

# SÄHKÖSUUNNITTELU- PROSESSI TEOLLISUUSPROJEKTISSA

Teemu Mikael Juvakka

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Suunnittelupainoiteinen  
mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
04.12.2015  
Teemu Juvakka

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka

JUVAKKA, TEEMU:

Sähkösuunnitteluprosessi  
teollisuusprojektissa

Suunnittelupainoitteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 29 sivua, 19  
liitesivua

Syksy 2015

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella sähkösuunnittelun prosessia työelämän teollisuusprojektissa, joka tuotettiin yhteistyössä Esys Oy:n kanssa Dosetec Exact Oy:n asiakkaalle. Projektissa toimi sähkö- sekä automaatio suunnittelija, joiden toiminnan pohjalta tehtiin opinnäytetyö parantamaan Lahden ammattikorkeakoulun Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman työelämäläheisyyttä.

Teollisuusprojektina oli loppuasiakkaan kuivatuotetehtaan modernisointi, jonne toimitettiin uudet sähkökeskukset ohjaamaan sekä tehostamaan vanhempaa mekaniikkaa. Koneturvallisuus paranani myös uusien sähkökeskusten myötä. Nämä edellä mainitut asiat edellyttivät uusien asioiden tutkimista ja niihin perehtymistä. Näitä esimerkiksi olivat turvateknilliset komponentit sekä standardit, erilaiset väyläkomponentit ja monimoottorikäytöt.

Projektissa toimi kaksi Esys Oy:n suunnittelijaa ja Dosetec Exactin puolelta projektikoordinaattori sekä huoltoteknikko. Sähködokumentit toteutettiin Kymdata Oy:n CADS Electric Planner Pro:lla, johon löytyi ennestään jo oma lisenssi.

Projektin tuloksena oli laadukas, nykypäiväisesti ohjattu kuivatuotelinjasto, josta oli poistettu kaikki ylimääräinen, joka olisi saattanut aiheuttaa huoltokustannuksia. Uusi linjasto myös paransi loppuasiakkaan tuottavuutta sekä prosessien tarkkuutta. Projekti antoi suunnittelijoille kokemusta vanhempien prosessilinjastojen revisioinneista sekä projektin läpiviennistä sujuvammin.

Asiasanat: teollisuus, suunnitteluprosessi, sähkösuunnittelu, projekti

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Production and Manufacturing Technology

JUVAKKA, TEEMU: Electrical designing process in industrial project

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 29 pages, 19 pages of appendices

Autumn 2015

## ABSTRACT

---

The goal of this Bachelor's Thesis was to inspect the electrical design process in a working life industrial project which was co-designed with Esys Oy for Dosetec Exact Oy's client. In this project, there was an electrical designer and an automation designer whose work experience was utilized in this thesis. The goal was to bring the writer's degree programme, Production and Manufacturing Technology, closer to working life.

The target of this project was to modernize a dry mortar factory where new electrical cabinets were delivered to enhance the performance of older mechanical structure. New cabinets were also needed to improve machine safety. First, safety components, standards, industrial communication bus products and multiple motor control methods were studied. It was demanded to get acquainted with new ways of technology.

Two designers from Esys Oy and two personnel from Dosetec Exact Oy took part in the project. Dosetec Exact Oy provided a project coordinator and a maintenance technician. Electrical documentation was produced with Kymdata Oy's CADS Electrical Planner Pro for which there was a license already.

The result of the project was a high quality dry mortar line with modern control. Also high maintenance cost units were removed to decrease the maintenance budget. The new line improved product output and gave accuracy for process control. The designers received experience about the revision of an old technology process line and taking the project process through more fluently.

Key words: industry, designing process, electrical designing, project

## ESIPUHE

Kesällä 2014 sain Esys Oy:n toimitusjohtajalta, Pasi Mäkiseltä toimenkuvaksi suunnitella kuivatuotetehtaan prosessilinjaston modernisoinnin. Toimitusjohtaja Mäkinen oli sitä mieltä, että kyseisen kokoluokan suunnitteluprojekti on hyvä askel kohti ammattimaisuutta. Tämän jälkeen loin yhteenvedon suunnitteluprosessista opinnäytetyön muodossa.

Haluaisin kiittää seuraavia yrityksiä sekä näiden työntekijöitä, jotka olivat projektissa mukana ja auttoivat minua kehittymään insinööriopiskelijana teollisuussähkösuunnittelun alalla.

Dosetec Exact Oy:

- Jari Koskinen, hallituksen puheenjohtaja
- Tuomo Koskinen, projektikoordinaattori
- Jyri Laaksonen, huoltoteknikko

Esys Oy:

- Pasi Mäkinen, toimitusjohtaja
- Juha Taavila, sähkötöiden johtaja
- Simo Backman, automaatio suunnittelija

Paraisten Valo Oy:

- Sami Rantanen, toimitusjohtaja
- asentajat, jotka toimivat projektin asennuksissa

Lahdessa, . . . .2015

---

Teemu Juvakka

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYSESITTELYT	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
3	TEOLLISUUDEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA HYÖDYLLISET OHJELMISTOT	3
3.1	Kymdatán CADS Electrical Planner	3
3.2	Microsoft Excel	4
4	PROJEKTIN ALOITUS SEKÄ TÖIDEN ALUSTAMINEN	5
4.1	Palaverit	6
4.2	Aikataulukus sekä priorisointi	7
4.3	Kenttätutkimukset	8
5	SUUNNITTELUPROSESSI	11
5.1	PI-kaavio sähkösuunnittelun apuna	11
5.2	Sähkösuunnittelun kompastuskivet	15
5.2.1	Riskin pienentäminen	15
5.2.2	Loppuasiakkaan vanhemmat sähködokumentit	17
5.2.3	Tietokannallisuus	18
6	YHTEENVETO	21
	LÄHTEET	22
	LIITTEET	24

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö, *Sähkösuunnitteluprosessi teollisuusprojektissa* pohjautuu suunnittelemaani teollisuusprojektiin, jonka vastaanotin Esys Oy:n toimitusjohtajalta Pasi Mäkiselältä kesällä 2014. Projektin tavoitteena oli toimittaa loppuasiakkaalle kahden prosessilinjaston modernisointiin tarvittavat sähkökeskukset sekä prosessilinjastojen ohjausjärjestelmä. Tämän modernisaation tarkoituksena oli parantaa sähkö- ja koneturvallisuutta, parantaa tuotannon tuottavuutta, muuttaa vanha, yhden miehen valvomo kenttävalvomoksi uusilla HMI-paneeleilla sekä keskittää toimilaitteiden pneumatiikka. Kyseinen modernisointi myös poisti kaikki ylimääräiset, käyttämättöminä olleet järjestelmät sekä toimilaitteet, jotka olisivat voineet vaikuttaa huoltokuluihin tai huollon toteutukseen. Opinnäytetyö käsittelee pääsääntöisesti suunnitteluprojektin kulkua revisioprojektissa. Uusioprojektien kulusta kirjoittaessani sovellan sekä käytän saamaani ammattitaitoani teollisuusjärjestelmien sähkösuunnittelusta. Opinnäytetyössä ei käydä läpi sähkötekniikan suunnittelun yksityiskohtia tai projektiorganisaation hallinnollista tarkastelua.

Projektiryhmäämme kuului automaatio suunnittelija Simo Backman, Lahden ammattikorkeakoulun alumni sekä minä sähkösuunnittelijana. Dosetec Exact Oy:n projektikoordinaattori Tuomo Koskinen toimi ryhmämme vetäjänä. Backman toimi ryhmässämme vanhempana suunnittelijana, joten hän osasi neuvoa sekä opastaa kuinka teollisuusprojekteissa toimitaan suunnittelun sekä kenttätöiden osalta.

Ammatillisen kokemuksen lähtökohdat rajoittuivat kohdallani pieniin sekä yksinkertaisiin sähkösuunnitteluprojekteihin sekä sähkötekniikan dokumentointiin. Aikaisempaa kokemusta tämän projektin kokoisesta suunnittelukokonaisuudesta minulla ei ollut. Backmanilla on jo yli 10 vuoden kokemus annostelujärjestelmien ohjelmoimisesta sekä kenttätyöskentelystä.

## 2 YHTEISTYÖSSÄ ESYS OY JA DOSETEC EXACT OY

Dosetec Exact Oy on vuonna 1954 (tällöin Tmi Koskinen & Pojat) perustettu punnitus- ja annostusjärjestelmien valmistaja Nastolasta. Yrityksen Dosetec-annostusjärjestelmiään valmistetaan yli 50 vuoden kokemuksella. Dosetec Exactin tuoteperusta on puhtaasti asiakaslähtöinen. Tällä asiakaslähtöisyydellä varmistetaan asiakkaille, että he saavat juuri omaan käyttöönsä sopivan annostusjärjestelmän helppoasenteisena sekä esikäyttöön otettuna. Dosetec Exactin laitetoimitukseen myös kuuluu käyttökoulutus sekä huoltopalvelut, jotka ovat olennainen osa heidän palveluitaan. Dosetec Exactin asiakaskunta on pääasiallisesti eri prosessiteollisuuden yrityksiä. Näitä asiakasreferenssejä ovat esimerkiksi Saint-Gobain, Teknos, Fazer ja Vaasan. (Dosetec Exact Oy 2015.)

Esys Oy on hollolalainen automaatioalan R&D-toimisto, joka on perustettu vuonna 1993 (Kauppalehti 2015). Esys tarjoaa eri teollisuusalojen yrityksille teollisuuden suunnittelu-, keskusvalmistus- sekä kehityspalveluita. Yrityksen palvelukokonaisuus muodostuu asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Esyksen suunnitteluosastolla varmistetaan laadukas, standardit täyttävä automaatio- sekä sähkösuunnittelu alojen uusimmilla ohjelmistopäivityksillä. Yrityksen oma, samoissa tiloissa toimiva keskusvalmistus takaa Esyksen asiakkaille vaatimuksien mukaiset keskusvalmistus sekä aikatauluissa pysyvät toimitukset. Esys Oy:n asiakasreferenssejä ovat muun muassa Raute, Fazer ja AJV-Machine. (Esys Oy 2015.)

### 3 TEOLLISUUDEN SÄHKÖSUUNNITTELUSSA HYÖDYLLISET OHJELMISTOT

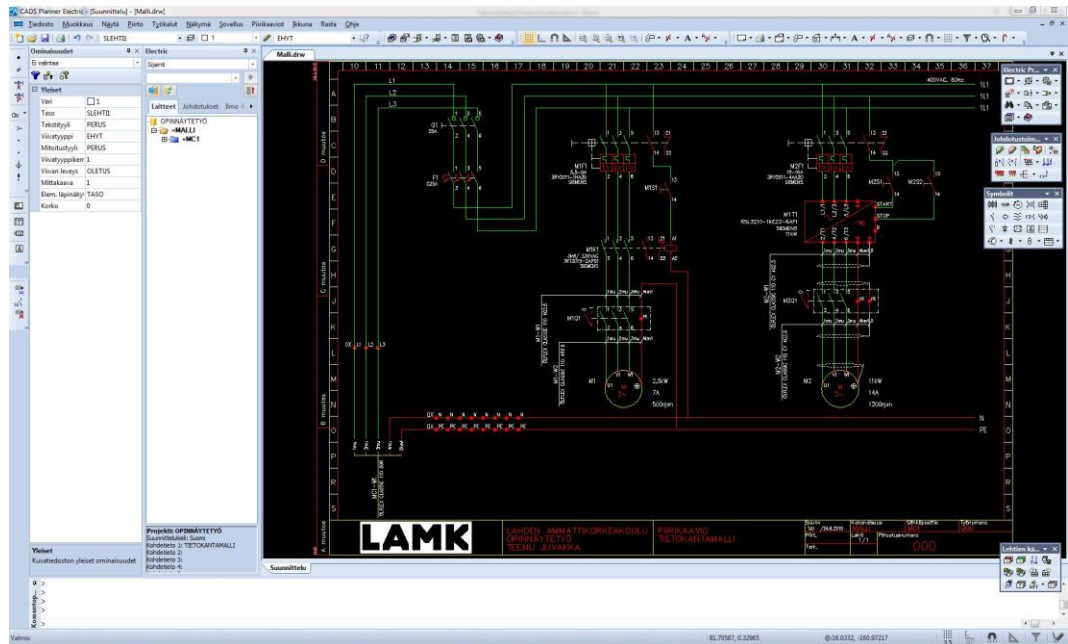
#### 3.1 Kymdatan CADs Electrical Planner

Kymdatan CADs Electrical Planner on yksi Suomen käytetyimmistä sähkösuunnitteluohjelmistoista, jota käyttävät esimerkiksi Deltamarin Oy, Etteplan Oyj, Lahti Energia Oy, Lahti Precision Oy ja Grandlund Saimaa Oy (Kymdata Oy 2015).

Electrical Planner Pro sisältää erilaisia sovelluksia, joilla luodaan standardin SFS-EN 61082-1 määräämät dokumentit sähkötekniisiin tuotteisiin, kuten keskuksille. Näitä sovelluksia ovat Keskuskaaviot, Keskuslayout, Piirikaaviot sekä Tasopiirustukset. Kolmea ensimmäistä sovellusta käytetään sähkötekniiseen suunnitteluun ja viimeisintä käytetään esimerkiksi rakennuksen layoutin suunnitteluun. Pro-versiossa on myös yksi hyvin tärkeä ominaisuus, joka on CADs DB eli ohjelmiston oma tietokanta. Tällä ominaisuudella CADs:n sovellukset sulautetaan MS Access -pohjaiseen tietokantaan. Kun esimerkiksi piirikaavioon luodaan symboleita, kilpiä, johdotuksia tai kaapeleita, niin kaikki nämä tallentuvat kyseiseen tietokantaan ja pysyvät ajan tasalla piirikaavioon tehdyistä muutoksista. Näitä tietoja tietokannassa voidaan käyttää siten luomaan



erilaisia luetteloita sekä taulukoita. Kuviossa 1 on esimerkki CADS:n käyttöliittymästä.



KUVIO 1. CADS:n käyttöliittymä

### 3.2 Microsoft Excel

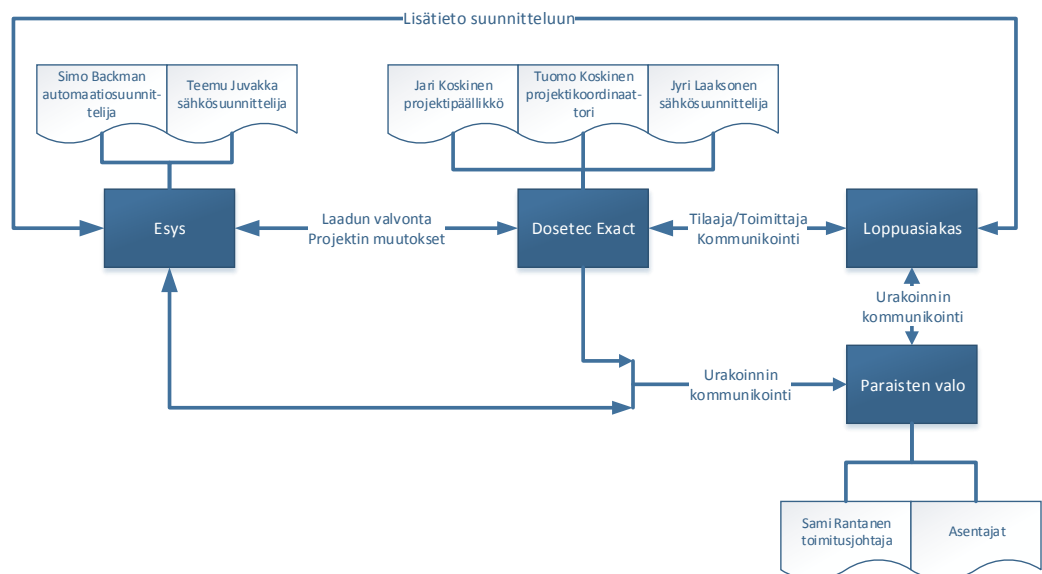
Microsoft Excel on ehkä yksi maailman tunnetuimmista sekä käytetyimmistä taulukkolaskentaohjelmista, jonka Microsoft on valmistanut. Sähkösuunnittelussa Excel on yksi käytännöllisimmistä ohjelmista, jolla voidaan luoda erilaiset luettelopohjat. Tällaisia luetteloita ovat esimerkiksi kaapeliluettelot, joihin saadaan luotua Pivot-taulukot kaapelimäärien laskemisen helpottamiseksi. Pivot-taulukoita voidaan käyttää myös osaluetteloissa, joilla voidaan jaotella komponenttivalmistajat toisistaan.

Lisäksi, jos käytössä on CADS Electrical Planner, niin tällöin on suositeltavaa opetella Excelin käyttö. Tämä johtuu siitä, että Excel on yksi datamediumeista asiakaskohteen tietojen sekä CADS:n tietokannan välillä. CADS:iin voidaan helposti tuoda tietoa Excelistä sekä päinvastoin.

#### 4 PROJEKTIN ALOITUS SEKÄ TÖIDEN ALUSTAMINEN

Suunnittelijan projekti alkaa vastaanottamalla se projektipäälliköltä tai tilaajalta, joka on huomannut, että nykyhetken tilanne ei vastaa toivottua tilannetta. Yleensä näitä tilanteita ovat markkinoiden vaatimukset, liike-elämän tarpeet, asiakkaiden toivomukset, teknologian edistäminen sekä muuttuneet lainsäädännöt (Karlsson & Marttala 2001, 14). Voidaan olettaa, että tässä projektissa syinä ovat olleet tuottavuuden kehittäminen, valvonnan yhtenäistäminen, koneturvallisuuden ja muun tekniikan parantaminen. Karlsson ja Marttala (2001, 79) ovat myös todenneet, että tilaaja on aina henkilö eikä niinkään organisaatio. Tällöin voidaan nimetä vastuullinen henkilö johtamaan projektin toimeksiantoa. Projektin, johon opinnäytetyö pohjautuu, tilaajana toimi projektin tilanteen yrityksen huoltoinsinööri.

Projektin projektiorganisaatio näkyy kuviossa 2. Kuten kuvioista 2 näkyy, kommunikointinuolet kulkevat lähes jokaisessa tapauksessa molempiin suuntiin. Tällaisen kokoluokan projektissa on hyvin tärkeää, että tieto kulkee kaikkiin suuntiin, sillä jos näin ei tapahdu, niin sen huomaa hyvin selvästi suunnittelu-, urakointi- ja käyttöönottovaiheessa. Kuvion 2 nuolista myös näkee, minkälainen kommunikointisuhde eri osapuolilla oli.



KUVIO 2. Projektiorganisaatio

#### 4.1 Palaverit

*Sanotaan, että kokousten lukumäärä ja kesto ovat kääntäen verrannollisia organisaation tehokkuuteen (Ruuska 2007, 158).*

Kun projektiryhmän jäsenet ovat tiedossa molemmin puolin, niin toimittaja- kuin tilaajapuolella, projektin aloittaminen voidaan saada aikaan aloituspalaverilla. Kuten Karlsson ja Marttala (2001, 75) ovat todenneet, aloituspalaverin tarkoitus on tehdä suunnitelmista sekä analyyseistä konkreettisia asioita. Projektissamme pidimme aloituspalaverin heti ensimmäisenä palaverina, kun saimme tehtävänannon Backmanin kanssa. Aloituspalaverissa olivat mukana Esys Oy:n edustajat sekä Dosetec Exact Oy:n edustajat. Aloituspalaverissa tutustuimme toisiimme ja aloimme luomaan pohjaa yhteistyöllemme. Kävimme palavereissa läpi tärkeitä projektisuunnitelmallisia asioita läpi liittyen ohjelmistoon, mekaniikkaan, sähköistykseen sekä komponenttien valintaan. Ohjelmistoon liittyen kävimme läpi erilaisia ohjelmistorakenteita sekä käyttöliittymien rakenteita. Palaverissa aiheena olivat myös ohjelmistotarjoukset sekä niiden laajennukset. Mekaniikkaan sekä sähköistykseen liittyen keskustelimme erilaisista komponenttivalinnoista sekä niiden rajauksista. Käsittelimme myös paineilmajärjestelmien valintoja sekä niiden käyttäjiä. Asiakas oli meille määrittänyt, että toimittaisimme keskitetyn paineilmajärjestelmän heille.

Projektin aloituspalaverin jälkeen alkoivat suunnittelu- tai infopalavereina. Suunnittelupalavereissa oli tarkoituksena käydä läpi jo tehtyjä suunnitelmia ja verrata niitä siihen, mitä asiakas oli tilannut tai vaatinut. Suunnittelupalavereissa pääsääntöisesti meillä oli aina mukana Esysen sekä Dosetec Exactin edustajat. Tällöin saimme yhteisen käsityksen siitä, että missä vaiheessa projektia edetään, mitä pitää korjata sekä mihin ollaan menossa. Pidimme myös suunnittelupalavereita loppuasiakkaan kanssa. Tällöin yleensä esitimme sen, mitä oli suunniteltu, ja asiakas kertoi, että oliko se semmoisenaan sopiva vai tarvitsisiko se parannettavaa. Infopalavereita pidimme lähinnä kentällä tiimien kesken ja tutkailimme tilannetta kentältä käsin.

## 4.2 Aikataulutus sekä priorisointi

*Kuinkas projekti sujuu?” – ”Hyvin, kiitos!” – ”Mistä sen tiedät? (Karlsson & Marttala 2001, 89).*

Kun projektin toteutus sovitaan, niin tällöin sen aikataulun laatii tilaaja (Karlsson & Marttala, 2001 79). Kun projektissa käytetään alihankintaa tai jopa alihankinnan alihankintaa, niin tällöin alihankkija määrittää lisäaikataulutuksen projektille. Lisäaikataulutuksella toimittaja eli projektin alihankkijan projektipäällikkö tai -koordinaattori pystyy varmistamaan suunnittelijoidensa laadun ennen toimitusta asiakkaalle. Toisin sanoen, jos tilaajan määrittelemä viimeinen palautuspäivä on viikolla 29, niin tällöin toimittaja spesifioisi oman aikataulunsa viimeisen palautuspäivänsä viikoille 26 - 28. Kun toimittaja on spesifoinut aikataulunsa, niin tällöin alihankkija eli projektiorganisaatiollinen toimiporras, jossa me toimimme, pystyi määrittämään käytettävät resurssit.

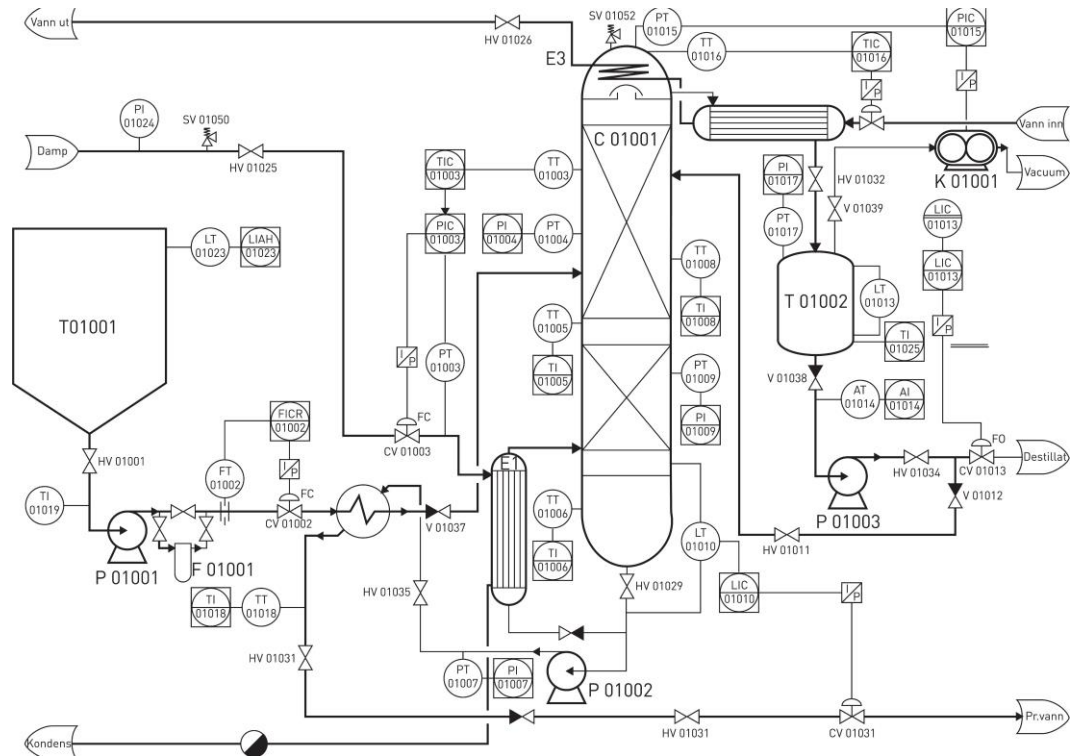
Sähkösuunnittelussa on eräitä priorisoitavia kohtia. Ensinnäkin suunnittelun alussa kannattaa kerätä kaikki lähtötiedot kansioon, oli se kansio joko sähköinen tai manuaalinen. Kansioon jäsenneetyt valmiit materiaalit projektin toteutukseen helpottavat sekä nopeuttavat projektin kulkua. Tällöin suunnitteluprosessi ei keskeydy esimerkiksi sen takia, että pitää komponenttivalmistajien sivuilta lähteä etsimään datalehtiä. Tämä koskee modernisointi- sekä uudisprojekteja, molemmissa ovat aina omat spesifikaationsa. Lisäksi, kun toteutetaan automaatiojärjestelmää ja projektissa on kaksi suunnittelijaa; sähkö- sekä automaatio-suunnittelija, niin sähkösuunnittelijan ei kannata käyttää liikaa aikaa IO-listan viimeistelyyn. On fakta, että IO-listalla on taipumus muuttua, etenkin jos sähkösuunnittelijalla ei ole vahvaa ammattikokemusta. IO-listan muuttavuuteen vaikuttavat myös lähtötietojen oikeellisuus sekä loppuasiakkaan puolelta tulevat muutokset, jotka tulevat ilmi suunnittelun loppuvaiheilla tai vasta urakoinnin aikana. Sähködokumenttien suunnittelussa on myös mahdollista priorisoida suunnittelujärjestyksen, mutta se on vahvasti suunnittelutoimistokohtaista. Esimerkiksi Dosetec Exactin huoltoteknikko Jyri Laaksonen (2014) kertoi, että heillä laaditaan ensimmäiseksi pääpiirikaaviot ja niiden pohjalta päästään

kokoonpanemaan sähkökeskuksia lähes välittömästi. Tämä on hyvä tekniikka, mutta tällöin sähkösuunnittelijan on tunnettava ammattitaitonsa sekä rutiininsa, jotta tämä pystyisi toteuttamaan suunnittelun edellä mainitulla tavalla.

#### 4.3 Kenttätutkimukset

Yksi tärkeimmistä vaiheista suunnitteluprosessin alustamisessa on käydä asiakkaan luona vierailuilla. Ei pelkästään sen takia, että pidetään suunnittelu- tai informaatiopalavereita, vaan sen takia, että pääsee konkreettisesti tutustumaan itse kohteeseen. Kun suunnittelussa on uusiokohde, on aina helpompaa luoda jotain uutta tietynlaisten spesifikaatioiden ja PI-kaavion pohjalta. Mutta siinä vaiheessa, kun kyse on teollisuuslaitoksen modernisoinnista, niin vierailuilla kerätyn informaation tärkeys kasvaa.

Kun lähdetään tarkastelemaan tarkemmin tiedonhankinnan prosessia kentällä, niin huomataan sen tarvitsevan runsaasti aikaa sekä muistiotyökalut. Myös nykypäiväiset mediat ovat hyvin suositeltuja, kuten tabletit sekä älypuhelimet. Jos loppuasiakas on antanut lähtöaineistossa P&ID- eli Piping And Instrumentation Diagram eli PI-kaavion, niin se on ehdoton dokumentti ottaa mukaan. PI-kaavio on dokumentti, jossa on kuvattu kohteen prosessijärjestelmän toimilaitteet, mediumit sekä anturoinnit. Kuvio 3 antaa käsityksen siitä, millainen PI-kaavio voi olla.



KUVIO 3 - PI-kaavio (Gyldendal Norsk Forlag 2015)

Kun olemassa olevaa järjestelmää lähdetään modernisoimaan ja toimilaitteiden tietoja ei olisi olemassa asiakkaalla, niin silloin tilanne vaatisi prosessijärjestelmän toimilaitteiden sekä antureiden perinpohjaista selvittämistä sekä kyseisten laitteiden päivittämistä PI-kaavioon. On myös suositeltavaa, että tässä vaiheessa sähkösuunnittelija ottaa selvää suunnittelukohteen toiminnasta. Revisioineissa kohteen toimintatavoista voidaan kysyä operaattoreilta tai projektin tilanneelta henkilöltä. Uusiokohteissa toiminnasta voidaan kysyä myös tilaajalta tai mekaniikkasuunnittelijoilta. Sähkösuunnittelijan ei kannata arvailla komponenttien tietoja tai kohteen toimintatapoja, sillä tällöin on todennäköistä, että urakointivaihe pitkittyy, koska suunnitteluvirheitä joudutaan miettimään uudestaan. Kenttätutkimuksilla kannattaa myös ottaa selvää mahdollisten uusien keskuksien sekä eri koteloiden sijainnit. Tällöin suunnittelija pystyy määrittämään esimerkiksi kaapelihyllyjen asennustavat sekä niiden sijainnit. Yksi huomattavista syistä, miksi näiden keskuksien sekä koteloiden alustavat paikat kannattaa ottaa selville, on niiden etäisyys syötöistä. Syötön eli liittymispisteen sekä kuorman eli

kuormituspisteen välille muodostuu jännitteenalenema pituuden suhteen, jonka maksimiarvoksi on määrätty  $\leq 5,0$  % (SFS 6000-5-52, 55).

## 5 SUUNNITTELUPROSESSI

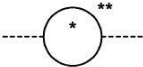

Kun on vierailtu asiakkaan luona, otettu kaikesta selvää sekä luotu lähtötietokansio, niin voidaan alkaa viemään itse suunnitteluprosessia eteenpäin.

### 5.1 PI-kaavio sähkösuunnittelun apuna

Teollisuuden PI-kaavioiden symbolit ovat osa maailmanlaajuista harmonisoitua ISO 14617 -standardikokoelmaa, jonka osissa 5 ja 6 määritellään PI-kaavion symbolit sekä symbolien tekstien merkitykset. Ainakin seuraavat symbolit tulisi sähkösuunnittelijan osata:

#### 7.1 Perusominaisuuksien piirrosmerkkejä

HUOM. Yleisiä soveltamissääntöjä varten, ks. R1041 (7.2.1) ... R1045 (7.2.5).

7.1.1	1041		Informaation käsittelytoiminta
7.1.2	1042		Informaation käsittelytoiminta, osituskäytön suorittama, esim. ohjelmoitavassa laitteessa tai tietokoneessa Ks. R1046 (7.2.6).

KUVIO 4. Perusominaisuudet (SFS-ISO 14617-5, 2004)



### 7.3.1 Formaalisen tiedon käsittelyn toimintojen kirjaintunnukset

HUOM. Soveltamissäännöt, ks. R1051 (7.4.4) ... R1067 (7.4.20).

		Kirjaintunnus	Mittasuure tai sen alkuperä	Lisämäärite	Toiminta
7.3.1.1	1051	A			Hälytys
7.3.1.2	1052	B			Eri tilojen näyttö
7.3.1.3	1053	C			Ohjaus
7.3.1.4	1054	D	Tiheys	Ero	
7.3.1.5	1055	E	Sähkösuureet		Anturitoiminta
7.3.1.6	1056	F	Virtaama	Suhde, murtoluku	
7.3.1.7	1057	G	Suhde, asento, pituus		Tarkastelu
7.3.1.8	1058	H	Käsiohjaus		
7.3.1.9	1059	I			Osoitus
7.3.1.10	1060	J	Voima	Pyyhkäisy, jaksottainen toiminta	
7.3.1.11	1061	K	Aika	Muutosnopeus	
7.3.1.12	1062	L	Pinnan korkeus		
7.3.1.13	1063	M	Kosteus	Hetkellisesti	
7.3.1.14	1064	N	Käyttäjän valittavissa		Käyttäjän valittavissa
7.3.1.15	1065	O	Käyttäjän valittavissa		
7.3.1.16	1066	P	Paine, alipaine		Testauskohdan yhteys
7.3.1.17	1067	Q	Laatu	Yhtenäinen, kokonainen	Yhdistäminen, summaaminen
7.3.1.18	1068	R	Säteily		Rekisteröinti, tallennus
7.3.1.19	1069	S	Nopeus, taajuus		Kytkeä
7.3.1.20	1070	T	Lämpötila		Lähetäminen
7.3.1.21	1071	U	Monimuuttuja		Monitoiminta
7.3.1.22	1072	V	Käyttäjän valittavissa		Vaikuttaminen prosessiin venttiilillä, pumpulla, jne.
7.3.1.23	1073	W	Paino, voima	Kertominen	
7.3.1.24	1074	X	Määrittelemätön		Määrittelemätön
7.3.1.25	1075	Y	Käyttäjän valittavissa		Muuntaminen, laskenta
7.3.1.26	1076	Z	Tapahtumien lukumäärä, määrä		Hätä- tai turvatoiminta

KUVIO 5. Ohjaustekniset tunnukset (SFS-ISO 14617-5, 2004)





### 7.3.2 Asetusarvojen kirjaintunnukset

7.3.2.1	1081	H	Korkea, ylä-
7.3.2.2	1082	HH	Hyvin korkea
7.3.2.3	1083	H2	
7.3.2.4	1084	HHH	Erittäin korkea
7.3.2.5	1085	H3	
7.3.2.6	1086	L	Matala
7.3.2.7	1087	LL	Hyvin matala
7.3.2.8	1088	L2	
7.3.2.9	1089	LLL	Erittäin matala
7.3.2.10	1090	L3	
7.3.2.11	1091	HL	Korkea tai matala

KUVIO 6. Asetusarvojen tunnukset (SFS-ISO 14617-5, 2004)

#### 7.3.4 Sijaintipaikan esittäminen

HUOM. Ks. R1101 (7.4.21) soveltamissääntöjä.

7.3.4.1	1101		Ensisijainen sijaintipaikka keskusvalvomossa, esim. ohjausasemalla
7.3.4.2	1102		Apusijaintipaikka keskusvalvomossa
7.3.4.3	1103		Ensisijainen sijaintipaikka paikallisvalvomossa tai paikallisella valvomotaululla Ks. R1102 (7.4.22).
7.3.4.4	1104		Apusijaintipaikka paikallisvalvomossa tai paikallisella valvomotaululla Ks. R1102 (7.4.22).

KUVIO 7. Sijaintipaikan tunnukset (SFS-ISO 14617-5, 2004)

Esimerkkinä symbolien tulkinnasta voidaan esittää kuvion 3 säiliöltä T01001. Tältä säiliöltä lähetetään pinnankorkeusarvo keskusvalvomoon ja sen yläraja-arvosta annetaan hälytys.

Tietojen hankinta on suositeltavaa toteutettavan järjestelmällisesti sekä mahdollisen perinpohjaisesti. Esimerkkinä kyseisestä tiedonhankinnasta voisi toimia kuvio 3. Tässä esimerkissä järjestelmää voisi lähteä tutkimaan joko säiliön T01001 ylätasointurista 01023 tai sitten prosessinuolien suunnista. Suunnittelijan tulisi siis seurata näitä prosessilinjastoja ja dokumentoida jokainen anturi sekä toimilaite talteen. Asiakkaalta tai

tilaajalta kannattaa myös kysyä, poistetaanko tai lisätäänkö modernisaation aikana joitain kenttälaitteita. Tällöin voidaan välttyä turhalta työltä jälkeinpäin. Listaus säiliöltä T01001 kohti päälaitetta voisi olla esimerkiksi taulukon 1 mukainen.

TAULUKKO 1. Laitelistaus säiliön T01001:n prosessilinjasta kuviossa 3

POSITIO	TYYPPI	VALMISTAJA	INFO
LT 01023	7ML5746-1AA00-1AA0	SIEMENS	
HV 01001	E 65WS	EBRO ARMATUREN	TOIMILAITE
TI 01019	7MC7212-6BA13-Z E00	SIEMENS	
P 01001		ABB	D400V / 7,5kW/15A
F 01001		N/A	
FT 01002	7ME6110-2YA10-1CG1	SIEMENS	
CV 01002		N/A	
FICR 01002	E65 M71-WS-009-40	EBRO ARMATUREN	TOIMILAITE
V 01037	E 65WS	EBRO ARMATUREN	TOIMILAITE

Listauksessa tulisi näkyä ainakin laitteen positio, tyyppi sekä valmistaja. Näillä tiedoilla sähkösuunnittelija osaa jo etsiä laitevalmistajien sivuilta kytkentäkuvat. Muut tiedot toimisivat tarkentavina elementteinä suunnittelun osalta. Positiolla tarkoitetaan laitteen kenttätunnusta, jonka muodon yleensä asiakas tai tilaaja määrittää. Jos asiakas tai tilaaja ei positiotunnuksia määritä, vaan jättää ne suunnittelijan päätettäväksi, niin tällöin on kannattavaa tehdä positiotunnuksista hyvin yksiselitteiset tai helposti ymmärrettävät. Tällöin PI-kaavio sekä sähködokumentit ovat lukijalleen helpommin ymmärrettävät ja eivät tarvitse lisäksi positioita selittäviä dokumentteja, esimerkiksi laiteluetteloa. Tällaisesta merkintätavasta esimerkkinä: LV01 eli läppäventtiili 01 ja LS03 eli lokerosyötin 03.

Kunnollisen kenttälaiteluettelon pohjalta on helppo myös lähteä työstämään IO-luetteloa automaatio suunnittelijalle, jos asiakas ei ole sitä antanut, sekä muita tarpeellisia luetteloita, joita tarvitaan teollisuusprojekteihin. IO-luettelossa kerrotaan jokaisen IO-pisteen mittalaitteen positio eli se, mikä kyseisen mittalaitteen tunnus on, mitä

kyseinen mittalaite mittaa sekä millainen arvo kyseisestä mittapisteestä lähtee. Yleensä mitta-arvo on muodoltaan joko digitaalinen tai analoginen. Jos IO-pisteet tulevat jonkinlaisen teollisuusväylän taakse, kuten Profinet/Profibus tai Modbus, niin niille ei tarvitse antaa mitta-arvoja, vaan riittää että ne ovat mainittu IO-luettelossa. Jos yhdellä laitteella on useampi IO-piste, niin on suositeltavaa näiden eriyttämistä IO-luettelon eri riveille. Tällöin mikään IO-piste ei unohdu suunnittelematta sekä IO-listan saa suoraan esimerkiksi logiikaohjelmointiin käytettävän ohjelmiston symbolitaulukkoon.

Jos asiakas on antanut oman IO-listansa, niin tällöin tärkein asia on puhtaaksikirjoittaa kyseinen IO-lista. Sen jälkeen puhtaaksikirjoitettua IO-listaa kannattaa verrata siihen, mitä on kenttätutkimuksiltaan selvittänyt. Esimerkiksi, että tarvitseeko jokin toimilaite analogiaohjauksen vaikka asiakas on merkinnyt sen digitaaliseksi ohjaukseksi tai onko asiakkaalta jäänyt jokin laite huomioitta. Sähkösuunnittelijan laatima IO-lista voidaan puhtaaksikirjoittaa vasta, kun automaatio-suunnittelija on saanut ohjelmansa valmiiksi. Tällöin on sata prosenttinen varmuus siitä, millaista IO:ta projektikohteen kentällä käytetään. Tällöin myös IO-listaan voidaan jättää 15 – 25 % ylimäärä IO-pisteitä, jota voidaan käyttää järjestelmän laajentamiseen. Myös projektisopimuksessa voidaan määrittellä varalle jätettävän IO:n määrä.

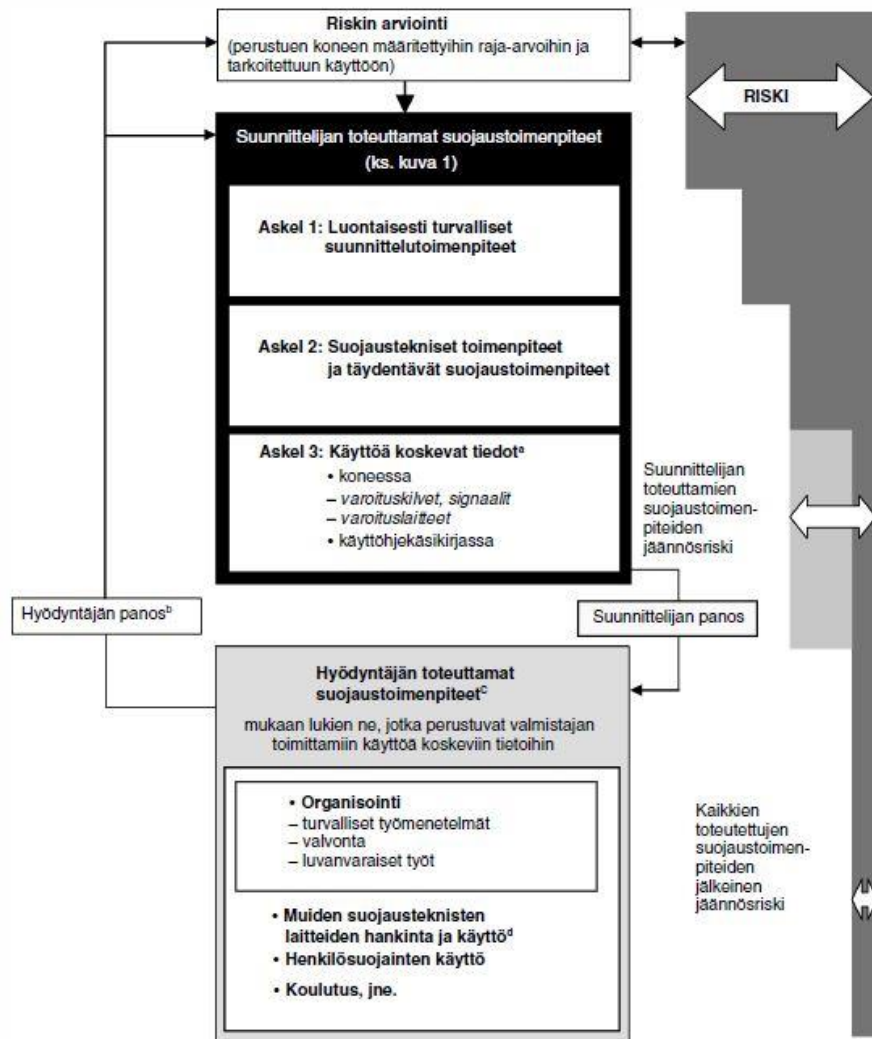
## 5.2 Sähkösuunnittelun kompastuskivet

### 5.2.1 Riskin pienentäminen

EU:n konedirektiivin, 2006/42/EY liitteessä 1 – yleiset periaatteet, lukee seuraavasti:

Koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on varmistettava, että suoritetaan riskin arviointi, jotta koneeseen sovellettavat terveys- ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää. Kone on sen jälkeen suunniteltava ja rakennettava ottaen huomioon riskin arvioinnin tulokset. (Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas 2010, 141.)

Tämän direktiivin myötä minkään teollisuusjärjestelmän suunnittelua ei voida aloittaa ilman suunniteltavan järjestelmän riskianalyysiä. Riskianalyysin suoritus kuvataan standardissa SFS-EN ISO 12100 - Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Kuviosta 8 selviää, mitä kyseinen riskianalyysi tarkoittaa suunnittelijan näkökulmasta.



KUVIO 8. Riskin pienentämisprosessi suunnittelijan näkökulmasta (SFS-EN ISO 12100)

Riskien pienentäminen aloitetaan revisiointiprojekteissa niillä kenttätutkimuksilla, joita tehdään projektin alkuvaiheessa. Suositeltavaa on, että riskikohdat järjestelmässä käydään läpi operaattorin eli käyttäjän tai projektin tilaajan kanssa. Tällöin riskien kartoitukseen saadaan

kuviossa 9 mainittu hyödyntäjän panos. Standardissa SFS-EN ISO 12100 tarkennetaan, että hyödyntäjän panos on juuri sitä kyseistä tietoa, joka tulee itse käyttäjäkunnalta tai sen nimenomaiselta operaattorilta (SFS-EN ISO 12100, 32). Kun riskikohtia käydään läpi kohteessa, kannattaa tilaajan tai tämän operaattorin kanssa käydä riskien minimoimiseen käytettäviä ratkaisuja. Kannattaa myös muistaa, että henkilö, jonka kanssa riskejä käydään läpi, ei välttämättä ymmärrä tai tiedä kaikkia suojaustekniikoita. Tämän takia suunnittelijan kannattaa perehtyä olemassa oleviin suojausjärjestelmiin niitä toimittavien valmistajien sivuilta. Näitä yrityksiä ovat esimerkiksi Pilz sekä SICK.

Kun riskit sekä niiden minimoimistavat on selvitetty, niin näistä tulee laatia loppudokumentointiin standardissa SFS-EN 60204-1:n vaatima raportti. Projektissa käytimme raporttipohjaa, jossa oli kuva jokaisesta riskikohdasta selitys, mikä riski oli ja kuinka riski korjattiin. Lisäksi jokaiselle riskille laskettiin SIL-luokka käyttäen taulukkoa, joka pohjautui riskin suuruuden arvioivaan yhdistelmätyökaluun standardissa SFS-ISO\_TR 14121-2. Tarkempi kuvaus raporttipohjasta löytyy liitteestä 1. Kun SIL-luokka on määritelty, voidaan järjestelmälle laatia oikeanlainen turvajärjestelmä. Turvajärjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon, että kyseiset turvakomponentit täyttävät määrätyn SIL-luokan eivätkä ole alle sen luokan.

### 5.2.2 Loppuasiakkaan vanhemmat sähködokumentit

Loppuasiakkaan jo käytössä olevat keskuskuvat liittyvät suurimmalta osin modernisointiprojekteihin, mutta ovat myös osa uusioprojekteja, joissa uusi järjestelmä liitetään vanhaan järjestelmään. Kun suunnittelussa käytetään loppuasiakkaan olemassa olevia kuvia, niin on todennäköistä, että kuvat eivät ole päivitettyjä. Tämä saattaa aiheuttaa ristiriitaongelmia.

Ristiriidoissa on kyse tapauksista, joissa asiakkaan tarjoamat, olemassa olevat sähködokumentit ovat ristiriidassa nykytilanteen suhteen. Sähködokumenttien tyypeillä ei ole väliä, olivat ne piirikaavioita tai järjestelmäkaavioita. Tällaisten ristiriitojen ehkä yleisin ilmeneminen on

kuvien päivittämättä jättäminen. Tällöin henkilö, joka on lisännyt tai poistanut jotain järjestelmässä, ei ole merkinnyt sitä olemassa oleviin sähkökuviin, omasta tai esimiehensä toimesta. Sähködokumenttien päivittämättä jättäminen on jos jonkinlainen huoltotoimenpiteiden sekä laadunvalvonnallinen laiminlyöminen. Tällöin piirikaavioista saatetaan jättää sellaisia muutoksia pois, jotka voivat vaikuttaa koneen toiminnallisuuteen tai jopa sen turvallisuuteen. Sähködokumenttien päivittämättä jättäminen myös vaikuttaa kenttälaitetekantaan. Tästä voidaan antaa hyvä kuvitteellinen esimerkki:

Seppo Superasentaja on toiminut paikalliselle pienyritykselle laitoksen huoltomiehenä yli 10 vuoden ajan. Seppo on korjailut, poistellut sekä lisäillyt yrityksen automaatiojärjestelmään laitteita, mutta ei ole merkinnyt muutoksia sähködokumentteihin. Näiden 10 vuoden jälkeen Seppo jää eläkkeelle ja hänen tilalleen otetaan nuori, vähäisen kokemuksen omaava laitosmies töihin.

Tällaisessa tapauksessa kyseisen nuoren laitosmiehen työtehtävät hankaloituvat, sillä hänellä ei ole dokumentoituna minkäänlaista tietoa järjestelmästä. Tällainen ristiriitatilanne voi johtaa pian siihen, että automaatiojärjestelmässä oleviin laitteisiin ei niin sanotusti uskalleta koskea, koska pahimmassa tapauksessa niiden funktioita prosessissa ei tunneta.

### 5.2.3 Tietokannallisuus

Kun kyse on tietokannallisesta suunnittelusta, niin monelle vanhemmalle suunnittelijalle kyseinen sana saattaa tuntua vieraalta. Tietokannallisella suunnittelulla tarkoitetaan suunnittelutapaa, jossa pohjalla käytetään jonkinlaista suunnitteluohjelman tietokantaa, johon on syötetty sillä hetkellä toteutettavan projektin tiedot. Kyseisiä tietoja voivat olla asiakkaan antamat PI-kaaviot, järjestelmäkaaviot ja IO-listat. Tällöin osa suunnittelusta voidaan toteuttaa lähes automaattisesti käyttäen kyseistä tietokantaa. Kymdatán CAD\$ Electric Plannerissa voidaan luoda helposti luetteloita sekä opettelun avulla valmispohjien avulla piirikaavioita. On myös olemassa sähkösuunnitteluohjelmistoja, joissa tietynlaisilla makroilla

tehdään automaattisesti lähes kaikki kytkennät. Makro-pohjainen ohjelma on esimerkiksi EPLAN, joka on Rittalin tytäryhtiön kehittämä (EPLAN, 2015). CADS:n tietokannallisuuden käytöstä löytyy pienimuotoinen ohjekirja liitteenä 2.

Muutamissa projekteissa, joissa olen ollut mukana, on tehty kaapeliluettelot niin sanotusti manuaalisesti eli ilman minkäänlaista tietokantatyökalua. Projektit ovat olleet yleensä prosessiteollisuuteen liittyviä, joten useat annostelu- sekä hinnakuljetinmoottorit ovat muodostaneet satoja erilaisia moottoreiden syöttökaapeleita. Näiden syöttökaapeleiden lisäksi prosessin toiminallisuuden suunnittelun myötä, projekteille tulee useita ohjauskaapeleita sekä väyläkaapeleita. Lopulta projekteille kertyy useiden kymmenien sivujen pituisia kaapeliluetteloita, joiden kirjaaminen manuaalisesti niin sanottuun dummy-tilukkaan eli älyttömään tilukkaan aiheuttaa ylimääräistä työtä niin suunnittelijalle kuin urakoitsijalle. Kyseinen tapa luoda luetteloita ilman minkäänlaista määrää summaavaa Pivot-tilukkoa on mahdollinen ongelma myös urakoitsijan kannalta. Tällöin urakoitsijan täytyy laskea yllämainitusta dummy-tilukosta määrät käsin, mikä lisää taas kerran ylimääräistä työmäärää. Yllämainituissa kohdissa työmäärä on melkein pä toissijainen arvo, kun yksinkertaisen tehtävän, kuten kaapeleiden luetteloinnin rinnalle tulee inhimillisen virheen mahdollisuus. Tilastollisesti tutkittuna, niin kauan kuin ihminen tekee toistuvasti hyvin haasteetonta sekä yksinkertaista tehtävää, niin tehtyjen virheiden määrä lisääntyy. Mitä enemmän ihminen tekee virheitä ilman korjauksia, niin sitä enemmän virheprosentti kumuloituu. Kumuloituminen on sähkösuunnittelussakin mahdollista, kun oletetaan suunnittelijan tekevän kaiken oikein ja mikään muu taho ei ole valvomassa dokumenttien laatua. Olen huomannut tämän erilaisia luetteloita tehdessäni. Ilman tietokantaa, työ on ollut raskasta sekä väsyttävää. Kaapeleiden kirjaaminen luetteloon on saattanut aiheuttaa myös stressiä siitä, kun pelkää unohtavansa jonkin kaapelin listasta. Kun luettelot on saatu valmiiksi ja siirrytään urakointivaiheeseen, niin on tullut vastaan, että jokin kaapeli puuttuu tai se on ylimääräinen. Tällöin urakoitsijan tarjoama



hintatarjous alkaa menettää arvoaan ja loppusumma projektille saattaa muuttua jos jonkin verran.

## 6 YHTEENVETO

Kun lähdin suunnittelemaan tätä kyseistä teollisuusprojektia, ei minulla ollut yhtään mielikuvaa siitä, kuinka haastavaa se voisi olla. Alku tuntui nuorempana sekä kokemattomampana suunnittelijana helpolta, mutta pian huomasin, että asiat, jotka tuntuivat itsestään selvyyksiltä, olivatkin haastavampia.

Opinnäytetyössäni otin esiin muutamia tärkeitä kohtia suunnittelussa, mutta näistä kohdista kaikkein tärkein on PI-kaavion laatiminen niin täydelliseksi kuin mahdollista. Tämän kohdan huomasin sekä koin henkilökohtaisesti suunnitellessani mainittua projektia. Jos jotain kohtaa kyseisessä kaaviossa ei ollut tarkastettu kentällä, operaattorilta tai tilaajalta, niin se kohta saatettiin suunnitella väärin. Projektin edetessä aloin ymmärtämään projektin kokonaisuuden ja aloin ottamaan tarkemmin asioista selvää.

Suunnitteluteknisesti opin monia uusia asioita, mutta oppimani asiat eivät kuitenkaan jääneet tietokoneen ruudulle vaan uusia asioita tuli opittua myös kenttätöissä. Urakoitsijan sähköasentajat antoivat tärkeitä neuvoja sekä opettivat käytännönläheisiä ajatusmalleja suunnittelutyöhön. Näin ollen opin sekä ymmärsin, kuinka esimerkiksi hyllyjärjestelmät laaditaan paremmin ja kuinka jotkin kenttäkomponentit kannattaisi johdottaa.

Lopulta saimme Simo Backmanin sekä Simo Nurmisen kanssa oikaistua pienet virheet kentällä ja saimme käyttöönotettua prosessilinjastot kyseisessä teollisuusprojektissa. Kun vertaamme kokemustasoani ennen projektia ja jälkeen projektin, niin voin sanoa oppineeni paljon. Näitä opittuja asioita olivat ihmissuhteet, kommunikointitaidot sekä suunnittelutaidot, mutta eritoten PI-kaavion tärkeyden teollisuusprojektissa.

## LÄHTEET

Dosetec Exact Oy. 2015 [viitattu 27.3.2015]. Saatavissa:  
<http://www.dosetec.fi>.

Esys Oy. 2015. [viitattu 18.4.2015]. Saatavissa: <http://www.esys.fi>.

EPLAN Oy. 2015. [viitattu 1.9.2015]. Saatavissa. <http://www.eplan.fi/>

Gyldendal Norsk Forlag AS. 2015. Reguleringssteknikk - P&ID [viitattu 15.6.2015]. Saatavissa:  
[http://web2.gyldendal.no/undervisning/felles/pixdir20/data/archive\\_specific/tip\\_tt/image\\_fullsize/05\\_02\\_07.jpg](http://web2.gyldendal.no/undervisning/felles/pixdir20/data/archive_specific/tip_tt/image_fullsize/05_02_07.jpg).

Hugh, J. 2013. Engineering Design, Planning, and Management. Oxford: Elsevier.

Karlsson, Å. & Marttala A. 2001. Projektkirja – Onnistuneen projektin toteuttaminen. Helsinki: Kauppakaari.

Kauppalehti. 2015. Yrityshaku. [viitattu 13.4.2015]. Saatavissa:  
<http://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/esys+oy/09565542>

Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas. 2010. Toinen painos. Helsinki: Euroopan komissio, Yritys- ja teollisuustoiminta.

Kymdata Oy. 2015. Tietoa yrityksestä [viitattu 13.9.2015]. Saatavissa:  
<http://www.cads.fi/fi/Yhteys/Tietoa%20yrityksest%C3%A4/>

Laaksonen, J. 2014. Huoltoteknikko. Dosetec Exact Oy. Vierailu Dosetec Exact Oy:lle 2014.

Ruuska, K. 2007. Pidä projekti hallinnassa – Suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. 7. painos. Helsinki: Talentum.

SFS 6000-5-52. 2012. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-52: sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. johtojärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Saatavissa:  
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/SFS/ID2/6/193329.html.stx>

SFS-EN ISO 12100. 2010. Koneturvallisuus. yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Saatavissa:  
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>

SFS-ISO 14617-5. 2004. Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit. osa 5: mittaus- ja ohjaustoiminnot. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Saatavissa:  
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/ISO/ID2/1/15029.html.stx>

## LIITTEET

LIITE 1. Turvallisuuskartoituspohja mekatroniselle laitteelle

LIITE 2. Ohje CADS Electrical Planner Pro DP:n käyttöön

LIITE 3. Pääpiirikaaviomalli moottorien ohjauksesta

# TURVALLISUUS KARTOITUS

---

## PERUSTIEDOT

### TILAAJA:

Dosetec Exact Oy  
Vaakatie 37  
15560 Nastola

### TEKIJÄ:

Esys Oy  
Tarmontie 6  
15860 Hollola

### KOHDE:

Asiakkaan tiedot

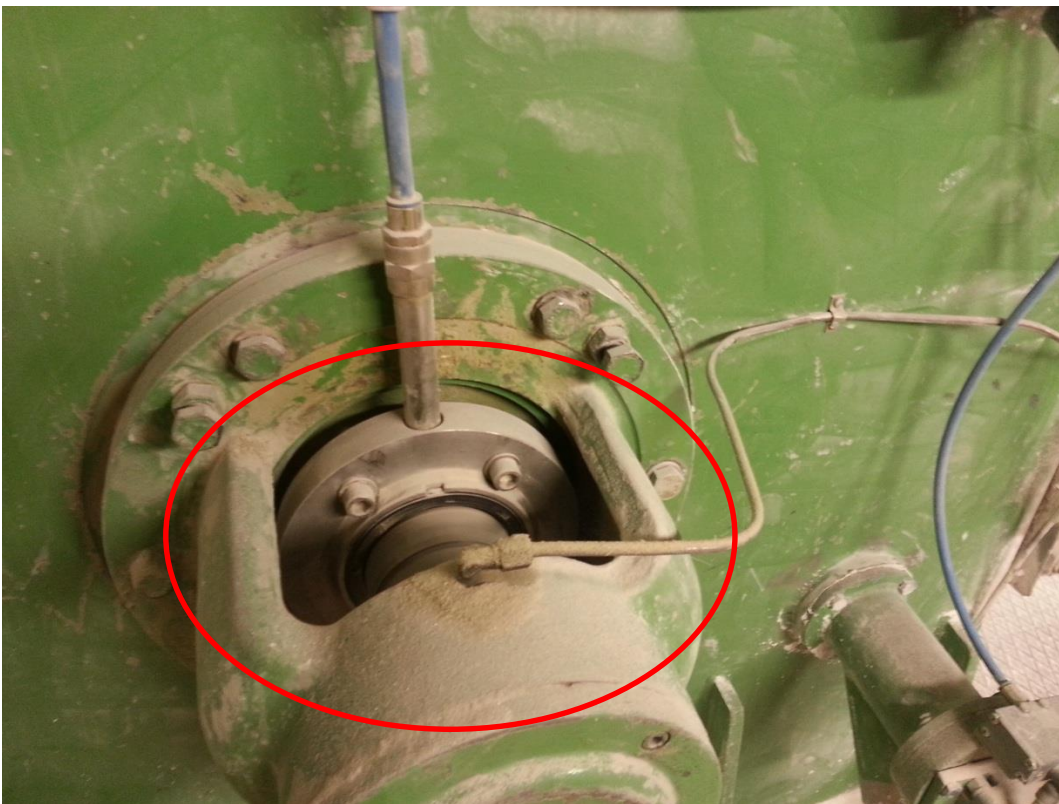
**Kuivatuotetehtaan sekoitin**

### 1 Havaitut riskikohteet

#### 1.1 Pyörivä akseli.

- Vaarana henkilön raajojen tai vaatteiden tarttuminen pyörivään akseliin.

Kuva 1.



### 1.1.1 Riskin arviointi

Riskin suuruuden arviointi ja vaadittavan turvallisuuden eheyden tason SIL määrittäminen. (IEC 62061)

Taajuus ja kesto	Fr	Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys	Pr	Vältettävyyys	
				Av	
<= 1 tunti	5	Erittäin todennäköinen	5		
> 1 tunti - <= päivä	5	Todennäköinen	4		
> 1 päivä - <= 2 viikkoa	4	Mahdollinen	3	Mahdoton	5
> 2 viikkoa - <= 1 vuosi	3	Harvoin	2	Mahdollista	3
> 1 vuosi	2	Ei huomioitavaa	1	Todennäköistä	1

$$CI = Fr + Pr + Av$$

Seuraukset	Vakavuus Se	Luokka CI				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Kuolema, näön tai käden menetys	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Palautumaton, sormen menetys	3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
Palautuva, sairaanhoito	2				SIL 1	SIL 2
Palautuva, ensiapu	1					SIL 1

$$CI = 5 + 3 + 1 = 9$$

$$\text{Vakavuus Se} = 4$$

$$\Rightarrow \text{SIL 2}$$

### 1.1.2 Vaaran poistamisen toimenpide

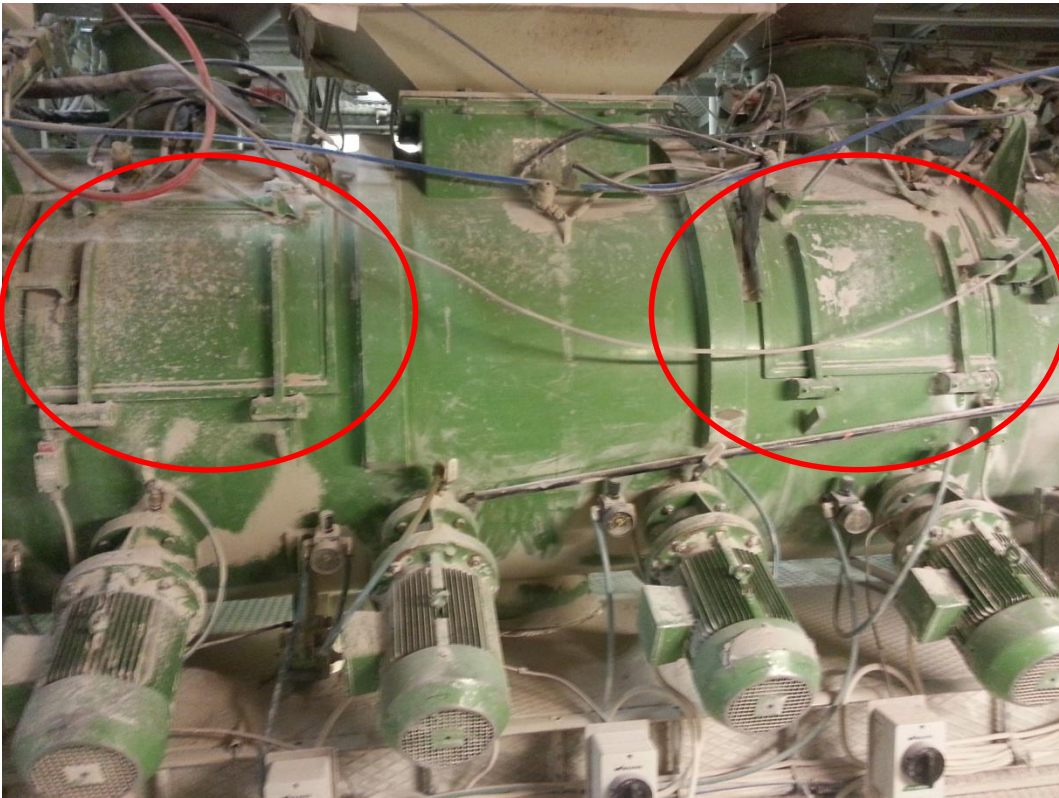
- Pyörivän akselin eteen laitetaan työkalulla irrotettava metalliverkko, jolla estetään tahaton kosketus akseliin.



### 1.2 Sekoittimen pyöriminen huollon aikana

- Vaarana henkilön loukkaantuminen.

Kuva 2.



### 1.2.1 Riskin arviointi

Riskin suuruuden arviointi ja vaadittavan turvallisuuden eheyden tason SIL määrittäminen. (IEC 62061)

Taajuus ja kesto	Fr	Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys	Pr	Vältettävyys	
				Av	
<= 1 tunti	5	Erittäin todennäköinen	5		
> 1 tunti - <= päivä	5	Todennäköinen	4		
> 1 päivä - <= 2 viikkoa	4	Mahdollinen	3	Mahdoton	5
> 2 viikkoa - <= 1 vuosi	3	Harvoin	2	Mahdollista	3
> 1 vuosi	2	Ei huomioitavaa	1	Todennäköistä	1

$$CI = Fr + Pr + Av$$

Seuraukset	Vakavuus Se	Luokka CI				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Kuolema, näön tai käden menetys	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Palautumaton, sormen menetys	3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
Palautuva, sairaanhoito	2				SIL 1	SIL 2
Palautuva, ensiapu	1					SIL 1

$$CI = 5 + 3 + 1 = 9$$

$$\text{Vakavuus Se} = 4$$

$$\Rightarrow \text{SIL 2}$$

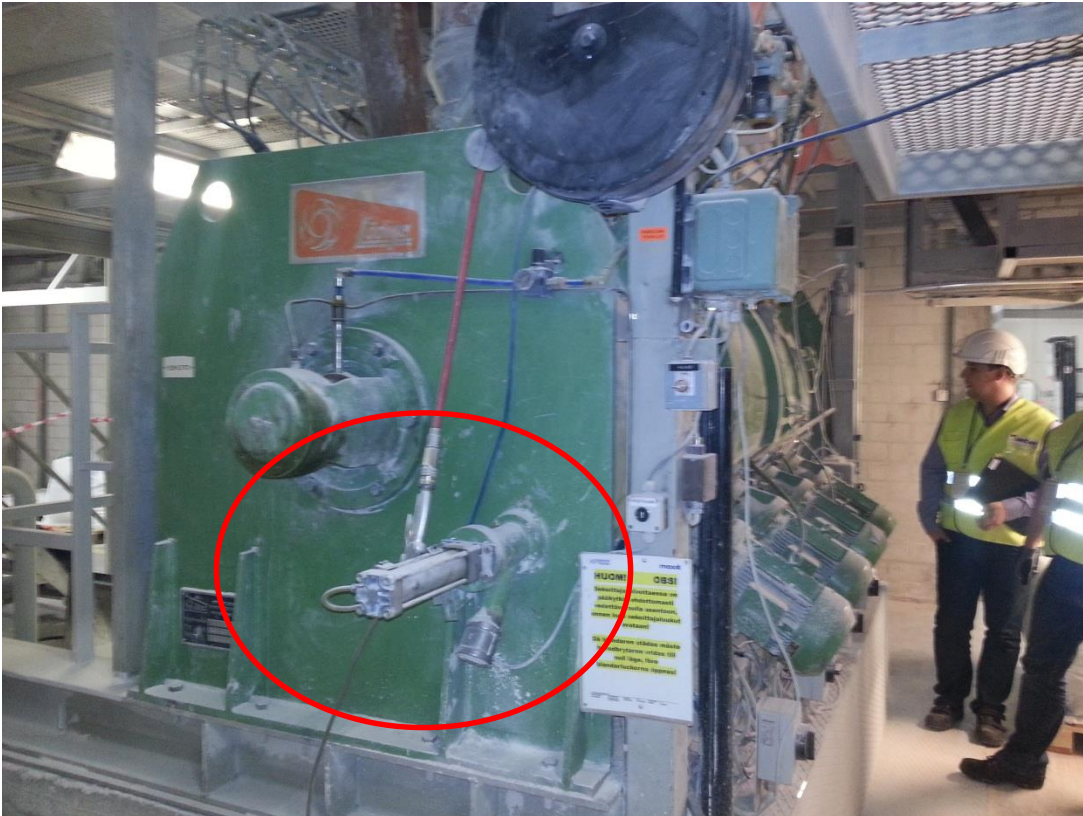
### 1.2.2 Vaaran poistamisen toimenpide

- Sekoittimen moottoriin lisätään nollanopeusvahti jolla estetään luukkujen sähkölukkojen avaaminen ennen kuin moottori on täysin pysähtynyt.
- Vaihdetaan nykyisten rajakytkimien tilalle kosketuksettomat turvarajat. Rajoja ei pysty "huijaamaan" mekaanisesti ym, sekä tuotannosta johtuva pöly ei vaikuta rajojen luotettavaan toimintaan. Moottoreita ja laitteita ei pysty liikuttamaan luukkujen ollessa auki.
- Moottorikeskuksen oveen asennetaan lukittava turvakytkin jolla saadaan kaikki sekoittimen laitteiden sähkönsyöttö katkaistua.

### 1.3 Näytteenotto

- Vaarana on sylinterin varren osuminen huoltohenkilöön, hänen huoltaessa sekoitinta.

Kuva 3.



### 1.3.1 Riskin arviointi

Riskin suuruuden arviointi ja vaadittavan turvallisuuden eheyden tason SIL määrittäminen. (IEC 62061)

Taajuus ja kesto	Fr	Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys	Pr	Vältettävyys	
				Av	
<= 1 tunti	5	Erittäin todennäköinen	5		
> 1 tunti - <= päivä	5	Todennäköinen	4		
> 1 päivä - <= 2 viikkoa	4	Mahdollinen	3	Mahdoton	5
> 2 viikkoa - <= 1 vuosi	3	Harvoin	2	Mahdollista	3
> 1 vuosi	2	Ei huomioitavaa	1	Todennäköistä	1

$$CI = Fr + Pr + Av$$

Seuraukset	Vakavuus Se	Luokka CI				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Kuolema, näön tai käden menetys	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Palautumaton, sormen menetys	3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
Palautuva, sairaanhoito	2				SIL 1	SIL 2
Palautuva, ensiapu	1					SIL 1

$$CI = 5 + 3 + 1 = 9$$

$$\text{Vakavuus Se} = 3$$

$$\Rightarrow \text{SIL 1}$$

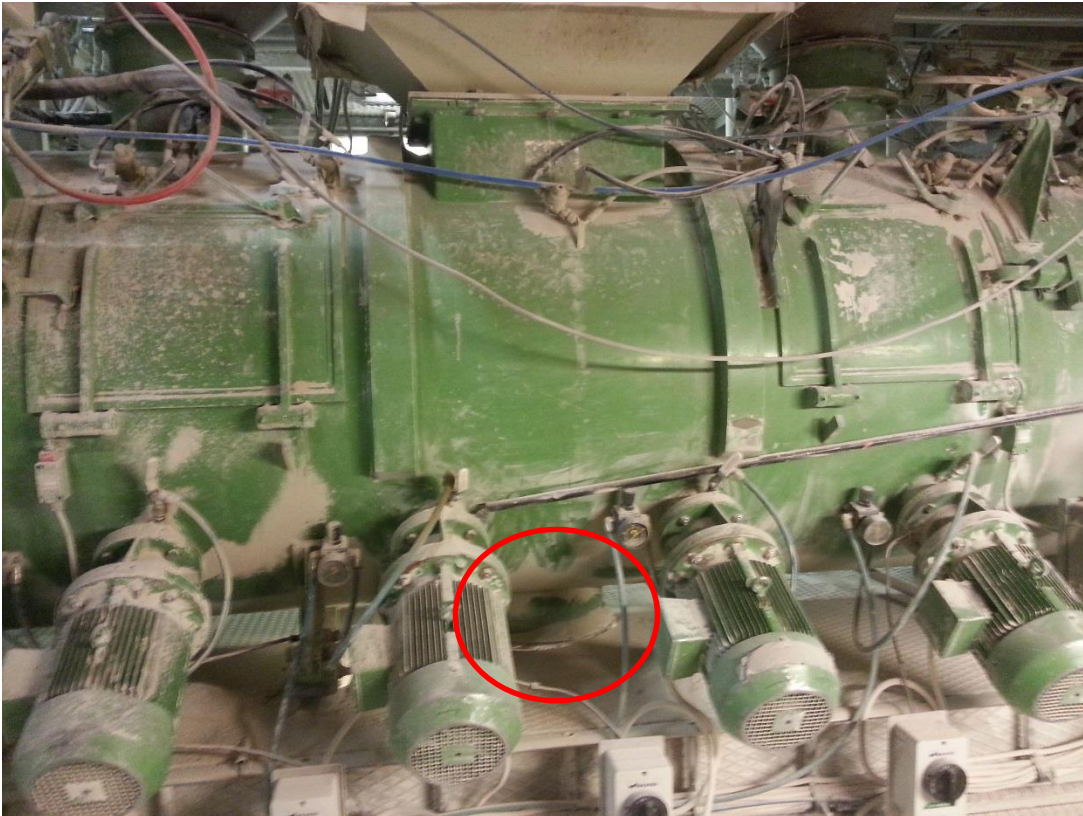
### 1.3.2 Vaaran poistamisen toimenpide

- Venttiilin toimintajännite poistetaan samalla, kun huoltoluukut avataan.

### 1.4 Pohjaluukku

- Vaarana on sormien luukun väliin jääminen, hänen huoltaessa sekoitinta.

Kuva 4.



### 1.4.1 Riskin arviointi

Riskin suuruuden arviointi ja vaadittavan turvallisuuden eheyden tason SIL määrittäminen. (IEC 62061)

Taajuus ja kesto	Fr	Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys	Pr	Vältettävyys	
				Av	
<= 1 tunti	5	Erittäin todennäköinen	5		
> 1 tunti - <= päivä	5	Todennäköinen	4		
> 1 päivä - <= 2 viikkoa	4	Mahdollinen	3	Mahdoton	5
> 2 viikkoa - <= 1 vuosi	3	Harvoin	2	Mahdollista	3
> 1 vuosi	2	Ei huomioitavaa	1	Todennäköistä	1

$$CI = Fr + Pr + Av$$

Seuraukset	Vakavuus Se	Luokka CI				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Kuolema, näön tai käden menetys	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Palautumaton, sormen menetys	3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
Palautuva, sairaanhoito	2				SIL 1	SIL 2
Palautuva, ensiapu	1					SIL 1

$$CI = 5 + 3 + 1 = 9$$

$$\text{Vakavuus Se} = 3$$

$$\Rightarrow \text{SIL 1}$$

### 1.4.2 Vaaran poistamisen toimenpide

- Venttiilin toimintajännite poistetaan samalla, kun huoltoluukut avataan.

# LIITE 2 - OHJE CADS ELECTRICAL PLANNER PRO DP:N KÄYTTÖÖN

Teemu Mikael Juvakka

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Suunnittelupainoiteinen  
mekatroniikka  
Liite  
04.12.2015  
Teemu Juvakka

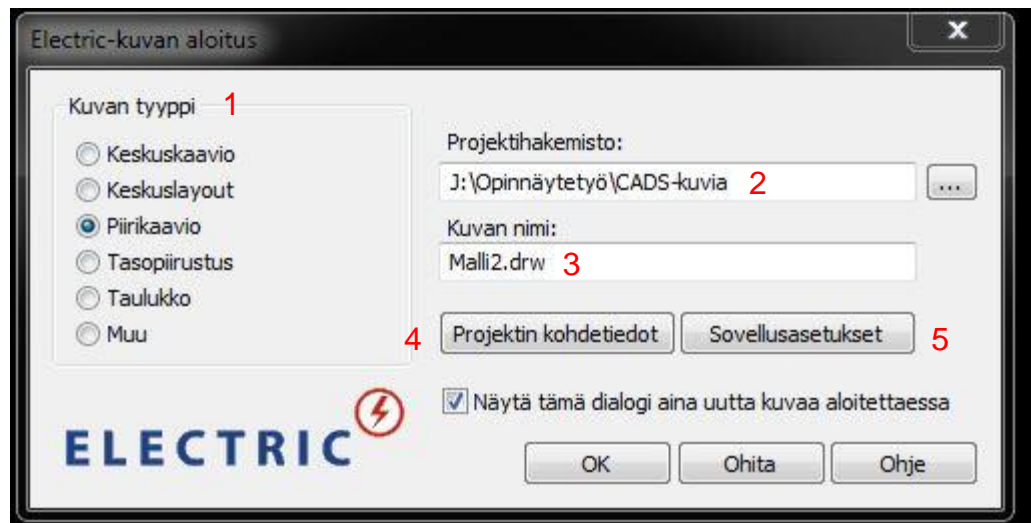
## SISÄLLYS

1	TIETOKANNAN KÄYTTÖÖNOTTO	2
1.1	Yrityksen omalle pohjalle luotava kaapeliluettelo	3
1.2	Kaapeliluettelon luonti CADS:stä.	5



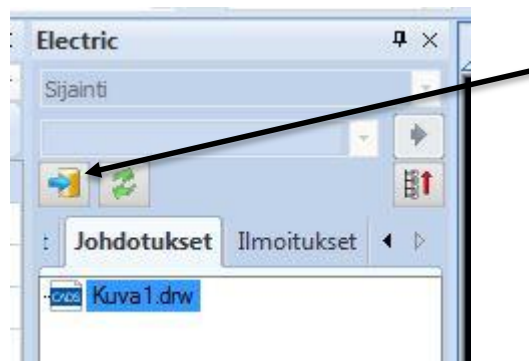
# 1 TIETOKANNAN KÄYTTÖÖNOTTO

CADS:n tietokannan käyttöönotto tapahtuu uuden dokumentin luonnilla.



Kuvio 1. Aloitus

Kuviossa 9 on esitetty CADS:n aloitusikkunan osat. Kohdasta yksi valitaan sähködokumentin tyyppi. Kohtaan kaksi määritellään projektihakemiston sijainti sekä kohtaan kolme kuvan nimi. Kohdista neljä ja viisi voidaan säätää projekti- sekä ohjelmistokohtaisia asetuksia. OK:n painamisen jälkeen CADS luo uuden dokumentin. Tämä siis ei vielä tarkoita sitä, että kyseinen dokumentti kuuluu kyseiseen projektiin, vaan joudutaan vielä painamaan "Lisää dokumentti projektiin" – painiketta Electric-puussa kuvion 10 mukaisesti.



Kuvio 2. Dokumentin lisäys projektiin.



Kuvio 3. Lisää useita dokumentteja projektiin.

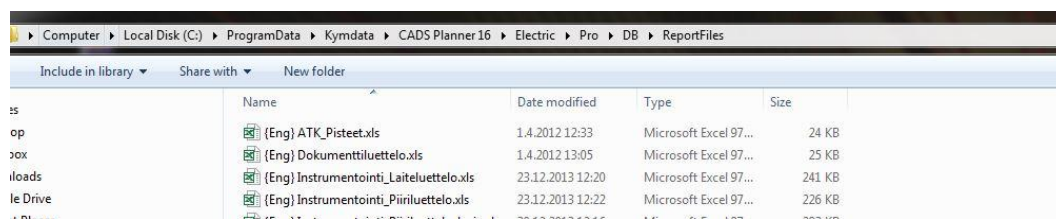
Kuviossa 11 oleva painike aktivoituu, kun ensimmäinen dokumentti on lisätty projektiin. Kyseisellä painikkeella voidaan lisätä jo olemassa olevia dokumentteja projektiin. Esimerkiksi voimme tällä painikkeella liittää asiakkaan antamia dokumentteja, jotka ovat tarpeellisia suunnittelutyössä. Tällaisia ovat esimerkiksi PI-kaaviot sekä IO-listat. Tässä vaiheessa voidaan alkaa hyödyntämään DP:n ominaisuuksia.

### 1.1 Yrityksen omalle pohjalle luotava kaapeliluettelo

Yksi tärkeimmistä hyödyistä, jonka tietokannallisuus tuo, on luettelomaisten dokumenttien automatisointi. Yleisempiä luettelodokumentteja ovat kaapeli- ja osaluettelot, joihin merkitään kaikki projektiin liittyvät kaapelit ja sähkökeskuksiin tulevat komponentit. Yleensä dokumentit halutaan oman yrityksen dokumenttipohjaan, joten seuraavaksi kerrotaan kuinka voidaan luoda kaapeliluettelo yrityksen omaan dokumenttipohjaan tietokantaa hyödyntäen.



kirjastoon. Kuviossa 5 on esitetty oletuksena toimiva tiedostojainti.



Kuvio 5. Luettelopohjien kirjasto

## 1.2 Kaapeliluettelon luonti CADs:stä.

Liitteestä 3 löytyy mallikuva moottorien syöttöjen pääpiirikaaviosta, jota käytetään seuraavien toimintojen pohjana. Kun halutaan luoda kaapeliluettelo, on nimensä mukaisesti toimilaitteille määritettävä käytettävät kaapelit. Kaapelit voidaan määrittää monilla eri tavoilla CADs:llä, mutta suosin työkalua ”Kaapeli ja sen johtimien merkintä”. Tällöin saadaan luotua tietokantaan kaapelin **sekä** sen johtimien mistä-mihin-tieto, mitä voidaan taas käyttää johdotuslistoihin, jos tarve vaatii.

Kun valitaan kyseinen työkalu, avautuu kuvion 6 mukainen ikkuna. Ikkunaan määritellään kaapelin tunnus (1), jolla yksilöidään jokainen kaapeli. Sen jälkeen määritellään kaapelin mistä-mihin-tieto jotta kyseinen tieto muodostuu oikein taulukkoon. Itse käytän ”Osoita”-työkalua (2). Jotta kaapeliluetteloon saadaan myös pituus-tieto, niin lisätään se. Jännitteen lisääminen vaikuttaa siinä vaiheessa, jos halutaan laskea tasopiirustuksien pohjalta jännitealenemia ja muita sähkötekniisiä arvoja (3). Kaapelityyppi saadaan määriteltyä valitsemalla oikea kaapeli listasta. Jos listassa ei ole kaapeleita, niin niitä voidaan lisätä projektiin CADs:n tietokannasta (4).

Kun OK:ta painetaan, niin CADs kysyy kaapelin viivan sijoittamista johtimien yli. Tällöin valitaan ne johdinviivat, jotka halutaan määrittää edellä määritetylle kaapelille. Viivan sijoituksen jälkeen kuvaan muodostuu kaapelin merkintä sen tunnuksella sekä kaapelille määritetyllä kaapelityypillä. Tämä myös merkitsee sitä, että CADs:n tietokantaan on muodostunut sama kaapeli sen johtimilla.

**Kaapeli**

1 Tunnus: M1-W1

OK  
Sulje  
Ohje

Mistä  
 Sijainnista  
 Laitteelta =MALLI+MC1-M1K1 ... Osoita 2

Mihin  
 Sijaintiin  
 Laitteelle =MALLI+MC1-M1Q1 ... Osoita 2

Pituus/määrä: 25 3 Jännite: 400

Toimittaja: Asentaja:

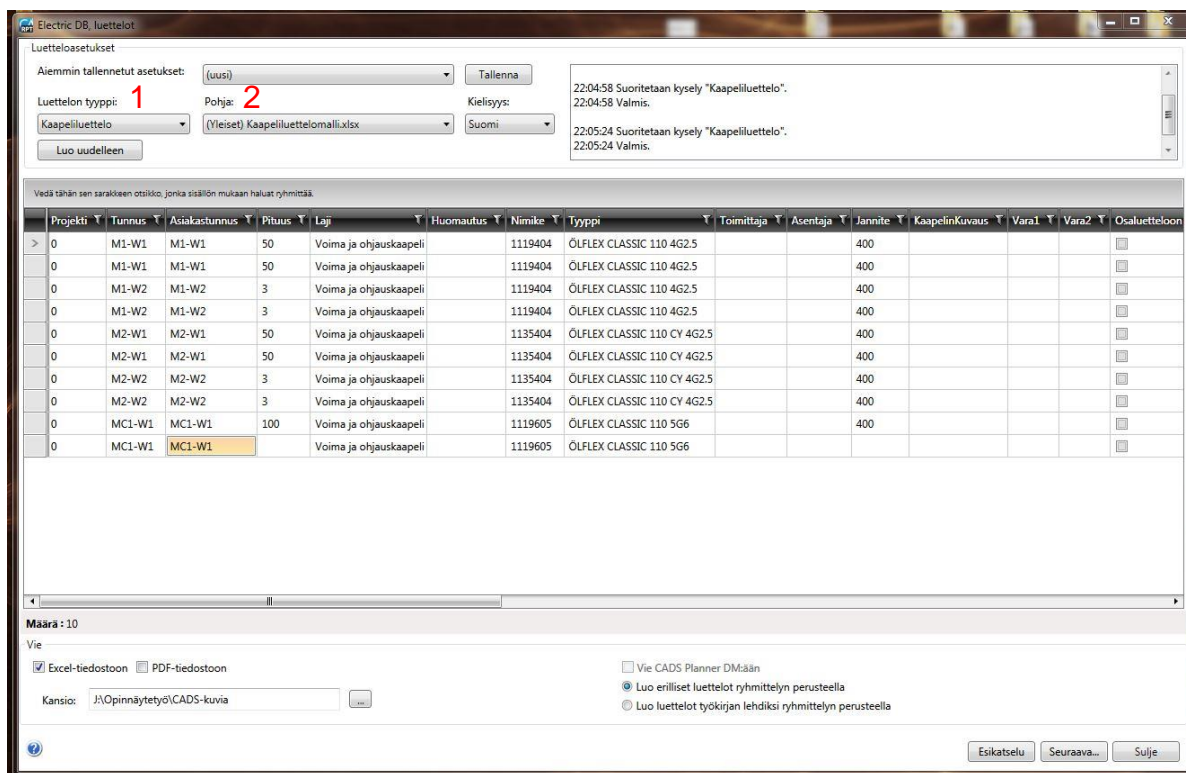
Laji: Voima ja ohjauskaapeli Huomautus:

Kaapelityyppi  
 Tyyppi: Lisää kaapelityyppejä projektiin... 4

Tyyppi	Valmistaja	Tekniset tiedot	Tekniset tiedo
JAMAK-C 8x(2+1)x0.5	Draka	50/75 V	
ÖLFLEX CLASSIC 110 3G1.5	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C
ÖLFLEX CLASSIC 110 7G1.5	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C
ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C
ÖLFLEX CLASSIC 110 5G6	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C
ÖLFLEX CLASSIC 110 3x0.5	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C
ÖLFLEX CLASSIC 110 5x0.75	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C
ÖLFLEX CLASSIC 110 3x1.5	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C
ÖLFLEX CLASSIC 110 CY 4G2.5	LappKabel	300/500 V	-40...+80°C

Kuvio 6. Kaapelin määrittäminen

Jotta taulukko saadaan ulos tietokannasta omaa dokumenttipohjaa käyttäen, tehdään seuraavasti. Painetaan Electric Pro DP -tietokanta – painiketta ja valitaan DB-luettelot. Painike avaa Electric DB, luettelot – ikkunan. Tässä ikkunassa valitaan luettelon tyyppi (kuvio 7.1) kaapeliluettelo ja pohjaksi (kuvio 7.2) valitaan aiemmin luotu dokumenttipohja. Eteenpäin päästään painikkeella ”Seuraava” ja sen jälkeen nimetään luotava tiedosto. Jos kaikki on mennyt, kuten pitääkin, niin luotu tiedosto tulisi sisältää kaikki kaaviossa olevat kaapelit niiden tunnuksilla, mistä-mihin-tiedolla ja pituuksilla. Tästä esimerkkinä on kuvio 8.



Kuvio 7. Luettelotyyppin määrittely

TUNNUS	TYYPPI	VALMISTAJA	MISTÄ	MINNE	PITUUS	HUOM
M1-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	LappKabel	M1K1	M1Q1	50	
M1-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	LappKabel	M1K1	M1Q1	50	
M1-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	LappKabel	M1K1	M1Q1	3	
M1-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	LappKabel	M1K1	M1Q1	3	
M2-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 CY 4G2.5	LappKabel	M1T1	M2Q1	50	
M2-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 CY 4G2.5	LappKabel	M1T1	M2Q1	50	
M2-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 CY 4G2.5	LappKabel	M2Q1	M2	3	
M2-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 CY 4G2.5	LappKabel	M2Q1	M2	3	
MC1-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 5G6	LappKabel	=MALLI	0X	100	

**LAMK**

Kaapeliluettelo

Suunnit. TJU

Pvm. 27.8.2015

Projektinro 0

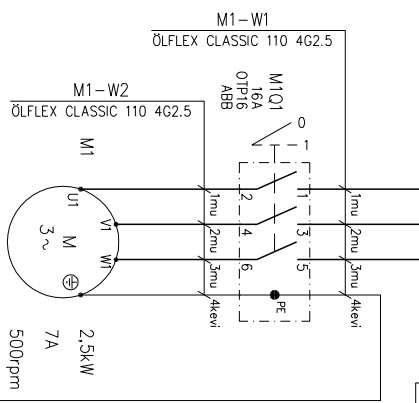
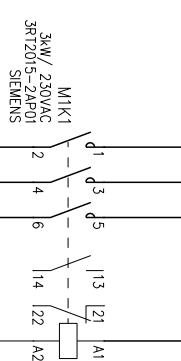
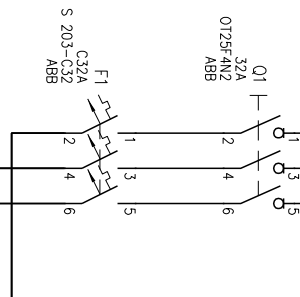
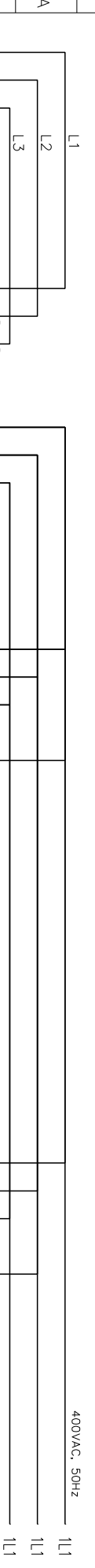
Kuvio 8. Onnistunut kaapeliluettelo

D muutos

C muutos

B muutos

A muutos



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
OPINNÄYTYTYÖ  
TEEMU JUVAKKA

PIIRIKAAVIO  
TIETOKANTAMALLI

Suunn. / TUU / Piltt.	24.8.2015 MALLI 1 / 1	Kokonaissuus Lähti 1 / 1	Sähköpositio MC1	Yhtynumbero 000
Tark.				000

S R P O N M L K J I H G F E D C B A 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37