



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SUUNNITTELUN TEHOSTAMINEN JA AUTOMATISOINTI CADS- OHJELMISTOLLA

Opinnäytetyö

TEKIJÄ/T: Juho Tenhunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Juho Tenhunen	
Työn nimi Suunnittelun tehostaminen ja automatisointi CADS-ohjelmistolla	
Päiväys	20.4.2017
Sivumäärä/Liitteet	34/7
Ohjaaja(t) ryhmäpäällikkö Janne Nyysönen, lehtori Heikki Laininen, lehtori Timo Savallampi	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Proxion Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli CADS-suunnitteluohjelman käytön tehostaminen ja automatisointi Proxion Oy:lle. Tavoitteena oli vähentää suunnittelijoiden tekemän manuaalisen työn määrää selvittämällä CADS:n automaattiominaisuuksia ja ottamalla niitä käyttöön sähkösuunnittelun avuksi. Työ koostui CADS 17 -version uusien ominaisuuksien selvittämisestä sekä uusien Proxionin käyttöön soveltuvien nimiö- ja releasetinlaite-symbolikirjastojen luomisesta.</p> <p>Työ aloitettiin CADS-suunnitteluohjelmiston edistyneen käytön opettelulla ja uuden 17-version mukana tulleiden ominaisuuksien selvittämisellä. Selvitystyön jälkeen aloitettiin suunnittelua tehostavien uusien nimiö- ja symbolikirjastojen luominen. Nimiöiden mallina käytettiin yrityksen käytössä olevia Liikenneviraston mallin mukaisia nimiöitä, joita paranneltiin uusilla ominaisuuksilla, kuten automaattisella täyttämällä ja dokumenttiluetteloinnilla. Releasetinlaitteista luotiin symbolikirjasto, jonka mallina käytettiin Siemensin releasetinlaitteiden symboleita. Symbolien luonti kattoi releiden, koskettimien, kytkentäpisteiden, sulakkeiden sekä erilaisten kytkentäkorttien suunnittelun ja luomisen. Symboleille asetettiin ominaisuuksia, jotka vähentävät suunnittelijan tekemien virheiden todennäköisyyttä ja tekevät symbolien käytöstä kytkentäkuvien suunnittelussa helppoa.</p> <p>Lopputuloksena syntyi tasokuvissa sekä piiri- ja keskuskaavioissa käytettävät uudet nimiöpohjat, joiden käytössä hyödynnetään CADS:n projektitietokannan ominaisuuksia. Releasetinlaitteille luotiin laaja symbolikirjasto, joka kattaa noin 200 erilaista symbolia. Edellä mainittujen lisäksi Proxionin käyttöön laadittiin raportit CADS 17 -version uusista ominaisuuksista sekä uusien nimiöiden ja releasetinlaite-symbolien käytöstä.</p>	
Avainsanat CADS, symboli, nimiö, piirustus pohja, releasetinlaite	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Juho Tenhunen			
Title of Thesis Optimization and Automation of Planning with CADS software			
Date	20 April 2017	Pages/Appendices	34/7
Supervisor(s) Mr Janne Nyysönen, Head of Engineering, Mr Heikki Laininen, Lecturer, Mr Timo Savallampi, Lecturer			
Client Organisation /Partners Proxion Oy			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was the usage optimization and automation of the CADS engineering software for Proxion Oy. The goal was to reduce the designer's manual work by researching the automatic features of the CADS and deploying them to electrical planning. The thesis consisted of a research of the new features of the CADS 17-version, as well as the creation of new caption and relay interlocking system symbols, which suits the needs of Proxion's electrical planning.</p> <p>The thesis was commenced by studying the advanced usage of the CADS engineering software and researching of the new features of the 17-version. After the research work, the creation of the new caption and relay interlocking system symbols was started. Examples for the new captions were taken from old Finnish Transport Agency's caption templates that the company had used. The captions were improved with new features such as automatic filling and document listing. The symbol library for the relay interlocking system symbols was made based on the relay interlocking system symbol templates made by Siemens. The planning and creation of the symbols covered relays, contact terminals, connection points, fuses and various connection cards. The symbols were set with features that reduce the probability of making errors in the designing process and make the creation of circuit diagrams easy.</p> <p>The end results of the thesis were caption templates for engineering documents and a wide relay interlocking system symbol library, which contained about 200 symbols. In addition, reports about the new features of the CADS 17-version as well as the application of the new captions and relay interlocking system symbols were drawn.</p>			
Keywords CADS, symbol, caption, drawing sheet, relay interlocking system			

ESIPUHE

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Proxion Oy. Haluan kiittää Proxionia erittäin mielenkiintoisen opinnäytetyön aiheesta. Erityiskiitos kuuluu yrityksen Kuopion yksikön suunnittelijoille, jotka auttoivat työssä eteenpäin ongelmatilanteiden ilmetessä. Savonian puolelta haluan kiittää opinnäytetyön ohjaajaa lehtori Heikki Lainista ohjauksesta ja hyvistä neuvoista. Kiitos myös Kyndatan CADS-tuotetuolle, joka tarjosi apua CADS:n edistyneiden ominaisuuksien opettelussa.

Kuopiossa 20.4.2017

Juho Tenhunen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	CADS-SUUNNITTELUOHJELMISTO	7
3	CADS 17 -VERSION UUDET OMINAISUUDET	8
3.1	<i>Electric</i> -ikkuna, projektipuu ja projektitietokanta	8
3.2	<i>Tasopiirustukset</i> -sovellus	10
3.2.1	Tuotemallit	10
3.2.2	3D-mallinnus	11
3.2.3	Johtoteiden piirto	12
3.3	<i>Piirikaaviot</i> , <i>Keskuskaaviot</i> ja <i>Keskuslayout</i> -sovellukset	12
4	NIMIÖIDEN JA SYMBOLIEN LUOMINEN	13
4.1	Attribuutit	13
4.2	Uusien nimiöiden luominen	15
4.2.1	Luotavat nimiöt	15
4.2.2	Nimiöiden luonti yleisesti	15
4.2.3	Ohjeet ja mallit	18
4.2.4	Lopputulokset	19
4.2.5	Automaattisesti täyttyvä dokumenttiluettelo	21
4.3	Uusien releasetinlaitesymbolien luominen	23
4.3.1	Releasetinlaitteet	23
4.3.2	Laitesymbolien luonti yleisesti	23
4.3.3	Ohjeet ja mallit	25
4.3.4	Luodut symbolit	25
5	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	34
	LIITE 1: LISTA CADS 17-VERSION UUSISTA OMINAISUUKSISTA	35
	LIITE 2: SUOMESSA KÄYTETTÄVÄT TURVALAITOKSET JA ASETINLAITTEET (RATAHALLINTOKESKUS, 2008)	39
	LIITE 3: UUSILLA RELEASETINLAITESYMBOLIILLA LUODUT KYTKENTÄKUVAT	40

1 JOHDANTO

CADS-suunnitteluohjelmisto on suomalaisen Kyndata Oy:n luoma ja kehittämä ohjelmistokokonaisuus, joka on tarkoitettu monipuoliseen tietomallipohjaiseen rakentamis-, LVI- ja sähkö- ja automaatiosuunnitteluun. Ohjelmiston viimeisin julkaisu on vuonna 2016 julkaistu 17-versio, jonka mukana on tullut useita merkittäviä uudistuksia, kuten tuotemallipohjainen suunnittelu ja projektidokumenttien hallinta projektitietokannassa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on CADS-suunnitteluohjelmiston käytön tehostaminen ja automatisointi Proxion Oy:lle. Työn tavoitteena on vähentää suunnittelijoiden tekemän manuaalisen työn määrää selvittämällä CADS:n automaattiominaisuuksia ja hyödyntää niitä yrityksen sähkösuunnittelussa.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta osa-alueesta, joista ensimmäinen käsittää CADS-suunnitteluohjelman 17-version uusien ominaisuuksien selvittämisen ja raportoinnin. Toinen osa-alue koostuu Proxionin tarpeita vastaavien nimiö- ja piirustusohjelmien teosta sekä sähköratasuunnittelussa käytettävien turvalaitetekniikan releasetinlaitteiden sähkösymbolien luomisesta CADS:n symbolikirjastoon.

Proxion Oy on vuonna 2005 perustettu konserniyritys, jonka toimiala on raideliikenteen asiantuntijapalvelut. Yritys työskentelee sekä julkisten että yksityisten raideinfrastrukturiprojektien parissa. Yrityksen henkilöstömäärä on tällä hetkellä 90 ja liikevaihto vuonna 2016 oli 10 miljoonaa euroa. Yrityksen pääkonttori on Helsingissä, ja lisäksi toimipisteitä sijaitsee Kuopiossa, Oulussa, Tampereella, Pieksämäellä, Kokkolassa ja Imatralla. Opinnäytetyön suorituspaikka oli Kuopion toimipiste. (Proxion Oy, 2017.)

2 CADS-SUUNNITTELUOHJELMISTO

CADS-suunnitteluohjelmisto on suomalaisen Kyndata Oy:n luoma sähkö-, automaatio, rakennus ja LVI-suunnittelijoiden käyttöön tarkoitettu suunnittelutyökalu, jota yritys on kehittänyt jo yli 30 vuoden ajan. CADS on suunnitteluohjelmistojen markkinajohtajana Suomen sähkö- ja LVI-suunnittelu-toimistoissa sekä sähköurakointiyrityksissä. (Kyndata Oy (a), 2017.)

Tämä opinnäytetyö keskittyi sähkö- ja automaatioalan suunnitteluun tarkoitettuun CADS *Electric* -ohjelmistokokonaisuuteen, joka soveltuu mm. rakennus- ja teollisuussähköistyksen sekä keskusten ja jakeluverkkojen suunnitteluun (Kyndata Oy (b), 2017). CADS *Electric* -ohjelmisto koostuu kolmesta tuoteperhetasosta nimeltään *Lite*, *Standard* ja *Pro*. Tuoteperhetasojen sisältämät suunnitteluohjelmat on esitetty kuvassa 1.

CADS Electric		
LITE	STANDARD	PRO
Piirikaaviot Keskuskaaviot Tasopiirustukset	Piirikaaviot Keskuskaaviot Tasopiirustukset Optiona: Keskuslayout	Piirikaaviot Keskuskaaviot Tasopiirustukset Keskuslayout DB-tietokantajärjestelmä

KUVA 1. CADS Electric tuoteperheen tasot (Kyndata Oy (c), 2017.)

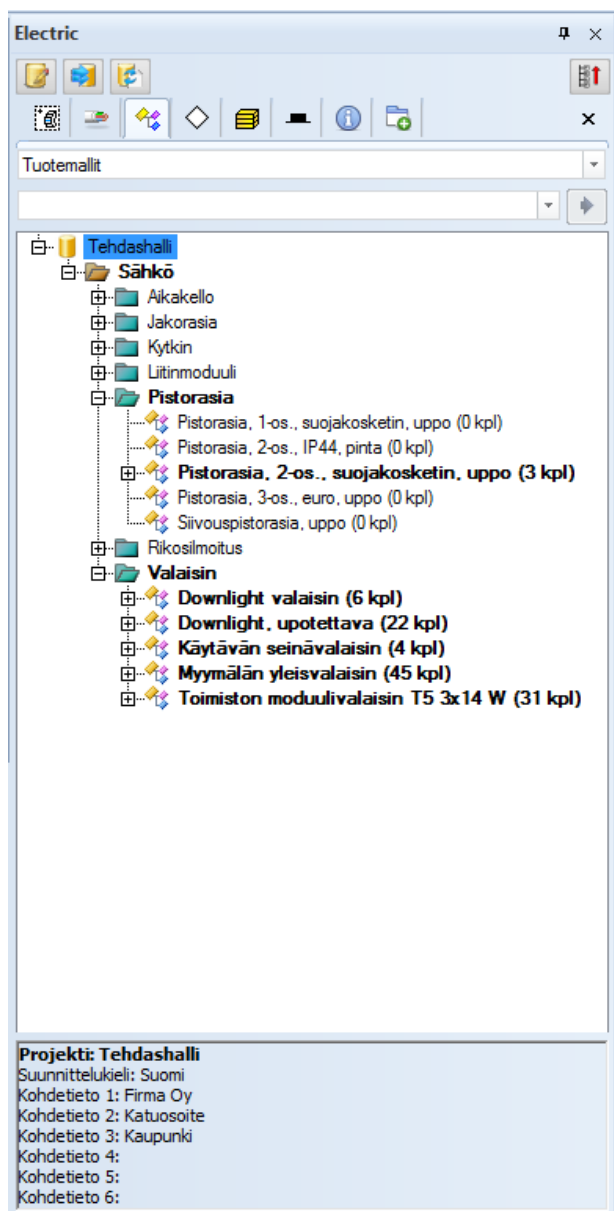
Opinnäytetyössä oli käytettävissä lisenssi *Pro*-tason tuoteperheelle. Tällöin käytettävissä olivat neljä suunnittelusovellusta: *Piirikaaviot*, *Keskuskaaviot*, *Tasopiirustukset* ja *Keskuslayout* sekä näissä kaikissa sovelluksissa toimiva *DB-tietokantajärjestelmä*. Sovellukset on tarkoitettu nimiensä mukaisten suunnitteludokumenttien luontiin, tarkasteluun ja muokkaukseen. *Tasopiirustukset*-sovelluksella pystytään luomaan sähkö-, tele- ja datajärjestelmien tasopiirustukset 2D- ja 3D-malleina, maadoitus- ja järjestelmäkaaviot sekä sähkönjakeluverkon työkartat. *Piirikaaviot*-sovellus on tarkoitettu kytkentäperiaatteita esittävien piiri- ja johdotuskaavioiden luontiin. *Keskuskaavio*- ja *Keskuslayout*-sovelluksilla saadaan luotua sähkökeskuksen kytkentöjä ja rakenteita esittävät dokumentit. *DB-tietokanta* on suunnittelun apuna toimiva työkalu, joka sisältää useiden laitevalmistajien tuotetietokannat sähkönumeroineen. Tuotetiedot ovat noudettavissa tietokannasta suoraan suunnitteluprojektien käyttöön. (Kyndata Oy (c), 2017.)

3 CADS 17 -VERSION UUDET OMINAISUUDET

Opinnäytetyön ensimmäisenä vaiheena oli CADS-suunnitteluohjelman 17-version mukana tulleiden uusien ominaisuuksien selvittäminen. Selvitys sisälsi neljä sähkösuunnittelun kannalta oleellisinta *Electric Pro* -sovellusta: *Tasopiirustukset*, *Piirikaaviot*, *Keskuskaaviot* ja *Keskuslayout*. Selvitystyön tekohetkellä näiden kaikkien sovellusten viimeisin julkaistu versio oli 17.0.6, jonka mukaan uusien ominaisuuksien raportointi on tehty. Uusien ominaisuuksien selvitykseen on käytetty materiaalina Lehtori Nurmion YouTube-kanavaa (Lehtori Nurmio, 2016) sekä CADS:n omaa ohje-toimintoa (Kymdata Oy, 2016). Selvityksen lopputuloksista on laadittu Proxion Oy:n käyttöön laaja raportti, jossa suunnittelu-sovellusten uudet ominaisuudet on selvitetty ja niiden käyttö on opastettu.

3.1 *Electric*-ikkuna, projektipuu ja projektitietokanta

Kaikille sovelluksille yhteisenä uutena ominaisuutena CADS 17 -versioon on tullut projektidokumenttien hallinta projektitietokannassa ja *Electric*-ikkunassa näkyvä projektipuunäkymä (kuva 2). Kaikki samaan projektiin kuuluvat sähkökuvat voidaan määrittää CADS:iin saman projektitietokannan alaisuuteen, jolloin niiden muokkaaminen ja hallinta onnistuvat kätevästi *Electric*-ikkunan kautta. Kun kuvat ovat liitettyinä projektiin, CADS ymmärtää niiden väliset linkitykset ja osaa määrittää käyttäjän tekemät muutokset projektin tietokannassa kaikkiin muutoksia koskeviin kuviin. Esimerkiksi käyttäjän vaihtaessa ryhmäkeskuksen pääsulakkeen kokoa muutos päivittyy kyseisen ryhmäkeskuksen keskus- ja piirikaavioon. Projektimainen dokumenttien hallinta siis vähentää muokattavien kohteiden määrää ja pitää kaikki dokumentit aina ajan tasalla jokaisen muutoksen jälkeen.



KUVA 2. Esimerkki *Electric*-ikkunasta ja siinä esitetystä projektipuusta

Projektitietokanta sisältää kaikki projektiin määritettyjen dokumenttien sisältämät laitteet, tuotemallit, kaapelit, keskuskeskukset ja sijainnit. Tietokannan avulla projektiin määritettyjen objektien tarkastelu ja muokkaaminen onnistuvat kätevästi samasta ikkunasta, ilman selaamista eri sähkökuvien välillä. Kuvassa 3 on esitettyinä *Electric DB Työkalu* -ikkunassa näkyvä projektitietokannan laiteluettelo.

Tunnus	Sijainti	Kokotunnus	Asiakastunnus	Laitetyyppi	Suunnittelualue	Laitteen kuvaus
#_LE1		#_LE1		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE2		#_LE2		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE3		#_LE3		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE4		#_LE4		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE5		#_LE5		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE6		#_LE6		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE7		#_LE7		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE8		#_LE8		Valaisin	Sähkö	Seinävalaisin
#_LE9		#_LE9		Valaisin	Sähkö	Seinävalaisin
#_LE10		#_LE10		Valaisin	Sähkö	Seinävalaisin
#_LE11		#_LE11		Valaisin	Sähkö	Seinävalaisin
#_LE12		#_LE12		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE13		#_LE13		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE14		#_LE14		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE15		#_LE15		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE16		#_LE16		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE17		#_LE17		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE18		#_LE18		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE19		#_LE19		Valaisin	Sähkö	Valaisin
#_LE20		#_LE20		Valaisin	Sähkö	Valaisin

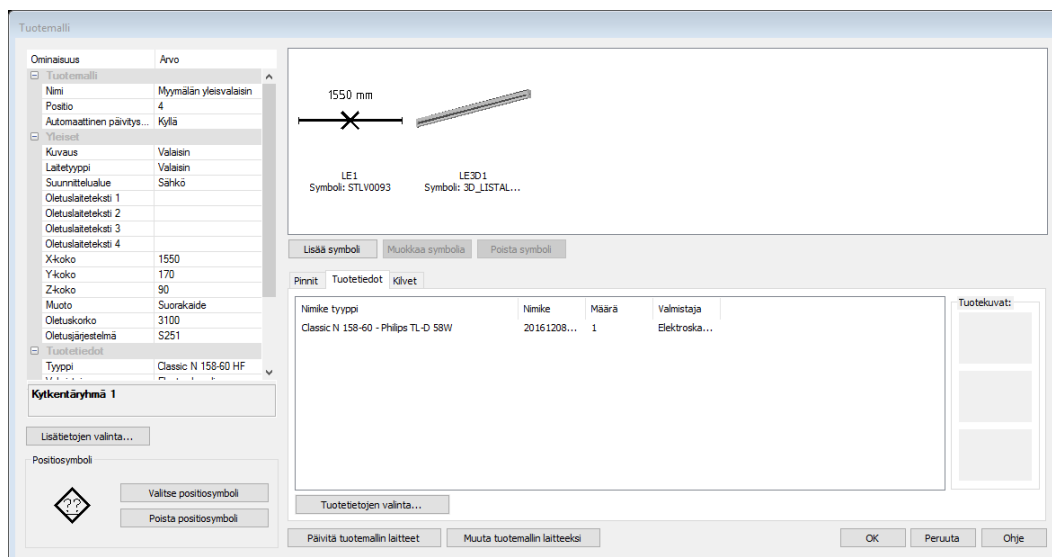
KUVA 3. *Electric DB Työkalu* -ikkuna ja projektitietokannan laiteluettelo

3.2 *Tasopiirustukset*-sovellus

Tasopiirustukset-sovellus on kokenut suurimmat muutokset CADs:n siirtyessä 17-versioon. Uutena ominaisuutena sovellukseen on tullut 3D-mallinnus, jonka avulla tasokuvista saadaan luotua kohteen tarkastelua helpottavia 3D-malleja. Lisäksi uudessa CADs:ssä on siirrytty pelkkien sähkösymbolien käytöstä tuotemalleihin, jotka sisältävät tarkat tiedot käytettävästä sähkölaitteesta. Tämä helpottaa esimerkiksi laitelistausten tekemistä. Myös johtoteiden piirtämiseen tarkoitettu työkalu on uudistettu täysin helpottamaan kaapelihyllyjen, kiskojen ja kanavien suunnittelua sekä piirtämistä. Näiden uudistusten lisäksi *Tasopiirustukset*-sovelluksen 17-versio sisältää 16-versioon verrattuna myös useita pienempiä uudistuksia ja parannuksia, jotka ovat listattuna liitteessä 1.

3.2.1 Tuotemallit

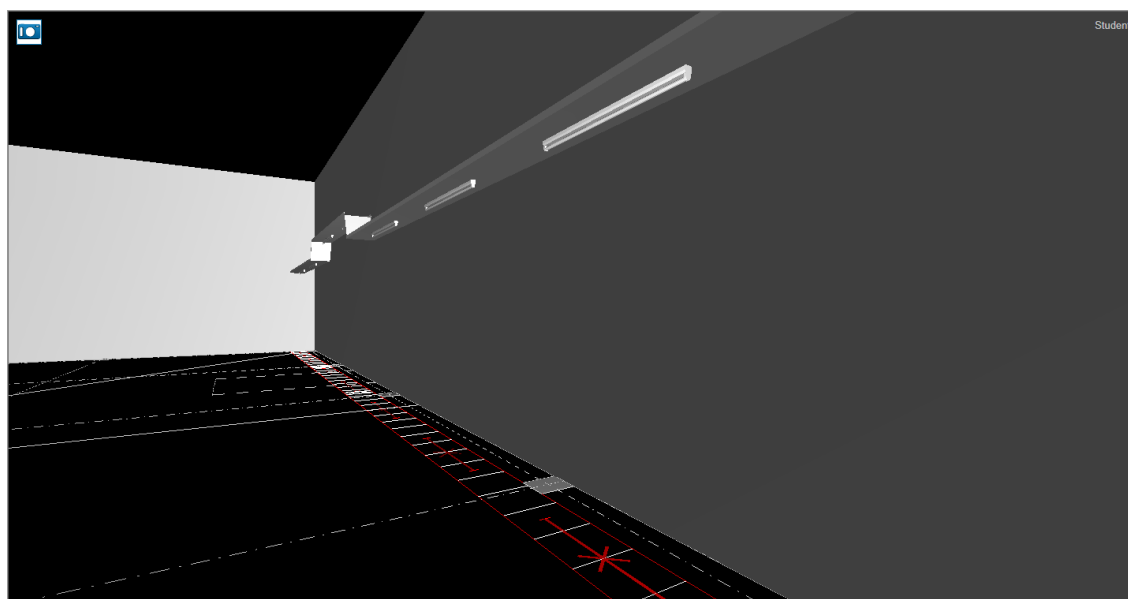
CADs:iin luotu tuotemalli sisältää suunnittelussa käytettävien 2D- ja 3D-symbolien lisäksi tiedot käytettävän laitteen tyyppistä, merkistä, mallista ja muista suunnittelun kannalta oleellisista tiedoista. Tuotemalleja käytettäessä sähkösuunnittelua voidaan toteuttaa oikeilla olemassaolevilla sähkölaitteilla heti projektin alusta alkaen ja eri laitevalmistajien tarjoamien tuotteiden vertailu kohteen tarpeisiin on helppoa. Lisäksi tuotemalleista luodut laiteluettelot helpottavat hankintakustannusten ja tarjousten määrittelyä. Tiedot tuotemalleille voidaan asettaa hakemalla ne suoraan tietokannasta *Electric DB*-tietokantatyökalua käyttäen tai syöttämällä tiedot manuaalisesti *Tuotemalli*-ikkunassa. Kuvassa 4 on esitettyä esimerkki Philipsin loisteputkivalaisimesta tehdystä tuotemallista.



KUVA 4. Esimerkki Philipsin loisteputkivalaisimesta tehdystä tuotemallista

3.2.2 3D-mallinnus

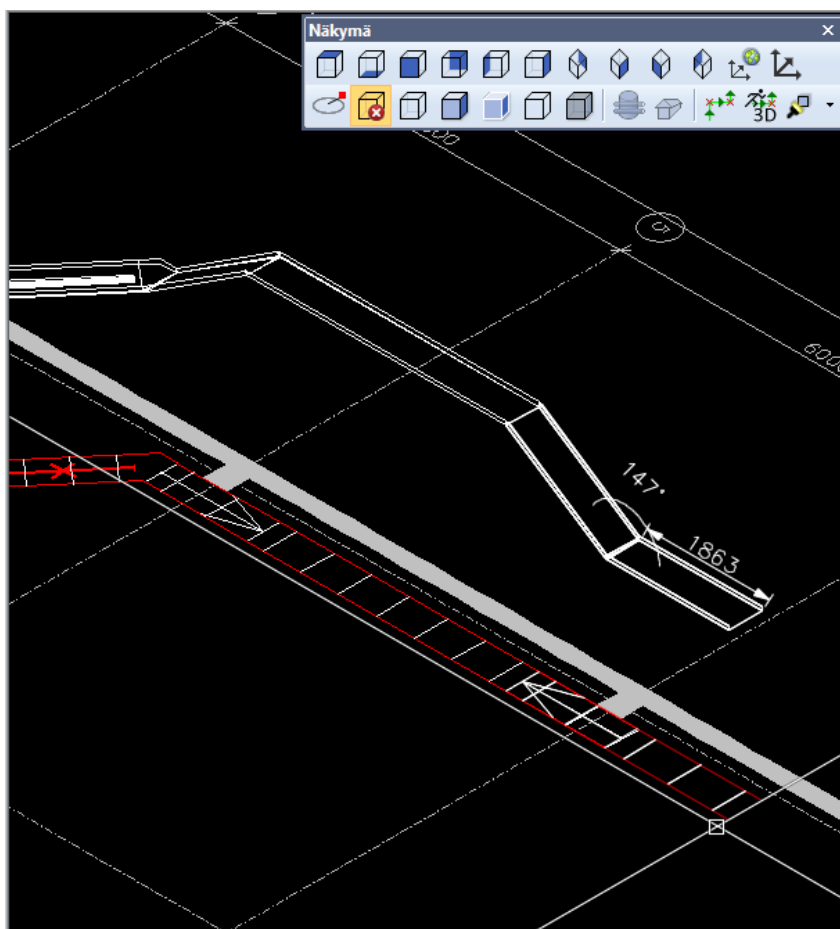
Sähkötasokuvia voidaan tarkastella ja suunnitella kolmiulotteisessa näkymässä hyödyntäen tuotemalleille määritettyjä 3D-symboleja. Kolmiulotteisten mallien avulla suunniteltujen laitteiden soveltuvuutta kohteeseen voidaan tarkastella helpommin kuin pelkillä 2D-symboleilla. Esimerkiksi valaisimien ja muiden kattoon sijoitettavien laitteiden, kuten ilmanvaihtokanavien sijoittelun välillä esiintyvät ristiriidat voidaan havaita kolmiulotteisesta tasokuvasta helposti ja ongelmat voidaan korjata jo suunnitteluvaiheessa. Kuvassa 5 on esitetty kaapelihyllyyn asennettujen loisteputkivalaisimien tarkastelu 3D-tilassa.



KUVA 5. Loisteputkivalaisimien mallinnus kaapelihyllyssä

3.2.3 Johtoteiden piirto

Johtoteiden piirto on uudistettu toimimaan uuden johtotiedialogin kautta. Dialogi kattaa hyllyjen, johtokanavien, putkien sekä ripustus-, kosketin- ja virtakiskojen piirron. Johtotien tyyppiin, kokoon, sijaan ja piirtotyylin liittyvät ominaisuudet ovat kätevästi muokattavissa samasta ikkunasta suunnittelun aikana. Piirtäminen voidaan toteuttaa kolmiulotteisessa tilassa, jolloin johtoteiden törmäykset muihin objekteihin on helposti vältettävissä (kuva 6). Uutena ominaisuutena mukaan on tullut myös törmäystarkastelutyökalu, joka ilmoittaa, mikäli suunniteltu johtotie törmää johonkin objektiin, kuten seinään tai toiseen johtotiehen.



KUVA 6. Johtoteiden piirto kolmiulotteisessa tilassa

3.3 Piirikaaviot, Keskuskaaviot ja Keskuslayout-sovellukset

Piirikaaviot, Keskuskaaviot ja *Keskuslayout*-sovelluksiin tehdyt uudet ominaisuudet ja muutokset CADS 17-versiossa ovat vähäisempiä verrattuna *Tasopiirustukset*-sovelluksen uudistuksiin. Kaikille yhteisenä suurimpana uudistuksena on tullut projektitietokantaa hyödyntävä suunnittelu ja sen hallintaan tarkoitettu *Electric*-ikkuna. Tätä uudistusta on käsitelty kohdassa *3.1 Electric-ikkuna, projektipuu ja projektitietokanta*. Liitteessä 1 on listattu *Piirikaaviot, Keskuskaaviot* ja *Keskuslayout*-sovelluksissa tapahtuneet muut uudistukset ja päivitykset.

4 NIMIÖIDEN JA SYMBOLIEN LUOMINEN

Opinnäytetyön toisena osa-alueena oli Proxionin CADS-suunnittelun tehostaminen ja automatisointi hyödyntämällä suunnitteluohjelmiston automaattiominaisuuksia. Käytännössä tämä tarkoitti sellaisten uusien nimiöiden, piirustusohjelmien ja releasetinlaitesymbolien luomista, joita CADS:n vakiokirjastossa ei ole. Lähtötilanteessa suunnittelijoilla oli käytössä yksinkertaisia nimiö- ja piirustusohjelmia, joissa ei ollut hyödynnetty symboliattribuuttien tarjoamia automaattiominaisuuksia. Releasetinlaitesymbolien osalta yrityksessä ei ollut käytössä valmista symbolikirjastoa.

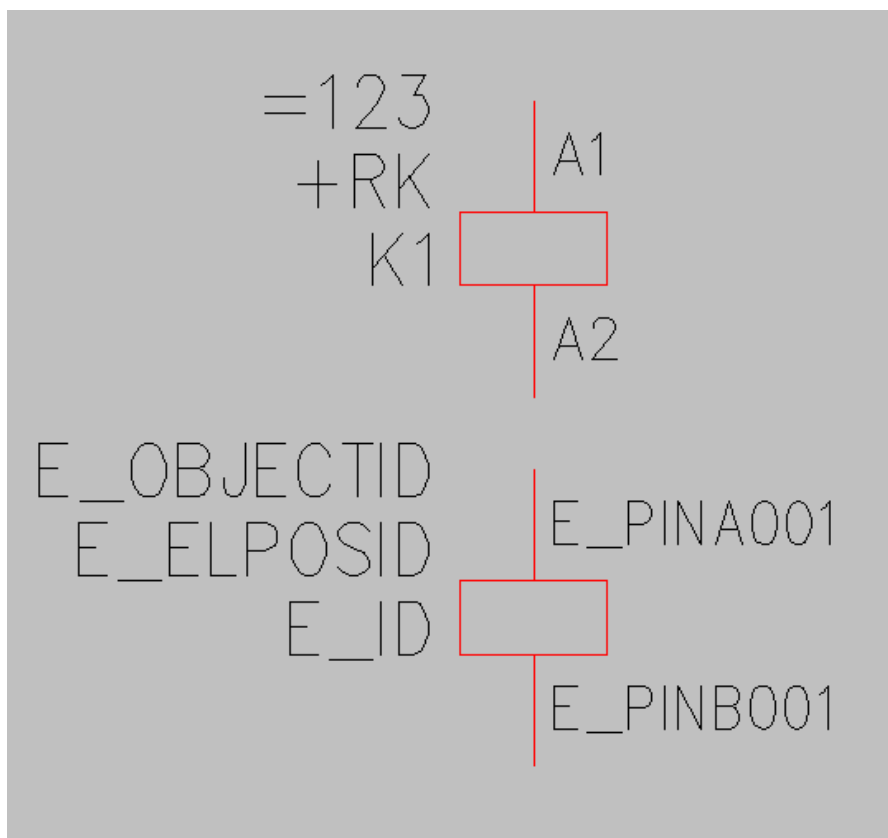
Työn tavoitteena oli selvittää CADS:n symboliattribuuttien tarjoamat suunnittelua helpottavat automaattiominaisuudet ja ottaa ne käyttöön uusiin nimiö- ja piirustusohjelmiin sekä releasetinlaitesymboleihin. Tarkoituksena työssä oli nopeuttaa projektien suunnittelutyöprosessia manuaalisen työn vähennyttä uusien automaattiominaisuuksien myötä. Tällöin suunnittelijat pystyvät keskittymään itse suunnittelutyöhön CADS:n tehdessä kaiken muun.

4.1 Attribuutit

Attribuutit ovat CADS:n nimiö-, laite-, johdin-, kaapeli- ja sijaintisymboleissa esiintyviä tekstimuotoisia objekteja, joihin käyttäjä määrittelee niissä kysytyjä tietoja. Attribuuttiin määritetyt tiedot tallentuvat symbolille ja sitä myöten suunnitteluprojektin tietokantaan. Attribuuttien tiedot muokataan ja lisätään joko yksittäin jokaiselle symbolille tai kootusti useammalle symbolille projektitietokannan kautta.

Attribuutit sisältävät automaattiominaisuuksia, jotka helpottavat symbolien käyttöä suunnittelussa. Tiedetyt attribuutit esimerkiksi hakevat tietonsa automaattisesti suunnittelijan tekemien määritysten perusteella. Esimerkkinä tästä on kelan koskettimissa käytettävä ristiviittausattribuutti, joka esittää koskettimen kelan sijainnin kuvissa automaattisesti. Attribuuttien tietokantaan tallentuvat tiedot mahdollistavat myös erilaisten automaattisesti täytettyjen Excel-luetteloiden, kuten määrä- ja dokumenttiluetteloiden teon.

Symbolin sisältämät attribuutit eivät näy suunnittelukuvissa sellaisenaan vaan niistä on näkyvissä ainoastaan attribuutin tekstitieto, mikäli se on asetuksista määritetty näkyväksi. Attribuutit saadaan näkyviin kuvaan räjäyttämällä symboli, jolloin se hajoaa sen sisältämiksi piirtoelementeiksi ja attribuuteiksi. Kuvassa 7 on esitetty CADS:n piirikaavioiden symbolikirjastosta löytyvän kelan symboli kokonaisuutena ja räjäytettynä.



KUVA 7. Kelan symboli kokonaisena ja räjäytettynä.

Kuvan ylempi kela on kokonaisena eli sellaisena kuin se normaalissa suunnittelussa on näkyvissä. Kela sisältää viisi attribuuttia, joihin kaikkiin on määritetty kelan tietoja. Attribuutit ovat: kokonaisuus (=123), sähköpositio (+RK), kelan tunnus (K1) sekä kelan ylä- ja alanumero (A1 ja A2). Alempi kela on räjäytettynä eli CADs ei tulkitse sitä enää yhtenäiseksi symboliksi vaan viivoiksi ja irrallisiksi attribuuteiksi. Kuvasta nähdään, että kelan sisältämät attribuutit ovat nimiltään *E_OBJECTID*, *E_ELPOSID*, *E_ID*, *E_PINA001* ja *E_PINB001*. Attribuutit ovat sijoitettuna kelan ympärille siihen paikkaan ja sen kokoisella tekstillä kuin niiden esittämät tiedot halutaan valmiissa symbolissa esitettävän.

Räjäytetyn symbolin attribuutteja voidaan muokata omaan käyttöön sopivaksi. *Ominaisuudet*-ikkunassa voidaan määrittää attribuutin nimi, kysyttävän tiedon kehote, valmis oletusarvo, tiedon kysyminen symbolia sijoitettaessa, arvon näkyvyys, tekstin koko ja leveyskerroin, attribuutin kulma, tekstin tasauskohta sekä tekstin fontti. Kuvassa 8 on esitettyä kelan tunnusattribuutin *E_ID* ominaisuu-
det.

Attribuuttimäärittäminen	
Nimi	E_ID
Kehote	Kelan tunnus:
Oletusarvo	
Tyyppi	Kehote
Arvo näytetään	Kyllä
Koko	2.5
Leveyskerroin	0.85
Kallistuskulma	0°
Kulma	0°
Tasaus	Oikea
Merkkilaji	MODERN

KUVA 8. E_ID-attribuutin ominaisuudet

Mikäli CADs:n omat attribuutit eivät riitä, voidaan omille symboleille luoda myös uusia attribuutteja tietyin rajoituksin. Omien attribuuttien tiedot eivät tallennu projektitietokantaan, eikä niihin saada mukaan automaattiominaisuuksia, kuten automaattisia ristiviittauksia tai symbolien listausta attribuutin tiedon perusteella. Omia attribuutteja voidaan siis käyttää vain sellaisille suunnittelijan manuaalisesti asettamille tiedoille, joita ei tarvita projektin tietokannassa.

4.2 Uusien nimiöiden luominen

4.2.1 Luotavat nimiöt

Uusina nimiöinä työssä luotiin tasokuvissa käytettävä yleisnimiö, piiri- ja keskuskaavioiden piirustus-pohja sekä keskuskaavion kansilehti. Nimiöt luotiin sekä suomen- että englanninkielisinä. Edellä mainittujen lisäksi työssä tehtiin Excel-pohjainen dokumenttiluettelopohja, jota täytetään automaattisesti uusien nimiöiden ja piirustus-pohjien tiedoista.

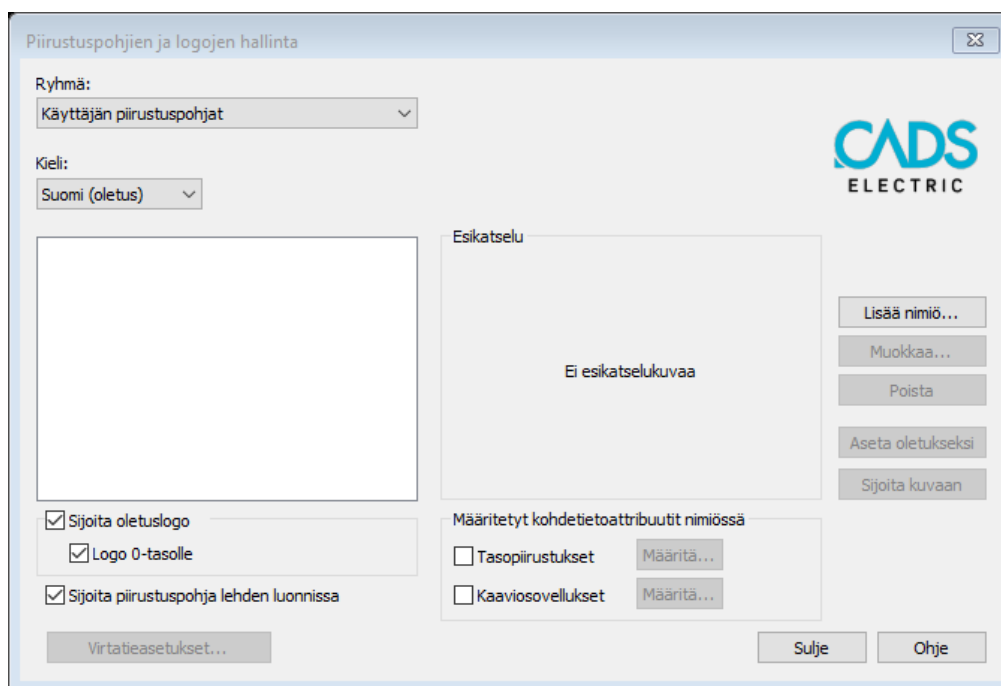
4.2.2 Nimiöiden luonti yleisesti

CADs:n piirustus-pohjien ja nimiöiden vakiokirjasto sisältää suomenkielisenä kolme tasokuvissa käytettävää nimiötä sekä neljä piiri- ja keskuskaavioissa käytettävää virtatiekoordinaatiston sisältämää piirustus-pohjaa. Näiden lisäksi kirjastoon voidaan luoda omia piirustus-pohja- ja nimiösymboleja, joiden ulkonäkö ja käytettävät attribuutit ovat itse määritettävissä.

Piirustus-pohja- ja nimiösymbolien luonti aloitetaan piirtämällä symbolipohja piirtotyökaluja käyttäen. Pohja piirretään siinä mittakaavassa ja sen värinenä kuin valmis symboli halutaan olevan. Symbolipohjaan lisätään nimiön tulkintaa helpottavat vakiotekstit, jotka ovat pohjassa projektista riippumatta aina samat, kuten "Piirtäjä", "Suunnittelija", "Piirustusnumero" jne. Seuraavaksi symbolipohjaan voidaan lisätä sen tarvitsemat attribuutit tai ne voidaan asettaa symbolille kootusti vasta sen tallennuksen yhteydessä. Attribuutit asetetaan siihen kohtaan ja sen kokoisella fontilla, kuin niissä kysytyt tiedot halutaan valmiissa symbolissa esittää. Attribuutin ominaisuudet määritetään vastaa-

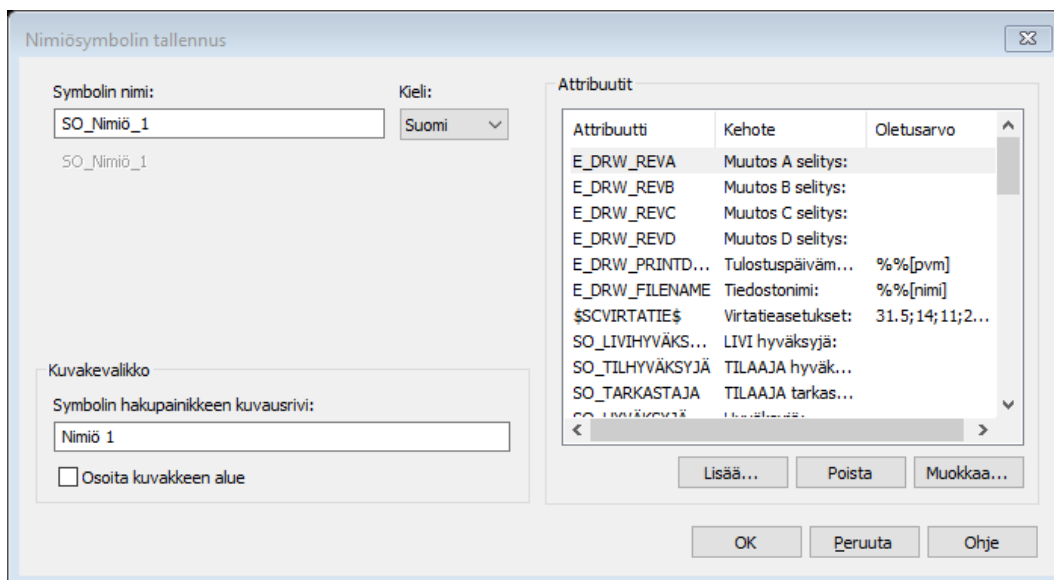
maan siinä kysyttävää tietoa. Esimerkiksi suunnitelmien hyväksymispäivämäärää esittävän attribuutin kehotteeksi asetetaan teksti: "Hyväksymis pvm.", jolloin nimiötä käyttävä suunnittelija tietää, mikä tieto kyseiseen attribuuttikenttään tulee syöttää.

Lopuksi valmiin symbolipohjan elementit yhdistetään yhdeksi piirustuspohja- tai nimiösymboliksi. Tämä tapahtuu *Piirustuspohjien ja logojen hallinta* -ikkunasta (kuva 9), johon itse tehty symboli lisätään ryhmään *Käyttäjän tasonimiöt* tai *Käyttäjän piirustuspohjat*.



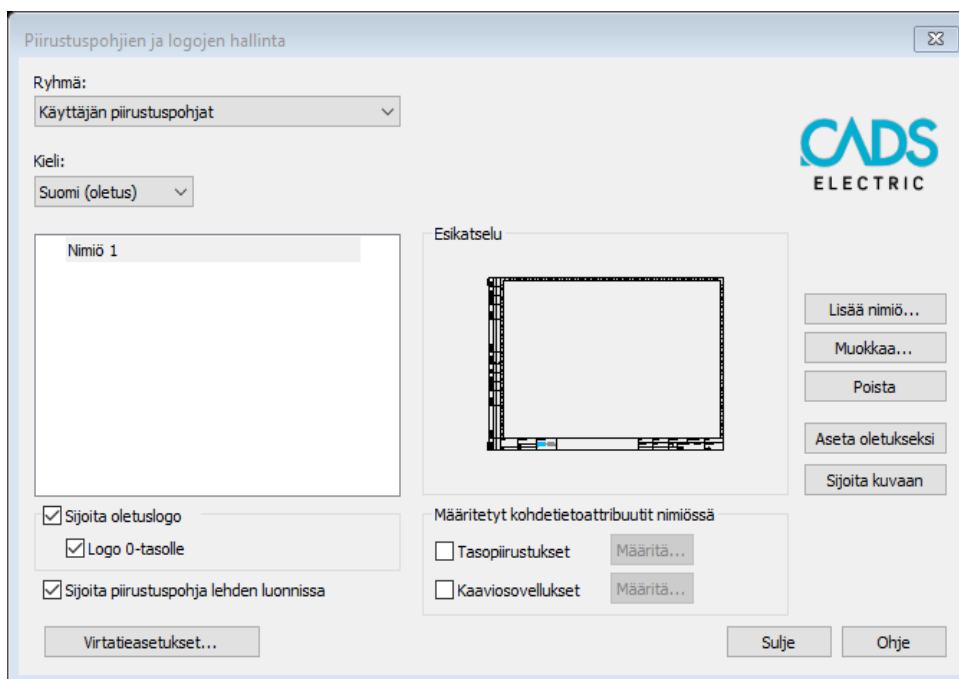
KUVA 9. *Piirustuspohjien ja logojen hallinta* -ikkuna

Uusi symboli lisätään kirjastoon valitsemalla *Lisää nimiö* ja määrittämällä aukeavassa ikkunassa uuden piirustuspohjan tai nimiön symboliksi itse tehty symbolipohja attribuutteineen. Tulevalle symbolille määritetään kohdistuspiste, johon hiiren osoitin tarttuu uutta symbolia kuvaan lisätessä. Tämän jälkeen ruutuun aukeaa *Nimiösymbolin tallennus* -ikkuna (kuva 10), jossa symbolille annetaan nimi, jolla se tallennetaan CADSE:n kansiohakemistoon sekä kuvausteksti, joka symbolille esitetään *Piirustuspohjien ja logojen hallinta* -ikkunassa. Samassa ikkunassa voidaan myös lisätä, poistaa tai muokata symbolille asetettuja attribuutteja.



KUVA 10. Symbolin nimi- ja attribuuttiasetusten määrittäminen

Nimi- ja attribuuttiasetusten määrittämisen jälkeen symboli tallennetaan CADs:n kirjastoon, jolloin se ilmestyy *Käyttäjän piirustusohjat* tai *Käyttäjän tasonimiöt* -valikkoon käytettäväksi (kuva 11). Nimiösymboli sijoitetaan kuvaan valitsemalla kohta *Sijoita kuvaan*.



KUVA 11. Uusi piirustusohjasymboli luotuna CADs:n kirjastoon

4.2.3 Ohjeet ja mallit

Nimiöiden ja piirustusohjien mallina käytettiin Proxionin käytössä olevia Liikenneviraston mallin mukaisia piirikaavioiden ja tasokuvien piirustusnimiöitä. Liikennevirasto esittää ratateknisessä piirustusohjeessa LO14-2012 (Liikennevirasto (a), 2012) yleisnimiölle seuraavanlaisen ohjeistuksen:

”Piirustukset nimiöidään standardikokoisella (SFS-ISO 7200) suorakaiteen muotoisella nimiöllä, jonka leveys on 170mm. A4- ja A3-kokoisissa piirustuksissa käytetään pienempää nimiötä.”

”Nimiön vasemmassa puoliskossa oleviin kenttiin merkitään ylhäältä alas lueteltuna tilaaja (Liikennevirasto), toimittaja ja mahdollinen tarkastaja sekä kunkin osapuolen päiväys ja hyväksymismerkinnät. Mahdolliset liikenneviraston hyväksymismerkinnät tehdään vasemman puoliskon alareunaan tarkastajalle varatun kentän alareunaan.”

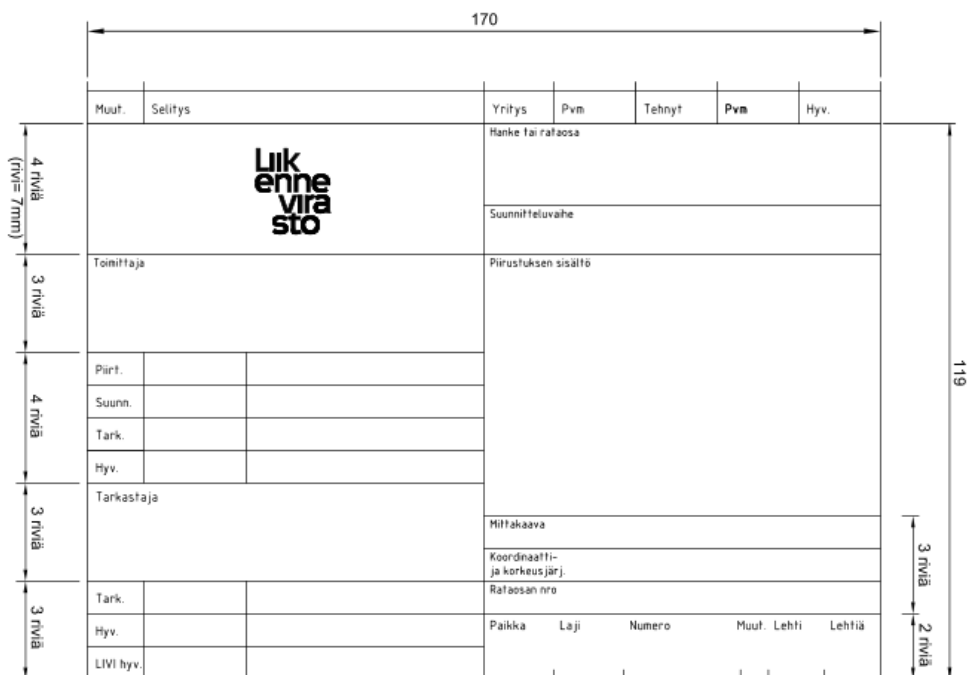
”Nimiön oikeassa puoliskossa olevaan ylimpään kenttään merkitään hanke tai rataosa ja suunnittelu- vaihe. Hanke merkitään vain suunnitelmapiirustuksiin. Ajantasapiirustuksiin merkitään hankkeen sijasta rataosa.”

”Hankekentän alapuolella olevassa sisältökentässä esitetään piirustuksen tyyppi (esim. mittapiirustus), kohde (esim. km-väli tai rautatieliikennepaikka) sekä mahdolliset tarkentavat tiedot (esim. rakentamisvaihe). Piirustuksen tyyppi esitetään yleensä ensin ja kohde sen jälkeen. Järjestyksestä voidaan poiketa, jos piirustus liittyy johonkin kokonaisuuteen, joka edellyttää toisenlaista järjestystä.”

”Sisältökentän alapuolella on yleisnimiössä kentät mittakaavaa, koordinaatti- ja korkeusjärjestelmää sekä rataosan numeroa varten.”

”Oikean puoliskon alareunassa on vakio muotoinen kenttä piirustusnumerolle.”

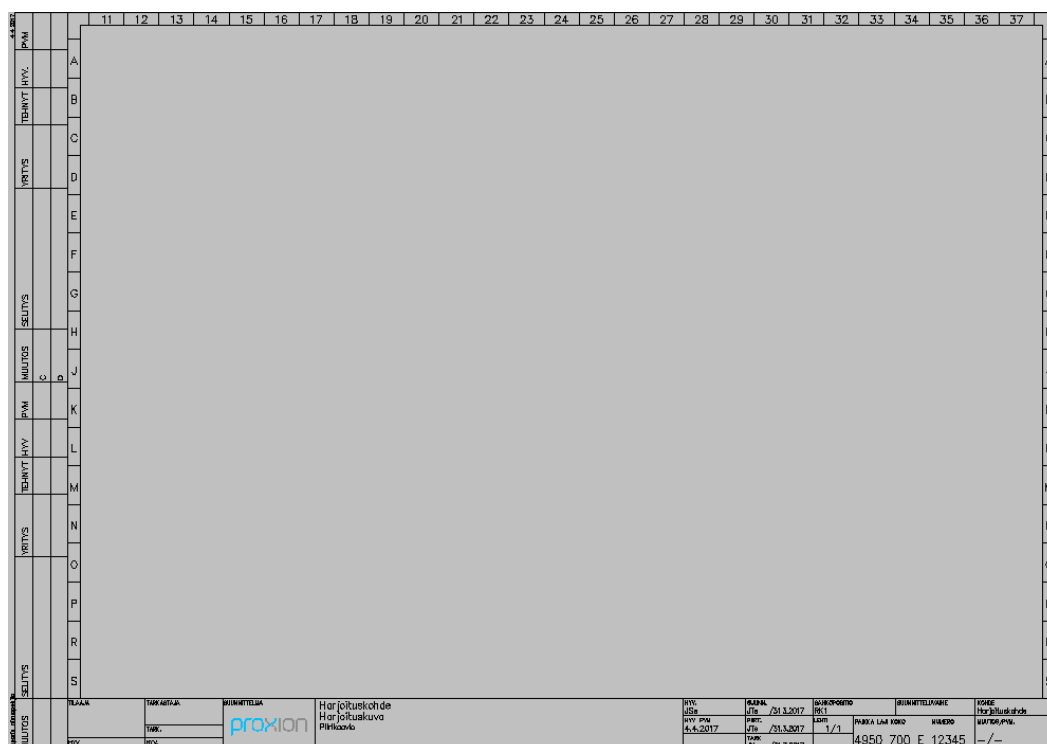
Liikenneviraston sivuilta löytyvässä ratateknisten piirustusohjeiden liitemateriaalissa (Liikennevirasto (b), 2012) on esitetty esimerkkikuva yleisnimiöstä (kuva 12).



KUVA 12. Liikenneviraston esimerkki yleisnimiöstä

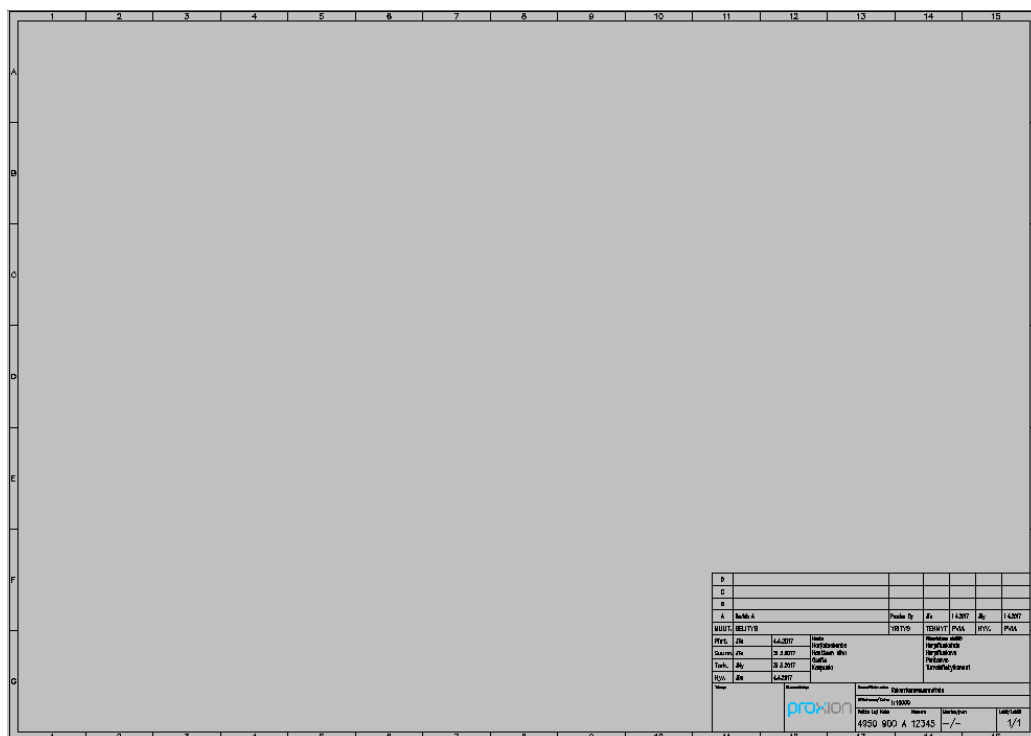
4.2.4 Lopputulokset

Lopputuloksena Proxionin tarjoamien mallien ja Liikenneviraston ohjeiden perusteella syntyi kaksi erilaista yleisnimiötä ja piirikaavioissa käytettävä piirustus pohja, josta laadittiin A4-, A3- ja A2-kokoiset pohjat sekä keskuskaavion kansilehti. Tämän lisäksi piirikaavion piirustus pohjan perusteella luotiin releasetinlaitekytkennöissä käytettäviä kytkentäkorttipohjia, joista kerrotaan lisää luvussa 4.3.4.4 *Kytkentäpisteet ja -kortit*. Kuvassa 13 on esitetty uusi piiri- ja keskuskaavioiden piirustus pohja, josta tehtiin A3- ja A4-kokoiset versiot.



KUVA 13. Piirikaavioiden piirustus pohja A3- ja A4-kokoisena

Piirikaavioiden piirustusohjasta luotiin myös A2-kokoinen versio, jota käytetään releasetinlaitekyt-kentäkuvien suunnittelussa. Piirustusohja on esitetty kuvassa 14.



KUVA 14. A2-kokoinen piirustusohja

Kuvassa 15 on esitetty tasokuvissa käytettävä yleisnimiö. Nimiön rakenne on toteutettu kuvassa 12 esitetyn liikenneviraston mallin pohjalta.

D						
C						
B						
A	Revisio A	Proxion Oy	JTe	1.4.2017	JNy	1.4.2017
MUUT.	SELITYS	YRITYS	TEHNYT	PVM.	HYV.	PVM.
Tilaaaja	Hanke Harjoitusohjelma Hankkeen nimi Osoite Kaupunki Suunnitteluvaihe Rakentamissuunnittelu					
Suunnittelija	Pitruksen sisätilä Harjoitusohjelma Harjoituskuva Sijoituskartta Valaistus					
Piirt.	JTe	4.4.2017				
Suunn.	JTe	31.3.2017				
Tark.	JNy	31.3.2017				
Hyv.	JSe	4.4.2017	Mittakaava 1:10000			
Tarkastaja	Koordinaatti ja korkeusjärj. Rataosan nro. 123 Muutos/pvm. -/-					
Tark.	ABa					
Hyv.	ABa	Palkka LaJ	Koko	Numero	Lehti/Lehtiä	
LV hyvä	4950 900 A 12345					1/1

KUVA 15. Tasokuvien nimiö

Kuvassa 16 on uusi keskuskaavion kansilehti. Lehden sisältö on samanlainen CADs:n oman kansilehden kanssa mutta lehden kehys on asetettu Proxionin piirustus pohjan mukaiseksi.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
A SÄHKÖTEKNILAISET TIEDOT																											
KESKUS														C TUNNUSMERKINNÄT													
1	Nimellijännite	U_n	V	3	Keskukseen rakenna									1	Tunnusmerkinnyt												
2	Jännittehöviö keskuskes	$U_{n\%}$	%		1-puolinen										valmiotojan normadi												
3	Taajuus	f	Hz		2-puolinen										2	Keskukseen tunnuskipi											
4	Nimellisvirta	I_n	A		2 kpl 1-puolisia											valmiotojan normadi											
5	Oikosulkukestolisuus	t_{sc}	KA		selät vastakkain																						
	terminen				4 Asennustapa																						
	dynaminen	t_{scd}	KA		pinnoille																						
6	Keskukseen häikäiseho	R_f	kW		putkikatteleilla																						
7	Käsköt tai johtimet	AC		5	Kiinnitys																						
					seinään																						
					lehteen																						
					6. Asennus- ja tukirakenteet																						
					alukäsköt																						
					7. Keskukseen yhtenäinen avoalite																						
					johtavat																						
					8. Keskukseen orien ja kaapelin																						
					kuolla																						
					kaapeloitavain <input type="checkbox"/> Abilayavain																						
					9. Keskukseen orien ja kaapelin																						
					avautumiskulma																						
					min 90 astetta																						
					min 120 astetta																						
					10. Apujännite 1																						
					11. Apujännite 2																						
B RAKENNETIEDOT																											
1	Keskustalaj			10	Finlokattolity																						
2	Kotelointiluokka			11	erillisen ohjeen mukaan																						
	min IP			12	Asennustila																						
					korkeus, normaali <input type="checkbox"/> muu _____ m																						
					syvyys, normaali <input type="checkbox"/> muu _____ m																						
					13. Keskukseen orien ja kaapelin																						
					normaali 20...25 °C																						
					min _____ °C max _____ °C																						
					14. Lattialla asennettävien keskuskes																						
					aloilla olevat läpiviennit																						
					ovoin palokäsitävä																						
D KALUSTETIEDOT																											
1	Keskukseen kalustus			1	Keskukseen kalustus																						
2	Kotelointiluokka			2	valmiotojan normadi																						
3	Kalustustapa			3	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
4	Merkitsemät			4	valmiotojan normadi																						
5	Kalustamateriaalien toimittaja			5	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				6	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				7	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				8	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				9	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				10	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				11	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				12	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				13	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				14	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				15	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				16	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				17	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				18	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				19	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				20	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				21	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				22	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				23	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				24	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				25	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				26	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				27	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				28	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				29	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				30	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				31	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				32	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				33	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				34	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				35	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				36	erillinen ohje (sähkökaavio)																						
				37	erillinen ohje (sähkökaavio)																						

KUVA 16. Keskuskaavion kansilehti uudella piirustus pohjalla

4.2.5 Automaattisesti täyttyvä dokumenttiluettelo

Suunnittelun tehostamisen yhtenä tavoitteena oli vähentää projekteissa luotavien luetteloiden manuaalista täydentämistä. Dokumenttiluettelon kannalta tämä tarkoitti luettelon automaattista luomista projektiin liitettyjen kuvien nimiöihin asetetuista tiedoista.

Dokumenttiluettelon täyttö tapahtuu *DB-luettelot*-ominaisuudella, jonka avulla tietoja voidaan ajaa Excel-pohjaiseen taulukkoon suunnitteluprojektin tietokannasta. Automaattisen luetteloinnin onnistumiseksi CADs:lle täytyi luoda Excel-dokumenttiluettelopohja, jonka mallina käytettiin Proxionin käytössä ollutta manuaalisesti täytettävää luettelopohjaa. Luettelopohjaan luotiin projektikohteen tietoja sisältävä ylätunnistenimiö, jonka alle projektin dokumentit listataan. Dokumenttiluetteloon listattiin seuraavat nimiötiedot:


- dokumentin numero
- piirustuksen nimitys, 1. rivi
- piirustuksen nimitys, 2. rivi
- piirustuksen nimitys, 3. rivi
- alkuperäinen tiedostomuoto
- lehden numero
- lehtien lukumäärä
- piirustuksen hyväksymispäivämäärä
- piirustuksen viimeisimmän revision tunnuskirjain ja päivämäärä.

Jotta tietojen vienti projektitietokannasta taulukkopohjaan toimii, täytyy taulukkopohjan sarakkeisiin lisätä jokaista nimiötietoa vastaavat komentokehotteet. Komentokehotteet määrittävät CADs:lle mistä projektitietokannan sarakeesta tieto kyseiseen taulukkopohjan sarakeeseen viedään. Komentokehote koostuu kahdesta \$-merkistä, joiden väliin kirjoitetaan siihen haluttavan tiedon projektitietokannan sarakkeen nimi. Esimerkkinä tästä dokumenttiluettelon piirustusten nimityksen kolme ensimmäistä riviä haetaan komentokehotteilla: \$Nimitys1\$, \$Nimitys2\$ ja \$Nimitys3\$.

Nimiötietojen ajaminen projektitietokannasta tapahtuu *Electric DB, luettelot*-ikkunassa, jossa määritetään luettelon tyyppi, luettelopohja, luetteloitavien tietojen järjestys sekä dokumenttiluettelon tallennuskansio. Tämän jälkeen määritetään tiedoston nimi, ja dokumenttiluettelo luodaan valittuun kansioon. Kuvassa 17 on esitetty harjoitusprojektin tietokannasta ajettu Proxionin luettelomallin mukainen dokumenttiluettelo. Samaa luettelopohjamallia hyödyntäen Proxionin käyttöön tehtiin myös kaapeli- ja määräluettelot, joiden täyttäminen onnistuu automaattisesti projektitietokannan pohjalta.

18.3.2017

1/4

Dokumenttiluettelo								
MUUT.	SELITYS		YRITYS	TEHNYT	PVM.		HYV.	PVM.
HYV.		HYV.		HYV.				
Tilaaja:	Tarkastaja:			Suunnittelija:		PIIRT.	JTe	16.3.2017
				SUUNN.	JTe	16.3.2017		
				TARK.				
PAIKKA:	LAJI:	NUMERO:	KOHDE:					
4950	999	54321	Suunnitteluharjoitus					
Dokumentin nro.	Piirustuksen nimitys, 1. rivi	Piirustuksen nimitys, 2. rivi	Piirustuksen nimitys, 3. rivi	Alkup. tiedostomuoto	Lehti/Lehtiä	Hyväksymispvm.	Muutos/pvm.	
4950 700 E 56838	Suunnitteluharjoitus	Harjoituskuva 1, sivu 1	Piirikaavio	DWG	1/4	30.4.2017	A/18.4.2017	
4950 700 E 56838	Suunnitteluharjoitus	Harjoituskuva 1, sivu 2	Piirikaavio	DWG	2/4	30.4.2017	-/-	
4950 700 E 56838	Suunnitteluharjoitus	Harjoituskuva 1, sivu 3	Piirikaavio	DWG	3/4	30.4.2017	A/18.4.2017	
4950 700 E 56838	Suunnitteluharjoitus	Harjoituskuva 1, sivu 4	Piirikaavio	DWG	4/4	30.4.2017	-/-	
4950 800 D 24987	Suunnitteluharjoitus	Harjoituskuva 2	Tasokuva	DWG	1/1	28.5.2017	-/-	
4950 800 D 78459	Suunnitteluharjoitus	Harjoituskuva 3	Tasokuva	DWG	1/1	28.5.2017	15.4.2017	

KUVA 17. Automaattisesti projektin tietokannasta luotu dokumenttiluettelo

4.3 Uusien releasetinlaitesymbolien luominen

4.3.1 Releasetinlaitteet

Rautateillä käytettävät asetinlaitteet ovat turvalaitteita, joiden avulla valvotaan keskitetysti junien kulkua, käännetään ja lukitaan vaihteita junien kulkureitin vaatimiin asentoihin sekä ohjataan opastimia. Asetinlaitteilla pyritään estämään junaliikenteen vaaratilanteet, jotka voivat syntyä inhimillisistä virheistä tai laitteiden vikaantumisesta. (Ratahallintokeskus, 2008.)

Rautatieturvalaitetekniikassa on käytetty releitä asetinlaitteiden osana 1950- luvulta 1990- luvulle saakka, jolloin tietokoneasetinlaitetekniikka korvasi releiden käytön uusissa asetinlaittekohteissa. Releiden pitkän eliniän vuoksi niitä tullaan käyttämään asetinlaitetekniikassa vielä usean vuosikymmenen ajan. (Liikennevirasto, 2013.)

Koska releitä tullaan käyttämään asetinlaitetekniikassa vielä pitkään, ovat niiden kytkentäkuvat tarpeellisia vielä pitkän aikaa. Mikäli asetinlaitekytkentöihin tehdään muutoksia, täytyy muutokset tehdä myös kytkentäkuviin. Liikenneviraston rataverkoilla on käytössä paljon erilaisia releasetinlaitteita, joiden tyypit ja käyttöpaikat on esitetty liitteessä 2. Tässä työssä keskityttiin yleisesti käytössä olevien Siemens DrS -asetinlaitteiden esitystavan mukaisiin symboleihin ja kytkentäkortteihin, jotka eivät sisälly CADS:n vakiosymbolikirjastoihin.

Lähtötilanteessa Proxionilla ei ollut käytössä valmiita symbolikirjastoja. Releasetinlaitekytkentäkuvien teossa oli käytetty tarpeen mukaan luotuja yksittäisiä symboleja, joissa ei ollut hyödynnetty attribuuttien tarjoamia suunnittelua helpottavia ominaisuuksia. Rele- ja kytkentäkortit oli täytetty manuaalisesti vanhojen skannattujen rasterikuvien päälle.

Opinnäytetyöhön kuului asetinlaitekytkentäkuviin käytettyjen releiden ja niiden koskettimien sekä erilaisten kytkentäpisteiden ja sulakkeiden symbolien luonti. Lisäksi työssä luotiin suunnittelussa käytettävät kytkentäkortit ja niille tarkoitetut nimiöpohjat. Tavoitteena oli luoda symboleista mahdollisimman automaattisia, jolloin suunnittelijan tekemän työn ja mahdollisten virheiden määrä vähenee automaattiominaisuuksien auttaessa suunnittelua. Esimerkkinä tästä CADS ilmoittaa koskettimia sijoitettaessa, mitkä koskettimet ovat jo sijoitettuna kuvaan ja mitkä ovat vielä käytettävissä.

4.3.2 Laitesymbolien luonti yleisesti

Laitesymbolien luonti ei juurikaan eroa nimiö- ja piirustuspohjasymbolien luonnista, joka on selostettu luvussa *4.2.2 Nimiöiden luonti yleisesti*. Ensin symbolille luodaan sen pohjakuvake CADS:n piirtotyökaluja käyttäen. Symbolipohja piirretään sen kokoisena, kuin valmiin symbolinkin halutaan olevan. Symbolin väriksi voidaan asettaa jokin vakioväri tai se voidaan asettaa vaihdettavaksi jokaiselle symbolille erikseen. Symbolin värinvaihto-ominaisuus on hyödyllinen, mikäli samassa kuvassa halutaan esittää esimerkiksi poistuvien, siirtyvien ja lisättävien laitteiden symbolit eri väreillä.

Valmiin symbolipohjan päälle lisätään symbolin tarvitsemat attribuutit. Attribuutit voidaan lisätä joko luomalla omia attribuutteja, räjäyttämällä CADs:n symbolikirjaston symboleja ja käyttämällä niiden attribuutteja tai lisäämällä attribuutit *Symbolin tallennus*-ikkunassa. Jokaisella symbolilla täytyy olla vähintään sen tunnusta esittävä *E_ID*-attribuutti. Kuten nimiö- ja piirustuspohjasymboleissakin attribuutit sijoitetaan symbolipohjan ympärille tai päälle siihen paikkaan ja senkokoisella fontilla, kuin siinä esitettävä teksti tieto halutaan esitettävän. Symboliin tulevien attribuuttien ominaisuudet muokataan symbolin tarpeita vastaavaksi, minkä jälkeen symboli on valmis tallennettavaksi symbolikirjastoon.

Symbolipohja ja sen attribuutit tallennetaan yhdeksi symboliksi *Symbolitoiminnot*-valikosta löytyvällä *Tallenna oma symboli* -toiminnolla. CADs:lle esitetään elementit, joista symboli muodostuu ja symbolille annetaan sen kohdistuspiste (piste, johon hiiren osoitin on tarttuneena symbolia sijoitettaessa). Tämän jälkeen ruutuun aukeaa *Symbolin tallennus*-ikkuna (kuva 18). Ikkunassa symbolille annetaan nimi, jolla se tallennetaan CADs:n kansiohakemistoon, ja symbolille määritetään johdotuspisteet, joihin siihen liittyvät johtimet tai kaapelit voidaan liittää. *Symbolin tiedot*-kohdassa määritetään symbolin tyyppi, jona se esitetään projektin tietokannassa. Ikkunassa esitetään myös symboliin tulevat attribuutit, joita voidaan lisätä, poistaa tai muokata. Symbolille voidaan myös määrittää kuvakevalikko, johon se lisätään. Itse tehdyt kelat voidaan esimerkiksi lisätä *Omat kelat*-valikkoon, josta niitä voidaan käyttää aivan kuten CADs:n symbolikirjaston vakiokelojakin. Asetusten määrittämisen jälkeen ikkunassa klikataan *OK*, jolloin symbolipohja ja sen attribuutit tallentuvat symboliksi valittuun symbolikirjastoon.

Symbolin tallennus

Symbolin nimi:

Määritä symbolin kohdistuspiste

Johdotuspisteet

Symboliin on määritetty 2 johdotuspistettä

Katkaisupisteet

Johdotuspisteistä 2 on katkaisevia

Symbolin tiedot

Symbolityyppi:

Kela

Laitteen koottu esitys
 Laitteen osa
 Muu

Attribuuttien tiivistys

Attribuuteista 0 on tiivistettäviä

Symbolin perusjako

2.5 mm
 3.5 mm

Piirretyn symbolin perusjako. Symbolit tallennetaan levyille aina 3.5 mm jaossa. Jos symboli on piirretty 2.5 mm jaolla, määritä tähän jaoksi 2.5 mm, jolloin tallennus skaalaa koon automaattisesti 3.5 mm jakoon.

Attribuutit

Attribuutti	Kehote	Oletusarvo
E_ID	Kelan tunnus:	
E_PINA001	Kelan ylänumero:	A1
E_PINB001	Kelan al numero:	A2
E_OBJECTID	Kokonaisuus:	
E_ELPOSID	Sähköpositio:	

Lisää kuvakevalikkoon

Kuvakevalikko, johon symboli tallennetaan:

Omat kelat

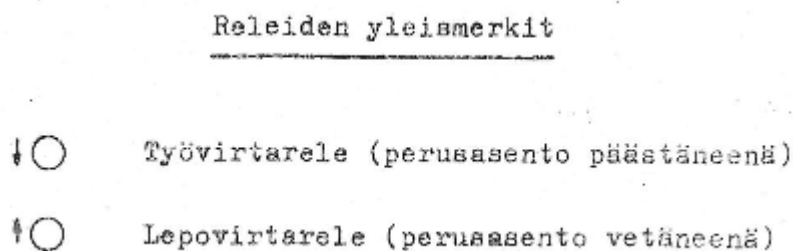
Osoita kuvakkeen alue

Piirto ja muokkaus

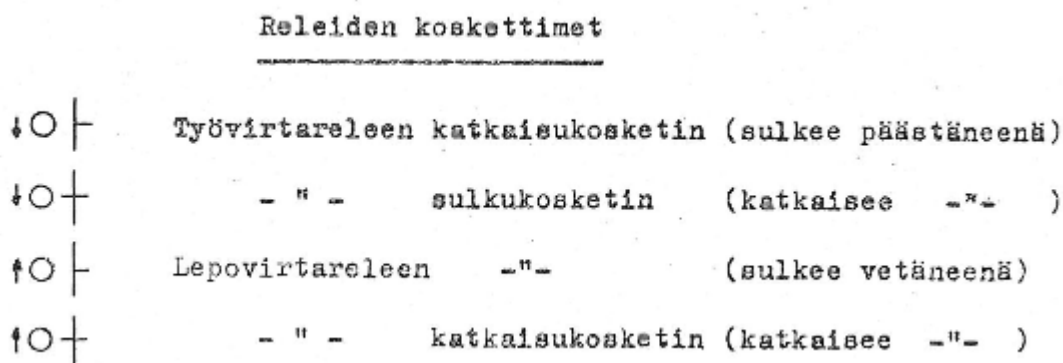
KUVA 18. Laitesymbolin tallennusikkuna

4.3.3 Ohjeet ja mallit

Symbolien mallina käytettiin Liikenneviraston oppaan *Releiden käyttö rautatieturvallaitetekniikassa* liitteissä esitettyjä releiden, koskettimien sekä kytkentäpisteiden ja -korttipohjien symbolien malleja. Kuvissa 19 ja 20 on esitetty lepo- ja työvirtareleiden sekä niiden koskettimien symbolien mallikuvat (Liikennevirasto, 2013). Asetinlaitteiden piirikaaviokuvat piirretään perinteisistä piirikaavioista poiketen "sähköistettynä", eli komponentit piirretään siinä tilassa kuin ne ovat jännitteellisinä.



KUVA 19. Työ- ja lepovirtareleiden symbolit

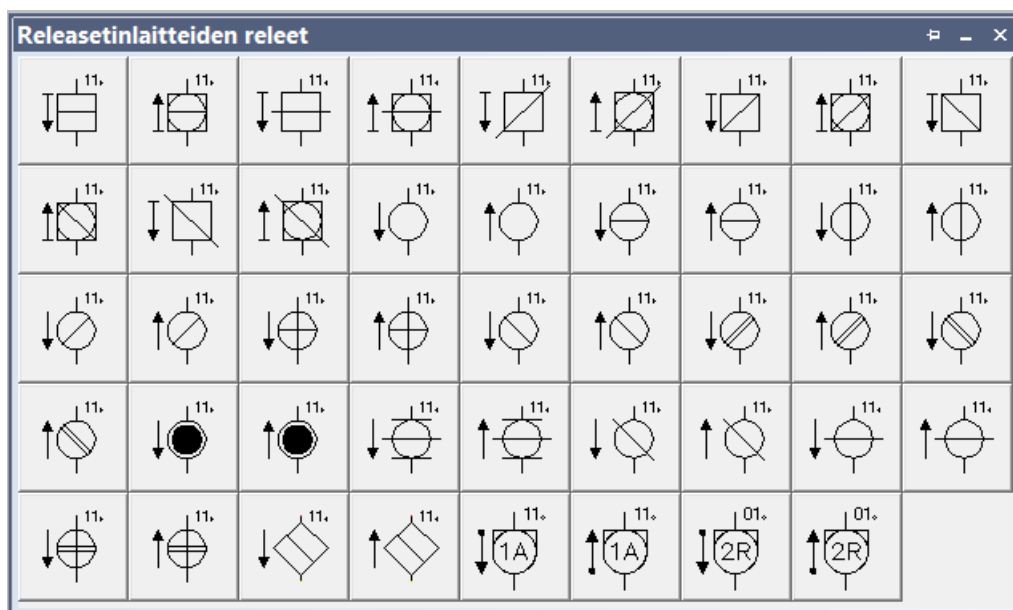


KUVA 20. Työ- ja lepovirtareleiden koskettimien symbolit

4.3.4 Luodut symbolit

4.3.4.1 Releet

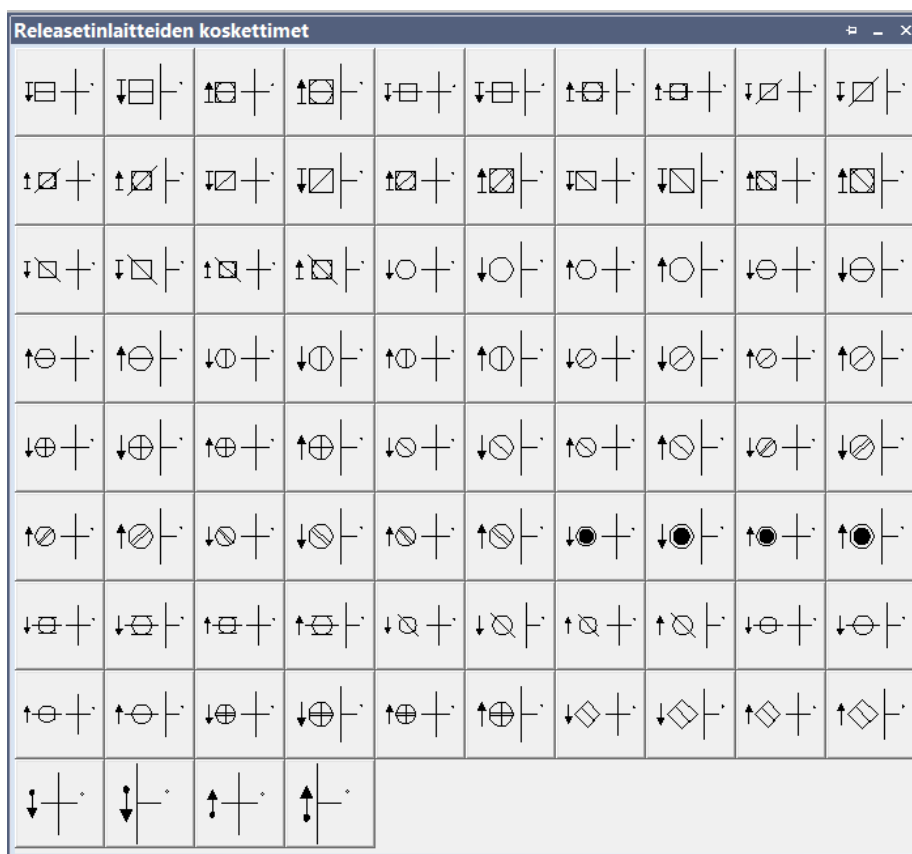
Releiden käyttö rautatieturvallaitetekniikassa -opas sisältää noin sadan eri käyttötarkoitukseen tarkoitetun releen symbolit. Kaikki symbolit eivät ole ulkonäöltään keskenään erilaisia, vaan osaan symboleista on asetettu kirjainyhdistelmä kuvakkeen viereen kertomaan releen käyttötarkoituksesta. Ulkonäöltään erilaisia relesymboleita opas sisältää tulkintatavasta riippuen noin 40-50 kappaletta. Symbolikirjastoon luotavien symbolien määrä rajattiin näihin erinäköisiin symboleihin, joiden käyttöä kuvaavan kirjainyhdistelmän käyttäjä määrittää itse siihen tarkoitettuun attribuuttiin symbolin sijoittamisen yhteydessä. Relesymbolin vieressä oleva nuoli ilmaisee releen asennon perustilassa. Nuoli ylöspäin tarkoittaa relettä, jonka perustila on vetäneenä ja vastaavasti nuoli alaspäin relettä, jonka perustila on päästäneenä. Kuvassa 21 on esitettyinä releiden symbolikirjasto.



KUVA 21. Releiden symbolikirjasto

4.3.4.2 Koskettimet

Releiden koskettimien symbolit määritettiin luotujen relesymbolien perusteella. Jokaiselle releelle luotiin sen katko- ja sulkukosketinta kuvaavat symbolit. Kuvassa 22 on esitettyä koskettimien symbolikirjasto.

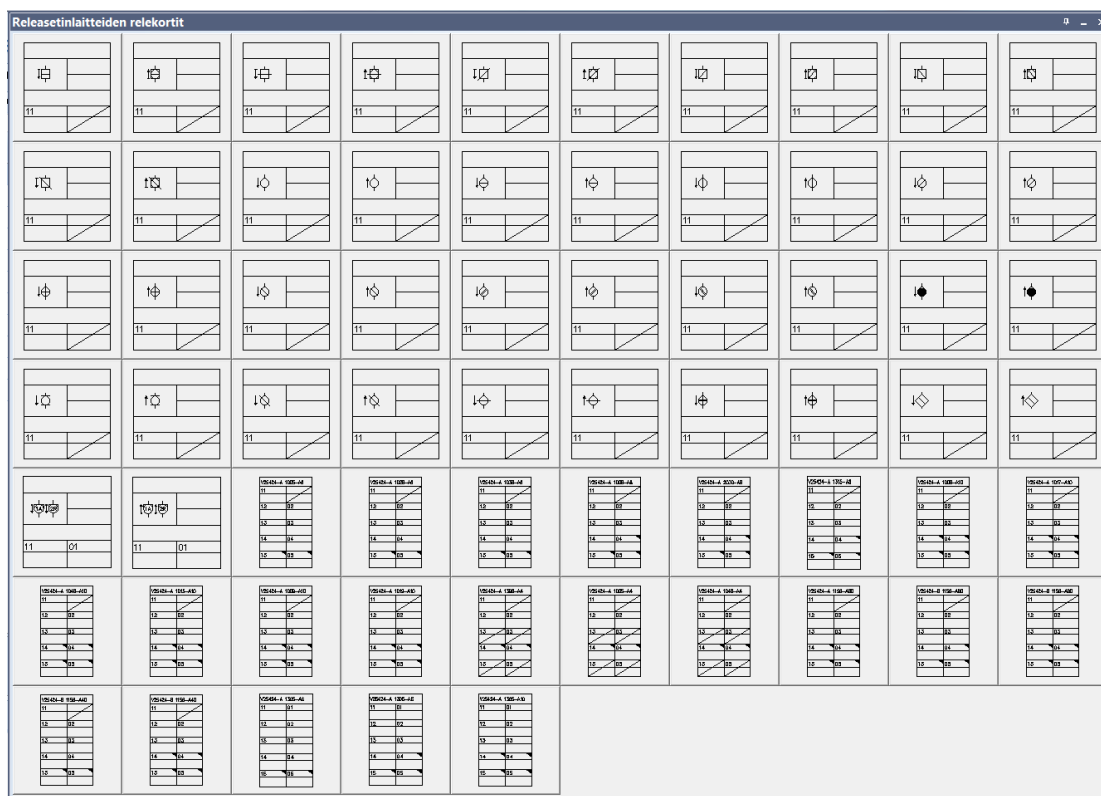


KUVA 22. Koskettimien symbolikirjasto


4.3.4.3 Relekortit

Releen ja sen koskettimien tiedot esitetään kootusti kosketinpakkamaisissa relekortteissa, jotka koostaan kaikista kytkennän releistä erillisiin relekorttikuviin. Relekortissa on esitettyä releen malli, tyyppi, käytössä olevien koskettimien tyyppi ja lukumäärä, releen tunnus sekä ristiviittaukset eri kytkentäkuviin. Relekortin tiedot asetettiin attribuuteilla päivittymään automaattisesti sitä mukaa, kun käyttäjä asettaa releen komponentteja kytkentäkuviin. Relekortit muodostuvat erillisestä ylä- ja alaosasta, jotka valitaan releen mallin ja käyttötarkoituksen perusteella.

Relekorteille luotiin piirikaavioiden piirustusohjasta oma pohja, johon asetettiin paikat 20 relekortille. Relekortille luotiin omat mallikohtaiset symbolinsa, jotka käyttäjä lisää relekorttipohjaan haluamilleen paikoille. Symboliin asetetaan releen tiedot, jotka tallentuvat symbolista CADS:n projektitietokantaan. Relekortin asettamisen jälkeen käyttäjä pystyy projektitietokannasta tarkistamaan, mitä releitä kytkennässä on käytettävissä ja millaisia koskettimia niillä on vapaana. Relekortin avulla käyttäjä löytää helposti myös kytkentäkuviin sijoitetut releet ja niiden koskettimet. Kuvassa 23 on esitettyä relekorttien symbolikirjasto ja kuvassa 24 esimerkki relekortista.



KUVA 23. Relekorttien symbolikirjasto

03	
	V01
	NB
V25424-A 1009-A10	
11	
(69874)1/16	
12	02
(69874)1/28	(69874)1/13
13	03
(69874)1/23	(69874)1/25
14	04
(69874)1/23	(69874)1/20
15	05
(69874)1/16	(69874)1/20

KUVA 24. Relekortti

4.3.4.4 KytKentäpisteet ja -kortit

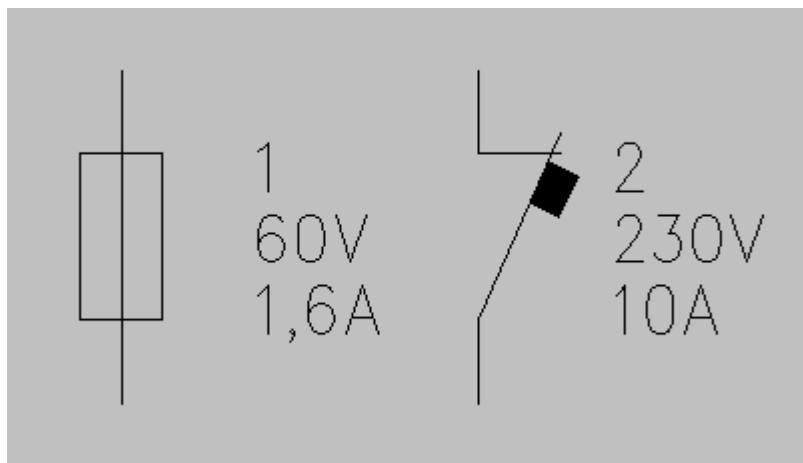
KytKentäpisteiden symbolien luonti kattoi asetinlaitekytKentäkuissa käytettävien kuusipisteiden, kytKinlistapisteiden (KL-pisteiden) ja juotosrimapisteiden symbolit sekä niiden kytKentätietoja esittävät kytKentäkortit.

KytKentäkorteissa esitetään käytettyjen kytKentäpisteiden sijainti piirikaaviokuvissa. KytKentäpistettä suunnittelukuviin lisätessään suunnittelija valitsee haluamansa pisteen kytKentäkortissa vapaana olevista vaihtoehtoista. Kun käyttäjä on asettanut kytKentäpisteen kuvaan, sen sijaintitieto päivittyy kytKentäkorttiin automaattisesti.

KytKentäkorteille luotiin aiemmin luotua piirikaavion piirustus pohjaa hyödyntäen pohjat, joiden päälle lisättiin kytKentäkortissa esitettävät tiedot erillisillä kytKentäkorttisympoleilla. Kuvassa 25 on esitettyinä kuusipiste, KL-piste ja juotosrimapiste attribuuttitietoineen. Kuvissa 26, 27 ja 28 on kytKentäpisteiden kytKentäkortit, joihin on listattuna pisteiden sijaintitietoja.

4.3.4.5 Sulakkeet ja sulakekortti

Releasetinlaitteiden kytkentäkuvia varten luotiin symbolit myös putkisulakkeelle ja johdonsuojakatkaisijalle. Symbolien mallina käytettiin CADs:n omasta piirikaaviosovelluksen kirjastosta löytyviä sulakesymboleja. Symbolien attribuutit muokattiin siten, että suunnittelijan määrittämät sulakkeiden nimellisvirta ja -jännite sekä sijaintitieto, saadaan listattua erilliseen sulakekorttiin, jossa on esitettyä kootusti kaikki kytkennässä käytettävät sulakkeet. Kuvissa 29 ja 30 on esitettyä putkisulakkeen ja johdonsuojakatkaisijan symbolit sekä sulakkeiden tietoja sisältävä sulakekortti.



KUVA 29. Putkisulake ja johdonsuojakatkaisija

		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
SULAKKEIDEN LAJIT	IB	Sicherungen										Sicherungen																
	IB	Nr.	U	J	Ansohl.	Bl.	Nr.	U	J	Ansohl.	Bl.	Nr.	U	J	Ansohl.	Bl.												
IB	A	1	60V	10A		04M7/020	37				73																	
	B	2	100V	0,5A		04M7/020	38				74																	
IB	C	3	100V	4,5A		04M7/021	39				75																	
	D	4	230V	1A		04M7/021	40				76																	
IB	E	5	100V	5A		04M7/022	41				77																	
	F	6					42				78																	
IB	G	7					43				79																	
	H	8					44				80																	
IB	I	9					45				81																	
	J	10					46				82																	
IB	K	11					47				83																	
	L	12					48				84																	
IB	M	13					49				85																	
	N	14					50				86																	
IB	O	15					51				87																	
	P	16					52				88																	
IB	Q	17					53				89																	
	R	18					54				90																	
IB	S	19					55				91																	
	T	20					56				92																	
IB	U	21					57				93																	
	V	22					58				94																	
IB	W	23					59				95																	
	X	24					60				96																	
IB	Y	25					61				97																	
	Z	26					62				98																	
IB	AA	27					63				99																	
	AB	28					64				100																	
IB	AC	29					65				101																	
	AD	30					66				102																	
IB	AE	31					67				103																	
	AF	32					68				104																	
IB	AG	33					69				105																	
	AH	34					70				106																	
IB	AI	35					71				107																	
	AJ	36					72				108																	
IB	AK	Sulakekortti, teline 1																										
	AL	Sulakekortti, teline 1																										
IB	AM	Sulakekortti, teline 1																										
	AN	Sulakekortti, teline 1																										
IB	AO	Sulakekortti, teline 1																										
	AP	Sulakekortti, teline 1																										
IB	AQ	Sulakekortti, teline 1																										
	AR	Sulakekortti, teline 1																										
IB	AS	Sulakekortti, teline 1																										
	AT	Sulakekortti, teline 1																										
IB	AV	Sulakekortti, teline 1																										
	AW	Sulakekortti, teline 1																										
IB	AX	Sulakekortti, teline 1																										
	AY	Sulakekortti, teline 1																										
IB	AZ	Sulakekortti, teline 1																										
	BA	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BB	Sulakekortti, teline 1																										
	BC	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BD	Sulakekortti, teline 1																										
	BE	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BF	Sulakekortti, teline 1																										
	BG	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BH	Sulakekortti, teline 1																										
	BI	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BJ	Sulakekortti, teline 1																										
	BK	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BL	Sulakekortti, teline 1																										
	BM	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BN	Sulakekortti, teline 1																										
	BO	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BP	Sulakekortti, teline 1																										
	BQ	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BR	Sulakekortti, teline 1																										
	BS	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BT	Sulakekortti, teline 1																										
	BU	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BV	Sulakekortti, teline 1																										
	BW	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BX	Sulakekortti, teline 1																										
	BY	Sulakekortti, teline 1																										
IB	BZ	Sulakekortti, teline 1																										
	CA	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CB	Sulakekortti, teline 1																										
	CC	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CD	Sulakekortti, teline 1																										
	CE	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CF	Sulakekortti, teline 1																										
	CG	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CH	Sulakekortti, teline 1																										
	CI	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CK	Sulakekortti, teline 1																										
	CL	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CM	Sulakekortti, teline 1																										
	CN	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CO	Sulakekortti, teline 1																										
	CP	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CQ	Sulakekortti, teline 1																										
	CR	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CS	Sulakekortti, teline 1																										
	CT	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CU	Sulakekortti, teline 1																										
	CV	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CW	Sulakekortti, teline 1																										
	CX	Sulakekortti, teline 1																										
IB	CY	Sulakekortti, teline 1																										
	CZ	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DA	Sulakekortti, teline 1																										
	DB	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DC	Sulakekortti, teline 1																										
	DD	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DE	Sulakekortti, teline 1																										
	DF	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DG	Sulakekortti, teline 1																										
	DH	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DI	Sulakekortti, teline 1																										
	DJ	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DK	Sulakekortti, teline 1																										
	DL	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DM	Sulakekortti, teline 1																										
	DN	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DO	Sulakekortti, teline 1																										
	DP	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DQ	Sulakekortti, teline 1																										
	DR	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DS	Sulakekortti, teline 1																										
	DT	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DU	Sulakekortti, teline 1																										
	DV	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DW	Sulakekortti, teline 1																										
	DX	Sulakekortti, teline 1																										
IB	DY	Sulakekortti, teline 1																										
	DZ	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EA	Sulakekortti, teline 1																										
	EB	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EC	Sulakekortti, teline 1																										
	ED	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EE	Sulakekortti, teline 1																										
	EF	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EG	Sulakekortti, teline 1																										
	EH	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EI	Sulakekortti, teline 1																										
	EJ	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EK	Sulakekortti, teline 1																										
	EL	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EM	Sulakekortti, teline 1																										
	EN	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EO	Sulakekortti, teline 1																										
	EP	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EQ	Sulakekortti, teline 1																										
	ER	Sulakekortti, teline 1																										
IB	ES	Sulakekortti, teline 1																										
	ET	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EU	Sulakekortti, teline 1																										
	EV	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EW	Sulakekortti, teline 1																										
	EX	Sulakekortti, teline 1																										
IB	EY	Sulakekortti, teline 1																										
	EZ	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FA	Sulakekortti, teline 1																										
	FB	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FC	Sulakekortti, teline 1																										
	FD	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FE	Sulakekortti, teline 1																										
	FF	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FG	Sulakekortti, teline 1																										
	FH	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FI	Sulakekortti, teline 1																										
	FJ	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FK	Sulakekortti, teline 1																										
	FL	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FM	Sulakekortti, teline 1																										
	FN	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FO	Sulakekortti, teline 1																										
	FP	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FQ	Sulakekortti, teline 1																										
	FR	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FS	Sulakekortti, teline 1																										
	FT	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FU	Sulakekortti, teline 1																										
	FV	Sulakekortti, teline 1																										
IB	FW	Sulakekortti, teline 1																										
	FX																											

4.3.4.6 Esimerkkikuva

Symbolikirjaston lopullisena testinä pidettiin piirtoharjoitus, jossa luotiin releasetinlaitteiden kytkentäkuvia, joiden mallina käytettiin todellisen suunnittelukohteen vanhoja käsin piirrettyjä suunnittelu-dokumentteja. Uusien kuvien piirto aloitettiin tyhjältä pohjalta uuteen A2-kokoiseen piirustus pohjaan ja piirtämiseen käytettiin ainoastaan uuden symbolikirjaston materiaalia. Lopputuloksena saatiin liitteessä 3 esitetyt kytkentäkuvat, joiden tarkastelu ja muokkaaminen jälkikäteen on huomattavasti helpompaa kuin vanhojen käsin piirrettyjen kuvien. Lisäksi kuvien piirtäminen sujui paljon vaivattomammin verrattuna entiseen piirustustapaan, jossa käytössä ei ollut kattavia symbolikirjastoja.

4.3.4.7 Lopputulos

Lopputuloksena releasetinlaitteille saatiin luotua laaja symbolikirjasto, jonka avulla asetinlaittekytkentäkuvien tekeminen onnistuu helposti. Symboleista projektitietokantaan tallentuvien tietojen avulla suunnittelu helpottuu pelkkään manuaaliseen piirtämiseen verrattuna ja kytkentäkuvien kokonaisuuden pystyy hahmottamaan selvemmin. Symboleihin saatiin mukaan suunnittelua helpottavia automaattiominaisuuksia, kuten automaattisesti toimivat ristiviittaukset ja laitteiden automaattisen määrälaskennan toteuttaminen. Symbolit myös estävät virheiden tekemistä ilmoittamalla, mitä kytkentäkomponentteja suunnittelijalla on käytettävissä ja mitkä on jo käytetty. Symbolien käytöstä laadittiin Proxionin sisäiseen käyttöön ohje raportti, joka ohjeistaa symbolien käyttöä ja niihin liittyviä ominaisuuksia sekä uusien symbolien luomista asetinlaitetoimittajien malleista.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli Proxion Oy:n sähkösuunnittelun edistäminen CADS-suunnitteluohjelmiston käyttöä kehittämällä. Tarkoituksena työssä oli hyödyntää CADS:n automaattiominaisuuksia, joiden avulla vähennetään suunnittelijoiden tekemän manuaalisen työn määrää. Työhön kuului CADS:n uuteen 17-versioon tulleiden ominaisuuksien selvittäminen sekä uusien automaattitoimintoja hyödyntävien nimiö- ja releasetinlaitesymbolikirjastojen teko.

Lopputuloksena opinnäytetyössä syntyi kirjastot yrityksen suunnittelussa tarvittaville nimiöille sekä releasetinlaitteiden symboleille. Uusien nimiöiden teossa otettiin mallia yrityksen käytössä olleista nimiöpohjista. Nimiöpohjia paranneltiin ominaisuuksilla, jotka helpottavat niiden täyttöä ja automaattista listaamista. Releasetinlaitesymboleille otettiin malli Siemensin releasetinlaitteiden symboleista. Releasetinlaitteille luotiin noin 200 symbolia sisältävät kirjastot, joihin kuuluu releiden, koskettimien, kytkentäpisteiden, sulakkeiden ja kytkentäkorttien symbolit. Symbolien teossa hyödynnettiin CADS:n automaattiominaisuuksia, jotka tekevät releasetinlaitteiden kytkentäkuvien teosta helppoa ja vähentävät suunnittelijan tekemien virheiden todennäköisyyttä. Nimiö- ja releasetinlaitesymbolien lisäksi työssä laadittiin Proxionin sisäiseen käyttöön raportit CADS 17 -version uusista ominaisuuksista sekä uusien symbolikirjastojen käytöstä.

Opinnäytetyössä onnistuttiin edistämään Proxion Oy:n suunnittelutyötä CADS-suunnitteluohjelmiston osalta. Lähtötilanteessa Proxionilla oli tiedossa CADS:n potentiaali suunnittelun automatisoinnissa, mitä kuitenkaan ei ollut yrityksessä ehditty selvittämään. Opinnäytetyössä tehdyn CADS 17 -version uusien ominaisuuksien selvitystyön ja uusien symbolikirjastojen luonnin johdosta suunnittelijat oppivat käyttämään CADS:ä tehokkaammin ja projektien suunnitteluprosessia saatiin nopeutettua manuaalisen työn siirryttyä suunnittelijalta CADS:n tehtäväksi. Kaiken tämän lisäksi opinnäytetyön teko opetti tekijälleen paljon CADS:n edistynyttä käyttöä, josta on varmasti hyötyä tulevaisuudessa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Kymdata Oy (a). (ei pvm). *Tietoa yrityksestä*. Haettu 2017 osoitteesta cads.fi:

<http://www.cads.fi/fi/Yhteys/Tietoa%20yrityksest%C3%A4/>

Kymdata Oy (b). (ei pvm). *CADS Electric*. Haettu 2017 osoitteesta cads.fi:

<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6ja%20automaatio/>

Kymdata Oy (c). (ei pvm). *Käyttötarkoitus*. Haettu 2017 osoitteesta cads.fi:

<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6ja%20automaatio/K%C3%A4ytt%C3%B6tarkoit>
us/

Kymdata Oy. (2016). CADS Electric-ohjelmistosta löytyvä Ohje-toiminto.

Lehtori Nurmio. (2016). *Youtube.com*. (Lehtori Nurmio Youtube-kanava) Noudettu osoitteesta Lehtori Nurmion

Youtube-kanava: <https://www.youtube.com/channel/UCbIBnBAI612ZSUZ9N06Zrv>

Liikennevirasto (a). (2012). *Ratatekniset piirustusohjeet LO-14/2012*.

Liikennevirasto (b). (2012). *Ratateknisten piirustusten liitemateriaali*.

Liikennevirasto. (2013). *Releiden käyttö rautatieturvallaitetekniikassa 5/2013*.

Proxion Oy. (2017). *Tietoa yrityksestä*. Haettu 2017 osoitteesta proxion.fi: <http://proxion.fi/fi/tietoa-yrityksesta/>

Ratahallintokeskus. (2008). Rautateiden turvalaitteet.

LIITE 1: LISTA CADS 17-VERSION UUSISTA OMINAISUUKSISTA

Kaikille sovelluksille yhteiset uudistukset:

- Electric-ikkunassa näkyvä projektipuu-ominaisuus mahdollistaa projektin dokumenttien helpon hallinnan projektitietokannan kautta. Lisäämällä kaikki kuvat samaan projektiin CADS ymmärtää eri kuvien linkitykset toisiinsa. Projektipuussa näkyvät koko projektin kaikki sijainnit, keskukset, ryhmät, laitteet, positiot kaapelit ja sisäiset johdotukset. Kun kuvat ovat lisättyinä projektitietokantaan, niissä tehdyt muutokset päivittyvät kaikkiin muutosta koskeviin kuviin.
- CADS 16 esiintyneitä virheitä on korjattu kaikissa sovelluksissa päivityksen yhteydessä.

Tasopiirustukset:

- Johtoteiden piirtäminen on uudistettu kokonaan. Piirto tapahtuu johtotiedialogin avulla, jossa on mukana uusia ominaisuuksina 2D/3D-piirto, reaaliaikainen johtoteiden muokkaus ja törmäystarkastelu.
- *Koron poiminta* -ominaisuudella voidaan poimia tarvittava korko elementiltä. Toiminto mahdollistaa koron poimimisen elementin ylä- ja alareunasta sekä keskipisteestä. Korkoa voidaan myös lisätä tai vähentää suhteessa vertailtavaan referenssipisteeseen tai korko voidaan syöttää manuaalisesti käsin.
- Törmäystarkastelu mahdollistaa johtoteiden ja muiden elementtien välisen törmäysten havaitsemisen. Toiminto ilmoittaa piirron aikana, mikäli piirrettävä johtotie tai muu elementti on törmäämässä jo kuvassa olevaan elementtiin.
- *3D-symbolin sijoitus*-toiminnolla voidaan sijoittaa haluttu kolmiulotteinen symboli piirretyn 2D-symbolin mukaisesti. 3D-symboli helpottaa kuvien hahmottamista kolmiulotteisessa tarkastelussa.
- Ajonaikainen tietokanta parantaa ohjelman suorituskykyä useissa eri toiminnoissa. Projektin tiedot ovat ladattuna muistiin, jossa niitä voidaan käsitellä ilman projektin kaikkien kuvien avaamista ja muokkaamista.
- *Tuotemalli*-toiminnallisuus korvaa vanhan sähköpistetoiminnon. Jokaiselle sähkötuotteelle määritetään tarkat tiedot sekä 2D- ja 3D- symbolit. Toiminto helpottaa tuotteiden valintaa ja määrälaskentaa.
- Symbolit ovat päivitetty ja niitä on lisätty. Heikkovirtapiirrosmerkit ovat päivitetty vastaamaan nykysuosituksia. Kytkeisiin on lisätty 6-kytkin merkkivalolla. Lisäksi osoitemerkintäsymbolit ovat muutettu yleiskäyttöisemmäksi.
- Kohdetietojen päivitys mahdollistaa projektien kaikkien kuvien kohdetietojen päivittämisen yhdellä kertaa. Näin säästytään useilta kohdetietojen muokkauksilta ja eroavaisuuksilta kohdetietojen osalta eri kuvien välillä.
- *Symbolien sijoitustoiminnot*-työkalurivi sisältää symbolien sijoittamiseen liittyvät tärkeimmät ominaisuudet, kuten symbolien sijoitus toisen viereen ja sijoittaminen alueeseen. Lisäksi työkalurivillä voidaan määrittää sijoitettavan symbolin korko ja ryhmä.
- Johdotustiedot ovat uudistettu. Useita kaapeleita sisältävien johdinpakettien käyttö on mahdollista. Johtimet ovat siirtyneet kaapelijohdotusten alle.
- Valaisin- ja lämmitinpositioiden muokkaus on uudistettu.
- *Määrälaskenta*-ominaisuuteen on sisällytetty mukaan myös johtoteiden kulma- ja risteyskappaleet.
- Asetusryhmien käsittely on uudistettu. Ohjelmistossa mukana oleva asetusrhmä korvaa aina olemassa olevan tiedoston. Lisäksi ohjelmaan on lisätty mahdollisuus tuoda asetusrhmä käyttäjän omasta asetustiedostosta.
- Ryhmän ylivirtasuojan määrittäminen on valinnainen tieto, eli sitä ei ole pakko määrittää.
- Kuvassa olevan sähkölaitteen muuttaminen tuotemalliksi on mahdollista sähköpiste ID:n perusteella.
- Vanhojen sähköpisteiden muuntaminen tuotemalliksi on mahdollista projektin päivityksen yhteydessä.

- IFC -standardin mukaisia laitetyppejä ja sähkölaite symboleita on lisätty.
- Kaapelien tilantarpeen laskennalla saadaan laskettua keskukseen liitettyjen kaapeleiden tilantarve ja paino. Näitä tietoja voidaan hyödyntää johtoteiden mitoituksessa ja suunnittelussa.
- Liittämistoiminnossa on ominaisuus, jonka avulla ohjelma liittää kuvaan vain ne laitteet, joita kuvassa ei vielä ole. Kuvassa jo esiintyvät laitteet eivät siis liitettäessä tule kuvaan uudelleen. Näppäinyhdistelmä toiminnolle on Ctrl+Shift+V.
- Keskusten siirtäminen siihen määritettyä johdotusta venyttäen on mahdollista kontekstivalikosta (hiiren oikea painike).
- Kaksi erillään olevaa johtotietä on mahdollista yhdistää kontekstivalikkoa käyttäen.
- Johdotustietojen poiminta vanhoista johdotuksista on mahdollista.
- Johtoteitä on mahdollista kopioida pystysuunnassa halutulla välillä. Näin voidaan helposti määrittää useita johtoteitä kulkemaan päällekkäin.
- Johdotustietoihin on lisätty suojaputkikoot M75, M100, M110, M140 ja M160.
- Johtoteiden infokuplassa näkyviä ominaisuuksia on lisätty. Kuplassa on esitetty johtotien tyyppi, leveys, pituus, korko ja järjestelmä. Infokuplan saa näkyviin viemällä hiiren johtotien päälle ja pitämällä sitä hetken paikallaan.
- *Symbolin sijoitus elementille*-toimintoon on lisätty sijoitusalueen valinta, Z-koordinaatin nollaus ja 3D-generoimisuuksien asetukset.
- Projektin asetuksiin on lisätty laitteiden etumerkkeihin liittyvät asetukset *Näytä etumerkki sijainneissa (keskustunnus)* ja *Näytä etumerkki laitteissa*. Oletuksena kyseiset asetukset ovat pois päältä.
- IFC-tiedoston vientiin on lisätty mahdollisuus valita tiedostoon vietävä rakennus ja kerros. Tämän lisäksi asetusryhmien avulla voidaan suodattaa vain tiettyjen järjestelmien elementit vietäväksi IFC-tiedostoon.

Piirikaaviot:

- Lehtien hallintaa on helpotettu uudella *Lehtien hallinta* -toiminnolla. Tällä toiminnolla lehtiä voidaan lisätä, kopioida, poistaa ja muokata.
- Lisätyllä rajaustoiminolla elementtejä voidaan rajata sijainti- piiri- tai laitekohtaisiksi.
- *Liittimien sijoitus*-toiminto on uudistettu. Rivi-, pistoke-, ja laiteliitinten sijoitukset ovat yhdistetty samaan toimintoon.
- Ristiviittaustoiminto mahdollistaa viittausten käytön projektin eri kuvien välillä.
- Osaan symboleista on lisätty attribuuttien tiivistystoiminto, joka tiivistää allekkain olevien attribuuttien välistä tyhjät attribuutit pois.
- Merkkijonoja pystytään etsimään ja korvaamaan pelkistä tunnusattribuuteista.
- Johtimen piirtoon on lisätty ominaisuus, jonka avulla johdin voidaan piirtää suoraan 90° kulmilla. Ominaisuus saadaan päälle painamalla TAB-näppäintä johtimen piirron aikana.
- Tunnusattribuuttien suurennus-toiminnolla kuvassa valmiiksi olevat attribuutit voidaan suurentaa projektin asetusten mukaisiksi.
- Johdinten tunnusvärit ovat lisätty projektipuuhun ja info-ruutuun myös suunnittelukielellä, mikäli se poikkeaa ohjelman kielestä.
- PDF-tulosteisiin on lisätty linkit, jotka mahdollistavat liikkumisen kuvien viittausten välillä.
- Laitteeseen liittyvien tietojen kopiointi on mahdollista laitetta kopioitaessa.

- Kosketinpakan viittaukset ovat muutettu siten, että koskettimen useamman esiintymän tapauksessa, ensisijaisesti näytetään samassa dokumentissa oleva esiintymä.
- Johtimien muokkaustoiminto on yhdenmukaistettu *Electric Pron* muokkaustoimintoa vastaavaksi
- Riviliittimien lisäys vain osalle johtimista on mahdollista liittimien linjaa leikaten. Toiminnon saa käyttöön sijoittaessa VALITSE-avainsanalla.
- Piirin muokkaustoiminnot voidaan avata tuplaklikkaamalla piiriä. Lisäksi kontekstivalikkoon on lisätty piirirajauksen ja -merkinnän muokkaus.
- Laite-, sijainti- ja piirirajauksien rajaustekstit siirtyvät automaattisesti oletuspaikkaan rajausaluetta uudelleen määritettäessä.
- Laitteet, johdotukset ja ryhmät ovat mahdollista saada näkyviin projektipuuhun. Valinnan saa tehtyä projektipuun kontekstivalikosta.
- I/O-tekstien kopiointi kenttälaitteiden laiteteksteiksi on muutettu valinnaiseksi. Asetus voidaan muuttaa scads.ini-tiedostosta, kohdasta KopioiIOTekstitKenttalaitteelle=1/0.
- Uudella *Kaapelin ja sen johtimien vaihto* -toiminnolla voidaan korvata kuvassa oleva kaapeli ja sen johtimet toisella kaapelilla.
- Tietokantaan on lisätty Siemensin ja Feston logiikkakortteja sekä uusia I/O-kanavasymboleja.
- *Lisää esiintymän tietoja kuvaan* -ominaisuuteen on lisätty mahdollisuus lisätä kuvaan signaalitiedot ja pinnin kuvaus.

Keskuskaaviot:























- *Keskuskaaviot* on määritetty käyttämään samaa keskusten ja ryhmien hallinta-työkalua kuin *Tasopiirustukset*-sovellus
- Ryhmien muokkaus tapahtuu samassa dialogissa kuin *Tasopiirustukset*-sovelluksessa. Näin ollen ryhmissä tehdyt muutokset päivittyvät sekä tasopiirustus- että keskustuviin.
- Peräkkäisten ryhmäkeskusrivien linkitys sekä graafinen linkitys on lisätty keskuskaavioriveihin.
- Keskuskaavion täyttäminen saadaan päälle näppäinyhdistelmällä Ctrl+1.
- Ryhmien järjestäminen halutulla tavalla on mahdollista *Keskusten ja ryhmien hallinta*-työkalulla.
- Keskuskaaviosymbolien valintaan on lisätty suodatusmahdollisuus symbolien etsinnän helpottamiseksi.
- Keskuskaavion automaattinen ryhmänumerointi on päivitetty poistamalla raja-arvot ja lisäämällä mahdollisuus osoittaa numeroinnin alku- ja lopetusrivi.

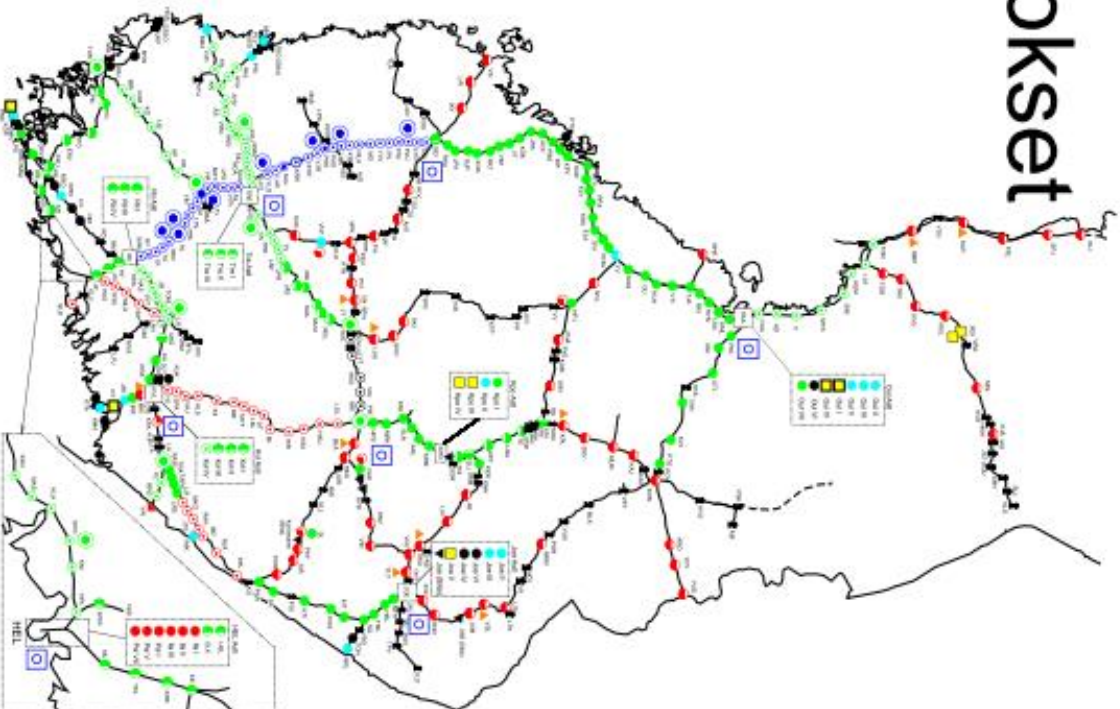
Keskuslayout:

- Laitteiden symbolien sijoittaminen on tehty mahdolliseksi suoraan projektipuuta valitsemalla.
- *Laiterajaus*-toiminnolla voidaan määrittää osat/laitteet, jotka kuuluvat saman laitteeseen tai kojeeseen.
- *Riviliitinriman piirto*-toiminto on lisätty. Piirtäminen on mahdollista projektipuusta käsin valitsemalla riviliitinriman kontekstivalikosta *Riviliitinrima kuvaan* ja *Piirrä rima*.
- Kuvien generointi on mahdollista Excel-taulukon perusteella. Laitteiden kuvaukset ja tiedot saadaan tuotua keskuslayout-kuviin Excel-taulukosta.
- Riviliitinriman piirtoon on lisätty mahdollisuus käyttää piirroksessa laitteen tietoihin määritettyjä 2D- ja 3D-symbolia.
- Oman symbolin tekeminen on uudistettu.
- Omien symbolipakettien tallentaminen ja lataaminen on tehty mahdolliseksi.

LIITE 2: SUOMESSA KÄYTETTÄVÄT TURVALAITOKSET JA ASETINLAITTEET (RATAHALLINTOKESKUS, 2008)

Rataverkon turvalaitokset

7		OHJAUSKESKUS
18		TIETOKONEASETINLAITE
50		TIETOKONEASETINLAITTEEN ALA-ASEMA SIEMENS ESTW
32		TIETOKONEASETINLAITTEEN ALA-ASEMA BOMBARDIER EBILOCK 850
27		TIETOKONEASETINLAITE THALES ESTW L90-5
5		TIETOKONEASETINLAITE AnsaldoSTS MICROLOCK II
56		PLC-ASETINLAITE MIPRO
4		PLC-LIITTYNTÄ (OHJAUS) MIPRO
10		VÄLISUOJASTUSPISTE (VSP)
66		RELEASETINLAITE SIEMENS D/S
20		RELEASETINLAITE SIEMENS SpDS 60-VR
17		RELEASETINLAITE GANZ Domino
1		RELEASETINLAITE GANZ Domino 70
3		WSSB GsII 63
1		RELEASETINLAITE LM ERICSSON Typ. -65
16		RELEASETINLAITE VR 76
6		VAPAAKYTKENTÄINEN RELEASETINLAITE
1		RELEASETINLAITE THALES
9		MEKANIINEN ASETINLAITE
13		VARMIKESKUSLUKKO-JA OPASTINTURVALAITOS
8		AVATTAVAN SILLAN TURVALAITOS
98		VARMIKESKUSLUKKO-JA SSSR



LIITE 3: UUSILLA RELEASETINLAITESYMBOLLEILLA LUODUT KYTKENTÄKUVAT

