



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Jarno Joensuu

TYHJÄLAATIKKORADAN SÄHKÖSUUNNITTELU JA  
KÄYTTÖÖNOTTO

Tekniikka Pori  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

2008

# TYHJÄLAATIKKORADAN SÄHKÖSUUNNITTELU JA KÄYTTÖÖNOTTO

Joensuu, Jarno  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2008  
Asmala, Hannu  
UDK: 621.3, 621.867  
Sivumäärä: 28

Asiasanat: kuljettimet, kuljetinjärjestelmät, sähkösuunnittelu

---

Opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä elintarviketehtaaseen sijoittuvan laatikkokuljettimen sähkösuunnitelma ja siihen liittyvät dokumentoinnit sekä suorittaa järjestelmän käyttöönottotarkastus, jonka suorittamisesta kerätään keskeisimmät seikat yhteen käytettäväksi tulevissa projekteissa. Työssä kartoitettiin myös mahdollisuutta siirtyä tulevaisuudessa käyttämään As-i Safety At Work järjestelmää, joka korvaa tavanomaisen turvapiiri toteutuksen.

Opinnäytetyö tehtiin Atria Oy:n Forssan tehtaalle, joka valmistaa erilaisia valmisruokia. Kuljettimen tehtävä on siirtää tyhjiä muovilaatikoita varastoinnista muovista lamellikuljetinta pitkin kahdelle pakkausrobotille. Uusi linjasto korvaa aiemmin työntekijöiden käsintehtyn työn. Järjestelmä on tilaajalle kustannustehokas ratkaisu, koska pakkauksprosessissa olevien henkilöiden tarve vähenee huomattavasti.

Valmiin linjaston tehokkuus ja toimivuus saatiin vastaamaan tilaajan vaatimaa tasoa. Huolellisesti tehdyllä käyttöönottestauksella ja käyttöönottotarkastuksella varmistettiin järjestelmän toimivuus. As-i turvaväylän soveltuvuus vastaavanlaisiin projekteihin todettiin toimivaksi, mutta siirtyminen sen käyttämiseen vaatii lisäkartoitusta taloudellisen hyödyn kannalta.

# ELECTRICAL PLANNING AND COMMISSIONING OF CONVEYOR LINE FOR EMPTY BOXES

Joensuu, Jarno

Satakunnan ammattikorkeakoulu Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

May 2008

Asmala, Hannu

UDC: 621.3, 621.867

Number of Pages: 28

Key Words: conveyors, conveyor system, electrical planning

---

The aim of this Bachelor's thesis was to make an electrical plan for a box conveyor and documentation connected to it in a food processing plant. In addition, a commissioning inspection was carried out in order to collect all the main points to be used in new projects. In the thesis, the opportunity to use As-i Safety at Work – system in the future was also researched. As-i Safety at Work- system replaces the conventional execution of a safety circuit.

The thesis was commissioned by Atria Oy Forssa production plant which makes processed food. The task of the conveyor is to transfer empty plastics boxes from storage to two packing robots along a plastic flat top conveyor. The new line substitutes the manual work done by employees. The system is a cost-effective solution to the commissioner because significantly less labour will be needed in the packing process.

The effectiveness and functionality of the line met the standards of the commissioner. By a carefully done introductory testing and inspection the functionality of the system was confirmed. The suitability of As-i Safetyline for corresponding projects was discovered but starting to use it needs a further survey from the economical benefit point of view.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Yleistä .....	5
1.2	Finn-Metacon Oy.....	5
2	SÄHKÖSUUNNITTELU.....	6
2.1	Sähkösuunnittelun tarve.....	6
2.2	Sähkösuunnitelman sisältö.....	6
2.3	Sähkösuunnittelun tekeminen.....	7
2.4	Kuljetinjärjestelmän sähkösuunnitelma .....	7
2.4.1	Komponenttivalinnat.....	7
3	LAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO .....	11
3.1	Yleistä .....	11
3.2	Käyttöönottotarkastus.....	11
3.2.1	Aistinvarainen tarkastus.....	12
3.2.2	Mittaukset ja toiminnalliset kokeet .....	13
3.2.3	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja .....	15
3.3	Kuljetinjärjestelmän käyttöönotto Atria Oy:n forssan tehtaalla .....	16
3.3.1	Järjestelmän käyttöönottotarkastus .....	18
4	AS- INTERFACE ANTURI- JA TOIMILAITEVÄYLÄ.....	20
4.1	Yleistä .....	20
4.2	AS-i väylän toimintaperiaate .....	20
4.3	AS-i-master.....	20
4.4	AS-i Slave.....	21
4.5	Kaapelointi.....	22
4.6	AS-i väylän edut .....	22
5	HÄTÄ-SEIS JÄRJESTELMÄ AS-I VÄYLÄSSÄ .....	23
5.1	Yleistä .....	23
5.2	As-I Safety At Work järjestelmä .....	23
5.2.1	Operaation yksityiskohdat.....	23
5.2.2	Safety Monitor.....	24
5.2.3	Turvaprotokolla.....	25
5.2.4	Safety At Work järjestelmän edut.....	25
6	PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO .....	27

## LIITTEET

Liite 1 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Yleistä

Finn-Metacon valmistaa vuosittain useita kuljetinjärjestelmiä elintarviketeollisuuden käyttöön Suomessa ja myös ulkomailla. Standardien mukaan valmiille järjestelmälle on tehtävä käyttöönototarkastus, jolla varmistetaan siitä, että järjestelmä on vaatimusten ja suunnitelmien mukainen.

Opinnäytetyö tehtiin Atria Oy:n Forssan tehtaalle, joka valmistaa erilaisia valmisruokia. Tehtaaseen tehtiin uusi laatikkokuljetin siirtämään tyhjiä muovilaatikoita varastoinnista pakkausroboille.

Opinnäytetyö tehtiin selkiyttämään järjestelmän käyttöönototarkastusta. Työn tarkoituksena on kerätä käyttöönototarkastuksen olennaiset asiat yhteen, ja opinnäytetyötä voidaan tulevaisuudessa hyödyntää vastaavanlaisia tarkastuksia tehdessä. Opinnäytetyön tarkoitus on myös selvittää As-i Safety At Work järjestelmän toimintaa ja sen soveltuvuutta käytettäviin järjestelmiin.

## 1.2 Finn-Metacon Oy

Finn-Metacon Oy on kuljetinjärjestelmiin erikoistunut Karvialainen yritys. Pääasiallisesti Finn-Metaconin järjestelmiä käytetään elintarviketeollisuuden logistisissa järjestelmissä. Yritys työllistää tällä hetkellä n. 16 henkilöä ja tulevaisuuden näkymät ovat hyvät.

## 2 SÄHKÖSUUNNITTELU

### 2.1 Sähkösuunnittelun tarve

Suunnittelijan tehtävä on löytää sellaisia teknisiä ratkaisuja, joiden avulla toteutetaan asiakkaan toivomukset annetuissa kustannus- ja aikataulurajoissa. Päätöksentekoon vaikuttavat myös lait, alan standardit sekä suositukset. Sähkösuunnittelu maksaa vain noin prosentin projektin kustannuksista, mutta vaikuttaa noin viidennekseen projektin kustannuksista. Vaikutus lisääntyy merkittävästi kun otetaan huomioon kohteen elinkaarikustannukset ja mahdolliset tulevat muutokset. Hyvä suunnittelu näkyy alentuvina kokonaiskustannuksina ja parempana laatuna./1/

Sähkösuunnittelussa tärkeänä lähtökohtana on se, että suunnittelijan tulee selkeästi ymmärtää tulevan laitteiston toiminta ennen suunnittelutyön aloittamista. Usein käynti laitteiston sijoituspaikalla selkeyttää tilannetta.

### 2.2 Sähkösuunnitelman sisältö

Teollisuuteen tehtävien järjestelmien sähkösuunnitelma ei huomattavasti poikkea tavallisesta omakotitalon sähkösuunnitelmasta. Sähkösuunnitelman tulee olla helppolukuinen, jotta asennus ja kytkeminen käy sujuvasti. Tavallisesti sähkösuunnitelman tulee sisältää ainakin tasokuvat, joista käy sähkölaitteiden sijoittelu ilmi sekä keskus-, piirikavio-, johdotus- ja logiikkakuvat. Sähkösuunnitelmaa täydennetään luetteilla, esim. moottori- ja kaapeliluettelot.

### 2.3 Sähkösuunnittelun tekeminen

Nykyaikana sähkösuunnitelmat tehdään lähes poikkeuksetta käyttämällä erilaisia suunnittelukäyttöön tehtyjä tietokoneohjelmistoja. Ohjelmistot helpottavat ja nopeuttavat suunnittelijan työtä. Sähkösuunnitteluun tarkoitetut ohjelmistot sisältävät tasokuvien ja piirikaavioiden piirtämiseen tarvittavat piirrosmerkit, jolloin työ nopeutuu huomattavasti. Ohjelmistojen tehokas käyttö edellyttää kuitenkin muutaman vuoden kokemusta ohjelmasta ennen kuin siitä saadaan täysi hyöty irti.

Suunnittelijan tulee myös osata käyttää tehokkaasti laitevalmistajien katalogeja ja tuote-esitteitä. Suunnittelijan työssä pitää olla ajan tasalla laiteuutuuksien suhteen.

### 2.4 Kuljetinjärjestelmän sähkösuunnitelma

Sähkösuunnitelman teko aloitettiin tutustumalla työkohteeseen, että ymmärrettiin mitä laitteiston kuuluu tehdä. Suunnittelutyötä selkeyttää käynti kohteessa, johon järjestelmä on tarkoitus sijoittaa. Sähkösuunnitelman toteutuksessa voidaan hyväksikäyttää aiemmissa projekteissa hyväksi havaittuja toimintatapoja tai komponenttivalintoja. Sähkösuunnittelijan tulee kuitenkin yleensä miettiä kohteeseen parhaiten soveltuvat laitteet ja tehdä tarjouspyyntöjä eri laitevalmistajilta ja -toimittajilta.

#### 2.4.1 Komponenttivalinnat

Komponenttivalintoihin vaikuttaa huomattavasti järjestelmän sijoituspaikka ja olosuhteet. Valinnoissa on huomioitava laitteiden kotelointiluokka, jos tilassa olevia laitteistoja pestään vedellä. Valintojen toinen ratkaiseva asia on hinta ja komponenttien saatavuus. Asiakkaan käyttämät komponentit voivat myös vaikuttaa päätökseen.

## Valokennot

Laatikkokuljettimen ohjauksen olennaisena osana ovat valokennot. Valokennoilta saatavilla tiedoilla ohjataan kuljettimien pyörimistä. Kuljetinkokonaisuus koostuu 13 eri kuljettimesta. Toiminnan ideana on ajaa laatikoita ruuhkaksi kuljettimille, mikäli pakkausrobottien kulutus ei ole niin suuri, että linjasto pyörisi kokoajan. Kokemuseräisten tietojen perusteella projektin valokennoiksi valittiin peilistä heijastavat valokennot. Peilistä heijastavat valokennot ovat toimintavarmempia kuin materiaalista heijastavat vaikkakin ne aiheuttavat hieman enemmän asennustyötä. Peilistä heijastavien valokennojen säädettävyyttä on parempi niiden toimiessa ruuhkakennoina (Kuva 1).



Kuva 1. Peilistä heijastava SICK – valokenno.



## Sähkömoottorit

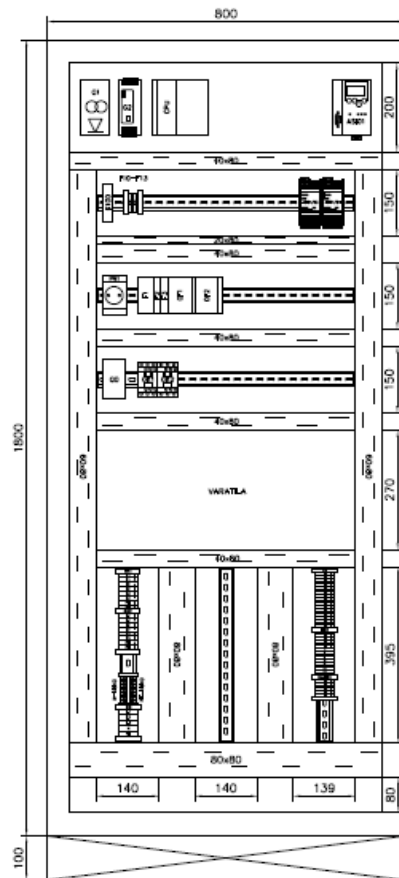
Laatikkokuljetin kuljettaa tyhjiä muovilaatikoita lamellikuljetinta pitkin. Kuljettimien moottorien ei näin ollen tarvitse olla suuritehoisia. Järjestelmään tarvittiin 13 oikosulkumoottoria. Moottoriin kytketään kulmavaihte, jolloin pyörimisnopeus saadaan sovitettua sopivaksi (Kuva 2). Järjestelmän yhden moottorin akseliteho on vain 0,37kW. Moottoreina käytettiin ABB:n moottoreita niiden luotettavuuden takia.



Kuva 2. Kuljetinmoottori johon on liitetty kulmavaihte

## Sähkökeskus

Kuljetinjärjestelmän sähkökeskus on melko pelkistetty (Kuva 3). Logiikkana käytettiin Siemens 315-2DP. Anturi- ja toimilaitteväylä AS-i liitettiin logiikkaan AS-i DP-Gateway:n avulla. Moottorien tehonsyöttö on jaettu kahteen ryhmään, keskuksen sijainnin ja moottori virtojen perusteella.



Kuva 3. Keskuksen rakenne

## 3 LAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO

### 3.1 Yleistä

Sähköistetyn järjestelmän käyttöönotto sisältää aina monia tärkeitä kohtia, jotka pitää huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Järjestelmän tulee olla mekaanisesti käyttäjille turvallinen, joka tarkoittaa mm. sitä, että laitteistossa ei ole puristumisvaaraa tai muuten aiheuta normaalikäytössä vaaratilanteita. Käyttöönotto sisältää myös järjestelmän saattamisen tasolle, jossa se toimii luotettavasti ilman normaalin käytön aiheuttamia vikatilanteita. Käyttöönotossa järjestelmä saatetaan tasolle jossa se toimii tilaajan ja toimittajan sopimalla tehokkuudella.

### 3.2 Käyttöönottotarkastus

Standardin SFS 6000-6 mukaan jokainen sähköasennus on tarkastettava asennuksen aikana ja/tai sen valmistuttua ennen kuin se otetaan käyttöön. Lisäksi sille on tehtävä sellaiset testit, joiden avulla todetaan, että tämän standardin vaatimuksia on noudatettu. /2/

Käyttöönottotarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitettävä, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain 5§:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Mikäli keskeneräisestä asennuksesta otetaan osa käyttöön, on tälle osalle suoritettava käyttöönottotarkastus.

Käyttöönottotarkastukseen kuuluu joukko mittaamalla ja testaamalla sekä silmämääräisesti tehtäviä asioita. Mittauksiin ja testauksiin on käytettävä niihin soveltuvia mittareita ja mittalaitteita.

### 3.2.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus tehdään ennen testauksia laitteiston ollessa jännitteetön. Aistinvaraisessa tarkastuksessa tarkastetaan, että kiinteästi asennetut sähkölaitteet ovat niitä koskevien turvallisuusvaatimusten mukaisia. Aistinvaraista tarkastusta suoritetaan koko asennuksen ajan jolloin havaitaan, että asennettavat komponentit eivät ole näkyvästi vaaraa aiheuttavalla tavalla vaurioituneet ja vastaavat valmistajan suosituksia käyttöympäristöstä.

Aistinvaraisessa tarkastuksessa tulee tarkastaa ainakin seuraavat seikat.

#### **Suojaus sähköiskulta**

Normaalitilanteessa suojaus sähköiskulta edellyttää, että laitteen/laitteiston kosketusjännitesuojaus on toteutettu luotettavasti. Tarkastuksessa tarkistetaan, että vikasuojaukseen on käytetty tilan vaatimia suojalaitteita. Todetaan, että syötön automaattiseen poiskytkentään valitut johdonsuojakatkaisijat ovat nimellisvirraltaan oikean kokoisia.

#### **Palosuojaus**

Tarkistetaan, ettei sähkölaitteiden väärästä sijoituspaikasta johtuva lämpö voi aiheuttaa ympäristön tai laitteen vaarallista lämpenemistä. Tarkistetaan, että laitevalmistajan antamat minimietäisyydet sijoituspaikan suhteen täyttyvät.

#### **Kuormitettavuus ja sallittu jännitteenalennema**

Tarkastuksessa johtojen kuormitettavuus voidaan todeta siten, että asennuksessa on käytetty suunnitelman mukaisia poikkipinta-aloja ja asennustavoista ei aiheudu johtojen kuormitettavuuden alenemista. Standardi ei aseta vaatimuksia jännitteenalennemasta, mutta hyvänä ohjeena voidaan pitää enintään 4% jännitteenalennemaa sähkölaitteiston liittymäkohdan ja sähkölaitteen välillä.

#### **Ulkoisten tekijöiden vaikutus**

Tarkastuksella todetaan, että sähkölaitteen kotelointiluokka vastaa tilan kotelointiluokkavaatimuksia. Kotelointiluokkavaatimukset määräytyvät usein kosteuden ja pölyn mukaan.

### **Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta**

Sähkökoneiden syötössä on oltava syötön erotuskytkin, jolla kone saadaan varmuudella jännitteettömäksi, esim. huollon ajaksi.

### **Nolla- ja suojaohjaimen tunnuks**

Asennuksen aikana tarkistetaan, että käytetyt johdinvärit vastaavat standardin vaatimuksia.

### **Johtimien liitosten sopivuus**

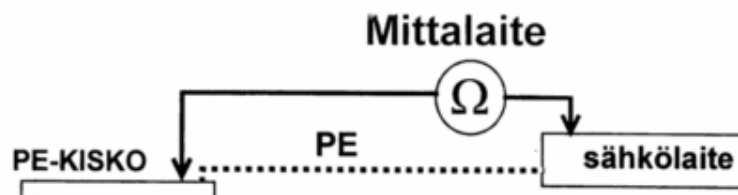
Tarkastetaan, että liitoksissa on käytetty asianmukaisia liittimiä ja liitokset on tehty niin etteivät ne lämpene ja näin aiheuta palovaaraa.

#### **3.2.2 Mittaukset ja toiminnalliset kokeet**

Yleensä mittaukset ja testaukset toimivat aistinvaraista testausta täydentävänä osana. Mittauksilla saadaan varmuudella osoitettua sähkölaitteiston turvallisuus ja suojalaitteiden oikea toiminta. Mittausten avulla saadaan karsittua pois mahdollisista virhekytkennöistä aiheutuvat vaaratilanteet, kuten metallirungon jännitteellisyys. Järjestelmän mittaukset tulee suorittaa vasta järjestelmän ollessa täysin valmis. Seuraavassa on lueteltu ne mittaukset jotka käyttöönottotarkastuksessa tulee ainakin suorittaa.

### Suojajohtimen, PEN- ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuuden testaus

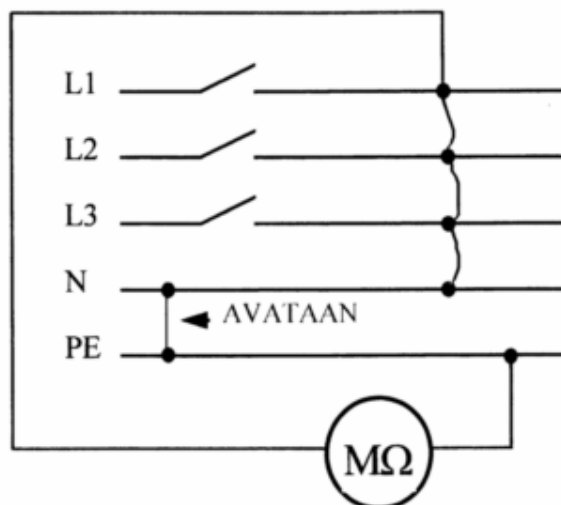
Jatkuvuustestauksen tarkoituksena on mitata, että järjestelmään kytkettyjen sähkölaitteiden metalliset osat on luotettavasti saatettu maan potentiaaliin ja suojajohdinpiirit ovat jatkuvia. Testaus suoritetaan jännitteettömässä järjestelmässä mittaukseen hyväksytyllä mittalaitteella. Hyväksytylle mittaustulokselle standardi ei anna raja-arvoa, mutta hyvinä sääntöinä voidaan pitää alle 1  $\Omega$ :n arvoa ja mittaustulokset eivät poikkea toisistaan huomattavasti. Saadut mittaustulokset tulee kirjata käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan.



Kuva 4. Suojajohtimen jatkuvuusmittaus./4/

### Sähkölaitteiston eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssin mittauksen päätarkoitus on varmistaa, että sähkölaitteen äärijohtimet (vaihejohdin ja nollajohdin) on riittävästi eristetty maanpotentiaalista. Mittaus suoritetaan eristysresistanssimittarilla jännitteettömästä sähköjärjestelmästä vasta kun asennus on täysin valmis. Mittauksen aikana tulee kaikki järjestelmän kytkimet olla päälle kytkettyinä, jotta koko järjestelmän eristysresistanssi voidaan mitata. Mikäli järjestelmään kuuluu jänniteherkkiä laitteita kuten taajuusmuuttaja ym. niin ne voidaan erottaa järjestelmästä mittauksen ajaksi. Eristysresistanssimittauksen jälkeen järjestelmän mitattuun osaan ei saa enää lisätä uusia johtimia tai sähkölaitteita.



Kuva 5. Eristysresistanssin mittaus TN-S järjestelmässä./4/

### Syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus

Vikasuojauksen toimivuus voidaan todeta mittaamalla piirin kauimmaisen kohdan oikosulkuvirta. Oikosulkuvirran perusteella voidaan tulkita taulukosta valitun suoja-laitteen soveltuvuus piirin suojaksi. Standardin määrittelemät vaatimukset täytyvät, kun vikatilanteessa kosketusjännite kytkeytyy pois vaaditussa ajassa tai vaihtoehtoi- sesti vikatilanteen kosketusjännite rajoittuu vaarattomaan arvoon. Vaarattomalla kosketusjännitteen arvolla tässä kohtaa tarkoitetaan enintään 50V. Kosketusjännite muodostuu oikosulkuvirran ja suojajohtimen impedanssin tulosta.

### Vikavirtasuojan testaus

Sähköjärjestelmän sisältäessä vikavirtasuojalla suojattuja piirejä, tulee vikavir- tasuojan toiminta testata laitteen testipainikkeesta ja tarkastamalla, ettei toimintavirta ylitä nimellistoimintavirtaa.

#### 3.2.3 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Rakennetun sähköjärjestelmän käyttöönottotarkastuksesta tulee mittauksen suoritta- jan laatia järjestelmän haltijalle käyttöön käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Järjestel- män ja kohteen laajuudesta riippuu tarkastuspöytäkirjan tyyppi. Standardi ei määrit-

tele käyttöönottotarkastuspöytäkirjalle muotovaatimuksia, kunhan siitä käy ilmi vaadittavat seikat. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ainakin ilmi seuraavat seikat:

- Tarkastettavan kohteen yksilöintitiedot
- Selvitys siitä täyttävä asennus säännökset ja määräykset
- Lyhyt kuvaus käytetyistä mittausmenettelyistä
- Eristysresistanssimittauksista kaikki mittaustulokset
- Silmukkaimpedanssimittauksista kaikki mittaustulokset
- Vikavirtasuojakytkimen toiminnan mittaustulokset
- Suojamaajohtimen jatkuvuusmittauksista saatu huonoin arvo ja sen mittauspaikka

Tarkastuksen tekijän tulee allekirjoittaa tarkastuspöytäkirja. Mikäli käyttöönottotarkastuksessa on poikettu standardin SFS 600 vaatimuksista, olennaisista turvallisuusvaatimusten täyttymisistä on tehtävä kirjallinen selvitys missä kerrotaan, kuinka järjestelmä on saatettu standardin asettamalle turvallisuustasolle. Standardimallista poikkeamiseen on oltava tilaajan hyväksyntä.

### 3.3 Kuljetinjärjestelmän käyttöönotto Atria Oy:n Forssan tehtaalla

Uusi laatikkolinja liitettiin jo olemassa olevaan kuljettimeen risteysvaihteen avulla, jossa paineilmasylinteri ohjaa laatikoita radoille sen mukaan mikä on niiden tarve (Kuva 6). Järjestelmän toiminnallinen testaus jouduttiin ajoittamaan viikonlopulle, jolloin mahdollisista vikatilanteista on vähiten haittaa jo olemassa olevalle kuljettimelle ja tuotantolinjastolle.





Kuva 6. Risteysvaihte, joka liittää uuden järjestelmän vanhaan järjestelmään.

Järjestelmän toimimaan saaminen tavalla, jolla se on suunniteltu toimimaan vaatii useita testauksia ja tilanteiden simuloitteja, joita normaalikäytössä saattaa esiintyä. Valokennojen virheellinen sijainti tai kohdistus saattavat aiheuttaa tilanteen, jossa pysäytin painautuu laatikon reunaan vasten ja näin ollen aiheuttaa jumitilanteen. Uuden järjestelmän heikoimmaksi lenkiksi osoittautui laatikkolinjaston vanha osuus, joka toimii liian hitaasti. Hitauden syynä on vanha laatikkopinopurkaja, joka ei syötä laatikoita linjastolle tarpeeksi nopeasti (Kuva 7).



Kuva 7. Vanha laatikkopinopurkaja

### 3.3.1 Järjestelmän käyttöönottotarkastus

Valmiille järjestelmälle tehtiin käyttöönottotarkastus ennen kuin se luovutettiin tilaajan käyttöön. Käyttöönottotarkastuksessa sovellettiin standardin SFS6000-6 ohjeita käyttöönottotarkastuksesta sekä SFS-EN 60204 koneturvallisuusstandardia. Käyttöönottotarkastus tehtiin ensin silmämääräisenä. Tarkistettiin mm. keskuksen kytkennät, moottoriliitokset jne. Mittaukset suoritettiin käyttöönottotarkastuksiin suunnitellulla mittarilla. (Kuva 8)



Kuva 8. Käyttöönottomittari Beha Unitest Machine Master.

Tarkastuksessa ei mitattu suojausta varausjännitteeltä, joka kuuluu SFS-EN 60204 koneturvallisuusstandardin mittauksiin, koska järjestelmässä ei ole kondensaattori-kuormia niinpä kytkettäessä jännite pois laskee myös jännite hyvin nopeasti nolaksi. Käytännössä se tapahtuu välittömästi.

Mittaustuloksissa ja silmämääräisessä tarkastuksessa ei havaittu puutteita ja ne täyttivät standardien asettamat raja-arvot. Käyttöönottotarkastuksesta laadittiin sähkölaitteiston haltijalle käyttöönottotarkastuspöytäkirja. (Liite 1)

## 4 AS- INTERFACE ANTURI- JA TOIMILAITEVÄYLÄ

### 4.1 Yleistä

ASI perustuu avoimeen Eurooppalaiseen standardiin ja sen lyhenne tulee sanoista Actuator Sensor Interface. ASI-standardin kehittämisessä on ollut mukana 11 eri laitevalmistajaa sekä yliopistojen yksiköitä. Se esiteltiin ensikertaa Euroopassa vuonna 1993 saksalaisten ja sveitsiläisten toimesta. Laitevalmistajien yhteistyön tuloksena eri valmistajien laitteita, antureita, kytkimiä ja muita järjestelmän laitteita voidaan kytkeä samaan järjestelmään. Näin kustannukset pienevät ja järjestelmäkomponenttien saanti on taattu. Järjestelmä on avoinna uusille komponentinvalmistajille./3/

AS-i väylä soveltuu käytettäväksi 10...100m ja vahvistimien avulla 300m etäisyyksille. Väylä soveltuu hyvin yksinkertaisten, mutta paljon I/O-liityntöjä sisältävien järjestelmien tiedonsiirtoon.

### 4.2 AS-i väylän toimintaperiaate

AS-i järjestelmässä isäntä (master) ohjaa enimmillään 31:tä renkiä (slave). Yhteen renkiin voidaan liittää enimmillään 4 digitaalista tuloa ja lähtöä. Väylään on myös mahdollisuus liittää analogisia antureita. AS-i järjestelmä toimii siten, että master ohjaa tietoliikennettä väylällä. Jokaisella slave-yksiköllä on osoite, joka on etukäteen annettu osoitteenantolaitteella (Kuva 10). Verkon rakenne on vapaasti valittavissa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että väylään voidaan tehdä haaroituksia.

### 4.3 AS-i-master

Master toimii väylän linkkinä ohjausjärjestelmään. Masterin tärkeimpänä tehtävänä on ohjata tiedonsiirtoa ohjainjärjestelmän ja slave-yksiköiden välillä. Master vaihto-

ehtoja on useampia, mutta tässä työssä käytettiin gateway-masteria, joka liitettiin ohjauslogiikkaan Profibus- väylän kautta.



Kuva 9. AS-i Gateway master /5/

#### 4.4 AS-i Slave

Jokaiselle väylään liitetylle slave-yksikölle annetaan osoitteenantolaitteella yksilöllinen osoite (Kuva 10). Slave-yksikölle varataan yleensä väylästä 4 bittiä. Yksikön fyysinen sijoituspaikka ei vaikuta yksikön osoitteeseen. Tavallisimpia väylään kytkettäviä slave-yksiköitä ovat I/O-moduulit, moottorikäynnistimet, painikkeet, merkikilamput, yms.



Kuva 10. IFM:n osoitteenanto laite

#### 4.5 Kaapelointi

AS-i väylän kaapelointi suoritetaan 2-johdin lattakaapelilla. Kaapeli on muotoiltu niin, että siinä ei ole väärinkytentämahdollisuutta väylään suunniteltujen laitteiden kanssa. Kaapelin materiaali on tavallisesti PVC tai kumi ja väriltään keltaista. Kaapelissa siirtyy samalla sekä data että laitteiden jännitesyöttö. Suuritehoisille laitteille voidaan jännitesyöttö tuoda erillisellä johdolla. Laitteiden liittäminen kaapeliin toteutetaan pikaliitoksella, jolla saavutetaan hyvä IP-luokka. Mikäli laite irrotetaan kaapelista säilyy kaapelin IP-luokka IP67:na.

#### 4.6 AS-i väylän edut

Väylän edut tulevat hyvin esille järjestelmässä, jossa on paljon I/O-liityntöjä, kuten kuljetinkäytöt, joissa on paljon valokennoja, moottorikäynnistimiä yms. Järjestelmän tiiveyden ansiosta ohjauslaitteet voidaan sijoittaa laitteiden viereen. Väyläteknikka vähentää kaapeloinnin ja keskuksessa olevien laitteiden tarvetta, jolloin asennusaika vähenee. AS-i väylän yksi keskeisiä etuja perinteiseen kaapelointiin verrattuna ovat sen helppo laajennettavuus ja muokattavuus. Järjestelmän kunnossapidon kannalta väyläteknikka helpottaa järjestelmän vianhaku.

## 5 HÄTÄ-SEIS JÄRJESTELMÄ AS-I VÄYLÄSSÄ

### 5.1 Yleistä

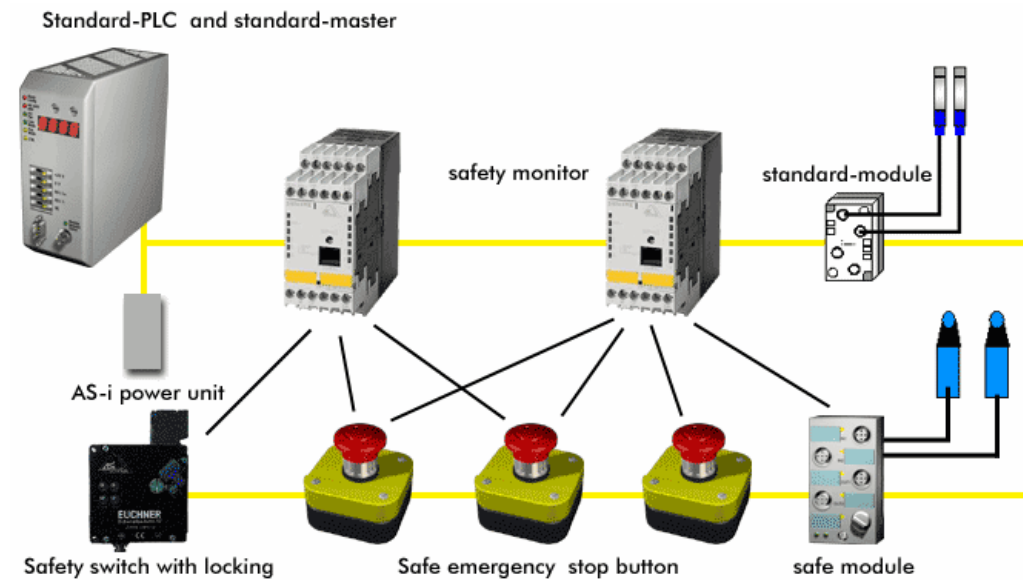
Koneet ja laitteistot tulee varustaa hätä-seis järjestelmällä. Toiminto on yleensä toteutettu käyttämällä keskuksessa erillistä turvarelettä ja siihen yhdistettyjä painikkeita kentällä. Väylään liitettävien turvalaitteiden valikoima on laajentunut ja mahdollisuus toteuttaa hätä-seis järjestelmä väylän avulla kuulostaa helpolta ja nopealta tavalta.

### 5.2 As-I Safety At Work järjestelmä

AS-i Safety At Work sallii turvakomponenttien helpon liitettävyyden AS-i väylään. Turva- ja standardikomponentit toimivat rinnakkain samassa kaapelissa. AS-i master huomioi turvakomponentit kuten muutkin toimilaitteet ja sisällyttää ne väylään. Lähetyksellä on toteutettu siten, että se voi lähettää turvasanomaa.

#### 5.2.1 Operaation yksityiskohdat

Toiminnassa olevaan väylään voidaan milloin tahansa liittää turvallisuuskomponentteja. Väylään tarvitsee lisätä Safety Monitor moduuli ja turvallisuuskomponentit. AS-i master käsittelee turvatoimintakomponentteja kuten mitä tahansa muita komponentteja ja lisää ne väylään.

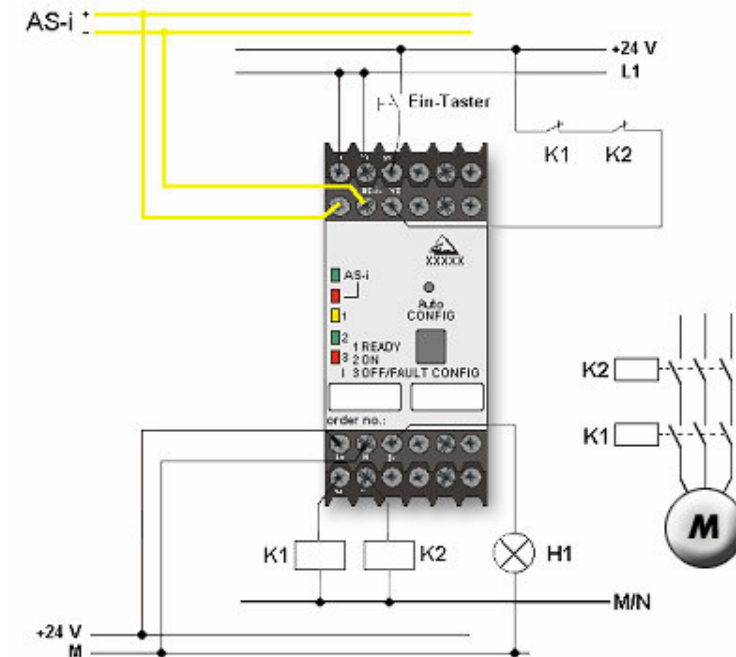


Kuva 11. Periaatekuva Safety At Work järjestelmästä./6/

### 5.2.2 Safety Monitor

Safety Monitor yksikkö tarkkailee AS-i väylällä kulkevaa dataa, ja pysäyttää laitteet, jos turvapiirissä tapahtuu häiriö tai turvakomponentit käyttäytyvät epänormaalisti. Safety Monitor-yksikkö vastaanottaa tiettyä koodia jokaiselta turvakomponentilta yhtä kiertoa kohden. Järjestelmään on mahdollisuus liittää useampia Safety Monitor-yksiköitä, jolloin jokaiselle määritellään oma toiminta-alue. Moduuli käyttää 24V jännitettä ja se voidaan fyysisesti liittää väylässä mihin kohtaan hyvänsä. Monitor yksikön valmistajan tulee olla Safety At Work yhtiön jäsen. Hyväksytyjä Safety Monitor yksiköitä valmistavat ainakin: IFM Electronic, Siemens, Sick ja Murrelekt-ronic.





Kuva 12. Safety Monitor yksikkö. /7/

### 5.2.3 Turvaprotokolla

Järjestelmän jokaisella turvakomponentilla on yksilöllinen 8x4 bitin kooditaulukko. Safety Monitor lukee jokaisen turvakomponentin koodin taulukosta ja kytkee pois järjestelmän, jos odotettu koodi ei ole yhteensopiva lähetetyn koodin kanssa. Safety Monitor kytkee järjestelmän pois päältä esimerkiksi, kun

- pysäytystä kutsutaan
- lähetetty koodi on väärä
- yhteys laitteiden välillä keskeytyy
- turvakomponentti on häiriössä
- turvakomponentin vastaus on myöhässä tai puuttuu

### 5.2.4 Safety At Work järjestelmän edut

Järjestelmän keskeisimpänä etuna voidaan pitää sitä, että vältetään turvalaitteiden tavanomaiselta johdotukselta, joka tietää säästöä asennuskustannuksissa. Järjestelmän käyttö vähentää myös sähkökeskuksen tilan tarvetta ja vähentää kytkentätyötä sekä vältetään mahdollisilta virhekytkennöiltä. Safety Monitor:ssa on turvalaitteiden

turvatoiminnot vapaasti ohjelmoitavissa. Sillä voidaan toteuttaa useita toimintoja kuten hätä-seis, ”kahden käden toiminto”, oven lukitus sekä kontaktorin- ja venttiilinohjaukset. Systeemidiagnostiikan avulla voidaan paikantaa esimerkiksi painetun hätä-seis painikkeen sijainti. Vikatilanteessa järjestelmä ilmoittaa vikatyypin ja paikan. Näin ollen se lyhentää vian etsintään käytettyä aikaa.

## 6 PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO

Laatikkoradan sähkösuunnittelu ja käyttöönotto olivat haastavia. Tässäkin projektissa törmättiin projektityölle tunnusomaisiin seikkoihin, kuten kiire. Kiireestä huolimatta linjasto saatiin toimimaan sovittuun päivään mennessä. Järjestelmälle tehdyssä käyttöönottotarkastuksessa ei ilmennyt mitään poikkeavaa mittaustulosta, joten linjasto saatiin pyörimään sujuvasti.

Hätä-seis järjestelmä toteutettiin projektissa perinteisellä turvarele toteutuksella. Kuljetinjärjestelmän pituuden ollessa n.200 metriä, kannattaa As-i Safety At Work järjestelmän käyttöä harkita. Hieman kalliimmat komponentti kustannukset säästetään asennusajassa, kun vältetään kaapelivedoilta.

Uudella mittalaitteella ja laaditun tarkastusohjeen avulla saadaan suoritettua käyttöönottotarkastus jolla, saadaan osoitettua laitteiston sähköinen turvallisuus. Tarkastuspöytäkirjan lisääminen asiakkaan dokumentteihin on osoitus urakoitsijan asianmukaisesta toiminnasta sähkötöiden osalta.

## LÄHTEET

1. Sähköturva [verkkodokumentti] Sähköturva [ viitattu 23.3.2008]. Saatavissa: <http://www.sahkoturva.info/index.php?id=365>
2. SFS-KÄSIKIRJA 600. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2007. Suomen Standardisoimisliitto SFS 2007. s 11
3. AS-i väylä. [verkkodokumentti] Fluid Power Finland. [viitattu 25.4.2008]. Saatavissa: [http://www.fhpa.fi/fpf/arkisto/\\_seminaarit/index.php?p=seminaarit&l=20011014\\_as\\_i\\_vayla](http://www.fhpa.fi/fpf/arkisto/_seminaarit/index.php?p=seminaarit&l=20011014_as_i_vayla)
4. D1 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA.612 Testaus: Mittaukset ja toiminnalliset kokeet. Sähkö- ja teleurakoitijaliitto STUL ry.
5. IFM News [ verkkodokumentti] IFM efector [ viitattu 26.4.2008]. Saatavissa: [http://www.ifmefector.com/ifmus/news/news\\_sen\\_6H5K3K.htm](http://www.ifmefector.com/ifmus/news/news_sen_6H5K3K.htm)
6. Safety At Work [verkkodokumentti] AS-interface [viitattu 25.4.2008]. Saatavissa: <http://www.as-interface.net/System/Safety/Description>
7. Safety At Work. [ verkkodokumentti] AS-interface [viitattu 25.4.2008]. Saatavissa: <http://www.as-interface.net/System/Safety/Deployment>
8. Automaatioväylät. [ verkkodokumentti] Asmala Hannu [viitattu 27.4.2008]. Saatavissa: <http://r5.tp.spt.fi/tekpo/index.asp>

## KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Työnumero  
 ATRIA TEKNIikka, FORSSA  
 TYHJÄLAATIKKOKULJETTIME



## KOHDE

ATRIA TEKNIikka, FORSSA  
 TYHJÄLAATIKKOKULJETTIME

## URAKOITSIJA

FINN-METACON OY  
 Alkkiantie 494  
 39960 SARVELA  
 KARVIA  
 Puh. (02) 528 4400  
[Fax \(02\) 544 6279](mailto:Finnc@finn-metacoon.com)  
[www.finn-metacoon.com](http://www.finn-metacoon.com)

## TULOKSET TARKASTUKSISTA

Tunnus	Positio	Nimitys	Huom	Eristysvastus	Suojaus
				M?	varausjännitteltä
021M1	021	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 021-ASI01/4	> 1000	EI TESTATTU
022M1	022	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 022-ASI01/5	> 1000	EI TESTATTU
023M1	023	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 023-ASI01/6	> 1000	EI TESTATTU
024M1	024	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 024-ASI01/7	> 1000	EI TESTATTU
025M1	025	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 025-ASI01/8	> 1000	EI TESTATTU
026M1	026	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 026-ASI01/9	> 1000	EI TESTATTU
027M1	027	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 027-ASI01/10	> 1000	EI TESTATTU
028M1	028	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 028-ASI01/11	> 1000	EI TESTATTU
029M1	029	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 029-ASI01/12	> 1000	EI TESTATTU
030M1	030	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 030-ASI01/18	> 1000	EI TESTATTU
031M1	031	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 031-ASI01/19	> 1000	EI TESTATTU
032M1	032	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 032-ASI01/20	> 1000	EI TESTATTU
033M1	033	NIVELKETJ UKULJETIN	AS-i STARTER 033-ASI01/16	> 1000	EI TESTATTU
OF1-WI		AS-i STARTER SYÖTTÖ		> 1000	EI TESTATTU
OF2-WI		AS-i STARTER SYÖTTÖ		> 1000	EI TESTATTU

Suojausta varausjännitteeltä ei testattu, koska asennus ei sisällä kondensaattori kuormia jolloin em. vaaratilannetta ei synny.

Mittauksissa on sovellettu Standardeja **SFS 6000-6** ja **SFS-60204** -sarjaa

Mittaustulokset täyttävät standardeissa asetetut vaatimukset sähkölaitteiston turvallisuudesta.