
ASEPTISEN NESTEPAKKAUSLINJAN SÄHKÖISTYKSEN MODERNISOINTI



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Valkeakoski

Antti Leppänen



Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Valkeakoski

Työn nimi Aseptisen nestepakkauslinjan sähköistyksen modernisointi

Tekijä Antti Leppänen

Ohjaava opettaja Kalevi Sundqvist

Hyväksytty _____. _____. 20 ____

Hyväksyjä

VALKEAKOSKI
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä Antti Leppänen **Vuosi** 2009

Työn nimi Aseptisen nestepakkauslinjan sähköistyksen modernisointi

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli päivittää aseptisen nestepakkauslinjan sähköistykseen liittyvät dokumentit ja kartoittaa, voidaanko komponentti- ja kaapelivalinnoilla nopeuttaa linjan sähköistysprosessia. Tarve työlle ilmeni, kun linjojen valmistusaikaa haluttiin lyhentää ja huomattiin, että sähköistys vie suuren osan valmistusajasta.

Lamican Oy on valkeakoskelainen aseptisia nestepakkauslinjoja ja aseptisia nestepakkausmateriaaleja valmistava yritys. Lamican Oy on nykyään kiinalaisomistuksessa, ja yrityksellä on sekä koneenrakennus että pakkausmateriaalien valmistustoimintaa myös Kiinassa.

Työn tekemisen mahdollisti tekijän sähköasennuskokemus nestepakkauslinjasta. Työn tekemiseen tietoa kerättiin myös muilta asentajilta ja tältä pohjalta selvitettiin linjan sähköistyksen kompastuskiviä. Korvaavia komponentteja vanhojen tilalle etsittiin lähinnä Internetin ja alan julkaisujen välityksellä.

Työ onnistui melko hyvin, sillä siinä on paljon muutosehdotuksia, jotka voidaan ottaa käyttöön ilman suurempia toimenpiteitä. Lisäksi muutokset tuovat kustannussäästöjä ja nopeuttavat linjan sähköasennusta.

Avainsanat Nestepakkauslinja, Ohjelmoitava logiikka, Aseptinen, Lay-out

Sivut 29 s. + liitteet 11 s.

VALKEAKOSKI
Degree Programme in Automation Engineering

Author Antti Leppänen **Year** 2009

Subject of Bachelor's thesis Modernisation of aseptic liquid packaging machines electrification

ABSTRACT

Purpose of this thesis was to update the documents used in the electrification of an aseptic liquid packaging machine, and also to try to make some modifications that could speed up the machine's electrification.

Lamican Ltd is a company that manufactures aseptic liquid packaging machines and aseptic packaging materials. Lamican has its main production facilities in Valkeakoski. Lamican Ltd is owned by a Chinese company, and also has production facilities in China.

Experience of electrification of this machine enabled the writing of this thesis. Information about the problem areas of the electrification of the machine was collected from electricians. Many of the new components used in the modernisation were found from the Internet.

In my opinion, the thesis was a success. There are a lot of modernisations that will help and speed up the machine's electrification process.

Keywords Liquid packaging machine, Programmable logic, Aseptic, Lay-out

Pages 29 p. + appendices 11 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoitteet ja rajausta	1
1.2	Lamican Oy	1
2	ASEPTINEN NESTEPAKKAUSLINJA	3
2.1	Purkinmuodostusyksikkö	4
2.1.1	Sähkökaappi	7
2.1.2	Kenttäkotelot	7
2.2	Täyttöyksikkö	7
2.2.1	Aseptiikka ja pesukeskus	9
2.2.2	Sähkökaappi ja kenttäkotelot	10
3	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN KUVAUS	10
3.1	Purkinmuodostusyksikkö	10
3.1.1	Ohjelmitava logiikka	11
3.1.2	Moottorikäytöt	12
3.1.3	Ohjauspaneeli ja käyttökytkimet	12
3.1.4	I/O-kortit	12
3.1.5	Turvapiiri	13
3.1.6	Paineilmaterminaalit	14
3.1.7	Lämmityspiirit	15
3.1.8	Anturit	15
3.2	Täyttöyksikkö	16
3.2.1	Ohjelmitava logiikka	16
3.2.2	Moottorikäytöt	17
3.2.3	Ohjauspaneeli ja käyttökytkimet	17
3.2.4	Analogiset mittaukset	18
3.2.5	Binääritulot ja -lähdet	18
3.2.6	Turvapiiri	18
3.2.7	Lämmityspiirit	18
3.2.8	Anturit	19
4	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI	20
4.1	Purkinmuodostusyksikkö	20
4.1.1	I/O-yksiköt	20
4.1.2	Lämpötilanmittaukset ja analogiakortit	21
4.1.3	Anturimuutokset	21
4.2	Täyttöyksikkö	22
4.2.1	I/O-yksiköt	23
4.2.2	Väylän I/O-kortit	24
4.2.3	Lämpötilanmittaukset ja analogiakortit	25
4.2.4	Anturimuutokset	25
4.3	Kaapelit	26
4.3.1	230 Voltin järjestelmä	26

4.3.2	24 Voltin järjestelmä.....	26
4.4	Sähkösuunnittelu.....	27
5	YHTEENVETO.....	28
	LÄHTEET.....	29
Liite 1	Täyttöyksikön väylärakenteen kaaviokuva	
Liite 2	Smartslice yksiköiden tekniset tiedot	

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on saattaa Lamican Oy:n aseptisen nestepakkauslinjan automaatio ja sähköistys mahdollisimman toimivaksi ja yksinkertaiseksi prosessiksi. Työlle on selvä tilaus, sillä nestepakkauslinjan sähkösuunnittelu on jäänyt pahasti vajavaiseksi. Nestepakkauslinjoja on alettu valmistaa Lamican Oy:ssä kiihtyvällä tahdilla, mikä on johtanut siihen, että sähköistyksen edetessä joudutaan sähkökuvia koko ajan päivittämään ja tarkentamaan. Tästä johtuen jokainen pienikin muutos pitää aina päivittää jokaiseen valmistuksessa olevaan nestepakkauslinjaan. Linjojen sarjatuoanto tällä tavalla on hyvin turhauttavaa ja hidasta.

1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Nestepakkauslinjojen tuotantovauhdin rauhoittuminen avasi tilaisuuden tälle työlle, jossa tarkoituksena on kehittää asentajaystävällisempi ja kokonaisvaltaisempi sähkösuunnittelu nestepakkauslinjaan. Samalla on luontevaa myös kartoittaa käytössä olevien sähköisten komponenttien päivitysmahdollisuus. Työ pohjautuu suurilta osin vanhoihin sähkösuunnitelmiin.

Työn toisena lähtökohta on selvittää koneenrakennuksen suurimmat ongelmakohdat ja mahdolliset käytössä ja koeajoissa ilmenneet vikaherkimmät kohteet. Komponenttivalinnat antavat suuntaviivat työn seuraaville vaiheille. Työn aiheeseen kuuluvat kaikkien sähköistyksessä käytettävien dokumenttien päivittäminen tai luominen. Ensimmäinen vaihe on päivittää vanhat dokumentit. Sovellussuunnitteluun työssä ei puututa, vaikka siihenkin päivityksiä vaaditaan, jos työn aiheuttamat muutokset otetaan käyttöön linjojen tuotannossa.

Koko työn tavoitteena on saattaa nestepakkauslinjan sähköistys prosessina toimivaksi ja mahdollisimman yksinkertaiseksi kokonaisuudeksi. Tällöin nestepakkauslinjan rakentamista voitaisiin sähköistyksen osalta nopeuttaa huomattavasti ja mikä tärkeintä, kaikki linjat olisivat keskenään yhtenäisiä. Tämä on merkittävä asia varsinkin linjojen huoltoa ajatellen.

1.2 Lamican Oy

Lamican Oy valmistaa aseptisiä nestepakkauslinjoja lähinnä maito- ja mehu tuotteita pakkaaville yrityksille. Lamican on alun perin perustettu Yhtyneiden paperitehtaiden toimesta. Alun perin yritys perustettiin 1980-luvulla nimellä Walki Can. Kun Yhtyneet paperitehtaat muuttui UPM-kymmeneksi, oli Walki Can yhä osana yritystä. Alkuvuosinaan Walki Can

teki yhteistyötä saksalaisen Hörauf GmbH:n kanssa. Ensimmäinen Valkeakoskella rakennettu aseptinen nestepakkauslinja valmistui vuonna 1995. Vuonna 2000 UPM myy Walki Can:in liiketoiminnan, ja samalla yrityksen nimi muuttuu Lamicaniksi. 2000-luvulla yrityksellä on useita eri omistajia, ja lopulta se päättyy Kiinalaisen paperijätti APP:n omistukseen. Tällä hetkellä yrityksellä on sekä koneenrakennus että materiaalintuotantoa niin Suomessa kuin Kiinassakin. Suomessa yritys työllistää tällä hetkellä noin 60 henkilöä.

2 ASEPTINEN NESTEPAKKAUSLINJA

Aseptinen nestepakkauslinja koostuu kahdesta pääosasta, purkinmuodostusyksiköstä ja täyttöyksiköstä. Aseptinen nestepakkauslinja valmistaa yksittäispakattuja aseptisiä nestepakkauksia kuluttajille. Kuvassa 1 on nestepakkauslinjan valmis vähittäismyyntiin tarkoitettu tuote.

Tuonnempana tekstissä käytetään valmiista tuotteesta nimitystä tölkki tai purkki.

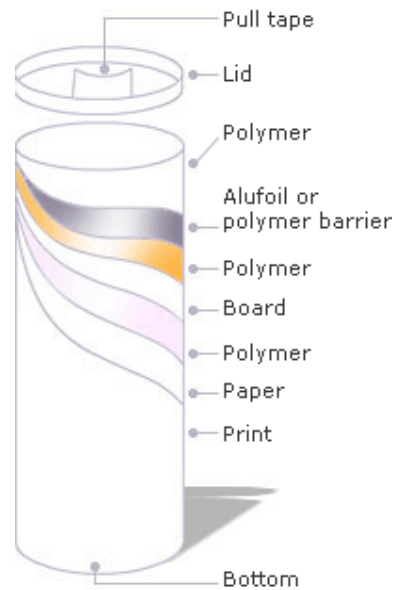


KUVA 1 Valmis yksittäispakattu 250 ml:n tölkki [1]

Aseptisen nestepakkauslinjan tuotantokapasiteetti on noin 6000 tölkkiä tunnissa. Linja tarvitsee toimiakseen kolmivaihesähköä 230/400 V , 50 Hz taajuudella, linjan kokonaissähkönkulutus on 185 kW. Paineilmaa kone tarvitsee toimiakseen vähintään kuuden baarin paineella, puhdasta juomakelpoista vettä 3-5 baarin paineella sekä vesihöyryä 3-5 baarin paineella.[1]

Myös tölkin valmistusmateriaali tehdään Lamican Oy:ssä. Materiaalin tuotanto tapahtuu kuitenkin eri tuotantotiloissa kuin nestepakkauslinjojen valmistus. Työssä ei käsitellä materiaalin valmistusprosessia tai valmistuksessa käytettäviä koneita.

Materiaalit valmistetaan rulliksi. Tölkin kansi, pohja sekä itse tölkin runkoraina valmistetaan omiksi materiaalirullikseen. Materiaali koostuu pääasiassa pahvista, polymeerista ja alumiinista. Kuvasta 2 selviää materiaalin tarkempi koostumus. Kuvan 2 materiaalirakenne on vain yksi esimerkki, rakennetta on mahdollista muokata asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Materiaalin pintaan myös printataan asiakkaan haluamat kuvat ja tekstit.



KUVA 2 Purkin materiaalirakenne [1]

2.1 Purkinmuodostusyksikkö

Purkinmuodostusyksikkö sijaitsee nestepakkauslinjan alkupäässä. Purkinmuodostusyksikössä tapahtuvat nestepakkauslinjan ensimmäiset toimintavaiheet. Seuraavassa kuvataan purkinmuodostusyksikön tärkeimmät mekaaniset toiminnot ja hieman nykyistä ohjausjärjestelmää.

Purkinmuodostusyksikössä purkki muodostetaan siten, että siinä on kansi ja purkin runko. Purkki on siis purkinmuodostusyksiköstä lähtiessään valmiin purkin muotoinen, mutta pohjasta täysin avoin. Purkinmuodostusyksikkö ei ole aseptinen tila, eikä purkinmuodostusyksiköstä valmistunut purkki ole myöskään steriili.

Purkinmuodostusyksikön keskeinen osa on tuurnapöytä, joka näkyy kuvassa 3. Tuurnapöytä on pyörivä pöytä, johon on tasajaolla istutettu kymmenen tuurnaa. Tuurnapöytä tekee liikkeensä säännöllisin askelin. Tuurnapöydän pyörittämiseen käytetään servomoottoria.



KUVA 3 *Yleiskuva tuurnapöydästä*

Yhteiskäyttö on tuurnapöydän päällä olevien lämmittimien, taittorenkaiden ja saumainten nostin. Yhteiskäyttö liikkuu ylös ja alas servomoottorin voimin.

Yhteiskäytön ollessa ala-asennossa työkalut tekevät työliikkeensä. Yhteiskäyttö liikkuu tuurnapöydän kanssa synkronisesti ja tekee työliikkeensä vain tuurnapöydän ollessa oikeassa asemassa ja liikkumatta.

Purkin runko muodostuu jo aiemmin kuvatusta runkorainasta. Runkorainaa aukirullataan taajuusmuuttajaohjatulla sähkömoottorilla. Aukirullattua rainaa siirretään askeltavalla servomoottorilla leikkurille, joka leikkaa rainasta arkkeja, joista yksittäiset purkit muodostetaan.

Siirtäjälevyksi nimitetään levyä joka tekee edestakaista liikettä servomoottorin voimin. Siirtäjälevy siirtää runkorainasta leikatut arkit tuurnapöydän tuurnalle, minkä jälkeen käärintätikku pyöryttää arkin tuurnan ympärille. Käärintätikkua liikutetaan askelkäyttöisellä servomoottorilla. Arkit pysyvät siirtäjälevyllä ja tuurnan ympärillä alipaineen avulla. Purkinmuodostusyksikössä on oma alipaineen muodostava alipainepumppu.

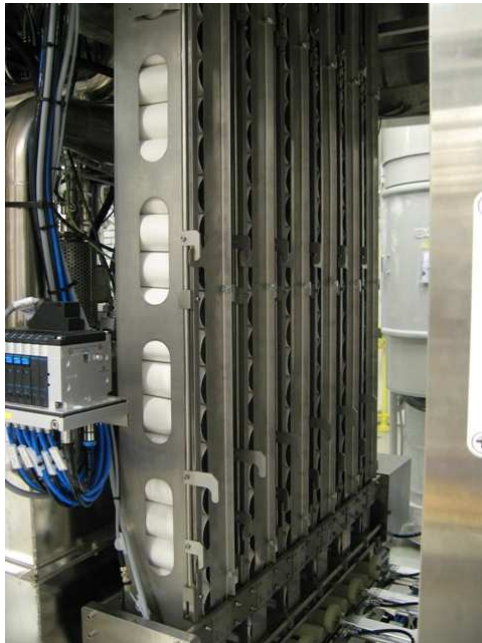
Purkinmuodostusyksikössä purkkiin tehdään myös kansi. Myös kansimateriaali aukirullataan taajuusmuuttajaohjatulla sähkömoottorilla. Kansimateriaalin tarkempi siirto kansia muodostavalle stanssille tapahtuu servomoottorilla. Stanssi on paineilmasylintereistä sekä leikkausteristä koottu leikkuri ja syvävetoyksikkö.

Purkin rungonmuodostuksessa tapahtuvat saumat tehdään kuumasaumauksina. Kuumasaumauksessa lämmön, iskun ja saumattavan materiaalin ominaisuudet muodostavat pitävän sauman.

Purkinmuodostusyksikössä tehdään purkkiin kaksi saumaa, runkorainan pystysauma sekä purkin rungon ja kannen välinen sauma.

Valmistuksessa oleva arkki käy tuurnapöydällä ollessaan läpi yhteensä 10 eri työvaihetta. Tuurnapöydän viimeisessä asemassa purkki ammutaan paineilman avulla putkipostiin, joka ohjaa purkin pakkauslinjan toiseen osaan eli täyttöyksikköön.

Täyttöyksikössä on kuusi rinnakkaista linjaa. Täyttöyksikön alkupäässä on kuvassa 4 näkyvä purkkimakasiini, johon varastoidaan purkinmuodostuksesta saapuneita purkkeja. Putkiposti ampuu purkkeja kaikkiin kuuteen makasiinin lokeroon. Putkipostin yläpään liike tapahtuu servomoottori-planeettavaiheydistelmällä, joka näkyy kuvassa 5.



KUVA 4 *Purkkimakasiini*



KUVA 5 Putkiposti

2.1.1 Sähkökaappi

Purkinmuodostusyksikön sähkökaappi on Rittalin valmistama, mitoiltaan 2000 x 1200 x 500 mm standardikokoinen RST-kaappi. Sähkökaappi tulee Lamicanille valmiiksi koottuna ja sisäiset johdotukset tehtynä alihankkijalta.

2.1.2 Kenttäkotelot

Kenttäkotelaita purkinmuodostusyksikössä on kaksi, joihin on sijoitettu lähinnä lämmittimien ohjauksiin käytettäviä puolijohdereleitä ja riviliittimiä logiikan tulojen ja lähtöjen hajautukseen. Tekstissä kenttäkotelosta käytetään nimitystä yläkotelo.

2.2 Täyttöyksikkö

Täyttöyksikkö on nestepakkauslinjan toinen osuus. Täyttöyksikkö on huomattavasti monimutkaisempi kokonaisuus kuin purkinmuodostusyksikkö. Tämä johtuu suurimmalta osin siitä, että täyttöyksikkö on sisältään aseptinen tila. Sana aseptinen tarkoittaa bakteereille elinkelvotonta tilaa. Tämä asettaa tarkat määritelmät koneen puhtaudelle. Koneen aseptisuuteen tässä työssä tarkemmin perehdytä, sillä työhön aseptisyys vaikuttaa ainoastaan asettamalla lisävaatimuksia sähköisten kenttälaitteiden valintoihin.

Täyttöyksikön ensimmäiset toiminnot tapahtuvat purkkimakasiinissa, jonne purkinmuodostus yksikössä valmistetut purkit varastoidaan. Makasiinista purkit syötetään täyttöyksikön lamelliketjuun. Lamelliketjussa on kuusi rinnakkaista rataa purkeille. Lamelliketjulla valmistuksessa olevat purkit liikkuvat läpi täyttöyksikön, kunnes ovat valmiita ja poistuvat koneesta ulostulokuljetinta pitkin. Lamelliketjun siirto tapahtuu servomootorin avulla. Liikkuessaan lamelliketjulla purkki käy läpi 28 asemapaikkaa, joissa purkin lopullinen valmistuminen tapahtuu. Lamelliketjun liikkuminen ja paikoitus on erittäin tärkeää purkin loppullisen laadun kannalta. Siksi lamelliketjun servon oman pulssianturin lisäksi liikkeitä tarkkailee erillinen absoluuttianturi.

Kun valmistuksessa olevat purkit on syötetty lamelliketjulle, ne siirtyvät askeleittain ketjua pitkin läpi valmistuslinjan. Ensimmäisissä asemissa purkit steriloidaan kuuman vetyperoksidihöyryn avulla. Steriloinnilla tapetaan purkeissa olevat bakteerit ja estetään niiden lisääntyminen. Tämän steriloinnin avulla valmiiden tuotteiden säilyvyys paranee, ja niitä voidaan varastoida lämpimissäkin tiloissa. Seuraavissa asemissa varmistetaan ettei purkkeihin jää peroksidijäämiä puhaltamalla niihin kuumaa steriiliä ilmaa. Steriiliä ilmaa koneeseen saadaan koneen mukana toimitettavasta niin sanotusta Hepa-puhaltimesta. Hepa-puhallin on koneesta erillään oleva puhallin, jonka käyntinopeutta säädetään taajuusmuuttajan avulla. Hepa-puhaltimen ja täyttöyksikön välisessä linjassa on Hepa-suodattimia, jotka poistavat ilmasta epäpuhtaudet. Suodattimien puhtautta valvotaan paine-eromittauksin. Hepa-puhaltimen avulla täyttökoneen sisällä ylläpidetään ylipainetta, jolloin ulkoilmaa ei pääse täyttöyksikön sisään tuotannon aikana. Sana Hepa on lyhennös englanninkielen sanoista High efficiency particulate air filter. Jotta suodattimesta voidaan käyttää nimitystä Hepa-suodatin, tulee sen suodattaa ilmasta vähintään 99,97% kaikista ilmassa syntyvistä partikkeleista.

Kun purkit on steriloitu, tapahtuu purkkien täyttö nesteellä. Purkit täytetään suuttimien avulla, joiden aukeamista ohjataan paineilmasylintereillä. Suuttimien täyttöaikaa ohjaavat sähkömagneettisella mittausperiatteella toimivat virtausmittarit. Virtausmittareiden avulla purkkien täytöstä saadaan reaaliaikaista tietoa, ja jos täyttötapahtumassa ilmenee jotain virheitä saadaan siitä linjan käyttäjälle hälyytys. Suuttimien mallin ja sylinterin liikematkan mukaan voidaan purkkeihin pakata myös korkeampi viskositeettistä nestettä, kuten jogurttia. Pakattava neste valuu koneen katolla olevasta tuotetankista hydrostaattisen paineen avulla annostelijoille. Tuotetankissa on pinnankorkeuden valvonta, jonka avulla tuotetankin pinta pidetään aina tiettyjen rajojen sisällä. Näin ollen myös paine, jolla tuote siirtyy annostelijoille, on lähestulkoon vakio.

Seuraavana työvaiheena purkkiin tehdään pohja. Pohjamateriaali aukirullataan taajuusmuuttajakäyttöisellä sähkömoottorilla. Aukirullauksen jälkeen pohjamateriaalia siirretään askeleittain stansseille

servomoottorin avulla. Pohjamateriaalista pohjia leikkaa kuusi identtistä stanssia. Leikkauksen jälkeen valmiit pohjat siirretään kääntösynterillä steriilipyörälle. Steriilipyörä on akseli, johon on kiinnitetty muovisia tatteja kuusi rinnakkain. Tatteja on myös säteittäisesti kuusi kappaletta, eli yhteensä steriilipyörällä on tatteja 36 kappaletta. Steriilipyörä askeltaa asemassaan servon voimin. Steriilipyörällä tapahtuu myös purkin pohjien sterilointi kuumen peroksidihöyryn avulla. Näin estetään myös sitä kautta bakteerien pääsy tuotteeseen.

Lamelliketjulla olevat purkit nostetaan nostopalkin avulla ylös ketjulta noutamaan pohjat steriilipyörältä. Nostopalkki liikkuu askeleittain servomoottorin avulla. Nostopalkissa on niin sanotut gripperit, jotka tarttuvat kiinni purkkeihin niitä vedettäessä alas pohjannoudosta. Gripperit toimivat paineilmasylinterien voimin.

Myös seuraavassa työvaiheessa eli purkin rungon ja pohjan välisessä saumauksessa nostopalkki nostaa purkkeja lamelliketjulta ylös saumausasemalle. Tämä saumausta tapahtuu myös kuumasaumauksena. Saumausasemassa on saumaimia kahdessa rivissä, tällä varmistetaan, että purkin pohja tulee saumattua joka kohdasta.

Varsinaisen pohjan ja rungon välisen saumauksen jälkeen tapahtuu vielä purkin reunan taitto ja jälkisauma. Tätä jälkisaumausasemaa liikutetaan myös servomoottorilla. Jälkisauma ja reunan taitto ovat lähinnä purkin ulkonäköön vaikuttavia seikkoja. Tämän jälkeen vielä mitataan pohjan suoruus purkkiin nähden laseretäisyysmittareilla. Linjan viimeisessä asemassa ulostyöntösynterit työntää valmiit purkit ulostulokuljettimelle, jota pitkin purkit poistuvat linjasta.

2.2.1 Aseptiikka ja pesukeskus

Nestepakkauslinjan katolla sijaitsevasta osiosta käytetään nimitystä aseptiikka. Aseptiikassa on nestepakkauslinjan pesuun ja sterilointiin liittyvät toimilaitteet ja suodattimet. Linjan pesuun käytetään emäs- ja happopesuja. Nämä pesuaineet sekoitetaan veteen erillisessä pesukeskuksessa. Pesu tapahtuu niin sanottuna kiertopesuna. Pesukeskuksessa ja nestepakkauslinjassa olevat pumput kierrättävät pesukeskuksessa valmistettua pesuvettä koneen ja pesukeskuksen välillä pesusekvenssin ajan. Pesukeskuksen kaikkia toimintoja voidaan seurata täyttöyksikön ohjauspaneelista. Myös pesukeskuksen käsinohjaus voidaan tehdä samasta ohjauspaneelista. Paineilma ja sähkönsyöttö tulevat myös täyttöyksiköstä. Veden lämmittämiseen käytettävä vesihöyry voidaan sen sijaan tuoda pesukeskukseen mistä tahansa.

Kuten tekstissä jo aiemmin mainittiin, tapahtuu linjan sterilointi vesihöyryn ja vetyperoksidin avulla. Linjan pesun jälkeen tehtävällä steriloinnilla puhdistetaan kaikki putkilinjat. Steriloinnin jälkeen koneen steriiliys varmistetaan pitämällä linja tuotannon aikana ylipaineisena. Näin varmistetaan ettei linjan sisään pääse epäpuhtauksia ulkoilmastakaan.

Linjan pesu ja sterilointi pitää tehdä aina säännöllisin väliajoin, jotta aseptisuus on taattu.

2.2.2 Sähkökaappi ja kenttäkotelot

Täyttöyksikössä on myös Rittalin valmistama sähkökaappi. Kaappi on samanlainen kuin purkinmuodostusyksikössä. Kenttäkoteloiden täyttöyksikössä on kuusi, ja ne ovat kaikki samanlaisia kuin purkinmuodostusyksikön vastaavat. Lisäksi täyttökoneen aseptiikassa ja pesukeskuksessa sijaitsevat pienet ohjauskeskukset. Näissä kenttäkoteloiden ja ohjauskaapeissa sijaitsee tällä hetkellä pääasiassa hajautettuja I/O-kortteja, riviliittimiä, puolijohdereleitä sekä turvareleitä.

3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN KUVAUS

Työn tässä osiossa kerrotaan tarkemmin linjassa tällä hetkellä käytössä olevista ohjausratkaisuista. Automaatiojärjestelmä jakaantuu nestepakkauslinjassa kahteen osaan, niin kuin koko linja muutenkin. Purkinmuodostusyksikössä ja täyttöyksikössä on kummassakin oma ohjelmitava logiikkansa. Logiikat ovat yhteydessä toisiinsa, mutta toimivat kuitenkin omina yksikköinä. Perusrakenne on molemmissa yksiköissä sama. Suurin ero järjestelmien välillä on se, että täyttöyksikössä I/O-pisteitä on hajautettu väylään. Purkinmuodostusyksikössä väylärakennetta ei tällä hetkellä käytetä. Työssä tullaan tutkimaan myös mahdollinen väylärakenteen hyödyntäminen purkinmuodostusyksikössä. Vaikka yksikkö on fyysiseltä kooltaan melko pieni, eikä pitkiä kaapelivetoja tarvita, voisi väyläteknikka silti yksinkertaistaa johdotustyötä. Tässä kohtaa pitää ottaa huomioon myös väyläteknikan aiheuttamat kustannukset ja verrata niitä saavutettaviin hyötyihin. Täyttöyksikössä sähköisiä komponentteja on paljon enemmän kuin purkkikoneessa, ja siellä useilla pienilläkin muutoksilla voidaan saada aikaan suuria muutoksia. Näistä itse työn kannalta keskeisistä muutoksista kerrotaan tekstissä tuonnempana.

Nestepakkauslinjan automaatiojärjestelmä rakentuu Omronin CJ1-sarjan modulaarisen logiikkasarjan ympärille. Järjestelmän koko sovellussuunnittelu tapahtuu Omronin CX-One ohjelman avulla.

3.1 Purkinmuodostusyksikkö

Tässä luvussa perehdytään tarkemmin purkinmuodostusyksikön automaatiojärjestelmään. Teksti on jaettu järjestelmän eri osien mukaisiin osioihin; ohjelmitava logiikka, moottorikäytöt, ohjauspaneeli ja käyttökytkimet, I/O-kortit, turvapiiri, paineilmatermiinat, lämmityspiirit ja anturit.

3.1.1 Ohjelmoitava logiikka

Purkinmuodostusyksikön automaatiojärjestelmä on rakennettu Omronin CJ1G-CPU43P-logiikan ympärille. Tähän keskusyksikköön voidaan maksimissaan liittää 960 I/O-pistettä[2]. Purkinmuodostusyksikön logiikan keskusyksikköön on liitetty analogisia ja digitaalisia I/O-yksiköitä sekä ethernet-kommunikointiyksikkö. Ethernet-yksikön avulla logiikka saadaan liitettyä ethernet-kytkimen avulla lähiverkkoon, jolloin tiedonsiirto laitteiden välillä helpottuu huomattavasti. Kuvassa 6 näkyy purkinmuodostusyksikön logiikan keskusyksikkö.

Toinen järjestelmän ydin on Omronin liikkeenohjausyksikkö Trajexia. Trajexian tehtävä yleensä on ohjata ja valvoa servomootoreita ja taajuusmuuttajia. Trajexiaan saadaan myös liitettyä digitaalisia I/O-pisteitä laajennusyksikön avulla. Esimerkiksi servojen liikettä ohjaavat rajat voidaan kytkeä Trajexiaan logiikan sijasta, jolloin tiedonsiirtoviiveet vähenevät. Trajexian ja moottoreiden sekä I/O-yksikön välinen yhteys on toteutettu Mechatrolink-väylällä. Trajexiassa on myös Ethernet-liitäntä, jonka avulla se on yhteydessä muun muassa logikkaan. Purkinmuodostusyksikössä on poikkeuksellisesti kuitenkin käytetty Trajexiaa lähes koko yksikön liikkeen ohjaamiseen. Ohjelman runko on siis rakennettu Trajexiaan, ja ohjelmoitavaa logiikkaa käytetään vain apuyksikkönä. Trajexiaa ei varsinaisesti ole tarkoitettu tämänkaltaiseen tehtävään, joten esimerkiksi ohjelman monitorointi ei ole niin helppoa kuin logiikan kanssa.



KUVA 6 Purkinmuodostusyksikön logiikan keskusyksikkö

3.1.2 Moottorikäytöt

Yksikön servomoottoreiden ohjausyksiköt ja sähkömoottoreiden taajuusmuuttajat on kytketty logiikkaan ja Trajexiaan Mechatrolink-väylän avulla. Pumppuja ja puhaltimia, jotka pyörivät vakionopeudella, ohjataan kontaktorilähdöillä.

3.1.3 Ohjauspaneeli ja käyttökytkimet

Purkinmuodostusyksikköä operoidaan Omronin 12-tuumaiselta TFT-kosketusnäytöltä. Näytön lisäksi tärkeimpiä koneen toimintoja ohjataan perinteisiä painonappeja ja kääntökytkimiä käyttämällä. Näyttö ja painikkeet sijaitsevat purkinmuodostusyksikön sähkökaapin ovelissa. Lisäksi purkinmuodostusyksikössä on kolme pienempää ohjauskotelo, joista voidaan erikoistilanteissa ajaa käsiajolla tiettyjä toimintoja. Nämä ohjauskotelot sisältävät vain painonappeja ja kääntökytkimiä. Lisäksi hätäseis-nappeja löytyy myös koneen eri puolilta.

3.1.4 I/O-kortit

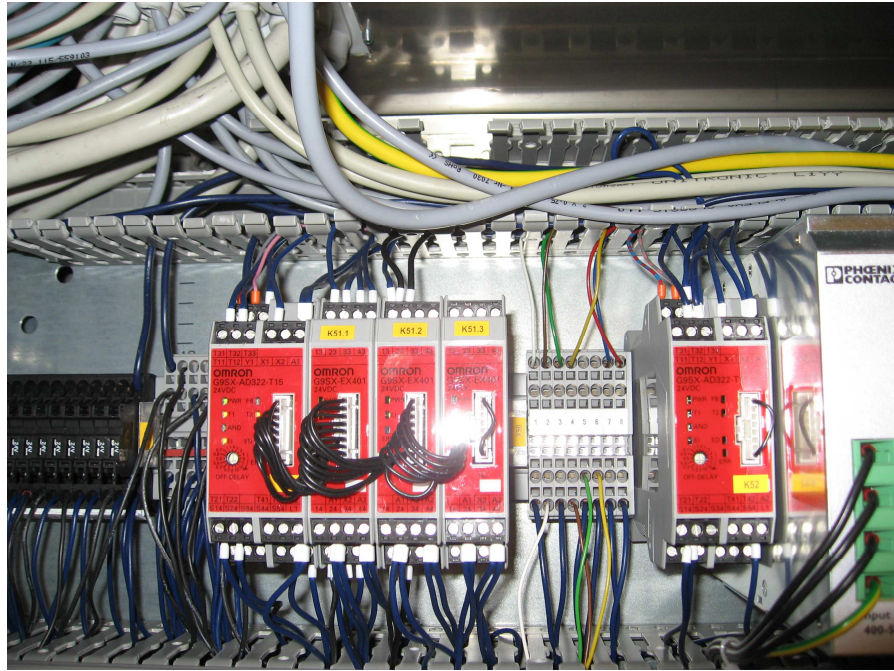
Purkinmuodostusyksikön I/O:t on hajautettu varsin perinteisellä tavalla. Käytössä on edellä mainittuja logiikan ja Trajexian I/O-hajautusyksikköjä, jotka on sähkökaapista johdotettu moninapaisella kaapelilla kenttäkoteloiden riviliitinryhmille. Näille riviliittimille tulee kentältä anturitietoja, ja niiltä lähetetään ohjaustietoja kentälle. Suurin osa anturitiedoista tulee riviliittimille kenttä-I/O-päätteiden kautta. Käytössä on Feston anturiterminaaleja, joihin saa liitettyä 12 binääristä anturituloa. Näiltä yksiköiltä lähtee moninapainen kaapeli kenttäkotelon riviliittimille. Tällä tavalla kaikkia antureita ei tarvitse yksitellen johdottaa kenttäkotelolle asti. Johdotustyötä tätäkin menetelmää käytettäessä kyllä on. Helpompaa olisi esimerkiksi, jos anturiterminaalit johdottaisi suoraan sähkökaappiin I/O-yksikölle. Tällä tavalla yksi kytkentäpiste ja mahdollinen vikakohta jäisi välistä pois. Kuvassa 7 näkyy Feston anturiterminaaleja.



KUVA 7 Feston 12 tulon anturiterminaaleja

3.1.5 Turvapiiri

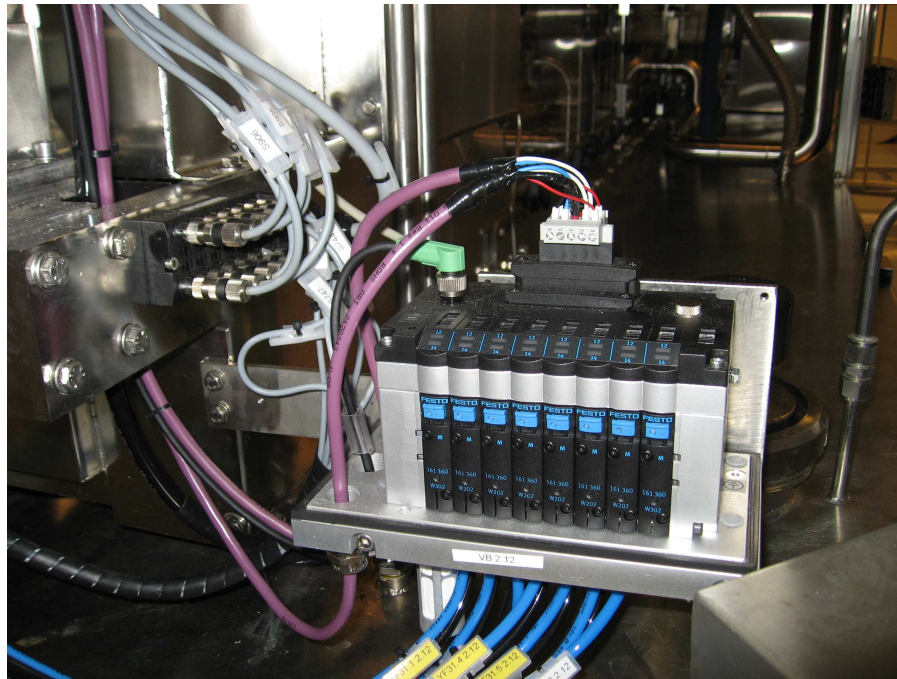
Purkinmuodostusyksikön turvapiiri on toteutettu Omronin turvareleiden avulla. Kuvassa 8 näkyvät turvareleet. Turvapiiri muodostuu kahdesta piiristä. Toinen piiri on hätä-seis-piiri, joka pysäyttää purkinmuodostusyksikön välittömästi hätä-seis nappia painettaessa. Toinen piiri koostuu ovien turvarajoista ja lukoista. Näillä lukittavilla ovilla varmistetaan, ettei koneen käydessä kukaan pääse lähelle koneen liikkuvia osia. Varsinkin ovipiiri on nykyisellään hyvin hankala johdottaa, ja vikatilanteissa vika on hankala paikallistaa. Toisaalta piiriä on hankala lähteä yksinkertaistamaan, sillä turvalaitteita ei voi vähentää koneen turvallisuutta heikentämättä.



KUVA 8 Purkinmuodostusyksikön turvareleet

3.1.6 Paineilmaterminaalit

Suurinta osaa purkinmuodostusyksikön paineilmalaitteista ohjataan Feston venttiiliterminaalien avulla. Venttiiliterminaalien kautta voidaan ohjata jopa 16 erillistä paineilmalaitetta. Venttiiliterminaalille tuodaan yksi tai useampia paineilmasyöttöjä käyttötarkoituksen mukaan. Sähköliitännä tapahtuu tässä tapauksessa moninapaisella kaapelilla, josta saadaan syöttö- ja ohjausjännitteet. Nämä venttiiliterminaalien kaapelit johdetaan kenttäkoteloihin, joista löytyvät hajautetut I/O-pisteet. Myös venttiiliterminaalit voisi johdottaa suoraan sähkökaappiin. Täyttöyksikössä on käytössä myös venttiiliterminaleja, joita ohjataan väylän avulla, joten nämä ovat vielä helpompia ja mukavampia asentaa. Kuvassa 9 näkyy väyläohjauksella toimiva venttiiliterminaalit. Enemmän työtä sähköasentajille aiheuttavat paineilmalaitteiden anturoinnit, erityisesti sylinterit, joista tarvitaan molempien työasentojen rajatiedot. Nykyään markkinoilla on jo antureita, jotka pystyvät lukemaan sylinterin molemmat asennot. Näitä käyttämällä vähenisi antureiden määrä merkittävästi. Toki tällaisia antureita ei voi suoraan laittaa nykyisten antureiden tilalle, vaan pitää selvittää, mitä muita muutoksia järjestelmään tarvittaisiin.



KUVA 9 Väyläohjattu venttiiliterminaali

3.1.7 Lämmityspiirit

Lämmittimiä purkinmuodostusyksikössä on kuusi kappaletta. Ne ovat kaikki keskenään samanlaisia. Kaikkien lämmittimien läpi puhalletaan paineilmaa, jonka avulla lämpö johdetaan lämmitettävään kohteeseen. Lämmittimistä mitataan sekä lämpövastuksen lämpötilaa että lämmittimen läpivirtaavan ilman lämpötilaa. Tämän ilman lämpötilan mukaan säädetään lämmittimen tehoa. Vastuksen lämpötilaa mitataan vastuksien ylikuumentumisen ehkäisemiseksi. Lämpötiloja mitataan K-tyyppin termoelementtiantureilla, joiden tietoja tulkitsevat Nokevalin lämpötilalähettimet. Lämpötilalähettimiltä signaalit johdetaan logiikan analogiakorteille. Vaihtoehtoja näille olisi nykyään sekä väyläteknikassa että suoraan logiikkaan liitettävissä lämpötilakorteissa.

Lämmittimien sähkönsyöttö tapahtuu puolijohdereleiden kautta, joita pulssittamalla lämmittimien tehoa säädetään. Puolijohdereleiden pulsseja säättävät PID-säätimet.

3.1.8 Anturit

Purkinmuodostusyksikössä käytetään liikkeiden ja materiaalien seurantaan optisia, induktiivisia ja kapasitiivisia antureita. Optisia ja kapasitiivisia antureita käytetään materiaalien seurantaan ja sitä kautta tapahtuvaan ohjaukseen. Nestepintojen tarkkailuun käytetään myös kapasitiivisia antureita. Induktiivisia antureita käytetään lähinnä sylinterien, ja

servomoottorien paikkatietojen tarkkailuun ja ohjaukseen. Anturien määrää kokonaisuudessaan voitaisiin purkinmuodostusyksikössä vähentää. Esimerkiksi kaikilla sylintereillä on rajat tarkkailemassa sylinterin molempia työasentoja. Lisäksi kaikilla servoilla on neljä anturia tarkkailemassa servojen liikkeitä. Näistä kaksi tarkkailee servojen työliikkeiden asentoja. Normaalitylanteessa servo siis liikkuu aina rajalta toiselle. Kaksi muuta rajaa tarkkailee jos servo liikkuu näistä työrajoista yli, ja pysäyttää servon liikkeen jos näin tapahtuu. Nämä niin sanotut työrajat ovat periaatteessa turhia, sillä servojen paikkatiedot saadaan myös niiden absoluuttiantureilta. Jos tällaisia rajoja poistettaisiin yksiköstä, voitaisiin sillä paitsi helpottaa asennustyötä myös nopeuttaa yksikön toimintaa.

3.2 Täyttöyksikkö

Seuraavien otsikoiden alla kuvataan täyttöyksikön automaatiojärjestelmän toimintaa. Teksti on jaettu järjestelmän eri osien mukaisiksi otsikoiksi. Liitteenä 1 on täyttöyksikön automaatiojärjestelmän väylärakenteen kaaviokuva.

3.2.1 Ohjelmitava logiikka

Täyttöyksikön logiikkana toimii Omronin CJ1G-CPU45P. Tähän voidaan liittää jopa 1280 I/O-pistettä[2]. Täyttöyksikön logiikkaan on liitetty laajennusyksiköinä digitaalisia ja analogisia I/O-kortteja, ethernetyksikkö sekä kaksi Devicenet-väyläyksikköä. Kuvassa 10 näkyy logiikan kokoonpano. Ethernet-yksikön avulla logiikka on yhteydessä Trajexiaan, ohjauspaneeliin ja purkinmuodostusyksikön logiikkaan. Trajexian tehtävä täyttöyksikössä on ohjata servomoottoreita ja joitakin taajuusmuuttaja käyttöisiä moottoreita. Trajexia kommunikoi näiden kanssa Mechatrolink-väylän kautta. Trajexiaan on kytketty myös sen ohjaamien servomoottoreiden paikoituksessa käytettävät anturitiedot.



KUVA 10 Täyttöyksikön logiikan keskusyksikkö

3.2.2 Moottorikäytöt

Täyttöyksikön servomoottorien ohjausyksiköt ja osa taajuusmuuttajista on liitetty logiikkaan ja Trajexiaan Mechatrolink-väylän avulla. Osa taajuusmuuttajista on kuitenkin kytketty Devicenet-väylään. Tilanteen selkeyttämiseksi kaikki taajuusmuuttajat tullaan tulevaisuudessa kytkemään Devicenet-väylään. Lisäksi taajuusmuuttajia on turha kytkeä Mechatrolink väylään, sillä niiden ohjauksissa ei tarvita Mechatrolink-väylän tarjoamaa nopeutta. Joitain moottoreita ohjataan myös vain kontaktorilähdöillä.

3.2.3 Ohjauspaneeli ja käyttökytkimet

Täyttöyksikköä operoidaan samanlaiselta 12-tuumaiselta TFT-kosketusnäytöltä kuin purkinmuodostusyksikköä. Myös tässä tapauksessa näytön ympärillä on perinteisiä painonappeja ja kääntökytkimiä, joilla kontrolloidaan linjan tärkeimpiä tapahtumia. Pohjarainan liikuttamista varten täyttöyksikössä on myös erillinen pieni ohjauskotelo.

3.2.4 Analogiset mittaukset

Analogisia mittaustietoja linjasta tulee muun muassa ilmanpainemittauksista, pinnankorkeudenmittauksista, lämpötilanmittauksista, virranmittauksista ja etäisyysmittauksista. Nämä tiedot kytketään logiikan analogisille tulokorteille. Lämpötilanmittauksista suurin osa kytketään kuitenkin hajautetuille väyläkorteille, mutta joitakin myös logiikan analogisille tulokorteille, samaan tapaan kuin purkkikoneessa. Suurin osa näistä tullaan tämän työn myötä siirtämään väyläkorteille. On myös mahdollista, että muitakin analogisia mittaustietoja kytkettäisiin tulevaisuudessa väylään.

3.2.5 Binääritulot ja -lähdöt

Binäärituloista ja -lähdöistä osa kytketään suoraan sähkökaappiin, logiikan I/O-hajautuskorteille. Suurin osa tuloista ja lähdöistä johdetaan kuitenkin kenttäkoteloiden väyläkorteille. Tilanne kartoitetaan myös näiltä osin, jotta tulevaisuudessa mahdollisimman suuri osa tulo- ja lähtösignaaleista tulisi väylän kautta. Käytössä olevat väyläkortit ovat kuitenkin melko työläitä johdottaa, ja ne tullaan korvaamaan vähemmän johdotustyötä vaativilla. Myös täyttöyksikössä olevat paineilmaohjauksiin käytettävät venttiiliterminaalit saavat ohjauskäskynsä väylän kautta.

3.2.6 Turvapiiri

Turvapiiri on täyttöyksikössä rakenteeltaan samanlainen kuin purkinmuodostusyksikössä. Turvapiiri koostuu kolmesta turvareleestä. Yksi niistä vahtii hätä-seispiiriä, ja kaksi on valjastettu ovipiirien tarkkailuun. Täyttöyksikössä on linjan molemmilla puolilla oma ovipiirinsä.

3.2.7 Lämmityspiirit

Lämmityspiirejä on täyttölinjassa useita erilaisia. Yhteistä kaikille on, että niiden jännitteensyöttöä ohjataan puolijohdereleiden kautta. Kaikissa lämmityspiireissä on vähintään yksi lämpötilanmittaus, useimmissa enemmänkin. Monissa piireissä on myös käytössä vastuksen virranmittaus. Nämä virranmittaukset ovat kuitenkin useimmissa kohdissa täysin turhia, sillä kaikkia lämpövastuksia ohjataan vain lämpötilanmittausten perusteella. Virranmittauksia on kyllä käytetty informoimaan linjan käyttäjiä vastuksien rikkoutumisesta, mutta tämä tieto saadaan lämpötilanmittauksistakin. Lämmityspiirit ovat pääpiirteittäin hyvin yksinkertaisia johdottaa, ja niihin ei mitään suuria muutoksia ole tarvetta alkaa tekemään. Ainoastaan purkin pohjan saumaimien lämmityspiiri on mielestäni turhan monimutkainen. Lisäksi joitain virranmittauksia saatetaan poistaa tarpeettomina, ja joitain lämpötilanmittauksia siirtää väylään. Purkin pohjan saumaimien

lämmityspiiri on monimutkainen, sillä siinä käytetään useita komponentteja. Piiri koostuu puolijohdereleistä, lämpötilalähettimistä, ylivirtareleistä ja virranmittausyksiköistä. Yksinkertaistusta piiriin saataisiin ottamalla käyttöön markkinoilta nykyään löytyviä älykkäitä puolijohdereleitä. Niistä löytyy kaikki tällä hetkellä erillisillä komponenteilla toteutettavat mittaukset ja vahdit. Tämä toisi myös huomattavasti lisätilaa kenttäkoteloihin, sillä nämä älykkäät puolijohdereleet eivät ole normaaleja puolijohdereleitä suurempia.

3.2.8 Anturit

Täyttöyksikön anturointien periaate on sama kuin purkinmuodostusyksikössä. Induktiivisia antureita käytetään pääasiassa sylinterien ja servomootoreiden paikoittamisessa. Useimpien venttiilien tilatietoja vahditaan mekaanisten mikrokytkimien avulla. Täyttöyksikön aseptiikassa ja pesukeskuksessa käytettävissä kolmitieventtiileissä on sisäänrakennetut induktiiviset asentotiedot. Kapasitiivisia antureita käytetään pinnankorkeuksien mittaamiseen. Osa näistä on analogisia, ja osalta saadaan vain kytkintieto. Nesteiden virtauksia vahditaan optisilla ja induktiivisilla antureilla. Peroksidin virtausta letkuissa vahditaan optisilla ja kapasitiivisilla antureilla. Purkkeihin annosteltavan nesteen määrää taas tarkkaillaan ja säädetään sähkömagneettiseen menetelmään perustuvilla virtausmittareilla. Optisia antureita käytetään myös vahtimaan koska purkkimakasiini on täynnä, ja koska pohjamateriaali raina on lopussa. Täyttöyksikössä on myös laseretäisyysmittareita, joilla mitataan onko purkinpohja suorassa, ja oikeassa kohtaa purkkia.

4 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

Tässä työn vaiheessa kootaan yhteen järjestelmään suunnitellut muutokset. Nämä muutokset ovat pääosin tekijän mielipiteitä, joihin on päädytty omien sekä muiden asentajien kokemusten perusteella.

4.1 Purkinmuodostusyksikkö

Purkinmuodostusyksikön muutokset pohjautuvat ajatukseen, että järjestelmän logiikkaohjelma tehdään kokonaan uudestaan. Nykytilanteessa ohjelmointi on toteutettu pääosin Trajexiaan pohjautuen. Tulevaisuudessa ohjelma olisi tehty logiikkaan, ja Trajexia hoitaisi servojen ja taajuusmuuttajien liikkeiden ohjaukset. Väyläteknikkaa ei tämän työn seurauksena oteta käyttöön purkinmuodostusyksikössä. Purkinmuodostusyksikkö on niin pieni kokonaisuus, että väyläteknikalla ei saavuteta merkittäviä hyötyjä.

4.1.1 I/O-yksiköt

Yllä mainitun ohjelmamuutoksen jälkeen olisi mahdollista poistaa Trajexian I/O-hajaustusyksikkö. Tällä hetkellä tähän yksikköön on johdotettu suurin osa purkinmuodostusyksikön tuloista ja lähdöistä. Muutoksien jälkeen kentältä tulevat rajatiedot johdotettaisiin ensin Feston rajablokeille, kuten nytkin. Mutta rajablokit johdotettaisiin tulevaisuudessa suoraan sähkökaappiin logiikan tulokorteille. Tällä hetkellä se ei ole mahdollista käytössä olevan Trajexian I/O-yksikön vuoksi. Tällä tavalla rajablokilta lähtevän kaapelin johdotuksesta saattaa tulla jossakin kohtaa pidempi ja työläämpi, mutta yksi liitoskohta koneen yläkotelossa jää tekemättä. Joitakin rajoja voidaan tapauskohtaisesti kytkeä myös suoraan logiikan tulokorteille, kuten on tehty myös nykytilanteessa. Suurin etu tällä tavalla uudella tulojen ja lähtöjen kytkentätavalla saavutetaan siinä, että moninapakaapelit, jotka ennen johdotettiin sähkökaapista yläkoteloiden riviliitinryhmille, voidaan jättää kokonaan pois. Tämä sekä nopeuttaa ja yksinkertaistaa asennusta että tekee koneesta varmempitoimisen koska jokainen liitännänpiste on aina mahdollinen vikapiste.

Logiikan tulo- ja lähtökorttien lukumäärään nämä muutokset tietävät tietysti lisäystä. Käytössä purkinmuodostusyksikössä on tällä hetkellä yhteensä 86 tuloa ja 73 lähtöä. Jo käytössä olevissa logiikan tulo- ja lähtökorteissa on 32 paikkaa. Näitä samoja 16 paikkaisia kortteja käyttämällä tarvitaan kolme kappaletta tulokortteja ja kolme kappaletta lähtökortteja. Näin ollen paikkoja jää vielä vapaaksi mahdollisia muutoksia varten. Tällä hetkellä tulo- ja lähtökortteja on käytössä kaksi kappaletta kumpiakkin, joten kahden kortin lisäys ei vaadi suuria muutoksia sähkökaapin lay-out-kuvaan, koska ne mahtuvat poistettavien osien tilalle.

Purkinmuodostusyksikön toinen yläkotelo sen sijaan tyhjenee lähes täysin, koska siellä sijaitsivat Trajexian I/O-hajautusyksikön kytkentäpisteet. Tätä tilaa on mahdollista käyttää hyväkseen, jos sähkökaapista halutaan siirtää joitakin komponentteja pois.

4.1.2 Lämpötilanmittaukset ja analogiakortit

Lämpötilanmittauksia varten otetaan käyttöön Omronin logiikkaan liitettävät lämpötilanmittauskortit. Nykytilanteessa mittauspiirit on rakennettu seuraavalla tavalla. Termoelementti johdotetaan Nokevalin valmistamaan lämpötilalähettimeen, josta virtaviesti johdotetaan logiikan analogiakortille. Käyttämällä logiikassa lämpötilanmittauksiin tarkoitettuja analogiakortteja, voidaan lämpötilalähettimet jättää piireistä pois. Tämä tuo sekä kustannussäästöjä että helpottaa asennustyötä. Lämpötilanmittauksia purkinmuodostusyksikössä on yhteensä 11 kappaletta. Omronin lämpötilanmittauskortteja on olemassa kuusipaikkaisia, mallimerkintä CJ1W-TS562. Kaksi tällaista korttia riittää kattamaan kaikki lämpötilanmittaukset.

Lisäksi purkinmuodostusyksikössä on kaksi analogista paineilmamittausta. Näille tarvitaan siis lisäksi yksi jo ennestään koneessa oleva analogiatulokortti. Alunperin logiikassa oli kaksi analogiatulokorttia, ja muutosten jälkeen kokoonpanoon kuuluu yksi analogiakortti ja kaksi lämpötilanmittauskorttia. Analogiakortit ja lämpötilanmittauskortit ovat logiikkaan liitettäviä moduuleita, joten korttien lukumäärän lisääntyminen ei aiheuta suuria muutoksia lay-outiin.

Suurin muutos tässä uudessa kokoonpanossa on se, että nyt termoelementtikaapelit johdotetaan sähkökaapista suoraan mittauspisteisiin. Asennuksessa on tärkeä kiinnittää huomiota johdotusreitteihin, jotta kaapeleita ei tarvitse vaihtaa rikkoontumisen takia.

4.1.3 Anturimuutokset

Anturimuutoksiin ei purkinmuodostusyksikössä ole suurta tarvetta, sillä antureita on päivitetty aina sitä mukaa kun ongelmia on ilmennyt. Joitain muutos kohteita löytyi silti niistäkin. Rainojen eli materiaalirullien jatkoksienlukuantureita on linjassa yhteensä kolme kappaletta. Kaksi niistä sijaitsee purkinmuodostusyksikössä. Anturit siis lukevat materiaalirullien katkoskohtia. Kun materiaalirulla on lopussa, liitetään siihen uusi täysi rulla tähän toimenpiteeseen tarkoitettulla teipillä. Antureiden on tarkoitus lukea tämä teippi, jotta linja osaa katkaista materiaalista tämän teippikohdan pois. Jatkoksenlukuantureita on purkinmuodostusyksikössä kaksi kappaletta, toinen on tyypiltään Omronin valokenno E3S-VS1B4 ja toinen SICK:n valokenno KT5G-2P1111. Nämä anturit tulevat jatkossa olemaan samanlaisia Omronin valokennoja. Näin ollen linjasta saadaan vähennettyä taas yksi komponentti pois. Juuri tällaisilla muutoksilla helpotetaan asentajien ja myös oston toimintaa.

Toinenkin anturimuutos koskee valokennoja. Purkinmuodostusyksiköstä löytyi yksi erilainen valokenno, tyypiltään Omron E3Z-D81, jollaista ei ole muualla linjassa. Kaikki muut linjan valokennot ovat tyypiltään Omronin E3Z-R81. Näiden kahden anturityypin suurin ero on siinä, että D81-anturi on kohteesta heijastava valokenno, kun taas R81 tarvitsee heijastin pinnan toimiakseen. Ehdotus on, että kaikki valokennot muutetaan tyypiltään E3Z-D81-mallisiksi. Teorian tasolla tämä on mahdollista, ja pieni testi vahvisti, että R81-mallit voidaan korvata D81-malleilla. Ennen kuin muutos otetaan käyttöön täytyy kyseisiä antureita toki testata pidemmän aikaa, jotta voidaan olla täysin varmoja, että ne toimivat ongelmitta. Toteutuessaan tämä muutos helpottaa jälleen sekä asennusta että ostoa. Ja tällä kertaa linjasta jäisi pois kerralla kaksi komponenttia.

Valokuituvahvistimia ja valokuituja purkinmuodostusyksiköstä löytyi myös useita eri malleja. Pääsyy tällaisiin erityyppisten komponenttien käyttöön lienee se, että asennuksella ei ole ollut alusta alkaen käytössään kunnollisia sähködokumenteja. Näin ollen linjoja on rakennettu kopioimalla edellistä linjaa. Ja tietysti jos yhdessä linjassa on ollut vääryntyyppinen komponentti, on se kopioitu aina myös seuraavaan. Myös inhimilliset virheet voivat aiheuttaa tällaisia eroavaisuuksia, sillä anturien mallimerkinnöissä ei tarvitse olla kuin yhden kirjaimen ero ja ne ovatkin jo aivan erilaisia. Silti niiden toiminta voi olla tarkoituksenmukaista eikä niihin näin ollen kiinnitetä suurempaa huomiota. On tärkeätä, että kaikki mahdolliset ylimääräiset komponentit karsitaan linjasta pois, jotta niitä ei edes tilata varastoon, jolloin tällaisten inhimillisten virheiden määrä vähenee.

Valokuituvahvistimia pelkästään purkinmuodostusyksiköstä löytyi kolmea eri tyyppiä. Tulevaisuudessa olisi järkevämpää käyttää ainoastaan yhtä Omronin E3X-DA41SE-S-mallia. Tässä mallissa on riittävästi toiminto kattamaan tarpeet koko linjastossa. Valokuituja purkinmuodostusyksiköstä löytyi kahta erimallia. Molemmat ovat Omronin mallistosta, toinen on malliltaan E32-DC200 ja toinen E32-TC200. Näistäkin voi toisen jättää kokonaan pois ja siirtyä käyttämään vain mallia E32-DC200. Näissä kahdessa eri mallissa suurin ero on se, että E32-DC200-mallissa ovat lähetin ja vastaanotin yhdessä, kun taas mallissa E32-TC200:n lähetin ja vastaanotin ovat omia yksiköitään. Toinen ero on lukuetaisyudessa. Malli E32-TC200 pystyy havaitsemaan muutokset suuremmalta etäisyydeltä. Tällä ei käytössä kuitenkaan ole merkitystä, ja voidaan hyvin poistaa jälleen yksi komponentti varaston valikoimasta.

4.2 Täyttöyksikkö

Täyttöyksikössä muutoskohteita on hieman enemmän, muutokset ovat verrattain pieniä parannuksia mutta yhdessä niistäkin muodostuu huomattava muutos täyttöyksikön automaatiojärjestelmään.

4.2.1 I/O-yksiköt

Tällä hetkellä täyttöyksikössä on tuloja käytössä yhteensä 336 kappaletta, näistä vapaana on 73 tuloa. Lähtöjä täyttöyksikössä on 224 kappaletta, ja niistä on vapaana 91 kappaletta. Lisäksi analogisia tuloja on sata kappaletta, ja niissä vapaita paikkoja on ainoastaan yksi kappale. Analogiatuloista kerrotaan lisää luvussa analogiatulot. Tulo- ja lähtöyksiköissä vapaita paikkoja on hyvin suuri määrä, ja tätä määrää tullaankin vähentämään huomattavasti, jättäen kuitenkin tilaa mahdollisille muutoksille. Uudet Smartslice-kortit ovat tässä suhteessa myös edeltäjiään parempia. Modulaarisuutensa takia kortteja voidaan lisätä tarpeen vaatiessa hyvinkin helposti. Vanhan mallisia DRT2-kortteja ei voinut ilman väyläkaapelin uudelleen johdotusta lisätä järjestelmään.

Suurin osa täyttöyksikön tuloista tuodaan I/O-korteille Feston anturiblokkien kautta. Näitä anturiblokkeja täyttöyksikössä on 12 kappaletta, ja niissä jokaisessa on paikka 12 tulolle. Tämä tekee yhteensä 144 tuloa. Nykyisessä järjestelmässä jokaisen anturiblokin kaikkia 12 tuloa ei ole johdotettu eteenpäin tulokorteille, mikä on hieman erikoista. Tämä tarkoittaa siis sitä, että kaikki vapaana olevat anturiblokkipaikat eivät olekaan todellisuudessa käytössä. Tämä epäkohta tullaan myös tämän työn seurauksena muuttamaan. Tulevaisuudessa siis voidaan anturit kytkeä huoletta mihin tahansa vapaana olevaan anturiblokin paikkaan, ja voidaan olla varmoja siitä, että tieto myös siirtyy eteenpäin.

Anturiblokeissa tapahtuu työn seurauksena myös muita muutoksia. Anturiblokkien lukumäärä pysyy silti tulevaisuudessakin samana. Kaksi anturiblokkia poistetaan, koska ne ovat nykyisillä paikoillaan turhia, ja kaksi uutta asennetaan anturien johdotuksia helpottamaan. Toinen anturiblokki lisätään linjan aseptiikkaan. Tällä tavoin kun aseptiikka kasataan erillään muusta linjasta, saadaan koko aseptiikan sähköistys myös tehtyä valmiiksi esikokoonpanossa, mikä ei aiemmin ole ollut mahdollista. Toinen anturiblokki asennetaan saumainlevylle, energiaketjun päähän. Tähän anturiblokkiin voidaan täten johdottaa kaikkien 12 saumaimen sylinterirajatiedot. Tämä helpottaa huomattavasti energiaketjun johdotustyötä, jossa tällä hetkellä kulkee kaikki 12 anturikaapelia.

Täyttöyksikössä on myös sähkökaapissa sijaitsevia logiikan I/O-hajautuskortteja. Nämä kortit pysyvät ennallaan, ainoastaan joitakin yksittäisiä tuloja ja lähtöjä siirretään väyläkorteille asennuksen helpottamiseksi.

4.2.2 Väylän I/O-kortit

Merkittävin muutos täyttöyksikössä tapahtuu väyläkorteissa. Tällä hetkellä käytössä on Omronin DRT2 Devicenet-väyläkortteja. Kortit ovat toimineet moitteetta, mutta ne tarvitsevat paljon esikokoonpanotyötä, sillä jokaiselle tulo- ja lähtökortille pitää rakentaa oma riviliitinryhmä, johon sitten voidaan kentältä tulevat johdot kytkeä. Nämä väyläkortit tullaan korvaamaan Omronin Smartslice etä-I/O-korteilla. Smartslice-korttien suurin etu asennuksen kannalta on kytkennän helppous. Niihin voidaan suoraan johdottaa kentältä tulevat kaapelit. Lisäksi liitokset toteutetaan ruuvittomilla jousikiinnitteisillä liitoksilla. Smartslice-sarja on modulaarinen etä-I/O-sarja. Rakenne on hyvin samanlainen kuin käytössä olevissa Omronin logiikoissa. Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen etä I/O-yksikkö tarvitsee oman väylä- ja tehonsyöttöyksikön. Liitteenä 2 on Smartslice yksiköiden tekniset tiedot. Täyttöyksikön yläkoteloissa sijaitsevat väyläkortit on jo nykytilanteessa koottu ryhmiksi, joten näiden ryhmien tilalle sijoitetaan tarvittava määrä keskusyksiköitä ja tulo- sekä lähtökortteja.

Smartslice I/O-kortteja ei ole saatavilla kuin kahdeksalla tulolla tai lähdöllä varustettuna. Nykyiset DRT2-kortit on varustettu 16 tulolla tai lähdöllä.

I/O-korttien muutoksien yhteenvedona voidaan laskea, kuinka monta väyläkorttia muutoksien jälkeen täyttöyksikköön tarvitaan. Anturiblokit, joita on yhteensä 12 kappaletta, vaativat 144 tuloa. Lisäksi suoraan väyläkorteille johdotettavat tulot vaativat yhteensä 6 tulokorttia, ja pesukeskukseen tarvitaan 2 tulokorttia. Näin ollen väylään liitettäviä tulokortteja tarvitaan 28 kappaletta. Yhteismääräksi saadaan siten 224 tuloa. Yksittäisten tulojen siirtojen jälkeen väylään liitettävien tulojen määrä on 197 kappaletta, joten vapaita tuloja väylään jää 27 kappaletta.

Tällä hetkellä väylässä on 15 tulokorttia, joten tulojen määrä hieman vähenee. Ainoastaan aseptiikan sähkökaappiin lisätään tulojen määrää. Näin siksi, että se helpottaa asennustyötä.

Lähtökortteja väylässä on tällä hetkellä kahdeksan kappaletta. Niissä on vapaita paikkoja kuitenkin 47 kappaletta. Laajennuksille pitää toki olla varaa, mutta hieman pienempikin määrä riittäisi. Lähtökorteissa on sama tilanne kuin tulokorteissa. Vanhan mallisissa korteissa on 16 lähtöä joka kortilla, kun taas uudenmallisissa Smartslice-korteissa on kahdeksan lähtöä joka kortissa. Lähtökortit on sijoitettu linjan yläkoteloihin siten, että ne sijaitsevat lähellä ohjattavia lähtöjä. Näin ollen uudet kortit on järkevä sijoittaa kuten vanhatkin. Määrällisesti uudenmallisia kortteja tulee koko linjaan 12 kappaletta. Tämä tarkoittaa, että väylän kautta ohjattavia lähtöjä tulee yhteensä 96 kappaletta. Näistä vapaaksi jää 19 lähtöä. Tarpeen tullen lähtökorttejakin on yhtä helppo lisätä järjestelmään kuin tulokortteja.

4.2.3 Lämpötilanmittaukset ja analogiakortit

Lämpötilatietoja syötetään täyttöyksikön logiikalle kahta eri reittiä. Toinen tapa on sama kuin purkinmuodostusyksikössä eli lämpötilalähettimillä analogiakorttien välityksellä. Toinen yksinkertaisempi tapa on väylän lämpötilanmittauskortteja käyttämällä. Tällä hetkellä käytössä on Omronin

DRT2-TS04T-lämpötilanmittauskortteja. Nämä kortit tullaan korvaamaan Smartslice sarjan GRT1-TS2T-korteilla. Smartslice-sarjan kortteihin saadaan kytkettyä kaksi lämpötilanmittausta joka kortille. Nämä lämpötilanmittauskortit voidaan liittää samoihin yksiköihin kuin väylän tulo- ja lähtökortitkin.

Täyttöyksikössä on yhteensä 19 lämpötilanmittausta joista lämpötilatieto siirretään logiikkaan lämpötilalähettimien avulla. Näistä 12 mittausta tulee saumaimilta. Näitä mittauksia ei kannata siirtää väylään, sillä nämä lämpötilalähettimet ohjaavat myös lämmityspiirissä olevia yllämpöreileitä. Sen sijaan seitsemän muuta lämpötilanmittausta voidaan siirtää väyläkorteille. Nämä seitsemän mittausta, ovat kaikki eripuolilla täyttöyksikköä olevia putkilinjojen lämpötilanmittauksia. Mittauksista viisi sijaitsee täyttöyksikön aseptiikkaosassa. Näille viidelle mittaukselle on siis järkevää sijoittaa kolme mittauskorttia aseptiikan sähkökaappiin. Näin ollen kun aseptiikkaa kasataan erillään muusta linjasta, voidaan lämpötila-antureiltakin johdottaa jatkojohdot valmiiksi mittauskortille. Kahdelle jäljelle jäävälle mittaukselle, täytyy mittauskortti sijoittaa johonkin sopivaan yläkoteloon. Sijoituksen pitäisi onnistua melko helposti, sillä uudenmalliset Smartslice kortit vapauttavat paljon lisätilaa täyttöyksikön yläkoteloihin. Yhteensä väylän lämpötilanmittauskortteja täyttöyksikköön tulee 29 kappaletta.

Täyttöyksikön kaikki muut analogiatulot johdetaan logiikan analogiakorteille, jotka sijaitsevat täyttöyksikön sähkökaapissa. Analogiakortit ovat samanlaisia kuin purkinmuodostusyksikössä. Jokaiseen korttiin voi liittää kahdeksan analogiatuloa. Alun perin analogiakortteja oli seitsemän kappaletta, mutta lämpötilanmittausten siirron takia niitä tarvitaan tulevaisuudessa yksi vähemmän.

4.2.4 Anturimuutokset

Täyttöyksikön antureihin ei juurikaan tullut muutoksia tämän työn seurauksena. Pohjarainan jatkoksenlukuanturi vaihtuu erityyppiseksi sekä kaksi valokennoanturia vaihtuvat. Kuten purkinmuodostusyksikön tekstissä jo mainittiin, on linjassa kahta erityyppistä jatkostenlukuanturia. Myös täyttöyksikössä on käytössä SICK:n malli KT5G-2P1111. Tämä on tällä hetkellä ainoa SICK:n anturimalli, joka on käytössä, joten korvaamalla tämän Omronin vastaavalla tuotteella ei ole tarvetta tilata tulevaisuudessa mitään SICK:ltä. Toinen anturimuutos, joka myös mainittiin jo aiemmin

tekstissä, on valokennotyyppin E3Z-R81 korvaaminen mallilla E3Z-D81. Täyttöyksikössä näitä valokennoja on kaksi kappaletta.

4.3 Kaapelit

Eri kaapelityyppejä linjasta löytyi melko suuri määrä. Suuri osa näistä koostui ohuista moninapaisista kaapeleista. Työn tarkoituksena oli myös selvittää, mitä näistä kaapeleista oikeasti tarvitaan. Tämä kaapelityyppien suuri määrä osaltaan on sekoittanut linjojen sähköistystä, sillä kun kaapeliluetteloita ei ole ollut käytössä, on asennuksissa käytetty omasta mielestä sopivaa kaapelia. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa sähkökuviin on ollut mahdotonta päivittää johdinvärejä, koska ne ovat lähes joka linjassa erilaiset. Lisäksi oli tarkoitus kartoittaa, pystytäänkö kaapelityyppejä vaihtamalla helpottamaan ja nopeuttamaan linjan sähköasennusta.

4.3.1 230 Voltin järjestelmä

Moottorikaapeleiden ja syöttökaapeleiden kaapelityyppimäärää ei ole syytä lähteä vähentämään, sillä ne määräytyvät standardien mukaan ja niihin ei voida vaikuttaa. Lämmityspiirien syöttökaapelit olivat ainoat vahvavirtakaapelit, joihin työn seurauksena kohdistuu muutoksia. Linjan yläkoteloihin on lämmityspiirien puolijohdereleitä koottu aina ryhmiin, joten tällaisille ryhmille voidaan käyttää yhtä useampijohtimista kaapelia, sen sijaan, että jokaiselle puolijohdereleelle tulisi oma syöttökaapeli. Samaa ajatusta käyttäen voidaan johdottaa saumainlevyn 12 saumaimelle syötöt, neljällä seitsemännapaisella kaapelilla nykyisen 12 kaapelien sijaan. Tällä tavoin kaapelit vievät vähemmän tilaa, ja niiden johdottaminenkin tapahtuu nopeammin. Kaapelimääriä vähennettäessä on otettava huomioon, että maadoituspisteitä tulee tarpeeksi. Sillä aina kun kaapeleita vähennetään, vähenee myös maadoitusjohtimien määrä.

4.3.2 24 Voltin järjestelmä

Pienjännite ja instrumentointikaapeleita linjojen rakennuksessa on ollut käytössä aivan liikaa. Käytössä on ollut 0,35 mm²:n , 0,5 mm²:n ja 0,75 mm²:n johdinpinta-alalla varustettuja kaapeleita. Lisäksi kaikkia eri johdinpinta-alalla varustettuja kaapeleita on ollut käytössä usealla eri johdinmäärällä varustettuna. Yhteensä näitä eri kaapelityyppejä on ollut viisitoista. Tulevaisuudessa tullaan käyttämään vain 0,5 mm²:n johdinpinta-alalla varustettuja kaapeleita, 24 voltin järjestelmissä. Tämä kaapelikoko on hyvä kompromissi käytössä olevista kaapeleista. Se ei ole liian paksua käytettäväksi signaalikaapelina esimerkiksi venttiilien rajoissa, eikä liian ohutta käytettäväksi 24 voltin syöttökaapelina. Toki käytettäessä syöttökaapelina mainittua kaapelia, täytyy huomioida kaapelien pituuden aiheuttama jännitteenalenema. Jotta jännitteenalenemalla olisi merkitystä pitäisi kaapelien olla useita kymmeniä metrejä pitkiä. Näin pitkiä kaapelivetoja ei normaalitilanteessa linjassa esiinny. Näin saadaan vähennettyä kaapelityyppien määrän noin puoleen

nykyisestä. Myös tämän muutoksen myötä asentajien työ helpottuu huomattavasti.

4.4 Sähkösuunnittelu

Muutoksien tekemisen mahdollistamiseksi piti sähkökuvat ja muut dokumentit kuten anturiluettelot ja kaapeliluettelot saada ensin vastaamaan linjan nykytilannetta. Sähkökuvien päivittäminen on vielä melko helppoa, sillä asentajilta tulee kuvista löytyvistä virheistä välitöntä palautetta. Kaapeliluetteloiden ja anturiluetteloiden päivittäminen on ollut hieman hankalampaa, sillä lähes jokainen linja on hieman erilainen kuin muut. Mutta jotta tulevaisuudessa sarjatuotannossa valmistettavat koneet olisivat identtisiä keskenään, on tärkeätä saattaa nämä dokumentit ajan tasalle. Myös tämän työn teon edellytyksenä ovat olleet todenmukaiset sähködokumentit. Sillä ilman todenmukaista tietoa on hyvin vaikea lähteä etsimään asiasta parannuskohteita.

Työssä esitettyjen uudistuksien takia tarvitsee tietysti päivittää taas sähködokumentteja. Enemmän muutoksia tarvitsee kuitenkin tehdä logiikkojen sovellussuunnitteluun. I/O-korttien muutoksien takia tulojen ja lähtöjen osoitteet tulevat muuttumaan, mikä vaikuttaa eniten juuri ohjelman tekoon. Myös lähes jokainen piirikaavion sivu tulee tämän takia tarvitsemaan päivitystä. Suurin ulospäin näkyvä muutos tulee kuitenkin tapahtumaan linjan yläkoteloissa, ja niiden lay-out-kuvissa. Uudet väylän Smartslice-kortit kun ovat paljon edeltäjiään pienempi kokoisia. Uudet kortit tulevat kutakuinkin samoille paikoille kuin edeltäjänsä, joten siinä mielessä lay-out-kuvienkin päivitys on melko helppo työ.

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli päivittää linjan sähköistyksessä käytettävät dokumentit, sekä valita käyttöön asennusta mahdollisesti helpottavia komponentteja. Perimmäinen syy työhön oli linjan sähköistykseen käytettävän ajan lyhentäminen.

Työn tekeminen on ollut melko kaksijakoinen prosessi. Tärkein asia oli rajata linjaan tehtävät muutokset sopivan laajuiseksi kokonaisuudeksi, sillä mahdollisuuksia olisi ollut vaikka kuinka laajaan työhön.

Suurin apu työtä tehdessä oli tietysti oma asennuskokemus, ja linjan ongelmien tuntemus. Työn muutoksien toteuttaminen ei siis ollut kovinkaan hankalaa, vaan vasta niiden saattaminen tähän kirjalliseen muotoon oli. Sitä tullaanko tässä työssä esiteltyjä muutoksia ikinä linjaan toteuttamaan on vaikea sanoa. Tässä maailmantalouden tilanteessa täytyy toivoa, että linjojen valmistus jatkuu edes jossain muodossa.

LÄHTEET

- [1] <http://www.lamican.com> 5.8.2009
- [2] <http://www.omron.fi> 23.10.2009

LIITTEET

LIITE 1 Täyttöyksikön väylärakenteen kaaviokuva

LIITE 2 Smartslice yksiköiden tekniset tiedot

