

Lasse Leinonen

I/O – JA  
TOIMINNALLISUUSTESTAUSTEN  
KEHITTÄMINEN  
Heinolan Sahakoneet Oy


Opinnäytetyö  
Sähkötekniikka

Toukokuu 2014




MAMK  
University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>				
<b>Tekijä(t)</b> Lasse Leinonen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan ko. / Sähkövoimatekniikka				
<b>Nimeke</b>  I/O - ja toiminnallisuustestausten kehittäminen Heinolan Sahakoneet Oy:lle					
<b>Tiivistelmä</b>  Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja toimi Heinolan Sahakoneet Oy, jonka automaatio-osasto oli jo aiemmin havainnut tarvetta I/O- ja toiminnallisuustestaustensa kehittämiseksi. Heinolan Sahakoneet Oy valmistaa kaikkia sahateollisuuden prosesseissa käytettäviä linjastoja ja niiden oheislaitteita. Yrityksen toimipaikka sijaitsee Heinolassa ja yritys on osa ruotsalaista Lifco AB-konsernia.  Työn tarkoitus oli kehittää nykyisiä testaus- ja dokumentointitapoja. Nykyisten menetelmien tilalle tuli kehittää uudet ja toimivammat testaus- ja dokumentointiprotokollat. Lähtötilanteen ongelma oli yhtenäisten testaustapojen puuttuminen ja vaihteleva dokumentointi, jota tällä opinnäytetyöllä oli tarkoitus pyrkiä ratkaisemaan.  Työn aloituksessa päätin käyttää esimerkkitapauksena särmälinjaa, jonka toimintakuvaukset ja I/O-listat sain käyttööni. Listasin saamistani materiaaleista kehitysideoita yhdessä automaatio-osaston kanssa ja ammattikirjallisuutta hyödyntäen kehitin uudet ohjeet testauksille sekä loin uudet testauspöytäkirjat. Työn tuloksena syntyneissä testausohjeissa olin pyrkinyt huomioimaan myös turvallisuuden testauksissa.  Työtä vaikeutti merkittävästi se, etten päässyt työn aikana kokeilemaan työn kohteena olleita laitteistoja käytännön tasolla, vaan kaikki perustui vain kirjallisiin kuvauksiin laitteistoista. Työstä olisi todennäköisesti tullut yksityiskohtaisempi ja tarkempi, mikäli olisin työn aikana päässyt kokeilemaan laitteita.					
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Automaatio, testaus, logiikka, työturvallisuus, toiminnallisuus					
<b>Sivumäärä</b> 23+10	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Kieli</b></td> <td style="width: 50%;"><b>URN</b></td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b>	<b>URN</b>	Suomi	
<b>Kieli</b>	<b>URN</b>				
Suomi					
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>					
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Teemu Manninen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Heinolan Sahakoneet Oy Automaatio Timo Juntunen, Suunnittelupäällikkö				

## DESCRIPTION

		<b>Date of the bachelor's thesis</b>
<b>Author(s)</b> Lasse Leinonen		<b>Degree programme and option</b> <b>Electrical Engineering</b>
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Developing I/O - and functionality testings to Heinola Sawmill Machinery Inc.		
<b>Abstract</b>  <p>This thesis was commissioned by Heinola Sawmill Machinery Inc. The employer manufactures and markets all technology for sawmill and auxiliary equipments. Heinola Sawmill Machinery Inc. has headquarters in the city of Heinola and the company is a part of the Lifco AB -group.</p> <p>The purpose of this thesis was develop I/O -and functionality tests. At first I have researched current ways to do tests and documents. Then I have decided to take the edger for example for this thesis. In meetings I listed things to target of development. After that I develop new guidelines for tests and documentation by professional literature and old policy. The main problem at first was a various ways to do tests and documents. The target was develop new, common policy, for testing and documentation. Then I have created a new guidelines for testing and also a new protocol for documentation.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Automation, tests, programmable logic, work safety, functionality		
<b>Pages</b> 23+10	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b>  Teemu Manninen		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Heinola Sawmill Machinery Oy Automation Timo Juntunen, Department Manager

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	HEINOLAN SAHAKONEET OY:N ESITTELY .....	2
3	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET .....	3
	3.1 Lähtökohdat .....	3
	3.2 Tavoitteet .....	4
	3.3 Työn kulku .....	4
4	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN KUVAUS .....	5
5	ESIMERKKIKOHDE: SÄRMÄYSAUTOMAATTI .....	6
	5.1 Jatkuvasti käyvät moottorit .....	6
	5.2 Kuljettimet ennen keskityspöytää .....	7
	5.3 Keskityspöytä .....	8
	5.4 Syöttökuljetin .....	8
	5.5 Särmsaha .....	9
6	HÄTÄ - JA TURVALAITTEET .....	9
	6.1 Turvalogiikka .....	10
	6.2 Hätäseis -painikkeet .....	10
	6.3 Hätäseis – kontaktori .....	12
	6.4 Turvaovet .....	12
	6.5 Valoverhot .....	13
	6.6 Pyörimisnopeusvahti ja nollanopeusrele .....	13
7	PROSESSIN ANTURIT SEKÄ OHJAUS - JA TOIMILAITTEET .....	14
	7.1 Valokennot .....	14
	7.1.1 Valokennopari .....	15
	7.1.2 Peiliheijastava valokenno .....	15
	7.2 Taajuusmuuttajakäytöt .....	16
8	LINJASTON TESTAUKSEN KEHITTÄMINEN .....	16
	8.1 Testausten sisällön määrittely .....	16
	8.2 Testausten ohjeistuksen suunnittelu .....	17
	8.3 Testausohjeiden testaaminen käytännössä .....	17
	8.4 Turvallisuustekijät testauksia suoritettaessa .....	18
	8.5 Eri testaustavat .....	18

8.6	Black box -testaus .....	18
8.7	White box -testaus .....	19
9	DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMINEN .....	19
9.1	Dokumentoinnin merkitys .....	20
9.2	Suoritetun testauksen dokumentoiminen .....	20
10	YHTEENVETO PROJEKTISTA .....	21
10.1	Ideoita jatkokehitystä varten .....	22
LIITTEET		
1	Testauspöytäkirjan malli	
2	Ehdotus I/O-ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee automaatiojärjestelmien testauksia ja niiden dokumentointia, sekä testaustoiminnan turvallisuusnäkökohtia. Tämän opinnäytetyön kohteena käytetään Heinolan Sahakoneet Oy:n valmistaman särmäysautomaatin automaatiojärjestelmää ja sen turvalaitteita. Työssä pyrin tuomaan esille testaustoimintaan liittyviä turvallisuusseikkoja, jotka tulisi testauksia tehtäessä ottaa huomioon, jotta toiminta olisi mahdollisimman turvallista. Lisäksi tulen kiinnittämään huomiota tarvittaviin dokumentteihin, jotka tulee laatia laitteistojen testauksista.

Työssä esimerkkikohteena käytettävä särmäysautomaatti on sahalaitoksilla käytettävä laitteisto, jolla suoritetaan lauta-aihion viimeistely ennen lajittelua ja kuivausta. Särmäysautomaatti sisältää runsaasti automaatiota, jonka avulla sen tuotantotehokkuus saadaan maksimoitua hävikin ollessa mahdollisimman pieni. Vinosärmäys-toiminnon ansiosta esimerkkilaitteisto on luokkansa parhaimmistoa. Vinosärmäyksellä saadaan maksimoitua aiheista saatava hyöty.

Turvallisuusasioita käsittelen tässä opinnäytetyössä, koska kyseinen laite on erityisen vaarallinen, mikäli sen turvallisuustekijät eivät ole asianmukaisessa kunnossa. Laite sisältää pyöriviä teriä, jolloin ruumiinosien joutuminen koneen vaara-alueelle koneen käydessä on hengenvaarallista. Turvallisuusriskejä pyritään minimoimaan koneeseen asennetuilla turvalaitteilla, joiden toiminnan tunteminen ja testaus on erityisen tärkeää.

Työni sisältää testausten dokumentointiin liittyviä asioita, sillä dokumentoinnin on oltava seuraava työvaihe testauksen jälkeen. Testauksella ei ole mitään merkitystä mahdollisessa ongelmatilanteessa, mikäli testauksesta ei ole laadittu asianmukaisia dokumentteja. Dokumentoinnin tärkeyteen ja sisältöön kiinnitetään huomiota opinnäytetyön sisällöissä.

## 2 HEINOLAN SAHAKONEET OY:N ESITTELY

Opinnäytetyöni toimeksiantaja on Heinolan Sahakoneet Oy. Heinolan Sahakoneet Oy on Heinolassa päätoimipaikkaansa pitävä yritys, joka on perustettu jo vuonna 1890 ja kuuluu ruotsalaiseen Lifco AB – konserniin. Toimeksiantajan valmistamia tuotteita ovat erilaiset mekaanisen metsäteollisuuden tuotteet, kuten ajoneuvoalustaiset mobiilihakkurit, kuivaamot, sahalinjastot sekä lajittelulaitokset.

Heinolan Sahakoneiden toimitusohjelmat voivat sisältää joko täysin uusien, kokonaisen puunjalostuslaitosten toimituksia asiakkaalle tai jo olemassa olevien laitosten osittaisia modernisointeja. Toimeksiantajan tuotevalikoimaan kuuluvat esimerkiksi kaikki sahaprosessin päälaitokset sekä niiden sisältämät oheislaitteet sekä automaatio. Eri-tyistä huomioitavaa tuotteissa on niiden asiakaslähtöisyys, sillä erittäin suuri osa tuotteista räätälöidään täysin yksilöllisesti kunkin asiakkaan tarpeiden mukaan. Ulkomaisia toimitusasiakkaita Heinolan Sahakoneilla on myös runsaasti ympäri maailmaa, kuten kuvasta 1 ilmenee. /1./

### HEINOLA SAWMILL SOLUTIONS MAAILMALLA



**KUVA 1. Heinolan Sahakoneet Oy maailmalla /1/**

### 3 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

Tässä kappaleessa tarkoitukseni on kertoa hieman tämän opinnäytetyön tavoitteista, sekä siitä, millaisesta tilanteesta työtä lähdettiin alun alkaen tekemään. Lähtökohtien toteaminen sekä tavoitteen määrittäminen on oleellinen vaihe opinnäytetyön suunnittelun kannalta.

#### 3.1 Lähtökohdat

Työ käynnistyi otettuani yhteyttä Heinolan Sahakoneet osakeyhtiöön. Yrityksessä oli jo aiemmin havaittu tarvetta automaatiojärjestelmien I/O- ja toiminnallisuustestausten kehittämiseksi. Yrityksellä ei ollut käytössään varsinaista vakioitua toimintatapaa testausten suorittamiselle ja dokumentoinnille. Yhtenäisten toimintatapojen puuttuminen oli jo aiemmin aiheuttanut paljon ylimääräistä työtä, sillä testauksia on joskus jouduttu tekemään uudestaan testauspöytäkirjojen puuttumisen takia. Lisäksi testausten kunnollinen dokumentointi on erityisen tärkeää vastuukysymysten ja oikeusturvan takia mahdollisissa vahinkotapauksissa.

Testausten kehittämistarve entistä paremmalle tasolle on helposti perusteltavissa. Testauksessa oleva puutteellisuus saattaa aiheuttaa viallisen koneyksikön hyväksymisen asiakastoimitukseen, jolloin siitä saattaa aiheutua merkittävä turvallisuusriski käytössä. Toistaiseksi suuremmilta, testausten puutteellisuudesta tai puutteellisista dokumentoinneista, johtuvilta vahingoilta on kuitenkin vältytty.

Lähtötilanteessa toimeksiantajan käytössä on Excel-pohjainen I/O-taulukko, josta näkyy ohjauslogiikkojen lähtöjen ja tulojen osoitteet. Lisäksi käytössä on ollut myös Word-pohjainen tarkastuslomake, jossa on lueteltu prosessin toiminnot. Lisäksi dokumenttiin on varattu kohdat tehtaan oman testauksen ja tilaajalla ennen käyttöönottoa suoritettavien testauksen kuittauksia varten. Myös mahdolliset puutteet ja muut kommentit on lisätty kyseiseen lomakkeeseen. Testauksiin liittyvistä puutteista Heinolan Sahakoneiden automaatio-osastolla ollaan hyvin tietoisia. Tästä johtuen testausten kehittämistoiveita oli hyvin helppo listata. Myös testauksissa olevien puutteiden potentiaaliset seuraukset ovat automaatio-osaston tiedossa, joten kehitysideoiden perustelutkin ovat kunnossa.



### 3.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on kehittää mahdollisimman yhtenäinen ja kattava testausprotokolla tehtaan toimittamien koneyksikköjen I/O -liitäntöjen ja toiminnallisuuksien testaamiselle sekä dokumentoinnille. Työn tavoitteena on kehittää protokolla, joka toimisi yleistyökaluna testauksissa. Kehitettävää protokollaa käyttäen voitaisiin taata testauksen riittävä kattavuus ja testaustuloksen riittävä luotettavuus. Yhteistyössä toimeksiantajan kanssa päätimme käyttää esimerkkitapausta särmäysautomaattia. Särmäysautomaatin tapauksesta laaditaan ohjeistus, jota voi käyttää myös muiden laitteistojen testaukseen. Kuivaamojen automaatio tulee alihankintana Pöyry Oy:ltä, joten kuivaamoautomatiikan tarkastelu jätetään pois tästä opinnäytetyöstä.

### 3.3 Työn kulku

Aloituskeskustelussa keskustelimme toimeksiantajan tarpeista testaustoiminnan kehittämisen suhteen. Listasin keskustelussa esille tulleita asioita, havaittuja puutteita testaustoiminnassa sekä testaustoiminnan kehitysideoita. Myöhemmin kävin ideoita läpi, ja harkitsin, miten niitä voitaisiin hyödyntää tässä opinnäytetyössä. Aloituskeskustelun jälkeen sain useita eri toimintakuvauksia itselleni tutkittavaksi, jotta voisin perehtyä testattavien linjastojen ominaispiirteisiin.

Yhteydenpitoa toimeksiantajan kanssa pidin yllä sähköposteja vaihtaen sekä osallistumalla toimeksiantajan luona Heinolassa pidettäviin välipalavereihin. Palavereissa kävimme läpi opinnäytetyön välitilannetta sekä suuntasimme työn keskittymään pääasiassa särmälinjan toimintaan ja sen turvallisuusasioihin. Särmälinjasta ja sen turvatoinnoista on tarkoitus kehittää ohjeet joita on tarkoitus soveltaa myös muihin toimeksiantajan toimittamiin koneisiin.

Seuraavana vuorossa oli opinnäytetyöni syvällisin vaihe, kehitettävään kohteeseen tutustumisen jälkeen oli aika perehtyä ammattikirjallisuuteen. Ammattikirjallisuudesta kokosin teoriapohjaa, jonka avulla varsinainen opinnäytetyön lopputuote voidaan tehdä. Käytännössä tämä tarkoitti automaatiota käsittelevän kirjallisuuden lukemista, jotta voisin muodostaa itselleni eri näkökulmia testausasioiden suunnitteluun.

Kun teoriatietoa oli saatu kerättyä riittävästi, aloin listata asioita, joita testauksissa ja niiden dokumentoinnissa pitäisi ainakin ottaa huomioon. Listauksen tarkoituksena on helpottaa kehitystyötä, kun oleelliset asiat ovat merkittynä muistiin. Aloin vertailla teoriatiedoista poimimiani asioita aiemmin käytössä olleisiin testausdokumentteihin ja muokkasin niistä kokonaan uuden version testausdokumentiksi. Varsinaisen testaustoiminnan osalta olin palavereissa kiinnittänyt huomiota toimeksiantajan kertomiin päällekkäisyyksiin testausten suorittamisessa. Asennustyöstä kohteessa vastaa monesti aliurakoitsija. Edellä mainitusta syystä on saattanut tapahtua niin, että aliurakoitsija on koneen asennusvaiheessa suorittanut testauksen automaatiolle ja sitten vielä toimeksiantajan väki tehnyt kohta saman testauksen uudestaan. Teoriatietoihin pohjautuen päädyin ehdottamaan kahden eri testaustavan käyttöönottoa, jotta vältettäisiin pahimmat päällekkäisyydet, mutta kaikki tarpeellinen tulisi riittävästi testattua.

#### **4 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN KUVAUS**

Automaatiojärjestelmä tarkoittaa kokonaisuudessaan kaikkia niitä laitteita, joiden avulla ihminen valvoo ja ohjaa automatisoitua prosessia. Automaatiojärjestelmä voidaan jakaa periaatteessa kolmeen osioon, valvomo, kojeterä ja kenttä. Valvomolla tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi ohjauspulpettia, jonka kautta käyttäjä ohjaa prosessin toimintaa. Kojeterä käsittää esimerkiksi taajuusmuuttajat ja logiikkayksiköt. Laitteiston suoraan toimintaan vaikuttavista laitteista käytetään kenttälaitteet-nimitystä. /10/

Automaatiojärjestelmä toimii siten, että käyttäjä voi omilla toimillaan vaikuttaa järjestelmän toimintaan käyttöliittymän, esimerkiksi ohjauspulpetin, kautta. Ohjauslogiikka on koko järjestelmän keskus, johon tulee kaikki mittaustiedot kentältä, sekä käyttöliittymästä käyttäjän antamat ohjeet. Näiden logiikan sisääntulotietojen perusteella logiikan sisältämä ohjelma ohjailee kenttälaitteita logiikan ulostulojen avulla. /10/

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on keskittyä järjestelmää ohjaavan logiikan sisään- ja ulostulojen toiminnan testaamiseen. I/O testauksen tarkoituksena on varmistaa, että logiikkaan on liitetty oikeat komponentit oikeisiin liitäntöihin ja että kyseiset liitännät toimivat oikein.

## 5 ESIMERKKIKOHDE: SÄRMÄYSAUTOMAATTI

Särmäys on sahatavaran tuotannon yksi työstövaihe, jonka tarkoituksena on poistaa lauta-aihiosta vajaasärmä, eli tehdä pyöreäreunaisesta laudasta siisti ja teräväreunainen. Särmäys on onnistunut parhaiten silloin, kun mahdollisimman suuri osa aihioista saadaan muunnettua taloudellisessa mielessä mahdollisimman korkea-arvoiseksi tuotteeksi. Taloudellisiin tavoitteisiin vaikuttavat mm. sivutuotteiden, kuten purun ja hakkeen hinnat. /3./

HEINOLA ASY800 – särmäysautomaatti perustuu aiempaan ASY600 – automaattiin sen luotettavuuden ja tehokkuuden vuoksi. ASY800 -mallin komponentit ja automaatio ovat uudistettu nykyaikaisten vaatimusten mukaiselle tasolle. ASY800 – koneen maksimituotos on jopa yksi särmätty kappale per sekunti keskimääräisen tuotoksen ollessa 50 kpl/min ja hävikin ollessa noin 1 %. /2./

Särmäysautomaattiin kuuluu syöttölaitteisto, keskityspöytä, mittausjärjestelmä, särmäsaha, vastaanottokuljetin sekä ohjauslogiikka että tietoverkkoliitäntä tuotantolaitoksen tietojärjestelmiin. Särmäysautomaatin toiminta tapahtuu pääpiirteissään seuraavasti: Aihio syötetään logiikkaohjatuilla kuljettimilla keskityspöydälle, jossa aihio suunnataan. Keskityksen jälkeen aihio kiihdytetään sekä kuvataan tai mitataan, jolloin automaattikka optimoi aihion ja säättää teriä optimoinnin mukaisesti, jotta raaka-aine saataisiin hyödynnettyä maksimaalisesti.

### 5.1 Jatkuvasti käyvät moottorit

Särmäysautomaatissa on muutamia moottoreita, jotka käyvät jatkuvasti, riippumatta prosessin työvaiheesta. Särmälinjan jatkuvakäyntisiä moottoreita ovat hydraulikkokoneikko, vasen ja oikea särmäsaha sekä kuljettimet ennen ja jälkeen särmäsahan.

Ohjauslogiikka sisältää jatkuvakäyntisten moottorien käynnistys- ja sammutusohjelman, joka käynnistää ja pysäyttää jatkuvakäyntiset moottorit hallitusti ja oikeassa järjestyksessä. Käynnistuksen ja pysäytyksen oikea järjestys on erityisen tärkeää, koska esimerkiksi kuljettimien korkeudensäätö tapahtuu hydraulisesti, joten hydraulikkoneikko on oltava käynnissä ennen kuljettimien käynnistymistä.

Särmäysautomaatin hydraulikoneikko käy jatkuvasti, koska esimerkiksi kuljettimien asentoja ja korkeutta säädetään hydraulisesti, jolloin hydraulipainetta on oltava tarjolla jatkuvasti, sillä muuten hydraulisiin toimintoihin tulisi viivettä. Särmasahat ovat myös jatkuvakäyntisiä moottoreita, koska sahattavien aihoiden välinen aika on normaalisti niin lyhyt, ettei sahojen pysäyttämällä saavutettaisi minkäänlaista hyötyä. Lisäksi linjaston toiminta hidastuisi ja häiriintyisi sahoja jatkuvasti pysäytettäessä ja käynnistettäessä.

## **5.2 Kuljettimet ennen keskityspöytää**

Särmäysautomaattiin on saatavana joko kasettikuljetin, kiramo tai molemmat. Mikäli särmäysautomaatissa on molemmat kuljetinvaihtoehdot, ei kasettikuljetinta ja kiramoita kuitenkaan voida käyttää aihoiden syöttöön samanaikaisesti. Tällöin syöttävä kuljetin valitaan käyttäjän toimesta ohjauspaikalta ajotapa-valintakytkimellä. Kun ajotapa vaihdetaan valintakytkimestä, ohjauslogiikka suorittaa ajotavan vaihtoon liittyvät toiminnot, kuten kuljettimien asentomuutokset, automaattisesti.

Kasettikuljettimessa on paineilmakäyttöiset nokat, jotka nousevat ylös silloin, kun lauta-aihoita voidaan ottaa kuljettimen kuljetettavaksi. Koska on mahdollista, että kiramon yhteen kolaväliin kulkeutuu useampi lauta-aiho, on kiramo varustettu ns. potkaisijalla. Potkaisijan toiminta voidaan ajoittaa ohjelmallisesti halutuksi, ajoituksessa hyödynnetään valokennoa, joka tunnistaa aihoiden etenemisen kuljettimella. Potkaisijan tarkoitus on tiputtaa kolavälistä ylimääräinen aiho takaisin kiramon alaosaan.

Kiramoon on asennettu myös valokennopari, joka ohjaa kiramoita syöttävää kuljetinta. Mikäli kiramo alkaa täyttyä, valokenno antaa pysäytyskäskyn syöttökuljettimelle. Erottelun toimivuutta on varmennettu lisäämällä siihen kiramon pyörimisnopeutta ohjaavia valokennoja. Erotteluketjulta aihiot syötetään edelleen poikittaiskuljettimelle, joka nokkien avulla siirtää aihiot särmälinjan keskitysalueelle. Poikittaiskuljettimella liikkuvien aihoiden kulkua valvotaan nokkakohtaisilla valokennoilla, jotka häiriötilanteessa antavat hälytyksen operaattorille. Poikittaiskuljettimen viimeistä nokkaa ohjataan keskityspöydän tilanteen mukaan.

### 5.3 Keskityspöytä

Keskityspöytä nimensä mukaisesti keskittää lauta-aihion särmälinjalle. Keskityspöydän sivuilla olevat keskitysvarret keskittävät aihion särmälinjan suuntaiseksi. Keskityspöydältä ohjataan käyttöön tarvittava määrä keskitysvarsia poikittaiskuljettimen pituusmittausnokkien valokennoilta saadun tiedon mukaan. Keskityspöydän automatiikka on säädetty avaamaan aihion etu- ja takapuolella olevat keskitysvarret viimeisenä. Keskityspöydän toimintaan liittyvät ehdot on esitetty taulukossa 1.

**TAULUKKO 1. Keskityspöydän toimintaan liittyvät ehdot**

	<b>Keskityspöydän toimintaa ohjaavat tekijät</b>
<b>1</b>	Syöttökuljetin käy
<b>2</b>	Särmäsahat käy
<b>3</b>	Vastaanottokuljetin käy
<b>4</b>	Edellinen aihio on riittävän kaukana
<b>5</b>	Aihiolla on joko manuaali tai valtalaatu –arvostelu
<b>6</b>	Ajotapakytkin on joko MAN tai AUTO –asennossa
<b>7</b>	Tuorelajittelusta on kättelylupa
<b>8</b>	Särmälinjan toiminta on normaalitilassa
<b>9</b>	Ei ahiota sahasa

### 5.4 Syöttökuljetin

Syöttökuljettimena käytetään jatkuvatoimista ketjukuljetinta. Kun keskityspöytä on keskittänyt aihion, automatiikka alkaa avata keskitysvarsia ja samanaikaisesti syöttökuljettimen yläpuoliset painotelat painavat aihion vasten syöttökuljetinta. Syöttökuljettimen sivulle on asennettu valokennopareja kappaleen etenemän ja eri aihoiden keskinäisen etäisyyden seurantaan varten. Lisäksi kuljettimelle on asennettu absoluuttianturi, joka antaa automatiikalle tietoa kuljettimen asemasta. Toimintojen tahdistus säädetään automatiikalla portaittain syöttönopeuden mukaan, jolloin täydellä kuljettimen nopeudella toiminnot tapahtuvat luonnollisesti aikaisemmin kuin hitaalla kuljettimen nopeudella.

## 5.5 Särmäsaha

Särmäsaha on särmäysprosessin kohta, jossa lauta-aihiosta sahataan irti laudan sivuilla oleva mahdollinen vajaasärmä. Särmäsahassa on kaksi aseteltavaa teräyksikköä, joiden kalibrointi tehdään suhteessa keskilinjaan. Terien ohjaukseen särmäyksen aikana käyttäjällä ei ole mahdollisuutta puuttua, koska automaatiikka hoitaa terien asemoinnin lauta-aihion optimointituloksen mukaisesti. Terien asemointi tehdään ennen aihion saapumista sahayksikölle. Kun syöttökuljettimelle asennettu valokennopari tunnistaa aihion, suoritetaan terien uusi asemointi, mikäli se muuten on mahdollista. Särmäsaha on varustettu ennen teriä olevalla valokennoparilla. Valokenno lähettää käyttäjälle ilmoituksen sahan olemisesta varattuna, särmättävän aihion havaittuaan. Kun aihio on sahasa, uutta optimointiasetetta ei voida tehdä. Särmäysautomaatissa on vinosärmäys – toiminto, jota käytetään automaattijossa, mikäli optimoidun laudan särmäyssuunta ei ole sama kuin keskitetyn aihion suunta. Vinosärmäyksessä terien keskinäinen etäisyys pysyy vakiona, mutta teräpari liikkuu särmäyksen aikana joko oikealle tai vasemmalle.

## 6 HÄTÄ - JA TURVALAITTEET

Turvalaitteet on erityisen tärkeä testauskohde, sillä turvalaitteissa ja – piireissä olevat viat ovat potentiaalisia turvallisuusriskejä, eivätkä välttämättä tule ilmi ennen vahingon tapahtumista. On myös mahdollista, ettei turvallisuudessa oleva vika tule ilmi ollenkaan laitteiston käyttöänsä aikana. Prosessin toiminnallisuuteen liittyvissä piireissä olevat viat tulevat ilmi aivan normaalissa käytössä, koska piirit ovat toiminnassa jatkuvasti, toisin kuin turvapiirit, jotka toimivat vain vaaratilanteiden ehkäisyssä ja jo tapahtuneen vahingon minimoinnissa.

Eri koneyksikkökokonaisuuksien turvapiirit koostuvat hyvin pitkälti samoista komponenteista. Monista yhtenäisyyksistä johtuen samaa testausprotokollaa voidaan soveltaa melko sujuvasti kaikkiin linjastoihin. Turvapiireistä on testattava kaikki kohteet, koska turva-automaatiossa olevia puutteita ei voida hyväksyä. Turvapiirin testausta varten on turvapiirin suunnittelijan tuotettava täydellinen I/O – listaus, jotta testaaja voi varmistua että testattava komponentti on kytketty juuri oikeaan logiikan I/O – liitännään. Pelkkä yhteys logiikan liitännään ei ole riittävä tieto. Testauksen tarkoituksena on kyetä saamaan varmuus myös siitä, että kyseinen yhteys on oikeiden automaatiosuunnittelussa tarkoitettujen oikeiden kytkentäpisteiden välillä.

SFS 6000 – standardin mukaan hätäkytkinlaitteen on kyettävä katkaisemaan täysi kuormitusvirta, tarvittaessa myös käynnistysvirta. Hätäkytkinlaitteena voidaan käyttää yhtä kytkinlaitetta, joka kykenee suoraan katkaisemaan syöttävän virtapiirin. Heinolan Sahakoneilla käytetään juuri edellä mainittua syötönkatkaisutapaa, jossa syötön katkaisena kytkinlaitteena käytetään turvalogiikan ohjaamaa ja valvoma hätäseis-kontaktorin. Lisäksi joissain erityisissä tilanteissa ei voida katkaista syöttävää virtapiiriä, esimerkiksi taajuusmuuttajalla moottoria jarrutettaessa. /7, s.288./

## 6.1 Turvalogiikka

Kaikki turvalaitteet kytketään ohjelmoitavan turvalogiikan sisään- ja ulostuloihin. Turvalogiikka ei itsessään vaikuta koneen normaaliin toimintaan, vaan puuttuu koneen toimintaan ainoastaan vaaratilanteen uhatessa tai esimerkiksi, kun käyttäjä käyttää hätäseis – painiketta. Turvalogiikan sisääntuloihin kytkeytyy muun muassa hätäseis – painikkeet, hätäseis – kontaktorin tilatieto, kuittauspainikkeet, ovilukkojen tilatiedot, nollanopeusreleen tiedot jne. Ulostuloihin puolestaan kytkeytyy esimerkiksi hätäseis – kontaktorin ohjaus, taajuusmuuttajien käyntilupatieto, eli käytännössä ulostuloilla ohjataan vain energiansyötön katkaiseminen kontaktoreilla sekä taajuusmuuttajien kautta estetään moottorien käynnistyminen, mikäli turvalogiikka on havainnut jonkun tekijän, joka on käynnistysluvan edellytysten vastainen. Turvalogiikan oma toiminta on varmistettu sisäisesti, eli toisin sanoen logiikan toiminnot valvovat toinen toisiaan.



**KUVA 1. Sick Flexi-Soft – turvalogiikka laitekaappiin asennettuna /6/**

## 6.2 Hätäseis -painikkeet

Hätäpysäytyksen laukaisemiseen Heinolan Sahakoneiden toimittamissa linjastoissa käytetään yleisimmin hätäseis – painiketta. Hätäseis -painikkeen tarkoituksena on antaa turvalogiikalle käsky suorittaa prosessille hätäpysäytys – toiminto, jolloin pysäytettävältä kohteelta katkaistaan energiansyöttö.

Hätäseis – painikkeet tulee olla jokaisella mahdollisella ohjauspaikalla sekä sijoitettuna riittävän hyvin näkyville ja helposti tavoitettaviin paikkoihin, joissa voidaan olettaa olevan tarvetta hätäpysäytyksen tekemiseen. Hätäseis – painikkeiden tulee olla väriltään punaisia ja tausta-alueen pitää olla keltainen, lisäksi koskettimien on oltava pakkotoimisesti avautuvia, eikä hätäseis – painikkeen toimintavalmiuteen palauttaminen saa yksistään aiheuttaa laitteiston uudelleenkäynnistymistä. Hätäseis – painiketta käytetään painamalla punainen osa alas, jolloin painike lukkiutuu pohjaan. Painike voidaan palauttaa takaisin toimintakuntoon pyöräyttämällä painiketta, jolloin painike nousee jälleen yläasentoonsa. Hätäseis – painike kytketään automaation suunnittelijan tuottaman I/O – listan mukaisesti turvalogiikan input -puolelle, muita kytkentöjä hätäseis – painikkeisiin ei liity. Hätäseis – painikkeisiin liittyviä mahdollisia vikatilanteita ovat esimerkiksi mekaaninen vaurioituminen ulkoisen voiman vaikutuksesta (joku kolhaisee painiketta). Mikäli hätäseis – painike vaurioituu, tulee sen aiheuttaa hätäpysäytys. Hätäseis – painikkeen toimintaa on helppoa valvoa, koska normaalitilassa hätäseis – silmukka on johtavassa tilassa ja silmukan katketessa, esimerkiksi jonkin ulkoisen vaurion vuoksi, tapahtuu hätäpysäytys silmukan katkeamisen vuoksi /4./.



**KUVA 2. Hätäseis – painike /5/**



### 6.3 Hätäseis – kontaktori

Hätäseis – kontaktorin tarkoitus on katkaista päävirtapiiristä virransyöttö koneelle hätätilanteessa, esimerkiksi silloin, kun koneen käyttäjä painaa hätäseis – painiketta, jolloin turvalogiikka antaa pysäytyskäskyn edelleen hätäseis – kontaktorille. Turvalogiikan sisääntuloon on liitetty tieto kontaktorin tilasta, eli onko kontaktori vetäneenä vai ei. Mahdollisia vikatilanteita kontaktorille on esimerkiksi kontaktorin koskettimien hirtsaus kiinni.

### 6.4 Turvaovet

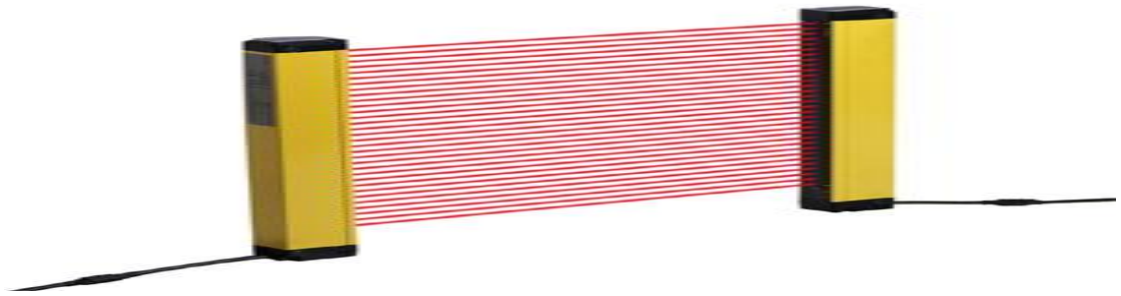
Vaaralliset kohteet on mahdollisuuksien mukaan suojattu turva-aidalla, mutta esimerkiksi huoltotoimenpiteiden vuoksi turva-aidassa on oltava turvaovi, josta henkilöstö pääsee tekemään toimenpiteitä koneelle. Jotta henkilöstö ei pääse turva-aidan sisäpuolelle koneen käydessä, turvaovi on lukittu turvalogiikan ohjaamana.

Esimerkkitapauksena voidaan käyttää sellaista tilannetta, jossa suuren hitausmomentin omaava terä pyörii kauan koneen sammuttamisen jälkeen. Terän pyörimistä ja pysähtymistä valvotaan nollanopeusreleen avulla, joka on kytketty turvalogiikan sisääntuloon. Kun terä lopulta pysähtyy, turvalogiikka saa nollanopeusreleeltä tiedon terän pysähtymisestä ja turvalogiikan ulostulo antaa ovilukolle avausluvan, jolloin ovi saadaan avattua. Kun turvaovi avataan, saa turvalogiikka avoimesta ovesta tiedon, eikä anna koneen käynnistyä, ennen kuin ovi on jälleen suljettu ja kuittaukset suoritettu. Lisäksi turvaoven lukkolaitteessa on usein merkkivalo, joka ilmaisee, onko ovi lukittu vai ei, jotta käyttäjä ei kuvittele lukon olevan rikki ja tarpeettomasti yritä riuhtoa ovea auki.

Kone ei myöskään saa käynnistyä uudestaan pelkästään turvaoven sulkemisen jälkeen, vaan käyttäjän pitää sulkemisen jälkeen käydä kuittaamassa ovi suljetuksi. Edellä mainitulla menettelyllä estetään koneen käynnistyminen tilanteessa, jossa ihminen on mennyt turvaovesta aidan sisäpuolelle ja esimerkiksi vetänyt oven perässään kiinni tai ovi itsestään heilahtanut kiinni.

## 6.5 Valoverhot

Valoverhoilla voidaan käyttää vaihtoehtoisena suojana turvaoven tilalla. Turvaaidassa olevan oven tilalla voidaan käyttää valoverho lähetin-vastaanotin – paria. Valoverhoa käytettäessä turvalogiikan toiminnan pitää olla erilainen kuin ovea käytettäessä, koska valoverho ei fyysisesti estä kulkemasta vaara-alueelle. Turvalogiikan ohjelmoinnissa tulee ehdottomasti ottaa huomioon, että valoverhon läpi kuljettaessa logiikka pysäyttää koneen, vaikka valoverhon logiikalle lähettämä signaali olisi vain hetkellinen eikä kone saa käynnistyä uudelleen ilman kuittausta.



**KUVA 3. Omronin valmistaman valoverhon havainnekuva /8/**

Valoverhoissa on yleensä myös sisäinen diagnostiikka, josta voi esimerkiksi todeta lähetin – vastaanotin – parin keskinäisen suuntauksen oikeellisuuden. Diagnostiikka yleensä ilmaisee viestinsä käyttäjälle jommassakummassa yksikössä olevien merkkilevien avulla. Tällöin myös estetään koneen käynnistyminen esimerkiksi tilanteessa, jossa valoverhon lähetin – vastaanotin – pari ei ole keskenään oikein suunnattu. Suuntausvirhe voi olla seurausta esimerkiksi valoverhoyksikköön kohdistuneen kolhun seurauksena.

## 6.6 Pyörimisnopeusvahti ja nollanopeusrele

Useissa Heinolan Sahakoneiden toimittamissa koneyksiköissä on suuren hitausmomentin omaavia pyöriviä osia, esimerkiksi terät. Kyseiset massat pyörivät suhteellisen kauan vielä moottorin energiansyötön katkaisun jälkeen ja ovat vaarallisia pysähtymiseensä asti, tästä syystä pitää huoltoluukkujen ym. suojusten avaamisen olla estetty suojattavan kohteen vielä pyöriessä.

Kyseisissä kohteissa ratkaisuna voidaan käyttää nollanopeusrelettä tai pyörimisnopeusvahtia, joka valvoo moottorin pyörimistä. Käytettävä suojalaite lähettää signaalia turvalogiikalle, kun moottori on pysähtynyt, jolloin turvalogiikka voi antaa suojuksen tai turvaovien yms. lukituksille avausluvan. Nollanopeusrele kytketään moottorin syöttöjohtimiin, joista jännitteitä mittaamalla laite päättelee moottorin toimintatilan, eli pyörimissuunnan tai sen, onko moottori pysähtynyt vai ei.

Pyörimisnopeusvahti tarjoaa nollanopeusreleeseen verrattuna useita muita toimintoja, kuten pyörimisnopeuden, pyörimissuunnan sekä paikallaanolon valvonnan. Muita käyttökohteita Heinolan Sahakoneiden tuottamissa koneissa voisi olla esimerkiksi pyörimisnopeusvahdin käyttö kuljetinsovelluksissa, jossa voitaisiin hyödyntää kaikkia pyörimisnopeusvahdin tarjoamia toimintoja.

## **7 PROSESSIN ANTURIT SEKÄ OHJAUS - JA TOIMILAITTEET**

Tässä kappaleessa käsittelen eri linjastoissa yleisimmin käytettäviä, prosessin ohjauslogiikkaan kytkettäviä antureita sekä ohjaus – ja toimilaitteita. Turvalaitteet on käsitelty erikseen edellisessä kappaleessa. Tarkoituksena on selvittää ja antaa yleiskuva käytössä olevista eri komponenteista sekä niiden vikaantumismahdollisuuksista. Prosessin automaatiossa mahdollisesti piilevät viat tulevat helpommin ilmi aivan itsestään linjaston normaalissa tuotantokäytössä. Tuotantokäytössä lähes kaikki komponentit ovat normaalikäytössä toiminnassa. Virheellinen komponentti tai asennus ei toimi vaaditulla tavalla ja se ilmenee käyttäjälle linjaston toimimattomuutena tai käyttöhäiriöinä. Turvatekijöiden osalta tilanne on toinen, sillä turvakomponentit eivät vaikuta normaaliin prosessin toimintaan, jolloin piilevä vika ei tule normaalikäytössä ilmi.

### **7.1 Valokennot**

Valokennoja on olemassa useita eri tyyppejä, joista tärkeimpiä ovat valokennoparit, peiliheijastavat, kohdeheijastavat sekä valokuitu- ja pienoivalokennot. Tässä opinnäytetyössä käsiteltävissä linjastoissa voidaan yleisimmin käyttää joko valokennopareja tai peiliheijastavia valokennoja. Yleisimpiä vikaantumisvaihtoehtoja on liiallinen likaantuminen, virheellinen suuntaus, kaapelivika tai muu mekaaninen vaurioituminen. Valokennojen toimintaa on helppo testata, sillä useimmiten niiden tunnistavaan osaan on laitettu led, joka ilmaisee kun kenno tunnistaa kohteen /9/.

Heinolan Sahakoneiden valmistamissa linjastoissa valokennoja käytetään yleisimmin työstettävän kappaleen etenemisen valvontaan, esimerkiksi kiramokuljettimessa, valokennoa käytetään paineilmatoimisen potkaisijan oikea-aikaisen toiminnan ohjaamiseen.

Valokennojen toiminnan testauksen yhteydessä on viimeistään asiakkaan luona tarkistettava ja tarvittaessa korjattava valokennojen suuntaus, jotta laitteiston oikea toiminta ei ainakaan tämän asian takia vaarannu.

### **7.1.1 Valokennopari**

Valokennopari koostuu aktiivisesta lähettimestä ja vastaanottimesta. Valokennoparissa lähetinyksikkö lähettää valonsäteen vastaanottimelle, jossa tapahtuu tunnistus ja joka lähettää signaalin edelleen logiikalle. Valokennoparissa tunnistus tapahtuu nimenomaan vastaanottimessa.

Valokennoparille tyypillistä on pidempi tunnistusetaisyys verrattuna muihin valokennotyyppeihin, tämän ominaisuuden ansiosta kyseinen valokennotyyppi soveltuu parhaiten juuri likaisiin ja pölyisiin tiloihin, kuten juuri tässä opinnäytetyössä käsiteltäviin puunkäsittelylinjastoihin. Suuntausta helpottaa valokennossa oleva led, joka ilmaisee kun valonsäde kulkee oikein lähetin – vastaanotin parin välillä. Haittapuolena valokennoparissa on suurempi tarve kaapeloinnille, koska tässä tyypissä tarvitaan kaapelointi sekä lähettimelle että vastaanottimelle.

### **7.1.2 Peiliheijastava valokenno**

Peiliheijastava valokenno on eräänlainen muunnos normaalista valokennoparista, sillä peiliheijastavassa valokennossa on samassa laitteessa lähetin sekä vastaanotin. Toiminta tapahtuu siten, että valokennoyksikössä oleva lähetin lähettää säteen peilille, joka heijastaa säteen takaisin valokennoyksikössä olevalle vastaanottimelle, jossa tapahtuu tunnistus.

Peiliheijastavan valokennotyyppin haittapuolena on lyhyempi tunnistusetäisyys, ja se on samalla myös hieman herkempi likaantumiselle, mutta etuna normaaliin valokennopaariin verrattuna on helpompi asennus pienemmän kaapelointitarpeen vuoksi, sillä lähetin ja vastaanotin sijaitsevat samassa yksikössä.

## **7.2 Taajuusmuuttajakäytöt**

Toimeksiantajan toimittamissa linjastoissa käytetään taajuusmuuttajia lähinnä erilaisten kuljettimien ohjauksessa. Taajuusmuuttajilla säädetään kuljettimien nopeutta ja oikea sekä tasainen nopeus on melko tärkeä tekijä, sillä eri toimintojen onnistunut tahdistus on riippuvainen työstettävän aihion etenemisestä linjalla. Jos kuljettimen nopeus vaihtelee epätoivotulla tavalla, aiheuttaa se taatusti häiriöitä koneen toiminnassa tuloksena nk. susikappaleita.

## **8 LINJASTON TESTAUKSEN KEHITTÄMINEN**

Tämän kappaleen sisältö koostuu testausten sisältöjen tarkastelusta, testausturvallisuudesta, sekä testausohjeiden suunnittelusta. Turvallisuus on osa testaustoimintaa, joten turvallisuusasioiden käsittely on tärkeää testausten kehittämisen yhteydessä. Kappaleessa kerron myös laatimieni testausohjeiden perusteista, joihin ohjeet pohjautuvat.

### **8.1 Testausten sisällön määrittely**

Automaatioprosessille tehtävien testausten tarkoituksena on tuoda esille automaatiojärjestelmässä mahdollisesti olevia vikoja sekä auttaa testaajaa paikantamaan vikoja. Testausten sisällön tulee kattaa mahdollisimman hyvin prosessiautomaation erilaiset toimintatilanteet, jotta mahdolliset viat toiminnoissa tulisivat esille testauksissa.

Yhden yksittäisen ja kaiken kattavan testausohjeen laatiminen on täydellinen mahdottomuus, koska kahta identtistä tuotetta ei Heinolan Sahakoneilla juuri koskaan valmisteta. Pyrkimyksenä on luoda testausohje, joka kattaa kaikki yleisimmissä kokoonpanoissa käytettävät koneen toimilaitteet.

Testausta suoritettaessa jätetään testausohjeesta luonnollisesti huomioimatta sellaiset toiminnot, joita ei sillä hetkellä testattavassa koneessa ole. Mikäli testattavassa laitteistossa on toimintoja tai toimilaitteita, joita tässä opinnäytetyössä ei ole käsitelty, tulee niille tehdä tämän opinnäytetyön periaatteiden mukaisesti oma testausohjeensa.

## **8.2 Testausten ohjeistuksen suunnittelu**

Testausohjeiden tarkoituksena on mahdollistaa toistettava, tuloksiltaan luotettava sekä testaushenkilöstölle että laitteistolle turvallinen testaus. Kunnolliset testausohjeet ovat tärkeitä myös yhtenäisen testausprotokollan vuoksi, joka tarkoittaa sitä, että testaus tehdään aina samalla, ennalta määritellyllä tavalla. Testausturvallisuuden kannalta tarkasteltuna testausohjeiden noudattaminen on erityisen tärkeää, sillä väärin tai huolimattomasti tehtynä järjestelmässä mahdollisesti olevia vikoja ei välttämättä havaita sekä järjestelmän väärin tehty testaus saattaa vaurioittaa testattavaa koneyksikköä tai aiheuttaa vaaran testihenkilöstölle.

Testausohjeita laadittaessa tukeudun toimeksiantajalta saatuihin eri prosessien toimintakuvauxiin, joissa on selvitetty koko prosessin toiminta ja ohjaukset. Testausohjeissa ei tulla puuttumaan testauksen suorittamisen teknisiin yksityiskohtiin, koska ne ovat tiettävästi kunnossa, mutta testausten periaatteet ovat sängen kirjavat ja niitä pyritään tällä opinnäytetyöllä yhtenäistämään. Testaushenkilöiden tulee kuitata testaus tehdyksi ja hyväksytyksi, mikäli toiminto toimii selostuksessa kerrotulla tavalla. Jos toiminnon testaus ei onnistu ja on syytä epäillä vikaa, tulee merkitä testaus tehdyksi ja ehdottomasti merkitä, että testauksessa löytyi vika, jotta voidaan alkaa paikantamaan vian aiheuttajaa sekä tehdä korjaavat toimenpiteet. Testausohjeiden laadinnassa tulen kiinnittämään huomiota turvallisuuslähtöiseen ajatteluun testausten suorittamisessa.

## **8.3 Testausohjeiden testaaminen käytännössä**

Testauksille laaditut toimintaohjeet olisi tärkeää testata, jotta voitaisiin varmistua ohjeistuksen toimivuudesta käytännössä, sillä aina on olemassa mahdollisuus, että ohjeistusta laadittaessa on jäänyt piiloon virheitä tai mahdollisuuksia väärinkäsityksille. Mikäli jonkinlainen virhe ohjeistuksista myöhemmin löytyisi, olisi hyvin tärkeää päivittää ohjeet kyseiseltä kohdalta vastaamaan todellisuutta. Ohjeiden testaus tulee suorittaa varovaisuutta noudattaen, suorittamalla testausten työvaiheet ohjeiden mukaisesti ja tarkastella samalla testaustoiminnan onnistumista, eli sitä, löytääkö testaus todellisuudessa

mahdollisia vikoja ja onko testausmenetelmät turvallisia. Tämän opinnäytetyön sisältämiä testausohjeita emme kuitenkaan päässeet testaamaan aikataulusyistä johtuen, sillä aikataulujen sovittaminen testausohjeiden kokeilemista varten oli yksinkertaisesti mahdotonta.

#### **8.4 Turvallisuustekijät testauksia suoritettaessa**

Testauksen turvallista suorittamista varten olen laatinut turvaohjeet, jotka on löytyvät tämän opinnäytetyön liitteenä olevasta dokumentista. Kyseisiin turvaohjeisiin on koottu automaattisesti toimivaan koneeseen liittyviä seikkoja, jotka on syytä ottaa huomioon. Kun laatimiani turvaohjeita noudatetaan, testaustapahtuman turvallisuus on melko hyvällä tasolla, joskaan mitkään ohjeet eivät voi tuoda täydellistä turvallisuutta. Turvallisuuslähtöinen ajattelu antaa jo itsessään hyvän perustan turvalliselle työskentelylle.

#### **8.5 Eri testaustavat**

Testaustavat voidaan jakaa kahteen eri testaustapaan, joita kutsutaan Black box- ja White box – testausmenetelmiksi. Molempia testausmenetelmiä voidaan soveltaa käytettäväksi toimeksiantajan toimittamien laitteistojen testauksissa.

Black box – menetelmä soveltuu asiakkaan tekemäksi testaukseksi, koska asiakkaalla ei ole testattavan prosessin ohjelmiston tuntemusta, mutta prosessin toimintaselostus on asiakkaalle kuitenkin toimitettu laitteiston mukana. Black box – testaus voidaan suorittaa myös tehtaalla ennen toimitusta asiakkaalle. Suositusmenetelmä Heinolan Sahakoneilla ennen toimitusta tapahtuvaksi testaukseksi on White box – menetelmä, koska tehtaalla on olemassa täydellinen asiantuntemus heidän itsensä tuottamasta ohjauslogiikan sisällöstä.

#### **8.6 Black box -testaus**

Black box – menetelmä tarkoittaa käyttäjätasolla tapahtuvaa testausta, jossa testaaja simuloi normaalia käyttötilannetta esimerkiksi kokeilemalla koneen toimintoja käyttöliittymän (ohjauspulpetti) kautta. Black box – menetelmässä käyttäjällä ei ole pääsyä tutkimaan prosessia ohjaavaa ohjelmaa, mutta testaajalla on käytettävissä prosessin toimintaselostus ja käyttöohjeet, joiden pohjalta testaaja voi testauksensa tehdä. Black

box- menetelmällä voidaan havaita vikoja, mutta tarkempi vianetsintä vaatii usein myös White box – menetelmän käyttöä.

### 8.7 White box -testaus

White box – menetelmässä testaajalla on käytössään lisäksi pääsy prosessia ohjaavan ohjelman sisältöön. Tällöin erona black box- menetelmään testaaja pääsee tutkimaan myös ohjelman toteutuksia ja etsimään mahdollisia vikakohteita myös ohjelman sisältä. Seuraavassa esimerkki white box – testauksesta:

#### **Turvaoven lukitusta ohjaavan lähdön testaus:**

Testaajalla on PC yhdistettynä turvalogiikkaan ja hänellä on lista tilanteista, joissa turvaoven lukitus -lähden tulee olla aktiivinen. Turvaoven lukituksen turvalähdön osoite on A611.2 ja nollanopeusreleen turvatulon osoite on E324.1. *Listassa on kohta, josta ilmenee, ettei turvaovi saa aueta, mikäli nollanopeusreleen turvatulosta tulee tietö terän pyörimisestä.* Tällöin testaajan tulee ensin tarkistaa, ettei ovilukon lähtö ole aktiivinen, jonka jälkeen hänen tulee simuloida terän pyörimistä aktivoimalla nollanopeusreleen turvatulo (E324.1) ohjelmasta. Kun nollanopeusreleen turvatulo on ohjelmasta aktivoitu, tulee testaajan tarkastaa, että ovilukon turvalähtö (A611.2) on aktiivinen.

## 9 DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMINEN

Kuten heti opinnäytetyöni aloituspalaverissa tilaajan edustajien kanssa yhdessä totesimme, on suoritettujen testausten luotettava ja kattava dokumentointi erityisen tärkeää monista eri syistä. Suoritetun testauksen dokumentoimisessa on tietenkin hieman työtä, mutta se lisätyön määrä on erittäin vähäinen saavutettuihin hyötyihin nähden. Lisäksi tekemättä jäänyt dokumentointi saattaa aiheuttaa paljon ylimääräistä työtä myöhemmin, mikäli testaus joudutaan tekemään uudelleen. Kuten jo aiemmin todettua, työn lähtötilanteessa dokumentoinnissa oli huomattavasti varaa parantaa. Dokumentoinnin ehkä tärkein muutos on yhtenäisen dokumentointimallin käyttöönotto. Yhtenäinen dokumentointitapa mahdollistaa jatkossa eri testauspöytäkirjojen keskinäisen vertailemisen. Koska linjastot ovat erilaisia, ei voida tehdä yhtä lomaketta, johon olisi merkitty kaikki mahdolliset testattavat komponentit ja testauskohteet. Lomakkeen laadinnassa päädyin tekemään Excel -taulukkolaskentaohjelmalla lomakepohjan, johon on varattu



omat kentät kaikille tarvittaville tiedoille suoritettuun testaukseen liittyen. Testausta suoritettaessa on erityisen tärkeää tehdä kaikki pyydetty merkinnät välittömästi testauksen yhteydessä dokumentteihin. Uudistuksina aiemmin käytössä olleisiin testauslomakkeversioihin päätin lisätä tarkennuksia ja yksilöintejä testattavien kohteiden suhteen, jotta myöhemmin lomakkeita tutkittaessa voidaan tarkasti yksilöidä, mitä testauskohdetta kukin rivi testauslomakkeessa tarkoittaa. Lisäksi testaustaulukko sisältää I/O -osoitetta varten oman kentän, johon kuuluu merkitä osoite, johon testattava kohde on kytketty. Tämä kenttä on testauksen kannalta oleellinen, sillä vertaamalla todettua I/O -kytkentää automaation suunnittelijan tuottamaan I/O -listaan, voidaan havaita mahdollinen sisään- ja ulostulojen kytkennässä tapahtunut virhe. Jos tällainen virhe havaitaan, tulee se ehdottomasti merkitä, kuten myös mahdolliset muut poikkeamat.

### **9.1 Dokumentoinnin merkitys**

Kunnolliset testausdokumentit ovat omiaan lisäämään koneen toimittajan luotettavuus- ja laatuvaikutelmaa, koska asiakas näkee dokumenteista, että hänelle toimitettu kone on testattu kattavasti jo ennen toimitusta ja vielä koneen lopullisen pystytyksen yhteydessä vielä uudelleen varmistettu, että toimitetussa koneessa kaikki toimii, kuten pitääkin. Myös koneen mahdollisesti myöhemmin vikaantuessa voidaan testausdokumenteista helposti varmistaa koneen olleen kunnossa vielä toimitusvaiheessa ja täten hyödyntää tehtyjä dokumentteja esimerkiksi takuukorjauskäsittelyssä. Erityisen suurta hyötyä kunnolla tehdyistä testausdokumenteista voi olla mahdollisen vahinkotilanteen jälkeen vastuukysymyksiä selviteltäessä. Testausdokumenteilla laitteistotoimittaja voi todistaa esimerkiksi koneen turvalaitteiden toimineen oikein, ja täten osoittaa syypään vahinkoon olevan jossain muualla.

### **9.2 Suoritetun testauksen dokumentoiminen**

Dokumentointia tulee tehdä yhtä aikaa testauksen kanssa. Jälkeenpäin tehtävää, muistinvaraista dokumentointia, ei voida pitää lainkaan luotettavana, joten sitä ei tule hyväksyä. Käytettäviä testauspöytäkirjoja on kahta tyyppiä, yksi tehdastestaukselle sekä toinen käyttöönotossa ja koekäytössä täytettäväksi tarkoitettu. Testauspöytäkirjan täyttäminen tulee suorittaa huolellisesti, esimerkiksi testattavan koneen sekä testattujen kohteiden tunnisteet ovat tärkeät kohdentamisen kannalta.

Jokaisesta toimitetusta ja käyttöön otetusta koneesta tulisi siis tuottaa kaksi testausdokumenttia, yksi tehdastestauspöytäkirja sekä yksi käyttöönottestauksen pöytäkirja. Suositeltavaa olisi, että tuotetuista pöytäkirjoista säästettäisiin Heinolan Sahakoneille yhdet kappaleet ja asiakkaalle koneen mukana toiset kappaleet myöhempää käyttöä varten.

## **10 YHTEENVETO PROJEKTISTA**

Työn tuotoksena syntyi Heinolan Sahakoneet Oy:lle tämän työn liitteenä oleva ehdotus uudeksi testaus- ja dokumentointimenetelmäksi. Lisäksi opinnäytetyö tuotti särmälinjan osia koskevan tutkinnan, jossa on käyty läpi pääpiirteittäin särmälinjan toiminta sekä turvalaitteiden erityispiirteitä ja mahdollisia vikaantumistapoja. Erityishuomioita työssä on kiinnitetty linjastojen sekä testaustoiminnan turvallisuusasioihin sekä dokumentoinnin merkitykseen.

Työ ei ole täydellinen, sillä täydellisyys saavuttaminen olisi vaatinut jokaista eri linjastoa käsittelevän ohjeistuksen laadinnan. Kaikkien koneiden ohjeistukselle ei yksinkertaisesti ollut aikaa eikä mahdollisuuksia. Mielestäni opinnäytetyö onnistui, kokonaistilanne huomioiden, melko hyvin. Työn tekemistä vaikeutti se, etten päässyt lainkaan tutustumaan työn kohteena oleviin linjastoihin käytännössä, vaan ainoastaan toimintakuvausten ja kirjallisuuden perusteella. Edellä mainitusta seikasta johtuen testausohjeista en voinut tehdä niin yksityiskohtaisia, kun alun perin olin asiaa suunnitellut. Testausohjeilla on pyritty kuitenkin antamaan perusteet testauksille sekä laadittu ohjeet työturvallisuutta silmälläpitäen. Lisäksi haasteellisuutta lisäsi se, ettei Heinolan Sahakoneet ei tee pelkästään uusia linjastoja, vaan toimituksista suuri osa on jo olemassa olevien linjastojen modernisointeja.

Tämä opinnäytetyö tarjoaa tason, jota käyttäen voidaan tehdä testaukset, ja edelleen jatkaa testaustoiminnan kehittämistä uusien ideoiden mukaisesti. Lisäksi toiminnan jatkuva ja määrätietoinen kehittäminen on tärkeää, jotta testaustoiminnan taso kulkisi samassa tahdissa järjestelmien kehittyessä jatkuvasti.

Opinnäytetyön tarjoamia uusia ohjeistuksia en valitettavasti päässyt mukaan kokeilemaan ennen opinnäytetyön valmistumista. Kyseinen seikka johtui siitä, ettemme toi-

meksiantajan kanssa löytäneet sopivaa tilaisuutta työn valmistumisajankohta huomioiden. Jos olisin opinnäytetyön aikana päässyt tutustumaan kohdelaitteistoon, olisi työn tulos ollut todennäköisesti huomattavasti parempi, kuin nyt ns. sokkona tehtäessä.

### **10.1 Ideoita jatkokehitystä varten**

Kun testauksille ja dokumentoinnille on nyt luotu perusohjeistus, tulisi sitä vielä tositilanteista saatujen kokemusten perusteella vielä hioa ja viimeistellä. Seuraava kehitystaso voisi olla kyseisten ohjeistusten hyväksyttäminen, esimerkiksi jollakin sertifiointiteja tuottavalla yhteisöllä. Mikäli kyseinen sertifiointi saataisiin hankituksi, toisi se näinollen lisää laatuvaikutelmaa Heinolan Sahakoneet Oy:lle. Samalla kyseinen sertifiointi antaisi etua uusista tilauksista kilpailtaessa ja tarjouksia annettaessa.

Toisena kehitysideana esitän testaustoiminnan omavalvonnan käyttöönottamista. Oma-  
valvonnalla pystyttäisiin valvomaan itsenäisesti oman testaustoiminnan laatua ja sen kattavuutta. Lisäksi omavalvonnasta saatujen tulosten perusteella voitaisiin tarvittaessa kohdistaa testausten painopistettä uudelleen, mikäli tarvetta ilmenisi.

## LÄHTEET

1. Fonselius, Jaakko ym. Automaatiolaitteet. Helsinki. 1996.
2. Heinolan Sahakoneet Oy:n www-sivut. [www.heinolasm.fi](http://www.heinolasm.fi)  
Luettu 12.02.2014 Ei päivitystietoa
3. Heinola Särämäysautomaation esite, pdf-dokumentti,  
[www.heinolasm.fi/files/9712/8204/5715/HSM\\_ASY600\\_srmysesite\\_fin\\_netti.pdf](http://www.heinolasm.fi/files/9712/8204/5715/HSM_ASY600_srmysesite_fin_netti.pdf)  
Luettu 12.02.2014 Ei päivitystietoa
4. SFS-EN ISO 12100-1 + A1, Helsinki 2009.
5. Kuva, valoverho, Omron www-sivut, [industrial.omron.fi](http://industrial.omron.fi)  
Luettu 26.02.2014 Ei päivitystietoa
6. Kuva, Hätäseis – painike, Sarlin Oy:n www-sivut.  
<http://www.sarlin.fi/fi/Automaatio/Koneturvallisuus/Hata-seis-pysayttimet>  
Luettu 26.02.2014 Päivitetty 20.02.2014
7. SFS-Käsikirja 600-1, 1. Painos, Helsinki 2009.
8. Kuva, Sick turvalogiikka. Sick 2014. Luettu 26.02.2014 Ei päivitystietoa
9. Sipi, Sahatavaratuotanto. Helsinki 1998.
10. Valokennojen valinta, SKS - Automaatio, pdf - dokumentti, 21.3.2007  
Luettu 5.3.2014.





Lasse Leinonen

**EHDOTUS I/O – JA  
TOIMINNALLISUUSTESTAUSTEN  
UUDISTAMISEKSI**

Toukokuu 2014



Ehdotus I/O- ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	2
2	TURVALLISUUS TESTAUKSIA SUORITETTAESSA .....	3
2.1	Yleinen testausturvallisuus .....	3
2.2	HSK:n tiloissa suoritettavan testauksen turvallisuus .....	4
2.3	Modernisointikohteen testausturvallisuus .....	4
3	EHDOTUS KÄYTETTÄVÄKSI TESTAUSMENETTELYKSI.....	4
3.1	Tehdastason testaus .....	5
3.2	Tehdastestauksen suorittaminen .....	5
3.3	Käyttöönnotossa suoritettava testaustaso .....	6
4	EHDOTUS DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMISEKSI.....	7



**Ehdotus I/O- ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi**

JOHDANTO

Tämän dokumentin tarkoituksena on toimia ehdotuksena tietyille uudistuksille koskien I/O – ja toiminnallisuustestauksia Heinolan Sahakoneet Oy:n automaatio-osastolla. Tarkoituksena on selvittää ja perustella uudistusehdotuksia, joita voidaan harkinnan mukaan ottaa käyttöön todellisessa testaustoiminnassa.

Kirjoittamani uudistusehdotus pohjautuu Heinolan Sahakoneilta saatuihin materiaaleihin, erityisesti särmälinjaan, sekä myös alan ammattikirjallisuudesta saatuun teoriapohjaan. Ehdotuksessani tulen käsittelemään testaustoiminnan yleisiä periaatteita sekä testaustoiminnan turvallisuusnäkökohtia sekä dokumentointiin liittyviä seikkoja. Työn aikana käydyissä palavereissa pyrin havainnoimaan esille tulleita ongelmakohtia testauksissa ja niiden dokumentoinneissa. Pyrin ratkaisemaan ongelmia suunnitellaksani uusien testaustapojen käyttöönottoa sekä testausten parempaa dokumentointia.

## Ehdotus I/O- ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi

### 1 TURVALLISUUS TESTAUKSIA SUORITETTAESSA

Turvallisuusseikkojen huomioonottaminen testausta suoritettaessa on tärkeää työturvallisuuden kannalta. Uuden, vielä testaamattoman, koneen oikeasta toiminnasta ei voida olla täysin varmoja, joten testattavan koneen toimintaan pitää suhtautua varauksella. Eri testastapoja käytettäessä myös turvatoimet ovat osittain erilaisia, joten annan tässä luvussa yleiset turvaohjeet testauksiin. Lisäksi kerron erityispiirteistä liittyen HSK:n tiloissa tapahtuviin sekä asiakkaan luona suoritettaviin testauksiin käyttöönotovaiheessa.

#### 1.1 Yleinen testausturvallisuus

Automaatiologiikan lähtöjen ja tulojen testauksia tehtäessä on syytä pitää mielessä, että *kyseessä on yleensä automaattisesti toimiva kone, joka saattaa tehdä toimintoja yllättäen*. Edellä mainittu seikka on syytä pitää mielessä aina, kun koneen osien vaikutusalueella työskennellään.

Logiikan yhtä tuloa voidaan testata esimerkiksi heilauttamalla kättä valokennon edessä. Tällöin on vaaratilanne hyvin mahdollinen, mikäli toimilaitteilta ei ole katkaistu energiansyöttöä. Jos toimilaitteilta ei ole katkaistu energiansyöttöä esimerkiksi valokennoa testattaessa, saattaa kone käynnistyä ja aiheuttaa tapaturman. *Esimerkissä kuvailtu vaaratilanne voidaan estää varmistamalla, että toimilaitteiden syötöt on katkaistu ennen kuin aletaan testata tulojen toimintaa.*

Toinen huomionarvoinen seikka on koneen vaikutusalueella tapahtuva liikkuminen. Joitakin testejä tehtäessä saattaa olla välttämätöntä nousta koneen rakenteiden päälle, jolloin on ehdottomasti varmistettava, ettei kone käynnisty vahingossa. *Esimerkiksi kuljettimen päällä liikuttaessa kuljettimen yhteyteen asennettu valokenno saattaa aiheuttaa kuljettimen käynnistymisen, jolloin tapaturman vaara on ilmeinen.*

## Ehdotus I/O- ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi

Toimilaitteiden lähtöjä kokeiltaessa turvallisin vaihtoehto testaukselle on suorittaa testaus ilman, että toimilaitteeseen on kytketty energiansyöttöä. Tällöin toimilaitteen ja logiikan välinen kytkentä on todettava tarkastamalla toimilaitteen luota, että kyseiseen toimilaitteeseen tulee ohjaussignaali oikealla tavalla. *Mikäli toimilaitteita kokeilun syötöt kytkettynä, on ehdottomasti ennen jokaista testausta varmistuttava siitä, ettei toimilaitteen vaara-alueella ole henkilöitä.*

### 1.2 HSK:n tiloissa suoritettavan testauksen turvallisuus

Heinolan Sahakoneiden tiloissa on käytössä erityinen testauspaikka, jossa on virransyöttöliitäntä testattavaa konetta varten. Kyseisestä virransyöttöpisteestä saadaan hätäseis-kytkimillä katkaistua energiansyöttö testattavasta laitteistosta, mikäli tapahtuu vaaratilanne tai jos testattavaa laitetta ei syystä tai toisesta saada pysäytettyä. Heinolan *Sahakoneiden tiloissa suoritettavat testaukset tulee suorittaa vain ja ainoastaan testauksille tarkoitettua syöttöpisteestä.*

### 1.3 Modernisointikohteen testausturvallisuus

Asiakkaan luona suoritettavassa testauksessa tulee ottaa huomioon Yleinen testausturvallisuus-kohdassa selitettyjä turvallisuustekijöitä. Jos toimitettu laite on osa modernisointia, on kiinnitettävä huomiota jo olemassa olevan laitteiston toimintaan testausta tehtäessä. Modernisointikohteessa tulee tarkastella, miten uuden laitteiston eri toiminnot vaikuttavat vanhan osan toimintaan. Nämä tarkastelut tulee suorittaa siten, että vanhan osuuden toimilaitteilta on kytketty energiansyötöt pois testausta tehtäessä. Kun uusi laitteisto testattu, tulee yhteensopivuus vanhan järjestelmän kanssa varmistaa kytkemällä syötöt vanhaan osioon yksitellen ja varmistaa oikea toiminta.

## 2 EHDOTUS KÄYTETTÄVÄKSI TESTAUSMENETTELYKSI

Pyrkimyksenä työssäni on ollut kehittää yksi yhtenäinen toimintamalli testausten suorittamiselle. Uudistetussa menettelyssä olen pyrkinyt painottamaan testausten riittävää kattavuutta. Samalla olen pyrkinyt minimoimaan tarpeettomat päällekkäisyydet pois testaustoiminnasta. Näiden raamien perusteella olen päättänyt ehdottaa, että Heinolan

## Ehdotus I/O- ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi

Sahakoneet Oy:ssä harkittaisiin kahden eri testaustason järjestelmän käyttöönottoa. Kahden testaustason käyttöönotolla pyritään säilyttämään testauksen riittävä kattavuus, mutta samalla vähentämään saman asian toistamista tarpeettomasti. Uudistusehdotuksen tulokseksi odotan nopeutunutta testausta, laadusta kuitenkin tinkimättä.

### 2.1 Tehdastason testaus

Heinolan Sahakoneet Oy:n tiloissa tapahtuu uuden laitteiston ensimmäinen testaus. Ensimmäistä testausta suoritettaessa ei ole vielä lainkaan varmaa tietoa uuden laitteen oikeasta toiminnasta. Tästä johtuen ensimmäisen testauksen tulee olla kattavampi testaus verrattuna myöhempiin testauksiin. Vianpaikamustilanteeseen suosittelen ehdottomasti tehdastason testauksen hyödyntämistä.

Tehtaalla suoritettavaksi testaustasoksi ehdotan nk. White Box-mallin käyttöönottamista. White Box-mallissa testaajalla on käytössään kaikki mahdollinen tieto testattavaan kohteeseen liittyen, mukaan lukien pääsy laitteistoa ohjaavaan ohjelmistoon. Ehdottamassani testausmallissa testaus suoritetaan siten, että tietokoneella avataan laitteiston ohjelma, josta päästään tarkastelemaan logiikan liitäntöjä ohjelmatasolla. Tämä testautapa mahdollistaa testauksen tekemisen, vaikkei konetta ole vielä kokonaan pystytetty tai se ei muusta syystä ole vielä käynnistyskuntoinen. Tämän toimintamallin etuna voidaan varmistua siitä, että logiikka lähettää ja vastaanottaa juuri oikean tyyppistä viestiä (virtaviesti, jänniteviesti). Jos tulon tilan muutos näkyy ohjelmassa, voidaan todeta tulevan viestin olevan oikean tyyppinen. Suoritettavan testauksen edellytyksenä on kyseisen laitteiston I/O-luettelo, jonka avulla voidaan varmistua, että kukin testattava kohde on liitetty oikeaan I/O-liitäntään.

### 2.2 Tehdastestauksen suorittaminen

Tämän osion tarkoituksena on antaa perusohjeita testauksen suorittamiselle käytännössä. Näistä ohjeista voidaan poiketa, mutta tarkoituksena on antaa kuitenkin perusohje, johon testaustoiminta voidaan tukea. Ennen testaukseen ryhtymistä on tärkeää olla tietoinen tämän asiakirjan sisältämistä turvaohjeista.

## Ehdotus I/O- ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi

Testauksen aluksi tulee suorittaa logiikan tulojen tarkastaminen. Tulojen tarkastaminen kattaa kenttälaitteet, niiden kytkennät sekä logiikan tuloportin toiminnan varmistamisen. Testaus voidaan käytännössä suorittaa tekemällä muutoksia kuhunkin tuloon liitetyn kenttälaitteen tilaan yksitellen ja tarkastaa, että kyseiset muutokset näkyvät ohjelmassa oikealla tavalla. Mahdollisten analogisten tulojen testaus tulee suorittaa simuloimalla kyseiseen tuloon liitettävän kojeen viestiä, esimerkiksi simuloimalla jänniteviestiä. /1/

Kun tulopuolen liittymät on tarkistettu, voidaan siirtyä logiikan lähtöjen testaukseen. Testaus voidaan suorittaa joko ”kylmätestinä” tai ”kuumatestinä”.

Kylmätestissä tarkastetaan vain logiikan ja toimilaitteen välisen yhteyden toimivuus, mutta itse toimilaitteen toimivuus jää näkemättä. Kylmätestissä testattavien laitteiden energiansyöttö on katkaistu ja testattava laite saa ainoastaan signaalinsa. Kuumatestissä testattava laite saa myös energiansyöttönsä, jolloin kyseinen toimilaitte aktivoituu signaalin saatuaan. Kuumatestissä toimilaitteet siis suorittavat toimintonsa, joten testaajien tulee noudattaa erityistä varovaisuutta.

Tulopuoli testataan yksinkertaisesti siten, että ensin tarkastetaan kunkin lähdön olevan nollatilassa. Tämän jälkeen yksitellen pakotetaan lähtöjä päälle ja jokaisen lähdön kytkeytyminen tulee tarkastaa erikseen. Tarkastus tulee suorittaa toimilaitteen luota, mikäli mahdollista, jotta voidaan todeta myös kaapeliyhteyden olevan kunnossa. Lähdöt tulee pakottaa myös pois päältä ja samalla varmistaa, että lähdöt myös oikeasti menevät nollatilaan. Analogialähdöt testataan kolmesta pisteestä, minimi- ja maksimi-arvot sekä noin puolivälistä skaalaa. /1/

### 2.3 Käyttöönottossa suoritettava testaus

Asiakkaan tiloihin toimitettu laitteisto tulee olla testattu ennen toimitusta Heinolan Sahakoneet Oy:n tiloissa. Koska tehdastason ohjelmallinen testaus on jo suoritettu, voidaan kyseisten testausten osalta olla varmoja laitteiston kunnollisesta toiminnasta.

Käyttöönottotasolla tapahtuvassa testauksessa tavoitteena on varmistaa, ettei laitteiston pystytyksessä ole tapahtunut mitään laitteiston toimintaan vaikuttavia virheitä.

## Ehdotus I/O- ja toiminnallisuustestausten uudistamiseksi

Lisäksi käyttöönotossa tehtävä testaus varmistaa, että myös mahdolliset toimitusprosessin aikana tulleet muutokset on huomioitu oikealla tavalla.

Mikäli tässä kevyemmässä, käyttöönototasolla tapahtuvassa testauksessa ilmenee vikoja, on syytä suorittaa tehdastason testaus uudelleen.

Testaustapana ehdotan käytettäväksi Black Box–tyyppistä testausta, jossa testaus tapahtuu lähinnä normaalia käyttötilannetta simuloiden. Black Box–tavassa testaajalla ei ole enää pääsyä konetta ohjaavaan ohjelmistoon, mutta hänellä on samat tiedot kuin normaalillakin käyttäjällä. Black box–testaus tulee suorittaa koneen mukana toimitettavien käyttöohjeiden mukaisesti.

### 3 EHDOTUS DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMISEKSI

Suoritetuista testauksista tulee aina tehdä testauspöytäkirja. Testausdokumenttien tuottaminen on ehdottoman tärkeää tulevaisuuden mahdollisia tarpeita ajatellen. Vakioitua dokumentointitapaa käyttäen testaustoiminnan tarkastelu jälkeenpäin helpottuu, koska luodut dokumentit ovat vertailukelpoisia keskenään. Lisäksi dokumentit tuovat lisäarvoa laitteistotoimitukselle lisäten toimitetun laitteiston laatuvaikutelmaa.

Uusi, ehdottamani dokumentointitapa, on kehitetty vanhojen eri käytäntöjen hyviä puolia yhdistelemällä ja tekemällä muutamia harkittuja lisäyksiä. Uudessa testausdokumentissa on pyritty kiinnittämään huomiota testattavan kohteen yksilöintiin sekä testaustuloksen luotettavuuteen. Yksilöintiä on pyritty parantamaan varaamalla testattavan kohteen yksilöllistä tunnistetta varten oma kohtansa pöytäkirjasta. Täten voidaan jälkeenpäinkin todeta tarkalleen, mitä testikohdetta kukin merkintä tarkoittaa. Hyvä yksilöinti on tärkeää, jotta mahdollisessa vikatilanteessa voidaan vielä varmistaa, että testikohde on kuitenkin aiemmin toiminut, eikä ole esimerkiksi valmistusvika.

Testaustuloksen luotettavuutta olen uudessa mallissa pyrkinyt parantamaan lisäämällä pöytäkirjaan I/O–osoitteiden vertailun. Kyseisessä vertailussa tulee verrata suunnitelmassa olevaa I/O–osoitetta ja kytkettyä I/O–osoitetta. Mikäli näin todella toimitaan, voidaan saavuttaa varmuus logiikan kytkentöjen oikeellisuudesta.