



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Simo Salonen

# SÄHKÖALAN PROJEKTOINTI

Tekniikka ja liikenne

2015

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Simo Salonen
Opinnäytetyön nimi	Sähköalan projektointi
Vuosi	2013-2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	33
Ohjaaja	Olli Tuovinen

---

Tässä oppinäytetyössä tarkastellaan Pöyryn Vaasan toimiston tarjoamia palveluita. Työn tarkoituksena on selvittää paikallisasiakkaille tarjottavan palvelun laajuutta ja hakea kehittymismahdollisuuksia. Työssä perehdytään projektin peruskäsitteisiin kirjallisuuden avulla sekä selvitetään perinteisten projektityökalujen soveltuvuutta Vaasan toimiston pienempiin projekteihin.

Työssä käytetään esimerkkinä asiakasprojekteja, joissa asiakas on tilannut Pöyryn hoitamaan projektoinnin ja osan suunnittelusta. Työssä pyritään selvittämään tarjottujen palveluiden mahdollisia ongelmakohtia. Työssä käydään läpi projektin erivaiheita ja näihin liittyviä tehtäviä, työkaluja sekä ongelmakohtia.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Electrical engineering

## **ABSTRACT**

Author	Simo Salonen
Title	Projects in Field of Electrical Engineering
Year	2013-2015
Language	Finnish
Pages	33
Name of Supervisor	Olli Tuovinen

---

This thesis reviews the work and services offered by Pöyry Local Services Unit situated in Vaasa. The thesis aims to find out the scale of projects delivered to customer and moreover it aims to find out places how the services could be improved. The thesis introduces the basic concepts of projects via literature and considers the suitability of traditional project tools for the services offered by Pöyry's Vaasa office.

Two example customer projects were used in the thesis where the customer hired Pöyry's Vaasa office to manage the electrical side of the project. The research aims to find out possible problems in offered services to the customers and tries to find targets for improvement by reviewing the customer feedback.

---

Keywords                      Project, engineering, project work, electrical field

## KÄYTETTYJÄ LYHENTEITÄ JA MERKINTÖJÄ

FAT	Factory Acceptance Test, tehdaskoestus
Hardware	Laitteisto
HMI	Human-Machine Interface, käyttöliittymä
I/O	Input/Output, Tulo- ja lähtösignaalit
Konfiguraatio	Laitteiston asettelu tai ohjelma
Kontaktori	Sähköisesti ohjattava sähkömekaaninen kytkin
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka
Sekvenssikuvaus	Asiakirja jolla kuvataan laitteen tai laitteiston toimintaa
Selektiivinen	Vikatilanteen irtikytkennän rajoittuminen vain vikakohtaan
Software	Ohjelmisto

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1	JOHDANTO .....	8
	1.1 Projektipalveluiden tarve .....	8
	1.2 Projektitoimitusten kehittäminen .....	8
	1.3 Kehityskohteiden haku.....	9
	1.4 Pöyry Finland, Vaasan toimisto.....	9
2	PROJEKTI SÄHKÖALALLA .....	10
	2.1 Projektin vaiheet .....	11
	2.2 Projektin aloitus ja suunnittelun lähtökohdat.....	12
	2.3 Esisuunnittelu ja valmisteluvaihe .....	13
	2.4 Sähköasennusten suunnittelu .....	13
	2.5 Automaatio- ja ohjausjärjestelmän suunnittelu.....	14
	2.6 Asennus ja käyttöönotto.....	15
	2.7 Dokumentointi laskelmat ja muut asiakirjat .....	15
3	TAPAUS 1: ASIAKKAAN SÄHKÖNJAKELUN UUSINTA .....	17
	3.1 Asiakkaan projektinkuvaus.....	17
	3.2 Tarjotut palvelut.....	17
4	TAPAUS 1: PROJEKTIN TOTEUTUS .....	19
	4.1 Esisuunnittelu.....	19
	4.1.1 Kyselyaineiston laadinta .....	19

4.2	Yksityiskohtainen suunnittelu.....	19
4.2.1	Kojeiston valmistus.....	20
4.2.2	FAT testaus .....	20
4.3	Asennus ja käyttöönotto.....	21
4.3.1	Asennus .....	21
4.3.2	Koestus.....	21
4.3.3	Loppudokumentointi.....	22
5	TAPAUS 2: ASIAKKAAN TUOTANTOPROSESSIN PARANNUS .....	23
5.1	Asiakkaan projektinkuvaus.....	23
5.2	Tarjotut palvelut.....	23
6	TAPAUS 2: PROJEKTIN VAIHEET.....	25
6.1	Esisuunnittelu ja tarjouspyyntö.....	25
6.1.1	Toimittajan valinta .....	25
6.2	Yksityiskohtainen suunnittelu.....	25
6.3	Asennus ja käyttöönotto.....	26
6.3.1	Asennus .....	26
6.3.2	Testaus ja käyttöönotto .....	27
6.3.3	Loppudokumentointi.....	27
7	ASIAKKAALTA SAATU PALAUTE, TAPAUS 1 .....	28
8	ASIAKKAALTA SAATU PALAUTE, TAPAUS 2. ....	29
9	YHTEENVETO SAADUSTA PALAUTTEESTA .....	31
10	KEHITYSEHDOTUS .....	32
	LÄHTEET.....	34

**KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO**

- Kuva 1.** Teollisuuden suunnitteluprojektin elinkaari kaavioesityksenä s. 9
- Kuva 2.** Pöyryn toimittamat palvelut ko. projektiin. s. 17

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Projektipalveluiden tarve

Tänä päivänä teollisuuden tuotantolaitokset sekä niihin liittyvät sähköjärjestelmät ovat teknologian kehityksen vuoksi kasvaneet hyvin monimutkaisiksi. Tästä johtuen tällaisten järjestelmien suunnittelu vaatii paljon asiantuntijatasoa tietoa. Viimeaikoina yrityksillä on halu selkeyttää toimintojaan, osassa tapauksia tämä on toteutettu ulkoistamalla toimintoja. Ulkoistamisella pyritään poistamaan toimintoja, jotka eivät ole yrityksen ydinosaa. Tällaisia toimintoja voi olla esimerkiksi tuotantolaitoksen tuotantolaitteiden kehitys tai laitoksen infrastruktuuri. On myös yleistä, että yrityksen tarve tällaisille toiminnoille on vain väliaikaista. /1/ Kun yritykselle syntyy tarve rakentaa tai kehittää tuotantoaan, on aloitettava projekti.

Yrityksen kannalta on usein helpompi ostaa tarvittavat projektointipalvelut toiselta yritykseltä, joka on erikoistunut teollisuuden projektointiin. Tällä tavoin asiakasyritys välttyy teknisen vaatavuustason asettamilta riskeiltä sekä pystyy keskittämään omat resurssinsa omiin ydintoimintoihin. Tällä tavoin asiakasyrityksen ei myöskään tarvitse hankkia uutta henkilöstöä vain tietyllä aikavälillä tarvittavaa erikoistehtävää varten. /1/

## 1.2 Projektitoimitusten kehittäminen

Tässä insinööriyössä tarkastellaan Pöyry Finland Oy:n Vaasan toimiston suorittamaa projektointi- ja suunnittelutyötä. Opinnäytetyön aloitushetkellä työn tarkoituksena oli kartoittaa Vaasan toimiston asiakkaille tarjoama projektointipalvelua ja hakea kohteita ja toimintoja, joita voitaisiin yhtenäistää, jotta asiakkaille tarjottavat palvelut olisivat enemmän samankaltaisia. Työn aikana selvisi myös kehityskohteita, joihin haettiin parannusta.



### **1.3 Kehityskohteiden haku**

Työssä on käytetty esimerkkinä kahta asiakasprojektia, jotka molemmat toteutettiin vuonna 2013. Työssä on selvitetty asiakkaille tarjotut palvelut ja niiden laajuus. Kehittämiskohteet ja ongelmapaikat ovat osin tulleet ilmi toimiston sisäisissä projektien seurantalavereissa, ja osa tuli ilmi asiakaspalautteesta.

### **1.4 Pöyry Finland, Vaasan toimisto**

Vaasassa Pöyryllä on teollisuuden paikallispalveluiden yksikkö, joka tarjoaa palveluitaan paikallisille teollisuuslaitoksille. Työssä käytetyt esimerkkiprojektit ovat vaativuudeltaan sekä kooltaan erikokoisia, mutta molemmat toimivat hyvänä esimerkkinä siitä, minkälaisia ja kokoisia projekteja Pöyryn Vaasan toimisto hoitaa omilla resursseilla. Vaasan toimisto toimii myös yhteistyössä muiden alue-toimistojen kanssa suuremmissa projekteissa ja saa muilta toimistoilta avustusta asioissa, joihin ei ole erikoisosaamista Vaasassa.

Vaasan toimiston erikoisosaamiseen kuuluvat sähkö- ja automaatioalan asiantuntija- ja suunnittelutehtävät. Kaiken kaikkiaan Pöyryn Vaasan toimistolla on vahva osaaminen kaikesta teollisuuden ja sähköyhtiöiden tarvitsemasta sähkö- ja automaatio-suunnittelusta ja projektien hoidosta.

## 2 PROJEKTI SÄHKÖALALLA

Projektin määritelmä riippuu lähteestä. Yhden lähteen mukaan se kuuluu seuraavasti:

‘A unique set of co-ordinated activities, with definite starting and finishing points, undertaken by an individual or organization to meet specific objectives within defined schedule, cost and performance parameters.’ /2/

Projektilla tarkoitetaan yleensä kertaluontoista tehtävää, jonka tavoite on tiedossa, ja johon käytettävien resurssien ja ajan määrän on määritelty etukäteen.

Projektinjohtototeutus voidaan toteuttaa monella tavalla eikä sille ole olemassa tarkkaa tehtävän kuvausta. Projektinjohtototeutukset voidaan kuitenkin jakaa kolmeen erilaiseen toteutusmalliin, projektinjohtorakennuttaminen, projektinjohtopalvelu ja projektinjohtourakka. /3/

Projektinjohtorakentaminen on yleisimmin käytössä suuremmissa liikerakennus- ja toimitilahankkeissa.

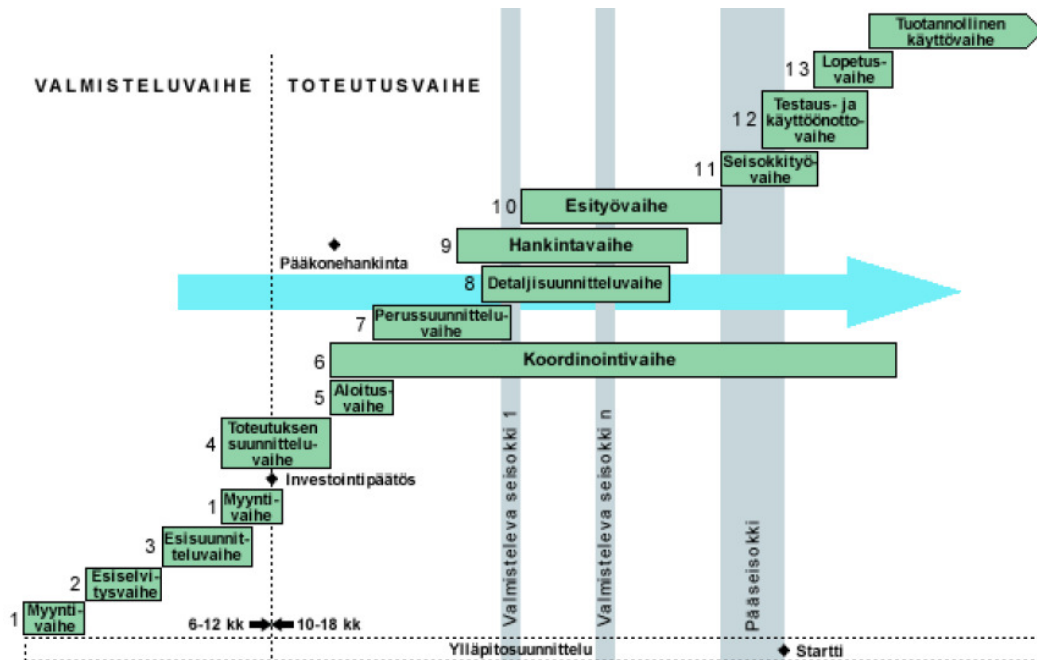
Projektinjohtopalvelulla tarkoitetaan tilannetta, jossa rakennuttaja hankkii projektinjohton ulkoiselta taholta, yleensä konsultointiyritykseltä.

Projektinjohtourakassa projektin pääurakoitsija johtaa ja hankkii kaikki projektissa tarvittavat osatoteutukset.

## 2.1 Projektin vaiheet

Aloitettaessa projektia on yleensä tiedossa, mitä tehtävällä projektilla haetaan. Projekti voi olla pelkkää selvitystyötä jonkin asian toteutettavuudesta tai kannattavuudesta, jolloin projektilla ei välttämättä ole ollenkaan fyysistä tuotosta vaan projektin tuotoksena on selvyys jostakin asiasta. Tällainen projekti voi kuitenkin olla hyvin tärkeä päätettäessä jonkin hankinnan tai muutostyön suorittamisesta.

Sähköalan projekteille on kuitenkin yleistä, että projektilla on selvä fyysinen tuotos. Tällöin projekti voidaan jakaa karkeasti päävaiheisiin. Riippuen projektin laajuudesta ja laadusta, projekti ei välttämättä aina sisällä kaikkia vaiheita. Kuvassa 1 on esitetty, kuinka eri vaiheet jaksottuvat projektin aikana.



Kuva 1. Teollisuuden suunnitteluprojektin elinkaari kaavioesityksenä /5/.

Pöyryn Vaasan toimiston itsenäisesti hoitamat projektit luetaan pääsääntöisesti pieniin projekteihin, koska ne eivät yleensä käsitä kuin yhden suunnittelualan, tai ovat työmäärältään pieniä. Pieniin projekteihin ei yleensä sovelleta projektinjohtotyökaluja tai tiukkoja seuranta- ja katselmustoimenpiteitä, vaan nämä pyritään sisällyttämään projektikokouksiin tai sisäisiin palavereihin. /4/

## 2.2 Projektin aloitus ja suunnittelun lähtökohdat

Projektia aloitettaessa lyödään lukkoon projektin päämäärä ja mitä projektilta halutaan. Joissakin tapauksissa on tässä vaiheessa sovittava, kuinka projektin onnistumista voidaan jälkeenpäin mitata. Suunnittelun lähtökohdat voivat vaihdella suuresti. Usein asiakkaan oma osaaminen ja ymmärrys näkyvät selvästi siinä vaiheessa, kun työtä ollaan aloittamassa. Pienemmissä projekteissa suunnittelun lähtöaineistoksi voi riittää osa vanhan laitteiston sähkökuvista ja selvitys, mitä projektilta halutaan. Monesti asia ei kuitenkaan ole näin

yksinkertainen, vaan asiakas haluaa uusia tai parantaa vanhaa jollain tavalla, mutta ei ole tarkasti päättänyt kuinka tai mitä tehdään. Tällaisessa tilanteessa voidaan puhua ”owners engineering”-toiminnasta, jolloin asiakas hankkii asiantuntijapalvelun, turvatakseen hankintansa onnistumisen.

### **2.3 Esisuunnittelu ja valmisteluvaihe**

Esisuunnitteluvaiheella tarkoitetaan projektin alkuvaiheessa tapahtuvaa suunnittelutyötä, jonka aikana projektin ja hankinnan päälaitteet valitaan. Esisuunnittelu sisältää laitteiston määrittelyn siinä tarkkuudessa, että laitteistosta tulee halutunlainen ja siinä on halutut ominaisuudet. Esisuunnitteluvaiheessa tehdään hankintamäärittely, jolla pyritään hahmottamaan kokonaisuutta niiltä osin, kun se on oleellista. Hankintamäärittelyllä pyydetään laitetoimittajilta heidän toteutusta kyseisen määrittelyn reunaehtojen sisällä. Esisuunnittelun tarkoitus on löytää sopiva ratkaisu ja kartoittaa ratkaisun taloudellisia vaikutuksia. Esisuunnittelun jälkeen hankinta voidaan kilpailuttaa. Kun projektin pääpiirteet on saatu sovittua ja hankintojen laajuus on tiedossa, voidaan aloittaa kyselyaineiston laadinta. Kyselyaineiston laadinnassa pyritään siihen, että tarjouspyyntöön saadut vastineet olisivat hyvin vertailukelpoisia. Esisuunnittelussa tuotettu materiaali toimii lähtötietona myöhemmälle suunnittelulle.

### **2.4 Sähköasennusten suunnittelu**

Sähkösuunnittelun ensimmäinen lähtökohta tulee aina olla sähköturvallisuus. Sähkö- ja työturvallisuus tulee huomioida koko suunnittelun ajan. Suunnittelun kannalta sähkö- ja työturvallisuus tarkoittavat, että laitteisto suunnitellaan sähköisesti turvalliseksi ja siten, että laitteiston asennus-, käyttö- ja huoltotoimenpiteistä ei aiheudu vaaraa henkilöille tai omaisuudelle. /sfs6000/

Sähköasennuksia suunniteltaessa tulee huomioida, kuinka laitteistoa halutaan ohjata ja säätää. Erilaisilla toteutusvalinnoilla voidaan vaikuttaa laitteiston turvallisuuteen, käytettävyyteen, säädettävyyteen ja hintaan. Muita vaikuttavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi tarvittavien komponenttien saatavuus ja toimitusaika, sekä laitteiston huollon helppous.

Suurempia muutoksia suunniteltaessa tulee myös huomioida mahdolliset tulevaisuuden tarpeet. Tämä korostuu kaapeleiden ja komponenttien mitoituksessa. Tulee kuitenkin arvioida, millainen tulevaisuuden tarve tulee olemaan, ja onko taloudellisesti ja aikataulullisesti järkevää varautua siihen. Sähköjärjestelmien hyvällä mitoituksella päästään usein paljon kustannustehokkaampaan toteutukseen, jos ylimitoitukselle ei ole selvää syytä.

## **2.5 Automaatio- ja ohjausjärjestelmän suunnittelu**

Automaatio- ja ohjausjärjestelmät voidaan usein katsoa samaksi asiaksi. Automaatio- ja ohjausjärjestelmän suunnittelulla pyritään siihen, että laitteiston operaattori syöttää järjestelmään lähtötiedot siitä, mitä laitteiston halutaan tekevän, tämän jälkeen laitteisto suorittaa kaikki vaadittavat ohjaus- ja säätötoimenpiteet itsenäisesti.

Ohjausjärjestelmää suunniteltaessa tulee huomioida, että laitteistoa voidaan ohjata vaaditulla tavalla. Muita huomioitavia asioita on esimerkiksi se, minkälaisesta tilasta on kyse, ja miten se vaikuttaa laitevalintaan ja laitteiden sijoitteluun. On hyvin yleistä sijoittaa mekaanisesti herkät elektroniset laitteet, kuten automaatioprosessorit, erilliseen puhtaaseen ja ilmastoituun tilaan. Tällä tavoin automaatio- ja ohjausjärjestelmän haavoittuvin osa ei ole niin altis ympäristöstä aiheutuville vioille. Tämän lisäksi automaatiojärjestelmää voidaan pilkkoa joko siten, että prosessin eri osien ohjauslaitteet eivät ole riippuvaisia toisistaan, tai siten että automaatiojärjestelmän I/O on sijoitettu useaan paikkaan. Ensin

mainitun etuna on, että vikatapauksessa menetetään vain osa ohjausjärjestelmästä, mutta toteutus voi tulla kalliiksi. Jälkimmäisenä mainittu on melko suosittu tapa, koska tällä tavoin automaation I/O voidaan sijoittaa lähemmäs kentälle. Yleensä tällaisella ratkaisulla säästetään paljon kaapelointityötä.

## **2.6 Asennus ja käyttöönotto**

Suunnittelun perusteella toteutetaan asennukset. Suunnitelmien on oltava riittävän yksityiskohtaiset jotta asennustyöt on mahdollista suorittaa oikein ja tehokkaasti. Jos asennuksen aikana havaitaan suunnitelmissa virheitä tai puutoksia tai on jostain muusta syystä poikettava suunnitelmista, niin yleensä asentaja tai käyttöönottaja merkitsee tehdyt poikkeamat työmaalla oleviin suunnitelmiin. Asentaja tekee myös asennukselle vaaditut asennustarkastus mittaukset, joilla todetaan asennuksen turvallisuus.

Asennusten jälkeen asentaja luovuttaa työmaasuunnitelmat käyttöönottajalle. Käyttöönottajan tehtävä on saattaa laitteisto käyttökuntoon. Käyttöönotossa tarkastetaan kaikkien asennettujen laitteiden oikea toiminta. Käyttöönotossa myös parametroidaan ja ohjelmoidaan asennetut laitteet. Joissakin tapauksissa käyttöönottaja myös kojeistaa asennetun laitteiston. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi sähkönjakelulaitteistojen käyttöönotot.

## **2.7 Dokumentointi laskelmat ja muut asiakirjat**

Projektin aikana syntyy yleensä paljon erilaisia dokumentteja. Tällaisia ovat esimerkiksi suunnitelmat, työmaasuunnitelmat, laskelmat ja käyttöönottopöytäkirjat. Käyttöönottovaiheen jälkeen joudutaan yleensä tekemään niin sanottu ”As-Build” päivitys. Tällä tarkoitetaan suunnitelmien puhtaaksi piirtoa, sitä että kaikki asennus ja käyttöön ottovaiheessa syntyneet muutokset ja

merkinnät tallennetaan olemassa oleviin suunnitelmiin ja mahdollisesti syntyneet käyttöönottopöytäkirjat tallennetaan projektin aineistoon.



### **3 TAPAUS 1: ASIAKKAAN SÄHKÖNJAKELUN UUSINTA**

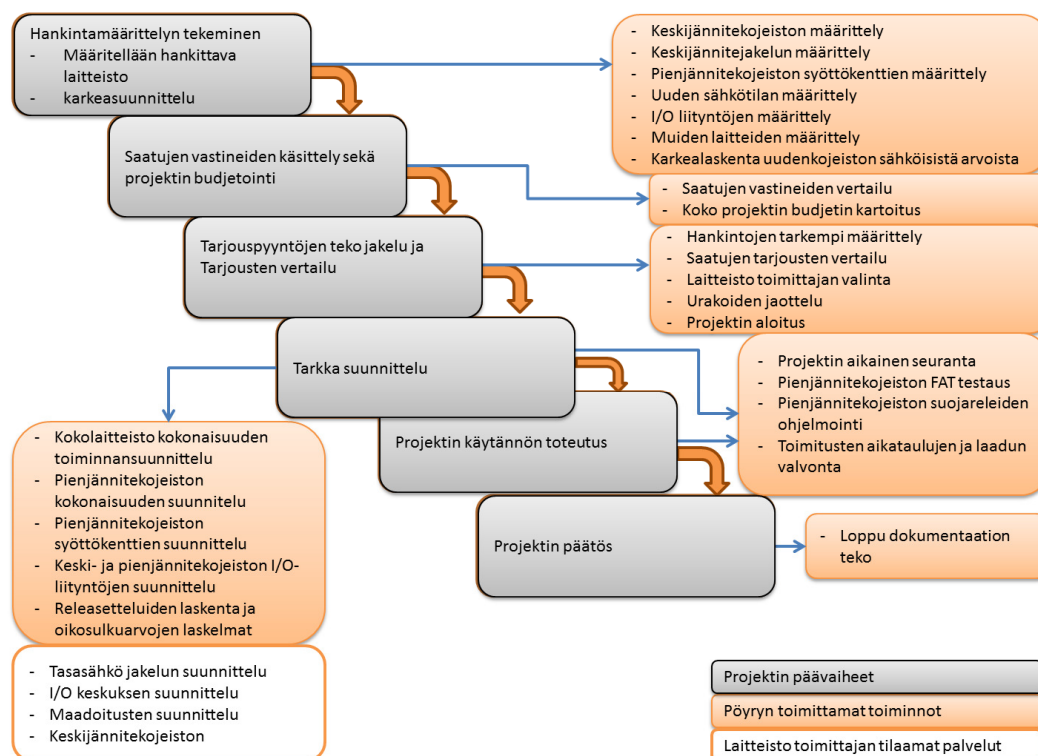
#### **3.1 Asiakkaan projektinkuvaus**

Asiakkaalla on Kokkolassa suuri kemianteollisuudenlaitos, jossa valmistetaan kaliumsulfaattia. Valmistusprosessi on riippuvainen sähkösaannista. Uudistuksella pyrittiin parantamaan laitoksen sähkösyöttöjen katkeamattomuutta mahdollisessa vika- tai ylikuormitustilanteessa. Valmistusprosessissa on uuneja, joissa tuotetta lämmitetään ja sekoitetaan. Sähkökatkotilanteessa prosessi pysähtyy. Tällaisessa tilanteessa jää tuote uuniin jo noin 15 minuutin sähkökatkoksen jälkeen, koska uuni on jäähtynyt niin paljon. Tuote jähmettyy uuniin ja uunia ei voida enää käynnistää ennen kuin se on tyhjenetty. Käytännössä tämä tarkoittaa jopa päiviä kestävää tuotannon seisautusta, joka tulisi todella kalliiksi. Laitokselle suunniteltiin uusi sähkötila, johon tuli sähköyhtiöltä keskijänniteverkon rengassyöttö. Uuteen sähkötilaan asiakas hankki keskijännitekojeiston, johon sähköyhtiön syöttö sekä kaksi 2MVA:n uutta muuntajaa ja yksi 1,6MVA:n vanha muuntaja kytkettiin. Lisäksi sähkötilaan tuli pienjännitekojeisto, jota voidaan syöttää kummallakin uudella muuntajalla. Pienjännitekojeistoon tehtiin myös varaus varavoimakoneelle jolla kojeistoa voidaan syöttää. Tästä pienjännitekojeistosta on tarkoitus tulevaisuudessa ottaa syöttö kriittisille kuormille, koska kojeistoa voidaan syöttää useammalla muuntajalla, ja kojeisto voidaan myös jakaa kahteen osaan.

#### **3.2 Tarjotut palvelut**

Asiakkaalla ei ole suunnitteluresursseja tällaisen projektin hoitamiseen. Asiakas on aikaisemmin hankkinut prosessiin liittyvää suunnittelua urakoitsijalta joka on hoitanut myös asiakkaan laitoksen kunnossapito- ja asennustöitä. Asiakas halusi kilpailuttaa hankinnat, joten esisuunnittelun teettäminen tarjoajalla ei ollut järkevää. Tästä johtuen asiakas hankki suunnittelun Pöyryltä.

Työ jakautui siten, että Pöyry teki esisuunnittelun koko projektiin. Tähän sisältyi laitteistojen määrittely, esisuunnittelu ja kilpailutusasiakirjojen luonti. Asiakas halusi itse tehdä kilpailutuksen oman hankintaorganisaationsa kautta. Tämän jälkeen asiakas toimitti Pöyrylle tarjouspyyntöihin saadut vastineet. Näiden tarjousten perusteella valittiin laitteiston toimittaja. Pöyry teki detail suunnittelua myös laitteistotoimittajan osuuksiin, sillä tunsu kohteen hyvin esisuunnittelun pohjalta.



Kuva 2. Pöyryn toimittamat palvelut ko. projektiin.

## **4 TAPAUS 1: PROJEKTIN TOTEUTUS**

### **4.1 Esisuunnittelu**

Esisuunnitteluvaiheessa kartoitettiin asiakkaan hankinnan laajuutta. Tässä vaiheessa tarkentui, kuinka monta lähtökenttää keskijännitekojeistoon tarvitaan. Esisuunnitteluvaiheessa tarkentuivat projektin pääpiirteet, siitä minkälaisia laitteita hankitaan ja kuinka ne kytkeytyvät jo olemassa olevaan laitoksen sähköjärjestelmään. Esisuunnitteluvaiheessa lasketaan myös, että kojeisto on sähköisesti toimiva kuormien ottamien virtojen ja oikosulkuvirtojen suhteen. Laskennalla selvitetään, voidaanko kojeistoa käyttää halutulla tavalla ja kuinka paljon sen tulisi kestää oikosulkuvirtaa. Tässä tapauksessa tuli ilmi, että vaikka pienjännitekojeistoa voidaan syöttää kahdella muuntajalla, ei tällaista käyttötilannetta kuitenkaan saa syntyä, koska kojeiston oikosulkukestoisuuden tulisi olla niin korkea, ettei sen valmistaminen ole joko mahdollista tai kannattavaa.

#### **4.1.1 Kyselyaineiston laadinta**

Kun esisuunnitteluvaiheessa oli hankinnan karkea laajuus selvinnyt, voitiin aloittaa kyselyaineiston laadinta. Kyselyaineistoa laadinnassa pyrittiin siihen, että saadut vastineet olisivat hyvin vertailukelpoisia.

### **4.2 Yksityiskohtainen suunnittelu**

Asiakas halusi hankkia suunnittelun ja hankintapalvelut Pöyryltä, koska tiesi saavansa laadukkaan paketin prosessinsa tuntevalta toimittajalta. Lisäksi laitteistotoimittaja osti Pöyryltä suunnittelupalvelun. Laitteistotoimittajalla oli oma suunnittelu laitteistoja varten, mutta Pöyryn tehtäväksi jäi kaikkien laitteiden yhteen liittäminen ja uuden sähkötilan maadoitusten suunnittelu. Osa

pienjännitekojeiston suunnittelusta tuli kojeistotehtaalta. Pöyry teki suunnitelmat kojeiston liitynnöistä muuhun järjestelmään ja asiakkaan kunnossapitourakoitsija suunnitteli lähtökentät, koska tunsu hyvin liitynnät asiakkaan prosessiin. Keskijännitekojeiston liityntöjen ja kytkentöjen suunnittelu oli myös Pöyryn tehtävä. Keskijännitekojeiston I/O-tiedot siirrettiin asiakkaan automaatiojärjestelmään etä I/O-aseman kautta. Etä I/O-keskuksen suunnittelu kuului myös Pöyrylle.

#### **4.2.1 Kojeiston valmistus**

Kaikki esisuunnittelu sekä suurin osa kojeiston yksityiskohtaisesta suunnittelusta oli tehty ja projekti tuli siihen vaiheeseen, että pienjännitekojeistoa alettiin valmistaa Vaasassa. Kojeiston valmistuksen aikanakin tuli vielä muutoksia kojeiston laitteisiin ja johdotukseen, koska kaikkea oltu ehditty suunnitella ja laskea. Lisäksi asiakas halusi tehdä vielä lisäyksiä kojeistoon. Nämä muutokset olivat kuitenkin hyvin pieniä ja eivät olennaisesti vaikuttaneet kojeiston valmistuksen aikatauluun. Kojeiston valmistusaikana tehtiin vielä paljon suunnittelutyötä. Samaan aikaan rakennettiin jo uutta sähkötilaa asiakkaan laitoksella sekä tehtiin siihen liittyviä kaapelointitöitä.

#### **4.2.2 FAT testaus**

Keskijännitekojeisto valmistettiin Tšekissä, tästä johtuen kojeiston FAT-testeihin ei kukaan Suomesta päässyt osallistumaan. Pienjännitekojeiston FAT pidettiin Vaasassa kojeistotehtaalla. Normaalisti FAT-testeissä testataan kojeiston toiminnallisuutta ja suojauksen toimintaa. Testeissä huomattiin, että kojeiston suojarelekonfiguraatio ei toiminut odotetulla tavalla, joten FAT testeissä voitiin todeta vain kojeiston katkaisijoiden omien ylivirtasuojien toiminta sekä kojeiston jännitekestoisuus. Koska kojeisto lähti suoraan FAT testien jälkeen työmaalle, ei tarjoutunut mahdollisuutta testata kojeiston syötön vaihtoautomaatiikan toimintaa,

vaan se täytyi tehdä myöhemmin työmaalla, kun kojeisto oli jo käytännössä käyttövalmis. Suojarelekonfiguraatio käytiin tarkoin läpi ja huomattiin että ongelma olikin kojeiston johdotuksessa. Kun ongelma oli korjattu, kojeiston suojaus ja automaattinen syötönvaihto testattiin työmaalla.

### **4.3 Asennus ja käyttöönotto**

#### **4.3.1 Asennus**

Asennusvalvonnan hoiti asiakas itse sekä asiakkaan kunnossapidosta huolehtiva urakoitsija. Vasta asennustyön aikana tuli ilmi, että sähköyhtiön lähtökentässä, josta uutta keskijännitekojeistoa aiottiin syöttää, oli pienemmät asetteluarvot kuin uuden kojeiston syöttökentässä. Tämä johtui siitä että kun uuden kojeiston suojausten asetteluarvoja oli laskettu, ei ollut ollut käytössä viimeisintä tietoa sähköyhtiön toimittaman syötön asetteluarvoista, vaan laskelmat olivat perustuneet asiakkaan liittymissopimuksen arvoihin. Näillä asetteluilla järjestelmä ei olisi ollut selektiivinen, ja mahdollisessa vikatilanteessa kokolaitoksen sähköt olisivat voineet katketa, eikä vain vioittuneen osan. Lisäksi asiakas päätti siirtää yhden vanhan 1,6 MVA:n muuntajan syötön uuden keskijännitekojeiston vapaaseen lähtökenttään. Tästä johtuen jouduttiin laskemaan uudet asetellut uuden kojeiston syöttökenttään sekä varalla olleeseen lähtökenttään ja tarkistamaan, että järjestelmä olisi selektiivinen. Sähköyhtiö ei suostunut nostamaan omia asetteluarvojaan sen vuoksi, että yhtiön laitteisto ei ollut mitoitettu riittävän suureksi ja asiakkaan liittymisteho oli hieman asetusarvoja pienempi.

#### **4.3.2 Koestus**

Koestuksen hoiti kojeiston toimittaja. Koska keskijännite- ja pienjännitekojeistolla oli sama toimittaja, kojeistaminen kävi helposti. Kaikkien uusien suojareleiden konfiguraatiot ja asetteluarvot tulivat Pöyryltä. Koestuksen yhteydessä testattiin

myös pienjännitekojeiston toiminnallisuus ja koska asennustyöt eivät olleet täysin valmiit, täytyi testauksen ajaksi tehdä kojeistoon väliaikaisia kytkentöjä. Kojeiston syötönvaihtoautomatiikan ja väylää pitkin kulkevien I/O-tietojen testaus jäi Pöyryn tehtäväksi.

### **4.3.3 Loppudokumentointi**

Kun kojeistot oli otettu käyttöön, kerättiin kaikki työmaalla käytössä olleet piirustukset ja siirrettiin näissä olevat merkinnät ja muutokset sähköiseen dokumentaatioon. Näitä kutsutaan As-Build-kuviksi. Kuvien lisäksi loppudokumentointi sisältää paljon käyttö- ja huolto-ohjeita, suojauksen asetteluarvot, selektiivisyys- ja oikosulkulaskelmat sekä varmuuskopion kaikkien ohjelmoitujen laitteiden ohjelmista ja parametreista.

## **5 TAPAUS 2: ASIAKKAAN TUOTANTOPROSESSIN PARANNUS**

### **5.1 Asiakkaan projektinkuvaus**

Asiakkaalla on Vaasassa laitos, jossa käsitellään ja pakataan viljat tuotteita. Asiakas halusi vaihtaa osan vanhoista laitteista uusiin sekä lisätä laitteita tuotantoprosessiin parantaakseen tuotantoprosessin hygieniää. Aikaisemmin prosessissa olleissa laitteissa oli paikkoja, joihin tuotteella oli mahdollisuus jäädä ”makaamaan”, vaikka prosessia ajetaan. Tästä haluttiin päästä eroon, koska tuotteen jäädessä ”makaamaan” prosessiin pitkäksi aikaa, syntyy otollinen kasvuympäristö haitallisille pieneliöille. Parannukseen liittyvän mekaanisen suunnittelun asiakas hankki muualta. Asiakkaalla itsellään ei ole resursseja eikä soveltuvaa henkilöstöä, joka olisi voinut hoitaa projektin sähkö- ja automaatio suunnittelun, joten he tilasivat sen Pöyryltä. Asiakkaalla oli selvä näkemys, kuinka prosessia tulisi parantaa. Uudistuksen myötä asiakkaan prosessi muuttui, sekä automaatio- ja valvomosovellusta täytyi muokata. Automaatio- ja valvomosovellusten muutokset jäivät myös Pöyrylle. Koska parannuksen mekaaninen suunnittelu oli jo tehty ja päälaitteet tilattu, sähkösuunnittelulle ja sähköurakoitsijan valinnalle jäi hyvin vähän aikaa. Tästä johtuen Pöyry valmisteli myös tarjouspyyntöasiakirjat, jotka tehtiin käsi kädessä suunnittelun kanssa. Kun tarjouspyyntöasiakirjat olivat valmiit, myös suurin osa suunnittelusta oli tehty. Tarjouksista haluttiin hyvin vertailukelpoiset, joten tarjouspyynnön tuli olla hyvin yksityiskohtainen.

### **5.2 Tarjotut palvelut**

Asiakkaalta tulleen tarjouspyynnön mukaan Pöyry tarjosi asiakkaalle koko parannustyön sähkösuunnittelun, automaatio suunnittelun ja automaatio sovelluksen muutostyöt. Pöyrylle kuului myös sähkö- ja automaatio-

osioiden esisuunnittelu sekä tarjouspyynnön teko sähköurakoijan valintaa varten. Asiakas oli hankkinut prosessin mekaanisen suunnittelun muualta, joten Pöyrylle jäi näiden laitteiden sähköisten toimintojen suunnittelu sekä niiden sovittaminen prosessiin.



## **6 TAPAUS 2: PROJEKTIN VAIHEET**

### **6.1 Esisuunnittelu ja tarjouspyyntö**

Esisuunnittelulle ei jäänyt paljoa aikaa, koska asiakkaan haluama aikataulu oli niin tiukka, että sähkötoiden tarjouspyynnöt oli saatava valmiiksi todella nopeasti. Koska työ haluttiin parhaaseen mahdolliseen hintaan ja tiukalla aikataululla, tehtiin suurin osa yksityiskohtaisesta suunnittelusta jo tarjouskyselyitä valmisteltaessa.

#### **6.1.1 Toimittajan valinta**

Aikataulusta johtuen, ei tarjoaville yrityksille jäänyt paljoa aikaa suunnitella tarjoustaan. Toinen tarjoavista yrityksistä oli tehnyt asiakkaalle aikaisemmin asennustöitä, toinen tarjoaja hoiti jo asiakasyrityksen kunnossapitoa ja tunsu asiakkaan prosessin hyvin. Loppujen lopuksi kunnossapitoa hoitava yritys antoi huomattavasti paremman tarjouksen asennustyöstä. Uskoakseni tämä johtui pääasiassa siitä, että heillä oli paljon tarkempi kuva tarjottavasta työstä kuin kilpailijalla, vaikka myös kilpailijalle järjestettiin mahdollisuus tutustua työkohteeseen.

### **6.2 Yksityiskohtainen suunnittelu**

Projektin vaatimien päälaitteiden, kuten pehmokäynnistimien, kontaktoreiden ja kenttäkytkentäkeskuksen vuoksi näihin laitteisiin liittyvä suunnittelu oli jo tehty valmiiksi ennen tarjouspyynnön lähettämistä. Tämä johtui taas aikataulusta ja päälaitteiden pitkistä toimitusajoista. Tässä vaiheessa tarkentui laitteiston kytkeytyminen laitoksen automaatiojärjestelmään. Suunnitteluvaiheessa tarkentui myös se, kuinka laitoksen automaatiojärjestelmää tullaan muokkaamaan. Käytännössä tuotantoprosessin käyttö ei muuttunut käyttäjän näkökulmasta.

Automaation näkökulmasta kuitenkin jouduttiin tekemään muutoksia, koska prosessista poistui laitteita ja säiliöitä. Lisäksi prosessiin lisättiin laitteita. Suurimman haasteen automaatiolle teki poistunut säiliö, koska nyt prosessiin menevällä tuotteella ei enää ollut ”välivarastoa” prosessissa, vaan se täytyi ajaa kerralla läpi. Käytännössä tuli ilmi, että ”välivarasto” vain siirtyi prosessin eri kohtaan. Tästä johtuen jouduttiin myöhemmin lisäämään antureita jotka pitävät huolen, että prosessi ei pääse tukkeutumaan.

### **6.3 Asennus ja käyttöönotto**

#### **6.3.1 Asennus**

Pöyry suoritti myös asennusaikaisen valvonnan. Osa I/O-kytkentöjen suunnittelusta tarkentui vasta asennusvaiheessa. Asennusvaiheessa osa aikaisemmin suunnitelluista asennusreiteistä muuttui, koska tiloihin asennettiin nosturi, jonka tieltä täytyi siirtää vanha kaapelihylly. Asennusvaiheessa tehtiin myös automaatiolaitteiston hardware-konfiguraation muutos. Koska asiakkaan koko laitoksen automaatio on yhden prosessorin hoitama, käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kun ladataan uusi konfiguraatio, koko laitos pysähtyy hetkeksi. Tällainen hetki oli yö- ja aamuvuoron vaihto, joiden välissä jäi aikaa ladata uusi konfiguraatio. Uusi konfiguraatio tarvittiin, koska vaikka automaatiojärjestelmässä oli riittävä määrä analogia I/O:ta, niin se oli aikaisemmin poistettu käytöstä konfiguraatiossa. Samalla kertaa kaikki käytöstä poistetut analogiakanavat määriteltiin konfiguraatiossa. Tämän katsottiin olevan järkevää, koska siitä ei ole haittaa ohjelmalle eikä laitteistolle, joten jos analogiakanavia tarvitaan tulevaisuudessa, ne on helpompi ottaa käyttöön.

### **6.3.2 Testaus ja käyttöönotto**

Laitteiston asennus, testaus ja käyttöönotto tehtiin vaiheittain sillä tavoin, että vanhan laitteiston korvaava laitteisto asennettiin, testattiin ja käyttöönotettiin ensin. Tämä johtui siitä, että laitteisto oli prosessin kohdassa, joka esti koko prosessin käytön asennustöiden aikana. Kokonaisuudessaan laitteet olivat pois tuotantokäytöstä noin viikon.

### **6.3.3 Loppudokumentointi**

Loppudokumentointi sisälsi kaikkien piirustusten päivityksen vastaamaan asennusta, prosessin sekvenssikuvauksen päivityksen vastaamaan uutta toiminnallisuutta sekä laitteiston huolto- ja käyttöoppaan laatimisen. Vanhalla laitteistolla ei ollut huolto- ja käyttöopasta ja uudesta laitteistosta se luonnollisesti myös puuttui. Näiden dokumenttien luominen jäi projektin loppudokumentointiosuuteen, koska projektin aikataulu oli asennustöiden osalta hyvin tiukka. Normaaliolosuhteissa ja väljemmällä aikataululla tapahtuvissa projekteissa tällaiset asiakirjat luodaan ainakin osittain ennen toteutusvaihetta, koska näistä asiakirjoista käy ilmi tarkasti laitteiston toiminta ja automaatio-ohjaukset. Loppudokumentoinnin yhteydessä huomattiin, että laitteiston toiminta ei ollut täysin halutunlainen. Lisäksi huomattiin, että uudella laitteistolla ja automaatiolla oli riski, että prosessissa tapahtuu ruuhkautumisia ja tukoksia. Tämä johtui suurimmaksi osaksi siitä, että ennen toteutusta ei ollut otettu täysin huomioon prosessista poistuvien laitteiden vaikutusta prosessin ohjaukseen ja toimintaan eri tilanteissa.

## **7 ASIAKKAALTA SAATU PALAUTE, TAPAUS 1**

Asiakasta pyydettiin täyttämään Pöyryn laatupalautekysely. Kyselyssä asiakas arvioi Pöyryn onnistumista projektityön, henkilöstönoisaamisen ja muiden olennaisten asioiden laadussa asteikolla 1-5. Tämän lisäksi kyselyssä oli kysymyksiä joissa tiedusteltiin, aikooko asiakas lisätä yhteistyötä Pöyryn kanssa tai onko hän taipuvainen suosittelemaan yhteistyötä Pöyryn kanssa.

Asiakas katsoi, että Pöyry on onnistunut erinomaisesti asiakkaan ja projektin tavoitteiden ymmärtämisessä sekä yhteistyössä. Asiakas katsoi, että Pöyry on onnistunut hyvin lähtötietojen ja vaatimusten selvittämisessä ja että dokumentaation laatu on ollut hyvä.

Niin projektin hoitotyön kuin vaaditun erityisosaamisen asiakas arvioi erinomaiseksi. Asiakas arvioi, että turvallisuus ja kestävä kehityksen näkökulmat on otettu hyvin huomioon.

Kaiken kaikkiaan asiakas oli tyytyväinen toimitettuihin palveluihin ja haluaa työskennellä Pöyryn kanssa myös tulevaisuudessa.

Pöyryn sisäisessä projektiseurannassa esille tulleita asioita olivat loppudokumentaation hidas valmistuminen, tämä katsottiin johtuneen uuden suunnittelijan kokemattomuudesta.

## 8 ASIAKKAALTA SAATU PALAUTE, TAPAUS 2.

Asiakasta pyydettiin täyttämään Pöyryn laatupalautekysely. Asiakas ei kuitenkaan ole vastannut kyselyyn vielä tätä työtä kirjoitettaessa. Tästä johtuen, asiakaspalaute on saatu suullisena. Onnistumisen arviointiin voidaan käyttää myös Pöyryn sisäisissä projektin seurantalavereissa esille tulleita asioita.

Projektin suurimmaksi haasteeksi nousi aikataulu. Aivan alusta alkaen aikataulu oli tiukka. Koska projektin kohteena oli kaksi erillistä prosessin osaa, voitiin työt suorittaa porrastetusti. Lisäksi mekaanisten asennusten sovittaminen tuotantoaikataulun katkoskohtiin aiheutti aikataulun joustamisen. Työt suoritettiin aikataulusta huolimatta siten että asiakkaalle ei aiheutunut ylimääräisiä tuotantokatkoksia. Katsoimme, että aikataulullisesti onnistuimme.

Aikataulu ja haasteelliset lähtötiedot aiheuttivat haasteista suunnittelulle. Näistä haasteista selvittiin ilman suurempia ongelmia. Asennuksen aikana jouduttiin tekemään pieniä muutoksia automaation I/O:n johdotuksiin, koska lähtötiedot eivät pitäneet paikkaansa ja se huomattiin vasta asennusvaiheessa. Lisäksi huomautuksia tuli piirustusten laatuun liittyen. Osa piirustuksista oli lähetetty työmaalle ilman kaapelitietoja. Tämän katsottiin johtuneen uuden suunnittelijan kokemattomuudesta ja siitä, että hän ei ymmärtänyt minkälainen vaikutus tällaisella puutteella on työmaalla. Tästä ei kuitenkaan aiheutunut ongelmia eikä lisäkustannuksia, koska muutoksen kohteena oleva laitteisto oli hyvin rajattu, joten sekaantumisen vaaraa ei ollut ja korjaukset piirustuksiin voitiin tehdä loppudokumentoinnin yhteydessä. Olosuhteet huomioiden suunnittelu onnistui hyvin.

Projektin haasteellisimmaksi osaksi osoittautui käyttöönotto ja testaus. Jo aiemmin mainitut automaatiosovelluksen suunnittelupuutteet aiheuttivat paljon lisätyötä testausvaiheessa, koska puutteellinen suunnittelu jouduttiin tekemään

testauksen aikana. Tällä tavoin testaukseen meni aikaa moninkertaisesti odotettua enemmän, ja tästä aiheutui lisäkustannuksia. Edellä mainituista syistä asiakkaalle tuli testausvaiheessa tunne, että kaikki ei mennyt aivan niin kuin olisi pitänyt. Laitteisto saatiin kuitenkin testattua ja toimimaan. Edellä mainitut ongelmat olisivat olleet vältettävissä, jos asiat olisi käyty asiakkaan kanssa läpi ennen suunnittelun aloittamista. Tällä tavoin käyttöönotto ja testaus olisi voitu suorittaa nopeammin.

Edellä mainitusta huolimatta, asiakastyytyväisyys on mielestämme säilynyt vähintäänkin projektia edeltävällä tasolla, ja asiakas haluaa jatkaa yhteistyötä myös tulevaisuudessa.

## 9 YHTEENVETO SAADUSTA PALAUTTEESTA

Asiakastapaukset projekteina olivat hyvin erilaiset. Ensimmäisessä tapauksessa suunnittelutyönlaadulla ja tulevaisuuden tilanteen huomioimisella oli suuri arvo, kun taas toisessa tapauksessa aikataulu ja mahdollisimman lyhyet tuotannon seisaukset olivat ensisijaisen tärkeitä. Tästä johtuen näkisin, että saadusta palautteesta nähdään laaja-alaisesti tarjottujen palveluiden laatu erilaisissa tilanteissa. Pikemminkin nämä kaksi esimerkkitapausta antavat hyvän pohjan arvioida Pöyryn onnistumista erilaisissa projekteissa.

Projektin aikataulua ajatellen kummassakin esimerkkitapauksessa, jossakin projektin vaiheessa, tapahtui aikataulumuutoksia. Muutokset eivät johtuneet Pöyryn toiminnasta. Aikataulumuutoksista ei myöskään syntynyt ongelmia Pöyryn omalle toiminnalle. Aikataulut olivat kummassakin projektissa tärkeitä projektin onnistumisen kannalta. Aikataulujen osalta asiakkaalle toimitetut palvelut olivat hyvät. Kuitenkin, suunnittelijan näkökulmasta katsottuna, työmäärät olivat hetkellisesti korkeat.

Molemmissa tapauksissa asiakkaan vaatimukseen on pystytty vastaamaan vähintäänkin hyvin, ja asiakas on halukas jatkamaan yhteistyötä Pöyryn kanssa. Molemmissa tapauksissa on myös ollut haasteellisia asioita, näissä Pöyryllä on vielä mahdollisuus parantaa. Tapauksissa esille nousseet puutteet, kuten dokumentaation ja piirustusten puutteelliset merkinnät ja loppudokumentaation hitaus, ovat johtuneet suunnittelijan kokemattomuudesta.

## 10 KEHITYSEHDOTUS

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää mahdollisia kehityskohteita asiakkaille toimitetuissa palveluissa. Tämä pyrittiin selvittämään tutkimalla kahta asiakkaille toimitettua kokonaisuutta ja niistä saatua palautetta.

Tutkimuksessa käytetyt esimerkkiprojektit sopivat hyvin kirjallisuuden antamaan kuvaan projektista ja sen vaiheista. Opinnäytetyössä käsitellyt asiat on käsitelty hyvin tapauskohtaisesti ja työn tulosten käyttö muissa yhteyksissä voi olla haastavaa.

Projektin työn avuksi luotoja työkaluja on olemassa paljon. Näistä jotkin toimivat paremmin kuin toiset, ja toiset vievät aikaa enemmän kuin toiset. Koska suurin osa Pöyryn Vaasan toimiston hoitamista töistä on työmäärällisesti pieniä, avuksi valittavan työkalun tulisi olla mahdollisimman helppo ja kevyt käyttää. Tällaisella työkalulla projektityöntekijä voisi mahdollisesti välttää piikit työmäärässä. Tällaisten piikkien välttäminen työmäärässä voisi edelleen parantaa toimitettujen palveluiden laatua ja vähentää projektityöntekijään kohdistuvaa painetta.

Projektien aikatalutukseen käytettävällä työkalulla voitaisiin nähdä resurssien tilanne edeltä käsin. Jos tällaiseen työkaluun voitaisiin sisällyttää yksittäisten työvaiheiden erittely, niin se auttaisi näkemään ”pullonkaulat” edeltäkäsin. Olisi myös hyvä jos työkalulla voitaisiin seurata käytettyjä työtunteja työvaihekohtaisesti. Nykyisessä tuntien seurantajärjestelmässä on jo kyseinen toiminto. Tämän toiminnon käyttöä ja seurantaa tulisi tehostaa. Paremmalla tehtäväkohtaisella tuntien seurannalla olisi esimerkkitapauksissa saatu vähennettyä aikataulun aiheuttamia piikkejä työmäärässä.

Esille tulleet ongelmakohdat piirustusten ja dokumentaation ladussa on myös mahdollista ratkaista. Esille tulleissa tapauksissa tapahtuneet puutokset voitaisiin



korjata parantamalla perehdytystä uusille työntekijöille. Tällä tavoin iso osa merkintävirheitä ja muista laatueroista voitaisiin korjata ennen kuin työn tulokset lähetetään asiakkaalle. Kyseinen käytäntö on jo nimellisesti käytössä, mutta siitä on tingitty, koska se vie melko paljon resursseja. Esimerkitapauksissa uusi työntekijä pääsi suorittamaan työtä kohtalaisen itsenäisesti ja hänen oletettiin tietävän asioita joita hänelle ei ollut kerrottu. Vaikka tästä ei aiheutunutkaan varsinaisia ongelmia, niin silti paremmasta perehdytyksestä hyötyisivät niin asiakas, Pöyry kuin uusi työntekijäkin.

Projektityöt katsotaan yleensä hyvin monimutkaisiksi, ja lähes jokainen joka on työskennellyt projektissa tietää, että aina on jotain joka olisi voinut mennä paremmin. Tämän takia on tärkeää, että kehityksen pohjaksi käytetään projektissa työskennelleiden ja asiakkaan palautetta siitä, kuinka projekti on onnistunut ja missä on mahdollista kehittyä.

## LÄHTEET

- /1/ Duening, T.N. & Click, R. L. (2005) Essentials of Bussiness Process Outsourcing. Wiley, USA
- /2/ Lester A. (2006 )Project Management, Plan and Control. Butterworth-Heinemann, Iso-Britannia
- /3/ Rakennushankkeen sopimussuhteet ja eri urakkamuodot. Viitattu 29.12.2014.  
[http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi\\_FI/Sopimussuhteet%20/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/Sopimussuhteet%20/)
- /4/ P3 Pöyry verkkoportaali. Suunnitteluohjeet (teollisuus). Viitattu 29.12.2014.
- /5/ Nyysönen Elina (2008) Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta