

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Sähkötekniikan osasto

Sähkömarkkinoiden opintosuunta

<http://www.ee.lut.fi/fi/lab/sahkomarkkina>

DIPLOMITYÖ

YRITYKSEN SÄHKÖISTYSPROJEKTOINNIN TIEDONHALLINNAN TEHOSTAMINEN

Diplomityön aihe on hyväksytty Sähkötekniikan osastoneuvoston kokouksessa
15.8.2006

Työn tarkastajat: Professori Jarmo Partanen
 Diplomi-insinööri Henri Montonen

Työn ohjaajat: Diplomi-insinööri Henri Montonen
 Insinööri Harry Wahlroos

Tampereella 16.1.2007

Juha Urpalainen
Mäkipääntkatu 27-29 A 16
33500 Tampere
puh. +358 50 538 4504

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Juha Urpalainen
Nimi: Yrityksen sähköistysprojektionnin tiedonhallinnan tehostaminen
Osasto: Sähkötekniikka
Vuosi: 2007
Paikka: Tampere

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Sähkömarkkinat.

81 sivua, 22 kuvaa, 2 taulukkoa ja 4 liitettä

Tarkastajat: Professori Jarmo Partanen

Diplomi-insinööri Henri Montonen

Hakusanat: Prosessisähköistys, projektitietokanta, RFID, MOVER- hanke

Diplomityössä on käsitelty kolmea kokonaisuutta. Työssä on tutkittu RFID- teknologian hyödyntämistä kattilalaitostyömaan asennusvalvonnassa, prosessisähköistyksen osa-alueiden automatisoimista sekä edellä mainittujen asiakokonaisuuksien yhdistämistä. Prosessisähköistyksen osa-alueista työssä on käsitelty sähköpääkaavioita, sähköasennustyyppisiä, toimitusrajakaavioita sekä potentiaalintasausta. Tutkittavien asiakokonaisuuksien yhdistävänä tekijänä on projektitietokanta, joka yrityksellä on käytössä.

RFID- teknologiaa tutkitaan MOVER- hankkeen yhteydessä. Työssä yritetään selvittää mahdollisia tulevaisuuden hyötyjä, jos asennusraportointi suoritettaisiin mobiililla ratkaisulla. Prosessisähköistyksen osa-alueista sähköpääkaavioiden laatimista on pyritty automatisoimaan. Sähkö- asennustyyppien ja potentiaalintasauksen kohdalla tarkoituksena oli tuottaa esimerkkiratkaisuja, joita voitaisiin jatkokehittää tulevaisuudessa. Toimitusrajakaavioiden korvaajaksi kehitettiin uutta menetelmää, joka tulisi sisältämään automatiikkaa toimiakseen.

ABSTRACT

Author: Juha Urpalainen
Name: Improvement of electrification project data management
Department: Electric Engineering
Year: 2007
Place: Tampere

Master's thesis. Lappeenranta University of Technology.

81 pages, 22 figures, 2 tables and 4 appendices

Examiners: Professor Jarmo Partanen
M.Sc. Henri Montonen

Keywords: Process electrification, project database, RFID, MOVER- project

In this thesis has dealt with three subject matters. There has been researched RFID-technology, process electrification and how these entities could attach together. Common feature in this thesis is automated solutions. The focus in process electrification is single line diagrams, electrification hook-ups, delivery diagrams and equipotential bonding principles. Project database joins these topics.

RFID- technology has been researched in context with MOVER- project. Thesis solves the future benefits, if installation reporting is executed by mobile solution. The aim is, in process electrification areas, to automate solutions as far as it is possible. Focus in hook-up and delivery diagrams development is to improve the data management.

ALKUSANAT

Diplomityö on tehty Kvaerner Power Oy:n esittämästä aiheesta elokuun 2006 ja tammi-kuun 2007 välisenä aikana. Diplomityön toisena tarkastajana sekä ohjaajana toimi automaation osastopäällikkö Henri Montonen. Ohjauksesta vastasi myös projektitoteutuksen kehityspäällikkö Harry Wahlroos. Heille molemmille kuuluu iso kiitos mielenkiintoisen ja kattavan aiheen laatimisesta sekä rakentavan palautteen ja asiantuntevien ohjeiden antamisesta työn edetessä. Kiitokset kuuluvat myös tuotepäällikkö Arto Hopeaharjulle sekä projektipäällikkö Sami Remekselle, jotka olivat aktiivisesti mukana työn eri vaiheissa. Kiitos myös muulle Kvaerner Power Oy:n henkilökunnalle ja alihankkijoille avuliaisuudesta ja välittömän ilmapiirin luomisesta!

Kiitän myös työni tarkastajaa professori Jarmo Partasta opintojeni aikana saamastani laadukkaasta opetuksesta sekä mielenkiintoisista näkökulmista, jotka muokkasivat työn lopulliseen muotoonsa.

Haluan myös erityisesti kiittää avovaimoani Tiinaa, joka on ollut tärkeänä tukena koko diplomityö- prosessin ajan.

Suurin kiitos kuuluu kuitenkin vanhemmilleni, jotka ovat aina olleet tukenani ja mahdollistaneet opiskeluni näinkin pitkälle.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. AKER KVAERNER	2
2.1 Kvaerner Power OY.....	2
2.1.1 <i>Kvaerner Power OY:n tuotteet ja palvelut</i>	2
2.1.1.1 Kattilat (Boilers)	2
2.1.1.2 Haihduttimet (Evaps).....	3
2.1.1.3 Ympäristönsuojelujärjestelmät	3
2.1.1.4 Service- toiminta.....	3
3. NYKYTILANNE.....	4
3.1 Diplomityön osa-alueiden yhdistäminen	4
3.2 Nykytilanne yrityksen kannalta	6
3.3 Tuoterakenne ja tuotetietous.....	7
3.3.1 <i>Johdanto</i>	7
3.3.2 <i>Tuoterakenne</i>	7
3.4 Massaräätälöinti.....	10
3.4.1 <i>Keskeiset periaatteet.....</i>	10
3.4.2 <i>Massaräätälöintitapoja</i>	11
3.5 Projektitietokantaohjelma.....	14
3.5.1 <i>Objektiorientoitunut ajattelutapa</i>	14
3.5.1.1 Dokumenttiorientoitunut sovellus.....	14
3.5.1.2 Tietokantaorientoitunut sovellus.....	15
3.5.1.3 Objektiorientoitunut sovellus.....	15
4. MOVER – TULEVAISUUDEN RATKAISU TYÖMAAN ASENNUKSEN SEURANTAAN JA RAPORTOINTIIN?	18

4.1 MOVER diplomityön näkökulmasta	18
4.1.1 Keskeiset asiat.....	19
4.1.2 Työmaan asennusseuranta.....	19
4.2 Pilotoitavat laitteet	21
4.2.1 eTagit.....	22
4.2.1.1 eTagien havaittavuus	23
4.2.1.2 eTagien kiinnitysmenetelmät	26
4.2.1.3 eTagien kestävyys.....	27
4.2.1.4 Yhteenveto eTageista ja muutamia kehitysideoita.....	28
4.2.2 Puhelin	29
4.2.3 Päätelaite.....	30
4.2.4 Varastokäsipääte	31
4.3 Työmaapilotointi	32
4.3.1 Firma 1	32
4.3.1.1 Puhelin.....	32
4.3.1.2 Päätelaite (kämmentietokone).....	34
4.3.2 Firma 2.....	37
4.3.3 Firma 1 vs Firma 2.....	40
4.3.4 Yhteenveto	41
4.3.5 Tulevaisuuden visioita.....	42
4.3.6 Arvio menetelmien avulla saavutettavasta lisäarvosta.....	44
5. MOVERIN JA PROJEKTITIE TOKANNAN YHDISTÄMINEN	47
5.1 Asennusraportointi MOVER- hankkeen jälkeen	50
5.2 Yhteenveto	51
6. PROJEKTITIE TOKANTA	52
6.1 Sähköpääkaaviot	52

6.1.1 Johdanto	52
6.1.2 Pääkaavion laatiminen.....	53
6.1.3 Pääkaavioiden tarkoitus.....	54
6.1.4 Pääkaavioiden toteutus	55
6.1.5 Pääkaavio uuteen tarjousprojektiin.....	58
6.2 Asennustyyppikuvat (Hook-up)	60
6.2.1 Asennustyyppikuvien tarkoitus	60
6.2.2 Asennustyyppikuvien rakenne.....	61
6.3 Toimitusrajakaaviot.....	64
6.3.1 Uusi menetelmä	64
6.3.2 Uuden menetelmän rakenne ja toiminta.....	66
6.3.3 Mahdollisia tulevaisuuden hyötyjä entiseen menetelmään verrattuna.....	68
6.4 Maadoitus	68
6.4.1 Potentiaalintasaus.....	69
6.4.1.1 Pääpotentiaalintasaus.....	69
6.4.2 Kattilalaitoksen pääpotentiaalintasaus ja sen tarkoitus.....	70
6.4.3 Potentiaalintasaus projektitietokanta- ohjelmistossa.....	72
6.4.4 Esimerkki: Jalalliset säiliöt	73
6.4.5 Tulevaisuus.....	75
7. YHTEENVETO	77
LÄHDELUETTELO	80

LIITTEET

Liite 1	Sähköpääkaavion periaatteellinen rakenne prosessisähköistyksessä
Liite 2	Esimerkki sähkö- asennustyyppikuvasta
Liite 3	Potentiaalintasaus- asennustyyppikuva jalallisille säiliöille
Liite 4	Potentiaalintasaus- yhdekuva

Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

AutoCAD	Piirustus- ja suunnitteluohjelma, jolla voidaan tehdä myös kolmiulotteisia malleja
EB	Earthing Bar, maadoituskisko
eTag	Sähköinen konekilpi, jonka avulla RFID- tunnistus on mahdollinen
eTag ID	Sähköisen konekilven tunnus, joka koostuu noin 10 merkistä
GEN2	RFID- tunnistetekniikan standardi
KPOY	Kvaerner Power Oy
MEB	Main Earthing Bar, päämaadoituskisko
MOVER	Hanke, jossa tutkitaan RFID- teknologian käyttömahdollisuuksia kattilalaitostyömaan asennuksen seurannassa ja raportoinnissa
PDA	Personal Digital Assistant, kämmentietokone
PDM	Product Data Management, tuotetiedonhallinta
PEN- johdin	Maadoitusjohdin, jossa nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen johtimeen
PI- kaavio	Prosessi- ja instrumentointikaavio
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuinen etätunnistus
TBM	Time Based Management, menetelmä tuotteen läpimenoajan lyhentämiseksi
Tekes	Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus
TN-S	Sähköjakeluverkko, jossa muuntajan tähtipiste on jäykästi maadoitettu ja, jossa on erillinen nolla- ja suojajohdin koko järjestelmän alueella
VAMOS	Tekesin mobiilialan teknologiaohjelma, joka painottuu langattoman teknologian hyödyntämiseen eri toimialoilla

1. JOHDANTO

Tämän diplomityön tavoitteena on edistää yrityksen toimintaketjun kokonaisvaltaista hallintaa. Työssä käsitellään MOVER- hankkeen yhteydessä työmaan asennusvalvontaa ja asennusraportointia. Hankkeessa tutkitaan asennusvalvonnan tehostamisen mahdollisuuksia ja niiden jalkauttamista loppukäyttäjälle tulevaisuudessa. Työssä käsitellään myös yrityksen käyttämää projektitietokantaa ja sen sovelluksia. Projektitietokannan kehitystyössä keskitytään neljään prosessisähköistyksen osa-alueeseen, jotka käsitellään työn edetessä. Projektitietokantaa voidaan pitää kaikkien työssä käsiteltävien asioiden yhdistävänä tekijänä.

Työn kannalta erittäin olennainen ja haasteellinen osuus käsitellään kappaleessa viisi. Kappaleessa yhdistetään projektitietokanta ja sen ominaisuudet asennusvalvonnan ja asennusraportoinnin kanssa. Tämän kappaleen tarkoituksena on auttaa lukijaa ymmärtämään työssä käsiteltävien asioiden keskinäisiä yhteyksiä. Perimmäisenä tarkoituksena on, että työssä käsiteltävät asiat tukevat toisiaan ja tarjoavat entistä parempia toimintamalleja niin yritykselle, sen työntekijöille kuin asiakassuhteisiinkin.

2. AKER KVAERNER

Aker Kvaerner tytäryhtiöineen on johtava maailmanlaajuinen yritys insinöörisuunnittelun ja rakennustekniikan, teknologiatuotteiden sekä integroitujen ratkaisuiden tarjoajana. Aker Kvaernerin liiketoiminta kattaa useita teollisuuden osa-alueita, kuten öljyn ja kaasuntuotanto, kemikaalien jalostus, kaivostoiminta, biotekniikka, voiman tuotanto ja paperiteollisuus. Yrityksen liikevaihto on noin 5,2 miljardia euroa vuodessa ja työntekijöitä on noin 20 000 30:ssä eri maassa. Aker Kvaerner-konserni koostuu useista erillisistä kokonaisuuksista. Aker Kvaerneria käytetään yleisenä tuotemerkkinä useissa edellä mainituissa kokonaisuuksissa. Konsernin emoyhtiö on Aker Kvaerner ASA. Tämän kappaleen yhteydessä kannattaa mainita, että diplomityön loppuvaiheessa (12.12.2006) Euroopan komissio hyväksyi Aker Kvaernerin Pulping- ja Power- liiketoimintojen myynnin Metsolle. Kaupan seurauksena Kvaerner Power Oy:stä tuli Metso Power Oy.

2.1 Kvaerner Power OY

Kvaerner Power OY:n (KPOY) liikevaihto on noin 500 miljoonaa euroa vuodessa ja se työllistää 1600 ihmistä, joista noin puolet työskentelee Suomessa. KPOY:llä on neljä päätoimipaikkaa, jotka sijaitsevat Tampereella, Göteborgissa Ruotsissa, Charlottessa Yhdysvalloissa sekä Curitiba Brasiliassa. Omia valmistusyksiköitä on viisi, jotka sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa ja Yhdysvalloissa. Myynti- ja suunnittelutoimistoja on jokaisessa maanosassa ja ne ovat täysin miehitettyjä. Skandinavian ja Euroopan lisäksi päämarkkina-alueita ovat Pohjois- ja Etelä-Amerikka sekä Kaakkois-Aasia.

2.1.1 Kvaerner Power OY:n tuotteet ja palvelut

Seuraavaksi käydään läpi lyhytmuotoinen tuote-esittely. Tuotteet kategorioidaan kokonaisuuksina ja jaetaan seuraavasti: kattilat, haihduttimet, ympäristönsuojelujärjestelmät ja service-toiminta.

2.1.1.1 Kattilat (Boilers)

HYBEX- kerrosleijukattiloissa toteutetaan BFB- (Bubbling Fluidized Bed) teknologiaa. Polttoaineena voidaan käyttää biomassaa, liejua tai kierrätyspolttoaineita. Kattilan lämpökapasiteetti on 20 – 300 MW_{th}.

CYMIC- kiertoleijukattiloissa toteutetaan CFB- (Circulating Fluidized Bed) teknologiaa. Polttoaineena voidaan käyttää biomassaa, hiiltä tai kierrätyspolttoaineita. Kattilan lämpökapasiteetti on 50 – 600 MW_{th}.

RECOX- soodakattilan toiminta perustuu mustalipeän polttamiseen ja kemikaalien talteenottoon. Kemikaalien talteenotto lisää tuotannon tehokkuutta sekä helpottaa paperitehtaan veden sekä lipeän kiertokulussa. Kattilan kapasiteetti voi olla jopa 6000t ds/d.

2.1.1.2 Haihduttimet (Evaps)

Haihdutin- tuotteita ovat TUBEL ja REVAP. Haihduttimien tarkoituksena on saavuttaa korkea kuiva-ainepitoisuus mustalipeän väkevöinnissä ennen soodakattilapolttoa.

2.1.1.3 Ympäristönsuojelujärjestelmät

Ympäristönsuojelujärjestelmiä on kehitetty hajukaasujen käsittelyyn, savukaasujen puhdistukseen ja lauhdutukseen sekä natrium/rikki- taseen hallintaan. ODOCON- tuotteet on tarkoitettu sellu- ja paperiteollisuuden hajukaasujen käsittelyyn, kun taas GASCON- tuotteet on tarkoitettu sekä sellu- ja paperiteollisuuden että voimantuotantolaitosten savukaasujen käsittelyyn.

2.1.1.4 Service- toiminta

Service- toiminta pitää sisällään useita eri kokonaisuuksia:

1. Kattilamuutokset ja kapasiteetinnostot. Kokonaisuus sisältää kapasiteetti-, käytettävyys- ja ympäristöparannukset sekä teknologiamuutokset.
2. Kunnossapito. Kunnossapito käsittää käytettävyyden ja tuottavuuden parantamisen.
3. Varaosat ja lisätuotteet. Varaosat toimitetaan ja asennetaan tarpeen mukaan. Lisätuotteiden tarkoituksena on saada lisäarvoa prosessiin.
4. Partner Service- palvelut. Partner Service sisältää asiantuntijapalvelut, tarkastukset, huoltosopimukset sekä koulutuksen.

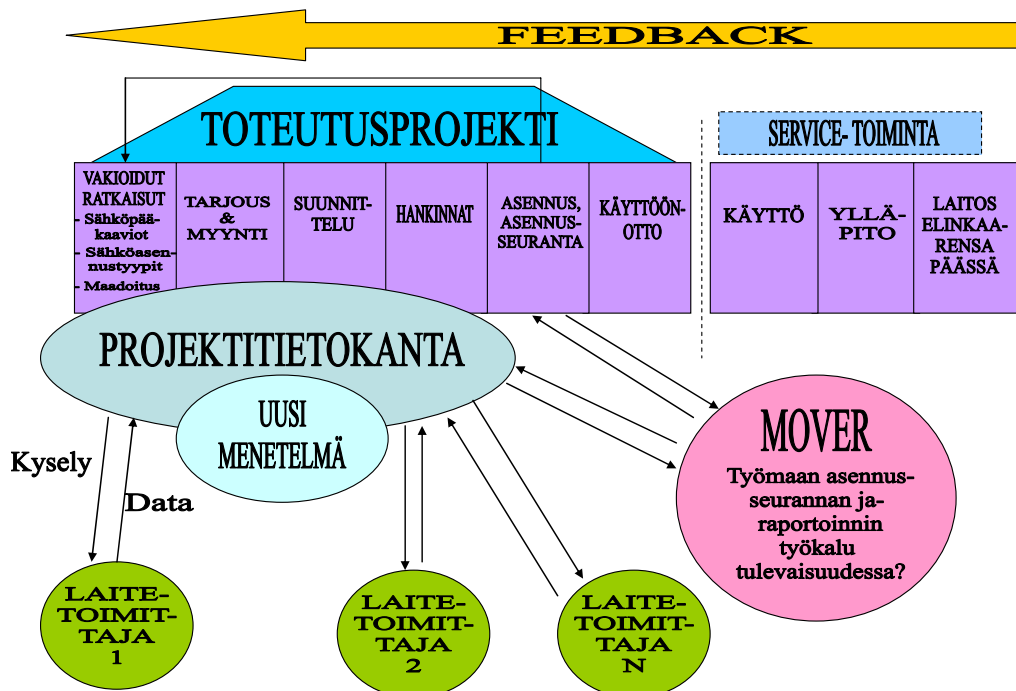
(KPOY 06b)

3. NYKYTILANNE

Tässä kappaleessa käsitellään yrityksen nykytilannetta, josta tarve diplomityölle ilmeni. Kappaleessa esitellään myös tuoterakenteen ja massaräätälöinnin teoriaa, joiden perusteella diplomityön tutkimustuloksia myös osittain tarkastellaan. Kappaleen oleellisin anti on kuitenkin diplomityön ”iso kuva” eli työssä käsiteltävien asioiden yhdistäminen. Siinä kuvataan työn osa-alueiden liittymistä toisiinsa kattilalaitos- projektin aikana.

3.1 Diplomityön osa-alueiden yhdistäminen

Diplomityössä käsitellään useita eri asiakokonaisuuksia, jotka kuitenkin liittyvät toisiinsa tavalla tai toisella. Kuvan 3.1 tarkoituksena on avata lukijalle työssä käsiteltävien asioiden yhteydet. Kuvassa 3.1 esitetään kattilalaitos- projektin elinkaari ja ne toiminnot, joita projektin toteutuminen vaatii.



Kuva 3.1 Kattilalaitoksen elinkaari ja diplomityössä käsiteltävien asioiden väliset yhteydet..

Kuvassa 3.1 on esitettyä kattilalaitoksen elinkaari. Diplomityössä keskitytään ainoastaan laitoksen toteutusvaiheisiin. Työssä käsiteltävät asiat kuten sähköpääkaaviot, sähkö-

köasennustyyppit ja maadoitus- asiat kuuluvat aivan ketjun alkupäähän. Eli tarkoituksena on, että jossakin vaiheessa nämä työn osa-alueet ovat jokapäiväisessä käytössä yrityksessä, jolloin voidaan puhua vakioiduista ratkaisuksista. Hankinnat vaikuttavat oleellisesti perusratkaisuihin. Toisin sanoen, hankinnat perustuvat projektiokohtaisesti määriteltyihin laitemääriin ja kokoluokkiin.

Lyhykäisyydessään projektin kulku on seuraavanlainen. Jos käytössä on tiettyjä perusratkaisuja, niin tarjousvaihe menee kivuttomammin. Vakioinnin perusteella voidaan saada esim. sähkölaitemäärät helposti listattua, jolloin hinnoittelu tarjouspyyntöihin saadaan entistä nopeammin realistiselle pohjalle. Kun asiakas on hyväksynyt kaupan, aloitetaan suunnittelu, jonka perusteella todelliset laitehankinnat tehdään. Tämän jälkeen siirrytään työmaatoimintoihin ja asennusvaiheeseen.

Asennuksen valmistuttua siirrytään kattilalaitoksen käyttöönottoon, johon varsinainen toteutusprojekti päättyy. Kun kattila on otettu käyttöön, siirrytään varsinaiseen käyttövaiheeseen, johon liittyvät oleellisesti ylläpitotoimet, jotka sisältävät esim. varaosat, huoltotoimenpiteet yms. Käytön ja ylläpidon yläpuolelle merkitty Service tarkoittaa KPOY:n tarjoamia huoltopalveluita, joita asiakas voi tarvittaessa ostaa oman toiminnan lisäksi takuuajan umpeuduttua. Lopulta 20-35 vuoden käytön jälkeen laitos on saavuttanut elinkaarensa pään.

Kuten kuvasta 3.1 voidaan todeta, niin projektitietokanta on diplomityössä tutkittavien asiakokonaisuuksien toimintarajapinta. Projektitietokanta sisältää vakioidut ratkaisut, joita voidaan hyödyntää projektien suunnittelu- ja tarjousvaiheissa. Kuten myös asennusvalvontaan ja -raportointiin perustuva MOVER- hanke saadaan tehokkaammaksi projektitietokannan avulla. Projektitietokanta mahdollistaa työmaan asennusvalvonnan ns. reaaliaikaisen seuraamisen, joka taas puolestaan tuo tärkeää dataa asennuksen edistymisestä kattilatyypeittäin ja kattilan kokoluokan suhteen. Tällainen kokemusperäinen dokumentoitu tieto voi tulevaisuudessa olla erittäin arvokasta liiketoiminnan kehittämisessä.

Projektitietokantaan liitetty uusi menetelmä perustuu entisten toimitusrajakaavioiden korvaamiseen älykkäämmillä dokumenteilla. Uuden menetelmän tarkoituksena on tuoda

automaatiikkaa tarjousvaiheeseen ja helpottaa sen vaiheen työtä. Tähän liittyvät oleellisesti sähköasennustyyppit, joiden perusteella voidaan laskea asennusmateriaalit ja laitemäärät, jonka perusteella taas tarjousten tekeminen on kätevämpää. Uudessa menetelmässä määritetään KPOY:n laitetoimituksen laajuus, jonka perusteella hankinnat sitten loppujen lopuksi tehdään. Projektitietokanta monipuolisine toimintoineen mahdollistaa uuden menetelmän kehittämisen toimivaksi applikaatioksi.

Kuvan 3.1 viimeisenä rajapintana on laitetoimittaja. Laitetoimittajat keskustelevat yrityksen kanssa periaatteessa projektitietokannan välityksellä. Tällä tarkoitetaan sitä, että projektitietokannassa on esim. moottori. Laitetoimittajalle tehdään kysely moottoreista, eli minkälaisia moottoreita tarvitaan tehojen ollessa tietyn suuruiset. Laitetoimittaja lähettää tarvittavien moottoreiden tekniset tiedot ja muut tarvittavat dokumentit, jonka jälkeen moottoritiedot voidaan sijoittaa projektitietokantaan käyttäjien hyödyksi.

Viimeisenä käsiteltävänä asiana on Feedback- nuoli. Nuoli tarkoittaa jatkuvaa palautteen keräämistä projektin eri vaiheista. Nuoli tarkoittaa myös sitä, että yritys pystyy parantamaan toimintatapojaan palautteen perusteella, jos se koetaan tarpeelliseksi.

3.2 Nykytilanne yrityksen kannalta

KPOY on vakioimassa tuotteitaan, jota edesauttaa tiettyjen osien ja työvaiheiden samanlaisuus kattilan tyyppistä riippumatta. Sähköpuolen vakiointityötä on aloitettu ja tämän diplomityön tarkoituksena on osaltaan edistää jo aloitettua vakiointi- ja modulointityötä. Perustarkoituksena on, ettei suunnittelua tarvitsisi aina aloittaa puhtaalta pöydältä uuden projektin alkaessa. Käytössä oleva tuotetiedonhallintajärjestelmä: projektitietokanta, mahdollistaa vakiointityön tietokantapohjaisena ohjelmana, joten työkalut siltä osin ovat valmiina.

Työn osa-alueista edelliseen asiaan liittyvät tärkeimmin sähkö-asennustyyppikuvat, sähköpääkaaviot, toimitusrajakaaviot sekä maadoitusohje. Näitä kokonaisuuksia täydentää MOVER- hanke, joka ulottuu tässä vaiheessa asennuseurantaan asti. Joten toimitukset pyritään venyttämään järjestelmällisesti projektin alkuvaiheista asennuseuran-

taan. Diplomityön jälkeen toimintoketjun hallinnassa pitäisi periaatteessa olla jo aika pitkällä.

Yhteenvedona voidaan mainita, että diplomityön tarkoituksena on edistää sähköpuolen vakiointityötä, joka ulottuu tarjousvaiheesta aina sinne asti, kun viimeisetkin sähkölaitteet on työmaalla asennettu paikoilleen. Näin ollen MOVER- hanke on olennainen osa toteutusprojektin toimintoketjun loppupäätä. Koko tämä prosessi ei tapahdu hetkessä, mutta jo tämän tutkimuksen aikana tullaan huomaamaan, minkälainen potentiaali käytettävissä on tämän hetkiseen tilanteeseen verrattuna. Pitkän aikavälin tavoitteena on läpimenoaikojen lyhentäminen ja sitä kautta saatavat kustannussäästöt. Edellä mainitut tekijät tuovat mukanaan myös tunteen koko ketjun paremmasta järjestelmällisestä hallitavuudesta. Se taas tuo omalta osaltaan lisää luottamusta koko yrityksen toimintatapaa kohtaan.

3.3 Tuoterakenne ja tuotetietous

Tässä kappaleessa käsitellään tuotetiedon hallinnan sekä tuoterakenteen teorioita. Työn loppupuolella analysoidaan teorioiden toimivuutta työn tulosten kannalta.

3.3.1 Johdanto

Nykyisin, niin yritysten sisällä kuin yritysten välillä halutaan hajauttaa ja rinnakkaistaa tuotekehitystä. Erilaiset tietojärjestelmät on saatava integroitumaan paremmin ja tuotetietojen tulee olla saatavalla Internetin kautta. Useat yritykset pyrkivät parantamaan kilpailukykyään tarjoamalla järjestelmälliseen asiakasmuunteluun perustuvia tuotteita. Näitä tuotteita kutsutaan myös konfiguroitaviksi tuotteiksi. Edellä mainitut tekijät ovat vaikuttaneet siihen, että suomalaisissa yrityksissä on viime aikoina alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota tuotetiedon hallintaan, joka tunnetaan myös nimellä PDM (Product Data Management). (Peltonen 02)

3.3.2 Tuoterakenne

Tuoterakenne on yksi tärkeimmistä tuotemalleista, se kertoo, kuinka tuote koostuu osista, jotka taas koostuvat pienemmistä osista jne. Tuoterakenteita voidaan tehdä eri näkö-

kulmista, mikä tarkoittaa sitä, että näkökulma vaikuttaa mm. siihen millä tavalla tuote jaetaan osiin ja mille tasolle tuoterakenne ulottuu. Kuvainnollisesti katsoen vedetään viiva siihen kohtaan, kun katsotaan mitkä osat eivät enää koostu pienemmistä osista.

(Peltonen 02)

Tuoterakenteiden tulisi perustua yhtenäiseen logiikkaan. Hyväksi sellaiseksi on osoittautunut tuoterakenteiden muodostaminen ”aitojen osakokoonpanojen” avulla. Mainituilla osakokoonpanoilla on alla olevat ominaisuudet:

- Osakokoonpanoa voidaan käyttää sellaisenaan ilman muutoksia ja purkamista osana erilaisissa kokoonpanoissa
- Osakokoonpano on helposti käsiteltävä fyysinen kokonaisuus, joka ei sisällä irrallisia osia
- Osakokoonpano voi olla toiminnallinen moduuli
- Osakokoonpanoja voidaan valmistaa ja varastoida itsenäisesti erillään ylemmän tason kokoonpanoprosesseista
- Osakokoonpano voidaan kiinnittää helposti isompiin kokoonpanoihin
- Osakokoonpano soveltuu alihankintaan

(Peltonen 02)

Tärkeimpinä PDM- järjestelmien hallitsemisena tuotemalleina voidaan pitää seuraavia:

- Tuotteen osarakenne
Yksinkertaisissa tuotteissa tämä on samalla tuotteen tuoterakenne, koska se määrittelee, mistä osista tuote koostuu ja miten tuote karkealla tasolla kootaan ja valmistetaan.
- Tuotteen toimintorakenne
Tämä havainnollistaa valittuihin toimintoihin sisältyvien osien välisiä yhteyksiä. Yksinkertaisissa tuotteissa esim. piirikaavio esittää tuotteeseen liittyvien sähkökomponenttien välisiä yhteyksiä, ja sitä voidaan näin pitää tähän toimintaan liittyvänä tuotemallina.

- Tuotteen sijaintirakenne

Tämän rakenteen tehtävänä on kuvata tuotteen osien sijaintiin perustuva rakenne. Sitä tarvitaan erityisesti fyysisesti laajoissa tuotteissa, ja se voi antaa tietoa esim. laitoksen sähköjakeluhuoneen tietyn ohjauskaapin sisältämistä järjestelmistä.

(Peltonen 02)

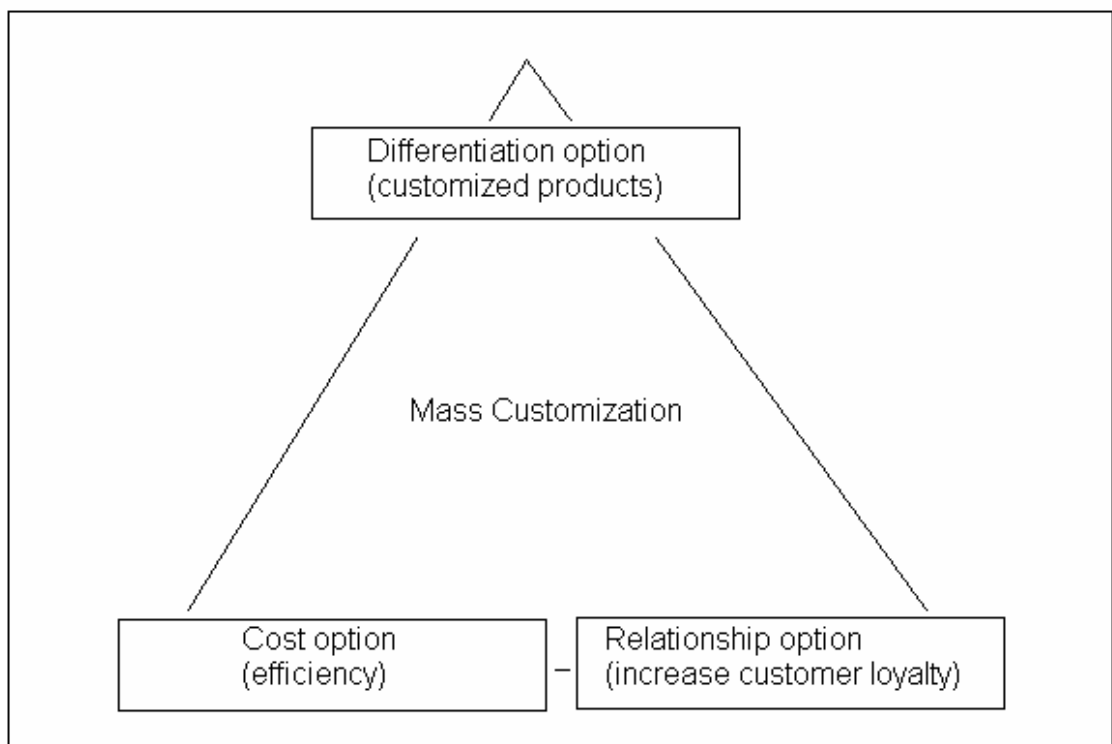
Nykypäivänä tuoterakenteen hallinta on tärkeä osa yrityksen toimintaa. Hyvällä tuoterakenteen hallinnalla voidaan saavuttaa kustannussäästöjä. Tiedot osat tuoterakenteesta pystytään vakioimaan ja panostusta vakioitua osaa kohtaan voidaan pienentää verrattuna varioituvaa tuotteen osaan. Tässä tapauksessa projektitietokanta mahdollistaa tuoterakenteen hallinnan, joten projektitietokannan käsittelyyn siirrytään tuonnempana.

3.4 Massaräätälöinti

Massaräätälöinti-idean keksijä oli alun perin Alvin Toffler, joka kirjoitti aiheesta kirjassaan 1970-luvulla. Ideaa kuvasi kirjassaan myös Stan Davis vuonna 1987. Massaräätälöinnin todellisena isänä kuitenkin pidetään Joseph Pinea, joka määritteli massaräätälöinnin idean kokonaisuudessaan kirjassaan vuonna 1993.

3.4.1 Keskeiset periaatteet

Massaräätälöinnin peruseriaatteet ilmenevät parhaiten kuvan 3.2 perusteella.



Kuva 3.2 Massaräätälöinnin neljä tasoa. (Piller 04)

Massaräätälöinti tarkoittaa tuotteiden ja palveluiden tuottamista suhteellisen suurille markkinoille, jotka kohtaavat täysin yksilön vaatimukset tuotteen ominaisuuksista (differentiation option), kuitenkin lähes massatuotannon yksikkökustannuksilla (cost option). Yksilöllisten palveluiden ja tuotteiden kehittämiseksi täytyy rakentaa kestävä henkilökohtaiset asiakassuhteet (relationship option). (Piller 04) Nämä kolme ominaisuutta yhdessä muodostavat toimivan tuotteiden massaräätälöinnin.

Massaräätälöinti on tarkoitettu toimintastrategiaksi yrityksille, jotka haluavat kehittää, valmistaa, markkinoida ja toimittaa kohtuuhintaisia varioituvia tuotteita ja palveluita täyttämällä samalla lähes kaikkien asiakkaiden tarpeet. Asiakkaiden tarpeisiin pyritään vastaamaan kattavilla tuotevalikoimilla sekä nopealla tilaus-toimitusprosessilla. Nopealla tilaustoimitusprosessilla pystytään palvelemaan useampaa asiakasta ja massaräätälöinnin avulla voidaan edullisesti varioida tuotteita asiakkaiden vaatimusten mukaisiksi. Siten voidaan saavuttaa korkeammat myyntiluvut pienemmillä yksikkökustannuksilla. (Mass)

Massaräätälöinti on kehitetty vastaamaan markkinoiden epähomogeenisuuteen ja yritysten väliseen ankaraan kilpailuun. Massaräätälöinti hyödyntää massatuotannon nopeutta ja edullisuutta sekä personoinnin tuomaa asiakaslähtöisyyttä. Toisin sanoen, tuotteilla tulee olla niin paljon variantteja, että jokaisen asiakkaan toiveet pystytään täyttämään nopeasti ja edullisesti. Toimitusvarmuuden tulee luonnollisesti olla 100 %.

Asiakassuhteiden jatkuva ylläpito on hyvin tärkeää ja jatkuvasti tulee olla selvillä asiakkaiden muuttuvista tarpeista. Uusien asiakkaiden haluista ja toiveista tulee ensi alkuun muodostaa profiili, joka toimii myös mallina tuotteen suunnittelulle. (Piller 04) Kun asiakkaalle on muodostettu profiili ensimmäisen toimituksen yhteydessä, seuraavat tuotteet tuotetaan uudelle asiakkaalle aikaa ja rahaa säästävasti. Tällä tavoin saadaan muodostettua pysyvä asiakassuhde, jota asiakas pitää lojaalina ja luotettavana.

3.4.2 Massaräätälöintitapoja

Massaräätälöintitapoja on viisi erilaista:

1. Palvelujen räätälöinti standardituotteiden ympärillä. Toisin sanoen, asiakkaalle myydään vakiotuotteen lisäksi joitakin lisäpalveluita samaan hintaan, esimerkiksi huoltopalvelut, varaosat, ym.
2. Asiakkaan itse räätälöitävissä olevien tuotteiden ja palveluiden kehittäminen. Myydään asiakkaille samaa tuotetta, jossa on eri säätö- ja variointimahdollisuuksia, joilla asiakas voi modifioida tuotteesta haluamansa. Esimerkiksi toimistotuoli.

3. Räättälöinti toimitushetkellä. Tuotetaan tuotteen perusosaa normaalisti, mutta ostotapahtuman jälkeen tehdään asiakaskohtaiset muutokset tuotteeseen.
4. Koko arvoketjun nopea reagointi asiakastarpeisiin. Koko yrityksen tilaus-toimitusprosessin kiertoaikoja nopeuttamalla mahdollistetaan tilausohjautuva tuotanto: nopeat viestintäkeinot, yhteiset tietokannat ja poikkitoiminnallisuus
5. Komponenttien modulointi räätälöityjen lopputuotteiden aikaansaamiseksi. Toisin sanoen, tuote voidaan osittaa komponentteihin tai komponenttiryhmiin, joista voidaan koota asiakaskohtaisia tuotteita.

(Sarinko 99)

Yhdellä massaräättälöintitavalla ei vielä päästä hyviin tuloksiin, vaan jollakin niiden yhdistelmällä. Vaikuttaa siltä, että kaikki tavat eivät ole edes aivan samantasoisia. Kohdat 1-3 esittävät massaräättälöintitapoja ja kohdat 4 ja 5 taas enemmänkin massaräättälöintiä täydentäviä ominaisuuksia.

Kohta 2. soveltuu parhaiten pienteollisuuteen, jossa tuotteen koko on pienempi ja johon on helpompi tehdä yksityiskohtaisia muutoksia. Näissä tuotteissa myös räätälöinnin tuoma lisäarvo näkyy selkeämmin. KPOY:llä on myös tarkoituksena tehdä muutoksia asiakkaan tarpeiden mukaan, mutta samaan hintaan tapahtuvaa yksityiskohtaistamista ei pystytä tarjoamaan.

Kohdat 3, 4, ja 5 ovat nähtävästi lähimpänä KPOY:n toiminta-ajatusta. KPOY toki tarjoaa myös huolto ja varaosapalveluita tuotteen lisänä (kohta 1), mutta ne kuuluvat kattilan kahden vuoden takuuseen, joka on myös kilpailijoilla, joten sillä ei pystytä tuomaan selkeätä kilpailuetua.

Koko arvoketjun kiertoajat nopeutuvat projektitietokanta-tietokoneohjelman ansiosta (kohta 4), koska viestintäkeinot parantuvat. Tietokannat ovat yhteisiä ja projektin kaikki suunnittelijat voivat tehdä työtään tietokannassa lähes samanaikaisesti.

Massaräättälöinnin edellytyksenä on vapaa tiedonkulku koko projektiorganisaatiossa ja tiedon tulee olla helposti löydettävissä. Työtä tehdään poikkitoiminnollisissa ryhmissä

ja ne ovat itseohjautuvia. Tämän myötä myös tietotekniikan liittäminen liiketoimintastrategiaan on välttämätöntä. (Piller 04)

KPOY:llä tämä toteutuu projektitietokanta-tietokonesovellusohjelman avulla, josta kaikki talon sisäiset prosessisuunnittelijat, työryhmät ym. saavat reaaliaikaista informaatiota projektista ja pystyvät tekemään suunnittelutyötään lähes samanaikaisesti.

Massaräätälöinnin johtamisperusteena käytetään yleisimmin TBM (Time Based Management) – menetelmää, jonka tarkoituksena on lyhentää koko arvoketjun kiertoaikoja ja siten koko tuotteen läpimenoaikaa. (Sarinko 99) KPOY:llä sama tavoite pyritään saavuttamaan projektitietokannan avulla.

Massaräätälöinti on kehitetty vastaamaan markkinoiden nopeasti muuttuviin tarpeisiin ja vaatimuksiin. Massaräätälöinnin mukaan tuotteen tulee olla räätälöitävissä nimenomaan asiakkaan näkökulmasta katsottuna. Ensin on saatava selkeytettyä nykyinen toimintamalli, joka tällä hetkellä on enimmäkseen asiakaskohtaista ”kustomointia”.

Massaräätälöintiin voidaan siirtyä vähitellen pitkällä aikavälillä, jolloin muutos on hidasta ja työntekijät hyväksyvät muutoksen helpommin. Massaräätälöintiin voidaan siirtyä myös nopeasti yrityksen perusteellisen strategiamuutoksen yhteydessä tai luomalla täysin uusi liiketoiminta-alue. (Sarinko 99)

Massaräätälöinnissä tulee koko ajan olla selvillä asiakkaiden tarpeista ja kannustaa asiakkaita vaatimaan vielä yksilöllisempiä tuotteita ja palveluita. (Sarinko 99)

KPOY haluaa tuottaa kattiloitaan asiakaslähtöisesti ja se merkitsee aina jonkin verran projektikohtaisia muutoksia. Kuitenkaan liian yksilöllisiin ratkaisuihin ja räätälöintiin ei nykytilanteessakaan haluta lähteä. Asiakkaita kannustetaan ennemminkin löytämään kompromisseja vaatimuksilleen. Lähteen (Piller 04) mukaan massaräätälöinti ei tarkoita jokaisen asiakkaan pienimmänkin toiveen täyttämistä, vaan tarpeeksi laajan tuoteperheen tarjoamista, josta asiakas voi valita varianteista sopivimman. Tässä suhteessa ei siis ole ristiriitaa massaräätälöinnin ja KPOY:n ideologioiden välillä.

Tuoterakenteen ja massaräätälöinnin teorioiden perusteella voidaan päätellä, että tehokas liiketoimintamalli saadaan muodostettua niiden yhdistelmällä. Edellinen johtopäätös tarkoittaa sitä, että tuoterakenteen vakioidut osakokonaisuudet pysyvät ennallaan ja varioituvat rakenteet toteutetaan massaräätälöinnin periaatteiden mukaisesti. Vakioidaan muuttuville osille tietty määrä vaihtoehtoja, joita asiakkaalle tarjotaan ja erikoistapauksissa joudutaan räätälöimään tuote pelkästään asiakkaan halujen mukaan. Tämä kuitenkin edellyttää organisaation jatkuvaa kehittymistä asiakkaiden tarpeiden mukaan eli pystytään aina tarjoamaan asiakkaalle sen tarvitsemia tuotteita.

3.5 Projektitietokantaohjelma

3.5.1 Objektiorientoitunut ajattelutapa

Tänä päivänä on tarjolla useita eri järjestelmäfilosofioita, joiden avulla voidaan yrityksessä hallita suunnitellun teollisuuslaitoksen ja sen yksiköiden tai koneistojen informaatiota. Markkinoilla on tarjolla seuraavan tyyppisiä ratkaisuja:

3.5.1.1 Dokumenttiorientoitunut sovellus

Tietokoneiden yleistyessä siirryttiin piirustuslaudalta ensimmäisten CAD-piirustusohjelmaversioiden käyttöön vuosien 1970–1980 aikana. Tiedon käsittely perustui tuolloin dokumentteihin. CAD-maailmassa pystyttiin nopeasti mukautumaan teknisen suunnittelun vaatimiin piirustusmetodeihin, kuten esimerkiksi PI-kaavioiden tai piirikaavioiden piirtotapoihin. CAD-ohjelmalla piirtäminen perustui valmiisiin symboleihin, jotka haettiin symbolikirjastoista. (Innotec 06)

Myös KPOY:n nykyinen suunnittelutyö on toteutettu perinteistä CAD-piirustusohjelmaa hyväksi käyttäen. Tulevaisuudessa tarkoitus olisi kuitenkin siirtyä kokonaan projektitietokantaan, kunnes sovellus on saatu kehitettyä lopulliseen muotoonsa.

Dokumenttipohjainen dokumentointi on kuitenkin hidasta, sillä kaaviot joudutaan koamaan yksittäisistä komponenteista ja suunnittelutyö tulee olla piirustusvaiheessa jo hyvin pitkälle vietyä. Lisäksi muun muassa KPOY:llä on suunnittelussa hyödynnetty

vanhoja projektidokumentteja, jolloin myös vanhan projektin virheet herkästi siirtyvät uuteen projektiin ja suunnitteluvirheistä on lähes mahdoton päästä lopullisesti eroon. Lisäksi muutokset tietokannassa eivät vaikuta jo piirrettyihin kaavioihin, vaan halutut muutokset joudutaan tekemään käsin.

3.5.1.2 Tietokantaorientoitunut sovellus

Tietokantaan perustuvat ratkaisut kehitettiin, kun haluttiin tallentaa koneesta tai laitteesta aakkosnumeerista tietoa graafisten esitysten tueksi (PDM = Product Data Management). Tämän tyyppiset ratkaisut ovat edelleen hyvin yleisiä. Tietokantaratkaisujen huono puoli on muun muassa se, että ne tarjoavat vain rajallisen laajuisen dokumentointitoiminnon. Siksi on myös mahdotonta kuvitella kaikkien PI-kaavioiden tai säätökaavioiden tuottamista suoraan suunnittelutietokannasta, koska tänäkään päivänä ei löydy siihen täysin kattavaa standardia. (Innotec 06)

Ratkaisu on lisäksi ainoastaan yksisuuntainen, joten muutoksien tekeminen tietokantaan tuo helposti ristiriitaisuuksia ja sitä kautta epävarmuutta tiedon oikeellisuuteen. Lisäksi tuotteeseen liittyvän tietokantaverkon ylläpitäminen oman yrityksen, osatoimittajien sekä asiakkaiden välillä on vaikeaa, sillä asiakkailla on erilaisia tapoja dokumentoida, eivätkä ne useinkaan sovellu yhteen tietokantaverkon kanssa. (Innotec 06)

3.5.1.3 Objektiorientoitunut sovellus

Innotec ideoi ensimmäisen objektiokohtaisen ratkaisun jo 1990-luvulla, jota on tähän päivään mennessä muokattu kokonaisvaltaiseksi tulevaisuuden ratkaisumalliksi. Objektiajatus perustuu reaali maailmaan. Ratkaisun kehittämisen lähtökohtana on ollut yhdenmukainen ja yleisesti sovellettava kuvaus todellisesta laitteesta, esimerkiksi pumpusta. Objekti kootaan eri komponenteista ja ominaisuuksista halutun mukaiseksi. Objektin kuvauksen laajuuden käyttäjä voi itse määrätä. Graafinen (esim. PI-kaavio tai piirikaa-
vio) sekä aakkosnumeerinen kuvaus tietokannassa muodostavat yleisen yksikön/objektin. (Innotec 06)

Objektipohjaisen sovelluksen etu on muun muassa se, että tiedonkulku on kaksisuuntaista, jonka ansiosta muutokset päivittyvät tietokantaan sekä siten myös kaikkialla pro-

jektitietokannassa. Tämä taas ehkäisee ristiriitaisuuksien syntymisen ja lopputuotteen laatu paranee. Lisäksi käyttäjä voi navigoida objektista toiseen sekä kaaviosta tai luettelosta toiseen ja saa siten lisätietoa. Tämä helpottaa esimerkiksi tilanteessa, jossa jonkin laitteen rikkoutuessa pystytään nopeasti navigoimaan kyseiseen objektiin ja tutkimaan mahdollisia syitä laitteen rikkoutumiselle. (Innotec 06)

Seuraavan kuvan 3.3 yhteydessä käsitellään projektitietokannan ominaisuuksia projektinhoidon näkökulmasta.



Kuva 3.3 Projektitietokannan tarjoamat mahdollisuudet projektien hoidossa.

Kuvassa 3.3 on esitetty projektitietokannan potentiaali, josta hyötyvät niin käyttäjät, laitetoimittajat kuin asiakaskin. Olennaisin asia, joka kuvasta tulisi ilmetä, on projektitietokannan monipuolisuus. Eli projektitietokannassa pystytään hoitamaan koko projekti ja tuottamaan kaikki tarpeelliset dokumentit.

Kuvasta 3.3 voidaan myös todeta, että projektitietokanta on käyttäjien yhteinen työkalu, jolloin työskentely samanaikaisesti on mahdollista riippumatta fyysisestä olinpaikasta. Täten kaikki tiedot ja arvot ovat samassa paikassa ja kaikkien käyttäjien ulottuvilla.

Niistä on myös hyötyä muille suunnittelijoille heidän jokapäiväisessä työssään. Moni ongelma voi ratketa jo siinä vaiheessa, kun tarvittava tieto löydetään projektitietokannasta. Tällöin ei tarvitse penkoa monia mappeja läpi, soittaa toiselle suunnittelijalle tai tuoteinsinöörille, vaan tiedon voi löytää kätevästi ja oma-aloitteisesti projektitietokannasta.

4. MOVER – TULEVAISUUDEN RATKAISU TYÖMAAN ASENNUKSEN SEURANTAAN JA RAPORTOINTIIN?

Tässä kappaleessa käsitellään MOVER- hanketta asennusvalvonnan ja – raportoinnin työkaluna. Ensin kerrotaan taustaa MOVER- hankkeesta, jonka jälkeen käsitellään hankkeen liittyminen tähän diplomityöhön sekä KPOY:n tarve kyseiselle hankkeelle.

MOVER- hanke liittyy Tekesin VAMOS- teknologiaohjelmaan. Kyseessä on mobiilialan teknologiaohjelma (2005-2010), joka toteutetaan yhdessä yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa. Eri aloja edustavien toimijoiden kanssa etsitään monipuolisia uusimman mobiilin teknologian käyttömahdollisuuksia. Ohjelma painottuu langattoman teknologian hyödyntämiseen laajasti eri toimialoilla, kuten teollisuudessa, logistiikassa, liikenteessä, rakentamisessa ja palveluissa. Ohjelman erityistavoitteena on parantaa yritysten tuottavuutta kehittämällä mobiilia teknologiaa hyödyntäviä ratkaisuja liiketoimintojen tehostamiseen muun muassa edellä mainituilla aloilla. Toisena tärkeänä tavoitteena on kansainvälisesti menestyvien kaupallisten mobiiliratkaisujen kehittäminen ja uusien kannattavien liiketoimintojen synnyttäminen. (TEKES)

MOVER- hankkeen virallinen nimi on: ”Globaaliin verkostotoimintaan lisäarvoa mobiileilla ratkaisuilla”, ”Adding Value for Global Network Operations by Mobile Solutions”. Kestoltaan hanke on kaksivuotinen 28.6.2005 – 31.8.2007.

Hankkeessa kehitetään verkottuneen toiminnan toimintamalleja siten, että ne paremmin palvelevat liikkuvaa toimintatapaa. Lisäksi toteutetaan teknisiä ratkaisuja, jotta nämä toimintamallit voidaan jalkauttaa palveluksi käyttäjille. Lopullinen tavoite on, että tämän hankkeen tuloksia tuotteistetaan kaupallisiksi palveluiksi ja tuotteiksi. Näillä ratkaisuilla pyritään saamaan aikaan uutta globaalia liiketoimintaa perustuen MOVER-hankkeen tuloksiin.

4.1 MOVER diplomityön näkökulmasta

Hankkeen taustan käsittelyn jälkeen voidaan keskittyä asioihin, joita diplomityössä tutkitaan ja analysoidaan. MOVER- osuuden päätteeksi esitellään ajatuksia tulevaisuuden mahdollisuuksista ja käytössä olevasta potentiaalista. Työssä pyritään tekemään myös

realistinen analyysi siitä, kannattaako MOVER- hankkeen jälkeinen jatkokehittäminen ja saadaanko siitä irti niitä hyötyjä, mitä hankkeen alkuaikoina tavoiteltiin.

4.1.1 Keskeiset asiat

KPOY haluaa järjestelmällistää asennusvalvontaa ja asennuseurantaa, josta tarve tutkimukselle ilmeni. Voimalaitosprojekteja on käynnissä samanaikaisesti ympäri maailmaa ja parhaiten todellinen asennuksen edistymä saadaan silloin selville, kun käydään tai ollaan itse paikan päällä. Työmaan asennuksen seuranta on tällä hetkellä hyvin pitkälti arvioiden varassa ja voidaan sanoa, että se noudattaa ns. 90 %:n kaavaa, mikä tarkoittaa sitä, että työmaan valmiusaste nousee vähintään normaaliin tahtiin 90 %:iin ja sen jälkeen edistymää arvioidaan suurin piirtein prosentti kerrallaan.

Voidaan hyvin todeta, että organisoitua seurantaa ei ole käytössä, koska tapahtumat noudattavat edellä mainittua asiaa. Kehiteltävän järjestelmän avulla pyritään myös pääsemään eroon entisestä kynä & paperi- menetelmästä ja tavoitteena on siirtyminen nykyaikaan myös asennuksen seurannassa. Tekniikat kehittyvät koko ajan ja nyt testataan myös sitä, onko aika jo kypsä RFID- teknologialle raskaassa projektiluonteisessa teollisuudessa.

4.1.2 Työmaan asennuseuranta

Tiettyjä asioita on lyöty lukkoon ennen laitteiden pilotointia työmaalla. Projektit on tarkoitus toteuttaa tulevaisuudessa projektitietokanta- ohjelmistolla, joten myös tietojen on kuljettava vaivattomasti kaksisuuntaisesti, eli tietojen lähettäminen projektitietokantaan ja sieltä pois päin. Viimeisimmän tiedon tulee olla luettavissa projektitietokannasta, joten se ei katso fyysistä olinpaikkaa asennusta seurattaessa.

Asennuksen seuraamiseen on päätetty yleiset tarkastus- ja kuittauspisteet asennettaville laitteille. Pisteistä käytetään nimitystä tsekkipisteet, joten nimitystä käytetään myös tämän työn yhteydessä. Jos kyseisellä laitteella ei ole sellaista asennusvaihetta, jolle on määritetty tsekkipiste, niin silloin tämä kohta jää vain huomioitaksi. Alla olevassa taulukossa 4.1 on esitetty päätetyt tsekkipisteet.

Taulukko 4.1 Asennusvalvonnassa käytettävät kuittauspisteet.

Asennuksen seurannan kuittauspisteet
1. Received to Site Storage
2. Handed Over to Contractor
3. Lifted
4. Mechanically installed
5. Mechanically inspected (NDT)
6. Ready for E&I Installation
7. E&I Installation OK
8. E&I Tested
9. Commissioned

Käydään lyhyesti läpi tsekkipisteet ja mitä ne käytännössä tarkoittavat. Received to Site Storage: lähetys saapuu työmaalle, se otetaan vastaan ja siirretään työmaavarastoon. Handed Over to Contractor: laite otetaan varastosta ja luovutetaan urakoitsijalle. Lifted: laite on nostettu paikalleen, mutta sille ei ole vielä tehty mitään. Mechanically Installed: laite on mekaanisesti asennettu paikoilleen ja liittynät on tehty. Mechanically Inspected (NDT): Laite on asennettu ja sille on tehty tarvittavat ainetta rikkomattomat (NDT) tarkastukset, se on esim. hitsattu oikein kiinni. Ready for E&I Installation: laite on valmis automaatioasennukseen, eli kaikki telineet ja muut esteet on raivattu pois edestä. E&I Installation OK: Automaatioasennus on suoritettu. E&I Tested: Automaatiojärjestelmät on testattu. Commissioned: laitteen asennus on valmis ja laite on koekäytetty.

Laitteita pilotoidaan kahdella työmaalla, joihin perehdytään tuonnempana. Käyttökokemuksia kerätään kahden eri yrityksen ohjelmia totelevilla laitteilla. Työssä yrityksistä käytetään nimiä Firma 1 ja Firma 2. Molempien firmojen laitteiden toimivuutta testataan kahdella EU:n alueella olevalla kattilalaitostyömaalla.

Yhteisiä kojeita molemmissa piloteissa ovat käytössä olevat eTagit sekä PDA- laite, josta käytetään tästä eteenpäin nimitystä päätelaite. Päätelaitteeseen on asennettuna ohjel-

ma, jossa kuittaustapahtumat tehdään. Päätelaitteessa on myös RFID- lukija, jolla saadaan eTagit luettua ja samalla pystytään testaamaan myös eTagien lukuherkkyys. Jokainen eTag on yksilöllinen ja ne on aina ohjelmoitu jokaiselle laitteelle erikseen, tästä johdun periaatteessa aiheesta tietämätönkin pystyy tekemään kuittaustapahtumia. Käydään seuraavaksi läpi kuittaustapahtuma päätelaitteella kohta kohdalta, tässä esimerkissä laite on jo vastaanotettu työmaalle.

1. Valvoja on työmaakonttorissa, avaa raportointiohjelman päätelaitteesta ja lähtee työmaakerrokselle.
2. Laitteeseen on kiinnitetty eTag, asennusvalvoja menee laitteen luokse ja etsii laitteesta eTagin.
3. Valvoja kohdistaa RFID- lukijalaitteen eTagin päälle.
4. Lukija havaitsee eTagin ja päätelaitteen näytölle tulee saman tien näkyviin kyseisen laitteen tiedot ja tsekkipisteet.
5. Valvoja valitsee tsekkipisteet, joka kuvaa tehtyä työvaihetta ja tekee kuittauksen.
6. Työmaakerroksen jälkeen valvoja menee takaisin konttoriin, laittaa päätelaitteen telakointiasemaan ja purkaa tiedot tietokoneelle.
7. Tämän jälkeen voidaan tehdä massasiirto esim. kerran viikossa, jolloin viikon raportointitiedot lähetetään pääserverille, joka tuottaa excel- dokumentin.
8. Tämä excel- dokumentti voidaan ajaa suoraan projektitietokantaan, jolloin asennusraportti on kaikkien käyttäjien saatavilla.

4.2 Pilotoitavat laitteet

Seuraavissa kappaleissa käsitellään työmaapiloteissa testattavia laitteita ja niiden ominaisuuksia. Työmaan testauksen yhteydessä käsitellään tarkemmin laitteisiin asennettuja ohjelmistoja ja niiden toimivuutta.

4.2.1 eTagit

Pilot- kohteissa käytettiin sekä punaisia että mustia eTageja. Kaikki eTagit olivat halkaisijaltaan 52mm. Firma 1:n eTagit olivat sekä mustia että punaisia. Punaiset olivat 12mm paksuja ja mustat 8mm paksuja. Firma 2:n eTagit olivat punaisia ja 8mm paksuisia. Alla olevassa kuvassa 4.1 on esitettyä punainen eTag.



Kuva 4.1 Punainen eTag eli sähköinen konekilpi RFID- tunnistetekniikassa..

eTagien luentaherkkyys ei ollut kovinkaan erikoinen. Luentaherkkyuden vertaileminen Firmojen välillä on käytännössä mahdotonta, koska kummallakin oli käytössään erilaiset RFID- lukijat. eTagit olivat myös eri valmistajilta, joten ne olivat myös hieman erilaisia keskenään. Lukuetaisyydet olivat Firma 1:n laitteilla 1-2cm mustan eTagin pinnasta ja punaisen pinnasta 2-4cm. Firma 2:n lukijalaite havaitsi eTagin yli 5cm etäisyydeltä. Teknisten tietojen perusteella eTagin luentaetaisyyden tulisi kuitenkin olla maksimissaan 6cm. Voi olla, että RFID- lukijat havaitsivat eTagit eri tavalla. Seuraavassa taulukossa 4.2 on esitettyä eTagien teknisiä tietoja.

Taulukko 4.2 eTagien toiminnan kannalta oleellisia teknisiä tietoja.

eTag: teknisiä tietoja	
Kotelointiluokka	IP66
Luentaetaisyys	6 cm
Lämpötila-alue	-40 C - 70 C
Protokolla	ISO 14443
Taajuus	13.56 MHz

Tarkoituksena oli vertailla eTagien toimivuutta työmaaolosuhteissa. Olennaisimmat asiat eTagien valinnassa ovat kiinnitysmenetelmät, kestävyys kolhujen ja osumien suhteen sekä havaittavuus. Käytössä olevat eTagit ovat passiivisia komponentteja ja ne on luotu

aina laitekohtaisesti. Seuraavissa kappaleissa otetaan esille käyttäjäkokemuksia eTageihin liittyen ja tehdään yhteenvetomaisesti parannusehdotukset tulevaisuutta varten.

4.2.1.1 eTagien havaittavuus

Punaiset eTagit erottuvat laitteista todennäköisesti huomattavasti mustia paremmin. Kyse on siis suuremmista laitteista (kuljettimet, säiliöt, sulkusyöttimet, nuohoimet jne.), jolloin eTagin havaitseminen on huomattavasti hankalampaa kuin pienemmistä laitteista (lämpötila-anturit, venttiilit jne.). Isommissa laitteissa taustana on usein sininen tai vieläpä tumman sininen, joten mustaa eTagia sinne on turha kiinnittää.

On myös otettava havaittavuuden kannalta huomioon sellaiset seikat kuin asennustyömaan tuomat normaalit tilanteet. Tällä tarkoitetaan sitä, että työmaalla ei välttämättä aina ole täydellistä valaistusta joka paikassa. Myös telineitä ja muita välineitä saattaa lojua siellä täällä pitkin kattilarakennusta sekä työmaata. Eli näkyvyys ei aina tule olemaan paras mahdollinen. Jo tämänkin perusteella voidaan todeta, että punaiset eTagit ovat havaittavuudeltaan mustia parempia.

Havainnollistetaan edellistä väittämää kahdella kuvalla. Seuraavassa kuvassa 4.2 on esitettyä nuohoimeen kiinnitetty musta eTag.



Kuva 4.2 Nuohoin, johon on kiinnitetty musta eTag. eTag on ympyröity punaisella.

Kuvasta 4.2 voidaan todeta, että mustat eTagit on todella vaikea havaita, varsinkin kun pohjaväri on tumman sininen. Lisäksi eTag on kiinnitetty hankalaan paikkaan, joka jo ennestään heikentää eTagin havaitsemista.

Seuraavassa kuvassa 4.3 on esitettyä sulkusyötin, johon on vastaavasti kiinnitetty punainen eTag.



Kuva 4.3 Sulkusyöttimeen kiinnitetty punainen eTag. eTag on ympäröity punaisella.

Tässä vaiheessa voidaan mainita, kuten ennen kuvia todettiin, että punaiset eTagit ovat huomattavasti helpompia havaita laitteista mustiin verrattuna. Jo pelkästään valaistuksen puute saattaa kadottaa mustan eTagin laitteeseen ja sen etsiminen on vaikeaa. Kuvien perusteella voidaan sanoa, että isompiin laitteisiin kannattaa kiinnittää punainen eTag mustan sijaan.

Pienempiin laitteisiin, kuten esim. lämpötila-anturiin kiinnitetty eTag voi olla väriltään käytännössä kumpi tahansa. Näkyvyydellä ei ole eroja, koska eTagin havaitsee väkisin, kun kulkee laitteen ohitse. Alla olevassa kuvassa 4.4 on lämpötila-anturi, jossa on nippusidekiinnityksellä oleva musta eTag.



Kuva 4.3 Lämpötila-anturi, johon on asennettu nippusidekiinnityksellä musta eTag.

4.2.1.2 eTagien kiinnitysmenetelmät

Kiinnitysmenetelminä testattiin tarrakiinnitystä, nippusidettä sekä metallilankaa. Kiinnitysmenetelmää valittaessa on huomioitava laitteen koko ja eTagin asennusmahdollisuudet. Suuremmissa laitteissa on tilaa ja kosketuspintaa, johon eTagin voi halutessaan kiinnittää. Näille laitteille paras kiinnitystapa olisi sellainen, jossa eTag olisi kunnolla kiinni laitteessa, voitaisiin jopa sanoa, että eTag on kiinteä osa laitetta. Näin vaihtoehdoiksi jäävät sekä tarrakiinnityksellä että ruuvikiinnityksellä asennettavat eTagit. Tarrakiinnitteisiä eTageja on kokeiltu paljon ja niitä on jouduttu asentamaan uudestaan kiinnitysmenetelmän pettäessä. Laitteen pinnalla ei ole ollut merkitystä, koska testien yhteydessä kokeiltiin sekä maalattua että kirkasta pintaa, mutta tulos oli aina sama: osa eTageista oli pudonnut. Voidaan todeta, että kiinnitysmenetelmänä tarrakiinnitys on aivan liian epävarma ja se kannattaa unohtaa. Ruuvikiinnitystä ei ole vielä edes kokeiltu,

mutta jo tässä vaiheessa voidaan sanoa, että eTagin antenni ei ota metalliruuvista häiriötä ja kiinnitettynä ruuvilla eTag tulee pysymään laitteessa niin kauan kuin vain on tarpeellista.

Pienemmille laitteille kiinteät kiinnitysmenetelmät eivät ole mahdollisia. Pienille laitteille testattiin nippuside- ja metallilankakiinnitystä, jotka ovat molemmat toimineet kohtuullisen hyvin. Molemmat kiinnitysmenetelmät ovat luotettavia sekä pysyvät suurella todennäköisyydellä laitteessa kiinni, ellei joku niitä tietoisesti laitteista irrota. Edellinen toteamus liittyy siihen, että kattilatyömaalla on hyvin usein eri kansalaisuuksia ja tiedon kulku ei välttämättä aina ole paras mahdollinen. Joten joillekin alihankkijoille on esim. saatettu sanoa, että laitteista otetaan kaikki ylimääräinen pois, jolloin he ottavat irti myös kiinnitetyt eTagit.

Nippusidettä ja metallilankaa vertailtaessa luotettavammaksi valinnaksi voidaan nostaa metallilanka. Edellinen asia pystytään perustelemaan sillä, että työmaalla tehdään metallitöitä, joten hitsaaminen ja laikkojen käyttö on erittäin yleistä. Aina voi olla sellainen mahdollisuus, että kipinäsuihku lentää suoraan sellaisen laitteen päälle, jossa eTag on nippusiteellä kiinnitettynä. Joten on hyvin mahdollista, että muovinen nippuside sulaa poikki ja myös eTag putoaa samalla laitteesta. Metallilankakiinnityksessä ei tällaista pääse tapahtumaan.

4.2.1.3 eTagien kestävyys

eTagien mekaanisen kestävyuden testaus suoritettiin toisella EU- alueella sijaitsevista kattilalaitostyömaista. Testien tarkoituksena oli selvittää millä tavalla eTagit toimivat vahingoittamisen jälkeen, eli pystytäänkö niitä lukemaan, jos ne saavat osakseen iskuja. Testien jälkeen pystyttiin tekemään nopea johtopäätös siitä, tulevatko eTagit kestävästi asennuksen aikaisen rasituksen.

eTagien kestävyyttä testattiin seuraavilla menetelmillä:

1. Naarmutus maassa hiekalla
2. Hionta lamellilaikalla siten, että eTagin kuori vioittui ja antenni tuli esille
3. Suora liekkilämmitys tupakansytyttimellä
4. Voimakas pudottaminen / heittäminen maahan
5. eTag laitettiin vuorokaudeksi lumen alle, kun pakkasta oli 10 astetta

Testien jälkeen eTagit luettiin sekä päätelaitteella että puhelimella. Ainoastaan 2. kohdassa luenta epäonnistui, eTag oli saanut liikaa kolhuja osakseen. Muiden kolhimisten jälkeen luentatapahtumat toimivat aivan normaalisti, joten voidaan todeta, että eTagit kestävät asennuksesta koituvan rasituksen.

4.2.1.4 Yhteenveto eTageista ja muutamia kehitysideoita

Jos päätetään niin, että eTagit otetaan jossakin vaiheessa vakituisen käyttöön, on niiden oltava laitteissa kiinni valmistajan toimesta. Voidaan kuitenkin olettaa, että tällainen skenaario tulee toteutumaan aikaisintaan muutaman vuoden kuluttua. Tällä hetkellä eTagien asentamisilla ei saada sellaista konkreettista hyötyä aikaan, että se olisi kannattavaa. Esitetään kuitenkin muutama kehitysidea tulevaisuuden varalle. eTagin löytäminen laitteesta (suuret laitteet) on erittäin hankalaa etenkin silloin, kun ei ole ollut itse mukana sitä kiinnittämässä. Yksi ehdotus voisi olla, että eTagin paikka laitteessa määritettäisiin tarkasti jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin se olisi aina helppo löytää laitteesta eikä eTagin etsimiseen kuluisi turhaa aikaa. Myös ergonomia-näkökulmat pitää huomioida eTagin kiinnityspaikkoja valittaessa (otetaan mm. huomioon laitteen lopullinen paikka lay-out:ssa). Jos kuitenkin tällaiseen määrittelyyn ei ryhdytä, niin sitten toisena vaihtoehtona voisi olla kuvaaminen. Eli otettaisiin aina kuva laitteesta, johon eTag on kiinnitetty, silloin ei myöskään tulisi vastaan epävarmuustekijöitä, että onko eTag mahdollisesti pudonnut tai otettu irti tai jotain muuta vastaavaa.

Jatkossa kannattaisi tehdä myös laitekohtainen valinta eTagin suhteen. eTagien kokoluokka vaihtelee huomattavasti, kuten myös käytettävien laitteiden. Esimerkiksi venttiilien kokoluokat vaihtelevat huomattavasti. Pieni eTag olisi mahdollista sijoittaa pienen

venttiilin positiokilpeen. Koska iso eTag pienessä venttiilissä on huomattavasti alttiimpi irrottamiselle tai putoamiselle kuin pieni, joka tulee käytännössä laitteen mukana. Kun taas, suuremmilla venttiileillä voitaisiin hyvin käyttää tälläkin hetkellä käytössä olleita suurempia eTageja. Joka tapauksessa eTagin paikan suunnitteluun kannattaa käyttää aikaa, koska sillä helpotetaan valvojan työtä huomattavasti. On paljon helpompaa tarjota sellaisia työkaluja käyttäjälle, jotka tuntuvat toimivilta ja jättävät mahdollisimman vähän arvailulle sijaa.

4.2.2 Puhelin

Puhelin on yksi testattavista laitteista kattilatyömaalla. Puhelimeen on vaihdettu kuoret, joissa on RFID- lukija puhelimen taustapuolella. Puhelimeen on myös asennettu raportointiohjelma, joka sisältää taulukon 4.1 mukaisen tsekkipistelistan sekä kommenttikentän. Näin laitteen statustietojen kuittaaminen voidaan tehdä kätevästi normaalilla matkapuhelimella. Puhelimen kokoluokka ei ole muuttunut kuorien vaihdon jälkeen, vaan se on yhtä kompakti paketti kuin normaalistikin. Lukutapahtuma matkapuhelimella on seuraavanlainen:

1. Avataan puhelimesta raportointiohjelma eTagien lukemista varten
2. Viedään puhelin luentaetäisyydelle ja luetaan eTag
3. Valitaan tsekkipistelista tehtyä työtä vastaava kuittaustapahtuma ja tehdään kuittaus
4. Lähetetään tieto eteenpäin palvelimelle

Puhelimella kuitattaessa on huomioitava, että tiedot lähetetään Firma 1:n palvelimelle, josta niitä voidaan seurata Internetin välityksellä. Tällä tavalla tietojen seuraaminen on reaaliaikaista mistä päin maailmaa tahansa. Seurannan edellytyksenä kuitenkin on tietokoneen internet-yhteys sekä tietoturvaan liittyvät seikat. Firma 1:n palvelinta käytetään ainoastaan puhelimen luentoja kuitattaessa, päätelaitteen raportointitiedot lähetetään tyystin eri paikkaan. Puhelin toimii yksisuuntaisesti eli, sillä pystytään lähettämään tapahtumatiedot tietokantaan, mutta mahdollisuutta tietojen hakemiseen tietokannasta puhelimeen ei ole. Tähän yksi- / kaksisuuntaisuus- aiheeseen palataan kohdassa 4.3.1.1.

4.2.3 Päätelaitte

Päätelaitetta valittaessa päädyttiin kuvassa 4.5 olevaan päätelaitteeseen, koska se vaikutti teknisiltä ominaisuuksiltaan toimivalta vaihtoehdolta. Hintatasoltaan päätelaite on noin kaksi kertaa puhelinta kalliimpi. Kuvassa 4.5 on esitettyä sekä päätelaite että RFID- lukijamoduuli, joka asennetaan päätelaitteen päähän.



Kuva 4.5 Työmaapilotoinnissa testattava päätelaite ja siihen liitettävä RFID- lukijamoduuli.

Päätelaitte on huomattavasti puhelinta monipuolisempi, mikä on aivan luonnollista. Päätelaitteen yläosaan asennetaan erillinen (kuva 4.5) RFID- lukijamoduuli, jonka avulla eTagit pystytään lukemaan. Laitteeseen on myös asennettu raportointiohjelma, jolla asennusseuranta tehdään. Työmaakonttorissa on telakointiasema, joka on kiinnitetty työmaan tietokoneeseen. Telakointiaseman välityksellä raportointitiedot puretaan PC:ssä olevaan excel- tiedostoon. Edellisen perusteella voidaan todeta, että päätelaitteen tiedonkulku toimii kahteen suuntaan, eli tietoa voidaan sekä lähettää että vastaanottaa. Kaksisuuntaisuuden etuja käsitellään kappaleessa 4.3.1.1. Excel- tiedostoa pidemmälle raportointia ei ole vielä viety pilot- kohteissa. Kaupallisessa versiossa tiedot päivitetään projektitietokantaan, jolloin ne ovat kaikkien käyttäjien ulottuvilla. Käsipäätteellä tehdyn kuittaustapahtuman periaate on lähes identtinen puhelimella tehdyn kanssa. Päätelaitte vain antaa huomattavasti paremmat mahdollisuudet raportointiohjelman monipuolisuudelle, selkeämmille toiminnoille ja graafiselle toteutukselle. Itse kuittaustapahtuma etenee samalla tavalla puhelimen kanssa, mutta päätelaitteelta ei lähetetä tietoja minne-

kään vaan ne puretaan konttorissa telakointiaseman välityksellä. Koska pilotoinnissa käytetään sekä Firma 1:n että Firma 2:n raportointiohjelmia ja ne ovat aika lailla toisistaan poikkeavia, niin niitä käsitellään ensin erikseen, jonka jälkeen Firmojen tuotteita vertaillaan keskenään.

4.2.4 Varastokäsipäätte

Myös varastokäsipäätte oli yksi Firma 1:n pilotoitavista laitteista. Vertailukohteena voidaan mainita, että varastokäsipäätte on hinnaltaan noin kahdeksan kertaa puhelinta kalliimpi. Varastokäsipäätte on esitettyä kuvassa 4.6.



Kuva 4.6 Varastokäsipäätte.(VKOODI)

Nopean testaamisen jälkeen huomattiin, että käsipäätteen lukuerkkyys oli lähes olematon. Laitteen oli aina oltava juuri oikeassa kulmassa, jotta eTagin lukeminen onnistui. Muilta toiminnoiltaan käsipäätte on kyllä kehittyneempi laite kuin päätelaite. Varastomiehelle varastokäsipäätte on varmasti erittäin käytännöllinen työkalu. Tyypillisesti varastokäsipäätettä käytetään vaativissa ja laajoissa tukkukaupan / -varaston seurannoissa. Ongelmana onkin se, ettei laitetta koskaan päästy testaamaan. Se lähetettiin kattilatyömaalta kalibroitavaksi ja takaisin tullessaan sitä ei oltu kalibroitu. Testausta pyrittiin tekemään vielä toimisto-olosuhteissa, mutta laitetta ei saatu toimimaan. Joten minkäänlaista analyysiä laitteesta ei pystytä tekemään. Edellä mainitut tapahtumat kuvastavat vielä alan kypsymättömyyttä ja kansainvälisten standardien puutetta. Mainittakoon, että

GEN2- standardi julkistettiin syyskuussa 2006. Standardin ominaispiirteenä on suurempien tunnistemäärien lukeminen nopeasti edellisiin standardeihin verrattuna.

4.3 Työmaapilotointi

Seuraavissa kappaleissa käsitellään Firma 1:n ja Firma 2:n laitteita pilot- projekteissa EU- alueella sijaitsevilla työmailla. Laitteistot käsitellään firmakohtaisesti ja lopuksi tehdään yhteenveto käsitellyistä laitteista, niiden ominaisuuksista ja parannusehdotuksista. Menetelmiä arvioidaan myös tulevaisuuden mahdollisuuksia silmällä pitäen, kuten myös sitä, kannattaako laitteistojen kehittämistä jatkaa.

4.3.1 Firma 1

Firma 1:n laitteista testattavana oli matkapuhelin, päätelaite sekä varastokäsipääte. Varastokäsipäätettä ei tarvitse käsitellä, kuten kohdassa 6.4.4 todettiin. Nyt pureudutaan toden teolla ohjelmien toimivuuteen ja siihen miten käyttäjäystävällisiä ne olivat.

4.3.1.1 Puhelin

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, niin puhelimella kuitatut raportointitiedot lähetetään suoraan Firma 1:n palvelimelle. Ohjelma on Firma 1:n valmistama, jolla voidaan seurata koko logistiikkaketjua, tavaran pakkaamisesta aina asennuksen valmistumiseen asti. Tässä työssä keskitytään ainoastaan asennusseurantaan ja yritetään selvittää mitä hyötyjä sillä saavutetaan.

Voidaan sanoa, että puhelin on käyttöliittymältään helppokäyttöinen ja yksinkertainen. Tähän luonnollisesti auttaa matkapuhelimien yleisyys siviilielämässä, 10 vuotta sitten asia olisi voinut olla aivan päinvastainen. Koska puhelin on vielä tutunnäköisissä kuorissa, niin kynnystä sen käyttämiseen ei juuri ole. Asennusseurannan kannalta puhelin ei kuitenkaan pysty täysin kilpailemaan kehittyneempien laitteiden kanssa, ainakaan tällä hetkellä.

Kun puhelin käynnistetään asennusseuranta varten, on toimittava seuraavasti. Puhelimeen on asennettu raportointi- ohjelma. Ohjelman saa avattua puhelimen sovellukset-

valikosta, sen jälkeen puhelin on käyttökunnossa luentatapahtumia varten. Kun tehdään lukutapahtuma, tulee vastaan käyttöä heikentävä ominaisuus. eTagin ja puhelimen välinen lukuetaisyys on aivan liian lyhyt; vain muutaman cm:n mittainen. On kuitenkin muistettava, että laitteet eivät aina ole sellaisissa paikoissa, joissa eTagin lukeminen onnistuisi hyvästä asennosta ilman kiipeilyä tai muuta vastaavaa. Hyvä luentaetäisyys voisi olla vähintään muutaman kymmenen cm:n luokkaa, jotta voitaisiin puhua työtä edistävästä toiminnasta.

Kun eTag on luettu, avautuu puhelimen ruudulle näkymä tsekkipisteistä. Samassa näkymässä ei kuitenkaan ole laitteen nimeä eikä laitepositiota. Tämä johtuu myös hyvin pitkälti siitä, että puhelimen näytön koko on hyvin rajallinen. Ne olisi kuitenkin hyvä olla näkyvissä kuittausnäkyvässä, jotta voidaan olla varmoja siitä, mitä laitetta ollaan kuittaamassa.

Nyt ollaan kuittautapahtumassa, jolloin puhelimen näytöllä on tsekkipistelista. Lista näyttää siltä, että edellinen kuittaus laitteelle on tehty silloin, kun se on otettu vastaan työmaalle: ensimmäisen tsekkipisteen edessä on musta pallo. On huomioitava, että laite on voitu jo nostaa paikoilleen, joten viimeisintä statustietoa ei ole näkyvässä. Tällä hetkellä puhelin toimii ainoastaan yksisuuntaisesti eli sillä pystyy lähettämään tietoa, mutta mitään tietoa siihen ei saada ladattua. Käytettävyyden kannalta olisi erittäin tärkeää, että laite toimisi kaksisuuntaisesti. Kuittautapahtumaa tehdessä on ehdottomasti nähtävä laitteen sen hetkinen tila. Menetelmän tarkoituksena on päästä eroon paperista ja korvata se mobiililla ratkaisulla. Jos laite toimii ainoastaan yksisuuntaisesti, niin se tarkoittaa sitä, että kuittauksen tekijällä on oltava mukana sekä puhelin että palvelimelta tulostettu excel- dokumentti. Excel- dokumentti on mukana ainoastaan sen vuoksi, että laitteen statustieto pystytään tarkistamaan ja pystytään tekemään oikea kuittaus. Tämän voisi tulkita tarkoittavan sitä, että asiaa kehitettäessä onkin menty yksi askel taaksepäin.

Voidaan mennä seuraavaan kohtaan, jossa tsekkipiste on valittu ja siitä on menty seuraavaan näkymään. Tässä vaiheessa ruudulla on valittavana OK tai NOT OK sekä kommenttikenttä, johon voi tarvittaessa lisätä mielestään tärkeän tiedon. Eli voidaan kuitata laitteen olevan kunnossa tai sitten siinä on jotain ongelmia, jolloin joudutaan valitsemaan NOT OK. Valintojen jälkeen tiedot lähetetään palvelimelle. Lähetyksen jäl-

keen näytöllä lukee ”Data sent succesfully!” ja lähetetyt tiedot voidaan käydä välittömästi tarkastamassa Internetistä.

Vasta työmaakäytössä puhelimen ongelmakentät tulevat parhaiten esille. Tuodaan esille vielä muutama asia, joita olisi hyvä muuttaa ennen kuin kaupallinen versio voi tulla kysymykseen. Puhelimella ei voida kuitata laitteelle työtahtumaa tehdyksi ilman eTagin luentaa. Tällainen ominaisuus lisäisi todennäköisesti käytettävyyttä, koska, kuten jo aiemmin mainittiin, laitteet voivat olla hankalissa paikoissa ja niiden luenta ei ole helppoa. Toisekseen, laitteen tuntemisen pitäisi myös riittää statustiedon muokkaamiseen. Voidaan ajatella, että työmaa ei ole älyttömän suuri, joten asennusvalvoja todennäköisesti muistaa hyvin pitkälti laitteet ja sen missä tilassa ne ovat. Tällaisessa tilanteessa luentoja ei välttämättä tarvitse tehdä, jos niillä ei varsinaista hyötyä saavuteta.

On myös otettava huomioon se mahdollisuus, että eTag on pudonnut laitteesta tai joku on sen sieltä käynyt irrottamassa. Tähän pätee myös sama asia puhelimen puutteista. Edellisiin asioihin liittyen, puhelimessa ei ole kunnollista hakutoimintoa. Puhelimessa on sellainen toiminto kuin Manual entry, eli eTagia voidaan hakea, mutta ainoastaan eTag ID:llä ei laitepositiolla. eTag ID:t ovat noin 10 merkkiä pitkiä, joten niitä on mahdotonta muistaa. Kunnollinen hakutoiminto, vaikkapa laitepositiolla helpottaisi käyttäjää olennaisesti. Jokaisessa laitteessa on positiokilpi, josta positionumeron voi helposti varmistaa. Voidaan olettaa, että edellä mainittujen korjausten jälkeen puhelimesta voitaisiin tehdä myös tuote kaupalliseen tarkoitukseen.

4.3.1.2 Päätelaitte (kämmentietokone)

Pilotoinnissa tiedot puretaan ainoastaan työmaan excel- tiedostoon. Isossa kuvassahan tarkoituksena on tuottaa dokumentti aina projektitietokantaan asti, jotta asennuksen raportoinnista saadaan parhaat hyödyt irti. Purku toimi aivan normaalisti ilman suurempia ongelmia, joten käsitellään nyt pääasiassa vain päätelaitteen toimivuutta.

Päätelaitteen käyttöliittymän tulee olla helppokäyttöinen sekä käytännöllinen. Alun perin päätelaitteen käyttö määriteltiin sillä tavalla, että laite on mukana esim. koko päivän ajan ja kuittaustapahtumat voidaan tehdä silloin, kun niihin on aikaa tai silloin, kun sel-

laiset laitteet sattuvat kohdalle joiden statusta on muutettava. Päivän päätteeksi tiedot voidaan sitten purkaa työmaakoneelle telakointiaseman välityksellä. Tällä hetkellä käytössä ollut päätelaite ei sisällä sellaisia elementtejä, jotta edellä mainittua käyttöä pystyttäisiin toteuttamaan. Päätelaitteella pystyttiin kuitenkin tekemään toimintojen testaus, mutta kuten mainittua, niin sillä tasolla ei vielä olla, jotta laite voitaisiin ottaa todelliseen käyttöön. Käsitellään seuraavaksi päätelaitteen ominaisuudet ja tehdään sitten johdopäätökset sen soveltuvuudesta työmaakäyttöön.

Ennen työmaakierrosta laitteelle on tehtävä muutama toimenpide. Ensimmäisenä on avattava kaksi ohjelmaa, RFID- lukijalle ja itse työmaaraportoinnille. Ensin on avattava RFID- lukijan ohjelma toimintakuntoon, mikä tarkoittaa sitä, että RFID- lukijalaite avautuu ja eTagien lukeminen onnistuu. Ohjelma ei välttämättä avaudu, vaikka päätelaitteen näytöllä lukeekin ”Port open OK”. Silloin lukijalaite on päällä, kun siinä palaa keltainen led. Tällaiset epäkohdat on korjattava, ettei työmaalla jää epäselvyyksiä siitä onko lukija päällä vai ei tai onko siinä jokin vika, kun eTagien luenta ei onnistu.

Kun lukijalaite on saatu päälle, on avattava raportointiohjelma. Ohjelmaan kirjaudutaan sisään, jonka jälkeen voidaan ladata laitelista pääserveriltä. Tämä taas vaatii sen, että työmaakoneelle on asennettuna Active Sync- ohjelma, jotta synkronointi päätelaitteen ja serverin kanssa toimii mutkattomasti. Näitä kahta avattua ohjelmaa ei saa sulkea tai muuten on aina ladattava laitelista uudelleen pääserveriltä, tähän asiaan palataan myöhemmin. Kuitenkin sellainen muutos olisi hyvä olla, että RFID- lukijalaite olisi aina päällä. Tällöin välttyttäisiin päällekkäisiltä ohjelmilta ja saataisiin yksi turha välivaihe pois, joka taas helpottaisi loppukäyttäjää.

Edellisten toimintojen jälkeen laitelista on ladattu päätelaitteeseen ja työmaakierros voi alkaa. Tässä vaiheessa ollaan siinä tilanteessa, josta mainittiin jo aiemmin; laite ei ole vielä valmis käyttöönotettavaksi. Päätelaitteessa ei ole mitään tiedostoa tai tietokantaa, johon tehty työ tallentuisi. Kun raportointiohjelma avattiin, on sen myös oltava päällä niin kauan ennen kuin tiedot on purettu työmaakoneeseen. Tämä tekee laitteesta erittäin epäluotettavan. On hyvin paljon mahdollista, että jossakin vaiheessa työmaakierrosta ohjelma vahingossa sulkeutuu tai laitteen virtanappulaan osuu jokin ja laite sammuu. Akku voi myös loppua pitkän päivän aikana. Vaikka vain tarkistaakseen RFID- portin

toimivuuden, joudutaan aloittamaan työ alusta. Tämä siksi, koska raportointiohjelma on jäänyt avatun ohjelman alle. Jos joku edellä esitetystä asioista tapahtuu, on myös laitelista hävitetty. Ainoana vaihtoehtona on palata takaisin työmaakonttoriin ja tehdä kaikki toiminnot alusta ja ladata laitelista uudestaan. Nämä asiat ovat oleellisimpia käyttöominaisuuksia mitattaessa. Sellaista mahdollisuutta ei yksinkertaisesti voi olla, että tehdyt työt häviävät silloin, kun ohjelma sulkeutuu kysymättä mitään tai varoittamatta häviävistä tiedoista. Kaupallinen versio ei voi tulla kysymykseen ennen kuin Firma 1 on ratkaissut kyseisen ongelmakohdan.

Seuraavaksi voidaan perehtyä päätelaitteen eTag- lukuominaisuuksiin. Myös päätelaitteessa lukuetaisyys osoittautui aika lailla lyhyeksi: muutama cm eTagin pinnasta. Jälleen voidaan korostaa eTagin sijoittamista laitteeseen ergonomisesti oikeaan kohtaan, josta se on helppo lukea. Itse lukuherkkyys päätelaitteella on hyvä, kunhan vain ollaan lukuetaisyydellä. Päätelaitteen näytölle aukeaa välittömästi kuittausnäkyvä, joka sisältää myös laitteen nimen sekä laiteposition. Tsekkipisteissä on jälleen valittavana joko OK tai NOT OK sekä kommenttikenttä mahdollisia huomautuksia varten. Kun tsekkipiste on valittu, painetaan Accept ja näkyvä palautuu laitelistaan. Laitelistassa viimeiseksi kuitattu statustieto näkyy keltaisella pohjalla, joten se on selkeästi havaittavissa. Käyttäjän kannalta ajateltuna, paras mahdollinen näkyvä olisi sellainen, jossa olisi kaikki tsekkipisteet mahdutettuna yhdelle ruudulle. Tämä tarkoittaa sitä, että ruutua ei tarvitsisi rullata ylös-alas, vaan kaikki kuittaukset pystyttäisiin tekemään yhdestä näkyvästä. Mitä enemmän laitteen ominaisuuksia pystytään yksinkertaistamaan toimintoja heikentämättä, saadaan käyttäjän käyttökynnystä madallettua laitetta kohtaan.

Puutekohta tulee eteen siinä vaiheessa, kun ollaan kuittaamassa monta työvaihetta tehdyksi yhdellä kerralla. Kaikista kätevintä käyttäjän kannalta olisi, jos tämän pystyisi tekemään suoraan kuittausnäkyvästä. Tällä hetkellä Search- valikosta löytyy Auto fill-toiminto, joka käytännössä korvaa edellä mainitun asian. Ongelmana vain on se, että on jopa nopeampaa täyttää tehdyt työvaiheet kuittausnäkyvästä yksitellen kuin käydä erikseen painelemassa Auto fill:iä ja suorittaa kuittaus tapahtumaa sitä kautta. Auto fill:in unohtaminen kokonaan toisi selkeyttä laitteen käyttöominaisuuksiin ja jättäisi muuttaman välivaiheen pois.

Päätelaitteen etsintätoimintoja pitäisi myös kehittää. Tällä hetkellä laitetta voidaan hakea sekä laitepositiolla että eTag ID:llä. Kuten jo puhelimen yhteydessä todettiin, niin eTag ID kannattaa unohtaa kokonaan sen hankaluuden vuoksi. Tämä toiminto kannattaisi korvata laitteen nimellä, koska laitepositioitakaan ei aina ulkoa muista. Samalla haun pitäisi olla supistava sillä tavalla, että laitelista lyhenisi (eli haku tarkentuisi) aina, kun siihen syötetään lisää merkkejä. Tällä hetkellä laiteposition on oltava täysin oikein tai muuten päätelaite ei löydä laitelistasta yhtään laitetta.

Työmaakerroksen jälkeen laitetaan päätelaite telakointiasemaan ja muodostetaan yhteys pääserveriin. Sitten valitaan päätelaitteesta kohta Send to server ja laitelista päivittyy serverille. Yhteys todettiin toimivaksi testaamalla edestakaista laitelistan lähettämistä ja lataamista. Laitteiden statustiedot olivat päivittyneet oikein.

Päätelaitteen ehdottomat edut puhelimeen verrattuna ovat selkeä näyttö ja monipuolisemmat toiminnot. Myös laitteiden kuittaaminen ilman eTagia onnistuu helposti laiteposition avulla. Itse asiassa näinkin lyhyellä lukuetaisyydellä, laitteiden kuittaaminen käy kätevämmän ilman eTagien luentaa. Laitteen tunteminen riittää ja sen voi valita laitelistasta, kuitata ja mennä seuraavan laitteen luokse.

4.3.2 Firma 2

Firma 2 laitteiston muodosti päätelaite. Seuraavaksi käsitellään päätelaitteen toiminnot ja kuittaustapahtuma sekä arvioidaan laitteen käyttäjäystävällisyys.

Raportointiohjelma on siinä mielessä juuri sellainen kuin tarpeena on ollutkin, eli se on tietokantapohjainen. Tämä tarkoittaa sitä, että tehdyt työt eivät katoa päätelaitteelta, vaikka ohjelman vahingossa sulkisi tai laitteesta loppuisi akku. Työt ovat muistissa tasan niin kauan ennen kuin ne on laitteesta purettu telakointiaseman kautta työmaakoneelle. Tämä ominaisuus mahdollistaa laitteen täysipainoisen testaamisen. RFID-lukija on koko ajan aktiivinen eikä sille ole mitään erillistä ohjelmaa. Mikään ohjelma ei kaadu eikä mitään tarvitse avata uudelleen, vaikka RFID-lukijan irrottaisi ja laittaisi takaisin päätelaitteeseen. RFID-lukijan ollessa paikoillaan laite on aina valmis eTagien luentaan.

Käydään seuraavaksi läpi lukutapahtuma. Ennen työmaakerrosta on avattava raportointiohjelma. Ohjelma sisältää projektikohtaisen laitelistan, joten sitä ei tarvitse erikseen ladata mistään. Laitteet on esitetty laitelistassa laitepositiotunnuksella. Kun ohjelma on avattu, voidaan aloittaa työmaakerros. Mennään laitteen luokse, joka omistaa eTagin. Kohdistetaan RFID- lukija lukuetaisyydelle eTagin pinnasta ja tehdään luenta. Lukuetaisyys on maksimissaan 6cm eTagin pinnasta, joten se on aivan liian lyhyt. Lukuherkkyydeltään laite on käyttökelpoinen ja havaitsee eTagin luentaetaisyydeltä mainios-ti.

Edetään lukutapahtumassa seuraavaan vaiheeseen. Kun ollaan eTagin luentaetaisyydel-lä, niin päätelaitteen kosketusnäytöltä on painettava Select. Seuraavaksi Select korvau-tuu Scan- painikkeella, jota on painettava, jotta eTag saadaan luetuksi. Tämän jälkeen näytölle ilmestyy eTagin omistavan laitteen laitepositio, joka on aktivoituneena. Sitten on vielä painettava Ok- painikkeesta, jonka jälkeen päästään itse kuittausnäky-mään. On myös huomioitava, että lukijalaitteen on oltava luentaetaisyydellä, kun painetaan Select ja Scan. Siinä on ainakin yksi välivaihe liikaa ja lukutapahtuma hankaloituu. Jos pääte-laite menee virransäästötilaan (kuvaruutu tummenee), ja kun sen uudelleen aktivoi, niin Select- painikkeen toiminto lukkiutuu ihmeellisesti. Laitetta on käytettävä jossakin toi- sessa tilassa tai raportointiohjelma on avattava uudelleen, jotta normaali käyttö on jäl- leen mahdollista. Tällainen tilanne voi tapahtua useasti työmaakerroksen aikana, joten käytettävyyden kannalta se on ehdottomasti korjattava.

Mietitään lukutapahtuman toimivuutta esimerkin avulla. Jos tilanne on sellainen, että eTag on hankalassa paikassa ja luenta on vaikea suorittaa. Tällaisessa tilanteessa pääte- laitetta pitäisi vielä pitää lukuetaisyydellä eTagin pinnasta kahden painalluksen ajan. Luultavasti tällainen menetelmä ei saa kovinkaan suurta kannatusta työmaalla. Kuit- tausnäky-män tulisi avautua näytölle välittömästi, kun eTag luetaan. Tällöin saadaan muutama välivaihe pois ja käyttäjän työ on yksinkertaisempaa.

Nyt päätelaitteen näytöllä on kuittausnäky-mä, jossa on laitepositio sekä laitteen nimi ja tsekkipisteet. Näky-mä on selkeä ja tsekkipisteet mahtuvat yhdelle ruudulle. Tämä on käyttäjän kannalta hyvä asia, koska silloin näyttöä ei tarvitse rullata alaspäin vaan kaik- ki kuittaukset voidaan tehdä samasta näky-mästä. Tsekkipisteen kuittaus voidaan tehdä

kahdella eri tavalla. Jos kaikki on mennyt hyvin eikä mitään huomautettavaa ole, niin kuittaus voidaan tehdä painamalla tsekkipisteen edessä olevaa ruutua, jolloin laitteen statustieto on OK ja laitteen tsekkipiste esim. E&I Installation OK. Toinen mahdollisuus on klikata tsekkipistettä, jolloin näytölle tulee valikko, josta voidaan valita statukseksi NO, YES tai NOT OK. Jos valitaan NO tai NOT OK, niin sen alapuolelle tulee kommenttikenttä, johon voidaan syöttää tieto minkä vuoksi laite ei ole OK. Valintojen jälkeen painetaan Save ja ohjelma palaa edelliseen näkymään eli laitteen tsekkipistelistaan. Sitten painetaan Exit, kun halutaan palata päänäkömään. Päänäkymässä voidaan mennä lukemaan seuraava laite. Päänäkymään palattaessa huonona puolena on laitelistan katoaminen. Olisi hyvä, jos laitelista säilyisi päänäkömässä, ettei aina tarvitsisi aloittaa alusta. Samat asiat on toistettava liian usein ja pidemmän päälle se alkaa tuntua puuduttavalta. Edellisten toimintojen jälkeen päänäkömän alapalkista on näkyvissä kuinka montaa tietoa on muutettu, jotka sitten puretaan työmaakoneen excel- tiedostoon.

Uuden kohdan kuittaaminen onnistuu helposti. Jos esim. edellinen kuittaus on tehty silloin, kun tavara on otettu vastaan työmaalle ja siirretty työmaavarastoon (Received to Site Storage) ja sitten huomataan, että kyseinen laite onkin jo asennettu paikoilleen (Mechanically Installed). Kun painetaan tsekkipistettä Mech installed, niin ruudulle tulee heti ponnahdusikkuna, jossa ohjelma kysyy, että kuitataanko myös edelliset työvaiheet tehdyiksi. Tämä toiminto on käyttäjän kannalta erittäin selkeä ja käytännöllinen.

Ohjelmassa on myös laitteiden haku- mahdollisuus. Päänäkymässä on ylimpänä kenttä, jolla laitteita voidaan hakea. Kun kenttään syötetään merkki, niin ohjelma alkaa rajata mahdollisia laitteita. Hakukriteereinä ovat laitepositio tai laitteen nimi. Hakutoiminto mahdollistaa esim. tietyn kattilan osan kaikkien piirien hakemisen yhtäaikaaisesti. Hakutoiminnon heikkoutena on sen hitaus. Ohjelma etsii aivan liian kauan mahdollisia laitteita. Jos ajatellaan, vaikka isoa työmaata, joka tarkoittaa myös pitkää laitelistaa, niin tässä tapauksessa hakutoiminnosta ei saada varsinaista hyötyä, vaan se saattaa jopa hidastaa työntekoa. Muuten hakutoiminnon toteutus on käytännöllinen ja hyvä.

Kun työmaakierros on tehty, niin voidaan palata takaisin työmaakonttoriin ja aloittaa tietojen purku työmaakonttorin tietokoneeseen. Päätelaite asetetaan telakointiasemaan, jolloin tapahtumien purku voidaan tehdä. Sekä työmaakoneessa että päätelaitteessa on

omat tietokantansa. Kun tapahtumia puretaan päätelaitteen tietokannasta työmaakoneen tietokantaan, niin tietokannat vertailevat tietojen oikeellisuutta ja sitä, että tieto on oikeassa formaatissa (excel- tiedosto), jotta tapahtumien purku onnistuu. Tämän jälkeen tuoreimmat laitestatukset voidaan tarkastaa työmaan tietokoneelta.

Tietojen purkaminen onnistuu sitten, kun työmaakoneeseen on asennettuna Active Sync- ohjelma sekä raportointiohjelma, jotta tietokone ja päätelaite saadaan keskustelemaan keskenään. Tapahtumatietojen purkaminen onnistuu sitten suhteellisen vaivattomasti.

4.3.3 Firma 1 vs Firma 2

Edellisissä kappaleissa esitettiin kahden eri yrityksen tuottamat työkalut ja niiden toimivuudet. Nyt tehdään vertailu yritysten päätelaitteiden välillä.

Suurimmat ja samalla tärkeimmät erot tulivat esille tietokanta- asiassa. Perusta koko laitteen käytettävyydelle on tapahtumatietojen säilyminen laitteessa, vaikka jotain odotamatonta tapahtuisikin. Tavoitteena on, että vielä joskus menetelmällä saataisiin selkeää hyötyä niille rahoille, joilla kehityshanke on rahoitettu. Firmojen ohjelmien käyttöliittymät eroavat paljon toisistaan: molemmissa on sekä hyviä että kehitettäviä toimintoja. Jos lähdetään ihan perusasioista, kuten tietokannasta ja RFID- lukijamoduulista, niin Firma 2 laitteen toiminnot on rakennettu Firma 1:n laitetta käyttäjäystävällisemmin. Toisaalta taas Firma 1:n laitteessa kuittausnäkyvä avautuu välittömästi eTagin luennan yhteydessä sekä palatessa päänäkymään, laitelista on edelleen saatavilla eikä sitä tarvitse hakea uudelleen. Firma 2:n laitteessa hakutoiminto, kosketusnäytön toimivuus ja kuittausnäkyvä ovat puolestaan Firma 1:n laitetta käytännöllisempiä. Jokaiseen pikuseikkaan ei tässä vertailussa edes kannata kiinnittää huomiota, vaan olennaisinta on nyt poimia ne tärkeimmät asiat esiin. Voidaan todeta, että Firma 2:n käyttöliittymällä operoiva päätelaite on ominaisuuksiltaan vielä tällä hetkellä Firma 1:n laitetta käyttäjäystävällisempi.

Tärkeimpänä toimintona voidaan pitää laitteen luotettavuutta, jonka tietokanta mahdollistaa. Sitä voi olla jo hyvin työlästäkin korjata, jos ohjelma on alun perin toteutettu il-

man tietokantaa. Myös päällekkäisiä ohjelmia tulisi välttää. Eli RFID- lukijan pitäisi olla koko ajan aktiivinen ilman, että se on aina avattava uudestaan työmaakerrosta var-
ten. Laitteen tulisi olla myös mahdollisimman yksinkertainen, jotta sen käyttöönotto saisi kannatusta. Laitteen käyttöönoton tulisi olla mahdollisimman helppoa ja välivai-
heita tulisi olla mahdollisimman vähän. Tällöin käyttöönoton kynnystä saataisiin madal-
lettua. On muistettava, että kyseessä on uusi menetelmä ja on hyvin yleistä, että uudet
menetelmät saavat osakseen vastarintaa, koska käytössä olevat menetelmät ovat jo en-
nestään tuttuja ja rutiininomaisia käyttöä.

4.3.4 Yhteenveto

Tässä kappaleessa tehdään yhteenveto laitteistosta ja käyttökokemuksista. Tärkeää tie-
toa laitteiston suhteen pystyttiin keräämään sekä eTageista että niiden kestävydestä.
Testauksen perusteella voidaan todeta, että eTagit ovat tarpeeksi kestäviä, mutta niiden
käyttöönottoa kannattaa harkita perusteellisesti. Ainakaan tällä hetkellä kulut ja hyödyt
eivät kohtaa. eTagista ei saada varsinaista tietoa ulos ja niiden kiinnittämisessä on oma
hommansa, puhumattakaan ostokustannuksista. eTagien käyttö voi olla sitten perustel-
tua, kun laitevalmistajat kiinnittävät ne laitteisiin. Siihen asti eTagit laitteissa kannattaa
unohtaa. Esimerkiksi laatikon kyljessä oleva eTag on kuitenkin aivan käyttökelpoinen,
tällöin voidaan kuitata tavaran toimitus työmaalle saapuneeksi. Siihen voitaisiin oikeas-
taan vetää raja eTagien käytölle.

Laitteistosta varastokäsipäätte on varmasti hyvä työkalu varastomiehelle jokapäiväiseen
käyttöön. Se on hyvänkokoinen ja iskunkestävä, laite on myös toiminnoiltaan monipuol-
linen. Asennusseurannan kannalta laite on vielä kysymysmerkki, koska varsinaista tes-
tausta ei ole pystytty suorittamaan. Puhelin on sen sijaan kätevän kokoinen ja kulkee
hyvin mukana. Asennusvalvontatyökaluna se ei kuitenkaan ole paras mahdollinen.
Näyttö on pieni ja toiminnot ovat aika yksinkertaisia. Tulevaisuuden kannalta katsottuna
puhelimien rajat tulevat nopeasti vastaan, mutta varatyökaluna puhelin voisi olla toimiva
ratkaisu. Mutta, jos eTagit jätetään toistaiseksi pois käytöstä, niin silloin puhelimenkin
voi jättää pois. Puhelinta voidaan harkita käytettäväksi sitten, kun siinä on kaksisuuntai-
suus. Ilman sitä puhelin vain hankaloittaa työskentelyä.

Kaksisuuntaisuudella saadaan huomattavia hyötyjä yksisuuntaisuuteen verrattuna. On erittäin tärkeää nähdä missä tilassa kuitattava laite on kuittaushetkellä. Tämä ehkäisee epävarmuustekijöitä ja parantaa käytettävyyttä. Tulevaisuudessa päätelaitteilta todennäköisesti vaaditaan enemmän, mikä tarkoittaa myös sitä, että niihin on syötettävä mahdollisimman paljon hyödyllistä tietoa. Kaksisuuntaisesti toimivalle laitteelle tärkeiden tietojen syöttö ja ns. turhien tietojen purku voi onnistua kohtalaisen helpostikin. Jälleen voidaan nojata käytettävyyden parantumiseen.

Päätelaite on ehdottomasti ominaisuuksiltaan sopivin asennusvalvojan työkaluksi. On kuitenkin korostettava sitä, että päätelaitteen testauskäyttö ja todellinen käyttö ovat aivan eri asioita. Olemme vasta tilanteessa, jossa olemme päässeet suorittamaan laitekohtaisen testauksen, joka sisältää laitteen toiminnot ja niiden parannusehdotukset. Todellisessa asennusvalvonnassa laite ei ole vielä ollut, koska pilotin aikaisella laitteella ei pystytä arvioimaan esim. sellaisia asioita kuin päätelaitteen kantamista mukana monen päivän ajan ja tapahtumien purkua silloin tällöin. Tai tietojen viemistä projektitietokantaympäristöön ja mitä hyötyjä se tuo tullessaan. Näitä asioita voidaan tällä hetkellä vain arvailla ja ennustaa. Laitekohtainen testaus saatiin suoritettua, josta kerättiin arvokasta tietoa tulevaisuutta ajatellen. Nyt tiedetään konkreettisesti mitä laitteella voidaan tehdä ja mihin suuntaan sitä on kehitettävä. Oli alun perin selvää, että koska kyseessä on kehitysprojekti, niin siirtyminen vanhoista rutiineista uusiin menetelmiin ei käy välittömästi. Hankkeessa on kuitenkin potentiaalia ja voidaan kuvitella, että mobiilia ratkaisua tullaan käyttämään tulevaisuudessa asennusvalvontatehtävissä.

4.3.5 Tulevaisuuden visioita

Ensin on laitettava perusasiat kuntoon ennen kuin voidaan suunnitella tulevia kehityskohteita. Oletetaan, että ollaan siinä vaiheessa, kun asennusvalvonta toteutetaan päätelaitteella. Seuraavaksi pohditaan joitakin asioita tulevaisuutta silmällä pitäen.

Jos eTagit otetaan käyttöön, valmistajille tulisi toimittaa selkeät kuvat eTagien paikoista laitteissa. Huomioon tulisi ottaa ergonomia, eTagin koko ja kiinnitysmenetelmä. Laitekohtainen eTagin sijoitus laitteessa auttaisi valvojia, eikä epävarmuustekijöitä ilmaantuisi. Voitaisiin suoraan todeta, että jos eTag ei ole siinä kohdassa laitetta, missä sen pi-

täisi olla, niin silloin se on otettu pois. eTagit voisivat olla järkevämpiä - niihin voitaisiin syöttää enemmän oleellista tietoa.

Päätelaite on kuitenkin se oleellisin laite, johon kehitys kannattaisi kohdistaa. Päätelaitteeseen kannattaisi sijoittaa niin paljon hyödyllistä tietoa kuin mahdollista. Esim. koska eTagit ovat laitekohtaisia ja näin ollen yksilöllisiä, niin päätelaitteeseen voitaisiin syöttää asennusohjeita, mekaanisen laitteen tietoja, laitteen yhteydet (mihin kytkentäkoteloon laite yhdistetään). Päätelaitteessa voisi olla myös PI- kaaviot, koska ne on joka tapauksessa oltava mukana, kun laitteita työmaalla positioidaan.

Kätevä toiminto voisi olla seuraava: kun eTagin lukee ja ruutuun tulee kuittausnäkyvä, niin samalla olisi myös mahdollisuutena navigoida PI- kaavioon, josta laitteen sijainti olisi näkyvässä. 3D- kuvat voivat kuitenkin olla aika hankala hahmottaa päätelaitteelta. Esim. nuohomien positiointi onnistuisi päätelaitteen avulla, jos sieltä pystyisi kaivamaan PI- kaaviot ja 3D- kuvat. Ensin kannattaisi kuitenkin aloittaa pdf- tiedostoista ja, jos ne havaitaan toimiviksi, niin sitten voidaan keskittyä monipuolisempien applikaatioiden kehittämiseen.

Tulevaisuuden kannalta voidaan pohtia myös eTagien jättämistä laitteisiin asennuksen valmistuttua. Asia on siinä mielessä mielenkiintoinen, koska jos eTagit otetaan laitekohtaiseen käyttöön, niin ne on joka tapauksessa kiinnitettävä laitteisiin ennen asennusvaihetta. Tällöin voidaan ajatella, että maksimaalinen hyöty eTageista saadaan siten, että niitä käytetään hyväksi koko laitoksen elinkaaren ajan. Jos eTagit sisältäisivät tai niiden avulla pystyttäisiin hakemaan laitekohtaisia huolto-, asennus- tai käynnistysohjeita, niin silloin eTagien jättäminen laitteisiin asennuksen jälkeen voisi olla perusteltua. Tämänkaltaisen mahdollisuus voitaisiin ottaa jatkokehityksessä huomioon.

Kuten edellä mainituista asioista saattaa huomata, niin potentiaalia hankkeessa pitäisi olla. Käyttäjäkokemusten perusteella työtä helpottavia tietoja kannattaisi laitteeseen sijoittaa niin paljon kuin mahdollista. Jossakin vaiheessa voisi tulla ajankohtaiseksi myös siirtyminen päätelaitteeseen, jossa olisi oma näppäimistö ja puhelin. Tällöin työkaluna olisi vain yksi laite, joka omalta osaltaan selkeyttäisi toimintaa. Etuna olisi lait-

teen monipuolisuus, jonka avulla voitaisiin yhdistää työtehtävien hoitamista, kuten esim. työpuhelut, sähköposti ja asennusraportointi yhdellä laitteella.

4.3.6 Arvio menetelmien avulla saavutettavasta lisäarvosta

On aivan normaalia, että kehityshankkeessa panostus itse hankkeeseen on päälimmäisenä ja varsinaisia hyötyjä joudutaan odottamaan jonkin aikaa. Perimmäisenä tarkoituksena on luonnollisesti tulevaisuudessa saatavat hyödyt panostukseen verrattuna. Seuraavaksi arvioidaan hankkeesta mahdollisesti saatavia hyötyjä tulevaisuudessa ja sen perusteella tehdään ratkaisu siitä, kannattaako menetelmää jatkokehittää.

Tällä hetkellä tilanne on se, että asennusvalvojat kokevat MOVER- hankkeen hidastavan heidän työtään ja samaan työhön kuluu kaksinkertainen aika uusilla menetelmillä kuin mitä se oli vanhalla. On kuitenkin muistettava, että menetelmät ovat kehitysvaiheessa ja tulevaisuudessa asia voi hyvinkin olla pääläellään. Voidaan ajatella vaikka viikkopalaveria, jossa käydään läpi työmaan tilanne ja tehdään suunnitelmat viikolla tehtävistä töistä. Tässä yhteydessä voisi tulevaisuudessa olla mahdollista esim. avata excel tai projektitietokanta, jossa on viimeisin asennuseurantaraportti. Sen perusteella voidaan katsoa, että missä mennään ja mitä pitäisi tulevalla viikolla tapahtua, jotta pysytään aikataulussa. Tämän luulisi ainakin auttavan asennusvalvojia ennakoimaan tilanteita ja pitämään seurannan hyvällä tasolla.

Uutta menetelmää ollaan kehittämässä paperilistojen korvaajaksi, jolloin asennusvalvojien ei tarvitsisi jäädä yöstä myöten kirjoittamaan asennusraportteja puhtaaksi. Voi olla, että valvojat pitävät nykyisestä menetelmästä myös siksi, että tilannetiedot voidaan antaa suuripiirteisesti prosenttilukuina. Uudella menetelmällähän saadaan tarkat asennuksen edistymätiedot. Eli tietty vapaus valvojalta katoaisi.

Uudessa menetelmässä käytössä olisivat kaikkien laitteiden viimeisimmät statustiedot, joista pystytään piirtämään kuvaajat asennuksen edistymästä. Tällöin voidaan heti todeta missä tilanteessa työmaa edistyy. Tämän seurauksena voidaan myös määrittää optimaalisin miehitys työmaalla; pystyttäisiin välttämään ylimiehitys, jolloin työskentelyä saataisiin tehostettua ja ns. ”joutomiehet” eivät täyttäisi työmaata. Edistymän ennakointi

ja aikataulujen pitävyys saataisiin myös hyvin organisoitua. Etenkin ennakoimalla tulevaa, välttyttäisiin pahimmilta päällekkäisyyksiltä ja työvoimaa voitaisiin lisätä työmaalle silloin, kun sitä oikeasti tarvitaan.

Samankaltaisten projektien läpiviemiseen voitaisiin saada myös hyötyä, koska tarvittavat tiedot olisivat jo aiemmista projekteista tallessa. Nämä kaikki vaikuttavat taas yhteen keskeiseen asiaan eli kustannuksiin. Kustannukset pystyttäisiin paremmin optimoimaan, joka varmasti heijastuisi myös tarjousprojekteihin. Pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna taloudellisuus tulee varmasti esille, koska aikaisempien projektien asennuseurannan datasta tuskin on haittaa.

Sitten on myös projektitietokanta- näkökulma. Kun asennuseuranta saadaan päivitettyä projektitietokanta- ohjelmistoon asti, niin silloin voidaan sanoa, että asennuksen seuranta on aivan eri tasolla. Tapahtumatiedot ovat kaikkien ulottuvilla ja voidaan seurata esim. laitekokonaisuuksien edistymä. Silloin käytössä olisivat mahdollisimman monipuoliset työkalut ja työmaan tilanne voitaisiin hahmottaa aivan eri tavalla.

Mobiilit järjestelmät antavat myös mahdollisuuden olla mukana tekniikan kehittyessä. Tosi asia on, että tekniikka kehittyy jatkuvasti, mikä tarkoittaa myös työskentelytapojen /- menetelmien remontoimista. Maailma on koko ajan kulkemassa entistä sähköisempään ja automatisoituneempaan suuntaan, mikä tarkoittaa uusien toimintatapojen yleistymistä. Hankkeessa kehitettävät tulevaisuuden menetelmät antavat mahdollisuuden tehokkaaseen toimintaan myös teknologian kehittyessä.

Edellä mainittujen mahdollisuuksien perusteella voidaan todeta, että kehitystyöhön panostaminen voi olla kannattavaa. Kun menetelmien sisältämä potentiaali saadaan hyödynnettyä ja kohdistettua oikeisiin toimintoihin, niin käytössä voi hyvinkin olla hyvä ja luotettava asennuksen seurantaohjelma. Ennen tuotantokäyttöä on kuitenkin muistettava, että työtä on vielä paljon jäljellä päätelaitteen toiminnoista alkaen. Vasta sitten kun päätelaite on sillä tasolla, että sen käyttö on normaalia työtä vastaavaa ja työtä edistävää, niin voidaan keskittyä seuraaviin kehitysvaiheisiin ja projektitietokanta- yhteyteen. Laitteita on pystytty testaamaan sen verran, että voidaan todeta, että visioidut tulevaisuuden hyödyt voivat olla mahdollisia saavuttaa edessä olevan pitkäjänteisen työn tu-

loksena. Todellisten hyötyjen arviointi voidaan tehdä vasta muutaman vuoden tuotanto-käytön jälkeen, jolloin voidaan perustellusti todeta minkä verran lisäarvoa kehityshankkeella saavutettiin.

Työmaakokemuksien perusteella voitaisiin pohtia ratkaisuja esim. seuraavankaltaisiin ongelmiin, joita tulevaisuudessa saattaa ilmaantua. Matalapaineputkisto varusteineen voisi olla hyvä RFID- kohde selkeyttämään asennuksen edistymistä. Toisaalta käytännön ongelmia tulee todennäköisesti vastaan eTagien kiinnittämisessä käyriin, putken osiin ja muihin vastaaviin materiaaleihin. Itse asiassa edellä mainittuihin paikkoihin voi olla jopa mahdotonta kiinnittää eTagia tai viivakoodia.

5. MOVERIN JA PROJEKTITIEKANNAN YHDISTÄMINEN

Tämän kappaleen tarkoituksena on perustella MOVERin ja projektitietokannan merkitystä, kun ne saadaan operoimaan yhdessä. Yhteyden oivaltaminen perustuu oikeastaan koko diplomityön tarkoitukseen ja siihen, miten tutkimustyöstä saadaan paras mahdollinen lopputulos.

Voidaan ajatella niin, että projektitietokanta on työkalu MOVERille ja kuten myös päinvastoin MOVER on työkalu projektitietokannalle. On huomioitava, että MOVER antaisi lisäarvoa myös mille tahansa muulle tuotetiedonhallintajärjestelmälle, joten ne eivät ole sillä tavalla riippuvaisia toisistaan. Mutta nyt kun on mahdollisuus ne yhdistää, niin on myös mahdollisuus muodostaa toimiva kokonaisuus, jolla voidaan saada aikaan konkreettista hyötyä. Kyseessä on tulevaisuuden toimintatapa, joten vielä kaikkia ominaisuuksia ei pystytä hyödyntämään. Kehitys on koko ajan kulkemassa entistä automatisoituneempaan suuntaan ja juuri tähän haasteeseen pyritään vastaamaan projektitietokannan ja MOVERin tarjoamilla mahdollisuuksilla.

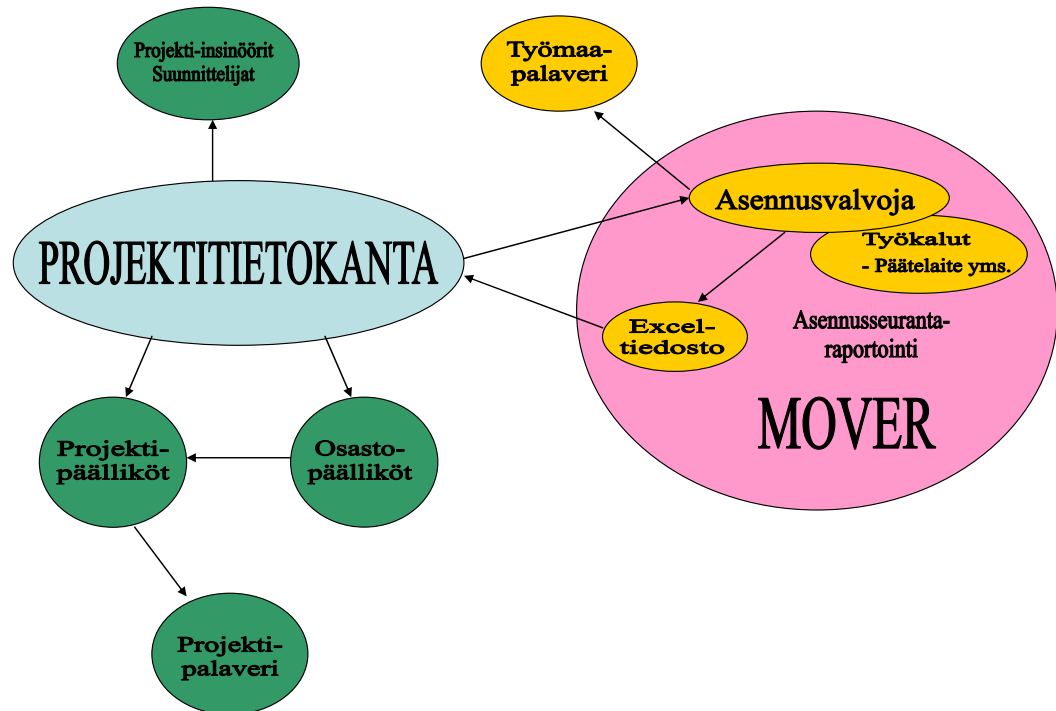
Tällä hetkellä ollaan siinä tilanteessa, että projektitietokanta on hyvin käytettävissä tiettyyn pisteeseen saakka, eli toisin sanoen laitetiedot, kaikki kaaviot jne. ovat hallittavissa. Asennusseuranta ei kuitenkaan pystytä projektitietokannalla kontrolloimaan, joten tässä vaiheessa MOVER tulee kuvaan mukaan. MOVERin ansiosta saadaan mahdollisuus myös reaaliaikaiseen asennusseurantaan, johon päästään kiinni miltä puolelta maailmaa tahansa projektitietokannan kautta. Eli, käytännössä voidaan tarkastaa minkä tahansa käynnissä olevan työmaan edistymä projektitietokannasta.

Olellainen asia edellisen onnistumiselle on asennusvalvontaraportin syöttäminen suoraan projektitietokantaan. Kun se on kehitetty toimivaksi kokonaisuudeksi, niin se taas tarkoittaa sitä, että toimintoketjua on pystytty pidentämään huomattavasti ja koko prosessi on entistä paremmin hallinnassa ja vieläpä organisoidusti. Tällä tavoin saadaan myös tarkempaa tietoa aikataulutukseen ja työmaamiehitykseen, josta voidaan olettaa olevan hyötyä jatkossa. Tulevaisuudessa voidaan hyvin käyttää hyväksi edellisten samankaltaisten projektien asennuksen edistymistä ja tehdä sen perusteella ennakkolaskelelmiä projektin valmistumisesta.

Seuraavaksi yhdistetään toisiinsa työssä käsiteltävät asiat. Otetaan esille sähköpääkaaviot, asennustyyppikuvat sekä projektitietokanta. Nämä kaikki ovat erillisiä asioita, mutta liittyvät silti tiiviisti toisiinsa. Lopulta niitä kaikkia yhdistää projektitietokanta ja nämä kaikki kuuluvat edellä mainitun toimintoketjun alkupäähän. Sähköpääkaavio on tärkein sähköpuolen dokumentti, koska siitä selviää laitoksen sähköistyksen rakenne, moottorilähtöjen kokoluokat, mekaaniset laitteet, joille moottorilähdöt mitoitetaan yms.

Asennustyyppikuvat puolestaan tarkentavat sähköpääkaavioita ja ilmaisevat tarkemmin yhteydet ja käytössä olevat kojeet. Asennustyyppikuvien perusteella jokaiselle laitteelle ja kaapelille määrätään toimittajat ja asentajat. Kun nämä kaikki perusasiat ovat kunnossa ja projektissa on päästy työmaatoimintoihin ja asennukseen, niin siinä vaiheessa MOVER yhdistyy toimintoketjuun. Nyt on myös mahdollista seurata laitteiden asennuksen edistymää ja dokumentoida se. Voidaan sanoa, että tallessa on kattava aineisto projektin eri vaiheista. Tämä voi vaikuttaa positiivisesti myös yleiseen luottamukseen järjestelmiä ja toimintatapoja kohtaan. Annetaan myös ulkoisesti asiakkaalle sellainen kuva, että ohjat ovat tukevasti käsissä ja projektin aikaiset muutokset ovat hallittuja muutoksia eivätkä pelkästään pakon sanelemia, johtuen taidottomuudesta / huolimattomuudesta hoitaa asioita.

Seuraavassa kuvassa 5.1 yhdistetään projektitietokanta ja MOVER. Kuvan 5.1 tarkoituksena on kertoa MOVERin ja projektitietokannan yhdistämisen perusteella avautuvista mahdollisuuksista ja siitä, miten näitä mahdollisuuksia pystytään todellisuudessa hyödyntämään.



Kuva 5.1 Projektitietokannan ja MOVER-hankkeen väliset yhteydet.

Kuvassa 5.1 on esitetty projektitietokannan ja MOVERin yhteydet ja se miten laajalti tiedot ovat projektitietokannan avulla käytettävissä. Käsitellään ensin MOVER- osuus. Asennusvalvoja on työmaalla ja hänellä on käytettävissään asennusraportoinnin työkalut (esim. päätelaite). Asennusvalvoja tuottaa asennusraportin (excel- tiedosto) purkamalla työmaakerroksella tehdyt kuittaustapahtumat työmaan tietokoneelle. Asennusraportti lähetetään projektitietokantaan esim. kerran viikossa. Asennusvalvoja / työmaapäällikkö hyötyy myös projektitietokannasta, koska esim. työmaapalaverissa työmaapäällikkö voi avata projektitietokannasta työmaan asennuksen edistymän kokouksessa olevien näkyville. Tällä tavalla asennusvalvojan tekemä työ ei ole millään tavalla hukkaan heitettyä aikaa, koska hän saa myös itse hyötyä raportoinnista paperilistojen korvaajana.

Projektitietokannassa olevasta asennusraportista hyötyvät myös projektissa mukana olevat henkilöt. Raportointi projektipäällikkö- tasolle asti etenee todellisilla prosenteilla, jotka ovat luettavissa projektitietokannasta. Myös osastopäälliköt saavat reaaliaikaisen tiedon työmaan edistymästä ja voivat tarpeen tullen informoida projektipäällikköä. Jos asennus on joltakin osin myöhässä, niin osastopäälliköllä on paremmat mahdollisuudet vaikuttaa tilanteen kulkuun, kun työmaan tilanne on tarkalleen tiedossa. Kuvan 5.1 oleellisin asia on se, että kaikki toimijat saavat myös vastinetta omalle panostukselleen tässä yhteishankkeessa. Toisena isona asiana on myös se, että tietojen lähettäminen projektitietokantaan voi auttaa lukuisia muita projektissa mukana olevia henkilöitä ja helpottaa heidän työtään.

5.1 Asennusraportointi MOVER- hankkeen jälkeen

Nyt kun projektitietokannan ja MOVERin välille on pystytty luomaan yhteydet, niin seuraavaksi voitaisiin ottaa esille tulevaisuuden kehitys. Voidaan sanoa, että projektitietokanta ja MOVER ovat vielä kehitysvaiheessa, mutta ensimmäiset askeleet on jo otettu ja tiedetään mihin suuntaan kehitystyötä on jatkossa vietävä. Samalla voitaisiin myös miettiä vaihtoehtoja, miten tulevaisuudessa MOVER- hankkeen kaltaiset palvelut kannattaa toteuttaa. Vaihtoehtoina ovat yrityksen omat resurssit tai alihankkijoiden palkkaus tavallaan yrityksen omina työntekijöinä. Yksi ja ehkä mielenkiintoisin mahdollisuus voisi olla koko palvelun ostaminen ulkopuoliselta toimijalta. Tämä voidaan perustella sillä, että projektit sisältävät yritykselle ehdottomasti tärkeää yksilöllistä tietoa, kun taas asennusraportoinnin toteuttamisessa voitaisiin hyötyä muiden alan tekijöiden kanssa käytävästä tiedon vaihdosta. Kaikilla urakointia tekevillä yrityksillä on työmaatoimintoja, joille asennusraportointi on välttämätöntä.

On ensiarvoisen tärkeää, että yritys on alussa kehitystyössä mukana, kuten nyt on tapahtunut. Tällöin yrityksessä tiedetään palvelujen potentiaali ja yhteydet omiin järjestelmiin, näin välttyään suuremmilta yllätyksiltä. Tulevaisuudessa tekniikan kehittyessä, voi hyvinkin olla mahdollista, että tämänkaltaisen asennusraportointipalvelu ostetaan kokonaan yrityksen ulkopuolelta. Tässä tapauksessa yrityksen ei tarvitse kiinnittää paljon omia resurssejaan, vaan käyttökoulutus voi riittää ohjelmiston hallitsemiseen. On

oleellista, että tiedetään mitä ollaan ostamassa ja ulkopuolinen kokonaistoimittaja tietää mitä pitää toimittaa.

Edellä mainitut vaihtoehdot ja niitä koskevat päätökset toteutetaan kuitenkin yrityskoh-
teisesti ja yrityksen politiikan mukaisesti. Asennusraportointityökalu ei sisällä niin arka-
luontoista tietoa. Joten sen ulkoistaminen voisi tulla tulevaisuudessa kysymykseen.

5.2 Yhteenveto

Kannattaa kuitenkin tehdä vielä yhteenveto edellä mainituista asioista. Hankkeessa ol-
laan kehittämässä tulevaisuuden teknologiaa, joten eteenpäin on mentävä askel kerral-
laan. Edellä on kuvattu minkälaiset mahdollisuudet ja mikä potentiaali on olemassa,
kunhan se saadaan kohdistettua oikeisiin asioihin. Tarkoituksena on, että tulevaisuudes-
sa kaikki oleelliset asiat on saatavilla ympäri maailmaa projektitietokannan välityksellä.
Ja sen taas mahdollistaa MOVER- hankkeen tuottama asennusraportti, joka siirretään
suoraan projektitietokanta- ympäristöön. Joten, MOVER- hanke tuo projektitietokan-
taan lisäarvoa jatkamalla toimintoketjua laitteiden asentamiseen asti. Tämä kokonaisuus
lisää luotettavuutta ja helpottaa työtä oleellisesti. Projektien hallinta on jatkossakin hy-
vällä pohjalla ja projektien vieminen alusta loppuun on entistä ammattimaisempaa. Tu-
levaisuudessa voitaisiin ajatella asennusraportoinnin ostamista ulkoisena palveluna. Täl-
löin yrityksen omia resursseja ei tarvitsisi kiinnittää kyseiseen asiaan, vaan käyttökoulu-
tus voisi riittää raportointipalvelun hallitsemiseen.

6. PROJEKTITIEKANTA

Tässä kappaleessa käsitellään diplomityön osa-alueet, jotka toteutettiin projektitietokannassa. Ensin otetaan esille sähköpääkaaviot, jotka ovat sähköpuolen tärkeimmät dokumentit. Sähköpääkaaviosta ilmenee kattilalaitoksen sähköistyksen rakenne, jonka perusteella laitehankinnat voidaan tehdä. Seuraavaksi keskitytään sähkö- asennustyyppikuviin ja etenkin niiden pilotointiin. Tärkeintä diplomityön näkökulmasta on muodostaa muutama asennustyyppikuva ja todeta ne esitystavaltaan ja rakenteeltaan toimiviksi. Asennustyyppikuvien perusteella pitäisi pystyä laskemaan projektikohtaiset laitemäärät, kaapelipituudet ja muut oleelliset tiedot tarjousvaihetta silmällä pitäen. Kolmantena kohtana on uusi menetelmä toimitusrajakaavioiden korvaajaksi. Tämän menetelmän toteuttaminen vaatii onnistuneita sähköpääkaavio- ja asennustyyppikuvasovelluksia. Tämän työn kannalta olennaisinta olisi muodostaa näkemys uuden menetelmän toiminnasta ja viedä kehitystyötä eteenpäin niin paljon kuin mahdollista. Tämän jälkeen perehdytään vielä kattilalaitoksen maadoitukseen ja etenkin potentiaalintasaukseen. Potentiaalintasauksen tärkeimpänä tavoitteena on muodostaa pilot- esimerkki, josta saadaan pohja potentiaalintasauksen jatkokehitykselle projektitietokannassa.

Edellä mainitut asiat on valittu diplomityöhön siitä syystä, että niiden kehittämällä saadaan myös projektitietokannan toimintoja entistä paremmin yrityksen käyttöön. Myös sähköpuolen kannalta osa-alueet ovat erittäin oleellisia jo suurien kustannuserien vuoksi, joten niiden kehittäminen hallittavammiksi on perusteltua.

6.1 Sähköpääkaaviot

Käsitellään aluksi joitakin asioita pääkaavion laatimisesta ja tiedoista, joita siinä tulisi näkyä. Tämän jälkeen keskitytään siihen, mikä tarkoitus pääkaavioilla oli tämän työn kannalta sekä siihen, millä tavalla ne toteutettiin projektitietokantaan.

6.1.1 Johdanto

Sähköpääkaavio on pääpiirien yksiviivainen esitys, joka suunnitellaan yleispiirrosmerkkejä käyttäen. Pääkaaviosta ilmenevät kaikki pääpiireihin kuuluvat kojeet, kiskostot ja johdot sekä näihin liittyvät tärkeimmät apulaitteet, kuten mittarit ja releet. Kaavion tulee

noudattaa mahdollisimman tarkkaan laitteiden todellista sijoitusta ja siihen on merkittävä laitososien ja niihin kuuluvien asennusyksiköiden sekä erillisten päälinten tunnuksiset.

6.1.2 Pääkaavion laatiminen

Näkyvillä olevat tekniset tiedot ovat myös oleellinen osa pääkaavion tarkoitusta. Seuraavat tekniset tiedot olisi hyvä esittää pääkaaviossa:

- Lähtevien johtojen nimet, tyypit, poikkipinta, pituus ja lähtöjen työmaadoituspisteet
- Kokoojakiskojen viereen on merkittävä jakelujärjestelmä, nimellisjännite, oikosulkukestoisuus, poikkipinta, kiskomateriaali ja nimellisvirta
- Generaattoreiden ja moottoreiden nimellisarvot
- Muuntajien nimellisarvot, kytkentäryhmä, mahdollisen käämi- tai väliottokytken säätöportaiden lukumäärä ja portaan suuruus
- Mittamuuntajien muuntosuhde sydämittäin, niiden lukumäärä ja tarvittaessa vaihemerkinnät
- Katkaisijoiden nimellisvirrat ja katkaisukyvyt
- Erottimien ja sulakkeiden nimellisvirrat
- Kondensaattoreiden nimellistehot ja – jännite tai kapasitanssi sekä kytkentä
- Kuristimien nimellisvirta ja reaktanssi
- Ylijännitesuojien nimellisjännite ja – purkausvirta

Kaavioon ei merkitä laitteiden tyyppimerkkejä, mittamuuntajien kuormitettavuutta ja tarkkuusluokkaa, mittareiden asteikkoarvoja eikä releiden asetusarvoja.

Teknisten tietojen lisäksi kaavioille on asetettu joitakin laatimisohteita, jotka auttavat huomattavasti kaavion selkeään ulkoasuun ja oleellisten asioiden esittämiseen kaavioissa.

- Pääkaavio piirretään yleismerkkejä käyttäen
- Pääpiireissä mahdollisimman suoraviivainen esitystapa, välttämällä mahdollisuuksien mukaan risteämiä
- Esitetään vain oleellinen
- Porrastetaan esitys jänniteportaittain
- Laitoksen keskinäistä maantieteellistä sijaintia on pidettävä sijoittelussa etusijalla
- Kaavioon piirretään myös katkoviivalla erotettuna kojeet ja laitteet, jotka eivät kuulu ko. toimitukseen, mutta joiden olemassaolon tunteminen vaikuttaa oleellisesti kokonaisuuden oikein ymmärtämiseen

(ST 94)

6.1.3 Pääkaavioiden tarkoitus

Pääkaaviosta ilmenee pääpiirit ja olevat kojeet, kuten jo kohdassa 6.1.1 mainittiin. Pääkaaviot ovat tärkeässä roolissa tarjousprojektissa. Pääkaaviosta voidaan katsoa lähes kaikki oleellinen sähköistysinformaatio ja sen perusteella voidaan tehdä tarjous. Tarjouspyynnöt ovat erittäin nopeatempoisia ja tarjouksen laatimiseen ei yleensä jää paljoa aikaa. Eli kovin pikkutarkasti tarjousvaiheessa ei pystytä asioihin perehtymään, vaan asiat etenevät ja syvenyvät projektin edetessä. Tarjousvaiheessa on kuitenkin pystyttävä antamaan luotettava ja todenperäinen hinta kattilalaitoksen sähköistykselle. Tätä työtä helpottamaan kehitettiin pitkälti vakioituneet pääkaaviopohjat, joita voidaan sitten projektikohtaisesti revisioida.

Ennen tapana on ollut, että pääkaaviot tehdään AutoCAD-ohjelmistolla. Se on myös toiminut hyvin ja pääkaaviot ovat olleet nopeasti valmiina ja helposti muokattavissa. Koska AutoCAD-ohjelmisto on ollut yrityksessä pitkään käytössä, niin vanhojen rutiinien vaihtaminen projektitietokanta-ympäristöön ei välttämättä ole kovin helppoa ja yksinkertaista. Koska AutoCAD on todettu toimivaksi järjestelmäksi, niin se tuo myös

lisähaasteita projektitietokannalle. Jotta projektitietokannan käyttöä voidaan tarjota ennen AutoCAD:ia käyttäneille, niin on pystyttävä esittämään sellaisia asioita, jotka projektitietokannassa pystytään tekemään AutoCAD:ia paremmin. Jos tällaisia applikaatioita voidaan perustellusti esittää, niin silloin kynnys projektitietokannan käyttöä kohtaan voi madaltua.

Projektitietokannan etu AutoCAD:iin verrattuna on tietokantapohjaisuus. Muutoksen tullessa dokumentin revisiointi on kätevää ja kaikki dokumentit ovat samassa paikassa. Myös niiden tulostaminen / tallentaminen pdf- tiedostoksi onnistuu kohtalaisen vaivattomasti. Projektitietokannassa pystytään luomaan yhteyksiä eri laitteiden välille ja hakemaan tietoja / arvoja pääkaaviokuvaan laitteiden datalehdiltä. Näin aina projektikohtaista pääkaaviota on helppo muokata ja se on myös piirto-ominaisuuksiltaan huomattavasti AutoCAD:ia yksinkertaisempi. Diplomityössä testataan pääkaaviosovelluksen toimivuus. Tämän jälkeen voidaan päätellä saadaanko projektitietokannan toimintojen avulla etuja AutoCAD- toteutukseen verrattuna.

6.1.4 Pääkaavioiden toteutus

Pääkaavioiden toteutuksessa jatketaan myös KPOY:n aloittamaa vakiointityötä, joka sähköpuolen osalta on vielä hieman puutteellinen. Työn tarkoituksena on edistää suunnittelua jättämällä joitakin työvaiheita välistä pois ja näin tehostaa työskentelyä.

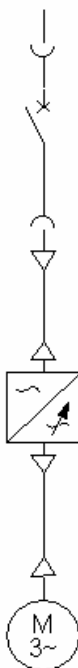
Pääkaaviot ovat nyt sijoitettuna projektitietokantaan ja ne toimivat hyvin. Tässä käydään läpi tehtyä työtä, joka oli tehtävä, jotta pääkaaviot saatiin siihen formaattiin, missä ne nykyisin ovat. On lähes mahdotonta tehdä sellaisia peruskaavioita, joita ei tarvitse projektikohtaisesti muokata. Toteuttaminen aloitettiin siitä, että ensin valittiin vanhojen projektien pääkaavioista muutama, jotka ovat nyt vaihtoehtoina uuden projektin tullessa käsittelyyn. Vaihtoehdot ovat toisistaan poikkeavia ja aina lähinnä uuden projektin kaaviota oleva valitaan ja muokataan projektia vastaavaan muotoon.

Ensimmäisinä asioina olivat symbolien muokkaamiset käyttökuntoon. Alla olevassa kuvassa 6.1 on esitettyinä muutamia symboleita, joita pääkaavioissa käytetään.



Kuva 6.1 Pääkaavion symbolit: kolmivaiheinen moottori, taajuusmuuttaja, muuntaja, kolmikäämimuuntaja, lämpörele, kontaktori ja katkaisija.

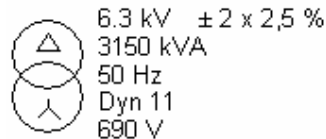
Lähtöjä laadittiin projektitietokantaan huomattava määrä, jotta piirtäminen olisi helpompaa ja automatisoidumpaa. Valmiista lähdistä käytetään nimeä template. Template on sellainen kokonaisuus kojeista, joka voidaan suoraan liittää pääkaaviopohjaan, eikä sitä tarvitse piirtää komponentti kerrallaan. Templatien käyttö nopeuttaa piirtoprosessia huomattavasti. Kuvassa 6.2 on esitettyä template, jossa on ulosvedettävä moottorilähtö. Lähtö sisältää moottorin, taajuusmuuttajan ja katkaisijan.



Kuva 6.2 Ulosvedettävä moottorilähtö, joka esitetään sähköpääkaaviossa. Kuvan tapauksessa on taajuusmuuttajakäyttö.

Kohdassa 6.1.2 otettiin esille pääkaavioissa näkyvät laitetiedot. Kuten esim. kiskoarvot, muuntajien tiedot, katkaisijoiden nimellisvirrat ja katkaisukyvyt jne. Näiden tietojen

ilmoittamiseen pääkaaviossa tarvittiin ohjelmointia. Tiedot ja laitteiden tehoarvot on tuotu kuvaan Visual Basic- ohjelmointikielen avulla. Alla olevassa kuvassa 6.3 on esitettyä muuntaja, jonka arvot sekä ensiö- että toisiokäämitys on haettu pääkaaviopohjaan Visual Basic- makron avulla.



Kuva 6.3 Muuntajan symboli pääkaaviossa. Kuvassa on muuntajan arvot ja käämikytkennät.

Laitteiden arvot haetaan niiden datalehdiltä. Datalehdissä on sellainen osio kuin Technical Data. Technical Data sisältää laitteen tekniset tiedot, jotka on esitetty attribuutteina. Attribuuttitiedot syötetään Technical Dataan ja sieltä ne on haettu pääkaavioon laitteen symbolin viereen. Alla olevassa kuvassa 6.4 on esitettyä muuntajan Technical Data.

Technical data	Responsibility matrix	Label calculation	Mounting data	Manufacturer data	Delivery data	System	Data declaration	3D
Rated input voltage	6.3	kV	kV	Voltage regulation	$\pm 2 \times 2,5 \%$			
Output power	3150	kVA	kVA					
Frequency	50	Hz	Hz					
Winding connections								
Primary winding	Delta, S00806							
Secondary winding	Star, S00808							
Winding connection	Dyn 11							
Rated output voltage	690	V	V					

Kuva 6.4 Näkymä projektitietokannasta. Kuvassa on muuntajan teknisiä tietoja, joita voidaan tarvittaessa muokata.

Jokainen pääkaaviossa oleva komponentti on oma objektinsa. Tämän perusteella voidaan aina navigoida pääkaaviosta puussa olevaan objektiin ja tehdä tarvittavia muutoksia. Silloin pysytään myös hyvin perillä siitä, että kahta komponenttia ei ole samalla objektilla käytössä. Esimerkiksi laitelista voitaisiin ajaa ulos, jossa näkyisivät kaikki kojeet

pääkaaviosta. Jos kaikilla on oma objektinsa, niin silloin myös laitelistassa on kaikki sähkölaitteet, joita projektissa tarvitaan. Muussa tapauksessa kappalemäärät eivät täsmäisi.

Kokonaisuutena voidaan sanoa, että pääkaavioiden toimivuuteen jouduttiin tekemään aika paljon työtä. Kaikki alkoi siitä, kun määritettiin käytettävät kojeet ja laitteet ja luotiin ne laitteet tietokantaan, joita siellä ei vielä ollut. Seuraavaksi kartoitettiin attribuutti-tarve ja tehtiin Technical Datoihin ne tarvittavat attribuutit, jotka sieltä vielä puuttuivat. Kun nämä perusasiat olivat kunnossa, pystyttiin tekemään templateja niin paljon kuin niitä vain tarvitsi tehdä. Templateja voidaan aina tosin tehdä lisää tarpeen mukaan. Tämän jälkeen alkoi ohjelmointityö, jotta kaikki tarpeelliset tiedot saatiin näkymään pääkaavioon. Vasta näiden edellä mainittujen työvaiheiden jälkeen päästiin kokeilemaan varsinaista piirtotyötä. Lopulta päästiin sellaiseen tulokseen, että pääkaavioiden piirtäminen onnistuu kohtalaisen vaivattomasti ja templatet toimivat hyvin. Ne myös edistävät oleellisesti piirtotyötä. Liitteessä 1 on esitettyä pääkaavion rakenne. Pääkaaviosta voidaan todeta keskijännitejakelun olevan 6.3 kV, joka muunnetaan 690 V pienjännitteeksi prosessin käyttöön. Pääkaaviopohjassa on myös 690 V sähkökeskuksia, jotka syöttävät sekä suoria että taajuusmuuttajalähtöjä.

6.1.5 Pääkaavio uuteen tarjousprojektiin

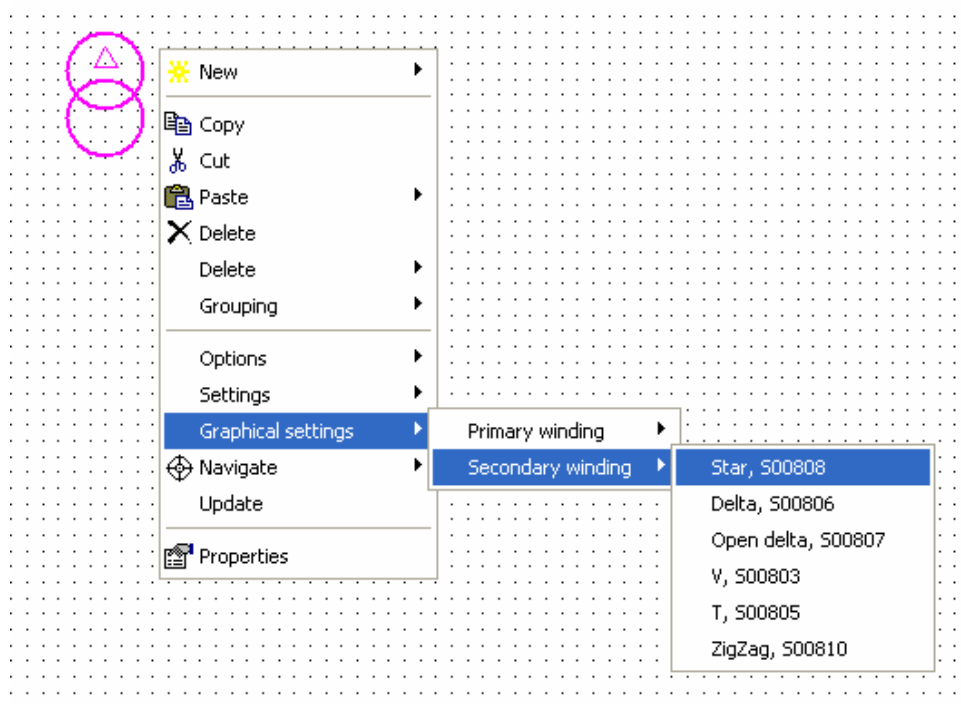
Pääkaavioille on myös kehitetty tekniikka, jonka avulla pääkaavio tuodaan uuteen projektiin ja muokataan sen tarpeita vastaavaksi. Siirrytään seuraavaksi vaiheeseen, jolloin uusi tarjousprojekti on vastaanotettu. Projektin kokoluokka on tiedossa ja sen perusteella voidaan valita pääkaaviopohja, jota käydään muokkaamaan. Pääkaaviopohja kopioidaan projektiin projektitietokannassa.

Kopioinnin jälkeen pääkaaviopohja on käytettävissä ja muokattavissa projektikohtaiseen käyttöön. Toimenpide on aika nopea ja kätevä tehdä muutaman ensimmäisen keran jälkeen. Ratkaisuna tämä käytäntö vaikuttaa toimivalta ja erot AutoCAD:iin ovat huomattavat, koska käyttöominaisuudet parantuvat jonkin verran. Nyt kaikki sivut ovat siististi yhdessä kansiossa projektissa. Pääkaavioiden muokkaaminen onnistuu kätevästi

ja kaikki laitteet ovat myös yksilöllisiä. Jokaiselle laitteelle on oma objektinsa projektitietokannan puussa, jolloin niiden paikantaminen onnistuu vaivattomasti.

Myös projektitietokannan automatiikka on edelläkävijänä AutoCAD:iin verrattuna. Nyt pystytään asettamaan kaikki tarvittavat tuotetiedot laitteiden Technical Data- välilehdille ja ne saadaan suoraan näkyviin pääkaaviossa. Sovellukseen on luotu myös graafisia ominaisuuksia laitteille.

Otetaan esimerkiksi muuntaja. Pääkaaviossa olevalle muuntajalle pystytään valitsemaan vaihekäämikytkennät painamalla hiiren oikeaa nappulaa ja valitsemalla Graphical settings. Näkyviin voidaan valita halutut toiminnot valikosta, joka saadaan esille kursoria liikuttamalla. Samat muutokset voidaan tehdä myös Technical Datasta. Alla oleva kuva 6.5 selkeyttää tätä edellä mainittua asiaa.



Kuva 6.5 Pääkaaviopohjassa muuntajalle voidaan valita käämikytkennät muuntajan symbolin ominaisuuksista.

Lopuksi voidaan todeta, että edistystä saavutettiin edelliseen menetelmään verrattuna. Projektissa dokumentointi onnistui hyvin ja pääkaavion kääntäminen pdf- tiedostoksi oli erittäin kätevää. Kun pääkaavio oli laadittu projektitietokannassa projektiin, niin tämän

jälkeen se oli myös kaikkien käyttäjien ulottuvilla. Myös pääkaavioiden symbolit toimivat niin kuin niiden oli suunniteltukin toimivan, joten siltä osin pääkaaviosovellus vaikutti onnistuneelta. Automatisoimisen vieminen pidemmälle on kohtalaisen hankalaa, koska pääkaavioiden rakenteet ovat hyvin projekti- ja asiakaskohtaisia. Tällä tarkoitetaan sitä, että sillä on enemmän merkitystä mihin päin maailmaa kattila on menossa ja kuka on asiakkaana kuin sillä, että onko kyseessä soodakattila vai leijukattila. Myös kattilan koko vaikuttaa luonnollisesti sähköistyksen rakenteeseen.

On kuitenkin huomattava, että jos paljon erityyppisiä projekteja sattuu kohdalle, niin silloin kannattaa myös laajentaa projektitietokannan pääkaaviotietokantaa. Tarkoituksena on koko ajan kehittää ja ylläpitää pääkaavioiden ominaisuuksia ja näiden askeleiden jälkeen se on myös mahdollista ja vielä kohtalaisen käyttäjäystävällisesti.

6.2 Asennustyyppikuvat (Hook-up)

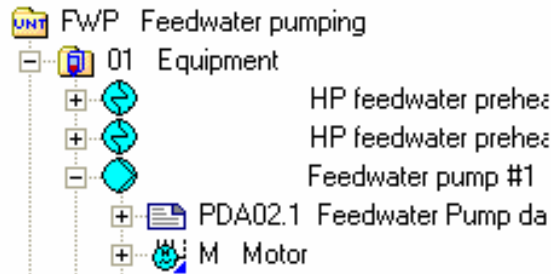
Lähtökohta sähköpuolen asennustyyppikuvien suunnittelulle on siinä mielessä mielenkiintoinen ja haastava, että niitä ei ole aiemmin ollut KPOY:llä käytössä. Asennustyyppikuvien suunnittelu alkaa siis käytännössä puhtaalta pöydältä. Seuraavissa kappaleissa käsitellään asennustyyppikuvien tarvetta KPOY:n kannalta, sitä minkälaisiin päätöksiin kuvien rakenteesta päädyttiin ja sitten myös konkreettista työtä, jota asennustyyppikuvien kanssa tehtiin.

6.2.1 Asennustyyppikuvien tarkoitus

Asennustyyppikuvat on toteutettu toimivina instrumentoinnissa, joten nyt olisi tarvetta myös sähköpuolen asennustyyppikuville. Sähköpuolen asennustyyppikuvat on ensisijaisesti tarkoitettu tarjousprojekteihin, jotta saadaan nopeasti määritettyä asennusmateriaalien massat ja määrät. Niiden perusteella pystytään kyselemään asennusurakoitsijoilta tarjoukset itse laskettujen yksikköhintojen perusteella. Tällä tavalla saataisiin tarjousvaihetta ainakin osittain automatisoitua ja se taas helpottaisi työntekoa kiireen keskellä.

Asennustyyppikuvat tehdään projektitietokannan mallitietokantaan, jolloin ne ovat aina projektikohtaisessa käytössä. Seuraavaksi käydään läpi iso kuva, johon asennustyyppikuvat olennaisesti liittyvät. Ensinnäkin, projektitietokannassa on mekaaninen laite, ku-

ten esim. syöttövesipumppu. Laite tarvitsee toimiakseen moottorin. Kuvassa 6.6 esitetään edellä mainittu asia puurakenteen muodossa. Kuvassa 6.6 on syöttöveden pumppauksen kansio, joka sisältää syöttövesipumpun, joka omistaa moottorin.



Kuva 6.6 Näkymä projektitietokannan puurakenteesta.

Tarkoituksena on antaa laitteen moottorille asennustyyppikuva, jossa on esitettyä kaikki tärkeimmät asennusmateriaalit ja yhteydet. Kun kaikille moottoreille on määrätty asennustyyppikuva, niin tämän jälkeen pystytään hakemaan kaikki kuvissa olevat materiaalit samaan laitelistaan, joka sitten taas laskee materiaalit yhteen. Tällöin käytettävissä pitäisi olla todelliset massat ja määrät. Laitelista on rakennettava ehdoista, jotta tarvittavat tiedot listasta löytyvät. Projektitietokannassa tällaiset listat rakennetaan queryjen avulla. Queryssä pystytään määrittämään mitä tietoja listaan halutaan ja voidaan myös asettaa ehtoja, joiden perusteella halutut tiedot listaan saadaan.

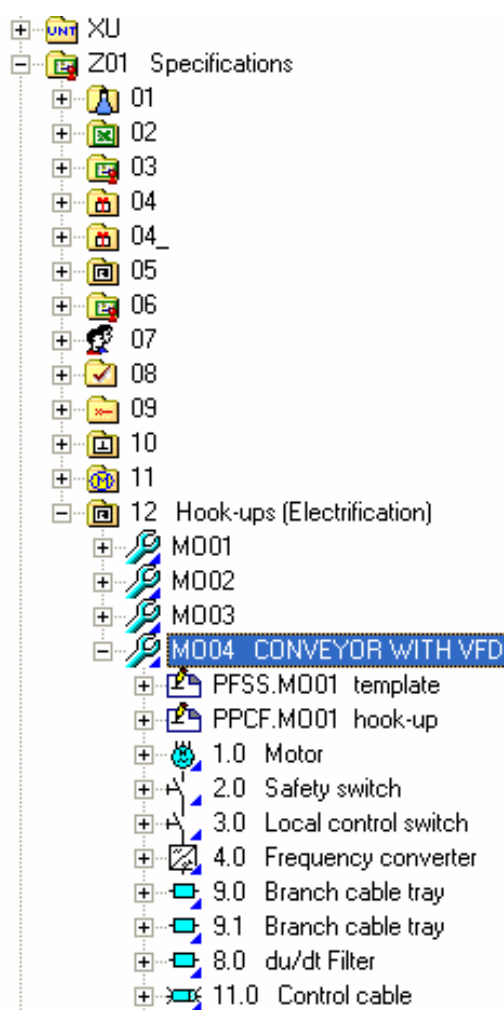
6.2.2 Asennustyyppikuvien rakenne

Asennustyyppikuvien suunnittelussa päädyttiin toiminnalliseen toteutukseen. Toimintakuva tarkoittaa sitä, että siinä on esitettyä moottorilähdön kaikki yhteydet ja komponentit. Kuten myös se, että mikä kaapeli vedetään millekin välille ja onko kyseessä voimakaapeli vai ohjauskaapeli. Tulevaisuudessa on tarkoituksena toteuttaa myös varsinaisen asennustyyppikuva, mistä sitten ilmenee laitteiden sijoitus ja kytkimien paikat yms. Mutta kuten sanottu, niin tässä työssä keskitytään ainoastaan toiminnallisen kuvan toteutukseen ja käsittelyyn.

Ennen varsinaista kuvaa voitaisiin käydä läpi tuoterakenteellinen näkymä projektitietokannasta sekä laitteet, jotka kuvassa näytetään. Laitteiston suhteen päätettiin, että laitteet / kojeet piirretään kokonaisina ja hieman suuripiirteisesti sillä tavalla ettei esim.

kytkentäkoteloita piirretä lainkaan. Ainoastaan laitteet ja niiden yhteydet esitetään. Kuvista on havaittavissa moottori, turva- ja paikallisohjauskytkimet, moottorin ohjauspiirin turvakytin, taajuusmuuttajan lähtösuodin (du/dt- filteri), taajuusmuuttaja, moottori-keskus, ohjausjärjestelmät sekä kaapelihyllyväli moottorille.

Seuraava kuva 6.7 esittää projektitietokannan näkymää. Varsinainen asennustyyppikuva on PPCF.M001 hook-up. Kaikki laitteet on luotu “jakoavaimen” alle objekteina ja sieltä ne on sitten viety varsinaiseen kuvapohjaan.



Kuva 6.7 Asennustyyppikuva tuoterakenteessa. ”Jakoavaimen” (MO04 Conveyor with VFD) alla ovat materiaalit ja laitteet, jotka esitetään kuvassa.

Kaapelit määritellään myös niin tarkasti kuin vain mahdollista. Olennaisimmat asiat kaapelia valittaessa ovat materiaali ja poikkipinta. Moottorin ja turvakytimen väli toteutetaan aina kuparikaapelilla, kun taas turvakytimeltä taajuusmuuttajalle tai suorassa

käytössä moottorikeskukseen voidaan valita alumiini tai kupari. Taajuusmuuttajan ja keskuskaapin välinen kaapeli tehdään kuparilla. Voimakaapeli on, poikkipinnasta riippuen, erittäin kallis investointi, joten mahdollisuuksien mukaan käytetään alumiinikaapelia, vaikka se taas tuo mukanaan vahvemmat kaapelihyllyt ja muutenkin vahvemmat kannattimet. Alumiinikaapeli vie kuparikaapelia enemmän tilaa, koska se vaatii suuremman poikkipinnan, jotta johtokyky saadaan kuparia vastaavaksi. Kokonaishinnaltaan alumiinikaapelin valinta on kuparikaapelia edullisempi. Ohjauskaapeleiden hinnat ovat huomattavasti voimakaapeleita edullisempia, johtuen niiden kapeammista poikkipinnoista, joten esim. niiden ylimitoitus ei tuottaisi lähellekään niin paljon ylimääräisiä kustannuksia kuin voimakaapeleiden ylimitoitus.

Seuraavaksi käsitellään lyhyesti sähkökäytöt. Kattilalaitoksella on sekä suoria että taajuusmuuttajakäyttöjä. Moottorit ovat lähes poikkeuksetta oikosulkumoottoreita. Oikosulkumoottorit ovat luotettavia, rakenteeltaan yksinkertaisia ja niillä on myös hyvä hyötysuhde. Taajuusmuuttajakäytössä niistä saadaan esiin myös muita hyviä ominaisuuksia. Taajuusmuuttajakäytössä moottori voidaan käynnistää pehmeästi, pienellä käynnistysvirralla ja nopeutta voidaan säätää sovelluksen tarpeisiin sopivaksi. Kun taajuusmuuttajaa käytetään yhdessä oikosulkumoottorin kanssa, päästään yleensä huomattaviin ympäristö- ja energiasäästöihin. Taajuusmuuttajan yhteydessä käytetään usein du/dt -suodinta eli sarjakuristinta. Sarjakuristin vähentää vaihe- ja verkkojännitteiden vaihtelua ja siten myös käämitysten sisäistä jänniterasitusta. Du/dt -suotimet vähentävät myös nk. yhteismuotoisia virtoja ja laakerivirtoja. Du/dt -suotimet on suunniteltu siten, että moottorin liittimissä vaikuttavan verkkojännitteen du/dt -nopeus on alle 1 kV/s. (Auser)

Asennustyyppikuvat ovat laitekohtaisia. Ne on periaatteessa vakioitu laitteelle sillä tavalla, että aina kun kyseessä on esim. pumppu, niin kuva on tietynlainen sisältäen tietyt komponentit. Kuvat on jaettu seuraaviin kokonaisuuksiin:

1. Pumput & puhaltimet
2. Kuljettimet
3. Nuohoimet
4. Moottoriventtiilit

Liitteessä 2 on esitettyä esimerkkinä asennustyyppikuvasta ja niistä komponenteista, joita siinä tulee olla näkyvissä. Tässä tapauksessa kuvaan on piirretty myös moottorin kytkentäkotelo. Liitteen 2 kuvassa on turvakytin, joka on kiinni kaapelihyllyssä. Kaapelihyllyä pitkin tuodaan syöttökaapeli turvakytinille, ja turvakytimeltä kaapeli yhdistetään moottorin kytkentäkoteloon.

Pumput ja puhaltimet ovat KPOY:n kattilalaitoksen suurimpia laitteita, joten niiden moottorit on aina mitoitettava erikseen. Moottorit tulevat myös erillistoimituksena, kun taas useimmissa laitteissa moottori kuuluu mekaaniseen laitteeseen, kuten esim. nuohoin. Tästä voidaan suoraan päätellä, että suurimmat kustannukset kertyvät aina muutamasta suurimmasta laitteesta ja niiden vaatimista kaapeleista. Otetaan esimerkeiksi vaikkapa syöttövesipumput, ilmapuhaltimet sekä savukaasu- ja kiertokaasupuhaltimet. Näiden lisäksi kalliita kojeita ovat luonnollisesti muuntajat ja kiskosillat, mutta niitä ei asennustyyppikuvissa ole näkyvissä.

6.3 Toimitusrajakaaviot

Toimitusrajakaaviot kertovat sähköistyksen toimituslaajuuden. Kaavioissa määritellään laitteille ja laitekokonaisuuksille niiden toimittajat, suunnittelijat ja asentajat. Näiden perusteella voidaan katsoa kenelle mikäkin toiminto kuuluu, jolloin vältytään päällekkäisyyksiltä.

Eri tahoja voi olla useita, esim. Aker Kvaerner, Aker Kvaernerin alihankkija, asiakas tai kolmas osapuoli. Kaavioiden korvaajaksi on ryhdytty kehittämään uutta mahdollisimman automatisoitua menetelmää, joka helpottaisi etenkin tarjousvaiheen työskentelyä. Tämän diplomityön puitteissa on tarkoituksena aloittaa menetelmän kehitystyötä ja saada aikaan näkemys menetelmän jatkokehityksestä tulevaisuudessa.

6.3.1 Uusi menetelmä

Tällä hetkellä toimitusrajakaaviot tehdään AutoCAD- ohjelmistolla, joten kaikki muutokset tehdään manuaalisesti eivätkä tiedot ole tallessa minkään ohjelman tietokannassa. Koska projektitietokanta on tietokantapohjainen ohjelma ja jokaisella laitteella on oma

objektinsa, niin silloin on myös mahdollisuus tehokkaampaan toimitusrajojen hallitsemiseen.

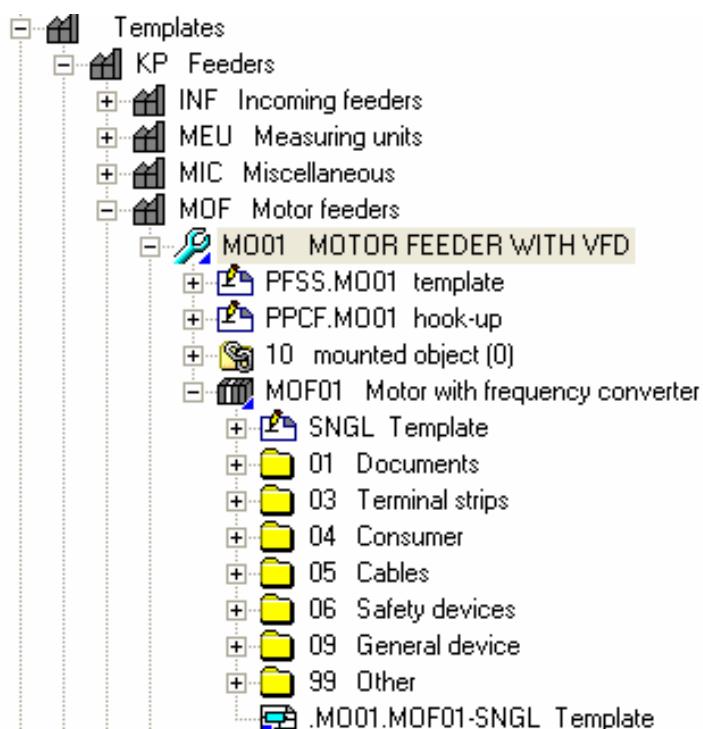
Uuden menetelmän avulla pystytään yhdistämään sähköpääkaaviot ja asennustyyppikuvat sekä laitteistojen toimittajat. Linkittämällä osa-alueet toisiinsa saadaan toiminta muutettua huomattavasti tehokkaammaksi ja automaattisemmaksi.

Suurimmat hyödyt saavutetaan tarjousprojekteissa, jolloin laitteiden toimittajätietoja voidaan tarvita hyvinkin nopeasti. Kun toimitukseen kuuluvat laitteet ovat tiedossa, on kokonaishinta huomattavasti helpommin arvioitavissa. Asennustyyppikuvat ovat merkittävässä osassa. Ne muodostavat yhteyden eri toimintojen välille ja niiden avulla tietokantapuussa kaikki laitteet saadaan kätevästi samaan paikkaan.

Yhteydet ovat periaatteessa seuraavanlaiset: mallitietokantaan on luotu asennustyyppikuvia. Kuvat ovat projektikohtaisessa käytössä eli niitä voidaan muokata projektin vaatimalle tasolle. Asennustyyppikuva on uuden menetelmän ja projektitietokannan välissä. Asennustyyppikuvan alle on tehty sitä vastaava kuva, joka toimii uuden menetelmän pohjana. Eli uudessa menetelmässä on laitekohtaiset toimitusrajat, mutta myös kaikki asennusmateriaalit saadaan listoihin asennustyyppikuva- linkin avulla. Lopputuloksena on, että kaikkien laitteiden toimittajat sekä massat ja määrät ovat tiedossa hinnoittelua varten.

6.3.2 Uuden menetelmän rakenne ja toiminta

Perustan uudelle menetelmälle luo diplomityössä aiemmin valmistuneet osa-alueet. Kohdassa 6.1 käsiteltiin sähköpääkaaviot ja templatet, joita kaavioiden toteutusta varten oli laadittava. Kohdassa 6.2 käsiteltiin sähkö- asennustyyppikuvat, ja todettiin, että niiden perusteella voidaan laskea massat ja määrät. Eli edellä mainitut toimenpiteet tehtiin ja ne ovat nyt iso osa uuden menetelmän sisältöä. Kaikki laitteet on jäsennetty yhteen paikkaan projektitietokantaan. Kuvassa 6.8 on esitettyä puunäkymä projektitietokannasta, josta kaikki tarvittavat komponentit löytyvät.



Kuva 6.8 Asennustyyppikuva, uuden menetelmän kuva ja sähköpääkaavion template sekä kaikki kuvissa tarvittavat materiaalit on siirretty yhteiseen paikkaan projektitietokannassa.

Käsitellään edellisen kuvan 6.8 näkymä. Voidaan todeta, että kyseessä on sama paikka mihin pääkaavioiden templatet tehtiin. Nyt puurakennetta on jonkin verran muokattu, jotta kaikki komponentit olisivat samassa paikassa. Kuten nähdään, kyseessä on taa-juusmuuttajakäyttö (jakoavain: Motor feeder with VFD). Sen alla on ensimmäisenä uuden menetelmän kuva ja sitten on asennustyyppikuva. Template on periaatteessa kopio asennustyyppikuvasta sillä lisäyksellä, että jokaiselle komponentille on tehty laatikko,

jossa määritetään mikä taho mistäkin urakasta vastaa. Toimitusrajat on jaettu neljään vaiheeseen, jotka ovat:

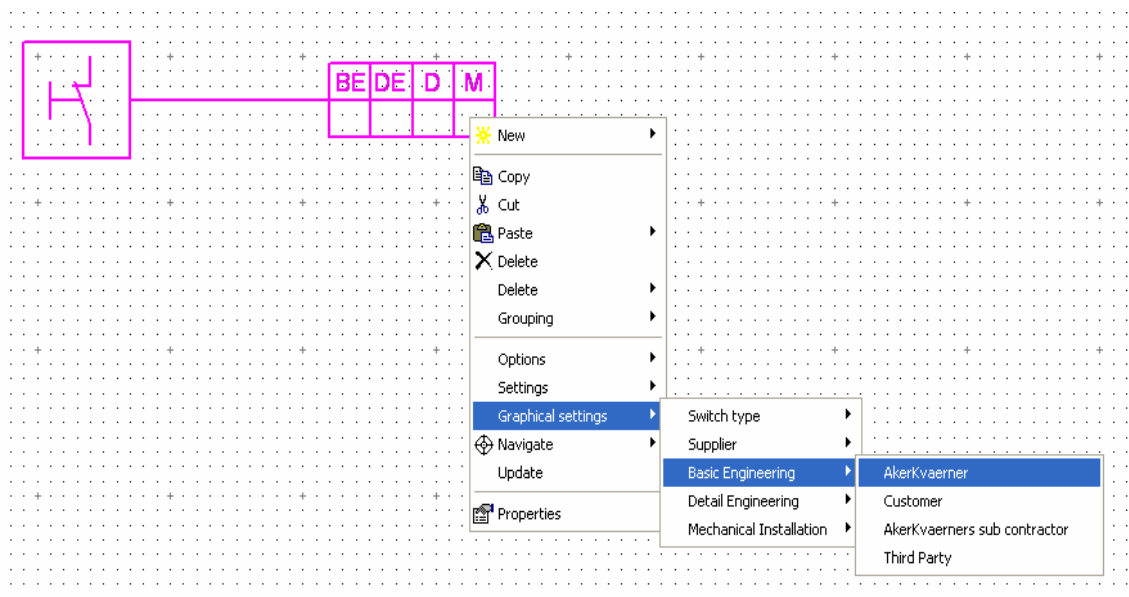
Basic Engineering (BE) = Perussuunnittelu

Detail Engineering (DE) = Yksityiskohtainen suunnittelu

Delivered By (D) = Laitetoimittaja

Mounted By (M) = Laiteasennuksesta vastaava

Eli template on rakenteeltaan asennustyyppikuvaa vastaava. Templatessa olevat laatikot voidaan täyttää monella eri tavalla. Otetaan esimerkiksi turvakytkin. Kuvassa 6.9 on esitettyä turvakytkin, kun se on viety kaavioon. Kytkimen symbolista on aktivoitu Graphical settings, josta voidaan valita (tässä tapauksessa) perussuunnittelusta vastaava taho.



Kuva 6.9 Turvakytkimelle voidaan valita toimittaja suoraan symbolin ominaisuuksista.

Samat tiedot voidaan syöttää myös turvakytkimen Responsibility Matrixista, jolloin ne päivittyvät myös kuvaan. Jos tiedetään esim., että kaikkien turvakytkimien perussuunnittelusta vastaa Aker Kvaerner, niin kaikille turvakytkimille voidaan yhdellä kerralla queryn avulla syöttää kyseinen tieto.

Tällä perusteella voidaan tehdä uuden menetelmän kaaviot. Koska jokaisella laitteella on oma objektinsa, niin yhteyksien luominen hakukriteereineen / attribuuttitietoineen laitteiden välille onnistuu. Lopulta jokaiselle laitteelle ja kaapelille on määritelty toimitajatiedot. Tämän jälkeen tietoja voidaan hakea haluttuun listamuotoon hakukriteereiden perusteella. Listassa olevia laitetietoja voidaan muuttaa, jolloin muutokset tulevat voimaan myös laitteiden datalehdille. Listamuotoon voidaan hakea esim. kaikki laitteet ja kaapelit, jotka sisältyvät Aker Kvaernerin toimitukseen. Tämän perusteella projektikohtaisen sähköistyksen kokonaishinta voidaan kohtuullisen tarkasti määritellä.

6.3.3 Mahdollisia tulevaisuuden hyötyjä entiseen menetelmään verrattuna

Uuden menetelmän mahdollisia hyötyjä on tässä vaiheessa vielä mahdotonta ennustaa, koska menetelmä on vielä kehitysvaiheessa. Tähän mennessä tehdyn työn ja edellä esitetyn vision perusteella voidaan todeta, että onnistuneen kehitystyön tuloksena voi muodostua toimiva applikaatio, joka antaa yritykselle lisäarvoa. Kehitystyötä on kuitenkin vielä edessä ennen tuotantokäyttöä, jonka jälkeen vasta mahdolliset edut voivat tulla ajankohtaisiksi.

AutoCAD- ohjelmistoon verrattuna uuden menetelmän mahdollisuuksia edistää projektitietokannan monipuolisuus. Tiedot on syötettävä ainoastaan yhteen paikkaan, jonka jälkeen niitä voidaan käyttää eri applikaatioissa. Tietoja voidaan myös linkittää laitteiden kesken ja yhtä tietoa muokkaamalla voidaan muutos tehdä, vaikka kaikkiin laitteisiin, jotka tietokannassa ovat. Tämänkaltaiset toiminnot avaavat paljon erilaisia mahdollisuuksia uuden menetelmän toteuttamisen kannalta. Ehkä suurimpana mahdollisuutena AutoCAD:iin verrattuna on projektitietokanta objektiorientoituneena sovelluksena. Tämä mahdollistaa todellisten laitemäärien listaamisen automatiikkaa hyväksi käyttäen, mikä AutoCAD- ympäristössä ei ole mahdollista.

6.4 Maadoitus

Tässä työssä käsitellään maadoituksen osa-alueista ainoastaan kattilalaitoksen potentiaalintasusta. Selvitetään ensin, mitä potentiaalintasaus tarkoittaa ja minkä vuoksi sitä on kattilalaitoksella tehtävä. Aiheeseen otetaan projektitietokanta- näkökulma, mikä tar-

koittaa selkeää ideaa, jolla maadoitusta voitaisiin tietokantaohjelmaan sijoittaa, jotta siitä saataisiin myös yritykselle lisäarvoa.

6.4.1 *Potentiaalintasaus*

Potentiaalintasauksen tarkoituksena on ehkäistä vaarallisten jännite-erojen esiintyminen samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välillä. Potentiaalintasauksella saatetaan eri sähkölaitteiden jännitteelle alttiit ja muut johtavat osat samaan potentiaaliin. Potentiaalintasauksen avulla pienennetään myös vianaikaista kosketusjännitystä ja kipinöinti-vaaraa. (SVAMK)

Käsitellään ensin mitä potentiaalintasaus pitää yleisesti sisällään. Sen jälkeen kiinnitetään huomio kattilalaitoksella tehtävään potentiaalintasaukseen. Lisäpotentiaalintasausausta ja muita potentiaalintasauksia ei tarvitse tässä yhteydessä käydä läpi, koska niitä ei ole kattilalaitoksella käytössä.

6.4.1.1 Pääpotentiaalintasaus

Jokaisessa rakennuksessa pääpotentiaalintasausjärjestelmään on kytkettävä seuraavat johtavat osat:

- pääjohdon suojajohdin tai PEN- johdin (rakennusta syöttävien pääjohtojen PE tai PEN)
- maadoitusjohdin tai päämaadoitusliitin (-kisko)
- johtavat putket ja vastaavat metallirakenteet, joista tulee rakennukseen syöttö, esim. kaasu, vesi tai kaukolämpö
- metalliset rakenneosat sekä keskuslämmitys-, jäähdytys-, paineilma- ja ilmanvaihtolaitteistot soveltuvin osin
- soveltuvin osin betonirakenteiden pääterätkset

Johtavat osat, jotka tulevat rakennukseen ulkopuolelta, liitetään pääpotentiaalintasausjärjestelmään mahdollisimman lähellä sitä kohtaa, josta ne tulevat sisään rakennukseen. Muuntajan päämaadoituskiskoon liitetään suurjännitekaapeliin suojavaipat ja suurjänni-

tekaapeliin kaapelihyllyt. Pääpotentiaalintasaukseen liitetään myös telekaapeliin metallivaipat.

Pääpotentiaalintasaus tehdään jokaisessa rakennuksessa, johon tulee muita kuin ryhmäjohtoja ja liitännät tehdään tavallisesti rakennusta syöttävän keskuksen lähelle sijoitettavassa pääpotentiaalintasauskiskostossa. Pääpotentiaalintasaukseen liitetään kaikkien rakennuksen keskusten suojakiskot. Yhdistäminen tehdään yleensä liittämällä rakennusta syöttävän pääkeskuksen suojakisko tai PEN- kisko pääpotentiaalintasauskiskoon.

Pääpotentiaalintasauksen kaltainen potentiaalintasaus voidaan toteuttaa myös muualla rakennuksessa, etenkin jos on kyse suurista rakennuksista. Pääkeskuksen lisäksi voidaan esim. rakennuksen katolla olevassa ilmanvaihtokonehuoneessa suorittaa potentiaalintasaus. Potentiaalintasausjohdin yhdistetään ko. tilassa olevan jakokeskuksen suojakiskoon tai PEN- kiskoon. Jos rakennuksessa on käytössä PEN- johtimia, on kiinnitettävä huomiota tämän potentiaalintasauksen mahdollisesti aiheuttamiin häiriövirtoihin. Vain puhtaassa TN-S- järjestelmässä häiriövirtoja ei esiinny ja muutoin viestijohtojen vaipat voidaan kytkeä vain toisista päistä ja sallia potentiaaliero päiden välille. (ST 02)

6.4.2 Kattilalaitoksen pääpotentiaalintasaus ja sen tarkoitus

Laitoksen sähköisesti johtavat osat, kuten putkistot, ilmakeinavat, kuljettimien rungot, säiliöt ja paineastiat sekä kaapelihyllyt yhdistetään suojamaadoitusverkkoon. Päämaadoituskisko (MEB), joka sijaitsee lähellä pääkeskuksia joko sähkötilassa tai kaapelitilassa, johon maadoituselektrodista tulevat maadoitusjohtimet liitetään, on samalla myös pääpotentiaalintasauskisko.

Seuraavat osat ovat laitoksella sähköä johtavia ja ne on liitettävä pääpotentiaalintasausjärjestelmään:

1. Mahdolliset potentiaalintasauskiskot (EB) 120mm² kuparijohtimella.
2. Kaapelihyllypakassa ylimmälle hyllylle (tavallisesti yli 1kV:n kaapeleille) vedetään eristetty suojamaadoitusköysi 120mm² kuparijohdin, joka liitetään kaapelihyllyyn 15m välein. Hyllypakassa muut hyllyt yhdistetään ylimpään hyllyyn 120mm² kuparijumpereilla 15m välein.
3. Säiliöt, paineastiat ja kuljettimien rungot on varustettava maadoituskorvakeilla. Jos kyseiset laitteet sijaitsevat tasoilla, on ne yhdistettävä lähimpään maadoituskiskoon tai kaapelihyllyllä kulkevaan maadoitusköyteen 50mm² kuparijohtimella.
4. Putkiryhmät maadoitetaan yhdistämällä yksi putkiryhmäkannake kullakin kattilan sivulla ja jokaisella kattilatasolla kaapelihyllyillä kulkevaan maadoitusköyteen 50mm² kuparijohtimella. Mikäli putkistoissa on epäjatkuvuuskohtia, tulee osat yhdistää toisiinsa johtimella ns. jumperilla.
5. Ilmakanavat maadoitetaan yhdistämällä kanava puhaltimen vieressä lähimpään maadoituskiskoon tai kaapelihyllyllä kulkevaan maadoitusköyteen 50mm² kuparijohtimella. Kanavien epäjatkuvuuskohdat esim. palkeet on jumperoitava.
6. Nosturikiskot yhdistetään 50mm² kuparijohtimella kaapelihyllyillä kulkevaan maadoitusköyteen.
7. Pohjatasolla olevat säiliöt, kuljettimet ja paineastiat yhdistetään suoraan maadoituselektrodiin, jos mahdollista. Muussa tapauksessa ne yhdistetään lähimpään maadoituskiskoon tai kaapelihyllyillä kulkevaan maadoitusköyteen 50mm² kuparijohtimella.
8. Tehomuuntajien runko, muuntajan asennuskiskot, suoja-aidat, kaapelihyllyt ja kiskosillan johtava suojakuori yhdistetään muuntajabunkkerissa olevaan potentiaalintasauskiskoon 50mm² kuparijohtimella. Yläjännitepuolen syöttökaapelin suojavaippa yhdistetään muuntajabunkkerin maadoituskiskoon 120mm² kuparijohtimella.

(KPOY 06a)

Kaikki edellä mainitut asiat ovat erittäin tärkeitä noudatettavia kattilalaitoksen potentiaalintasausjärjestelmässä. Tärkeimpänä suojausperusteena on luonnollisesti turvallisuus. Kattilalaitoksella on ihmisiä töissä, joten henkilöiden työskentelyn turvaaminen vikatilanteissa on pääasiana. Nykypäivänä talousasiat ovat oikeastaan heti seuraavana prioriteettijärjestyksessä turvallisuustekijöiden jälkeen. Kattilalaitoksen suojauksessa on otettava huomioon myös mahdollisten käyttökeskeytysten mukanaan tuomat kustannukset. Lyhytkin tuotannon seisahtuminen saattaa tulla yritykselle kalliiksi, joten joissakin tilanteissa kannattaa laskea erittäin tarkasti kannattaako maadoitukseen investoida hieman enemmän, jotta käyttökeskeytysten mahdollisuutta saadaan pienennettyä.

6.4.3 Potentiaalintasaus projektitietokanta- ohjelmistossa

Työn kannalta potentiaalintasauksen tärkein osa-alue on se, millä tavalla projektitietokantaa voidaan hyödyntää laitekohtaisessa potentiaalintasauksessa. Kuten jo edellä todettiin, niin potentiaalintasaus on erittäin tärkeä asia kattilalaitoksen suojauksessa. Maadoittaminen ei ole koskaan halpaa ja ylimitoitus voi olla turvallista, mutta taloudellisesti kannattamatonta. Joten tärkeänä asiana olisikin toteuttaa turvallinen suojaus mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Tässä työssä ei kuitenkaan keskitytä kustannusten laskentaan, vaan tarkoituksena on tehdä pilot- esimerkki projektitietokanta- ohjelmaan, josta voidaan tulevaisuudessa kehittää työkalu maadoituskustannusten laskentaan. Projektitietokanta- ohjelmistoon on suunniteltu sekä potentiaalintasaus- asennustyyppikuva että – yhdekuva. Nämä kuvat eivät ole perinteisiä asennustyyppi- ja yhdekuvia, mutta ne kuvaavat parhaiten sen miten potentiaalintasaus tulee tehdä ja mitä vaihtoehtoja käytettävissä on. Käsitellään niitä kuitenkin asennustyyppi- ja yhdekuvien nimillä.

Asennustyyppikuvassa on esitettyinä vaihtoehdot, miten potentiaalintasaus voidaan toteuttaa. Tukijalallisille säiliöille tehty asennustyyppikuva on esitettyinä liitteessä 3. Liitteessä 3 on esitettyinä asennustyyppikuva TE01 jalallisille säiliöille. Kuvassa esitetään mahdollisuudet, joiden perusteella potentiaalintasaus voidaan toteuttaa. Säiliön liittäminen potentiaalintasausjärjestelmään voidaan toteuttaa kaapelihyllyn tai maadoituskiskon välityksellä maadoituselektrodiin tai säiliön paikasta riippuen yhdistämällä se suoraan

maadoituselektrodiin. Jos säiliö sijaitsee kattilalaitoksen pohjakerroksessa, niin vaihtoehtoina ovat ainoastaan liittäminen maadoituskiskoon tai suoraan maadoituselektrodiin.

Jotta säiliö pystyttäisiin yhdistämään potentiaalintasausjärjestelmään, niin siihen on kiinnitettävä maadoituskorvake. Projektitietokantaan on suunniteltu yhdekuva, joka kertoo kuinka maadoitusjohdin yhdistetään säiliöön. Liitteessä 4 on esitettyä yhdekuva CB01, jossa on kuvattu säiliöön liitettävä maadoituskorvake, korvakkeen kiinnitystapa säiliön jalkaan sekä millä tavalla johdin korvakkeeseen yhdistetään.

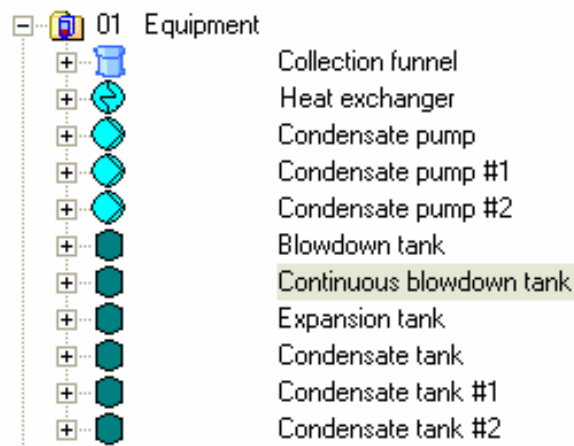
Jotta potentiaalintasauspisteet pystytään määrittämään, niin säiliön laitetietoihin on lisättävä potentiaalintasaus- attribuutit. Joten kaksi uutta attribuuttia tehtiin (asennustyyppikuvalle ja yhdekuvalle), jotka ovat Hook-up (Equipotential) ja Process connection (Equipotential). Esimerkissä 6.4.4 esitetään tarkemmin attribuuttien tarpeellisuus ja miten niitä voidaan hyödyntää.

Potentiaalintasaus on yleisesti ottaen ollut hieman harmaa alue maadoituksista puhuttaessa. Tämä johtuu siitä, että potentiaalintasaus ei ole kovin yksiselitteinen ja selkeä asia sekä laitekohtainen potentiaalintasaus tuo aina mukanaan poikkeuksia. Jos kustannuksia ei tarvitsisi laskea, niin se olisi helppoa, kun voitaisiin yhdistää jokainen laite potentiaalintasausjärjestelmään. Minkäänlaista tuotteistettua toteutusta potentiaalintasauksesta ei KPOY:llä ole aiemmin ollut. Nyt projektitietokannan monipuolisia ominaisuuksia pystytään käyttämään hyväksi. Seuraavassa kappaleessa on esimerkki säiliöstä, joka on yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään.

6.4.4 Esimerkki: Jalalliset säiliöt

Esimerkkilaitteeksi on siis valittu säiliö, joka yhdistetään potentiaalintasausjärjestelmään. Säiliöitähän on sekä pystyssä että vaakasuorassa, joten tämä esimerkki koskettaa käytännössä kaikkia niitä säiliöitä, joilla on tukijalat. Sillä ei ole merkitystä, onko laite pystysuorassa vai vaakasuorassa. Ohje ei siis ole millään tavalla yksilöllinen, vaikka esimerkkitalanteeseen on valittu pystyssä seisova säiliö. Pilot- esimerkkiin valittiin jatkuvan ulospuhalluksen säiliö (continuous blowdown tank).

Projektitietokannan näkymä on kuvan 6.10 kaltainen.

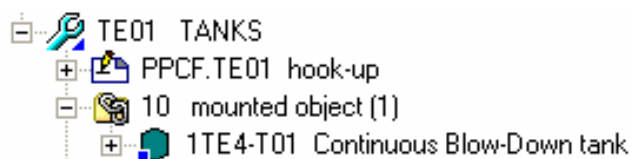


Kuva 6.10 Projektitietokannassa on valittu jatkuvan ulospuhalluksen säiliö.

Jotta kuvat on mahdollista määrätä säiliölle, on avattava säiliön laitetiedot ja sieltä Technical Data- välilehti. Välilehdelle on sijoitettu uudet attribuutit, joihin voidaan valita tehdyt asennustyyppi- ja yhdekuvat. Seuraavassa kuvassa 6.11 on esitettyä säiliön Technical Data. Potentiaalintasaus-attribuutit on rengastettu punaisella niiden havaitsemisen parantamiseksi.

Kuva 6.11 Säiliön teknisten tietojen välilehti projektitietokannassa, johon on luotu kaksi potentiaalintasaus-attribuuttia.

Luotuihin attribuutteihin voidaan nyt siis valita oikea potentiaalintasaus- asennustyyppi- ja -yhdekuva. Nyt säiliölle on annettu yhteys asennustyyppikuvaan TE01. Samalla asennustyyppikuvalla voi olla useita laitelinkkejä, joten laitteet, jotka vaativat potentiaa- lintausta voidaan hakea asennustyyppikuvien perusteella. Käsitellään tämä asia huo- lellisemmin tuonnempana. Kun säiliölle on annettu asennustyyppikuva, niin projektitie- tokannan puunäkymä on seuraavan kuvan 6.12 muotoinen.



Kuva 6.12 Säiliölle on määrätty asennustyyppikuva, koska mounted- object. kansiossa on säiliön objekti.

Tuoterakenteessa on “jakoavain”, jonka alla on asennustyyppikuvan dokumentti. Moun- ted object- kansio ilmaisee asennustyyppikuvalle annettujen objektien määrän, jonka alapuolella sitten näkyy kaikki ne laitteet, joille asennustyyppikuva on määrätty. Raken- teesta huomataan, että laitteiden hakeminen listamuotoon onnistuu parhaiten asennus- tyyppikuvien perusteella. Projektitietokannan työkalujen avulla laitetiedot voidaan ha- kea listamuotoon ja tallentaa esim. excel- tai pdf- dokumentiksi.

6.4.5 Tulevaisuus

Voidaan sanoa, että tulevaisuudessa projektitietokannassa on asennustyyppikuvakirjasto potentiaalintausta vaativille laitteille. Projektiin valittujen asennustyyppikuvien avulla voidaan laitelistaan hakea kaikki laitteet, jotka omistavat linkin. Kuvassa 6.12 oli linkat- tu ainoastaan yksi laite, mutta jos määrä on esim. 35, niin silloin mounted object- kansi- ossa on 35 laitetta, joiden yhteinen nimittäjä on asennustyyppikuva TE01. Laitelistassa on sitten esitettyinä kaikki projektin potentiaalintauspisteet. Niiden tietäminen on erit- täin tärkeää siinä mielessä, että jokainen potentiaalintauspiste tuo mukanaan myös kustannuksia. Yhden pisteen kustannukset muodostuvat kaapelista ja kaapelin päättämi- sestä molemmista päistään sekä asentajan tehdystä työstä. Kun kaikki potentiaal- intauspisteet ovat tiedossa jo tarjousvaiheessa, niin silloin myös urakoitsijat osaavat ot- taa maadoituskustannukset huomioon hinnoittelussaan. Tällöin todennäköisesti välttyt- täisiin yllättäviltä lisälaskuilta.

Kuvien hyvänä puolena on projektikohtainen muokattavuus. Useissa tapauksissa potentiaalintasaukselle on joitakin vaihtoehtoja. Vaihtoehtojen aiheuttamat kustannukset eroavat myös toisistaan. Projektipalavereissa voitaisiin käydä kuvat läpi ja valita sopivimmat kiinnitysmenetelmät potentiaalintasausjärjestelmään. Tämän jälkeen kuvat voitaisiin päivittää projektissa toteutettavaan muotoon, jolloin voitaisiin myös määrittää johtimien poikkipinnat. Tämän jälkeen kohtalaisen tarkan maadoituskustannusten arvioinnin pitäisi olla mahdollista.

7. YHTEENVETO

Tutkimustyön tavoitteena oli edistää yrityksen toimintaketjun hallintaa työssä tutkittavien osakokonaisuuksien perusteella. Erittäin oleellinen asia työn ymmärtämisen kannalta oli eri osa-alueiden välisten yhteyksien osoittaminen.

Työn alkupuolella käsiteltiin teorioita, joiden avulla tutkimuksen tuloksia voidaan osittain tarkastella. Nykypäivänä tuoterakenne on tärkeä osa yrityksen liiketoimintaa ja hyvin hallitun tuoterakenteen perusteella voidaan saada aikaan myös kustannussäästöjä. Tässä työssä tuoterakenteen tärkeyttä kuvaa projektitietokanta ominaisuuksineen. Projektitietokanta sisältää tuoterakenteen sekä muodostaa näin suunnittelijoille työskentelyympäristön. Työn aikana huomattiin, miten projektitietokannassa pystyttiin luomaan yhteyksiä eri laitteiden välille ja millä tavalla laitteiden etsiminen tuoterakenteesta onnistui. Tuoterakenteen avulla työskentelystä on saatu entistä tehokkaampaa, koska tiedot on jäsennetty samaan paikkaan ja ne on loogisesti dokumentoitu. Laitteiden hakeminen onnistuu kätevästi dokumenttipohjasta navigoimalla tuoterakenteeseen, josta haluttu objekti löytyy. Projektiakohtaisten tietojen jäsentäminen samaan paikkaan on tuonut työskentelyyn myös ajansäästöä.

Massaräätälöintiä tarkasteltaessa todettiin, että KPOY on kehittämässä toimintaansa massaräätälöinnin suuntaan. Tässä työssä tutkitut asiat toimivat myös massaräätälöinnin periaatteiden mukaisesti, mikä tarkoittaa sähköpuolen vakioinnin edistämistä. Massaräätälöinnin työkaluna toimii projektitietokanta, jolloin esim. kaikkien suunnittelijoiden yhtäaikainen työ on mahdollista. Tietokantaan voidaan myös tallentaa tiettyjä vakiodokumentteja, jotka ovat siten kaikkien käytettävissä. Vakiointityön valmistuessa käytössä pitäisi olla monipuolinen ja osittain automatisoitu työkalu kattilalaitoksen suunnitteluun.

Diplomityössä tutkittiin myös RFID- teknologian (MOVER- hanke) käyttämistä asennusvalvonnan yhteydessä. Tutkimuksen perusteella saatiin tärkeää tietoa eTageista ja niiden ominaisuuksista. Päästiin myös siihen lopputulokseen, että aika ei ole vielä kypsä siinä laajuudessa RFID- tekniikalle, mikä tuottaisi selkeää lisäarvoa yritykselle asennuksen seurannassa. Kyseessä ovat eTagit, joiden hyötynäkökohdat tulevat vasta sitten

esille, kun laitetoimittajat ovat hyväksyneet ne omaksi vakioratkaisuksi ja kiinnittävät laitteeseen ennen tavarantoimitusta.

Mobiilia ratkaisua voidaan kuitenkin muuten hyödyntää asennusseurannassa. Voidaan todeta, että päätelaitteen kaltainen sovellus voisi olla jo muutaman vuoden sisällä tuotantokäytössä, jos laitteeseen tarvittavat raportointiohjelmat saadaan vaaditulle tasolle. Tämä tarkoittaisi kynä & paperi- menetelmän korvaamista sähköisellä dokumentilla, joka olisi myös mahdollista ajaa projektitietokantaan projektihenkilöstön saataville. Tutkimuksen aikana tuli ilmi hankkeessa oleva potentiaali. Työtä on kuitenkin tehtävänä vielä huomattava määrä ennen todellisia hyötyjä, joita on mahdollista saada. Jos hankkeen kaltaiseen raportointiin jossakin vaiheessa siirrytään, niin sen pitäisi tarkoittaa parempaa työmaan ennustettavuutta ja tiedonkulkua organisaation sisällä. Enää ei tarvitsisi luottaa arvioituun edistymään vaan todellinen edistymä voitaisiin tarkastaa projektitietokannasta. Asennusvalvoja pystyisi tekemään raportointityötä samalla, kun kävisi työmaakerroksella, jolloin valvontaraportteja ei tarvitsisi jäädä työmaalle yömyöhään kirjoittamaan. Edellä mainitut asiat tarkoittaisivat sitä, että esim. työmaamiehitys voitaisiin määrittää tarkemmin ja asennusvalvojalle saataisiin helpotusta tämän hetkiseen työhönsä. Jos koko logistiikkaketju saadaan järjestelmään mukaan, niin laitteiden hankkiminen kahteen kertaan olisi myös erittäin epätodennäköistä. Kaikki esille nostetut asiat kannustavat kehitystyön jatkamiseen ja raportointilaitteiden ominaisuuksien parantamiseen.

Tässä tutkimuksessa pureuduttiin joihinkin epäkohtiin, jotka on ehdottomasti korjattava, jotta laitteet ovat työtä edistäviä ja helppokäyttöisiä. Kehitystyö on kuitenkin tehtävä vain kerran alusta lähtien, jonka jälkeen jatketaan ylläpitävin toimenpitein. Tämän tutkimuksen perusteella kehitystyö kannattaa viedä loppuun saakka ja katsoa minkälaista lisäarvoa hankkeella on todellisuudessa saavutettu.

Työssä käsiteltiin myös prosessisähköistyksen osa-alueita. Päällimmäisenä tarkoituksena oli luoda esimerkkejä, joita voidaan jatkossa käyttää periaatteellisena pohjana ja kehittää sitten eteenpäin. Esimerkkien laatimisessa onnistuttiin ja sähköpääkaavioille pystyttiin kehittämään uuden tyyppinen automatisoitu versio projektitietokantaan entisen AutoCAD- sovelluksen korvaajaksi. Nyt sähköpääkaaviot ovat käyttäjien ulottuvilla ja

kaikki pääkaaviokomponentit on jäsennettynä tuoterakenteessa. Asennustyyppikuvien tarkoituksena oli luoda muutama esimerkkikuva, joiden perusteella voidaan jatkossa tehdä asennustyyppikuvakirjasto projektitietokantaan. Asennustyyppikuva- esimerkit toteutettiin toimintakuvina, joiden perusteella pystytään laskemaan projektikohtaisten asennusmateriaalien massat ja määrät sekä laitemäärät. Asennustyyppikuvat mahdollistivat uuden menetelmän hahmottelun toimitusrajakaavioiden korvaajaksi. Uusi menetelmä on valmistuessaan automatisoitu sovellus, jonka perustan luo asennustyyppikuvakirjasto. Diplomityön puitteissa luotiin näkemys uuden menetelmän kehityksen suunnasta ja se millä tavalla sovelluksen tulisi toimia tulevaisuudessa, jotta siitä on yritykselle olennaista hyötyä. Maadoituskustannusten hallinnan kehittäminen oli myös yksi käsitellyistä prosessisähköistyksen osa-alueista. Projektitietokantaan luotiin pilot- esimerkki potentiaalintasauksen toteuttamisesta. Tietokantaan luotiin potentiaalintasaus- asennustyyppi- ja yhdekuva. Kuvat perustuvat potentiaalintasausta vaativien kattilalaitoksessa sijaitsevien laitteiden määrittämiseen, joiden perusteella pystytään arvioimaan projektikohtaiset maadoituspisteet ja laskemaan tarkat hinnat maadoituskustannuksille.

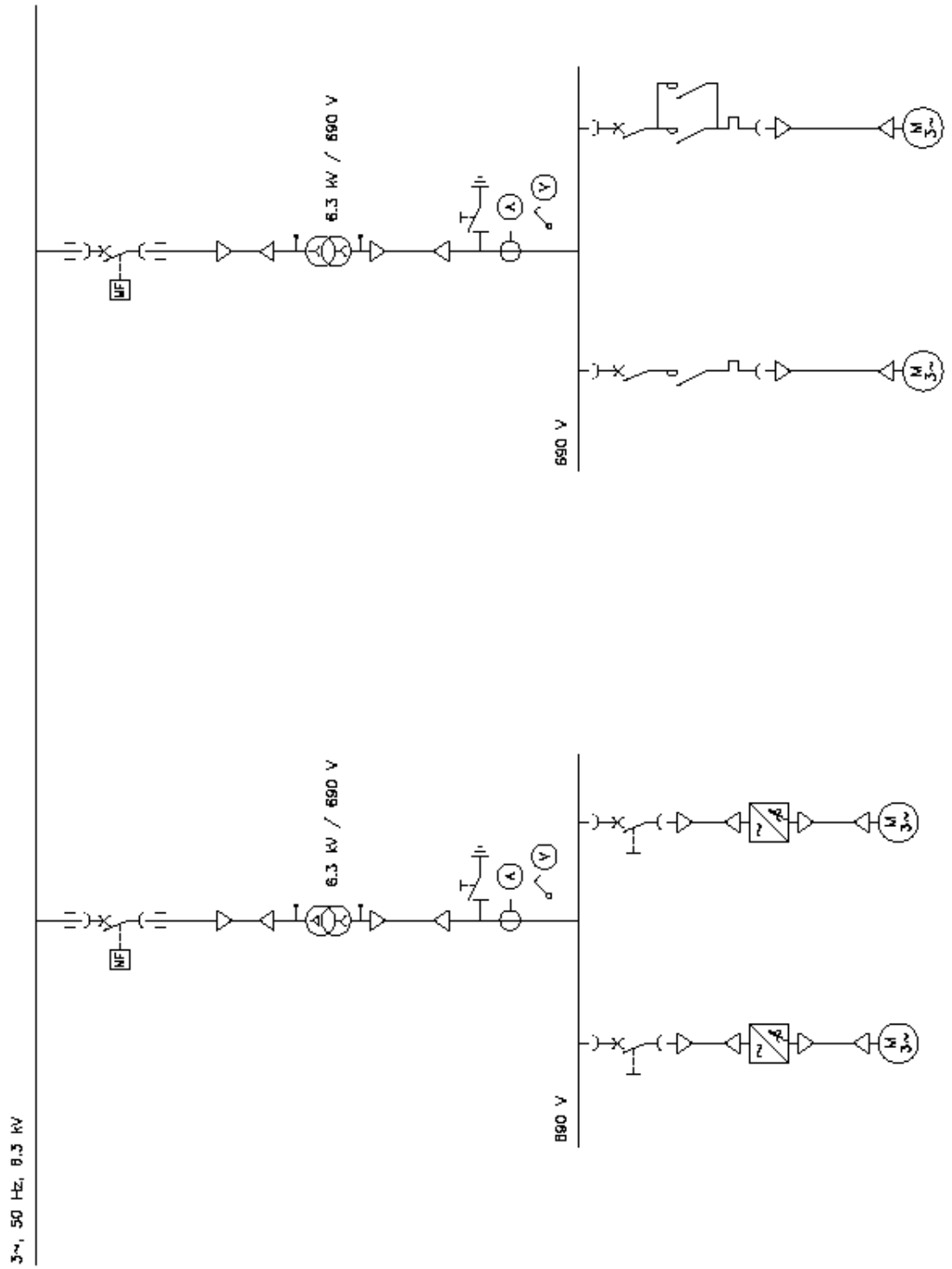
Tutkimustyössä käsitellyt asiat pystyttiin yhdistämään ja perustelemaan esimerkein. Tämä työn alue osoittautui erittäin oleelliseksi ja voidaan sanoa, että yhteyksien osoittaminen esim. madaltaa asennusraportoinnin käyttöönottoa, koska hyötynäkökohdat ovat entisiin menetelmiin nähden huomattavat. Nykypäivän yritysliiketoiminnassa globaalisuus on yksi avaintekijöistä. Työssä todistettiin projektitietokannan ja sen yhteensopivuuksien avulla, että reaaliaikainen tiedonkulku ja sen hakeminen on fyysisestä olinpaikasta huolimatta mahdollista.

LÄHDELUETTELO

- (Auser) Auser Oy, internet-sivut. [Viitattu 6.11.2006]. Saatavilla www-muodossa:
http://www.auser.fi/tuotteet/data/attachments/Taajuusmuuttajakayton_vaatimukset.pdf
- (Mass) Glossary: Mass Customization, Open Innovation, Personalization and Customer Integration, internet-sivut. [Viitattu 5.1.2007]. Saatavilla www-muodossa: <http://www.mass-customization.de/glossary.htm#mc>
- (Innotec 06) Innotec GmbH, internet-sivut. [Viitattu 9.1.2007]. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.innotec.de/objektgedanke.html?&L=1>
- (KPOY 06a) Kvaerner Power Oy. Kattilalaitoksen maadoitukset, suunnittelu- ja toteutusohje, 2006.
- (KPOY 06b) Kvaerner Power Oy. Yritys- ja tuotepresentaatio 2006.
- (Peltonen 02) Peltonen, H., Martio, A., Sulonen, R. PDM- Tuotetiedonhallinta. Helsinki, 2002, Edita Prima Oy, 168 s. ISBN-951-826-664-6.
- (Piller 04) Piller, F.,T. Mass Customization: A short introduction and some myths of the concept In: Mäkipää, M., Ruohonen, M. The First Finnish Mass Customization and Personalization (MCP) Forum – fasing international research. E-Business Research Center. Research Reports 12. Tampere, 2004.

- (Sarinko 99) Sarinko, K. Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi. Diplomityö, 1999, 87 s.
- (SVAMK) Suomen Virtuaaliammattikorkeakoulu, internet-sivut. [Viitattu 7.11.2006]. Saatavilla www-muodossa: <https://www.virtuaaliamk.fi/bin/get/dd/5c04L9dRB.51IMp7Laf>
- (ST 02) Sähkötietokortisto. ST 53.21. Rakennusten jakelujärjestelmien maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Sähköinfo Oy, 2002.
- (ST 94) Sähkötietokortisto. ST 830.17. Suur- ja keskijännitejakelu, kojeiston pääkaavion laatimisohe. Sähköinfo Oy, 1994.
- (ST 93) Sähkötietokortisto. ST 841.15. Turvakytkimien asennus. Sähköinfo Oy, 1993.
- (TEKES) Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus, internet-sivut. [Viitattu 10.1.2007]. Saatavilla www-muodossa: <http://www.tekes.fi/vamos/>
- (VKOODI) Viivakoodi Optiscan Oy, internet-sivut. [Viitattu 10.1.2007]. Saatavilla www-muodossa: http://www.viivakoodi.fi/uploadkuvat/BlackJet_highres2.jpg

Esimerkki sähköpääkaavion rakenteesta




Esimerkki asennustyyppikuvasta (ST 93)

VAIKTOEHTOINEN TAPA

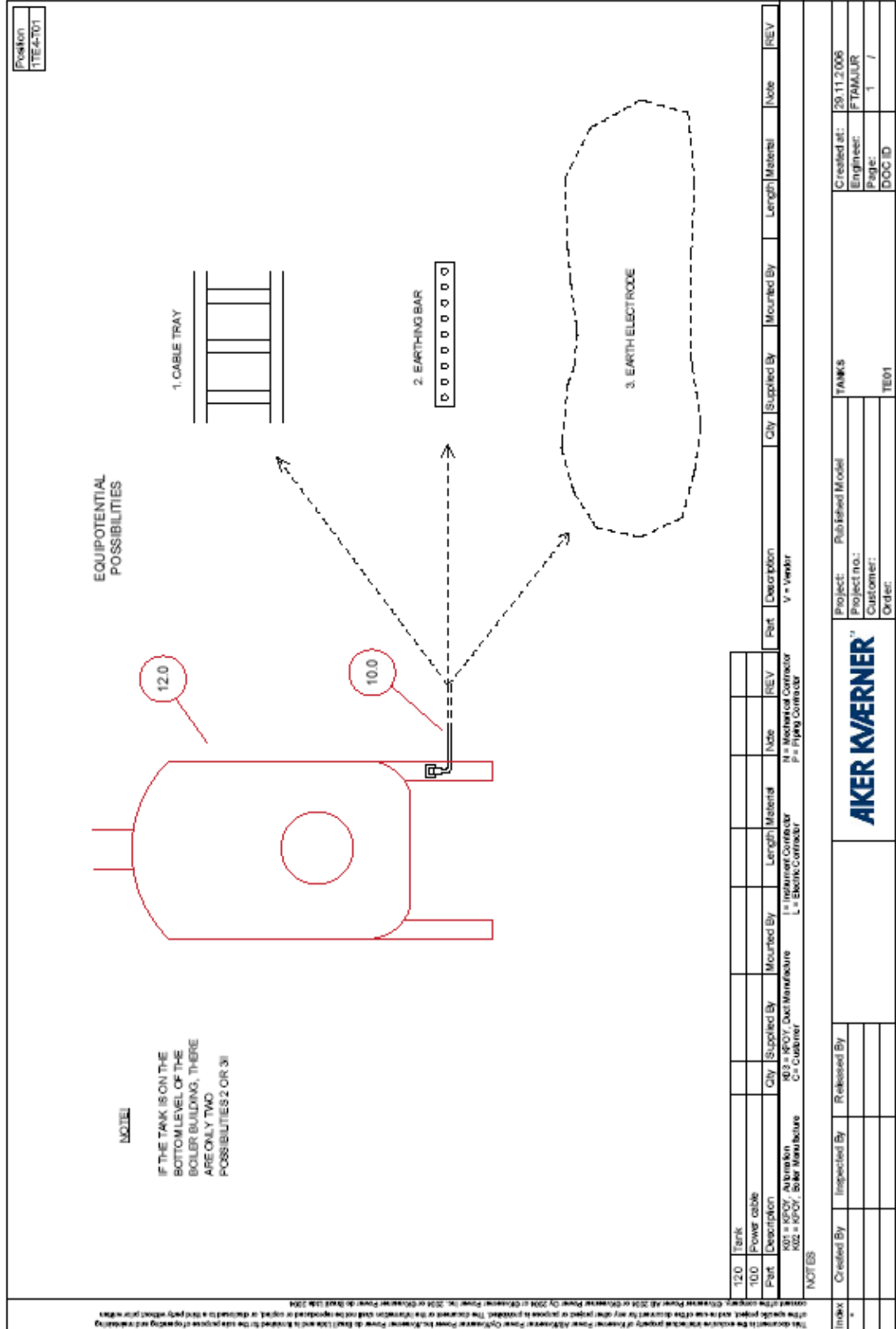
MOOTTORIN LIITÄNTÄKAAPELIN KIINNITYS, SUOJAUS JA TUENTA TARPEEN MUKAAN

VAIKEISSA YMPÄRISTÖOLOSUHTEISSA HYLLYN KIINNITYS LATTIAAN
ESIM. HAPONKESTÄVILLÄ LIITOKSILLA TAI HYLLY KIINNITETÄÄN MOOTTORIPETIIN

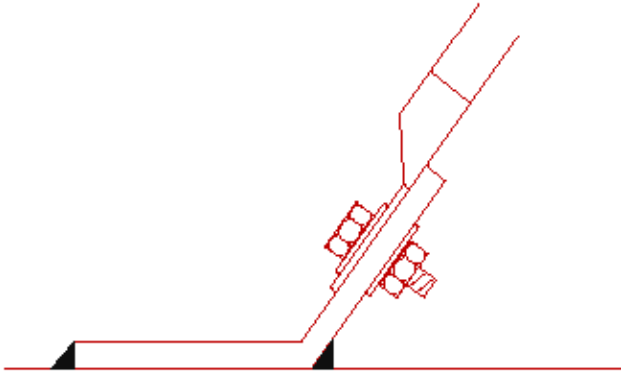
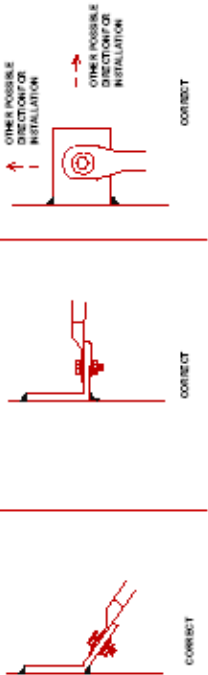
TARVITTAESSA ASENNETAAN KUVAN TKC02 MUKAINEN SUOJAKATOS

Keskiteollisuus Kone- ja laitteiden asennus	TEOLLISUUDEN SÄHKÖISTYKSEN ASENNUSTYYPPIPIIRUSTUKSET		Lehti	1	J26411500018
	 ST KORTISTO	KAAPELIHYLLYT JA KAAPELOINTI TURVAKYTKIMEN ASENNUS KAAPELOINTI YLÄKAUTTA	Pvm	23.11.2002	Piirra TKC01
			Suunn.	E. Oksanen	
			Piir.	v2	
			Tarkoitus	KL	

Potentiaalintasaus- asennustyyppikuva



Potentiaalintasaus- yhdekuva

<p>POSITION 176A-T-01</p> 		<p>Created at: 28.11.2006 Engineer: FTAMJUR Page: 1 / 1 DOC ID</p>	
<p>Project: Pubished Model Project no.: Customer: Order: CB01</p>		<p>EQUIPOTENTIAL FOR TANKS</p>	
<p>AKER KVAERNER</p>			
<p>INSTANTION</p> 		<p>OTHER POSSIBLE DIRECTION OF INSTALLATION</p> <p>OTHER POSSIBLE DIRECTION OF INSTALLATION</p>	
<p>Part Description Qty Supplied By Mounted By Size Material Note REV</p> <p>K01 = KPOY, Automation K03 = KPOY, Duct Manufacture N = Mechanical Contractor V = Vendor K02 = KPOY, Solar Manufacture C = Customer L = Electric Contractor P = Piping Contractor</p>		<p>NOTES</p>	
<p>INSTRUCTIONS</p> <p>A B C D E F</p>		<p>Created By Inspected By Released By</p>	
<p>This document is the exclusive intellectual property of Aker Kvaerner Power. It is not to be distributed, copied, or reproduced in any form without the prior written consent of Aker Kvaerner Power. All rights reserved. The document is intended for use only for the project and is not to be used for any other project or purpose without the prior written consent of Aker Kvaerner Power. All rights reserved. The document is intended for use only for the project and is not to be used for any other project or purpose without the prior written consent of Aker Kvaerner Power. All rights reserved.</p>			