

Suunnitteluprosessin kehittäminen tietokantapohjaista suunnittelu- ohjelmistoa hyödyntäen

Eetu Halonen

Opinnäytetyö

Lokakuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Sähkövoimatekniikka

Tekijä(t) Halonen, Eetu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Lokakuu 2017
	Sivumäärä 31	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Suunnitteluprosessin kehittäminen tietokantapohjaista suunnitteluohjelmistoa hyödyntäen		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Vesa Hytönen & Veli-Matti Häkkinen		
Toimeksiantaja(t) Janne Laitinen, Maintpartner Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteet olivat tutustua suunnittelutoimiston suunnitteluprosessiin ja etsiä siellä esiintyviä ongelmia, sekä luoda ratkaisuja näihin ongelmiin Eplan-ohjelmiston suunnittelutyökaluilla. Eplan ostettiin korvaamaan, pääsääntöisessä käytössä ollut AutoCAD ja tämän uudistuksen myötä pyrittiin vähentämään käsin tehtävän työn määrää suunnitteluprojekteissa.</p> <p>Kehitys toteutettiin vanhempien suunnittelijoiden toiveiden ja ohjelman muodostamien mahdollisuuksien mukaan. Täten kehitys keskittyi ohjelman sisäisten raporttien muokkamiseen, joilla luodaan suunnittelussa tehtävät luettelot, sekä uusien makrojen luontiin, joilla voidaan toteuttaa usein toistuvat kytkennät.</p> <p>Tuloksina opinnäytetyössä luotiin moottorilähtömakrot, joilla voidaan toteuttaa 0,18 kilowatista 22 kilowattiin vakiokokoiset suorat ja suunnanvaihtomoottorilähdöt, sekä pohjaprojekti uusia suunnitteluprojekteja varten. Pohjaprojektiin sisällytettiin projektin asetukset, tunnusten muodostuminen ja käytetyt raporttipohjat. Lisäksi työssä luotiin ohjeistuksia ohjelman ja makrojen käyttöä varten, jotta voidaan välttää suunnittelussa tapahtuvia ongelmia.</p> <p>Kattavilla makrokirjastoilla ja hyvillä raporttipohjilla voidaan suunnitteluun kuluva aika vähentää, kuten myös suunnittelijoiden lisäkoulutuksella ja rutinoituneilla ohjelmiston käyttötaidoilla. Ongelmia voi kuitenkin syntyä uusien komponentti- ja ohjelmistopäivitysten myötä, jolloin makroja ja raportteja voi joutua päivittämään.</p>		
Avainsanat (asiasanat) AutoCAD, Eplan, makro, raportti, suunnitteluprosessi		
Muut tiedot		

Author(s) Halonen, Eetu	Type of publication Bachelor's thesis	Date October 2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 31	Permission for web publication: x
Title of publication Utilization of database-based engineering software in development of engineering process		
Degree programme Automation Engineering		
Supervisor(s) Hytönen, Vesa & Häkkinen, Veli-Matti		
Assigned by Laitinen, Janne, Maintpartner Oy		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to get familiar with the engineering process of an engineering office and find the problems existing in the process as well as create solutions to these problems with engineering tools of the Eplan software. Eplan was acquired to replace AutoCAD, which was the main engineering software. With this replacement, the aim was to reduce the amount of manual work involved in engineering projects.</p> <p>The development was implemented utilizing the senior engineers' requirements and the possibilities of the new software. The development focused on editing internal reports of the program used to create different kind of lists for engineering documents and design new macros which can be used to create frequently used electric connections in circuit diagrams.</p> <p>As a result of the thesis, motor circuit diagram macros were created which can be used with the standard-size motors between 0.18 and 22 kilowatts, and where the connection is either direct or reverse. A template project was also created for the new projects including project settings, formation of the standard symbols and the used report templates of the basic projects. To avoid problems in the engineering, work guidelines for the use of the software and macros were created.</p> <p>Comprehensive macro libraries and good report templates can reduce the time used in engineering, as well as additional training and routine for software usage. However, problems can arise with the new component and software updates, which may cause need to update macros and reports.</p>		
Keywords/tags (subjects) AutoCAD, Eplan, macro, report, engineering process		
Miscellaneous		

Sisältö

Käsitteet.....	3
1 Lähtökohdat opinnäytetyölle.....	4
1.1 Toimeksianto	5
1.2 Maintpartner Oy	5
2 Käytetyt tutkimus- ja kehittämismenetelmät.....	6
3 Suunnitteluun liittyvät standardit ja ohjeet	7
4 Perinteinen suunnitteluohjelmisto (AutoCAD)	7
5 Tietokantapohjainen suunnitteluohjelmisto (Eplan)	8
5.1 Electric P8	8
5.2 Pro Panel	8
5.3 Data Portal.....	9
6 Suunnitteluprosessin vaiheet ja dokumentit.....	9
6.1 Esisuunnittelu	10
6.1.1 Lähtötiedot.....	10
6.1.2 Prosessikaavio ja toimintakuvaus	11
6.1.3 Ohjelmistot	11
6.1.4 Tarjouslaskenta	12
6.2 Toteutussuunnittelu.....	12
6.2.1 Pääkaaviot.....	12
6.2.2 Piirikaaviot	13
6.2.3 Kokoonpanopiirustukset.....	13
6.2.4 Tasopiirustukset	13
6.2.5 Suojaustarkastelut.....	14
6.2.6 Luettelot.....	14
6.2.7 Logiikkaohjelma.....	15
6.3 Toteutus ja käyttöönotto	15
6.4 Punakynät ja loppukuvat.....	16

	2
7 Suunnitteluprosessin kehityskohteet.....	17
7.1 Eplan -muistikirja	17
7.2 Moottorilähtö-makrot.....	18
7.3 Sivu- ja rapottipohjat	19
7.4 Pohjaprojekti	20
7.5 Automaattinen mitoitus.....	20
8 Johtopäätökset ja pohdinta	21
Lähteet.....	23
Liitteet	24
Liite 1. Data Portal	24
Liite 2. Pääkaavio	25
Liite 3. Piirikaavio.....	26
Liite 4. Riviliitinkokoonpano	27
Liite 5. Osaluettelo.....	28
Liite 6. Kaapeliluettelo	29
Liite 7. KytKentäluettelo.....	30
Liite 8. Kilpiluetelo	31

Kuviot

Kuvio 1. Vanha suunnitteluprosessi.....	9
Kuvio 2. Nykyinen suunnitteluprosessi.	10
Kuvio 3. Moottorikoon valinta.....	18
Kuvio 4. Automaattinen mitoitus.....	20

Käsitteet

AutoCAD	Tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
CAE	Computer Aided Engineering, tietokoneavusteinen suunnittelu, kehittyneempää kuin perinteinen CAD-suunnittelu
Eplan	Tietokantapohjainen suunnitteluohjelmisto
I/O	Input/Output, tulo/lähtö
Makro	Ohjelman toimintaa ohjaava käskysarja
Placeholder object	Objekti, joka sisältää ennalta määritettyä dataa
SFS	Suomen standardisoimisliitto SFS ry, standardoinnin keskusjärjestö Suomessa
SESKO	SESKO ry, sähkö- ja elektroniikka-alan standardointijärjestö Suomessa, SFS:n jäsen ja toimialajärjestö

1 Lähtökohdat opinnäytetyölle

Suunnitteluprojektit ovat aina olleet erittäin kilpailutettuja, joten suunnitteluun kuluva aikaa pyritään minimoimaan ja täten kilpailukykyä kasvattamaan. Suunnittelu toteutettiin pitkään perinteisillä suunnitteluohjelmistoilla, jotka mahdollistivat tietokoneavusteisen suunnittelun, jolloin hyödynnettiin valmiita merkkikirjastoja ja tietokone toimi lähinnä piirtoalustana. Nykyisin ollaan siirtymässä kehittyneempään tekniikkaan eli tietokantapohjaiseen suunnitteluun, joka mahdollistaa tietokoneen suorittavan suuremman osan suunnittelusta, jolloin inhimillisten virheiden ja käsin tehtävän työn määrä vähenee.

Näiden ohjelmistojen vuoksi suunnittelussa kuluva aika on vähentynyt, mutta osa ongelmista on siirtynyt suunnitteluprojektin eri vaiheisiin, sekä uusia ongelmia on syntynyt vanhojen toimintatapojen ja -mallien vuoksi. Näihin ongelmiin on mahdollista perehtyä suunnitteluprosessia tutkimalla ja syiden löydyttyä, voi alkaa kehittää näihin ongelmiin myös ratkaisuja.

1.1 Toimeksianto

Toimeksianto tuli Maintpartner osakeyhtiön Jyväskylän suunnittelutoimistolta, jossa olin suorittanut harjoittelujaksoni. Tuona aikana olin päässyt osittain perehtymään toimiston toimintatapoihin ja järjestelmiin. Toimistoon oli ostettu Eplan-suunnitteluohjelmisto, muutamaa vuotta aiemmin, mutta ohjelmistoa ei ollut otettu täysin käyttöön. Täten opinnäytetyö muodostui käyttöönoton ympärille, jossa tarkoituksena oli tutkia suunnitteluprosessissa esiintyviä ongelmia ja suunnitella kuinka näitä ongelmia voitaisiin ratkaista uuden suunnitteluohjelmiston työkaluilla.

Tämä tarkoitti kokonaisvaltaista tutustumista toimiston suunnitteluprosessiin, lähtötietojen hankkimisesta loppudokumenttien revisiointiin. Lisäksi ongelmien ratkaisemiseksi piti ohjelmistoon tutustua tarkasti, monesta eri näkökulmasta, jotta sai hyvän kuvan siitä mitä ohjelmistolla voi tehdä ja kuinka nämä ongelmat voidaan ohjelmistolla ratkaista.

1.2 Maintpartner Oy

Maintpartner on kansainvälinen teollisuuden käyttö- ja kunnossapitoyritys, joka pyrkii minimoimaan asiakkaiden prosessihäiriöitä ja parantamaan kannattavuutta turvalisesti ja kestävästi. Yhtiö perustettiin vuonna 2006, jolloin se irtautui Fortumista. Toimintaa yhtiöllä on Suomessa, Ruotsissa, Virossa ja Puolassa. Liikevaihto oli vuonna 2016 noin 156 miljoonaa euroa ja henkilöstöä noin 1850, joista Suomessa työskentelee noin 1100 henkeä. (Maintpartner Group 2017.)

Jyväskylän suunnittelutoimisto oli aiemmin Sähkökymppi Oy, jonka liiketoiminnan Maintpartner osti vuonna 2008. Kaupan myötä Maintpartner sai merkittäviä hyötyjä laajempien palvelukokonaisuuksien muodossa (Seppälä 2008). Nykyisin Jyväskylän suunnittelutoimistolla työskentelee 10 henkilöä, joista noin puolet on erikoistunut automaatiotekniikkaan ja puolet sähkötekniikkaan.

2 Käytetyt tutkimus- ja kehittämismenetelmät

Opinnäytetyö oli toimintatutkimus, työn pääpainon ollessa suunnitteluprosessin kehittämässä, joka on suunnittelutiimin sisäisen toiminnan ja toimintatapojen kehittämistä. Tiedonkeruussa hyödynnettiin kvalitatiivisen haastattelututkimuksen menetelmää, koska paras saatavilla oleva tieto oli vanhemmilla suunnittelijoilla. Heitä haastatteleamalla päästiin perille nykytilanteesta ja pystyttiin aloittamaan toiminnan kehittäminen. (Kananen 2012, 41.)

Haastattelut suoritettiin aluksi lomakkeilla, hyvin avoimilla kysymyksillä ja tämän jälkeen lomakkeista esiin nousseita aiheita tarkennettiin yksilöhaastatteluina. Täten aineistoa saatiin riittävästi ja kohdistettua esiin nousseisiin asioihin. Lopussa haastatelluja ei pidetty, koska palaute ja puutteet voitiin jakaa jo kehitystä tehdessä.

Kerättyä aineistoa luokiteltiin aihekokonaisuuksiin, suunnitteluprosessin vaiheittain etenevän mallin vuoksi. Muodostettujen aiheiden pohjalta aineistoa analysoitiin ja havaittiin kehitystä kaipaavat asiat.

Aineiston analysoinnin ongelmana oli haastateltavien henkilöiden hyvin erilaiset taustat ja toimintamenetelmät, jonka lisäksi heitä oli nimellinen määrä, jolloin aineiston kylläntymistä ei tapahtunut riittävästi kaikilla osa-alueilla. Aineiston pohjalta pystyttiin kuitenkin havaitsemaan selkeitä yhtäläisyyksiä ja ongelmia eri aihekokonaisuuksien välillä. (Kananen 2009, 92-93.)

3 Suunnitteluun liittyvät standardit ja ohjeet

Sähkösuunnittelun ja kaikkien sähkötöiden pohjana on sähköturvallisuuslaki, joka määrää, että laitteistojen on oltava turvallisia niin terveydelle kuin omaisuudelle, eikä niistä saa aiheutua sähkömagneettisia häiriöitä, koko elinkaaren aikana (Sähköturvallisuuslaki 2016, 6§). Laki ei kuitenkaan tarkenna kuinka laitteistot pitäisi toteuttaa, joten on luotu tarkentavia määräyksiä ja standardeja, joilla ohjataan laitteistojen toteutusta. Standardeja Suomessa muodostaa sähköalan osalta SESKO yhdessä Suomen standardisoimisliiton SFS ry kanssa.

Suunnittelutoimistolla yleisimmin hyödynnettävät standardit ovat keskusten valmistusta ohjaava SFS-EN 61439, koneturvallisuuteen ja turvaratkaisuihin liittyvä SFS-EN 60204 ja pienjännitesähköasennuksia ohjaava SFS 6000. Lisäksi erikoistilanteissa kuten räjähdysvaarallisiin tiloihin asennuksia suunniteltaessa on huomioitava standardin SFS-EN 1127 mukaiset toimenpiteet ja ratkaisut.

4 Perinteinen suunnitteluohjelmisto (AutoCAD)

AutoCAD on Autodesk yhtiön julkaisema suunnitteluohjelmisto, jonka ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1982. Tämän jälkeen ohjelmistoa on päivitetty ja kehitetty säännöllisesti (Weisberg 2006, 1). Nykyisin ohjelmistosta on räätälöity eri käyttötarkoituksiin hyvin erilaisia versioita, joissa kuhunkin tarkoitukseen on luotu ominaisuuksia, jotta suunnittelu olisi sujuvampaa.

AutoCAD on ollut suunnittelutoimistolla pitkään käytössä, joten lisenssejä on uusittu ajan myötä uudemmiksi. Nykyisillään ohjelmistosta on 2016 vuoden versio käytössä, jonka käyttöön kaikki suunnittelijat ovat rutinoituneet. AutoCAD-ohjelmistolla suunniteltaessa ongelmana on kuitenkin käsityöksi jäävät työt kuten luettelot, joiden täyttäminen on hidasta ja erittäin virhealtista.

5 Tietokantapohjainen suunnitteluohjelmisto (Eplan)

Uudeksi ohjelmistoksi toimistoon ostettiin Eplan, joka on saksalainen CAE-suunnittelujärjestelmä. Kuten AutoCAD on myös Eplan tehnyt ohjelmistosta moduuleja eri käyttötarkoituksiin, näistä moduuleista toimistolle hankittiin Electric P8 ja Pro Panel, joiden lisäksi ohjelmaan sisältyy Data Portal -tietokantapalvelu.

5.1 Electric P8

Electric P8 on sähkö- ja automaatio suunnitteluun kehitetty moduuli, joka mahdollistaa piirikaavioiden piirtämisen ja raporttien generoinnin kuvien pohjalta. Ohjelma piirtää kytkentäviivat automaattisesti komponenttien välille, sekä luo ristiviittaukset sivujen välille, kun saman komponentit osia näytetään useammassa paikassa. Lisäksi ohjelma mahdollistaa erilaisten makrojen käytön sivuina tai sivun osana.

5.2 Pro Panel

Pro Panel on sähkökeskusten kolmiulotteiseen suunnitteluun valmistettu moduuli, jonka avulla voidaan mallintaa keskus, kaikkine komponentteineen, jolloin nähdään mahtuvatko komponentit keskuksen sisälle ja minkä verran keskukseen jää vapaata tilaa. Lisäksi ohjelmalla voidaan simuloida piirrettyjen sähkökuvien mukaiset kytkennät keskukseen, jolloin nähdään myös kaapelikourujen täyttymisaste. (Eplan Pro Panel 2017.)

5.3 Data Portal

Data Portal on Eplan-ohjelmistoon sisältyvä pilvitietokantapalvelu, jonne komponenttivalmistajat lisäävät valmistamiensa komponenttien tiedot ja mallinnukset, joita suunnittelijat voivat hyödyntää työssään (ks. liite 1.). Tätä kautta saadaan koko ajan isompi osa komponenttien datasta, jolloin esimerkiksi napanumerointia ja komponenttien kokoa ei tarvitse tarkastaa manuaaleista, vaan se löytyy valmiiksi komponentin tiedoista. Valmistajien määrä on noussut tasaisesti palvelussa ja komponenttien määrä räjähdysmäisesti viimeisten vuosien aikana. (Eplan Data Portal 2017.)

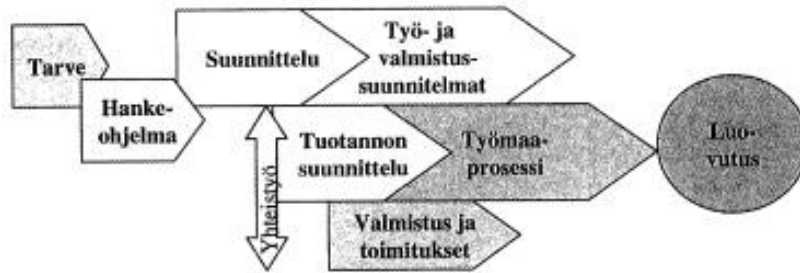
6 Suunnitteluprosessin vaiheet ja dokumentit

Seuraavissa luvuissa käsitellään sähkösuunnitteluprosessin vaiheita ja eri vaiheissa tehtäviä dokumentteja. Suunnitteluprosessi on ollut iät ajat hyvin selkeästi vaiheittain etenevä (ks. kuvio 1.), jolloin projektin ohjaaminen oli huomattavasti helpompaa.



Kuvio 1. Vanha suunnitteluprosessi (Autio 2004, 16).

Tämä on kuitenkin muuttunut nykyaikana, koska työn alussa työtä ei määritellä yhtä tarkasti ja osan lähtötiedoista saa vasta myöhemmin. Tästä johtuen suunnitteluprosessi on alkanut muodostua rinnakkain eteneväksi (ks. kuvio 2.), jossa useita eri työvaiheita suoritetaan yhtä aikaa ja tällöin projektin ohjauksen täytyy olla kunnossa, jotta työ pysyy aikataulussa ja etenee suunnitellusti.



Kuvio 2. Nykyinen suunnitteluprosessi (Autio 2004, 16).

6.1 Esisuunnittelu

Esisuunnittelu alkaa, kun asiakas soittaa mahdollisesta työstään ja pyytää tekemään tarjouksen. Tätä tarjousta varten asiakas antaa lähtötiedot ja toimintakuvauksen laitteistosta. Nämä saatuaan voi suunnittelutoimisto luoda työstä tarjouksen, johon miettään, minkä verran resursseja työ tulee vaatimaan.

6.1.1 Lähtötiedot

Lähtötiedot ovat töiden perusta ja niiden tarkistaminen mahdollisimman aikaisin voi paljastaa yksityiskohtia, joita asiakas ei ole osannut ajatella tai ei ole muistanut mainita. Näillä yksityiskohdilla voi kuitenkin olla työn edetessä suuriakin vaikutuksia kustannuksiin ja aikataulutukseen, esimerkiksi harvinaisempien komponenttien pitkän toimitusajan vuoksi. (Autio 2004, 55.)

Lähtötiedot olivatkin haastatteluiden mukaan isoin ongelmatekijä suunnitteluprosessissa, koska puutteellisten lähtötietojen perusteella on hyvin hankala hinnoitella projektia ja suunnitelmiin voi joutua myöhemmin tekemään isojakin muutoksia. Tähän suunniteltiin lähtötietolomaketta, jonka avulla kerättäisiin mahdollisimman tarkasti lähtötiedot ja kaikki mitä tähän lomakkeeseen ei ole kirjattu olisi lisätyötä, joka laskutettaisiin erikseen.

6.1.2 Prosessikaavio ja toimintakuvaus

Prosessikaavio ja toimintakuvaus prosessista ovat tärkeimpiä dokumentteja, koska ne kertovat yksiselitteisesti prosessin etenemisen vaiheet ja mitä pitäisi tapahtua missäkin vaiheessa (ST 13.30 2009, 5). Näiden avulla suunnittelijoiden on helpompi ymmärtää prosessia, jotta he osaavat tehdä oikeita ratkaisuja niin tilojen kuin prosessin kannalta. Asiakkaalla ei näitä dokumentteja ole monesti antaa, vaan toimintaselostus tulee suullisena tai mahdollisesti vanhan ohjelman muodossa, tällöin suunnittelijalta vaaditaan hyvää ohjelmanlukutaitoa ja ymmärrystä vastaavasta prosessista.

6.1.3 Ohjelmistot

Ohjelmistot ja niiden päivitykset ovat suunnittelutoimistojen ongelma, koska uusia julkaistaan vuosittain ja niistä osataan ottaa oma hintansa. Tämän vuoksi pieneen projektiin uutta ohjelmaa tarvittaessa, esimerkiksi sähkökuvien piirtoa tai ohjelmointia varten, ei nähdä välttämättä kannattavaksi tarjota työtä, koska uuden ohjelmiston hinta voi olla suuri, opetteleminen hidasta, sekä paljon koulutusta vaativaa. Tämä aiheuttaa pienempien projektien hinnan nousun liian suureksi tai katteen jäämisen liian pieneksi. Suuremmissa projekteissa asiaa joudutaan katsomaan hieman tarkemmin ja saatetaan ostaa tarvittavia lisenssejä ohjelmistoihin. Useimmiten ratkaisut pyritään tekemään olemassa olevilla ohjelmistoilla, jolloin taustalta löytyy rutkasti kokemusta ja ongelmakohdat saadaan paljon suuremmalla todennäköisyydellä vältettyä.

6.1.4 Tarjouslaskenta

Esisuunnittelu huipentuu tarjouksen luomiseen ja tätä varten projektista syntyvät kulut pitää miettiä hyvin tarkkaan, koska pienemmissä projekteissa pienelläkin laskentavirheellä on iso vaikutus projektista jäävään katteeseen. Kuluihin kuuluu projektiin tarvittavien komponenttien hinta, työtuntien määrä ohjelmoijalta, sähkösuunnittelijalta ja sähköasentajalta, sekä mahdolliset matka- ja majoituskustannukset. Lisäksi hinnassa huomioidaan muut kiinteät kustannukset yrityksessä ja haluttu kate.

6.2 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelu aloitetaan, kun asiakas hyväksyy tarjouksen. Toteutussuunnittelu voidaan jakaa kahteen osaan, hankintoja ja toteutusta palveleviin suunnitelmiin. Hankintoja varten tuotetaan pääkaaviot, tasopiirustukset, kokoonpanopiirustukset ja materiaaliluettelot. Toteutusta tukemaan luodaan piirikaaviot, suojausasettelut ja tarkennetaan pääkaaviot, jotta toteutus voidaan tehdä mahdollisimman tarkasti kuvien mukaan. (ST 13.28 2009, 7.)

6.2.1 Pääkaaviot

Pääkaaviot piirretään yksiviivaesityksinä (ks. liite 2.), jolloin kuvista ei selviä tarkempia laitteiden välisiä kytkentöjä, mutta niissä näkyvät pääkomponentit ja virranjakelu. Lisäksi pääkaavioon sijoitetaan kojeiden tärkeimmät tekniset arvot ja apulaitteet, kuten mittalaitteet ja releet (Jumpponen 1987, 244). Osa pääkaavioista piirretäänkin jo tarjousvaiheessa, jolloin kuvista voidaan generoida valmiit komponenttiluettelot helpottamaan tarjouksen hinnoittelua.

6.2.2 Piirikaaviot

Piirikaaviot piirretään moniviivaesityksinä (ks. liite 3.). Niissä esitetään koko piirin sähköinen kytkentä, kaikkine johdin- ja liitinnumeroineen, kentältä automaatiojärjestelmään asti. Piirikaaviot ovat tärkeimpiä dokumentteja laitteistoista ja niiden paikkaansa pitävyys on tärkeää, koska niitä hyödynnetään kaapeloinnissa, kytkennässä ja vikojen ilmetessä myös vianhaussa. Hyvät piirikaaviot erottuvat edukseen, koska niiden avulla vian paikantaminen on huomattavasti nopeampaa. (Kallio 2009, 247.)

6.2.3 Kokoonpanopiirustukset

Kokoonpanopiirustukset kertovat minne kukin komponentti on keskuksessa suunniteltu sijoitettavaksi. Siinä esitetään keskuksen päämitat ja mahdolliset rei'ityksen paikat keskuksessa. Lisäksi kokoonpanopiirustus mallintaa kuinka hyvin komponentit mahtuvat keskukseseen ja minkä verran sinne jää tilaa varalle, mahdollisia lisäyksiä varten. Kennokeskuksissa kokoonpanopiirustus näyttää, kuinka keskus jakaantuu kenttiin ja kennoihin. (Jumpponen 1987, 357.)

6.2.4 Tasopiirustukset

Tasopiirustuksista selviää minne rakennuksessa tai tontilla on esimerkiksi valaisimet, keskukset, pistorasiat, hyllyt ja putkistot suunniteltu sijoitettaviksi. Näiden suunnitelmien pohjalta tehdään törmäystarkastelu, jossa tutkitaan, ettei laitteiden asennuspaikat ole päällekkäin, eivätkä ne estä toistensa asennusta. (Kallio 2009, 241.) Tasopiirustuksia ei suunnittelutoimistolla yleensä vuoden aikana montaa piirretä ja tämän vuoksi ei sitä Eplan-ohjelmiston hankinnassa huomioitu, koska ohjelmistolla ei voi tasopiirustuksia piirtää.

6.2.5 Suojaustarkastelut

Suojaukset toteutetaan eri tavoin eri kohteissa. Henkilösuojaus sisältää jännitteisiin osiin kosketuksen eston, vikavirran rajoittamisen siedettävälle tasolle ja erilaisten laitteiden vahinkokäynnistyksen estämisen. Omaisuus suojataan ylivirta- ja oikosulkusuojauksilla, joiden toiminta on selektiivistä, jolloin vain lähinnä vikapaikkaa oleva suojalaite toimii, eikä näin häiritse vikatilanteessa muuta laitteistoa. Sähkömagneettisia häiriöitä ehkäistään kunnollisilla maadoituksilla ja käyttötarkoitukseen sopivalla kaapeloinnilla ja koteloinnilla.

Näitä suojauksia tarkastetaan työn eri vaiheissa. Oikosulkusuojaustarkastelut voidaan simuloida esimerkiksi ABB e-Design -ohjelmistolla suunnitelmia tehdessä. Kosketuksen estoa tarkastellaan silmämääräisesti asennuksia tehdessä ja henkilösuojauksia, sekä oikosulkusuojauksia testataan asennustarkastusmittauksia suoritettaessa.

6.2.6 Luettelot

Sähködokumentteihin sisältyy erilaisia luetteloita (ks. liitteet 4-7), jotka kokoavat sähkökuvien asioita kokonaisuuksiksi. Yleisimmät tehdyt luettelot ovat piirustus-, koje-, kenttäkoje-, kaapeli- ja kilpiluetelo. Lisäksi Eplan -ohjelmisto mahdollistaa riviliitin-kokoonpano- ja kytkentäluetteloiden automaattisen generoinnin. Luetteloiden ongelmana on ollut niiden hidas valmistaminen, koska kaikki tiedot on pitänyt kirjoittaa käsin. Tähän on tietokantapohjaisuus tuonut ratkaisun, koska nyt tiedot voidaan lukea suoraan tietokannasta raporttipohjiin, mikäli kuvat piirretään riittäväällä tarkkuudella. Ainoana poikkeuksena on kilpiluetelo (ks. liite 8.), joka on edelleen tehtävä osittain käsin, koska siihen käytettävää raporttipohjaa on edelleen kehitettävä.

6.2.7 Logiikkaohjelma

Sähkösuunnittelijoiden piirtäessä sähkökuvia, on automaattiosuunnittelijan aika tutustua vanhaan ohjelmaan, mikäli sellainen on olemassa tai alkaa luoda uutta ohjelmaa kyseiseen tarkoitukseen toimintakuvauksen pohjalta. Ongelmana vanhoissa ohjelmissa on useasti heikko ohjelman kommentointi ja tehtyjen muutosten kirjaaminen. Tämän vuoksi ohjelman tulkinta vie huomattavasti enemmän aikaa ja tätä suunniteltiin ratkaistavaksi ohjelmien kommentointia parantamalla ja erillistä tekstitiedostoa pitämällä. Tiedostoon kirjattaisiin, kuka muutoksen teki, milloin se tehtiin, mikä muutos on ja mahdollisesti minkä takia muutos on tehty.

6.3 Toteutus ja käyttöönotto

Toteutus alkaa osien tilauksella keskusvalmistajalle. Keskusten valmistuessa siirrytään purkamaan mahdollisia vanhoja asennuksia. Vanhoja asennuksia purettaessa saattaa lähtötiedoista unohdettuja toiminnallisuuksia löytyä, joita lisätään kiireellä suunnitelmiin. Purkutöiden jälkeen aletaan kaapeloimaan uusien suunnitelmien mukaan ja asentamaan kojeita paikoilleen. Mikäli uuden laitteiston kasaus onnistuu sujuvasti, päästään sitä käyttöönottamaan ajallaan. Käyttöönotossa suoritetaan asennustarkastusmittaukset ja tarkastetaan laitteiden toiminta, sekä I/O-kytkennät logiikkaan ja logiikkaohjelman toimivuus.

Toteutuksen aikana suunnittelijan työt ovat pääsääntöisesti asennusvalvontaa ja asentajien ohjeistamista, mikäli he sitä tarvitsevat. Lisäksi ongelmien ilmetessä on suunnittelija luomassa ratkaisun ongelmaan. Käyttöönoton aikana automaattiosuunnittelijan kokemus on eduksi vikatilanteita ratkaistaessa, jotta hän pystyy paikantamaan vian ja korjaamaan sen mahdollisimman nopeasti. Käyttöönottovaiheessa asiakkaalla on usein tiukka aikataulu saada laitteisto käyttöön, joten virheellisillä suunnitelmilla ja väärillä kytkennöillä voi olla suuriakin taloudellisia vaikutuksia. Taloudelliset tappiot syntyvät sopimuksen eri osapuolille tuotannon puutteen ja sopimussakojen myötä.

6.4 Punakynät ja loppukuvat

Toteutuksen ja käyttöönoton aikana kuviin on tullut useita muutoksia, muuttuneiden kytkentöjen, lisättyjen komponenttien ja muiden ongelmien myötä. Nämä muutokset piirretään yleensä asentajan toimesta työkuviin ja tätä kuvasarjaa kutsutaan punakynäsarjaksi. Punakynät asentaja lähettää suunnittelijalle, joka piirtää muutokset sähkökuviin puhtaaksi ja muodostaa kuvasarjasta asiakkaalle lähetettävät loppukuvat. Loppukuvien on tarkoitus vastata tehtyjä kytkentöjä mahdollisimman tarkasti ja totuudenmukaisesti, koska loppukuvat ovat jälkeenpäin huoltojen, tarkastusten ja korjausten pohjana. Lisäksi loppukuvien avulla on tarkoitus pystyä käyttämään asennuksia turvallisesti. (Jumpponen 1987, 372.)

Myöhempiä muutoksia loppukuviin aletaan revisioimaan, mikä tarkoittaa kuvien muutosten hallintaa. Nämä muutokset merkataan kuviin yleensä kirjaintunnuksella varustetulla kolmiolla tai revisiopilvellä, jonka lisäksi sivun kehikseen merkataan kyseisen muutoksen päivämäärä, kuvaus muutoksesta ja muuttajan puumerkki.

Punakyniin liittyy useita erilaisia ongelmia, niin suunnittelussa, asennuksessa kuin käyttöönotossa. Ensimmäiset ongelmat syntyvät asennuksissa, kun ei ole selvää kuka muutokset piirtää kuviin. Piirtäjän pitäisi olla muutoksen tekijä, koska hänellä on kaikkein paras tieto siitä, mitä on tehty. Seuraava ongelma muodostuu, kun asentajilla on useampi kuvasarja ja vain yhteen on piirretty tehdyt muutokset. Tämä sarja pyörii muiden lailla lattioilla, jolloin päädytään tilanteeseen, että kuvat ovat kelvottomassa kunnossa tai hävyksissä. Tästä päästäänkin käyttöönoton ongelmiin, kun kuvat eivät vastaa asennuksia, punakynien ollessa tekemättä. Täten käyttöönottaja joutuu selvittelemään ja piirtämään niitä uusiksi. Lopulta kuvat saavuttavat suunnittelijan ja hänen tehtävänsä on tulkita mitä kuviin on piirretty. Usein nämä tulkinnat jäävät kyseenalaisiksi ja puutteellisiksi, heikosti tehtyjen punakynien vuoksi. Ratkaisuna punakynäongelmaan on asentajien ohjeistaminen kuvien tekoa varten ja järjestelmällisempi toiminta kaikin puolin. Lisäksi suunnittelijoiden huolellisemmalla kuvien piirtämisellä saadaan tulevien punakynien määrää vähennettyä.

Punakynien piirtäminen ja muu muutosten teko on ollut CAD-työkaluilla erittäin työlästä, kun jokainen muutos on pitänyt tehdä käsin ja tehdyt muutokset ovat vaikuttaneet useampaan dokumenttiin. Usein on päädytty tilanteeseen, että muutos on korjattu vain piirikaavioon, jolloin kuvat ovat ristiriidassa keskenään. Tähän tietokantapohjaisuus on ratkaisu, koska sillä voidaan vaikuttaa kaikkiin dokumentteihin kerralla. Toki näin laaja-alaisten muutosten kanssa täytyy olla tarkkana, koska väärän muutoksen jäljittäminen myöhemmin voi olla erittäin hankalaa. (Perkiö 1996, 134.)

7 Suunnitteluprosessin kehityskohteet

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia suunnitteluprosessia ja asioita mihin uudella suunnitteluohjelmistolla olisi mahdollista vaikuttaa. Kehityskohteita nousi esiin vanhempia suunnittelijoita haastatellessa ja Eplan -ohjelmiston käyttöä opetellessa. Näistä kehityskohteista suurin osa otettiin käyttöön, mutta osa vaatisi ohjelmiston lisenssin päivittämistä kattavampaan versioon.

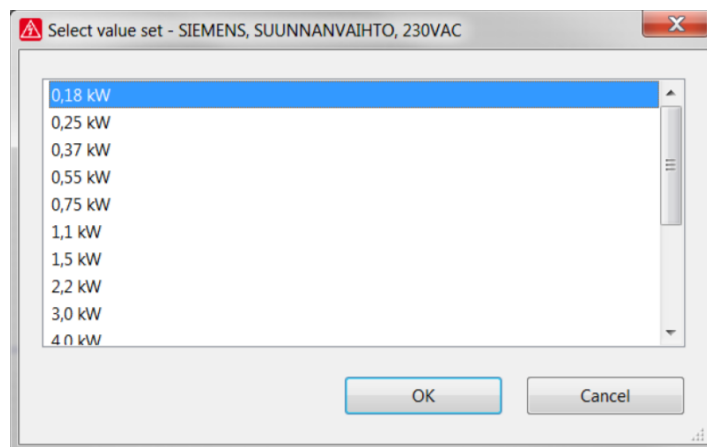
7.1 Eplan -muistikirja

Eplan -ohjelmisto on hyvin kattava ja asetuksia löytyy tuhansia erilaisia, joiden vaikutuksen opetteleminen eri asioihin on vuosien opettelun takana. Tämän vuoksi uuden työntekijän on mahdottomuus tietää mitä asetuksia kuuluisi aluksi muuttaa itselleen sopiviksi. Ratkaisuna tähän ongelmaan luotiin muistikirja Eplan -ohjelmiston käyttöä varten. Muistikirjaan kerättiin ratkaisuja asioiden toteutustavoista, vinkkejä ohjelmiston käytöstä ja ohjeistus yksittäisien asetusten muuttamiseksi. Lisäksi asetuksista luotiin ladattavat mallit, jotka ladataan uudelle käyttäjälle ja muokataan vain tarvittavilta osin.

Muistikirjaan saatiin kerättyä useita asioita, mutta uusia asioita lisättäväksi löytyi koko ajan ohjelmistoa enemmän käyttäessä. Ongelmaksi tulee muistikirjan päivittäminen uusien asioiden osalta, koska tämä vaatii aikaa ja viitseliäisyyttä, jota suunnittelijan päivässä ei liikaa ole. Mikäli dokumenttia kuitenkin päivitetään aika ajoin voi siitä olla uusille ja vanhoille ohjelman käyttäjille merkittävää hyötyä.

7.2 Moottorilähtö-makrot

Työn merkittävimpana osana ohjelmistoon valmistettiin makroja, joilla voidaan toteuttaa suorat ja suunnanvaihtomoottorilähdöt vakiokokojen 0,18 kW ja 22 kW väliltä. Nämä makrot sisältävät placeholder -objektin, johon on määritelty kaikki tarvittavat komponentit kyseessä olevan moottorikoon mukaan (ks. kuvio 3.). Komponentit mitoitettiin ABB, Schneider ja Siemens moottorikäyttöjen kojevalintataulukoiden perusteella. Komponentteihin kuuluu moottorinsuojakatkaisija, kontaktori(t), riviliitimet, turvakytin ja tarvittavat kaapeloinnit.



Kuvio 3. Moottorikoon valinta

Makrojen ideana on luoda projektiin kaikki tarvittavat komponentit jo pääkaavioita tehdessä, jolloin pelkkien pääkaavioiden (ks. liite 2.) pohjalta voidaan generoida kattavat osaluettelot (ks. liite 5.). Lisäksi piirikaaviot voidaan luoda makroja hyödyntämällä, jolloin käsityöksi jää vain murto-osa työn kokonaismäärästä. Piirikaaviot (ks. liite 3.) kootaan kahdella makrolla, moottorilähtömakrolla ja ohjauspiirimakrolla, joka

on oma placeholder-objektinsa. Ohjauspiirit on luotu 24 voltin tasajännitteelle ja 230 voltin vaihtojännitteelle. Nämä jännitteet ovat yleisimmin käytetyt, joten ne olivat loogisin valinta. Ohjauspiirit sisältävät tällä hetkellä nappi-, väännin- ja logiikkaohjauksen. Kutakin ohjausta hyödynnettäessä makro tuo projektiin tarvittavat komponentit, kuten sulakkeen ja välireleen tai painonapin.

Nämä makrot mahdollistavat yksinkertaisten moottorilähtöjen nopean suunnittelun, mutta mikäli niitä halutaan hyödyntää taajuusmuuttajien ja pehmojen käytössä vaatii se jatkokehitystä, joka kuitenkin voidaan suorittaa pitkälti näiden mallien pohjalta. Makrojen käyttöön ja ylläpitoon luotiin ohjeistus, jonka avulla kehitystä voidaan tehdä. Ohjeistuksessa on avattu makroissa tehtyjä ratkaisuja, asioita mitä pitää huomioida makroja käytettäessä ja mitä pitää muistaa muuttaa käsin makroilla tehtyihin kuviin.

7.3 Sivupohjat ja raporttipohjat

Eplan sisältää runsaasti erilaisia raporttipohjia käytettäväksi, täten ainoastaan raporttien räätälöinti kyseisen yrityksen käyttöön jää suunnittelijalle tehtäväksi. Monesti räätälöinti tarkoittaa vakiona tulevien tietojen suodatusta ja järjestelyä, mutta joissain tapauksissa raporttipohjaa täytyy muokata käsin. Raportit ovat joko staattisia tai dynaamisia. Staattisia raportteja käytetään muun muassa kansilehtenä ja yleisten tietojen näyttämiseksi. Suurin osa raporteista on kuitenkin dynaamisia, jotka kasvavat esimerkiksi kaapelimäärän mukaan.

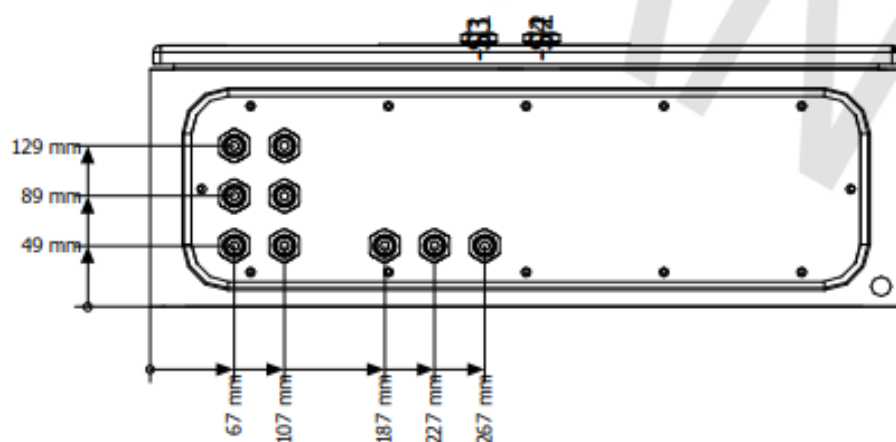
Sivupohjat ovat sen sijaan tehtävä käsin. Näitä sivupohjia on tarkoitus tehdä useasti eri projekteissa toistuvista kuvista, jolloin ne voidaan tuoda projektiin valmiina, eikä niitä tarvitse piirtää käsin aina uudelleen. Tällaisia useasti toistuvia kuvia ovat muun muassa pääkaavio- ja piirikaaviopohja, 24 voltin tasajännitteen luominen ja jakaminen, sekä ohjausjännitemuuntajan kytkentä. Sivupohjien ideana on myös yhtenäistää suunnittelijoiden piirtämien sähkökuvien ulkonäköä ja sisältöä, joka on aina hieman erinäköinen suunnittelijasta riippuen.

7.4 Pohjaprojekti

Pohjaprojekti, eli project template, on malli, jonka pohjalta uuteen projektiin luodaan pohjatiedot. Näihin tietoihin on määritelty komponenttien tunnusten muodostuminen, sekä tietojen näkyminen komponentin yhteydessä. Lisäksi pohjaprojektiin määritellään vakiona käytettävät raportit ja mukana tulevat sivupohjat. Yrityksellä oli vanha pohjaprojekti ennestään käytössä, joten opinnäytetyön aikana sitä päivitettiin sisältämään tehdyt muutokset ja lisäykset.

7.5 Automaattinen mitoitus

Ohjelmiston eri ominaisuuksia tutkiessa ja testaillessa eri lisensseillä, huomasin yrityksen lisensseistä suurimpana puutoksena automaattisen mitoituksen puuttumisen (ks. kuvio 4.). Tämän työkalun avulla voidaan ohittaa käytännössä kokonainen työvaihe, joka muuten tehtäisiin käsin, työkaluilla, jotka vaativat selkeää kehittämistä varsinkin automaattisten kiintopisteiden osalta, joihin ohjelma tarttuu. Yrityksen tarve mitoitukselle ei ole kuitenkaan niin suuri, että lisenssiä kannattaisi päivittää, koska suurempia keskuksia valmistetaan harvoin ja pienempien keskuksien kanssa pärjätään käsityökaluilla.



Kuvio 4. Automaattinen mitoitus

8 Johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kokonaisvaltainen käsitys suunnitteluprosessista ja Eplan -ohjelmiston hyödyntämisestä suunnitteluprosessin kehittämisessä. Tuloksina opinnäytetyössä luotiin uusia projekteja varten pohjaprojekti ja erilaisia sivu- ja raporttipohjia. Lisäksi suorien- ja suunnanvaihtomoottorilähtöjen tekoon luotiin makroja, joiden avulla kyseisten lähtöjen suunnittelu voidaan toteuttaa. Ohjelman ja makrojen käytöstä luotiin muistiinpanoja, joiden avulla voidaan välttää ongelmia suunnittelussa ja kehittää makroja.

Työn aikana saatiin hyvä käsitys toimiston suunnitteluprosessista, sekä tarpeista uuden ohjelmiston osalta. Nämä tarpeet määräytyivät vanhempien suunnittelijoiden toiveiden pohjalta, sekä Eplan-ohjelmistoon perehtyessä, ohjelmiston mahdollisuuksien mukaan. Tehtyjen tulosten avulla pystytään suunnitteluun kuluva aika lyhentämään ja kuvia yhtenäistämään suunnittelijoiden välillä. Työssä jouduttiin tekemään leikkauksia laajuuden suhteen, kuten moottorilähtöjen laajentaminen taajuusmuuttaja ja pehmokäynnistin lähtöjen osalta, koska aikaa kului huomattavasti odotettua enemmän tehtyihin makroiin. Tämän vuoksi ei makrojen laajuudessa aivan toimeksiantajan toiveisiin voitu vastata ja kehitystä jäi tehtäväksi edelleen.

Työn suurin ongelma oli uusi ohjelma, koska aiempaa kokemusta ohjelmasta oli ainoastaan muutaman päivän peruskurssi, joka suoritettiin useampaa kuukautta aiemmin, eikä ohjelmistoa oltu juurikaan käytetty tämän jälkeen. Tämän vuoksi ohjelman käyttö opeteltiin uusiksi ja huomattavasti laajemmin. Kokemattomuuden vaikutus näkyikin alussa erittäin vahvasti, kun kuvien sisältöä muokattiin ja raportteja alettiin generoida, jolloin tiedot eivät tulleet raportteihin oikein. Ongelmat kuitenkin ratkesivat ohjelman monipuolisemman käytön myötä. Tuloksissa voi kuitenkin olla ohjelmiston puolelta kyseenalaisia ratkaisuja tehty, jotka voivat aiheuttaa uusia ongelmia mahdollisten päivitysten myötä.

Tuloksia tehdessä kuvien sisältöä ja toteutusta luotiin suunnittelijoiden toiveiden ja suunnittelutoimiston omien ohjeiden mukaiseksi, jolloin ne ovat sidottu toimiston käyttöön, koska jokaisen toimiston kuvissa on oma kädenjälki näkyvissä. Näiden ohjeiden pohjalta tehdyt kuvat ovat kuitenkin hyvin käyttökelpoisia ja luotettavuudeltaan ne sisältävät tärkeimmät kuvissa näytettävät tiedot. Makrojen osalta testausta todellisiin projekteihin ei ole vielä suoritettu, joten käyttökelpoisuus on vielä hieman auki ja mahdollista jatkokehitystä vaille. Testiprojekteja tehdessä, makrot toimivat kuitenkin lupaavasti ja halutulla tavalla.

Jatkotoimenpiteinä opinnäytetyölle on makro- ja sivupohjakirjaston laajentaminen, jolloin edelleen suurempi osa työstä voitaisiin toteuttaa vakioratkaisuilla. Ongelmana valmiisiin pohjiin muodostuu myöhemmin komponenttivalmistajien komponenttisarjojen päivitys, jonka myötä mahdollisesti pitää myös dokumentteja päivittää vastaamaan uusia osia. Lisäksi ohjelman erittäin monipuolisten toimintojen oikeaoppisen käytön vuoksi lisäkoulutusten hankintaa kannattaa miettiä varsinkin vähemmän ohjelmaa käyttäneiden suunnittelijoiden osalta. Ohjelmaa pitää myös alkaa käyttää jokapäiväisessä suunnittelussa, jotta ohjelman käyttö rutinoituu suunnittelijoille, jolloin toiminnot löytyvät nopeammin ja ohjelman käyttö muuttuu sujuvammaksi.

Lähteet

Autio, I. Harsia, P. Leskinen, M. Piikkilä, V. Savunoja, P. & Välimäki, E. 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Espoo: Sähköinfo.

Eplan Data Portal. 2017. Impulssi suunnitteluun. Viitattu 15.9.2017.
<http://www.eplan.fi/fi/ratkaisut/saehkoesuunnittelu/eplan-data-portal/>.

Eplan Electric P8. 2016. Performance Description. Sähköposti 14.8.2017. Eplan lisenssit.

Eplan Pro Panel. 2017. Performance Description. Sähköposti 14.8.2017. Eplan lisenssit.

Jumpponen, E. 1987. Sähköpiirustuskirja. Espoo: Sähköurakoitsijaliiton koulutus ja kustannus.

Kallio, R. Mäkinen, M. & Tantarimäki, R. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Keuruu: Otava.

Kananen, J. 2009. Toimintatutkimus yritysten kehittämisessä. Sarja: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 101.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Sarja: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 134.

Maintpartner Group. 2017. Yritysesittely. Viitattu 18.5.2017.
http://maintpartner.fi/images/PDF/Maintpartner_Group_yritysesittely.pdf.

Perkiö, T. & Ruppaa, E. 1996. Sähkötekniinen dokumentointi. Helsinki: Opetushallitus

Seppälä, J. 2008. Tekniikka & talous: Maintpartner ostaa sähkökympin. Viitattu 18.5.2017. <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/2008-04-16/Maintpartner-ostaa-S%C3%A4hk%C3%B6kympin-3253920.html>.

ST 13.28. 2009. Yleisohjeita sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentoinnista. Espoo: Sähköinfo

ST 13.30. 2009. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit. Espoo: Sähköinfo.

Sätköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135. Viitattu 14.9.2017.
<http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135>.

Weisberg, D. 2006. Autodesk and Autocad. Viitattu 14.9.2017.
<http://cadhistory.net/08%20Autodesk%20and%20AutoCAD.pdf>.

Liitteet

Liite 1. Data Portal

The screenshot shows the EPLAN Data Portal search results for the part number 'gv2me22'. The interface includes a search bar at the top with the text 'gv2me22' and a 'Login | Register' link. A red banner at the top of the search results area contains the message: 'On 25.09.2017 from 8:00 CEST onwards, this server will not be accessible for several hours on account of maintenance work.' Below the banner, the search results are displayed in a list format. The first result is for 'SE.GV2ME22', which is a 'Schneider Electric' 'GV2ME22' 'Thermal Magnetic Motor Circuit Breaker TeSys GV2ME - 3P - 20...25 A / 3P 3d - thermomagnetic trip unit'. The second result is for 'SE.GV2ME23', which is a 'Schneider Electric' 'GV2ME23' 'Thermal Magnetic Motor Circuit Breaker TeSys GV2ME - 3P - 20...25 A / 3P 3d - thermomagnetic trip unit'. The third result is for 'SE.GV2ME2AE11', which is a 'Schneider Electric' 'GV2ME2AE11' 'motor circuit breaker GV2-ME - 20,25A / 3P 3d - thermomagnetic trip unit'. Each result includes a small image of the circuit breaker and a list of features such as 'Electrical engineering' and 'Protection devices'. The search results are paginated, showing 'Parts 1 to 4 out of 4'.

On 25.09.2017 from 8:00 CEST onwards, this server will not be accessible for several hours on account of maintenance work.

SEARCH
Search: gv2me22

Filter scheme: User-defined

Options: Manufacturer, EPLAN catalog, Features, Languages

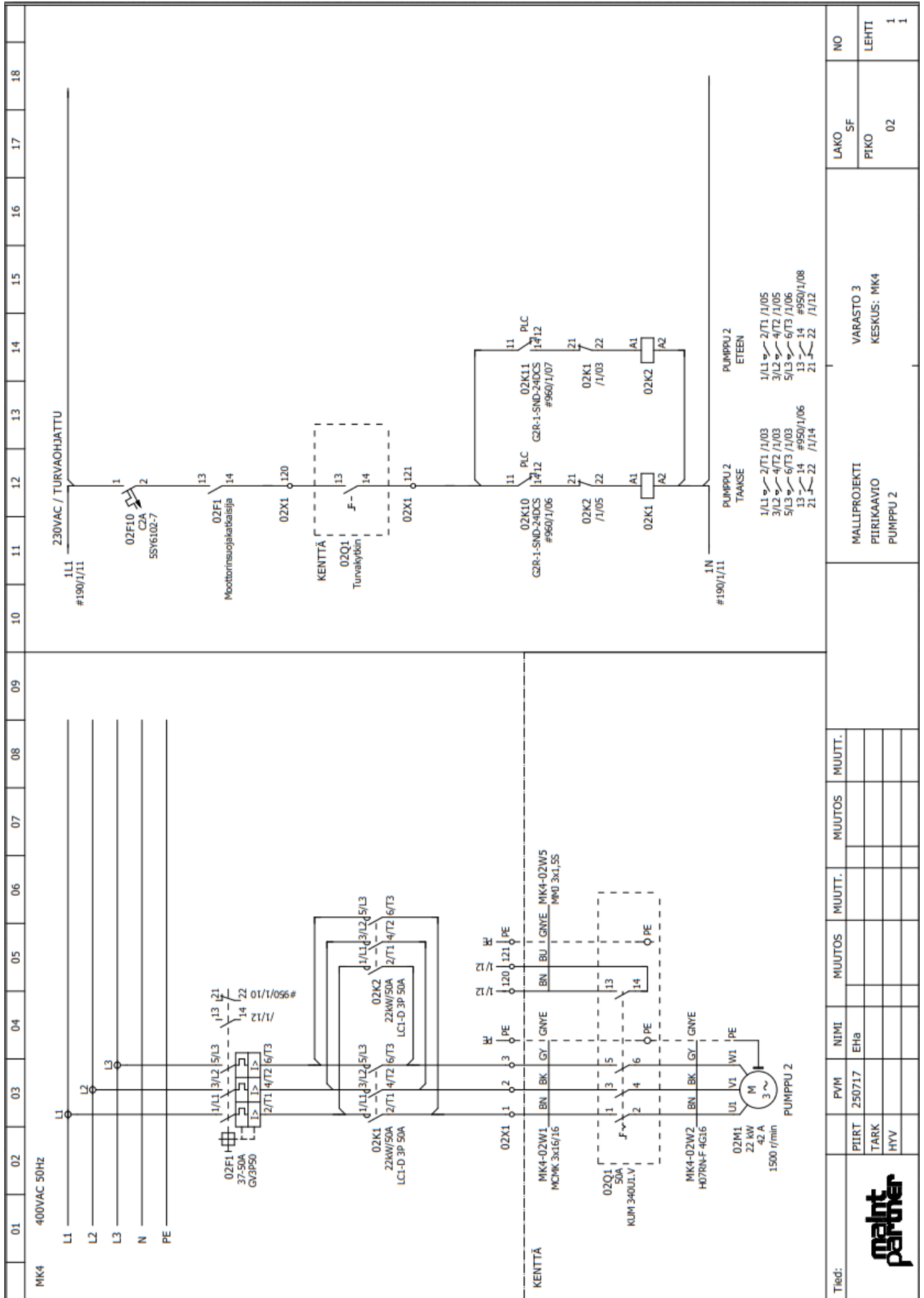
Parts 1 to 4 out of 4

1) SE.GV2ME22
Manufacturer: Schneider Electric
Type number: GV2ME22
Order number: GV2ME22
Designation: Thermal Magnetic Motor Circuit Breaker TeSys GV2ME - 3P - 20...25 A / 3P 3d - thermomagnetic trip unit
Product group: Electrical engineering > Protection devices > General
Features: Electrical engineering, Protection devices

2) SE.GV2ME23
Manufacturer: Schneider Electric
Type number: GV2ME23
Order number: GV2ME23
Designation: Thermal Magnetic Motor Circuit Breaker TeSys GV2ME - 3P - 20...25 A / 3P 3d - thermomagnetic trip unit
Product group: Electrical engineering > Protection devices > General
Features: Electrical engineering, Protection devices

3) SE.GV2ME2AE11
Manufacturer: Schneider Electric
Type number: GV2ME2AE11
Order number: GV2ME2AE11
Designation: motor circuit breaker GV2-ME - 20,25A / 3P 3d - thermomagnetic trip unit
Product group: Electrical engineering > Protection devices > General
Features: Electrical engineering, Protection devices

Liite 3. Piirikaavio



Liite 4. Riviliitinkokoonpano

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Riviliitinkokoonpano																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Kisko		Osanumero													Rytmähtymus			Päätytyyvi																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Riviliitin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Osanumero	Tyyppi	Pokkipiirinta	Litrunumero	Jumpperi																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PXC.3022218	CLIPFIX 35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
PXC.1004348	KLMA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
PXC.3044199	UT 16	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PXC.3044199	UT 16	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PXC.3044199	UT 16	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PXC.3044212	UT 16-PE	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PXC.3047206	D-UT 16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
PXC.3044076	UT 2,5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PXC.3044076	UT 2,5	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PXC.3044092	UT 2,5-PE	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PXC.3047028	D-UT 2,5/10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Tied:	PIRT	PVM	NIMI	MUUTOS	MUUTT.	MUUTOS	MUUTT.	MUUTOS	MUUTT.	MALLIPROJEKTI				VARASTO 3		LAKO	NO																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	TARK	010917	EHa							RIVILIITINKOONPANO				KESKUS: MK4		SR2																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	HYV									TERMINAL LINE-UP						PIKO	LEHTI																																																																																																																																																																																																																																																																																																
																	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																
																	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50px;">02X1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																		02X1																																																																																																																																																																																																																																																																																															
02X1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	



FI2_001

Liite 5. Osaluettelo

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
F01_001-Copy																	
Osaluettelo																	
Laiteluettelo	Määrä	Nimitys	Tyyppi	Valmistaja	Sijainti / Huomio												
EA	1	AE-kaappi 1000x1000x300	AE1110500	Rittal													
EA	3	Kaapalkouru	211172	Rittal													
EA	2	DIN-kesko	NS 35 7.5 GELIM STEG GES.L130	Phoenix Contact													
EA	1	Vastamutteri	EMUG 16	WISKA													
EA	1	Vastamutteri	EMUG 20	WISKA													
01F1	1	Moottorisuojakalaisija	GVZME22	Schneider	PUMPPU 1												
01F10	1	Apukosketin 1NO + 1NC	GVAE11	Schneider	=												
01F10	1	Jordonsuojakalaisija	SV16102-7	Siemens AG	PUMPPU 1												
01K1	1	Kontaktori	LCI-D 3P 25A	Schneider													
01K10	1	Rele	G2R-1-SND-24DCS	Omron													
01K10	1	Kanta	P2RF-05-E	Phoenix Contact													
01X1	1	Paätypuristin	CLIPFIX 35	Phoenix Contact													
01X1	1	Merkinpödin	KLM-A	Phoenix Contact													
01X1	3	Roviliitin	UT 10	Phoenix Contact													
01X1	2	Roviliitin	UT 2.5	Phoenix Contact													
01X1	1	Roviliitin PE	UT 10-PE	Phoenix Contact													
01X1	2	Paätyviely	D-UT 2.5/10	Phoenix Contact													
01X1	1	Roviliitin PE	UT 2.5-PE	Phoenix Contact													
02F1	1	Moottorisuojakalaisija	GVZPE0	Schneider	PUMPPU 2												
02F1	1	Apukosketin 1NO + 1NC	GVAE11	Schneider	=												
02F10	1	Jordonsuojakalaisija	SV16102-7	Siemens AG	PUMPPU 2												
02K1	1	Kontaktori	LCI-D 3P 50A	Schneider													
02K2	1	Kontaktori	LCI-D 3P 50A	Schneider													
02K10	1	Rele	G2R-1-SND-24DCS	Omron													
02K10	1	Kanta	P2RF-05-E	Omron													
02K11	1	Rele	G2R-1-SND-24DCS	Omron													
02K11	1	Kanta	P2RF-05-E	Omron													
02X1	1	Paätypuristin	CLIPFIX 35	Phoenix Contact													
02X1	1	Merkinpödin	KLM-A	Phoenix Contact													
02X1	3	Roviliitin	UT 16	Phoenix Contact													
02X1	2	Roviliitin	UT 2.5	Phoenix Contact													
02X1	1	Roviliitin PE	UT 16-PE	Phoenix Contact													
02X1	1	Paätyviely	D-UT 16	Phoenix Contact													
02X1	1	Roviliitin PE	UT 2.5-PE	Phoenix Contact													
02X1	1	Paätyviely	D-UT 2.5/10	Phoenix Contact													
03F1	1	Moottorisuojakalaisija	GVZME20	Schneider	PUMPPU 3												
03F1	1	Apukosketin 1NO + 1NC	GVAE11	Schneider	=												
03K1	1	Kontaktori	LCI-D 3P 18A	Schneider													
03K10	1	Rele	G2R-1-SND-24DCS	Omron													
03K10	1	Kanta	P2RF-05-E	Omron													
03X1	1	Paätypuristin	CLIPFIX 35	Phoenix Contact													
03X1	1	Merkinpödin	KLM-A	Phoenix Contact													
03X1	3	Roviliitin	UT 6	Phoenix Contact													
03X1	2	Roviliitin	UT 2.5	Phoenix Contact													
03X1	1	Roviliitin PE	UT 6-PE	Phoenix Contact													
03X1	2	Paätyviely	D-UT 2.5/10	Phoenix Contact													
03X1	1	Roviliitin PE	UT 2.5-PE	Phoenix Contact													
04F1	1	Moottorisuojakalaisija	GVZME06	Schneider	PUMPPU 4												
04F1	1	Apukosketin 1NO + 1NC	GVAE11	Schneider	=												
04K1	1	Kontaktori	LCI-D 3P 9A	Schneider													
04K2	1	Kontaktori	LCI-D 3P 9A	Schneider													
04K10	1	Rele	G2R-1-SND-24DCS	Omron													
04K10	1	Kanta	P2RF-05-E	Omron													
04K11	1	Rele	G2R-1-SND-24DCS	Omron													
04K11	1	Kanta	P2RF-05-E	Omron													
04X1	1	Paätypuristin	CLIPFIX 35	Phoenix Contact													

Tied:

PIERT

PVM

NIMI

MUUTOS

MUUTT.

MUUTOS

MUUTT.

MALLIPROJEKTI

KOJELUETTELO

PART LIST

VARASTO 3

KESKUS: MK4

LAKO

ST1

PIKO


LEHTI

NO


1

2

Liite 6. Kaapeliluettelo

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
F10_003																	
Kaapeliluettelo																	
Kaapelitunnus	mistä		mihin		Kaapelityyppi	Johtimet	Ø	Tila	Kuvaus								
MK4-01W1	#01-X1	+KENTTÄ#01-Q1		MCHK 3x10/10	4	10		PUMPPU 1									
MK4-01W2	+KENTTÄ#01-M1		+KENTTÄ#01-Q1	H07RN-F 4G10	4	10		=									
MK4-01W5	#01-X1	+KENTTÄ#01-Q1		M10 3x1,5S	3	1,5		=									
MK4-02W1	#02-X1	+KENTTÄ#02-Q1		MCHK 3x16/16	4	16		PUMPPU 2									
MK4-02W2	+KENTTÄ#02-M1		+KENTTÄ#02-Q1	H07RN-F 4G16	4	16		=									
MK4-02W5	#02-X1	+KENTTÄ#02-Q1		M10 3x1,5S	3	1,5		=									
MK4-03W1	#03-X1	+KENTTÄ#03-Q1		MCHK 3x6/6	4	6		PUMPPU 3									
MK4-03W2	+KENTTÄ#03-M1		+KENTTÄ#03-Q1	H07RN-F 4G6	4	6		=									
MK4-03W5	#03-X1	+KENTTÄ#03-Q1		M10 3x1,5S	3	1,5		=									
MK4-04W1	#04-X1	+KENTTÄ#04-Q1		MCHK 3x1,5/1,5	4	1,5		PUMPPU 4									
MK4-04W2	+KENTTÄ#04-M1		+KENTTÄ#04-Q1	H07RN-F 4G1,5	4	1,5		=									
MK4-04W5	#04-X1	+KENTTÄ#04-Q1		M10 3x1,5S	3	1,5		=									
Tied:	PIERT TARK HYV	PVM 220817	NIMI EHB	MUUTOS	MUUTT.	MUUTOS	MUUTT.	MUUTOS	MUUTT.	MALLIPROJEKTI KAAPELILUETTELO CABLE OVERVIEW			VARASTO 3 KESKUS: MK4			LAKO SV1 PIKO	NO LEHTI 1 1
																	

Liite 7. Kytkentäluettelo

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Kaapelikytkennät																			
Kaapeli MK4-01W1	Tyyppi MCHK 3x10/10			Syöttö			Kohde		Kojat			Laitin			Pilir.nro: =VARASTO 3+MK4&SD/1			Huom.	
				Keskus			Laitin		Kojat		Laitin		Keskus			Huom.			
				MK4			01 X1 1		BN		01 Q1		KENTTÄ			=			
				MK4			01 X1 2		BK		01 Q1		KENTTÄ			=			
				MK4			01 X1 3		GY		01 Q1		KENTTÄ			=			
			MK4			01 X1 PE		GNVE		01 Q1		KENTTÄ			=				
								SH											
Kaapeli MK4-01W2	Tyyppi H07RN-F 4G10			Syöttö			Kohde		Kojat			Laitin			Pilir.nro: =VARASTO 3+MK4&SD/1			Huom.	
				Keskus			Laitin		Kojat		Laitin		Keskus			Huom.			
				KENTTÄ			01 M1 U1		BN		01 Q1		KENTTÄ			PUKPPU 1			
				KENTTÄ			01 M1 V1		BK		01 Q1		KENTTÄ			=			
				KENTTÄ			01 M1 W1		GY		01 Q1		KENTTÄ			=			
			KENTTÄ			01 M1 PE		GNVE		01 Q1		KENTTÄ			=				
Kaapeli MK4-01W5	Tyyppi MMJ 3x1,5S			Syöttö			Kohde		Kojat			Laitin			Pilir.nro: =VARASTO 3+MK4&SD/1			Huom.	
				Keskus			Laitin		Kojat		Laitin		Keskus			Huom.			
				MK4			01 X1 120		BN		01 Q1		KENTTÄ			=			
				MK4			01 X1 121		BU		01 Q1		KENTTÄ			=			
				MK4			01 X1 PE		GNVE		01 Q1		KENTTÄ			=			
Kaapeli MK4-02W1	Tyyppi MCHK 3x16/16			Syöttö			Kohde		Kojat			Laitin			Pilir.nro: =VARASTO 3+MK4&SD/1			Huom.	
				Keskus			Laitin		Kojat		Laitin		Keskus			Huom.			
				MK4			02 X1 1		BN		02 Q1		KENTTÄ			=			
				MK4			02 X1 2		BK		02 Q1		KENTTÄ			=			
				MK4			02 X1 3		GY		02 Q1		KENTTÄ			=			
			MK4			02 X1 PE		GNVE		02 Q1		KENTTÄ			=				
								SH											
Kaapeli MK4-02W2	Tyyppi H07RN-F 4G16			Syöttö			Kohde		Kojat			Laitin			Pilir.nro: =VARASTO 3+MK4&SD/1			Huom.	
				Keskus			Laitin		Kojat		Laitin		Keskus			Huom.			
				KENTTÄ			02 M1 U1		BN		02 Q1		KENTTÄ			PUKPPU 2			
				KENTTÄ			02 M1 V1		BK		02 Q1		KENTTÄ			=			
Tied:	PIIRT TARK HYV	PVM 220817	NIMI EHa	MUUTOS	MUUT.	MUUT.	MUUTOS	MUUT.	MUUT.	MUUT.	MALLIPROJEKTI KYTKENTÄLUETTELO CABLE DIAGRAM			VARASTO 3 KESKUS: MK4		LAKO SVZ PIKO	NO LEHTI	1 3	
																			

Liite 8. Kilpiluetelo

#	ASETTELU	#	ASETTELU
1	OK2	2	R2
3	R3	4	01Q1 LK2 PÄÄKYTKIN
5	S0.0 PROSESSIN PÄÄKYTKIN	6	<input type="radio"/> 02M1 <input type="radio"/> HYDRAULIIKAN <input type="radio"/> LAUHDUTIN <input type="radio"/>
7	<input type="radio"/> 01M1 <input type="radio"/> KIERTOVIESIPUMPPU <input type="radio"/>	8	91S10 HÄTÄ-SEIS
9	91S2/H9 HÄTÄ-SEIS KUITTAUS	10	<input type="radio"/> 01M2 <input type="radio"/> PUHALLIN <input type="radio"/>
11	<input type="radio"/> SL1 <input type="radio"/> N9 SÄILIÖN <input type="radio"/> YLÄRAJA <input type="radio"/>	12	<input type="radio"/> H1 <input type="radio"/> N9 SÄILIÖ TÄYSI <input type="radio"/> MERKKIVALO <input type="radio"/>
13	<input type="radio"/> 91S11 <input type="radio"/> HÄTÄ-SEIS <input type="radio"/>	14	<input type="radio"/> 91S12 <input type="radio"/> HÄTÄ-SEIS <input type="radio"/>