

Toni Miettinen

KENNOKESKUKSEN LAYOUT- JA
OSALUETTELOSUUNNITTELUN KEHITYS

Automaatiotekniikan koulutusohjelma
2017

KENNOKESKUKSEN LAYOUT- JA OSALUETTELOSUUNNITTELUN KEHITYS

Miettinen, Toni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Asmala, Hannu
Sivumäärä: 46
Liitteitä: 1

Asiasanat: tutkimus, kehitys, sähkösuunnittelu

Tässä opinnäytetyössä perehdytään kennokeskuksen suunnittelun kehittämiseen. Työn tilaajana toimi Satmatic Oy.

Suunnitteluohjelmistoon kehitettiin sisäinen työkalu, joka keskittyi layouttien ja osaluettelon luontiin. Työssä kerrotaan, miten työkalu kehitettiin, miten sen avulla saadaan laadukkaampaa dokumentaatiota ja kuinka se nopeuttaa suunnittelijan työtä.

Työssä tutustutaan työn tilaajaan, tutkimustyöhön ja sovelluksen kehittämiseen. Työssä perehdytään käytettyyn suunnitteluohjelmistoon sekä sähkökeskustyyppiin, jolle työkalu kohdistettiin. Työssä kuvaillaan työkalun kehitysprosessi. Kehitysprosessi aloitetaan tutustumalla lähtökohtiin, jonka jälkeen kerrotaan työn toteutuksesta. Lopuksi käydään lävitse työkalun toiminta.

DEVELOPMENT OF LAYOUT AND PART LIST FOR ELECTRIC MOTOR CONTROL CENTER

Miettinen, Toni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Automation Engineering

April 2017

Supervisor: Asmala, Hannu

Number of pages: 46

Appendices: 1

Keywords: research, development, electric planning

This thesis focuses on design development of electric motor control center. Contract was made with Satmatic Oy.

An internal tool was developed for design software, focusing on creating layout and part list. The thesis explains how the tool was developed, how it can provide better quality documentation and how it accelerates the designers work.

This thesis includes acquainted with the job subscriber, research and application development. Learn about the design software used and the type of electric control center that the tool was targeting. Thesis describes the tool's development process. Development process is started by getting to know with the starting points and it continues to how the work was implemented. Finally, this thesis will go through the tools operation.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN LÄPIKÄYNTI.....	7
3	SATMATIC OY ESITTELY	8
3.1	Yleistä	8
3.2	Ratkaisut	9
3.2.1	Energiatuotanto & sähkönjakelu	9
3.2.2	Teollisuus & meriteollisuus.....	9
3.2.3	Liikenne- & infrarakentaminen	10
3.3	Palvelut	10
3.3.1	Sopimusvalmistus & projektitoimitukset	10
3.3.2	Suunnittelupalvelut.....	11
3.3.3	Asennus-, huolto- & elinkaaripalvelut	11
3.3.4	Komponentit & varaosapalvelut.....	12
4	TUTKIMUSTYÖ	13
4.1	Yleistä	13
4.2	Rakenne.....	13
4.3	Tutkimusotteet	15
4.3.1	Laadullinen tutkimusote	16
4.3.2	Määrällinen tutkimusote.....	16
4.3.3	Tapaustutkimus.....	17
4.3.4	Toimintatutkimus	17
4.3.5	Kehittämistutkimus.....	18
4.4	Aineistonkeruumenetelmät	18
4.5	Analyysimenetelmät	19
5	SOVELLUKSEN ELINKAARI.....	20
5.1	Yleistä	20
5.2	Vaihejakomallit.....	21
5.2.1	Esisuunnitteluvaihe.....	22
5.2.2	Määrittelyvaihe	23
5.2.3	Suunnitteluvaihe	23
5.2.4	Toteutusvaihe	24
5.2.5	Testausvaihe	24
5.2.6	Käyttöönottovaihe	25
5.2.7	Ylläpitovaihe	25
6	EPLAN	26
6.1	Yleistä	26

6.2	Electric P8	27
6.2.1	Projektien hallinta.....	28
6.2.2	Globaalisuus	29
6.2.3	Makrot	29
6.2.4	Dokumentaatio	29
6.3	Pro Panel	29
6.4	Engineering Configuration One	30
6.5	Data Portal	30
7	KENNOKESKUS	31
7.1	Finelcomp E-sarja	31
8	KOHTEEN ESISUUNNITTELU	32
8.1	Lähtötiedot	32
8.2	EPLAN Electric P8 peruskoulutuskurssi	33
8.3	Tutustuminen työn kohteeseen	33
8.3.1	Ajankäyttö	35
8.3.2	Virheet	36
8.3.3	Ristiriidat	37
9	TYÖKALUN KEHITTÄMINEN	39
9.1	Toteutus.....	39
9.2	Tallennustietokanta & nimeäminen	42
9.3	Vakiolähdön käyttö.....	43
10	YHTEENVETO	45
	LÄHTEET.....	46
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Ohjelmistot kehittyvät kovaa vauhtia monipuolisimmiksi ja helppokäyttöisemmiksi. Tässä kehityksessä on yritysten tärkeä pysyä mukana, sillä muutoin kilpailijat saavat etulyöntiaseman markkinoilla. Näin ollen jatkuva työtapojen ja sovellusten parantaminen sekä kehittäminen ovat tärkeässä asemassa. Kehittymisessä mukana pysymisen ansiosta pystytään tarjoamaan parempaa, nopeampaa, edullisempaa ja luotettavampaa palvelua.

Tuotantolaitoksissa suunnittelu on tärkeässä asemassa, sillä huonosti tehty suunnittelu kertaantuu tuotantoprosessin edetessä moninkertaiseksi. Vaikuttaa varsinkin ajankäyttöön tuotannon myöhemmässä vaiheessa. Pahimmassa tapauksessa myös lopputuloksen laatu kärsii.

Työn kohteena on kennokeskuksen layout- ja osaluettelosuunnittelun kehitys työn tilaajan Satmatic Oy:n suunnittelun käyttöön. Työkalun kehittämisen lopullinen tavoite on nopeuttaa ja helpottaa suunnittelijan työtä sekä poistaa ja vähentää layoutin ja osaluettelon luonnissa tapahtuvia virheitä. Kehitys toteutetaan siirtymällä vanhasta työtavasta uuteen ja otetaan käyttöön EPLAN Electric P8-sähkösuunnitteluohjelmisto. Ohjelmiston ominaisuudet ja käytettävyys luovat suunnitteluun uusia mahdollisuuksia vanhaan nähden, joista muutamia hyödynnetään tässä työssä.

Työ on rajattu kennokeskusten layout- ja osaluettelon suunnitteluun sekä edellä mainittuun Electric P8 suunnitteluohjelmistoon. Tarkoitus oli luoda useasti käytetyistä lähdöistä vakiomallit. Vakiolähtöjen tulisi sisältää oikeat komponentit ja käytännöllisen asettelun.

2 TYÖN LÄPIKÄYNTI

Kolmannessa luvussa perehdytään opinnäytetyön tilaajaan Satmaticiin yleisesti, sekä käydään lävitse heidän ratkaisuja ja palveluitaan. Tämän jälkeen luvussa neljä tutustutaan tutkimukseen. Perehdytään tutkimukseen yleisesti kysymyksellä, *mitä tutkimus on?* Käydään lävitse tutkimuksen perusrakenne sekä erilaisia tutkimusotteita ja niiden käyttökohteita. Näiden lisäksi tutustutaan aineistonkeruu- ja analyysimenetelmiin. Tutkimustyöstä päästään joustavasti sovelluksen kehittämiseen ja lukuun viisi. Siinä tutustutaan sovelluksen elinkaareen ja vaihejakomallien kautta elinkaaren vaiheisiin. Vaihejakomalleista tutustutaan niistä yleisimpiin.

Kuudennessa luvussa tutustutaan EPLAN yritykseen yleisesti ja sen tarjoamiin ominaisuuksiin ja sovelluksiin. Käydään lävitse työssä käytettävää ohjelmaa Electric P8:a ja sen tärkeimpiä ominaisuuksia. Luvussa seitsemän kerrotaan lyhyesti, millaiseen sähkökeskuksen tyyppiin työ kohdennetaan ja mitä ominaisuuksia sillä on.

Työkalun kehitystyön esisuunnitteluvaiheeseen päästään tutustumaan luvussa kahdeksan. Siinä tutustutaan lähtökohtiin sekä kehitettävään kohteeseen ja käydään lävitse syvällisesti kohteen ongelmat ja parannusta vaativat kohdat. Tämän jälkeen päästään itse työkalun kehittämisen toteutukseen. Siinä kerrotaan määrittelystä, suunnittelusta ja toteutuksen kulusta. Tämän jälkeen tutustutaan, miten tietokanta luotiin ja nimettiin, sekä perehdytään vakiolähtöjen käyttöön.

Viimeisessä luvussa kymmenen on lyhyt yhteenveto opinnäytetyöstä.

3 SATMATIC OY ESITTELY

3.1 Yleistä

Työn tilaaja Satmatic Oy on yksi Suomen johtavista sähkö- ja automaatiotekniikan rakentajista lähes 30 vuoden kokemuksella. Heidän visio on olla asiakkaidensa paras vaihtoehto ja siksi he panostavat korkeatasoiseen laadunvalvontaan. Satmaticin toiminta-ajatus on kehittää, valmistaa ja markkinoida sähkö- ja automaatiotekniikan projekteja sekä valmistusta kansainvälisille markkinoille. Heidän palvelutarjonnasta löytyvät sopimusvalmistus, projektitoimitukset sekä huolto-, elinkaari-, suunnittelu-, asennus- ja varaosapalvelut. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.) Yrityksen toimitusjohtajana toimii Simo Puustelli ja vuonna 2016 yrityksen liikevaihto oli 35,1 miljoonaa euroa. (Satmatic Oy Esittely).

Satmatic Oy kuuluu osana virolaiseen konserniin ja pörssiyhtiöön AS Harju Elekter Group:iin. Harju Elekter Group on vuonna 1968 perustettu sähkö- ja automaatiotekniikan rakentaja. Harju Elekter Group:n on yksi alansa suurimmista toimijoista Itämeren alueella. Heidän konserninsa työllistää noin 550 ammattilaista ja liikevaihto vuonna 2016 oli 65 miljoonaa euroa. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

Satmaticin toimipisteet sijaitsevat Ulvilassa ja Keravalla, joissa työskentelee noin 120 henkilöä. Lisäksi Satmatic Oy omistaa yhden Suomen johtavista muuntamovalmistajista Finnkumu Oy:n Kurikassa. Yritys on perustettu vuonna 1988, jolloin aloitettiin suunnittelutoiminta. Projektitoiminta käynnistettiin vuonna 1989 ja keskusvalmistukset 1990. Vuonna 1997 Satmatic Oy myytiin Siemens osakeyhtiölle, jossa yritys ehti toimia vajaat viisi vuotta. Tämän jälkeen vuonna 2002 Siemens Osakeyhtiö myi Satmatic Oy:n virolaiselle pörssiyhtiölle AS Harju Elekterille, jonka tytäryhtiönä Satmatic toimii tällä hetkellä. Vuonna 2006 Satmatic Oy osti Keravalaisen Finoval Oy:n ja puistomuuntamovalmistaja Finnkumu Oy:n vuonna 2014. (Satmatic Oy Esittely.)

Yrityksellä on käytössä ISO 9001:2008 ja ISO 14000 sertifioinnit, eli toiminta on sertifioitu laajasti laadun, ympäristön sekä tuotannon osalta. Satmatic Oy on myös UL-

sertifioitu keskusvalmistaja Yhdysvaltojen ja Kanadan markkinoille. (Satmatic Oy Esittely.)

3.2 Ratkaisut

3.2.1 Energiatuotanto & sähköjakelu

Satmatic tuottaa monimuotoisia ratkaisuja energiaa tuottaviin laitoksiin. Keskeiset ratkaisut ovat sähköjakeluun liittyvät pien- ja keskijännite keskusrakenteet sekä laitosta ohjaava automaatio. Toimitus voi olla asiakkaan tarpeesta riippuen osakokonaisuus tai kokonaistoimitus. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

Heillä on myös monipuolisia ratkaisuja sähköjakelun tarpeisiin. Päätuoteryhmät ovat puistomuuntamot, mutta pien-, tasa- ja keskijännitekeskukset ovat myös tuoteryhmänä vahvasti nousussa. Vaativiin kaapelointiratkaisuihin he lupaavat toimittaa laadukkaita sekä uusimpien standardien mukaisia katujakokaappeja. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

Satmatic toimittaa tekniikoita erilaisiin uusiutuvien energioiden tuotantolaitoksiin. Aurinkoenergiälaitostoimituksia on useita referenssikohteita eri puolilla Suomea, sisältäen monipuolisia teknisiä ratkaisuja. Biokaasulaitoksien laajojen toimitusten sekä vesivoimaloiden erilaisten ratkaisujen lisäksi Satmatic on myös mukana polttokenno-projekteissa. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

3.2.2 Teollisuus & meriteollisuus

Satmaticin perusta on teollisuuden sähköistys- ja automaatiotratkaisuissa. He toimittavat sähkökeskuksia, automaatiota ja avaimet käteen toimituksia usealle eri teollisuuden sektorille. Koneenrakennus, sellu ja paperi, öljy ja kaasu, elintarvike, prosessi ja kemia ovat teollisuuden aloja, joihin Satmatic on toimittanut useita projekteja joko projektiluontoisena tai sopimusvalmistuksena. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

heidän kansaan kilpailukykyisen hinnoittelun projektin automaatio-, instrumentointi- ja sähkökomponenteille. Projektien avaimet käteen toimituksissa Satmaticin vahvuuksiin kuuluvat projektin hallinta, pääsuunnittelu ja suunnittelun valvonta. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

3.3.2 Suunnittelupalvelut

Satmaticin suunnittelupalvelut kattaa kaiken esisuunnittelusta projektoinnin kautta kunnossapidon lisäyksiin. He toimittavat suunnittelupalveluita automaation, sähköistyksen ja instrumentoinnin sektoreille. Laajoissa kokonaisuuksissa he toimivat yhteistyössä alan suunnittelutoimistojen kanssa. Suunnittelun laajuus toteutetaan asiakkaan lähtökohdista. Satmaticin toimituksen laajuus sisältää kenttäsuunnittelun, piirikaaviot, layoutit, sovellussuunnittelun, ohjelmoinnin ja testaukset. Heidän suunnittelu toimii suorassa yhteydessä laite- ja järjestelmävalmistajiin sekä automaatio- ja sähkölaitteiden maahantuojiin varmistaen alan viimeisimmän tiedon. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

3.3.3 Asennus-, huolto- & elinkaari palvelut

Asennuspalvelut ovat osa Satmaticin kokonaisvaltaista palvelua. Asennuspalvelut sisältävät sähkö-, automaatio- ja instrumentointiasennukset sekä koneenrakennukseen liittyvät sähköistykset, keskusten paikalleen asennukset, impulssiputkitus ja pneumaattikka-asennukset. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

Satmatic haluaa varmistaa asiakkaidensa tulevaisuutta tarjoamalla palvelua toimitettujen tuotteidensa elinkaaren ajaksi. Tähän pyritään rakentamalla tuotteet pitkän elinkaaren politiikalla ja käyttämällä maailmanlaajuisesti tunnettuja tuotemerkkejä. He myös kouluttavat henkilöstönsä toimitettaviin tuotteisiinsa, jolloin he pystyvät tarjoamaan viankorjaukset, lisätoimitukset ja päivitykset. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

3.3.4 Komponentit & varaosapalvelut

Satmatic haluaa varmistaa sähkö- ja automaatiojärjestelmiensä huollon sujuvuuden tarjoamalla varastostaan huippulaatuisia komponentteja. Heidän varastonhallinta takaa mutkattoman palvelun ja toimivan logistiikan avulla nopeat ja varmat toimitukset. Heidän varastostaan löytyy noin 12 000 kappaletta sähkö- ja automaatioalan nimikettä. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017.)

4 TUTKIMUSTYÖ

4.1 Yleistä

Tutkimustyössä tarkoituksena on saada lisätietoa tutkittavasta aiheesta järjestelmällisesti ja tieteellisesti. Mikä tahansa työprosessi, jonka tavoitteena on tuottaa luettavaa ja luotettavaa tekstiä on rinnastettavissa tutkimustyöksi. Tutkimustyön on oltava dokumentaatioiltaan aukoton sekä kaikin puolin uskottava. Jotta työn lukijat ja arvioitsijat pystyvät päättämään valintojen sopivuuden, tulee ratkaisut aina perustella. Työn laatu voidaan varmistaa ja laadusta varmistua yhteisellä tieteellisellä kielellä eli raportointitavalla. (Kananen 2012, 9-10.)

Tieteen ja tutkimuksen peruskysymys on ilmiön syy-seuraussuhde eli kahden tapahtuman suhde toisiinsa. Syy-seuraussuhteiden tunnistaminen ilmiöstä eli tutkittavasta asiasta saadaan aikaan oikeanlaisilla toimenpiteillä ja sen myötä mahdollistetaan muutoksen aikaansaamisen. Muutos on tietyn ilmiön sisällä kahden tilan erotus eli prosessi, jossa jokin muuttuu toisenlaiseksi sen alkuperästä. Muutosta arvioidaan erilaisilla mittareilla. Mittarit rakennetaan yksilöidysti kaikkiin ilmiöihin ja tekijöihin, joilla on omat toimintalogiikkansa. (Kananen 2012, 22-23.) Luotettavuusmittareilla varmistetaan oikean tiedon tuottaminen. Luotettavuuskäsitteitä ovat reliabiliteetti eli luotettavuus ja validiteetti eli pätevyys, jolla varmistetaan oikeiden asioiden tutkiminen. (Kananen 2012, 161.)

4.2 Rakenne

Lähes aina tutkimuksen pohjana on ratkaisua kaipaava ongelma. Ongelman sisältö tulee tietää, ennen kuin ongelmaan lähdetään hakemaan ratkaisua. Ongelmat eivät aina ole yksiselitteisiä eli aiheuttajaa ei tiedetä. Tällöin ongelma itsestään voi olla tutkimuksen kohde. Väärin ymmärretty ja määritelty ongelma saattaa johtaa väriin analyysi- ja tiedonkeruumenetelmiin, jolloin saadun ongelman ratkaisu ei ole oikea. (Kananen 2012, 13.)

Tutkimustyö noudattaa rakenteeltaan aina samaa kaavaa. (Kananen 2012, 12). Tutkimus alkaa aiheen valinnasta joka rajataan ja täsmennetään siten, että siitä johdetulle tutkimusongelmalle mahdollistetaan ratkaisu. Aiheeksi suositellaan tutkimatonta aihetta tai ongelmaa. Tämä siksi, että päällekkäistutkimus ja valmis ongelman ratkaisu eivät edistä tieteen kehittymistä ja tietovarantojen kasvamista. Eikä edellä mainittuihin ole viisasta uhrata taloudellisia ja aineellisia resursseja. (Kananen 2012, 13.)

Kun ongelma on tiedossa, valitaan käytettävät menetelmät, joiden avulla ongelmaa lähdetään ratkaisemaan. Raaka-aine ongelmanratkaisussa on aina tieto. Tiedonkeruumenetelmät ovat aina tutkijan määritettävissä. Tutkijan tulee selvittää tiedon hankintatapa, tarpeellisuus ja lähteet. Kerätyt tietomäärät ovat usein suuria, jolloin on mahdollista käyttää teknisiä ratkaisuja tiedon käsittelyyn ja analysointiin. Kun tieto on kerätty, siitä puristetaan ratkaisu analyysimenetelmillä. (Kananen 2012, 13.)

Tutkimustyön runko eli rakenne muodostuu pisteistä, joissa tutkija joutuu tekemään perusteltuja ratkaisuja. Tieteessä ratkaisut eivät voi olla perusteltu tunnepohjalta vaan se vaatii tietolähteen. Prosessin kaikki vaiheet tulee dokumentoida, jotta voidaan varmistua oikeanlaisista päätelmistä ja ratkaisuista. Dokumentaatiolla säilytetään mahdollisuus tutkimuksen toistolle siinä käytetyin oletuksineen ja menetelmineen, sekä mahdollistetaan ratkaisun yleistäminen tai siirtäminen muihin yhteyksiin. Tieteen yksi perusvaatimuksista on julkisuus ja avoimuus. Tieteessä ei ole salaisuuksia, pois lukien liikesalaisuudet, ja siksi löydettyjä ja hyviä käytänteitä kannattaa jakaa muille. Läpinäkyvyydellä, avoimuudella ja julkistamisella varmistetaan dokumentaation tarkkuus, määrämuotoisuus ja riittävyys eli luotettavuustarkastelu. (Kananen 2012, 14-15.)

Tutkimuksen rakenne perustuu aina tietyistä yhteisistä osista. Ensimmäisenä johdanto, josta kerrotaan aiheesta yleisellä tasolla, sekä työn taustoista ja tarpeellisuudesta. Johdanto luodaan usein vasta viimeiseksi. Toisessa osassa kerrotaan tutkimusongelmasta ja sen rajauksista sekä tutkimuskysymyksistä ja työn tavoitteista. Mahdollista tavoitekuvausta voidaan käyttää ongelman tilalla. Seuraavaksi päästään kuvaamaan tutkimusasetelmassa tutkimuskohde ja tutkimusmenetelmät, joilla kerätään tieto ja ratkaistaan ongelma. Neljännessä osassa perehdytään kirjallisuuskatsaukseen, jossa esitellään ongelman kannalta tärkeä kirjallisuus ja aikaisemmat tutkimukset. Viimeistä edellisenä

esitetään tutkimuksen tulokset ja tulkitaan niitä, sekä suoritetaan tutkimuksen luotettavuusarviointi. Johtopäätökset käydään lävitse viimeisessä osiossa. Siinä pohditaan oman tutkimuksen, sekä tulosten suhdetta teoreettiseen viitekehykseen ja esitetään mahdolliset jatkotutkimus aiheet. (Kananen 2012, 15.)

Edellisessä kappaleessa läpikäytyt vaiheet tulee olla pakollisena jokaisessa tutkimuksessa. Näin ollen ohjataan tutkijaa puuttumaan kaikkiin oleellisiin tekijöihin. Rungon varaan tutkija rakentaa tutkimuksensa ja esittää tuloksensa. Tutkimuksen laadun ja sisällön varmistavat hyvin jäsentynyt rakenne ja rakenteiden oikeat sisällöt. (Kananen 2012, 16.)

Perinteisissä tutkimustoissa jotka tehdään määrällisellä ja laadullisella tutkimusotteella, löydetään ongelmien syyt ja esitetään joitakin toimenpidesuosituksia sen ratkaisemiseksi eli todetaan asiantila. Ongelman muuttaminen kehityskohteeksi tapahtuu poistamalla tai pienentämällä ongelmaa. Poistaminen vaatii keinojen valintaa ja syiden löytämistä, jolloin poistaminen on mahdollista. Erona kehittämistutkimuksessa on, ettei pelkkä toteaminen riitä vaan vaaditaan muutokseen johtavaa toimintaa. Kehittämistutkimuksessa tuotetaan käytännön työelämään toimivuudeltaan varmistettuja käyttökelpoisia ratkaisuja. (Kananen 2012, 16.)

4.3 Tutkimusotteet

Tutkimustyötä voidaan tehdä erilaisilla tutkimusotteilla eli lähestymistavoilla. Eri tutkimusotteet pitävät sisällään kullekin otteelle tyypilliset analysoinnin, tulkinnan ja tiedonkeruun menetelmät. Lähestymistapojen ymmärtäminen auttaa asemoimaan kehittämistutkimuksen tieteellisen tiedon oikein. Laadullisen ja määrällisen tutkimuksien menetelmien sekoituksia joudutaan käyttämään kehittämis-, tapaus- ja toimintatutkimuksissa, koska niillä ei ole omia menetelmiä. (Kananen 2012, 25-26.)

4.3.1 Laadullinen tutkimusote

Laadullisen eli kvalitatiivinen tutkimusotteen peruskysymys on, että mistä ilmiössä on kyse. Se käyttää sanoja ja lauseita, mutta ei tilastollisia lukuja. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään syvälliseen ymmärtämiseen sekä ymmärtämään ilmiön rakennetta, muuttujia ja niiden syy-seuraussuhteita. Kvalitatiivinen tutkimus valitaan sitä useammin mitä vähemmän tutkittavasta ilmiöstä tiedetään. Parhaiten se soveltuu tilanteisiin, joissa ilmiö on uusi tutkimuskohteena ja siitä halutaan saada syvällinen näkemys. Luodaan ilmiölle uusia teorioita ja ehdotettuja selityksiä sekä käytetään erilaisten menetelmien, tietolähteiden, tutkijoiden ja teorioiden yhdistämistä. Sekä se, että ilmiöstä haluaa hyvä kuvaus. Laadullisen tutkimuksen prosessi on joustavaa, jossa tutkija saattaa palata useitakin kertoja aikaisempiin vaiheisiin. Laadullista tutkimusta voidaan käyttää joskus esitutkimuksena määrälliselle tutkimukselle. (Kananen 2012, 29-30.)

4.3.2 Määrällinen tutkimusote

Määrällisessä eli kvantitatiivisessa tutkimusotteessa pitää ilmiön ymmärrys olla jo olemassa. Ilmiöstä tulee olla tutkittavia teorioita ja malleja sekä sen muuttujat on tunnettava. Määrällisessä tutkimuksessa pitää tietää mitä lasketaan, sillä muutoin ei laskutoimituksia voida suorittaa. Määrällisen tutkimuksen pohjana tulee kuitenkin olla jossain vaiheessa tehty laadullinen tutkimus, josta ilmenee teoria tai malli. Näiden pohjalta saadaan tutkimuskysymykset, koska ne johdetaan ilmiötä selittävistä muuttujista. Esimerkkinä voisi olla kysymys sukupuolen määristä, siitä kuinka monta naista ja miestä on. Eli saadaan numeraalinen tieto niistä, joilla on sukupuoli. Tuloksena saadaan lukuja, jotka voidaan tässä tapauksessa esittää suhteellisena tai kappalemääräisenä. Tutkimuksessa voidaan tarkastella samanaikaisesti kahden muuttujan ristikkäistä tarkastelua, eli kysytään esimerkiksi sukupuolen lisäksi myös kätisyyttä. Näin saadaan tietoon määrissä vasenkätiset miehet ja naiset sekä oikeakätiset miehet ja naiset. Määrällinen tutkimus siis tuottaa jäsenneltyihin kysymyksiin lukuja ja siinä lasketaan ilmiön määriä tai tekijöiden välisiä riippuvuussuhteita. (Kananen 2012, 31-33.)

4.3.3 Tapaustutkimus

Tapaustutkimuksessa eli Case-tutkimuksessa tutkitaan yhtä tai useampia tapauksia. Siinä tarkkaillaan todellisessa reaali maailman ympäristössä tapausta, joka voi olla yksilö, perhe, ihmisryhmä, yhteisö, yritys tai yrityksen osasto. Tapaustutkimus on itseasiassa tutkimusstrategia ja lähestymistapa, jossa saattaa olla piirteitä laadullisesta sekä määrällisestä tutkimuksesta. Case-tutkimuksella lähteitä on rajattomasti erilaisista havainnoista dokumentteihin ja arkistoihin. Tapaustutkimusta tehdään monista tietolähteistä ja sen perusedellytys on aineiston monilähteisyys. Lisäksi dokumentaatioon tulee esittää päättelyketju niin että se on tarkistettavissa ja näin ollen parantaa tutkimuksen luotettavuutta ja uskottavuutta. Tapaustutkimuksen haasteena on tapauksen määrittely eli mikä on tapaus. Tapaustutkimuksessa saatu tulos on aina tapauskohtainen, joten sitä ei voida yleistää muihin tutkittaviin tapauksiin. Yleensä yritetään syventyä yhteen tapaukseen niin syväälle kuin mahdollista eli selvittää mahdollisimman tarkasti tapauksen toimintalogiikka ja toimintaprosessit. (Kananen 2012, 34-36.)

Tutkimuksen tulkinta voidaan tehdä kahdella tapaa. Teorialähtöisesti, jolloin ammattialan teoriasta tehdään oletuksia ja niitä testataan tapauksella. Aineistolähtöisesti, jolloin aineistoon perehdytään ja tulkitaan. Ja tehdään teoria mahdollisuuksien mukaan. Riittävän tarkka dokumentaatio on tapaustutkimuksen perusedellytys ja tapaustutkimuksen ongelmaksi muodostuu yleistettävyyys. Tapaustutkimusta on kutsuttu myös syvä tutkimukseksi. (Kananen 2012, 34-36.)

4.3.4 Toimintatutkimus

Muutos on aina toimintatutkimuksen tavoitteena. Siinä tutkija osallistuu muutokseen ja muutossyklin toteutukseen. Muutoksen aikaansaaminen on huomattavasti haastavampaa kuin sen toteaminen, johon päästään määrällisellä ja laadullisella tutkimuksella. Toimintatutkimuksessa siis pitää ymmärtää syy-seuraussuhteita sekä niihin vaikuttamista. Tutkintaosion kautta pyritään tiedonlisäämiseen toimintatutkimuksessa. Lähes aina toimintatutkimuksen aiheena ovat ihmiset ja heidän toimintansa. Toimintatutkimuksen tavoitteena on itse muutos, muutoksen kokeilu ja muutoksen läpiviemi-

nen. Eli siinä pitää löytää mittarit ja keinot muutoksen toteamiseen ja ongelman poistamiseen. Toimintatutkimuksessa toimenpidesuositukset testataan käytännössä. Toimintatutkimuksen edellytyksiä ovat tutkimus, toiminnan muutos, yhteistoiminta ja se, että tutkija on mukana muutoksessa. (Kananen 2012, 37-40.) Toimintatutkimus perehtyy ihmisiin ja heidän toimintaansa. (Kananen 2012, 41-44).

4.3.5 Kehittämistutkimus

Kehittämistutkimuksella kehitetään jotakin kohdetta paremmaksi tai poistetaan ongelma. Siinä ei tyydytä vain asiantilojen ja ilmiön ymmärtämiseen ja selittämiseen vaan sen tavoitteena on parempien vaihtoehtojen löytäminen asiantiloille. Vaihtoehdot tulee testata, sekä niiden toimivuus todeta. Kehittämistutkimus tuottaa käytännössä toimivia ratkaisuja. Se perehtyy ei-sosiaalisiin kohteisiin, joita voivat olla esimerkiksi tuotteet, palvelut, prosessit tai toiminnot. (Kananen 2012, 41-44.) Mikä tahansa sopii kehittämistyön kohteeksi, johon voidaan jotenkin vaikuttaa. Kehittämistutkimus aloitetaan muutostarpeesta, jonka lopputuloksena syntyy tuotos. Muutoksen tavoitteena on luoda aina parempaa. (Kananen 2012, 19-21.)

Kehittämistutkimus on joukko erilaisia tutkimusmenetelmiä, joita käytetään tilanteen ja kehityskohteen mukaan. Eli tutkimusmenetelmänään se ei ole oma itsenäinen menetelmä. Siinä yhdistyvät määrälliset ja laadulliset tutkimusmenetelmät, joten kyse on monimenetelmällisestä tutkimusotteesta tai tutkimusstrategiasta. Kehittämisessä nojataan teoriaan tai teorioihin, jotka ovat aina kehittämistutkimuksen taustalla. (Kananen 2012, 19-21.) Jotta saadaan kehittämistutkimusta, tulee kehittäjän olla itse mukana kehitystyössä. (Kananen 2012, 41).

4.4 Aineistonkeruumenetelmät

Määrällisellä ja laadullisella tutkimuksella on omat aineistonkeruumenetelmänsä. Näistä käytetyimpiä ovat erilaiset havainnoinnit, haastattelut ja kyselyt. Havainnointi on systemaattista tarkkailua, jonka tuloksena saadaan tietoa tapahtumista, käyttäytymisistä tai fyysisistä kohteista. Havainnoinnit voidaan jakaa osallistuvaan, jossa tutkija

on aktiivisesti toiminnan mukana ja ei-osallistuvaan, jossa tutkija keskittyy pelkästään havainnoimaan. (Tietoarkiston www-sivut 2017.)

Haastattelut ovat tutkijan eli haastattelijan ja haastateltavan tai haastateltavien vuoro-vaikutustilanne, josta kerätään aineistoa tutkimukseen. Haastattelut voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan lomakehaastatteluihin ja avoimiin haastatteluihin. Lomakehaastatteluissa luodaan valmiit järjestelmälliset kysymykset ja vastausvaihtoehdot, kun taas avoimessa haastattelussa kysymystavat ja vastaukset voivat vaihdella. (Tietoarkiston www-sivut 2017.)

Kyselyt ovat nopeita ja tehokkaita aineistonkeruumenetelmiä, jolla voidaan kerätä laajaa tutkimusaineistoa. Kyselyillä saadaan usein tilastolliseen tutkimukseen soveltuvaa numeerista tietoa, jota on helppo analysoida. Kyselyjä voidaan tehdä internetissä, postitse, puhelimitse sekä haastatteleamalla. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2014, 121.)

4.5 Analyysimenetelmät

Analyysimenetelmillä pyritään perehtymään aineistonkeruumenetelmillä hankittuihin tutkimusmateriaaleihin. Määrällisessä tutkimuksessa saatuja numeraalisia tietoja analysoidaan muuttujina erilaisin tilastollisin keinoin. Apuna voidaan käyttää esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmia. Laadullisessa tutkimuksessa analysointi tapahtuu materiaalin tarkastelulla eli kaikessa yksinkertaisuudessaan se sisältää tekstimateriaalin järjestyä, huolellista lukemista, sisällön erittelyä sekä jäsentämistä ja pohtimista. (Tietoarkiston www-sivut 2017.)

5 SOVELLUKSEN ELINKAARI

5.1 Yleistä

Kehittämistutkimukseen kuuluu tutkimus ja kehittämistyön prosessit. Tutkimuksen pohjalta syntyy tutkimustyö ja se noudattaa tutkimusprosessia sekä tutkimusmenetelmiä. Kehittämistyöksi kutsutaan organisaatioissa tapahtuvaa jatkuvan toiminnan parantamista ja kehittämistä, se on hyvin lähellä kehittämistutkimusta. (Kananen 2012, 19-21.) Kehittämistyön pohjalta syntyy esimerkiksi tuote, prosessi, palvelu tai toiminta. Kehitystutkimusta ei ole pelkkä kehittämistyö, vaan siinä pitää olla tutkinnallisuutta. (Kananen 2012, 45.) Kehittämistutkimuksessa tarvitaan tutkimusosaamista. (Kananen 2012, 50) Vaarana on työn jääminen kehittämistyön asteelle, sillä kehittämistyöstä saadaan kehittämistutkimusta vasta kun se täyttää tutkimuksen kriteerit. (Kananen 2012, 43) Kehittämistutkimuksessa tuloksena saadaan muutos vain kehittämiskohteena olleeseen ilmiöön. Tulokset koskettavat yksittäistapauksia eli muutosprosessia ei voida kopioida tuloksineen toiseen ilmiöön. (Kananen 2012, 43.)

Kehitysprosessille on useita erilaisia prosesseja ja menetelmiä. (Immonen 2003). Kehittämistyötä voidaan katsoa monelta kantilta. Esimerkiksi kehittämisilmiö voidaan jakaa palasiin, joita tutkitaan pala kerrallaan. Tavoitteen saavuttamisen tutkimuskysymykset eivät ole ainoita, sillä tutkimuskysymykset voivat liittyä myös muutosprosessiin. Sen toteutuksen tutkimus on tärkeää, sillä epäonnistuessa muutosprosessin kehityksessä, se edellyttää epäonnistumiseen johtaneiden syiden kartoittamista. Prosessiarvioinnilla arvioidaan toiminnat, joiden avulla muutokset saatiin aikaan. Prosessiarvioinnilla muutosprosessin aikana pyritään vaikuttamaan tuloksiin jo työtä tehdessä. (Kananen 2012, 23.)

Kehityksen mittaamisella todetaan tapahtuneen kehityksen tulos. Käytettyjen mittareiden tulee täyttää luotettavuusvaatimukset. (Kananen 2012, 50.) Tutkimuksen kulmakiviä aina ovat luotettavuus ja toteennäyttäminen. Kehittämistyössä luotettavuutta tarkastellaan laadullisten ja määrällisten tutkimusten luotettavuuskriteerien avulla, jotka ovat validiteetti ja reliabiliteetti. Tämä siitä syystä, että kehittämistutkimuksella ei ole omaa metodologiaansa. (Kananen 2012, 24.) Saatujen tulosten arvioinnissa tarvitaan

tutkimusmenetelmien käyttöä ja hallintaa, sekä tutkimuksellista otetta. Poikkeuksena tekninen parannus, jonka arviointiin riittää toimivuus ja paremmuus verrattaessa lähtötilanteeseen. (Kananen 2012, 50.) Kehitystutkimuksessa voidaan asettaa tavoiteasetanta, jonka rooli on korostunut. Tavoiteasetannassa tavoite ja mittaaminen kulkevat käsikädessä. Tieteellisessä tutkimuksessa lähdetään yleensä vain tavoitehakuiseen toimintaan, kun tarvitaan tiettyyn ongelmaan ratkaisu. Tavoitteelle asetetut vaatimukset pitää täyttyä, jotta tavoiteasetanta ei ole turhaa. Näitä vaatimuksia ovat yksiselitteisyys, mitattavuus, keskeisyys, hyväksyttävyyys, realistisuus, kattavuus, vaikutettavuus ja ristiriidattomuus. (Kananen 2012, 23.)

Elinkaari tarkoittaa kehitettävän sovelluksen koko elinikää. Vaihejakomalleilla vaiheistetaan kehitysprosessi pienempiin osakokonaisuuksiin. Vaihejakomallilla tarkastellaan koko elinkaaren prosessia systemaattisesti. Vaihejakomalleja on paljon ja vielä enemmän on niistä muunnelmia. Mutta kehityskohteita on monenlaisia, niin myös erilaisia malleja tarvitaan. Luvussa 5.2 käydään muutamia yleisimpiä lävitse. (Immonen 2003.)

Sovelluksen kehittämisessä on myös ongelmia. Virheiden esiintymisriski muuttuu kehitettävän sovelluksen laajuuden ja monimutkaisuuden mukaan. Sovellukselle laaditut vaatimukset muuttuvat ja tarkentuvat kehittämistyön aikana, joka voi tuottaa ongelmia. Jokainen kehittämisprojekti on erilainen, joten aikataulujen, työmäärien ja valmiusasteen arviointi vaikeaa. (Immonen 2003.)

5.2 Vaihejakomallit

Tyypillisin vaihejakomalli on vesiputousmalli. Siinä edetään askel kerrallaan eteenpäin. Eli kun ensimmäinen osa tulee valmiiksi, voidaan siirtyä osaan kaksi, ja kun osa kaksi tulee valmiiksi, voidaan siirtyä osaan kolme, ja niin edelleen. Kaikkiin sen vaiheisiin sisältyy laadunvarmistustoimenpiteitä. Tätä mallia ei sovelluksen kehittämisessä voida toteuttaa kirjaimellisesti vaan sen muunnelmaa, koska kehittämisprosessissa on välillä palattava edellisiin vaiheisiin. (Immonen 2003.)

Evo-malli muodostuu käytännössä useasta vesiputousmallista sarjana. Voidaan kuvata myös spiraalimaisesti eli spiraalimallina, jossa spiraali lähtee kiertämään kehää kasvavasti ja vesiputousmallin tasot ovat spiraalimallissa sektoreina. Yhden kierroksen jälkeen, eli evo-mallissa vesiputousmalli alusta loppuun tai spiraalimallissa 360 astetta synnyttää uuden version. Uuden version kehitysprojekti käynnistyy aina edellisen kierroksen palautteesta. Kierroksia suoritetaan niin monta kuin tarve vaatii sovelluksen valmiiksi saattamiseen. Versioita syntyy näin ollen yhtä monta kuin kierroksia on kuljettu. Evo-mallia käytetään muun muassa tuotekehityshankkeissa. (Immonen 2003.)

Protoilumallissa kehitettävästä kohteesta tehdään prototyyppi, jossa on jotakin piirteitä kohteesta. Se soveltuu hyvin epäselvien asiakasvaatimusten kokeiluun tai uusien teknisten ratkaisujen kokeiluun. Prototyyppi voidaan kehittää lopulta valmiiksi, tai prototyypistä saadut tulokset huomioidaan varsinaisessa kehitettävässä kohteessa. (Immonen 2003.)

5.2.1 Esisuunnitteluvaihe

Kehittämistyöprosessi lähtee esisuunnitteluvaiheesta, jossa perehdytään tutkittavaan ilmiöön ja sen teoreettiseen viitekehykseen. (Kananen 2012, 47). Saadaan tietoa kohteen nykytilanteesta, ongelmista, tavoitteista, rajauksista, toimintavaihtoehdoista ja luodaan alustava suunnitelma. Esitutkimuksessa selvitetään asetettuja vaatimuksia, onko toteutus mahdollinen ja kannattava, sekä mitä sovelluksen tulisi tehdä. Esitutkimus perustuu asiakasvaatimuksiin. (Immonen 2003.) Siinä tutkija kerää erilaisista tietolähteistä tietoa. Tietolähteitä voivat olla esimerkiksi tutkimukset, teorat, raportit ja mallit. Eli sen on tarkoitus auttaa tutkijaa saamaan asiantuntemuksen ja ymmärryksen ilmiöstä, sekä perehtymään ilmiöön ja sen ongelmaan. Suunnitteluvaiheessa tutkija tekee päätöksiä kohteen valinnasta, rajaamisista ja käytettävistä työkaluista, (Kananen 2012, 47-48.) sekä kehittämistyön peruuttamisesta tai jatkamisesta. (Immonen 2003.)

5.2.2 Määrittelyvaihe

Määrittelyvaihe kertoo mitä sovellus tekee. Siinä selvitetään kehitettävän kohteen ominaisuudet, toiminnalliset vaatimukset ja ei-toiminnalliset vaatimukset. Toiminnallisissa vaatimuksissa selvitetään miten kohteen tulisi toimia ja niistä yksityiskohtaiset toiminnon kuvaukset. Ei-toiminnallisissa vaatimuksissa selvitetään reunaehdot joita ovat esimerkiksi käytettävyys ja rajoitteet. Rajoitteita voivat olla muun muassa standardit ja lainsäädäntö. Määrittelyssä kootaan, selvitetään ja analysoidaan asiakasvaatimukset tarkasti ja yksiselitteisesti. Sen suorittavat asiakas ja toimeksiantaja yhteistyössä. Analysoiduista asiakasvaatimuksista johdetaan sovelluksen vaatimukset, jotka määrittävät sovelluksen. Määrittelyvaiheessa syntyy vaatimusmäärittely, sopimus, hyväksymissuunnitelman luonnos, projektisuunnitelma, toiminnallinen määrittely, laatusuunnitelma ja tuotteenhallintasuunnitelma. Kaikki määrittelyvaiheessa käydyt asiat ja vaatimukset tulisi dokumentoida selvästi ja tarkasti. Näin ollen dokumentaatio on merkittävässä asemassa määrittelyvaiheessa. (Immonen 2003.)

Määrittelyvaiheessa ongelmia tuottaa usein keskeneräisyys ja ristiriidat. (Immonen 2003). Muita ongelmia voivat tuottaa muutoksen synnyttäminen. Muutokseen synnyttämiseen tarvitaan juuri oikeat toimenpiteet, jotta tuotetaan haluttu ja oikea lopputulos. Vaikuttaminen oikealla tavalla vaatii prosessin sekä tekijöiden syy-seuraussuhteiden tuntemista. (Kananen 2012, 21.) Eli vaatimusten epävakaisuus johtuu tuntemattomista, vaihtuvista tai väärinymmärretyistä vaatimuksista. (Immonen 2003).

5.2.3 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheessa keskitytään kohteen tekniseen toteutukseen. Kuvataan, miten kehitettävä sovellus toteutetaan eli miten sovellus tehtävän suorittaa. Käännetään määrittelyt ja toiminnot tekniselle kielelle. Suunnitteluvaiheessa ohjelman toiminnallisuutta paloitellaan selkeisiin ja pienempiin osiin, joita on helpompi ja selkeämpi käsitellä kuin suurta kokonaisuutta. Osat voivat olla esimerkiksi aliohjelmia tai niiden kokonaisuuksia, eli moduuleja. Moduulien yksilöllistä suunnittelua kutsutaan arkkitehtuurisuunnitteluksi. Tavoite suunnittelussa on muun muassa selkeys, tehokkuus ja luotettavuus. (Immonen 2003.)

5.2.4 Toteutusvaihe

Toteutusvaihetta kutsutaan myös kenttävaiheeksi. Vaiheessa aloitetaan kehittämistyö. (Kananen 2012, 48.) Toteutusvaiheessa rakennetaan sovellus suunnitelman ja määrittysten mukaisesti. Huomiota tulee kiinnittää toiminnallisuuteen, luotettavuuteen ja ylläpidettävyyteen. Kehitys voi tapahtua suunnitteluvaiheessa luoduin moduulein jotka integroidaan lopulta yhteen. Toteutusvaiheeseen kuuluu moduulien sisäisten liitännöiden ja tietorakenteiden suunnittelu sekä sovelluksen luonti. Toteutusvaiheessa luodaan ohjelmadokumentit ja suoritetaan moduulien yksilöllistä testausta. (Immonen 2003.)

Toteutusvaiheessa dokumentoidaan työvaiheista lähes kaikki mahdollinen, eli mitä, miten, miksi, millä perusteilla, milloin ja kuka teki. Myös havainnot, mitä huomattiin, tulee dokumentoida. Dokumentaation on hyvä olla mahdollisimman laaja kuin suppea, jotta raportointivaiheessa löydetään tarvittava tieto. Toteutusvaiheessa syntyy kehittämistyön aineisto. (Kananen 2012, 47-49.)

5.2.5 Testausvaihe

Testaus on suunnitelmallista virheiden etsimistä sovellusta suorittamalla. Testaus vähentää ylläpidon tarvetta sekä parantaa asiakastyytyväisyyttä. Testausvaiheessa tarkistetaan ohjelman toiminnallisuus ja pyritään löytämään virheet. Testaus voidaan suorittaa moduulikohtaisesti sekä integroituna kokonaisuutena. Aina pyritään testaamaan vastaavissa olosuhteissa, johon ohjelma on kehitetty eli simuloimalla. Testaamiseen voi sisältyä myös epänormaaleissa tilanteissa toimimista virheiden löytämiseksi. (Immonen 2003.)

Testaaminen voidaan lopettaa, mikäli se täyttää vaatimukset tai virhekäyrä tasaantuu. Se miten testaus suoritetaan, sekä testauksen lopettamiskriteerit tulee selvittää testausuunnitelmasta. Erilaisia testimenetelmiä löytyy useita, erilaisiin käyttötarkoituksiin. Näitä ovat muun muassa yksikkö-, integrointi-, systeemi- ja käytettävyytestaukset. Asioita joihin kiinnitetään huomioita testauksessa ovat muun muassa tavoitteet, testausympäristö, raportointi, hyväksymiskriteerit, testattavat toiminnot ja ei testattavat

ominaisuudet. Testitulosten tarkastelu tulee tehdä lopuksi ja tuloksia verrataan toiminnalliseen määrittelyyn sekä tavoitteisiin. Testimateriaalin sisältöä ovat syötemateriaali, odotetut tulokset, kuvaus testattavasta kohteesta sekä testiolosuhteista. Testimateriaali tulee aina säilyttää. (Immonen 2003.)

5.2.6 Käyttöönottovaihe

Käyttöönottovaiheessa valmis ohjelma otetaan käyttöön tai julkaistaan. Vaiheessa sovellus on täysin valmis, ja siinä luovutetaan myös dokumentaatiot. Käyttöönotossa tulee kertoa ohjelman ominaisuuksista ja ohjeistaa sen käyttöä. Lopulta asiakkaan tulee olla tyytyväinen valmiiseen ohjelmaan. (Immonen 2003.)

5.2.7 Ylläpitovaihe

Ylläpitovaiheessa on tarkoitus pitää ohjelma toimintakykyisenä. Jo käytössä olevaan ohjelmaan tuodaan mukauttavia, korjaavia tai parantavia toimenpiteitä päivityksillä. Eli tuotetta jatkokehitetään. Korjaavat toimenpiteet suoritetaan muutospyyntöistä. Muutospyyntöjä voi olla esimerkiksi vikaraportit tai parannusehdotukset. Ylläpitovaiheeseen laaditaan myös ylläpitosuunnitelma ylläpitostrategian pohjalta, josta selviää ylläpidon kattavuus, menetelmät, muutospyyntöjen hallinta ja muutosten tekeminen. Muutokset kirjataan dokumentteihin yksityiskohtaisesti. Tuotekehitysprosesseissa ei ylläpitoa tarvita sen varsinaisessa merkityksessä, koska siellä tuotteesta syntyy uusia versioita. (Immonen 2003.)

6 EPLAN

6.1 Yleistä

EPLAN on osa saksalaista perheyrittystä Friedhelm Loh Groupia ja se on perustettu vuonna 1984. Se työllistää yli 800 työntekijää maailmanlaajuisesti yli 50 maassa. Suomessa toimipisteet sijaitsevat Tampereella ja Vantaalla. He lupaavat edustaa jatkuvuutta ja varmuutta investoinneille. EPLAN tarjoaa tuotekehitysprosessien optimointien neuvontaa, kehittävät ohjelmistopohjaisia suunnitteluratkaisuja mekatroniikkaan sekä nopeuttavat asiakkaidensa tuotekehitysprosesseja mittatilaustyönä tehdyin CAD-, PDM- (*tuotetietojen hallinta*), PLM- (*tuotteiden elinkaaren hallinta*) ja ERP- (*toiminnan ohjausjärjestelmä*) liitännöin. Korkealaatuiset ohjelmistotuotteet, sekä kattavat palvelut kuuluvat EPLAN:n tarjontaan. Palveluita ovat muun muassa konsultointia konfigurointiin, prosessien standardointia, automatisointia, integrointia sekä tuki-, toteutus- ja koulutuspalveluita. EPLAN:n visiona on olla maailman johtava teknisiä ratkaisuja tarjoava toimittaja yhdistettynä korkealuokkaiseen suunnittelun konsultointiin. (EPLAN:n www-sivut 2017.)

EPLAN on CAE-suunnittelujärjestelmä (*Computer-aided engineering*), joka perustuu tietokantaan. EPLAN on luonut sovelluksille Platform alustan, jolla yhdistetään ohjelmistoratkaisut keskenään. Platform perustuu yhteiseen tietokantaan, jolla taataan ohjelmien joustava rinnakkainen toiminta ja tiedonvaihto. Engineering configuration toimii suunnittelun toiminnallisena runkona ja nopeuttaa suunnittelua. EPLAN ohjelmistokaavio esitetty kuvassa 1. (EPLAN:n www-sivut 2017.)



KUVA 1. Ohjelmistokaavio (EPLAN:n www-sivut 2017).

EPLAN:n tarjontaan kuuluu taulukossa 1 esitetyt sovellukset. Perehdytään näistä muutamisiin lähemmin, joita ovat Electric P8, Pro Panel, Engineering Configuration One ja Data Portal.

Taulukko 1. EPLAN sovellukset ja käyttötarkoitukset listattuna. (EPLAN:n www-sivut 2017).

EPLAN SOVELLUKSET	
Sovellus	Käyttötarkoitus
Electric P8	Sähkö- ja automaatiosuunnittelu
Fluid	Hydrauliikka- ja pneumatiikkasuunnittelu
Preplanning	Esisuunnittelu, projekti- ja laitossuunnittelu
Pro Panel	Keskussuunnittelu kolmiulotteisena
Harness proD	Johtosarjojen suunnittelu ja dokumentointi
Engineering Configuration One	Generointityökalu
Smart Wiring	Keskuksen johdotus
Data Portal	Komponenttikirjasto

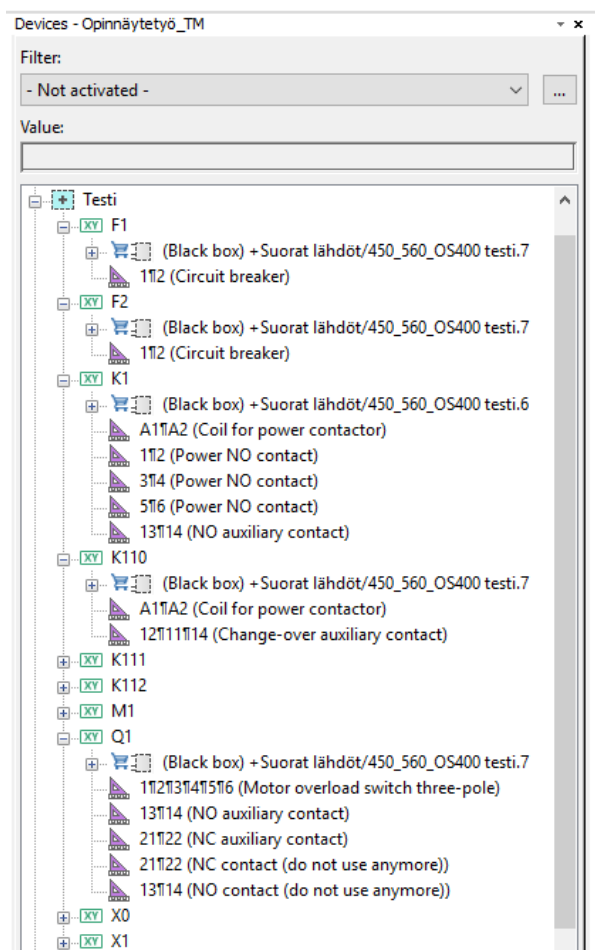
6.2 Electric P8

Electric P8 on sähkö- ja automaatioprojektien suunnittelu, dokumentointi ja hallinta ohjelmisto. Se toimii yhteistyössä muiden EPLAN sovellusten kanssa Platform alustassa, joka takaa joustavan datan käytön sekä yhdenmukaisuuden ja integraation tuotekehityksessä. Graafinen ja lähes täysin muokattava käyttöliittymä tuo käyttäjälle

mahdollisuuden muokata siitä mieleisensä, joka parantaa käyttömukavuutta. Ohjelmisto huolehtii automaattisesti projektintietojen hallinnasta. (EPLAN:n www-sivut 2017.)

6.2.1 Projektien hallinta

Projektien hallinta on rakennettu erilaisten navigaattoreiden varaan. Oma navigaattori löytyy muun muassa laitteille, kaapeleille, liittimille, kytköksille ja makroille. Navigaattoreista hallitaan aina valitun navigaattorin dataa. Esimerkiksi laitenavigaattoreista päästään käsiksi laitteiden tietoihin listattuna. Kuvassa 2 esitetään laitenavigaattori avattuna. Navigaattoreiden ja piirikaavion välillä voidaan hyppiä molempiin suuntiin, joka parantaa käyttömukavuutta. Esimerkiksi komponentin kohdalla piirikavion puolelta navigaattoriin ja päinvastoin.



KUVA 2. Laitenavigaattori

6.2.2 Globaalisuus

Electric P8 varmistaa globaalissa kehityksessä pysymisen, ja tukee maailmanlaajuisia standardeja, kuten Euroopassa käytetty IEC, Yhdysvalloissa käytetty NFPA, Venäjällä käytetty GOST ja Kiinassa käytetty GB-standardit. Yksilöllinen käännöstietokanta ja Unicode-valmius, tarjoaa mahdollisuuden tuottaa dokumentaatiota lähes millä tahansa kielellä. Kieltä voidaan vaihtaa tekstiä syöttäessä tai vasta projektin valmistuttua. (EPLAN:n www-sivut 2017.)

6.2.3 Makrot

Makrojen käyttö on tehty helpoksi ja yksinkertaiseksi Electric P8 ohjelmassa. Makro tyyppejä ovat sivu makrot (*page macro*) ja ikkuna makrot (*window macro*). Sivumakroihin tallennetaan nimensä mukaisesti kokonaisia sivuja, kun taas ikkunamakroihin pienempiä kokonaisuuksia. Makroilla voi olla useita variantteja (*variant*). Yksi makro voi sisältää muun muassa piirikaaviokuvia sekä layout kuvia ja näille useita asentoja varianttien muodossa

6.2.4 Dokumentaatio

Piirikaavioihin perustuva automaattinen dokumenttien generointi mahdollistaa nopean ja virheitä minimoivan suunnittelutyön. Dokumentteja ovat muun muassa tuotanto-, kokoonpano-, käyttöönotto- ja huoltodokumentit. Electric P8:lla tarkastusajoilla saadaan valvottua dokumenttien laatutasoa. (EPLAN:n www-sivut 2017.)

6.3 Pro Panel

Pro Panel on kehitetty kytkentäkaappien ja kojeistojen 3D-suunnitteluun. Ohjelmisto mahdollistaa sähkö- ja hydraulikkaohjauskaappien 3D-kokoonpanojen rakentamisen, virtuaalisen 3D-johdotuksen, rei'itys- ja johdotustiedot sekä 3D määrittelyn sähkönjakelu- ja kuparikiskostoista. Platformin kautta 3D-kuvat saadaan integroitua projek-

teihin. Pro Panel osaa huomioida itse laitevalmistajien vaatimukset komponenttien sijoittelussa ja tilankäytössä, sekä tarkastaa komponenttien päällekkäisyydet. Pro Panel osaa laskea johtimille optimaaliset johdotusreitit ja kourujen täyttöasteet. (EPLAN:n www-sivut 2017.)

6.4 Engineering Configuration One

EPLAN Engineering Configuration One lyhennettynä EEC One on älykäs generointityökalu. Työkalulla rakennetaan ennalta määritetyt säännöt Microsoft Excel pohjaan, josta ne siirretään EEC Onella EPLAN ympäristöön. Excel ympäristössä pystytään tekemään listauksia ja monimutkaisia sääntöjä, joiden avulla säästytään käsin tehtäviltä työvaiheilta ja pienennetään suunnittelutyön ajankäyttöä. (EPLAN:n www-sivut 2017.)

6.5 Data Portal

Data Portal on komponentti ja laitetietokanta, joka on Platformiin sisäänrakennettu verkkopalvelu. Näin ollen kaikki Platformia tukevat sovellukset voivat käyttää palvelua. Data Portal toimii kaikessa yksinkertaisuudessaan seuraavalla tavalla. Komponenttivalmistaja luo Data Portaliin komponenttinsa ja lisää sille tekniset tiedot. Teknisten tietojen laajuus voi vaihdella laitevalmistajan mukaan. Kun komponentti on luotu tietoineen, voi sitä käyttää kaikki Data Portalin käyttäjät. Tietokannasta voidaan tuoda komponentti suoraan projekteihin ns. vedä ja pudota toiminnolla. Komponentti lisätään yhteen paikkaan, jolloin sen tiedot päivittyvät myös muihin dokumentaatioihin. Näin ollen se yksinkertaistaa ja vähentää työtä sekä lisää dokumentaation laatua. (EPLAN:n www-sivut 2017.)

7 KENNOKESKUS

Kuvassa 3 esiintyvä kennokeskus on sähköautomaatiokeskus, joka rakentuu monien kennojen tai kenttien yhdistelmästä. Kennokeskukset soveltuvat rakenteensa vuoksi pää-, nousu-, valaistus- ja monilähtöisiksi moottorinlähtökeskuksiksi. Keskuksen sisälle rakennettujen kiskostojen ansiosta jännitteenjako on yksinkertaista koko keskukselle.



KUVA 3. Kennokeskus rakentuu kennojen tai kenttien yhdistelmästä. (Satmatic Oy:n www-sivut 2017).

7.1 Finelcomp E-sarja

Työssäni käytetty Finelcompin valmistama E-sarja on kolmeen suuntaan modulaarinen rakennejärjestelmä, joka antaa vapaat kädet suunnitteluun. Se sopii erinomaisesti jako-, ohjaus- ja automaatiokeskusten joustavaan kotelointiin. Kennokeskus voidaan rakentaa yksi- tai kaksipuoliseksi, ja jopa L- sekä U-muotoon. Kennokeskuksen lähtöyksiköt voivat olla kiinteitä tai ulosvedettäviä. Kokoojakiskostojärjestelmiä yhteen keskukseseen saadaan useampia erilaisia. Kiskostot on mahdollista rakentaa keskuksen keski- tai takaosaan, mille tahansa korkeudelle. Kiskojen materiaalina voi olla kupari tai alumiini. (Finelcomp Oy:n www-sivut 2017.)

8 KOHTEEN ESISUUNNITTELU

8.1 Lähtötiedot

Tämä työn tavoitteena oli tutkia ja kehittää suunnittelijalle työkalu, joka auttaa ja nopeuttaa häntä keskuksen suunnittelussa. Työ on rajattu kennokeskusten suunnitteluun Finelcomp E-sarjan runkoon ja EPLAN Electric P8 suunnitteluohjelmistoon.

Tavoite on luoda työkalu kennokeskuksen vakiolähtöjen muokkaamisen yksinkertaistamiseen. Muokkaamisen yksinkertaistaminen tarkoittaa, että osaluettelo ja layout pysyvät jatkuvasti ajan tasalla ilman virheitä ja ristiriitoja. Vakiolähdöt tulisi yksinkertaistaa niin, että layout-kuvaan tuodun uuden komponentin mukana päivittyy myös samalla osaluettelo ajan tasalle. Tämä halutaan koska tällä hetkellä yhden komponentin muutos aiheuttaa moneen paikkaan tietojen muutostyötä. Muutostyö vie aikaa ja pahimmassa tapauksessa jättää virheitä ja ristiriitoja, koska kaikkea tietoa ei välttämättä huomata päivittää oikeaksi. Vakiolähtöjen helppokäyttöisyyteen ja nimeämiseen tulee työssä kiinnittää huomiota.

Vakiolähtöjen luonnissa voitiin käyttää hyväksi jo aiemmin luotua materiaalia, joka helpotti kehitystyötä. Materiaalina oli valmiit keskuksen rungot ja asennuslevyt. Nämä toimivat ikään kuin muotteina, joiden sisään vakiolähdöt voitiin työstää.

Työssä pyritään saamaan parannusta työkalun avulla työtapoihin ja kehittämään työssä syntyneitä dokumentaatiota paremmaksi, sekä poistamaan vanhalla työtavalla syntyneitä ongelmakohtia. Näin ollen kappaleessa neljä läpikäydyistä tutkimusotteista voidaan valita tässä työssä käytettäväksi kehittämistutkimus. Laadullinen ja määrällinen eivät käy tässä työssä, sillä niissä pyritään vain toteamaan asian laita. Toimintatutkimusta ja tapaustutkimusta käytetään ihmisten ja heidän toimintansa tutkimiseen sekä kehittämiseen, joten ne voitiin myös sulkea pois.

Tässä kehittämistutkimuksessa käytetään kappaleessa viisi läpikäydyistä vaiheenjakomalleista, varioitua vesiputousmallia, koska edellinen vaihe täytyy olla aina valmis

siirryttäessä seuraavaan vaiheeseen. Varioitu vesiputousmallissa käydään välillä edellisessä vaiheessa. Tämä johtui aikaisemmassa vaiheessa luoduista virheistä, jotka piti korjata välittömästi ennen siirtymistä työssä eteenpäin.

Työn kohteeseen tutustuttiin osallistumalla kahden projektin luomiseen. Näiden projektien aikana kerättiin aineistoa kehittävän työkalun tarpeista havainnoimalla tehdyn työn lomassa aiheutuneita ongelmia ja virheitä. Nämä kirjattiin ylös, jotta kehittämistyöstä saatiin luotettavaa. Havainnoinnin lisäksi käytettiin työn luonteen vuoksi aineistonkeruumenetelmänä vapaamuotoisia haastatteluja. Vapaamuotoiset haastattelut perustuivat usein työn syy-seuraussuhteiden ymmärtämiseen. Sillä minulle tutkijana aiheen syvä ymmärrys piti saavuttaa ennen itse työkalun luomisen aloittamista.

8.2 EPLAN Electric P8 peruskoulutuskurssi

Ennen työn aloittamista suoritettiin neljä päiväinen EPLAN Electric P8-suunnitteluohjelmiston peruskoulutuskurssi. Siellä tutustuttiin ohjelmiston ominaisuuksiin ja opetettiin käytön perusteet. Kurssin ansiosta opinnäytetyön toteuttamiselle annettiin hyvä pohja.

8.3 Tutustuminen työn kohteeseen

Kehittämistyön kohteeseen ja ongelmaan perehdyttiin työstämällä kaksi kennokeskuksen suunnitteluprojektia. Projekteja työstämällä saatiin laaja ja syvä ymmärrys työn kohteesta, sekä sen sisältämistä ongelmakohdista.

Kennokeskuksen suunnittelussa käytetään rinnakkain Microsoft Excel taulukkolaskenta ja CADs Electric sähkösuunnitteluohjelmistoja. Microsoft Excel ohjelmalla luodaan osaluettelo ja CADs Electric ohjelmalla layout kuvat ja piirikaaviot. Piirikaaviot tulevat useasti jo asiakkaalta valmiina, joten piirikaavioita ei siinä tapauksessa piirretä, mikäli asiakas ei sitä erikseen vaadi. Projektit eivät tässä työssä sisältäneet piirikaavion piirtämistä, eikä työn rajauksen johdosta piirikaavioiden piirtämiseen tarvinnut puuttua.

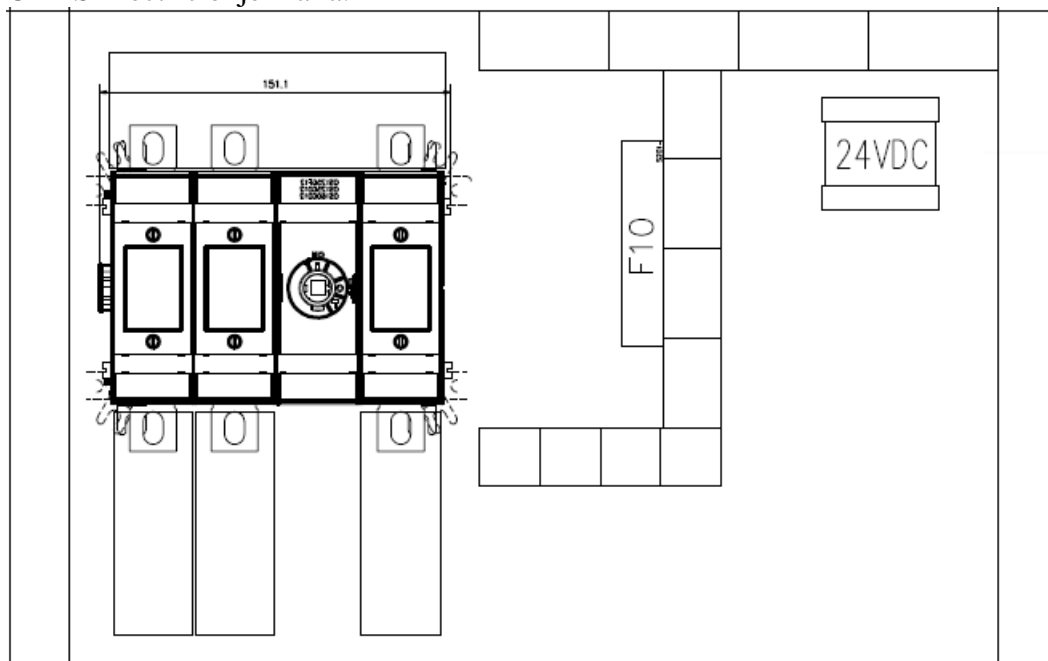
Suunnittelussa lähtötiedot saadaan tilaajalta. Lähtötiedoista selviää tekniset tiedot, tarvittavat toiminnallisuudet ja erikoisvaatimukset. Edellä mainittuihin voi muun muassa kuulua vaadittu IP luokitus, merkintätavat, kieli, komponentti valmistaja, toteutustapoja ja lukuisia muita asioita. Lähtötietojen pohjalta suunnittelija luo keskuksen käyttäen apunaan sähköalan standardeja ja yrityksen omaa keskusvalmistuksen ohjetta.

Suunnittelijan työ alkaa lähtötietoihin ja piirikaavioihin tutustumalla. Näiden mukaan hän aloittaa luomaan layout kuvia ja osaluetteloa. Osaluetteloa aloitetaan luomaan tyhjään osaluettelopohjaan. Suunnittelija etsii käyttötarkoitukseen sopivat komponentit erinäisistä digitaalisista tai paperillisista esitteistä tai internetistä. Kun oikea komponentti löydetään, lisätään sen tekniset tiedot osaluetteloon taulukossa 2 esitetyllä tavalla ja mittojen perusteella piirretään komponentti layout kuviin, josta esimerkki taulukossa 3. Tarvittavia komponentin tietoja ovat valmistaja (*manufacturer*), tyyppi (*type*) ja lyhyt kuvaus (*description*) kyseisestä tuotteesta. Lisäksi osaluetteloon lisätään komponenttien nimitys (*designation*) ja kappalemäärä (*pcs. = pieces*).

TAULUKKO 2. Excel muotoiseen osaluetteloon kaikki tiedot tulee päivittää manuaalisesti.

DESIGNATION	PCS	DESCRIPTION	TYPE	MANUFACTURER
F1	1	Kytkimvaroke	OS125GD12P	ABB
	1	Liitinsuoja harmaa pitkä, 3 KPL, OS125G.	OSS180GG1L3	ABB
	1	Suojalevy kirkas 50x145	OS125G LIITINSUOJA	
F10	1	Johdonsuoja-automaatti	S201-B2	ABB
24 VDC	2	Riviliitin	UT 2,5	Phoenix Contact
	1	Päätylevy	D-UT 2,5/10	Phoenix Contact
	1	Kilvenpidin	KLM	Phoenix Contact
	2	Päätypuristin	Clipfix 35	Phoenix Contact

TAULUKKO 3. Lähes kaikki komponentit layout kuviin piirretään manuaalisesti CADS Electric ohjelmalla.



Projekteja työstäessä havaittuja ongelmia olivat suunnitteluun kuluva aika, inhimilliset virheet ja ristiriidat. Seuraavissa kappaleissa perehdytään näihin parannusta vaativiin ongelma-kohtiin.

8.3.1 Ajankäyttö

Ajankäyttö oli yksi ongelmista. Aikaa kului komponenttien teknisten tietojen hakemiseen digitaalisista sekä paperillisista esitteistä ja internetistä. Toinen merkittävä aikaa vievä työvaihe oli dokumenttien eli layout-kuvien ja osaluettelon luonti. Kaikki työvaiheet täytyi suorittaa manuaalisesti alusta loppuun, joka tarkoittaa, että tiedot tuli syöttää käsin. Komponentit layout-kuvaan piirrettiin teknisistä tiedoista löydetyillä mitoilla. Mittojen löytäminen ei aina ollut yksinkertaista vaan välillä niitä etsittiin monista tietolähteestä.

Kolmas aikaa kuluttava asia oli komponenttien päivittäminen. Esimerkissä asiakas haluaa vaihtaa alkuperäisistä tiedoista poiketen komponentin valmistajaa ja kappalemäärää, joka esitetty taulukossa 4. Eli jo aiemmin luotu osaluettelo ja layout kuva tulee päivittää kyseisen komponentin osalta oikeaksi. Kaikki aiemmin tehty työ menee näin

ollen hukkaan ja sama työ teknisten tiedon etsinnästä dokumenttien luontiin tehdään toiseen kertaan.

TAULUKKO 4. Osaluettelossa yksi johdonsuoja-automaatti poistuu (yliviivattu) ja tilalle tulee kaksi kappaletta toisen valmistajan johdonsuoja-automaatteja.

DESIGNATION	PCS	DESCRIPTION	TYPE	MANUFACTURER
F49	4	Johdonsuoja-automaatti	S201-B2	ABB
F10, F11	2	Johdonsuoja-automaatti	5SY6106-7	SIEMENS

Tällä hetkellä jokaisen suunniteltavan kennokeskuksen lähtö tulee suunnitella yksilönä, jolloin lähes kaikki komponentit rakennetaan sekä sijoitellaan yksitellen ja samalla niiden tiedot eli kaikki tunnukset päivitetään myös osaluetteloon yksitellen. Yksilöllisyys hidastaa myös mekaniikassa asennuslevyjen rei'itystyötä sekä asentajien kokoonpanotyötä, koska heidän tulee lähes aina rakentaa uudenlaisia lähtöjä.

8.3.2 Virheet

Ihminen ei ole robotti, joten virheitä tulee tehtyä. Ja virheiden minimointi on kehitystä vaativa kohta myös suunnittelussa. Osaluetteloa luodessa tulee tehtyä helposti virheitä, jotka johtuvat usein inhimillisestä virheestä, kiireestä tai kopioi ja liitä toiminnon käytöstä.

Suunnittelija voi kirjata vahingossa komponentin tekniset tiedot väärin, mihin riittää vain esimerkiksi taulukossa 5 esitetty kirjaimen tai numeron vaihtuminen komponentin tyyppissä. Näin ollen tätä luotua väärää komponenttitietoa kopioimalla ja liittämällä virhe kertaantuu eteenpäin. Kopioi ja liitä toiminto on tällä tavalla luodussa kennokeskuksessa oiva työkalu, mutta myös virheherkkä.

TAULUKKO 5. Tyyppinumerossa jo yhden numeron vaihtuminen luo merkittävän virheen.

DESIGNATION	PCS	DESCRIPTION	TYPE	MANUFACTURER
F10	1	Johdonsuoja-automaatti	S200-B2 <i>Väärin</i>	ABB
F10	1	Johdonsuoja-automaatti	S201-B2 <i>Oikein</i>	ABB

Virhe voi myös helposti syntyä yhden komponentin muutoksesta. Esimerkiksi komponentteja sisältyy kennokeskukseen 50 kappaletta ja näistä yhteen tulee tyyppimuutos. Suunnittelija voi vahingossa päivittää muutoksen väärälle riville osaluetteloon, koska Excel-rivejä saattaa hyvinkin olla yhden kennokeskuksen osaluettelossa jopa yli 1500 kappaletta.

8.3.3 Ristiriidat

Ristiriitojen minimointi on tärkeä kehityskohde, sillä ne aiheuttavat eniten ongelmia tuotantoon. Ristiriitoja syntyy varsin helposti muutamassa työvaiheessa.

Komponentin muuttuessa suunnittelija ei huomaa päivittää kaikkia dokumentteja oikeanlaisiksi. Esimerkkinä mainittakoon muutos, joka päivitetään vahingossa vain osaluetteloon, mutta ei layout-kuviin.

Toisessa ristiriitoja aiheuttavassa työvaiheessa komponentteja saattaa olla lähes vastaavia, joita on jo osaluetteloon kirjattu, näissä erona vain tyyppinimessä muutaman numeron tai kirjaimen muutos. Esimerkki esitetty taulukossa 6. Näin ollen suunnittelija todennäköisesti kopioi vastaavan komponentin ja muokkaa siitä haluamansa. Tässä piilee se vaara, ettei suunnittelija muista muuttaa kaikkia tietoja ja lopulta osaluettelon komponentti ei vastaa piirikaavion komponenttia. Tästä johtuen tuotannossa asentaja joutuu miettimään miksi dokumenteissa on ristiriita. Näin ollen asentajalta kuluu kallisarvoista aikaa ristiriitaa ratkaistessa.

TAULUKKO 6. Yhden numeron muutos tyyppinimessä voi tarkoittaa jo toista, ja väärää komponenttia.


DESIGNATION	PCS	DESCRIPTION	TYPE	MANUFACTURER
F10	1	Johdonsuoja-automaatti	S203-B2 <i>Väärin</i>	ABB
F10	1	Johdonsuoja-automaatti	S201-B2 <i>Oikein</i>	ABB

Kolmantena ristiriitojen aiheuttajana on väärin kopiointi. Sillä Excel on tunnetusti taulukkolaskenta ohjelma ja tekstiä voi kopioida vetämällä Excel solun tai solujoukon kulmasta haluttuun suuntaan taulukossa 7 esitetyllä tavalla. Tämä toimii oikein, mikäli solu tai solujoukko ei sisällä numeroita. Mutta jos jokin valituista kentistä sisältääkin

numeroita, niin Excel laskee siihen laskurillaan lisää. Esimerkkinä komponentin tunnus, kappalemäärä ja tyyppinumeron tiedot muuttuvat vääriksi. Tulos esitettynä taulukossa 8. Ja näin ollen syntyy ristiriita piirikaavion, layoutkuvien ja osaluettelon välillä.

TAULUKKO 7. Valitun solujoukon vääränlainen kopiointi tapa, jossa vedetään solujoukon kulmasta alaspäin. Lopputulos nähdään taulukossa 8.

DESIGNATION	PCS	DESCRIPTION	TYPE	MANUFACTURER
F10	1	Johdonsuoja-automaatti	S201-B2	ABB



TAULUKKO 8. Lopputulos helposti tapahtuvalle vääränlaiselle kopiointille.

DESIGNATION	PCS	DESCRIPTION	TYPE	MANUFACTURER
F10	1	Johdonsuoja-automaatti	S201-B2	ABB
F11	2	Johdonsuoja-automaatti	S201-B3	ABB
F12	3	Johdonsuoja-automaatti	S201-B4	ABB

9 TYÖKALUN KEHITTÄMINEN

9.1 Toteutus

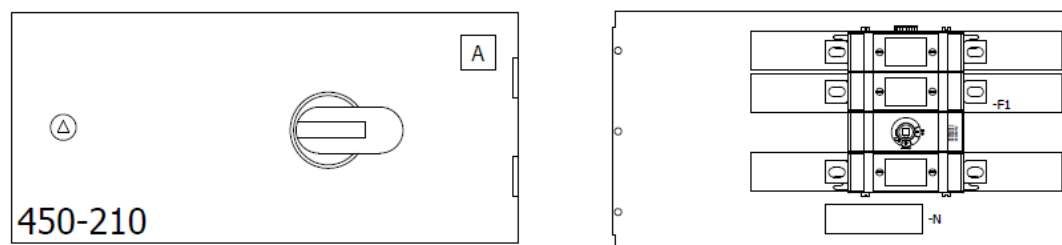
Toteutus suoritettiin liittämällä tyhjään piirustus pohjaan jo valmiina olleita asennuslevyjä. Levyjä oli kaikille työssä tarvituille kokoluokille ja ne antoivat aina oikeankokoiset muotit vakiolähtöjen komponenttisijoittelulle. Tarvittavat vakiolähdöt ja niissä käytetyt komponentit määriteltiin ja valittiin.

Vanhoista dokumenteista löydettiin määrittelyn avuksi aiemmin tehtyjä lähtöjä. Tietoa löytyi osaluetteloista, layouteista sekä valokuvista. Dokumenteista saatiin selville, että suorat kytkinvarokelähdöt voidaan toteuttaa tällä tavalla, mutta moottorilähtöjä ei. Sillä moottorilähdöille syntyy suuret määrät mahdollisia variaatioita. Tästä johtuen ymmärrettiin, että moottorilähdöistä ei kannattanut tehdä niin sanotusti liian yksilöityjä, koska silloin lähtöjä olisi täytynyt luoda erittäin suuri määrä. Sillä jokainen komponentti tuotaisiin itsenäisenä komponenttietona lähtöön ja kaikki pienetkin muutokset vaatisivat uuden vakiolähdön. Se tapa ei palvelisi suunnittelijaa tietokannan suuruuden johdosta.

Vaihtoehtoiseksi tavaksi löytyi komponenttilaatikoiden (*Black box*) luonti komponenteille jotka ovat muuttujia. Esimerkkinä mainittakoon johdonsuoja-automaatti, joka voi olla muun muassa 2A, 4A tai 6A. Tämä tapa osoittautui yksinkertaisen muunneltavuuden johdosta työssä käytettäväksi. Vakiolähdöistä jäi lopulta hyvin vähän osia itsenäisiksi komponenteiksi. Näitä olivat ainoastaan johtokourut, nollaliittimet, kytkinvarokkeet ja kytkinvarokkeiden kosketussuojat.

Vakiolähtöjen luonti aloitettiin suorista kytkinvaroke lähdöistä, joka esitetty kuvassa 4. Näissä lähdöissä huomiota täytyi kiinnittää kytkinvarokkeiden sijoitteluun. Kaapeleiden kytkemiseen tulisi jättää riittävästi tilaa ja kytkinvarokkeiden kahvoja ei voi sijoittaa liian lähelle oven saranaa, jotta akseli osuu ongelmitta urilleen ovea kiinnitettäessä. Näissä lähdöissä kyettiin käyttämään itsenäistä komponenttietoa, sillä muuttuvia osia ei ole kuin nollaliittimet. Käytetyt nollaliittimet soveltuivat niin laajoille poikkipinta-aloille, että päädyttiin valitsemaan ne itsenäisinä komponentteinaan.

Kytkinvarokkeille luotiin esitdytettynä lisävarustetiedot, joita olivat kosketussuojat, apukoskettimet, akseli ja tyhjä rivi. Tyhjä rivi jätettiin varokkeita varten ylimmäiseksi listaan, jotta varokkeet muistetaan lisätä vakiolähtöjen käyttövaiheessa.



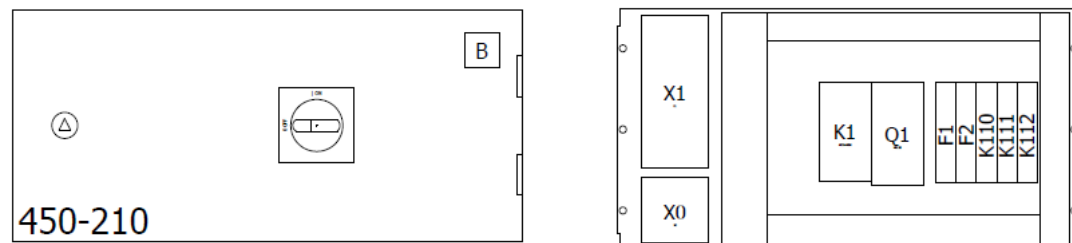
KUVA 4. Suora kytkinvarokelähtö.

Moottorilähdöissä järkevällä sijoittelulla saavutetaan yksinkertaisuus ja täydellinen tilankäyttö. Esimerkki kuvassa 5. Sijoittelulla saadaan oviin kahvat samaan linjaan ja helpotetaan toistettavuudella tuotannon työtä. Huomioidaan myös kytkentätilat, jotta kytkentä olisi helppoa. Aiemmin mainittiin, että moottorilähdöt luodaan suurimmaksi osaksi komponenttitalatikoita (*Black box*) käyttäen. Kaikki komponenttitalatit luotiin oikeaan mittakaavaan ja muokattiin yhtäläisiksi sekä siisteiksi.

Komponenttitalatikoiden käyttö on kaikessa yksinkertaisuudessaan seuraava. Luodaan komponenttitalatikko siinä mittakaavassa kuin sen sisälle lisättävä komponentti tai komponentit ovat. Moottorilähtöjen käyttövaiheessa lisätään halutut komponentit tietokannasta komponenttitalatikon sisälle ja annetaan komponenttitalatikolle haluttu tunnus. Tällä toimenpiteellä saadaan näkymään lisätyt komponentit osaluettelossa oikeilla tunnuksilla.

Tutustutaan kuvassa 5 esitettyyn *Moottorilähtö MMS Dol (450x210)* vakiolähtöön. Lähdön syöttö tuodaan moottorinsuojakytkimelle Q1. Moottorinsuojakytkimen tehollinen koko voi vaihdella useaan eri kokoon ja siitä syytä se luotiin komponenttitalatikkona. Komponenttitalatikkoon luotiin valmiiksi lisätarvikkeet, jotka sopivat kaikkiin mahdollisiin moottorinsuojakytkimiin joita kyseisessä lähdössä käytetään. Valmiiksi tallennetuilla lisätarvikkeilla säästetään aikaa ja vältetään tarvikkeiden unohtamisesta. Lisätarvikkeisiin lisätään myös oveen asennettavat kahvat. Komponenttisijoittelu ja kahvat kulkevat käsikädessä. Vakiolähdössä asetettiin moottorinsuojakytkimen sijainti niin että, kahvat ovat aina pystysuorassa linjassa toistensa kanssa kentän sisällä.

Moottorinsuojakytkimet pyrittiin aina asettamaan keskelle ovea y-akselin suunnassa. Tässä ideana on kahvapaikkojen rei'ittämisen helpottaminen, koska vasemmalle ja oikealle avautuvat ovet voidaan rei'ittää samalla asetuksella kiertämällä toisen suunnan ovet 180 astetta.



KUVA 5. Moottorilähtö MMS Dol (450x210).

Kuvassa 5 kontaktorin K1 koko vaihtelee myös tarvittavan teholuokan mukaan, näin ollen se luotiin myös komponenttilaatikolla. F1 ja F2 johdonsuoja-automaatit, sekä K110, K111 ja K112 releet luotiin komponenttilaatoilla täysin muunneltaviksi keskenään. Tämän mahdollisti komponenttien lähes yhtäläiset fyysiset mitat. Johdonsuoja-automaattien koko ja määrät voi vaihdella suuresti, jonka vuoksi niitä ei ollut järkevää luoda itsenäisiksi komponenteiksi.

Edelleen samassa kuvassa 5 lähdön vasempaan reunaan on sijoitettu riviliitinryhmät X0 ja X1. Riviliitinryhmästä X0 lähdetään kaapelilla kentällä sijaitsevalle moottorille. Moottorin tehon ja lähtevän kaapelin koon muuttuessa myös riviliitinryhmän koot voivat muuttua. Tämän vuoksi ryhmä luotiin komponenttilaatikoksi. Riviliitinryhmä X1 on ohjauspiirin riviliitinryhmä ja sen komponenttityypit ja määrät voivat vaihtua laidasta laitaan, jolloin ei ollut viisasta luoda näitä itsenäisinä komponentteina. Riviliitinryhmiin tullaan kaapeleilla kennon vasemmalta sivulta. Siitä syystä sijoitettu kuvassa näkyvällä tavalla.

Kennot luodaan aina niin, että kaapelikentästä tullaan kaapeleilla kennoon lukon puolelta. Eli ovi pitää aueta aina pois päin kaapelikentästä. Tämä johtaa tulokseen, että vakio lähdöillä tulee olla aina peilikuvat toisistaan. Layoutin ovikuvassa on kennon fyysiset mitat, joka selventää asentajan työtä. Sillä jos näin ei olisi, tulisi asentajan aina mittailla kennojen koot, joka veisi aikaa ja aiheuttaisi mahdollisesti virheitä kiireen

keskellä. Lisäksi lähtöihin annettiin kaikille komponenttilaatikoille erittäin pienellä tekstillä tieto, mitä komponentteja kyseiseen laatikkoon tulisi sijoittaa.

9.2 Tallennustietokanta & nimeäminen





Vakiopohja makrojen oikeanlainen nimeäminen tietokantaan on tärkeää. Selkeällä nimellä taataan käytön helppokäyttöisyys sekä juuri halutun ja oikean pohjan valinta. Nimeämiseen käytössä on erilaisia tietoja. Näitä ovat tilan leveys ja korkeus, onko lähtö suora kytkinvarokelähtö, vai moottorilähtö kytkinvarokkeella tai moottorinsuojakytkimellä. Onko moottorilähtö suora (*dol = direct on line*) vai suunnanvaihto (*rev = reverse*) ja sisältävätkö ne älykkään moottorin suojaus- ja ohjausjärjestelmän.

Tallennustietokanta perustettiin hierarkkiseen tyyliin. Hierarkkinen tyyli tarkoittaa, että kansiollla on useampi alikansio ja alikansioilla voi olla edelleen lisää alikansioita. Työssä päästiin selkeyteen ja käytännöllisyyteen yhdellä kansiollla ja neljällä alikansioilla, joissa luodut makrot ovat listattuna.

Vakiolähdöille luotiin oma kansio nimellä *Vakiolähdöt*. Vakiolähdöt kansio sisältää omat kansiot suorille kytkinvarokelähdöille, moottorilähdöille kytkinvarokkeella eli fuse, moottorinlähdöille moottorinsuojakytkimillä eli MMS (*manual motor starter*) ja älykkäille moottorin suojaus- ja ohjauslähdöille. Kansiorakenne esitetty kuvassa 6. Näihin vakiolähtöjen makrot tallennetaan listattuna, josta esimerkki kuvassa 7. Makrot sisältävät aina oikealle ja vasemmalle aukeavat tilat variantteina eli eri variaatioina.

- Kytkinvarokelähdöt_Suorat
- Moottorilähdöt_Fuse
- Moottorilähdöt_Fuse+Simocode
- Moottorilähdöt_MMS
- Moottorilähdöt_MMS+Simocode

KUVA 6. Vakiolähtöjen kansiot.

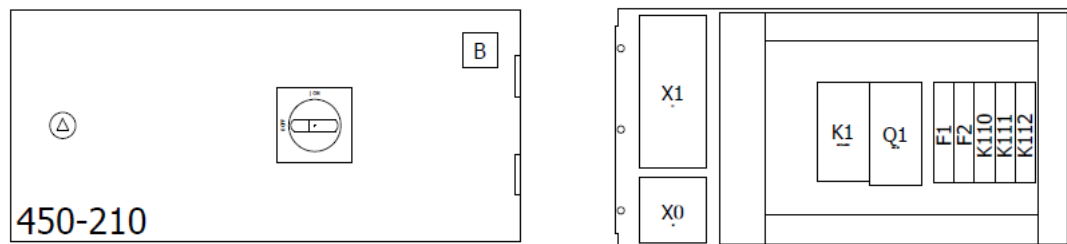
-  Dol 15kW (450x210).ema
-  Dol 18,5-25kW (450x280).ema
-  Rev 15kW (450x280).ema
-  Rev 18,5-25kW (450x350).ema

KUVA 7. Kansiossa *Moottorilähdöt MMS* vakiolähdöt listattuna.

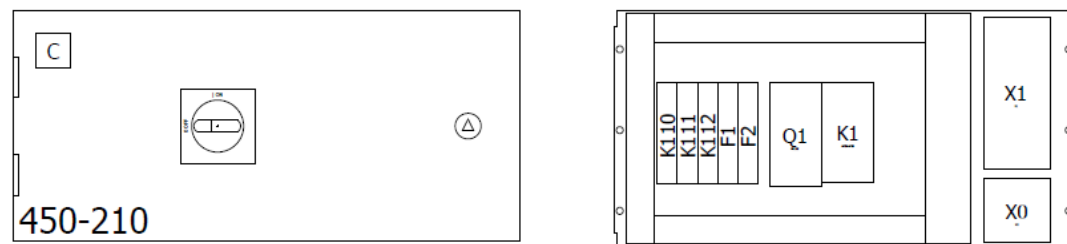
Nimeäminen aloitettiin suorista lähdöistä, joiden rakenne muodostui kytkinvarokkeiden mukaan, näiden perään lisätään sulkuihin tilan leveys sekä korkeus. Esimerkiksi *OS125 (450x210)*. Moottorilähdöt nimetään suoran (*dol*) tai suunnanvaihdon (*rev*) mukaan, jonka jälkeen merkitään teholuokka, johon kyseinen lähtö soveltuu. Lisäksi sulkuihin lisätään tilan koko vastaavasti, kuin suorissa kytkinvarokelähdöissä. Esimerkiksi *Dol 11kW (450x210)*. Älykkäät moottorin suojaus- ja ohjauslähdöt nimetään kuten moottorilähdöt, mutta lisätään (+) merkki ja halutun komponentin nimi ennen sulkuihin lisättävää tilan kokoa.

9.3 Vakiolähdön käyttö

Vakiolähtö saadaan käyttöön lisäämällä se piirustusohjaan makron lisäystoiminnolla (*insert window macro*). Toiminto avaa tietokannan, josta halutun vakiolähdön makro etsitään. Makroa liittäessä voidaan sen varianttia vaihtaa. Variantit esitetty kuvissa 8 ja 9. Tässä tapauksessa saadaan oven aukeamissuuntaa vaihdettua joko oikealle tai vasemmalle. Kun makro on tuotu piirustusohjalle, sen tiedot päivitetään halutuiksi ja lisätään komponenttilaatikoille (*black box*) halutut komponentit, sekä niiden lisätarvikkeet ja tunnukset. Esimerkki lisätarvikkeiden lisäyksestä kuvassa 10. Kun kaikki halutut osat on saatu lähtöön, vakiolähdöt viimeistellään eli poistetaan siitä ylimääräiset komponenttilaatikot ja muut tarvitsemattomat tiedot. Tämän jälkeen kyseinen lähtö on valmis ja sen osat löytyvät osaluettelosta osaluettelon generoinnin jälkeen. EPLAN Electric P8 hoitaa osaluettelon luonnin automaattisesti layouttien pohjalta, jonka vuoksi osaluettelon kehittäminen tapahtui ohjelmiston ansiosta. Osaluettelon esimerkki esitetty liitteessä 1.



KUVA 8. Ensimmäisessä variantissa ovi avautuu oikealle.



KUVA 9. Toisessa variantissa ovi avautuu vasemmalle.

Properties (components): Black box

Black box | Display | Symbol / function data | Parts | Format

Row	Part number	Number of units / quantity
1	CLIPFIX 35	2
2	UT 6	3
3	UT 6 BU	1
4	UT 6-PE	1
5	D-UT 2,5/10	1
6		0
7		0

KUVA 10. Komponenttitiedot annetaan komponenttilaatikoille (*Black box*).

10 YHTEENVETO

Työ oli kaiken kaikkiaan mielenkiintoinen. Sen tekemisen aikana pääsin tutustumaan sähkösuunnittelijan elämään ja sain erittäin paljon oppia sähkösuunnittelusta. Työkalun vaatimuksien ja tarpeiden selvittäminen oli suurin työn osa-alue tässä työssä. Työ oli melko erikoiselta aihealueelta, josta oheismateriaalia ei paljoa löytynyt. Näin ollen se asetti haasteita tiedon selvittämiseen.

Kehitetystä työkalusta tuli testieni perusteella käyttökelpoinen. Olen tyytyväinen työn lopputulokseen sekä tavoitteiden saavuttamiseen. Layout vaatii vain tunnusten ja komponenttien lisäämisen ja osaluettelo päivittyy automaattisesti oikein. Osaluettelon luontiin ei tarvinnut kiinnittää sen enempää huomiota työssä, sillä EPLAN Electric P8 ohjelma luo sen automaattisesti oikein layout kuvien mukaan. Valitettavasti tähän opinnäytetyöhön ei saatu sisällytettyä käyttäjäkokemusta rajallisen ajan vuoksi, joka olisi antanut tarkemman kuvan vakiolähtöjen toiminnasta.

Työkalua voisi mahdollisesti jatkokehittää Electric P8-suunnitteluohjelmiston *placeholder* toiminnon avulla. Työn aikana löydetty mahdollisuus toisi lisäominaisuuden vakiopohjille. Sen avulla saattaisi olla mahdollista tehdä vakiopohjista entistä helpo-käyttöisempiä.

Työn tekeminen eteni odotettua hitaammin erinäisistä syistä johtuen. Merkittävin syy oli täysin tuntematon aihe, johon perehtyminen vei aikaa erittäin paljon suunniteltua enemmän. Lopulta kohteen vakiopohjien luonti sujui jouhevasti ilman suurempia ongelmia, sillä aiheesta oli jo niin suuri ymmärrys vakiopohjien luontivaiheessa.

LÄHTEET

Satmatic Oy:n www-sivut. Viitattu 20.2.2017. <http://www.satmatic.fi>

AS Harju Elekter:n www-sivut. Viitattu 20.2.2017. <http://www.harjuelekter.com/en>

Finelcomp Oy:n www-sivut. Viitattu 21.2.2017. <https://www.finelcomp.fi/fi/>

Kananen J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: Kehittämistutkimuksen käytännön opas. Jamk. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja.

Ojasalo K, Moilanen T & Ritalahti J. 2014. Kehittämistyön menetelmät: Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro.

EPLAN:n www-sivut. Viitattu 24.3.2017. <http://www.eplan.fi/>

Tietoarkiston www-sivut. Viitattu 24.4.2017. <http://www.fsd.uta.fi/>

Immonen J. 2003. Joensuu: Johdatus ohjelmistotuotantoon luentomoniste. Viitattu 25.4.2017. http://cs.joensuu.fi/~jimmonen/jot_moniste/jot_moniste_121.html

Satmatic Oy Esittely. 2017.

Parts list +Testi

Device tag	Quantity	Designation	Part number	Manufacturer	Note
-F1	1	Miniature circuit-breaker	S201-C2	ABB	1 pole, CZA
-F2	1	Miniature circuit-breaker	S201-C6	ABB	1 pole, C6A
-K1	1	Contactors 4kW	AF09-30-10-13	ABB	1NO, 100...250V AC/DC
-K110	1	Relay	G2R-1-5N 230VAC	OMRON	230VAC, 1xCO, 10A
-K110	1	Relay socket	P2RF-05-E	OMRON	
-K111	1	Relay	G2R-1-5N 230VAC	OMRON	230VAC, 1xCO, 10A
-K111	1	Relay socket	P2RF-05-E	OMRON	
-K112	1	Relay	G2R-1-5N 230VAC	OMRON	230VAC, 1xCO, 10A
-K112	1	Relay socket	P2RF-05-E	OMRON	
-Q1	1	Manual Motor Starter 4kW	MS132-10-HKF1-11	ABB	6.3-10A, 1NO+1NC
-Q1	0	Auxiliary Switch non-nc	HKF1-11	ABB	non-nc
-Q1	1	Axel	OXS6X180	ABB	
-Q1	1	DRIVER 6MM, COJED	MSNM6	ABB	
-Q1	1	Handle ON OFF	MSHD-LB	ABB	
-Q1	1	Shaft alignment ring	MSH-AR	ABB	
-Q1	1	Shaft supporter	MSAHL	ABB	for shafts > 130mm
-X0	2	End clamp	CLIPFIX 35	Phoenix Contact	
-X0	3	Feed-through terminal block	UT 6	Phoenix Contact	Cross section: 0.2 mm ² - 10 mm ² , AWG: 24 - 8
-X0	1	Feed-through terminal block	UT 6 BU	Phoenix Contact	Cross section: 0.2 mm ² - 10 mm ² , AWG: 24 - 8
-X0	1	Ground modular terminal block	UT 6-PE	Phoenix Contact	Cross section: 0.2 mm ² - 10 mm ² , AWG: 24 - 8
-X0	1	End cover	D-UT 2.5/10	Phoenix Contact	
-X1	2	End clamp	CLIPFIX 35	Phoenix Contact	
-X1	4	Feed-through terminal block	UT 2.5	Phoenix Contact	Cross section: 0.14 mm ² - 4 mm ² , AWG: 26 - 12, Width:
-X1	1	End cover	D-UT 2.5/10	Phoenix Contact	