

Dicle Vural

TURVA-AUTOMAATION LOPPUSUUNNITTELU JA KÄYTTÖÖNOTTO

TURVA-AUTOMAATION LOPPUSUUNNITTELU JA KÄYTTÖÖNOTTO

Dicle Vural
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Sähkö ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka, automaatiotekniikka

Tekijä: Dicle Vural
Opinnäytetyön nimi: Turva-automaation loppusuunnittelu ja käyttöönotto
Työn ohjaaja: Timo Heikkinen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021
Sivumäärä: 47 + 6 liitettä

Opinnäytetyö pohjautuu Valio Oy:n aikaisemmin aloitettuun projektiin, jonka tavoitteena oli nostaa turvallisuustasoa jälkipakkauslaitteiden ja varaston välissä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on viimeistellä turva-automaatiojärjestelmä niin, että turvakamerat voidaan ottaa käyttöön. Työssä keskitytään varsin kulkuaukkoihin, joiden läpi materiaali kuljetetaan varastoon. Kulkuaukkoja valvotaan turvakameroilla, jottei ihminen pääse varastoon järjestelmän ollessa käynnissä.

Opinnäytetyö alkaa teoriaosuudella. Teoriaosuudessa käydään läpi turva-automaatio, työssä käytetyt komponentit, turvalogiikka ja ohjelmointi. Käytännön osuudessa esitellään tarkemmin työn kulku, turvalogiikan ohjelmointi ja käyttöönotto sekä työssä ilmenneet ongelmat.

Käyttöönotto tapahtui yksi alue kerrallaan, jotta tulosten seuraaminen olisi helpompaa. Käyttöönotto aloitettiin alueella NRR1 ja seurantajakson jälkeen otettiin seuraava alue käyttöön. Jokaiselle turva-alueelle varattiin muutaman päivän seurantajakso. Seurantajakson aikana ilmeneviä ongelmia ja muutostarpeita saatiin nopeasti ratkaistua. Valmis ohjelma todettiin hyväksi ja käyttökelpoiseksi. Turvakamerat on otettu käyttöön.

Asiasanat: automaatio, turva-automaatio, mykistys, ohjelmointi, turvakamera, Sick

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Electrical and Automation Engineer, Automation

Author: Dicle Vural
Title of thesis: Final Design and Implementation of Safety Automation
Supervisor: Timo Heikkinen
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021
Pages: 47 + 6 appendices

The thesis is based on a project started earlier by Valio Oy, which aimed to raise the level of safety between the packing machines and the warehouse. The work focuses on the passage gaps through which the material is transported to the warehouse. Passage gaps are monitored by safety cameras so that a human cannot enter the warehouse while the system is running.

The thesis begins with the theoretical part explaining about safety automation, components used in the work, safety logic, and programming. The practical part presents the workflow, the programming and implementation of safety logic, and the problems in the work in more detail.

Problems during the follow-up period were quickly resolved. Final program was approved, and safety cameras implemented.

Keywords: Automation, safety automation, muting, safety automation programming, safety camera, Sick

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TURVA-AUTOMAATIO	7
2.1 Turva-automaatiolle asetettuja vaatimuksia	7
2.2 Turva-automaatiojärjestelmän standardeja	8
2.3 Turvallisuuden eheystaso (SIL)	8
2.4 Työssä käytetyt turvakomponentit	8
2.4.1 Virtalähde	9
2.4.2 SICK FX3-CPU000000 -turvaohjain	10
2.4.3 SICK FX3-XTIO84002 -moduuli	11
2.4.4 SICK UE10-2FG -turvarele	12
2.4.5 SICK VTB183F1240 -valokenno	13
2.4.6 SICK V300 WS -turvakamera	14
3 VAARA-ALUEEN ERISTÄMINEN	16
3.1 Materiaalin ja ihmisen toisistaan erottaminen	16
3.2 Mykistystoiminto	16
3.3 Mykistysmenetelmät	17
3.3.1 Neljään peräkkäiseen anturiin perustuva menetelmä	17
3.3.2 Kahteen ristikkäiseen anturiin perustuva menetelmä	21
3.3.3 Kahteen rinnakkaiseen anturiin perustuva menetelmä	24
4 TYÖN TOTEUTUS	27
4.1 Alkutilanne	27
4.2 NRR1	28
4.3 NRR2	33
4.4 NRR3	35
4.5 NRR4	38
4.6 Logiikkaohjelmointi	39
4.7 Käyttöönotto	42
5 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	45
LIITTEET	47

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Valio Oy:n Riihimäen toimipiste. Valio on vuonna 1905 perustettu suomalainen meijeri ja ruokatalo. Valio Riihimäen tehtailla valmistetaan tuotteita maidosta ja muista raaka-aineista. Vuonna 2002 Valio oli ensimmäinen yritys, joka toi laktoosittoman maidon Ruotsin markkinoille. (1.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli viimeistellä turva-automaatiojärjestelmä niin, että turvakamerat voidaan ottaa käyttöön. Tässä opinnäytetyössä perehdytään turva-automaatioon, turvalaitteiden mykistykseen sekä työssä käytettyihin komponentteihin ja ohjelmistoon. Kun kuljetinta pitkin voi kävellä, tarvitaan valokennoja ja turvakamera estämään ihmisen pääsy käynnissä olevaan järjestelmään. Tämä tehdään mykistystoiminnolla, johon tutustutaan tässä työssä tarkemmin. Työssä valvotaan materiaalin kulkua luukkujen eteen asennettujen turvakameroiden avulla. Vaarojen tunnistaminen on tärkeää, koska riskiä ei voida poistaa tai pienentää, mikäli vaaratekijöitä ei ole tunnistettu.

Materiaalivirta toimii imuohjauksella, jossa SV3-4 ovat siirtovaunuja, joilta materiaali kuljetetaan aukkojen läpi varaston kuljettimille. Materiaalin siirtäminen kuljettimelta siirtovaunuun tapahtuu työntimellä, jolloin syntyy vahingoittumisen vaara, mikäli ihminen on mennyt kuljettimen ja siirtovaunun väliin. Onnettomuuksien torjunnassa painotetaan henkilö-
turvallisuutta. Tuotteet erotetaan henkilöistä rullakon tai alustan tunnistavilla, kuljettimelle asennetuilla antureilla. Rataluukkuihin asennetut turvakamerat pysäyttävät ryhmittelyalueen toiminnan, kun rataluukkujen läpi kuljetaan. Tämä tilanne johtaa myös pakkausko-
neet pysäytykseen.

Työ suoritettiin perehtymällä antureihin ja turvakameroihin sekä ohjelmoimalla tietokoneella. Työhön sisältyi turvalogiikan ohjelmointi ja käyttöönotto. Turvaohjaimen ohjelmointi toteutettiin Sickin Flexi Soft Designer -ohjelmistolla.

2 TURVA-AUTOMAATIO

Automaatiolla tarkoitetaan automaattisten tuotantolaitteiden ja -laitosten suunnittelua ja toteuttamista sekä automatisoitujen koneiden ja tuotantolinjojen käyttöä. Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan perinteisesti kaikkia niitä laitteita, joilla ihminen valvoo ja ohjaa prosessia.

Turva-automaation tärkein tehtävä on suojata ihmisiä, tuotantolaitoksia, koneita ja laitteita odottamattomalta tapahtumalta ja vahingoilta. Standardien mukaan turva-automaatiojärjestelmän on pystyttävä toimimaan erillisenä järjestelmänä riippumatta perusautomaatiojärjestelmästä.

2.1 Turva-automaatiolle asetettuja vaatimuksia

Tyypillisiä turva-automaatiolle asetettuja vaatimuksia ovat seuraavat:

- Turva-automaatiojärjestelmän tulee olla käyttöautomaatiosta riippumaton.
- Järjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon prosessin luonteen ja vaarallisuuden kannalta riittävä luotettavuus.
- Järjestelmän ja siihen liittyvien laitteiden turvallisuus, luotettavuus ja soveltuvuus kohteeseen on kyettävä osoittamaan sekä arvioimaan.
- Ensisijaisesti on käytettävä tyyppihyväksytyjä laitteita
- Järjestelmän on toimittava riittävän suurella todennäköisyydellä virheettömästi myös sellaisessa vaaratilanteessa, joka voi sattua vain kerran laitoksen koko elinkaaren aikana.
- Järjestelmä ei saa aiheuttaa prosessia ja turvallisuutta vaarantavia tarpeettomia pysäytyksiä tai alasajoja.
- Laitteiden tulee olla mahdollisimman huoltovapaita ja helposti huollettavia sekä koestettavia.
- Prosessissa tulee olla järjestelmästä riippumaton käsin pysäytyksen mahdollisuus.
- Häiriötilanteessa toimilaitteet jäävät tai siirtyvät ennalta määrättyyn turvalliseen tilaan.

(2, s. 4.)

2.2 Turva-automaatiojärjestelmän standardeja

Yleisstandardi SFS-EN 61508 on laadittu koskemaan henkilöturvallisuuteen liittyviä sähkötekniisiä ohjausjärjestelmiä. Standardi sisältää toiminnallisen turvallisuuden varmistamiseen liittyviä vaatimuksia ja sovelluksien yleisiä ohjeita järjestelmien kaikille elinkaari-toiminnoille.

Sovellusstandardi SFS-EN 62061 on tarkoitettu koneen turvallisuuteen liittyville ohjausjärjestelmille. Standardien lähtökohtana on elinkaariajattelu, turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallisen turvallisuuden osoittaminen ja laatujärjestelmän mukainen toiminta. (2, s. 6.)

2.3 Turvallisuuden eheystaso (SIL)

Turvallisuuden eheystaso jaetaan neljään eri tasoon. Tämä määrittää vaatimukset laitteen tai järjestelmän vioittumistodennäköisyydelle. Tätä käsitettä käytetään sähköisissä sekä ohjelmoitavissa elektronisissa järjestelmissä. Eheystaso määritetään tyypillisessä turvateknisessä sovelluksessa yksittäisten laitteiden vioittumistodennäköisyyksillä. Eheystaso määräytyy IEC- tai EN-standardien mukaisesti.

Turvallisuuden eheystasoille käytetään asteikkoa 1:stä 4:ään, joista taso 1 on alin mahdollinen, joka yleensä annetaan perusautomaatiojärjestelmille ja taso 4 korkein turvallisuuden eheys (3).

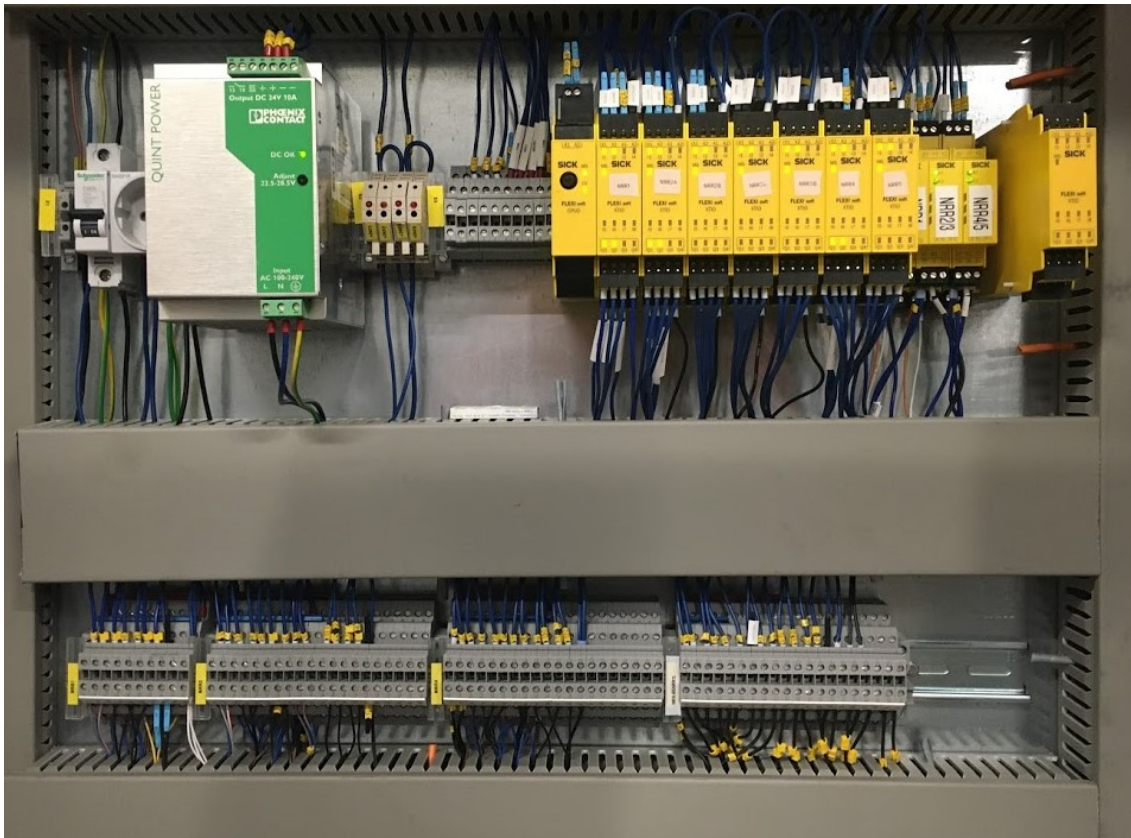
2.4 Työssä käytetyt turvakomponentit

Turva-automaatiokomponentit on yleensä merkitty keltaisella värillä, jotta komponentit voidaan helposti tunnistaa. Koneen turvalaitteilla aiheutettu pysäytys on erityisen tärkeää, jotta henkilövahingolta vältytään. Turvalaitteilla varmistetaan, että henkilö ei pääse käsiinsä koneen liikkuviin osiin, kun ne ovat liikkeessä. Tärkeää on myös se, että kone pysyy pysähtyneenä, kun ollaan vaarallisella alueella ja turvalaitteeseen vaikutetaan. (4, s. 495.)

Työn toteuttamiseen on valittu pääturvakomponenttien valmistajaksi ja toimittajaksi SICK AG, joka on saksalainen turvakomponenttien, kuten antureiden, turvareiden ja turvalogiikan valmistamiseen keskittyvä yritys.

Kuvassa 1 näkyy tämän työn turvalogiikkakaapin sisältö. Kaikki turvakomponentit ovat kytkettyinä Flexi Soft -turvaohjaimen sisään- ja ulostuloihin. Virheellinen komponentti tai asennus ei toimi vaaditulla tavalla ja se ilmenee käyttäjälle linjaston toimimattomuutena tai häiriönä.

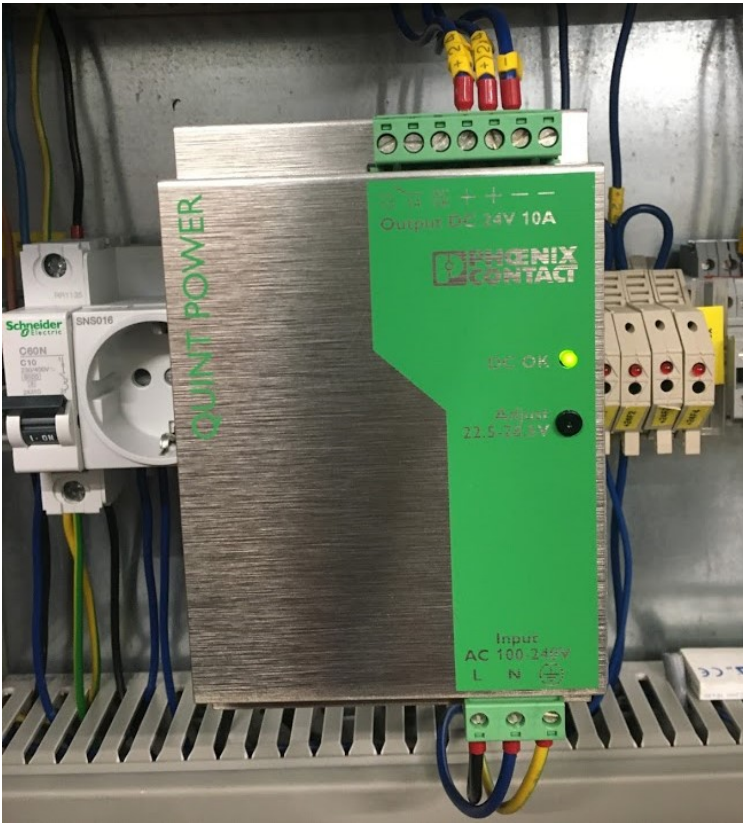
Seuraavaksi tutustutaan työn suorittamiseen käytettyihin turvakomponentteihin.



Kuva 1. Turvalogiikkakaapin sisältö

2.4.1 Virtalähde

Virtalähteenä, joka syöttää virran logiikalle, käytettiin QUINT-PS-100-240AC/24DC/10 -mallista jännitelähdettä, joka muuntaa 230 V:n verkkojännitteen 24 V:n tasajännitteeksi (kuva 2).



Kuva 2. QUINT-PS-100-240AC/24DC/10, virtalähde

2.4.2 SICK FX3-CPU000000 -turvaohjain

SICK FX3-CPU0 (kuva 3) on turvaluokiteltu prosessori ja turvaohjain, jonka konfiguroiminen tapahtuu ohjelmistolla Flexi Soft Designer. Turvaohjaimen turvallisuuden eheyden taso on SIL3. SICK FX3 -turvaohjain tarvitsee kylkeensä I/O-moduulin.



Kuva 3. SICK FX3-CPU000000 -turvaohjain (5)

2.4.3 SICK FX3-XTIO84002 -moduuli

FX3-XTIO-moduulin (kuva 4) turvallisuuden eheystaso on SIL3 ja saavutettava suoritus-taso PL e. SICK FX3 -turvaohjain liitetään FX3-XTIO-moduuliin sisäisen väylän avulla. Moduulissa on 8 turvatuloa, 4 turvallista lähtöä sekä 2 testilähtöä. Sisääntuloihin kytkettiin mykistysanturit, kuittauspainike sekä turvakameran turvalähdöt. I/O-moduulin ulostuloihin kytkettiin mykistysvalot ja releiden koskettimet, jolloin ohjausjännite viedään varaston I/O-moduulin inputtiin ohjaamaan kuljettimia . Mikäli turvalogiikka on havainnut jonkun tekijän, joka on käynnistysluvan edellytysten vastainen, katkaistaan energiansyöttö.

Ohjelma ladataan turvaohjaimelle datakaapelin avulla, jonka jälkeen CPU-kortti kommunikoi muiden käytössä olevien korttien kanssa sisäistä väylää pitkin.



Kuva 4. SICK FX3-XTIO84002 I/O-moduuli (6)

2.4.4 SICK UE10-2FG -turvarele

Rele on sähkömekaaninen kytkin, joilla voidaan pientenkin ohjausjännitteiden avulla kytkeä suurempia jännitteitä ja virtoja. Sen toiminta perustuu sähkömagneetin aiheuttamaan magneettikenttään. Johdettaessa releen käämiin sähkövirtaa, syntyy magneettikenttä, jonka voima synnyttää mekaanisen liikkeen ja se saa releen kärjen vaihtamaan asentoon. Magneettikentän johdosta releen kärki joko irtoaa tai yhdistyy paikallaan olevien koskettimien kanssa, jolloin myös releen kytkentä muuttuu. Kun releen käämiltä katkaistaan jännite, palauttaa jousi releen kärjen vaikuttamattomaan tilaan. (7, s. 149–150.)

SICK UE10-2FG-turvareleen (kuva 5) turvallisuuden eheystaso on SIL3. Turvareleellä on kaksi kosketinlähtöä. Turvarele sopii sovelluksiin valosähköisten turvalaitteiden ja OSSD-lähdöillä varustettujen turvaohjaimien kanssa. Kun ohjelmaan tehdyt ehdot toteutuvat, turvareleelle menee ohjausjännite ja releen koskettimet menevät kiinni.



Kuva 5. SICK UE10-2FG -turvarele (8)

2.4.5 SICK VTB183F1240 -valokenno

Antureita käytetään fysiikallisten suureiden tai kemiallisten yhdisteiden tunnistamiseen ja mittaamiseen. Anturi ei välttämättä itsessään osoita mitään arvoja, vaan se vaatii avukseen jonkin osoitinlaitteen, näytön tai mittarin tai kytketään suoraan automaatiojärjestelmään. Lähestymiskytkimissä on yleensä valo, joka ilmoittaa, milloin anturi kytkeytyy. (9.)

Tämän työn mykistysantureina käytetään valokennoja, jotka ovat Sickin valmistamia IP67-suojattuja VTB183F1240-tyyppisiä antureita (kuva 6). Antureita käytetään materiaalin tunnistamiseen ja etenemisen valvontaan. Taustavaimennusanturin lähetin ja vastaanotin sijaitsevat samassa kotelossa. Nämä ovat kohteesta heijastavia erikoisantureita, jotka on suunniteltu erottamaan kohteen ja taustan toisistaan. Taustavaimennusanturi lähettää valoa linssin läpi kohti kohdetta ja kohde heijastaa valoa takaisin vastaanottiin. Tämän anturin etuna on se, että se tunnistaa kohteen ilman heijastinta ja toista koteloa. Haittana on se, että toiminta riippuu kohteen ominaisuuksista, kuten esim. väristä, pinnasta, koosta ja muodosta. (10.)



Kuva 6. SICK VTB183F1240 -valokenno (11)

Näitä antureita käytetään mykistystoiminnon toteuttamiseen ja kutsutaan mykistysantureiksi. Mykistysantureilla saadaan ihminen erotettua kuljetettavasta materiaalista. Mykistystoiminto aktivoidaan vain silloin, kun mykistysanturit havaitsevat, että materiaalia siirretään suoja-alueen läpi. Mykistystoiminto esitetään tarkemmin luvussa 3.2.

Mykistysantureiden valinta, sijoitus ja muut ominaisuudet on suunniteltava ja toteutettava siten, että henkilö erotetaan luotettavasti materiaalista, jonka sallitaan mennä turvakentän läpi. Anturien sijoittelu eri menetelmien mukaisesti kerrotaan tarkemmin tulevissa luvuissa. (12.)

2.4.6 SICK V300 WS -turvakamera

Tässä työssä turvalaitteena toimii Sickin valmistama V30W-0101000-tyyppinen turvakamera (kuva 7), joka estää pääsyn vaara-alueelle, mutta sallii mykistyksen jälkeen materiaalin liikkumisen vaara-alueelle. Turvakameran turvallisuuden eheystaso on SIL2. Kamera on suunniteltu vahtimaan 40 x 40 cm–150 x 150 cm kokoisia neliön tai suorakulmion kokoisia kulkuaukkoja, kuitenkin niin, että pidempi sivu ei ole yli kahta kertaa lyhyemmän sivun pituus. (13.)



Kuva 7. Sickin valmistama V30W-0101000-tyyppinen turvakamera (14)

Turvakameran vastaanotin ja lähetin on integroitu samaan koteloon. Kameran opetustoiminto tapahtuu opetusnäppäimellä, jolloin kamera tunnistaa turvakentän fyysiset mitat. Turvakenttä toteutetaan kameran sijainnista vastakkaisiin kylkiin liimattavalla resoluutioheijastimella. Jos turvakenttä on tyhjä, itsevalvovat puolijohdelähdöt OSSD ovat aktiivoituna (päällä). Jos turvakentälle saapuu materiaali, turvalähdöt menevät pois päältä.

3 VAARA-ALUEEN ERISTÄMINEN

Turva-automaatiojärjestelmissä pyritään estämään luvaton kulku järjestelmään, joten turvallisuustekniset toimenpiteet voidaan keskittää juuri kulkuaukkoihin. Ihmisille ja tavaroille on omat kulkuaukkonsa, mutta sen lisäksi tavaroiden kulkuaukkoa pitää valvoa, jottei ihminen pääisisi niistä luvattomasti järjestelmään. Ihmisille tarkoitetuissa kulkuaukoissa on turvallinen portti, jonka kiinniolo tunnistetaan, ja mahdollisesti sähköinen lukitus. Ennen ihmisen menoa järjestelmään pyritään järjestelmän vaaralliset osat ajamaan sellaiseen tilaan, josta jatkaminen on kohtuullisen helppoa häiriön poistamisen jälkeen. Tavaroille tarkoitettujen kulkuaukkojen valvonta on vaikeampaa, koska järjestelmän pitää niissä erottaa ihminen tavaroista tai ihmisen kulku tehdään riittävän vaikeaksi. (15, s. 44.)

3.1 Materiaalin ja ihmisen toisistaan erottaminen

Materiaalin ja ihmisen toisistaan erottaminen tapahtuu mykistystoiminnolla. Mykistyksellä tarkoitetaan ohjausjärjestelmän turvallisuuteen liittyvien osien turvatoiminnon väliaikaista ohitusta, kun materiaali liikkuu vaara-alueelle. Kirjallisuudessa tätä toimintoa kutsutaan joko passivointi-, mykistys- tai muting-toiminnoksi.

Konelinjoissa, joissa materiaali liikkuu turvavyöhykkeiden välillä, on tarpeen käyttää turvalaitteen mykistystä. Mykistystoiminto täytyy toteuttaa siten, että turvatoiminto on poiskytkettynä vain sen hetken, kun materiaali on turvalaitteen havaitsemisalueella. Kun materiaali on siirtynyt havaitsemisalueelta, turvatoiminto palautuu automaattisesti ja turvavyöhykkeiden välinen valvonta jatkuu normaalisti. (16, s. 142–143.)

3.2 Mykistystoiminto

Mykistystoiminto on aloitettava ja lopetettava automaattisesti. Kun materiaali poistuu turvalaitteella ja mykistysantureilla valvotulta alueelta, mykistyksen on loputtava ja turvatoiminnon (alueelle menemisen valvonta turvakameralla) on palauduttava normaalitoimintaan. Turvalaitteen palauduttua normaalitoimintaan mykistyksen jälkeen ei sallita ihmisen pääsyä vaara-alueelle.

Ihmisen ja kuorman toisistaan erottamiseksi ja mykistyksen sallimiseksi vain tarkoitetun materiaalin ollessa aukossa mykistysantureiden ja turvalaitteen vaikuttumista on valvottava. Kuljetettavan materiaalin koon ja kuljettimen nopeuden ja liikesuunnan perusteella tiedetään, missä järjestyksessä ja missä ajassa minkäkin anturin on vaikututtava silloin, kun aukosta on menossa tarkoitettu materiaali. Myös itse turvalaitteen vaikuttumisen järjestys ja aika tiedetään. Kun kappaleita liikkuu vaara-alueen suuntaan, siirrettävän kappaleen ja ihmisen luotettava toisistaan erottaminen on erittäin tärkeää, jotta ihminen ei pääse havaitsematta menemään vaara-alueelle turvalaitteen ollessa mykistyneenä. (12, s. 15.)

3.3 Mykistysmenetelmät

Ihmisen luvattoman alueelle pääsyn rajoittamiseen voidaan käyttää monia eri menetelmiä. Mykistystoiminto tehdään joko kahdella tai neljällä anturilla riippuen mykistysmenetelmästä, jonka määrittää mykistysantureiden sijoittelutavat. Kuljetettavan materiaalin koon ja kuljettimen nopeuden ja liikesuunnan perusteella valitaan sopiva käytettävä mykistysmenetelmä. Kun materiaalia kuljetetaan kuljetinta pitkin vaara-alueelle, anturien tulee toimia virheettömästi ja jatkuvasti, jotta mykistys voidaan hyväksyä. Kuitenkin kaikissa tapauksissa anturit on valittava ja sijoitettava niin, että ihminen ei voi päästä havaituksi tulematta aukosta materiaalin mukana tai välittömästi sen edessä tai takana. (12, s. 15.)

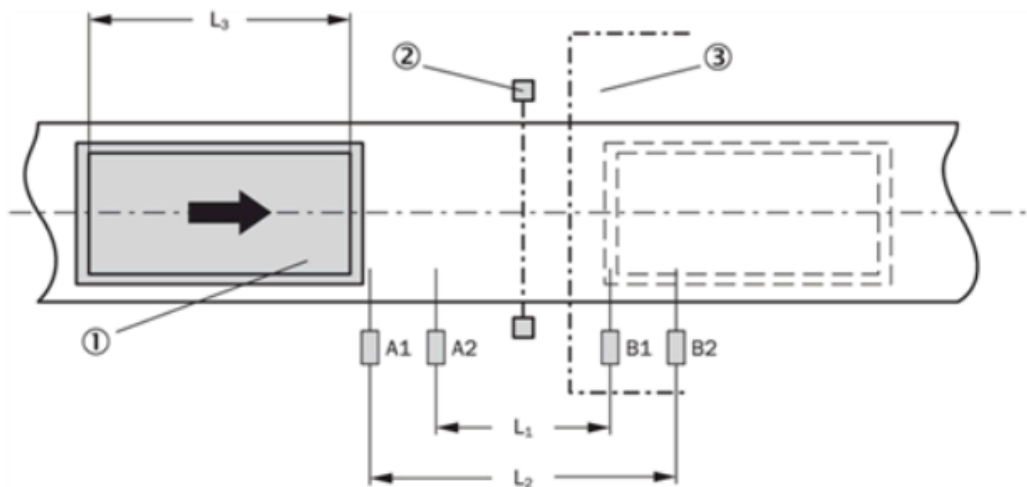
Mykistysanturit valvovat materiaalin läsnäoloa, kun sitä kuljetetaan. Anturityypin huolellinen valinta ja antureiden oikea sijoittelutapa mahdollistavat esineiden ja ihmisten erottamisen. Mykistysantureiden sijoitus määräytyy yleensä kuljetettavan materiaalin muodon mukaan. On olemassa erilaisia aukon valvontaan käytettäviä menetelmiä, joihin tutustutaan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

3.3.1 Neljään peräkkäiseen anturiin perustuva menetelmä

Menetelmän tarkoitus on erottaa ihminen materiaalista. Tätä menetelmää käytetään silloin, kun kuljetettava materiaali on vakiokokoinen, sillä anturien sijoituspaikat valitaan materiaalin pituuden mukaisesti. Tämä tieto helpottaa materiaalin tunnistamista. Anturit tulee sijoittaa niin, ettei ihminen voi katkaista anturien valonsäteitä yhtä aikaa, eikä materiaalin

pituus voi jäädä neljän anturin välistä etäisyyttä pienemmäksi, sillä tarkoitus on se, että vain kuljetettava materiaali voi katkaista neljän anturin valonsäteet yhtä aikaa.

Menetelmän toteuttamiseen tarvitaan neljä mykistysanturia sekä turvalaite, joka voi olla joko valoverho tai turvakamera. Tällä menetelmällä peräkkäin olevilla mykistysantureilla tunnistetaan kuljetettava materiaali ja mykistetään turvalaite tarpeelliseksi ajaksi. Mykistysaika voidaan määrittää ohjelmassa. Toimintajärjestykseen ja toiminta-aikaan perustuen saadaan selville, että materiaali on menossa vaara-alueelle eikä ihminen ole menossa sisään. Jos mykistysanturit toimivat väärässä järjestyksessä, mykistystä ei sallita.



Kuva 8. Turvalaitteen mykistäminen peräkkäin olevilla anturilla, periaatepiirustus

Kuvan 8 merkintöjen selitykset ovat seuraavat:

1 = kuljetettava/tunnistettava materiaali.

2 = turvalaite

3 = vaara-alue

A1, A2, B1 ja B2 = mykistysantureita

L1 = mykistysanturin A2 ja B1 välinen etäisyys

L2 = mykistysanturin A1 ja B2 välinen etäisyys

L3 = kuljetettavan materiaalin pituus kuljetussuunnassa.

Kuvassa olevat mitat L1, L2 ja L3 määrittelevät antureiden sijoituspaikat seuraavien kaavojen mukaan:

$$V \times t > L1 + L3$$

KAAVA 1

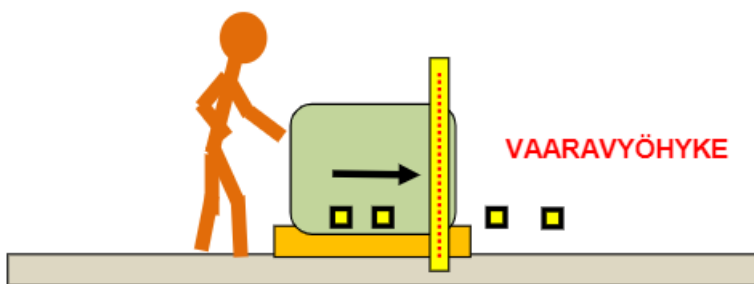
V = kuljettimen nopeus (m/s)

$$L2 < L3$$

KAAVA 2

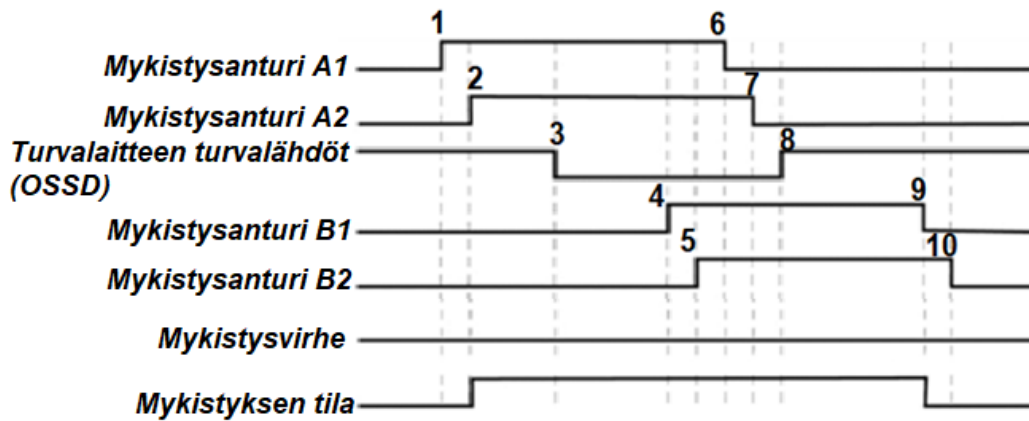
Kuvan 8 tapauksessa materiaali liikkuu vasemmalta oikealle. Anturit A1 ja A2 aktivoituvat järjestyksessä, minkä seurauksena mykistystoiminto käynnistyy, turvalaitteen turvatoiminto ohitetaan ja turvalaite päästää materiaalin vaara-alueen suuntaan. Tämän jälkeen anturit B1 ja B2 aktivoituvat ja ylläpitävät mykistystoimintoa. Tietyn ajan kaikki neljä anturia ovat aktivoituneina. Turvalaite jää mykistyneeksi kunnes anturit ovat vapautettuja; toisin sanoen, kunnes materiaali ei enää vaikuta antureihin A1, A2, B1 ja B2.

Mykistysantureiden ja valoverhon vaikuttumisen ajan valvonta paljastaa ihmisen kävelvän vaara-alueelle heti kuorman takana (kuva 9). Ainakin ensimmäinen anturi A1 vaikuttaa uudelleen jalan katkaistessa valonsäteen ennen kuin materiaali on mennyt kokonaan ohi turvalaitteesta ja vaara-alueen puolella olevista antureista B1 ja B2. Seurauksena on mykistyksen päättyminen. Jos kuorma tai ihminen on silloin valoverhon havaitsemisalueella, seurauksena on järjestelmän pysähtyminen. (12, s. 18.)



Kuva 9. Ihmisen pääsy vaara-alueelle materiaalin takana (12, s. 18)

Tämä vaikuttumisjärjestys esitetään tarkemmin kuvassa 10.



Kuva 10. Neljään yhdensuuntaiseen valonsäteeseen perustuvan mykistysanturin, turvalaitteen ja mykistyksen toiminta ajan funktiona

Seuraavaksi esitetään kuvassa 10 esiintyvä tämän menetelmän turvalaitteen ja anturien vaikuttumisen järjestys normaalin häiriöttömän toiminnan aikana.

1. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteen ja aktivoi mykistysanturin A1.
2. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteen ja aktivoi mykistysanturin A2, minkä seurauksena mykistys aktivoituu.
3. Materiaalin etureuna katkaisee turvalaitteen valonsäteet ja turvalaitteen turvalähtö OSSD asettuu pois-tilaan. Jos suoja-alue on tyhjä, vastaanottimen kaksi lähtöä (OSSD) ovat aktivoituna (päällä). Jos suoja-alueelle saapuu materiaali, lähdöt menevät pois päältä. Turvalaite on mykistyneenä eikä siksi aiheuta järjestelmän pysähtymistä.
4. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteen ja aktivoi mykistysanturin B1.
5. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteen ja aktivoi mykistysanturin B1.
6. Materiaalin takareuna ohittaa anturin A1. Valoa tulee taas vastaanottimeen.
7. Materiaalin takareuna ohittaa anturin A2. Valoa tulee taas vastaanottimeen.
8. Materiaalin takareuna ohittaa turvalaitteen. Valoa tulee taas vastaanottimeen.

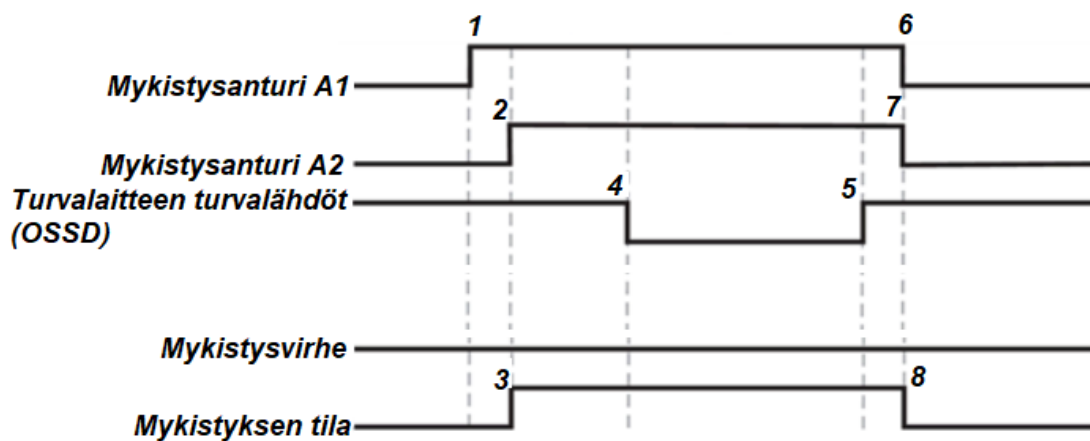
9. Materiaalin takareuna ohittaa anturin B1. Valoa tulee taas vastaanottimeen. Mykistystoiminto päättyy, koska ensimmäinen mykistystoimintoa ylläpitävistä antureista toteaa kuorman menneen ohi.

10. Materiaalin takareuna ohittaa anturin B2. Valoa tulee taas vastaanottimeen.

Jos vaikuttumisjärjestys muuttuu tai jos asetettu aika ylitetään, seurauksena on mykistystoiminnon loppuminen ja järjestelmän pysähtyminen.

3.3.2 Kahteen ristikkäiseen anturiin perustuva menetelmä

Tällä menetelmällä turvalaitteen mykistämiseen riittää kaksi mykistysanturia. Kun materiaali liikkuu kuljetinta pitkin vaara-alueelle, turvalaitetta käytetään järjestelmän pysäytyksen toteuttamiseen ja ristikkäin asennettavia antureita materiaalin tunnistamiseen. Tämä menetelmä on vaikea ohittaa, jos valokennot on suunnattu sopivasti. Kuten neljään yhdensuuntaiseen valonsäteeseen perustuvassa menetelmässä, tämäkin menetelmää on vaikea soveltaa, jos materiaalin koko, muoto tai asento vaihtelee huomattavasti. Jos materiaali on pieni, ei ihmistä voida luotettavasti erottaa materiaalista ristikkäin olevilla antureilla, koska ihminen pystyy helposti vaikuttamaan molempiin antureihin.

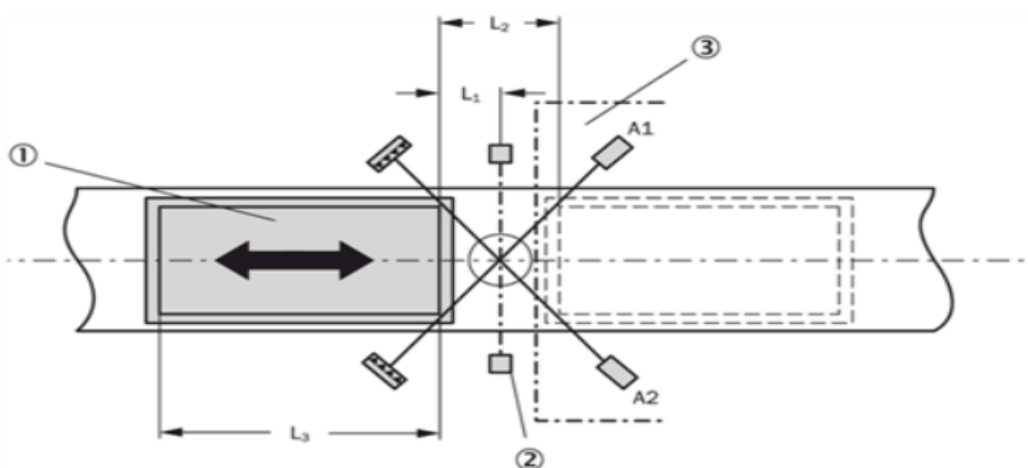


Kuva 11. Kahteen ristikkäiseen valonsäteeseen perustuvan mykistysanturin, turvalaitteen ja mykistystoiminnon toiminta ajan funktiona

Seuraavaksi esitetään kuvassa 11 esiintyvä tämän menetelmän turvalaitteen ja anturien vaikuttamisen järjestys normaalin häiriöttömän toiminnan aikana.

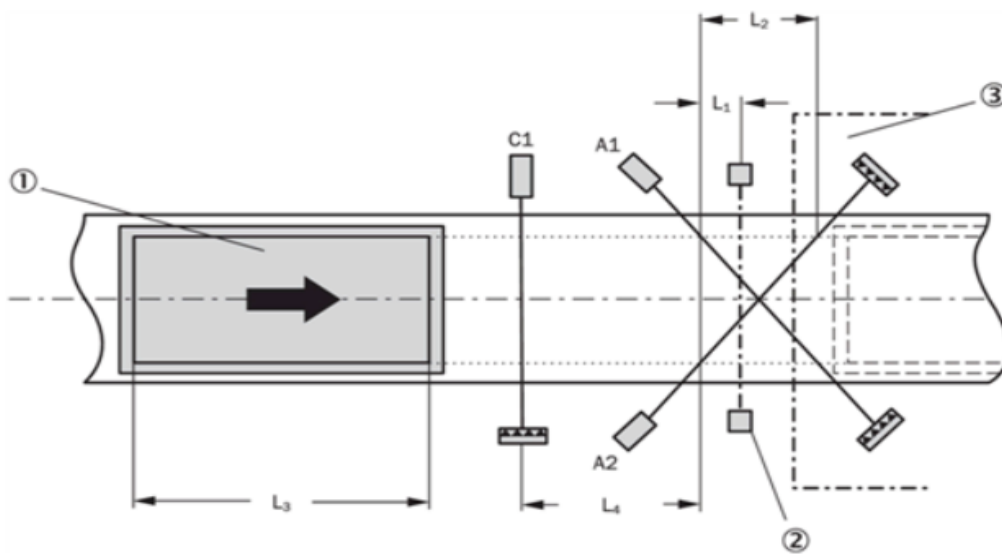
1. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteen ja aktivoi mykistysanturin A1.
2. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteen ja aktivoi mykistysanturin A2 minkä seurauksena mykistys aktivoituu.
3. Mykistyksen tila asettuu tilaan 1.
4. Materiaalin etureuna katkaisee turvalaitteen valonsäteet ja turvalaitteen turvalähtö OSSD asettuu pois-tilaan.
5. Materiaalin takareuna ohittaa turvalaitteen. Valoa tulee taas vastaanottiin.
- 6–7. Materiaalin takareuna ohittaa anturit A1 ja A2 samanaikaisesti. Valoa tulee taas vastaanottiin. Mykistystoiminto päättyy.
8. Mykistyksen tila asettuu tilaan 0.

Jos vaikuttumisjärjestys muuttuu tai jos asetettu aika ylitetään, seurauksena on mykistyksen loppuminen ja järjestelmän pysähtyminen. Kuvassa 12 on esitetty kahteen ristikkäiseen valonsäteeseen peruvan menetelmän periaate. Kahdensuuntaisessa liikenteessä on mykistysantureiden valonsäteiden risteyskohta sijoitettava turvalaitteen säteiden kohdalle (kuva 12).



Kuva 12. Kahdensuuntaisessa liikenteessä turvalaitteen mykistäminen ristikkäin olevilla valokennoilla, periaatekuva

Kuvan 13 tapauksessa, kun käytetään lisäanturia C1 mykistysantureiden valonsäteiden risteyskohdan on jätävä vaara-alueen sisäpuolelle, jotta turvalaitetta ei voisi mykistää vahingossa. Lisäanturin C1 tulee aktivoitua ennen mykistysantureita A1 ja A2, jotta mykistystoiminto voidaan sallia. Materiaali menee anturin C1 jälkeen mykistysantureiden A1 ja A2 eteen samanaikaisesti, jolloin mykistystoiminto sallitaan. Tämän jälkeen materiaali voi mennä turvalaitteen, joka on merkitty kuvassa 12 numerolla 2, valonsäteiden lävitse ilman järjestelmän pysäytystä. Materiaalin takareunan ohittaessa mykistysanturien valonsäteet samanaikaisesti mykistystoiminto päättyy.



Kuva 13. Turvalaitteen mykistäminen ristikkäin olevilla valokennoilla lisäanturia C1 käyttäen, periaatekuva

Kuvan 12 ja 13 merkintöjen selitykset ovat seuraavat:

1 = kuljetettava/tunnistettava materiaali

2 = turvalaite

3 = vaara-alue

A1, A2 = mykistysantureita

C1 = valinnainen anturi, jolla voidaan tukea materiaalin tunnistamista

L1 = vähimmäisetäisyys turvalaitteen säteiden ja mykistysantureiden A1 ja A2 tunnistuskohdan välillä (m)

L2 = mykistysantureiden tunnistuslinjojen välinen etäisyys (anturit aktivoitu / anturit vapautettu) (m)

L3 = kuljetettavan materiaalin pituus kuljetussuunnassa.

L4 = anturin C1 ja mykistysantureiden A1 ja A2 valonsäteiden katkeamiskohdan enimmäisetäisyys

v = kuljettimen nopeus (m/s)

t = asetettu mykistysaika (s)

Kuvassa 12 ja 13 ovat mitat L1, L2, L3 ja L4, jotka määrittelevät antureiden sijoituspaikat seuraavien kaavojen mukaan:

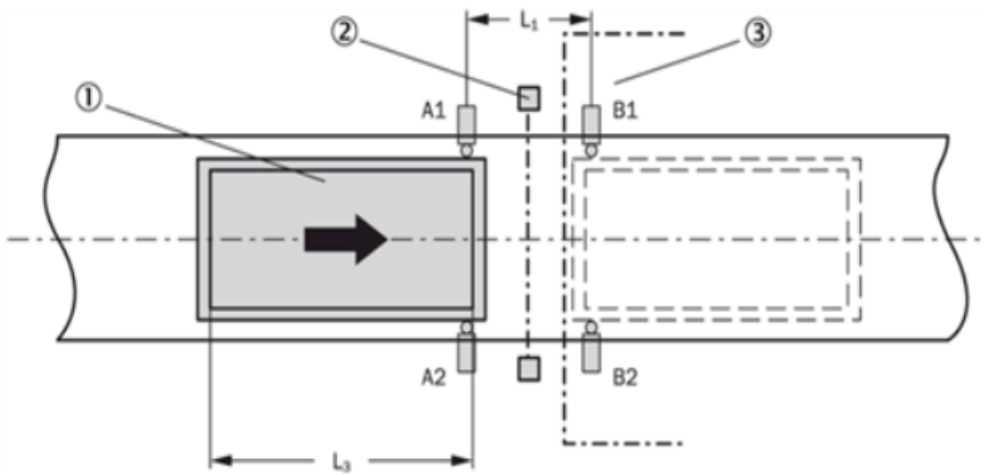
$$V \times t > L1 + L3 \qquad \text{KAAVA 3}$$

V = kuljettimen nopeus (m/s)

$$L3 > L4 \qquad \text{KAAVA 4}$$

3.3.3 Kahteen rinnakkaiseen anturiin perustuva menetelmä

Tämän menetelmän toteuttamiseen käytetään kaksi anturiparia ja turvalaite, joka voi olla joko valoverho tai turvakamera. Materiaali voidaan kuljettaa kumpaankin suuntaan. Tässä tapauksessa ei ole väliä, mikä anturipari aktivoituu ensin. Kuvassa 14 on esimerkki siitä, miten rinnakkaiset anturit sijoitetaan tämän menetelmän toteuttamiseksi.



Kuva 14. Turvalaitteen mykistäminen rinnakkain olevilla valokennoilla, periaatekuva.

L_1 = mykistysantureiden A1 ja B1 etäisyys sekä mykistysantureiden A2 ja B2 etäisyys (m)

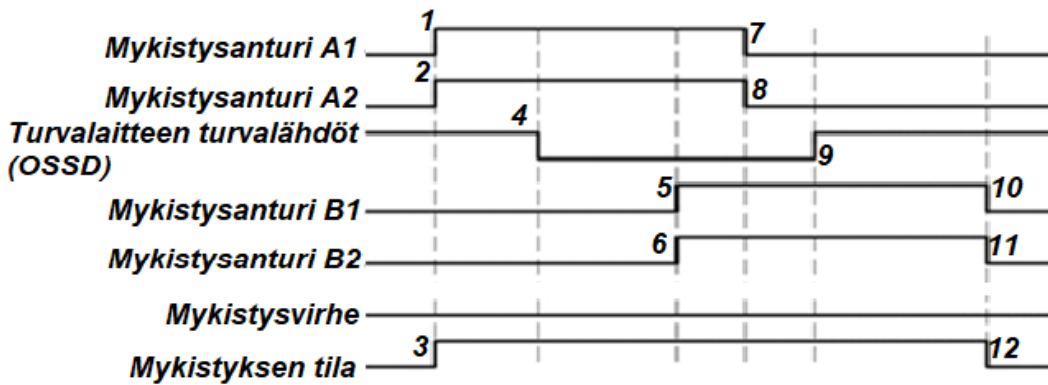
L_3 = kuljetettavan materiaalin pituus kuljetussuunnassa

Kuvassa 14 ovat mitat L_1 , L_3 , jotka määrittelevät antureiden sijoituspaikat seuraavien kaavojen mukaan:

$$V \times t > L_1 + L_3 \quad \text{KAAVA 5}$$

V = kuljettimen nopeus (m/s)

$$L_1 < L_3 \quad \text{KAAVA 6}$$



Kuva 15. Rinnakkaiseen valonsäteeseen perustuvan mykistysanturin, turvalaitteen ja mykistyksen toiminta ajan funktiona

Seuraavaksi esitetään kuvassa 15 esiintyvä tämän menetelmän turvalaitteen ja anturien vaikuttumisen järjestys normaalin häiriöttömän toiminnan aikana.

1–2. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteet ja aktivoi anturiparin A1 ja A2 samanaikaisesti, minkä seurauksena mykistys aktivoituu

3. Mykistyksen tila asettuu tilaan 1.

4. Materiaalin etureuna katkaisee turvalaitteen valonsäteet ja turvalaitteen turvalähtö OSSD asettuu pois tilaan.

5–6. Materiaalin etureuna katkaisee valonsäteet ja aktivoi anturiparin B1 ja B2.

7–8. Materiaalin takareuna ohittaa anturiparin A1 ja A2. Valoa tulee taas vastaanottiin.

9. Materiaalin takareuna ohittaa turvalaitteen. Valoa tulee taas vastaanottiin.

10–11. Materiaalin takareuna ohittaa anturiparin B1 ja B2. Valoa tulee taas vastaanottiin. Mykistystoiminto päättyy, koska ensimmäinen mykistystoimintoa ylläpitävistä antureista toteaa kuorman menneen ohi.

12. Mykistyksen tila asettuu tilaan 0.

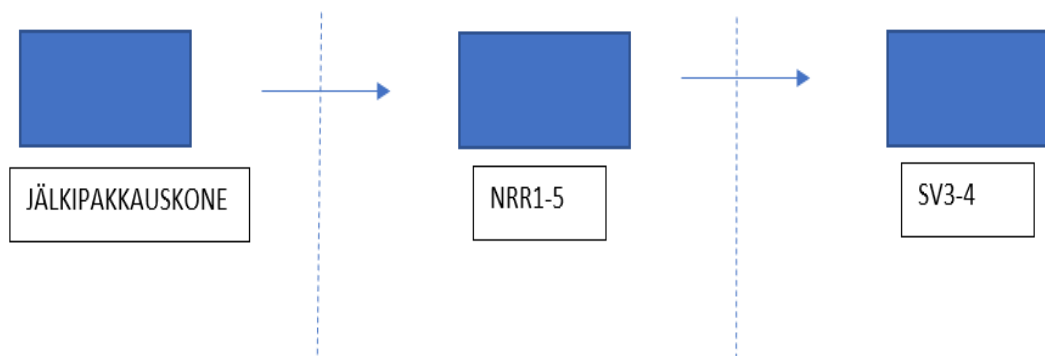
4 TYÖN TOTEUTUS

Vaara-alueelle menon vaarana on takertuminen, liikkuvien osien väliin puristuminen sekä odottamaton käynnistyminen henkilön selvittäessä häiriötä. Normaalitilanteessa henkilö ei työskentele vaara-alueella. Seuraavissa luvuissa kuvataan työn etenemistä turva-alueittain ja sitä, miten käytännössä työtä on lähdetty tekemään, sekä turvalogiikan ohjelmointia ja käyttöönottoa.

4.1 Alkutilanne

Kun tämä projekti tarjottiin minulle opinnäytetyöaiheeksi, toimeksiantaja oli jo aloittanut ja hankkinut kaikki projektin toteuttamiseen tarvittavat turvakomponentit. Myös turvalogiikkakaappi oli jo suunniteltu ja turvakomponentit asennettu ja kaapelit vedetty valmiiksi. Mutta projekti oli kuitenkin jäänyt kesken ja ollut käyttämättömänä viisi vuotta, minkä takia piti mekaanisesti katsoa ja tarkistaa turvakomponenttien kunnot sekä sijoituspaikat, koska virheellinen komponentti tai asennus ei toimi vaaditulla tavalla ja se ilmenee käyttäjälle alueen toimimattomuutena. Turvalogiikkaan ladattava sovellus ei ollut toivotun mukainen minkä takia minun piti tehdä muutokset aiemmin luotuun ohjelmaan. Alussa keskeytystietoa ei ole kytketty olemassa oleviin keskeytyspiireihin huonon luotettavuuden takia. Tämä oli yksi kehitysidea, jolla voisi saada luotettavuutta toiminnallisuuteen.

Alla oleva kuva 16 esittää materiaalivirtaa. Katkoviivoin esitetyt alueet ovat omia turva-alueitaan. Tämän projektin turvalaitteet sijoittuvat jälkipakkauskoneen ja NRR alueiden väliin. Materiaalivirta toimii imuohjauksella, jossa SV3-4 ovat siirtovaunuja, joilla materiaali kuljetetaan varaston kuljettimille. Tämä taas heijastuu jokaiselle pakkauskoneelle. Rataluukkuihin asennetut turvakamerat pysäyttävät ryhmittelyalueen toiminnan, kun ihminen kulkee turvakameran edestä.



Kuva 16. Materiaalivirta

Tutustuin projektiin huolellisesti ja keräsin kaikki tarvittavat tiedot, joita voisin käyttää projektin toteuttamiseen. Tässä projektissa anturien välinen etäisyys ja kuljetettavan materiaalin pituus on tärkeä, joten työ aloitettiin määrittämällä kuljetusalustojen pituudet ja anturien väliset etäisyydet. Nämä tiedot esitetään tarkemmin seuraavissa luvuissa kuljetinkohtaisesti.

4.2 NRR1

Tämän kuljettimen tapauksessa (kuva 17) turvalaite on turvakamera ja kuljetettava materiaaalialusta on rullakko, joka liikkuu pakkauskoneelta varaston puolelle. Vaara-alue alkaa heti ennen varastoa rataluukkuihin asennettujen turvakamerojen jälkeen. NRR1:llä kuljetettava rullakko liikkuu pakkauskoneelta vaara-alueelle. Materiaali erotetaan henkilöistä rullakon tunnistavilla kuljettimelle neljä vaakasuoraan asennetuilla antureilla. Tämän alueen NRR1 ohjelmointi on nähtävillä opinnäytetyön liitteenä 2.



Kuva 17. Kuljetin NRR1 mykistysantureineen ja turvakameroineen

Mykistysmenetelmänä käytetään neljään peräkkäiseen anturiin perustuvaa menetelmää, joka on käsitelty luvussa 3.3.1 tarkemmin. Tämän menetelmän mukaan ensimmäisen mykistysanturin A1 ja viimeisen B2 välisen etäisyyden pitää olla pienempi kuin kuljetettavan rullakon pituus (kaava 2). Rullakon pituus on 68,5 cm ja alussa mykistysanturien A1 ja B2 välinen pituus oli 75 cm, mistä käy ilmi, että mitat eivät ole kaavan 2 mukaiset. Kuten luvussa 3.3.1 kerrottiin, jotta mykistystoiminto voidaan ylläpitää ja suorittaa loppuun, rullakon on vaikutettava neljään mykistysanturiin yhtä aikaa. Tästä syystä anturit sijoitettiin kaavan 2 mukaisesti.

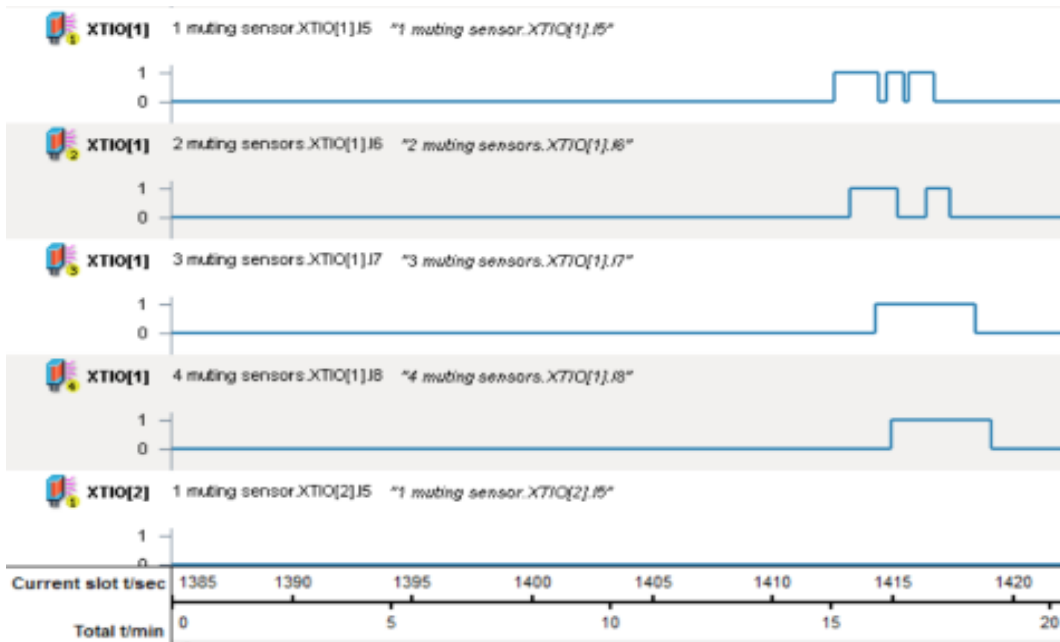
Tämän kuljettimen NRR1 anturien kanssa ilmeni muitakin ongelmia. Mykistysanturit A1 ja B1 pätkivät välillä. Tämä häiriötilanne näkyi selkeästi anturien takaa LED-valosta, joka vilkuttaa rullakon vaikuttaessa anturiin, vaikka LED-valon pitäisi palaa katkeamattomasti. Tämä näkyi myös I/O-moduulista, että rullakon vaikuttaessa neljään anturiin, anturit A1

ja B1 pätivät ja sisääntuloihin I5 ja I7 ei tule signaalia (kuva 18). Tämä signaalien väärä aktivoitumisjärjestys johtaa mykistystoiminnon hylkäämiseen ja järjestelmän pysäytykseen.



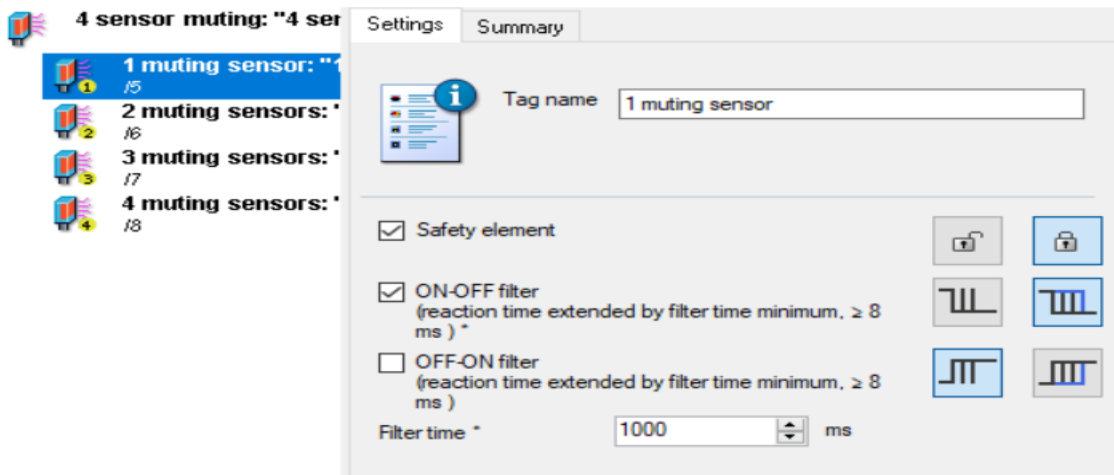
Kuva 18. Antureilta A1 ja B1 tulevat signaalit häiriöhetkellä

Kun ongelma ilmeni vain välillä, ajattelin sen johtuvan huonosta rullakosta. Tämän jälkeen säädin anturien herkkyydet, mikä auttoi jonkin aikaa. Tällä ratkaisulla sain anturit toimimaan minkä jälkeen saman alueen toinen ja neljäs anturi rupesi pätkimään, vaikka samat säädöt tehtiin niillekin. Häiriöhetkellä anturin LED-valo vilkkuu noin 0,5 sekunnin välein, kunnes rullakko menee ohi. Kuvassa 19 näkyy anturien käyttäytyminen häiriöhetkellä.



Kuva 19. Anturien signaalipulssit ajan funktiona häiriöhetkellä

I/O-moduulin tuloille voidaan konfiguroida yksilölliset suodatinajat häiriöttömän toiminnan varmistamiseksi erilaisilla tulosignaaleilla, minkä takia rupesin miettimään jokaisen anturin kohdalla eri toleranssivaihtoehtoja, koska jokainen anturi käyttäytyy eri tavalla. Muutin anturien filteriasetukset ohjelmassa siten, että häiriön ilmestyessä anturin signaali menee pois-tilaan (0), mutta ohjelma pitää sen vielä sekunnin ajan päällä-tilassa (1), minkä jälkeen signaali tulee päälle-tilaan (1) ja ohjelma tulkitsee anturin toimivan katkeamattomasti, mikäli rullakko on vielä anturin edessä. Tällä tavalla estetään mykistystoiminnan hylkääminen. Tämä ratkaisu auttoi huomattavasti ja kuljetin NRR1 saatiin hyvin toimimaan.



Kuva 20. Anturin reaktioaika

Jos kuvan 20 ikkunasta valitaan käyttöön ON-OFF filter -aika, ohjelma pitää signaalia päällä (1) asetetun ajan, minkä jälkeen se menee pois päältä (0). Jos taasen valitaan käyttöön OFF-ON filter -aika, ohjelma pitää signaalin pois-tilassa (0) asetetun ajan, minkä jälkeen signaali kytkeytyy päälle (1).

Seuraava kuva 21 esittää kuljettimen NRR1 I/O-luettelo.

Positiotunnus			Input/Output	Kuvaus	Tyyppi
Piiri	I/O	Turva-alue			
NRR1	XTIO1.11 XTIO1.12	1	Input	Turvakameran turvalähdöt OSSD, jotka kytketään XTIO1 kortin sisääntuloihin I1 ja I2.	päälle/pois
	XTIO1.01 XTIO1.02		Output	Ohjauksenjännite, joka vietään releelle K1.	päälle/pois
	XTIO1.14		Input	Kuittaus-painike. Turvapiiri kuitataan tällä painikkeella, kun häiriön syy on selvitetty.	painike (Jousipalautteinen)
	XTIO1.03		Output	Vikatilanne-merkkivalo. Jos prosessi on vikatilanteessa, valo vilkkuu sekunnin välein indikoiden kuittaustarvetta.	merkkivalo
	XTIO1.15		Input	Mykistysanturi A1	päälle/pois
	XTIO1.16		Input	Mykistysanturi A2	päälle/pois
	XTIO1.17		Input	Mykistysanturi B1	päälle/pois
	XTIO1.18		Input	Mykistysanturi B2	päälle/pois

Kuva 21. NRR1 I/O-luettelo

4.3 NRR2

Tämän kuljettimen tapauksessa turvalaite on turvakamera ja kuljetettava materiaaalialusta on alusvaunu. Alueella NRR2 on kaksi vierekkäistä kuljetinta NRR2a ja NRR2b. Kuljettimilla NRR2a ja NRR2b on kaksi peräkkäistä anturia, vaikka I/O-moduuliin on kytketty neljä anturia. Alun perin oli kytketty neljä anturia, minkä jälkeen kaksi anturia oli otettu pois käytöstä mahdollisesti huonon kunnan vuoksi. Tästä syystä tämän alueen kuljettimet laitettiin toimimaan kahdella mykistysanturilla, muting-toimilohko toimii kuten kytkettynä olisi neljä anturia. Tämä tilanne on nähtävillä opinnäytetyön liitteenä 3. Kuvan 22 oikeanpuoleisen kuljettimen NRR2b turvakameran heijastavan teipin tarkka kohdistus oli jäänyt tekemättä, joten kiinnitystä jouduttiin vielä säätämään.



Kuva 22. Alueen NRR2 kuljettimet mykistysantureineen ja turvakameroineen

Vaikka anturit oli asennettu sarjaan, ohjelmassa mykistysmenetelmänä käytetään kahden rinnakkaiseen anturiin perustuvaa menetelmää, joka on käsitelty luvussa 3.3.3 tarkemmin. Koska kahden anturin välinen etäisyys oli isompi kuin alusvaunun pituus, anturit asennettiin lähemmäksi toisiaan, jotta saadaan kaavan 2 mukainen anturien välinen etäisyys ja mykistystoiminto voidaan aktivoida.

Seuraava kuva 23 esittää kuljettimen NRR2a ja NRR2b I/O-luetteloa.

Positiotunnus				Kuvaus	Tyyppi
Piiri	I/O	Turva-alue	Input/Output		
NRR2a	XTIO2.11 XTIO2.12	2	Input	Turvakameran turvalähdöt OSSD, jotka kytketään XTIO2 kortin sisääntuloihin I1 ja I2.	päälle/pois
	XTIO2.01 XTIO2.02		Output	Ohjausjännite, joka vietään releelle K2.	päälle/pois
	XTIO2.13		Input	EDM-toiminto. Kontaktorivalvonta	päälle/pois
	XTIO2.03		Output	Vikatilanne-merkkivalo. Jos prosessi on vikatilanteessa, valo vilkkuu sekunnin välein indikoiden kuittaustarvetta.	merkkivalo
	XTIO2.14		Input	Kuittaus-painike. Turvapiiri kuitataan tällä painikkeella, kun häiriön syy on selvitetty.	painike (Jousipalautteinen)
	XTIO2.04		Output	Valo palaa kun mykistys alkaa tarkoitetun materiaalin kulkiessa aukosta läpi.	merkkivalo
	XTIO2.15		Input	Mykistysanturi A1	päälle/pois
	XTIO2.16		Input	Mykistysanturi A2	päälle/pois
	XTIO2.17 XTIO2.18		Input	Mykistysanturi B1 Mykistysanturi B2	päälle/pois päälle/pois
NRR2b	XTIO3.11 XTIO3.12	2	Input	Turvakameran turvalähdöt OSSD, jotka kytketään XTIO3 kortin sisääntuloihin I1 ja I2.	päälle/pois
	XTIO3.04		Output	Valo palaa kun mykistys alkaa tarkoitetun materiaalin kulkiessa aukosta läpi.	merkkivalo
	XTIO3.15		Input	Mykistysanturi A1	päälle/pois
	XTIO3.16		Input	Mykistysanturi A2	päälle/pois
	XTIO3.17		Input	Mykistysanturi B1	päälle/pois
	XTIO3.18		Input	Mykistysanturi B2	päälle/pois

Kuva 23. NRR2 I/O-luettelo

4.4 NRR3

Kuten alueella NRR2, myös tämän alueen tapauksessa on kaksi vierekkäistä kuljetinta NRR3a ja NRR3b (kuva 24). Turvalaitteena on turvakamera ja kuljetettava materiaalia- lialusta on alusvaunu. Tämän alueen NRR3 molemmissa kuljettimissa NRR3a ja NRR3b mykistysmenetelmänä käytetään neljään peräkkäiseen anturiin perustuvaa menetelmää.



Kuva 24. Alueen NRR3 kuljettimet mykistysantureineen ja turvakameroineen

Koska ensimmäisen ja viimeisen anturin välinen etäisyys oli isompi kuin alusvaunun pituus, myös näissä kuljettimissa anturien paikat vaihdettiin kaavan 2 mukaisesti. Tällä alueella oli samat anturiongelmat kuin kuljettimella NRR1. Ongelmat yritettiin ratkaista säätämällä anturien herkkyyksiä ja suodatusaikoja ohjelmassa. Tämän alueen tapauksessa nämä olivat ratkaisuja, joilla mykistys saatiin toimimaan vain jonkin aikaa. Anturien käyttäytymistä seurasin sekä ohjelmasta että anturin taakse syttyvästä LED-valosta, joka ilmoittaa, että anturi on aktivoitunut. Huomasin, että LED-valon vilkkumisen syy oli, että kaksi anturia oli asennettu toisiaan päin. Koska jokainen anturi toimii yksin oikein, kyse oli kuljettimen NRR3a anturin lähettimestä A1 kuljettimen NRR3b anturiin A1 vuotavasta valosta. Anturien paikat muutettiin niin, että anturin lähettimen signaali ei mene väärän anturin vastaanottimeen. Tämän jälkeen anturit saatiin toimimaan oikein.

Vaikka alussa tehtiin neljään peräkkäiseen anturiin perustuvan menetelmän mukainen anturijärjestys ja ohjelma, käyttöönoton jälkeen ilmenevien ongelmien vuoksi jouduttiin se muuttamaan yhdistämällä kaksi menetelmää, jotka ovat käsitelty luvuissa 3.3.1 ja 3.3.3. Tämä tilanne on nähtävillä opinnäytetyön liitteenä 4. Aluksi onnistuttiin tunnistamaan kuljetettava materiaali neljään peräkkäiseen anturiin perustuvaa menetelmää käyttäen. Mutta käyttäjiltä sain palautteita, ettei laatimani sovellus toimi, kun kuljetettavat materiaalit tulevat peräkkäisesti robottihäiriön takia, jolloin anturit eivät aktivoidu oikeassa järjestyksessä ja ohjelma hylkää mykistystoiminnan.

Seuraava kuva 25 esittää kuljettimien NRR3a ja NRR3b I/O-luetteloa.

Positiotunnus			Input/Output	Kuvaus	Tyyppi
Piiri	I/O	Turva-alue			
NRR3a	XTIO4.I1 XTIO4.I2	2	Input	Turvakameran turvalähdöt OSSD, jotka kytketään XTIO4 kortin sisääntuloihin I1 ja I2.	päälle/pois
	XTIO4.I4		Input	Kuittaus-painike. Turvapiiri kuitataan tällä painikkeella, kun häiriön syy on selvitetty.	painike (Jousipalautteinen)
	XTIO4.O4		Output	Valo palaa kun mykistys alkaa tarkoitetun materiaalin kulkiessa aukosta läpi.	merkkivalo
	XTIO4.I5		Input	Mykistysanturi A1	päälle/pois
	XTIO4.I6		Input	Mykistysanturi A2	päälle/pois
	XTIO4.I7		Input	Mykistysanturi B1	päälle/pois
	XTIO4.I8		Input	Mykistysanturi B2	päälle/pois
	NRR3b		XTIO5.I1 XTIO5.I2	2	Input
XTIO5.O4		Output	Valo palaa kun mykistys alkaa tarkoitetun materiaalin kulkiessa aukosta läpi.		merkkivalo
XTIO5.I5		Input	Mykistysanturi A1		päälle/pois
XTIO5.I6		Input	Mykistysanturi A2		päälle/pois
XTIO5.I7		Input	Mykistysanturi B1		päälle/pois
XTIO5.I8		Input	Mykistysanturi B2		päälle/pois

Kuva 25. NRR3 I/O-luettelo

4.5 NRR4

Kuljettimen NRR4 tapauksessa turvalaitteena on turvakamera ja kuljettettava materiaalia lialusta on alusvaunu. Mykistysmenetelmänä käytetään neljään peräkkäiseen anturiin perustuvaa menetelmää, joka on käsitelty tarkemmin luvussa 3.3.1. Tällä kuljettimella kuljetetaan tyhjiä laatikkopinoja. Jos laatikkopinoja ei ole tulossa, kuljetin pysähtyy ja vaara-alueelle menossa oleva laatikkopino jää aukkoon odottamaan vaikuttaen mykistysantureihin, kunnes seuraava laatikkopino tulee (kuva 26). Tämä on syy, minkä takia mykistysajan aika saattaa olla pidempi kuin toiset alueet NRR1-3. Tämä mykistysaika on valittavissa ohjelmassa. Tämän alueen NRR4 ohjelmointi on nähtävillä opinnäytetyön liitteenä 5.



Kuva 26. Alueen NRR4 laatikkopino odottaa vaikuttaen mykistysantureihin jopa useita tunteja, kunnes seuraava laatikko tulee

Seuraava kuva 27 esittää kuljettimien NRR3a ja NRR3b I/O-luetteloa.

Positiotunnus			Input/Output	Kuvaus	Tyyppi
Piiri	I/O	Turva-alue			
NRR4	XTIO6.I1 XTIO6.I2	3	Input	Turvakameran turvalähdöt OSSD, jotka kytketään XTIO6 kortin sisääntuloihin I1 ja I2.	päälle/pois
	XTIO6.O1 XTIO6.O2		Output	Ohjausjännite, joka viedään releelle K3.	päälle/pois
	XTIO6.I3		Input	EDM-toiminto. Kontaktorivalvonta	päälle/pois
	XTIO6.O3		Output	Vikatilanne-merkkivalo. Jos prosessi on vikatilanteessa, valo vilkkuu sekunnin välein indikoiden kuittaustarvetta.	merkkivalo
	XTIO6.I4		Input	Kuittaus-painike. Turvapiiri kuitataan tällä painikkeella, kun häiriön syy on selvitetty.	painike (Jousipalautteinen)
	XTIO6.O4		Output	Valo palaa kun mykistys alkaa tarkoitetun materiaalin kulkiessa aukosta läpi.	merkkivalo
	XTIO6.I5		Input	Mykistysanturi A1	päälle/pois
	XTIO6.I6		Input	Mykistysanturi A2	päälle/pois
	XTIO6.I7		Input	Mykistysanturi B1	päälle/pois
	XTIO6.I8		Input	Mykistysanturi B2	päälle/pois

Kuva 27. NRR4 I/O-luettelo

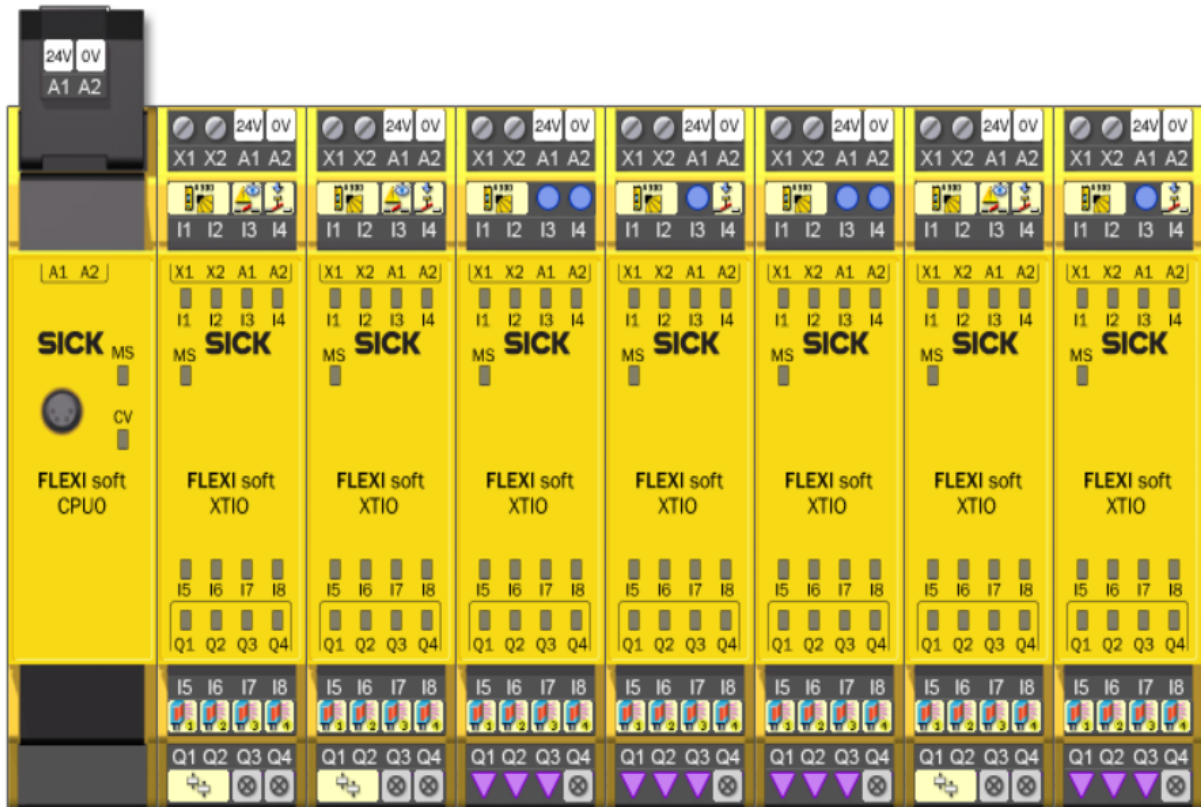
4.6 Logiikkaohjelmointi

Turvalogiikan toiminta määritetään ohjelmallisesti Sickin Flexi Soft Designer -ohjelmistoa käyttäen. Tämä ohjelmisto on lisenssivapaa ilmaisohjelma, joka on ladattavissa Sickin verkkosivuilla. Ohjelmointi tapahtuu logiikkaeditorilla FBL-kieltä käyttäen. Ohjelmalla voidaan tehdä työn kaikki vaiheet: konfigurointi, ohjelmointi ja testaus.

Turvalogiikka ei itsestään vaikuta koneiden toimintaan, vaan puuttuu ainoastaan vaaratilanteessa esimerkiksi, kun ihminen kulkee aukon läpi, jolloin turvapiiri laukeaa ja pysäyttää oman turva-alueensa siirtovaunut, työntimet ja kuljettimet. Mekaaniset muutokset heijastuivat myös aikaisemmin luotuun ohjelmaan, minkä takia kävin läpi jokaisen tulon ja

lähdön varmistuakseni siitä, että komponentit on kytketty oikein. Ohjelman toimivuus testattiin ja sitä säädettiin useita päiviä siten, että turvareleiden tilatieto ei ollut kytketty varaston puolelle eli turvapiirillä ei ohjattu laitteiden energiansyöttöä. Näin oli mahdollista poistaa virheitä ja säätää asetuksia ilman tuotannon keskeyttämistä.

Laitekonfiguraation luominen tapahtuu kahdella eri tavalla. Yksinkertaisin tapa toteuttaa se on kytkeä fyysisesti kiinni ohjelmointikaapeli päämoduulista CPU tietokoneeseen, minkä jälkeen valitaan Flexi Softista upload, jolloin ohjelma luo uuden projektin ja asettaa kaikki moduulit konfigurointikentälle automaattisesti (kuva 28). Tällä tavalla ohjelma tunnistaa myös oikeat ohjelmistoversiot sekä moduulien oikeat laitteistoversiot. Toisena tapana käyttäjä voi luoda virtuaalisen laitekonfiguraation raahaamalla komponentit vetovälikosta kentälle, mutta tämä on huomattavasti hitaampi tapa.



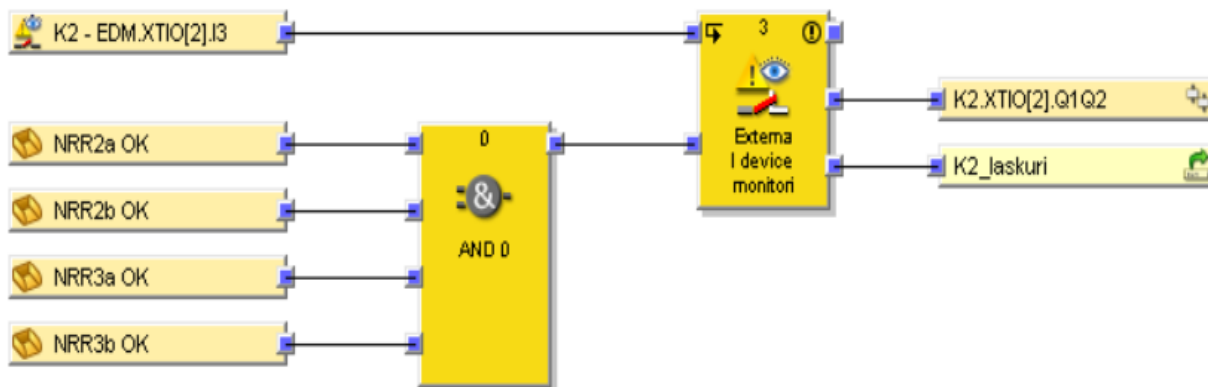
Kuva 28. Laitekonfiguraatio ja I/O:n varaukset

Sisääntuloihin kytkettiin mykistysanturit, turvakameroiden turvalähdöt, EDM-sisääntulotieto sekä kuitauspainikkeiden signaalitiedot. Ulostuloihin kytkettiin mykistyslamput, kuitauspainikkeiden valo sekä releiden kaksikanavainen ohjaus. Releiden ohjaukset ovat nähtävillä opinnäytetyön liitteenä 1. Tulot ja lähdöt määritettiin logiikkaeditorissa jokaiseen kuuteen I/O-moduuliin, jokaiselle kuljettimelle omansa.

Turvapiiri on jaettu kolmeen eri turva-alueeseen. NRR1 on turva-alueella 1, NRR2-3 turva-alueella 2 ja NRR4-5 turva-alueella 3. Koska on kolme eri turva-aluetta, on olemassa kolme relettä. Kuten I/O-luetteloissa voidaan nähdä, turva-alueen 1 I/O-moduulin XTIO1 ulostulot ohjaavat relettä K1, turva-alueen 2 I/O-moduulin XTIO2 ulostulot ohjaavat relettä K2 ja turva-alueen 3 I/O-moduulin XTIO6 ulostulot ohjaavat relettä K3. Rele on vetäneenä niin kauan kun turva-alue on kunnossa. Kärki aukeaa, kun turvapiiri laukeaa. Tällöin myös varaston keskeytyspiirin jännite katkeaa ja alue on turvallisessa tilassa.

Tehtaan automaatiovastaava teki varaston puolen ohjelmamuutoksen. Varaston puolella oleva keskeytyspainike on saman arvoinen turvakameran tiedon kanssa. Varastossa olevan ohjauspaneelin näytölle lisättiin turvareleen tilatieto, jolloin ilmoitetaan kuljettimien ja koneiden pysäytyksen syy työn helpottamiseksi ja häiriön selvittämiseksi, koska pysäytys voi johtua muusta syystä kuin turvapiirin laukeamisesta.

NRR1 on oma alueensa, NRR2-3 oma alueensa, ja NRR4-5 oma alueensa. Esimerkiksi alueiden NRR2 ja NRR3 tapauksessa, kaikki kuljettimet pysähtyvät, mikäli yksi AND-toimilohkoon kytketyistä kuljettimen turvakameroista laukeaa. Tämä tilanne näkyy selkeästi kuvasta 29, eli kun kuljettimet NRR2a, NRR2b, NRR3a, NRR3b ovat kunnossa, myös turva-alue on kunnossa ja rele K2 vetäneenä. Sama pätee alueiden NRR1 ja NRR4-5 tapauksissa, joiden ohjelmointi on tämän opinnäytetyön liitteinä 2 ja 5.



Kuva 29. Ehdot releen K2 ohjaukseen logiikkaeditorissa

Materiaalin kulkiessa aukosta läpi, aukon yhteydessä olevaan mykistyslamppuun syttyy valkoinen valo. Mykistyslamput osoittavat luvallisen kulun, jolloin käyttäjä tietää turvapiiriin mykistystilan. Mykistyslamput helpottavat myös mykistyksen seurantaan käyttöönoton aikana. Mikäli turvakameran säde katkeaa, eikä mykistys ole päällä, turvakamera laukeaa. Kuittauspainikkeen valo vilkkuu sekunnin välein indikoiden kuittaustarvetta, kun aukossa oleva häiriötilanne on selvitetty. Painamalla ko. painiketta kuitataan aukon häiriö. Aina on varmistettava, ettei rataluukulla tai turva-alueella ole henkilöitä, kun käynnistetään alue uudelleen häiriön syyn selvittämisen jälkeen. Näiden valojen ohjaus on nähtävillä opinnäytetyön liitteenä 6.

Ohjelma pystyttiin testaamaan ennen varsinaista käyttöönottoa simulointitoiminnolla. Simuloimalla ohjelmaa havaittiin virheet ja ohjelma saatiin kehitettyä valmiiksi.

4.7 Käyttöönotto

Järjestelmän ottavat käyttöön logiikkaohjelman laatija, sähkösuunnittelija ja mekaniikasta vastaava henkilö. Keskeisintä käyttöönoton onnistumiselle on, että käyttöönottoon liittyvät henkilöt tuntevat tarkalleen koneessa käytettyjen komponenttien toiminnan ja koko koneen tavoitellun toiminnan. Koneen mekaanisen rakenteen valmistumisen aikana ohjelmoija voi asentaa tekemänsä ohjelman sellaisessa muodossa logiikkaan, ettei se ohjaa mitään. Ohjaamattomuus saadaan aikaan esimerkiksi ehdollisilla hyppykäskyillä. Hyppykäskyllä hypätään ohjelmalohkosta toiseen, mutta ehdot asetetaan sellaiseksi, ettei

hyppy toteudu. Jos logiikka pysyy RUN-tilassa, on ohjelma todennäköisesti muodoltaan oikea.

Käyttöönoton ensimmäinen vaihe alkoi tarkistamalla komponenteilta tulevia signaaleja. Se tapahtuu vaikuttamalla yksitellen antureiden tilaan ja tarkastamalla, tuliko signaali I/O-moduuleille. Ennen käyttöönottoa opetettiin turvakameroille turvakentän fyysiset mitat opetusnäppäimellä sekä tarkastettiin mykistysantureiden suuntaus. Turvapiirin tilatiedot lisättiin varastonpuolen logiikkaan sekä ohjelman keskeytyspiirille, minkä jälkeen tarkistettiin, että mykistys ja turvakamerat toimivat oikein.

Ohjelmaa alettiin ottaa käyttöön vaiheittain, jotta voitaisiin seurata järjestelmän käyttäytymistä tarkasti. Käyttöönotto alkoi alueella NRR1. Tätä aluetta seurattiin useita päiviä käyttöönoton jälkeen. Jokaiselle turva-alueelle varattiin muutaman päivän seurantajakso. Seurantajakson aikana ilmeneviä ongelmia ja muutostarpeita saatiin pääsääntöisesti nopeasti ratkaistua.

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin turva-automaatioon, työssä käytettyihin komponentteihin, eri mykistysmenetelmiin sekä ohjelmistoon. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli viimeistellä turva-automaatiojärjestelmä niin, että turvakamerat voidaan ottaa käyttöön. Yritys tarjosi hyvä tuen ja avun opinnäytetyön tekemiseen. Työtä tehdessä opin myös komponenttien datalehtien tulkitsemista ja puuttuvien tietojen selvittämistä. Vaara-alueelle meno ja liikkuvien osien väliin puristuksiin jääminen estettiin turvakameralla. Materiaalin ja ihmisen toisistaan erottaminen tapahtui mykistystoiminnolla. Mykistys mahdollistaa turvallisen ja automaattisen materiaalin kuljettamisen vaara-alueelle.

Työssä käytin paljon Sickin Flexi Soft Designer -ohjelmistoa. Ohjelmisto oli minulle uusi ja siihen tutustuminen vaati runsaasti aikaa. Työssä pyrittiin käyttämään jo olemassa olevia komponenttia. Tämä lisäsi työn määrä huomattavasti, kun pyrittiin siihen, että anturit suorittavat oikean toimipiteen. Sopivien komponenttien saaminen olisi voinut helpottaa työtä. Mekaaninen kunnostus onnistui ilman suurempia ongelmia. Työn raportointi onnistui tehtyjen muistiinpanojen ja kuvien avulla hyvin.

Yleisimpien ongelmien syitä olivat virheellinen suuntaus, anturien pätkiminen tai muu mekaaninen vaurioituminen. Vaikka anturi tarjosi herkkyysäättöä, tunnistusalueen tarkka hallinta ei ollut mahdollista. Tähän sovellukseen valitut anturit aiheuttivat merkittäviä ongelmia. Huomasin, että myös heijastava tausta, kuten työvaatteissa oleva turvaheijastin, aiheuttivat virhekytkentöjä tuntoetäisyysalueen ulkopuolelta. Tasaisilla pinnoilla on parempi heijastuskyky kuin epätasaisilla, joten huonot rullakot ja alustat tunnistettiin virheellisesti. Epätasaisilla kohteilla on taipumus heijastaa valoa eri suuntiin, mikä aiheutti mykistyksen hylkäämiseen, kun heijastuva valo menee muun anturin vastaanottimeen. Näitä asioita silmällä pitäen voin sanoa, että anturit eivät olleet sopivia tähän sovellukseen. Nämä häiriöt ilmenivät käyttäjälle linjaston toimimattomuutena käyttöönoton jälkeen. Ohjelmamuutoksilla yritin saada ongelmat ratkaistua.

LÄHTEET

1. Valio. Saatavissa: <https://www.valio.fi/yritys/>. Hakupäivä 15.12.2020.
2. Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2007. Turvatekniikan keskus. Saatavissa: [https://tukes.fi/documents/5470659/6409383/Turva-automaatio+prosessiturvallisuu-
dessa/e159a62f-a1c2-4de9-a063-7050349d5081/Turva-automaatio+prosessiturvalli-
suudessa.pdf?version=1.0](https://tukes.fi/documents/5470659/6409383/Turva-automaatio+prosessiturvallisuu-
dessa/e159a62f-a1c2-4de9-a063-7050349d5081/Turva-automaatio+prosessiturvalli-
suudessa.pdf?version=1.0). Hakupäivä 10.11.2020.
3. Turvallisuuden eheystaso. Saatavissa: [https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Turval-
lisuuden+eheystaso+-+Safety+Integrity+Level](https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Turval-
lisuuden+eheystaso+-+Safety+Integrity+Level). Hakupäivä 14.12.2020.
4. Siirilä, Tapio–Tytykoski, Katri 2016. Koneturvallisuuden käsikirja. Helsinki: Inspecta
5. Sick turvaohjain. Saatavissa: [https://cdn.sick.com/media/pdf/7/77/477/da-
taSheet_FX3-CPU000000_1043783_fi.pdf](https://cdn.sick.com/media/pdf/7/77/477/da-
taSheet_FX3-CPU000000_1043783_fi.pdf) Hakupäivä: 5.11.2020
6. Sick I/O-moduuli. Saatavissa: [https://www.sick.com/fi/fi/turvajaerjestelmaet-ja-ratkai-
sut/turvajaerjestelmaet/safe-efi-pro-system/fx3-xtio84002/p/p80480](https://www.sick.com/fi/fi/turvajaerjestelmaet-ja-ratkai-
sut/turvajaerjestelmaet/safe-efi-pro-system/fx3-xtio84002/p/p80480). Hakupäivä
19.12.2020.
7. Haiko, Timo 2009. Analoginen elektroniikka; Komponentit, mittalaitteet, peruskytken-
nät, simulointi. Helsinki: WSOYpro Oy.
8. Sick turvarele. Saatavissa: [https://www.sick.com/fi/fi/senscontrol-turvalliset-ohjausrat-
kaisut/turvarele/ue10-2fg/c/g186157](https://www.sick.com/fi/fi/senscontrol-turvalliset-ohjausrat-
kaisut/turvarele/ue10-2fg/c/g186157). Hakupäivä 19.12.2020.
9. Anturi. Wikipedia. 2020. Saatavilla: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Anturi>. Hakupäivä
25.10.2020.
10. Optoelektroniset anturit. Kohteesta heijastavat anturit. Saatavilla:
<https://www.ifm.com/fi/fi/shared/technologien/magic-cube/optoelektroniset-anturit>. Haku-
päivä 19.12.2020.
11. Sick. Valokenno. Saatavilla: [https://cdn.sick.com/media/pdf/1/21/621/da-
taSheet_VTB18-4N1240_6030191_fi.pdf](https://cdn.sick.com/media/pdf/1/21/621/da-
taSheet_VTB18-4N1240_6030191_fi.pdf). Hakupäivä 26.11.2020.

12. Siirilä, Tapio 2014. Turvalaitteiden passivoinnin turvallinen toteuttaminen. Saatavilla: <https://docplayer.fi/6695347-Turvalaitteiden-passivoinnin-turvallinen-toteuttaminen.html>. Hakupäivä: 19.12.2020.
13. Safety camera system. 2016. Saatavilla: https://cdn.sick.com/media/docs/3/63/763/operating_instructions_v200_work_station_extended_v300_work_station_extended_en_im0026763.pdf. Hakupäivä 29.11.2020.
14. Sick. Turvakamera. Saatavilla: <https://www.sick.com/fi/en/opto-electronic-protective-devices/safety-camera-systems/v300-work-station-extended/c/g192054>. Hakupäivä 19.12.2020.
15. Malm, Timo–Kivipuro, Maarit – Tiusanen, Risto 1998. Laajojen koneautomaatiojärjestelmien turvallisuus. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Saatavilla: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1998/T1938.pdf>. Hakupäivä 18.12.2020.
16. Siirilä, Tapio–Kerttula, Tuiro 2009. Koneturvallisuuden perusteet. Keuruu: Opiks-Tiimi Oy.

LIITTEET

Liite 1 Turvaohjaimen ohjelmointi Flexi soft designer -ohjelmistolla. Releiden ohjaukset.

Liite 2 Turvaohjaimen ohjelmointi Flexi soft designer -ohjelmistolla. NRR1.

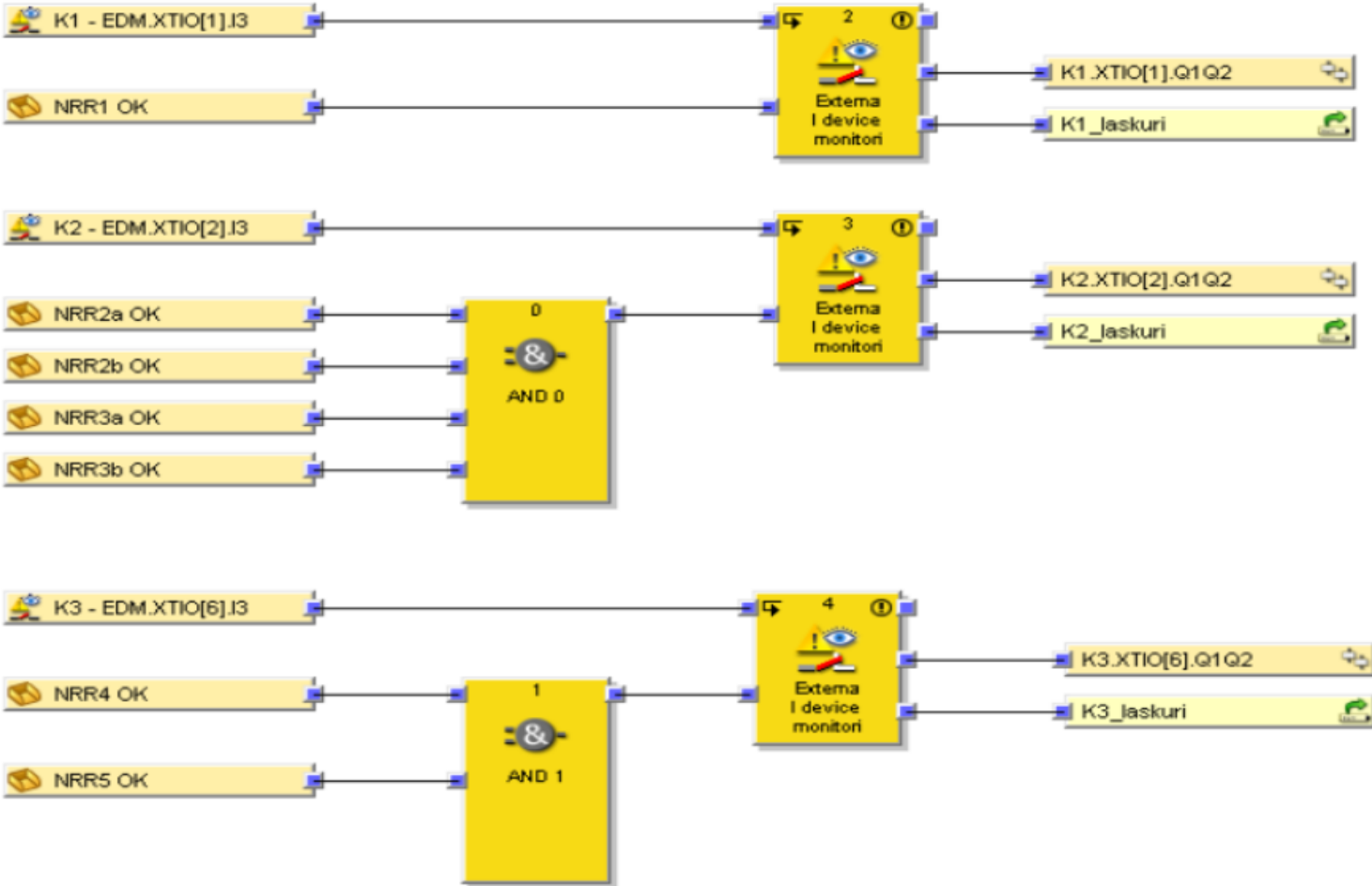
Liite 3 Turvaohjaimen ohjelmointi Flexi soft designer -ohjelmistolla. NRR2.

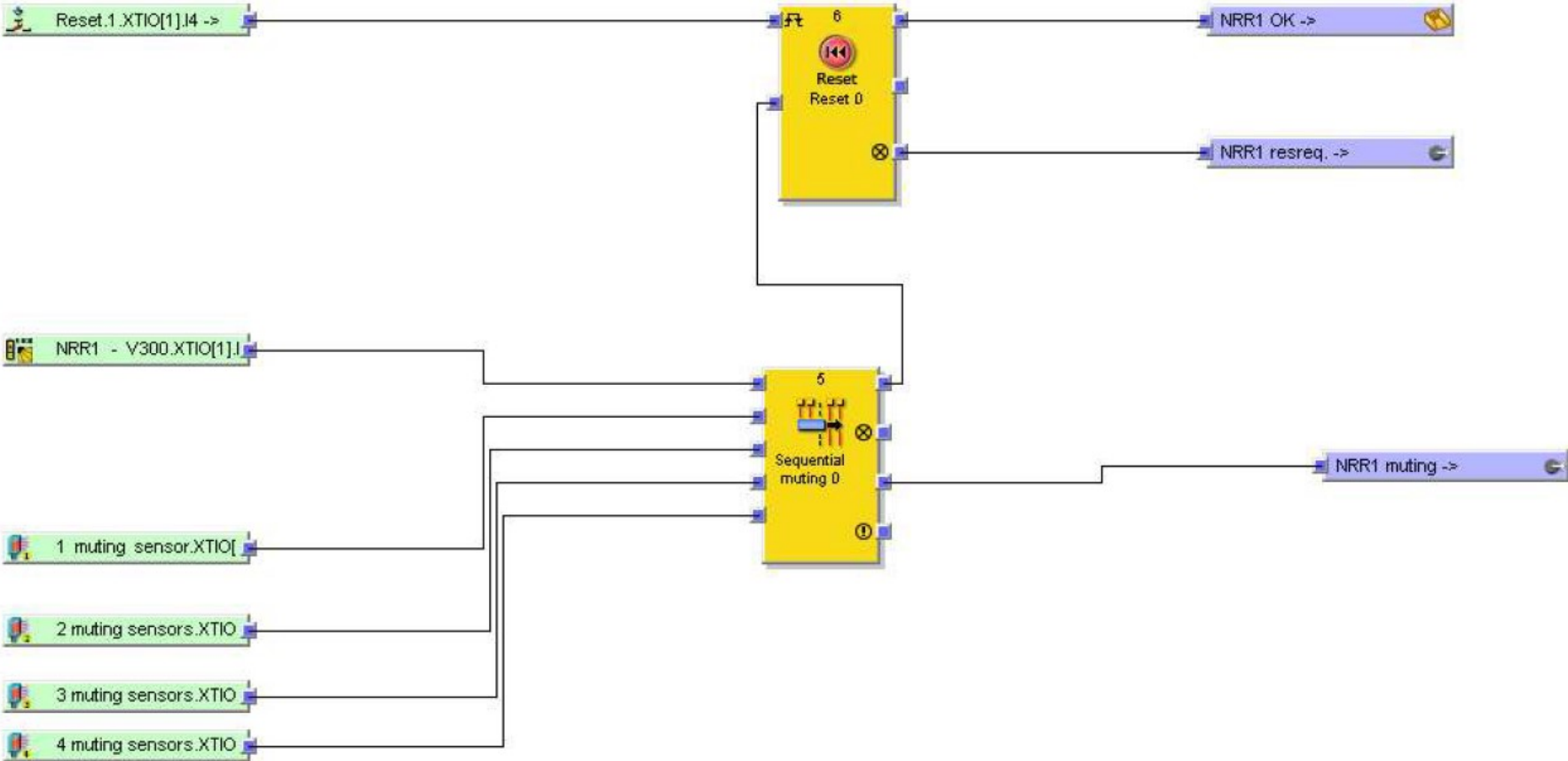
Liite 4 Turvaohjaimen ohjelmointi Flexi soft designer -ohjelmistolla. NRR3.

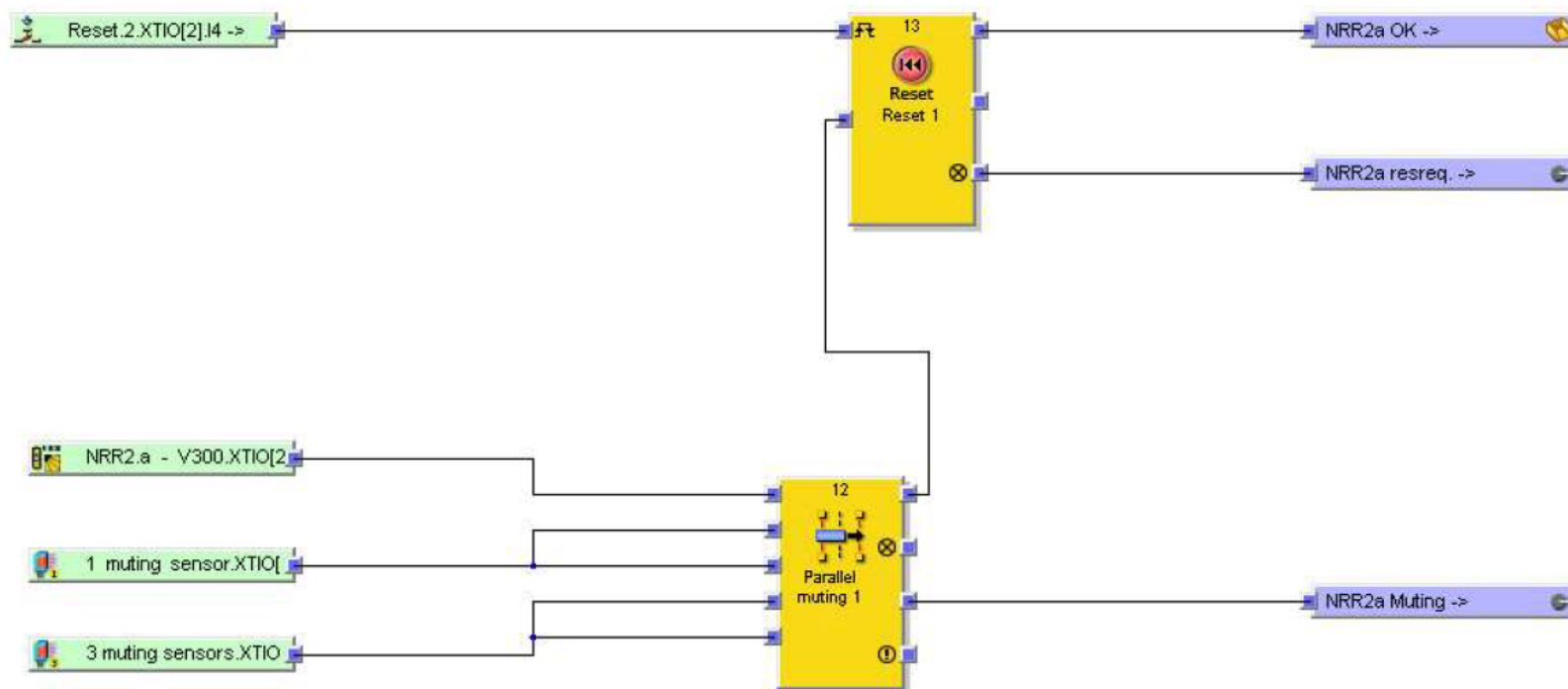
Liite 5 Turvaohjaimen ohjelmointi Flexi soft designer -ohjelmistolla. NRR4.

Liite 6 Turvaohjaimen ohjelmointi Flexi soft designer -ohjelmistolla. Valojen ohjaus.

TURVAOHJAIMEN OHJELMOINTI FLEXI SOFT DESIGNER -OHJELMISTOLLA. RELEIDEN OHJAUKSET. LIITE 1







TURVAOHJAIMEN OHJELMOINTI FLEXI SOFT DESIGNER -OHJELMISTOLLA. NRR3.

LIITE 4

