

Kolikkopunntauslinjaston tehostaminen

Mats Hytönen

Opinnäyte

Maskin- och produktionsteknik

2011

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Tunnistenumero:	3372
Tekijä:	Mats Hytönen
Työn nimi:	Kolikkopunntauslinjaston tehostaminen
Työnohjaaja (Arcada):	Erland Nyroth
Toimeksiantaja:	G4S Cash Solutions Oy
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämän työn tarkoituksena on tutkia Vantaan laskennan kolikkopunntauslinjaston yleinen toiminta ja selvittää onko tehostaminen mahdollista. Kolikkopunntauslinjasto käsittelee kierroksesta tulevat kolikot varastoinnin ja jakelun helpottamiseksi siten, että valmiit tuotteet pakataan kolikkokontteihin. Nykyisen laitteiston tuotantotehokkuus on huono johtuen muun muassa eri koneiden valmistajista ja näiden yhteensopivuusongelmista. Tämä asia on käsitteilyssä laitetoimittajien kanssa ja siten on päätetty tässä työssä keskittyä linjan loppupäähän, viimeiseen työvaiheeseen jota tehdään käsin. Työvaiheen automatisoinnilla saisi työvaiheeseen irroitettua muihin työtehtäviin ja keskittymään tarvikkeiden riittävyteen.</p> <p>Työn luonteen takia on käytetty pääasiassa toimeksiantajan keräämiä tietoja ja koneiden ohjekirjoja. Työssä käsitellään uuden laitteen suunnittelemisen yhteydessä ohjelmoitava logiikkaa (PLC) ja tähän liittyvät komponentit joiden hintatietoja on saatu alan liikkeistä. Uusi laite on suunniteltu turvallisuutta ja taloudellisuutta silmällä pitäen. Laite on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi mikä auttaa henkilökunnan opettelemista ja toimintaa ongelmatilanteissa.</p> <p>Tällä hetkellä on epävarmaa kannattaako taloudellinen panostaminen tuotantotehokkuuden parantamiseksi sillä käteisen rahan käyttö on vähenemässä. Tuotantoverkoston supistaminen on kuitenkin asia mikä saattaisi johtaa tuotannon keskittämiseen ja sitä kautta painetta tehokkuuden nostamiseen. Tältä varalta on tutkittu mahdollisuuksia tehostaa toimintaa jolloin kyseinen toimenpide hoituisi nopealla aikataululla.</p>	
Avainsanat:	kone, automatisointi, kolikko, plc
Sivumäärä:	42
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	11.5.2011

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Maskin- och produktionsteknik
Identifikationsnummer:	3372
Författare:	Mats Hytönen
Arbetets namn:	Effektivisering av myntpackarlinje
Handledare (Arcada):	Erland Nyroth
Uppdragsgivare:	G4S Cash Solutions Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Detta arbetes målsättning är att undersöka en myntpackarlinjes funktion och ta reda på ifall en effektivisering är möjlig. Linjen finns i Nordens största central för pengabehandling belägen i Vanda. Myntpackarlinjen behandlar mynt vilka är i cirkulation för att förenkla lagring samt vidaredistribution till kunder. Den slutliga produkten packas i plastcontainers vilka säkras med sigill. Den nuvarande linjens effektivitet är dålig vilket bland annat beror på de många olika märkes maskiner den består av. Problemen angående dessa maskiners samarbete är under behandling med anläggningarnas leverantörer och därför är detta arbete koncentrerat på linjens sista fas vilket för tillfället görs för hand. Fasen består av att förflytta den slutliga produkten från linjens slutända till containern. Automatisering av denna fas skulle möjliggöra att koncentrera arbetskraften till foga på övriga arbetsuppgifter.</p> <p>På grund av arbetets karaktär har främst information samlad av uppdragsgivaren samt maskinernas manualer varit till förfogande. Arbetet behandlar bland annat programmerbart styrsystem (PLC) samt komponenter anknutna till detta. Dessa specifikationer och pris har samlats från branschens återförsäljare. Den nya anläggningen är konstruerad med speciell tanke på säkerhet samt ekonomi. Anläggningen är gjord så simpel som möjligt vilket underlättar både skolning av personalen och verksamheten ifall det uppstår några problem med anläggningen.</p> <p>För tillfället är det oklart ifall det lönar sig ekonomiskt att investera pengar på linjen för att förbättra dess effektivitet eftersom kontant används allt mer sällan. En inskränkning av antal motsvarande anläggningar skulle kunna betyda en koncentrerad verksamhet och därmed skulle en effektivisering vara värt den finansiella investeringen.</p>	
Nyckelord:	maskin, automatisering, mynt, plc
Sidantal:	42
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	11.5.2011

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Maskin- och produktionsteknik
Identification number:	3372
Author:	Mats Hytönen
Title:	Intensification of a coin packing line
Supervisor (Arcada):	Erland Nyroth
Commissioned by:	G4S Cash Solutions Oy
<p>Abstract:</p> <p>The purpose of this thesis is to analyse the overall function of a coin packing machine located in Vantaa and whether it is possible to make the production more effective. The coin packing machine's task is to process the coins in circulation for easier storage and distribution by packing the final products in plastic containers. The current device's production efficiency is poor which is a result of compatibility problems between different machines. This problem is, however, being taken care of by the suppliers and therefore this thesis is concentrated on the end of the line, which now is being done by hand. If this phase is being automated it would be possible to let the operators concentrate on other parts of the line.</p> <p>Because of the limited amount of information available to the public, mainly information gathered by the commissioning company and the machine's manuals are used. Programmable logic controllers (PLC) and components associated to these are represented in this thesis. Specifications and prices are collected by the distributors. The new apparatus is designed with both security and economical aspects in mind. The simple and straight-forward design of the apparatus makes both educating the staff and solving problems easy.</p> <p>At the moment it is not sure if it's profitable to invest money in developing the line since the use of cash is decreasing. A possible cut in the production network would most likely result in a centralization of production and would demand higher production efficiency.</p>	
Keywords:	machine, automation, coin, plc
Number of pages:	42
Language:	Finnish
Date of acceptance:	11.5.2011

INNEHÅLL / CONTENTS

TIIVISTELMÄ	.....	2
ABSTRAKT	.....	3
ABSTRACT	.....	4
ALKUSANAT	.....	9
1 JOHDANTO	.....	10
2 G4S CASH SOLUTIONS OY	.....	12
2.1 Historia	.....	12
3 PUNTTAUSLINJASTO	.....	13
3.1 Yksiköt	.....	14
3.1.1 <i>Hissit</i>	.....	14
3.1.2 <i>Punттаaja</i>	.....	15
3.1.3 <i>Uuni</i>	.....	16
3.2 Kokonaisuus	.....	17
4 NYKYINEN TILANNE	.....	18
4.1 Teoreettinen tuotantotehokkuus	.....	18
4.2 Nykyinen tuotantotehokkuus	.....	19
5 KATKOJEN SYYT JA KESTOT	.....	20
5.1 Seuranta	.....	20
5.1.1 <i>Uunista johtuvat katkot</i>	.....	22
5.1.2 <i>Korjaavat toimenpiteet</i>	.....	23
6 AUTOMATISOINTI	.....	24
6.1 Robotti	.....	24
6.2 PLC	.....	25
6.3 Linjaston suunnittelu	.....	25
6.3.1 <i>I/O Lista</i>	.....	28
6.3.2 <i>Ohjelmointi</i>	.....	29
6.4 Toimintatapa	.....	32

6.5	Laadunvarmistus	.....	33
6.6	Turvallisuus	.....	33
6.7	Komponentit	.....	34
6.7.1	<i>Anturit</i>	.....	35
6.7.2	<i>Paineilmasyliinterit ja venttiilit</i>	.....	35
6.7.3	<i>PLC</i>	.....	35
6.7.4	<i>Moottorit</i>	.....	36
6.7.5	<i>Yhteenveto</i>	.....	36
6.8	Ongelmat	.....	37
7	KESKUSTELU	.....	38
8	LÄHTEET	.....	40

Kuvat / Figurer / Figures

Kuva 1.1:

WWW: European Central Bank (noudettu 4.1.2011)

www.ecb.int/stats/euro/circulation/html/index.en.html

Kuva 1.2:

Tietojen lähde: G4S Cash Solutions Oy (7.1.2011)

Tietojen koonti: Mats Hytönen (8.1.2011)

Kuva 1.3:

Tietojen lähde: G4S Cash Solutions Oy (7.1.2011)

Tietojen koonti: Mats Hytönen (8.1.2011)

Kuva 2.1:

Lähde: G4S Cash Solutions Oy

Kuva 2.2:

WWW: Case Studies: g4s (noudettu 11.1.2011)

www.bbbc.org.uk/pages/g4s.html

Kuva 3.1:

WWW: Computer Hardware Design LTD (noudettu 4.1.2011)

http://www.chd.lv/en/produkti/detail.html?goods_id=110

Kuva 3.2:

Mats Hytönen (7.1.2011)

Kuva 3.3:

Mats Hytönen (7.1.2011)

Kuva 3.4:

Mats Hytönen (7.1.2011)

Kuva 3.5:

Mats Hytönen (7.1.2011)

Kuva 3.6:

Mats Hytönen (7.1.2011)

Kuva 3.7:

Mats Hytönen (7.1.2011)

Kuva 6.0:

Mats Hytönen (7.1.2011)

Kuva 6.1.:

Mats Hytönen 1.3.2011, SolidEdge V20.

Kuva 6.2.:

Mats Hytönen 1.3.2011, SolidEdge V20.

Taulukot / Diagram / Charts:

Taulukko 4.1:

Koottu: 8.1.2011 Mats Hytönen

Lähteet: WWW: REIS Eurosystem (noudettu 8.1.2011)

www.perfomatic.com/images/prod_images/Reis%20CW%202012.pdf

Scan Coin SC 93xxx Ohjekirja.

NGZ 8008 Ohjekirja.

Taulukko 4.2:

Koottu 11.1.2011 Mats Hytönen

Taulukko 4.3:

Koottu 11.1.2011 Mats Hytönen

Käytetyt ohjelmat:

PLC:n ohjelmointi:

http://www.automationdirect.com/adc/Shopping/Catalog/Programmable_Controllers

3D-mallennus:

SolidEdge V20, Student Version.

ALKUSANAT

Kiittäisin G4S Cash Solutions Oy:tä mahdollisuudesta suorittaa tämä opinnäytetyö heidän tiloissaan ja käyttää heidän antamia tietoja. Erikoisesti kiitän Vantaan laskentaa ja turvallisuusosastoa tästä mahdollisuudesta.

Huomaathan että tämä on sensuroitu versio opinnäytetyöstä joten joitakin kuvia on poistettu ja tietoja muutettu.

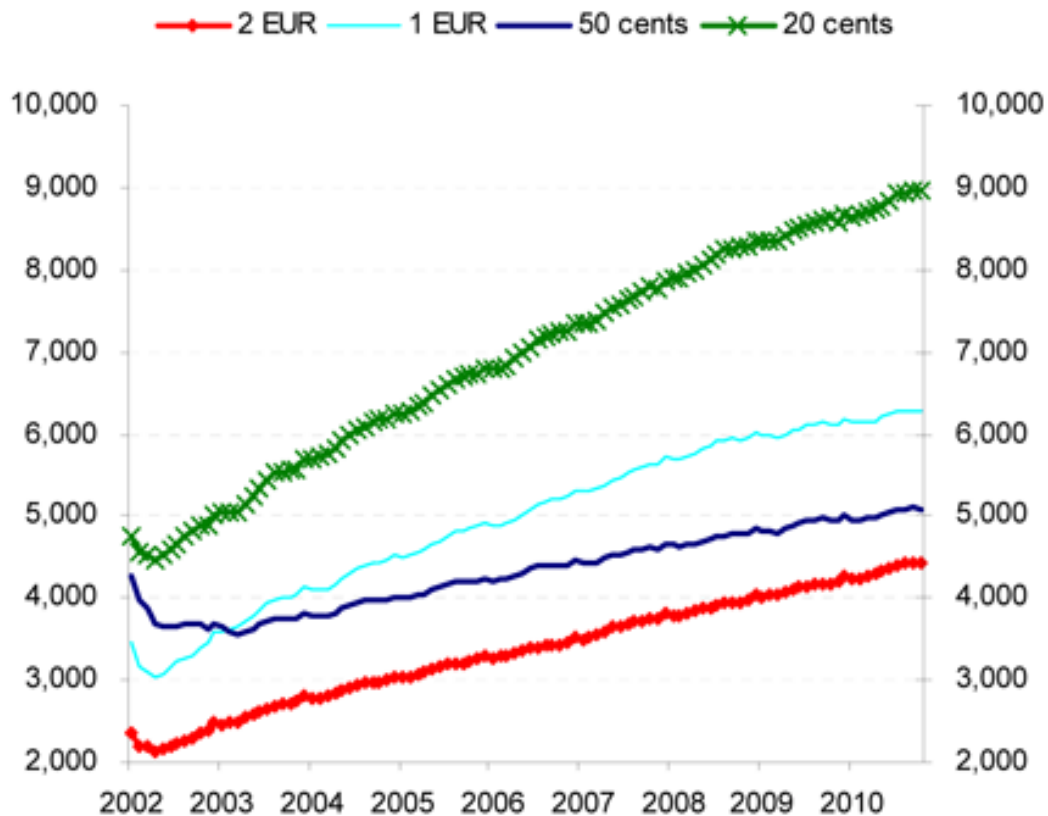
Helsingissä 8.3.2011

Mats Hytönen

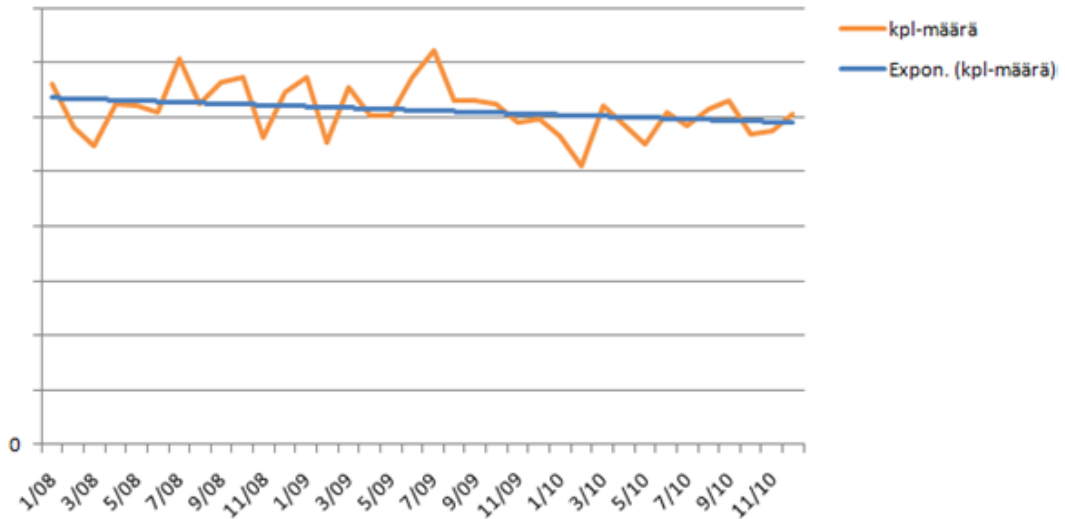
1 JOHDANTO

Luottokorttien käytön lisääntyminen käteisen rahan kustannuksella näkyy harvassa paikassa paremmin kuin rahankäsittelyalan yhtiössä. Suomessa alalla toimii kaksi yksityistä yhtiötä, Loomis Suomi Oy ja G4S Cash Solutions Oy, lisäksi Suomen Pankki ylläpitää kolikonpuntausta.

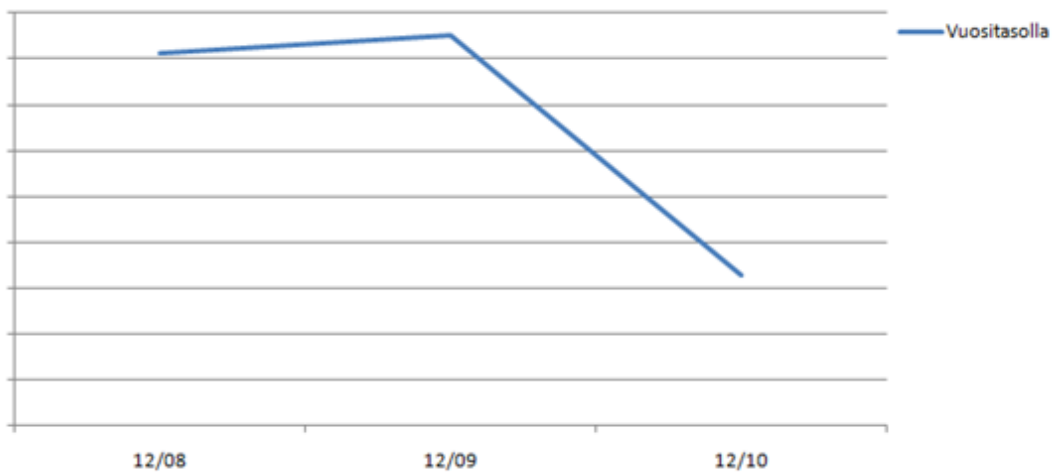
Vaikka euro-kolikoiden kierrossa olevien määrä on ollut vuodesta 2002 rajukossa nousussa kuten kuvasta 1.1 ilmenee, on laskettujen kolikoiden määrä G4S Cash Solutionsissa ollut hivenen laskussa. Kuva 1.2 visualisoi laskettujen kolikoiden määrää ja laskeva trendi, kuva 1.3 puolestaan näyttää vuositasolla laskettujen kolikoiden määrää.



Kuva 1.1: Eurokolikoita kierrossa, kolikoiden määrä, miljoona.



Kuva 1.2: Laskettujen kolikoiden määrä ja trendi.



Kuva 1.3: Vuositasolla laskettujen kolikoiden määrä.

Alan ollessa murroksessa on yhtiöiden haettava uusia uria ja tehostettava jo olemassa olevia toimintatapoja. Käteinen raha tuskin on katoamassa kokonaan lähitulevaisuudessa, joten kolikkopunntauslinjastoja on ylläpidettävä jatkossakin. Kolikkopunntauslinjastojen lakkauttaminen ja punntauksen keskittäminen tietyille paikkakunnille on myös mahdollisuus, jolloin yksittäisen koneen kapasiteetti on maksimoitava.

2 G4S CASH SOLUTIONS OY

G4S on maailman johtava turvallisuusratkaisujen tarjoaja ja maailman toiseksi suurin yksityinen työnantaja. Suomessa toimiva G4S Cash Solutions Oy on arvokuljetukseen ja rahankäsittelyyn erikoistunut yritys ja alalla markkinajohtaja yli 600 henkilön työllistäjänä. Käteisen rahan käytön vähenemisen myötä on ala murroksessa ja myös yhtiön on muututtava säilyäkseen kannattavana.

2.1 Historia



Kuva 2.1: G4S:n historia Suomessa.

G4S juontaa juurensa vuoteen 1901 jolloin Tanskassa perustettiin København Frederiksberg Nattevagt- niminen yhtiö joka parin vuoden päästä muutti nimensä Falckiksi. Suomeen yhtiö tuli vuonna 1997 ostaessaan Suomen ensimmäisen turvallisuusalan yrityksen, Vartioimis ja Sulkemis Oy:n (SVS).

Yhdistettyään Group4:in kanssa vuonna 2000 ja uudelta nimeltään Group4Falck rupesi Suomessa hoitaa arvokuljetuksia vuonna 2001. Tämä tapahtui ostamalla Suomen Postin entinen arvokuljetusyhtiö Spac Fp Oy:n. Yhtiön nimeksi tuli Falck Cash Services, FCS.

Vuonna 2005 yhdistyivät Group4Falck ja Securicor, muodostaen maailman suurimman turvallisuusalan yrityksen jonka nimeksi tuli Group4Securicor. Nimenmuutos tuli käyttöön arvokuljetus ja rahankäsittelypuolella vuonna 2006 ja muille osastoille vuonna 2007. Falck nähdään enää erillisenä yhtiönä joka on erikoistunut tiepalvelu ja pelastusalan työtehtäviin kuten esimerkiksi ambulanssi-palveluja tuottavana yrityksenä.

Vuoden 2006 jälkeen on arvokuljetuksia ja rahankäsittelyä tarjoava yhtiön nimi muuttunut pariin otteeseen ja logo kerran, kuitenkin pysyen melko samana. Tänä tunnetaan yhtiötä nimellä G4S Cash Solutions Oy. Logo on yhtenäinen ja käytetään niin arvokuljetus- kuin vartiointipalvelupuolellakin, Suomessa ja ulkomailla.



Kuva 2.1: G4S PLC

3 PUNTTAUSLINJASTO

Asiakkailta tulee kierroksessa olevia kolikoita jotka laskentakeskus käsittelee niin että rahat voidaan laittaa uudestaan kiertoon. Laskemisen lisäksi kolikoiden aitous varmistetaan ja pakataan niin sanottuihin kolikkopunteihin, että kolikoiden jatkokäsittely helpottuu. Punttauslinjasto on avainasemassa tässä, sillä laite käärii valööristä riippuen tietyn määrän kolikoita paperiin, muodostaen näin kolikkopunteja. Puntit kääritään kutistemuoviin ja pakkaukset siirretään konttiin joka sinetöidään.

Punttauslinjasto koostuu kahdesta välttämättömästä yksiköstä, punttaajasta ja uunista. Yleisesti nämä yksiköt ovat eri valmistajien tuotteita ja linjastot enemmän tai vähemmän räätälöidyt asiakkaan tarpeen mukaan neljännen osapuolen toimesta.



Kuva 3.1: Yksinkertainen Kolikonpunntauslinjasto. Oikealla 2 punttaajaa, keskellä uuni.

3.1 Yksiköt

Punntaajan ja uunin lisäksi voi linjastoa täydentää halutuilla yksiköillä jotka vähentävät operaattorin työtaakkaa ja siten nostaa tuotannon tehokkuutta.

Tämä työ on tehty lähes täysin automatisoitua linjastoa silmälläpitäen. Linjastoon kuuluu kaksi hissiä, kaksi punntaajaa, yksi uuni ja radat.

3.1.1 Hissit

Kolikot saapuvat linjastoon niin sanotuissa kolikkokärryissä, kolikot on tässä vaiheessa jo laskettu joten linjaston tarkoitus on puhtaasti vain puntata kolikot. Hissien tehtävä on siirtää kolikot kärryistä punntaajiin. Punntaajat ovat reilun metrin korkeudella joten työturvallisuussyistä hissit ovat välttämättömät. Kolikkokärryt telakoituvat kiinni hisseihin toiminnan ajaksi minimoidakseen kolikoiden puutoamisen lattialle. Itse hissi on melko yksinkertainen laite, moottori pyörittää hihnaa joka puolestaan nostaa kolikot noin kahden metrin korkeudelle ja tiputtavat niitä punntaajien hoppersiin.

Hissien valmistaja on Scan Coin ja ilmoitettu tuotantoteho on neljätuhatta kolikkoa minuutissa jokaista hissiä kohti, mikä riittää linjaston syöttötarpeeseen. Tehokkuus on itse asiassa hissien suurin heikkous tällä hetkellä. Linjasto ei pysty käsittelemään hissien syöttämiä kolikoita tarpeeksi nopeasti. Tämän vuoksi tarvitaan operaattori valvomaan, ettei punttaajien hopperit täyty ja kolikot putoavat lattialle. Hissit ovat kokonaan eristetty eivätkä siten välitä pysähtyykö linjasto, vaan jatkavat työtään normaalisti. Edes hätä-seis painikkeen aktivoiminen ei pysäytä hissejä.

Yhtiö on ostanut uudet kolikkohissit joissa on tunnistimet hopperin ylitäytön varalta. Kolikkokärryjen telakointi hisseihin on kuitenkin turhan huonoa laatua eivätkä kärryt pysy hisseissä kiinni. Tällä hetkellä uudet hissit ovat vain olleet koekäytössä ja odottavat laitevalmistajan edustajaa. Vanhoista hisseistä olisi mahdollista siirtää telakointi uusiin hisseihin, mutta ennen kuin laitevalmistajan edustaja on antanut hyväksynnän, ei tähän ryhdytä.

3.1.2 Punttaaja

Punntaajan tehtävä on koota tietty määrä irtokolikoita ja tehdä niistä helpommin käsiteltäviä yksiköitä, esimerkiksi neljänkymmenen kappaleen kahdenkymmenen sentin puntteja. Tämän takia punttaaja on kiistatta linjaston tärkein laite ja samalla myös monimutkaisin. Linjaston vaiheista osan voisi tehdä manuaalisesti melkein yhtä nopeasti kuin laitteilla mutta punttaajien säästämä aika on merkittävä.

Hissin nostamat kolikot putoavat punntaajan kolikkohopperiin, josta ne jatkavat matkaa laitteen läpi. Kolikoita lasketaan haluttu määrä, jonka jälkeen päättyvät alla olevalla laitehihnalle ja ovat käärittynä asianmukaiseen paperiin. Linjastoon kuuluu kaksi kappaletta REIS Eurosystemsin valmistama CW2015-yksikköä.



Kuva 3.4: Punttaajat

Kuva 3.5: Puntatut kolikot.

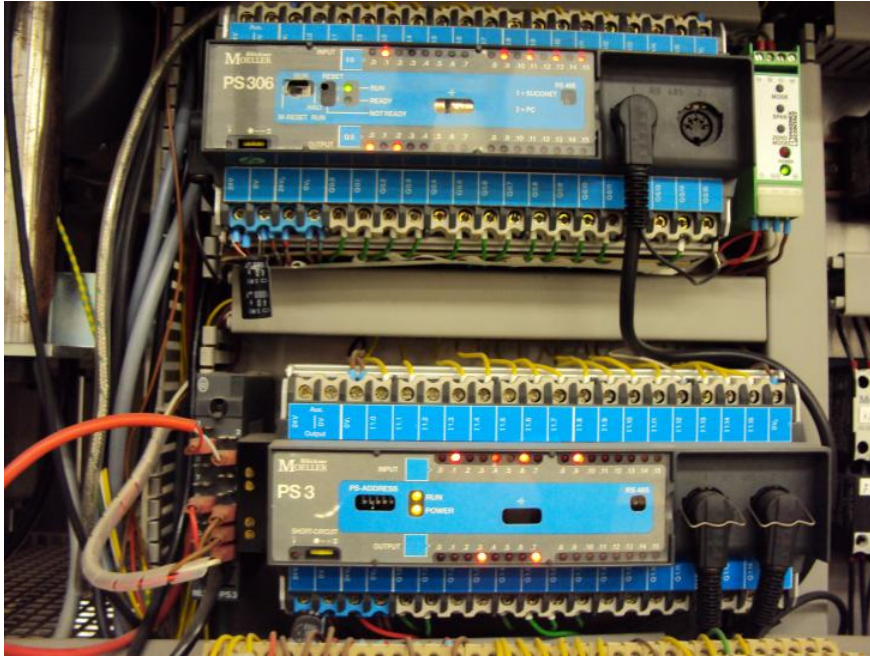
3.1.3 Uuni

Uuni on Saksalaisvalmisteinen NGZ-8008 joka pystyy tuottamaan joko viiden kolikkopunttien paketteja 15 kappaletta tai kymmenen punttien paketteja kymmenen kappaletta minuutissa.

Uunin tarkoitus on kerätä kymmenen punttia, kääriä ne kutistemuoviin ja lähettää ne yli 200 asteisen uunin läpi. Tällä tavalla syntyy lopullinen tuote joka on valmis asiakkaille vietäviksi. Punttaajasta tulleet tuotteet kerääntyvät hinnalle uunin eteen ja aina kun laitteen induktiivinen anturi ilmaisee että viisi tuotetta on hinnalla, laite työntää niitä uunia kohti. Kahden työnnön jälkeen laite käärii muovit ja tuote jatkaa uunin läpi. Käytännössä käytetään pelkästään kymmenen kappaleen paketteja.

Kuva 3.6.: NGZ-8008, uuni

Laitteen aivoina toimii Klöckner-Moeller PS306 masterina ja orjana saman valmistajan PS3. Molemmissa on 16 sisääntuloa ja yhtä monta ulostuloa. Nämä PLC:t keräävät eri antureilta tietoa, käsittelevät nämä tiedot ohjelmoinnin mukaisesti ja ohjaavat ulostulojen kautta muun muassa moottoreita ja lämmityselementtejä.



Kuva 3.7: Klöckner-Moeller PS306 ja PS3

3.2 Kokonaisuus

Linja on koottu monista erimerkkisistä laitteista ja jopa laitteiden käyttöjännite vaihtelee valmistajasta riippuen 230VAC 50 Hz:stä 3 x 380 VAC 50 Hz:iin. Eroavaisuuksista huolimatta laitteilla on yksi yhteinen tekijä: Kaikki laitteet toimivat sähköllä. Joten teollisuudesta tuttuja paineilmalla toimivia koneita ei täällä näy.

Lähes koko linja on automatisoitu, ainoastaan linjan lopussa tarvitaan operaattori nostamaan valmiit tuotteet hihnalta muovikontteihin. Tämä työvaihe ei operaattorilta vie pitkää aikaa, mutta työ on suhteellisen fyysistä. Myös työpiste on hieman syrjässä linjan laitteisiin nähden, joten linjaston valvonta on täältä käsin melko hankalaa.

Kuva 3.8: Uunin ulostulo.

Linjaston laitteiden yhtenäistämässä on parantamisen varaa. Virheen sattuessa pysähtyy osa laitteista saman tien, osa noin puolen minuutin viiveellä ja osa jatkaa pysäyttämättä tuotantoa lainkaan. Yhden osion vikaantuessa kasvaa samalla lisävikojen aiheutuminen muissa laitteissa kun operaattori keskittyy alkuperäisen vian selvittämiseen. Kuvattu efekti tapahtui yhdellä käynnilläni jolloin uuni poltti jatkuvasti reikiä kutistemuoviin ja sitä selvittäessä ei huomattu, että linja oli kokonaan pysähtynyt. Samalla hissit jatkoivat kolikoiden nostamista punttaajille, asian huomattuaamme oli jo iso määrä kolikoita tippunut ylitäytön seurauksena lattialle.

4 NYKYINEN TILANNE

4.1 Teoreettinen tuotantotehokkuus

Taulukkoon 4.1 on koottu laitevalmistajien ilmoittamat teoreettiset maksimi tuotantotehokkuudet joka vaihtelee hieman kolikon valööristä riippuen. Linjasto koostuu kahdesta hissistä ja punttarista, mutta tästä huolimatta punttarit ovat teoriassa rajoittava tekijä. Uunin tehokkuus on nelinkertainen verrattuna yhteen kolikkopunttariin.

	EUR 0,05	EUR 0,10	EUR 0,2	EUR 0,5	EUR 1	EUR 2	
Hissit	4000	4000	4000	4000	4000	4000	
Punntaaja	1250	1000	1000	1000	1000	625	25 punttia / min
2 x Hissit	8000	8000	8000	8000	8000	8000	
2 x Punttarit	2500	2000	2000	2000	2000	1250	50 punttia / min
Uuni	5000	4000	4000	4000	4000	2500	100 punttia / min

Taulukko 4.1: Yksiköiden tehokkuus, kolikoita / min.

Teoriassa tällä kokoonpanolla pitäisi päästä tuotantotehokkuuteen 50 punttia minuutissa, eli 3000 punttia tunnissa. Näin ollen Vantaan linjasto pystyisi sataprosenttisella tuotantotehokkuudella käsittelemään koko yhtiön vuonna 2010 laskemat kolikot vajaassa X tunnissa, tämä vastaa keskimäärin X tuntia viikossa. Keskimäärin Vantaalla linja pyörii arkipäivisin 12 tuntia päivässä, eli 60h viikossa.

Teoria on aina eri asia kuin käytäntö ja huomioon on otettava huollot, tuotevaihdot, tautot sekä laitteistosta johtuvat katkokset tuotannossa.

4.2 Nykyinen tuotantotehokkuus

Alkuvuodesta 2011 viikon pituisen mittauksen aikana linjan tehokkuus oli 1 000 000 (luku muutettu) käsiteltyä kolikkoa 41,5 tunnin aikana. Tämä aika sisältää tuotannon alku- ja loppuvaiheet johon kuluu aikaa noin puoli tuntia jokaista työpäivää kohti. Tämän seurannan aikana linja oli käytössä 4 päivänä viikossa, joten voidaan poistaa ajasta kaksi tuntia.

$$\text{Tehokkuus (kolikoita tunnissa)} = \frac{1000000}{41,5-2} = 25316 \text{ kpl}$$

Valööristä riippuen on puntissa 25-50 kolikkoa, keskiarvon pyöriessä noin 35 nurkilla. Näin saadaan:

$$\text{Tehokkuus (punteja tunnissa)} = \frac{25316}{35} = 723 \text{ kpl}$$

Saatu luku pätee koneen ollessa tuotannossa. Alku- ja loppuvaiheet huomioituna on vastaava luku 688 punttia henkilötyötuntia kohti. Koneen mekaaninen hyötysuhde voidaan laskea jakamalla todellinen tuotanto teoreettisella maksimituotannolla.

$$\text{Hyötysuhde, } \eta = \frac{688}{3000} = 0,23$$

Vaikka ottaisi huomioon pakolliset huolto- ja vaihtokatkot on hyötysuhde auttamatta melko alhainen. Käyttöaste on laitteella joko 100% tai 0%, johtuen muun muassa siitä etteivät laitteet ole yhdistetty keskenään eikä kaikilla laitteilla edes ole mahdollisuutta tämän säätämiseen. Käyttöasteen laskemisella ei luultavasti olisi vaikutusta linjaston kestävyYTEEN.

5 KATKOJEN SYYT JA KESTOT

Lukuja tuijotellessa saa kuvan että punttareiden on ilman muuta oltava osa-alue joka hidastaa koko prosessia, koska sekä hissit että uuni pystyy käsittelemään kolikoita melkein tuplasti nopeammin kuin punttarit.

5.1 Seuranta

Suoritin pariin otteeseen linjaston seuranta, yhteensä seuranta-aikaa tuli 80 minuuttia. Johtuen laitteiden vaihtelevista nopeuksista on tuotanto jokaisen koneen osalta enemmän tai vähemmän katkonaista. Laitteiden tietämättömyys muiden laitteiden toiminnasta pahentaa tätä ongelmaa entisestään. Tästä johtuen päätin että määrittelen linjaston lopettaneen tuotantoa vasta siinä vaiheessa kun yhden laitteen vika vaikuttaa toisen laitteen toimintaan, eli tilanne jolloin tämä pysähtyy tai kuuluisi pysähtyä välttääkseen lisävikojen syntymisen. Kerätyt tiedot on laitettu alla oleviin taulukoihin.

Aikaa seurantaan oli käytettävissä rajoitetusti, sillä laite sijaitsee laskentakeskuksen niin sanotulla secure arealla eli turva-alueella. Tällä alueella liikkuminen vaatii lupien ja kulkuoikeusmuutostenkin jälkeen aina saattajan paikallaoloa.

Katkon syy	kpl	Kesto, min / kpl	Yhteensä, min
Ruuhka uunin sisätulo	18	0,5	9
Kutistemuovin uudelleenasettelu	5	1	5
Paperin vaihto	2	3	6
Tuotteen vaihto	1	15	15
Kolikko jumissa	2	3,5*	7
Ruuhka ulostulo	2	1	2
Yhteensä	30	20,5	44

* = Toinen vika kesti 1 min, toinen 6 min.

Taulukko 4.2: Tuotannon seuranta, katkot minuutteina

Katkon syy	katkojen lkm, %	katkojen kesto yht., %	kesto, kok., %
Ruuhka uunin sisätulo	60,00	20,45	11,25
Kutistemuovin uudelleenasettelu	16,67	11,36	6,25
Paperin vaihto	6,67	13,64	7,50
Tuotteen vaihto	3,33	34,09	18,75
Kolikko jumissa	6,67	15,91	8,75
Ruuhka ulostulossa	6,67	4,55	2,50
Yhteensä	100	100,00	55,00

Taulukko 4.3: Tuotannon seuranta, katkot prosentteina

Seurannan aikana on käytetty vain toista puntaaajaa, tämän ollessa teoriassa hitain laite linjassa, pitäisi tehokkuuden olla.

$$\text{Teoreettinen tehokkuus (punteja tunnissa)} = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ kpl}$$

Tuotantoajasta laite seiso 55 prosenttia eli tuotantotehokkuus olisi teoriassa

$$\text{Tehokkuus (punteja tunnissa)} = \frac{1500 \cdot (100 - 55)}{100} = 675 \text{ kpl}$$

Tämä luku on noin puolet aikaisemmin todetusta tuotantomäärästä joka perustuu rahakäsittelylaitoksen antamiin faktoihin. Punttari aiheutti vain kaksi katkoa seurannan aikana jolloin kolikko jumiutui laitteen sisälle ja kolikko piti poistaa. Kahdella punttarilla ei tuotanto kuitenkaan kaksinkertaistu automaattisesti. Olettaen että toinenkin punttari aiheuttaisi saman verran katkoksia kuin nyt käytössä ollut. Tulisi vikatilastoihin ajallisesti vajaa 30 prosenttia lisää vikoja.

Vertailukelpoisia nämä numerot eivät missään tapauksessa ole, sillä seuranta ei ollut mahdollista suorittaa enempää tuotantotiloissa. Tuotevaihtoon kuluvaan aikaan olen laskenut niin edellisen tuotteen loppuun ajon sekä uuden tuotteen aloitus-säädöt joka sekin vääristää tuloksia melko paljon. Lisäksi tuotevaihtoja ei tehdä 80 minuutin välein. Joka tapauksessa on seurannan aikana linjan tehokkuus ollut poikkeuksellisen alhainen, joka vastaavasti taas todistaa että linjalla pystyy tuotantotehokkuutta nostamaan huomattavasti yli keskiarvon.

Todellisuudessa uuni näyttäisi olevan rajoittava tekijä ja huoltoteknikot onkin asentanut anturin uunin sisääntuloon, joka sammuttaa kuljetushihnan ja punttarit huomattavasti ruuhkaa.

5.1.1 Uunista johtuvat katkot

Uunin suurin ongelma on muovin hitsauselementtien uudelleen lämmityksestä johtuvat tuotannon keskeyttämiset. Tällöin syntyy ruuhkaa uunin sisätulossa joka hidastaa koko linjastoa. Yksittäisen puolen tunnin seurannan aikana uuni pysäytti tuotannon yhdeksän kertaa tästä syystä ja vain kerran jostain toisesta syystä. Pysähdykset oli aikaväliltä 26-33 sekuntia, joten voimme laskea keskiarvolla 30 sekuntia. Puolen tunnin seurannan aikana tuotanto seiso 4,5 minuuttia tästä syystä. Tämä tekee 15% lasku koko linjan tuotannossa.

Kutistemuovin ollessa huonosti sijoiteltu ovat uunista ulos tullessaan paketit au-ki toiselta sivulta, tällöin joudutaan kolikkopuntit purkamaan muovista ja asetta-maan ne yksitellen takaisin radalle. Muovin uudelleensijoittaminen on melko nopeaa ja tuotevaihtojen jälkeiset viat korjaantuvat löydettäessä oikeat asetuk-set muoville.

Tuotteen tullessa uunista, se jää radalle jäähtymään ennen kuin se siirretään kontteihin käsin. Uunin jälkeen on valokenno joka radan täytyessä pysäyttää uunin toiminnan.

Yhtiöllä ei ole käytettävissä PLC:n, eli logiikan ohjelmointikaapeleita. Tämä on sinänsä iso sääli sillä ohjelmisto olisi vapaasti ladattavissa laitevalmistajan ko-tisivuilta mutta itse kaapeli maksaa noin 350 euroa.

5.1.2 Korjaavat toimenpiteet

Linjaston pullonkaula on ehdottomasti uuni, sillä jos muovin hitsauselementit viilentyvät koko linjasto pysähtyy lämmittämistä varten. Seuratessani logiikkaa huomasin, että vaikka elementtien lämpötilamittari välitti tiedon että elementit on lämmitettävä, ei logiikka niitä aina lämmittänyt. Tämän seurauksena linja pysäh-tyi. Linjastolla työskentelevät operaattorit vahvistivat tämän. Operaattorit väitti-vät myös, etteivät elementit ole viileät. Olivat jo yrittäneet vaikuttaa lämpöantu-rin tietoihin potentiometrillä, kuitenkin siinä onnistumatta. Selvitäkseen mikä on-gelmaa aiheuttaa pitäisi päästä logiikkaan käsiksi. Mahdollista on myös että muunnin joka muuttaa lämpötila-anturin analogista signaalia digitaaliseksi on viallinen tai väärin säädetty.

Koneet toimivat täydellä tuotantotehokkuudella ja vaikka näiden yhteistoimin-nassa on parannettavaa, on pidettävä mielessä että neuvotteluja käydään par-haillaan kolikkohissien toiminnasta laitetoimittajien kanssa. Äskettäin myös on

kolikkopunttareihin ja uunin sisääntuloon asennettu huoltoteknikoiden toimesta tunnistimet havaitsemaan tukos ja sen seurauksena lopettamaan tuotanto.

6 AUTOMATISOINTI

Yhtiössä suurin yksittäinen menoerä on henkilöstökulut joten automatisoinnilla voi tarvittaessa saada pitkällä tähtäimellä säästöjä aikaiseksi. Automatisoinnin tarkoitus on nostaa tuotantotehokkuutta, vähentää työvoiman tarvetta tai sekä että. Linjaston toiminnasta huolehtii kerrallaan vain yksi operaattori joten työvoiman supistaminen ei tässä tilanteessa ole realistista. Tuotantotehokkuutta nostamalla voidaan kuitenkin tarvittaessa siirtää henkilöä muihin kiireellisiin tehtäviin tai ruuhka-aikoina vähentää tai kokonaan välttyä pyhinä tehdyistä työstä, kuitenkin pitäen asiakaslupauksia.

Linja on melko pitkälle automatisoitu, koneet hoitavat kaikki työtehtävät paitsi valmiin tuotteen siirtäminen radalta kontteihin joka on viimeinen työvaihe. Linjan alkupää kangertelee mutta tämän ollessa käsittelyssä operaattorien, huoltoteknikoiden ja laitetoimittajien toimesta on viisainta keskittyä linjan viimeiseen työvaiheeseen. Tuotteiden siirtäminen kontteihin ei operaattorilta vie kovin pitkää aikaa mutta työpisteen ollessa melko kaukana muista laitteista hän joutuu aina keskeyttämään mitä tekee ja siirtymään syrjemmälle tätä varten. Lisäksi operaattori joutuu koko ajan seuraamaan onko rata täyttymässä sillä ruuhka uunin ulostulossa pysäyttäisi tuotannon. Loppupään automatisointi antaisi operaattorille mahdollisuuden keskittyä linjan muihin työtehtäviin, kuten pitämään huolta kolikoiden riittävydestä, suorittaa punttauslaitteiden paperinvaihdot ja uunin kutistemuovin vaihto.

6.1 Robotti

Daniel H. Wilson määrittelee kirjassaan *How To Survive a Robot Uprising* robottia laitteeksi joka kerää tietoa, käsittelee sitä ja tekee jotain konkreettista tämän tiedon perusteella. Tämän määritelmän mukaan robotiksi voisi kutsua kaikki au-

ton ABS-järjestelmästä yksinkertaisiin leluihin. Tässä tekstissä puhuessani robotista tarkoitan laitetta jossa on vähintään kolme ohjelmoitavaa liikeakselia ja laite itse on koko ajan tietoinen akselien asennoista.

Robotin hinta on useita kymmeniä tuhansia euroja. Laitteen hankkiminen tarkoittaisi vääjäämättä ohjelmoinnin ja huollon ulkoistamista, joka tarkoittaisi juoksevia kuluja. Yhtiöllä on ollut käytössä robotti mutta ymmärtääkseni poistettiin käytöstä rikkoontuessaan. Plussana voitaisiin pitää tuotevaihdon helppottumista ja pientä tilantarvetta.

Muilla vastaavilla linjastoilla on käytössä robotti mutta itse en pidä sitä vaihtoehtona, pääasiassa suuren hankintahinnan takia.

6.2 PLC

PLC, Programmable Logic Controller, on ohjelmoitava laite joka soveltuu suhteellisen yksinkertaisiin linjastoihin. Pääasiassa PLC:t käyttää vieläkin digitaalisia sisään- ja ulostuloa joka rajoittaa käyttöä jonkun verran. Tämä onkin asia joka erottaa PLC:t roboteista sillä digitaalisilla lähdöillä ei pysty servomoottoreita suoraan ohjaamaan.

6.3 Linjaston suunnittelu

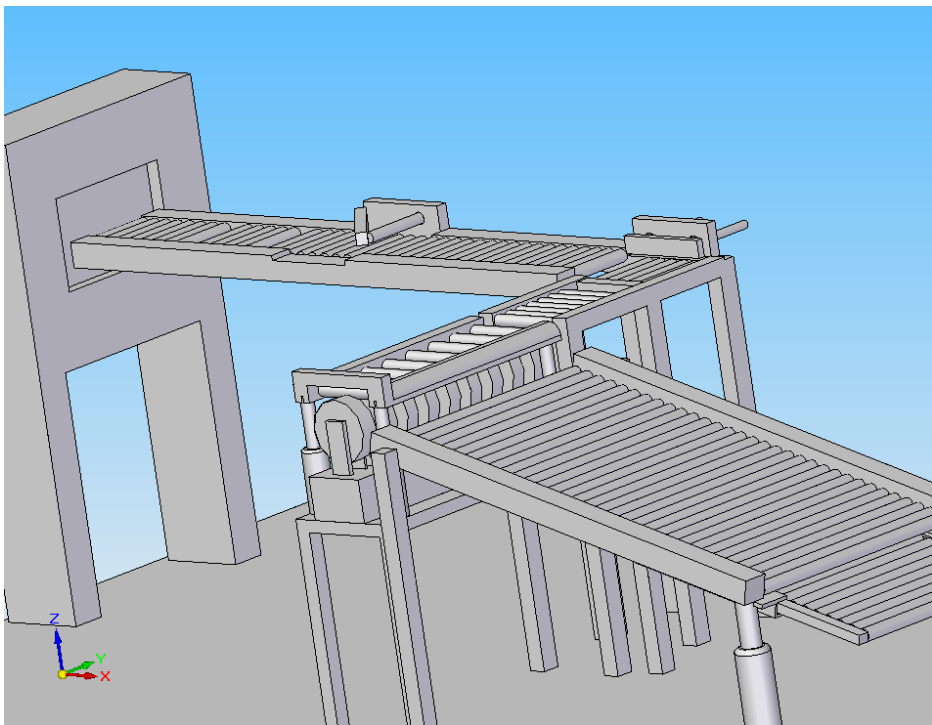
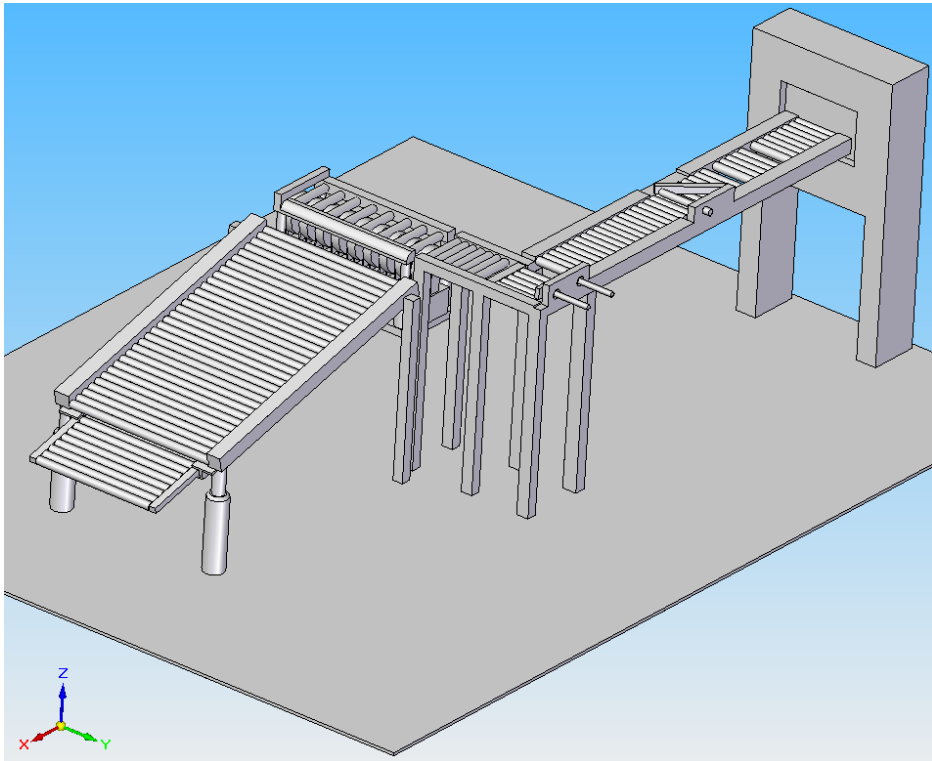
Linjasto on täysin automatisoitu, pois lukien valmiin tuotteen siirtäminen kontteihin. Päätin tähän keskittyä ja tavoitteena oli saada kokonaan automatisoitu linja joka vapauttaisi operaattorin muihin tehtäviin. Samassa tuotantotilassa linjan kanssa oli muitakin laitteita jotka vaativat valvontaa, joten operaattori voisi pääasiassa valvoa näitä laitteita ja vian ilmaantuessa keskittyä hetkellisesti kolikkopunntaukseen. Asioita mitä ei saada automatisoitua, on kolikkokärryn vaihtami-

nen tai kontin sinetöinti. Tyhjä kontti täyttyy noin tunnissa ja kärryä joudutaan myös vaihtamaan melko harvoin joten nämä on asioita mitä operaattori voi hyvin suorittaa muun työn ohella. Mikäli uuni tekee viallisia tuotteita, operaattori ei tätä välttämättä huomaa heti vaan asia tulee ilmi vasta kun rata on täyttymässä. Tämä on asia mikä pitää automatisoinnissa huomioida. Mikäli viallisia tuotteita ilmenee jatkuvasti, on koneen ilmoitettava tämä viipymättä operaattorille. Tuotteet on asetettava konttiin samansuuntaisesti kuin tullessaan uunista, viisi tuotetta vierekkäin ja syvyys-suunnassa on oltava kolme riviä, yhteensä kahdeksan kerrosta.

Kuva 6.0: Osittain täytetty kolikkokontti

Toimintatapa on yritetty pitää mahdollisimman yksinkertaisena ja tarvittavat liikkeet määrältään minimissä. Laitteessa on viisi kohtaa missä liikettä tapahtuu, hylkäys, siirto, pudottaminen sekä sillan nosto- ja syvyys-säätö. Tällä tavalla on pidetty komponenttien tarve ja sitä kautta myös taloudellinen puoli kurissa. Avoin ja yksinkertainen toimintatapa auttaa operaattorien ja huoltohenkilökunnan työtä merkittävästi, sillä mahdolliset vikatilanteet näkyvät ja ovat korjattavissa helposti ja nopeasti.

Kuvassa 6.1. on yleiskuva yhdestä tavasta automatisoida linjaston loppupää. Kuvan tarkoitus on havainnollistaa ideaa ja toimintatapaa eikä niinkään näyttää lopulliselta tuotteelta.

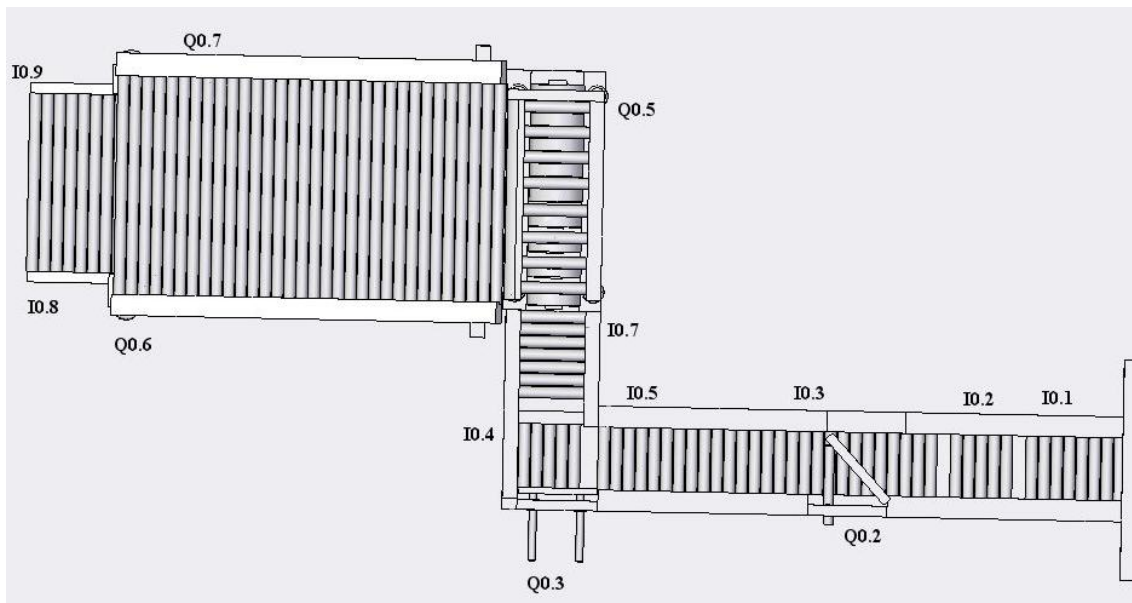


Kuva 6.1: Linjaston automatisointi

6.3.1 I/O Lista

Ennen PLC:n ohjelmoinnin aloittamista on tehtävä lista tarvittavista sisään- ja ulostuloista. Tämä helpottaa huomattavasti ohjelmointia, tarvittava määrä tuloja ja lähtöjä sanelee myös millaisen PLC:n on hankittava. Kuva 6.2. näyttää tarvittavat sisääntulot merkittynä I:llä, ulostulot on merkitty Q:lla.

Kuvasta puuttuu joitain tunnisteita kuten päävirtakatkaisija ja kuittausnapit, sillä näiden sijainnilla ei ole merkitystä.



Kuva 6.2: Sisään- ja ulostulojen sijainti

I/O list:

Sisään:

- I0.1 – Uunin ulostulo, kenno (aktivoi tarvittaessa N0.2)**
- I0.2 – Vaaka, analoginen (aktivoi Q0.1)**
- I0.3 – Tuote hylätty, kenno (palauttaa Q0.2)**
- I0.4 – Tuote päädyssä, induktiivinen anturi (aktivoi Q0.3)**
- I0.5 – Tuote tulossa päätyyn, kenno (varmistus ettei Q0.3 ole aktiivinen)**
- I0.6 – Kuittaus, nappi (Palauttaa N0.1)**
- I0.7 – Laskija 1, kenno.**
- I0.8 – Tuotteet sillalla, kenno**
- I0.9 – Korkeusanturi, induktiivinen anturi**
- I1.0 – Syvyys 1**
- I1.1 – Syvyys 2**

II.2 – Syvyys 3

II.3 – Syvyys 4

II.4 – Kontin kuittaus

Ulos:

Q0.1 – Päävirtakatkaisija

Q0.2 – Tuotteen hylkääminen

Q0.3 – Tuotteen siirtäminen

Q0.4 – Varoitusvalo

Q0.5 – Pudotus

Q0.6 – Syvyys

Q0.7 – Syvyys, nollaus

Q0.8 - Kontti valmis, varoitusvalo

Q0.9 – Korkeus

Q1.0 – Korkeus, nollaus

Muistit:

N0.1 – Häätä-seis

N0.2 – Uunin ulostulossa tukos (Aktivoi N0.1)

N0.3 – Laskija 1

N0.4 – Pudotus, ajastin

N0.5 – Tuote sillalla, ajastin

N0.6 – Laskin, syvyys

N0.7 – Laskin, syvyys

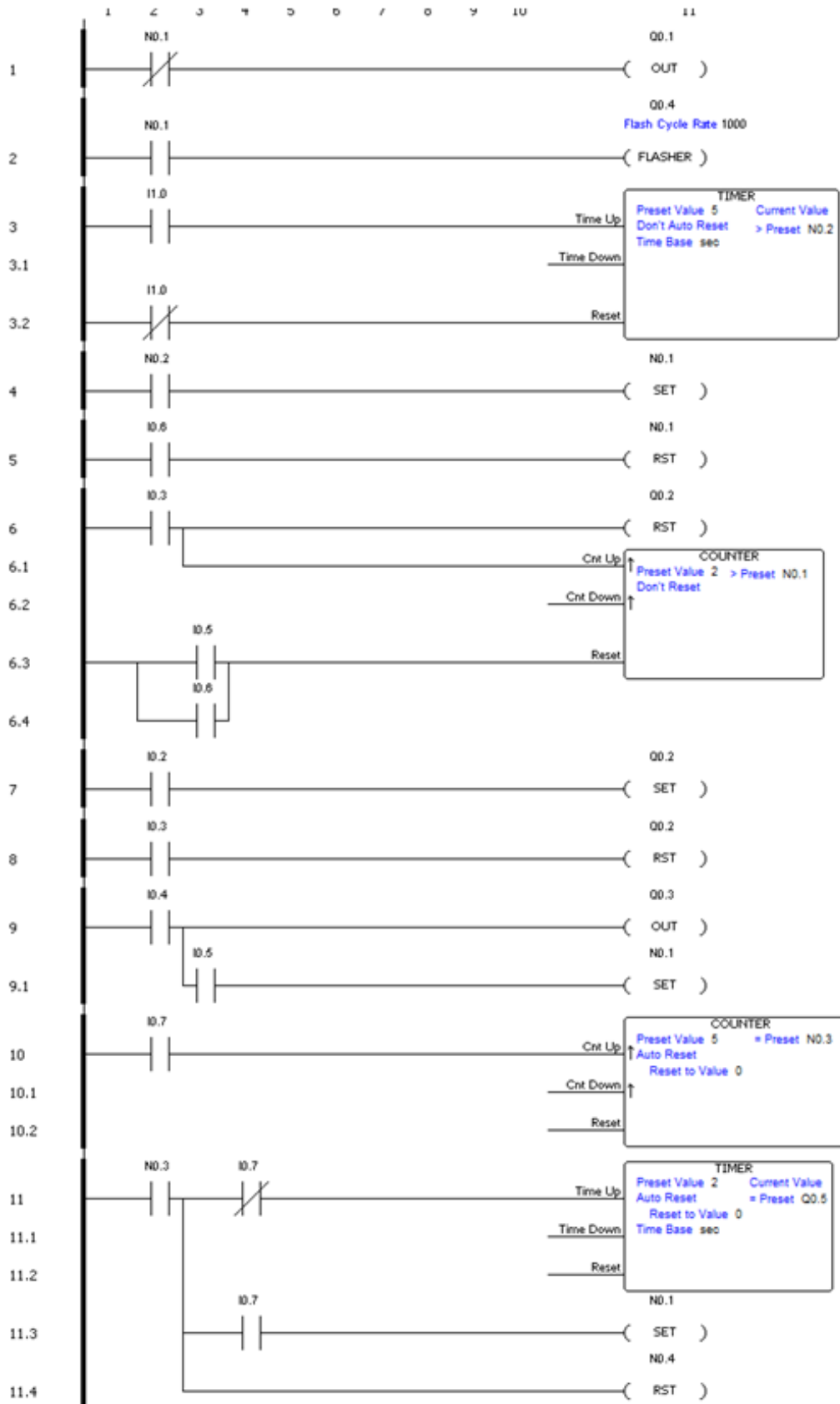
N0.8 – Laskin, syvyys

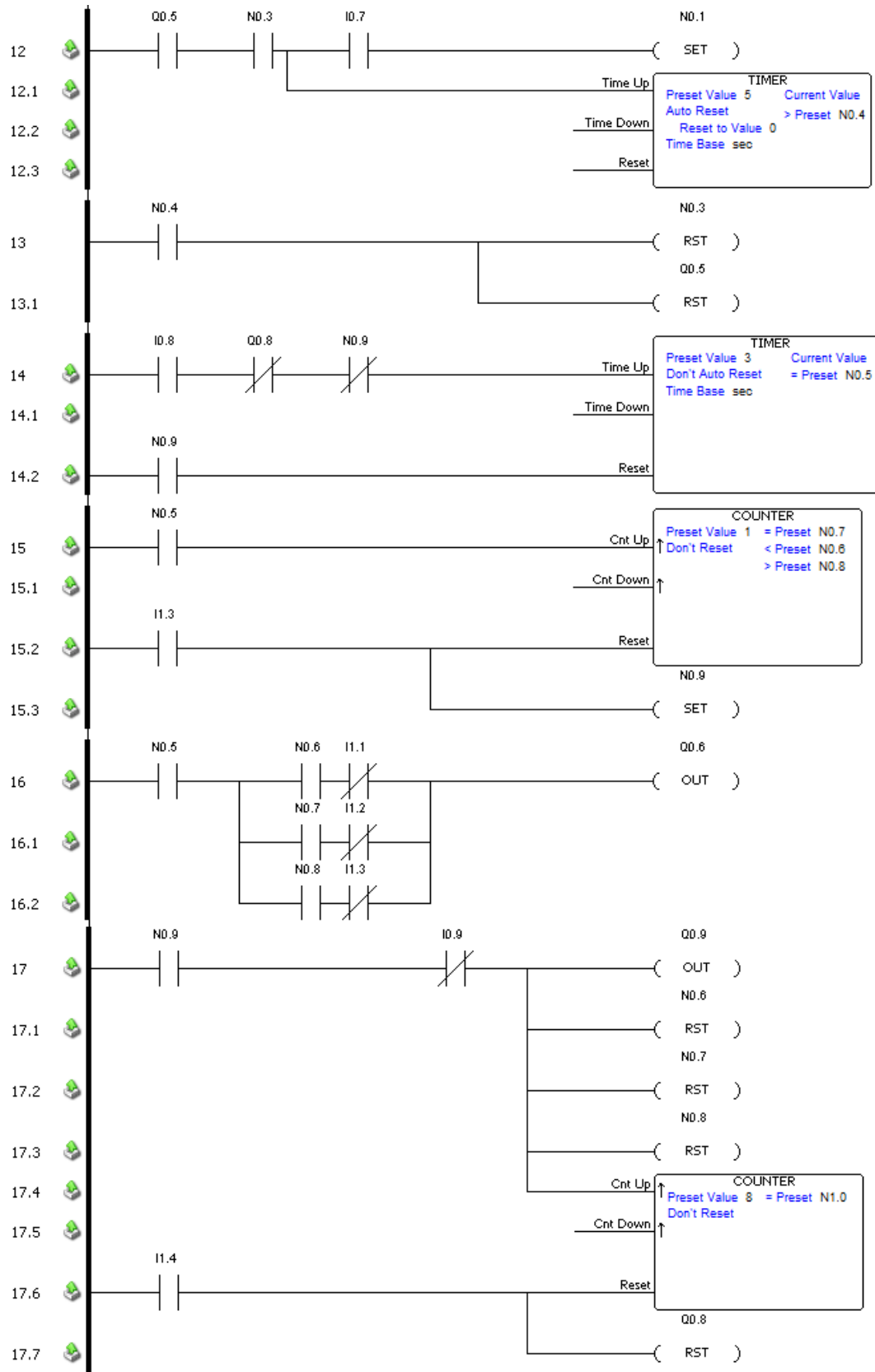
N0.9 – Kerros valmis

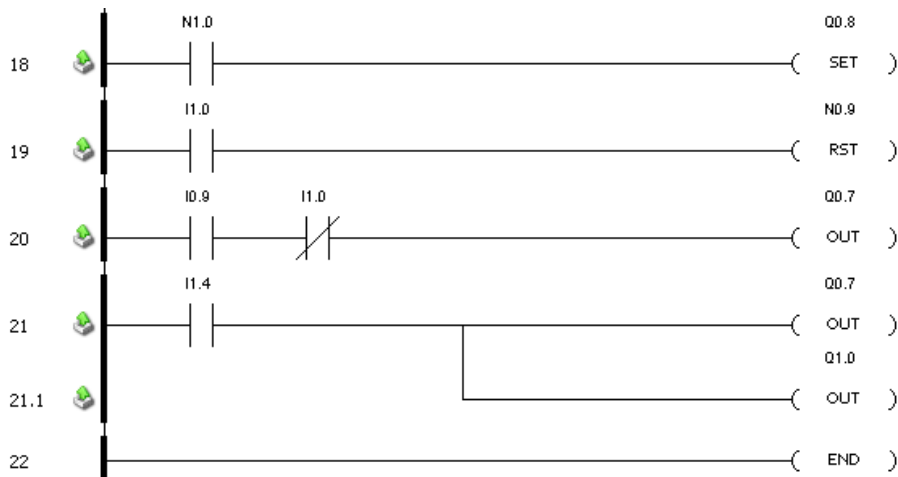
N1.0 – Kontti valmis

6.3.2 Ohjelmointi

Ohjelmointia varten käytin Ladder Logicia joka on graafinen ohjelmointikieli. Ohjelmoina käytin Productivity Suite Programming Software Version 1.3.0 jota saa ilmaiseksi ladata Automation Directin sivuilta. Ohjelmisto ei tue testausta offline-tilassa joten en ole pystynyt ohjelmointia testaamaan.







6.4 Toimintatapa

Tässä esimerkkitapauksessa PLC on ohjelmoitu tekemään kahdeksan kerrosta. Jokainen kerros koostuu viidestä tuotteesta leveys-suunnassa ja kolmesta syvyys-suunnassa. Yhteensä konttiin pakataan siis 120 kolikkopunntaus yksikköä, 1200 punttia. Tämä vastaa nykyisellä tehokkuudella noin tunnin työtä.

Tuotteen tullessa uunista se liikuu päätyyn asti jossa anturi I0.4 huomaa tämän, lähettämällä signaalin Q0.3:selle joka siirtää tuotteen linjassa eteenpäin. Tämä käänntö on välttämätön sillä tuotteet on pakattava kontteihin standardien mukaisesti.

Siirtyessä linjassa eteenpäin tuote ohittaa valokennoa I0.7 joka tässä tapauksessa päästää viisi tuotetta pudottajalle joka vastaavasti kahden sekunnin viiveen jälkeen siirtää tuotteet eteenpäin sillalle.

Sillalla tuotteiden paikallaolo tunnista kenno I0.8 joka kolmen sekunnin jälkeen siirtää siltaa pykälän taaksepäin, pudottaen tuotteet konttiin. Kolmen siirtymän jälkeen silta siirtyy ylöspäin ja palautuu kontin takaseinää vasten. Kahdeksan kerroksen jälkeen laite sytyttää varoitusvalon ja lopettaa toimintaa. Kontti on

vaihdettava jonka jälkeen kuittausnappi I1.4 on pidettävä pohjassa kunnes laite on palautunut lähtöpisteeseen.

6.5 Laadunvarmistus

Koska linjaston päädyssä ei ole enää ihmistä nostamassa tuotteita kontteihin poistuu samalla laadunvarmistus kyseisen tuotteen kohdalta. Operaattori ei enää pysty samalla tavalla valvomaan minkä laatuisia tuotteita konttiin menee.

Tärkeintä tuotteessa ei niinkään ole ulkonäkö vaan sisältö, valitettavasti tarkkailujakson aikana uuni teki suuri määrä vajaita paketteja joita ei saa konttiin päätyä.

Yhden kolikkopuntin paino on noin kaksisataa grammaa, puntin puuttuessa on painossa heti merkittävä ero joten vaaka oli luonnollinen valinta selvittämään onko tuotteet kunnossa.

Vaaka antaa signaalin I0.2:n kautta, mikäli tuote on raja-arvojen ulkopuolella. PLC antaa signaalin Q0.2:lle joka siirtää tuote pois radalta. I0.3 rekisteröi että tuote on poistunut radalta ja palauttaa Q0.2. Mikäli vaaka hylkää enemmän kuin kaksi tuotetta peräkkäin ilman että yhtään ole päässyt päätyyn asti, aktivoituu N0.1 jolloin toiminta loppuu. Näin varmistetaan ettei Q0.2 ole juuttunut auki-asettoon tai ettei uuni tuota huonoja paketteja operaattorin tietämättä. Laskijaa nollaa joko päädyssä oleva valokenno I0.5 tai kuittauspainikkeen I0.6 painaminen.

6.6 Turvallisuus

Laite on ohjelmoitu tunnistamaan tilanteita jotka saattavat aiheuttaa vaaraa laitteen ympärillä työskenteleville tai itse laitteelle. Tunnistaessaan edellä mainitun tilanteen laite aktivoi muistipaikan N0.1 joka katkaisee sähköt laitteesta ja syyt-

tää varoitusvalot. Ainut tapa jatkaa toimintaa on manuaalinen kuittaus I0.6. Laite ei missään nimessä kuittaa hälytyksiä automaattisesti, vaikka vika poistuisikin.

Seuraavat tapahtumat aiheuttavat hälytyksen:

- Valokenno I0.1, uunin ulostulo, peitettynä yli viiden sekunnin ajaksi, ilmaisee tukoksen.
- Kolme tai useampi tuote hylätty peräkkäin, ilmaisee toistuvan vian tuotteessa.
- I0.4 ja I0.5 havaitsee tuotteen samaan aikaan. I0.4:en huomattaessaan tuotteen on Q0.3 aktiivinen jolloin alueelle ei hyväksytä seuraavaa tuotetta törmäysvaaran takia.
- Pudottajalla on tarvittava määrä tuotteita tai Q0.5 on ala-asennossa ja tuote on siirtymässä alueelle, törmäys- ja/tai pudotusvaara.
- Mikäli sillalla on tuote, ei Q0.5 aktivoidu, vaan antaa aiheuttaa hälytyksen.

Lisäksi laite on ohjelmoitu niin että vaaraa aiheuttavia tapahtumat pysäyttävät toiminnan kunnes syy on selvitetty, toiminta jatkuu kuitenkin saman tien kun ongelman aiheuttaja on poistettu.

6.7 Komponentit

Tilassa on käytössä paineilma, yksivaihe- ja kolmivaihesähkö. Yksinkertaisten liikkeiden aikaansaamiseksi käytäisiin paineilmaa mutta sillan toimintoihin on turvauduttava sähkömoottoreihin.

6.7.1 Anturit

Linja tarvitsee yhdeksän valokennoa ja kaksi induktiivista anturia joiden vaatimukset on:

- säädettävä herkkyys
- kahden metrin toimintamatka
- 24VDC toimintajännite

Lisäksi laadunvarmistus vaatii yhden ohjelmoitavan vaa'an digitaalisella lähdöllä.

6.7.2 Paineilmasyylinterit ja venttiilit

Laite tarvitsee kuusi kappaletta paineilmasyylintereitä toimiakseen. Sylinterit tulee olla palautusjousilla varustettuja jolloin palautuvat automaattisesti alkuasentoonsa. Tällä tavalla venttiilit voivat olla kolmeporttisia.

Venttiilit tulee olla käyttöjännitteeltään 24VDC ja virrankulutus on oltava alle 0,3A jolloin releitä ei tarvita. Löytämiäni solenoidien teho on noin 3 wattia mikä tarkoittaa 24VDC:llä 0,125A joka alittaa selvästi PLC:n kestävä 0,3A. Kaikki venttiilit paitsi yksi tulee olla normaalisti suljettu ja avattava paineen alla, eli niin sanottuja NO malleja.

Lisäksi järjestelmä tarvitsee paineensäätimen ja suodattimen.

6.7.3 PLC

Valitulla PLC:llä on oltava vähintään 14 sisääntuloa ja kymmenen ulostuloa, kaikki mieluiten optoerottimella varustettuja. Suositeltavaa on hankkia laite johon voi tarvittaessa lisätä tuloja ja lähtöjä myöhemmin. Toimintajännitteeltään on oltava yhteensopiva anturien kanssa, eli 24VDC.

Nykyään saa ohjelmoitavia kontrollereita jo parillasadalla eurolla joten äkkiä käy niin, että järjestelmän ”aivot” on arvoltaan paljon vähemmän kuin mitä itse anturit maksavat.

6.7.4 Moottorit

Linjan lopussa päädyin sähkömoottoreihin syystä että paineilmalla on vaikeahkoa toteuttaa hienovaraisempia liikkeitä. Moottorit kytketään releen kautta sillä kyse on niin isoista virroista että ne rikkoisi logiikkaa, lisäksi voidaan toimintajännitettä näin muuttaa jolloin ei olla rajoitettu käyttämään logiikan antama 24VDC.

Kaksi lineaariyksikköä hoitaisi sillan siirtyminen syvyys-suunnassa ja niinikään kaksi hoitaisi korkeuden säätö. Jälkimmäisten on kestettävä arviolta noin 300N voiman kun taas aikaisemmin mainittuihin ei kerääny räsitusta juuri ollenkaan.

Lineaarimoottoreita löytyy parin newtonin voimaisista ihan teollisuuskäyttöön tarkoitettuihin jopa 1000kN voimalla varustettuja.

6.7.5 Yhteenveto

Alle koottu tietoja komponenteista jotka vastaavat tarvittavia ominaisuuksia. Lista ei ole täydellinen mutta antaa suuntaa ja jonkinlaista käsitystä hinnasta. Tiedot on koottu kolmesta alan tuotteita kauppaavasta internet-sivustosta.

Hinta-arvio on tehty saatujen hintojen perusteella tarkoitukseen soveltuvilla komponenteilla. Tiettyjen komponenttien hintatiedot ovat huonosti saatavilla, tämän takia on valittu komponentteja joiden hintatiedot on ollut ilmoitettuna vaikka joku vastaava komponentti olisi ollut paremmin soveltuva.

	malli	info 1	info 2	toimintajännite	hinta
PLC					
CPU	CLICK C0-00DD1-D	8xDC input,	6xDC output	24 VDC	78 €
Ohjelma	C0-PGMSW				0 €
Ohjelmointikaapeli	D2-DSCBL				15,20 €
Virtalähde	C0-01AC			100-240 VAC	44,62 €
Input	C0-08NE3	8 x DC		24VDC	42 €
Output	C0-08TD1		8 x DC	24 VDC	40 €

Anturit					
Kenno	FARN-BP-0A		9kpl	10-30 VDC	342 €
Peilit	RL201		10kpl		30 €
Induktiivinen anturi	DR10-AN-2A		2kpl	10-30VDC	54 €
Vaaka	n/a				n/a

Pneumatiikka					
Venttiili	AVP-31C1-24D	teho DC: 3.0W	3kpl	20.4 - 26.4 VDC	45 €
Sylinteri	A12060SN	Single-acting	6kpl		130 €
Suodatin	AF-663				40 €
Paineensäädin	AR-663				43 €

Sähkömoottorit					
Lineaarimoottori	FA-240-S-12-24	900N, 600mm vedolla	4kpl	12VDC	340 €

Yhteensä 1 244 €

Hintatiedot:

<http://www.e-motionllc.com/>

<http://www.automationdirect.com/>

<http://www.lamonde.co.uk/>

Taulukko 6.1.: Yhteenvedo

Yllä olevat komponentit eivät itsessään kokonaista linjastoa tee, vaan erikseen on kartoitettava muun muassa itse ratojen kustannuksia, siinä varmasti pystyy käyttämään hyödyksi jo olemassa olevia ratoja.

6.8 Ongelmat

Heti alussa suurimmaksi ongelmaksi muodostui kontti joka on suljettu kaikilta sivuilta ja tuotteen ollessa melko painava ja herkästi särkyvä on sen pudottami-

nen yläkautta luonnollisesti pois-suljettu. Tuotteen ympäröivällä muovilla on melko iso kitkakerroin joten tuotteen liu'uttaminen paikalleen ei myöskään ole vaihtoehto. Tuote on saatava varovaisesti aseteltua paikalleen ja asiaa hankaloittaa myös kontin pieni koko, ylimääräistä tilaa ei ole juuri yhtään.

Yhden tuotteen paino on noin kaksi kiloa joten säästääkseni osia suurilta rasiuksilta päätin rajoittaa sillalla kerrallaan olevien tuotteiden lukumäärää viiteen. Mikäli kokonainen kerros olisi asetettu sillalle samaan aikaan, olisi yhteispaino kolmekymmentä kilogrammaa. Sillan ollessa noin puoli metriä ensimmäisen kiinnityskohdan etupuolella tämä vaikuttaisi kiinnikkeeseen noin 150Nm momentilla, taaempaan kohtaan vieläkin isommalla.

Alun perin oli tarkoitus käyttää linjan loppupäässä servomoottoreita, tämä olisi helpottanut PLC:n ohjelmointia huomattavasti eikä olisi tarvittu yhtä monta anturia tai tuloja laitteeseen. Ohjausjärjestelmät ovat kuitenkin kalliita ja servomoottorit valitettavan pienitehoisia ja tosi kalliita kun puhutaan isoista tehokkuuksista. Tarkoitus oli ohjata moottorit erillisen ohjelmoitavan mikrokontrollerin kautta, mutta näin suurista virroista kun on kyse niin releet olisi olleet välttämättömät. Kontrollerin lähettämät lyhyet (20ms) pituiset signaalit olisi ollut liian nopeita releillä joiden kytkemisnopeus on noin 10ms.

7 KESKUSTELU

Vaikka ohjelmoitavien logiikoiden hintataso on tippunut reilusti viime vuosina, on yksinkertaisenkin asian automatisointi kallista kun siihen lasketaan anturit, radat ja moottorit. Laitteen suunnitteleminen, ohjelmoiminen ja konfigurointi vie runsaasti aikaa. Monesti automatisointi on investointi ja kannattaa pidemmän päälle, tässä tapauksessa kyse ei olisi suoranaisesta säästöstä vaan mahdollistaisi työvoiman irrottamisen muihin työtehtäviin. Vastaavasti uuden laitteen tuominen tuotantotiloihin tarkoittaa aina laitteen kanssa työskentelevien kouluttamista ja lisää työtä huoltohenkilökunnalle. Laitteen yksinkertaisuuden takia on sitä kui-

tenkin huomattavasti helpompi oppia käyttämään ja huoltamaan, verrattuna robottiin.

Tässä opinnäytetyössä pääsin noin puoleen väliin suunnittelemisessa ja tuli hyvinkin nopeasti havaittua että antureita ja moottoreita on markkinoilla joka lähtöön. Tiedotkin löytyivät yleensä mutta hinnat on asia joita varjellaan viimeiseen asti. Samoilla ominaisuuksilla omaavilla komponenteilla saattoi olla järisyttävän iso hintaero, suora seuraus siitä että tuotteitten vertailu on tehty mahdollisimman vaikeaksi asiakkaalle.

Lopullisen tuotteen tarvittava rahamäärä kun jää tässä vaiheessa epäselväksi ei loppupään automatisointi ole ensimmäisenä tärkeysjärjestyksessä. Syy uunin katkonaiseen tuotantoon on asia mitä pitäisi ehdottomasti tutkia ja saada selvyyttä. Pienehköillä investoinneillakin voisi koko linjaston alkupäätä yhtenäistää jolloin tulos olisi vähemmän katkonaista ajoa ja sitä kautta myös koneet säästyisivät turhasta rasituksesta. Yhtenäistämisen tiellä on ainakin toistaiseksi uudet laitteet ja neuvottelut laitetoimittajien kanssa.

Tällä hetkellä nykyinen tuotantotehokkuus on riittävä kattamaan Vantaan tarve, mutta yhtiön kannalta tuotannon tehostaminen saattaa tulevaisuudessa tarkoittaa myös toimipisteiden lakkauttamista ja sitä kautta tuotannon keskittämistä. Toisaalta käteisen rahan käytön ollessa laskussa on vaikeata arvioida kannattaako tuotannon tehostaminen tällä hetkellä. On kuitenkin varmaa että linjan tehostaminen kymmenillä prosenteilla on mahdollista suhteellisen pienillä investoinneilla, varsinkin jos neuvottelut laitetoimittajien kanssa ei tuota tulosta. Joka tapauksessa on työtä laskennan esimiesten kanssa jatkettava ja tilannetta seurattava. Valmiit suunnitelmat tehostamisen varalta nopeuttaa huomattavasti käytäntöön panoa, mikäli linjastoa päätetään tehostaa.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut itsenäistä ja mielenkiintoista työtä. Olen joutunut syventymään niin ohjelmointiin kuin 3D-suunnitteluun ja PLC:n ihmeelliseen maailmaan.

8 LÄHTEET

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU TUTKINTOTYÖ

Kone- ja tuotantotekniikka, Kone- ja laiteautomaatio

Kristian Martin

SERVOLAITTEISTON OHJAUS DVT-KONENÄKÖKAMERAN AVULLA

<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8771/Martin.Kristian.pdf?sequence=2>

Applied Automation: Klockner-Moeller PS306 High Speed Compact PLC (noudettu 9.1.2011)

www.applied-automation.com/products/klockner/ps306.shtml

G4S Kotisivut: Historia (11.1.2011)

<http://www.g4s.fi/fi-fi/Keita%20olemme/Historia/>

Loop and logic (11.1.2011)

<http://www.loopandlogic.com/shop/item.asp?itemid=499>

<http://www.loopandlogic.com/shop/item.asp?itemid=441>

Yritys – ja yhteistyötietojärjestelmä: g4s (noudettu 11.1.2011)

<http://www.ytj.fi/yrityshaku.aspx?path=1547%3b1631%3b1678&kielikoodi>

