

# **Tasoristeyksen suunnittelu E3.- suunnitteluohjelmistolla**

**Santeri Pekkanen**

Opinnäytetyö

---



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Santeri Pekkanen	
Työn nimi Tasoristeyksen suunnittelu E3.-suunnitteluohjelmistolla	
Päiväys 27.4.2012	Sivumäärä/Liitteet 46/3
Ohjaaja(t) projekti-insinööri Henrik Sikanen, yliopettaja Juhani Rouvali	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Mipro Oy, suunnittelutiimin vetäjä Jarkko Jämsä	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli tasoristeyksen suunnittelu E3.-suunnitteluohjelmistolla. Tavoitteena oli luoda ohjelmistoon komponenttikirjasto, jossa on yleisimmät komponentit rautatiejärjestelmien suunnitteluun.</p> <p>Mipro Oy käyttää nykyään järjestelmäsuunnitteluun CADS-suunnitteluohjelmaa. Opinnäytetyössä valmiskomponentteihin perustuvaa E3.-suunnitteluohjelmistoa valmisteltiin yrityksen käyttöönotettavaksi. Ohjelmistoon rakennettiin komponenttikirjasto, josta löytyy yleisimmät rautatiejärjestelmäsuunnittelussa tarvittavat komponentit. Komponentit luotiin liikenneviraston ja yleisten sähköstandardien mukaisesti. Komponenttikirjastoa täydennetään ja laajennetaan tulevaisuudessa suunnittelun ohella myös muille yrityksen toimialoille. E3.-suunnitteluohjelmisto mahdollistaa mm. osittaisen dokumentoinnin automatisoinnin ja kolmiulotteisen laitteistosuunnittelun.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena yrityksellä on E3.-suunnitteluohjelmistossa komponenttikirjasto, jolla voidaan suunnitella perinteisiä rautatiejärjestelmiä. Lisäksi ohjelmistossa on yritykselle soveltuvia piirustus pohjia ja ohjelmisto luo automaattisesti suunnitelmien pohjalta yritykselle sen tarvitsemat dokumentit.</p>	
Avainsanat suunnitteluohjelmisto, rautatiejärjestelmät, tasoristeys	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Santeri Pekkanen			
Title of Thesis Planning a Level Crossing Using E3.series			
Date	27 April 2012	Pages/Appendices	46/3
Supervisor(s) Mr. Henrik Sikanen, Project Engineer, Mr. Juhani Rouvali, Principal Lecturer			
Client Organisation/Partners Mipro Oy, Mr. Jarkko Jämsä, Team Leader, Design and Software Engineering			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was the planning of a level crossing using the E3.series. The goal was to create a component database in E3.series which includes the most common components for the planning of railway systems.</p> <p>Currently Mipro Oy uses CADS Planner for system planning. E3.series, which is an object-oriented planning software, is prepared for the company to be taken into use. This was put in practice by creating a component database which includes the most common components needed in railway system planning. The components were created following the standards of The Finnish Transport Agency and the general electrical standards. In the future, the component database will be completed and expanded also to the company's other business lines along with the planning. Among other things E3.series enables a partially automatic documentation and a 3-dimensional system planning.</p> <p>As a result of this thesis Mipro Oy has a component database with the help of which the company can plan basic railway systems. The software also contains suitable working sheets and it creates automatically wanted documentation based on the schemes.</p>			
Keywords Design Software, Railway Systems, Level Crossing			
Public			

## ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Savonia-ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa. Työn toimeksiantajana on turvallisuuden ja ympäristötekniikan asiantuntijayritys Mipro Oy. Lähtökohtana työlle on ollut yrityksen halu nopeuttaa ja helpottaa järjestelmäsuunnittelua.

Haluan kiittää yrityksen puolelta valvojanani toiminutta suunnittelutiimin tiimiesimies Jarkko Jämsää sekä koko Mipro Oy:tä mielenkiintoisesta opinnäytetyöstä ja saamastani opastuksesta koko opinnäytetyöprosessin aikana. Haluan myös kiittää koulun henkilökunnasta projekti-insinööri Henrik Sikasta ja yliopettaja Juhani Rouvalia, jotka ohjasivat työtäni. Erityiskiitokset haluan osoittaa perheelleni ja tyttöystävälleni, jotka ovat tukeneet minua näiden kouluvuosien aikana.

Kuopiossa 22.4.2012

Santeri Pekkanen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	MIPRO OY .....	9
2.1	Mipro Oy - Vahvaa osaamista .....	9
2.2	Rautatiejärjestelmät .....	9
3	E3.- SUUNNITTELUOHJELMISTO .....	10
3.1	CIM-Team / Zuken .....	11
3.2	E3.schematic + E3.panel .....	12
3.2.1	Käyttöliittymä .....	12
3.2.2	Projekti-ikkuna .....	14
3.2.3	Tietokantaikkuna .....	14
3.2.4	Käsitteitä .....	15
3.3	Tietokantaeditori .....	18
3.3.1	Symbolin luominen [poistettu] .....	18
3.3.2	Layoutkuvan luominen [poistettu] .....	18
3.3.3	Komponentin luominen [poistettu] .....	18
4	TASORISTEYKSET .....	19
4.1	Varoituslaitostyypit .....	19
4.2	Varoituslaitosten lajit .....	21
4.3	Varoituslaitoksen toiminta .....	21
4.4	Varoituslaitoksen laitteiston vaatimukset .....	23
4.5	Logiikkaohjattu varoituslaitos .....	24
4.5.1	Varmistetut lähdöt .....	24
4.5.2	Varmistetut tulot .....	24
4.6	Tasoristeyksen suunnittelu .....	24
4.6.1	XXXXX-rele [poistettu] .....	25
4.6.2	Symbolit [poistettu] .....	25
4.6.3	Layoutkuva [poistettu] .....	25
4.6.4	Kaappien ja koteloiden luominen [poistettu] .....	25
4.6.5	Dokumentaation automatisointi [poistettu] .....	25
4.6.6	Piirustus pohja .....	25
5	YHTEENVETO .....	27
	LÄHTEET .....	29

## LIITTEET

Liite 1 Varoituslaitoksen automaattisen toiminnan ehdot

Liite 2 Rautatiejärjestelmien piirrosmerkit

Liite 3 E3.-suunnitteluohjelmistolla luotu puomienohjauspiirikaavio

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on suunnitella tasoristeys E3.-suunnitteluohjelmistolla. Mipro Oy suunnittelee ja toimittaa automaatiojärjestelmiä rautatieliikenteeseen ja teollisuuteen sekä vesi- ja energiahuollon tarpeisiin. Nykyisin yrityksen järjestelmät suunnitellaan CADS-ohjelmalla, joka ei sisällä juurikaan automaattisia toimintoja. Näin ollen suunnittelija joutuu vielä tekemään mm. osaluettelot käsin sähköpiirustusten pohjalta. Tällainen työ on erittäin riskialtis virheille, sillä jokin komponentti saattaa helposti jäädä merkitsemättä luetteloa tehtäessä. Myös projektien päivittäminen on haastavaa, sillä pienikin muutos joudutaan tekemään erikseen kaikkiin kyseisen projektin osadokumentteihin.

E3.-suunnitteluohjelmistoon on tuotu mukana automatiikkaa, joka mahdollistaa dokumentaation osittaisen automatisoinnin. Ohjelma tekee automaattisesti mm. laite- sekä johdinluettelot sähköisten piirustusten pohjalta, minkä ansiosta aikaa säästyy. Yritys voi käyttää tämän ajan itse tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen. (CIM-Team Scandinavia Oy 2012.)

Päävaatimuksena siirtymiseen CAD-suunnittelusta E3.-ohjelmistolla tapahtuvaan suunnitteluun on kuitenkin luoda tarpeeksi kattava komponenttikirjasto, jonka avulla voidaan tehdä perussuunnittelua. Opinnäytetyön tarkoituksena on tällaisen riittävän kattavan komponenttikirjaston luominen nimenomaan rautatiejärjestelmien suunnittelua varten. Tätä komponenttikirjastoa päivitetään ja laajennetaan tulevaisuudessa tarpeiden mukaisesti myös yrityksen muille toimialoille.



## 2 MIPRO OY

### 2.1 Mipro Oy - Vahvaa osaamista

Mipro on suomalainen yritys, joka on erikoistunut turvallisuuteen ja ympäristötekniikkaan. Yritys kehittää ja toimittaa järjestelmiä rautatieliikenteen ja teollisuuden turvallisuuden hallintaan sekä vesi- ja energiahuollon prosessien ohjaukseen ja valvontaan. Yritys on yksityinen ja sen pääkonttori sijaitsee Mikkelissä. Miprolla on toimintaa Suomen lisäksi myös Itä-Euroopassa ja Lähi-idässä. (Mipro Oy 2012/b.)

Yritys on perustettu vuonna 1980, ja se on toiminut teollisuuden järjestelmätoimittajana jo yli 30 vuotta. Perustettaessa yrityksen nimi oli Mikkelin Prosessiohjaus KY, ja sen toimialana oli tuolloin prosessiteollisuuden sekä vesihuollon automaatio suunnittelu sekä -asennus. 90-luvun alussa yrityksen toimintasuunta muuttui, kun Mipro alkoi panostaa enemmän turvallisuus- ja rautatiejärjestelmien kehitykseen. Kehitys tuotti toivottua tulosta ja yritys toimitti ensimmäisen tasoristeyksensä vuonna 1995. (Mipro Oy 2012/b.)

### 2.2 Rautatiejärjestelmät

Mipro Oy on kehittänyt ja toimittanut jo 20 vuoden ajan rautatieliikenteen turvallisuusjärjestelmiä ja toiminut alan suunnannäyttäjänä Suomessa. Tällä hetkellä yli puolta Suomen ratakilometreistä valvotaan Mipron asetinlaite- ja liikenteenohjausjärjestelmillä. Mipron rautatiejärjestelmien palveluihin kuuluvat MiSO TCS -asetinlaitejärjestelmä, MiSO CTC -liikenteenohjausjärjestelmä sekä elinkaarenhallintapalvelut. MiSO on yrityksen tuotemerkki. (Mipro Oy 2012/b.)

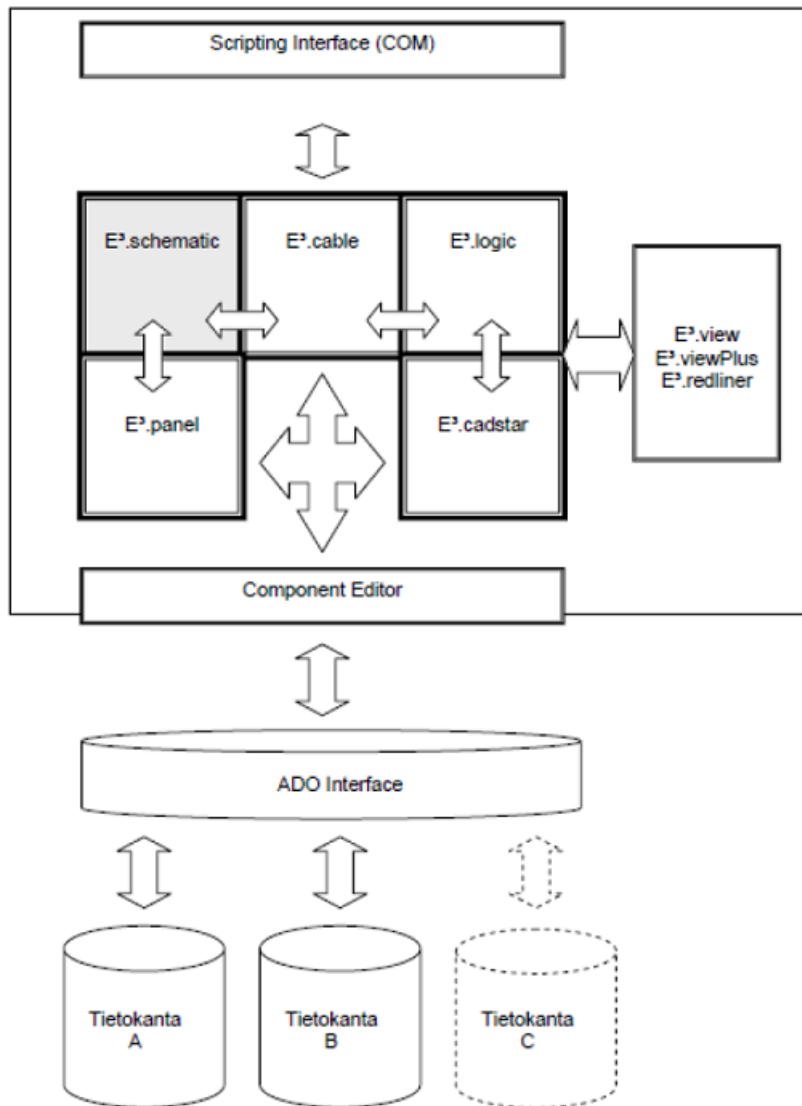
Rautatiejärjestelmien suunnittelu poikkeaa ns. normaalista sähkösuunnittelusta monelta osaa. Yksi suurista eroista on rautatiejärjestelmien korkeat turvallisuusstandardit, joita on noudatettava suunnittelussa ja järjestelmien käytössä. Nämä standardit tuli ottaa huomioon myös tätä opinnäytetyötä tehdessä. Noin 70 % Mipron liikevaihdosta tulee rautatiejärjestelmistä. (Mipro Oy 2012/b.)

### 3 E3.- SUUNNITTELUOHJELMISTO

E3.-suunnitteluohjelmisto on tarkoitettu yrityksille, jotka toteuttavat sähkö-, automaatio-, elektroniikka-, hydraulikka- ja pneumatiikkasuunnittelua. Se on objektikeskeinen Windows-pohjainen ohjelmisto, jossa suunnittelu tapahtuu valmiskomponenttien avulla. Järjestelmä koostuu eri moduuleista, joista käyttäjä valitsee omaan suunnitteluunsa parhaiten soveltuvat moduulit. Moduulit toimivat samassa tietokannassa, jonka avulla tieto jaetaan eri moduuleille. Ne ovat siis täysin integroituja keskenään. Taulukossa 1 on määritelty E3.-tuoteperheen moduulit ja moduulikuvaukset. Tuoteperheen modulaarinen rakenne on tarkemmin esitetty kuviossa 1. (CIM-Team Scandinavia Oy 2010.)

TAULUKKO 1. E3.-tuoteperheen moduulit (CIM-Team Scandinavia Oy 2010)

Moduuli	Kuvaus
<b>E3.schematic</b>	Sähköisten, hydraulisten ja pneumaattisten kaavioiden suunnitteluun ja dokumentaation tuottamiseen.
<b>E3.cable</b>	Laitteiden johdotusten, kaapeleiden ja johdinsarjojen suunnitteluun ja esittämiseen. Sisältää E3.schematicin toiminnot.
<b>E3.panel</b>	Koteloiden ja keskusten kalustusten sekä johdotusten suunnitteluun ja esittämiseen.
<b>E3.formboard</b>	Johdinsarjojen "naulapöytäesitysten" (1:1) esittämiseen.
<b>E3.logic</b>	Elektroniikkakaavioiden suunnitteluun ja dokumentaation tuottamiseen.
<b>Cadstar</b>	Piirilevyjen suunnitteluun ja dokumentointiin.
<b>E3.view</b>	Ilmainen moduuli kaikkien E3.:n suunnitelmien ja dokumenttien tutkimiseen ja tulostamiseen. Moduulilla ei voi muokata eikä tehdä uusia suunnitelmia.
<b>E3.viewPlus</b>	Moduuli, jolla voi E3.view:n ominaisuuksien lisäksi tarkastella tasoja ja kielikantaa.
<b>E3.redliner</b>	Moduuli, jolla voi E3.view:n ominaisuuksien lisäksi tehdä punakynämerkin- töjä.



KUVIO 1. E3.- tuoteperheen modulaarinen rakenne (CIM-Team Scandinavia Oy 2010)

E3.-ohjelmisto on helppokäyttöinen, sillä se on Windows-pohjainen. Kaikki Windowsista tutut komennot, kuten "kumoa", "leikkaa" ja "liitä" sekä työkalupalkit, toimivat samoilla periaatteilla ja näppäinyhdistelmillä myös E3.-ohjelmistossa, mikä helpottaa suunnittelua huomattavasti.

### 3.1 CIM-Team / Zuken

Vuonna 1987 yritys nimeltä CIM-Team Technische Informatik GmbH perustettiin Saksassa. CIM-Team kehittää älykkäitä CAE-ohjelmia suunnitteluun ja dokumentointiin. Vuonna 2006 japanilainen Zuken osti enemmistön CIM-teamista, ja vuoden 2009 keväällä yritys muuttikin nimekseen Zuken E3 GmbH. Zuken valmistaa CAE-ohjelmia sähkö-, hydraulikka- ja pneumatiikkasuunnittelun sekä elektroniikan ja kaapeloinnin

aloille. Zuken E3 GmbH:n jälleenmyyjänä Pohjoismaissa ja Baltian alueella toimii CIM-Team Scandinavia Oy. (CIM-Team Scandinavia Oy 2010.)

### 3.2 E3.schematic + E3.panel

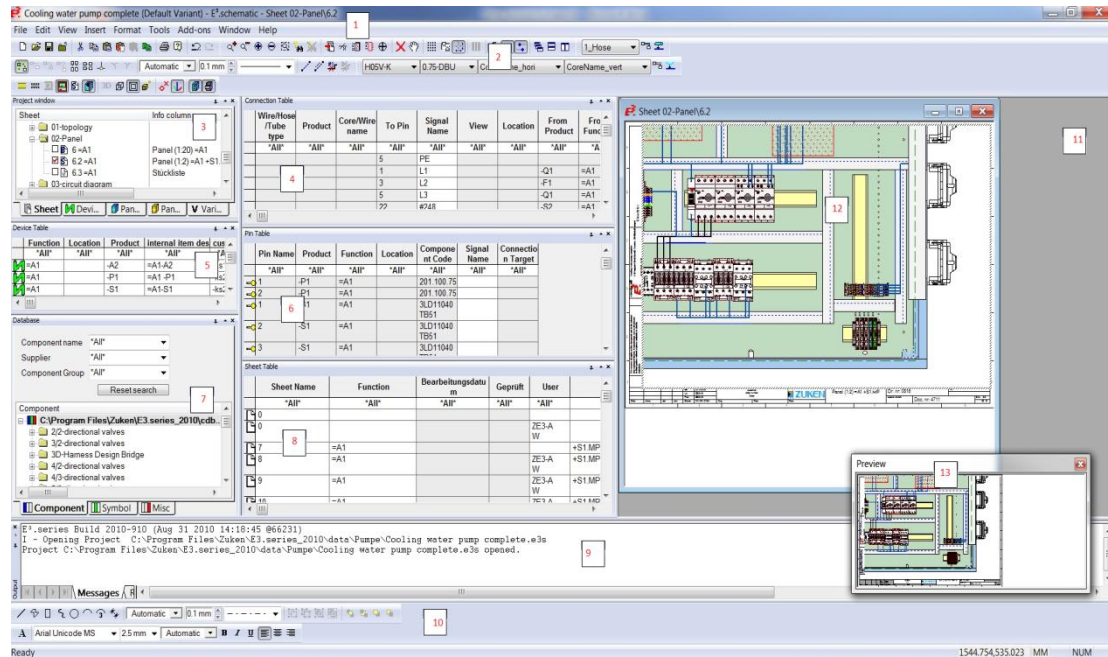
E3.-suunnitteluohjelmisto koostuu siis useasta eri moduulista, joilla suunnitelmia ja dokumentteja luodaan, muokataan ja tarkastellaan. Mipro Oy:llä on nykyisin käytössä moduulit E3.schematic sekä E3.panel. Pääasiallisena työkaluna tässä opinnäytetyössä on E3.schematic. Se on tarkoitettu erityisesti piirikaavioiden, riviliitinlistauksien, kytkentälistauksien sekä kaapeli- ja johdinluetteloiden laadintaan. Ohjelmistossa on valmiina melko kattava valmistajakohtainen komponenttikirjasto, jonka komponentit on luotu käyttäen IEC/ISO-standardeja. (CIM-Team Scandinavia Oy 2012.)

Toinen tärkeä moduuli on E3.panel. Tämä moduuli on opinnäytetyön tekemisen kannalta myös hyvin olennainen, sillä työssä joudutaan suunnittelemaan varoituslaitoksia ja niiden kalustusta. E3.panel-moduulilla pystyy jokaiselle komponentille luomaan kolmiulotteisen layoutkuvan. Näistä layoutkuvista voidaan rakentaa erittäin tarkkoja kolmiulotteisia kokonaisuuksia, esimerkiksi varoituslaitosmalleja.

Kaikki ohjelmiston moduulit ovat täysin integroituja keskenään. Tämä tuo ohjelmistoon mukanaan automatiikkaa, joka nopeuttaa suunnittelua. Esimerkiksi piirikaavioon tehdyt kytkennät voidaan automaattisesti tuoda E3.panelilla tehtyyn layoutkuvaan (tämä vaatii moduulin E3.panel+). Kuvassa 1[poistettu] näkyy eräs E3.panel-moduulilla tehty kaappimalli kalustuksineen. (CIM-Team Scandinavia Oy 2012.)

#### 3.2.1 Käyttöliittymä

Kun E3.schematicilla avataan jokin projekti, käyttöliittymä voi näyttää esimerkiksi kuvan 2 kaltaiselta. Työkalupalkit ovat tuttuja muista Windows-sovelluksista. Kukin käyttäjä pystyy määrittelemään itselleen sopivimman mallisen käyttöliittymänäkymän ja tallentamaan sen tietokoneen muistiin. (CIM-Team Scandinavia Oy 2012.)



KUVA 2. E3.schematic, käyttöliittymä

Kuvassa 2 on eritelty numeroin käyttöliittymän osat. Kunkin numeron selite löytyy alla olevasta luettelosta:

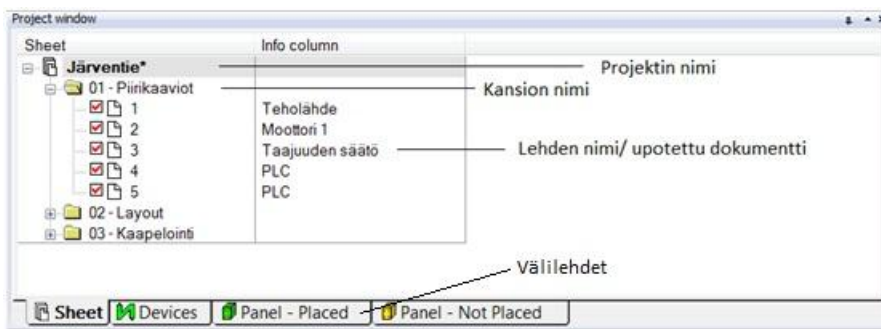
1. päävalikko
2. työkalupalkki
3. projekti-ikkuna
4. kytkentätaulu
5. laitetaulu
6. pinnitaulu
7. tietokantaikkuna
8. lehtitaulu
9. viestikenttä
10. tilakenttä
11. pääikkuna
12. työskentelyalue
13. esikatseluikkuna

Työikkunoita ohjelmistossa on todella paljon, joten on suositeltavaa käyttää suunnittelussa kahta tietokoneen näyttöä. Kaikkia tilaikkunoita ei tietenkään kannata pitää yhtä aikaa avoinna, sillä suunnittelutyöhön tarvitaan pääasiassa vain muutamaa tilaikkunaa. Muita tilaikkunoita voidaan tarpeen mukaan tarkastella ja avata esimerkiksi tulostuksen yhteydessä. Tärkeimpinä ikkunoina suunnittelun kannalta ovat projekti- ja tietokantaikkuna sekä työskentelyalue.

### 3.2.2 Projekti-ikkuna

Suunnittelu E3.-suunnitteluohjelmistolla on projektikohtaista. Projekti tallennetaan ohjelmistoon \*.e3s-tyyppisenä projektitiedostona. Tämä yksi tiedosto sisältää kaikki kyseisen projektin sisältämät dokumentit, kuten piirikaaviot, kuvat ja osaluettelot. Näin kaikki projektin sisältämä dokumentaatio pysyy helpommin tallessa ja projektia on yksinkertaisempaa käsitellä yhtenä tiedostona kuin esimerkiksi monena eri Excel- ja CADS-tiedostona.

Kun projekti avataan E3.-suunnitteluohjelmistolla, nähdään projekti-ikkunasta heti koko projektin sisältö. Projekti esitetään projekti-ikkunassa hierarkkisesti puuraken- teisena käyttäjän asettamien määritysten mukaisesti. Ikkunassa on alareunassa eri- laisia välilehtiä, joilla projekti on jaoteltu oletusasetusten mukaan lehtiin, laitteisiin, paneelikuviin (sijoitettu) ja paneelikuviin (ei-sijoitettu). Käyttäjä voi tarpeen vaatiessa muokata ja lisätä välilehtiä haluamallaan tavalla. (CIM-Team Scandinavia Oy 2010.)



KUVA 3. Projekti-ikkuna

Projektia selataan ja navigoidaan projekti-ikkunan avulla. Rastittamalla lehdet välilehdellä lehden nimi tai upotettu dokumentti, tulee kyseinen osa projektista näkyviin työskentelyalueelle. Poistamalla rasti saadaan dokumentti vastaavasti suljettua. Myös hyppää-komento on erittäin kätevä projektia suunniteltaessa. Tällä komennolla voidaan projekti-ikkunan laitteet-välilehdeltä hypätä halutun komponentin sisältämälle lehdelle (paneeli/piirikaavio), jossa kyseinen komponentti on vielä korostusvärillä ympäröity.

### 3.2.3 Tietokantaikkuna

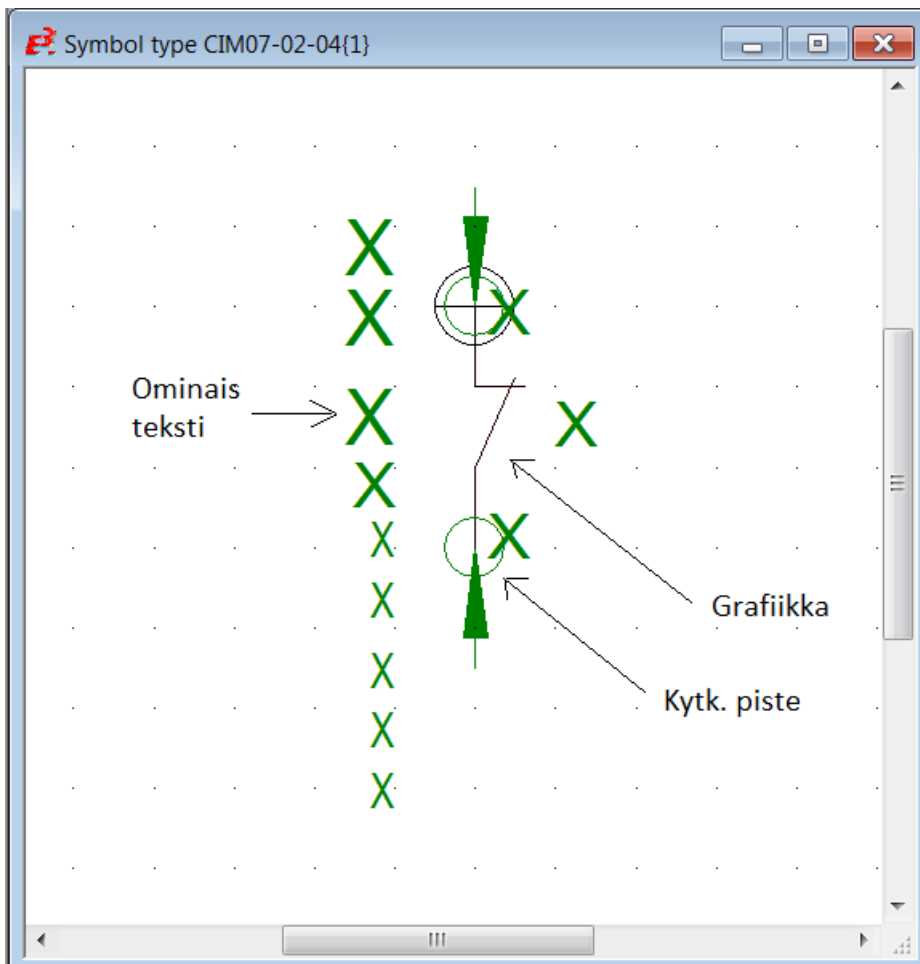
Tietokantaikkunasta löytyvät kaikki käytössä olevan tietokannan komponentit ja symbolit. Suunnittelu ohjelmassa perustuu näihin valmiskomponentteihin, joita tuodaan projektiin eri lehdille joko tietokantaikkunasta raahaamalla tai hiiren oikeanpuolen

napin place-komennolla. Alla on kuva[poistettu] opinnäytetyössä rakennetusta komponenttitietokannasta.

Tietokantaikkuna toimii samalla periaatteella kuin projekti-ikkuna. Komponentit esitetään puurakenteisesti käyttäjän haluamalla tavalla ja ikkunan alaosaan löytyvät välilehdet. Uusia tietokantoja voidaan avata ja sulkea kesken projektisuunnittelun, mutta vain yksi tietokanta voi olla kerrallaan aktiivinen. Projektiin voidaan tuoda sekaisin eri tietokantojen komponentteja ja symboleita. CIM-Teamin extranet-sivuilta löytyy myös E3.-lisenssin ostaneille CIM-Teamin valmistamia valmistajakohtaisia tietokantoja. (CIM-Team Scandinavia Oy 2010.)

#### 3.2.4 Käsitteitä

Ennen E3.-suunnitteluohjelmiston käyttöä on syytä tutustua muutamiin käsitteisiin. Erityisesti symboli-, komponentti- ja laite-käsitteiden ero tulee ymmärtää. CIM-Team määrittelee symbolin neutraaliksi graafiseksi elementiksi, jolla ilmaistaan yhden objektin toiminta piirissä. Symboli koostuu aina neljästä elementistä, jotka ovat grafiikka, kytkentäpisteet, ominaistekstit sekä attribuutit. Kuvassa 5 näkyy esimerkkinä NC-koskettimen symboli selitteineen. (CIM-Team Scandinavia Oy 2010.)

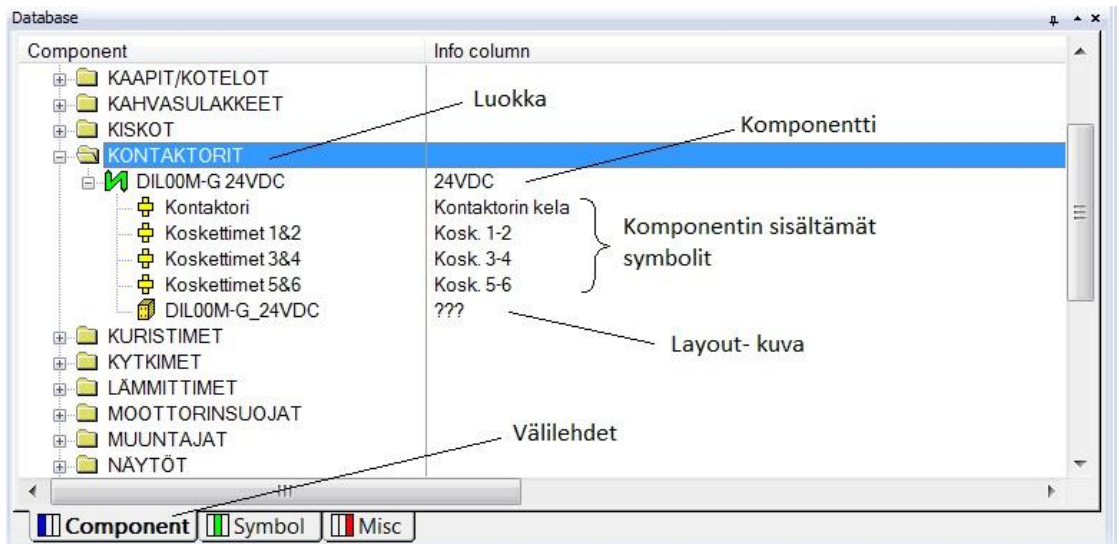


KUVA 5. NC-koskettimen symboli tietokantaeditori-tilassa

Komponentti koostuu yhdestä tai useammasta symbolista. Sille voidaan määrittää tietyn valmistajan tai tietyn tyyppisten fyysisten laitteiden ominaisuuksia ja tietoja. Näitä voivat olla esimerkiksi valmistaja, osan numero ja kirjaintunnus. Kun komponentti tuodaan projektiin, se muuttuu laitteeksi. Näiden kaikkien käsitteiden ero on huomiotava, sillä projektissa komponentin ominaisuuksien ja symbolin ominaisuuksien muuttaminen ovat aivan eri asia. (CIM-Team Scandinavia 2010.)

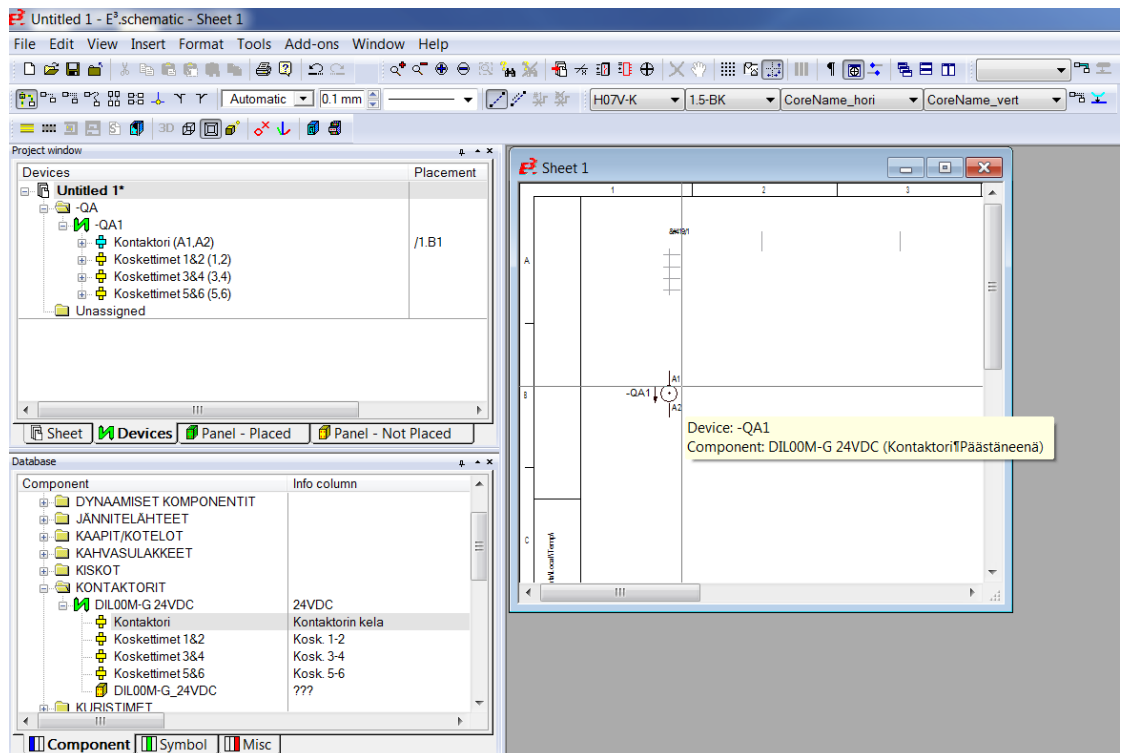
Otetaan esimerkkinä DIL00M-G-mallisen kontaktorin sijoittaminen osaksi projektia. Tämä komponentti koostuu kela-symbolista, kolmesta kosketinpari-symbolista sekä niin sanotusta layoutkuvasta. Kuvassa 6 näkyy kyseinen komponentti tietokantaikkunassa esitettynä.





KUVA 6. Tietokantaikkuna

Kun kontaktorin kela asetetaan lehdelle, muuttuu kyseinen kontaktori-komponentti laitteeksi ja se tulee näin osaksi projektia. Tällöin laite ilmestyy projekti-ikkunan laitteet-välilehdelle ja se löytyy sieltä kansion -QA alta. Nämä kirjaintunnukset määritellään kullekin komponentille standardin SFS-EN 81346-2 mukaisesti, jota ei tässä käsitellä tarkemmin. Kuitenkin on huomioitava, että luotaessa uusia komponentteja tietokantaan kirjaintunnus on yksi tärkeimmistä uudelle komponentille annettavista ominaisuuksista.



KUVA 7. Komponentin sijoittaminen projektiin

Projekti-ikkunassa kontaktorin kela-symboli on nyt värjätty syaanin värillä ja muut komponentin osasymbolit keltaisella. Värit kertovat, mitkä laitteen osat on jo sijoitettu projektiin ja mitä kyseisen laitteen osia voidaan vielä projektiin sijoittaa. Tämän laitteen vielä sijoittamattomat, eli keltaisella värjättyt symbolit liitetään projektiin projekti-ikkunasta. Jos kontaktorin symboli ”koskettimet 1 & 2” sijoitetaan projektiin tietokantaikkunasta, luo E3.schematic taas uuden kontaktori-laitteen projektiin ja lisää sen projekti-ikkunan lehdet-välilehdelle tunnuksella -QA2. Tietokantaikkunasta tuodaan siis projektiin uusia komponentteja ja projekti-ikkunasta ohjataan jo projektiin sijoitettuja komponentteja. (CIM-Team Scandinavia Oy 2010.)

### 3.3 Tietokantaeditori

Komponenttien luominen/ muokkaaminen tapahtuu tietokantaeditorissa. Tietokantaeditorissa pystytään luomaan uusia symboleita, kolmiulotteisia layoutkuvia, komponentteja tai vaikka isompia automaatiokokonaisuuksia.

#### 3.3.1 Symbolin luominen [poistettu]

#### 3.3.2 Layoutkuvan luominen [poistettu]

#### 3.3.3 Komponentin luominen [poistettu]

## 4 TASORISTEYKSET

Tasoristeyksillä tarkoitetaan tien ja radan samassa tasossa olevia risteyskiä. Ne aiheuttavat aina turvallisuusriskin ja sen takia ne eivät ole missään olosuhteissa suositeltavia. Mikäli sellainen kuitenkin rakennetaan, on se yleisesti sallittu vain sellaisissa kohdissa, joissa junan paikallisnopeus on korkeintaan 140 km/h. (Liikennevirasto 2012.)

Tasoristeykset voivat olla täysin vartioimattomia tai erilaisilla varoituslaitoksilla varustettuja. Suomen yli 3000 tasoristeyksestä noin lähes 1000 tasoristeystä on varustettu varoituslaitteilla (Liikennevirasto 2012.). Seuraavaksi tutustutaan varoituslaitoksilla varustettuihin tasoristeyksiin.

### 4.1 Varoituslaitostyytit

Käsitteellä varoituslaitos tarkoitetaan tasoristeyksen turvalaitteiden muodostamaa kokonaisuutta. Varoituslaitoksen tarkoituksena on varoituslaitosten teknisten toimintusehtojen mukaisesti valo- ja soitto-opastein sekä automaattisesti laskeutuvien puomien avulla varoittaa tiellä kulkevia lähestyvistä junista tai tasoristeyksen kohdalla suoritettavista vaihtoliikkeistä. Varoituslaitoksia on olemassa erityyppisiä, ja ne voivat sisältää tieopastimia, soittokelloja, puolipuomeja, kokopuomeja sekä suljettavia portteja. Alla on lueteltu eri varoituslaitostyyppijä (Liikennevirasto 2012.):

1. puolipuomilaitos
2. kevyen liikenteen kokopuomilaitos
3. paripuomilaitos
4. valo- ja äänivaroituslaitos
5. varoitusvalolaitos
6. laituripolun varoituslaitos
7. huoltotien varoituslaitos

Puolipuomilaitoksessa puomit estävät radalle pääsyn, mutta eivät estä radalta pois-pääsyä. Tällaisessa laitoksessa on aina tieopastimet ja varoituskellot. Puolipuomit sijoitetaan vähintään 6,8 metrin etäisyydelle puomia lähimmän raiteen keskilinjasta mutta kuitenkin mahdollisimman lähelle raidetta. Puomien varressa on valoyksiköt, jotka vilkkuvat nopeasti punaista valoa tielle päin puomin ollessa liikkeessä tai alas laskettuna. Puomin päässä sijaitsee myös keltainen valo, joka vilkkuu keltaista valoa

radalle päin puomin ollessa alas laskettuna. Puolipuumilaitoksen toiminta esitellään luvussa 4.3. (Liikennevirasto 2012.)



KUVA 9. Puolipuumilaitos (Mipro Oy 2012/a)

Kokopuomit sulkevat radan kanssa risteävän väylän kokonaan ja niitä käytetään kevyen liikenteen väylän sulkemiseen. Puomien sijoittaminen ja puomien toiminta on sama kuin puolipuumilaitosten. Paripuomit sulkevat väylän molemmat kaistat radan kummaltakin puolelta. Nämä sijoitetaan vähintään 9 metrin etäisyydelle puomia lähimmän raiteen keskilinjasta, mutta kuitenkin mahdollisimman lähelle raidetta. Tällaista puomilaitosta on käytettävä silloin, kun suunnitteluperusteissa on vaadittu erikseen paripuomien käyttämistä. (Liikennevirasto 2012.)

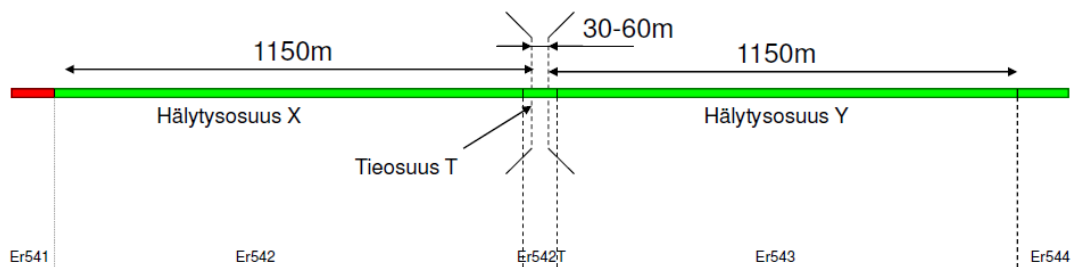
Valo- ja äänivaroituslaitoksen varoituslaitteita ovat valo-opastimet, joissa on yksi tai kaksi punaista valoa ja yksi valkoinen valo sekä varoituskellot. Hälyttäessä valo-opastimen punainen valo syttyy ja valkoinen valo sammuu sekä varoituskello alkaa soida. (Liikennevirasto 2012.)

Varoitusvalolaitos sisältää nimensä mukaisesti vain tieopastimet. Laituripolun varoituslaitoksen varoituslaitteina toimii punainen valo-opastin ja varoituskellot eikä perustilassa laitos näytä minkäänlaista valoa. Kun kyseessä on huoltotien varoituslaitos, tasoristeyksen sulkemiseen käytetään portteja tai puomeja. Näiden lukituksen sähköinen valvonta liitetään asetinlaitteeseen tai muuhun turvalaitteeseen. (Liikennevirasto 2012.)

## 4.2 Varoituslaitosten lajit

Varoituslaitokset voidaan jakaa liityntänsä perusteella linjalaitoksiin sekä asetinlaitteeseen liittyviin. Linjalaitokset toimivat täysin itsenäisesti ja niihin saattaa liittyä varoituskytкимиä ja -painikkeita, poistopainikkeita, vaihteenkoskettimia ja tasoristeysopastimia. (Liikennevirasto 2012.)

Varoituslaitos on ratateknisten ohjeiden mukaisesti kytkettävä asetinlaitteen tai suojustusjärjestelmän toimintaan, jos hälytysosuudella on pää-, suojustus- tai raideopastin siten, että tasoristeys sijaitsee kyseisen opastimen takana. Hälytysosuudella tarkoitetaan sitä raideosuutta tai peräkkäisiä raideosuuksia, jotka on kytketty ohjaamaan tasoristeuksen toimintaa yhdestä suunnasta. Tieosuus ei kuulu hälytysosuuteen. Varoituslaitoksen, joka on kytketty asetinlaitteeseen, on välitettävä asetinlaitteelle tieto hälytyksestä ja hälytyksen aiheuttaneesta toiminnasta, tieopastimien ja puomien tilasta, käyttökytkimen käyttämisestä sekä kriittisistä ja ei-kriittisistä vioista. (Liikennevirasto 2010; Liikennevirasto 2012.)



KUVIO 2. Tasoristeuksen rataosuuksien jako (Karjalainen 2010)

## 4.3 Varoituslaitoksen toiminta

Varoituslaitoksen tila voidaan karkeasti jakaa kahteen perus- ja hälytystilaan. Perustilassa puomit ovat ylhäällä, valo-opastimet näyttävät hitaasti vilkkuvaa valkoista valoa ja hälytyskellot eivät soi. Tässä tilassa laituripolun varoituslaitoksen tieopastimet eivät saa näyttää minkäänlaista valoa. (Liikennevirasto 2012.)

Junan ensimmäisen pyöräparin tullessa hälytysosuudelle varoituslaitos menee hälytystilaan. Tuolloin ensimmäisenä tulee vähintään 10 sekuntia kestävä etusoihto aika. Tällöin varoitus lähestyvistä junasta annetaan punaisilla nopeasti vilkkuvilla valoilla ja soitto-opasteella. Etusoihtoajan jälkeen puomilaitoksessa puomit alkavat laskeutua. Puomien laskeutumiseen varataan aikaa 10 sekuntia. Paripuomilaitoksessa tasoristeukseen johtavien kaistojen puomit ohjataan laskeutumaan etusoihtoajan jälkeen ja

tasoristeyksestä pois johtavien kaistojen puomit 10 sekuntia tasoristeykseen johtavien puomien laskeutumisen jälkeen. Puomien laskeutuessa syttyy puomivarren valoyksikköihin vilkkuva valo. Tämän lisäksi on varattava 10 sekuntia ns. varoaikaa. Puomittoman varoituslaitoksessa varoaika on 20 sekuntia. Varoitus lakkaa automaattisesti, kun junan viimeinen pyöräpari on jättänyt tasoristeyksen kohdan. (Liikennevirasto 2012.)

Varoituslaitoksen toiminta voi olla täysin automaattista tai vaihtoehtoisesti käsikäyttöistä. Automaattinen toiminta perustuu valvottujen raideosuuksien varautumiseen ja vapautumiseen. Tämä voidaan toteuttaa raidevirtapiireillä tai akselinlaskennalla. Akselinlaskennassa lasketaan tietylle raideosuudelle tulevien sekä siltä lähtevien akselien lukumäärä raideosuuden molempiin päihin sijoitetuilla induktiivisilla laskentaantureilla. Kun akselimäärät täsmäävät, raideosuus on vapaa. Kaksipäiset anturit mahdollistavat myös junan kulkusuunnan määrittämisen. Juna tulee siitä suunnasta, jonka puolen anturipää varautuu ensiksi. Anturin havahtuminen perustuu siis magneettikentän muutokseen. Kuvassa 10[poistettu] näkyy kiskoon kiinnitettynä laskentaanturi. Kiskojen väliin on asennettava anturin kohdalle myös auraussuoja, ettei lumia auraava ratatyökone särje vahingossa akselinlaskijoita. (Liikennevirasto 2012; Jämsä 2012.)

Raidevirtapiirien tapauksessa raidekisko katkaistaan ja eristetään määrätyn väliajoin, jolloin niistä muodostuu eristettyjä raideosuuksia. Mekaanisesti raide kuitenkin pysyy kokonaisena. Varoituslaitosten teknisten toimitusehdot määräävät, että varoituslaitteet tarvitsevat normaalissa automaattikäytössä vähintään kolme eristettyä raideosuutta. Näistä äärimmäisten raideosuuksien pituudet ovat riippuvaisia kyseisellä rataosuudella kulkevan junan suurimmasta sallitusta nopeudesta. (Blogi 2008; Liikennevirasto 2012.)

Raideosuuden toiseen kiskoon kytketään muutaman voltin suuruinen lepojännite, joka pitää raiderelettä vetäneenä raideosuuden ollessa vapaana. Kun juna saapuu raideosuudelle, sen ensimmäinen pyöräpari oikosulkee kiskot keskenään. Tällöin raiderele, joka on normaalisti vetäneenä, päästää ja tietä raideosuuden varautumisesta välitetään tasoristeyslaitokselle. Tällöin kyseiselle raideosuudelle ei ohjata muita junia. (Jämsä 2012.)

Molemmissa tapauksissa on omat hyvät ja huonot puolensa. Raidevirtapiiri on esimerkiksi siinä mielessä varmempi, että se huomaa vaikka raiteelle huoltotietä pitkin tulleen kiskopyörillä kulkevan kaivinkoneen. Käytettäessä akselinlaskentaa, kaivinko-

neen tullessa radalle ohittamatta akselinlaskenta-anturia ei sen siirtymistä radalle huomata. Tällöin rataosuus oletetaan vapaaksi ja pahimmassa tapauksessa kyseiselle rataosuudelle ohjataan muuta kalustoa. Varoituslaitoksen automaattisen toiminnan ehdot näkyvät liitteessä 1. (Jämsä 2012.)

Käsiikäyttöinen toiminta tapahtuu kytkimillä ja painikkeilla. Käyttökytkimellä (KK) saadaan varoituslaitos pois toiminnasta. Raidekohtaisilla varoituspainikkeilla (TR ON ja TR EI) saadaan hälytys päälle ja pois. Kun varoituslaitos laitetaan hälyttämään TR ON-painikkeesta, päättyy varoitus joko TR EI -painikkeella tai automaattisesti junan ohitettua tasoristeyksen. Varoituspainikkeen vieressä on myös ilmaisivalo. Lisäksi varoituslaitos voi sisältää varoituskytkimiä (TK), poistopainikkeita (PP ja PP EI), poistokytkimiä (P) ja palautuspainikkeita (PAL). (Liikennevirasto 2012.)

#### 4.4 Varoituslaitoksen laitteiston vaatimukset

Yleisesti varoituslaitoksen virransyöttöjärjestelmän, laitteiden ja komponenttien on oltava rakenteeltaan ja toiminnaltaan Suomen Sähköturvallisuusmääräysten, Liikenneviraston ohjeiden ja Liikenteen turvallisuusviraston Trafi:n määräysten mukaisia. Laitteiden ja tarvikkeiden tulee olla Liikenneviraston tyyppihyväksymiä ja niiden rakenteen ja asentamisen tulee täyttää seuraavat standardit (Liikennevirasto 2012.):

1. IEC- standardit
2. EU- direktiivit
3. CENELEC- standardit
4. suomalaiset SFS-EN- standardit
5. Suomessa voimassa olevat Sähköturvallisuusmääräykset
6. SFS- standardit

Varoituslaitokset tulee suunnitella siten, että häiriöt eivät aiheuta juna- tai tieliikenteelle vaaraa ja selektiivisyys tulee toteutua joka tilanteessa. Myös laitteiston eri osien suojaus sähköiskulta on järjestettävä soveltuvin osin käyttäen kosketus ja/tai kosketusjännitesuojausta. Tasoristeysturvalaitteiden suojaustapana käytetään sekä kosketussuojausta että kosketusjännitesuojausta. Tällaisen yhdistetyn suojaustavan tulee täyttää SFS 6000, SFS 6002, Liikenneviraston voimassa olevat ohjeet ja Trafi:n määräykset sekä sähkölaitteiden tulee toimia pienoisjännitteellä. (Liikennevirasto 2012.)

Yhtenä rautatiejärjestelmien erikoispiirteenä on varoituslaitosten toimintaa suoraan palvelevien kojeiden ja laitteiden sähkönsyöttö erotusmuuntajien kautta. Näin varmis-

tetaan, etteivät rautatiejärjestelmien sähköiset häiriöt pääse yleiseen sähköverkkoon, ja varmistetaan juna- ja henkilöturvallisuus. (Liikennevirasto 2012.)

#### 4.5 Logiikkaohjattu varoituslaitos

Varotuslaitoksia ohjataan joko releillä tai logiikoilla. Logiikkaohjatuilla varoituslaitoksilla on omat erityisvaatimuksensa. Nämä on kirjattu ”Varoituslaitosten tekniset toimintusehdot” -dokumenttiin, joka löytyy Liikenneviraston verkkosivuilta.

Turvalogiikat kuuluvat toiminnallisesti turvallisiin komponentteihin. Tämä tarkoittaa, että niille on määritelty toiminnallisesti turvallinen eheystaso SIL1...4 (Target Safety Integrity Level). SIL4-turvallisuustaso on korkein. Yleisesti rautatiejärjestelmien laitteiston on vastattava vähintään SIL3-turvallisuustasoa.

##### 4.5.1 Varmistetut lähdöt

Logiikkaohjatussa varoituslaitoksessa on ns. varmistettuja lähtöjä. Näitä ovat valkoisten opastinlampujen ohjaus, puomien magneettikytkimien ohjaus, puomien ylösajon ohjaus, mahdolliset tasoristeysopastinohjaukset sekä mahdolliset kulkutieriippuvuuksiin liittyvät ohjaukset. Mikäli laite vikaantuu siten, että näiden lähtöjen jatkuva kytkeytyminen päälle on vaarana, tulee laitos ajaa alas tai suoritettava jatkuva normaali hälytys. (Liikennevirasto 2012.)

##### 4.5.2 Varmistetut tulot

Logiikan tärkeät hälytykseen vaikuttavat tulot johdetaan sisään lepovirtaperiaatteella. Tämä tarkoittaa, että ohjaamaton tulo aiheuttaa hälytyksen. Lisäksi vaaditaan, että raidevirtapiiritiedot ja mahdolliset kulkutie- ja vaihderiippuvuudet on tuotava logiikalle kahdennettuna. Tällöin jo pelkästään toisen ohjauksen puuttuminen aiheuttaa hälytyksen. Poisto- ohjaustiedon tapauksessa kahdennettujen tulojen toinen tulo täytyy tuoda logiikalle käänteisenä. Tulotietojen ristiriita aiheuttaa hälytyksen tai alasajon. (Liikennevirasto 2012)

#### 4.6 Tasoristeyksen suunnittelu

Monesti tasoristeykset ovat pieniä muutoksia lukuun ottamatta teknisesti samankaltaisesti toteutettuja. Näin ollen ne sisältävät melko pitkälti samoja komponentteja.



Siispä opinnäytetyöhön valmistautuminen aloitetaan tutustumalla yrityksen suunnitelmiin, jo valmiisiin tasoristeyksiin ja niiden sähködokumentteihin.

Turvalogiikat ovat keskeisiä tasoristeyksen suunnittelussa, sillä ne ohjaavat koko varoituslaitoksen toimintaa. Logiikan lisäksi tarvitaan riviliittimiä, sulakkeita, kontakteja, releitä, kytkimiä, muuntajia, koteloiden ja kaappeja, akkuja jne. E3-suunnitteluohjelmiston omasta komponenttikirjastosta ei löytynyt juurikaan Mipro Oy:n käyttämiä komponentteja, joten yrityksen omaa komponenttikirjastoa alettiin rakentaa erään valmiin tasoristeyksen osaluettelon perusteella. Komponentin luominen alkaa tutustumalla komponentin toimintaan, rakenteeseen ja teknisiin ominaisuuksiin datalehtien avulla. Kun laitteen ominaisuudet tunnetaan tarpeeksi hyvin, luodaan komponenttia varten tarvittavat symbolit, kaksiulotteinen panel-symboli ja kolmiulotteinen malli. Näistä osista sitten kootaan valmis komponentti, jolle annetaan tarvittavat tiedot.

4.6.1 XXXXX-rele [poistettu]

4.6.2 Symbolit [poistettu]

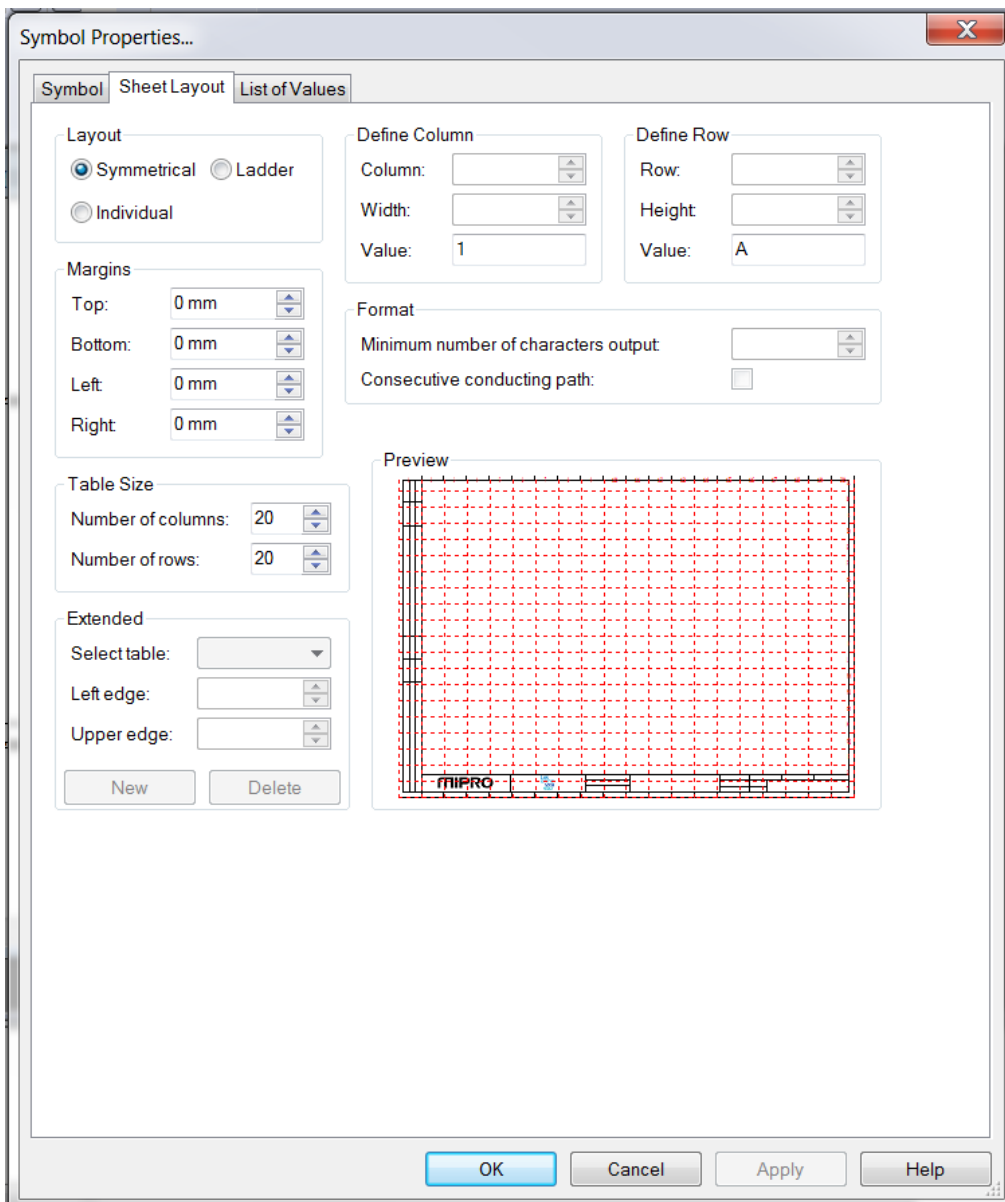
4.6.3 Layoutkuva [poistettu]

4.6.4 Kaappien ja koteloiden luominen [poistettu]

4.6.5 Dokumentaation automatisointi [poistettu]

4.6.6 Piirustus pohja

E3-ohjelmistossa on valmiina erilaisia ja -kokoisia piirustus pohjia. Näkyvyyden kannalta on kuitenkin olennaista luoda yritykselle oma piirustus pohja, josta käy asiakkaalle heti ensisilmäyksellä ilmi ainakin yrityksen nimi. Helpoin tapa halutunlaisen piirustus pohjan luomiseen on luoda se käyttäen pohjana ohjelmiston valmiita piirustus pohjia. Piirustus pohjat luodaan tietokantaan Sheet-tyyppisinä symboleina. Kun uutta piirustus pohja-symbolia luodaan, voidaan tietokantaeditorissa avata apuvalikon Symbol Properties -komennolla kuvan 24 kaltainen dialogi. Tähän dialogiin voidaan määrittää mm. lehden sarakkeet ja rivit.



KUVA 24. Lehti-symbolin ominaisuudet

Sarakkeiden ja rivien määrittäminen on hyvin olennaista, sillä ohjelmisto näyttää automaattisesti projekti-ikkunassa projektiin liitettyjen komponenttien sijainnit näiden asetusten mukaisesti. Sarakkeet määritellään kirjaimilla ja rivit numeroilla.

Grafiikan lisäksi määritellään piirustusohjelle tarvittavat ominaistekstit otsikkotaulutietoja varten. Nämä ominaistekstit, kuten esimerkiksi suunnittelija ja piirtäjä, lisätään piirustusohjaan osaluettelon tapaan kielikannasta. Näin ollen piirustusohjastakin saadaan monikielinen.

## 5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli yrityksen pyrkimys siirtyä CADS-suunnittelusta E3-suunnitteluohjelmistolla tehtävään järjestelmäsuunnitteluun. Kyseessä on Windows-pohjainen valmiskomponentteihin perustuva suunnitteluohjelmisto. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua ohjelmistoon ja valmistella ohjelmaa sen myöhempää käyttöönottoa varten. Pääasiallinen tavoite oli luoda rautatiejärjestelmiä varten tarpeeksi kattava tietokanta, josta löytyy yleisimmät yrityksen laitteistosuunnittelussa käytetyt valmistaja- ja tyyppikohtaiset komponentit. Peruskomponenttien lisäksi luotiin ohjelmoitavia logiikoita sekä kaappeja ja koteloita. Jokaiselle komponentille luotiin tarvittavat osasymbolit, panel-symboli sekä kolmiulotteinen layoutkuva. Osasymboleilla voidaan tehdä piirikaaviosuunnittelua ja layoutkuvista voidaan rakentaa järjestelmistä kolmiulotteisia esityksiä.

Opinnäytetyön aiheena oli tasoristeyksen suunnittelu E3.-suunnitteluohjelmistolla. Työnantajan kanssa kuitenkin päätettiin, ettei suunnitella kuvitteellista tasoristeystä vaan panostetaan komponenttien suunnitteluun ja ohjelmiston kehittämiseen. Tärkeintä on, että työkalut ovat kunnossa, kun itse järjestelmäsuunnittelua toteutetaan. Tarkoituksena on kuitenkin, että tasoristeys pystytään tulevaisuudessa suunnittelemaan rakennetun komponenttikirjaston avulla. Luultavasti yrityksen seuraava rautatieprojekti suunnitellaan jo E3.-suunnitteluohjelmistolla. Tämän jälkeen vasta nähdään oikeasti, kuinka laitteistosuunnittelu ohjelmalla toimii ja mitä ominaisuuksia ohjelmistossa on kehitettävä.

Kun komponenttikirjastoon oli luotu tarpeeksi kattava komponenttikokoelma, perehdyttiin ohjelmiston muihin ominaisuuksiin. Näistä tärkein ominaisuus oli dokumentoinnin osittainen automatisointi. Ohjelmisto osaa automaattisesti luoda suunnitelmien pohjalta kansilehdet, kytkentäluettelot, projektien sisällysluettelot, osa- ja laiteluettelot sekä logiikoiden I/O-listaukset. Automaattisesti luodut dokumentit eivät kuitenkaan soveltuneet suoraan Mipro Oy:n käyttöön sillä ohjelmisto luo englanninkieliset dokumentit. Myös joidenkin luetteloiden rakennetta jouduttiin muokkaamaan. Kieliongelma ratkaistiin lisäämällä suomen kieli ohjelmiston tietokantaan. Luetteloiden rakennetta muutettiin luomalla uusia symboleita ja muokkaamalla ohjelmiston skriptejä. Muokattavia dokumentteja olivat kansilehti, osaluettelo sekä sisällysluettelo. Tuloksena ohjelmisto luo automaattisesti Mipro Oy:lle halutut dokumentit suomenkielisinä versioina. Dokumentit sisältävät vain yritykselle tärkeät tiedot.

Yritykselle luotiin myös omia piirustusohjelmia, joille suunnitelmia toteutetaan. Piirustusohjelmista käy heti ilmi yrityksen nimi, ja ne ovat erittäin helposti muokattavia. Niihin voidaan esimerkiksi kesken projektin liittää asiakkaan logo muutamalla hiiren painalluksella. Myös piirustusohjelmista tehtiin monikielisiä. Kieltä voidaan vaihtaa ohjelmiston asetuksista missä tahansa projektin vaiheessa.

Tuloksena yrityksellä on suunnitteluohjelmisto, jolla voidaan suunnitella yleisimpiä rautatiejärjestelmiä. Ohjelmisto sisältää tarpeeksi komponentteja sekä piirustusohjelmia, ja sillä voidaan toteuttaa suomenkielisiä suunnitelmia. Tarkoituksena on jatkaa ohjelmiston kehittämistä ja rakentaa komponenttikirjastoa myös yrityksen muille toimialoille. Seuraavat rautatieprojektit suunnitellaan E3.-suunnitteluohjelmistolla ja tuolloin nähdään, mitkä ovat ohjelmiston suurimmat kehityskohteet.

## LÄHTEET

Blogi. 2008. Kirjoittajaa ei tiedossa. Rautateiden sähköistä turvalaitetekniikkaa [viitattu 1.3.2012]. Saatavissa: <http://kulkutie.vuodatus.net/>

CIM-Team Scandinavia Oy. 2010. E3.-series -peruskoulutuksen koulutusmateriaali. Mipro Oy:n saama materiaali CIM-Teamilta. Ei saatavissa.

CIM-Team Scandinavia Oy. 2012. Yrityksen www-sivut [viitattu 23.1.2012]. Saatavissa: <http://www.cim-team.fi/>.

HIMA. 2012. Yrityksen www-sivut [21.2.2012]. Saatavissa: [www.hima.com](http://www.hima.com)

Jämsä, J 2012. Suunnittelutiimin tiimiesimies. Mipro Oy. Mikkeli 31.1.2012. Haastattelu.

Karjalainen, I. 2010. Tasoristeyksen varoituslaitos -koulutusmateriaali. Mipro Oy:n saama materiaali Proxion:lta. Ei saatavissa.

Liikennevirasto. 2004. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 9 Tasoristeykset [viitattu 19.4.2012]. Saatavissa:  
[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato\\_9\\_tasoristeykset.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_9_tasoristeykset.pdf)

Liikennevirasto. 2010. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet [viitattu 20.4.2012]. Saatavissa:  
[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato\\_6\\_muutos\\_edelliseen.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_6_muutos_edelliseen.pdf)

Liikennevirasto. 2012. Varoituslaitosten tekniset toimitusehdot [viitattu 19.4.2012]. Saatavissa:  
[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje\\_2012\\_varoituslaitosten\\_tekniset\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje_2012_varoituslaitosten_tekniset_web.pdf)

Mipro Oy. 2012/a. Yrityksen verkkolevy. Kuvia rautatieprojekteista. Ei saatavissa.

Mipro Oy. 2012/b. Yrityksen www-sivut [viitattu 16.1.2012]. Saatavissa:  
<http://www.mipro.fi/>.

Rytkönen, T. 2010. Turvalaitteiden työturvallisuusohje K50 releet ja relepakit. Mipro Oy:n oma materiaali. Ei saatavilla.

Törmälehto, J. 2012. RE: Kysymys E3 [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Santeri Pekkanen. Lähetetty 27.3.2012 [viitattu 12.4.2012].

*Taulukko 2.10.2:1 Puomilaitoksen hälytyksen pituus ja toimintojen järjestys ennen raiteen nopeusrajoituksen mukaista nopeutta ajavan yksikön saapumista tasoristeykseen.*

	Toiminto	Vaadittu aika	Huomautus
1	Etusoittoaika	$\geq 10$ s	Huomioitava puomien keskeinen etäisyys
2	Puomien laskeutumiselle varattu aika	10 s	
3	Tasoristeyksestä pois johtavan kaistan sulkevan puomin laskeutumiselle varattu aika	8 s	Vain paripuomeilla varustetulla varoituslaitoksella.
4	Varoaika	10 s	

### 2.10.3 Automaattinen toiminta

Seuraavassa käydään läpi automaattiseen hälytykseen liittyviä ehtoja ja vaatimuksia.

Varoituslaitoksen on oltava käytössä (käyttökytkin (KK) asennossa "käytössä").

Hälytys alkaa junan ensimmäisen pyöräparin tullessa laitoksen hälytysosuudelle. Varoitus lakkaa automaattisesti junan viimeisen pyöräparin jättäessä tasoristeyksen kohdalla olevan eristetyn raideosuuden, akselilaskenta-anturin tai kiskosilmukan (RATO 6.5.3.2.3).

Varoituslaitos on ohjattava hälyttämään, jos hälytyksen aloittamisen ehdot täyttyvät (RATO 6.5.3.2.3).

Hälytys raiteen nopeusrajoituksen mukaista nopeutta kulkevien yksiköiden tapauksessa alkaa varoituslaitoksessa, jossa ei ole puomeja, vähintään 20 sekuntia ja puomilaitoksessa vähintään 30 sekuntia ennen junan saapumista tieosuudelle (ks. taulukko 2.10.2:1).

Hälytyksen aloittamista voidaan viivästyttää, jos taulukossa 2.10.2:1 vaaditut ajat varoituslaitoksen hälytykselle ylittyvät ennen hälytysosuuden nopeusrajoituksen tai nopeusrajoitusten mukaista nopeutta ajavan yksikön saapumista tasoristeykseen (RATO 6.5.3.2.3).

Hälytyksen aloittamista on viivästettävä, jos taulukossa 2.10.2:1 vaaditut ajat varoituslaitoksen hälytykselle ylittyvät yli 10 s ennen hälytysosuuden nopeusrajoituksen tai nopeusrajoitusten mukaista nopeutta ajavan yksikön saapumista tasoristeykseen (RATO 6.5.3.2.3).

Hälytyksen viiveaika on määritettävä siten, että hälytysosuuden nopeusrajoituksen tai nopeusrajoitusten mukaista nopeutta ajavan yksikön aloittama hälytys täyttää taulukossa 2.10.2:1 annetut vaatimukset hälytysajan pituudelle (RATO 6.5.3.2.3).

Hälytyksen on jatkuttava 40 s hälytysosuuden vapautumisen jälkeen, jos hälytysosuus on ollut varattuna sekä hälytysosuuksilla olevat raideosuudet ja tieosuus eivät varaudu ja vapaudu yksikön kulkusuunnan mukaisessa järjestyksessä (RATO 6.5.3.2.3).

Hälytys ei saa päättyä, jos jokin hälytystä edellyttävä ehto tulee voimaan 40 s aikaviiveen aikana (RATO 6.5.3.2.3).

Useampiraiteisen tasoristeyksen varoituslaitoksen hälytys ei saa päättyä, jos yksikin hälytystä edellyttävä ehto on voimassa jonkin raiteen osalta; (RATO 6.5.3.2).

Kellojen soitto päättyy junan ensimmäisen pyöräparin saavuttua tieosuudelle.

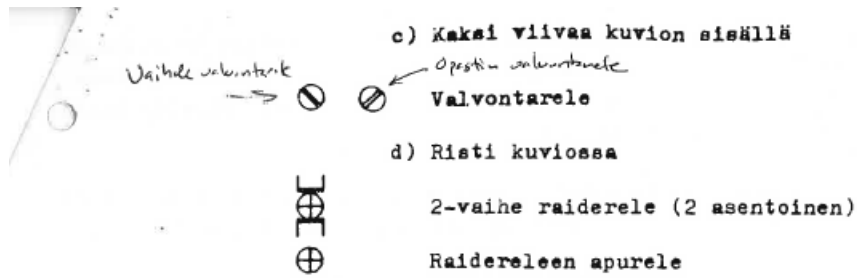
Hälytysosuuden varautumisen aiheuttaman hälytyksen on päätyttävä hälytysosuudella olevien raideosuuksien ja tieosuuden varautuessa ja vapautuessa yksikön kulkusuunnan mukaisessa järjestyksessä (RATO 6.5.3.2.3).

Hälytyksen on päätyttävä varoituslaitoksessa, jolla ei ole tieosuutta, 5 s yksikön kulkusuuntaan nähden ensimmäisen hälytysosuuden raideosuuksien vapautumisen jälkeen (RATO 6.5.3.2.3).

Mikäli tasoristeyksen lähellä ennen risteystä on junaliikenteen opastimia, on niistä järjestettävä riippuvuus varoituslaitokseen.

Varoituslaitos on ohjattava hälyttämään uudelleen, jos tasoristeyksen kautta kulkeneen yksikön kulkusuuntaan nähden tasoristeyksen jälkeinen hälytysosuus ei vapaudu 5 min kuluessa. Hälytys lakkaa, kun poistutaan laitoksen toiminta-alueelta tai käytetään poistopainiketta, poistokytkintä tai käyttökytkintä. Hälytyksen alkaminen uudelleen on estettävä linjalaitoksella niiden hälytysosuuteen kuuluvien raideosuuksien kohdalla, jotka voivat jäädä varatuiksi tasoristeyksen kautta kulkeneen yksikön pysähdettyä opastimelle (RATO 6.5.3.2.3).





#### Releiden koskettimet

	Työvirtareleen katkaisukosketin (sulkee päästäneenä)
	- " - sulkukosketin (katkaisee -"- )
	Lepovirtareleen -"- (sulkee vetäneenä)
	- " - katkaisukosketin (katkaisee -"- )

#### Releiden numerointi ja merkinnät

##### a) K-50 ja K-50 tukireleet

$\frac{I}{-11-}$	$\frac{I}{-01-}$
$\frac{I}{-12-}$	$\frac{I}{-02-}$
$\frac{I}{-13-}$	$\frac{I}{-03-}$
$\frac{I}{-14-}$	$\frac{I}{-04-}$
$\frac{I}{-15-}$	$\frac{I}{-05-}$

käämi (tavallisesti 11  
ja 01 vapaa)

koskettimet

Huom:  
takaa  
katsottuna.



Kulkutiehen  $a_3^2$  kuuluvan tukireleparin ylempi rele, joka on perusasennossa tuettuna päästäneeseen asentoon. Käämi kytketty pisteisiin 11 (Yleensä piirustuksessa ylhäältä tuleva johto napaan I). Rele on telineessä paikassa 5 (Telineen numero selviää kytkinkaavassa lähimmästä juotostappiriman numerosta tai sulakkeen merkinnästä)



Opastimeen F kuuluva rele (opastinrele). Käämi pisteissä 11 ja rele on releryhmässä paikassa 3 (Releryhmän sisäinen johdotus piirretään vahvemalla)

Piirustusmerkit ja numerointi

Releiden yleismerkit

- ↓○ Työvirtarele (perusasento päästäneenä)
- ↑○ Lepovirtarele (perusasento vetäneenä)
- ↓□ Tukireleen yläkäämi (oikeastaan tukireleparin ylempi rele, on perusasennossa tuettu päästäneeksi)
- ↑□ Tukireleen alakäämi (oikeastaan tukireleparin alempi rele, on perusasennossa tuettu vetäneeksi)
- ↓◇ Suunnanvaihto- eli haka-ankkurirele  
vetäjä ei päästetä joko kumpaakin sähkösäädin
- ↓II○ ↑II○ Rinnakkaisreleitä (sanotaan myös apureleiksi)
- ↓⊖ Virransyöttölaitteisiin kuuluva rele
- ↓● Kontaktori

↓□ kulkutie ohjauksessa RS kikk

Siemens vaihteiden kääntämissä

Relemerkkien apuviivat

a) Yksi viiva kuvion sisällä

- ⊖ ◇ □ Vaihteeseen kuuluva rele
- ⊖ ⊖ Kulkutiehen " "
- ⊖ Opastimeen " "
- ⊖ ⊖ Linjasuojaukseen kuuluva rele

b) Yksi viiva kuvion yli

- ⊖ ⊖ Estorele

E3.-suunnitteluohjelmistolla luotu puomienohjauspiirikaavio

Liite 3

