

# **OHJELMOITAVIEN TURVARELEIDEN KEHITTÄMINEN OPETUSYMPÄRISTÖSSÄ**

Timo Hurme

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikan  
koulutusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio  
Tampereen ammattikorkeakoulu

**TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**Tampere University of Applied Sciences**

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio

TIMO HURME

Ohjelmoitavien turvareiden kehittäminen opetusympäristössä

Opinnäytetyö 43 sivua, josta liitteitä 2 sivua  
Maaliskuu 2012

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli kehittää Ohjelmoitavia turvareita opetusympäristöön Tampereen ammattikorkeakoululle. Laboratoriotyö toteutettiin automaatiolaboratoriossa.

Opinnäytetyössä selvitettiin ensin koneiden ja koneyhdistelmien kuuluvaa työturvallisuus ohjeita ja lainsäädäntöä. Laboratoriotyö tehtiin laboratoriossa olevalla pöytäkuljettimella, jota piti valvoa turvalaitteella. Turvakomponenttina käytettiin valoverhoja, joita ohjattiin ohjelmoitavalla turvareleellä.

Valoverhojen tehtävä oli pysäyttää kuljetin, mikäli nämä havaitsevat esineen valosäteessä. Ohjelmoitavan turvareleen tehtävä oli katkaista signaali, jolloin kuljetin pysähtyi menemättä kuitenkaan vikatilaan, vaan kuitattaessa painonapista, kuljetin oli käyttövalmis uudelleenkäynnistymiseen.

Ohjelmoitavaan turvareleeseen tehtiin ensin ohjelma omalla ohjelmistolla. Ohjelmalla todettiin järjestelmän toimivuus ennen varsinaisen työn rakentamista. Ohjelman tarkoitus on säästää aikaa, ja ennen kaikkea tällä voidaan etukäteen välttää virheet, mitä mahdollisesti voisi tulla, mikäli järjestelmä rakennettaisiin ilman testausta.

Järjestelmään oli suunniteltava myös kytkennät ja johdotukset. Tein kuljettimesta piirikaavion, jonka pohjalta saatiin tehtyä myös johdotuskaavio. Piirustukset toteutin Microsoft visio 2010 ohjelmalla.

---

Avainsanat: Turvarele, valoverhot, kuljetin.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme In Mechanical and Production Engineering  
Specialization of Machine Automation

**TIMO HURME**

Development of programmable safety relays in an educational environment

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 2 pages

March 2012

---

Subject of this thesis was to develop programmable safety relays for an education environment at University of Applied Sciences of Tampere. The laboratory part was carried out in Automation Laboratory.

Firstly, machine and machine system related occupational safety and legislation issues were investigated. Subject of the laboratory work was a table conveyor which has to be monitored by a safety device. Light curtains controlled by programmable safety relays, were used as safety devices.

Curtains' duty was to stop the conveyor when an item was recognized in a light beam. The safety relay disconnected signals in order to stop the conveyor. This was done without failure mode, and the system was ready to restart when it was released with a button.

The safety relay was programmed with a specific software tool. Functionality of the system was verified with the software tool before building the actual system was started. Purpose of this was to save time, and essentially avoid mistakes which could occur without testing during system implementation.

---

Keywords: Safety relay, light curtain, table conveyor

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	5
2 TYÖTURVALLISUUS .....	5
2.1 Vastuu turvallisuudesta .....	6
2.2 Vaaratekijät ja niiden torjunta .....	9
2.2.1 Koneet ja laitteet .....	9
2.2.2 Kuljettimet, nielut, pyörivät akselit .....	9
2.2.3 Työvälineet .....	9
2.2.4 Odottamaton käynnistyminen .....	10
2.2.5 Nostot .....	10
2.2.6 Tikkaat .....	11
2.2.7 Sähkö .....	11
3 Koneita koskevat säädökset .....	12
3.1 Lainsäädäntö .....	12
3.2 Valmistajan velvollisuudet .....	16
4 UUDET DIGITAALISET TEKNOLOGIAT JA LIIKETOIMINTAMALLIT .....	17
4.1 Vaatimustenmukaisuuden ja turvallisuuden ennakoiva hallinta .....	18
4.2 Lakisääteiset turvallisuusvaatimukset .....	19
4.3 Standardien turvallisuusvaatimukset .....	20
4.4 Sopimusten ja kauppalakien turvallisuus- ja muut vaatimukset .....	20
5 KULJETTIMEEN TARVITTAVAT TURVALAITTEET .....	22
5.1 Turvarele .....	22
5.2 Omron MS4800E valoverho .....	24
5.3 Kuljetin .....	25
6 KILPAILIJOIDEN TURVARELEITÄ .....	26
7 TURVARELEEN OHJELMOINTI .....	27
8 KYTKENNÄT .....	39
9 POHDINTA .....	40
LÄHTEET .....	41
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli kehittää Ohjelmoitavia turvareleitä opetusympäristöön Tampereen ammattikorkeakoululle.

Työssä käytettiin jo valmiina olevaa kuljetinta. Kuljettimeen yhdistettiin, turvalaitteena Pilz:n Oy:n ohjelmoitava turvarele. Turvareleellä ohjattiin turvakomponenttina käytettyjä valoverhoja, johon kuuluu lähetin ja vastaanotin. Valoverhojen tehtävä oli pysäyttää kuljetin, mikäli nämä havaitsevat esineen valosäteessä. Ohjelmoitavan turvareleen tehtävä oli katkaista signaali, jolloin kuljetin pysähtyi menemättä kuitenkaan vikatilaan, vaan kuitattaessa napista, järjestelmä oli käyttövalmis uudelleen käynnistykseen.

Ohjelmoitavaan turvareleeseen oli myös tehtävä ensin ohjelma omalla ohjelmistolla. Ohjelman tarkoitus on todentaa järjestelmän toimivuus ennen varsinaisen työn rakentamista. Ohjelmalla säästetään myös aikaa ja ennen kaikkea tällä voidaan etukäteen välttää virheet, mitä mahdollisesti voisi tulla, järjestelmää rakennettaessa ilman testausta.

## 2 TYÖTURVALLISUUS

Yhteinen työpaikka on työpaikka, jolla yksi työnantaja käyttää pääasiallisesti määräysvaltaa ja jolla samanaikaisesti tai peräkkäin toimii useampi kuin yksi työnantaja tai itsenäinen työsuorittaja. Yhteinen työpaikka voi olla tehdasalue, teollisuuslaitos, rakennustyömaa, terminaali tai palvelulaitos.

Tilajalla tarkoitetaan päätyönantajaa eli työturvallisuuslain mukaista pääasiallista määräysvaltaa käyttävää työnantajaa. Rakennustyömaalla tilaaja on joko pääurakoitsija tai rakennuttaja.

Toimittajalla tarkoitetaan yhteisellä työpaikalla tilaajan laskuun työtä tekevää työnantajaa. Tällainen on myös urakoitsija ja myös tälle työtä tekevä aliurakoitsija.

Vuokratyöntekijät työskentelevät tilaajan työnjohdon alaisena. Työvoimaa vuokralle antava työnantaja vastaa työsuojelun perusvelvoitteista ja työterveyshuollon järjestämisestä. Työn teettävä työnantaja vastaa työn tekemisen edellytyksistä ja olosuhteista omalla työpaikallaan. Kun työn johto ja valvonta siirtyvät työn teettäjälle, siirtyy teettäjälle myös vastuu työhön liittyvästä työsuojelusta.

Yhteisen työpaikan osapuolet tilaajan ohella voivat olla:

- yhteistyö- ja sopimuskumppanit (esim. siivoustyö, kunnossapito)
- projektityöntekijät (esim. itsenäiset työsuorittajat, vuokratyövoima)
- raaka-aineiden toimittajat

Yhteisellä työpaikalla liikkuu myös vierailijoita, erilaisia tarkastusten tekijöitä ja lyhyiden erikoistöiden tekijöitä.

## 2.1 Vastuu turvallisuudesta

Työturvallisuuslaki määrittelee yhteisellä työpaikalla toimivien tahojen vastuut ja velvollisuudet työturvallisuustyössä. Tilaajan ja toimittajan välisessä sopimuksessa määritellään yksityiskohtaisesti turvallisuuteen liittyvät asiat. Näin eri osapuolilla on tiedossa ne seikat, joiden perusteella turvallisuutta suunnitellaan ja toteutetaan työn aikana sekä mahdolliset epäselvyydet ratkaistaan.

Tilaajan tärkeimmät turvallisuuteen liittyvät tehtävät ovat työpaikan yhteisten turvallisuusohjeiden laatiminen sekä työpaikalla toimivien osapuolten toimintojen yhteensovittaminen. Koko työpaikkaa koskevissa turvallisuusohjeissa kerrotaan, miten työpaikalla pitää toimia ja käyttäytyä. Yksittäisiä työvaiheita ja työkohteita varten tehdään tarkemmat, erilliset turvallisuusohjeet.

Toimintojen yhteensovittamisella varmistetaan, että samoissa työtiloissa yhtäaikaisesti tai peräkkäin työskentelevät toimijat eivät aiheuta vaaroja ja ongelmia toisilleen.

Tilaaja vastaa työpaikalla myös

- liikenteen ja liikkumisen järjestelyistä
- turvallisuuden ja terveellisuuden edellyttämästä yleisestä järjestyksestä ja siisteydestä

- työolosuhteiden ja työympäristön yleisestä turvallisuudesta ja terveellisyydestä
- muusta yleissuunnittelusta

Tilaaajan on varmistettava, että toimittaja saa tarpeelliset tiedot ja ohjeet työpaikan vaara- ja haittatekijöistä sekä turvallisuuteen liittyvistä toimintaohjeista, esimerkiksi alueella tarvittavista henkilönsuojaimista. Muita toimittajalle ilmoitettavia tietoja ovat työpaikan palontorjuntaan, ensiapuun ja evakuointiin liittyvät toimenpiteet sekä näistä tehtävistä vastaavat henkilöt. Tilaaajan työnvalvonta seuraa työn edetessä, että turvallisuuden suhteen toimitaan sovitulla tavalla.

Toimittajatyönantajan tärkeimpiin tehtäviin yhteisen työpaikan turvallisuuden varmistamisessa kuuluu tiedottaminen. Tämän täytyy:

- tiedottaa tilaajalle niistä haitta- ja vaaratekijöistä, joita hänen oma työnsä voi muille aiheuttaa
- välittää tilaajan antamat tiedot omille työntekijöilleen ja toimittajilleen

Toimittaja vastaa myös omien työntekijöidensä ammattitaidosta ja tarvittavasta opastamisesta sekä tarvittavien suojainten hankinnasta. Erityissuojainten käytöstä voidaan tapauskohtaisesti sopia muutakin: toimittaja voi esimerkiksi käyttää tilaajan hankkimia erityissuojaimia.

Toimittaja vastaa omien työntekijöidensä työnjohdosta, ellei muuta kirjallisesti sovita.

Työnjohto huolehtii:

- työtehtävien suunnittelusta ja työnjohdosta
- koneiden ja laitteiden kunnonvalvonnasta
- turvallisten työmenetelmien ja henkilösuojainten käytön valvonnasta
- työnopastuksesta

Työntekijän velvollisuutena on noudattaa annettuja ohjeita. Työntekijä huolehtii omasta turvallisuudestaan, mutta myös kaikkien muiden turvallisuudesta, joihin hänen työnsä vaikuttaa. Työntekijän on käytettävä työhön määrättyjä henkilösuojaimia. Hänen on työssään noudatettava järjestystä ja siisteyttä sekä huolellisuutta ja varovaisuutta.

Työntekijän velvollisuuksiin kuuluu havaittujen turvallisuutta vaarantavien vikojen ja puutteellisuuksien poistaminen, jos se on mahdollista. Havaituista vioista ja

puutteellisuuksista tulee aina ilmoittaa esimiehelle ja työsuojeluvaltuutetulle, myös jo poistetuista sellaisista. Vaarojen ilmoitusmenettely yhteisellä työpaikalla ohjeistetaan.

Työntekijä ei saa poistaa tai kytkeä pois päältä turvallisuus- tai suojalaitteita eikä poistaa ohje- tai varoitusmerkintöjä. Jos turvallisuus- tai suojalaite joudutaan erityisestä syystä, esimerkiksi häiriö- tai huoltotilanteessa, tilapäisesti poistamaan käytöstä, siihen tarvitaan esimiehen lupa. Laite on palautettava käyttöön tai kytkettävä päälle välittömästi huoltotoimenpiteen jälkeen.

Työntekijällä on oikeus pidättäytyä työstä, jos siitä aiheutuu vakavaa vaaraa omalle tai muiden työntekijöiden hengelle tai terveydelle. Työstä pidättäytymisestä tulee ilmoittaa omalle esimiehelle tai tämän edustajalle niin pian kuin mahdollista. Työstä pidättäytyminen ei saa rajoittaa työntekoa laajemmalti kuin työn turvallisuuden ja terveellisyyden kannalta on välttämätöntä.

Työsuojeluorganisaatio:

Jokaisessa yrityksessä tai organisaatiossa tulee olla työsuojelupäällikkö. Hänet nimeää työnantaja, mikäli ei itse toimi työsuojelupäällikkönä. Työsuojelupäällikön tulee olla perehtynyt työpaikan työsuojelukysymyksiin. Kun työpaikalla työskentelee säännöllisesti vähintään 10 työntekijää, työntekijät valitsevat keskuudestaan työsuojeluvaltuutetun ja kaksi varavaltuutettua edustajikseen työsuojeluyhteistoimintaan.

Työsuojeluasiamies on tietyn toimialueen, esimerkiksi yksikön henkilöstön tai ammattiryhmän, valitsema edustaja. Työsuojeluasiamiehen valinnasta sovitaan paikallisesti. Kun työpaikalla työskentelee säännöllisesti vähintään 20 työntekijää, työnantajan ja työntekijöiden yhteistyöelimenä työsuojeluasioissa toimii työsuojelutoimikunta tai yhteisesti sovittu, muulla tavoin toteutettu yhteistoimintajärjestelmä. Työntekijät ja toimihenkilöt valitsevat edustajansa keskuudestaan. Työsuojelupäällikkö kuuluu tähän työsuojeluyhteistoimintaelimeen. Työntekijän tulee yhteisellä työpaikalla tietää, kuka on tilaaja yrityksen yhteyshenkilö turvallisuusasioissa.



## 2.2 Vaaratekijät ja niiden torjunta

### 2.2.1 Koneet ja laitteet

Työhön hankittavien koneiden laitteiden on oltava niitä koskevien vaatimusten mukaisia, työhön sopivia ja turvallisia käyttää. Vuoden 1994 jälkeen valmistetussa koneessa tulee olla CE- merkintä, jonka avulla koneen valmistaja vakuuttaa koneen täyttävän EU:n lainsäädännön turvallisuusvaatimukset. Ennen CE- merkinnän kiinnittämistä koneeseen valmistaja laatii vaatimustenmukaisuusvakuutuksen, joka toimitetaan koneen mukana. Koneen valmistaja arvioi koneen käyttöön liittyvät riskit. Kaikissa koneissa on oltava käyttöohjeet suomen ja/tai ruotsin kielellä.

Työnantajan on huolehdittava tarvittavista käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksista sekä pidettävä huolta siitä, että aikaisemmin käyttöön otetut koneet täyttävät niitä koskevat vaatimukset. Esimerkiksi nostureille on tehtävä käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksia. Tarkastuksista laaditaan pöytäkirja. koneet ja laitteet on pidettävä kunnossa koko niiden käyttöiän ajan. Niitä on käytettävä ja huollettava oikein, suojaukset on pidettävä käytössä ja esimerkiksi sähköjohdot ja hallintalaitteet on pidettävä kunnossa.

### 2.2.2 Kuljettimet, nielut, pyörivät akselit

Koneiden, kuljettimien, telojen ja rullien nielut sekä liikkuvat reunat ja pyörivien akselien päät on suojattava. Suojalaitteiden on oltava oikein mitoitetuja ja säädettyjä. Suojalaitteen saa poistaa vain, jos siihen on erityinen syy ja esimiehen lupa. Turvallisuus- tai suojalaite on palautettava käyttöön mahdollisimman pian.

### 2.2.3 Työvälineet

Käyttöön otettava työväline tulee olla ehjä, tarkastettu, puhdas ja tarkoituksenmukainen. Työvälinettä käytetään vain siihen työhön, johon se on tarkoitettu. Viallisen laitteen käyttö on estettävä, vika merkittävä ja toimitettava laite huoltoon. mikäli kone tai laite pysähtyy sähköhäiriön takia, pitää sen käyttökytkin kääntää 0-asentoon ja varmistaa,

että uudelleenkäynnistys ei aiheuta vaaraa. Sähkölaite on vietävä huoltoon, mikäli sulake palaa, automaattisulake tai vikavirtasuojakytkin laukeaa.

#### 2.2.4 Odottamaton käynnistyminen

Odottamattomalla käynnistyksellä tarkoitetaan käynnistymistä, joka johtuu esimerkiksi: ohjausjärjestelmän vikaantumisesta, energiasyötön palaamisesta tai tarkoituksettomasta käynnistyskäskystä. Käyttö-, huolto- ja korjaustöitä tekevien on varmistettava, että laitteiden odottamaton käynnistys on estetty ja ettei laitteen käynnistämisestä aiheudu vaaraa. Koneen tai laitteen odottamaton pysähtyminenkin saattaa aiheuttaa vaaratilanteen joissakin tilanteissa. Lisäksi on otettava huomioon lähistöllä olevat laitteet. Automaation lisääntyminen työpaikoilla on lisännyt odottamattoman käynnistuksen mahdollisuutta, koska useat koneet käynnistyvät kaukokäynnistyksellä tai automaattisesti.

Alueesta vastaava esimies antaa opastuksen ja luvan energian erottamiseen, minkä jälkeen erottamisen voi tehdä. Odottamattoman käynnistymisen vaaran aiheuttavia tekijöitä ovat sähkö, virtaava aine, hydraulikka ja pneumatiikka tai mekaaninen energia. Odottamattoman käynnistämisen estämiseksi käytetään mm. henkilökohtaisia lukkoja ja varoituskilpiä. Odottamattoman käynnistymisen estämisessä tulee noudattaa aina valmistajan ohjeita. Ennen töihin ryhtymistä varmistetaan, että energia on erotettu. Huolehditaan tiedonkulusta esimerkiksi tuotantoon ja muille alueella työskenteleville. Joissakin tapauksissa tarvitaan vielä erillinen lupa työn suorittamista varten.

#### 2.2.5 Nostot

Nostot on aina suunniteltava huolellisesti. Erikoisnostot, kuten raskaat nostot, suurten kappaleiden nostot ja yhteisnostot edellyttävät aina erillistä kirjallista nostosuunnitelmaa. Nostoissa tulee käyttää vain hyväksytyjä, tarkastettuja ja ehjiä nostolaitteita ja nostoapuvälineitä. Nostolaitteet ja – apuvälineet tarkastetaan vuoden välein. Työpaikoilla on usein värikoodit, joista selviää, minä vuonna kyseisellä värillä merkitty laite on tarkastettu.

Taakkaa ei saa nostaa henkilöiden yli. Mikäli työskennellään alueella, jossa nostoja suoritetaan, on tarkkailtava nostotilannetta. Taakan alta ei koskaan saa kävellä.

Nostureita saavat käyttää vain erikseen koulutetut ja nimetyt henkilöt. Merkinannot nosturin käyttäjälle noston aikana antaa yksi henkilö. Henkilönostoihin saa käyttää ainoastaan henkilönostoja varten suunniteltuja, valmistettuja, hyväksytyjä ja tarkastettuja nostolaitteita ja apuvälineitä. Henkilönostokoria ei saa käyttää tavaran nostoon eikä nostolaitteella henkilönoston aikana saa nostaa muuta kuormaa kuin nostettavan henkilöntyössään tarvitsemat työkalut ja tarvikkeet. Useilla työpaikoilla vaaditaan turvavaljaiden käyttöä henkilönostoissa. Valjaat kiinnitetään nostokoriin. Henkilönostoissa nosturin kuljettajan ja nostettavan alaikäraja on 18 vuotta.

#### 2.2.6 Tikkaat

Tikkaat eivät ole työalustoja. Nojatikkaita saa käyttää vain tilapäisenä kulkutienä ja lyhytaikaiseen, kertaluonteiseen työhön. A-tikkaita saa käyttää työalustana vain lyhytaikaisissa kevyissä asennustoissa, tällöinkin vain tavallisen huonekorkeuden tiloissa, painumattomalla ja tasaisella alustalla. Monilla työpaikoilla tikkaiden käyttö on kokonaan kielletty. Jo alle kolmesta metristä putoaminen on aiheuttanut useita kuolemaan johtaneita tapaturmia.

#### 2.2.7 Sähkö

Käyttäjän tulee varmistaa, että kaikki käyttämät sähkölaitteet, johdot ja pistorasiat ovat ehjiä ja tarkoitettu niihin olosuhteisiin, jossa niitä käytetään. Huolehditaan, että sähköjohdot on aseteltu asianmukaisesti ja suojattu mekaanisilta vaaroilta. Käytetään kaapelisuojuja tai kaapeliteitä, johtoja ei saa vetää kulkutien poikki. tilaajan edustajan kanssa sovitaan mistä sähköä voidaan ottaa. Pidetään sähkökeskusten edustat vapaana (yleensä 0,8m).

Sähkölaitteita saa asentaa ja korjata vain sähköalan ammattilainen. Työskentely sähkötiloissa on sallittua vain sähköammattilaisten luvalla ja valvonnassa. Sähkötilassa työskennellessä on otettava huomioon mahdollisesti tilassa oleva automaattinen sammutusjärjestelmä. Sähkötilan tulee olla lukittuna ja se tulee muistaa lukita aina

työskentelyn jälkeen. Työajan päätyttyä kytketään sähkölaitteet jännitteettömiksi, jos mahdollista.

Selvitetään, edellyttäväkö tehtävä työ erityisominaisuuksia sähkölaitteilta, käytetäänkö sähkötyökalua esimerkiksi kosteissa tai räjähdysvaarallisissa tiloissa tai säiliöissä. Työvälinevaatimukset tulee määrittellä tilaajan kanssa etukäteen.

### 3 Koneita koskevat säädökset

#### 3.1 Lainsäädäntö

Suunnitteluvaiheessa voidaan parhaiten vaikuttaa koneen turvallisuuteen. Myös turvallisuusratkaisuihin voidaan parhaiten vaikuttaa silloin, kun koneesta on vasta muutama viiva paperilla. Kalliimmaksi ja vaikeammaksi lopputulos tulee, mitä pidemmälle suunnittelu etenee. Huonoin tilanne turvallisuuden arvioinnissa on silloin, kun arviointi tapahtuu koneen ollessa jo valmis. Tällaisessa tilanteessa, jotta kone saadaan toimintakuntoon voi tulla kalliiksi. Lainsäädäntö edellyttää valmistajalta vastuuta turvallisuuden huomioimista koneen suunnittelussa. Lähtökohtaisesti kone pitäisi suunnitella niin, ettei turvalaitteita ja suojuksia tarvittaisi. Jos tässä ei onnistuta, valmistajan tulee miettiä turvaratkaisuja vaarakohdan suojaksi. Mikäli suojuksilla ja turvalaitteilla ei voida vaaraa poistaa, on vaaroista varoitettava ja käyttöohjeissa kehotettava käyttämään henkilösuojaimia. (Siirilä & Kerttula 2007,12.)

Laissa säädetään koneen suunnittelusta ja rakentamisesta eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta (1016/2004,ns. konelaki) sekä koneiden turvallisuudesta valtioneuvoston päätöksessä (1314/1994, ns. konepääätös). konepääätös pohjautuu Euroopan Unionin direktiiviin (98/37EY), ns. konedirektiiviin. Konedirektiivi on ns. uuden menettelyn mukainen direktiivi. Direktiivillä on yhdenmukaistettu kaikkien EU:n jäsen maiden koneiden turvallisuutta koskevat lait ja asetukset. Direktiivin lähtökohtana on ollut korkean suojelun taso eli tavoitteena on, että Euroopan Unionin alueelle myydään ja toimitetaan vain turvallisia ja vaatimukset täyttäviä koneita. Direktiivissä säädetään työkäyttöön kuin kuluttajien käyttöön tarkoitettujen koneiden turvallisuudesta, sisältäen kaikkia koneita koskevat turvallisuusvaatimukset, ns. olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. (Siirilä & Kerttula 2007, 12-13.)

Pakollisia vaatimuksia täydennetään Eurooppalaisilla standardeilla, valmistajille näiden noudattaminen on kuitenkin vapaaehtoista. Eurooppalaisten standardien mukaisesti rakennettu kone, katsotaan myös direktiivin pakollisten vaatimusten täyttyvän. EU:N jäsenmaiden on pitänyt kirjoittaa konedirektiivin mukaisesti, koneiden turvallisuutta koskeva lainsäädäntönsä. Suomessa konedirektiivi on saatettu voimaan konepäätöksellä. Koneita saa vapaasti myydä ja ottaa käyttöön EU:n alueella, mikäli valmistaja suunnittelee ja rakentaa koneensa konedirektiivin tai vastaavan kansallisen säädöksenmukaisesti. (Siirilä & Kerttula 2007,13.)

Konepäätös koskee valmistajaa sekä koneen suunnittelu-, valmistus-, ja myyntivaihetta. Valtioneuvoston työnantajaa koskevassa päätöksessä säädellään koneen käyttöönottoa ja muuta myöhempää käyttöä työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (856/1998, ns. käyttöpäätös).

Tämä pohjautuu myös EU:n direktiiviin ns. työsuojeludirektiiviin. Tämä sisältää työnantajalle velvoitteita huolehtia, että työntekijän käyttöön annettava kone on turvallinen käyttää. koneen turvallinen käyttö koko elinkaarensa ajan taataan näillä kahdella päätöksellä. (Siirilä & Kerttula 2007,13.)

Standardi EN 954-1, korvataan standardilla EN ISO 13849-1. Standardin EN 954-1, voimassa olo päättyi 31.12.2011 ja se menetti silloin vaatimustenmukaisuusolettamuksen.

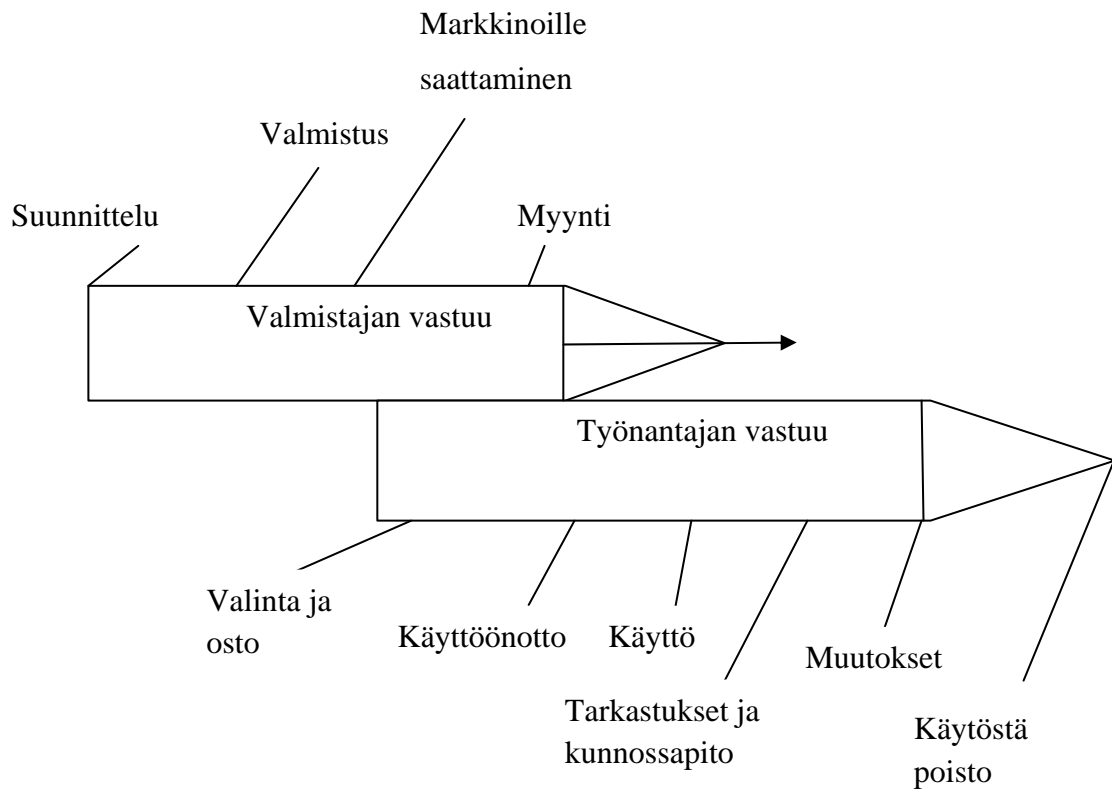
Standardi EN 954-1 "Koneiden turvallisuus" on esistandardi, joka määrittelee tärkeimmät turvallisuustoiminnot. EN ISO 13849-1 sisältää lisäksi luotettavat tiedot koskien turvallisuustason määrittelyä. On joukko muitakin tärkeitä tekijöitä, jotka on suunniteltava standardin EN ISO 13849-1 mukaan ja joiden on oltava konedirektiivin mukaisia. Näitä ovat mm.: järjestelmäarkkitehtuuri (rakenne) ja Common Cause Failure (yhteisviat).

Laitevalmistajien ja omistajien, jotka ovat tähän asti käyttäneet standardia EN 954-1, täytyy arvioida uudelleen nykyiset turvallisuusjärjestelmänsä ja koneensa. Riskiarviointimenettelyyn aktiivisesti ryhtyvät hyötyvät eduista, kuten kustannusten pienenemisestä ja pystyvät hyödyntämään älykkäiden ja nykyaikaisten ratkaisujen mahdollisuudet.

Monet kone- ja laitevalmistajat ovat epävarmoja uusien toiminnallista turvallisuutta koskevien standardien vuoksi eivätkä tiedä onko heidän käyttämä menettely oikea ja vaatimusten mukainen.

Konelaki (1016/2004)

Konepäätös (1314/1994)



Työturvallisuuslaki (738/2002)

Käyttöpäätös (856/1998)

Kuvio 1. Koneen elinkaari valmistajan ja työnantajan (käyttäjän) vastuut silloin, kun kone on valmistettu säädösten mukaisesti. jos kone ei ole säädösten mukainen, valmistaja voi työnantajan ohella joutua vastuuseen myöhemminkin sattuneesta työtapaturmasta silloin, kun tapaturma johtuu valmistajan vastuulla olevasta turvallisuuspuutteesta. (Siirilä & Kerttula 2007,13.)

### 3.2 Valmistajan velvollisuudet

Konepääätös sisältää valmistajan tehtävät ennen koneen myyntiä. Valmistajan tehtäviä ovat:

- Koneen riskien arviointi
- Koneen suunnittelu ja rakentaminen riskien arvioinnin tulokset huomioon ottaen konepääätöksen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Koneen suunnittelu ja rakentaminen ottaen huomioon muut mahdolliset sitä koskevat vaatimukset, jotka ovat:
  - Sähköturvallisuutta koskevat vaatimukset (pienjännitedirektiivi 2006/95/EY)
    - Sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset (EMC-direktiivi 2004/108/EY)
    - Räjähdyksivaarallisissa tiloissa käytettäviä koneita koskevat vaatimukset (ATEX-direktiivi 94/9/ETY)
    - Paineastiavaatimukset (direktiivi 97/23/ETY)
    - Kaasulaitevaatimukset (direktiivi 90/396/ETY)
    - Rakennustuotteita koskevat vaatimukset (direktiivi 89/106/ETY)
    - jne.
- Teknisen tiedoston laatiminen
- Käyttöohjeiden laatiminen
- Konepääätöksen liitteessä 4 mainittavien koneiden mahdollinen tyyppitarkastus
- Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatiminen

Käyttöohjeet ja tarvittavat merkinnät:

Koneasetus määrää että koneen mukana on toimitettava ohjeet suomen- ja ruotsinkielellä.

Turvallisuusohjeiden tulee sisältää seuraavat

- Koneen asentaminen käyttökuntoon
- Koneen turvallinen käyttö
- Tarkastusohjeet
- Käsittely- kuljetusohjeet



- Koneen paikalleen asentaminen
- Kokoonpano, purkaminen
- Kunnossapito (säätö, huolto, korjaukset)
- Perehdyttämisohjeet
- Tarvittaessa koneen kielletyt käyttötavat

Merkinnöistä näkyvillä tulee olla valmistajan nimi ja osoite, CE - merkintä, valmistusvuosi ja tarvittavat varoitustekstit ja – merkinnät. Valmistajan tulee antaa tiedot koneen melupäästöistä.

Tekninen rakennetiedosto:

Valmistaja voi tarvittaessa osoittaa koneen vaatimustenmukaisuuden laatimansa teknisen rakennetiedoston avulla. Teknisen rakennetiedoston tulee sisältää mm. seuraavat tiedot

- Yleispiirustuksen sekä ohjauspiirikaavion
- Täydelliset piirustukset sekä laskelmat ja testaustulokset jne.
- Kuvauksen menetelmistä koneen aiheuttamien vaarojen estämiseksi
- Tarvittaessa pätevän laitoksen antaman raportin tai sertifikaatin
- Yhdenmukaistettujen standardien edellyttämien testausten tulokset
- Käyttöohjeen kopion
- Selvityksen laadun tasaisuudesta (sarjavalmisteiset koneet).

#### 4 UUDET DIGITAALISET TEKNOLOGIAT JA LIKETOIMINTAMALLIT

Digitaaliset tuotantotavat ovat muuttaneet koko teollisen tuotantotavan. Koneissa on nykyään automaattisia toimintoja ja näiden elektronisia ohjausjärjestelmiä. koneet kootaan koneyhdistelmiksi ja koko tehtaan suuruiseksi järjestelmiksi, missä teollisuusautomaatioon yhdistyvät tuotannonohjaus- ja resurssienjärjestelmät. Digitaaliset teknologiat mahdollistavat näin uudenlaiset liiketoimintamallit ja yhteistyömuodot. Toimitukset ovat ketjuuntuneet ja verkottuneet ja projekteissa on usein toimijoita monista eri maista (Haapio & Sundqvist 2011, 7).

Yritysten verkottuessa, nämä ulkoistavat toimintonsa ja sisäiset toiminnot siirretään asiakkuuksiin ja kumppanuuksiin, näin yritykset ovat enemmän riippuvaisia toisistaan ja sopimuksistaan. Ostos- ja myynnin sopimusten ja niihin liittyvien lakisääteisten ja muiden vaatimusten yhteensovittaminen ei ole ongelmaton. Kielen, kulttuurin ja kohdemaan säädösten erot korostuvat. Vaikka yhteisenä kielenä käytetään esim. Englantia, se ei kuitenkaan ole äidinkieli (Haapio & Sundqvist 2011, 7).

Verkottuneessa suunnittelu- ja valmistusprosesseissa ongelmana on sopimus- ja vastuuketjujen hallinta niin, että osapuolet ymmärtävät keskenään turvallisuus- ja muut vaatimukset samalla tavoin. Tässä onnistuminen edellyttää parempaa osaamista ja tekemällä ammatti-, kieli- ja kulttuurirajat ylittävää yhteistyötä. Yritysten on paneuduttava direktiiveihin ja näihin liittyviin standardeihin. Toisaalta on myös, paneuduttava kansainvälisen liiketoiminnan lakeihin ja sopimuskäytäntöihin. Laatu ja turvallisuus voi olla puutteellista, jos osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat epäselviä (Haapio & Sundqvist 2011, 7).

Turvallisuus on enenemissä määrin yhdistetty monimutkaisen järjestelmän eri toimintoihin. Mekaniikan, sähkötekniikan, hydraulikan, pneumatiikan, ohjelmistokehityksen, tietotekniikan ja tietoturvan osaamista on tarvittava suunniteltaessa konejärjestelmiä. Suunnitteluun ja valmistukseen osallistuvat suunnittelijoita, laitetoimittajia ja tahoja, jotka yhdistävät sähkö- ja automaatiojärjestelmän koneeseen tai koneyhdistelmään. Näitä voivat olla tilaajan tai toimittajan työntekijät tai alihankkijat, joilla voi olla omia verkostokumppaneita (Haapio & Sundqvist 2011, 7).

Osaamis- ja vastuualueisiin liittyy myös, omalta osaltaan turvallisuuden näkökulma. Lopputulos riippuu pitkälle siitä, kuinka erialojen toimijoiden ammattitaito, osaaminen ja toimintatavat pystytään liittämään yhteen. Ammattiryhmien rajat ylittävää ja projektin hallintaa tarvitaan, jotta kokonaisuutta pystytään hallitsemaan (Haapio & Sundqvist 2011, 8).

#### 4.1 Vaatimustenmukaisuuden ja turvallisuuden ennakoiva hallinta

Koneen tai koneyhdistelmän turvallisuuden varmistamisessa on olennaisena osana vaatimusten hallinta. Monet vaatimukset ovat toisiaan täydentäviä ja myös päällekkäisiä. Konejärjestelmän käytettävyyttä, turvallisuutta, ympäristöongelmien

hallintaa ja tietoturvaa parantaa, teknisen järjestelmän luotettavuusvaatimusten täyttäminen. Moninaisten vaatimusten hallitsemiseen tarvitaan järjestelmällistä prosessia ja laajemmissa projekteissa vaatimustenhallinnan työkaluja. Vaatimuksia voidaan ryhmitellä seuraavasti: (Haapio & Sundqvist 2011, 11)

#### 4.2 Lakisääteiset turvallisuusvaatimukset

Säädöksissä esitetään lakisääteiset turvallisuusvaatimukset. Euroopan unionin tuotedirektiiveihin perustuvat pääasiassa Suomen ja Euroopan talousalueella, koneita koskevat kansalliset säädökset. Euroopan talousalueen ulkopuolella on omia kansallisia säädöksiä. Vaatimustenmukaisuus tarkoittaa lakisääteisten turvallisuusvaatimusten yhteydessä kyseistä tuotetta koskevien kansallisesti täytäntöön pantujen direktiivien ja muiden säädösten vaatimusten täytymistä. (Haapio & Sundqvist 2011, 11)

Koneen valmistaja vakuuttaa Vaatimustenmukaisuusvakuutuksella, että kone täyttää kaikki sitä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Koneeseen tehdään Vakuutuksen allekirjoituksen jälkeen CE - merkintä. Vaatimustenmukaisuusvakuutus on oltava esim. käyttöohjeen liitteenä.

CE- merkintä:

CE- merkinnän on oltava mittasuhteiltaan kuvan mukainen, vähintään kuitenkin 5 mm.



Kuva 1. CE - merkki ([http://www.sfs.fi/palvelut/kuvia\\_logoja/](http://www.sfs.fi/palvelut/kuvia_logoja/))

#### 4.3 Standardien turvallisuusvaatimukset

Kansainvälisissä standardointiorganisaatioissa valmistellaan ja hyväksytään standardit (esim. ISO ja IEC). Nämä otetaan sellaisenaan kansalliseen standardisointijärjestelmään, niistä poikkeavat kansalliset standardit kumotaan. Standardeja uusitaan säännöllisesti ja ne kuvastavat ajanmukaista turvallisuustasoa. Standardin vaatimustenmukaisuus tarkoittaa kyseistä tuotetta koskevan tietyn standardinvaatimusten täyttymistä. Tätä ei pidä sekoittaa säädösten vaatimusten mukaisuuteen. Euroopan talousalueella nämä liittyvät toisiinsa, koska yhdenmukaistettujen standardien mukaiset ratkaisut antavat samalla oletuksen, että ratkaisut täyttävät kyseistä standardia vastaavan direktiivin/säädöksen asiaan liittyvät turvallisuusvaatimukset. (Haapio & Sundqvist 2011, 11)

#### 4.4 Sopimusten ja kauppalakien turvallisuus- ja muut vaatimukset

Konetoimituksen osapuolet voivat sopimuksessaan määritellä, mitä vaatimuksia kaupan kohteena olevalle koneelle asetetaan. Kansainvälisessä kaupassa osapuolet sopivat myös, minkä maan lakeja ja viranomaisten vaatimuksia toimitettavan koneen tulee täyttää. Vaatimukset voivat liittyä turvallisuuden ohella muihin koneen ominaisuuksiin, kuten käytettävyyteen, suorituskykyyn, tehoon, kulutusarvoihin ja tarkkuuteen. Mikäli osapuolet eivät täsmennä vaatimuksia, kauppalait – oikeudelliset oletussäännöt – alkavat vaikuttaa. Nämä eivät välttämättä johda osapuolten toivomaan tulokseen. (Haapio & Sundqvist 2011, 11)

Seuraavassa kuviossa (kuvio 2) on kaksi näkökulmaa vaatimuksiin ja lähtökohdat niiden hallintaan. Kahtalaisuus on hyvä tiedostaa myös vaatimusten hallinnan käytännön työssä, jossa eri ammattiryhmien yhteistoimintaa ja keskinäistä ymmärrystä olisi tarpeen kehittää. Tekniset vaatimukset, turvallisuusvaatimukset mukaan lukien, on tarpeen saada entistä paremmin osaksi konehankintojen, -tarjousten ja kauppasopimusten valmistelua, toisaalta sopimusten sekä kaupankäynnin oikeudellisten oletussääntöjen vaatimukset on tarpeen saada entistä paremmin osaksi koneiden suunnitteluprosessia. Julkaisussa esitetään kaksi näkökulmaa vaatimuksiin ja lähtökohdat niiden hallintaan. Julkaisussa nähdään, miten kahdesta lähtökohdasta voidaan edetä kehittyneempään

ennakoivaan toimintaan ja näin välttää väärinkäsityksiä, ajanhukkaa ja odottamattomia taloudellisia menetyksiä. (Haapio & Sundqvist 2011, 11)



Kuvio 2. Uusien koneiden vaatimustenmukaisuus: kaksi näkökulmaa (Haapio & Sundqvist 2011, 12).

Vaatimusten hallinta korostuu tuotteiden suunnittelussa kuin myös hankinta- ja myyntitoiminnassa, teknologian kehittyessä. Uusien teknisten ja hallinnollisten ongelmien eteen koneenrakentajat ja muutkin osapuolet, asettaa tuotteiden ja tuotannon digitalisoiminen. Toimintaa ei voida enää hallita perinteisin keinoin, kun turvallisuus yhdistyy yhä enemmän monimutkaisen järjestelmän eri toimintoihin. Esimerkiksi satojen tuhansien tai miljoonien ohjelmarivien testaus ei takaa elektronisissa laitteissa, järjestelmän toimivuutta turvallisesti kaikissa tilanteissa. Järjestelmän riittävä luotettavuus oikean toiminnan varmistamisessa saadaan aikaan kehittämis- ja laadunhallinnanprosesseilla. Ongelmien ennakoiminen ja ratkaiseminen heti niiden ilmetessä koko projektin elinkaaren eri vaiheessa voidaan ehkäistä ja vaatimustenhallinta on tässä avainasemassa. (Haapio & Sundqvist 2011, 12)

Monimutkaisten elektronisten ohjausjärjestelmien suunnittelu ja turvallisuuden varmistaminen on mahdollista vain turvallisuuden kokonaisuuden hallintaan soveltuvalla lähestymistavalla. Tämä perustuu turvallisuuden elinkaaren vaiheiden tarkasteluun lähtien järjestelmän suunnittelusta, vaatimusten hallinnasta, toteutuksesta ja käyttöönotosta edelleen järjestelmän käyttöön, kunnossapitoon, kelpuutukseen ja järjestelmän muutosten hallintaan. Yrityksen riskienhallinta-, johtamis- ja laatu järjestelmiin yhdistyykin entistä tiiviimmin turvallisuus. Sopimusten ja säädösten sovittaminen yhteen, uusimpien standardien ottaminen huomioon ja ajan tasalla olevien tietolähteiden käyttö kuuluu nykyisin entistä laajemmin suunnitteluun. Suurten tietomäärien käsittelyyn, järjestelmien todentamiseen ja kelpuutukseen sekä dokumentointiin ovat tietokoneavusteiset työkalut yhä tarpeellisempia. Toiminnallisen turvallisuuden Standardi IEC 61508 esittää menetelmän turvallisuuteen liittyvien automaatiojärjestelmien varmistamiseen johdonmukaisen elinkaarimallin avulla. (Haapio & Sundqvist 2011, 12 - 13)

## 5 KULJETTIMEEN TARVITTAVAT TURVALAITTEET

### 5.1 Turvarele

Turvareleiden käyttötarkoituksena on turvavaatimusten täyttäminen, turvalaitteiden valvonta sekä varmistaa koneiden pysähdykset ja turvalliset uudelleenkäynnistykset. Turvareleitä käytetään mm. prosessien ohjauksessa, koneissa sekä kone ja laiteyhdistelmissä.

Turvareleitä voidaan käyttää kaikkien turvallisuustoimintojen käyttämiseen:

- hätäpysäytys
- kaksinkäsin käyttö
- turvaportin rajakytkin
- valopuomit
- skannerit
- kuittauspainikkeet
- käyttötapavalitsin
- passivointi
- turvamatot
- anturit

Ohjelmoitava ohjausjärjestelmä mahdollistaa turva- ja vakio-ohjaustoimintojen järkevän yhteensovittamisen. Ohjausjärjestelmä ohjaa, joko yksittäistä konetta tai ketjutettua laitteistoa. Tämän tekevät mahdolliseksi, modulaarinen konsepti ja yksinkertainen ohjelmointi.

Ohjelmoitava turvarele PNOZ multi mini (kuva 2.), Pikku-turvalogiikaksi kutsuttu PNOZ multi mini tarjoaa useita etuja:

- vähemmän komponentteja
- vie vähemmän asennustilaa
- vähemmän johdotusta
- vähemmän riviliittimiä
- nopeampi asentaa
- vähemmän toteutusaikaa
- kehittynyt diagnostiikka -> nopea vianpaikallistaminen turvapiiristä
- muutokset tehtävissä nopeasti
- mahdollistaa asiakaskohtaisen räätälöinnin

Kaikki em. seikat tarkoittavat kustannussäästöjä sekä suunnittelu- että toteutusvaiheessa.



Kuva 2. PNOZ multi mini

PNOZ multiin tulee jatkuvasti uusia ominaisuuksia, se keskustelee kaikkiin standardikenttäväyliin. Pyörintävahti ( nopeuden turvavalvonta ) ja analogia turvatulot on saatavana. Linkkimoduulilla perusyksiköitä voi kytkeä toisiinsa isommaksi järjestelmäksi. Ohjelmointi ohjelma on entisestäänkin kehittynyt ja käyttö nopeutunut. Perusmoduulissa 20 tuloa ja 6 lähtöä. Tulo- ja lähtömoduuleilla niitä saadaan joustavasti ja edullisesti lisää. Perusmoduuleita on tarjolla useampia malleja. Kaikki kaupalliset hyväksynnät: BG, UL, CUL, CCC, GOST, jne. Tekniset turvaluokitukset: EN9541, turvaluokkakat. 14 EN ISO 138491, Performance PLE IEC 61508, turvallisuuden taso SIL3

## 5.2 Omron MS4800E valoverho

Valoverho koostuu lähetin ja vastaanotin parista. Valoverhon havaitessa jonkin liikkuvan sen valosäteiden lävitse, se pysäyttää kuljettimen. Valoverho kytketään turvareleeseen.

Valoverhojen paikantaminen lasketaan seuraavanlaisella kaavalla.

$S \text{ (mm)} = K * T + C$ , jossa



K on lähestymisnopeus (mm/s)

T on turvalaitteen reagoimiseen ja koneen pysähtymiseen kuluva aika (s)

C on laitteesta riippuva vakio (mm)

Valoverhojen lähestymisnopeudeksi voidaan tässä tapauksessa käyttää käden normaalia nopeutta, joka on 2000 mm/s.

Kuljettimen ja turvalaitteen reagoimiseen sekä pysähtymiseen kuluva aika muodostuu valoverhon ja releen reagointiajasta sekä kuljettimen pysähtymiseen kuluva ajasta. Valoverhon reagoimisaika on välillä 14-59ms. PNOZ multi minin reagointiaika on max 20 ms. Kuljetin pysähtyy noin ajassa 200 ms. Arvona T voidaan näin ollen käyttää 0,2 sekuntia.

Arvo C:lle lasketaan kaavalla  $8(d - 14 \text{ mm})$ , jossa d on laitteenhavaitsemiskyky (mm). Omron MS 4800E valoverhon havaitsemiskyky on 14 mm, jolloin C:n arvo on 0.

Valoverhon sijoituksen etäisyydeksi saadaan täten:

$$S \text{ (mm)} = 2000 \text{ mm/s} * 0,4 \text{ s} = 400 \text{ mm.}$$

Valoverhojen sijoittelu täyttää tällä laskennalla standardin SFS-EN 999 vaatimukset

### 5.3 Kuljetin

Käytin työssäni jo valmiina olevaa kuljetinta (kuva 3), hyödynsin laitteistosta käynnistys nappia, pysäytysnappia sekä kuljettimen moottoria.



Kuva 3. Kuljetinjärjestelmä

## 6 KILPAILIJOIDEN TURVARELEITÄ

Markkinoilla on paljon eri valmistajien turvareleitä ja tässä työssä ei niitä voi luetella, joten olen valinnut kaksi eri turvarelettä, joista hieman kerron. Ensimmäinen turvarele on Omronin NE1A-L (kuva 4) ja SICK:n UE 440/470 (kuva 5).



Kuva 4. Omron NE1A-L

NE1A-L-ohjain lukee turvatuloja ja ohjaa turvalähtöjä. Järjestelmä hallitsee 16 DeviceNet-turva-slave-yksikköä. Tämä voidaan yhdistää saumattomasti DeviceNet-vakiojärjestelmiin. Tulojen määrä luokka 4: EN 954-1 ja SIL 3:EN 61508. Lähtöjen määrä, 16/40 puolijohde. Turvaluokka: Itsenäinen. LED-näytöt ja LED-tila ilmaisimet, kehittyneitä vianmääritys toimintoja varten. ([http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/safety/programmable\\_safety\\_system/programmable\\_controllers/programmable\\_controllers.html](http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/safety/programmable_safety_system/programmable_controllers/programmable_controllers.html))



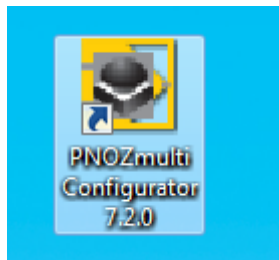
Kuva 5. SICK UE 440/470

SICK UE 440/470:ssä on 15 yksikanavaista tuloa, joista kuusi voidaan liittää kaksikanavaisina. Kahdeksan ulostuloparia, joista kaksi on turvalähtöjä, mahdollistavat tuotantoyksikön muiden komponenttien yksilöllisen ohjauksen. Täyttävät kategoria 4 -

vaatimukset EN 954-1 -standardin mukaisesti ja noudattavat EN 61508 -standardia tasolla SIL 3. (<http://www.sick.fi/fi/news/tuoteuutuudet/ue440/fi.html>. Sick UE 440/470 -miniturvalogiikka)

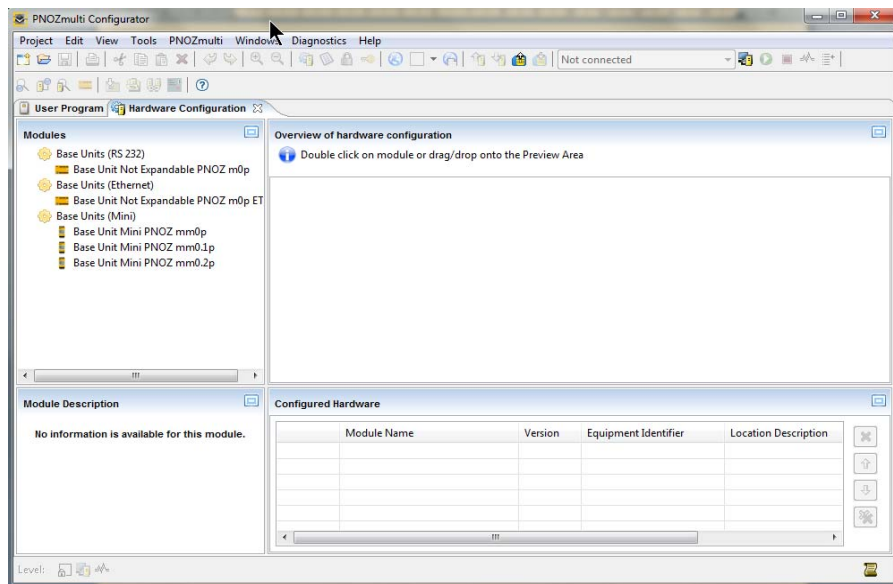
## 7 TURVARELEEN OHJELMOINTI

Turvareleen ohjelmointi suoritetaan omalla PNOZ multi miniin tarkoitettulla ohjelmointi ohjelmalla (PNOZmulti configurator). Ohjelmointi aloitetaan käynnistämällä PNOZmulti configurator (kuva 6).



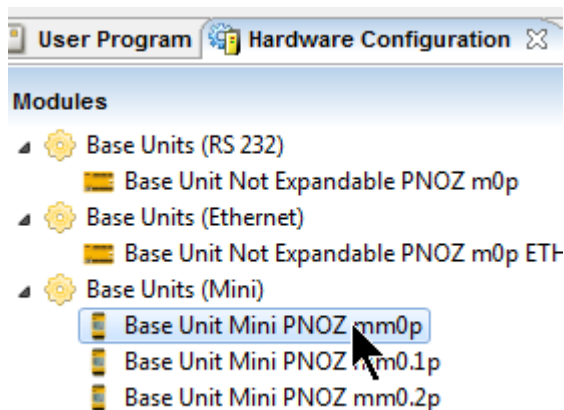
Kuva 6. ohjelman käynnistys

Tästä aukeaa seuraavanlainen ikkuna, jossa on valittuna hardware configuration, ohjelma kysyy laitteen tiedot (kuva 7).



Kuva 7. Laitteen tiedot

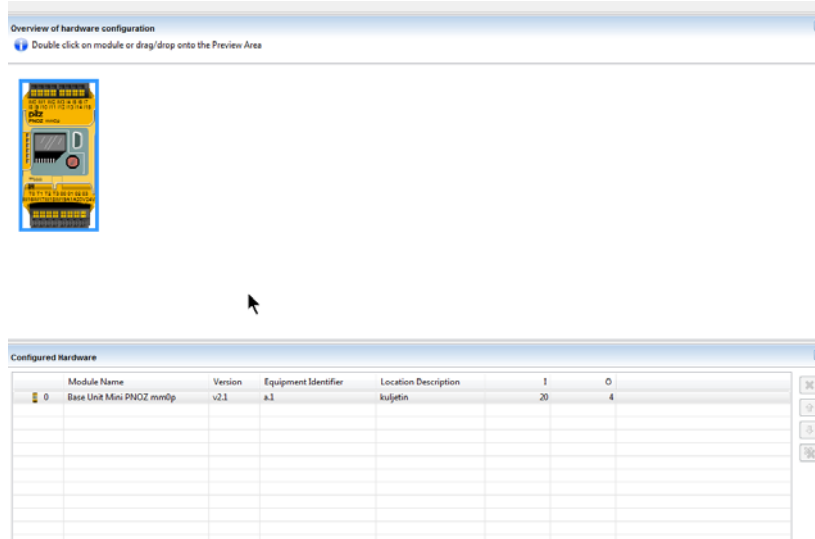
Tämän jälkeen valitaan tupla klikkaamalla turvarelemalli (kuva 8). Base Unit Mini PNOZ mm0p. Tämä on ikkunan oikealla ylhäällä.



Kuva 8. Turvarele malli PNOZ mm0p

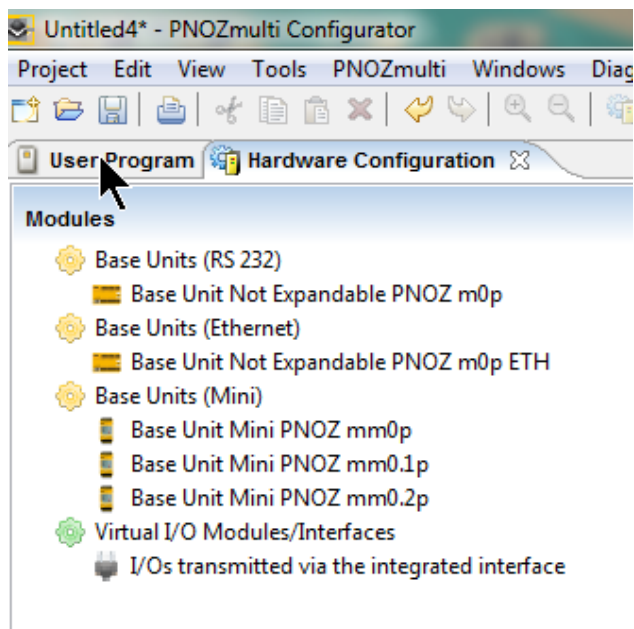
Valinnasta aukeaa valitun mallin mukainen ikkuna, missä annetaan laitetta koskevia määrittämiä (kuva 9). Tässä voidaan määrittää versio mikä tässä tapauksessa on 2.1. Kohtiin Equipment identifier voidaan kirjoittaa esim. turvarele, mikä tulee releen

pääruutuun, itse annoin olla valmiin tekstin ja kohtaan Location Description voidaan kirjoittaa kuljetin. Näillä ei ole kuitenkaan ohjelman kannalta mitään merkitystä.



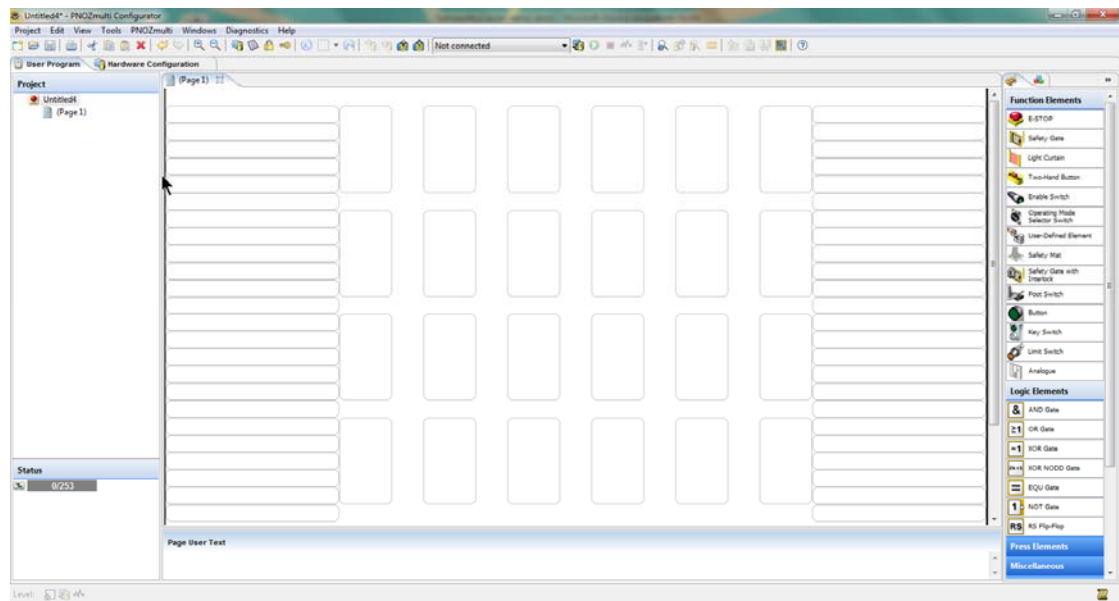
Kuva 9. laitteen määrittelyt

Tämän jälkeen valitaan User Program (kuva 10).



Kuva 10. User program

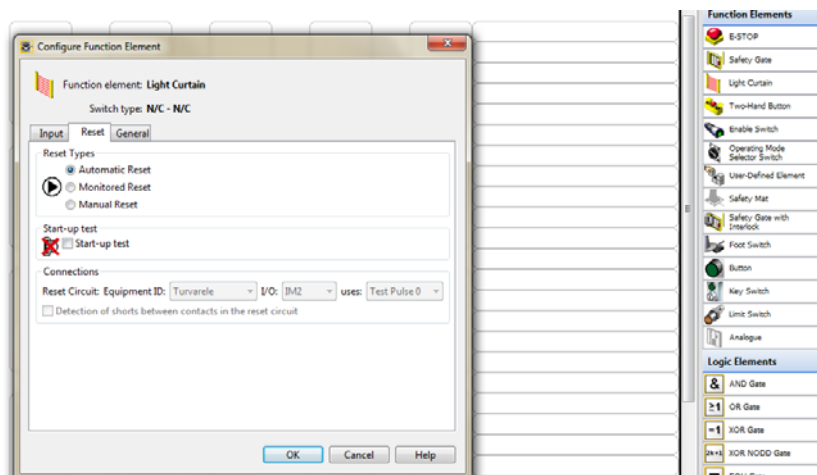
Tästä aukeaa ohjelmointi ruutu (kuva 11.)



Kuva 11. Ohjelmointi ruutu

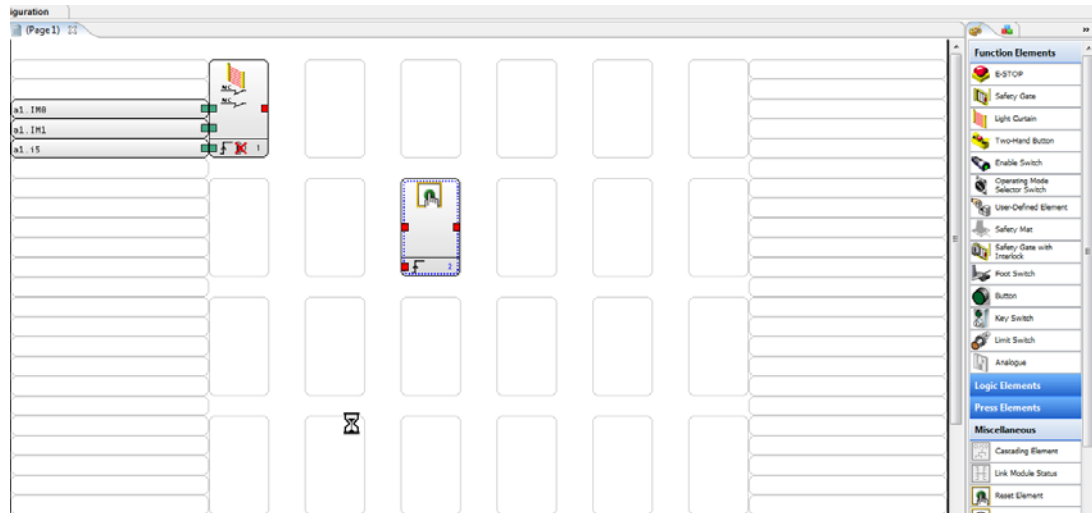
Function Elements ikkunasta saadaan haettua tarvittavat palikat raahaamalla ne paikoilleen.

Ensin valitaan valoverho (kuva 12). Raahaamalla valoverho komponentti paikoilleen aukeaa ikkuna, jossa input välilehdessä valitaan, mihin porttiin tämä tulee. Seuraavaksi avataan Reset välilehti. Laitetaan täplä manual reset kohtaan ja valitaan I/O kohdasta i5 portti, tämän jälkeen painetaan ok.



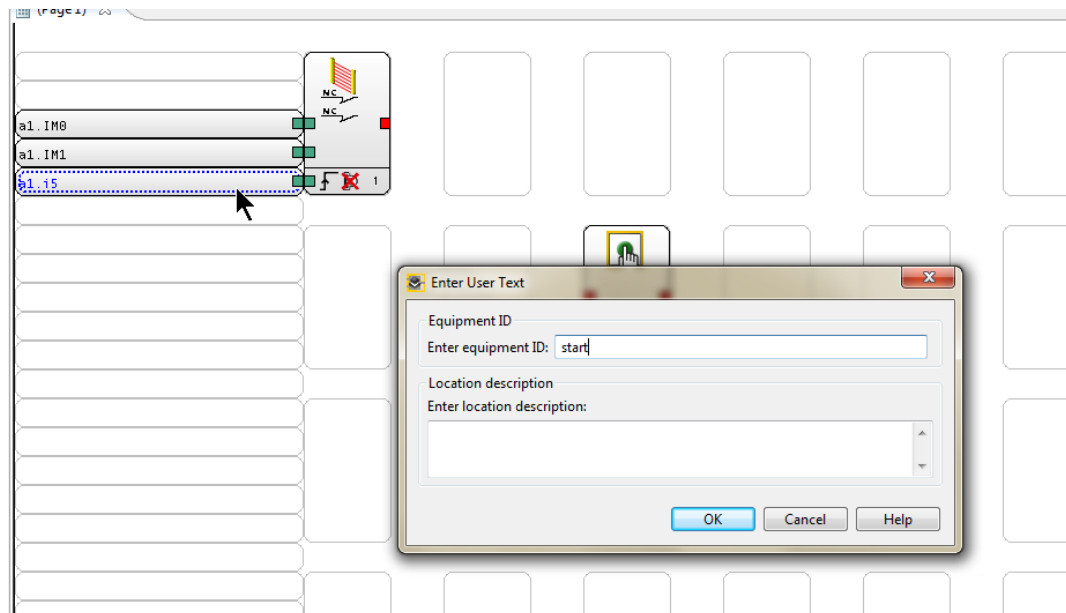
Kuva 12. Valoverhovalinta

Tämän jälkeen valitaan Miscellaneous ikkunasta Reset Elements (kuva 13). Valitaan välilehdessä manual reset ja painetaan ok.



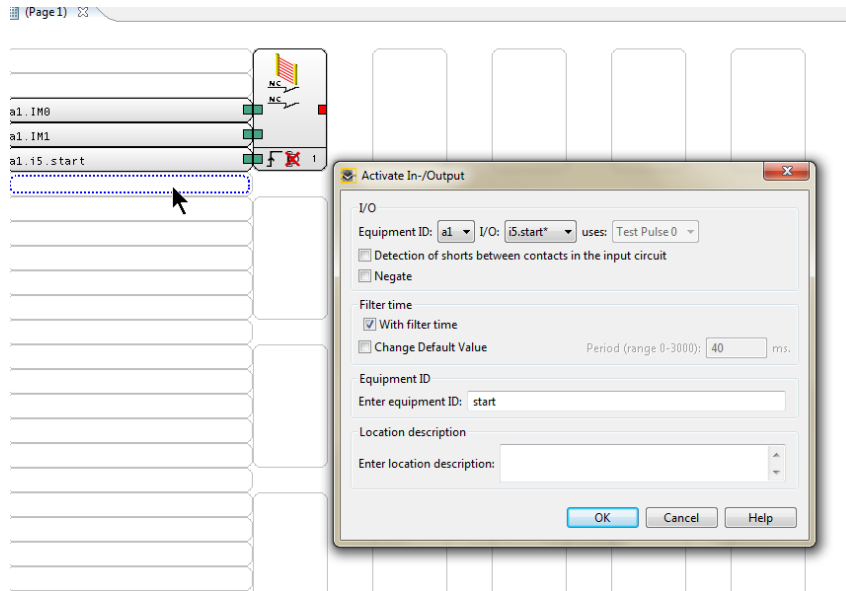
Kuva 13. Reset Elements

Valoverhossa tehdään nimen vaihto porttiin i5. Mennään kursorilla portin kohtaan ja tupla klikataan. Annetaan nimi start (kuva 14).



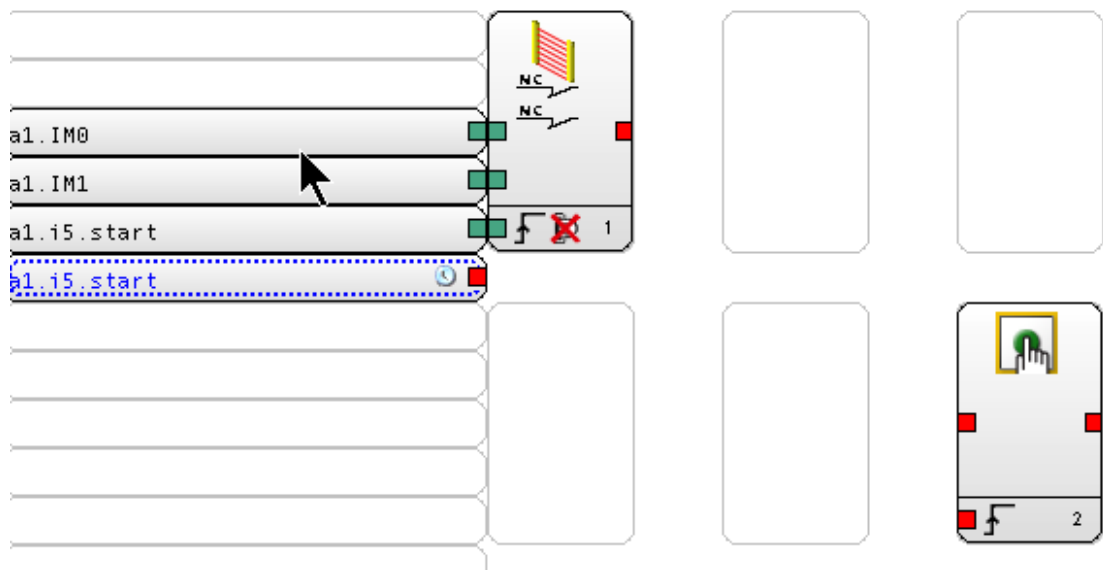
Kuva 14. Start

Valinnan tehtyä, mennään hiirellä valoverhon alapuolelle ja painetaan hiiren oikean puoleista nappia. Valitaan Activate (kuva 15). I/O:n alasveto valikossa valitaan portti i5 ja painetaan ok.



Kuva 15. Activate

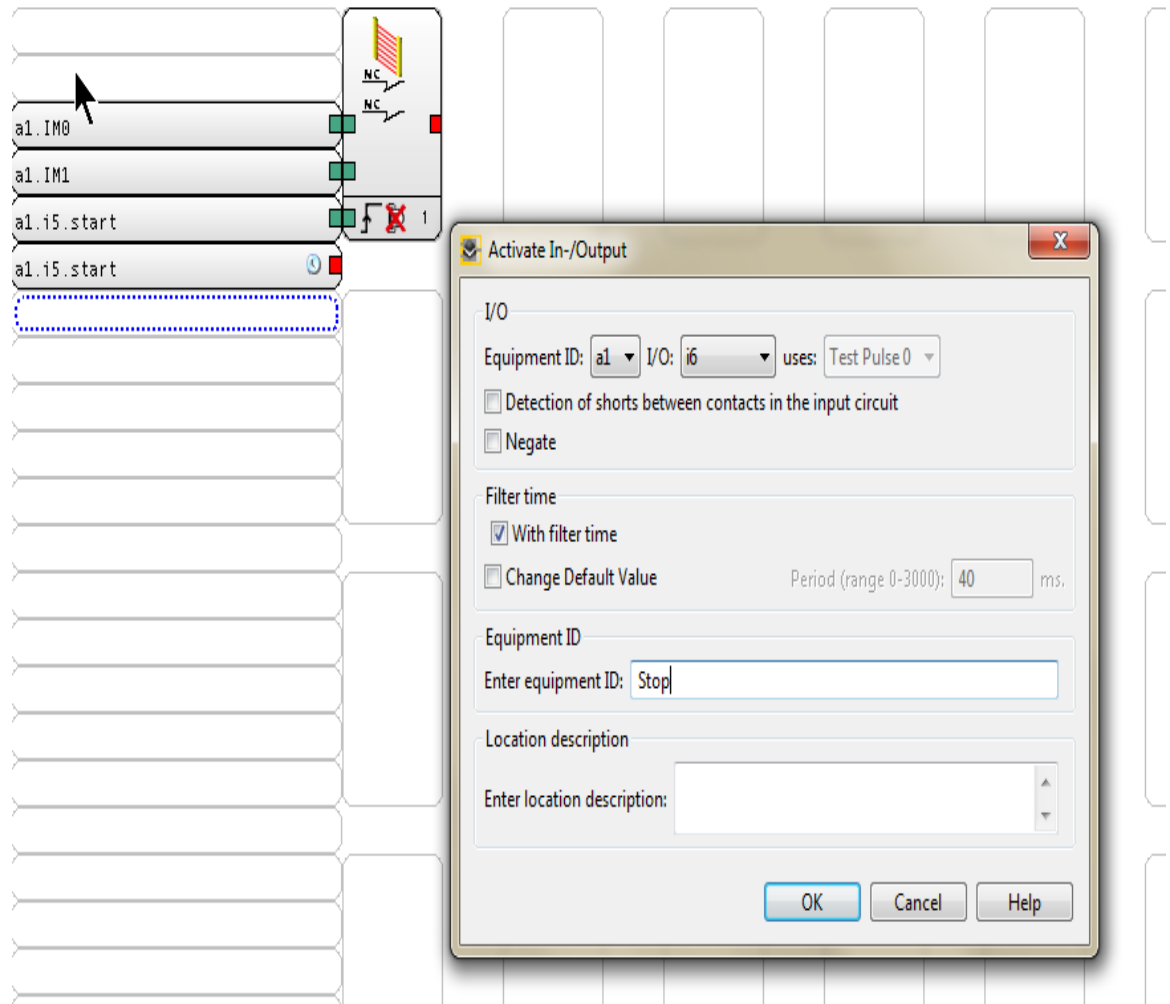
Aktivoinnin jälkeen Kuvassa näkyy allekkain kaksi start kohtaa (kuva 16).



Kuva 16. Start

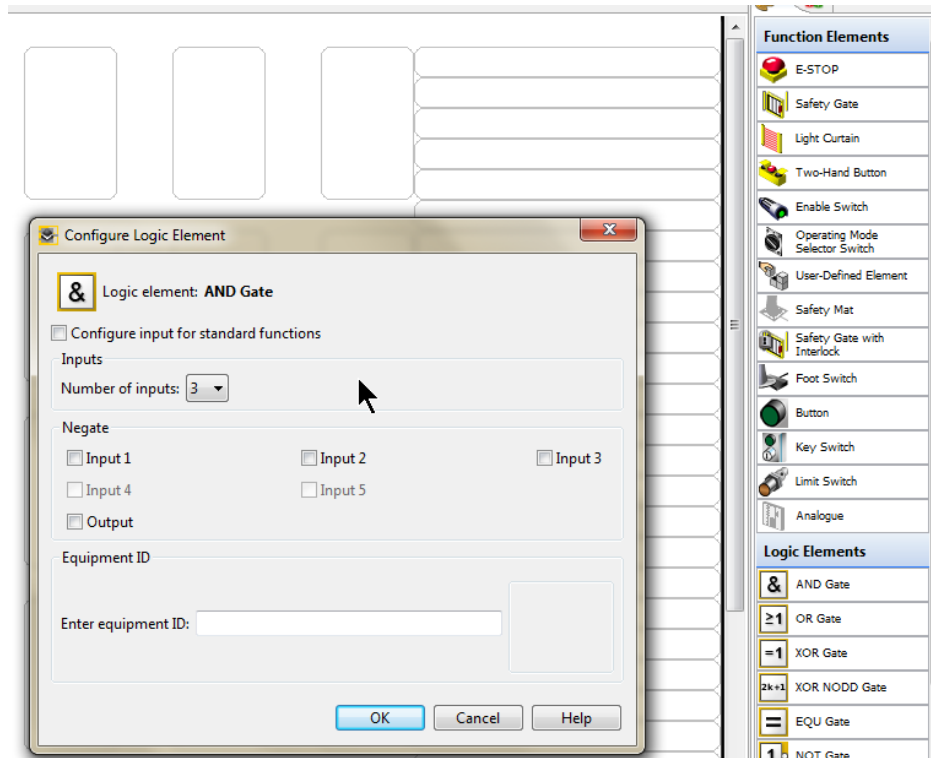


Seuraavaksi mennään valoverhon alemman start painikkeen alapuolelle, tähän luodaan painike stop (kuva 17) ja painetaan hiiren oikeaa näppäintä, valitaan I/O portista i6 ja kirjoitetaan Enter equipment kohtaan stop, tämän jälkeen ok.



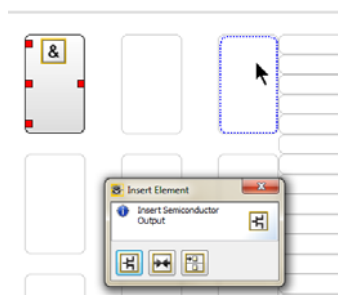
kuva 17. Stop painikkeen luonti

Seuraavaksi haetaan & käsky Login Elements ikkunasta. Valitaan tulojen määräksi 2 (Number of inputs), (kuva 18). Painetaan ok.



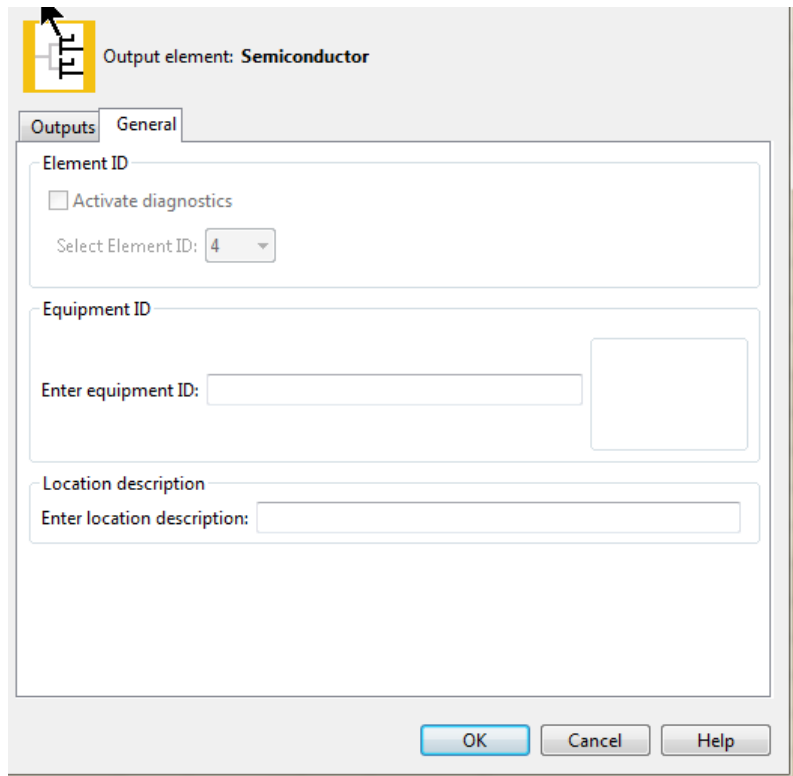
Kuva 18. Tulojen määrä

Seuraavaksi luodaan releet, joita on kaksi kappaletta. Mennään oikean puolen ylimmälle ruudulle (Kuva 19) ja tupla klikataan tätä. ruutuun ilmestyy Insert elements. Valitaan vasemman puoleinen merkki.



Kuva 19. Insert elements

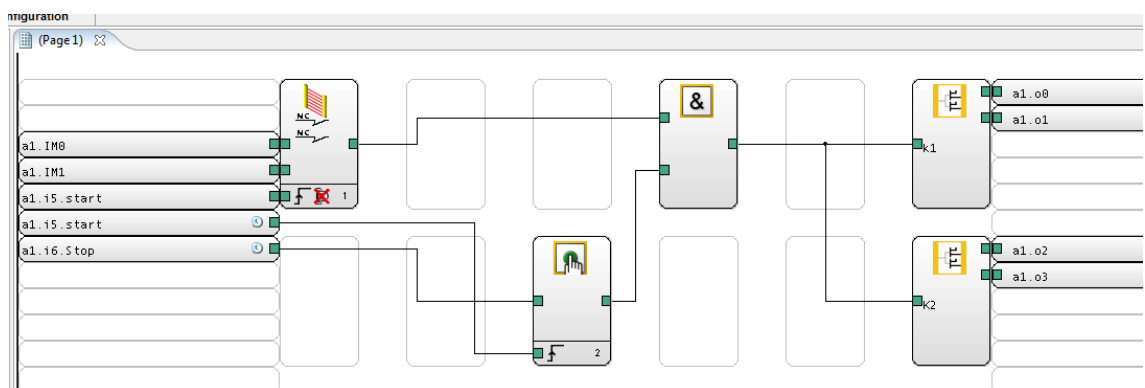
Ruutuun aukeaa välilehti, josta valitaan general lehti. Kirjoitetaan Enter equipment ID:n K1 (Kuva 20).



Kuva 20. Enter equipment ID = K1

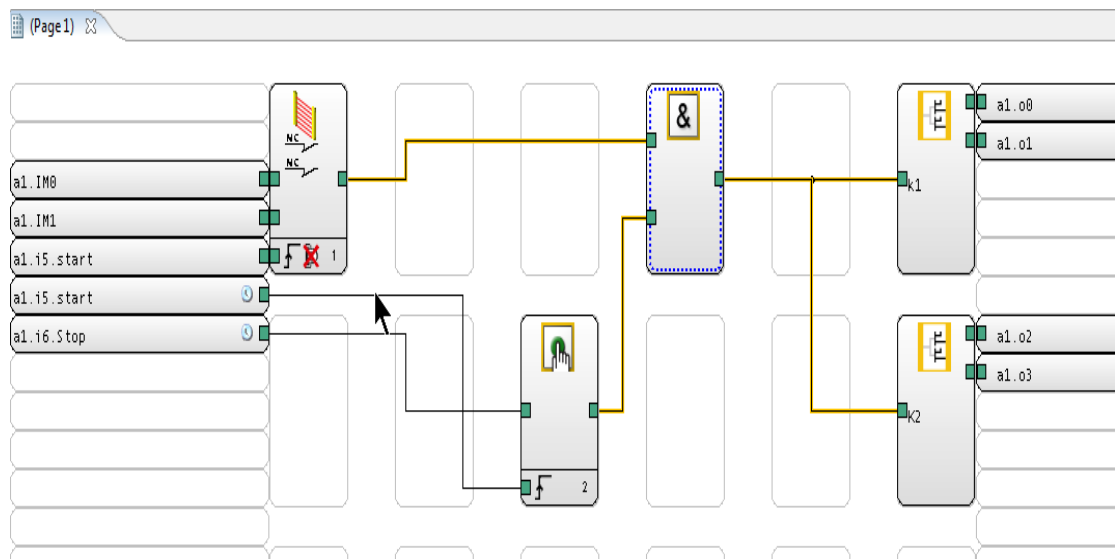
Seuraavaksi luodaan edellisen releen alapuolelle toinen rele (K2). Rele luodaan samoin, kuin rele 1 mutta Enter equipment ID:n kirjoitetaan K2.

Näin, kaikki tarvittavat palikat on saatu luotua ohjelmistoon. Seuraavaksi yhdistetään oheiset palikat kuvan (kuva 21) mukaisesti.



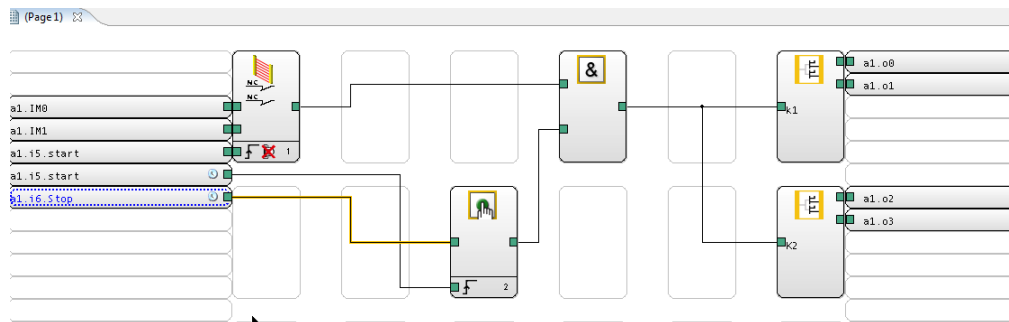
Kuva 21. Palikoiden yhdistäminen.

Ohjelma on kokonaisuudessaan luotu ja nyt sitä voidaan testata ennen ohjelman lataamista turvareleeseen. Seuraavassa kuvassa Signaali kulkee (kuva 22) eteenpäin (keltaiset linjat).



Kuva 22. Signaalin kulku

Tässä vaiheessa voidaan painaa stop näppäintä ja todeta, että signaali kulkee Reset elementsiin ja pysäyttää laitteen (kuva 23).

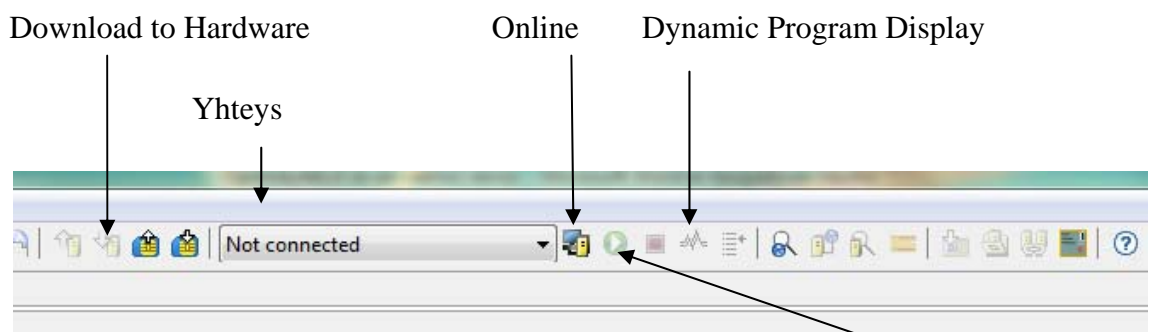


Kuva 23. Laitteen pysäytys

Ohjelman testaus suoritetaan seuraavasti. Start napilla käynnistetään sovellus. Mikäli valoverhon säde katkeaa, multin ulostulo signaali katkeaa → kontaktori ei vedä. Tämän jälkeen täytyy sovellus käynnistää uudestaan käynnistys napilla. Järjestelmässä ei ole automaattista käynnistymistä. a1.i6 Stop kytkin on N/C kosketin. Eli tavallisesti kiinni oleva kosketin. Todettua, että ohjelma on tehty oikein, voidaan se ladata turvareleeseen.

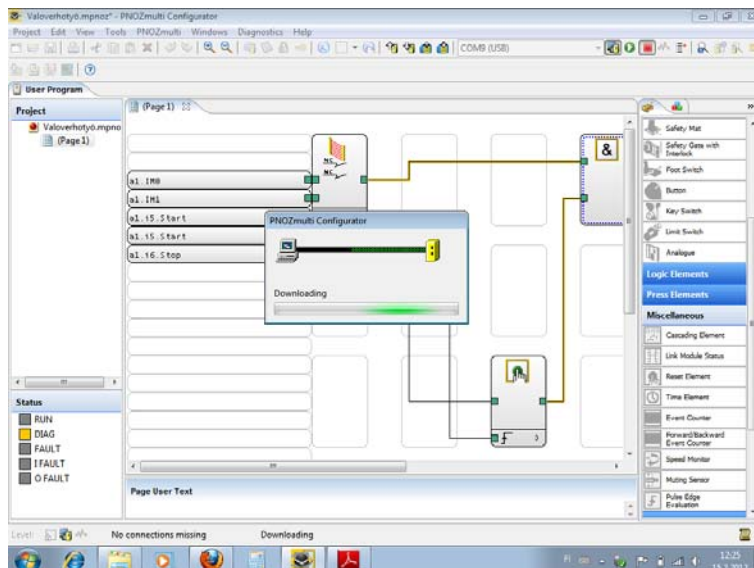
Tämä tapahtuu joko SIM - kortilla tai USB - kaapelilla. Itse tein tämän USB – kaapelia käyttäen.

Valitaan alas vetovalikosta USB – yhteys (kuva 24). Kaapeli pitää olla kiinni releessä tässä vaiheessa. Ohjelma täytyy käynnistää uudelleen, jos yhteyttä ei saada. Yhteyden saatua muodostettua painetaan `online` nappia ja sen jälkeen ohjelman voi siirtää turvareleeseen painamalla `download to hardware` nappia. Tällöin aukeaa ikkuna, jossa nähdään, että tieto siirtyy releeseen (Kuva 25).



Kuva 24. USB – Yhteys, siirtäminen ja seuraaminen

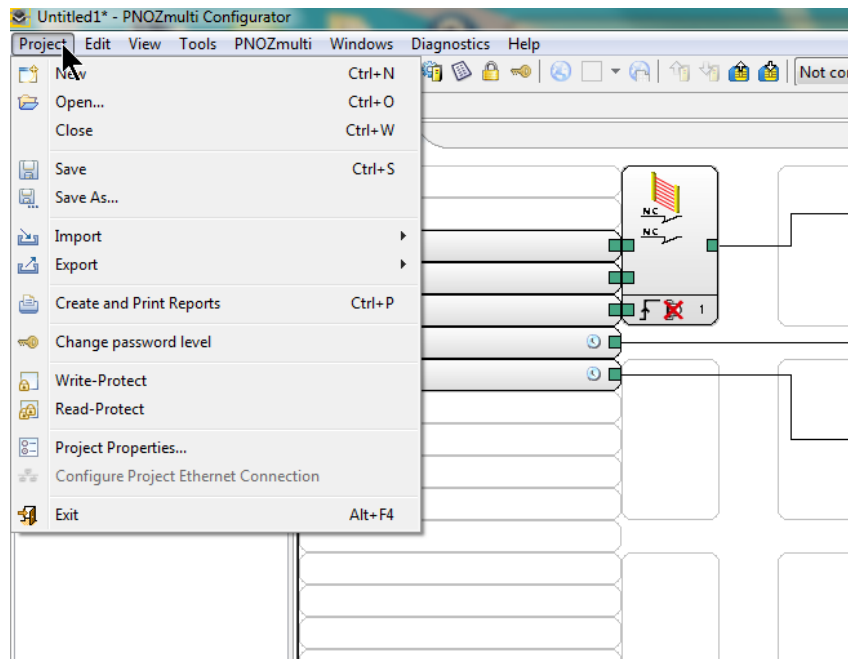
Start PNOZmulti



Kuva 25. Ohjelman lataus releeseen

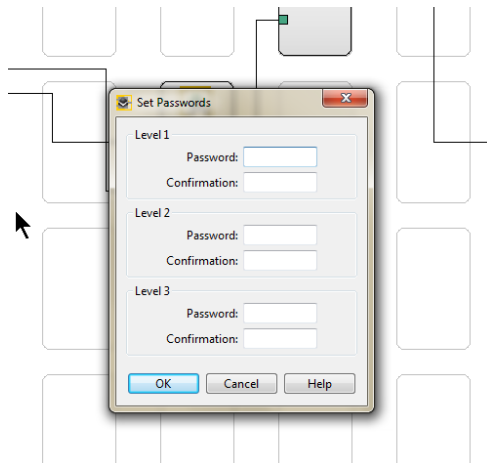
Nyt ohjelma pitäisi olla siirtynyt releeseen. Reaaliajassa voi seurata ohjelman toimintaa, painamalla `Dynamic Program Display` päälle. PNOZmulti kuuluu olla käynnissä.

Projekti tallennetaan omaan valittuun tiedostoon seuraavasti. Klikataan project näppäintä (kuva 26). Mennään kohtaan save ja klikataan tätä.



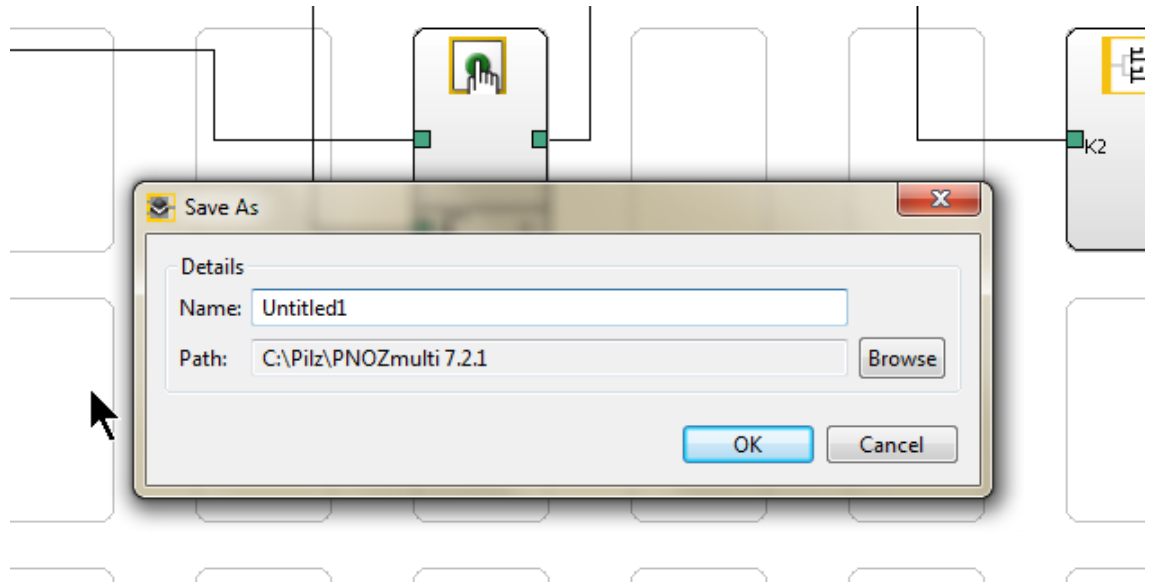
Kuva 26. Project näppäin.

Tästä aukeaa syötä salasana (kuva 27). Annetaan jokaiseen kohtaan 1, 2 ja 3 tasot, salasana ja hyväksytään nämä. Jokaisessa tasossa on oltava eri salasana.



Kuva 27. Syötä salasana

Salasanojen määrytykset tehtyä, aukeaa ikkuna, jossa kysytään, mihin kansioon työ tallennetaan (kuva 28).



Kuva 28. Työn tallennus kansio

## 8 KYTKENNÄT

Ohjelma on tallennuksen myötä valmis ja voidaan ruveta tekemään käytännössä, ohjelmoinnin mukainen työ. Komponentit: valoverho, turvarele, kontaktorit, käynnistys ja – seis kytkin yhdistetään kuljettimeen. Komponentit yhdistetään liitteiden 1 ja 2 mukaisesti. Piirustukset (Johdotuskaavio ja piirikaavio) piirsin Microsoft Visio 2010 ohjelmalla.

## 9 POHDINTA

Tämän työn tarkoituksena oli luoda opetuskäyttöön laboratoriotyö perustuen ohjelmoitavan turvareleen käyttöön ja ohjelmointiin. Ongelmallisinta työssä oli juuri se, että vastaavaa turvarelettä ei ollut vielä käytetty eikä näin ollen myöskään ohjelmoitu TAMK:ssa. Ohjelmoitava turvarele hankittiin Pilz Oy:ltä.

Aloitin työni tutustumalla ohjelmoitavan turvareleen käyttöoppaaseen. Käyttöoppaassa on erittäin selkeästi ja lyhyesti ohjeet, kuinka turvarelettä tulee käyttää. Kytkentä esimerkit ovat hyvät ja ymmärrettävät.

Seuraavaksi aloin tutustumaan ohjelmointiin ohjelmointityökalulla. Sain kotikoneelle ladata ohjelmiston, johon sain rauhassa tutustua. Aluksi oli ongelmia, miten ohjelmointi tapahtuu, mutta sain apua helposti soittamalla turvareleen toimittajalle. Loppujen lopuksi ohjelmointi on erittäin helppoa ja ohjelmointi on tehty yksinkertaiseksi, johon pääsee helposti sisälle. Ohjelmoinnin avulla selvitetään, onko jotain tehty väärin. Tämä säästää kustannuksia merkittävästi, verrattuna siihen, että rakennettaisiin laite ja testattaisiin vasta tämän valmistuttua. Ohjelmoinnin avulla simuloitiin itse laboratoriotyö.

Laboratoriotyön tein kuljettimella, johon suunnittelin kytkennät ja turvakomponentit. Turvakomponenttina toimi, valoverhot. Piirustukset toteutin Microsoft Visiolla. Piirustuksista on helppo lukea, kuinka johdotukset tulee kytkeä.

Uskon, että opinnäytetyöni helpottaa opiskelijoita oppimaan turvareleen käyttöä ja ohjelmointia. Olen työssäni kuvannut erittäin tarkasti vaihe vaiheelta, kuinka ohjelmointi tapahtuu. Henkilö, joka ei ole aikaisemmin ollut tekemisissä laitteen ja ohjelman kanssa, pääsee helposti sinuiksi ohjelman kanssa noudattamalla ohjeita.



## LÄHTEET

Ahoranta Jukka. 2011. Sähköasennus tekniikka. 9. painos. Helsinki: WSOYpro

Haapio Helena & Sundqvist Matti. 2011. Ennakoiva suunnittelu ja sopiminen koneiden vaatimustenmukaisuuden ja turvallisuuden varmistamisessa. Helsinki: Multiprint

Kallio Raimo, Markku J.J. Mäkinen & Tantarimäki Reijo. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. 1. painos. Helsinki: Otava

kerttula Tuire & Siirilä Tapio. 2007. Koneturvallisuuden perusteet. Espoo: Otava

[http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/safety/safetysensors/safety\\_light\\_curtain/default.html](http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/safety/safetysensors/safety_light_curtain/default.html). Turvavaloverho. Luettu 17.12.2011

Pilz. Käyttöohje PNOZmm0.1p. Luettu 10.12.2011.

[http://eshop.pilz.com/downloads/open/PNOZ\\_mm0\\_1p\\_Operat\\_\\_Manual\\_1002101-FI-03.pdf?redirected=true](http://eshop.pilz.com/downloads/open/PNOZ_mm0_1p_Operat__Manual_1002101-FI-03.pdf?redirected=true)

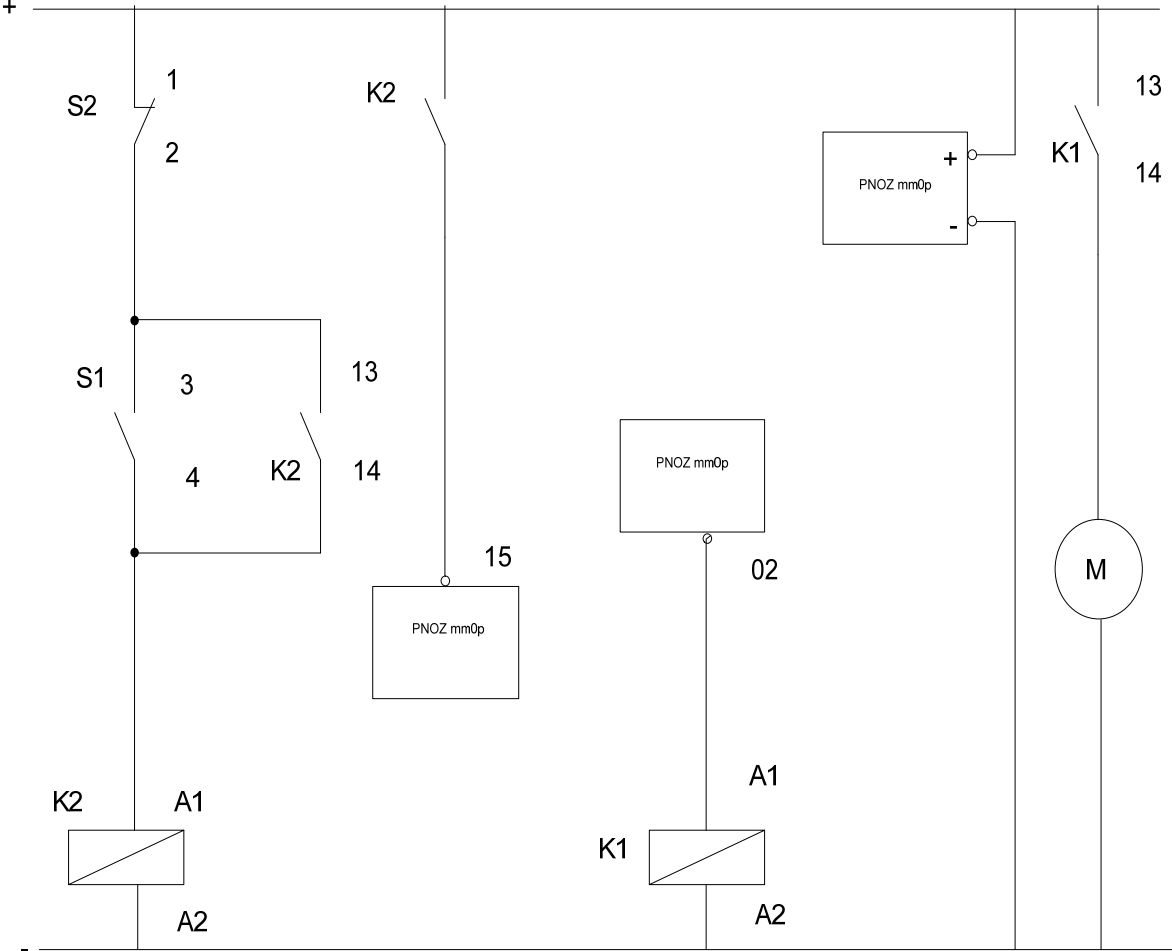
<http://www.sick.fi/fi/news/tuoteuutuudet/ue440/fi.html>. Sick UE 440/470 -miniturvalogiikka. Luettu 17.12.2011

[http://www.sfs.fi/palvelut/kuvia\\_logoja/](http://www.sfs.fi/palvelut/kuvia_logoja/). CE-merkki. Luettu 15.12.2011

Työturvallisuuskeskus. 2011. Työturvallisuus. Luettu 15.12.2011.

<http://www.tyoturva.fi/tyoturvallisuus/>.

Piirikaavio



PIIRIKAAVIO

JOHDOTUSKAAVIO

