



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mari Hautala

**E³.-SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄN
SOVELTAMINEN
METSÄKONESUUNNITTELUUN**

Työohjeen laatiminen sähkösuunnitteluun

Tekniikka ja liikenne
2013

ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty keväällä 2013 Vaasan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa. Työ tehtiin metsäkonevalmistaja Logset Oy:lle.

Ammattikorkeakoulun puolesta työn ohjaajana toimi lehtori Timo Männistö, jota haluan kiittää hyvästä ohjauksesta ja arvokkaasta palautteesta työn eri vaiheissa.

Logset Oy:ssä opinnäytetyön ohjaajina toimivat kehitys- ja laatupäällikkö Sami Hakala sekä sähkösuunnittelija Kalevi Ala-Välkkilä. Heitä ja muita opinnäytetyössäni auttaneita henkilöitä haluan kiittää saamastani tuesta ja opastuksesta.

Kiitokset kuuluvat myös puolisololleni kärsivällisyydestä ja kannustuksesta opintojen aikana.

Koivulahdessa 1.5. 2013

Mari Hautala

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mari Hautala	
Opinnäytetyön nimi	E ³ -suunnittelujärjestelmän metsäkonesuunnitteluun	soveltaminen
Vuosi	2013	
Kieli	suomi	
Sivumäärä	52 + 2 liitettä	
Ohjaaja	Timo Männistö	

Opinnäytetyö tehtiin metsäkonevalmistaja Logset Oy:lle. Työ oli osa E³-suunnittelujärjestelmän käyttöönottoa. Tavoitteena oli luoda sähkösuunnittelun työohje, jossa määritetään sähködokumentaation graafinen esitystapa ja luodaan Logset Oy:n piirustuslehti. Esimerkkitapauksena työssä käytettiin TOC-MD-mittalaitetta.

Työn toteuttamista varten tuli perehtyä E³-suunnittelujärjestelmään sekä sähködokumentaatiota koskeviin standardeihin. Aluksi kartoitettiin yrityksen nykyistä sähködokumentaatiota ja selvitettiin muutostarpeita eri käyttäjäryhmille osoitetulla kyselyllä. Tämän jälkeen yrityksen tietokantaan piirrettiin symboleita ja luotiin komponentteja. Symboleille etsittiin parasta esitystapaa vertaamalla nykykäytäntöä standardin suosituksiin ja käyttäjäryhmien vaatimuksiin. Työssä piirrettiin vain osa mittalaitteen piirikaavioista, mutta sen perusteella luotiin ohjeet myös piirikaavion esitystapoihin jatkoa ajatellen.

Työn viimeisessä osassa tutkittiin, miten E³-järjestelmällä tuotettuja dokumentteja voidaan hyödyntää Logset eParts -varaosakirjassa. E³:n tietokantaominaisuuksien ansiosta sähkösuunnittelu nivoutuu paremmin osaksi Logset Oy:n muuta suunnittelua ja dokumentointia.

ABSTRACT

Author	Mari Hautala
Title	Applying the E ³ . Tool into Forest Machine Engineering – Work Instructions for Electrical Engineering
Year	2013
Language	Finnish
Pages	52 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Timo Männistö

This thesis was made for the forest machine manufacturer Logset Oy as part of the implementation of the new E³. engineering tool. The aim of the thesis was to develop instructions for graphical presentation of information in the company's electrical drawings and to create a drawing sheet for the company. The TOC-MD measuring device was used as an example in the study.

To carry out the study it was necessary to learn to use the E³. engineering tool and to study standards applicable to electrical documentation. The first step of the study was to find out what electrical documents were currently produced in the company. A questionnaire about change needs was sent to the users of electrical documentation. Then symbols and components were created to the company's database. To find out the best graphical presentation for the symbols, the current electrical drawings were compared against the standards and the requirements of the different user groups. The measuring device circuit diagrams were drawn only partly during the study. They were used as a basis in creating instructions for the presentation of circuit diagrams for future use.

The last part of the study focused on studying how the documents produced in E³. could be utilized in the Logset eParts spare part book. In conclusion, the study showed that the database feature in E³. allows a deeper integration of the electrical engineering into the other engineering and documentation at Logset Oy.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄYTETYT LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	7
	1.1 Työn taustat.....	7
	1.2 Työn tavoite	7
2	LOGSET OY	9
	2.1 Tuotteet	9
	2.2 TOC-MD-mittalaite	10
	2.3 Irtomittalaite.....	11
3	E ³ .-SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄ	13
	3.1 Keskeisiä käsitteitä.....	14
	3.2 Tietokantapohjaisen E ³ .-suunnittelujärjestelmän edut.....	15
	3.3 E ³ .-järjestelmä osana Logset Oy:n suunnittelujärjestelmiä	16
4	STANDARDIT.....	18
	4.1 DIN 40719 ja DIN 40900	18
	4.2 SFS 5457.....	18
	4.3 SFS 61082-1.....	19
	4.4 SFS 60617.....	19
	4.5 SFS 5418.....	19
5	LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS.....	20
	5.1 Sähködokumentaatio ja käyttäjäryhmät.....	20
	5.2 Parannus- ja muutosehdotukset.....	21
	5.2.1 Tunnistamisalue	21
	5.2.2 Laitetiedot kaaviossa.....	22
	5.2.3 Laiteluettelo.....	23
	5.2.4 Toimintojen esitystapa	23
6	E ³ .-SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN	26
	6.1 Piirustuslehti	26
	6.1.1 Viiteruudukko	27
	6.1.2 Tunnistamisalue	28

6.1.3	Piirustusruudukko	29
6.2	Symbolit	30
6.2.1	Symbolitietokannan kansiorakenne	31
6.2.2	Symbolien nimeäminen.....	32
6.2.3	Viivan väri ja leveys.....	33
6.2.4	Symbolin origo.....	34
6.2.5	Tekstit ja fontit	35
6.2.6	Sisäisen kytkennän esittäminen.....	38
6.2.7	Johtimien väritunnukset	39
6.3	Komponentit	40
6.3.1	Komponenttietokannan kansiorakenne.....	40
6.3.2	Komponenttien nimeäminen	41
6.3.3	Komponenttien attribuuttitiedot.....	42
6.4	Piirikaavio	43
6.4.1	Tiedon kulku	43
6.4.2	Moduulien laitetunnukset.....	45
6.4.3	Kytkeväviivat.....	45
6.4.4	Ristiviittaukset	45
7	E ³ .-DOKUMENTIT SÄHKÖISESSÄ VARAOSAKIRJASSA	47
7.1	Dokumenttien linkitys.....	47
7.2	Hyödyt.....	49
8	YHTEENVETO	50
	LÄHTEET.....	52

KÄYTETYT LYHENTEET

TOC-MD	Total Operation and Control - Measuring Device, Logset Oy:n mit- talaite
GT	Generation Two, 2012 julkaistu konemallisto
StanForD	Standard for Forest machine Data and Communication
MIC	Multi Information Controller, näytön ohjausmoduuli
LH	Logset Head, harvesteripään ohjausmoduuli
LT	Logset Transmission, voimansiirron ohjausmoduuli
LC	Logset Crane, nosturin ohjausmoduuli
SPM	Smart Power Module, virranjakomoduuli
MCL	Machine Control Logic, koneen ohjauslogiikka

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat

Logset Oy:ssä sähkösuunnittelua on tehty AutoCad-ohjelmalla, joka ei sisällä mitään automaattisia toimintoja. Tuotteiden räätälöinti asiakkaiden toiveiden mukaisiksi ja tuotevalikoiman laajentuminen ovat luoneet sähködokumentaation päivitystarpeita, joita ei pystytä toteuttamaan nykyisellä AutoCad-ohjelmalla. Niinpä yrityksessä on päätetty siirtyä uuden tietokantapohjaisen E³-suunnittelujärjestelmän käyttöön.

Logset Oy:n sähkösuunnittelua on tehty sekä yrityksen sisällä että ulkopuolisessa suunnittelutoimistossa. Dokumenttien päivitystarpeiden lisäksi sähkösuunnittelun ongelmakohtaksi on osoittautunut yhtenäisen esitystavan puuttuminen piirikaavioista ja johdinsarjakuvista. Uuden järjestelmän käyttöönottoa pidettiin sopivana ajankohtana entisten esitystapojen tarkasteluun, muutostarpeiden selvittelyyn ja yhtenäisen suunnitteluohjeen luomiseen.

1.2 Työn tavoite

Työn ensisijaisena tavoitteena on tehdä työohje, jota Logset Oy:n sähkösuunnittelu tulee käyttämään työskennellessään E³-suunnittelujärjestelmällä. Työohjeessa luodaan käytettävät piirustuslehdet ja määritetään sähködokumenteissa käytettävät fontit, viivatyypit, värit yms. piirtämiseen liittyvät asiat. Työohje ottaa kantaa myös dokumenttien sisältöön ja esitystapaan.

Ohjeen laatimisessa käytetään esimerkkinä TOC-MD-mittalaitetta, jolle työn edessä luodaan tarvittavia symboleita ja komponentteja E³-tietokantaan. Luotuja komponentteja käyttäen on tarkoitus toteuttaa mittalaitteen piirikaavio ja laiteluettelo E³-suunnittelujärjestelmällä.

Työn toisena tavoitteena on osoittaa, miten tietokantapohjaisella suunnittelujärjestelmällä tuotettuja dokumentteja voidaan hyödyntää Logset Oy:n

sähköisessä varaosakirjassa. Työssä pohditaan, miten uusi suunnittelujärjestelmä parantaa sähködokumentaation nivoutumista yrityksen muuhun dokumentaatioon.

2 LOGSET OY

Logset Oy on keskisuuri suomalainen metsäkonevalmistaja, jonka tuotanto sekä myynti- ja tuotekehitysosastot sijaitsevat Mustasaaren Koivulahdessa. Varaosapalvelun toimipiste on Vanhassa Vaasassa.

Yrityksessä on yhteensä noin 65 työntekijää. Heistä reilu kymmenen henkilöä työskentelee tuotekehityksessä. Vuonna 2011 liikevaihto oli noin 30 miljoonaa euroa. /1/

2.1 Tuotteet

Logset Oy:n tuotevalikoimaan kuuluu kuormatraktorit, harvesterit ja harvesteripäät. Koneissa on Logset Oy:n oma ohjausjärjestelmä ja mittalaite. Kuormatraktoreita valmistetaan viittä eri kokoluokkaa, kun taas harvestereita ja harvesteripäitä tehdään neljää eri kokoa. Kuvassa 1 näkyy Logset 8H GT -harvesteri ja 5F GT -kuormatraktori.



Kuva 1. GT-malliston harvesteri ja kuormatraktori.

Suurin osa tuotannosta menee vientiin. Tärkeimmät vientimaat ovat Ranska, Venäjä sekä Iso-Britannian ja Pohjois-Irlannin yhdistynyt kuningaskunta. Vientikohteissa myynnistä vastaa valtuutettu jälleenmyyjä. Vain noin 15 % tuotannosta jää kotimaahan.

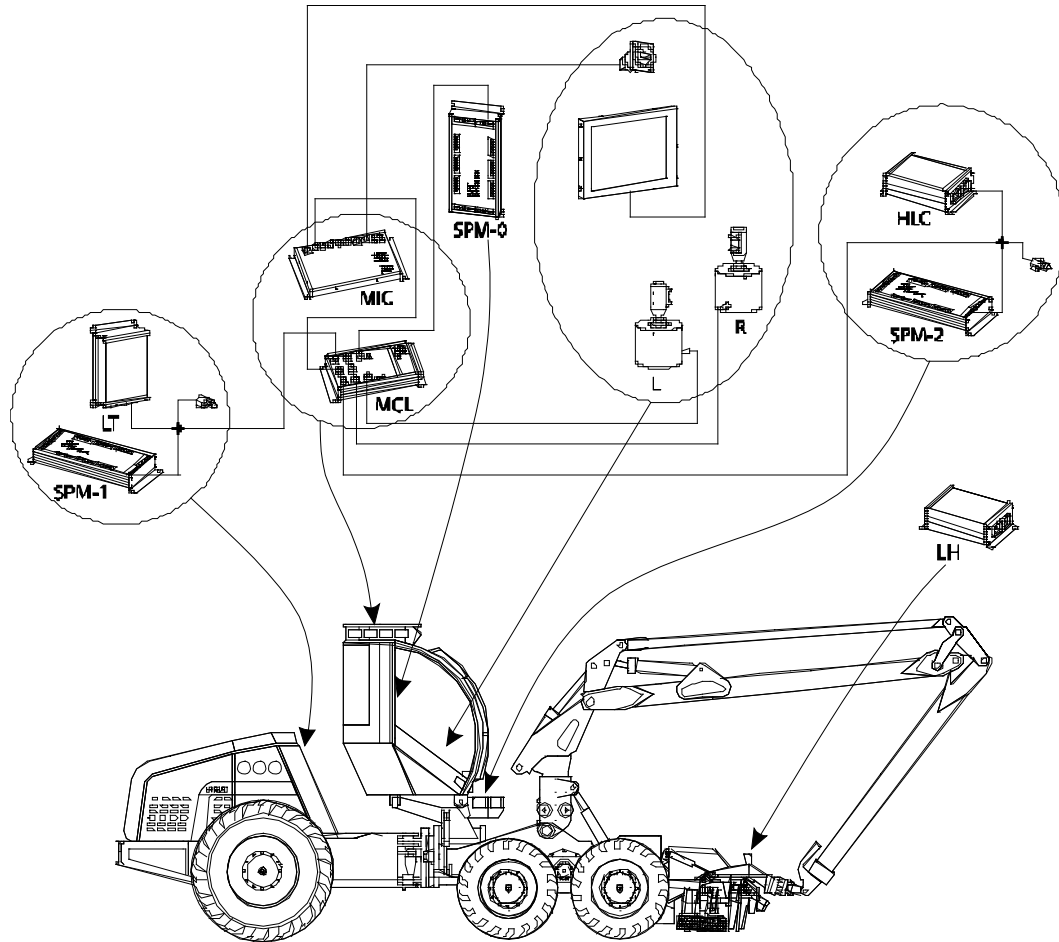
Logset Oy uudisti konemallistoaan 20-vuotisjuhlavuoden kunniaksi vuonna 2012. Uudessa mallistossa on otettu huomioon tiukentuneet päästönormit ja koneiden ulkonäköä on uudistettu konepeiton osalta. Tätä työtä tehtäessä tuotannossa on sekä aikaisempaa Classic-mallistoa että uutta GT-mallistoa (Generation Two). Yrityksen kokoon nähden tuotevalikoima on varsin laaja. Koneita myös räätälöidään usein asiakkaan toivomusten mukaisiksi, mikä aiheuttaa erityisiä haasteita suunnitteludokumenttien päivittämiseen.

2.2 TOC-MD-mittalaite

Mittalaitetta käytetään harvesterissa arvoapteeraukseen, eli sen avulla optimoidaan rungosta saatava hinta. Mittalaite laskee jokaiselle käsiteltävälle puulle ennusteen runkoprofiilin mukaan. Ennuste kertoo, millaisiin kappaleisiin runko kannattaa katkoa, jotta kappaleet olisivat mahdollisimman arvokkaita. Katkaistut kappaleet tilavuuksineen rekisteröidään mittalaitteen tietokantaan puu- ja tavaralajeittain. Tiedot voidaan kirjoittaa tuotantoraportteihin, jotka on tarvittaessa mahdollista tulostaa tai lähettää metsäyhtiölle sekä koneen tai metsän omistajalle.

Mittalaitteen apteeraustoiminto ja tiedonsiirto perustuvat StanForD-standardiin (Standard for Forest machine Data and Communication). Standardilla ei ole virallista asemaa, vaikka se on yleisesti käytetty. Ruotsalainen Skogforsk on kehittänyt sitä vuodesta 1978 lähtien. Metsäkonevalmistajat ja metsäyhtiöt ovat kehitystyössä mukana ja voivat osallistua kahdesti vuodessa pidettäviin tilaisuuksiin, jossa keskustellaan standardin kehittämisestä. /2/

Logset Oy:n TOC-MD-mittalaite (Total Operation and Control - Measuring Device) on integroitu osaksi koneen TOC-ohjausjärjestelmää. Ohjausjärjestelmä koostuu koneeseen sijoitetuista ohjausmoduuleista, näytöstä ja sauvaohjaimista. Komponenttien sijoittelu koneeseen näkyy kuvassa 2. Tiedonsiirto toimilaitteiden ja ohjausmoduulien välillä tapahtuu CAN-väylää pitkin. /3/



Kuva 2. TOC-ohjausjärjestelmän komponentit harvesterissa /3/.

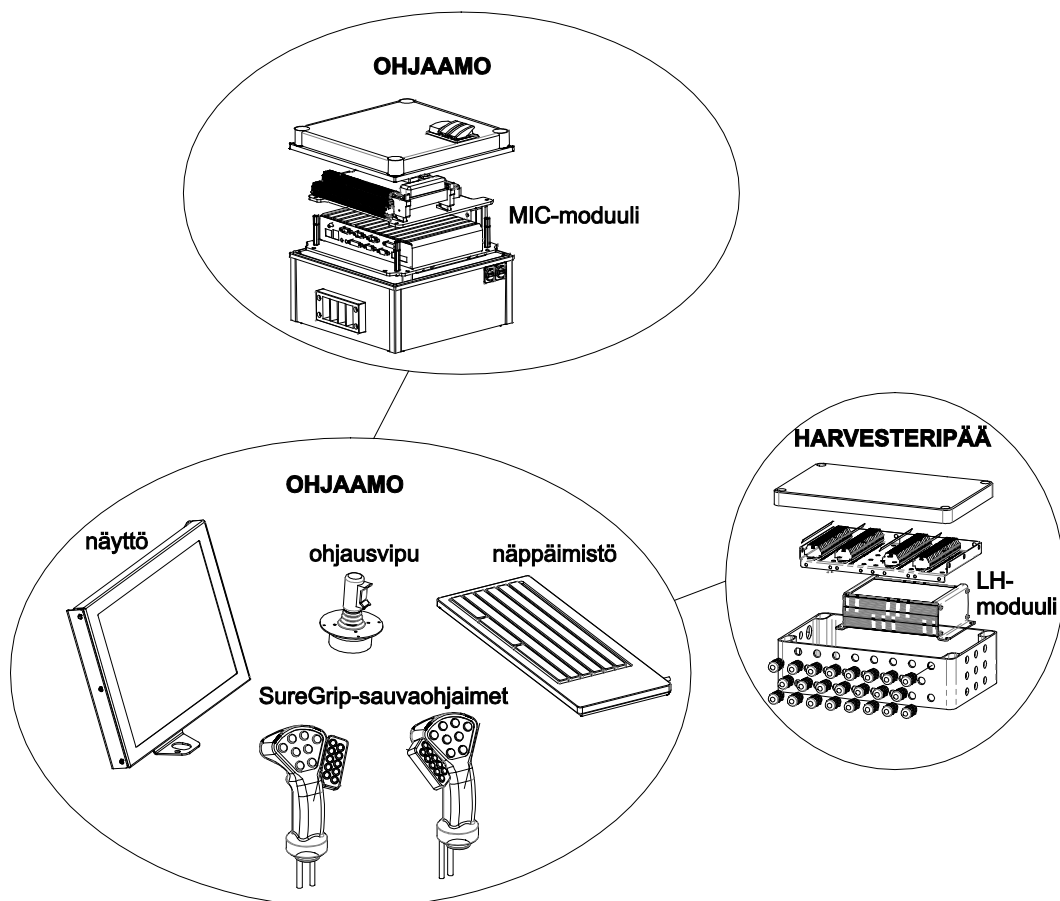
2.3 Irtomittalaite

Logset Oy myy myös ns. TOC-MD-irtomittalaitetta, jolloin asiakas ostaa ainoastaan mittalaitteen ja harvesteripään mutta ei harvesteria. Näin Logset Oy:n mittalaite voidaan asentaa esimerkiksi kaivinkoneeseen. Tässä opinnäytetyössä käytetään esimerkkitapauksena nimenomaan irtomittalaitetta ja sen sähködokumentaatiota. Jatkossa sanalla *mittalaite* tarkoitetaan irtomittalaitetta.

Kuvassa 3 näkyy irtomittalaitteeseen kuuluvat komponentit. Järjestelmän keskus on MIC1100S-moduuli, joka sijoitetaan ohjaamossa sijaitsevaan sähkökeskukseen. Ohjelmisto ja mahdolliset varmuuskopiot sijaitsevat tässä moduulissa.

Järjestelmän hallintalaitteet ovat ohjaamossa. Ohjausvivulla ohjataan peruskonetta, ja SureGrip-sauvaohjaimilla ohjataan harvesteripään liikkeitä. Sauvaohjaimien lisäpainikkeisiin voidaan ohjelmoida haluttuja mittalaitteen toimintoja. Näytöltä kuljettaja voi selata ohjausjärjestelmän valikkoja sekä seurata puunkorjuuta työskentelynäkymästä. Mikäli järjestelmään on kytketty PC, ohjaamossa on myös näppäimistö. PC:lle voidaan asentaa esimerkiksi Logset TOC Office -raporttiohjelma, jolla kuljettaja voi tulostaa standardinmukaisia tuotantoraportteja. Itse PC sijoitetaan ohjaamon sähkökeskukseen.

Harvesteripäähän sijoitetussa sähkökeskuksessa sijaitsee LH-moduuli (Logset Head). LH-moduuli ohjaa harvesteripään venttiileitä ja sinne tuodaan mittaustiedot pituus- ja läpimitta-antureilta.



Kuva 3. Irtomittalaitteen komponentit.

3 E³.-SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄ

E³.-suunnittelujärjestelmää käytetään sähkö-, elektroniikka, hydraul- ja pneumatiikkasuunnitelmien laatimiseen, muokkaamiseen ja tarkistamiseen. Järjestelmän on kehittänyt CIM-Team Technische Informatik GmbH, mutta japanilaisen Zukenin ostettua enemmistön CIM-Teamista järjestelmän kehitys siirtyi Zuken E³. GmbH:lle. Zuken E³. GmbH:lla on maailmanlaajuinen jälleenmyyntiorganisaatio. Suomessa E³.-järjestelmän jälleenmyyjänä toimii CIM-Team Scandinavia Oy. /4/

E³.-suunnittelujärjestelmä koostuu moduuleista, jotka käyttävät yhteistä tietokantaa /4/. Järjestelmän moduulit on esitelty lyhyesti taulukossa 1. Tärkeimmät moduulit tämän työn kannalta ovat E³. schematic ja E³. cable.

Taulukko 1. E³.-järjestelmän moduulit /4/.

Moduuli	Kuvaus
E ³ . schematic	Sähköisten, hydraulisten, pneumaattisten ja prosessikaavioiden suunnitteluun ja dokumentaation tuottamiseen.
E ³ . cable	Laitteiden johdotusten, kaapeleiden ja johdinsarjojen suunnitteluun ja esittämiseen. Sisältää E ³ . schematicin toiminnot.
E ³ . panel E ³ . panel+	Koteloiden ja keskusten kalustusten sekä johdotusten suunnitteluun ja esittämiseen. Tarvitsee toimiakseen joko E ³ . schematicin tai E ³ . cablen.
E ³ . formboard	Johdinsarjojen ”naulapöytäesitysten” (1:1) esittämiseen. Tarvitsee toimiakseen E ³ . cablen.
E ³ . fluid	Erityisesti hydraulisten ja pneumaattisten kaavioiden suunnitteluun ja dokumentaation tuottamiseen. Vastaa E ³ . schematicia.
E ³ . logic	Elektroniikkakaavioiden suunnitteluun ja dokumentaation tuottamiseen.
Cadstar	Piirilevyjen suunnitteluun ja dokumentointiin.
E ³ . view	Ilmainen moduuli kaikkien E ³ .:n suunnitelmien ja

	dokumenttien tutkimiseen ja tulostamiseen. Moduulilla ei voi muokata eikä tehdä uusia suunnitelmia.
E ³ . viewPlus	Moduuli, jolla voi E ³ . viewin ominaisuuksien lisäksi tarkastella tasoja ja kielikantaa.
E ³ . redliner	Moduuli, jolla voi E ³ . viewin ominaisuuksien lisäksi tehdä punakynämerkintöjä.

E3:n tietokannassa on valmiina symboli- ja komponenttikirjasto, joka sisältää useiden valmistajien tuotteita. Tietokantaa voi käyttää sellaisenaan tai järjestelmään voi luoda esimerkiksi yrityskohtaisen tietokannan.

3.1 Keskeisiä käsitteitä

Seuraavassa esitellään E³.-suunnittelujärjestelmässä käytettyjä käsitteitä. Käsitteiden merkityksen tunteminen on tärkeää järjestelmän toiminnan ymmärtämisen kannalta.

Projekti on yläkäsite, jonka alle kaikki dokumentit luodaan. Projekti muodostaa yhden tiedoston, joka sisältää kaikki projektiin liittyvät tiedot. /5./

Lehti on piirustusalue, jolle laitteet, symbolit, grafiikka ja tekstit sijoitetaan /4/. Lehdet sijoittuvat ohjelmahierarkiassa projektin alle. Normaalisenssiä käytettäessä lehtien lukumäärää ei ole rajoitettu. /5./

Symboli on graafinen elementti. Se koostuu grafiikasta, kytkentäpisteistä, ominaisteksteistä ja attribuuteista. /5/ Symbolille ei ole vielä määritelty mitään fyysisestä laitteesta kertovia tietoja.

Komponentti on symboli tai symboliryhmä, jolle on annettu valmistajan tai fyysisen laitteen ominaisuuksista kertovia tietoja /5/.

Laite on komponentin esiintymä projektissa. Kun komponentti tuodaan komponenttikirjastosta projektiin, se saa yksilöllisen tunnuksen ja muuttuu laitteeksi. Laite koostuu yhdestä tai useammasta symbolista, tunnuksesta ja

attribuuteista. E³-järjestelmän tunnusjärjestelmä noudattaa standardia SFS-EN 61346-1. /5/

Attribuutti on objektiin sidottu lisäinformaatio /4/.

Ominais teksti on symbolille annettu tekstityyppi. Tekstityyppiin voidaan sitoa attribuutti tai ominais tekstille voidaan antaa arvoja projektissa kirjoittamalla.

3.2 Tietokantapohjaisen E³-suunnittelujärjestelmän edut

E³-suunnittelujärjestelmällä on mahdollista luoda automaattisesti erilaisia listauksia, jotka on ennen pitänyt tehdä käsin erillisellä ohjelmalla, esimerkiksi Excelillä. E³-järjestelmällä esimerkiksi laiteluettelo syntyy automaattisesti projektiin tuotujen laitteiden pohjalta. Samoin johdinsarjakuva on nopea toteuttaa projektiin tuoduilla laitteilla.

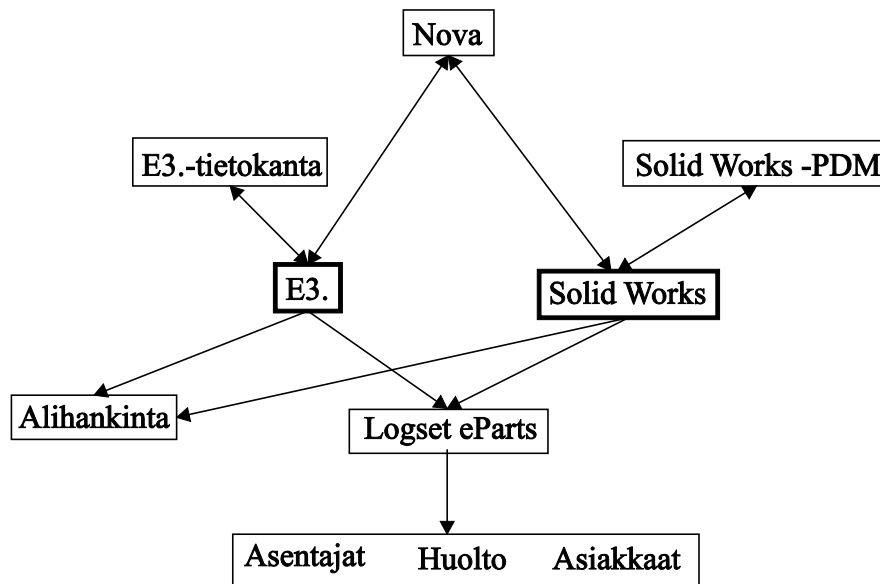
Älykäs suunnittelujärjestelmä antaa projektiin tuoduille laitteille yksilölliset laitetunnukset automaattisesti. Suunnittelijan ei enää tarvitse huolehtia tunnusten antamisesta käsin kirjoittamalla. Näin projektiin ei koskaan pääse syntymään tilannetta, jossa kahdella laitteella olisi sama tunnus. Järjestelmä myös tekee ja päivittää projektin ristiviittaukset automaattisesti, jolloin nekin ovat aina oikein ja ajan tasalla.

Tietokantapohjaisessa suunnittelujärjestelmässä tieto tallennetaan vain yhteen paikkaan, mutta sitä voi muokata useasta paikasta. E³-projektia voi muokata esimerkiksi kaaviosivulta tai projektin laitetaulukosta, mutta muutetut tiedot muuttuvat koko projektiin. Mikäli käytössä on Enterprise-lisenssi, useampi henkilö voi muokata samaa projektia samanaikaisesti.

Tavallisella piirustusohjelmalla tuotettuun dokumentaatioon verrattuna tietokantapohjaisella järjestelmällä tuotetuissa dokumenteissa on älyä, joka vähentää suunnitteluvirheitä, automatisoi toimintoja ja tuo suunnittelijan työhön joustavuutta. Lisäksi tietokanta mahdollistaa järjestelmän integroimisen yrityksen muihin järjestelmiin.

3.3 E³-järjestelmä osana Logset Oy:n suunnittelujärjestelmiä

Kuva 4 esittää miten E³-suunnittelujärjestelmä on tarkoitus integroida osaksi Logset Oy:n muita järjestelmiä.



Kuva 4. Logset Oy:n suunnittelujärjestelmät.

Kuvassa ylimpänä on toiminnanohjausjärjestelmä Nova, jolla hoidetaan ostotilaukset, varastokirjanpito ja muut materiaalivirran hallintaan liittyvät tehtävät. Nova sisältää tiedot kaikista valmistuksessa käytettävistä komponenteista.

Mekaniikkasuunnittelu käyttää Solid Works -suunnitteluohjelmaa. Suunnittelija luo rakenteen, antaa sen osille koodit ja vie rakenteen koodeineen lopuksi Novaan. Rakenteita ja koodeja voidaan luoda myös Novassa ja tietoja voidaan siirtää Novasta suunnittelujärjestelmiin. Tulevaisuudessa E³-järjestelmää on tarkoitus käyttää samalla tavalla. E³-järjestelmä tulee olemaan ensin sähkösuunnittelun ja myöhemmin myös hydraulikkasuunnittelun työkalu.

Suunnittelujärjestelmistä tuotetut dokumentit lähetetään alihankkijoille, jotka dokumenttien perusteella valmistavat halutut osat koneisiin. Muut käyttäjät

käyttävät suunnitteludokumentteja sähköisen varaosakirjan, Logset ePartsin kautta.

4 STANDARDIT

Standardit antavat ohjeita tuotteiden valmistukseen, rakentamiseen, asennukseen sekä korjaus- ja huoltotöihin. Sähkötekniikan standardit koskevat sähkökoneita ja -laitteita, asennuksia, sähköjakelua, valaistusta ja sähkötekniikkaa. /10/ Metsäkoneiden tulee täyttää standardissa ISO 11850: 2011 esitetyt turvallisuusvaatimukset. Huomattavaa on, että ajoneuvojen sähkösuunnitteluun ei ole olemassa mitään erityistä standardia. Moni ajoneuvovalmistaja käyttää ja kehittää omia piirrosmerkkistandardejaan /6, 161/. Tässä luvussa esitellään lyhyesti ne standardit, joihin tässä työssä tehdyt ratkaisut perustuvat.

4.1 DIN 40719 ja DIN 40900

Ajoneuvojen sähkösuunnittelua käsittelevässä kirjallisuudessa viitataan saksalaisiin DIN-standardeihin DIN 40719 ja DIN 40900. Näistä DIN 40900 sisältää ajoneuvojen sähkölaitteiden piirrosmerkinnät ja DIN 40719 laitteiden tunnistekirjaimet /7, 957/. DIN 40719 -standardia vastaa kansainvälinen IEC-standardi IEC 61346-1 /8/. Tämä standardi on vahvistettu Suomessa kansalliseksi standardiksi SFS-EN 61346-1, mutta sen on sittemmin korvannut SFS 81346-1 /9/. E³.-suunnittelujärjestelmän tunnusjärjestelmä noudattaa standardia SFS-EN 61346-1 /5/.

4.2 SFS 5457

SFS-standardi 5457 määrittelee kaikilla tekniikan aloilla käytettävien piirustusohjien koot ja rakenteen. Se antaa ohjeita graafisten yksityiskohtien kuten otsikkoalueen, paikannusruudukon ja leikkausmerkkien sijoittamisesta ja koosta. Standardi on vahvistettu vuonna 1999, eli se on jo melko vanha ja huomioi myös käsin tehtävät piirustukset. Tosin standardin sisältämät tiedot ovat pysyneet melko muuttumattomina, vaikka piirustukset tehdäänkin nykyään yksinomaan tietokoneella.

4.3 SFS 61082-1

SFS-standardi 61082-1 antaa suosituksia sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatimiseen. Standardi ottaa kantaa myös piirustuslehden ulkoasuun ja menee siltä osin päällekkäin standardin SFS 5457 kanssa. Se sisältää myös ohjeita viitetunnusjärjestelmän käytöstä ja viittaa standardiin IEC 61346-1.

4.4 SFS 60617

SFS-standardi 60617 sisältää listan sähkökaavioiden piirrosmerkeistä selityksineen. Piirrosmerkit on standardissa jaoteltu sähkösuunnittelun eri osa-alueisiin.

4.5 SFS 5418

SFS-standardi 5418 sisältää värien kirjaintunnukset suomeksi ja englanniksi. Kirjaintunnuksia käytetään kaavioissa johtimien värien merkitsemiseen.

5 LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS

Lähtötilanteen kartoitus aloitettiin käymällä läpi Logset Oy:n nykyistä sähködokumentaatiota. Keskustelemalla listattiin, mitä dokumentteja Logset Oy:n sähkösuunnittelussa tehdään tällä hetkellä ja ketkä niitä käyttävät. Keskustelujen pohjalta laadittiin kysely, jolla pyrittiin selvittämään, miten nykyiset dokumentit palvelevat eri käyttäjäryhmiä ja mitä parannuksia dokumentteihin halutaan (liite 1).

5.1 Sähködokumentaatio ja käyttäjäryhmät

Logset Oy:n sähkösuunnittelu tuottaa piirikaavion ja johdinsarjakuvat harvestereille ja kuormatraktoreille. Harvesteripään osuus kuvataan harvesterin dokumentaatioissa. Laiteluetteloita ei tehdä, koska nykyisillä työkaluilla se vaatisi paljon käsin tehtävää työtä. Ohjausjärjestelmän moduulien ohjelmointityö tehdään talon ulkopuolella. Ohjelmoijien ja sähkösuunnittelun välillä tieto kulkee I/O-listoissa.

Piirikaavioita lukevat Logset Oy:n asentajat tuotannossa sekä valtuutetut huoltoyrittäjät ja koneen loppukäyttäjät Suomessa ja maailmalla. Eri käyttäjäryhmät etsivät kaavioista erilaista tietoa, mikä asettaa haasteita kaavion esitystavalle. Lisäksi eri käyttäjäryhmillä on hyvin erilaiset taustatiedot kaavioiden lukemiseen. He ovat yleensä metsäkonealan ammattilaisia, mutta heillä harvemmin on sähköalan koulutusta.

Asentajat tuntevat Logset-koneet perusteellisesti ja etsivät kaavioista täsmätietoa laitteiden johdotuksesta. Huoltoyrittäjät tuntevat usein monien valmistajien metsäkoneita, mutta joutuvat lukemaan Logset-koneiden kaavioita vain satunnaisesti. Lukemista hankaloittaa se, että eri valmistajilla on erilainen tapa esittää asioita. Huoltoyrittäjät lukevat kaavioita lähtökohtaisesti silloin, kun jokin koneen toiminnoista on vikaantunut ja vian epäillään johtuvan sähkökytkennästä tai -laitteesta. Loppukäyttäjät etsivät kaavioista lähinnä sähkölaitteiden varaosanumeroita kyetäkseen tilaamaan uuden laitteen rikkoutuneen tilalle.

5.2 Parannus- ja muutosehdotukset

Kommentteja sekä parannus- ja muutosehdotuksia kyseltiin neljään keskeiseen kohtaan, jotka tulivat esille nykyisestä sähködokumentaatiosta keskusteltaessa. Kyselyyn vastanneet työskentelivät erilaisissa tehtävissä ja lukivat kaavioita siten eri näkökulmista.

5.2.1 Tunnistamisalue

Ensiksi haluttiin selvittää, onko nykyisen piirikaavion tunnistamisalueella riittävästi tietoa. Tunnistamisalue on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Tunnistamisalue nykyisessä piirikaaviossa.

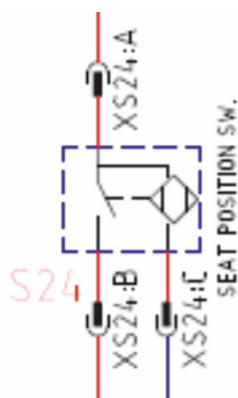
Yleisesti tunnistamisalueeseen oltiin tyytyväisiä, ja kaikki eivät kaivanneet tunnistamisalueen tietoja lainkaan. Tärkeimpänä pidettiin tietoa siitä, mitä toimintoa kunkin sivun kuva käsittelee. Muutostenhallinnassa tietoa siitä, mistä sarjanumerosta lähtien kyseinen kaavio on voimassa, oli käyttäjille tärkeä.

Nykyinen tapa ei kuitenkaan ole aivan aukoton tapa merkitä, mitä koneita kaavio koskee, koska aina koneita ei voida valmistaa siinä järjestyksessä, kun niille annetaan sarjanumeroita. Parempana pidettiin tapaa, jossa koneen konekortille merkittäisiin, mikä piirikaavion revisio koneeseen kuuluu. Tämän vaihtoehdon käytännön toteutumismahdollisuuksia kuitenkin epäiltiin.

Tunnistamisalueeseen toivottiin lisää tietoa kaavioon tehdyistä muutoksista. Nykyisellään kaavioon on merkitty vain kaavion luontipäivämäärä ja versiokirjain. Näiden lisäksi pitäisi merkitä näkyviin kaavion muutospäivämäärä sekä lyhyt kuvaus tehdyistä muutoksista.

5.2.2 Laitetiedot kaaviossa

Kyselyn toisessa kohdassa selvitettiin, miten kattavina piirikaaviossa näkyviä laitetietoja pidettiin. Vastauksissa näkyi, että kaikenlainen lisätieto olisi toivottavaa, mutta toisaalta se tekee kaavioista vaikeasti luettavia ja saattaa olla harhaanjohtavaakin. Kuva 6 esittää, mitä laitetietoja esimerkiksi istuimen asentokytkimelle on merkattu kaaviossa.



Kuva 6. Istuimen asentokytkimen laitetiedot.

Kytkeissä yms. olisi riittävää merkitä näkyviin ainoastaan liittimien tunnuksia ja laitetunnus, jos kaavion mukana on laiteluettelo, josta selviää, mikä laite on kyseessä. Tämä on riittävän selkeä tapa etenkin, jos dokumentteja luetaan sähköisessä muodossa, jolloin kaavion ja laiteluettelon välillä voi navigoida linkkien avulla. Paperidokumentteja lukiessa tietoa joutuu hakemaan selailemalla, ja silloin laitteen viereen sanallisesti kirjoitettu kuvaus on parempi vaihtoehto.

Laitetietoihin toivottiin lisättävän laitteen käyttämä jännitetaso, jos se on eri kuin akkujännite. Tiedon avulla käyttäjä tietäisi, millainen mittaustulos on normaali. Lisäksi laitetietoihin toivottiin tietoa varaosanumerosta ja linkkiä komponentin fyysiseen sijaintiin koneessa. Samoja toiveita kohdistettiin myös laiteluetteloon.

Ainoa turhana pidetty tieto oli moduulien sisään merkitty, ainoastaan ohjelmasta löytyvä tieto, esimerkiksi out 2. Tällaista tietoa ei ole nähtävillä metsäkoneessa tai

ohjausjärjestelmässä. Lisäksi se saattaa mennä sekaisin liitimen pinninumeroinnin kanssa.

Sulakkeisiin merkityjä tietoja kommentoitiin vain vähän. Lähinnä toivottiin, että sulakkeen ampeerimäärä merkittäisiin näkyviin. Nykyinen sulakkeen tunnus kertoo, missä sähkökeskuksessa sulake sijaitsee koneessa.



Kuva 7. Sulake FC17 on 17. sulake kuormatraktorin nosturikeskuksessa.

5.2.3 Laiteluettelo

Laiteluettelo puuttuu Logset Oy:n nykyisestä sähködokumentaatiosta. Kyselyllä pyrittiin selvittämään, mitä tietoja E³-järjestelmällä tehtyyn laiteluetteloon pitäisi sisällyttää. Vastaukset olivat melko yhteneviä siltä osin, että luettelossa pitäisi näkyä laitetunnus, laitenumero, varaosanumero ja ristiviittaus piirikaavion sivulle, missä laitteen kytkentä on esitetty.

Lisäksi monessa vastauksessa toivottiin laiteluetteloon lyhyttä kuvausta laitteesta sekä tietoa laitteen fyysisestä sijainnista koneessa. Myös laiteluettelon kohdalla tuli esiin toive, että laitteiden normaalit sähköiset arvot löytyisivät dokumenteista listattuna.

5.2.4 Toimintojen esitystapa

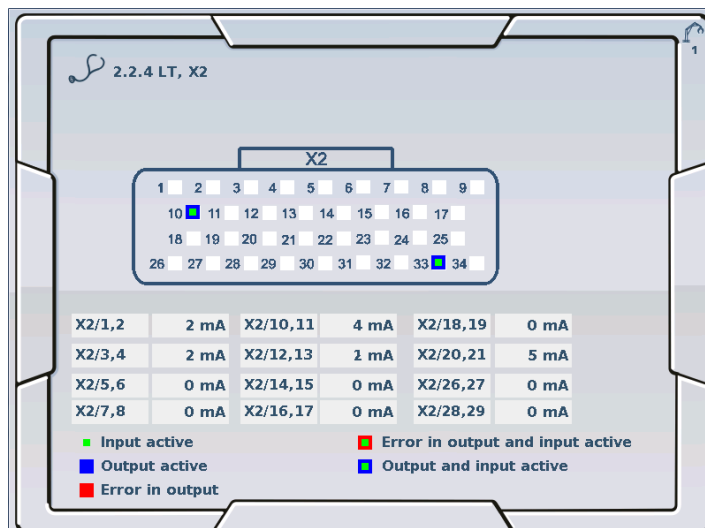
Nykyinen piirikaavio pyrkii esittämään yhden toiminnon per sivu. Esitystapa on valittu kaavion pääasiallista käyttäjäryhmää eli huoltoa ajatellen. Kyselyn

viimeinen kohta selvitti, miten nykyinen esitystapa palvelee eri käyttäjäryhmiä ja miten helppo kaaviosta on etsiä tietoa.

Kaikkien käyttäjäryhmien vastauksista kävi ilmi, että tiedon etsiminen vaatii paljon kaavion selailua. Esimerkiksi sama sulake on esitetty usealla eri sivulla, jolloin lukijan on selattava kaikki nämä sivut läpi löytääkseen kaikki laitteet, jotka ovat kyseisen sulakkeen takana. Tieto kyllä löytyy, kunhan lukija on oppinut lukemaan kaaviota. Kokeneille työntekijöille tämä ei ole ongelma, mutta se on erityisen vaikeaa uusille työntekijöille ja sellaisille huoltoyrittäjille, jotka ovat vain harvoin tekemisissä Logset-koneiden kanssa. Tilanteen parantamiseksi toivottiin laiteluetteloa, johon on merkitty kaavion sivu, jolla kytkentä esitetään.

Asentajat pitivät parempana sellaista esitystapaa, jossa kunkin ohjausmoduulin tulot ja lähdöt olisi esitetty kokonaisuutena. Esitystapa palvelisi moduulien johdotusta ja testausta paremmin ja vähentäisi kaavion selailua. Vaihtoehtona moduulikohtaiselle esitystavalle pidettiin kattavaa laite- ja liitinluetteloa, johon on merkitty kaavion sivu.

Myös huollon suunnasta tuli kommenttia, että moduulikohtainen esitystapa palvelisi vianhakua paremmin. TOC-ohjausjärjestelmän vikadiagnostiikka perustuu siihen, että vian sattuessa järjestelmä ilmoittaa käyttäjälle liittimen ja pinnan numeron, jossa vika on. Kuvassa 8 on LT-moduulin vikadiagnostiikkaikkuna TOC-ohjausjärjestelmässä.



Kuva 8. LT-moduulin X2-liittimen pinnien tila ohjausjärjestelmässä.

Vianhaku helpottuisi, jos koko moduulin kytkentä olisi esitetty yhtenä kokonaisuutena. Erityisen hankalia tapauksia ovat sellaiset, joissa tyhjiin pinniin on tullut vika. Nykyiseen kaavioon ei ole lainkaan merkitty tyhjiä pinnejä, eikä ohjausjärjestelmän virheilmoituksesta ilmene, että pinniin ei ole kytketty mitään laitetta.

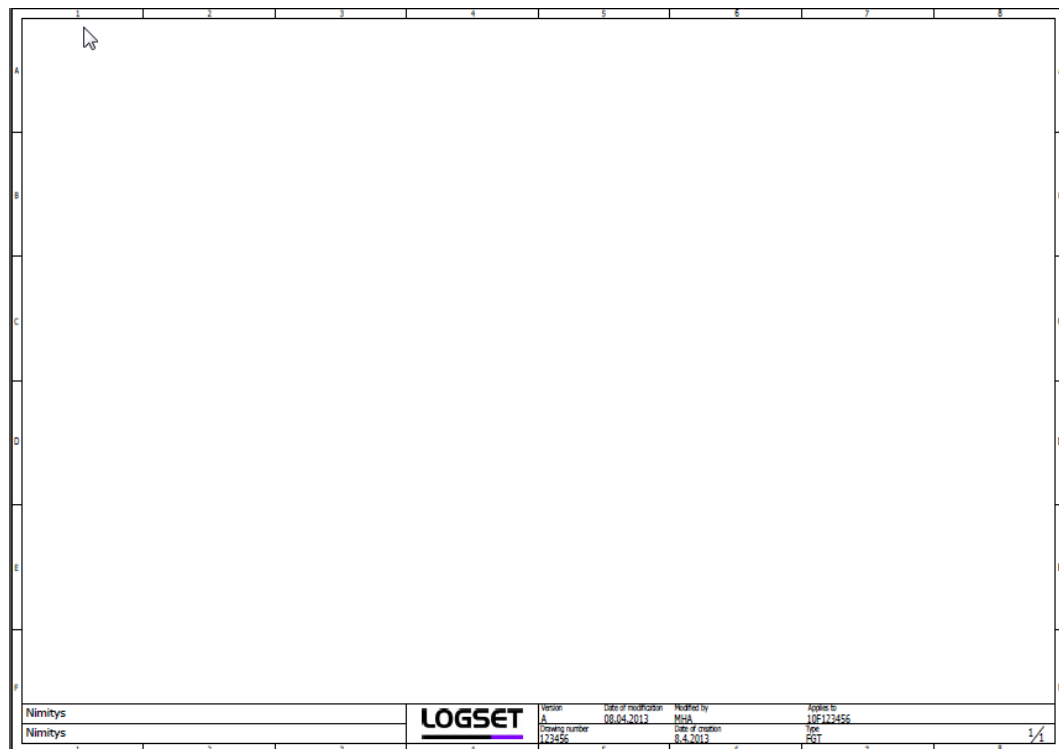
Myös toimintokohtaisille kuville nähtiin tarvetta, sillä niistä näkyy kaikki toimintoon liittyvät komponentit. Ehdotettiin, että moduulin lähdöstä olisi viittaus toiselle sivulle, jossa toiminnon kytkentä kuvattaisiin tarkemmin. Kaikkien moduuliin kytkettyjen laitteiden kuvaaminen samalla sivulla tuskin onnistuisikaan A3-kokoisella piirustuslehdellä.

6 E³.-SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN

Työ aloitettiin luomalla tyhjä tietokanta Logset Oy:n symboleita ja komponentteja varten. Symboli- ja komponenttitietokannat linkitettiin konfiguraatioon, minkä jälkeen Logset-tietokantaan voitiin ruveta tuomaan sisältöä. Sähködokumentit päätettiin toteuttaa englanninkielisinä, jolloin myös jälleenmyyjäverkosto ja kansainväliset asiakkaat pystyvät niitä käyttämään. Aikaisemmin sähködokumentteja on tehty sekä englanniksi että suomeksi. Tulevaisuudessa dokumenttien kääntäminen asiakkaan haluamalle kielelle on mahdollista toteuttaa E³-järjestelmään kuuluvan kielitietokannan avulla.

6.1 Piirustuslehti

Piirustuslehden kooksi päätettiin A3, joka on standardin SFS 61082-1 suosittelema paperikoko /11, 36/. Kaikissa tämän työn vaiheissa oli kuitenkin huomioitava, että piirustuslehti tulostetaan usein A4-kokoisena ja sen on oltava selkeästi luettavissa. Piirustuslehti luotiin muokkaamalla oletustietokannan DIN A3-piirustuslehteä, joka tallennettiin Logset-tietokantaan nimellä Logset A3. Valmis piirustuslehti näkyy kuvassa 9.



Kuva 9. Valmis piirustuslehti.

6.1.1 Viiteruudukko

Uudella piirustuslehdellä käytetään viiteruudukkoa, jossa on 8 palstaa ja 6 riviä. Se on E³-järjestelmässä oletus ja SFS 5457-standardin mukainen, joten sitä ei ollut syytä muuttaa. Viiteruudukko on näkyvässä kuvassa 10. Aikaisemmin Logset Oy:ssä oli käytetty 12 x 10 -ruudukkoa. Pienemmällä ruutujaolla ristiviittaukset olisivat tarkempia, mutta sillä ei todettu olevan oleellista merkitystä, joten E³-järjestelmän oletusasetus hyväksyttiin käyttöön.



Kuva 10. Viiteruudukon muokkaus E³-järjestelmässä.

Koordinaattireunuksen leveydeksi asetettiin 4,5 mm. E³-järjestelmän oletuksena oli 4,8 mm, mutta reunusta kavennettiin, jotta viivat osuisivat piirustusruudukkoon ja piirustusalue jäisi mahdollisimman suureksi. Reunuksen ulkopuolelle ei jätetty reunusta rei'itystä tai leikkausmerkkejä varten. Koordinaattien fonttikoko on 3 mm. Fontiksi valittiin Tahoma, joka on yleisesti käytettävissä oleva fontti ja jota myös Logset Oy:n mekaniikkasuunnittelu käyttää piirustuksissaan.

Standardi SFS5457 suosittelee 0,7 mm:n levyistä viivaa rajaamaan piirustusaluetta /12, 12/. Viiva näytti kuitenkin liian leveältä tulostettaessa, koska koordinaatisto on kapea ja fontti pieni. E³-järjestelmässä oletuksena oli 0,3 mm:n rajausviiva, joka kavennettiin 0,0 mm:iin. Tällöin paperille tulostuu kapein mahdollinen viiva.

6.1.2 Tunnistamisalue

Tunnistamisalue sijoitettiin piirustuslehden alareunaan ja mitoitettiin siten, että piirustusalue jäisi mahdollisimman suureksi. Uuteen piirustuslehteen toivottiin lisättävän kentät piirustuksen versiointitietoja varten. Tätä varten tunnistamisalueelle lisättiin kohdat *Version*, *Date of modification*, *Modified by* ja

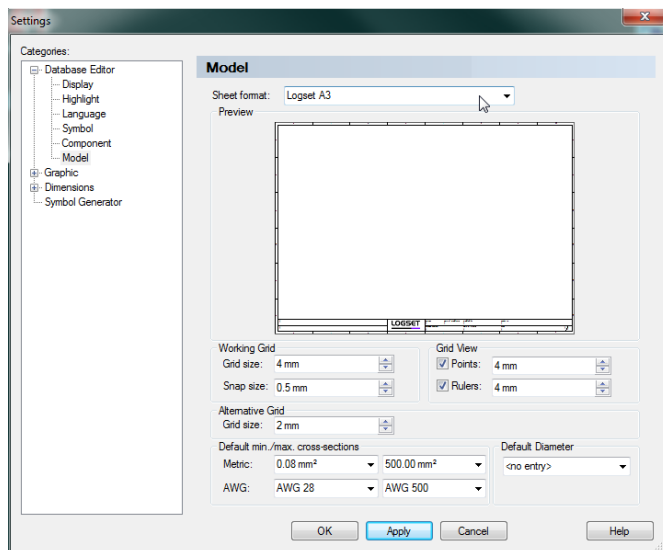
Applies to. Samalla todettiin, että vapaatekstikenttä tarkempaa muutoskuvausta varten veisi paljon tilaa ja on turha toistaa jokaisella lehdellä. Muutoskuvaukset päätettiin sijoittaa erilliselle muutoshistoriasivulle. Muutoshistoriaa varten E³-järjestelmään tulee luoda oma piirustuslehti. Tunnistamisalueen kentät näkyvät kuvassa 11.

Nimitys	LOGSET	Version	Date of completion	Number of	Author's
Nimitys		1	08.04.2013	1	LEHTINEN
		127426	08.04.2013	1	

Kuva 11. Tunnistamisalueen fontti on Tahoma 4 mm. Tunnistekenttien otsikoissa on Tahoma 3 mm.

6.1.3 Piirustusruudukko

SFS 61082-1 -standardin mukaan piirustusruudukon, viiteruudukon, piirrosmerkkien yms. koko määritetään moduulin M avulla. Moduulin arvoksi voidaan valita 1,8 (2,0) mm, 2,5 mm, 3,5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm tai 20 mm /11, 42/. E³-järjestelmän piirustusruudukko on oletusarvoisesti 4 mm, eikä sen muuttamista pidetty tarpeellisena. Moduulin M arvoksi valittiin siis 4 mm. Käyttämällä oletusruudukkoa tai sen monikertaa voidaan varmistaa, että E3:n oletustietokannan symbolien kytkentäpisteet osuvat piirustusruudukkoon.



Kuva 12. Piirustusruudukon asetukset E³-tietokantaeditorissa.

Kuten kuva 12 osoittaa, E³-järjestelmässä voidaan määrittää myös vaihtoehtoinen piirustusruudukko. Tämä ruudukko on käytettävissä, kun näppäimistön Ctrl-painike pidetään pohjassa. Vaihtoehtoisen piirustusruudukon kooksi sovittiin 2 mm, jolloin viivat on helppo sijoittaa varsinaisen piirustusruudukon puoliväliin.

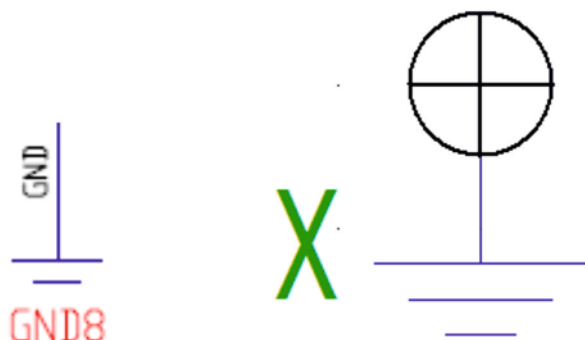
6.2 Symbolit

Logset Oy:n nykyisissä sähkökaavioissa symbolien esitystapa vaihtelee jonkin verran, mutta pääpiirteittäin kaavioissa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- Laitteet on esitetty mustalla yhtenäisellä viivalla.
- Erillistä kokonaisuutta osoitetaan vihreällä tai sinisellä pistekatkoviivalla tai yhtenäisellä viivalla.
- Virransyöttö ja kytkennät on esitetty punaisella.
- Maadoitusjohtimet on esitetty sinisellä.

Totuttua käytäntöä voidaan jatkaa, kunhan sitä yhdenmukaistetaan ja täsmennetään tarvittavilta osilta. Nykyisin käytettäviä symboleita voidaan korvata standardinmukaisella esitystavalla silloin, kun se on mahdollista. Esimerkiksi

aikaisemmin käytetty maadoitussymboli voidaan korvata SFS 60617-2 -standardin merkillä 02-15-01.



Kuva 13. Vasemmalla aikaisemmin käytetty maadoitussymboli ja oikealla uusi SFS-standardin mukainen maadoitussymboli.

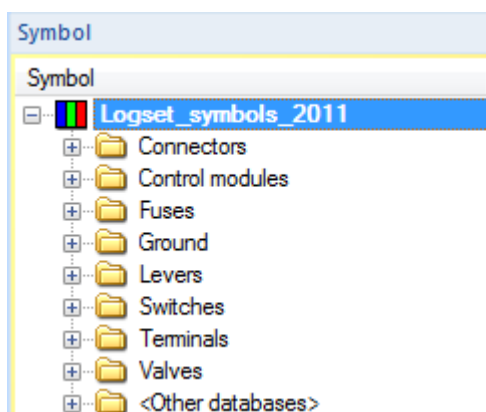
6.2.1 Symbolitietokannan kansiorakenne

Ennen kuin symbolitietokantaan ruvettiin luomaan uusia symboleja, täytyi miettiä, minkälainen kansiorakenne symboleille haluttiin luoda. E³-järjestelmän kansiorakenne määräytyy attribuuttitietojen mukaan. Tällä kertaa valittiin, että Class-attribuutti määrää kansionäkymän. Sopiva Class-attribuutti annetaan symbolin Symbol properties -välilehdellä. Kuvassa 14 on esimerkki, miten sulakesymboli luokitellaan Fuses-kansioon Class-attribuutin avulla.

Name	Entry
Class	Fuses
Description	Fuse, general symbol
Standard	S00362 Standard 2001-07-01 IEC 60617-7 (ed.2.0) 07-21-01 Fuse, general symbol F Protecting
Text fix (1)	A
Text fix (2)	1
Text fix (3)	B
Text fix (4)	2
Text fix (5)	C
Text fix (6)	3

Kuva 14. Sulakesymbolin Class-attribuutti.

Kansiorakenteessa käytetään samoja nimityksiä kuin E3:n oletustietokannassa aina, kun se on mahdollista. Muut luokka-attribuutit nimetään niin, että ne ovat sähkökomponenttien yläkäsitteitä. Yhtenäisyyden takia luokka-attribuutit kirjoitetaan isolla alkukirjaimella ja monikossa. Kuva 15 esittää tässä työssä Logset-symbolitietokantaan luotua kansiorakennetta.



Kuva 15. Symbolitietokannan kansiorakenne Class-attribuutin mukaan.

6.2.2 Symbolien nimeäminen

E³-järjestelmän oletustietokannassa symbolit on nimetty CIM-Teamin kirjainnumerokoodilla tai samoin kuin standardissa SFS 60617, esimerkiksi IEC02-15-01 on maadoituksen yleismerkki. Standardin mukainen nimeämistapa ei kuitenkaan sovellu Logset Oy:lle, koska ensinnäkin symbolin nimi vaatisi

standardin tuntemista ulkomuistista ja toiseksi kaikki symbolit eivät ole suoraan standardista. Niinpä päätettiin, että symbolin nimenä käytetään kuvaavaa yleisnimeä, jota käytetään myös Novan nimike 2 -kohdassa.. Esimerkiksi kuusipaikkaisen sulakerasian symbolin nimi on Fuse holder x 6. Näkymäsymbolit erotetaan piirikaaviosymbolista lisäämällä nimen perään alaviiva ja teksti side view, front view jne.

6.2.3 Viivan väri ja leveys

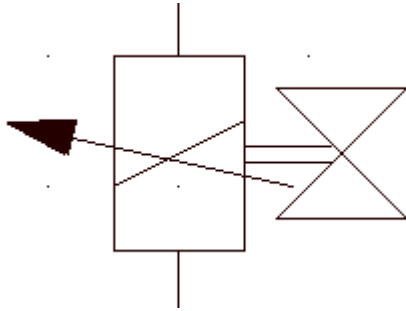
SFS 61082-1 -standardin mukaan viivan leveys on suhteellinen valittuun moduulikokoon M nähden. Viivan leveys saadaan kaavasta

$$0,1 \times \sqrt{2}^n \times M \quad (1),$$

jossa $n = 0, 1, 2$ jne. /11, 48/ Kuten kappaleessa *Viiteruudukko* 6.1.1 todettiin, moduulin M kooksi päätettiin 4 mm. Yllä oleva laskukaava antaa standardinmukaiseksi viivan leveydeksi 0,4 mm, 0,8 mm jne.. Näin paksu viiva näyttää tulostettaessa kuitenkin liian leveältä.

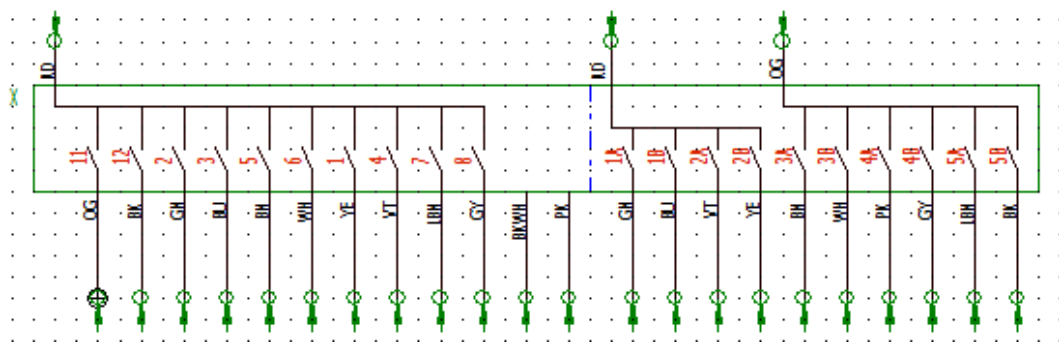
E^3 -järjestelmässä viivan leveyden oletusarvo on 0,1 mm. Koska Logset Oy:n piirikaaviot tulostetaan useimmiten A4-kokoisena, viivan leveys voi olla vieläkin pienempi, jotta kaavio olisi helppolukuinen. Jos E^3 -järjestelmässä viivan leveydeksi määritellään 0,0 mm, se tarkoittaa, että järjestelmä käyttää kapeinta mahdollista viivan leveyttä. Sitä päätettiin käyttää symbolien piirtämiseen.

Piirikaavion laitteet päätettiin esittää mustalla viivalla kuten nykyisissäkin kaavioissa. Siinä tapauksessa että symboli kuvaa maadoitusta tai syöttöä, symboli piirretään sinisellä tai punaisella. Kuvassa 16 on esimerkki E^3 -järjestelmässä piirretystä venttiilin symbolista.



Kuva 16. Venttiilin symboli piirrettynä 0,0 mm levyisellä mustalla viivalla.

Rajausviivojen käyttöä yhdenmukaistettiin standardin SFS 61082-1 suosituksen mukaiseksi. Laitteen kotelointia esitetään symbolissa yhtenäisellä vihreällä viivalla, jonka leveys on 0,3 mm. Muu mekaaninen tai toiminnallinen yhteys ilmaistaan sinisellä pistekatkoviivalla, jonka leveys on 0,0 mm. Kuvassa 17 on E³-järjestelmässä piirretty SureGrip-sauvaohjaimen symboli. Sauvaohjain muodostaa koteloidun kokonaisuuden, minkä vuoksi se esitetään vihreällä yhtenäisellä viivalla rajattuna. Sauvaohjain koostuu itse sauvaohjaimesta ja lisäpainikkeista. Nämä osat on symbolissa erotettu toisistaan sinisellä pistekatkoviivalla.

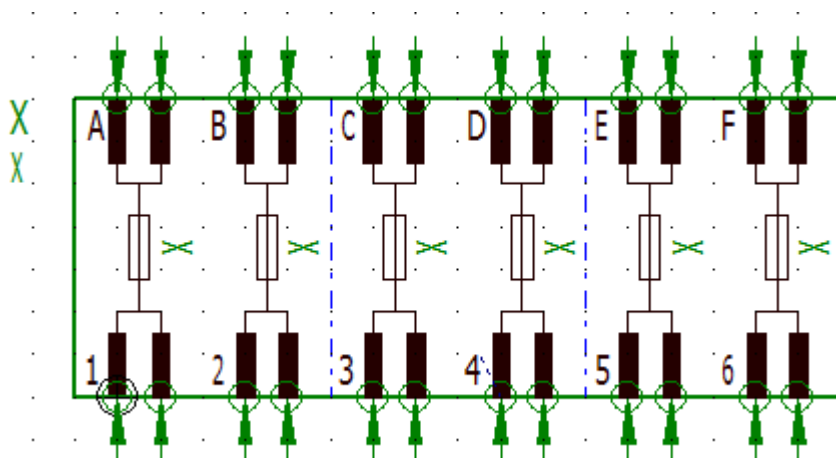


Kuva 17. SureGrip-sauvaohjaimen symboli.

6.2.4 Symbolin origo

Symbolit sijoitetaan piirustuslehdelle suhteessa symbolin origoon. Symbolin origon sijainti päätetään symbolia luotaessa. Tässä työssä symbolien origot

sijoitettiin aina siihen kytkentäpisteeseen, joka sijaitsee alimpana vasemmalla. Kuvassa 18 sulakerasian symbolin origo näkyy ympyröitynä alhaalla vasemmalla.



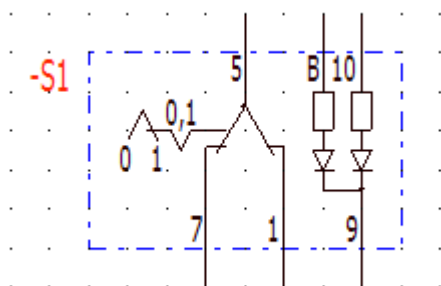
Kuva 18. Origo vasemmalla alimmassa kytkentäpisteessä.

6.2.5 Tekstit ja fontit

Grafiikan lisäksi symboleihin kuuluu erilaisia tekstejä. Tekstit sijoitetaan standardin SFS 61082-1 mukaisesti joko pysty- tai vaakasuoraan niin, että ne ovat luettavissa joko alareunan tai oikean reunan suunnasta katsottuna /11, 36–37/. Fonttina käytetään Tahomaa kuten piirustuslehden tunnistealueellakin. Kirjainten mittasuhteeksi valitaan Narrow tilan säästämiseksi piirustuslehdellä.

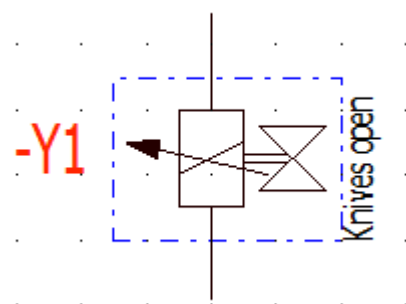
Tekstien määrä ja sisältö vaihtelevat symbolityypistä riippuen. Samoin myös fontin koossa ja värissä on vaihteluita. Seuraavassa pyritään esittämään periaatteet, joiden mukaan symbolien ominaistekstit sekä fontin koko ja väri valitaan.

Kaikille symboleille annetaan laitetunnus. Laitetunnus sijoitetaan standardin SFS 61820-1 mukaisesti symbolin yläpuolelle tai vasemmalle puolelle /11, 60/. Tässä työssä laitetunnukset on sijoitettu symbolin vasemmalle puolelle.



Kuva 19. Laitetunnus punainen Tahoma 3,5 mm.

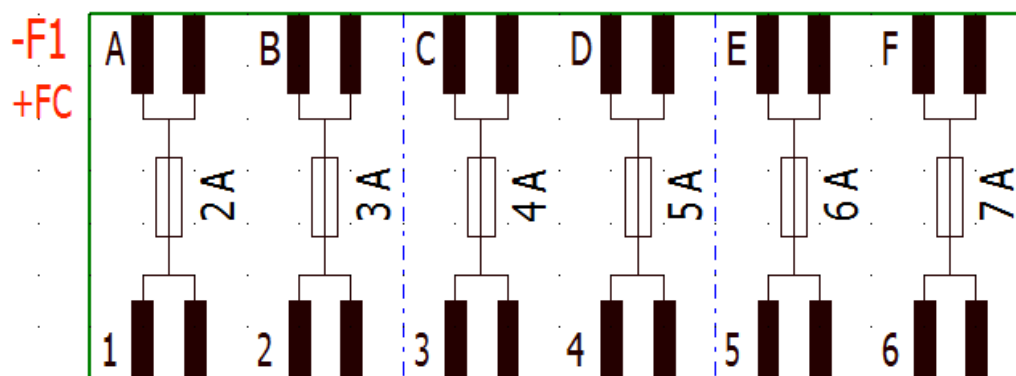
Toimilaitteille esitetään laitetunnuksen lisäksi toiminnan kuvaus kuten esimerkiksi venttiilillä kuvassa 20. Toiminnan kuvaus koostuu symbolista ja tekstistä tai pelkästä tekstistä. Toiminnan kuvausta varten E³-järjestelmään luotiin uusi ominaisteksti sekä attribuutti *Function Description*. Jatkossa tarvittavat toiminnan kuvaukset tulee tallentaa E³-järjestelmän attribuuttitietoihin niin, että suunnittelija voi valita haluamansa tekstin pudotusvalikosta. Näin varmistetaan, että termistö ja ilmaisut pysyvät vakiintuneina.



Kuva 20. Laitetunnus punainen Tahoma 3,5 mm, toiminnan kuvaus musta Tahoma 2 mm.

Sulakerasialle tulee laitetunnuksen lisäksi esittää sulakerasian sijainti koneen sähkökeskuksessa. Nykyisissä kaavioissa laitetunnuksen jälkimmäinen kirjain on kertonut sulakkeen sijainnin. Esimerkiksi FC1 on tarkoittanut Fuse, crane eli kyseinen sulake sijaitsee nosturin sähkökeskuksessa. E³-järjestelmässä sijainnin

ilmoittaminen ratkaistiin antamalla symbolille laitetunnuksen lisäksi Location-attribuutti, jotka molemmat kuuluvat viitetunnusjärjestelmään. Kun viitetunnuksen Location-attribuutti on erilainen, projektissa voi olla kaksi sulakerasiaa tunnuksella F1. Sulakerasian sulakkeille esitetään ampeerimäärä teknisenä tietona, jonka suunnittelija voi täydentää myöhemmin projektissa komponentin tietoihin. Kuva 21 osoittaa sulakerasian symboliin tarvittavat tekstit.



Kuva 21. Laitetunnus punainen Tahoma 3,5 mm, Location punainen Tahoma 3 mm, tekniset tiedot musta Tahoma 3 mm.

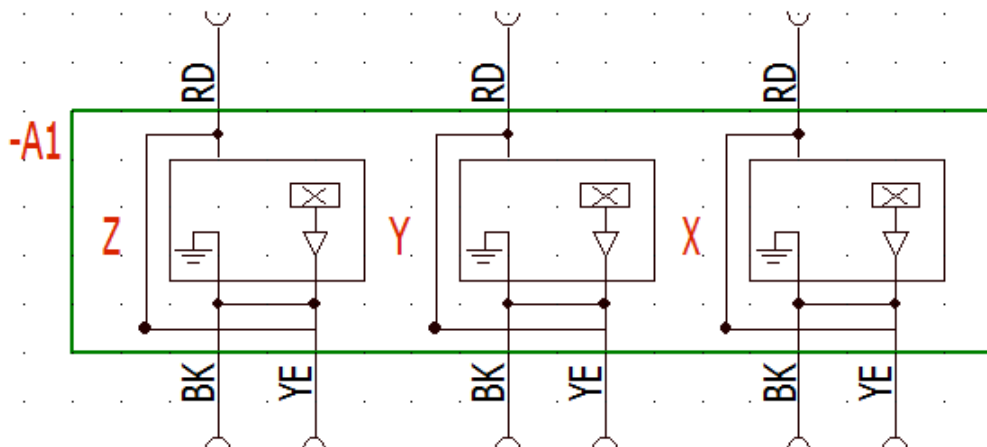
Liittimien tekstien määrittäminen oli projektissa erityisen haastavaa, koska liittimille haluttiin esittää liittimen tunnuksen ja pinninumeron lisäksi sen laitteen tunnus, johon kyseinen liitin kytketään. E³-järjestelmästä ei suoraan löytynyt sellaista ratkaisua, jolla tekstit tulisivat liittimien kohdalle automaattisesti. Ongelma voitiin ratkaista siten, että toimilaitteen kytkentäpisteisiin lisättiin laitetunnus ja kaksoispiste ominaisteksteinä. Kun kytkentäpisteeseen sitten tuotiin liitin, liittimen mukana tuli liitintunnus ja pinninumero. Tällä ratkaisulla piirikaavioon ja laiteluetteloon saatiin halutut tiedot, mutta tekstejä jouduttiin siirtämään haluttuun järjestykseen manuaalisesti. Suuren työmäärän vuoksi päätettiin luopua laitetunnuksen esittämisestä liittimien kohdalla. Liittimille annetaan ominaisteksteinä laitetunnus ja pinninumero. Muista laitetunnuksista poiketen liittimien laitetunnus on musta kuten nykyisissäkin kaavioissa. Liitintunnus on standardin SFS 61082-1 mukaisesti kytkentäviivan suuntaisesti.

-X1:*26

Kuva 22. Laitetunnus ja pinninumero musta Tahoma 3 mm.

6.2.6 Sisäisen kytkennän esittäminen

Mikäli symbolissa on tarpeen esittää laitteen sisäistä kytkentää, esitetään sisäinen kytkentä pelkkänä grafiikkana. Toisin sanoen sisäiset kytkennät ovat pelkkiä kuvia ja kiinteitä tekstejä ilman tietokantaominaisuuksia. Tekstit ja fontit pyritään valitsemaan samoin periaattein kuin muutkin symboleille annetut tekstit. Kuvassa 23 on esitetty ohjausvivun sisäinen kytkentä grafiikkana. Liikkeiden suunnat on annettu samalla fontilla kuin laitetunnukset.



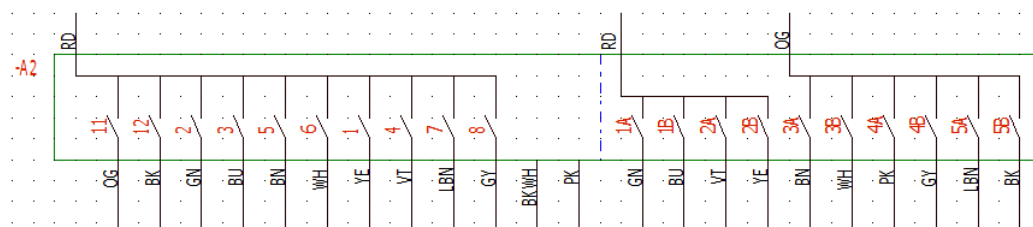
Kuva 23. Ohjausvivun sisäinen kytkentä.

6.2.7 Johtimien väritunnukset

Johtimien väritunnukset merkitään standardin SFS5418 mukaan seuraavasti:

- musta BK
- ruskea BN
- punainen RD
- oranssi OG
- keltainen YE
- vihreä GN
- sininen ja vaaleansininen BU
- violetti ja purppura VT
- harmaa GY
- valkoinen WH
- vaaleanpunainen PK
- kulta GD
- turkoosi TQ
- hopea SR
- kelta-vihreä GNYE /13/.

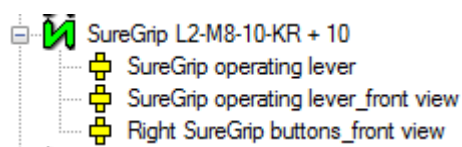
Jos on tarpeen erotella esimerkiksi ruskea ja vaaleanruskea, käytetään L-kirjainta (light) vaalean sävyn edessä, BN ja LBN. Kuva 24 esittää sauvaohjainmoduulin merkittävät johdinväriä.



Kuva 24. Värikoodit SureGrip-sauvaohjaimen symbolissa.

6.3 Komponentit

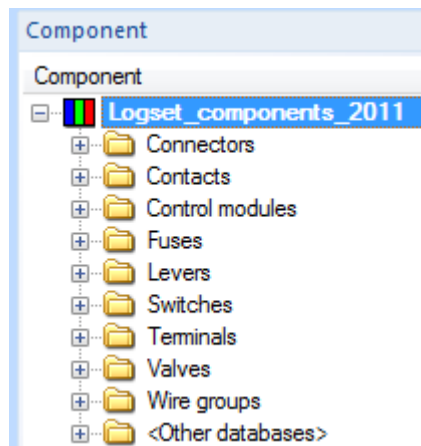
Symboleita käytetään komponenttien esittämiseen dokumenteissa. Komponentti sisältää jonkin todellisen laitteen tietoja ja ominaisuuksia, kun taas symboli on kuva, jota voidaan käyttää monen eri komponentin esittämiseen. Esimerkiksi jos harvesteripää sisältää venttiilin 1 ja venttiilin 2, venttiilit ovat eri komponentteja, jotka voidaan esittää piirikaaviossa samalla symbolilla. Toisaalta yhden komponentin esittämiseen voidaan tarvita useita eri symboleja. Kuva 25 esittää, että sauvaohjaimen esittämiseen kaaviossa tarvitaan yksi piirikaaviosymboli ja kaksi näkymäsymbolia.



Kuva 25. Oikean SureGrip-sauvaohjainkomponentin symbolit.

6.3.1 Komponenttitietokannan kansiorakenne

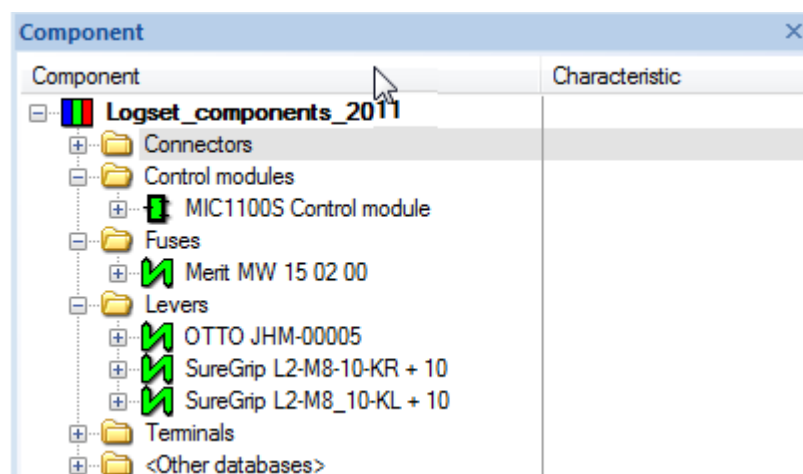
Komponenttitietokannan kansiorakenne määräytyy samoin kuin symboleilla eli Class-attribuutilla. Myös komponenteilla päätettiin käyttää samoja nimityksiä kuin E³-oletustietokannan kansiorakenteessa. Class-attribuutit kirjoitetaan isolla alkukirjaimella ja monikossa. Kuva 26 esittää Logset-komponenttitietokantaan luotua kansiorakennetta.



Kuva 26. Komponenttitietokannan kansiorakenne.

6.3.2 Komponenttien nimeäminen

Koska komponentit kuvaavat tiettyä fyysistä laitetta, ne päätettiin nimetä valmistajan laitekoodin mukaisesti. Valmistajan laitekoodi löytyy Novan nimike 1 -kentästä. Kuvassa 27 näkyy komponenttitietokantaan luotuja komponentteja, jotka on nimetty valmistajan laitekoodilla.



Kuva 27. Komponentteja tietokannassa.

6.3.3 Komponenttien attribuuttitiedot

Attribuuttitiedot ovat komponenttien tietoja, jotka voidaan projektista tulostaa erilaisina automaattisina listauksina. Komponentin attribuuttitiedot määritellään komponenttia luotaessa. Kuvassa 28 näkyy SureGrip-sauvaohjaimelle annetut attribuuttitiedot. Attribuutteja voi myöhemmin lisätä tai poistaa tietokantaeditorissa.

Name	Entry
Article number	493294
Class	Levers
Description	Right SureGrip operating lever
Main Class	Electric
Supplier	<no entry>

Kuva 28. Komponentin attribuuttitiedot.

Artikkelinumero yksilöi laitteen yksiselitteisesti ja sillä numerolla asiakkaat voivat tilata tuotetta varaosana. Artikkelinumerot annetaan ja ylläpidetään Novassa. Nova-numeroa olisi voinut käyttää myös komponenttien nimeämiseen, mutta informatiivisempaa nimeämistapaa pidettiin käytännön kannalta parempana.

Class-attribuutti määrittää tietokannassa näkyvän kansiorakenteen kuten aiemmin jo todettiin.

Description on vapaamuotoinen komponenttia kuvaava teksti.

Pääloukkaa *Electric* käytetään tulevaisuuden tarpeita silmällä pitäen. Kun hydraulisuunnittelussa aletaan käyttää E³-järjestelmää, tietokantaan tulee toinen pääloukka *Hydraulic*.

Supplier-kohtaan kirjataan laitteen toimittaja.

6.4 Piirikaavio

Työssä luotuja komponentteja käytettiin irtomittalaitteen piirikaavion piirtämiseen. Aikataulullisista syistä piirikaaviota ei ehditty piirtämään kokonaan, vaan työssä keskityttiin määrittämään Logset Oy:n piirikaavioille yhtenäisiä esitystapoja.

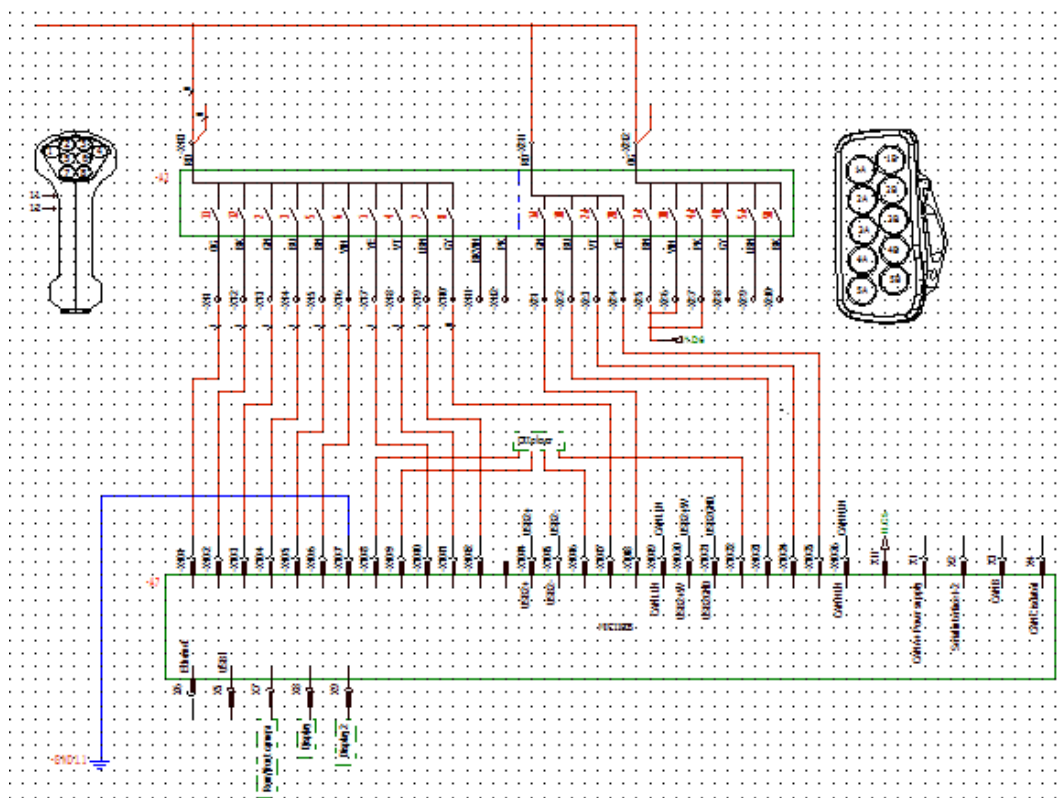
Piirikaaviosta luotiin laiteluettelo E³-järjestelmän oletuspohjalle. Työtä tehdessä kävi ilmi, että eri käyttäjäryhmät tarvitsevat sisällöltään erilaisia laiteluetteloita. Laiteluetteloita ei kuitenkaan pysty muokkaamaan tietokantaeditorilla, vaan haluttu laiteluettelopohja on joko tilattava CIM-teamilta ohjelmointityönä tai E³-lähdekoodia on muokattava. Vaihtoehtoja punnitessa kannattaa huomioida, että CIM-teamin tukipalvelu ei kata omatoimista laiteluettelon muokkaamistyötä.

6.4.1 Tiedon kulku

Tiedon kulku kaaviossa pyritään esittämään ylhäältä alas. Käytännössä tämä tarkoittaa seuraavaa:

- Sähkön syöttö esitetään piirustuslehden yläosassa.
- Maadoituspisteet lähtevät toimilaitteelta alaspäin.
- Tulot esitetään symbolin yläpuolella ja lähdöt alapuolella.

Kuvassa 29 on esimerkki tiedon kulusta ylhäältä alas piirustuslehdellä.



Kuva 29. Signaalin kulku SureGrip-ohjaussauvalta MIC1100S-moduulille piirikaaviossa.

Sähkön syötössä tulisi lisäksi kuvata, miltä sulakkeelta virta tulee ohjaussauvalle. Tätä varten E³-järjestelmään tulisi luoda oma ristiviittaussymboli sulakeviittaukselle. Sulakkeen ristiviittauksessa tulisi näkyä sulakerasian laitetunnus, sulakkeen numero sekä ampeerimäärä. Päivittämisen kannalta olisi helpointa, jos E3 hakisi tiedot automaattisesti tietokannasta, mutta automaattitoiminto osoittautui vaikeaksi toteuttaa. Helpoiten ristiviittaus olisi toteutettavissa E³-tietokannan oletussymbolia muokkaamalla ja lisäämällä halutut tiedot käsin projektissa.

Tässä työssä tehdyssä kyselyssä ilmeni, että moduulien tulot ja lähdöt halutaan nähdä kokonaisuutena piirikaaviossa. Käytännössä ne eivät kuitenkaan mahdu yhdelle piirustuslehdelle. Kuvassa 29 on esitetty MIC1100S-moduulin kaikki liittimet, mutta vain X10-liittimen pinnit hajotettuina. Muiden liittimien kohdalla

käytetään ristiviittausta osoittamaan, millä piirustuslehdellä niiden kytkennät esitetään. Tässä ristiviittaukset tosin vielä puuttuvat, koska kytkentöjä ei ole piirretty.

6.4.2 Moduulien laitetunnukset

Kaikessa sähködokumentaatioissa on moduuleille käytettävä aina samoja vakiintuneita laitetunnuksia, koska niitä käytetään myös virheilmoituksissa, joita TOC-ohjausjärjestelmä näyttää koneen käyttäjälle. Käytettävät laitetunnukset on listattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Laitetunnukset.

Moduuli	Laitetunnus
MCL	A1
SPM-0	A2
LH	A21
SPM-1	A3
SPM-2	A4
LT	A5
LC	A6
MIC1000 / MIC1100S	A7

6.4.3 Kytkentäviivat

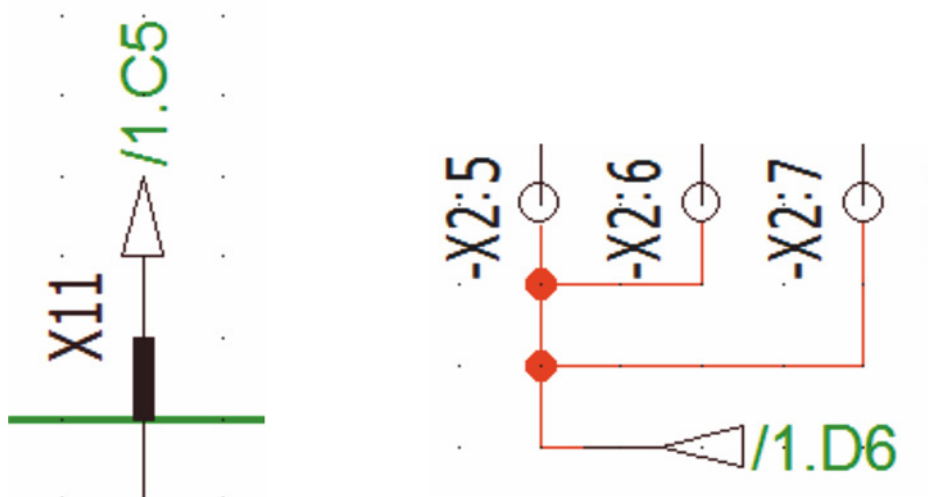
Piirikaavion kytkentäviivat piirretään vakiintuneen käytännön mukaisesti punaisella. Maadoitusviivat ovat sinisiä. Viivan leveys on 0,025 mm eli E³-järjestelmän kytkentäviivan oletusleveys.

6.4.4 Ristiviittaukset

SFS-standardin 61082-1 mukaan ristiviittauksella voidaan viitata dokumenttiin, sivuun tai sivulla olevaan kohtaan. Ristiviittauksessa tiedot esitetään järjestyksessä dokumentti, sivu, sivun koordinaatit. Sivun edellä käytetään kauttaviivaa. Sivun koordinaattien edellä käytetään pistettä. Mikäli viitataan

saman dokumentin sisällä, viittauksen dokumenttiin voi jättää pois. Hyperlinkkejä voidaan käyttää tiedon etsimistä helpottamaan. Reitin löytyminen ei saa kuitenkaan olla pelkästään hyperlinkkien varassa. /11, 46–48/

Logset Oy:n nykyisissä piirikaavioissa ristiviittausmerkinnät ovat standardinmukaisia eikä niitä ole syytä muuttaa E³-järjestelmään siirryttäessä. E³-järjestelmässä ristiviittauksen alku- ja loppupää esitetään erilaisella symbolilla, jotka löytyvät Logset-symbolitietokannasta. Kuvan 30 esimerkissä on ristiviittauksella osoitettu, että X2-liittimen pinnit 5, 6 ja 7 on kytketty liittimeen X11.

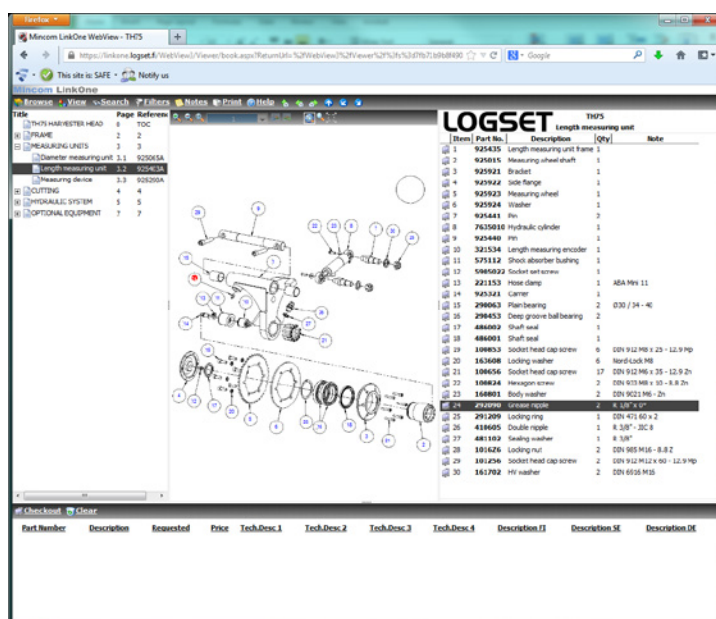


Kuva 30. Ristiviittausmerkintä E³-järjestelmässä

E³-järjestelmässä ristiviittaus voidaan toteuttaa hyperlinkkinä, mikä helpottaa kaavion lukemista sähköisessä muodossa. Hyperlinkit säilyvät myös pdf-dokumentissa, kun pdf tehdään E³-järjestelmän sisältämällä pdf-työkalulla.

7 E³.-DOKUMENTIT SÄHKÖISESSÄ VARAOSAKIRJASSA

Kaikki sähködokumentaation käyttäjäryhmät eivät osaa lukea kaavioiden symbolisia piirrosmerkkejä. Siksi Logset Oy:ssä on päätetty kehittää opastava linkki piirikaavion, laiteluettelon ja varaosakirjan välille. Kaikkia näitä dokumentteja käytetään sähköisen varaosakirjan, Logset ePartsin kautta. Logset ePartsin käyttöliittymä näkyy kuvassa 31. Logset eParts on palvelu, jonka kautta jälleenmyyjät ja tulevaisuudessa myös asiakkaat voivat katsella varaosakuvia ja tilata varaosia.



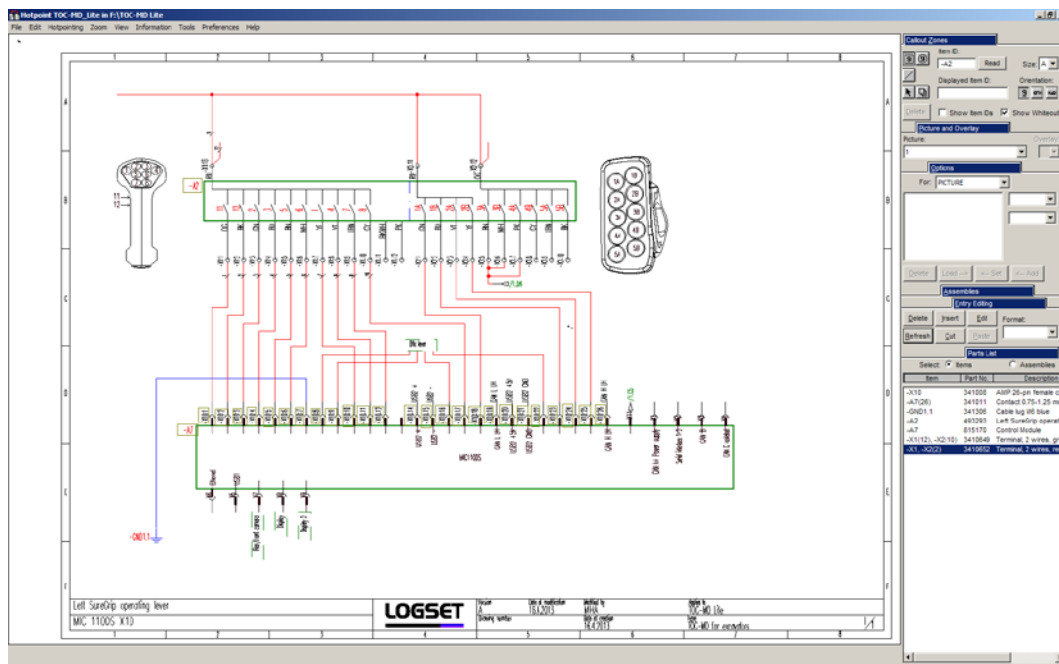
Kuva 31. Pituusmittalaitteen varaosakuva Logset ePartsisssa.

7.1 Dokumenttien linkitys

Lähtökohtana on E³.-järjestelmässä toteutettu piirikaavio ja sen excel-muotoinen laiteluettelo. Piirikaavio tulee viedä DXF-, DWG- tai PDF-formaattiin, jotta se voidaan avata HotPoint-linkitysohjelmalla.

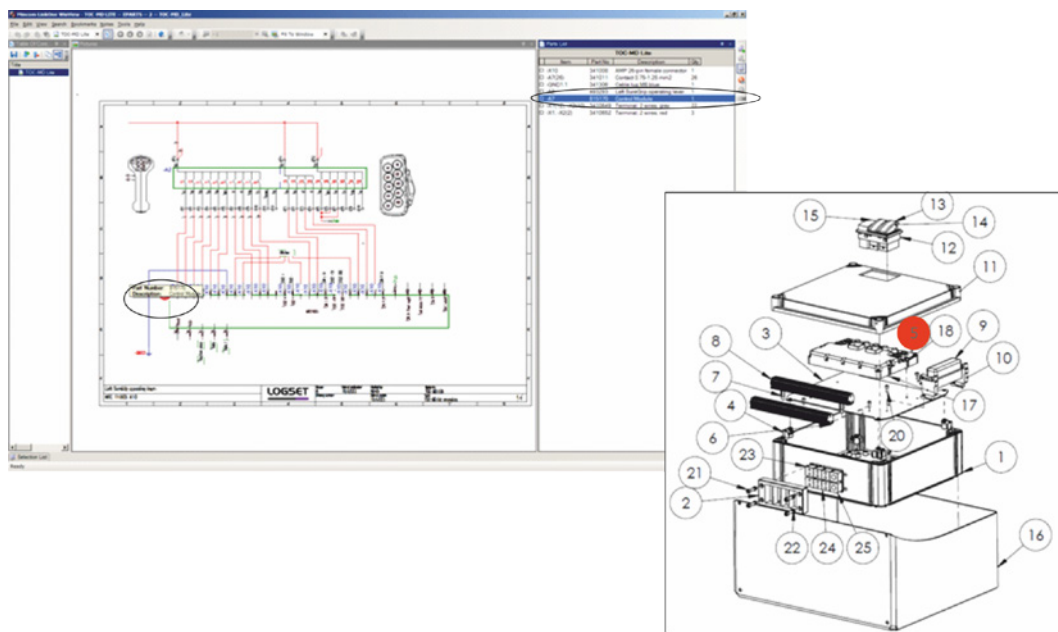
Linkitystä varten laiteluettelosta muodostettiin LDF-tiedosto, minkä jälkeen LDF-muotoinen laiteluettelo ja piirikaavion laitetunnukset linkitettiin toisiinsa käsin. Kuvassa 32 on näkymä HotPoint-linkitysohjelmasta. Jatkossa piirikaavion

laitetuunukset tulee sijoittaa omalle tasolle, jotta linkitys voidaan tehdä automaattisesti. E³-järjestelmästä on varattava yksi taso tätä tarkoitusta varten. Koska DXF-formaatti ei säilytä piirikaavion tasoja, linkityksessä tulee käyttää DWG-tiedostoa.



Kuva 32. Piirikaavion ja laiteluettelon linkitys

Laiteluettelon Nova-numero (varaosanumero) on vastaavasti linkitetty varaosakuvaan. Kuva 33 osoittaa, miten käyttäjä pääsee piirikaavion laitetunnusta klikkaamalla siirtymään laiteluettelon kautta varsinaiseen varaosakuvaan ja päinvastoin.



Kuva 33. Navigointi piirikaavion, laiteluettelon ja varaosakuvan välillä.

7.2 Hyödyt

Varaosakuva auttaa tunnistamaan sähkökomponentit. Varaosakuvan linkki johtaa sähköiseen varaosakirjaan, jolloin varaosan tilaaminen on helppoa eikä se vaadi sähkökaavion symbolisten merkkien lukutaitoa. Helposti käytettävissä oleva palvelu lyhentää metsäkoneen seisona-aikoja ja vähentää väärin osien tilaamista samalla, kun se mahdollisesti lisää Logset Oy:n varaosamyyntiä.

Varaosakuvan avulla piirikaaviosta on helppo löytää se kohta, jossa kyseisen laitteen kytkentä on esitetty. Kun tieto on helposti saatavilla, se vähentää kytkentävirheitä ja vikatilanteita.

Sähköistä varaosakirjaa voidaan käyttää myös koulutuksessa. Sen avulla voidaan helposti osoittaa sekä komponenttien fyysinen sijainti koneessa että komponenttien keskinäiset kytkennät.

8 YHTEENVETO

Logset Oy:n uusi suunnittelujärjestelmä tuo mukanaan monia etuja. Sen käyttöönotto vaatii myös paljon valmistettavaa työtä, josta tämä opinnäytetyö oli yksi osa. Opinnäytetyössä tarkasteltiin ensin nykyistä sähködokumentaatiota ja selvitettiin siihen kohdistuvia muutostarpeita. Eri käyttäjäryhmille tehdyssä kyselyssä tuli esille sähködokumentaatioon kohdistuvia muutostoiveita, joista keskeisimmät olivat piirikaavion muutostietojen kirjaaminen paremmin piirustuslehdelle, moduulien kytkennän esittäminen kokonaisuutena sekä laiteluettelon luominen piirikaavion tueksi. Näistä ensimmäiseen pystyttiin vaikuttamaan jo tällä opinnäytetyöllä, kun E³-järjestelmään luotiin uusi piirustus pohja Logset Oy:n sähködokumentteja varten. Muihin pystytään vaikuttamaan vasta, kun järjestelmän käyttöönotto on pidemmällä.

Suurin valmistelutyö ennen E³-järjestelmän käyttöönottoa tulee olemaan Logset Oy:n komponenttitietokannan muodostaminen. Tässä opinnäytetyössä luotiin yhtenäiset pelisäännöt symbolien piirustustavoille, symbolien ja komponenttien nimeämiseksi sekä attribuuttitietojen antamiselle. Esimerkkinä käytettiin irtomittalaitetta. Opinnäytetyön aikataulussa pystyttiin toteuttamaan vain osa irtomittalaitteen piirikaaviosta, mutta sen perusteella muodostettiin karkeat suuntaviivat myös piirikaavion esitystavoille. Pelisäännöt koottiin erilliseksi työohjeeksi Logset Oy:n sähkösuunnittelun käyttöön.

E³-järjestelmän tietokantaominaisuuksista on kiistatonta hyötyä. Laiteluetteloiden ja johtosarjadokumenttien luominen piirikaavioesityksen pohjalta vähentää käsin tehtävän työn määrää ja helpottaa dokumenttien pitämistä ajan tasalla. Sähködokumentaatio voidaan linkittää osaksi Logset Oy:n muuta dokumentaatiota Logset eParts -varaosakirjan kautta.

E³-järjestelmän tietokantaominaisuuksien ansiosta sähkösuunnittelu voidaan myös nivoa paremmin yhteen hydraulisuunnittelun kanssa, sillä jatkossa myös hydraulikaaviot osaluetteloineen on tarkoitus toteuttaa E3:lla ja sisällyttää Logset eParts -varaosakirjaan. Nykytilanteessa hydraulisten toimilaitteiden ja niitä ohjaavien sähkölaitteiden välillä ei ole yhteyttä. Yhteisellä

suunnittelujärjestelmällä ja tietokannalla olisi mahdollista käyttää yhteneviä laitetunnuksia ja merkintätapoja.

LÄHTEET

/7/ Autoteknillinen taskukirja. 2003. 6. painos. Toim. Heikki Haapaniemi. Robert Bosch GmbH. Stuttgart.

/4/ Cim-Team 2011. Koulutusmateriaali. Moduuli 0. Yleistietoja E³-tuoteperheestä. Marraskuu 2011. Versio 13.0.

/5/ Cim-Team 2011. Koulutusmateriaali. Moduuli 2. Käsitteet ja perustoiminnot. Tammikuu 2012. Versio 13.1.

/1/ Company presentation 2013. Yrityksen sisäistä materiaalia. Logset Oy.

/8/ Deutsches Institut für Normung (DIN). Viitattu 17.3.2013. <http://www.din.de>

/3/ Käyttöohje. TOC-ohjausjärjestelmä. Julkaisu 17.01.2012. Versio 00. Logset Oy.

/6/ Nieminen, S. 2007. Auton sähkölaitteet. 1. painos. WSOY Oppimateriaalit.

/2/ StanForD-standardi. Viitattu 20.1.2013. <http://www.skogforsk.se>

/10/ Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Viitattu 17.3.2013. <http://www.sfs.fi>

/11/ Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. SFS 61082-1. 2006. SFS ry.

/12/ Tekninen tuotedokumentointi. Piirustus pohjien koot ja rakenne. SFS 5457. 1999. SFS ry.

/9/ Teollisuuden järjestelmät, asennukset ja laitteet sekä teollisuustuotteet. Jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset. Osa 1: Perussäännöt. SFS 81346-1. 2010. SFS ry.

/13/ Värien kirjaintunnukset. SFS 5418. 1987. SFS ry.

LIITE 1

SÄHKÖDOKUMENTAATIO E³-SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄLLÄ TOTEUTETTUNA

Vastaa kääntöpuolelle.

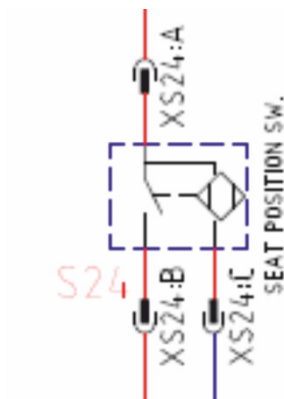
1. TYÖTEHTÄVÄSI LOGSETILLA
2. PIIRUSTUSPOHJA

Mitä tietoja pitäisi näkyä piirustuksen alareunassa? Oletko ollut tyytyväinen nykyisiin tietoihin?

TIME	PROJECT NAME: FORWARTER	LOGSET	TYPE	DR-LIN	DATE	DR-1	DR-12	DR-13	DR-14
	24VDC POWER DISTRIBUTION, BATTERY, MAIN SWITCH, MAIN FUSES		F	10P130757	15.12.2012	KAA	42105A	B	1

3. LAITETIEDOT KAAVIOSSA

Ovatko nykyiset tiedot riittävät? Pitäisikö jotain lisätä tai poistaa?



4. LAITELUETTELO

Mitä tietoja pitäisi olla laiteluettelossa?

5. TOIMINTOJEN ESITYSTAPA

Ovatko nykyiset kaaviot helposti luettavissa? Löydätkö helposti etsimäsi tiedon? Millaista tietoa etsit, missä tilanteessa?

Pitäisikö kaavion sivulla pyrkiä esittämään yksi toiminto vai kunkin moduulin kytkennät kokonaisuutena? Perustelee.

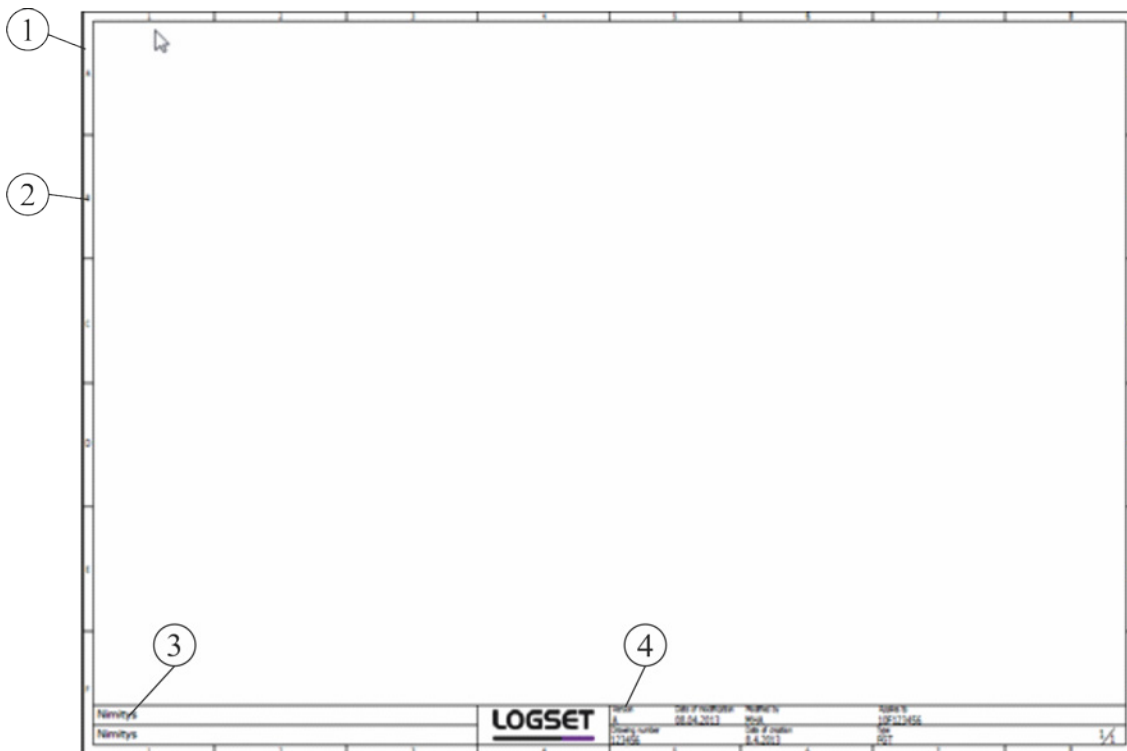
LIITE 2

SÄHKÖSUUNNITTELUN TYÖOHJE

Kirjoita kaikki sähködokumenteissa esiintyvät tekstit englanniksi (UK). Käytä fonttina Tahomaa.

1 PIIRUSTUSLEHTI

Piirustuslehdellä on 8 palstaa ja 6 riviä.



1 = Koordinaattireunus on 4,5 mm leveä. Reunus on rajattu piirustusalueesta 0,0 mm levyisellä viivalla, joka on E³-järjestelmässä kapein mahdollinen viiva.

2 = Koordinaattien fontti on musta Tahoma 3 mm.

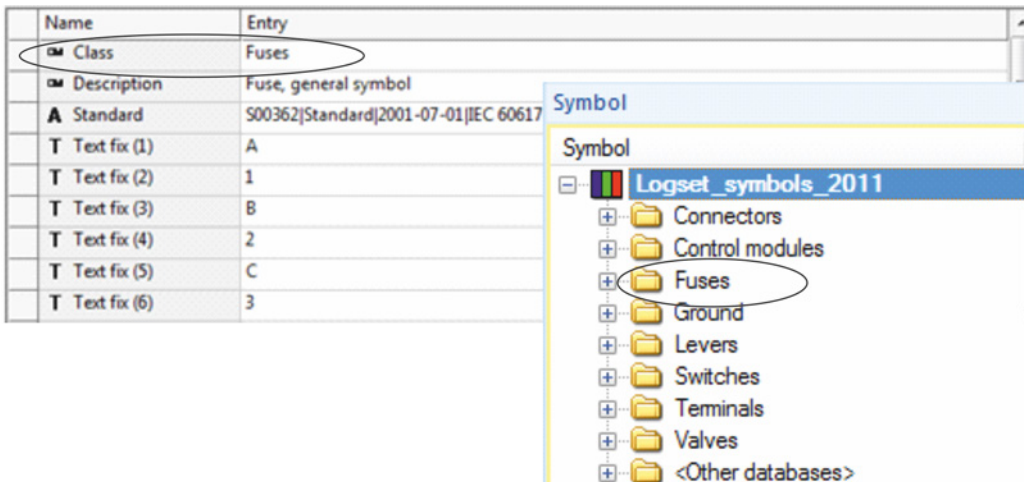
3 = Tunnistelualueelle täydennettävien tekstien fontti on musta Tahoma 4 mm.

4 = Tunnistelualueen otsikoiden fontti on musta Tahoma 3 mm.

2 SYMBOLIT

Symbolitietokannan kansiorakenne

Symbol properties -välilehden Class-attribuutti määrää tietokannassa näkyvän kansiorakenteen.



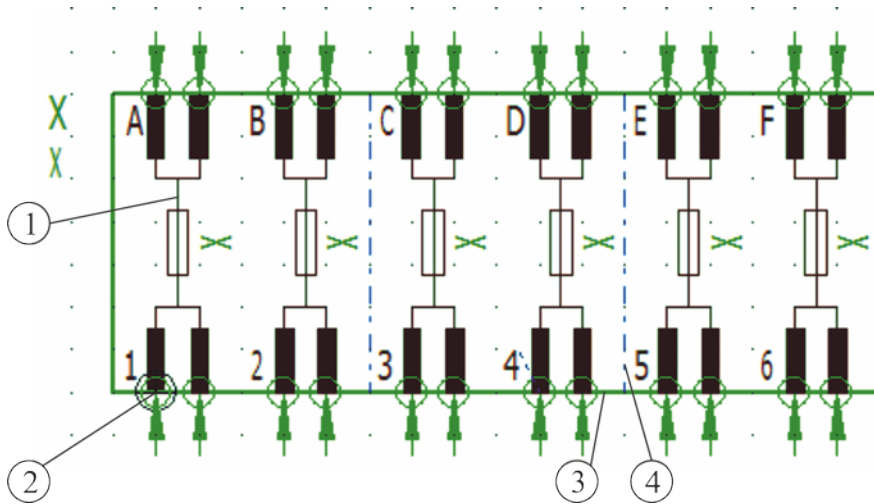
Käytä Class-attribuuttina samoja nimityksiä kuin E³-oletustietokannassa aina, kun mahdollista. Muussa tapauksessa käytä sopivia yläkäsitteitä. Kirjoita Class-attribuutit isolla alkukirjaimella ja monikossa.

Symbolien nimeäminen

Nimeä symbolit kuvaavalla yleisnimellä. Käytä Novan nimike 2 -kentän nimitystä, mikäli sellainen on saatavilla.

Symbolien piirtäminen

Esitä symbolien sisäinen kytkentä pelkkänä grafiikkana ilman tietokantaominaisuuksia.



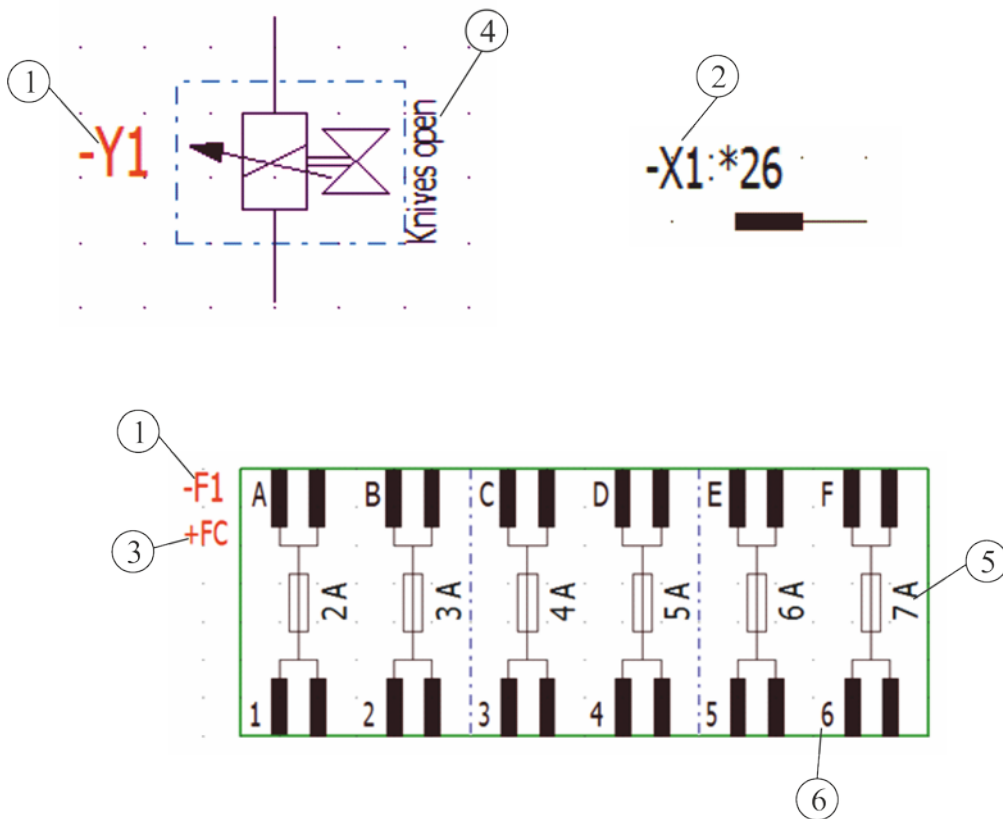
1 = Piirrä symbolit mustalla viivalla, jonka leveys on 0,0 mm. Piirrä maadoitusta kuvaavat symbolit sinisellä ja syöttöä kuvaavat punaisella viivalla.

2 = Sijoita symbolin origo vasempaan alimpaan kytkentäpisteeseen.

3 = Esitä kotelointi vihreällä yhtenäisellä viivalla, jonka leveys on 0,3 mm.

4 = Esitä mekaaninen tai toiminnallinen yhteys sinisellä pistekatkoviivalla, jonka leveys on 0,0 mm.

Tekstit ja fontit



1 = Laitetunnuksen fontti on punainen Tahoma 3,5 mm. Sijoita teksti symbolin vasemmalle puolelle tai yläpuolelle.

2 = Liittimen laitetunnuksen ja pinninumeron fontti on musta Tahoma 3 mm. Sijoita teksti kytkentäviivan suuntaisesti.

3 = Location-attribuutin fontti on punainen Tahoma 3 mm. Sijoita teksti laitetunnuksen alapuolelle.

4 = Teknisen tiedon fontti on musta Tahoma 3 mm.

5 = Kiinteän tekstin fontti on musta Tahoma 3 mm.

Johtimien väritunnukset

- musta BK
- ruskea BN
- punainen RD
- oranssi OG
- keltainen YE
- vihreä GN
- sininen ja vaaleansininen BU
- violetti ja purppura VT
- harmaa GY
- valkoinen WH
- vaaleanpunainen PK
- kulta GD
- turkoosi TQ
- hopea SR
- kelta-vihreä GNYE /13/.

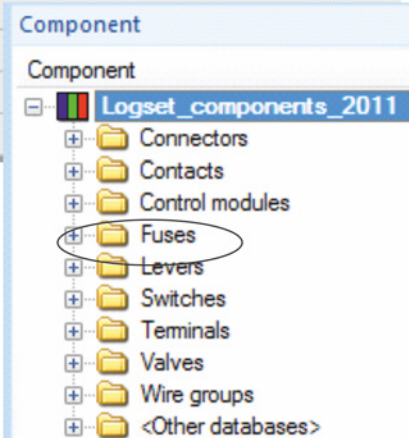
Jos on tarpeen erotella esimerkiksi ruskea ja vaaleanruskea, käytä L-kirjainta (light) vaalean sävyn edessä, esimerkiksi BN ja LBN.

3 KOMPONENTIT

Komponenttietokannan kansiorakenne

Komponenttien kansiorakenne määräytyy samoin kuin symboleilla.

Name	Entry
Article number	340108
Class	Fuses
Description	Fuse holder x 6
Main Class	Electric
Supplier	Merit
Technical description 1	<no entry>



Käytä Class-attribuuttina samoja nimityksiä kuin E³-oletustietokannassa aina, kun mahdollista. Muussa tapauksessa käytä sopivia yläkäsitteitä. Kirjoita Class-attribuutit isolla alkukirjaimella ja monikossa.

Komponenttien nimeäminen

Käytä komponenttiniimenä Novan nimike 1 -kentästä löytyvää valmistajan laiekoodia.

Komponenttien attribuuttitiedot

Name	Entry
Article number	493294
Class	Levers
Description	Right SureGrip operating lever
Main Class	Electric
Supplier	<no entry>

Article number = Komponentin Nova-numero

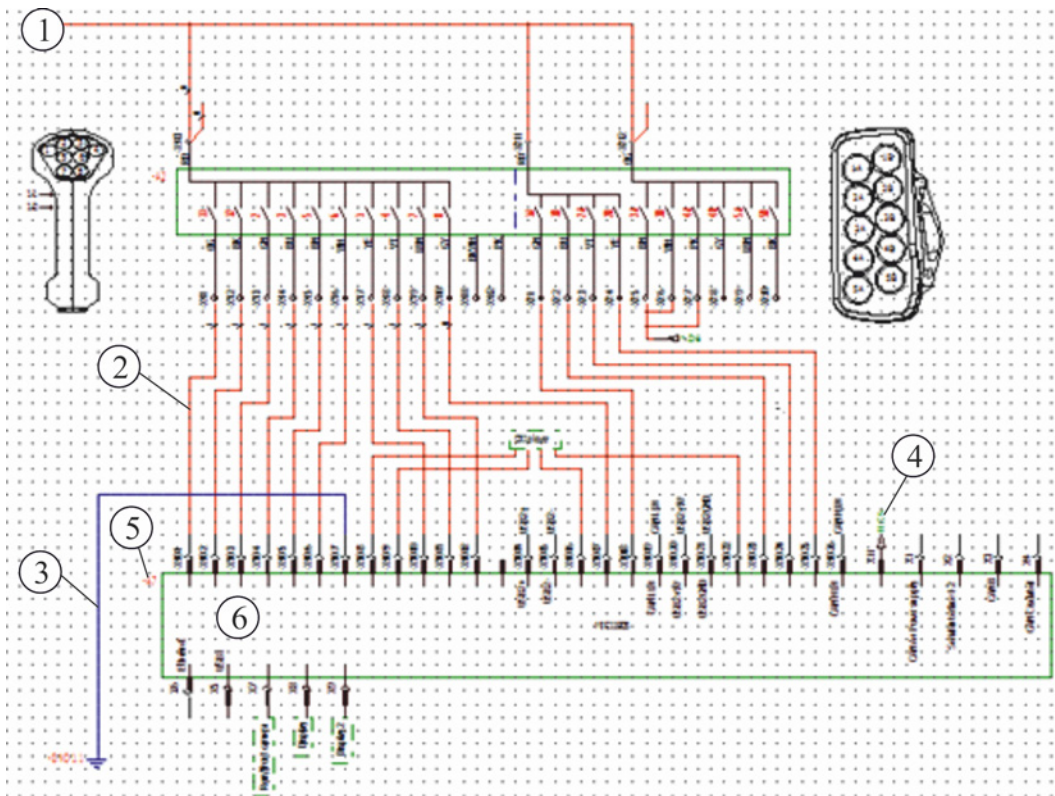
Class = Kansiorakenteen määräävä luokittelutieto

Description = Vapaamuotoinen kuvaus

Main Class = Electric

Supplier = Laitetoimittaja

4 PIIRIKAAVIO



1 = Tiedon kulku kaaviossa on ylhäältä alas:

- Sähkön syöttö kuvataan piirustuslehden yläosassa.
- Maadoituspisteet lähtevät toimilaitteelta alaspäin.
- Tulot esitetään symbolin yläpuolella ja lähdöt alapuolella.

2 = Kytkeväviivat ovat punaisia, leveys 0,025 mm.

3 = Maadoitusviivat ovat sinisiä, leveys 0,025 mm

4 = Ristiviittaukset ovat muotoa /sivu.koordinaatti

5 = Käytä moduulien vakiintuneita laitetunnuksia:

- MCL A1
- SPM-0 A2
- LH A21
- SPM-1 A3
- SPM-2 A4
- LT A5
- LC A6
- MIC A7.

6 = Pyri esittämään moduulin kytkentä kokonaisuutena. Myös kytkemättömät pinnit tulee esittää. Mikäli piirustuslehdellä ei ole tarpeeksi tilaa esittää koko kytkentää, liittimet voidaan jakaa useammalle sivulle. Tämä tulee tehdä kuitenkin niin, että moduulin kaikki liittimet ovat jokaisessa symbolissa aina näkyvissä. Käytä tarvittaessa ristiviittausta tai tekstiä pistekatkoviivan sisällä ja ristiviittausta kertomaan, missä kyseinen kytkentä on esitetty.