissuunnitteluvaiheessa (ks. esimerkki 52). Suunnittelijoiden mielestä eri suunnittelualojen yhteistyö on tärkeässä roolissa, kun suunnittelua ja rakentamista tehdään samanaikaisesti. Varsinkin muutossuunnittelussa kunkin TATE-suunnittelijan on tärkeää ymmärtää mihin kaikkiin muihin TATE-aloihin muutokset omissa suunnitelmissa voivat vaikuttaa.

(51) ...varmaan sellainen pieni ristiin koulutus ison projektin alussa ois paikallaan, mitä tarvitaan, miksi tarvitaan ja milloin tarvitaan, suunnitelmien keskinäisiä suhteita.

(52) Ollaan saatu muitakin osapuolia mukaan miettimään yhtä moduulia kunnolla, työstä on hyötyä jatkossa, kun on yhteensovitetuista ratkaisuja on olemassa kun tehdään toteutussuunnitelmat.

6.3.6 Massalistojen tuottaminen

Massalistojen tuottamiseen liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- ajantasainen massatieto hankkeessa
- massalistat urakkalaskennan perustana.

Kevennetyssä mallissa yhtenä merkittävänä erona perinteiseen suunnittelutapaan on ylläpitää ajantasaista hankkeen massatietoa läpi hankkeen (ks. esimerkki 53). Massatiedot luodaan yleissuunnitteluvaiheen jälkeen, kun urakoitsijavalinta suoritetaan (ks. esimerkki 55), mutta myös urakoitsijavalinnan jälkeen ajantasainen massatieto hankkeessa on arvokasta tietoa, kun tiedetään mihin suuntaan hankkeen kustannukset ovat kehittymässä (ks. esimerkki 54).

(53) Idea että tarkennetaan massalistaa projektin edetessä...seurataan kustannuksia toteutuksen edetessä.

(54) Massat mihin verrata muutossuunnittelun aikana hyvä asia kevennetyssä mallissa.

(55) Kevennetty urakkamalli ehdottomasti hyvä asia, kun saadaan urakoitsija kilpailutuetuista epätäydellisillä suunnitelmilla, mutta kuitenkin suurin piirtein oikeilla määrätiedoilla...

6.3.7 Projektiryhmän kokemus hankemuodosta

Projektiryhmän kokemukseen hankemuodosta liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- urakoitsijan ammattitaito
- urakoitsijan kokemus asiasta
- laskijan kokemus asiasta
- suunnittelijan kokemus asiasta
- kokemus rakennustyypistä
- tilaajan ymmärrys suunnittelun aikataulutuksesta
- tilaajan ymmärrys toteutustavasta.

Pilottiprojektissa mukana olleet urakoitsijat olivat sitä mieltä, että kevennetystä suunnittelumateriaalista urakkahinnan määrittämiseksi urakoitsijalla olisi hyvä olla kokemusta kyseisestä rakennustyypistä sekä muutenkin hankemuodosta, johon kevennettyä toimintamallia sovelletaan. Mikäli kokematon urakoitsija on mukana hankkeessa, jossa toimintamallia sovelletaan, voi esimerkiksi laskentavaiheessa tulla hintavääristymää (ks. esimerkit 56 ja 57).

(56) Kevennetyssä mallissa saa laskija saa miettiä enemmän kohdetta ja toimia vähän niin kuin suunnittelijana. Kokematon laskija saattaa helposti antaa liian alhaisen hinnan. Sairaalamailmassa varsinkin jää jotain huomioimatta.

(57) Laskentamateriaali ei ole täydellinen vaan urakoitsijan pitää sielunsa silmin nähdä osia siellä, siinä on varmaan suurin riski.

Myös suunnittelijat pitivät kokemusta rakennustyypistä erittäin tärkeänä asiana, jotta esimerkiksi massoittelu onnistuisi riittävällä tarkkuudella (ks. esimerkki 58). Toimintamallin soveltamisessa nopeuttaa paljon, jos suunnittelijalla on jo valmiista suunnitelmamateriaalia samantyyppisestä rakennustyypistä olemassa (ks. esimerkki 59). Tällöin työaikaa yleissuunnitelma-aineiston laadintaan kuluu vähemmän.

(58) Excelillä jos tekee niin pitää olla aika hyvä tuntuma mitä tekee, ei kovin nuoren kaverin hommaa se. Jos teet virheen niin se toistuu joka huoneessa, niin sulla voi olla kolminkertainen määrä pisteitä tai puuttuu asioita.

(59) Sairaalas suunnitteluun istuu hyvin koska meillä on vakiintunut suunnittelumateriaali, joka helpottaa...

Suunnittelijoiden mielestä tilaajan näkökulmasta olisi oleellista ymmärtää suunnitteluun liittyvät aikatauluasiat (ks. esimerkki 60). Vaikka yhtäaikainen suunnittelu ja rakentaminen antaakin tilaajalle paljon enemmän aikaa tehdä lopullisia päätöksiä tilojen suhteen, kuin esimerkiksi suunnittele ja rakenna tyyppisissä urakoissa, tulisi tilaajalla silti olla tiedossa suunnittelun etenemisen kannalta oleelliset aikataulupisteet ja pyrkiä pitämään sovituista aikatauluista kiinni. Suunnittelu-työhön on joka tapauksessa varattava riittävä aikaikkuna, vaikka toteutusmallina käytettäisiin kevennettyä toimintamallia. Kun kevennettyä toimintamallia sovelletaan, tulee tilaajalla olla riittävä osaaminen ja tietämys toimintamallin ominaisuuksista ja minkä laatuiseen suunnitelma-aineistoon hankkeen urakoiden kustannukset perustuvat (ks. esimerkki 61).

(60) ...tilaaja ei ymmärrä aikataulujännettä, vaikea saada tilaajalta päätöstä...

(61) ...jos tilaaja ei ymmärrä, että laskettu tämänhetkisin tiedoilla, tämä on arvio, jotka perustuvat aikaisempiin kokemuksiin...

6.3.8 Suunnitelmien sisältö

Suunnitelmien sisältöön liittyviä alaluokkia olivat seuraavat:

- oikeat esitystavat suunnitelmissa laskentavaiheessa
- oleellisten detaljitietojen esittäminen
- suunnitelmien yhdenmukaisuus
- järjestelmäkaavioihin panostaminen
- pääperiaatteiden esittäminen suunnitelmissa
- suunnitelmien laajuus
- suunnitelmien laatutaso.

Haastatteluissa ilmeni, että kevennetyn toimintamallin täydennetyssä yleissuunnitteluaineistossa massalistojen tukena olevat muut suunnitelma-asiakirjat tulee olla huolellisesti laadittu, ja niissä tulee olla paljon informaatiota laskijaa varten. Perinteisessä hankemallissa, jossa yleissuunnittelumateriaalista ei vielä suoriteta urakkalaskentaa, suunnitelma-asiakirjojen ei tarvitse olla vielä niin

yksityiskohtaisia. Kevennetyssä mallissa kuitenkin yleissuunnitelma-aineistoa tulee täydentää, jotta urakkalaskenta on mahdollista (ks. esimerkki 62). Merkittävä ero on, että tuotettavaa suunnitelmamateriaalia tuotetaan kevennetyssä mallissa huomattavasti vähemmän kuin perinteisessä mallissa.

Pääperiaatteet kuten esimerkiksi pääjohtoreitit, sähkön pääjakelujärjestelmä ja telejärjestelmien runkojohdot pitäisi jo yleissuunnitteluvaiheessa pystyä esittämään melko tarkasti, sillä yleensä nämä ovat sellaisia tietoja, jotka pystytään luokitsemaan jo melko aikaisessa vaiheessa (ks. esimerkki 63). Urakoitsijoiden mielestä suunnittelijan tulee pyrkiä esittämään sellaiset detaljitiedot jo yleissuunnitelmavaiheessa kevennetyssä laskentamateriaalissa, jolla on merkittävää vaikutusta urakkahintaan ja joita urakoitsija itse ei pysty määrittämään laskennan aikana. Tällöisiä asioita voi olla esimerkiksi tilaajan erityisvaateet kaapelointeihin liittyen. Urakoitsijat painottivat myös suunnitelmien yhdenmukaisuutta (ks. esimerkki 64). Koska kevennetyssä mallissa suunnitelma-aineisto ei ole täysin aukoton ja jotakin asioista urakoitsija joutuu itse hahmottamaan urakkalaskennan aikana, on tärkeää, että urakkalaskenta-aineistossa itsessään ei ole ristiriitaisuuksia.

(62) Jos ajatellaan kaavioita, ne pitää olla laskentakelpoisia jo yleissuunnitelmavaiheessa, pitää laittaa enemmän määrityksiä, periaate pelkästään ei riitä, seliteteksteihin tarkemmin speksejä koska joku laskee näillä kustannuksia.

(63) Laskentaa varten tehtiin järjestelmäkaaviot ja massalista. Runko-kaapelit sai poimittua järjestelmäkaaviosta. Sähköllä oli pääjohtoreittikuva myös.

(64) Teetti hirveästi ylimääräistä työtä, että työselostuksessa puhutaan jotakin, että sinne tulee sitä sun tätä ja sit rupee ihmettelee no mihinkä ne tulee ja kun ei ole sellaista tilaa et mihin ne voi laittaa.

Urakkalaskennan puolella kevennetyllä mallilla tuotettujen suunnitelma-aineistojen käsittely koettiin helpommaksi, kuin mitä perinteisen laskenta-aineiston käsittely (ks. esimerkki 65). Kevennetyssä mallissa läpikäytävää suunnitelma-aineistoa on määrällisesti vähemmän ja suunnitelmien tarkkuustaso on suurpiiteisempi verrattuna toteutussuunnittelutasoiseen laskenta-aineistoon (ks. esimerkki 66). Tämä osaltaan yksinkertaistaa urakkalaskentaprosessia.

(65) Itseasiassa on nopeampaa laskea sellaista, jossa ei ole suunnitelmia, kuhan on lähtötietoja riittävästi. Vähemmän dokumenttimäärää mitä käydä läpi.

(66) On eroa, jos on suunnitelmat mitkä on loppuun asti piirretty, vähän tarkempaa laskentaa jotenkin.

7 Pohdinta

7.1 Tulosten tarkastelu

Tämän opinnäytetyön tutkimusongelma oli, miten sähkösuunnittelun prosessia voidaan tehostaa rinnakkaisen toteutuksen ja suunnittelun hankkeissa. Hankenäkökulmaksi tässä työssä otettiin projektinjohtorakentaminen, mutta tuloksia voidaan soveltaa myös allianssirakentamiseen monilta osin. Opinnäytetyössä tutkimusongelmasta johdettiin kolme tutkimuskysymystä, joihin haettiin vastauksia kerätystä aineistosta.

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli, miten kevennetty toimintamalli vähentää sähkösuunnittelussa syntyvää hukkatyötä projektinjohtourakassa. Haastattelujen ja havainnointien pohjalta PJU-hankemuodoista tunnistettiin monia eri tekijöitä, jotka aiheuttavat hukkaa suunnittelutyössä. Erilaisia hukkatyyppejä PJU-hankkeissa oli muun muassa epätasainen resurssien käyttö, asioiden moneen kertaan tekeminen, ylisuunnittelu, turhat työtehtävät, väärät työmenetelmät.

Yhdeksi merkittäväksi hukan aiheuttajaksi tunnistettiin muutossuunnitelmien tuottaminen. Muutossuunnitelmien aiheuttajiksi tunnistettiin muun muassa arkkitehtisuunnittelusta tulevat muutokset sekä hankkeen kustannusohjauksesta tulevat muutokset. Muutossuunnittelua PJU-hankemuodoissa oletettiin olevan aina, joten kokonaan siitä ei ole mahdollista päästä eroon. Toisena merkittävänä hukan aiheuttajana tunnistettiin puutteet sähkösuunnitteluun saatavissa lähtötiedoissa (Puolakka 2020,10).

Opinnäytetyössä saadut tulokset tukevat teoriaosuudessa käsiteltyä sähkösuunnittelun hukkatekijöitä. Konielin (2019) tekemässä toteutussuunnittelun hukkatutkimuksessa tunnistettiin myös lähtötietojen puute tai puutteet lähtötietojen laadussa oleelliseksi hukkamuodoksi (54). Lisäksi olennaisiksi tekijöiksi tässä opinnäytetyössä tunnistettiin ylisuunnittelu, tarpeettomien suunnitelmien tuottaminen ja suunnittelu puutteellisilla menetelmillä (ks. myös Koniel 2019, 54; Puolakka 2020, 10). Mäkisen (2020, 48) mukaan lähtötietojen laatu on merkittävin tekijä hukan muodostumisessa suunnittelutyössä ja muutossuunnittelusta aiheutui myös paljon haasteita sähkösuunnitteluun.

Tässä opinnäytetyössä saatiin paljon samoja tuloksia sähkösuunnittelun hukkatekijöistä kuin aiemmissakin tutkimuksissa, mutta uusiakin hukkatekijöitä tunnistettiin. PJU-toteutusmuodossa muun muassa muutossuunnittelu sekä epätasainen resurssien käyttö tunnistettiin uusiksi hukkamuodoiksi. Mäkinen (2020, 48) on opinnäytetyössään tunnistanut samoja asioita haasteiksi PJU-toteutusmuodossa, mutta tässä opinnäytetyössä samojen asioiden tunnistettiin tuottavaan myös oleellisesti hukkatyötä PJU-toteutusmuodoissa.

Kevennetyn toimintamallin soveltaminen PJU-urakkamuodossa tunnistettiin vähentävän merkittävästi muutossuunnitteluun kuluvaan työmäärää verrattuna perinteisellä mallilla tehtävään suunnittelutapaan. Lisäksi kevennetyllä mallilla hanketta suunniteltaessa suunnittelun resurssit pysyvät paremmin tasapainossa, eikä isoja työpiikkejä ilmaannu tuotantoprosessissa.

Toisena tutkimuskysymyksenä oli, miten kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli soveltuu PJU-toimintaympäristöön. Tavoitteena oli ensisijaisesti tutkia pilottiprojektin kautta toimintamallin soveltuvuutta todellisiin PJU-hankkeisiin. Koska tutkittava aihe oli uusi ja aiempia tutkimuksia tai teorioita kevennetyn mallin soveltamisesta PJU-toimintaympäristöön ei ollut, ei kaikille tuloksille löytynyt vahvistusta aiemmista tutkimuksista. Tuloksia on kuitenkin tarkasteltu suhteessa ammatilliseen kenttään ja mitä hyötyjä ja riskejä niiden soveltamisessa nähdään. Urakoitsijoiden näkemyksen mukaan kriittisiä tekijöitä, joihin tulee kiinnittää huomioita kevennetyn toimintamallin soveltamisessa, olivat muun muassa tarkat ohjeistukset laskenta-aineiston oikeaan tulkintaan ja käsittelyyn, kaapelointien

laskentatapa ja sen vaikutus kaapelointien määrälaskentaan, sekä haasteet erikoistilojen- ja järjestelmien laskennassa. Myös Koniel (2019, 47–48) on todennut, että mikäli hankintaa varten laaditut suunnitelmat laaditaan liian suurpiirteisesti, aiheuttaa se epätarkkuutta kustannuksien ja laatutason määrittämiseen toimittajalle. Toimintamallin soveltuvuutta kohteisiin, joissa olisi pelkästään paljon erityyppisiä erikoistiloja tai -järjestelmiä ei myöskään suositeltu.

Kevennetyssä mallissa urakoitsijalla on oltava hyvä osaaminen ja kokemus kustakin sähkö- ja telejärjestelmästä, jotta massalistapohjaisesta laskenta-aineistosta pystytään määrittämään muun muassa tarvittavat hukkaosat, kaapeloinnit ja rasiot oikein. Mikäli urakoitsija laskettaa hankkeeseen liittyvää järjestelmää alihankkijalla, pitää urakoitsijan ensiksi massoitella kyseinen järjestelmä parhaansa mukaan ja vasta sen jälkeen toimittaa tuotelistaukset alihankkijalle hinnoittelua varten. Kiiras ym. (2019, 163) on todennut, että projektinjohtourakoissa on tähän asti käytetty paljon kokonaishintakilpailutusta TATE-urakoissa, joten monella sähköurakoitsijoilla ja myös alihankintaketjulla riittää tulevaisuudessa paljon opittavaa, jotta PJU-toteutuksessa päästäisiin pois kokonaishintaan perustuvasta kilpailutuksesta (ks. alaluku 2.3.2).

Kevennetyssä mallissa suunnitelma-aineistojen tiedostomuodot ja esitystavat koettiin helpottavan urakkalaskennan suorittamista. Myös eri suunnitelmaversioiden hintavertailua on helppo tehdä kevennetyn toimintamallin mukaisella suunnitelma-aineistolla, koska laskenta-aineisto pohjautuu enemmän erilaisiin massalistoihin eikä niinkään valmiisiin pohjakuvatyyppisiin suunnitelmiin. Myös Uusitalo (2016) ja Talotekniikka-lehti (2016) ovat todenneet, että massalistoja käyttämällä yleisesti urakkalaskennassa saataisi suuria kustannussäästöjä itse urakkalaskentaprosessiin (ks. alaluku 2.2.5). Tietomallin soveltamista suoraan laskenta-asiakirjana ei koettu kevennetyssä mallissa oikeana lähestymistapana, koska kaikkea suunnitelmatietoa sähköurakkaan liittyvistä järjestelmistä ei ole saatavilla tietomallin kautta tässä kevennetyssä toimintatavassa.

Laadunvarmistus kevennetyn mallin mukaisessa laskenta-aineistojen laadinnassa koettiin tärkeäksi ja osin tällä hetkellä jopa puutteelliseksi. Koska massoiteluvaiheessa tehdyt virheet voivat skaalautua ja aiheuttaa merkittäviä

vääristymiä varsinkin isoissa projekteissa, tulisi laadunvarmistustoimenpiteitä kehittää jatkossa paremmaksi. Massoittelutyö vaatii vahvaa osaamista itse suunnittelijalta, ja vaikka tekijänä olisikin kokenut suunnittelija niin silti inhimillisiä virheitä voi kaikille sattua.

Opinnäytetyön tuloksissa ilmeni, että kevennetty toimintamalli soveltuu hyvin hankemuotoihin, joissa sähköurakka kilpailutetaan tavoitehintaperusteisesti. Kiinteän hinnan urakoissa kevennetyn toimintamallin soveltaminen nähtiin haasteelliseksi, koska urakoitsijan intressit ohjautuvat liikaa itse kustannuksien minimointiin, joten laadullisien asioiden toteutuminen nähtiin riskinä. Jotta myös sähköurakan osalta saadaan säilytettyä joustavuus suunnitelmien kehittämisessä koko hankkeen ajan, on oleellista sitouttaa sähköurakoitsija tavoitehinnalla mukaan hankkeeseen. Samaan tulokseen (ks. alaluku 2.3.1) on tullut myös Kiiras ym. (2019, 163). Pilottiprojektin tuloksena kevennetyn mallin mukaisella urakalaskenta-aineistolla päästään riittävään tarkkuustasoon urakkahinnan määräytksissä. Pilottiprojektissa hintaero kevennetyn ja perinteisen mallin mukaisilla urakkahinnoilla oli vain kolme prosenttia.

Kolmas tutkimuskysymys oli, miten perinteistä sähkösuunnittelun prosessia tulee käytännössä muuttaa, jotta se palvelee kevennettyä toimintamallia. Tutkimuskysymyksen pohjalta aineistosta etsittiin konkreettisia toimenpiteitä ja työkaluja, jotta sähkösuunnitteluja osaa tuottaa oikeanlaista dokumentaatiota ja soveltaa uusia työmenetelmiä, joita aiemmin perinteisessä sähkösuunnittelun prosessissa ei olla totuttu soveltamaan. Aiemmin tässä työssä on kuvattu keskeiset vaiheet kevennetyn toimintamallin suunnitteluprosessista. Prosessikuvauksen on laatinut opinnäytetyön tekijä itse havainnoimalla pilottiprojektissa tuotettuja aineistoja. Havainnoinnin lisäksi haastattelujen avulla pyrittiin löytämään sellaisia tekijöitä ja työtapoja, jotka eivät suoraan suunnitelma-aineistosta käy ilmi.

Kevennetyssä mallissa pohjana toimii yleissuunnitelma-aineisto, josta jalostetaan kevennetyn mallin mukaiset laskentasuunnitelmat. Järjestelmäkaavioiden taso tulee vastata lähes normaalia toteutussuunnittelutason järjestelmäkaaviota. Koska kevennetyn mallin mukaiset suunnitelmat eivät ole suoraan toteutuskelpoisia suunnitelmia ja suurin osa laitteista on esitetty vain massaluetteloissa, on

ristiriitaisuuksien ratkaiseminen dokumenttien kesken haastavampaa kuin perinteisessä mallissa. Mikäli ristiriitaisuuksia lähdetään tulkitsemaan puhtaasti YSE:n pohjalta, määrätiedot pätevät ennen muissa dokumenteissa esitettyjä tietoja. Kevennetyssä mallissa tuleekin kiinnittää erityistä huomioita mahdollisten suunnitelmassa esiintyvien ristiriitojen poistamiseen.

Jokaisesta järjestelmästä pitää pyrkiä kevennetyssä mallissa tuottamaan sellainen esitystapa, että urakoitsijan on mahdollista hinnoitella kyseinen järjestelmä kohtuullisella osaamistasolla, ilman että jotain oleellista detaljitietoa joudutaan arvaamaan urakoitsijan toimesta. Pääjärjestelmien pääperiaatteet tulee käydä selkeästi ilmi suunnitelma-aineistosta. Pääjärjestelmiksi luetaan muun muassa pääjohtoreitit, pääjakelun kaapeloinnit ja kesukset sekä telejärjestelmien runkojohdot. Pääperiaatteilla on hintavaikutusta muiden järjestelmien urakkalaskentaan, joten siksi nämä tiedot tulee olla lukittu kevennetyn mallin mukaisessa urakkalaskennassa. Pääjärjestelmät kytkeytyvät usein merkittäväksi osaksi rakennuksen kiinteä tilaosaa. Kiiras ym. (2007, 24) on myös maininnut, että kiinteän tilaosan järjestelmät pitäisi pyrkiä suunnittelemaan siten, että ne palvelevat muuttuvan tilaosan tekniikkaa kaikissa mahdollisissa tilanteissa, joita muuttuvalla tilaosalla voi tulla eteen (ks. alaluku 2.4.3).

Kevennetyssä mallissa pitäisi pyrkiä käyttämään aina avoimen rakentamisen periaatetta. Rakennuksen kiinteän tilaosan suunnittelu voidaan kevennetyssä mallissa viedä melko pitkälle hankkeesta riippuen, jopa toteutussuunnittelutasolle. Muuttuvan tilaosan kohdalla tuloksista käy ilmi, että suunnittelutyötä pitäisi pyrkiä jakamaan lohkoihin tai jopa pienempiin moduuleihin. Lohko- tai moduuli-ideassa tarkoituksena on pyrkiä vähentämään toistuvien tilojen moneen kertaan suunnittelua niin pitkään kuin mahdollista. Lisäksi lohkoittaisessa suunnittelussa voidaan huomioida edellisen lohkon toteutuksessa havaitut haasteet ja kehitysideat. Tauriainen (2017) on korostanut muuttuvan tilaosan toteutussuunnittelun aloittamista vasta kun lopulliset käyttäjätarpeet on lyöty lukkoon (ks. alaluku 2.4.2).

Massoittelutyö pitäisi kevennetyssä mallissa pyrkiä sitomaan mahdollisimman helposti muunneltavaan ja nopeasti laskettavaan muotoon. Tähän hyviä tapoja on määrittellä massat järjestelmien osalta neliöpohjaisesti tai tyyppitilapohjaisesti.

Mikäli jotain rakennuksen osia ei pystytä massoittelemaan luotettavasti neliöpohjaisesti tai tyyppitilapohjaisesti, tulisi näiden alueiden osalta kyseinen alue pyrkiä suunnittelemaan kertaalleen pistekuvataseiseen esitystapaan. Myös Magicad (2017) ja Granlund Oy (N.d) ovat todenneet, että suunnitteluohjelmistojen puolesta massatiedon tuottaminen suunnitteluohjelmistoista ei nykyään ole ongelma ja luotettavaa massatietoja saadaan ulos ohjelmistoista vaivattomasti (ks. alaluku 2.2.5).

Tulosten perusteella massalistojen tuottaminen on yksi keskeisimmistä kevennetyn mallin työkaluista, jolla suunnitelmien tuottaminen urakkahinnan määrittämistä varten nopeutuu merkittävästi. Massalistat toimivat ensisijaisena laskentadokumenttina urakkalaskennassa. Myös hankkeen aikana massalistoja tulee päivittää, jos hankkeen kustannusennustetta halutaan seurata lähtötietojen tarkentumisessa. Muutokset listoihin on nopea tehdä ja suunnittelun työmäärä vähenee.

Kevennetyissä mallissa ja sen soveltamisessa oleellisessa osassa on referenssitietojen hyödyntäminen muista vastaavanlaisista rakennustyypeistä. Valmiiden ratkaisujen avulla muista hankkeista saatava tietoa tulisi hyödyntää uusissa hankkeissa jo massoittelevaiheessa. Oleellista on myös kerätä kaikki suunnitteludata valmistuneista hankkeista, jotta tätä tietoa saadaan jatkossa hyödynnettyä uusissa hankkeissa ja kevennetyn mallin käyttö edelleen tehostuu. Tulevaisuudessa massoitteeluun ja olemassa olevan datan käsittelyyn toivottiin automatisointia tai ohjelmistoa, jotta massatietojen käsittely nopeutuisi. Kun käsiteltävää dataa on paljon, ihmisen tekemä manuaalinen työ lisääntyy.

Sähkösuunnittelun sidosryhmiin liittyen kevennetyissä mallissa tulee tuloksien mukaan pyrkiä avoimeen ja kehitysmuotoiseen toimintatapaan. Salminen (2021, 20) mainitsee, että soveltamalla Lean-filosofiaan kuuluvaan jatkuvaa parantamista poistetaan havaitut ongelmat ja luodaan koko toimintaprosessiin jatkuvan parantamisen toimintakuluttuuri (ks. alaluku 2.6.1). Ensisijainen sidosryhmä on sähköurakoitsijat, joiden kanssa mallin kehitystä tulee jatkaa edelleen ja hankkeesta riippuen käydä läpi toimintatavat minkälaisista suunnitelma-aineistosta kussakin hankkeessa olisi hyvä tuottaa, jotta se palvelisi sekä urakoitsijan kustannuslaskentaa että suunnittelua.

Kevennetty toimintamalli ei suoraan sovellu projektiryhmälle, jolla ei ole aiempaa kokemusta yhteistoiminnallisista hankemuodoista. Lisäksi rakennustyyppistä pitäisi tuloksien mukaan olla sekä urakoitsijalla että suunnittelijalla riittävä kokemus, sillä massoittelutyö vaatii hyvää ymmärrystä hankkeen kokonaiskuvasta sekä järjestelmien soveltuvuudesta massoitteluun. Urakoitsijan kokemusta vaaditaan esimerkiksi laitteiden valinnassa, kaapelointien laskennassa sekä tarvittavien asennus- ja apujärjestelmien laskennassa. Suunnittelijan päätehtävänä on määrittellä tiloille se laatu- ja laajuustaso, jota hankkeessa haetaan ja urakoitsija laskee ja hinnoittelee kaikki tarvikkeet ja työmenekit, jotta suunnitelmissa esitetyt laatu- ja laajuustaso tulee täytettyä.

Poiketen perinteisestä mallista, tulisi tilaajalla olla kevennetystä mallista riittävät perustiedot siitä miten mallia sovelletaan ja mihin massoittelu ja kustannuslaskenta perustuvat. Koska kevennyksessä mallissa suunnittelua ei tehdä samalla tarkkuustasolla kuin perinteisessä mallissa, saattaa joissain järjestelmissä syntyä pientä vääristymää massalaskennan ja toteutussuunnittelun välillä. Vääristymää voi esiintyä molempiin suuntiin tilanteesta riippuen, ja usein nämä kumoavat jollain tapaa toisensa lopulta. Tilaajan olisi hyvä tiedostaa tämä.

7.2 Opinnäytetyön luotettavuus

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa luotettavuusarviointi perustuu siihen miten vakuuttavasti tutkimustyössä käytetyt menetelmät, tiedonkeruu ja tulokset esitellään lukijalle. Täysin aukottoman luotettavuusarvion tekeminen kvalitatiivisessa tutkimuksessa ei ole mahdollista. Tieteellisessä tutkimuksessa yleisesti käytössä olevat luotettavuuden osatekijät ovat reliabiliteetti eli tulosten pysyvyys ja validiteetti eli että tutkitaan oikeita asioita. Tulosten pysyvyydellä tarkoitetaan asiaa, että jos tutkimustyö uusittaisiin, pysyisi voimassa samat tutkimustulokset. Tutkimustyön validiteetti tarkoittaa käytännössä sitä, että tutkimustyössä käytettävä tutkimusote ja menetelmät on määritelty oikein ja että tutkimusaineiston sisällysanalyysi on tehty oikeilla menetelmillä. (Kananen 2017, 175–176.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa luotettavuusarvioinnilla pyritään vahvistamaan, että kirjoittajan tuottama tutkimus on objektiivisesta näkökulmasta katsoen luotettavaa. Keskeistä on esimerkiksi tarkastella, miksi kyseiset henkilöt on valittu haastateltavaksi, miksi juuri he ja miksi juuri tätä tutkimusmenetelmää on käytetty. Lisäksi luotettavuusarvioinnissa pyritään tarkistamaan, että tutkimusprosessi on toteutettu oikein tieteellisen sääntöjen mukaan ja että opinnäytetyön aika tuotettu dokumentaatio on riittävä ja tukevat tutkimuksen tavoitteita. Yleisiä luotettavuuskriteereitä laadulliselle tutkimukselle on; informantin vahvistus, vahvistettavuus, arvioitavuus, tulkinnan ristiriidattomuus, saturaatio ja aikaisemmat tutkimukset. (Kananen 2017, 176.)

Informantin vahvistuksella tarkoitetaan vahvistusmenetelmää, jossa opinnäytetyön aineiston lukee henkilö, joka on osallistunut teemahaastatteluun. Näin saadaan vahvistus asialle, että tutkija on ymmärtänyt ja tulkinnut oikein haastattelussa keräämänsä aineiston. Vahvistettavuudella tarkoitetaan asiaa, jossa opinnäytetyön luotettavuus paranee siten, että useat eri tietolähteet tukevat opinnäytetyön tekijän tulkintaa tutkittavasta aiheesta. Tietolähteet voivat olla esimerkiksi muita tutkimuksia, havainnoiteja tai kirjallisia lähteitä. Arvioitavuudella viitataan riittävään tutkimustyön dokumentaatioon. Dokumentaation avulla tutkimustyön tekijä pystyy perustelemaan kaikki valinnat ja jälkeenkäinkin näihin asioihin voidaan palata tarpeen vaatiessa. Dokumentaation hyvänä tunnusmerkkinä on esimerkiksi päiväkirja opinnäytetyön tekemiseen liittyvistä toimista. Alkuperäisaineistot tutkimukseen liittyen tulee myös säilyttää, jotta aineiston todenperäisyys voidaan niiden kautta vahvistaa. (Kananen 2017, 177–178.)

Tässä opinnäytetyössä informantin vahvistusmenetelmää sovellettiin siten, että kaksi teemahaastatteluun osallistunutta henkilöä luki ja kommentoi opinnäytetyön tulososion. Tämän avulla pystyttiin vahvistamaan, että opinnäytetyön tekijä oli tulkinnut oikein teemahaastattelussa kerätyn aineiston. Vahvistettavuuden osalta opinnäytetyön tulokset ovat osin samansuuntaisia aiempien tutkimuksien ja opinnäytetöiden kanssa, joita opinnäytetyön teoriaosuudessa on käsitelty. Koska suoraan samaan aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimustyötä ei löydetty, aivan aukotonta vahvistettavuutta koko aihealueelle ei pystytä saamaan, mutta osalle tutkimustuloksista vahvistettavuutta löytyi. Ensimmäiselle

tutkimuskysymykselle liittyen sähkösuunnittelun hukkaan PJU-ympäristössä, löydettiin varsin kattavaa tukea lähdeaineistosta ja muista tutkimuksista.

Opinnäytetyön arvioitavuutta tukee se, että opinnäytetyön tekijä on laatinut tutkimustyön alkuvaiheessa kattavan työsuunnitelman opinnäytetyöprosessista ja edennyt tämän prosessin mukaisesti. Opinnäytetyön tekijä on pitänyt opinnäytetyöhön liittyen päiväkirjaa, josta ilmenee mitä eri vaiheita opinnäytetyön kirjottaja on opinnäytetyöprosessin aikana tehnyt ja milloin. Myös kaikki alkuperäisaineistot tallennettiin opinnäytetyön tekijän sähköiseen arkistoon. Jotta opinnäytetyön arvioitavuus olisi ollut vielä parempi, olisi opinnäytetyöntekijän pitänyt dokumentoida paremmin, miksi valittuja aineistoja oli kerätty ja miksi kyseisiä analysointi- ja tutkintamenetelmiä valittiin sovellettavaksi tässä opinnäytetyössä.

Tulkinnan ristiriidattomuus liittyy aineiston tulkintaan. Aineiston tulkitsee aina ihminen ja tulkintoja voi olla useita riippuen näkökulmasta ja tutkimusongelmasta. Kuitenkin jos näkökulma ja tutkimusongelma on sama ja useampi henkilö tekee tulkintaa samasta aineistosta, pitäisi tulkinta olla jokseenkin samanlainen useammalla henkilöllä. Saturaatiolla tarkoitetaan ilmiötä, jossa tutkimustulokset alkavat toistamaan itseään. Kun eri lähteistä saadaan samoja tutkimustuloksia riittävä määrä, voidaan todeta, että tapahtuu saturaatio, eli tutkimustulokset kyllääntyvät. Esimerkiksi jos useat haastateltavat toistavat samoja asioita ja muusta lähdeaineistosta löydetään haastatteluissa esiintyviä asioita, voidaan todeta, että tutkimustulos on kyllääntyvät tältä osin. Mikäli tutkittavasta aiheesta on tehty aiempia tutkimuksia, voi niistä hakea myös luotettavuutta tukevia argumentteja osaksi oman tutkimustyön luotettavuustarkastelua. Opinnäytetyössä kirjallisuuteen ja aiempiin tutkimuksiin perehdytään aina teoriaosuudessa. (Kananen 2017, 178–179.)

Tässä opinnäytetyössä ei suoritettu useampaa tulkintaa aineistolle, koska opinnäytetyöntekijä teki tutkimustyön yksin eikä oikeanlaisia resursseja tulkinnan tekemiselle löydetty. Tältä osin tulkinnan ristiriidattomuutta ei voida täysin vahvistaa. Opinnäytetyön tulososiossa on kuitenkin esitetty paljon suoria lainauksia haastatteluilanteista, joten tätä kautta lukijalle annetaan esimerkkejä mistä lähtökohdista aineiston tulkintaa on lähdetty tekemään ja siten pyritään

vahvistamaan tulkinnan ristiriidattomuutta. Osassa tutkimustuloksista saturaa-tiota alkoi ilmetä. Tämä voidaan perustella sillä, että teemahaastatteluissa nousi esille samoja aiheita, joista teoriaosuudessa oli kerrottu, ja että eri haastatteluissa nousi samoja asioista esille. Aineiston analysointivaiheessa samoihin alaluokkiin tuli useilta eri haastateltavilta samaa tulkintaa tukevia ilmauksia.

Aiempiä tutkimuksia opinnäytetyössä käsiteltävästä aiheesta ei löytynyt, koska käsiteltävä aihe on alalla uusi ja tutkimustietoa aiheesta ei ollut saatavilla kovin paljon. Kuitenkin samasta aiheesta tehtyjä suppeampia tulkintoja ja esitysmateriaaleja löytyi jonkin verran. Parhaiten soveltuvia esitysmateriaaleja, jotka liittyivät opinnäytetyön aiheeseen, olivat SKOL ry julkaisemat esitysmateriaalit liittyen alkuvaiheen TATE-suunnitteluprosessiin rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa. Näissä aineistoissa ei syvennytty sähkösuunnitteluun, vaan aiheita käsiteltiin yleisesti talotekniikan näkökulmasta.

7.3 Opinnäytetyön eettisyys

Hyvät tieteelliset käytännöt velvoittavat kaikkia, jotka tutkimustyötä tekevät (Viikka 2015, 40). Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeistukset opastavat, miten hyviä tieteellisiä eettisiä tutkimuskäytäntöjä tulee soveltaa. Riippumatta aiheesta tai tekijästä, perussäännöt hyvässä tutkimusetiikassa ovat samat. (Kuula 2011, 34.) Tutkimusetiikka käsitteenä tarkoittaa yhteisesti sovittuja ohjeita suhteessa tutkijan sidosryhmiin, tutkimuskohteisiin, rahoittajiin, toimeksiantajiin sekä suureen yleisöön. Hyvä tieteellinen käytäntö tarkoittaa, että sovelletaan eettisesti tiedonhankinta- ja tutkimusmenetelmiä. Tiedonhankinnan aikana hyvä tieteellinen käytäntö on sitä, että lähdeaineisto on omaan alaansa liittyviä kirjallisuuslähteitä, havaintoja sekä oman tutkimuksen kautta saatuja analyysseja. Tutkimustuloksien on tuotettava jotain uutta tietoa tai todistettava, että vanhaa tietoa voidaan soveltaa uudella tavalla. Lisäksi tutkijan on oman tutkimustyönsä aikana toimitettava rehellisesti ja ilman vilppiä muita tutkijoita kohtaan. Tutkimustyön aihepiirissä rehellinen ja vilpitön toiminta tarkoittaa, että toisten tutkijoiden tulokset ilmaistaan lähdeviittauksin selkeästi tutkijan omassa aineistossa ja muiden tutkijoiden

tuloksia arvioidaan sellaisenaan kuin ne alkuperäinen tutkija on esittänyt. (Vilkkä 2015, 41–42.)

Tämän opinnäytetyön aikana käytetyt tiedonhankintalähteet ovat yleisesti tieteellisessä tutkimuksessa käytettyjä. Tiedonhankinnan lähteinä on käytetty ajankohdaisia artikkeleita, julkaisuja, tietokirjallisuutta, havainnointia, kansanvälisiä lähteitä ja henkilöhaastatteluja. Tiedonhankintaa on suoritettu kriittisesti sekä eettisesti kestävästi. Koska aiempia tutkimuksia aiheeseen liittyen ei ole tehty, toi opinnäytetyö paljon uutta tietoa alalle. Tässä opinnäytetyössä käytetyt lähteet on merkitty asianmukaisesti lähdeluetteloon ja asiayhteyteen tekstissä, ja näin pyritti varmistamaan, että kirjoittajan omat ajatukset ja muiden tekijöiden tulokset pysyvät hyvin erillään koko opinnäytetyön raportin ajan. Kun opinnäytetyö on jätetty tarkastettavaksi, on opinnäytetyö tarkastettu myös Karelia-ammattikorkeakoulun käyttämällä plagioinnintarkastusohjelmalla.

Hyvä tieteellinen käytäntö ohjeistaa, että kaikki tutkimukset on toteutettava laadukkaasti. Yksinään laadukas toteutus ei kuitenkaan täytä koko vaadetta vaan myös tutkimuksen suunnittelu ja raportointi tulee tehdä huolella. Joten hyvät tieteelliset käytännöt koskevat myös tutkimussuunnitelman laatimista esimerkiksi lähdeviittausten osalta. (Vilkkä 2015, 43.) Myös kaikki rahoituslähteet, joita tutkimuksen aikana on hyödynnetty, tulee raportoida tutkimuksessa, sekä kaikille rahoittajille tulisi esitellä tutkimustulokset työn valmistuttua (Kuula 2011, 35). Jos tutkimustyö sisältää tietoja, joita koskee salassapito- tai vaitiolovelvollisuus, tulee tämä käydä myös ilmi tutkimuksessa. Myöskään kenenkään tutkimukseen osallistuneen henkilön tai toimeksiantajan nimeä ei saa julkaista tutkimustyössä ilman asianomaisen suostumusta. (Vilkkä 2015, 46–47.)

Tähän opinnäytetyöhön liittyen kirjoittaja on laatinut tutkimussuunnitelman, päivittänyt sitä tarpeen mukaan ja pyrkinyt viemään tutkimusprosessin tutkimussuunnitelman mukaisella tavalla. Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset ovat olleet työn keskiössä jatkuvasti, jotta aineiston hankinta, tuloksien analysointi ja teemahaastatteluilla kerätty tieto tukisi mahdollisimman hyvin opinnäytetyössä tutkittavaa aihetta. Tutkimustyössä opinnäytetyön tekijä on käyttänyt apunaan Jorma Kanasen (2014) kirjoittamaan menetelmäkirjaa; *Laadullinen tutkimus*

opinnäytetyönä. Kirjassa on opastettu vaihe vaiheelta, kuinka laadullinen opinnäytetyö kirjoitetaan vaihe vaiheelta ja miten eri vaiheissa aineistoa tulee hakea ja analysoida. Myös muuta menetelmäkirjallisuutta on hyödynnetty opinnäytetyön alussa ja työn aikana.

Opinnäytetyöhön on saatu ulkopuolista rahoitusta Sähkösuunnittelijat NSS ry:ltä. Muuten opinnäytetyöhön liittyvät kulut on katettu opinnäytetyötekijän omilla varoilla. Sähkösuunnittelijat NSS ry:lle esitellään opinnäytetyön tulokset työn julkaisun jälkeen. Tutkimustyö ei sisällä mitään salassapito- tai vaitiolovelvollisuuden alaista tietoa. Tutkimukseen osallistuneiden yritysten nimien julkaisuun on kytetty yritysten edustajilta lupa.

Tunnistettavuuden estäminen tutkimustyössä on tärkeä eettinen normi, kun tutkimuskohteena ovat ihmiset. Tärkeintä on poistaa aineiston keruun jälkeen tutkimusaineistosta henkilöiden nimet ja muut erisnimet, jotka liittyvät esimerkiksi työpaikkaan tai asuinalueeseen. Lisäksi kaikki arkaluontoinen aineisto tulee poistaa harkinnanvaraisesti. Mahdolliset tutkittavien henkilöiden taustatiedot luokitellaan eri kategorioihin. (Kuula 2011, 201, 214.) Haastatteluissa mukana olleiden henkilöiden nimiä, tarkkoja työpaikkatietoja tai muita taustatietoja ei ole julkaistu raportissa, jotta tutkittavien anonymiteetti säilyy. Litteroinnin aikana opinnäytetyötekijä on merkinnyt itselle ylös kehen haastateltavaan kyseiset ilmaisut liittyvät.

Tutkimuksen raportoinnissa olisi hyvä ilmaista, mikä on tutkijan asema suhteessa toimeksiantajaan ja tutkittaviin asioihin. Ennen tutkimustyöhön ryhtymistä kaikkien tutkimukseen osallistuvien osapuolten tulisi sopia minkälainen asema kullakin on tutkimuksessa. Mitkä ovat kunkin osapuolen oikeudet, vastuut ja velvollisuudet. Opinnäytetyön osalta näistä asioista sovitaan yleensä opinnäytetyön toimeksiantosopimuksessa. Lisäksi tutkijan tulee noudattaa hyvää hallintokäytäntöä, henkilöstö- sekä taloushallintoa. (Vilkkä 2015, 46–47.)

Tämän opinnäytetyön osalta on laadittu opinnäytetyön toimeksiantosopimus opinnäytetyöntekijän ja toimeksiantajan välillä. Teemahaastatteluihin liittyen asianomaisia on informoitu ensin puhelimitse tutkittavasta aiheesta. Kun haastateltavalta henkilöltä oli saatu lupa haastatteluun suullisesti, lähetettiin haastatteluun

osallistuvalla henkilöllä vielä sähköpostilla erillinen saatekirje haastatteluun aiheeseen, toteutukseen ja jatkokäyttöön liittyen (liite 4). Saatekirjeen avulla on pyritty kuvaamaan, minkälainen eettinen vastuu opinnäytetyöntekijällä on työhön liittyen.

Tutkimusetiikan hyvä noudattaminen edellyttää, että tutkimusaineistoa käsitellään huolellisesti ja että tutkittavien anonymiteetti säilyy läpi tutkimusprosessin. Varsinkin arkaluontoiset materiaalit, joista käy ilmi tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden henkilöllisyys, esimerkiksi videonauhoitteet haastatteluista, tulee säilyttää erityisellä huolellisuudella. Tutkijan tulee huolehtia, että tutkimuksen julkistamisesta tiedotetaan ja että tutkimus on julkisesti nähtävillä, mikäli tutkimuksen toimeksiantaja antaa siihen luvan, tai että ne osiot tutkimustyöstä julkaistaan, joita ei ole luokiteltu salaisiksi. (Vilka 2015, 47–48.)

Tässä opinnäytetyössä kerätty haastatteluaineisto on litteroitu kirjalliseen muotoon ja niiden säilyminen tapahtuu opinnäytetyön kirjoittajan verkkolevyllä, johon vain opinnäytetyön tekijällä on pääsy salasanan avulla. Alkuperäiset haastattelu- nauhoitteet on taltioitu sähköisesti opinnäytetyöntekijän pilvipalveluun, johon vain opinnäytetyöntekijällä on pääsy salasanan avulla. Opinnäytetyön valmistuttua haastatteluaineistot on tuhottu asianmukaisesti. Kerätty haastattelu- ja havainnointiaineisto ei sisällä sensitiivistä tai arkaluontoista materiaali, mutta yritysten liikesalaisuuksien suojaamiseksi alkuperäistä haastatteluaineistoa on käsitelty luottamuksella, eikä sitä ole jaettu julkisesti muille tahoille. Tämä opinnäytetyö ei sisällä salaisia tai osittain salaisia osioita, joten se on julkaistu Theseus-palvelussa julkisena opinnäytetyönä toimeksiantajan luvalla.

7.4 Opinnäytetyöprosessi

Tässä työssä on noudatettu opinnäytetyön aloittamishetkellä voimassa olevaa Karelia-ammattikorkeakoulun opinnäytetyön ohjetta. Opinnäytetyön tekemiseen liittyy suunnitelma-, toteutus-, ja raportointivaihe. Suunnitelmavaihe sisältää aihe- ja opinnäytetyösuunnitelman laatimisen sekä suunnitelmaseminaariesityksen. Toteutusvaihe sisältää muun muassa opinnäytetyön kirjallisen raportin laadintaa,

kirjallisuuskatsauksen tekemistä sekä työn ohjausta tarpeen mukaan. Raportointivaiheessa valmista opinnäytetyötä viimeistellään, suoritetaan kypsyysnäyte, haetaan arviointi työlle sekä julkaistaan valmis työ. (Karelia-ammattikorkeakoulu 2018, 39.)

Tämän opinnäytetyön tekeminen alkoi tammikuussa 2020 opinnäytetyön kaksipäiväisellä valmennusjaksolla, jossa käytiin läpi opinnäytetyöprosessi, erilaisia opinnäytetyön käytäntöjä, sekä vaatimukset YAMK-opinnäytetyölle. Heti valmennusjakson jälkeen alettiin kartoittaa opinnäytetyöaiheita Granlund-konsernista. Aihe opinnäytetyöhön löytyi melko nopeasti, koska samaan aikaan Granlund Oy:ssä oli valmisteilla kehityshanke kevennetyn toimintamallin soveltamisesta TATE-urakoiden laskentaan rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa. Kehityshankkeeseen etsittiin opinnäytetyöntekijöitä Granlund-konsernin sisältä suorittamaan kehityshankkeen tarkastelua sekä LVI-suunnittelun, että sähkösuunnittelun näkökulmasta. Kun opinnäytetyön aihe oli valittu, sovittiin avainhenkilöiden kanssa aloituspalaveri tammikuun 2020 loppupuolelle. Aloituspalaverissa pohdittiin opinnäytetyön aiherajausta ja mitkä olisivat keskeisiä teemoja, joita työssä kannattaisi tutkia. Lisäksi tammikuun 2020 loppupuolella pidettiin toinenkin palaveri, jossa opinnäytetyöntekijälle esiteltiin konkreettisesti, miten kevennetty toimintamalli on tarkoitus toteuttaa suunnittelutyön näkökulmasta, jotta opinnäytetyöntekijä saisi karkean käsityksen tutkittavasta aiheesta jo ennen virallista työn aloittamista.

Helmikuussa 2020 laadittiin alustava opinnäytetyösuunnitelma ja pyydettiin siihen kommentteja sekä toimeksiantajan, että opinnäytetyön ohjaajalta. Lisäksi helmikuun aikana Granlund Oy järjesti kevennetyn toimintamalliin pilotointiin osallistuville TATE-urakoitsijoille esittelytilaisuuden, jossa käytiin läpi kevennetyllä mallilla tuotetut suunnitelma-aineistot sekä tavoitteet pilottiprojektiin liittyen. Helmikuussa 2020 tarkennettiin opinnäytetyösuunnitelmaa kommenttien pohjalta sekä tehtiin rahoitushakemus Sähkösuunnittelija NSS ry:lle.

Opinnäytetyön tekeminen jatkui toukokuussa 2020 tarkennetun suunnitelman laatimisella sekä lähdekirjallisuuden kartoittamisella. Toukokuussa 2020 pidettiin aihe-seminaari ja kerättiin aihe-seminaarissa saadut kommentit ja päivitettiin ne

työsuunnitelmaan. Syyskuussa 2020 pilottiprojektin laskentavaiheet valmistuivat ja pilottiprojektissa mukana olleiden urakoitsijoiden kanssa pidettiin purkutilaisuudet, joihin myös opinnäytetyöntekijä osallistui. Purkutilaisuudet nauhoitettiin myöhempää aineiston analysointia varten.

Huhtikuussa 2021 luotiin ensimmäinen versio opinnäytetyön raporttipohjasta ja rakennettiin opinnäytetyön otsikkorakenne laadullisen tutkimuksen opinnäytetyölle ohjeistetulla tavalla. Kesällä 2021 perehdyttiin sekä tutkimusmenetelmäkirjallisuuteen sekä valittuihin lähdeaineistoihin. Varsinainen opinnäytetyön kirjoittamisvaihe käynnistyi marraskuussa 2021. Tietoperustan kirjoittaminen ja lähdeaineistoihin perehtyminen jatkui aina marraskuusta 2021 maaliskuulle 2022 asti. Tietoperustan kirjoittaminen oli työn edistymisen kannalta hidasta ja oleellisen tiedon referointi tehtiin harkiten.

Huhtikuussa 2022 alettiin valmistelevaan haastattelurunkoa sekä etsimään haastateltavia teemahaastatteluja varten. Haastattelut saatiin toteutettua kesäkuuhun 2022 mennessä. Huhtikuussa pidettiin ensimmäinen opinnäytetyöohjaus vastuuopettajan kanssa. Ohjauksen tuloksena opinnäytetyön tietoperustaa muokattiin palautteen pohjalta. Toukokuussa 2022 osallistuttiin opinnäytetyön suunnitelmaseminaariin, jossa esiteltiin kirjallisuuskatsauksen tulokset sekä opinnäytetyön jatkotoimet. Lisäksi toukokuussa pidettiin kaksi opinnäytetyöohjausta vastuuopettajan kanssa.

Viimeinen opinnäytetyön tekovaihe käynnistyi lokakuussa 2022. Kirjoittaminen jatkui kevennetyn toimintamallin kuvauksella ja samalla perehdyttiin menetelmäkirjallisuuden avulla kvalitatiivisen tutkimuksen sisällönanalyysivaiheeseen. Lokakuun loppupuolella suoritettiin kaikkien haastattelu- ja havainnointitilaisuuksien litterointi sekä sisällönanalyysi. Sisällönanalyysin jälkeen alettiin kirjoittamaan sisällönanalyysin tuloksia sekä tuloksien tarkastelua.

Marraskuun alkupuolella opinnäytetyön tekstisisältöä tiivistettiin, korjattiin kieli- asua sekä arvioitiin myös opinnäytetyön luotettavuutta ja eettisyyttä. Lisäksi täydennettiin opinnäytetyön toteutukseen liittyviä aihekokonaisuuksia. Marraskuun puolessa välin pidettiin opinnäytetyön tulosseminaari ja ensimmäinen

lukukappale lähetettiin opinnäytetyön ohjaajalle ja toimeksiantajalle kommentoitavaksi sekä äidinkielen opettajalle tarkastettavaksi. Tulosseminaarin jälkeen kirjoitettiin vielä opinnäytetyön prosessista, ammatillisesta kasvusta, jatkotutkimusaiheista sekä täydennettiin työtä tulosseminaarissa saatujen kommenttien avulla. Tässä vaiheessa opinnäytetyö tarkastettiin tieteellisyyden kannalta Kanasen (2014, 155–156) sekä Karelia-ammattikorkeakoulun (2018) opinnäytetyöohjetta apuna käyttäen. Lopuksi työ luettiin useaan otteeseen läpi, tarkastettiin lähdeviitaukset ja lähdeluettelo sekä suoritettiin pieniä korjauksia ja täydennyksiä työn kieliasuun ja raportin muotoiluun. Viimeisenä vaiheena kirjoittamisprosessissa oli loppusanojen, tiivistelmien ja johdannon kirjoittaminen. Tämän jälkeen opinnäytetyölle suoritettiin plagioinnin tarkistus, palautettiin työ arvioitavaksi ja tehtiin kypsyysnäyte.

7.5 Ammatillinen kasvu

Teoriaosassa referoidut aiheet olivat joko kokonaan tai osin uusia opinnäytetyöntekijälle, joten kokonais käsitys laajeni muun muassa projektijohtorakentamisesta sekä sähkösuunnittelun soveltamisesta PJU-ympäristöön merkittävästi opinnäytetyön myötä. Perehtymällä erilaisiin Lean-menetelmiin sekä Last Planner -menetelmään saatiin hyvä pohja tunnistaa erilaisia kehityskohteita nykyisestä sähkösuunnittelun toimintatavasta. Yleisesti opinnäytetyön tekeminen kasvatti kriittistä lähdeaineiston arviointia sekä kokonais käsityksen luomista eri lähteiden pohjalta.

Kvalitatiivisen tutkimusmenetelmien soveltaminen ja siihen liittyvät teoria ja käytännöt avautuivat tässä työssä perusteellisesti. Aiempaa kokemusta laadullisesta tutkimuksesta ei ollut, joten tutkimusmenetelmien soveltamisessa käytännön kautta tapahtui paljon kehitystä. Haasteellisin vaihe opinnäytetyön kirjoittamisprosessissa oli tietoperustan laatiminen. Oleellisten aiheiden valitseminen referoitavaksi oli vaikeaa ja aikaa vievä prosessi. Lisäksi oleellisen tiedon koostaminen useista lähteistä ehyeksi tekstiksi oli ajoittain haasteellista. Koska työ tehtiin yksilötyönä, opetti työn tekeminen paljon itsenäisiä työskentelytapoja sekä itsenäistä päätöksentekoa. Muun muassa haastattelujen valmistelussa sekä

sisällönanalyysivaiheessa piti tehdä paljon merkittäviäkin päätöksiä opinnäytetyön onnistumisen kannalta. Itsenäinen työskentely sekä päätöksenteko auttaa jatkossa myös työelämässä, kun projektityössä pitää tehdä joskus nopeitakin päätöksiä itsenäisesti ja kehittää soveltuvat työskentelytavat tavoitteiden saavuttamiseksi.

Merkittävin ammatillinen kasvu tässä opinnäytetyössä liittyi kuitenkin siihen, että opinnäytetyön tekijälle karttui uudesta kevennetystä sähkösuunnittelun toimintamallista paljon tietoa ja toimintamalleja, jota voidaan jatkossa hyödyntää, kun toimintamallia aletaan soveltamaan työelämän todellisiin projekteihin. Koska opinnäytetyössä ei keskitytty tarkastelemaan tutkittavaa aihetta vain sähkösuunnittelijoiden näkökulmasta, vaan myös sähköurakoitsijoiden, auttoi tämä muodostamaan kokonaisvaltaisemman käsityksen tutkittavasta aiheesta. Opinnäytetyön avulla kriittinen ajattelutapa nykyisiä suunnittelun toimintamalleja kohtaan projektinjohto- ja allianssirakentamisessa kasvoi. Rakennusalalla tarvitaan uusia ja kehittyviä toimintamalleja, jotta työn tuottavuutta saadaan nostettua, joten tässä opinnäytetyössä käsitelty aihe voi olla yksi askel kohti tuottavampaa rakentamisprosessia.

7.6 Jatkotutkimusaiheet ja kehittämisisideat

Tässä opinnäytetyössä kuvattiin kattavasti, miten kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli soveltuu rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeisiin ja miten se konkreettisesti vähentää hukkatyötä suunnittelussa. Tämän opinnäytetyön avulla sähkösuunnittelun- ja urakoinnin parissa työskentelevät saavat perusteellisen kuvauksen toimintamallista ja mitä hyötyä mallin soveltamisesta on. Mallista löytyi myös kehittämistä ja lisätutkimusta vaativia kohtia. Sellaisia ovat:

- Olemassa olevan suunnitteludatan hyödyntäminen TATE-suunnittelussa.
- Automaation ja tekoälyn lisääminen TATE-suunnittelussa.
- Kustannustiedon integroiminen suunnitteluohjelmistoihin.
- Kevennetyn toimintamallin jalkauttaminen projektiryhmille, joilla ei ole aiempaa kokemusta yhteistoiminnallisesta rakentamisesta.

- Urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden yhteinen kehitystyö rakentamisessa ja suunnittelussa.
- Laadunvarmistustoimenpiteiden kehittäminen kevennetyssä toimintamallissa.

Tässä opinnäytetyössä ei keskitytty konkreettisesti mittaamaan, kuinka paljon toimintamallin soveltaminen säästää suunnittelussa tai urakoinnissa kuluvia työtunteja. Jotta toimintamallin avulla säästetty työaika pystyttäisiin tarkasti raportoimaan, tulisi tehdä lisää jatkotutkimusta ja kehittää soveltuvat mittarit säästetyn ajan mittaamiseen. Suunnittelun hukan mittaaminen vaatii myös Seppäsen (2020, 30–31) mukaan lisää kehitystä ja jatkotutkimuksia aiheesta. Koska rakentaminen on aina ainutkertainen prosessi, on luotettavien mittareiden asettaminen haastava tehtävä.

8 Lopuksi

Opinnäytetyön tekeminen oli pitkä mutta opettavainen prosessi. Ajoittain työelämän ja opiskelun yhteensovittaminen oli haastavaa. Työn jakaminen pienempiin osiin ja osien valmiiksi saaminen antoi motivaatiota jatkaa työskentelyä uudella innolla. Toivon, että tämä työn avulla sähköalalla ja yleisesti rakentamisessa otetaan rohkeasti uusia toimintamalleja käyttöön, jotta vältyttäisiin turhan ja arvoa tuottamattoman työn tekemiseltä.

Haluan kiittää opinnäytetyöni toimeksiantajaa Granlund Oy:ta inspiroivasta ja kehitysohjeituneesta opinnäytetyöaiheesta sekä kaikkia pilottiprojektiin ja haastatteluihin osallistuneita henkilöitä. Lisäksi haluan kiittää Sähkösuunnittelijat NSS ry:tä taloudellisesta tuesta opinnäytetyön tekemiseen. Kiitokset kuuluvat myös opiskelutoverilleni Olli Naukkariselle, jonka kanssa vietimme useita yhteisiä opiskelupäiviä opinnäytetöitämme tehden. Kiitokset myös vaimolleni Saaralle kaikesta tuesta ja kannustuksesta opintoihini liittyen.

Lähteet

- Cadmatic. 2021. Sähköistä määrälaskentaa tarvitaan edelleen. Cadmatic. <https://www.cadmatic.com/fi/ajankohtaista/artikkelit/sahkoista-maaralaskentaa-tarvitaan-edelleen>. 21.1.2022.
- COBIM - hankkeen osapuolet. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 4. Talotekninen Suunnittelu <https://drive.buildingsmart.fi/s/S2p59nX27yZ2LzM>. 18.10.2022.
- Ennova. 2011. Agile and Lean for Construction. Engineering Innovation.
- Granlund Oy. N.d. Projektinjohtopalvelu. Granlund Oy. <https://www.granlund.fi/palvelut/projektinjohtopalvelu>. 21.1.2022.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- Järvinen, T. 2018. Tietomallinnus rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa. Granlund Oy.
- Järvinen, T. 2021. Alkuvaiheen TATE-suunnitteluprosessi rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa. SKOL, Energia- ja talotekniikkar ryhmä.
- Kaleva, K. 2018. Rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen haasteet sähkösuunnittelussa. Granlund Oy.
- Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Karelia-ammattikorkeakoulu. 2018. Opinnäytetyön ohje. Karelia-ammattikorkeakoulu. https://student.karelia.fi/fi/opinnot/oppari/opinnaytetyo_asiakirjajakirjasto/Karelia_opinnaytetyon_ohje.pdf. 17.11.2022.
- Kiiras, J., Kruus, M., Hämäläinen, A., Lindroos, H., Saari, A. & Salmikivi, T. 2006. SUKE Malli suunnittelun ohjaukseen projektinjohtohankkeissa. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Kiiras, J., Kruus, M., Raveala, J., Saari, A. & Salmikivi, T. 2007. SUKE Malli talotekniikan suunnittelun ja hankintojen ohjaukseen projektinjohtohankkeissa. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Kiiras, J., Kruus, M., Peltonen, T. & Sivunen, M. 2019. Projektinjohtorakentaminen ja muita palvelumuotoja. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Kiiras, J. & Palojärvi, L. 2011. Projektinjohtohankkeen riskienhallinnan kehittäminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Koniel, O. 2019. Suunnittelun ohjausmenetelmän kehittäminen toteutussuunnittelun hukan eliminoimiseksi. Diplomityö. Aalto-yliopisto. 19.11.2021.
- Koponen, J. 2017. Tavoitehintaa, hankintapakettia ja alihankkijoiden valintaa yhteistoimintaurakoissa (PJU). WSP. <https://www.virrat.fi/client/virrat/userfiles/urakkamuodot-wsp.pdf>. 19.11.2021.
- Koskenvesa, A. & Mäki, T. 2019. Last Planner Opas suunnittelun ja tuotannon johtamiseen. Helsinki: Mittaviiva Oy.
- Kruus, M. 2008. SUKE Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Liker, J. 2008. Toyotan tapaan. McGraw-Hill: Readme.fi.

- Lindström, R. 2014. Potilastornin sähkösuunnittelu, haasteet ja käytetyt ratkaisut. https://ssty.fi/sahkojaos/download/SSTY_Potilastornin_sahkosuunnittelu_%20haasteet_ja_kaytetyt_ra.pdf. 19.11.2021.
- MagiCad. 2017. Määräluettelot sähkösuunnitelmiin ST-kortin 13.80 mukaisesti MagiCADilla. MagiCad. <https://www.magicad.com/fi/blog/2017/01/maaraluettelot-sahkosuunnitelmiin-st-kortti-magicad>. 21.1.2022.
- Mäkinen, J. 2020. Sähkösuunnittelun haasteet projektinjohtourakoinnissa https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/338076/Makinen_Jani.pdf?sequence=3&isAllowed=y. 19.11.2021.
- Mölsä, S. 2019. Mistä puhumme, kun puhumme tahtituotannosta?. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/mista-puhumme-kun-puhumme-tahtituotannosta>. 29.1.2022.
- Niemistö, E. 2014. Projektinjohtourakka Erytyspiirteet, sopimustekniikka ja ongelmakohtat. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Puolakka, M. 2020. Talotekniikan urakkalaskentaan määräpohjainen kevennetty malli – eroon suunnittelun hukkatyöstä. NSS Oy. http://www.nssoy.fi/uploads/Plaani_4-2020/index.html#p=10. 26.11.2021.
- Rakennustieto Oy. 2017. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18 RT-11290. Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto Oy. 2018. Projektinjohtourakan tehtäväluettelo RT 103018. Rakennustieto Oy.
- Salminen, J. 2020. Rakennushankkeen uusiutuvat toteutusmuodot. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Salminen, J. 2021. RIL 276-2021 Lean rakentamisessa Arvoa luovan rakentamisen periaatteet, menetelmät ja työkalut. RIL ry.
- Seppänen, O. 2020. Building 2030 - Hukan mittaaminen suunnittelussa ja tuotannossa loppuraportti https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2020-06/Hukka-suunnittelussa-ja-tuotannossa-loppuraportti-22-06-2020_0.pdf. 19.11.2021.
- Talotekniikka-lehti. 2016. Määräluettelot sähkösuunnitelmiin. Talotekniikka-lehti. <https://talotekniikka-lehti.fi/maaraluettelot-sahkosuunnitelmiin>. 21.1.2022.
- Tauriainen, K. 2017. Miten sairaalarakentamista voidaan uudistaa?. NCC Oy. <https://blog.ncc.fi/nakymat/miten-sairaalarakentamista-voidaan-uudistaa>. 8.1.2022.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- Uusitalo, A. 2016. Määräluettelot sähkösuunnitelmiin?. Rakennustaito. <https://rakennustaito.fi/maaraluettelot-sahkosuunnitelmiin>. 21.1.2022.
- Vilka, H. 2015. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus.

Esimerkki rakennustapaselosteesta

4.16 Yhteisantennijärjestelmä

Tilat varustetaan yhteisantennijärjestelmällä.

Verkossa välitetään maanpäälliset ilmaiset digitaaliset televisiokanavat sekä Ylen ja paikallisradioiden analogiset radiokanavat.

Antennipisteitä asennetaan aulatiloihin, neuvottelu- ja odotushuoneisiin.

Järjestelmä liitetään osaksi kiinteistön nykyistä antennijärjestelmää.

4.17 Paloilmoitinjärjestelmä

Tiloihin asennetaan kattava paloilmoitinjärjestelmä.

Järjestelmä toteutetaan viranomais määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Järjestelmä ohjaa tilojen poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmien automaattikuulutuksia, palo-ovia sekä ovien lukituksia.

Osastoille asennetaan näyttökojeita (kansliat), huonemerkkilamppuja (potilashuoneet) ja merkkivaloja huoneiden ovien yläpuolelle käytävällä. IV-konehuoneisiin sekä tarvittaessa muihin teknisiin tiloihin asennetaan palokellot.

Ilmaisintyyppinä käytetään pääasiassa yhdistelmäilmainta (savu ja lämpö). Ilmaisimet asennetaan savuilmaintien asennustiheydellä. Nousukuiluissa ja sähkötiloissa käytetään herkempiä savuilmaintia.

Potilashuoneiden ilmaisimet varustetaan äänihälytyskannalla. Potilastiloissa kiinnitetään huomiota ilmaisinsijoittelussa siihen, että ilmaisin reagoi mahdollisimman nopeasti.

Paloilmoitinjärjestelmä varustetaan osoitteellisilla ohjausyksiköillä, joilla ohjataan mm. palopeltejä, palo-ovien aukipitolaiteita jne.

Alueen järjestelmä liitetään osaksi kiinteistön nykyistä paloilmoitinjärjestelmää (Pelco FX3Net)

4.18 Turvakameravalvontajärjestelmä

Tiloja ja kulkureittejä valvotaan tallentimilla varustetulla kameravalvontajärjestelmällä.

Järjestelmän kamerakuvat välitetään sairaalan turvallisuudesta vastaavan tahon turvavalvomoon yleiskaapelointiverkon kautta.

Kevennetyt toimintamallin urakkalaskentaohje

0001 LASKENTAOHJE
PILOTTIHANKE, KEVENNETTY TOIMINTAMALLI URAKKALASKENNASSA, Yleissuunnitelma


31.1.2020

Yleiset huomautukset:

Jos laskentaperusteissa tai huomautuksissa ei muuta ole määritetty niin urakoitsija laskee määrät suunnitelmita tai arvioi ne kokemusperusteisesti. Määräluettelon määrät sisältävät taso- ja mallihuoneiden asennusten määrät. Taulukossa ei ole määritetty ryhmäjohtoja tai pistekaapeleita vaan urakoitsijan on arvioitava johdot asennuksineen ja asennustarvikkeineen taulukossa ilmoitettujen pistemäärien perusteella. Hukka- ja asennusosat arvioidaan urakoitsijan toimesta.

Pos	Laskentaperuste/järjestelmä tai dokumentti	Laskentaperuste	Hankintaraja	Huomautus
Vahvavirta ja johtolejijärjestelmät				
Pääjärjestelmät				
1	Ryhmäkeskukset, toiminnalliset tilat	Pääkaivojen 4001 - 4003 mukaan	SU	Normaali-, varavoima- ja UPS-jakelu
2	LVI-ryhmäkeskus	Pääkaivon 4004 mukaan	SU	Normaalijakelu
3	Nousujohtot ryhmäkeskuksille	Pääkaivojen 4001 - 4004 mukaan	SU	Normaali-, varavoima- ja UPS-jakelu
4	Ohjaus- ja runkokaapelointi	Keskusten pääkaivojen mukaan/Sähköurakoitsijan arvio	SU	
5	Sähköenergian kulutusmittarit	Keskusten pääkaivojen mukaan	SU	
Maadoitukset ja potentiaalintasaukset				
6	Maadoituskiskot ja runkokaapelointi	Määräluettelon mukaan, kiskojen runkokaapelit MKEM-HF 25KeVi	SU	Runkokaapelin laskentapituus 50m/kisko
7	Potentiaalintasaukiskot (G1-tilat)	Määräluettelon mukaan	SU	
8	Potentiaalintasauspisteet (G1-tilat)	Määräluettelon mukaan	SU	
Johtotiet				
9	Kaapeleilytyt ja tikkaat	Määräluettelon/tasopiirustuksen mukaan (määräluettelon määrät luettu CAD:stä)	SU	Hukka ja asennusosat arvioidaan SU:n toimesta
10	Paloläpiviennit	Rakennusurakoitsijan arvio	RU	
11	Johtokanavat ja pystykourut	Määräluettelon/tasopiirustuksen mukaan (määräluettelon määrät luettu CAD:stä)	SU	Hukka, kulmat, peitesäleät ja asennusosat arvioidaan SU:n toimesta
12	Pistorasiapylväät	Määräluettelon/tasopiirustuksen mukaan	SU	
13	Valaisinriipustuskiskot	Määräluettelon mukaan	SU	
14	Kaasukourut	Sisältyy määräluettelon/tasopiirustusten määrin	SU	
15	Äänitekniset ja potilashuoneiden E15 läpiviennit	Rakennusurakoitsijan arvio	RU	
Valaistus				
16	Valaisinpisteet	Määräluettelon mukaan	SU	
17	Kytkimet, painikkeet ja kojerasiat kytkentöineen	Määräluettelon ja mallitilojen mukaan	SU	Asennuskorkeudet ja -alustat arvio SU
18	Valaistusryhmäjohtot, asennusputket ja jakorasiat	SU arvioi valopisteiden määrän pohjalta	SU	Kotelointiluokat, asennuskorkeudet ja -alustat arvio SU
19	Väyän reitittimet, ohjaimet ja releet	DALI periaate -kaavion mukaan	SU	Valaistushajauksen keskuskeloteloita komponentteineen 1 kpl
20	Väyän ohjelmointi ja käyttöönotto	SU arvioi	SU	
21	Valaistushajauspainikkeistot	Määräluettelon mukaan	SU	
22	Himentimet, säätimet	Määräluettelon mukaan	SU	
23	Läsnäoloilmaläpiviennit	Määräluettelon mukaan	SU	
24	Sisävalaisimet	Määräluettelon mukaan	SU	
Pistorasiat				
25	Voimapistorasiat	Määräluettelon mukaan	SU	Asennuskorkeudet ja -alustat arvio SU
26	Pistorasiat	Määräluettelon mukaan	SU	Asennuskorkeudet ja -alustat arvio SU
27	Pistorasiaryhmäjohtot, asennusputket ja jakorasiat	SU arvioi pistorasioiden määrän pohjalta	SU	

Kevennetyt toimintamallin sähköpisteiden määräluettelo

Järjestelmä Laiteryhmä Laitte	Määrät 31.1.2020		Määrä		Huom!
	kpl	m	kpl	m	
	002 MÄÄRÄLUETTELO		Laadittu:	31.1.2020	
	Sähkö		Päivitetty:		
PILOTTIHANKE KEVENNETTY TOIMINTAMALLI URAKKALASKENNASSA	LASKENTAVERSIO 1		Laatija:	RLI, AMV	
Vahvavirta ja johtotiejärjestelmät					
Johtotiet					
<i>HUOM! Hukka, kulmat ja asennusosat arvioidaan SU:n toimesta</i>					
Kaapeilyt, vaakaa					
				40	
				170	
				310	
				210	
				140	
Kaapeilyt, pysty					
				30	
				10	
Johtokanavat ja pystykoukut					
Johtokanava, alumiininen, polttoaalattu valkea, 170mm, eri osat sähkö- ja telekaapeille					
Asennus lämpöpattereiden kohdalla seinäkannakkein 75mm + peitesäleet (SU arvio)					
				180	
Pistorasiapylväät					
Pistorasiapylväs, jalustalla seisova, 10m liitosjohtoilla					
	10				
Kalustus: 4kpl 2-os NV-pistorasiaa, 2kpl 2-os VV-pistorasiaa, 2kpl 2xRJ45 atk-rasiaa					
Valaisinripustusoskiskot					
				20	
Vahvavirtajärjestelmät					
Maadoitukset ja potentiaalintasaukset					
				2	
				20	
				20	
				282	
Lääkintälait					
				33	
Valaistus					
Valaistuksen ohjaus ja johdotus					
				284	
				1	
				43	
				2	
				16	
				62	
				16	
				43	
Väyähjohtausjärjestelmä					
				13	
				53	
				18	
				1	
Sisävalaisimet					
				24	
				46	
				4	
				4	
				18	
				18	
				6	
				63	
				18	
				18	
				9	
				20	
				3	
				19	
Pistorasiat					
Voimapistorasiat (yleiskäyttö)					
				1	
Pistorasiat					
				53	
				56	
				3	
				259	
				21	
				42	
				8	
Muut					
Sähkötoimiset ovet					
				14	
LVI-sähköistys					
				2	
				17	
Muut					
				16	
				16	
				37	

Teemahaastattelun saatekirje

Kevennetty talotekniikan toimintamalli projektinjohtourakassa - Granlund pilottiprojekti- Teemahaastattelu opinnäytetyötä varten

Opinnäytetyöni aihe on ”Kevennetty sähkösuunnittelun toimintamalli urakoitsija-valintaa varten rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa” Opinnäytetyöni toimeksiantajana toimii Granlund Oy.

Opinnäytetyöni aineisto kerätään haastatteluilla. Haastattelujen tavoitteena on selvittää haastateltavan kokemuksia rinnakkaisten toteutuksien ja suunnittelun hankkeista, erityisesti sähkötekniikan näkökulmasta. Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista, ja osallistumisen voi aina keskeyttää tai perua.

Haastattelut ovat yksilöhaastatteluja, ja jokainen haastattelu on tärkeä. Haastateltavaksi valitaan alan ammattilaisia, joilla on aiheesta kokemusta. Haastattelut nauhoitetaan ja kirjoitetaan myöhemmin tekstimuotoon. Nauhoitukset ja tekstit ovat ainoastaan opinnäytetyön tekijän käytössä ja niitä käsitellään ja säilytetään ehdottoman luottamuksellisesti. Aineistot hävitetään asianmukaisesti, kun opinnäytetyö on valmis.

Opinnäytetyö tuloksineen julkaistaan Theseuksessa ja on siellä luettavissa julkaisun jälkeen. Opinnäytetyössä voidaan käyttää lainauksia haastatteluista vastaajien tietosuoja ja anonymiteetti huomioiden. Yksittäistä vastaajaa ei voida tunnistaa.

Terveisin

Risto Kuosmanen, Granlund Joensuu Oy

Teemahaastattelun haastattelurunko

Taustatiedot

- Yrityksen nimi
- Haastateltava henkilö
- Toimiala
- Työtehtävä
- Työkokemus nykyisissä tehtävissä (vuosina)

Teemat

- Kokemukset rinnakkaisten toteutuksien ja suunnittelun hankkeista
 - o Mitä ajatuksia yhtäaikainen suunnittelu ja toteuttaminen herättää? (sähkösuunnittelu / sähköurakointi / suunnittelun ohjaus / tilaajan näkökulma)
 - o Minkälaisia kehityskohteita tai haasteita olet huomannut sähkösuunnitteluun liittyen rinnakkaisten toteutuksien ja suunnittelun hankkeissa?
 - o Henkilökohtaiset kokemukset aiheesta?
- Kokemukset kevennetyn toimintamallin pilotoinnista
 - o Minkälaiset kokemukset toimintamallista jäi?
 - o Miten kehittäisit testattua toimintamallia?
 - o Minkälaisia toimintatapojen muutoksia uusi toimintamalli toi mukanaan? Miten ne vaikuttivat työtehtäväsi suorittamiseen?
 - o Miten toimintamallin soveltaminen soveltuu esim. PJU toteutusmalliin? (riskit, mahdollisuudet)
 - o Mitä konkreettista hyötyä uudesta toimintamallista oli?
- Keinot vähentää sähkösuunnittelussa syntyvää hukkatyötä rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa
 - o Missä asioissa tai työvaiheissa mielestäsi syntyy hukkaa? Miksi?
 - o Mitä konkreettisia työkaluja hukan poistamiseksi pitäisi hyödyntää? Miksi? Miten ne poistavat hukkatyötä?
- Muuta lisättävää?