



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JERE MÄNTYSALO

Sähkösuunnittelun kustannusten analysointi tunnusluvuilla

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Mäntysalo, Jere: Sähkösuunnittelun kustannusten analysointi tunnusluvuilla
Opinnäytetyö, AMK
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Maaliskuu 2024
Sivumäärä: 30

Tämä opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Rejlers Finland Oy:n kanssa. Työn lähtökohtina oli tutkia tunnuslukujen käyttöä osana sähkösuunnittelun projektien tuntiarviointia. Tunnistaa erilaisia tunnuslukuja ja analysoida tätä prosessia. Kerätä dataa tunnistetuille tunnusluvuille ja selvittää parhaat keinot tämän saavuttamiseen.

Työn lopputulemana oli tarkoituksena saada tietoa tunnuslukujen luontiin liittyvistä muuttujista ja haasteista. Näin ollen ymmärtäen tunnuslukujen luontiin liittyvän prosessin kattavasti. Lisäksi työssä tarkoituksena oli luoda Rejlersille dataa kerätyistä tunnusluvuista, joita voitaisiin jatkokehittää ja käyttää sähkösuunnittelun tuntiarviointiin tulevaisuudessa.

Työlle oli tarvetta, sillä Rejlers halusi saada lisää vertailuarvoja sähkösuunnittelun muiden laskentatapojen tueksi. Samalla haluttiin tarjota tunnuslukuja osaston ulkopuolisten henkilöiden käyttöön. Tarvetta oli kehittää tunnusluku-järjestelmää, jolla pystyttäisiin vakiinnuttamaan tiettyjä muuttujia projektien tuntiarviointeja tehdessä.

Työssä teetettiin kysely henkilöille, joilla oli merkittävä työpanos valittujen projektien läpiviennissä. Tiedonkeruuprosessiin kuului myös yhteydenpito useiden Rejlersin projektien yhteyshenkilöiden kanssa. Teoriapuolessa apuna käytettiin erilaisia kirjallisia lähteitä ja nettilähteitä sekä opinnäytetyöpalaverien havaintoja.

Lopputuloksena tunnuslukujen kerääminen ja projektianalyysi onnistuivat hyvin ja niistä opittiin paljon. Lisäksi kyselyn luominen onnistui hyvin, mutta kyselyllä saatu data ei täysin yltänyt haluttuihin määriin. Datan kerääminen lähtökohtaisesti tiedettiin kuitenkin haastavaksi ja muita keinoja käyttämällä lopulta päästiin tavoiteltuun datamäärään. Haasteista ja onnistumisista pystyttiin vetämään johtopäätöksiä ja oppeja tulevaisuudessa tehtävää tunnuslukuanalyysiä varten.

Abstract

Mäntysalo, Jere: Analysis of electrical design costs with key figures

Bachelor's thesis

Electrical and automation engineering

March 2024

Number of pages: 30

This thesis was carried out in cooperation with Rejlers Finland Oy. The starting point of the work was to investigate the use of key figures as part of the hourly evaluation of electrical engineering projects. Identify different indicators and analyze this process. Collect data on the identified indicators and determine the best means to achieve this.

The result of the work was to get information about the variables and problems related to the creation of key figures. Thus, comprehensively understanding the process related to the creation of key figures. In addition, the purpose of the work was to create data for Rejlers from the collected key figures, which could be further developed and used for electrical engineering workhour evaluation in the future.

There was a need for the work, because Rejlers wanted to get more reference values to support other calculation methods in electrical design. At the same time, there was a need to provide key figures for use to people outside the department. There was a need to develop an identification number system that would be able to stabilize certain variables when making hourly evaluations of projects.

In the work, a survey was made to people who had a significant contribution to the implementation of the selected projects. The data collection process also included communication with several contact persons for Rejlers' projects. In the theory side, various written sources and online sources were used, as well as thesis meeting observations.

As a result, the collection of key figures and project analysis were successful, and a lot was learned from them. In addition, the creation of the survey was successful, but the data obtained with the survey did not fully reach the desired amounts. However, collecting data was initially known to be challenging, and by using other means, the desired amount of data was eventually achieved. Conclusions and lessons were drawn from the challenges and successes for future key figure analysis.

ALKUSANAT

Haluan kiittää Rejlers Finland Oy:tä opinnäytetyön aiheesta ja siinä tukemisesta. Suuret kiitokset etenkin Juha Ojalalle, Sampsa Laiholle ja kaikille tiedonhaussa auttaneille ja kyselyyn vastaajille.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Työn toimeksiantaja	6
1.2 Lähtökohdat.....	7
1.3 Rajaus	7
1.4 Tietojen käsittely.....	8
2 KUSTANNUSARVIOINTI OSANA SÄHKÖSUUNNITTELUA.....	8
2.1 Kustannusarviointi yleisesti	8
2.2 Kustannusarviointi sähkösuunnittelussa	10
2.3 Kustannusarviointi projektin eri vaiheissa.....	10
2.4 Kustannusarvioinnin haasteet sähkösuunnittelussa	13
3 WBS.....	14
3.1 Mikä on WBS.....	14
3.2 WBS:n käyttökohteet.....	14
3.3 WBS osana opinnäytetyötä	16
3.4 Esimerkki lopullisesta osituksesta	17
3.5 Kyselyn luominen projektiosituksen pohjalta	19
4 TUNTIDATAN KÄSITTELY	20
4.1 Käsittely teoriassa	20
4.2 Käytännön haasteet.....	20
5 TUNNUSLUVUT	21
5.1 Mitä ovat tunnusluvut.....	21
5.2 Tunnuslukujen luonnin perusteet.....	21
6 TUNNUSLUVUT SÄHKÖSUUNNITTELUSSA.....	23
6.1 Projektivalinta	23
6.2 Projektikokonaisuuden ymmärtäminen.....	23
7 TULOKSET	24
7.1 hyvät ja huonot tunnusluvut.....	24
7.2 tunnuslukudatan kerääminen	25
8 KEHITTÄMISEN MAHDOLLISUUDET	26
8.1 Projektitietojen arkistointi.....	26
8.2 Tuntimerkintöjen tasot	26
8.3 Järjestelmällinen tiedonhaku	27
9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	28
LÄHTEET.....	29

1 JOHDANTO

1.1 Työn toimeksiantaja

Toimeksiantaja työlle on Rejlers Finland Oy. Yritys on maan johtavia suunnittelu- ja konsultointialan toimijoita. Se on osa Tukholman pörssissä listattua Rejlers konsernia, joka toimii pääasiallisesti pohjoismaissa. Yritys työllistää Suomessa n. 1100 henkilöä ja sen toiminta keskittyy kuuteen segmenttiin: teollisuus, rakentaminen, energia ja infra, tekninen johdon konsultointi, telecom-palvelut ja digipalvelut. Tässä työssä toiminta kohdistui teollisuus segmenttiin.

Rejlers on käyttänyt pitkään erilaisia kustannusarvioinnin menetelmiä ja tämän työn tarkoituksena oli luoda vertailukelpoista dataa, jolla olemassa olevia tunnuslukuja pystyttäisiin vertailemaan uuden luodun datan kanssa. Samalla olisi tarkoitus luoda runkoa tunnuslukujen ja näillä tehtävän kustannusarvioinnin jatkokehittämiselle. Näin pystyttäisiin parantamaan entisestään sähkösuunnittelun projektien jälkilaskentaa ja tarvittaessa tarkentamaan uusien projektien tuntiarviointia.

Haasteena on osittain ollut uusien suunnittelijoiden, jolta puuttuu vielä kumuloitunut kokemus, saaminen onnistumaan kustannusarvioinnissa yhtä usein kuin kokeneemmat suunnittelijat. Samanlaista haastetta on ollut myynnin puolella, jossa usein tieto sähkösuunnittelusta ja sen tuntikäytöstä on vajaampaa. Näissä tilanteissa hyvin rakennetut tunnusluvut voisivat pienentää kokemuksen tuomaa etumatkaa hyvän tuntiarvioinnin tekemisessä ja parantaa sekä myynnin että suunnittelun tuntiarviointeja kokonaisuudessaan.

1.2 Lähtökohdat

Sähkösuunnittelussa teollisuuspuolella projektiskaala on nykyisin todella laaja. Asiakkuuksien välillä on suuria toteutuksellisia vaihteluita sähkönjakelun ja prosessisähköistyksen kokonaisuuksien suunnittelun kanssa. Tässä työssä tarkoituksena on selvittää keinoja, joilla tehdyistä projekteista saadaan enemmän tietoa irti sekä analysoida asioita ja muuttujia, jotka vaikuttavat tähän prosessiin. Lisäksi tarkoituksena on luoda Rejlers projekti- ja tuntikäytöndatan pohjalta tunnuslukuja, joiden avulla tulevaisuudessa Rejlers sähkösuunnittelu pystyy arvioimaan entistä paremmin eri sähkösuunnittelun tehtäviin menevää tuntimäärää.

Työn runko muodostuu siis tunnuslukujen muodostamisprosessin selvittämisestä ja tutkimisesta. Tähän kuuluu Rejlersin projektidatan ja tuntikäytön analysoiminen ja siihen liittyvien muuttujien selvittäminen, yleinen projektidatan kerääminen ja lopulta tunnuslukujen ja näille arvojen luominen. Syntyneitä tunnuslukuja tarvittaessa muokataan ja tutkitaan arvojen kanssa niin, että voidaan todeta mitkä tunnusluvut toimivat ja mitkä eivät. Varsinaiset tulokset tuotetaan Rejlersille luottamuksellisena opinnäytetyöliitteenä ja tässä virallisessa työssä käydään läpi enemmän selvitys- ja luomistyön prosessia ja tästä kerättyjä huomioita.

1.3 Rajaus

Tarkoituksena ei ole luoda valmista järjestelmää vaan enemmänkin analysoida tunnuslukujen käyttäytymistä erilaisissa projekteissa. Näin ollen käytännön ratkaisu tai työkalu kustannuslaskennan ja tuntiarvioinnin avuksi jää työnrajan kannalta ulkopuolelle. Työssä analysoituja asioita voi kuitenkin jatkossa käyttää suoraan apuna käytännönratkaisun luomiseen.

Tutkittavista projekteista rajattiin pois alustavasti kaikki alle 500 tunnin projektit, jotta keskittyminen olisi vain laajemmissa kokonaisuuksissa. Lisäksi rajauksista tehtiin projektien datan saatavuuden suhteen ja projektivastaavien henkilöiden tavoitettavuuden suhteen. Esimerkiksi projektit, joissa

projektivastaava henkilö oli eläköitynyt ja tietoa muuten oli niukasti, jätettiin työn ulkopuolelle. Rajaus kuitenkin hieman eli työn edetessä ja mukaan otettiin myöhemmin myös alle 500 tunnin projekteja kattavan otannan takaamiseksi.

1.4 Tietojen käsittely

Työn henkilötietojen käsittelyssä käytettiin tietosuojasetuksen ja tietosuojalain peruseriaatteita. Lisäksi toimittiin Rejlersin sisäisten tietoturva-eräiteiden mukaan näitä koskevissa asioissa. Itse projektidata ja tämän pohjalta tehdyt dokumentaatiot niin ikään tehtiin Rejlersin sisäisten toimintaperiaatteiden mukaan ja lisäksi tämä opinnäytetyö läpiluuetettiin Rejlersillä ja muokattiin muotoon, joka ei sisällä luottamuksellista sisältöä.

2 KUSTANNUSARVIOINTI OSANA SÄHKÖSUUNNITTELUA

2.1 Kustannusarviointi yleisesti

Perusidea kustannusarvioinnissa on se, että sillä ennustetaan projektissa tarvittavien resurssien hintaa ja määrää. Arvioitavat resurssit voivat vaihdella materiaaliressusseista henkilöressuseihin. Tarkan kustannusarvion tekeminen on tärkeää projektin onnistumisen ja liikevoiton kannalta. Jos kustannukset nousevat yli odotusten, investoija tekee vähemmän voittoa. Jos taas kustannukset ovat arvioitua huomattavasti pienemmät, on pääomaa turhaan sidottu projektiin, kun sitä olisi voinut hyödyntää muualla. (Hyttinen S. 2020, s. 12)

Kustannusarviota tehdessä huomioon otettavia asioita:

- Arvio on oltava tehty riittävällä tarkkuudella
- Arvio on sovelluttava kustannusvalvonnan käyttökohteeksi
- Arvio on vain ennuste, eikä se ole lähtötietoaan luotettavampi
- Arviointimenetelmien on taattava, ettei projekti kärsi mahdollisista kustannusylityksistä
- Osa-arvioihin ei tule lisätä varauksia

(Pelin R. 2011, s.166)

Alustava kustannusarvio

Ensimmäistä kustannusarviota kutsutaan alustavaksi kustannusarvioksi ja tämä on usein vain suuntaa antava arvio projektin kustannuksista. Tämä arvio tehdään projektin esiselvitysvaiheessa, jolloin kaikki tiedot projektin massoista eivät ole vielä tiedossa. Tässä kokemusperäinen arviointi asiantuntijaryhmällä on yleisin lähestymistapa. Arvio perustuu pääkoneisiin ja -laitteisiin sekä ympärillä olevan muun kokonaisuuden hahmotteluun. Alustavan kustannusarvion tarkkuus vaihtelee -20% ja +40% väliltä. (Pelin R. 2011, s. 167)

Peruskustannusarvio

Alustavaa kustannusarviota seuraa peruskustannusarvio. Tämä tehdään esisuunnittelussa selvitettyjen tehtäväluetteloiden, laiteluetteloiden ja alustavien tarjouskyselyiden pohjalta. Tässä kustannusarviossa tarkkuus on +/- 10% ja sen pohjalta tehdään lopullinen kustannusarvio. (Pelin R. 2011, s. 167)

Lopullinen kustannusarvio

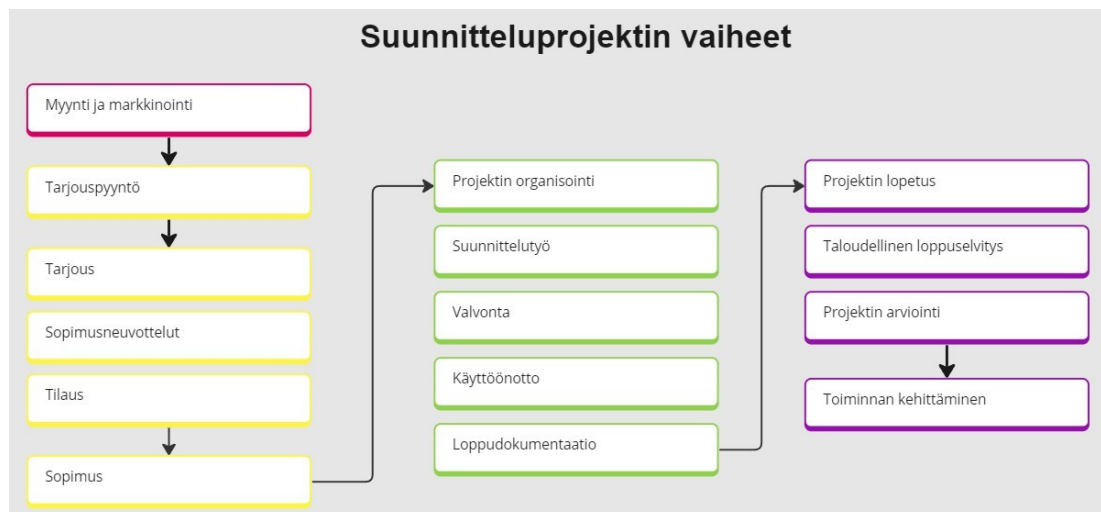
Kun suunnitelmat projektin suorituksesta ovat tehty, tiedot tehtävistä hankinnoista saatu ja suurin osa urakkasopimuksista sovittu, tehdään lopullinen kustannusarviointi. Tämän arvion pitäisi olla tarkkuudeltaan 3% ja 8% väliltä oikeasta tuloksesta, sillä kaikki tarvittavat tiedot projektin suorituksesta pitäisi olla jo kasassa. (Pelin R. 2011, s. 167)

2.2 Kustannusarviointi sähkösuunnittelussa

Kustannusarviointi on sähkösuunnittelun kannalta prosessi, jossa tarkoituksena on määrittää rakennushankkeessa tarvittavien sähköjärjestelmien suunnittelun hinta (Hitch S. 2022). Liian korkealla hinnalla työtä ei saada asiakkaalta ja liian matalalla hinnalla yrityksen taloudelliset toimintaedellytykset kärsivät. Hinta määräytyy pääasiallisesti sähkösuunnittelussa käytetystä tuntimäärästä ja tähän kytkeytyneistä kuluista kuten palkoista ja soutu maksuista. Palkkoihin ja täten projektin hintaan vaikuttavat erilaiset kustannustason muutokset kuten palkankorotukset ja sosiaalikulusten muutokset. Muita projektin hintaan vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi suunnitteluohjelmistokulut ja matkakulut. (Autio I. 2004, s. 114-115)

2.3 Kustannusarviointi projektin eri vaiheissa

Tässä osiossa kerron, miten kustannusarvioinnin eri vaiheet ajoittuvat tyypilliseen suunnitteluprojektiin. Vaiheet vaihtelevat hieman projekteittain, joten yhtä oikeaa mallia ei kuitenkaan ole.



Kuva 1. Suunnitteluprojektin vaiheet. Vaiheet ovat värikoodattu markkinointiin, sopimuksen rakentamiseen, toteutukseen ja projektin päättämiseen. (mukaillen Autio I. 2004, s. 108)

Myynti ja markkinointi

Kustannusarviointi voi lähteä liikkeelle jo markkinoinnista, jossa voidaan tehdä alustavia kustannusarvioita, esiselvityksiä sekä kannattavuuslaskelmia. Usein tässä esiselvitysvaiheessa tiedot ovat vielä hajanaisia ja asiakaskaan ei välttämättä täysin tiedä, mitä haluaa. Täten kustannusarvio on enemmänkin suuntaa antavaa. (Rantanen R. 2009, s. 24-25) Pääasiassa markkinoinnin tavoite on tehdä yrityksen toiminta ja palvelut tutuiksi mahdollisille asiakkaille ja tämän apuna esiselvitykset ovat hyödyllisiä suuntaa antavinakin. (Autio I. 2004, s. 108)

Tarjouspyyntö

Varsinaisesti kustannusarviointi lähtee liikkeelle, kun tilaaja tekee suunnittelijalle tarjouspyynnön. tarjouspyyntö lähetetään kaikille osapuolille samanaikaisesti ja siinä tilaaja määrittää sen, mitä se haluaa. Tähän kuuluu tiedot tilaajasta ja kohteesta, suunnitteluohjelma kokonaisuudessaan sekä tarjousohjeet. (Autio I. 2004, s. 109)

Tarjous

Tarjouspyyntö määrittelee tarjouksen sisällön ja ehdot. Sisällössä on kuitenkin aina ilmentävä tietyt asiat kuten tarjouksen tehtäväsisältö, kohde, suunnittelu-tehtävien rajaus ja suunnittelun sisältämät dokumentit. Tarjouspyynnön pohjalta suunnitteluyritys tekee kustannusarvion projektin suunnittelusta, joka taas toimii tarjouksen pohjana. (Autio I. 2004, s. 111) Tässä vaiheessa voidaan usein puhua jo peruskustannusarviosta tai lopullisesta kustannusarviosta riippuen hieman projektin luonteesta sekä tiedon määrästä ja laadusta. Näissä projektitiedot ovat jo alustavaan kustannusarvioon nähden huomattavasti paremmat. Alustava arvio kuitenkin on usein näiden teettämisen pohjana. Peruskustannusarvion tekemisessä on vielä neuvotteluvaraa. Tässä yleensä hienosäädetään projektin toteutus haluttuun muotoon. Valmiiseen tarjoukseen tulee aina lopullinen kustannusarvio ja peruskustannusarviot ovat vain välimuotoja valmiista arviosta. (Rantanen R. 2009, s. 24-25)

Sopimus

Tarjouksen pohjalta luodaan sopimus. Sopimuksen luonnin jälkeen tarjous ja tätä pohjustava kustannusarvio jää voimaan ja projekti siirtyy toteutukselliseen

vaiheeseen. Suunnittelusopimuksessa on oltava määritettynä vähintään suoritettava tehtävä ja sen hinta sekä sovellettavat yleiset sopimusehdot. (Autio I. 2004, s. 108, 122) Osapuolten tehtyä sopimuksen, projekti siirtyy toteutusvaiheeseen.

Toteutusvaihe

Kustannusarviointia tehdään usein myös väliarviointina toteutusvaiheen ollessa käynnissä. Tällä pystytään seuraamaan, onko projekti menossa haluttuun suuntaan. Näin voidaan tarvittaessa suorittaa korjaavia toimenpiteitä niin, että projektin lopputuloksesta tulee positiivinen ja pysytään paremmin sovituksessa kustannusarviossa. (Rantanen R. 2009, s. 26)

Projektin arviointi

Projektin toteutuksellisen vaiheen jälkeen projekti päätetään ja siihen tehdään jälkilaskelmaa ja arviointia. Tämä on valitettavan usein projektin osa-alue, joka laiminlyödään siirtymällä suunnittelemaan suoraan uusia projekteja. Jälkilaskelman tarkoituksena on kerätä tiedot projektin kustannuksista, analysoida poikkeamat ja niiden syyt, teettää sisäinen kannattavuuslaskelma, täyttää vaadittava kirjanpito ja kehittää tulevien projektien kustannuslaskelmaa kerätyllä datalla. Toiminnan kehittämiseksi kerätyllä datalla voidaan esimerkiksi luoda erilaisia tunnuslukuja tai tehdä koko projektista yleisen kustannuskehityksen yhteenveto. (Pelin R. 2011, s. 178-179)

Suunnittelun tuntiarvion Rejlersillä saattaa tehdä pienissä projekteissa mahdollisesti yksittäinen suunnittelija tai muutamasta suunnittelijasta koostuva tarjousryhmä, jossa mukana työlajin vastuullinen suunnittelija tai esimies. Suuremmissa projekteissa taas käytössä on neljä vaiheinen malli, johon kuuluu esiselvitys, selvitys, perussuunnittelu ja toteutussuunnittelu. Tässä tuntiarvio tehdään erikseen jokaisesta työvaiheesta. Kaikkia projekteja tutkitaan kuitenkin omina kokonaisuuksinaan ja toteutus vaihtelee havaittujen tarpeiden mukaan (Ojala J. 2024).

2.4 Kustannusarvioinnin haasteet sähkösuunnittelussa

Suurimmat kustannusarvioinnin haasteet syntyvät sähkösuunnittelussa teknologian kehityksestä, projektien ja asiakkuuksien monimuotoisuudesta, yhteistyön ja viestinnän sujuvuudesta sekä projektien aikarajoitteista (Markevich A. 2023). Teknologian kehitys ja näin ollen uusien järjestelmien käyttöönotto vaativat sen, että kustannusarvion tekijä on ajan tasalla uusien järjestelmien yksityiskohdista. Jos uusi järjestelmä lisää tai poistaa erilaisia työvaiheita, se tulee näkymään projektin toteutuneissa tunneissa. Tämä linkittyy suoraan myös asiakkuuksien monimuotoisuuteen, jolloin erilaiset suunnittelukohteet voivat olla teknologialtaan ja olosuhteiltaan todella erilaisia. Tällöin säännöllisyyksien löytäminen suunnittelutehtäviin voi osoittautua todella vaikeaksi.

Viestintä asiakkaan, suunnittelijoiden ja projektin hallinnan kanssa on elintärkeää projektin menestyksen kannalta. Ongelmia syntyy usein misinformaatiosta tai erilaisista näkökulmista (Markevich A. 2023). Viestintä voi pettää missä vain kohdassa projektin läpimenoa ja aiheuttaa suuria tuntikäytön paiseita. Tämä voi muodostua herkästi henkilöstötason kuormitussuunnittelun vajavuudesta, jossa informaatioketju ei pysy kasassa tehtävien siirron, ylitöiden tai lisäresurssien hankinnan aikana (Pelín R. 2011, s. 154-155). Nämä asiat ilmenevät usein projektien aikarajoitteisen luonteen takia, jolloin määräajan lähes-tyessä on löydettävä lisäkeinoja projektin viimeistelyyn. Ylityöt ja lisäresurssien hankinta ei ole yleensä vain viestinnän kannalta ongelmallista projektien kustannusarvioinnissa. Projektibudjetin ylitys voi usein nimittäin johtua juuri näistä asioista, kun projektilla on tiukka määräaika (Pelín R. 2011, s. 36-37).

Yllä lueteltuihin ongelmiin voi olla mahdollista löytää ratkaisu jo tehtyjen projektien oikeanlaisella analysoinnilla. Tämä vaatii kuitenkin projektien pilkkomisen helpommin analysoitaviin osiin, joka onnistuu WBS:n avulla.

3 WBS

3.1 Mikä on WBS

WBS:llä eli projektiosituksella, tarkoitetaan projektin jakamista erillisiin suunniteltaviin ja toteutettaviin tehtäväkokonaisuuksiin (Pelin R. 2011, s. 91). Toisin sanoen projekti rikotaan pienempiin osiin, jotka voidaan arvioida erillisinä ikään kuin komponentteina. Näiden osien merkitystä ja arvoa projektikokonaisuudessa voidaan näin verrata eri projektien kesken. Tämä on tärkeää, sillä oikeisiin päätelmiin pääsy projektin analysoimisessa vaatii laaja-alaista tietoa ja antaa projektin eri osista sekä lainalaisuuksista (Acqnotes, 2023).

3.2 WBS:n käyttökohteet

Projektin osittamisella voidaan saavuttaa seuraavia tavoitteita:

- projektin vaiheistus
- projektin jakaminen eri disipliinien vastuukokonaisuuksiin ja osaprojekteihin
- projektin aikataulun jakaminen erillisiksi osa-aikatauluiksi
- projektin kustannusohjaus
- projektin työn hierarkkinen jäsentely
- projektin ajallinen ja taloudellinen suunnittelun ohjaus

(Pelin R. 2011, s. 91-92)

Projektiositus on siis laaja-alainen työkalu, jolla voidaan luoda pohjaa projektien useisiin tehtäviin. Projektiositus on mahdollista tehdä eri tavoilla. Seuraavaksi eri projektiositus menetelmistä lyhyesti.

Vaiheittainen ositus

Vaiheittaisella osituksella on tarkoitus jakaa projekti ajallisesti peräkkäisiin vaiheisiin, jotta projektista tulee rajatumpi ja osiltaan itsenäinen. (Pelin R. 2011, s. 93, 97) Projekti jakautuu yleisesti viiteen eri vaiheeseen, jotka ovat projektin

aloitus, suunnittelu, toteutus, seuranta ja lopetus (Heeros, 2024) Tätä mallia voidaan kuitenkin laajentaa esimerkiksi esisuunnittelulla tai yksityiskohtaisimmilla ja alakohtaisilla vaiheilla, kuten hankinta tai käyttöönotto.

Järjestelmiin ositus

Järjestelmällisessä osituksessa projekti jaetaan nimensä mukaan erilaisiin mukana oleviin järjestelmiin. Ositellut järjestelmät ovat toiminnaltaan itsenäisiä kokonaisuuksia, jotka kuitenkin usein liittyvät projektin muihin osiin poikittaisesti. Näitä voivat olla esimerkiksi lämmitysjärjestelmä, turvajärjestelmä ja tiedonsiirtojärjestelmä. (Pelin R. 2011, s. 93-94)

Rakenteellinen ositus

Rakenteellinen ositus on yleinen ositusmalli, jota hyödynnetään aina projektiosituksen pohjana. Tässä projekti vain pilkotaan fyysisiin osiin, joka voi tapahtua esimerkiksi sijainnin, rakennuksen osan tai konekokonaisuuden mukaan. Rakenteellinen ositus tehdään usein usealle tasolle alkaen laajoista kokonaisuuksista päättyen yksilöllisiin järjestelmiin tai niiden osiin. (Pelin R. 2011, s. 93-94)

Työlajin mukainen ositus

Jos projekti käsittää usean eri työlajin, voidaan osituksessa hyödyntää työlajin mukaista ositusta. Nimensä mukaan tässä jaetaan projekti eri työlajien työosuuden mukaan. Työlajeja voivat olla muun muassa sähkö-, instrumentti- ja automaatio suunnittelu. (Pelin R. 2011, s. 93, 95)

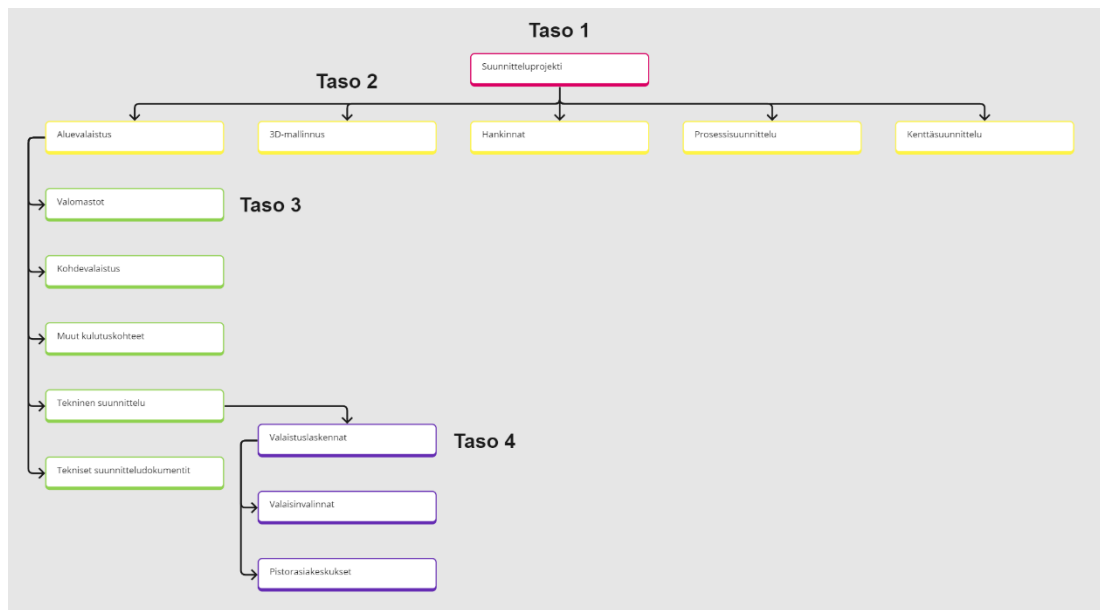
Lopullisessa osituksessa hyödynnetään näiden menetelmien yhdistelmää. Tässä opinnäytetyössä keskityimme vain sähköpuoleen ja esimerkiksi automaatio suunnittelu jätettiin rajauksen ulkopuolelle. Tästä syystä työlajin mukainen ositus ei ollut tarpeellista. Muita projektiositus menetelmiä työssä kuitenkin käytettiin painotuksen ollessa varsinkin rakenteellisessa projektin jakamisessa.

3.3 WBS osana opinnäytetyötä

Tässä opinnäytetyössä sovellettiin suhteellisen laajasti WBS-menettelyä. Rejlers käyttää aktiivisesti sitä erilaisiin kustannuslaskennan ja projektien seurannan järjestelmiin. Nyt tarkoituksena oli hyödyntää sitä tunnuslukujen keräämisessä ja varsinkin keräämisen organisoimisessa. Tunnuslukujen ja WBS:n avulla kerättyjä tietoja pystyttäisiin siten hyödyntämään kustannusarvioinnin kehittämisessä.

WBS-jaon tekeminen aloitettiin kartoittamalla sähkösuunnittelun erilaisia tehtäviä. Tämä lähti luonnollisesti liikkeelle rakenteellisella osituksella, joka tässä tapauksessa tarkoitti suunnittelutehtävien jakoa ensin suurempiin kokonaisuuksiin niin sanotulle tasolle 2. Tästä sitten jatkettiin tehtävien pilkkomista yhä edelleen tasoille 3 ja 4. Tästä osituksesta hyvänä esimerkkinä toimii kuva 2. Ositus osoittautui kuitenkin suhteellisen haastavaksi, sillä tietyt tehtävät voivat sisältää päällekkäisyyksiä. Lisäksi suunnittelutehtävien määrä on todella suuri ja jokaisessa tehtävässä on erittäin paljon huomioon otettavia asioita.

Ratkaisuksi päädyttiin keskittymään isoihin kokonaisuuksiin ja spesifimpiin järjestelmiin vain, jos niiden suunnittelu ei varsinaisesti sisältynyt mihinkään laaja-alaiseen kokonaisuuteen automaattisesti eikä vaikuttanut suuresti kokonaisuuden tuntikäyttöön. Tästä esimerkkinä rakennussähköistyksen erilaiset erillisjärjestelmät, kuten kuulutusjärjestelmät. Silti jakoon jätettiin osuudet, joista pystyisi selvittämään kokonaisuuden haastavuutta ja laajuutta, kuten erilaiset saattopiirit.



Kuva 2. Esimerkki suunnittelun jaosta tasoihin

3.4 Esimerkki lopullisesta osituksesta

Lopullisen osituksen pääalueisiin eli niin sanotulle tasolle kaksi tulivat muun muassa seuraavat sähkösuunnittelun osat: kenttä sähköistys, rakennussähköistys ja 3D-mallinnus. Ositusta on tarkasteltava monista näkökulmista, mikä on otettava huomioon myös tunnuslukujen luomisprosessissa. Seuraavaksi lyhyesti kolmesta esimerkki pääalueesta ja muutamasta näihin kuuluvasta tason kolme suunnittelualueesta.

Kenttä sähköistys

Tässä tasossa oli mahdollista tuoda esille prosessialueelle sijoittuvia sähköjärjestelmiä ja niiden suunnittelua. Tähän kuului muun muassa erilaiset maadoitusjärjestelmät ja prosessivalaistus. Maadoitusjärjestelmistä tunnuslukujen luomiseen kannattaa miettiä parasta lähestymiskeinoa. Useiden tasojen luominen erilaisille maadoituksen toteutusmuodoille voi toimia, jos data on kattavaa. Toinen mahdollisuus on yrittää suoraviivaistaa maadoitustiedon keräämistä esimerkiksi tarkastelemalla vain tiettyä osaa maadoitusjärjestelmistä, kuten maadoituskiskoja. Prosessivalaistuksessa on huomioitava, miten valaistus on toteutettu. Jos valaistus koostuu pääosin valomastoista ja yksittäisistä

kohde valaisimista, on se suunnittelukokonaisuutena täysin erilainen esimerkiksi prosessialueen yleisvalaistukseen pääosin loistevalaisimilla.

Rakennussähköistys

Rakennussähköistys kokonaisuudessaan on laaja käsite. Tällaisen tason luomisessa on mietittävä miten tason rajaa järkevästi, jotta taso pysyy selvänä kokonaisuutena. Tähän sisällytetään esimerkiksi jakokeskusten, turvajärjestelmien ja sisätilavalaistuksen suunnittelu. Turvajärjestelmiin tässä tapauksessa kuuluu muun muassa kulunvalvonta, kameravalvonta ja paloilmoittimet. Keskuksia tarkasteltaessa on hyvä miettiä kannattaako tarkastelu tehdä keskuskohtaisesti vai tarkastelemalla, mitä keskuksat sisältävät eli esimerkiksi niiden lähtömääriä. Valaistuksessa kannattaa olla tarkkana kohteen valaistusvaatimuksista, sillä ne voivat vaikuttaa työn laajuuteen. Samalla on hyvä tutkia eri tunnuslukuvaihtoehtoja datan keräämisessä. Esimerkiksi tarkastellaanko valaistusta neliöinä tai valaisinten määränä.

3D-mallinnus

3D-mallinnuksessa kartoitettiin erilaisia teollisuudessa mallinnettavia sähköjärjestelmiä. 3D-mallinnuksesta tunnuslukujen luomisessa on monia niihin vaikuttavia asioita, jotka kannattaa huomioida luomisprosessin aikana. Käytössä oleva suunnitteluohjelma kertoo usein jo paljon 3D-mallinnuksen laajuudesta ja varsinkin haastavuudesta. CAD:llä piirretyt kokonaisuudet ovat usein huomattavasti helpompia verrattuna ominaisuusriikkaampiin ohjelmiin kuten SmartPlant 3D:hen. Lisäksi 3D-mallinnusta vaiheistetaan usein projekteissa ja hyödyllistä voi olla tarkastella, mitä eri vaiheiden mallinnus on pitänyt sisällään. Esimerkiksi esivaiheessa voidaan piirtää vain rakennuksen pohjapiirustus ja pääkaapelihiyllyt. Tähän sitten pikkuhiljaa lisätään projektin edetessä yksityiskohtaisempia elementtejä, kuten valaistusta ja jakorasioita. Tärkeää on myös tiedostaa, kohdistuuko 3D-mallinnus uuteen vai vanhaan teollisuuslaitokseen. Jos joudutaan kartoittamaan vanhoja, esimerkiksi kaapelihiyllyjä tai laitesijaintoja, kuuluu suunnitteluun usein enemmän aikaa kokonaan uuden suunnitteluun nähden.

Kokonaisositus pohjautui kolmeen sähkösuunnittelun pääalueeseen, jotka ovat prosessisähköistys, sähkönjakelu ja rakennussähköistys. Tärkeää jaon luomisessa on tehdä selväksi eri tasoille kuuluvat suunnittelutehtävät, jotta ne eivät myöhemmin sekoitu keskenään. Samalla myös tärkeää on miettiä mitkä osat esimerkiksi kaapelireittien suunnittelusta kuuluvat mihinkin tasoon, jotta moniosaisia suunnittelutehtäviä ei yksinkertaisteta liikaa. Kaapelireiteille voidaan tehdä 3D-mallinnusta, mutta niiden suunnitteluun kuuluu myös esimerkiksi tasokuvien piirtäminen.

3.5 Kyselyn luominen projektiosituksen pohjalta

Projektiosituksen pohjalta luotiin kysely, jonka tarkoituksena oli kerätä tietoa kriteerit täyttävistä Rejlers sähkösuunnittelun projekteista. Tässä kyselyssä päätavoitteena oli saada käsitys suunniteltavien järjestelmien laajuuksista ja ylipäättään määristä. Lisäksi kyselyn tarkoituksena oli saada näkemystä projekteista henkilöiltä, jotka niiden toteutuksessa olivat olleet mukana. Siksi kaikki kyselyn täyttäneet henkilöt olivat olleet vitalisissa roolissa heidän täyttämässään projektikyselyssä.

Kyselyn luominen itsessään prosessina ei ollut yksinkertainen. Tavoitteena oli luoda helposti ymmärrettävä kokonaisuus, jonka täyttämiseen ei menisi turhan paljon aikaa, mutta joka samalla pureutuisi projekteihin riittävällä tarkkuudella. Tästä syystä jouduttiin tekemään pientä hiomista alkuperäisen WBS-jakoon sekä kirjoittamaan mahdollisimman kattavat täyttöohjeet. Lisäksi lisättiin haastavuusmerkintä asiakkaiden ja yksittäisten suunnittelutehtävien kohdalle ja projektin suorittamisen intensiivisyys merkintä. Nämä tehtiin projektien ja niiden suunnittelutehtävien vertailun helpottamiseksi. Lisäksi kyselyyn sovitettiin useampia erilaisia yksiköitä tason kolme järjestelmille, jotta esimerkiksi määdoituksessa erilaisten toteutuksien määrät olisi mahdollista avata.

Hiomisesta huolimatta lopputuloksena tuli melko laaja, jolloin lähestyttävyyss varsinkin vanhojen tiedonhaussa haastavampien projektien kanssa hieman kärsi. Kyselyä ei kuitenkaan alettu yksinkertaistamaan, sillä toisena

vaihtoehtona olisi ollut kysely, josta ei olisi saanut kasaan muuta kuin pinnallista projektitietoa. Hyvin täytettynä kysely loi nyt hyvän pohjan tunnuslukujen luomiseen suunnittelutehtävien ja massatietojen osalta, ja tämä oli koko ajan ollut päätavoite.

4 TUNTIDATAN KÄSITTELY

4.1 Käsittely teoriassa

Tarkoituksena tuntidatan käsittelyssä oli saada tietoa siitä, mihin eri suunnittelutehtäviin ja sähköjärjestelmiin projektien tuntikäyttö oli jakautunut. Tämä tehtiisiin Rejlersin käytössä olevan ValueFramen tai muissa tapauksissa samankaltaisten järjestelmien datan avulla, joista pystyi lataamaan Excel muodossa tuntikäytön kirjaukset yhdeksi isoksi listaukseksi. Tämän jälkeen lista suodatettiin erilaisilla Excelin työkaluilla vertailukelpoiseksi dataksi. Tätä dataa sitten käytettäisiin yhdessä kyselyn ja muun suunnittelun materiaalisen selvityksen kanssa tunnuslukujen luomisessa.

4.2 Käytännön haasteet

Suurimmaksi haasteeksi tuli tuntidatan projektikohtaisen laadun suuret vaihtelut. Tämä johti siihen, että tiedon suodattaminen oli paikka paikoin vaikeaa tai jopa mahdotonta. Haasteita oli eri tasoisia. Täysin harmaiksi tunneiksi jäivät tunnit, joita ei varsinaisesti ollut lajiteltu mihinkään projektin osa-alueeseen eikä annettu selitystä tehdystä työstä. Toisessa ääripäässä taas olivat tuntikirjaukset, jotka oli lajiteltu riittävällä tasolla sekä avattu selittämällä tehty työ. Iso osa kirjauksista pyöri näiden kahden välillä. Tällaisen vaihtelun vuoksi vertailukelpoisen datan poimiminen tuotti vaikeuksia. Lisäksi haastavuutta aiheutti tässä osiossa, niin kuin myöhemminkin se, että moni suunnittelija, joka oli ollut mukana vanhemmissa projekteissa, ei enää tämän opinnäytetyön tekemisen hetkellä ollut tavoitettavissa. Näiltä henkilöiltä ei voinut siis selvittää puuttuvia

tai vaikeasti ymmärrettäviä tuntikirjauksia eikä heidän laajempaa suunnitteluosuuttaan projektissa.

Kyseisiä haasteita pyrittiin ratkomaan tarkastelemalla kyseisiä puuttuvia tunti-merkintöjä muun projektin tuntikäytön mukaan arvioiden, että mahdolliset virhearviot katoaisivat isoissa projekteissa marginaaleihin. Tosiasia on kuitenkin se, että jos halutaan lopputulokseksi tarkkaa dataa, pitäisi lähtötietojen olla myös tietyllä tasolla. Datan arvioimisessa kerätyn datan puhdistus ja valikointi ennen analysoinnin aloittamista on erittäin tärkeää. Tämä on nimittäin perusta sille, että analysointi tuottaa laadukasta tietoa. (Mertanen, 2023) Tästä syystä liian paljon harmaata tuntikäyttöä sisältävät projektien osa-alueet tai kokonaiset projektit jätettiin lopulta analysoinnin ulkopuolelle.

5 TUNNUSLUVUT

5.1 Mitä ovat tunnusluvut

Tunnusluvuilla pyritään tiivistämään aineiston ominaisuuksia näin helpottamalla sen luettavuutta ja analysointia. Yleisesti ne ovat mikä tahansa aineiston funktio $t = f(y_1, \dots, y_n)$, jossa on tunnettava kaikki havainnot $y_i, 1 \leq i \leq n$.

Käytännössä tunnusluvuilla ilmaistaan erilaisia arvojen ominaisuuksia. Näitä ovat arvojen keskittyminen, kuten keskiarvo. Arvojen leveys, laajuus ja hajotaminen, kuten keskihajonta. Jakauman tasaisuus, kuten vinous ja huipukkuus. Useampien muuttujien riippuvuus, kuten korrelaatio ja kovarianssi. (Toivonen H. 2003, s. 30-31)

5.2 Tunnuslukujen luonnin perusteet

Teoriassa tunnuslukujen luominen tämän opinnäytetyön lähtökohtien pohjalta oli helppo tehtävä. Piti vain yhdistellä kahta erilaista dataa arvoksi, joka kuvaa projektin eri osuuksien suunnitteluun käytettyä aikaa. Helpoiten tähän lukuun

päästiin vain jakamalla käytetyt tunnit suunnittelutehtävän massatiedolla, jolloin saatiin arvo esimerkiksi yhteen moottoripiiriin käytetystä suunnitteluajasta. Eli esimerkiksi projektissa suunniteltiin 20 moottoripiiriä, joihin meni suunnittelu-aikaa 40 tuntia, tällöin aikaa kului yhteen moottoripiiriin 2 tuntia. Näitä arvoja vertailemalla projektien välillä päästiin keskimääräiseen tunnuslukuun, jota voisi käyttää yleisenä arvona suunnittelun tuntiarviota tehdessä. Eli jos tiedossa on, että uudessa projektissa tulee olemaan 50 suunniteltavaa moottoripiiriä, pystytään niihin menevää aikaa arvioimaan näin luodulla tunnusluvulla. Tavoitteena tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan ollut aina päästä mihinkään tarkkaan lukuun vaan löytää tietynlainen vaihteluväli tunnusluvulle, jota pystyttäisiin jatkokehittämään ja myöhemmin tutkimaan projektikohtaisemmin.

Tunnuslukujen luonnissa on otettava kuitenkin huomioon lukuisat muuttujat, jotka vaikuttavat lopulliseen tuntimäärään. Tämän takia suoran keskiarvon ottaminen varsinkin liian pienestä määrästä lähtöarvoja, voi helposti antaa vääristynyttä tietoa. Tarpeeksi suurella otannalla on kuitenkin se hyöty, että ääripään projektit eivät niin helposti pysty vaikuttamaan keskiarvoon. Jos ne siitä huolimatta vaikuttavat liikaa keskiarvoon, mediaani antaa yleisesti tarkemman arvion keskimääräisestä projektista. Mediaani on yksinkertaisuudessaan suuruusjärjestykseen lajitellun lukujonon keskimäinen arvo eli niin sanottu keskiluku (Tilastokeskus, 2024). Mahdollisuuksien mukaan voidaan myös käyttää tasoitettua keskiarvoa, jossa ääripään projektit jätetään huomiotta keskiarvoa laskiessa. (Toivonen H. 2003, s.42-45) Tässä pitää kuitenkin olla hyvin tietoinen siitä, mikä projekti on liian poikkeava ja mikä taas vielä sähkösuunnittelun normaalin vaihtelevuuden piirissä.

Kaikenlainen data on kuitenkin hyödyllistä projektien tuntikäyttöä tutkittaessa. Täten minimi- ja maksimiarvot tarjoavat myös hyviä arvoja, jos niiden käyttöä osataan tutkia oikeassa kontekstissa. Jos on esimerkiksi tiedossa, että projekti tulee olemaan erittäin haastava, voi olla hyödyllistä verrata sitä muihin samantyyppisiin projekteihin ja niiden tunnuslukuihin. Näin maksimiarvojen tutkiminen datasta on hyödyllistä ja voi antaa laadukkaampaa tietoa kuin keskiarvoiset tulokset.

6 TUNNUSLUVUT SÄHKÖSUUNNITTELUSSA

6.1 Projektivalinta

Jos halutaan vertailukelpoista dataa tunnusluvuiksi, on tärkeää analysoida projekteja, joissa on tarpeeksi samankaltaisuuksia. Esimerkiksi rakennussähköistyksen projektia ei pysty suoraan vertailemaan prosessipuolen sähkösuunnitteluun, sillä projekteissa tehdään luultavasti täysin erilaisia asioita erilaisilla lainalaisuuksilla. Tämä tuottaa usein vaikeuksia juuri tunnusluku pohjaiseen analyysiin, sillä projektit voivat olla laajalla skaalalla täysin erilaisia. Lisäksi samankaltaiset projektit voivat tarkemmalla analyysillä osoittautua täysin erilaisiksi. Näihin asioihin vaikuttaa esimerkiksi seuraavat: kohde, asiakas, suunnittelu- ja dokumentointityökalut sekä dokumentointijärjestelmä (Ojala J 2023).

Projektien valinnassa on myös tärkeää tutkia niiden tuntikäyttöä jo ennen syvempää tarkastelua. Usein sähkösuunnittelun projekteissa on seassa automaation, instrumentaation ja mahdollisesti konesähköistyksen osia. Näiden suora analyysi sähkösuunnittelun kanssa ei välttämättä tuota haluttuja tunnuslukuja, jolloin niiden tuntikäytön eristäminen on suotavaa. Teoriassa tämä kuitenkin on mahdollista, jos analyysin alla on puhtaasti erilaiset sähköjärjestelmät ja niiden suunnitteluun kulunut aika. Tätä työtä tehdessäni kuitenkin huomasin kuinka isoksi muuttujien määrä voi kasvaa pelkästään sähkösuunnittelun projekteja tutkimalla. Tähän kun vielä lisättään eri alojen tuntikäytön vaihtelevuustekijät, alkaa yhdenmukaisten tunnuslukujen löytäminen vaikeutua entisestään.

6.2 Projektikokonaisuuden ymmärtäminen

Eri alojen ja päätehtävien lisäksi, kun projektia aletaan tutkimaan hieman syvemmin, on hyvä katsoa lisätöiden määrää ja niiden vaikutusta projektikokonaisuuteen. Sähkösuunnittelun projektit, varsinkin suuret sellaiset, usein sisältävät sovitun laajuuden lisäksi erilaisia lisätöitä. On tärkeää tiedostaa tunnuslukuja luodessa ja näitä analysoidessa lisätöiden osuus kokonaisuudesta.

Muulloin luvut voivat esiintyä paisuneina ja vääristää analyysiä. Jotta lisätyön tunnit eivät mene sekaisin projektien muun tuntikäytön kanssa, ne sisällytetään projekteihin erillisinä osaprojekteina. Osaprojektit ovat helppo suodattaa pois, kun tarkastelussa on vain varsinainen suunnittelutyö. Lisätöistä on mahdollista luoda omia tunnuslukuja, jos ne muodostavat selviä suunnittelukokonaisuuksia.

Projektin suoritusvaiheessa ylimääräisiä tunteja yleensä syntyy kaikenlaisesta viestinnästä ja hallinnollisista asioista. Esimerkiksi palaverit ovat projektin läpiviennin kannalta tärkeitä, mutta ne eivät välttämättä suoraan ole osa suunnittelutyötä. Tässä opinnäytetyössä päätettiin käsitellä tämäntapaisia tunteja prosentuaalisina kokonaisuuksina koko projektista. Siis varsinaisia tunnuslukuja ei luotu esimerkiksi edellä mainituista palavereista, vaan ne kirjattiin yleiseksi projektityöksi, joka sitten kirjattiin prosentuaalisesti koko projektin tuntikäyttöön nähden. Näin pystyttiin selvittämään suurin piirtein tavalliseen projektiin kuuluvan yleisen työmäärän vaihteluvälin. Tämä tarkoittaisi sitä, että saataisiin tuotettua vertailuarvoja projektien tuntikustannusten jakaumasta.

7 TULOKSET

Työn todellista lopputulosta mainitsematta pystyn kuitenkin sanomaan, että lopputuloksista pystyi vetämään monenlaisia johtopäätöksiä tämän kaltaisen tunnuslukujen luomisprosessin läpiviemiseen ja analysoimiseen. Tässä luvussa pyrin avaamaan näitä asioita.

7.1 hyvät ja huonot tunnusluvut

Osituksessa sivusin lyhyesti jo sitä, kuinka pienet sähköjärjestelmät pyrittiin jättämään huomioimatta ositusta tehdessä keskittyen enemmän suuriin kokonaisuuksiin. Tämä piti osaltaan paikkansa ja suurista kokonaisuuksista saatiin irti enemmän dataa vanhoja projekteja tarkastelemalla kuin pienemmistä

sähköjärjestelmistä. Pienemmät suunnittelutyöt olivat kuitenkin mahdollista selvittää muutamista projekteista suunnittelijakohtaisella selvityksellä. Jos yksi suunnittelija esimerkiksi suunnitteli yksin rakennuksen IT-verkon, pystyi häneltä tai hänen tuntikäytöstään suoraan selvittämään IT-verkon suunnitteluun käytetyn ajan. Tämä mahdollisti joissakin tapauksissa laadukkaan datan keräämisen vanhojen projektien pienemmistä suunnittelutöistä, vaikka niitä ei ollut kirjattu selkeästi lyhyen keston takia projektin tuntikäyttöön.

Suurien kokonaisuuksien tärkeys taas tuli esiin tunnuslukuja kerätessä. Vaikka dataa saatiin kerättyä pienien kokonaisuuksien suunnittelusta, yhtenä ongelmana oli silti niiden huomattavat toteutukselliset erot ja suhteellisen pieni tuntikäyttö, joka aiheutti todella suuria variansseja tuloksissa. Suuremmissa järjestelmissä taas tämä ei ollut niin suuri ongelma, sillä kokonaisuudet olivat selvempiä ja toteutukselliset erot eivät vaikuttaneet niin suuresti tuloksiin suurien tuntikäytön määrien ansiosta. Esimerkkinä tästä neliöihin liitetyt tunnusluvut, kuten rakennussähköistyksen laajuus.

7.2 tunnuslukudatan kerääminen

Projekteja otettiin tarkasteluun reilusti heti alusta alkaen, jotta tarvittava data saataisiin kerättyä kasaan. Tästä huolimatta päädyttiin tilanteeseen, jossa samantyyllisiä projekteja ei ollut tarpeeksi datan vertailuun. Projektivalintaa oli näin laajennettava työn lopussa, jotta saataisiin kokoon tarpeeksi samantyyllisiä projekteja vertailukelpoisen datan keräämiseen.

Samantyyllisistä projekteista datan keräämisen suurin haaste oli Rejlersin todella laaja projektiskaala. Rejlers aktiivisesti teettää asiakkaan tarpeiden mukaan projekteja kunnossapidosta investointiin. Lisäksi projektit voivat olla kokonaan uuden suunnittelua tai vanhoihin tehtäisiin laajennuksien tai muutoksien suunnittelua. Samalle asiakkaallekaan tehdyt projektit eivät välttämättä olleet ollenkaan vertailukelpoisia niiden täysin erilaisen laajuuden takia. Kun projektivalintaa lopussa laajennettiin, otettiin huomioon jo kerätty data, jotta lisäprojektit olivat nykyisten projektien kanssa vertailukelpoisia.

8 KEHITTÄMISEN MAHDOLLISUUDET

Käyn läpi tässä osiossa asioita, jotka olisivat voineet olla tämän opinnäytetyön teko hetkellä paremmin. Lisäksi kerron asioista, jotka olisin itse voinut ottaa huomioon paremman lopputuloksen saavuttamiseksi.

8.1 Projektitietojen arkistointi

Varsinkin työn loppupuolella tuli selväksi, että vanhojen projektien suunnittelu-
tietojen selvittämisen onnistumiseen vaaditaan huolella tehtyä arkistointia. Jos tarpeeksi kattavaa arkistointia ei luoda, täytyy tunnuslukujen selvitys tapahtua projektin edetessä tai vähintään todella nopeasti sen päätyttyä. Muussa tapauksessa mukana olevat henkilöt unohtavat yksityiskohtaiset asiat ja niiden löytäminen vaikeutuu tai tulee mahdottomaksi. Näin ollen kerätystä datasta ja tästä datasta luoduista tunnusluvuista tulee heikkolaatuisia.

Arkistoinnissa tunnuslukujen luontia tukee tieto siitä mitä on tehty, minne on tehty, kuka on tehnyt ja missä määrissä on tehty. Näistä tärkeimmät ovat ehdottomasti massatiedot siitä, mitä on tehty ja missä määrissä. Jotta tämä onnistuisi, on oltava jonkinlainen toimintamalli arkistoinnin suorittamiseen. Niin kuin tuntikirjauksissa, myös tässä voi tulla muuten haasteeksi yksilöllisen toiminnan haaroittuminen täysin erilaisiin lopputuloksiin.

8.2 Tuntimerkintöjen tasot

Projekteja läpikäydessäni ja analysoidessani huomasin, että mitä paremmin tuntimerkinnät oli jaettu eri tasoille, sitä helpommin tuntikäytön kokonaisuuden hahmottaminen onnistui. Tässä erilaisten projektin ositusmallien hyödyntäminen toi parhaimman lopputuloksen. Työlajin mukainen ositus eli jako esimerkiksi sähkö-, instrumentti- ja automaatiosuunnitteluun oli käytännössä pakollinen monialaisissa projekteissa tai muuten tunnuslukujen luonti ei ollut mahdollista pelkästään sähkösuunnittelun kannalta. Vaiheittainen ositus helpotti esimerkiksi esisuunnittelun ja hankinnan suodattamisessa pois varsinaisesta

suunnittelutyöstä. Järjestelmällistä ja rakenteellista ositusta olisin kaivannut enemmän tuntikäytön kirjausmerkinnöissä. Ne vähäiset merkinnät, mitä näillä osituksilla oli tehty, antoivat käytännössä suoraan ainakin jonkinlaisen tunnusluvun. Esimerkkinä, jos rakennussähköistys oli merkattu erillisen tuntikirjauksen alle, sai siitä suoraan neliömäärää apuna käyttäen tunnusluvun.

Projektien ositusmallien lisäksi apuna olivat erilaiset vapaamuotoiset tuntikirjausten selitykset. Näistä ongelman teki juuri niiden vapaa muoto, jolloin merkintöjen tulkitseminen oli usein haastavaa. Jos selitykset olisivat vakioitua tätä ongelmaa ei olisi ollut. Vakioitujen selityksien implementoinnin haasteena kuitenkin on, että niiden pitää olla tarpeeksi tarkkoja, jotta eri selitykset eivät sekoitu toisiinsa. Samalla kuitenkin vakioitujen selitysten määrän pitäisi olla tarpeeksi pieni, jotta oikeanlaisen selityksen kirjaaminen ei aiheuttaisi liikaa vaikeuksia suunnittelijalle. Yksinkertaisella vakioitulla mallilla olisi kuitenkin päässyt jo varsin pitkälle tunnuslukujen luomisessa tässä työssä.

8.3 Järjestelmällinen tiedonhaku

Tunnuslukujen selvittäminen projektina oli tutkimusprojektityö, jossa pyrittiin löytämään ratkaisu tai arvioimaan edellytyksiä taloudelliselle toiminnalle. Tämän tyylisessä projektissa yleistä on työskentely uusien ja ennalta arvaamattomien asioiden ja ongelmien parissa. (Pelin R. 2011, s. 33) Tämä olisi pitänyt huomioida paremmin tehdessäni erinäköistä kirjanpitoa projektin etenemisestä ja opin tähän käytäntöön paremmin vasta projektin edetessä. Tästä syystä muutama projektiselvitys jäi keskeneräiseksi, sillä ne jäivät aktiivisempien projektien varjoon. Työn loppuvaiheilla pyrin vielä palaamaan näihin vähän huomiota saaneisiin projekteihin, mutta tämä hieman työnsi työn valmistamista ja samalla tuotti enemmän vaikeuksia kuin se, että ne olisivat olleet aktiivisemmassa tarkastelussa. Tämän takia tällaisessa selvitystyössä kirjanpito joka asiasta, jota on käsitelty, on äärimmäisen tärkeää samoin kuin aktiivisen tilannekartoituksen ylläpitäminen.

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyötä tehdessäni opin paljon prosessista analysoida sähkösuunnittelun projekteja erilaisia keinoja apuna käyttäen. Sain työstä myös hyvän käsityksen tunnuslukujen luomisprosessista ja siihen liittyvistä erilaisista muuttujista. Opin paremmin ymmärtämään sähkösuunnittelun eri osa-alueita ja niiden riippuvuussuhteita keskenään. Ymmärrän nyt myös paremmin sähkösuunnittelun projektien läpiviennin, ja tähän liittyvät eri vaiheet sekä projekteista erinäköisen tiedonhakemisen prosessin.

Tuloksellisesti työ olisi voinut mennä paremmin ideaalisessa tilanteessa, mutta työn lähtökohdista tiedettiin jo useiden asioiden tuovan haasteita tiettyihin työn osa-alueisiin. Haastavimmaksi osa-alueeksi odotetusti nousi luoduille tunnusluville kattavan datan kerääminen vanhoista projekteista analysointia varten. Tässä kysely ei täysin tuonut haluttua määrää dataa, joten jouduttiin käyttämään muita keinoja apuna, kuten projektiotannan laajentamista ja tiedonhakemista suoraan dokumentoinneista. Dataa kuitenkin saatiin riittävässä määrin jatkokehittämisen kannalta, mikä oli alustavasti päätavoite. Lisäksi muut osa-alueet, kuten itse tunnuslukujen luominen, onnistuivat hyvin.

Kokonaisuutena työ oli siis opettava ja onnistunut. Kustannusarviointi ja jälkilaskenta sekä näissä tunnuslukujen hyödyntäminen on aiheena koko ajan kehittyvä. Tämän takia jatkokehitystä ja pohdintaa tullaan varmasti tekemään aiheen ympärillä, kun eri toimintamallien toimivuudesta saadaan dataa, johon taas voidaan reagoida. Tätä opinnäytetyötä voidaan varmasti hyödyntää näissä jatkokehitysten realisoimisissa.

LÄHTEET

Pelin R. (2011). Projektihallinnan käsikirja. Otavan Kirjapaino Oy.

Hitch S. (2022) What is electrical estimating? Chase Estimation. Haettu 16.11.2023 osoitteesta <https://www.chaseestimating.com/what-is-estimating-in-electrical-definition-purpose/>

Hyttinen S. (2020) Kustannusarvioinnin ongelmat ja kustannustiedon muuntaminen. Turun Ammattikorkeakoulu. <https://urly.fi/3juu>

Rantanen R. (2009) Projektin taloudellinen ohjaus projektivientiä harjoittavassa yrityksessä. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9016/Rantanen.Riku.pdf?sequence=2>

Heeros (2024) Projektin vaiheet ja kuinka menestyä niissä kaikissa. Haettu 3.3 osoitteesta <https://www.heeros.com/blogi/kuinka-menestya-kaikissa-projektinhallinnan-vaiheissa>

Ojala J. (13.2.2024). Opinnäytetyöpalaveri Rejlers Finland Oy:n Ojala Juhan kanssa.

Acqnotes (2023) Engineering Cost Estimating. Haettu 21.11.2023 osoitteesta <https://acqnotes.com/acqnote/tasks/engineering-cost-estimating>

Lee C. (2023) Estimating for Electrical Contractors: A Step-by-Step Guide. Procore. Haettu 24.11.2023 osoitteesta <https://www.procore.com/library/estimating-electrical-contractors>

Markevich A. (2023) Role of Electrical Estimator in Accurate Estimating. Kreo Software. Haettu 24.11.2023 osoitteesta <https://www.kreo.net/news-2d-ta-keoff/the-role-of-an-electrical-estimator-in-accurate-electrical-estimating>

Mertanen (2023). Datan analysointi: Opas tehokkaaseen datan analysointiin. <https://www.mertanen.info/analytiikkapalvelut/datan-analysointi/>

Toivonen H., Salmenkivi M. ja Verkamo I. (2003) Tutkimustiedonhallinnan peruskurssi <https://www.cs.helsinki.fi/u/htoivone/teaching/tutihaK03/slides2b.pdf>

Tilastokeskus (2024), Mediaani. <https://www.stat.fi/meta/kas/mediaani.html>

Autio I., Harsia P., Leskinen M., Piikkilä V., Savuoja P. ja Välimäki E. (2004) Sähkösuunnittelun käsikirja. Painokurki Oy.