

TYPETYSLAITTEEN AUTOMATISOINTI

Otto Valkonen

Opinnäytetyö
Lokakuu 2010

Kone- ja tuotantotekniikka
Teknologia





Tekijä(t) VALKONEN, Otto	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 16.08.2010
	Sivumäärä 49+24	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi TYPETYSLAITTEEN AUTOMATISOINTI		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) STRÖM, Markku, lehtori		
Toimeksiantaja(t) NIRONEN, Isto Millog Oy, Optroniikka, Lievestuore		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli typetyslaitteen automatisoinnin suunnittelu ja toteuttaminen prototyyppitasolla. Automatisoinnilla pyrittiin vähentämään typetykseen käytettäviä henkilöstöresursseja, joita nykyisin käytössä manuaalinen typetyslaite vie paljon. Toisena tavoitteena oli Millog Oy:n tuotekehitysprosessin seuranta ja arviointi. Tuotekehitys on nykyisessä muodossaan uusi asia Millog Oy:ssä ja tuotekehitysprosessin toimintaa haluttiin arvioida opinnäytetyön kohdeprojektia seuraamalla.</p> <p>Projekti suoritettiin Millog Oy:n tuotekehityksen projektiohjeen mukaan, jotta pystyttiin samaan mahdollisimman tarkka kuva ohjeistuksen toimivuudesta. Automatisoinnin suunnittelu aloitettiin tutustumalla tarkasti nykyiseen manuaaliseen typetyslaitteeseen. Lähtötietojen pohjalta tehtiin vaatimusmäärittely ja projektin kustannusarvio. Vaatimusmäärittelyn hyväksymisen jälkeen pyydettiin tarjouksia tarvittavista osista, joista valikoimme parhaiten projektille sopivan toimittajan. Ohjelmointi aloitettiin osien määrittämisen ja tilauksen jälkeen ja sitä testattiin Step 7:n simulointi työkalulla, sekä logiikan saapumisen jälkeen myös sillä. Kokoonpanotyötä tehtiin sitä mukaa, kun osia saapui. Lopulliset testaukset oikeilla typetettävillä laitteilla tehtiin heti, kun oli saatu ohjelma varmasti toimivaksi.</p> <p>Lopputulos on juuri sitä mitä projektin alussa suunniteltiin. Typetyslaitteen automatisointi ja käytettävät komponentit on valittu ja suunnitelmien pohjalta on tehty toimiva prototyyppi, joka on tarkoituksena tehdä tuotannolliseksi laitteeksi heti kun sitä on testattu tarpeeksi tuotannossa. Tuotekehityksen osalta tulokset jäivät vaatimattomiksi, koska prosessi arvioitiin hyvin toimivaksi, eikä sen katsottu tarvitsevan suuria muutoksia.</p>		
Avainsanat (asiasanat) automatisointi, ohjelmoitava logiikka		
Muut tiedot		



Author(s) VALKONEN, Otto	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 16.08.2010
	Pages 49+24	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title PLANNING AN AUTOMATIC NITROGEN PURGING SYSTEM		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) STRÖM, Markku, lecturer		
Assigned by NIRONEN, Isto Millog Ltd, Optronics, Lievestuore		
Abstract <p>The subject of this Bachelor's thesis was to plan an automatic nitrogen purging system and to build a prototype of it. By automation the company is looking for savings in human resources costs. Another aim of the project was to evaluate the functionality of the product development process. Product development in its current form is a new matter in Millog Ltd's optronics unit and the company wanted to evaluate it.</p> <p>The project was carried out by the documentation of Millog Ltd's product development process, in order to get an exact picture of the functionality of the product development process. Automation planning was started by getting to know the function of manual nitrogen purging device currently in use. Based on the gathered information, a specification for the system to be planned was made. After getting an approval of the specification tenders for the needed parts were requested. Then based on the tenders the suppliers were chosen. Programming got started right after the decision of which PLC supplier the company was going to use. Programming was made with Siemens Step 7 program and it was tested with the simulation part of Step 7. Assembly was done when the parts arrived and testing with the real devices to be purged was done when it was certain that the program and the purging device as a whole were working properly.</p> <p>As a result there is a functioning automatic purging device prototype, just as planned at the beginning. In the future the prototype is planned to be designed and built to be a finished product after it has been tested in production. Improvements on the product development process were quite insignificant. This is because the product development process was evaluated to be well organized and it did not need any major improvements.</p>		
Keywords automation, PLC, programmable logic controller		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET	4
1.1 Millog Oy.....	4
1.2 Lievestuoreen toimipiste	4
1.3 Opinnäytetyön tausta.....	5
1.4 Opinnäytetyön tavoitteet	6
2 TYPETYS	7
3 TUOTEKEHITYSPROSESSI	9
4 AUTOMATISOINTI.....	12
4.1 Ohjelmoitava logiikka	13
4.1.1 Ohjelmointi	17
4.1.2 Ohjelmointikieli	17
4.1.3 Yksiköt.....	20
4.1.4 Funktiot	20
4 TYPETYSLAITTEEN AUTOMATISOINTI.....	23
4.1 Esiselvitys	23
4.1.2 Vaatimusmäärittely.....	23
4.1.3 Tekninen erittely	25
4.2 Hankinta.....	28
4.3 Ohjelmointi.....	28
4.4 Kokoonpano.....	39
4.5 Testaus	42
5 TULOKSET	43
5.1 Typetyslaite.....	43
5.2 Tuotekehitysprosessi	44
6 TULOSTEN ARVIOINTI JA JATKOTOIMENPITEET	45
6.1 Typetyslaite.....	45
6.2 Tuotekehitysprosessi	46

6.3 Henkilökohtaiset oppimistulokset.....	47
LÄHTEET.....	48

KUVIOT

KUVIO 1. Manuaalinen typetyslaite.....	5
KUVIO 2. Millogin T&K prosessin vaiheet	9
KUVIO 3. Ohjelmoitavan logiikan rakenne	14
KUVIO 4. Esimerkki LAD-ohjelmointikielestä	18
KUVIO 5. Esimerkki FBD-ohjelmointikielestä	19
KUVIO 6. Esimerkki STL-ohjelmointikielestä.....	19
KUVIO 7. Tiiveystestin ohjelman lohkokaavio	29
KUVIO 8. Tyypitäytön ohjelmakaavio.....	30
KUVIO 9. Alipaineen ohjelman lohkokaavio	31
KUVIO 10. Laitemäärän valinta	32
KUVIO 11. Typetysohjelma, asetusarvojen syöttö	33
KUVIO 12. Typetysohjelma, proportionaaliventtiin ohjaus	35
KUVIO 13. Typetysohjelma, paineen tasaantumisen kompensointi	36
KUVIO 14. Typetysohjelma, tiiveystestin aloitushetken painearvon tallennus	37
KUVIO 15. Typetysohjelma, tiiveystestin vertailupainearvon määrittäminen	37
KUVIO 16. Typetysohjelma, tiiveystesti.....	38
KUVIO 17. Prototyypin kokoonpanopiirros	39
KUVIO 18. Prototyypin kokoonpano.....	40
KUVIO 19. Prototyypin ohjauspaneeli	41
KUVIO 20. Tyhjiöpumpun kansi	42
KUVIO 21. 3D-malli valmiista tuotteesta.....	44

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Automaattisen typetyslaitteen toimilaitteet	24
TAULUKKO 2. Ohjelmoitavan logiikan tulojen ja lähtöjen määrittely.....	25
TAULUKKO 3. Logiikan komponentit	26

LIITTEET

- Liite 1. Vaatimusmäärittely
- Liite 2. Projektisuunnitelma
- Liite 3. Osaluettelo (Ei julkinen)
- Liite 4. Testaussuunnitelma
- Liite 5. Testausraportti (Ei julkinen)
- Liite 6. Käyttöohje

1 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

1.1 Millog Oy

Millog Oy on vuonna 2009 toimintansa aloittanut, Puolustusvoimien kunnossapitoon erikoistunut yritys. Millog on osa Patria-konsernia, ja sen pääomistajat ovat Patria Oyj ja Insta Group Oy. Yrityksen päätoimialoina ovat asejärjestelmien, ajoneuvojen, elektroniikan ja optiikan sekä suojeluvälineiden huolto ja kunnossapito, joka kattaa järjestelmien elinkaaripalvelut, huollot ja korjaukset sekä mahdolliset muutos- ja päivitystyöt. Yritys toimii Puolustusvoimien strategisena kumppanina, ja toimenkuvaan kuuluu huoltopalveluiden tarjoaminen myös kriisitilanteissa sekä kansainvälisten joukkojen toiminnassa. Puolustusvoimien lisäksi yrityksellä on kasvavassa määrin asiakkaina myös muita sotilasteollisuuden ja viranomaispuolen toimijoita. (Millog Oy 2010.)

Millog Oy:llä on yhteensä seitsemän toimipistettä, jotka sijaitsevat eri puolilla Suomea, pääkonttori on Tampereella. Pääosassa yrityksen toimipisteitä suoritetaan huoltovarikko toimintaa, joka on yrityksen tärkein Puolustusvoimille tarjoama palvelu. (Nironen 2010.)

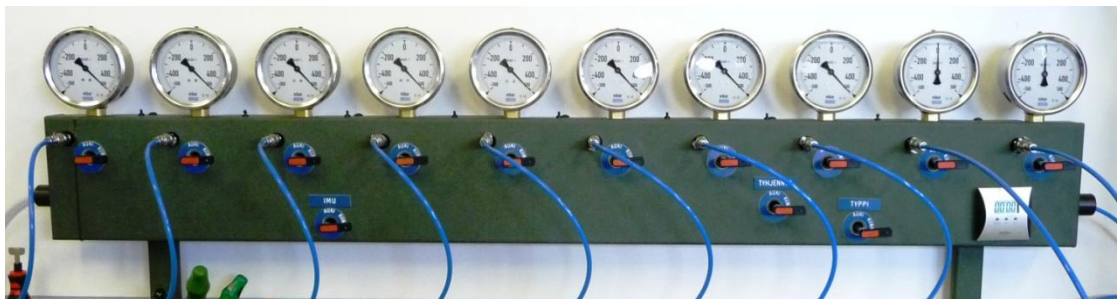
1.2 Lievestuoreen toimipiste

Millog Oy:n Lievestuoreen toimipiste on yrityksen päätoimialan mukaan keskittynyt Puolustusvoimien huoltopalveluiden tarjoamiseen. Lievestuoreen toimipisteeseen kuuluvat optroniikka-, suojelu- sekä ase- ja ajoneuvoyksiköt. (Nironen 2010.)

Opinnäytetyön aihe löytyi optroniikkayksiköstä, joka on keskittynyt optisten ja elektroniikkaa sisältävien optisten laitteiden huoltoon ja korjaukseen. Elektroniikkaa sisältäviä optisia laitteita ovat mm. valonvahvistimet, lämpökamerat ja erilaiset tähtäinjärjestelmät. Optroniikkayksiköllä on myös omaa tuotantoa valonvahvistimissa. Millogin omia tuotteita ovat mm. VV2000- ja siitä jatkokehitetty VVLite- valonvahvistimet. (Nironen 2010.)

1.3 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön toimeksiantona oli typetyslaitteen automatisointi. Typetyslaitteen käyttötarkoitus on optisten laitteiden sisältämän ilman korvaaminen typellä. Nykyisin laitteiden typetys tehdään manuaalisella laitteella, jonka käyttö vie paljon aikaa ja henkilöstöresursseja. Laitteeseen kytketään kymmenen kappaletta typetettäviä laitteita, joihin johdetaan laitevalmistajan ohjeessa määritellyn syklin mukaan vuoronperään alipaine ja ylipaineinen typpi. Ohjaus tapahtuu käsikäyttöisiä venttiilejä säätäen ja mittariarvoja seuraten. Ylipaineinen typpi tulee typpikaasupullosta, ja alipaine muodostetaan alipainepumpulla. Typetys on yleensä aina viimeinen tehtävä toimenpide laitteiden huollossa ja uustuotannossa. Typetyksen jälkeen laitteille voidaan suorittaa vielä muita testauksia ja mittauksia, mutta varsinaista kokoonpanoa ei laitteille typetyksen jälkeen suoriteta. Myös vastaanottotarkastuksissa, jotka asiakas vaatii, suoritetaan yleensä ainakin tietylle otannalle tiiveystesti, jolla asiakas varmistaa laitteiden tiiveyden. (Pylvänäinen 2010.) Kuviossa 1 on nykyisin käytössä oleva manuaalinen laite.



KUVIO 1. Manuaalinen typetyslaite

Typetys tapahtuu siten, että aluksi laitteet täytetään typellä hitaasti painepuolen sulkuventtiiliä avaamalla, laitekohtaisesti määriteltyyn ylipaineeseen, minkä jälkeen venttiili suljetaan. Ylipaineistuksen jälkeen kaikki laitelähdöt yhdistävän runkolinjan tyhjennysventtiili avataan, jolloin ylipaine poistuu koko järjestelmästä. Tämän jälkeen tyhjennysventtiili suljetaan ja alipainepumppu käynnistetään. Alipainepuolen sulkuventtiiliä aletaan avata hitaasti, kunnes alipaine saavuttaa asetetun ohjearvo, jolloin venttiili suljetaan ja aloitetaan typpitäyttö

uudelleen. Täytössä ja tyhjennyksessä on tärkeää, että sulkuventtiileitä avataan hitaasti, ettei virtaus laitteiden sisällä kasva liian suureksi. Tällä estetään se, etteivät laitteiden tai typetykslinjan sisällä mahdollisesti olevat epäpuhtaudet lähde liikkeelle ja kulkeudu laitteiden optisille pinnoille. Huuhtelusykli toteutetaan laitemallin mukaan kahdesta viiteen kertaa. (Pylvänäinen 2010.)

Toinen typetykslaitteella suoritettava toimenpide on tiiveystesti. Tämä tapahtuu täyttämällä laitteet typellä laitekohtaiseen ohjearvoon, minkä jälkeen laitteille menevät linjat suljetaan, jokainen omalla sulkuventtiilillään. Tämän jälkeen laitteiden painetta seurataan painemittareista laitekohtaisen ohjeajan verran, ja mikäli paine on laskenut ohjearvoa enemmän, tulee laitteen vuotokohdat selvittää ja korjata. Tiiveystesti suoritetaan yleensä ensimmäisenä ennen paine-alipainehuuhtelua, jotta ei turhaa tehdä huuhtelukiertoa vuotaville laitteille. (Pylvänäinen 2010.)

1.4 Opinnäytetyön tavoitteet

Toimeksiannon tavoitteena oli automatisoida typetyks ja siihen käytettävä laitteisto. Tarkoituksena oli hyödyntää olemassa olevaa laitetta ja tehdä muutokset pääasiassa laitteen ohjaukseen, eli käytännössä nykyiset manuaaliset toimilaitteet ja mittarit tuli vaihtaa automaattisen ohjauksen mukaan toimiviin. Fyysisiin mittoihin ja kotelointiin tuli suunnitella muutoksia, mikäli erilaisten komponenttien käyttö vaatisi lisää asennustilaa.

Projektin tavoitteena opinnäytetyön osalta oli suunnitella laitteen ohjaus ja käytettävät komponentit, sekä rakentaa laiteesta toimiva prototyypimalli. Tarkasti määriteltynä suunniteltava laite tulisi olemaan demonstraattoriasteella, koska se tehdään hyvin yksinkertaisena kokoonpanona, jolla voidaan testata tekniikan toimivuus. Tässä raportissa käytetään laitteesta kuitenkin prototyypin nimeä, koska se oli alusta alkaen projektinimenä laitteella. Tehtävän prototyypin tuli vastata toiminnaltaan tuotannollista laitetta, mutta se oli määrä tehdä pienemmälle kapasiteetille ja ilman kotelointia. Prototyypin testauksen jälkeen tuli tarkastella laitteen tuotannollistamisedellytyksiä sen toimivuuden sekä kustannusvaikutusten mukaan. Laitteen tuotannollistaminen, mikäli se prototyypin

testauksen perusteella katsotaan kannattavaksi, toteutettaisiin normaalina tuotekehitysprojektina opinnäytetyön jälkeen. Lopullisena tavoitteena automatisoinnissa on tuotannon tehostaminen vähentämällä typetykseen käytettäviä henkilötyötunteja sekä laadun parantaminen toimintatapoja yhtenäistämällä.

Opinnäytetyön toisena tavoitteena oli tuotekehitysprosessin toiminnan arviointi ja mahdollisten parannusehdotusten teko. Tuotekehitys on nykyisessä muodossaan varsin uusi asia Millog Oy:n optroniikkayksikössä, ja sitä on tarkoitus kehittää nyt käynnissä olevia tuotekehitysprojekteja seuraamalla. Opinnäytetyön toimeksianto oli yksi käynnissä olevista tuotekehitysprojekteista ja se pyrittiin viemään läpi mahdollisimman tarkasti tuotekehityksen projektiohjeistuksen mukaan, jotta pystyttiin arvioimaan tuotekehitysprosessin toimivuutta.

2 TYPETYS

Typetyksen tarkoituksena on korvata tietyssä tilavuudessa oleva kaasuatmosfääri puhtaalla typpikaasulla, joka on kuiva ja inertti kaasu ja toimii näin ollen suojakaasuna. Hyötyjä suojakaasuatmosfääristä saadaan käyttökohteesta riippuen esimerkiksi paloturvallisuuden paranemisessa, hapettumisen ja korroosion ehkäisemisessä sekä kastepisteen alentamisessa. (Onnettomuuden varaa aiheuttavat aineet.)

Optisissa laitteissa hyöty perustuu kaasun kosteusprosentin ja sitä kautta kastepisteen alentamiseen laitteiden sisällä. Tällä saavutetaan huurtumattomuus, joka on tärkeä ominaisuus optisissa laitteissa. Huurtumattomuus perustuu laitteen sisäisen kastepisteen laskemiseen niin alas, ettei sitä suunnitelluissa käyttöolosuhteissa koskaan saavuteta. Kosteuden tiivistyminen laitteiden sisällä aiheuttaisi paitsi optisten ominaisuuksien heikentymistä myös korroosiota pitkällä aikavälillä. (Pylvänäinen 2010.)

Millog käyttää typetyksissä kahta erilaista typetyksen menetelmää, läpihuuhtelua ja paine-alipainehuuhtelua. Valinta näiden välillä riippuu laitekohtaisesti ohjeista, jotka valmistaja on asettanut. Paine-alipainehuuhtelun etuna verrattuna läpihuuhteluun on sen pienempi typen kulutus ja parempi lopputulos, kun typ-

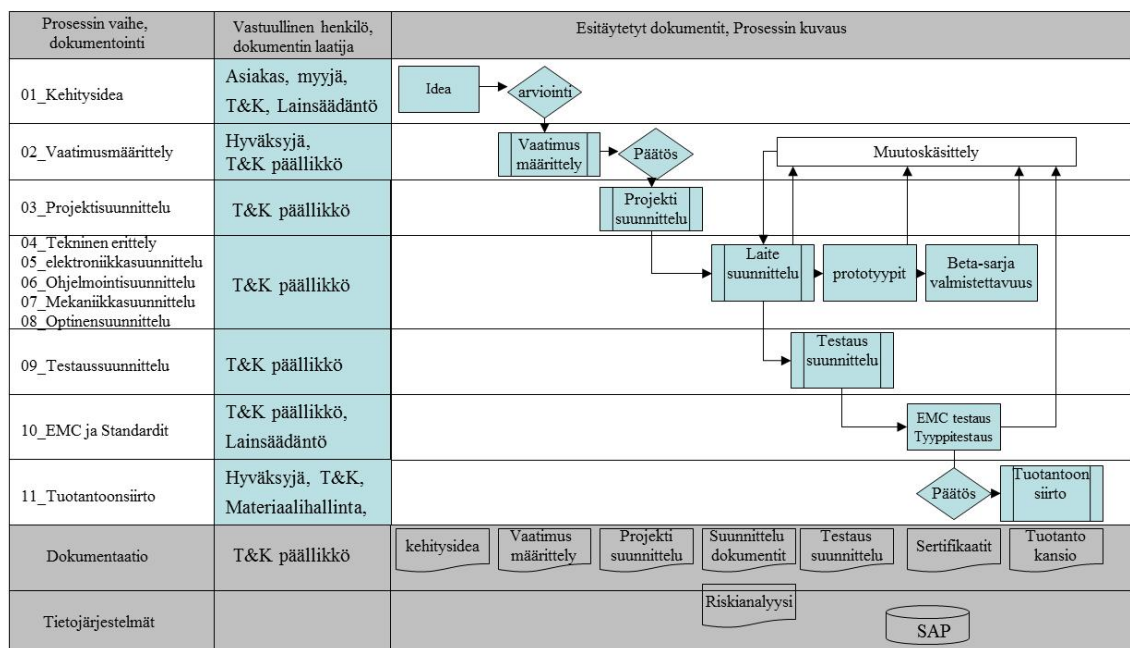
pikaasu on varmemmin levinnyt koko laitteen sisälle. Läpihuuhtelussa kaasua pyrkii kulkemaan pienimmän vastuksen reittiä ulos laitteesta, jolloin laitteen sisäisten rakenteiden aiheuttamiin katvealueisiin voi jäädä kosteampaa ilmaa. Riittävä typpihuuhdelun määrä perustuu valmistajien antamiin ohjeisiin joko paine-alipainehuuhtelun toistokerroista tai läpihuuhtelun ajasta. Ohjeet perustuvat kastepisteen laskemiseen riittävän alais suhteessa suunniteltuihin käyttöolosuhteisiin, mutta kastepistettä ei itse työtetyksessä kuitenkaan mitata. (Pylvänäinen 2010.)

Jako käytettävän työtetyksen välillä tapahtuu pääasiassa laitteen fyysisen koon, sen sisältämän kaasutilavuuden sekä maksimipainearvojen mukaan. Pääasiassa isoimmat laitteet työtetään läpihuuhtelulla ja pienimmät paine-alipainehuuhtelulla. Syy tähän on se, että suuren tilavuuden kuivattaminen paine-alipainehuuhtelulla vaatisi erittäin monta sykliä, jotta koko kaasutilavuus saataisiin vaihdettua. Tämä olisi etenkin manuaalisella laitteella erittäin aikaa vievää, koska sykliä joutuisi säätämään jatkuvasti käsikäytöllä. Lisäksi monien isojen laitteiden maksimipaineen rajat ovat alhaiset herkkien komponenttien takia, joten on järkevämpää läpihuuhdella ne hitaalla virtausnopeudella kuivaksi. (Pylvänäinen 2010.)

Työtetyksen yhteydessä suoritettava tiiveystesti varmistaa laitteiden tiiveyden. Tällä varmistetaan, että laitteiden sisälle johdettu typpi pysyy laitteissa ja laitteiden sisäinen kosteusprosentti pysyy riittävän pienenä huoltojen välisen ajan. Myös laitteiden täydellinen vedenpitävyys varmistuu tiiveystestissä. Suurin osa laitteista jätetään typpikaasulla täytettynä normaaliin paineeseen. Tämä tapahtuu irrottamalla laitteet täyttöputkista, jolloin ylipaineinen typpi purkautuu huoneilmaan. Laite pidetään täyttöaukko ylöspäin, kunnes täyttöruuvi on paikallaan, jolloin typpi jää ilmaa raskaampana kaasuna laitteen sisälle normaalipaineeseen. Osa laitteista jätetään ylipaineinen typpikaasutäyttö. Näiden laitteiden työtetykskanava sisältää venttiilin, joka voidaan sulkea ennen laitteen irrottamista työtetykslinjasta. (Pylvänäinen 2010.)

3 TUOTEKEHITYSPROSESSI

Opinnäytetyön toteutettiin Millogin tuotekehitysprosessin ohjeiden mukaan. Tuotekehitysprosessi on vielä kehitysvaiheessa Millogilla, ja tämä opinnäytetyönä tehtävä tuotekehitysprojekti oli yksi mittari tuotekehitysprosessin toimivuudesta. Millogilla on aikaisemminkin tehty tuotekehitystä, mutta se ei ole ollut systemaattisesti hallittua vaan on kulkenut projektikohtaisesti aina hie- man eri tavoin. Nykyisellään tuotekehitys on jaettu selkeiksi osakokonaisuu- kiksi, joita seuraamalla lopputulokseen päästään johdonmukaisesti. Tuoteke- hityksen malli perustuu Robert Cooperin kehittämään Stage-Gate tuotekehi- tysmalliin jossa prosessi on jaettu vaiheisiin ja niitä seuraaviin päätöksenteko- pisteisiin eli portteihin. Päätöksentekopisteissä on tärkeää arvioida tuotekehi- tysprojektiä kriittisesti ja tehdä päätökset projektin jatkamisesta. (Nironen 2010.) Kuviossa 2. on jäsennelty tuotekehitysprosessin eri vaiheet sekä niiden keskinäiset vaikutussuhteet ja tehtävät dokumentit.



KUVIO 2. Millogin T&K prosessin vaiheet (Nironen 2010.)

Idea

Ideavaiheessa kartoitetaan, mitä projektissa on tarkoitus tehdä ja saavuttaa. Ideoinnissa ei oteta tarkasti kantaa tekniseen toteutukseen vaan keskitytään projektin aiheen rajaamiseen ja selvitettävien asioiden kartoittamiseen. Ideasta voidaan suunnitteluvaiheessa piirtää ja kirjoittaa luonnoksia, joiden pohjalta vastuullinen henkilö laatii puhtaaksikirjoitetun idearaportin. Raportista käyvät ilmi suunnittelussa esiin tulleet asiat ja mahdollisesti tarvittavat lohkokaa-viotasoiset suunnittelupiirrokset. Idearaportti esitellään projektista vastaavalle, joka joko hyväksyy tai hylkää projektin tai pyytää siitä lisäselvitystä. (Nironen 2010.)

Vaatusmäärittely

Vaatusmäärittelyssä määritellään projektin kohteelta vaadittavat vaatimukset ja ominaisuudet sekä toteutustapa ja käytettävät tekniikat menetelmätasolla. Tekniseen toteutukseen vaatusmäärittely ottaa kantaa juuri käytettävän menetelmän osalta, mutta ei erittele tarkasti käytettäviä komponentteja tai toteutustapaa. Ominaisuuksista ja vaatimuksista vaatusmäärittelyssä tulee käydä ilmi laitteen käyttäjät ja käyttöympäristö, toiminnot, tekniset vaatimukset, ulkoiset liittymät, liiketoimintamalli, kustannusvaikutukset, laatusuunnitelma, testausvaatimukset sekä huolto- ja elinkaarisuunnitelma. (Nironen 2010.)

Lisäksi vaatusmäärittely toimii projektin hyväksyttämisdokumenttina. Siinä arvioidaan laitteen tuomaa hyötyä suhteessa kustannuksiin, minkä pohjalta vastuullisten on helpompi tehdä päätöksiä projektin toteuttamisen tai tarvittavien muutosten suhteen. Dokumenttiin tulee muutoshistoriakenttä, johon merkitään dokumentin käsittelyä koskevat tapahtumat, kuten tarkistus, hyväksyntä ja tehdyt muutokset. Muutoshistoriaa päivitetään, mikäli vaatusmäärittelyä on kesken projektin päivitettävä. Käytännössä näin tehdään silloin, jos projektin edetessä huomataan, ettei projektia kannata toteuttaa suunnitellulla tavalla, tai jos lopputulos ei ole tyydyttävä. (Nironen 2010.) Opinnäytetyön aiheesta tehty vaatusmäärittely on liitteenä 1.

Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelma laaditaan vaatusmäärittelyn pohjalta, kun tiedetään tarkemmin, mitä projektiin sisältyy. Suunnitelma sisältää aikataulutuksen, jossa

projektin eri osa-alueet on jaettu taulukkoon ja aikataulutettu. Aikataulua tulee seurata ja tarvittaessa päivittää, mikäli projekti joko viivästyy tai valmistuu suunniteltua nopeammin. Mahdollisista aikataulun muutoksista on myös informoitava johtoa. (Nironen 2010.) Opinnäytetyön projektisuunnitelma on liitteenä 2.

Tekninen erittely

Tekninen erittely kartoittaa tarkasti kohteeseen tulevan tekniikan ja osat. Tekninen erittely toimii tarjouspyyntöjen ja hankinnan pohjana. Lisäksi tähän osaan tulevat tekniset piirroset, kuten kytkentä- ja sähkökaaviot. (Nironen 2010.) Liitteenä 3 on automaattisen tyytetyksen osaluettelo, joka on osan laitteen teknistä erittelyä.

Testausuunnittelu

Testauksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon kohteelle mahdollisesti asetetut viranomais- tai standardivaatimukset testauksien suhteen. Milloinkin kaltaisessa yrityksessä erityisvaatimuksia asettaa usein kohteen käyttöympäristö. Laitteet, jotka suunnitellaan kentällä käytettäväksi, tulee myös testata vaatimusten mukaisesti. Yleisesti tulee ottaa huomioon kaikki laitetta koskevat vaatimukset esimerkiksi sähköturvallisuuden osalta. (Nironen 2010.) Tyytetyksen prototyypin testausuunnitelma ja testausraportti ovat liitteinä 4 ja 5.

EMC ja standardit

EMC eli sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC, electromagnetic compatibility) tarkoittaa laitteen häiriötöntä toimintaa muiden sähköisten laitteiden kanssa samassa toimintaympäristössä. Käytännössä tämä tarkoittaa rajoituksia laitteen lähettämään häiriöön ja sen omaan häiriön sietokykyyn. Häiriöiksi luokitellaan kaikki sähkömagneettiset signaalit, jotka eivät ole laitteen toiminnan kannalta hyödyllisiä ja joita se päästää ympäristöönsä. (EMC – sähkömagneettinen yhteensopivuus.)

Standardeista tulee ottaa huomioon kaikki kohdetta koskevat standardit, esimerkiksi sähköturvallisuuden osalta. Sovellettavat standardit tulee kirjata, jolloin ne voidaan merkitä tuotteen dokumentaatioon ja mahdolliseen CE-kilpeen. Lisäksi tässä osiossa huomioidaan mahdolliset tuotetta koskevat vi-

ranomais määräykset, esimerkiksi radiolähettimeä koskevat säädökset. (Nironen 2010.)

Tuotantoonsiirto

Mikäli suunnitelmien pohjalta tehty prototyypiversio arvioidaan riittävän hyväksi tuotannollistamisen kannalta, tehdään siitä aluksi Beta- eli nollasarja, mikäli tuotetta on määrä tuottaa sarjatuotantona. Betasarjan tuotteiden on määrä olla lopullisia tuotteita täysin vastaavia. Betasarjalla testataan laitteen tuotettavuutta tuotannon näkökulmasta, ja mikäli ongelmia ilmenee, muutetaan joko laitteen rakennetta tai tuotantoa siten, että laitteen tuottaminen onnistuu kannattavasti. (Nironen 2010.)

Yksittäisen tai muutamia tuotteita käsittävän tuotteen tuotannollistaminen käsittää laitteen viimeistelyn käyttöä ajatellen. Tämä vaihe käsittää esimerkiksi laitteen käyttöliittymän viimeistelyn käyttäjäystävälliseksi, tarvittavien turvalaitteiden asentamisen sekä laitteen ulkoisen viimeistelyn. (Nironen 2010.)

4 AUTOMATISOINTI

Automatisoinnilla pyritään tuotannollisissa laitoksissa yleensä kolmeen päävoittoeseen. Ne ovat tuotannon tehostaminen, laadun parantaminen ja vaarallisten tai liian yksitoikkoisten töiden siirtäminen pois ihmisten tehtävistä. (Aaltonen & Torvinen 1997, 9–10.)

Tuotannon tehostamisvaikutus perustuu automaattisten laitteiden, kuten robottien, nopeuteen ja tarkkuuteen tietyissä samankaltaisina toistuvissa työtehtävissä. Automaattinen tuotantokone tekee työtä ilman tarvetta ihmisen jatkuvalle läsnäololle, mikä vapauttaa henkilöstöresursseja muihin työtehtäviin. Automaattiset tuotantokoneet mahdollistavat tietyissä sovelluksissa myös miehittämättömän ajan käytön tuotannollisesti tehokkaasti hyödyksi. (Mts. 10.)

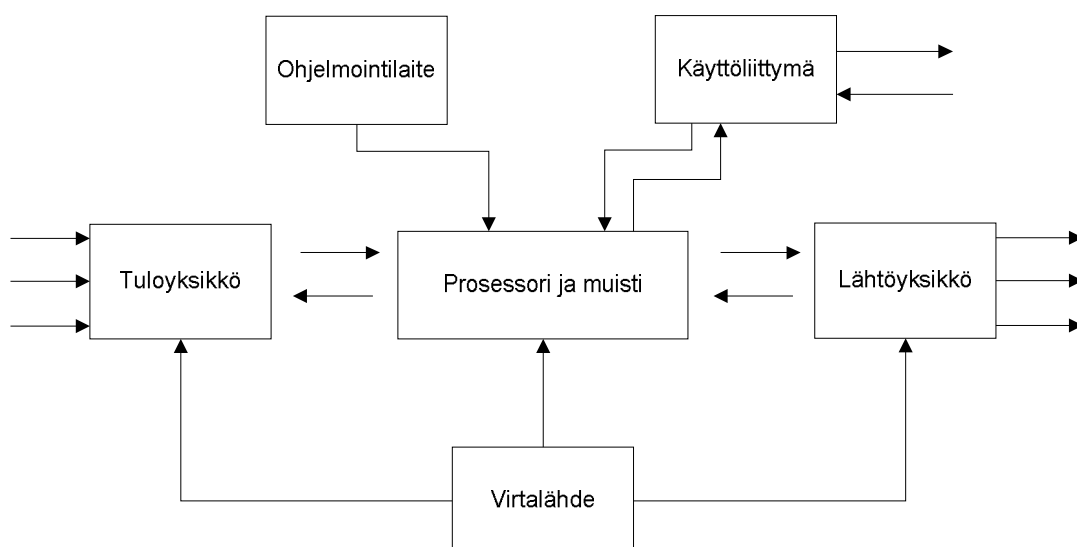
Laadun parantaminen automatisoinnilla perustuu yleensä inhimillisten virhelähteiden ja tekijästä riippuvien erojen poistoon. Oikein suunniteltu automaat-

tinen laite toistaa ohjelmoidun toiminnon aina samanlaisena, eikä sen toiminnassa ole suuria vaihteluita. (Mts. 10.) Tällainen tarkkuus ja toistettavuus ovat suureksi eduksi esimerkiksi hitsausprosessissa, jossa käyttäjän osaaminen ja työtavat voivat muuttaa lopputulosta huomattavasti, vaikka olosuhteet muuten olisivat optimaaliset.

4.1 Ohjelmoitava logiikka

Termi PLC, programmable logic controller, otettiin ensimmäisen kerran käyttöön ja patentoitiin vuonna 1968 yhdysvaltalaisen Bedford Associatesin toimesta, minkä jälkeen ensimmäisiä ohjelmoitavia logiikoita alkoi tulla markkinoille. Käyttökohteina ensimmäisillä logiikoilla olivat autotehtaat joissa automallien muutokset aiheuttivat tuotantolinjaan pieniä muutoksia, jotka ilman uudelleen ohjelmoitavia tuotantokoneita olivat työläitä toteuttaa. Uudelleen ohjelmoitava logiikka toi joustavuutta ja paransi tehokkuutta, kun uusien asetusten teko ei edellyttänyt enää suuria rakenteellisia muutoksia tuotantolaitteisiin. Nykyään logiikat ovat laajalti käytettyjä ja niiden ominaisuudet ovat kehittyneet huomattavasti. (Aaltonen & Torvinen 1997, 85–88.)

Tyypillinen ohjelmoitava logiikka koostuu virtalähteestä, prosessorista, tulo- ja lähtöyksiköistä sekä ohjelmointilaitteesta, joka usein on normaali tietokone ohjelmointiohjelmalla varustettuna. Prosessoriyksikkö pitää yleensä sisällään käytettävän muistiyksikön eli esimerkiksi muistikortin, johon ajettava ohjelma ladataan ohjelmointilaitteelta, sekä lukumuistin järjestelmää varten. Lisäksi logiikka tarvitsee käyttöliittymän, josta sen toimintoja voidaan ohjata. Käyttöliittymänä voi olla käyttökohteesta ja tehtävien valintojen laajuudesta riippuen joko painonapeilla ja kytkimillä toimiva käyttöpaneeli tai ohjelmoitava kosketusnäyttö, jota voi helposti muokata ja päivittää käyttötarpeen muuttuessa. Käyttöliittymänä voi olla myös normaali PC, jonka kautta logiikkaa voi ohjata joko ohjelmointiohjelman avulla tai sovelluskäytössä yleensä jonkin valvomo-ohjelman avulla. (Bolton 2006, 1–10.)



KUVIO 3. Ohjelmoitavan logiikan rakenne (Bolton 2006, 4, muokattu)

Virtalähde ja virranjako

Virtalähde valitaan käytettävän logiikan ja toimilaitteiden mukaan sopivaksi jännitteen ja virtamäärän mukaan. Yleisin käytettävä jännite on 24 voltin tasajännite, jolloin valitaan vastaavaan jännitteen tuottava jännitelähde. Tarvittava virrantuotto määräytyy logiikan laajuuden ja toimilaitteiden mukaan. Logiikoihin on usein saatavilla käytettävään logiikkasarjaan sopivia jännitelähteitä, jotka asennetaan samaan asennuskiskoon kuin itse logiikka. (Siemens 2010.) Toinen yleinen tapa on käyttää yleismallista virtalähdettä, joka asennetaan käytettävän koteloinnin sisälle (Grönholm 2010).

Virranjako tuloille ja lähdöille tapahtuu logiikan lähtö- ja tulokorteista riippuen joko suoraan korttien kautta tai riviliittimillä, joilla virtaa voidaan jakaa useammalle portille (Siemens 2010). Riviliittimillä voidaan myös selkeyttää logiikan kytkentöjä, kun kytkennät viedään keskitetysti kauemmas logiikasta.

CPU

CPU eli prosessoriyksikkö on logiikan tärkein komponentti, jossa varsinainen ohjelman ajo ja signaalitietojen käsittely tapahtuu. Prosessoriyksikön valintaan vaikuttavat käyttökohteen laajuus, käytettävä jännite ja liitännät. Prosessoriyksikkö on aina laajennettavissa vain tiettyyn rajaan asti, mikä tulee ottaa huo-

mioon valinnassa (Bolton 2006, 6–7). Prosessoriyksikkö sisältää myös logiikan käyttämän muistin. Logiikka käyttää useita eri muistityyppejä sen mukaan pitääkö muistiin pystyä uudelleen kirjoittamaan ja pitääkö muistin säilyä virtakatkaisun yli. Lukumuisti eli ROM (read-only-memory) on logiikan käyttöjärjestelmää varten, eikä siihen voi tehdä muutoksia. Lukumuisti ei myöskään häviä virtakatkoksen aikana. RAM- (random-access-memory) eli käyttömuisti on käyttäjän kirjoittamia ohjelmia varten oleva muisti, joka on sekä luku- että kirjoitustyyppejä. RAM-muisti tyhjenee aina virtakatkoksen aikana, jonka takia se tarvitsee paristovarmennuksen, joka pitää kirjoitetun tiedon muistissa virtakatkoksen yli. Muistikortit toimivat Flash-muistilla, joka puolijohdetekniikalla toimiva uudelleenkirjoitettavamuisti, joka säilyttää tiedon virtakatkoksen yli. (Mts. 7-8.)

Tulo- ja lähtöyksiköt

Tulo- ja lähtöyksiköt toimivat liittymänä CPU-yksikön ja käyttölaitteiden välillä. Tulo- ja lähtöyksiköt jaetaan digitaalisiin ja analogisiin yksiköihin. Digitaaliset yksiköt käsittelevät vain kaksitilaista tietoa, kuten kytkimiä tai merkkivaloja. Analogiset yksiköt käsittelevät portaattomasti muuttuvaa analogiatietoa, kuten anturitietoa tai säädettävää ohjaustietoa, jotka toteutetaan jännite- tai virtaviestinä. Jokaisella tulo- ja lähtöportilla on yksilöllinen osoite, johon logiikan ohjelma perustuu. Ohjelmassa toiminnot osoitetaan aina tietylle osoitteelle ja toiminnot tapahtuvat tietyistä osoitteista saadun signaalin mukaan. (Bolton 2006, 8–10.)

Tulo- ja lähtöportit ovat yleensä logiikkaan suorasta virtakontaktista erotettuja. Tämä tehdään tavallisesti optoerottimilla, joiden toiminta perustuu valoa hohtavaan diodiin eli lediin ja fototransistoriin. Kun signaalitieto eli jännite tulee diodille, alkaa se hohtaa valoa, joka muuttaa fototransistorin sähköä johtavaksi, ja signaalitieto siirtyy eteenpäin logiikalle. Tuloilla ja lähdöillä ei siis ole suoraa yhteyttä logiikkaan, mikä varmistaa, ettei virheellisen toiminnan takia liian suureksi kasvava virta vioita koko laitetta. Logiikan sisäisesti käyttämä signaali digitaalisissa ohjauksessa on yleensä viiden voltin tasajännite. Optoerotuksen ansiosta signaalina käytettävä jännite voi kuitenkin olla suurempi kuin logiikan sisäisesti käyttämä, yleensä 24 V DC, mutta myös esimerkiksi 48 V DC tai 230 V AC, riippuen logiikan tyypistä. Lähtöpuolella signaali muutetaan releillä,

transistoreilla tai triakeilla käyttölaitteille sopivaan muotoon, yleensä transistoreilla 24 voltin tasajännitesignaaliiksi. Analogisten tulojen/ lähtöjen ohjaussignaalina käytetään yleensä joko 4-20 milliampeerin virtaviestiä tai 0-10 voltin jänniteviestiä. (Crispin 1997, 9-19.)

Käyttöliittymä

Käyttöliittymä toimii välikappaleena logiikan ja ihmisen välissä. Käyttöliittymällä ohjataan logiikan toimintaa ja sovelluksesta riippuen tarvittaessa seurataan signaalitietoja. Käyttöliittymänä voivat toimia yksinkertaiset painonapit, joista logiikan ohjaama toiminta käynnistetään ja sammutetaan. Mikäli sovellus on laajempi ja se vaatii joidenkin alkuasetusten tekoa tai prosessin seuranta, on käyttöliittymäksi valittava jokin kehittyneempi ratkaisu. Tällaisia ovat kosketusnäytöt, paneelikäyttöliittymät ja valvomo-ohjelmistolla varustetut tietokoneet. (Berger 2006, 206–207.)

Kosketusnäytöt ovat monipuolisia ja helposti muunneltavia erilaisten laitteiden käyttöliittymiksi. Niissä näppäimistö on korvattu kosketusnäytöllä, johon voidaan ohjelmoida halutut painikkeet ja toiminnot sovelluksen mukaan. Kosketusnäytön etuja verrattuna painonappeihin ja tekstirivinäyttöihin ovat sen muunneltavuus ja näytön koko suhteessa laitteen kokoon, jolla saavutetaan hyvä havainnollistettavuus ja selkeys graafisissa sovelluksissa. (Mts. 212.)

Paneelikäyttöliittymät voivat sisältää sekä kosketusnäytön että painonappeja. Yleensä osa painonapeista on ohjelmoitavia ja niiden vaikutuskuvaus näkyy näytöllä. Vakio painonapeista vaikutetaan yleensä joihinkin perusarvoihin tai liikutaan eri valikoiden välillä. Tällaiset käyttöliittymät ovat yleisiä työstökoneissa, joissa tarvitaan paljon ohjelmointimahdollisuuksia ja tietoa laitteen toiminnasta. (Mts. 213.)

Valvomo-ohjelmistolla varustettuja tietokoneita käytetään usein sovelluksissa, joissa prosessi on jatkuva ja valvontaa käytetään joidenkin prosessisuureiden valvontaan. Tällöin käyttöliittymällä ei välttämättä edes varsinaisesti vaikuteta prosessiin, vaan se toimii tiedon jakajana, jonka perusteella ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin, esimerkiksi vaihdetaan prosessikaasun tulo varajärjes-

telmälle, jos käyttöliittymä ilmoittaa kaasun paineen laskeneen alle asetusarvon.

4.1.1 Ohjelmointi

Logiikan ohjelmointi perustuu erilaisiin tuloehtoihin, joiden perusteella lähdöt saavat jännitteen. Logiikkaohjelma kirjoitetaan muotoon jos-niin, eli jos jokin tulo tai tuloehdot vaikuttavat niin jokin lähtö tai lähdöt saavat jännitteen. Tuloehdoja ovat käytännössä logiikan tulona saamat viestit kytkimiltä ja antureilta, sekä niiden pohjalta tehdyt logiikan sisäiset ehdot, kuten ajastimet, vertailut ja laskurit. (Frid, Johnsson, Rantanen 2005, 106-113.)

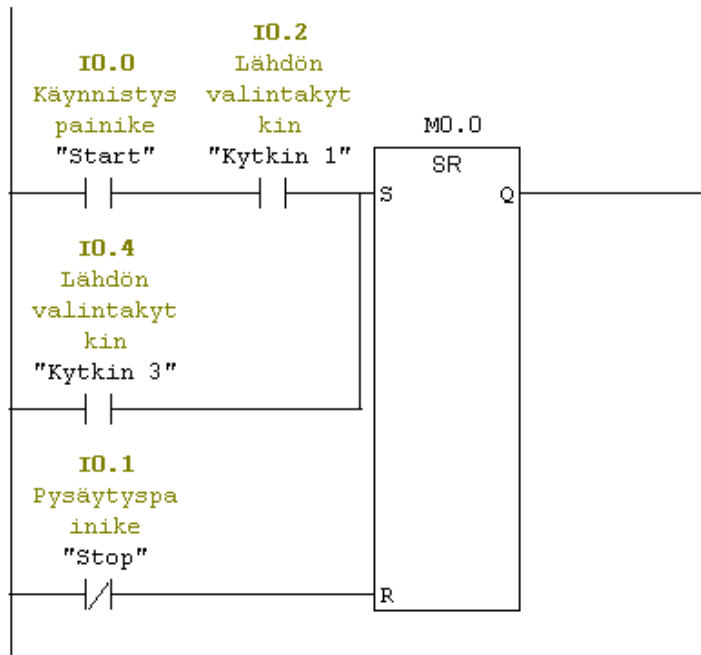
4.1.2 Ohjelmointikieli

Eri logiikkamerkeillä on omat ohjelmointikielensä, jotka ovat kuitenkin hyvin paljon toistensa kaltaisia. Yhden merkin ohjelmointitavan hallinnan jälkeen muiden oppiminen on helppoa. Jokaisella merkillä on kuitenkin omat ohjelmointiohjelmat, jotka eivät ole keskenään yhteensopivia, eli tietyille merkille voi tehdä ohjelmaa vain sen merkin omalla ohjelmointiohjelmalla. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas, Sumutjärvi 2007, 240.)

Alla on esitelty logiikkojen ohjelmointiohjelmassa käytetyt perusohjelmointikieliset. Ne ovat kaikista yleisimmistä logiikoista löytyvät ohjelmointikieliset. Jokaisella ohjelmointikielillä on tehty sama ohjelman osa kuvioissa 4,5 ja 6, joista selviää eri ohjelmointikielien visuaalinen ero.

LAD

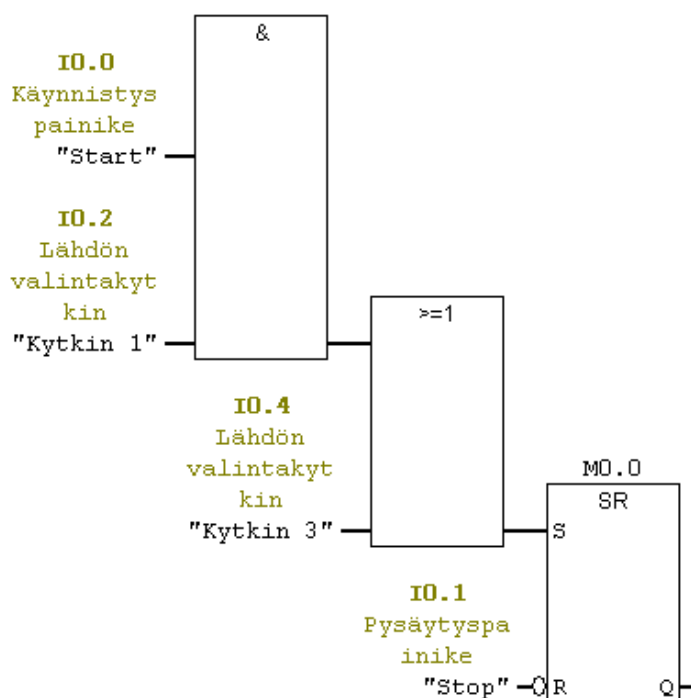
LAD (Ladder Logic), eli tikapuu-ohjelmointikieli on relekaaviota muistuttava visuaalisesti havainnollinen ohjelmointikieli. Se on alun perin kehitetty juuri relekaavioiden pohjalta samankaltaiseksi, jotta releohjauksien kanssa työskennelleiden henkilöiden olisi helppoa siirtyä logiikkaohjauksien ohjelmointiin. LAD on helppokäyttöisin ja soveltuu yksinkertaisiin ohjelmointitehtäviin. (Mts. 224-225.)



KUVIO 4. Esimerkki LAD-ohjelmointikielestä

FBD

FBD (Function Block Diagram), eli toimintalohkolaatikko-ohjelmointikieli on hyvin samankaltainen LAD-ohjelmointikielen kanssa. Erona on se, että FBD:ssä kaikki ohjelman osat kirjoitetaan toimintolaatikoihin, joiden toiminnonkuvaus näkyy laatikon päällä olevasta objektista. FBD muistuttaa ulkonäöllisesti mikropiireillä toteutettua ohjainkaaviota. (Mts. 224-225.)



KUVIO 5. Esimerkki FBD-ohjelmointikielestä

STL

STL (Statement List), eli käskylista-ohjelmointikieli on tekstimuotoisista käskyistä koostuva ohjelmointikieli, joka muistuttaa Basic-ohjelmointikieltä. STL ohjelmointikieli vaatii ohjelmoijalta syvempää ohjelmoinnin osaamista, kuin visuaalisemmin toteutetut LAD ja FBD ohjelmointikielet. (Mts. 224-225.)

```

A(
A   "Start"           IO.0           -- Käynnistyspainike
A   "Kytkin 1"        IO.2           -- Lähdön valintakytkin
O   "Kytkin 3"        IO.4           -- Lähdön valintakytkin
)
S   M   0.0
AN  "Stop"           IO.1           -- Pysäytyspainike
R   M   0.0
NOP  0

```

KUVIO 6. Esimerkki STL-ohjelmointikielestä

4.1.3 Yksiköt

Logiikan ohjelma voidaan tehdä joko suoraan yhteen yksikköön, tai jakamalla ohjelma useampaan yksikköön aliohjelmiksi, joita kutsutaan halutussa järjestyksessä pääohjelmaan. Mikäli ohjelma tehdään yhteen yksikköön, on se aina organisaatioyksikkö yksi eli OB1. OB1 on logiikan pääohjelma ja se tulee aina olla ladattuna logiikan ohjelmamuistiin. Ohjelman teko yhteen yksikköön on perusteltua, jos ohjelma on yksinkertainen eikä sisällä useita samanlaisia osia eri kohdissa. Useampaan yksikköön jaettaessa ohjelmat tehdään joko organisaatio yksiköihin (OB), toiminto yksiköihin (FB) tai funktioihin (FC). Näitä yksiköitä kutsutaan OB1:een ja tarvittaessa myös alemman portaan yksiköiden sisällä, niille asetettujen ehtojen mukaan. Ohjelman jako eri yksiköihin kannattaa, jos ohjelma on monimutkainen tai se sisältää useita samanlaisia toimintoja eri kohdissa. Tällöin kutsuilla voidaan välttää samanlaisten ohjelmanosien kirjoittaminen moneen kertaan. (Berger 2006, 206-207.)

4.1.4 Funktiot

Erilaisia tuloehtoja muodostetaan ohjelman sisältämillä funktioilla. Alla on selvitetty perusfunktiot, joita logiikan ohjelmoinnissa käytetään. Perusfunktioiden lisäksi ohjelmointiohjelmat sisältävät suuren määrän erilaisia valmiita toimintoja, kuten säätimiä, joita ei kuitenkaan tässä opinnäytetyössä tarkastella tarkemmin. (Bolton 2006, 84-85.)

AND

AND- eli JA-funktio tarkoittaa sitä, että molempien AND-funktioon liittyvien ehtojen tulee täytyä, että lähtö vaikuttaa. AND-funktioita voi olla perättäin useampia, joka tarkoittaa, että jokaisen ehdon on yhtäaikaisesti täytyttävä, että lähtö vaikuttaa. Esimerkiksi jokin laitteen ohjaustoiminto voi vaatia kahden erillään olevan napin yhdenaikaisen painamisen. Näin voidaan varmistaa, ettei käyttäjä vahingossa jätä vapaata kättään vaaralliseen paikkaan. (Mts. 84-85.)

OR

OR- eli TAI-funktiolla tarkoitetaan, että vähintään yhden OR-funktioon liittyvän ehdon tulee täytyä, jotta lähtö vaikuttaa. Myös OR-funktioita voi olla useampi, mutta ne ovat rinnakkaisia ja riittää jos yksikin ehdoista täyttyy. (Mts. 85-86)

NOT

NOT- eli EI-funktio toimii perättäin, kuten JA-funktio, mutta edellyttää että EI-funktioon liittyvä ehto ei täyty. EI-funktion merkki on normaalisti suljettu kosketin, joka vaikuttuessaan aukeaa ja estää näin tulon vaikuttumisen. (Mts. 85)

XOR (Exclusive OR)

XOR- eli Ehdoton TAI-funktio tarkoittaa, että funktion kahdesta tai useammasta ehdosta vain yksi saa olla vaikuttuneena, että funktion liittyvä tulo vaikuttaa. (Mts. 89-90)

SR/ RS

SR eli SetReset ja RS eli ResetSet tarkoittavat apumuistia. Ne toimivat valokatkaisijan tavoin siten, että ne jättävät viimeksi vaikutetun tilan päälle, kunnes se kumotaan eri käskyllä. Set asettaa muistin päälle ja Reset nolaa muistin pois päältä. Ero näiden kahden välillä on siinä, kumpi on määräävä, jos molemmat ovat vaikuttuneina. SR:ssä Reset on vahvempi ja muisti nollaantuu jos molemmat ovat vaikuttuneina. RS:ssä tilanne on päinvastainen. SR-funktiota käytetään usein esimerkiksi käyntiluvan apumuistina, jolloin on tärkeää, että Reset on vahvempi, koska siihen vaikuttaa käyntiluvan nollaava stop-painike. Toisin päin tehdessä voisi tulla vika-tilanne, jossa start-painikkeen jäädessä vikaantuneena vaikuttuneeksi ei toimintoa voisi stop-painikkeella pysäyttää. (Mts. 138-142)

TIMER

Timer- eli ajastinfunktio toimii nimensä mukaisesti ajastimena, eli sitä voidaan käyttää esimerkiksi viivästyttämään jotain lähtöä ajastimeen asetetun ajan verran. Yleisimmät ajastimet ovat joko asetetun ajan jälkeen lähdön päälle asettavia (ODT) ja asetetun ajan laskemisen aikana lähdön päällä pitäviä (PULSE). (Mts. 159-167)

COUNTER

Counter- eli laskuri laskee tietyn tuloehdon täyttymistä, esimerkiksi ajastimen tuloa. Laskureita on sekä ylös- että alaspäin laskevia, joita voidaan käyttää eri tarkoituksissa, esimerkiksi laskettaessa linjalla kulkevia komponentteja anturi-tiedon perusteella tai laskemaan ohjelmakiertoa ja pysäyttämään sen, kun asetettu kiertomäärä on täyttynyt. (Mts. 173-182)

MOVE

Move- eli siirtofunktiolla voidaan siirtää lukuarvo haluttuun paikkaan, esimerkiksi merkkerisanaan tai analogialähtöön. Siirrettäessä lukuarvo analogialähtöön muuttaa analogikortti siirretyn lukuarvon virta- tai jännite viestiksi, joka toimii toimilaitteen ohjaustietona. Siirrettävän lukuarvon tulee olla Siemensin logiikoissa väliltä 0-27648, jonka analogikortti skaalaa käytettävään viestimuo-toon, eli esimerkiksi välille 4-20 milliampeeria. Siirto tapahtuu asetetulla ehdolla ja siirto on voimassa, kunnes seuraava käsky kumoaa sen. (Help on Ladder Logic)

COMPAIRE

Compaire eli vertailufunktiota käytetään vertaamaan tulotietoja ja asettamaan lähdön päälle, jos vertailu on tosi. Vertailuja on erityyppisiä ja valinta tehdään kulloisenkin käyttötarpeen mukaan. Esimerkiksi paineanturin tietoa voi verrata merkkerisanaan asetettuun arvoon suurempi-kuin-vertauksena ja mikäli vertaus on tosi, asettuu funktion lähtö päälle. (Help on Ladder Logic)

CALL

Call- eli kutsufunktiota käytetään kutsumaan eri ohjelmalohkoja pääohjelmaan. Ohjelma voidaan kirjoittaa, joko vain yhteen yksikköön tai jakaa useampaan, jolloin alemman tai saman tason yksiköitä kutsutaan Call-funktiolla. (Help on Ladder Logic)

4 TYPETYSLAITTEEN AUTOMATISOINTI

4.1 Esiselvitys

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla toimeksiannon kohteeseen eli nykyisin käytössä olevaan manuaaliseen typetyslaitteeseen. Alustavan tutustumisen jälkeen aloitettiin ideavaihe, jossa määriteltiin, mitä projektissa oli tarkoitus tehdä. Määrittelyssä aihe rajattiin opinnäytetyön osalta aiheeseen liittyvän teorian tutkimiseen ja teorian ja nykyisten käytänteiden pohjalta valittavan ratkaisumallin toteuttamiseen prototyypitasolla.

4.1.2 Vaatimusmäärittely

Aiheen rajaamisen jälkeen tehtiin vaatimusmäärittely. Siinä rajattiin suunniteltavan laitteen ominaisuudet ja kustannusvaikutukset sellaisella tarkkuudella, että johto pystyi tekemään päätöksen projektin jatkamisesta ja antoi hyväksynnän suunnitellulle budjetille. Vaatimusmäärittely on liitteenä 1.

Kustannus-, tuotanto- ja laatuvaikutukset

Laitteesta tehtiin kustannusarvio, joka perustui käytettäväksi suunniteltujen osien hinta-arvioihin ja manuaalisessa typetyslaitteessa käytettyjen osien hintoihin. Lisäksi kustannusarvioon laskettiin tuotekehityskustannukset, jotka koostuvat pääasiassa suunnittelijan ja muiden projektissa mukana olevien palkkakuluista.

Laitteesta saatavaa taloudellista hyötyä arvioitiin laskemalla nykyisin typetykseen käytettävä työaika ja kertyvät henkilöstökustannukset vuositasolla ja vertaamalla niitä automatisoidun laitteen käytöstä aiheutuviin henkilöstökustannuksiin. Erotuksena saatiin vuositasolla saatava voitto, jonka avulla laskettiin laitteen valmistuskustannusten kuolettamisaika. Huolto- ja ylläpitokuluissa ei arvioitu olevan merkittävää eroa. Laskelmat ovat vaatimusmäärittelyssä liitteessä 1.

Käytettävät laitteet

Toimintamalliksi vaatimusmäärittelyssä määriteltiin ohjelmoitavalla logiikalla suoritettava ohjaus. Käytettävät toimilaitteet on eritelty taulukossa 1. Suluissa ovat tarvittavat määrät tuotannolliseen käyttöön suunnitellulla kapasiteetillä. Tuotannollisen laitteen vaatimukset otettiin huomioon logiikan määrittelyssä jo alkuvaiheessa, koska se päätettiin tilata yhdellä kertaa riittäväksi myös tuotannolliseen laitteeseen.

TAULUKKO 1. Automaattisen tyytelaitteen toimilaitteet

Nimike	Määrä	Tyyppi
Proportionaaliventtiili	2	2/2 NC
Ohjaukortti proportionaali	2	4-20 mA
Magneettiventtiili	4 (11)	2/2 NC
Magneettiventtiili	1	3/2 NO
Painonappi	2	NC ja NO
Vipukytkin	5 (0)	Päälle/Pois
Merkkivalo	8 (22)	4 (11) punaista, 4 (11) vihreää
Tyhjiöpumppu	1	Oerlikon Leybold S1,5
Painelähetin	3 (10)	-500mbar/+500mbar
Ohjausrele	1	24 V DC/230 V AC, 80W

Tarvittavien käyttölaitteiden määrittelyn pohjalta tehtiin määrittely käytettävälle logiikalle. Logiikan valinnan perustaksi tuli tarvittavien tulo- ja lähtöporttien määrä sekä kyky käsitellä riittävää määrää analogisia tulo- ja lähtötietoja. Käyttöjännitteenä logiikalla tuli olla yleisin käytetty eli 24 voltin tasajännite. Taulukossa 2 on määritelty logiikan tulot ja lähdöt. Suluissa ovat tarvittavat määrät tuotannolliseen laitteeseen.

TAULUKKO 2. Ohjelmoitavan logiikan tulojen ja lähtöjen määrittely

Osat	Tulot		Lähdöt	
	Digitaaliset	Analogiset	Digitaaliset	Analogiset
Paineanturit		3 (10)		
Painonapit/kytkimet	7 (2)			
Säädettävät venttiilit				2
Magneettiventtiilit (I/O)			12	
Merkkivalot			8 (22)	
Ohjausrele			1	
Yhteensä	7 (2)	3 (10)	21 (35)	2

Logiikan valinnassa tarjouskilpailuun valittiin kaksi tuotemerkkiä, Siemens ja Omron. Valinta perustui yleiseen tunnettavuuteen ja omiin kokemuksiin näistä merkeistä. Lisäksi molemmilla merkeillä on Keski-Suomessa jälleenmyyjät, jotka pystyvät tarjoamaan logiikan lisäksi myös muut tarvittavat komponentit. Myös muiden logiikkatoimittajien tuotteita tarkasteltiin, mutta niitä ei valittu lopulliseen tarjouskilpailuun.

4.1.3 Tekninen erittely

Logiikan osalta valinta kohdistui määriteltyjen ominaisuuksien ja tarjouspyyntöjen perusteella Siemensin ET200-sarjan logiikkaan. ET200-sarja on suunniteltu hajautettuun logiikkaohjaukseen, ja suurin osa tuoteperheen logiikoista on ilman omaa prosessoria slave roolissa toimivia laitteita, jotka toimivat väyläteknikan avulla liittymänä kenttälaitteiden ja master ohjaimen välillä. Tyytetykslaitteen automatisointiin valittu ET200S 151-7 on kuitenkin omalla prosessorilla varustettu malli, joka soveltuu itsenäisenä ohjaimena työskentelyyn. Sen etuina on pieni fyysinen koko, hyvä laajennettavuus ja tehokas prosessori, joka on sama kuin S7-314-sarjan logiikoissa. (Siemens Oy.)

Logiikan komponenttien osalta päädyttiin tilaamaan logiikka valmiiksi tuotantolliseen tyytetykslaitteeseen suunnitellulla kokoonpanolla. Lisäksi logiikka sisältää analogiatuloja 12 kappaletta, vaikka suunniteltu tarve on 10. Kaksi ylimääräistä oli alkuperäisessä suunnitelmassa tarkoituksena käyttää virtauksen

anturointiin. Ideasta kuitenkin luovuttiin, koska siitä ei arvioitu olevan suurta hyötyä säädössä. Ylimääräiset tulot kuitenkin tilattiin kokoonpanoon, koska niitä voi hyödyntää joko mahdollisten lisäominaisuuksien toteuttamisessa tai lisäkapasiteetin käyttöönotossa. Lisäominaisuutena tyytetykselle voisi olla esimerkiksi kastepisteen mittaus, mutta sen toteutusta olisi ensin selvitettävä tarkemmin, jotta saataisiin todenmukaisia mittaustuloksia. Logiikan komponentit on eritelty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Logiikan komponentit

Tuote		Tilauskoodi	Määrä
Proessori	IM 151-7 CPU	Ei julkinen tieto	1
Digitaalinen tulo	8 DI	Ei julkinen tieto	1
Digitaalinen lähtö	8 DO	Ei julkinen tieto	5
Analogia tulo	2 AI	Ei julkinen tieto	6
Analogia lähtö	2 AO	Ei julkinen tieto	1
Virta moduuli	PM-E 24 V DC	Ei julkinen tieto	3
Yleistermiinaali	Tulo-/ lähtötermiinaali	Ei julkinen tieto	3
Virtatermiinaali	Virranjakotermiinaali	Ei julkinen tieto	3
Muistikortti	SD 128 Mt	Ei julkinen tieto	1

Proportionaliventtiileiksi valittiin suuren teollisen toimijan proportionaliventtiilit. Valittuihin proportionaliventtiileihin päädyttiin niiden pienen koon, sopivien virtausarvojen ja oikean kokoisten liitoskierteiden takia. Proportionaliventtiileihin tarvitaan lisäksi vahvistinkortit, jotka muuttavat logiikan ohjaussignaalin venttiiliin magneetin ohjaukseen sopivaksi. Vahvistinkortti sisältää myös venttiilin toimintaan vaikuttavia säätökytkimiä, jotka ovat pieniä potentiometrejä. Niillä voi vaikuttaa venttiilin avautumis- ja sulkeutumisarvoihin, magneetin liike- taajuuteen ja ramp-toiminnon aika-arvoon. Ramp-toiminto tarkoittaa venttiilin avautuman ja sulkeutuman nopeuden säätöä, eli venttiiliin voi säätää aukeamaan ja sulkeutumaan halutulla nopeudella. Lisäksi vahvistinkortin sisällä on dip-kytkimiä, joilla valitaan käytettävän tulosignaalin tyyppi ja kytketään ramp-toiminto päälle tai pois.

Magneettiventtiileiksi valittiin ASCO Numaticsin ryhmään asennettavat venttiilit. Ryhmäasennuksella säästetään tilaa ja kokoonpanosta tulee selkeämpi, kun venttiilit ovat keskitetysti yhdessä paikassa eikä niiden välille tarvitse vetää paineilmaputkia. Lisäksi tyhjennysventtiili voi olla samassa asennuksessa oleva 2/2 normaalisti suljettu magneettiventtiili, joka tyhjentää koko runkolinjan. Erillisenä magneettiventtiilinä tarvittiin lisäksi yksi 3/2 normaalisti auki oleva venttiili, joka asennettiin tyhjiöpumpulle menevään letkuun. Tällä venttiilillä varmistetaan, ettei tyhjiöpumpun sisältämä öljy pääse nousemaan typetyslaitteeseen. Näin voi käydä jos tyhjiöpumppu sammuu esimerkiksi sähkökatkon tai käyttäjän virheen takia tyhjiöpuolen venttiilin ollessa auki. Pumpun sammumisen jälkeen linjaan jäänyt alipaine voi nostaa tyhjiöpumpun voiteluöljyä typetyslaitteeseen. Öljyn joutuminen linjaan ja etenkin jos se pääsee laitteisiin asti, aiheuttaa suuren puhdistustyön, koska kaikki öljy on saatava tarkasti pois laitteiden ja linjan sisältä. Normaalisti auki olevalla venttiilillä varmistetaan, että paine tasaantuu linjassa myös sähkökatkon sattuessa.

Painelähttimiksi valittiin suuren teollisia painelähttimiä tuottavan yrityksen tuotteet. Painelähttimien tärkein valintaperuste oli käytettävä painealue, joka ulottuu myös alipainepuolelle. Käytettävä painealue on välillä +/-500 mbar. Valitun paineanturin painealue on -600/+1000 (mbar), joka on riittävän lähellä vaadittua painealuetta. Painelähttimet antavat 4-20 mA:n signaaliviestin.

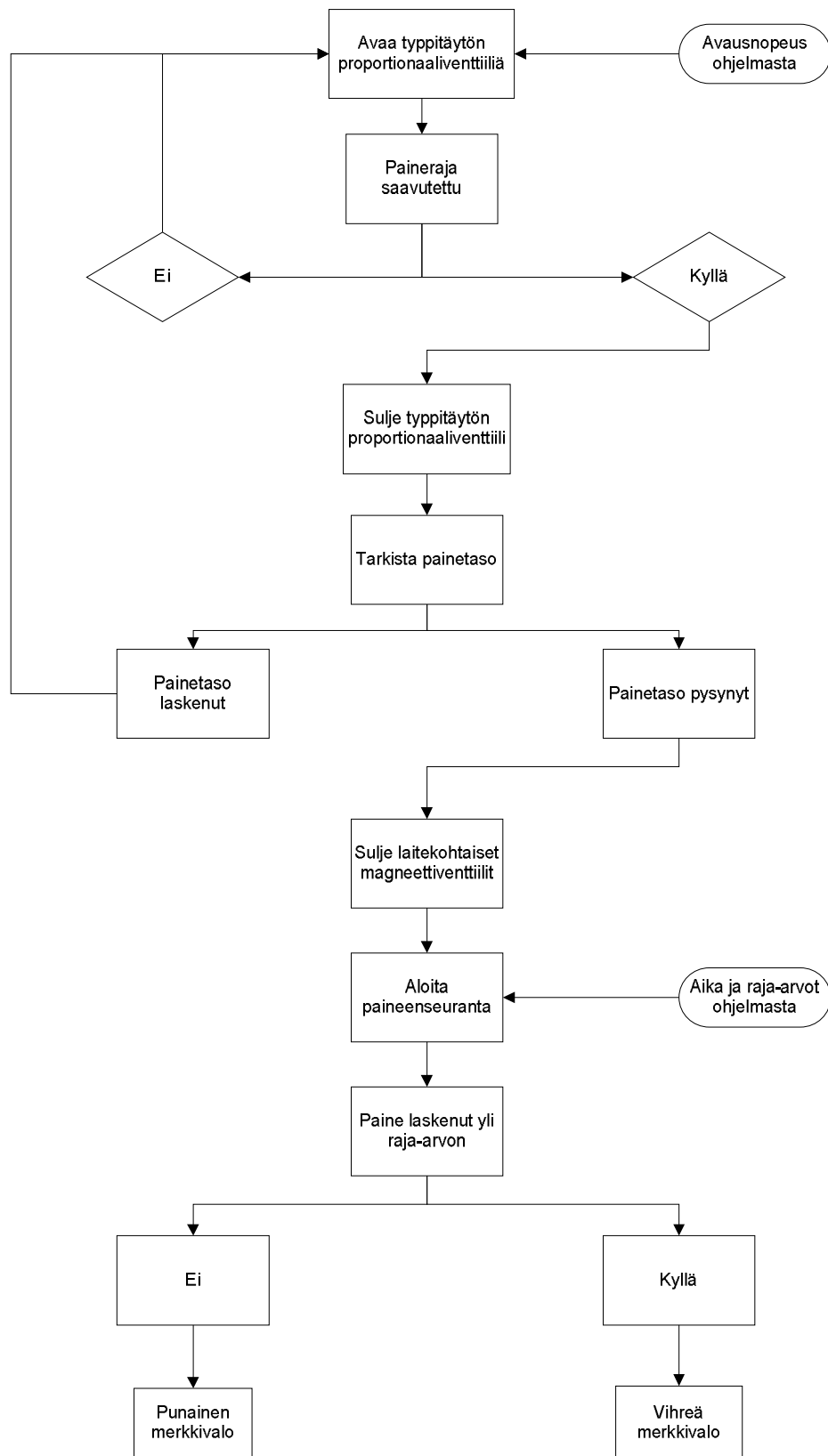
Tyhjiöpumppu on sama kuin manuaalisissa typetyslaitteissa käytettävät, mutta sen ohjaus muutettiin relekäyttöiseksi. Rele valittiin ELFAn tuoteluettelosta käytettävien jännitteiden ja virtojen sekä fyysisen koon mukaan. Myös releen kytkentätavan tuli olla suoraan laattaliittimillä kytkettävä, jolloin vältytään tilaa vievien liitoskantojen käytöltä tai verkkojännitteisten kytkentöjen juottamisilta. Fyysistä kokoa rajoitti tavoite saada rele mahtumaan tyhjiöpumpun kytkinkoteloon, jolloin pumpulle tarvitsee vetää typetyslaitteen kautta vain matalajännitteinen ohjausvirta. Käytettävä rele on Omronin pieni teollisuusrele G2R-1-S.

4.2 Hankinta

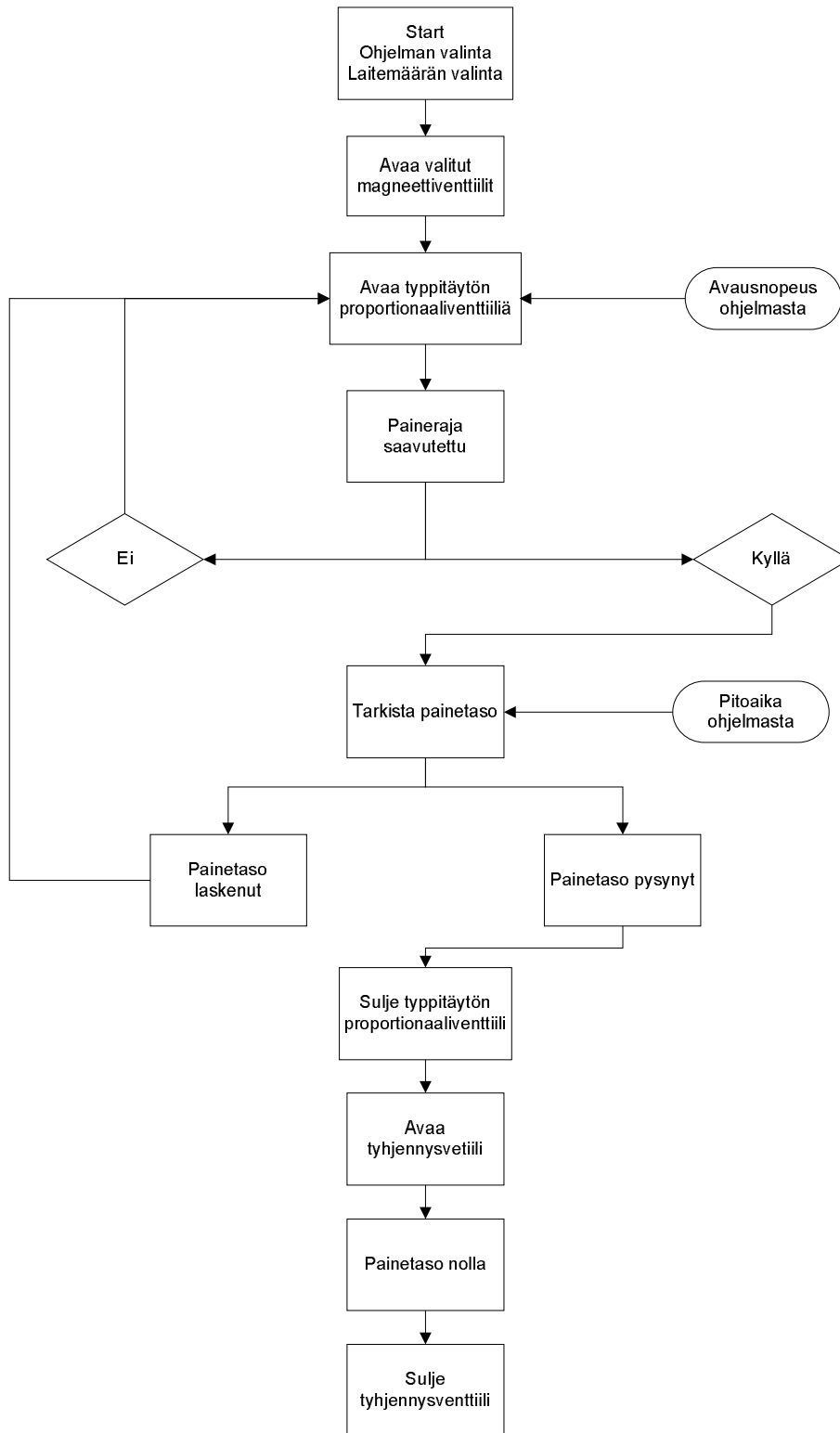
Hankinnassa päätettiin käyttää mahdollisimman pitkälle yhtä toimittajaa, joka valittiin tarjouspyyntöjen perusteella. Yhden toimittajan käytön katsottiin tarjoavan hyötyä, kun komponenttien toimittaja on riittävän hyvin tietoinen toimitettavien laitteiden käyttökohteesta ja vaatimuksista kokonaisuutena. Etenkin jatkoa ja laitteen mahdollista tuotannollistamista ajatellen on hyvä, että on luotu prototyypin tekovaiheessa hyvät yhteydet yhteen päätoimittajaan, jolta saa tarvittaessa myös tuotetukea. Toimittajaksi valikoitui Jyväskylässä toimiva Sittek-Palvelu Oy, joka on keskittynyt teollisuuden automatisointijärjestelmiin ja edustaa Siemensin automaatiotuotteita.

4.3 Ohjelmointi

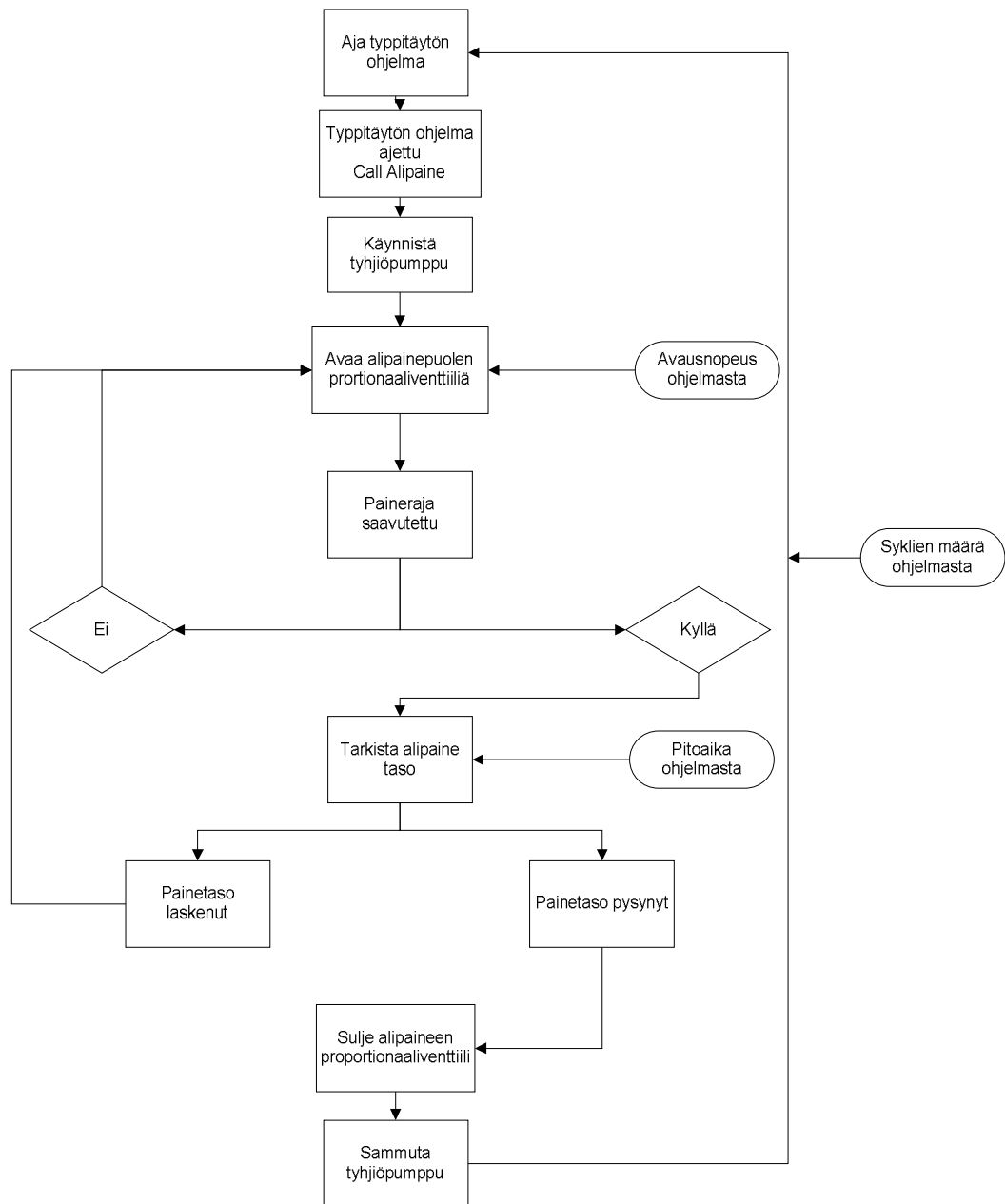
Siemensin logiikan ohjelmointi tehtiin Siemensin omalla ohjelmointiohjelmalla STEP 7:llä, ohjelmointikielenä käytettiin ladder-ohjelmointikieltä. Ohjelmoinnin lähtökohtana oli nykyinen typetysproseduuri, jonka pohjalta ohjelmat suunniteltiin. Ohjelmasuunnittelu aloitettiin tekemällä laitteen toiminnasta lohkokaa-vioesitykset, jossa näkyy kaikki typetyksessä vaaditut vaiheet. Kuviossa 7. on tiiveystestin lohkokaa-vio. Siinä on kuvattu tiiveystestin kulku ja tarvittavat päätöksentekopisteet. Vastaavasti kuvioissa 8 ja 9 on tyypitötön ja alipaineen lohkokaa-viot, joissa myös käy ilmi ohjelmalta vaaditut toimenpiteet.



KUVIO 7. Tiiveystestin ohjelman lohkokaavio



KUVIO 8. Tyypitöntön ohjelmakaavio



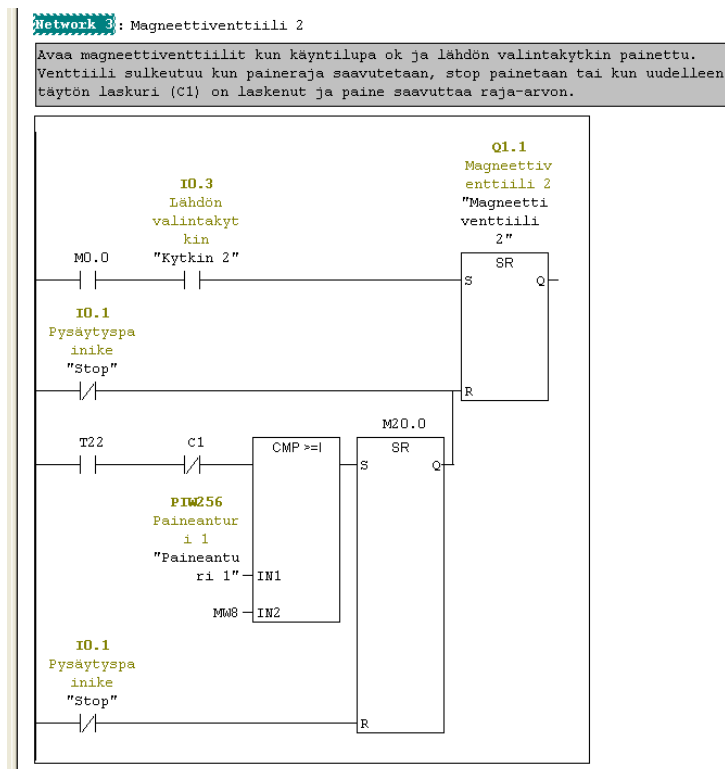
KUVIO 9. Alipaineen ohjelman lohkokaavio

Ohjelma suunniteltiin nykyisten käytäntöjen ja edellä esitettyjen lohkokaavioiden pohjalta kolmiosaiseksi. Osat ovat tiiveystesti, tyhjiö ja tyypitayttö. Ohjelmarakenne jaettiin toimintoyksiköihin (FB), siten, että tiiveystesti on ensimmäisenä ajettavana ensimmäisessä toimintoyksikössä (FB1), tyhjiö toisessa (FB2) ja tyypitayttö kolmannessa (FB3). Koska ohjelma on jaettu yksiköihin, ne täytyy kutsua pääohjelmaan eli organisaatioyksikköön numero yksi (OB1). Organisaatioyksikköön aliohjelmat (FB1, FB2, FB3) kutsutaan järjestyksessä

tiiveystesti, tyhjiö ja tyypitäyttö. Tiiveystesti tehdään aina ensimmäisenä. Näin vältetään huuhtelun aikana turha typpikaasun tuhlaaminen, mikäli jossain laitteessa tai linjassa olisi suuri vuoto. Tyhjiön ja tyypitäytön ohjelmaa ajetaan vuoron perään laitekohtaisesti määritellyn kierron verran. Kiertojen lukumäärä asetetaan laskurin (C2) arvolla. Tyypitäyttö on aina viimeisenä ohjelmana kierrossa, jotta laitteisiin jää työtetyksen jälkeen typpikaasutäyttö.

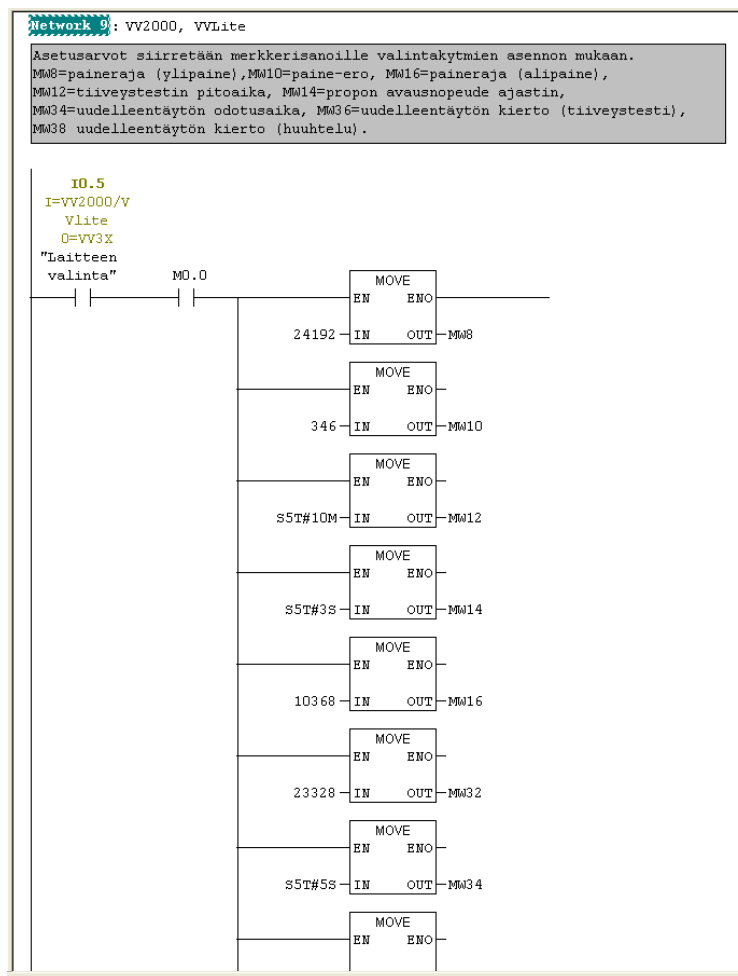
Alkuasetusten teko

Laitemäärän valinta tyyppityksessä tehdään lähtökohtaisilla valintakytkimillä, joilla valitaan ne lähdöt, joihin liitetään tyytettävät laitteet. Valintakytkimen tieto antaa laitekohtaiselle magneettiventtiilille signaalin. Prototyypiversiossa laitelähtöjä on kolme kappaletta. Kuviossa 10 on ohjelman osa laitemäärän valinnasta. Siinä laitekohtainen magneettiventtiili resetoituu stop-painikkeella tai kun täyttökierron resetoiva laskuri C1 on laskenut ja paine on saavuttanut raja-arvon.



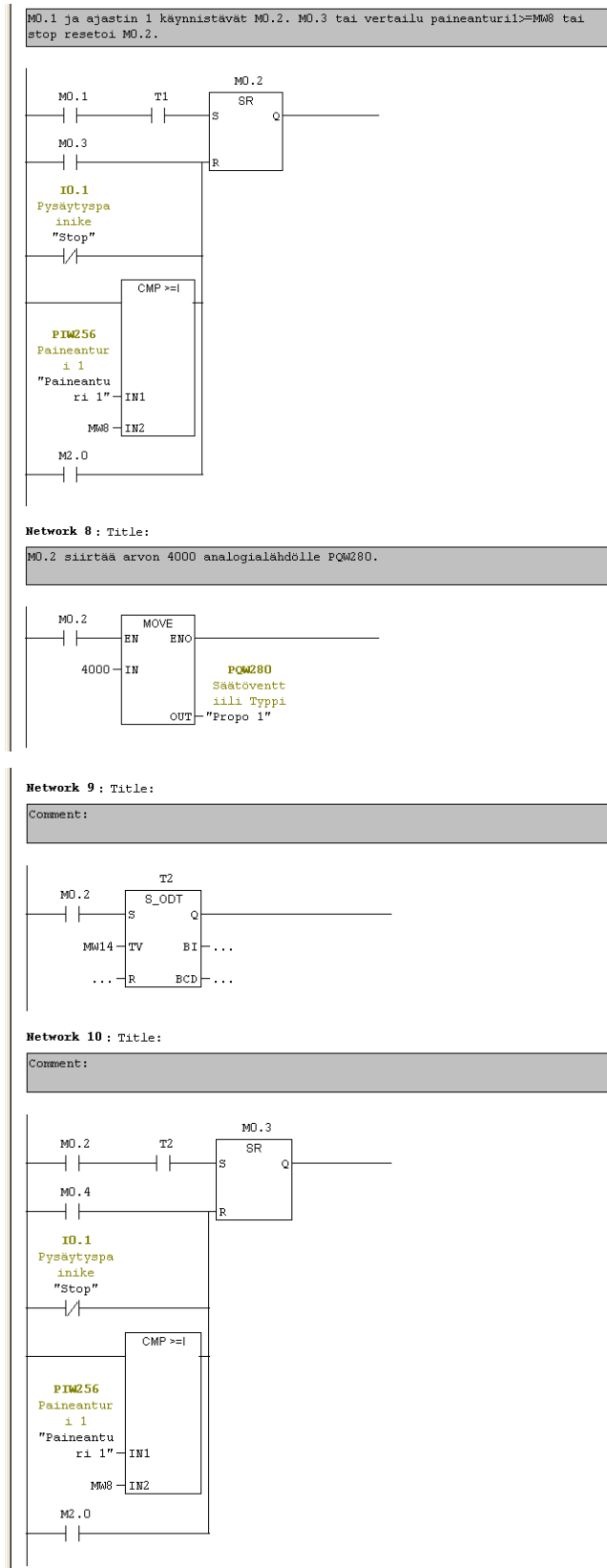
KUVIO 10. Laitemäärän valinta

Laitekohtaiset asetusarvojen valinnat tehdään prototyypissä valintakytkimillä. Prototyypille ohjelmoitiin kaksi eri ohjelmaa, jotka ovat VV2000- ja VV3X-valonvahvistimille. Näistä ensimmäisellä voidaan tyypettää myös VVLite-valonvahvistin, koska se on fyysisiltä mitoiltaan lähellä VV2000-valonvahvistinta. Ennen ohjelman käynnistämistä laitemalli valitaan vipukytkimellä. Laitekohtaiset arvot siirtyvät kytkimen vaikutuksesta move-funktiolla ohjelmaan (ks. kuvio 11). Vaikutettavat arvot ovat ylipaineistuksen paineraja (MW8), tiiveystestin toleranssi paine-ero (MW10), tiiveystestin pitoaika (MW12), proportionaaliventtiilin avausnopeutta säättävä ajastimen arvo (MW14), alipaineen paineraja (MW16), uudelleentäytön odotusaika (MW34), uudelleentäytön kiertomäärä tiiveystestissä (MW36) ja uudelleentäytön kiertomäärä huuhtelussa (MW38). Näitä arvoja muuttamalla voidaan samaa ohjelmarunkoa käyttää hyvinkin erilaisten laitteiden tyyppitykseen.



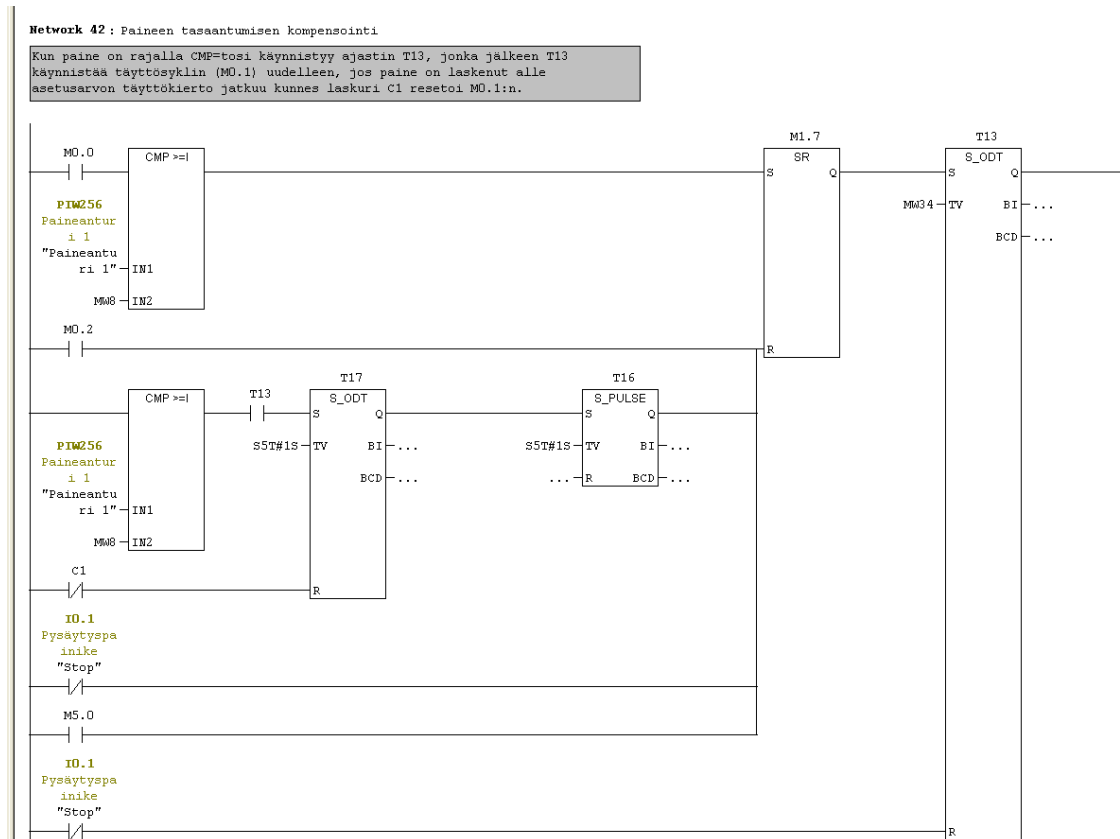
KUVIO 11. Tyyppitysohjelma, asetusarvojen syöttö

Proportionaaliventtiileiden ohjaus toteutettiin askeltavan logiikan periaatteella. Ohjelma syöttää proportionaaliventtiilille ohjaustietona avautuman suuruuden, joka määräytyy kun venttiilin lähtöosoitteeseen siirretään move-funktiolla lukuarvo väliltä 0-27648. Arvolla nolla venttiili on täysin kiinni ja arvolla 27648 täysin auki. Venttiilin avausnopeutta voi näin muuttaa antamalla avausarvoja eri tiheydellä edellä mainitulta väliltä. Pitoaikaa avautuman arvoille voi muuttaa ajastimen avulla (MW14). Jokainen lähdön arvo resetoituu seuraavalla arvolla, jolloin avautuma suurenee ohjelmoidun porrastuksen mukaan. Venttiili sulkeutuu, kun paineraja saavutetaan tai kun stop-nappia painetaan, jolloin ohjelma päästää ensin ylipaineen pois tyhjennysventtiilin kautta ja sulkee sen jälkeen laitekohtaiset venttiilit. Alipaineessa stop-napin painaminen ei avaa tyhjennysventtiiliä, ettei huoneilma imeydy laitteiden sisälle. Kuviossa 12. on ohjelman osa proportionaaliventtiilin ohjauksesta. Siinä apumuisti M0.1 käynnistää ajastimen T1, johon on asetettu aika merkkerisanalla (MW14). Asetetun ajan jälkeen M0.2 vaikuttaa ja siirtää arvon 4000 tyypitöntön proportionaaliventtiilille. Arvo 4000 pysyy päällä proportionaaliventtiilillä, kunnes apumuistin M0.2 käynnistämä ajastin T2 on laskenut ja käynnistää seuraavan täyttöarvon ajan ja resetoit apumuisti M0.2:n. Myös painerajan saavuttaminen resetoit proportionaaliventtiilin täyttöarvon ajan aina. Tyhjiön tuottaminen tapahtuu saman periaatteen mukaan, mutta paineen asetusarvona on negatiivinen painearvo ja tyhjiön ajan aikana tyhjiöpumppu käynnistetään logiikan ohjaamalla releellä.



KUVIO 12. Tyytysohjelma, proportionaaliventtiin ohjaus

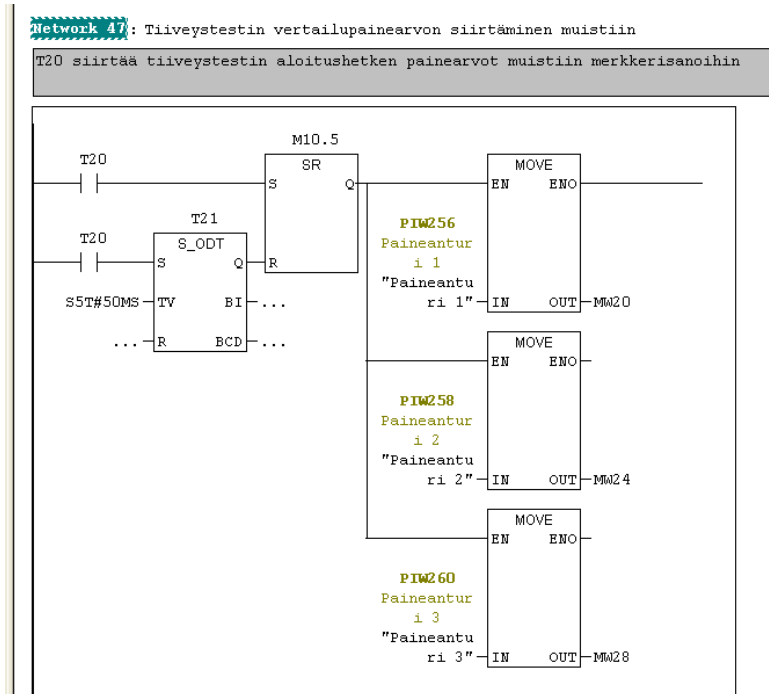
Painerajan saavuttamisen jälkeen tulee huomioida paineen tasaantuminen tytetettävien laitteiden sisällä, joka johtuu laitteiden monimutkaisista sisäisistä rakenteista ja aiheuttaa paineen laskemista laitteissa. Tämä korjataan kuvion 13 mukaisesti ajamalla täyttö uudestaan, ajastimeen määritellyn ajan jälkeen. Uudelleentäytön toistokerrat voi säätää laskurin C1 arvoa muokkaamalla. Näin varmistetaan että laitteet ovat tasaisesti paineistettuja.



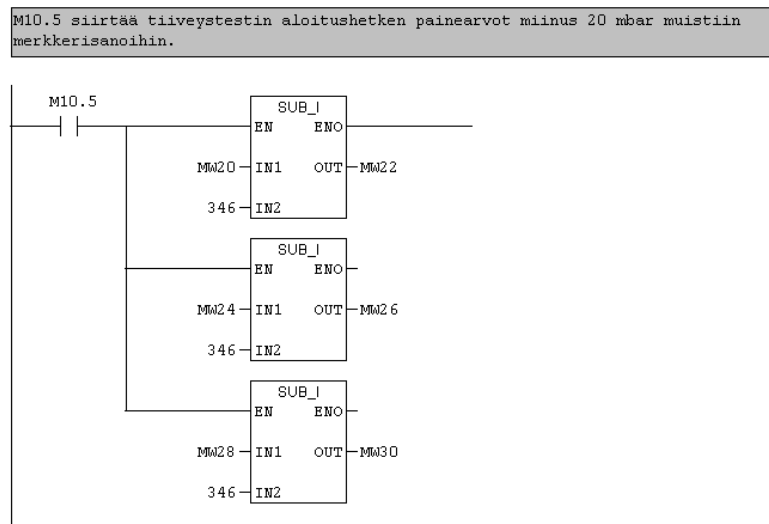
KUVIO 13. Typetysohjelma, paineen tasaantumisen kompensointi

Tiiveystesti suoritetaan täyttämällä laitteet edellä kuvatun periaatteen mukaisesti ja sulkemalla laitekohtaiset magneettiventtiilit. Tämän jälkeen ohjelma odottaa 30 sekuntia, jolla varmistetaan että laitteiden sisäinen paineentasaantuminen on tapahtunut, eikä se pääse aiheuttamaan epätarkkuutta tiiveystestiin. Tiiveystestin alkamishetkellä ohjelma siirtää laitekohtaisen paineanturin arvon merkkerisanaan (ks. kuvio 14) ja vähentää siitä tiiveystestin toleranssi-

alueen (ks. kuvio 15) Näin saadaan lähtökohtainen vertailuarvo, joka on aina juuri toleranssin suuruinen.

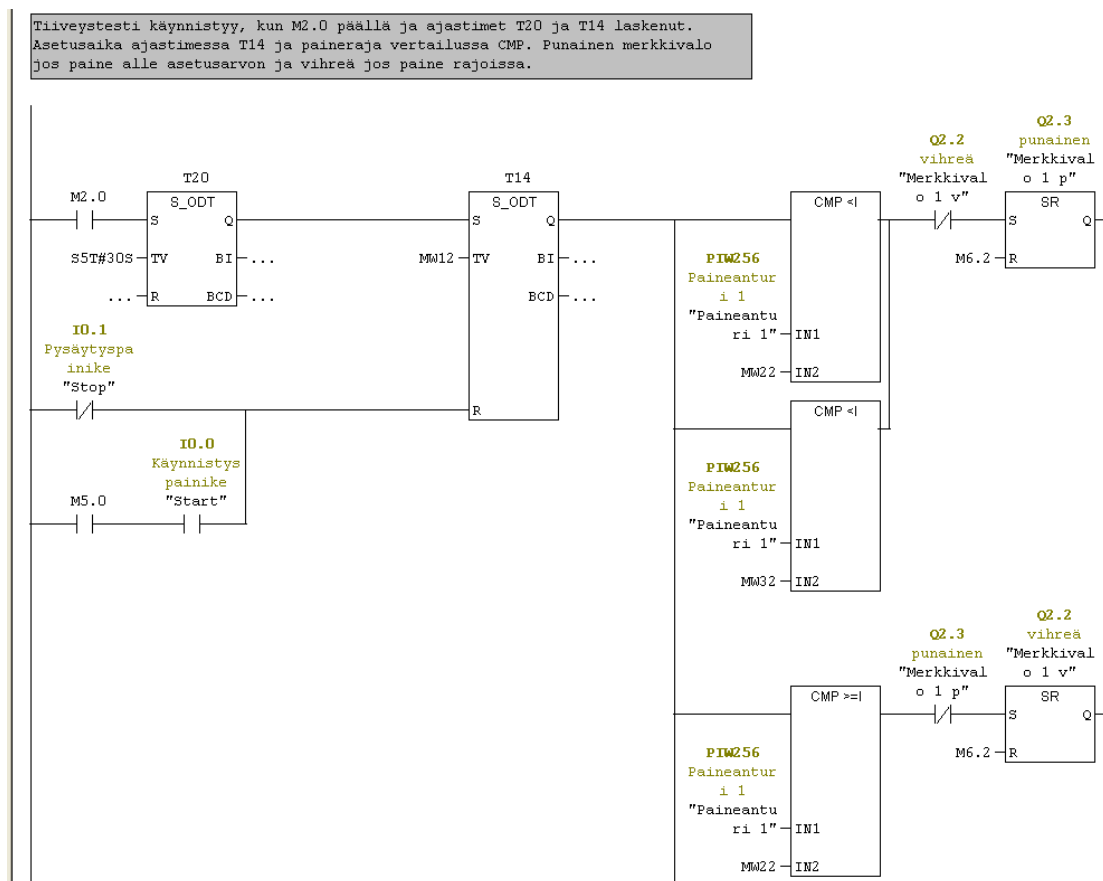


KUVIO 14. Typetysohjelma, tiiveystestin aloitushetken painearvon tallennus



KUVIO 15. Typetysohjelma, tiiveystestin vertailupainearvon määrittäminen

Testin aloitus käynnistää ajastimen (ajastin T14, kuviossa 16), johon on määritelty tiiveystestin pitoaika, joka myös määräytyy laitekohtaisten valmistajan ilmoittamien ohjearvojen mukaan. Pitoajan kuluttua painevertailun tulos sytyttää, joko vihreän tai punaisen merkkivalon riippuen siitä onko laitteen tiiveys toleranssin sisällä vai ei. Tiiveystestin tulos pysyy muuttumattomana asetetun testiajan jälkeen, eli käyttäjän ei tarvitse tarkkailla testiaikaa ja olla paikalla tarkistamassa tuloksia heti testin loputtua. Näin käyttäjä voi rauhassa keskittyä muihin tehtäviin testin ajan ja voi käydä käynnistämässä seuraavan vaiheen kun sopiva hetki tulee.



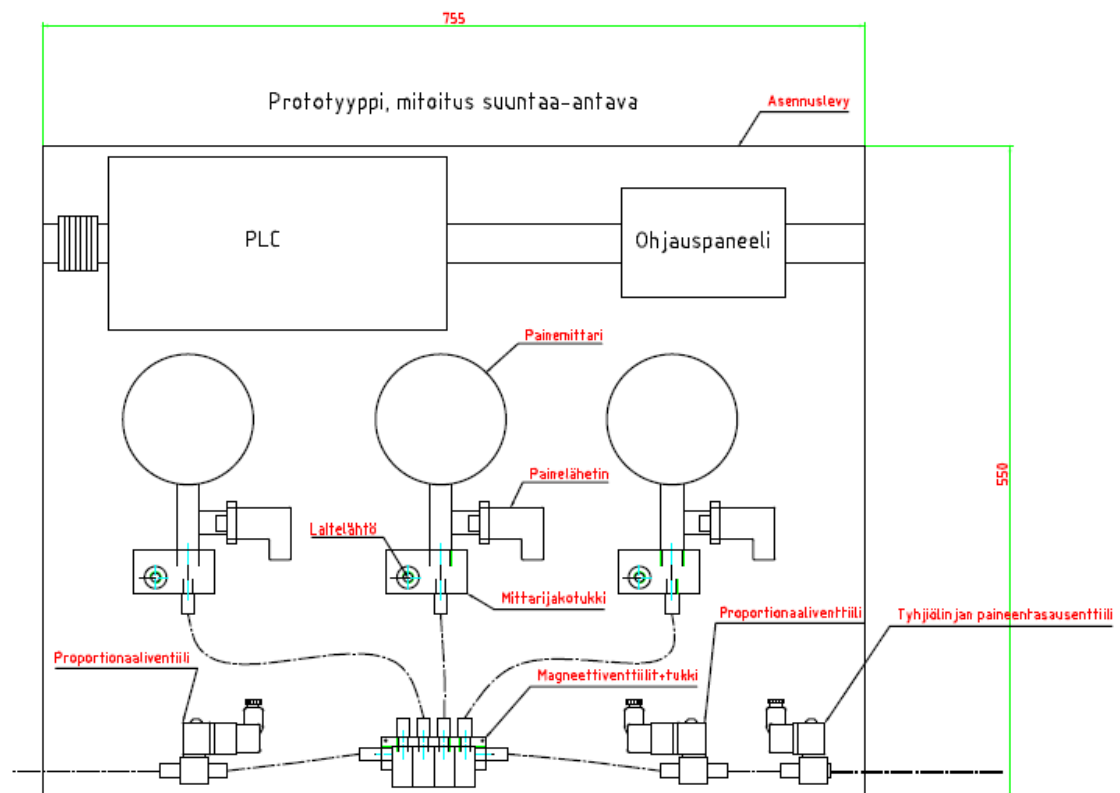
KUVIO 16. Typetysohjelma, tiiveystesti

Tiiveystestin jälkeen seuraavana vaiheena on paine-alipainehuuhtelu, joka käynnistetään tiiveystestin jälkeen start-painiketta painaen. Mikäli testissä on ollut vuotavia laitteita, tulee ne irrottaa typetyslinjasta, sulkea kyseiset lähdöt

ja tarkastaa vuotokohtat tarvittaessa manuaalista typetyslaitetta apuna käyttäen. Start-painikkeen painamisen jälkeen laite hoitaa huuhtelun täysin automaattisesti ja ilmoittaa ohjelman päättymisestä vaihtamalla ohjelman kulun merkkivalon vihreästä punaiselle.

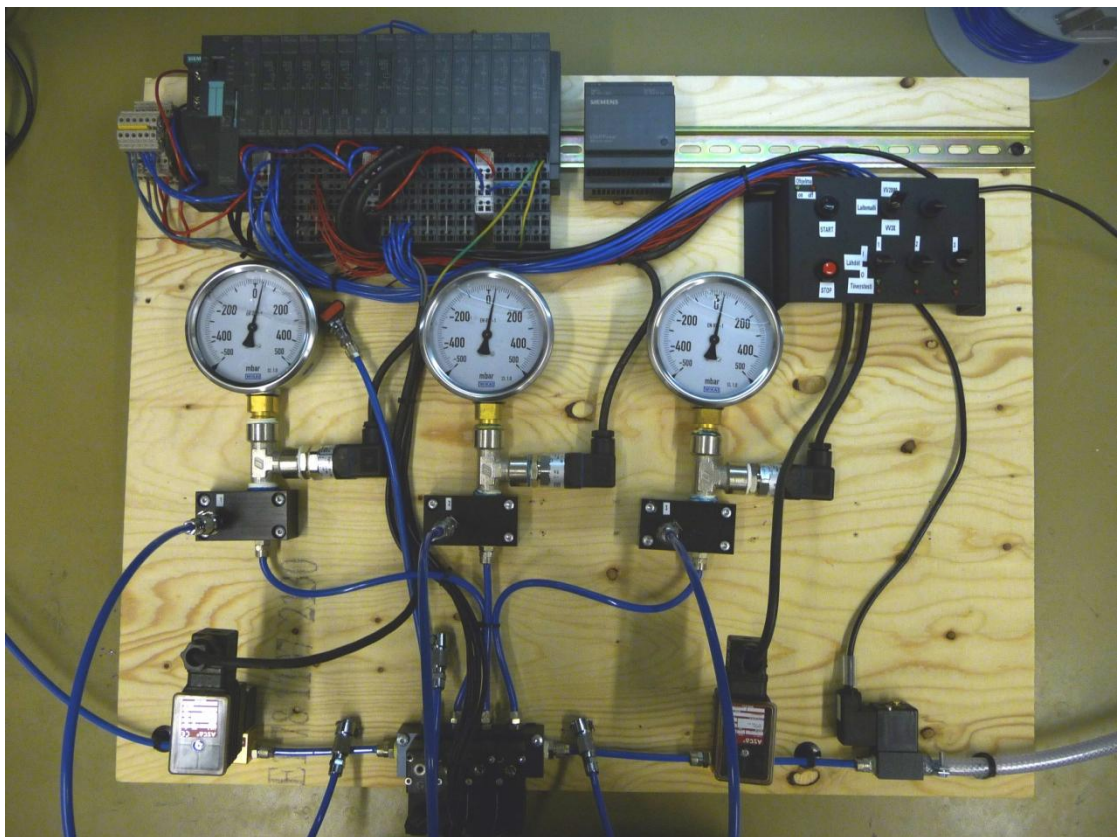
4.4 Kokoonpano

Prototyypiversion kokoonpano tehtiin vanerilevystä sahatulle asennuslevylle. Levyyn kiinnitettiin 35 millimetrin DIN-asennuskisko, johon logiikan komponentit asennettiin. Virtalähteenä toimi testivaiheessa testauspöydän säädettävä tasajännitelähde. Toimilaitteet kiinnitettiin samaan asennuslevyyn, jolloin testauslaitteisto oli helppo siirtää haluttuun paikkaan. Asennukset suunniteltiin CAD-ohjelmalla piirtämällä kuvion 17 mukaisesti. Asennuslevyn mitat ovat 755×550×15 (mm).



KUVIO 17. Prototyypin kokoonpanopiirros

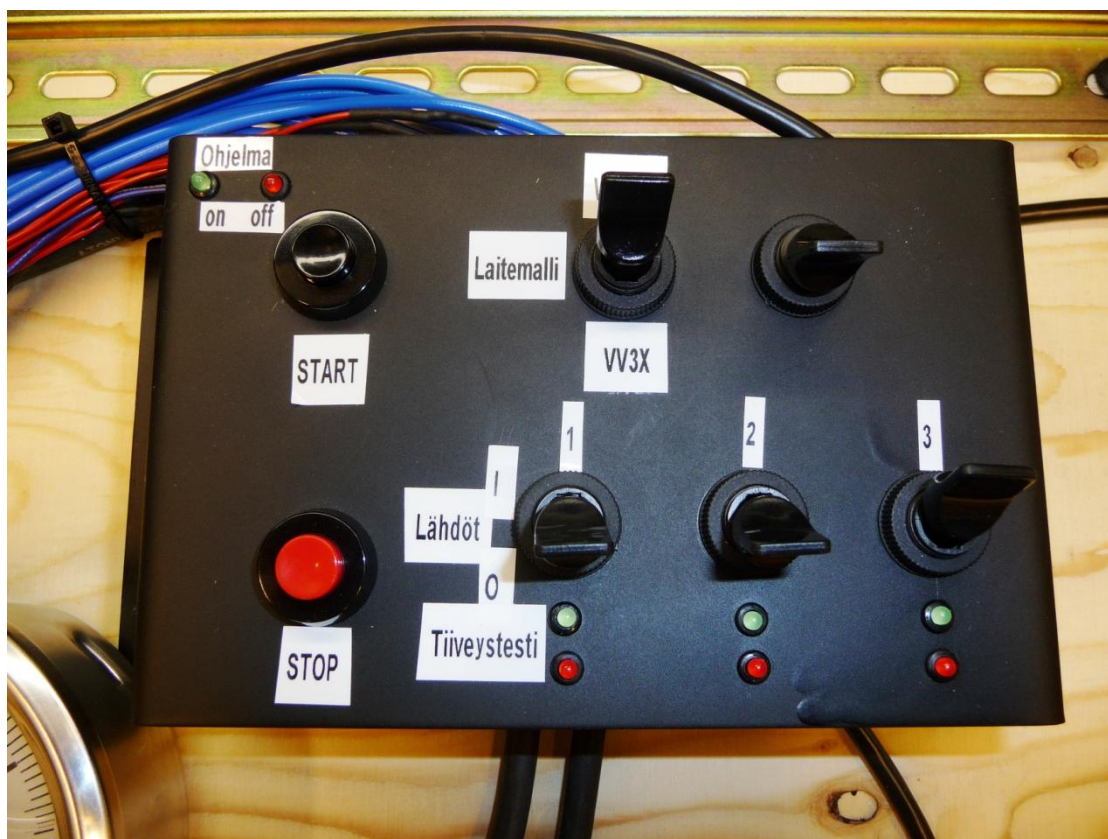
Prototyypissä on rinnakkain asennettuna sekä painemittari että painelähetin. Painemittareilla varmistetaan testausvaiheessa painelähettimien ja ohjelman oikea toiminta ja se, ettei paine pääse mahdollisten virheiden takia kasvaamaan liian suureksi. Kuviossa 18 on kuva valmiista kokoonpanosta. Kuvassa on DIN-kiskoon kiinnitettyä myös Siemensin Logo! Power-virtalähde. Tätä virtalähdettä ei kuitenkaan testauksen aikana käytetty, vaan se oli määrä kytkeä logiikkaan, kun prototyyppi viedään tuotantotiloihin testattavaksi.



KUVIO 18. Prototyypin kokoonpano

Prototyypin käyttöliittymäksi rakennettiin ohjauspaneeli, johon tuli painonapit ohjelman käynnistämistä ja pysäyttämistä varten, vipukytkimet lähtöjen valintaan ja laitekohtaisten arvojen määrittämiseen sekä merkkivalot ohjelman päällä olon ja tiiveystestin tulosten merkiksi. Ohjauspaneeli valmistettiin 1,5

mm teräsohuttelevystä, johon tehtiin tarvittavat rei'itykset kytkimille ja merkkivoiloille. Kuviossa 19 on kuva valmiista ohjauspaneelistä.



KUVIO 19. Prototyypin ohjauspaneeli

Kokoonpanon (kuviossa 18) lisäksi prototyypissä on tyhjiöpumppu ja typpi-kaasupullo. Tyhjiöpumpun ohjaus muutettiin kytkimellä tapahtuvasta relekäyttöiseksi, joka edellytti muutoksia myös pumpun kytkinkoteloon. Koteloon tehtiin uusi kansi, johon tehtiin reikä releelle (ks. kuvio 20). Rele oli tarkoitus sijoittaa kytkinkotelon sisälle, mutta sitä ei saanut sähköturvallisuuden kannalta järkevällä tavalla mahtumaan, joten se sijoitettiin osittain kytkinkotelon kannesta läpitulevaksi. Tällainen kytkentä muuttaa pumpun suojausluokkaa, eikä ole näin ollen soveltuva tuotannolliseen käyttöön ilman uutta vuotovirtamittausta, mutta prototyypissä se katsottiin riittävän turvalliseksi käyttöä. Sähköturvallisuutta varmistettiin eristämällä kaikki kytkinkotelon sisällä olevat laatta-liittimet, jotta ne eivät missään tilanteessa pääse kosketuksiin toistensa tai pumpun rungon kanssa. Releen kanssa sarjaan kytketyksi jätettiin myös alkuperäinen virtakytkin, joka mahdollistaa pumpun sammuttamisen käsikäytöllä

jos rele jää vetäväksi ohjelma vian tai releen rikkoutumisen takia. Maadoitusta varten kanteen tehtiin reikä M5-kokoiselle maadoitus ruuville, jolle otetaan maadoitus kytkinkotelon sisällä olevasta maadoituspisteestä. Kansi maadoituu tosin myös kiinnitysruuviensa kautta samoin kuin alkuperäinen kansi, mutta koska laitteeseen on tehty jälkikäteen kytkentämuutos, tulee sen turvallinen toiminta varmistaa erillisellä maadoituksella.



KUVIO 20. Tyhjiöpumpun kansi

4.5 Testaus

Testaus aloitettiin logiikan ohjelman osalta jo ennen toimilaitteiden saapumista. Ohjelman testausta suoritettiin Step 7:n simulointityökalulla, sekä ajamalla ohjelmaa logiikalla ja vaikuttamalla tuloihin kytkemällä niitä johtimilla. Tällä tavoin voitiin testata ohjelman toimivuutta ja saatiin selvitettyä monta virhettä ennen varsinaista testiä toimilaitteiden kanssa.

Testaus valmiina kokoonpanona ja paineistettuna suoritettiin testilaitetta käyttämällä. Laitteeksi valittiin VV Lite valonvahvistin, joka tulee olemaan yksi yleisimmistä tyytettävistä laitteista. Testi aloitettiin yhdellä laitteella joka tyytett-

tiin vuoronperään kaikissa tyyppilähdöissä. Testien välissä laite tarkastettiin silmämääräisesti, jolla varmistettiin, ettei mistään linjasta siirry epäpuhtauksia laitteiden sisällä. Yksittäisen laitteen testauksen jälkeen kytkettiin tyyppilaitteen kaikkiin kolmeen lähtöön laitteet, joille tehtiin normaalit tiiveystestit ja tyyppitarkastukset. Testin aikana havaittuja puutteita korjattiin ja testi suoritettiin uudelleen korjausten jälkeen. Korjaukset olivat pääasiassa ohjelmallisia ja laitekoh- taisten arvojen säätämistä. Testausraportti ja testauksen seuranta-kaavake ovat liitteinä 4 ja 5.

5 TULOKSET

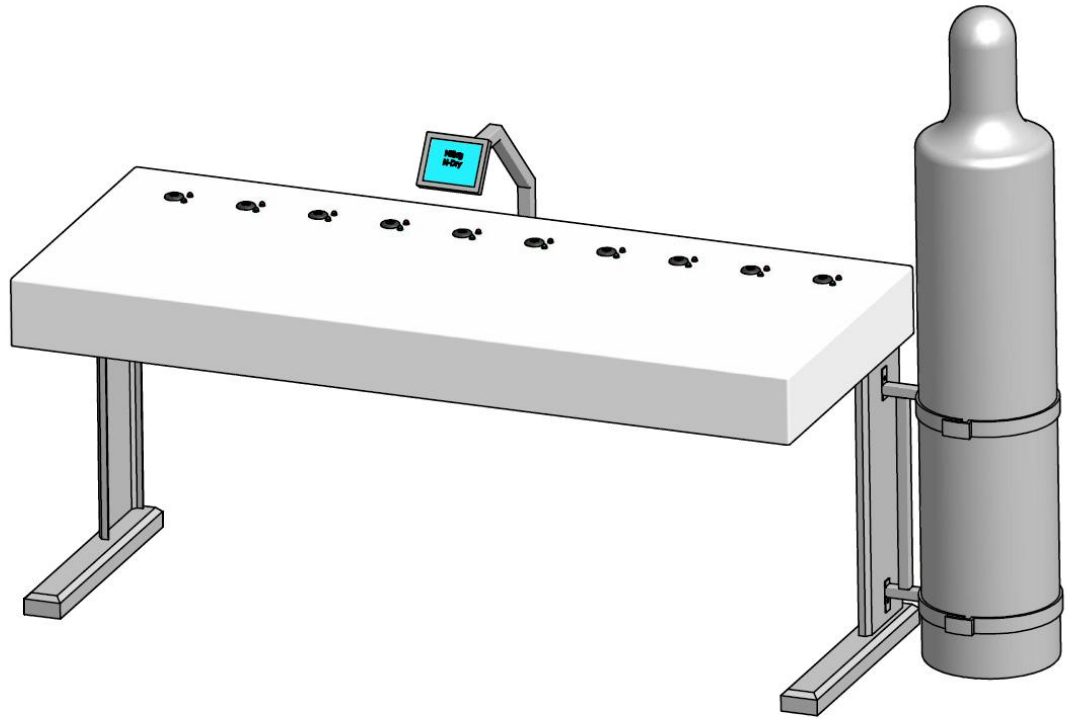
5.1 Tyyppilaitte

Tyyppilaitteen prototyypistä tuli erittäin hyvin toimiva ja se on toiminnallisesti valmis tuotannolliseen käyttöön. Laite on kuitenkin kapasiteetiltaan pieni ja prototyyppiasteella, joten se vaatii tiettyjä parannuksia tuotannolliseksi laitteeksi.

Ohjauspaneeli on suuremmalle tyyppikapasiteetille riittämätön ja se tulee muuttaa ohjelmoitavaksi ja näytölliseksi käyttöliittymäksi. Paras vaihtoehto olisi pieni kosketusnäyttö, johon voi ohjelmoida tarvittavat painikkeet asetusarvojen ja lähtöjen määrittämiseksi. Lisäksi näytölle tulisi ohjelmoida painanturisarvojen näkymä mahdollisuus, jolla voitaisiin tiiveystestissä todentaa visuaalisesti paineen muutosta ja vuotojen suuruuksia. Toinen vaihtoehto painearvojen visuaaliseen seuraamiseen olisi näytöillä varustetut painelähtimet, mutta kosketusnäytön etuna on sen monipuolisuus ja toimivuus sekä näyttölaitteena, että ohjauspaneelina.

Tyhjiöpumpun relekytkentä ja kytkinkotelo tulee muuttaa CE-kilpeä vastaavaksi, eli rele on sijoitettava suojausluokan mukaiseen koteloon ja tarvittaessa on tehtävä vuotovirtamittaus, mikäli kotelo on sähköä johtavasta materiaalista valmistettu.

Kotelointi ja kokoonpano tulee suunnitella huolellisesti siten, että laite on ulkoiselta olemukseltaan siisti ja helppokäyttöinen ja että kaikki kytkennät ovat asianmukaisesti tehtyjä. Kuviossa 21 on 3D-mallikuva valmiista työtetyslaitteesta. Ideana mallikuvan mukaisessa ratkaisussa on sijoittaa kaikki toimilaitteet pöytätasona toimivan koteloinnin sisälle, jolloin erillistä laitekoteloja ja pöytää ei tarvita ja näin voidaan säästää tilaa.



KUVIO 21. 3D-malli valmiista tuotteesta

5.2 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehityksen prosessimalli on varsin toimiva ja johdonmukainen. Projekti pysyy järjestelmällisesti hallittuna, kun työvaiheet ovat selvästi suunniteltuja ja joka vaiheessa on tietyt toteutettavat proseduurit ja dokumentit.

Parannusehdotuksia tuotekehityksen toimintaan tuli projektin aikana mieleen lähinnä hankintatoimen osalta, joka sinänsä toimi hyvin, mutta etenkin tämän

projektin kaltaisessa prototyypin kehittämisessä tietty joustavuus voisi helpottaa ja nopeuttaa ostojen tekoa. Lähinnä ongelmia ja ylimääräistä työtä aiheutti pienten hankintojen teko, jotka on nykyisin tehtävä saman hankintaohjeen mukaan kuin isommat hankinnat. Tämä ei ole mielestäni järkevää, koska pienen oston hintaan suhteessa sen toteuttamiseen käytetään liikaa henkilötyötunteja. Yksittäiset ja hankintahinnaltaan pienet komponentit olisi helpointa hankkia tuotteen suunnittelijan toimesta itse suoraan myyjältä. Hankintaehdotus voitaisiin edelleen hyväksyttää projektin vetäjällä, mutta oston voisi suorittaa itse suoraan myyjän kanssa. Tämä onnistuisi jos yrityksellä olisi sopimusasiakkuus joidenkin alan tuotteita tarjoavien toimijoiden kanssa.

Opinnäytetyön kohdeprojektissa toteutettiin yhden ostajan toimintamallia, jossa ideana on ottaa projektikohtainen ostaja vastaan koko projektin ostoisista. Näin tehdessä projektin ostaja on mahdollisimman hyvin tietoinen projektista kokonaisuutena ja osaa paremmin ottaa kantaa ja informoida projektin ostoisista. Etenkin isommissa projekteissa tällainen toimintamalli jatkossakin parantaisi varmasti oston ja ostaja tekevän osaston välistä yhteistyötä ja tehokkuutta. Tuotekehitykselle voisi nimetä yhden pääasiallisen ostajan, joka olisi kokonaisuutena tietoinen eri projektien vaiheista ja sisällöistä. Siten ostaja osaisi myös omatoimisesti paremmin priorisoida projektien ostoja niiden kiireellisyyden mukaan.

6 TULOSTEN ARVIOINTI JA JATKOTOIMENPITEET

6.1 Typetyslaite

Opinnäytetyön tavoitteena oli nykyisin käytössä olevan manuaalisen typetyslaitteen automatisoinnin suunnittelu ja toteutus prototyyppitasolla. Tämä tavoite täyttyi täydellisesti ja lopputuloksena on tuotannon testiin valmis prototyyppi, jonka pohjalta on helppo lähteä jatkokehittämään laite valmiiksi, myös muille käyttäjille myytäväksi tuotteeksi.

Typetyslaitteella saatavat hyödyt ovat suorassa suhteessa tuotantomääriin ja sitä kautta typetykseen käytettävään aikaan. Optroniikkayksikön omien tuotteiden tuotantomäärät tulevat lähitulevaisuudessa kasvamaan merkittävästi uusien markkinoiden myötä, joka oli myös osaltaan vaikuttamassa tämän projektin aloittamiseen. Suunniteluun kaltaisella, mutta suuremmalla kapasiteetillä toimivalla typetyslaitteella voidaan jatkossa saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä tuotannon tehostumisen ja typetykseen käytettävien työtuntien vähentämisen myötä. Lisäksi laitteella on mahdollista parantaa laatua, toimintamalleja yhtenäistämällä ja tarvittaessa typetysproseduuria kehittämällä jos se katsotaan tarpeelliseksi. Esimerkiksi huuhtelukertoja voidaan automaattisella laitteella helposti lisätä, ilman että se sitoo enempää henkilöstöresursseja.

Jatkotoimenpiteinä typetyslaitteen osalta on sen testaaminen tuotannon käytössä riittävän pitkän ajan verran, jotta sen toiminta saadaan hiottua täydellisesti kaikissa tilanteissa toimivaksi. Riittävän pitkä aika riippuu tuotantomäärästä, eli siitä kuinka paljon typetyksiä laitteelle saadaan tehtäväksi. Käytännössä testiä on tehtävä, kunnes laite toimii jokaisessa typetyksessä täysin oikein, eikä vaadi käyttäjän läsnäoloa.

Tuotannon testin jälkeen tulee aloittaa laitteen valmistaminen tuotannolliseksi laitteeksi. Tämä vaiheen tulisi pitää sisällään käytettävien komponenttien soveltuvuuden arvioinnin käyttökohteeseen pitemmän testauksen perusteella, käyttöliittymän suunnittelun, kokoonpanosuunnitelman viimeistelyn, sekä kotoinnin ja ulkoasun suunnittelun ja toteutuksen.

6.2 Tuotekehitysprosessi

Toisena tavoitteena oli tuotekehitysprosessin arviointi ja kehittäminen. Arvioinnin osalta projekti toimi hyvin tuotekehityksen toimivuuden mittarina, koska se oli tavallisista tuotekehityksprojekteista poikkeava ja toi näin ollen uusia näkökohtia tuotekehitykseen. Merkittäviä yksittäisiä parannusehdotuksia tämä projekti ei tuotekehitysprosessiin juuri tarjonnut, koska toimintamalli arvioitiin kaikin puolin toimivaksi. Sen sijaan pienempiä päivittäiseen toimintaan liittyviä

parannuskohtia projekti toi esille useampia, joiden korjaaminen voi jatkossa helpottaa tuotekehitystä yleisellä tasolla.

6.3 Henkilökohtaiset oppimistulokset

Omat henkilökohtaiset oppimistavoitteet täyttyivät yli odotusten. Toimeksianto keskittyi automatisointiin, jota ei kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa kovin paljoa opiskella. Näin ollen uutta opittavaa asiaa tuli eteen koko projektin ajan. Koulusta saadut perustiedot automatisointiin liittyen olivat alkuvaiheessa todella suureksi hyödyksi, mutta projektin edetessä piti jatkuvasti ottaa selvää uusista asioista ja käytettävän tekniikan toiminnasta. Työ antoi paljon kokemusta myös tuotekehityksen ja prototyypin rakentamisen osalta, koska kaikki tässä työssä eteen tulleet tehtävät tuli hoitaa pääasiassa itse, aina suunnittelusta ja komponenttien valinnasta, kokoonpanoon ja testaukseen.

LÄHTEET

Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY.

Berger, H. 2006. Automating with Simatic. Third Edition. Erlangen, Saksa: Publicis Corporate Publishing.

Bolton, W. 2006. Programmable Logic Controllers. Fourth Edition. Oxford, Iso-Britannia: Elsevier Newnes.

Crispin, A. 1997. Programmable logic controllers and their engineering applications. Second Edition. London, Iso-Britannia: McGraw-Hill Publishing Company.

EMC – sähkömagneettinen yhteensopivuus. n.d. Verkkójulkaisu. Turvatekniikan keskus. Viitattu 12.5.2010. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/EMC/>.

Frid, J., Johnsson, J., Rantanen, U. 2005. Ohjaustekniikka. Oppikirja. Iisalmi: IS-VET OY.

Grönholm, T. 2010. Tuotetuki, Siemens Oy, sähköpostiviesti. 19.2.2010

Help on Ladder Logic. n.d. Step 7:n sähköinen ohjelmointiohje. Simatic manager

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M., Sumutjärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY.

Millog Oy. n.d. Millog Oy:n verkkosivut. Viitattu 29.5.2010. <http://www.millog.fi/index.html>.

Nironen, I. 2010. Tuotekehityspäällikkö, Millog Oy, Lievestuore. Keskustelut 15.2.–29.5.2010.

Onnettomuuden varaa aiheuttavat aineet. n.d. Verkkajulkaisu. Työterveyslaitos. Viitattu 12.4.2010. <http://www.ttl.fi/OVA/typpi.html>.

Pylvänäinen, J. 2010. Kojeoptikko, Millog Oy, Lievestuore. Kekustelut 15.3.–29.5.2010.

Siemens Oy. n.d. Siemens Oy:n verkkosivut. Viitattu 13.5.2010. www.siemens.fi/et200.

Typetyslaitteen automatisointi

Laatinut:	Otto Valkonen	15.02.10
Tarkistanut:	Jouko Pylvänäinen	25.02.10
Hyväksynyt:	Timo Vuorenpää	03.03.10
Muutoshyväksyntä:	Isto Nironen	23.04.10

MUUTOSHISTORIA

Versio	Päiväys	Muutoksen kuvaus
1	15.02.10	Alkuperäinen
2	17.02.10	Poistettu 1.3, lisätty 9., muutettu 2.3, 4., ja 5.
3	25.02.10	Tarkistanut Jouko Pylvänäinen
4	03.03.10	Hyväksynyt Timo Vuorenpää
5	22.04.10	Muutettu 2.1.1. tyhjiöpumpun varmistusventtiili lisätty

1 Johdanto

Typetys on nykyisellään erittäin aikaa vievä työvaihe optroniikan yksikössä. Manuaalisesti käytettävä laite sitoo käyttäjän pitkäksi aikaa ohjaamaan laitteen toimintoja ja seuramaan mittariarvoja. Tähän ongelmaan ratkaisu on typetyslaitteen automatisointi. Automatisoinnilla saavutettaisiin myös parempi laatu, kun jokainen typetys tapahtuisi samalla tavalla käyttäjistä riippumatta.

1.1. Tavoitteet

Projektin tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa automatisointi typetyslaitteeseen. Lähtökohdaksi on käytössä oleva manuaalinen typetyslaite, jonka pohjalta automatisointi suunnitellaan. Tarkoituksena on hyödyntää jo olemassa olevaa laitetta ja tehdä muutokset pääasiassa laitteen ohjaukseen ja ohjattaviin toimilaitteisiin. Vanhan laitteen osia voidaan näin ollen hyödyntää laitteen valmistuksessa.

Projekti toteutetaan opinnäytetyönä ja opinnäytetyön aiheesta tekee Otto Valkonen. Opinnäytetyön aikatauluksi on määritelty kolme kuukautta 1.3.2010 alkaen, jonka aikana on tavoitteena saada valmiiksi toteuttamiskelpoinen suunnitelma laitteesta, sekä prototyypiversio. Prototyyppi on tarkoituksena rakentaa muuten tuotannollista laitetta vastaavaksi, mutta se tehtäisiin pienemmälle kapasiteetille, käytännössä yhdelle tai kahdelle typetettävälle laitteelle. Opinnäytetyön määräajan jälkeen, mikäli prototyyppi katsotaan tuotantoon sopivaksi, jatketaan projektia normaalina tuotekehitysprojektina, jonka tavoitteena on tehdä tuotantoon valmis laite.

Tuotannossa automatisoitu laite voitaisiin alkuvaiheessa ottaa vanhan laitteen rinnalle, jotta tarvittavat testaukset, ohjelmoinnit, sekä mahdollisesti tarvittavat muutokset voitaisiin suorittaa tuotantoa häiritsemättä. Riittävän testauksen ja käytännön kokemusten keräämisen jälkeen laite voidaan tuotteistaa myytäväksi myös muille käyttäjille.

1.2. Käsitteitä

PLC= programmable logic controller, ohjelmoitava logiikka

2. Yleiskuvaus

Suunnittelun perusajatuksena on tehdä automatisoidusta laitteesta toiminnaltaan yhtenäinen nykyisen laitteen kanssa. Erona on laitteen automatiikka, joka suorittaa toiminnot ilman käyttäjän jatkuvaa läsnäoloa.

2.1 Kuvaus laitteesta

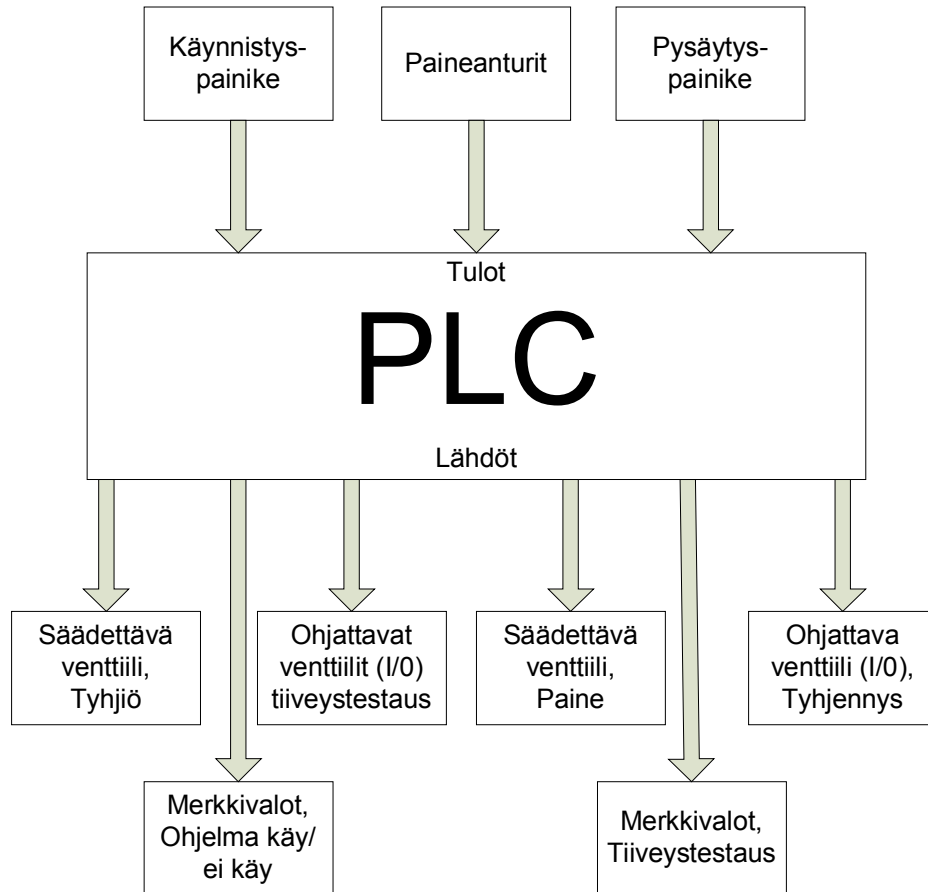
2.1.1. Vaihtoehto 1 (valittu 3.3.2010)

Ensimmäinen vaihtoehto on laitteen ohjauksen toteuttaminen täysin saman toimintamallin mukaan, mitä nykyään käytetään käsiohjauksella. Tämä vaihtoehto edellyttää logiikalta analogisen signaalin käsittelyä sekä tulo-, että lähtöpuolella. Laitteiden typetyksen venttiileiden ohjaus toteutettaisiin logiikalla ohjattavilla virtaukseltaan säädettävillä venttiileillä, eli proportionaaliventtiileillä. Ohjaustiedot venttiileille tulevat paineantureilta.

Typpitäyttö puolen proportionaaliventtiiliä ohjataan ohjelman alkaessa hitaasti auki. Avaumaa kasvatetaan hitaasti, kunnes paine saavuttaa ohjearvon, jolloin venttiili suljetaan. Typpitäytön jälkeen runkolinjan tyhjennysventtiili avataan, jolloin laitteiden ylipaine poistuu. Tyhjennysventtiiliin virtausnopeutta tulee rajoittaa, siten että virtaus laitteiden sisällä ei kasva liian suureksi tyhjennyksen aikana.

Tyhjiön aikaansaamiseksi käytetään nykyisen kaltaista tyhjiöpumppua. Pumpun käynnistyksen jälkeen tyhjiöpuolen proportionaaliventtiiliä aletaan avata hitaasti, kunnes alipaineen ohjearvo saavutetaan, jolloin venttiili suljetaan. Tyhjiöpumpulle johtavaan linjaan tulee lisäksi asentaa yksi tyhjennysventtiili, jolla alipainelinjan paine saadaan normalisoitua, kun pumppu ei käy. Näin varmistetaan, ettei linjaan mahdollisesti jäävä alipaine ime pumpussa olevaa öljyä typetyslaitteen sisälle. Edellä kuvattu täyttö-/ tyhjennyssykli toistetaan työtettävästä laitteesta riippuen 2- 5 kertaa.

Tiiveystestaus toteutettaisiin siten, että laitteet paineistetaan ohjearvoon paineantureiden arvoja tarkastellen. Laitteelle johtavan putken magneettiventtiili suljetaan. Laite pidetään paineistettuna kullekin laitteelle määritellyn ohjeajan verran. Paineanturi mittaa paineen muutosta ajan funktiona ja mikäli paine laskee ohjearvoa enemmän, logiikka sytyttää punaisen merkkivalon sen laitteen kohdalle. Läpäisevät laitteet merkitään vihreällä merkkivalolla. Ohjearvot määräytyvät laitekohtaisten vaatimusten mukaan. Paineantureita käyttäen voitaisiin logiikan avulla seurata paineen alenemaa ajan funktiona jälkikäteen ja mahdollisesti myös todentaa tiiveyttä paremmin tallenteen avulla. Kuvassa 1. on lohkokkaavio esitys laitteen ohjauksesta.



Kuva 1. Lohkokaavio vaihtoehdosta 1.

Tällä toimintamallilla logiikan ohjattavaksi tulisi, 2 digitaalista ja 10 analogista tuloa, sekä 35 digitaalista ja 2 analogista lähtöä taulukon 1. mukaisesti.

Osat	Tulot		Lähdöt	
	Digitaaliset	Analogiset	Digitaaliset	Analogiset
Paineanturit		10		
Painonapit	2			
Säädettävät venttiilit				2
Magneetti venttiilit (I/O)			12	
Merkkivalot			22	
Kytkin (I/O)			1	
Yhteensä	2	10	35	2

Taulukko 1. Tulot/lähdöt vaihtoehdossa 1.

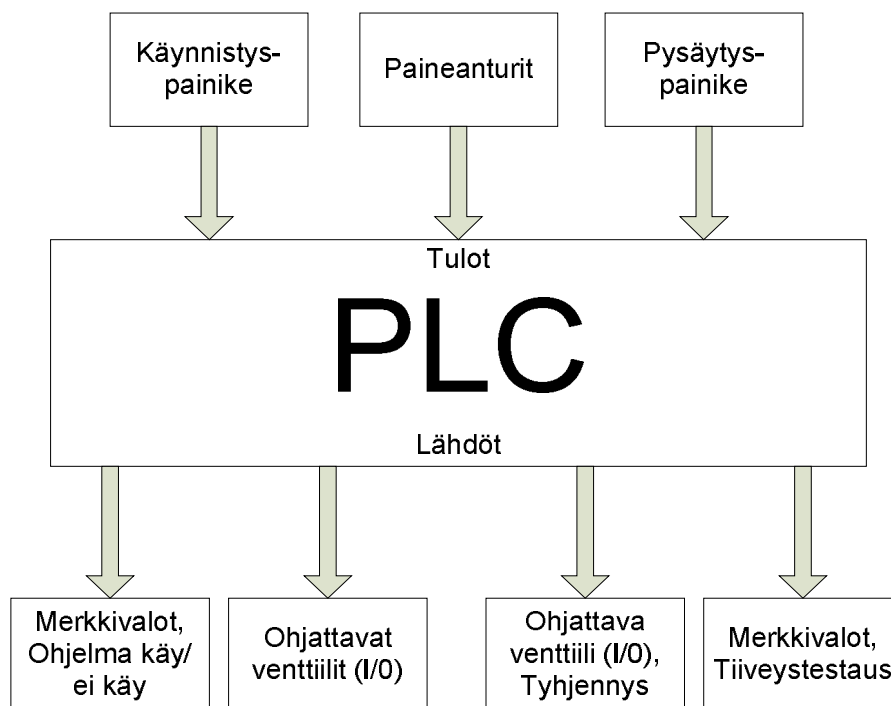
Tämän toimintamallin etuna on sen säädettävyys ja hyvä ohjattavuus logiikalla. Huonona puolena on sen korkeahko hankintahinta, jota nostaa laaja logiikka ja proportionaaliventtiilit.

2.1.2. Vaihtoehto 2

Toinen vaihtoehto toimintamalliksi on ohjauksen suorittaminen pelkästään magneettiventtiileillä ja virtauksen rajoitus mekaanisesti säädettävillä kuristimilla. Ohjaustiedot tulevat tässä tapauksessa vain paineantureilta.

Ennen ohjelman ajoa käyttäjän tulee asettaa manuaalinen kuristin ohjearvoon. Ohjearvo määräytyy tyytettävän laitteen mallin mukaan. Ohjelma avaa runkolinjan magneettiventtiin ja tyypitäyttö tapahtuu rajoitetulla vakiovirtauksella, kunnes paineen ohjearvo saavutetaan. Täytön jälkeen runkolinjan tyhjennysventtiili avataan ja ylipaine poistuu laitteista. Myös tyhjennysventtiin virtausta on tarpeen mukaan kuristettava, ettei virtausnopeus laitteissa nouse liian korkeaksi. Tyhjiö luodaan laitteisiin samalla periaatteella, tyhjiöpumppua käyttäen. Määritellyn alipainearvon saavutettuaan laite sulkee tyhjiöpuolen magneettiventtiin ja aloittaa tyypitäytön uudestaan. Tämä sykli toteutetaan laitteesta riippuen 2-5 kertaa.

Tiiveystesti suoritetaan samalla tavalla kuin 1. vaihtoehdossa, paitsi täyttövaiheessa virtausta ei pystytä seuraamaan, vaan se tapahtuu mekaanisella kuristimella asetetun arvon mukaan. Kuvassa 2. lohkokaavio esitys laitteen ohjauksesta.



Kuva 2. Lohkokaavio vaihtoehdosta 2.

Tällä toimintamallilla logiikan ohjattavaksi tulisi 2 digitaalista ja 10 analogista tuloa, sekä 36 digitaalista lähtöä, taulukon 2. mukaisesti.

Osat	Tulot		Lähdöt	
	Digitaaliset	Analogiset	Digitaaliset	Analogiset
Paineanturit		10		
Painonapit	2			
Magneetti venttiilit (I/O)			13	
Merkkivalot			22	
Kytin (I/O)			1	
Yhteensä	2	10	36	

Taulukko 2. Tulot/lähdöt vaihtoehdossa 2.

Tämän vaihtoehdon etuna ovat pienemmät laitekustannukset. Logiikaksi käy pienempi vaihtoehto, koska sillä ei tarvitse ohjata analogisia lähtöjä. Huonona puolena on se, ettei virtausta pystytä hallitsemaan ohjelman aikana. Virtaus on vakio koko ohjelman ajan, eikä kovin suuria arvoja voida käyttää, etteivät tyytettävissä laitteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet pääse liikkeelle venttiilin avausvaiheessa, joka magneettiventtiilillä on täysin auki/ täysin kiinni tyyppinen. Tämä pidentää ohjelma-aikaa, kun laitteiden täyttö kestää pitempään pienemmällä virtausarvolla.

Mikäli päädytään toteuttamaan vaihtoehto 1, pystytään sen vaatimalla laitteistolla testaamaan myös vaihtoehdon 2 kokoonpanoa. Näin saataisiin varma tieto siitä, kumpi vaihtoehdoista on parempi yrityksen tarpeisiin.

2.2. Laitteen käyttäjät

Laitetta tulee tuotannossa käyttämään samat henkilöt, jotka nykyisinkin käyttävät tyytetylaitetta. Käyttäjille tulee antaa riittävä perehdytys laitteen käyttöön.

2.3. Kuvaus käyttöympäristöstä

Laite suunnitellaan käytettäväksi normaalissa tuotantoympäristössä. Laitetta ei suunnitella ulkokäyttöön. Käyttölämpötila laitteelle on 10-25°C.

Mikäli laite halutaan suunnitella ulkokäyttöä kestäväksi, tulee se huomioida laitteen komponentti valinnoissa ja suojauksessa. Logiikkaohjauksen komponentit eivät lähtökohtaisesti ole säänkestäviä, joten ne tulisi joko koteloida standardin mukaisesti tai valita valmiiksi sään kestävä komponentti, jotka ovat hankintahinnaltaan perusversioita kalliimpia erikoisosia.

Laite ei perusolemukseltaankaan ole ulkokäyttöön hyvin soveltuva, koska laite vaatii toimiakseen verkkovirran. Lisäksi laitteen toiminta-ajatus ja tehokkuus tulee esiin nimenomaan suurempia määriä tyytettäessä, eikä sitä suunnitella siirrettäväksi huoltolaitteeksi liikkuvaan huoltoon.

3. Toiminnot

Automatisoidulla laitteella tulee kyetä suorittamaan kaikki samat toiminnot, jotka nykyään suoritetaan manuaalisella laitteella. Laitteen toimintoihin kuuluu sekä typetettävän laitteen typetys, että tiiveyden tarkistus. Typetysohjelmat tehdään vastaamaan nykyistä menettelytapaa, ellei nykyisten menettelytapojen katsota tarvitsevan muutosta. Laitteessa täytyy olla myös keino sulkea osa lähdöistä, koska typetettävien laitteiden määrä vaihtelee. Tämä voidaan toteuttaa, joko venttiileillä, tulpilla tai ohjelmallisesti. Ohjelman tulee huomioida typetettävien laitteiden lukumäärä myös virtauksen säädössä. Samaa virtausarvoa, mitä käytetään täyden kapasiteetin typetykseen, ei voi käyttää typettäessä vain yhtä laitetta. Lisäksi tulee tarkastella onko tarpeen tallentaa/analysoida tiiveyskokeilun paineanturi tietoja. Tällöin voitaisiin seurata paineen alenemaa ajan funktiona jälkikäteen ja mahdollisesti myös todentaa tiiveyttä paremmin tallenteen avulla.

Alkuvaiheessa laite ohjelmoidaan suurimmat tuotantomäärät käsittäville laitteille. Harvinaisemmat laitemallit typetetään alkuvaiheessa manuaalisella laitteella, kunnes niille saadaan ohjelmat valmiiksi.

Prototyyppi versioon asennetaan myös painemittarit, jotka tuotannollisesta versiosta jätetään pois. Tällä varmistetaan koeajovaiheessa laitteen toiminta ja anturointien/ ohjauksen oikeellisuus, sekä se ettei paine pääse nousemaan liian korkeaksi typetettävissä laitteissa.

Lisäksi tulee varmistaa että laite toimii vikatilanteissa turvallisella tavalla. Tämä tulee varmistaa logiikan ohjelmalla sekä tarvittaessa käyttölaitteilla, kuten hätä-seis painikkeella.

3.1. Tekniset vaatimukset

3.1.1. Vaihtoehto 1

Ohjausjärjestelmälle tekniset vaatimukset ovat:

- digitaalisia tuloja (DI) min. 2kpl
- digitaalisia lähtöjä (DO) min. 35kpl
- analogisia tuloja (AI) min. 10kpl
- analogisia lähtöjä (AO) min. 2kpl

Säädettäville venttiileille tekniset vaatimukset ovat:

- tulee olla virtaukseltaan säädettäviä (proportionaali)
- virtausarvoiltaan käyttöön sopivia
- tarkkuudeltaan käyttöön sopivia
- logiikalla ohjattavia

Ohjattaville venttiileille tekniset vaatimukset ovat:

- virtausarvoltaan käyttöön sopivia
- kaksitilaisia (auki/kiinni)
- logiikalla ohjattavia (magneettiventtiilejä)

Paineantureille tekniset vaatimukset ovat:

- soveltuvuus typen painemittaukseen
- riittävä tarkkuus
- oikea mittausalue (-500-+500 mbar)
- yhteensopivuus logiikan kanssa

3.1.2. Vaihtoehto 2

Ohjausjärjestelmälle tekniset vaatimukset ovat:

- digitaalisia tuloja (DI) min. 2kpl
- digitaalisia lähtöjä (DO) min. 36kpl
- analogisia tuloja (AI) min. 2kpl

Ohjattaville venttiileille tekniset vaatimukset ovat:

- virtausarvoltaan käyttöön sopivia
- kaksitilaisia (auki/kiinni)
- logiikalla ohjattavia (magneettiventtiilejä)

Paineantureille tekniset vaatimukset ovat:

- soveltuvuus typen painemittaukseen
- riittävä tarkkuus
- oikea mittausalue (-500-+500 mbar)
- yhteensopivuus logiikan kanssa

Mekaanisesti säädettävät virtauksen kuristimet

- helppo tilan (virtausarvon) valinta
- oikea mitoitus

4. Ulkoiset liittymät

Laitteeseen tulee liittymä PC:lle, jolla suoritetaan ohjauksen ohjelmointi. Tuotannolliseen laitteeseen kannattaa käyttöliittymäksi valita kosketusnäyttö, jolla laitteen käyttö on helppoa.

Laitteessa olevien liittimien valinnassa tulee ottaa huomioon käyttöympäristö. Mikäli laitetta käytetään räjähdysvaarallisissa tiloissa, tulee valita Ex-hyväksytyt liittimet ym. sähkölaitteet. Myös jos laite halutaan hyväksyttäväksi käytettäväksi kenttäolosuhteissa, tulee se ottaa huomioon liittimiä ym. komponentteja valittaessa. Lähtökohtaisesti näin ei suunnitella (kts. kpl 2.3).

5. Liiketoimintamalli ja vaikutus

Ei julkinen tieto.

6. Kustannukset, resurssit ja alihankinta

Ei julkinen tieto.

7. Laatusuunnitelma

7.1. Konseptin toimivuus

Konseptin toimivuus on riippuvainen laitteen toimivuudesta. Hyvin toimiva automaattinen laite lyhentäisi työtöiden läpimenoaikaan ja vapauttaisi työresursseja muihin tehtäviin. Tällaisen laitteen tuottaminen, vaikka vain omaan käyttöön olisi varmasti kannattavaa, vaikka alkukustannukset ovat suuret.

7.2. Helppokäyttöisyys

Helppokäyttöisyys tulee ottaa huomioon käyttöliittymää suunniteltaessa. Käytettävyydessä tulee pyrkiä siihen, että käyttäjän tehtäväksi jää työtettävien laitteiden kytkeminen nykyisellä tavalla, oikean ohjelman valinta ohjelmalistasta, sekä ohjelman käynnistys. Ohjelman ajon jälkeen toimet ovat, tiiveystarkistuksen tulosten toteaminen ja laitteiden irrottaminen työtöslaitteesta.

7.3. Luotettavuus

Ohjelmoitavalla logiikalla toimiva laitteisto on erittäin käyttövarma ja luotettava. Logiikka toistaa ohjelman aina samalla tavalla, eikä inhimillisiä virheitä pääse tapahtumaan. Tämä edellyttää kuitenkin perusteellisen valmistelevan työn tekemistä, jotta logiikka saadaan toimimaan halutulla tavalla.

7.4 Laajennettavuus

Ohjelmoitavalla logiikalla toteutettu ohjaus on helposti laajennettavissa. Ohjelman muuttaminen uusille tuotteille on myös helppoa, kun on kerran saatu tehtyä hyvin toimiva ohjelma jollekin laitteelle. Myös lisäominaisuuksia, kuten anturointeja, pystytään modulaariseen logiikkaan liittämään, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

Ohjelmoitavan logiikan valinnalla voidaan vaikuttaa laitteiston laajennettavuuteen. Käytännössä rajoittavana tekijänä on logiikan tulojen/ lähtöjen määrä, joita voidaan lisätä tiettyyn rajaan asti logiikasta riippuen. Modulaarisiin logiikoihin on saatavilla lisäosina lähtö- ja tulokortteja, joilla laajennettavuutta voidaan parantaa.

7.5. Riippumattomuus eri käyttöympäristöistä

Automatisoitu työtöslaitte ei aseta käyttöympäristölle erityisvaatimuksia. Laite tarvitsee toimiakseen normaalin verkkovirran, jonka käytössä tulee huomioida muutama asia. Jännitteen tulee pysyä suhteellisen vakiona, eli samaan pistorasiaan jossa logiikka on, ei tule yhdistää paljon virtaa kuluttavia laitteita, jotka voisivat käynnistettäessä/ sammutettaessa

aiheuttaa virtapiikkejä. Virtapiikit voivat häiritä logiikan toimintaa tai pahimmillaan särkeä koko logiikan.

Muissa käyttöympäristöön liittyvissä vaatimuksissa tulee huomioida kappaleessa 2.3 esitetyt vaatimukset.

7.6. Turvallisuus

Laitteen ohjelmassa on otettava huomioon kaikki mahdolliset vikatilanteet, jotka voivat aiheuttaa vaaraa käyttäjille tai laitteille. Vikatilanteita kartoittaessa tulee huomioida kaikki mahdolliset tilanteet, myös käyttäjän tietämättömyydestä tai tahallisuudesta johtuvat. Laitteen täytyy vikatilanteessa ohjautua vaarattomaan tilaan.

Käytettävät komponentit ovat lähtökohtaisesti sähköturvallisiksi ja valmistajien testaamia laitteita, jotka eivät vaadi erityisiä toimenpiteitä sähköturvallisuuden suhteen. Mikäli sähkölaitteisiin tehdään muutoksia, tulee ne testata ja hyväksyttää asianmukaisesti (CE-merkintä, EMC-testaus).

Laitteen runkolinjaan tulee asentaa ylipaineventtiili, joka asetetaan esimerkiksi yhden barin paineeseen. Tällä varmistetaan laitteen turvallinen toiminta, vaikka käyttäjä asettaisi tyypipullossa olevan paineenalennusventtiilin väärään arvoon.

Lisäksi tulee ottaa huomioon typpikaasun aiheuttama vaara käyttäjille. Typpikaasu on sinänsä vaaraton kaasu, mutta suurina määrinä se voi syrjäyttää hengitysilman hapen ja johtaa tajuttomuuteen (OVA-ohje, tyyppi, <http://www.ttl.fi/internet/ova/typpi.pdf>). Käyttökohteessa käytettävät typpimäärät ovat kuitenkin pieniä, eikä niistä ole käyttäjille vaaraa. Vikatilanteita kartoittaessa tämä tulee kuitenkin huomioida.

7.7. Riskianalyysi

Ohjelmointia suunniteltaessa tulee tehdä riskianalyysi mahdollisista vaaratilanteista käyttäjille tai laitteille. Riskianalyysin suorittamisessa tulee kartoittaa mahdollisimman laajasti kaikki mahdolliset vaara- ja vikatilanteet, joita laitetta käytettäessä voi tulla esiin. Riskien tunnistamisen jälkeen tulee riskit ja niiden vaikutukset pyrkiä minimoimaan.

Riskianalyysi tulee suorittaa ryhmässä, jossa on edustettuna laitteen suunnittelijoiden lisäksi laitteen käyttäjät. Näin varmistetaan, että vikatilanteet saadaan kartoitettua mahdollisimman laajasti. Riskianalyysin tekoon löytyy ohjeita VTT:n sivuilta osoitteesta, <http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/>.

7.8. Tuotannon laadunvalvonta

Laitteen tuotannon laadunvalvonnassa tulee varmistua käytettävien osien oikeellisuudesta ja niiden virheettömästä kunnosta. Lisäksi tulee varmistua käytettävien komponenttien puhtaudesta. Komponenttien sisään jäävät epäpuhtaudet voivat kulkeutua typetyksessä tyytettävien laitteiden sisälle. Testaus vaiheessa tulee tarkastaa, ettei laitteen liitoksissa tai toimilaitteissa ole vuotoja. Vuotojen tarkastukseen voidaan käyttää siihen tarkoitettua vuodonilmaisu sprayä tai saippualluosta.

8. Testausvaatimukset

Suunnitteluvaiheessa testejä suoritetaan aluksi ohjelman osalta, käyttäen hyväksi ohjelmointiohjelman simulointi osaa. Simuloinnilla voi mallintaa suunnitellun järjestelmän ja ohjelman toimivuutta.

Prototyypivaiheessa testausta voidaan suorittaa kokeilemalla laadittua ohjelmaa käytännössä. Testauksessa käytetään paineenseurannassa rinnakkain painemittareita ja paineantureita, jolla varmistetaan, että anturointi toimii suunnitellulla tavalla. Testauksessa tulee mallintaa erilaisia virhetilanteita, joilla selvitetään laitteiston oikea toiminta. Lisäksi testausvaiheessa tulee kiinnittää erityistä huomiota turvallisuuteen. Esimerkiksi typpisäiliön paineenrajoitin täytyy asettaa riittävän alhaiseen arvoon. Tällä varmistetaan, ettei tyytettävien laitteisiin pääse muodostumaan vaarallisen korkeaa painetta.

Testauksessa ajetaan koko ohjelma läpi sekä tyypitöiden, että tiiveyskokeilun osalta. Tyypitöiden osalta varmistetaan että laite toimii suunnitellun syklin mukaan ja että asetetut arvot (paine, virtaus, aika) pitävät paikkaansa.

Tiiveyskokeilussa varmistetaan että laite paineistaa tyytettävän laitteen oikeaan paineeseen ja että pitoaika on suunnitellun mittainen. Lisäksi tulee mallintaa vuotava laite, jotta nähdään että merkkivalot toimivat suunnitellusti.

8.1. Standardit

EMC (Electro Magnetic Compatibility) eli elektromagneettinen yhteensopivuus tulee varmistaa ennen kuin laite otetaan tuotannolliseen käyttöön. Käytettävät komponentit ovat jo valmistajien toimesta testattuja, joten niitä ei yksittäisinä tarvitse testata. Laite tulee kuitenkin kokonaisuutena testata EMC testien osalta. (EMC-direktiivi 2004/108/EY).

Laitteelle tulee hankkia myös CE-merkintä, joka tulee olla hankittuna ennen kuin valmis laite otetaan tuotannon käyttöön.

8.2. Viranomaismääräykset

Laitteelle ei ole annettu viranomaismääräyksiä testausta koskien. Painelaitteiden käsittelyn osalta tulee noudattaa niistä annettuja viranomaismääräyksiä. Painepullot tulee olla asennuspaikassaan seinään tai muuhun kiinteään rakennosaan kiinnitettynä ja niiden sijoituspaikat tulee käydä ilmi pelastussuunnitelman layout kuvista.

9. Huolto ja elinkaari

Laitteessa pääasiallisesti huoltoa vaativa kohde on paineilmalaitteisto. Sen osalta tulee varmistua liitosten tiiveydestä ja venttiilien oikeasta toiminnasta. Tiiveys tulee tarkastaa vuosittain käyttäen joko vuodonilmaisu sprayä tai saippualliuosta. Myös aina jos laitteen toiminnassa ilmenee virheitä, tulee tarkastaa, ettei se johdu vuotavista paineilma komponenteista.

Logiikka itsessään ei vaadi huoltotoimia. Sähköliitokset tulee kuitenkin tarkistaa ja tarvittaessa kiristää ensimmäisen käyttövuoden jälkeen.

Lisäksi kaikkien laitekomponenttien kiinnitykset tulee tarvittaessa uusida/ kiristää, mikäli niissä ilmenee väljyyttä.

Typetyslaitteen automatisointi

Laatinut:	Otto Valkonen	15.02.10
Hyväksynyt	Isto Nironen	03.03.10

1. Projektisuunnitelma

Projekti toteutetaan taulukon 1. aikataulua seuraten. Aikataulua päivitetään tarvittaessa, mikäli jokin osa-alue valmistuu etuajassa tai viivästyy. Näin tehden pysyy projektin aikataulutusta ajantasaisena koko ajan ja mahdollisista viivytyksistä pystytään tiedottamaan projektin johdolle.

1.1. Suunnittelu

Projektin alkuvaiheessa tutustutaan nykyisin käytössä olevaan laitteeseen ja nykyiseen toimintamalliin. Toimintamallista pyritään luomaan selkeä käsitys, jonka pohjalta toimintaa voidaan arvioida ja esittää mahdollisia korjaavia toimenpiteitä. Nykytilan kartoituksen jälkeen tehdään vaatimusmäärittely, jossa selvitetään, mitä on tarkoitus tehdä, ottamatta vielä tarkemmin kantaa tekniseen toteutukseen. Vaatimusmäärittelyssä tulee arvioida projektia kokonaisuutena ja sen vaikutuksia yrityksen toimintaan. Lisäksi vaatimusmäärittelyyn tulee kartoittaa laitteelta vaaditut toiminnot ja vaatimukset käyttöympäristön, käyttäjien, sekä viranomaisvaatimusten suhteen.

Teknisessä määrittelyssä määritellään laitteessa käytettävät komponentit ja niiden ohjaus. Komponenttien valinnassa tulee huomioida vaatimusmäärittelyssä esiin tuodut asiat. Laittekokoonpanon tulee kyetä suorittamaan vaaditut tehtävät ja täyttää vaaditut määrittelyt. Tekniseen määrittelyyn tulee laitteesta tehdä tarvittavat suunnittelu piirroset, käytettävien kytkentöjen osalta.

Ohjelmoinnin suunnittelussa suunnitellaan automatisoinnissa käytettävä ohjelma. Suunnittelu aloitetaan toimintojen kirjaamisella vuokaavioon, josta selviää ohjelman runko, sekä toteutettavat toimet. Varsinainen ohjelmistosuunnittelu tehdään siihen käyttöön tarkoitettulla ohjelmalla. Alkuvaiheessa ohjelmointia tehdään koulun tiloissa, jossa aiheeseen saa opastusta ohjaavalta opettajalta.

1.2. Toteutus

Toteutus aloitetaan tekemällä tehtyjen selvitysten pohjalta tarjouspyynnöt mahdollisille toimittajille. Toimittaja valitaan tarjousten perusteella ja valintaperusteena käytetään vaatimusten täyttämistä, sekä hintaa ja toimitusaikaa. Toimittajan valinnassa tulee huomioida myös mahdollisesti tarjottavat lisäpalvelut, kuten asennuspalvelu tai tekninen tuki.

Asennusvaiheeseen päästään, kun toimitus on tullut perille ja tuotteet on tarkistettu. Asennuksessa tulee ottaa huomioon mahdollisesti tarvittava ammattiapu, esimerkiksi sähköasennuksissa. Tyytelaitteen automatisoinnissa käytettävät sähkölaitteet ovat 24 V jännitteellä toimivia, jolloin ne voidaan asentaa omatoimisesti, kun asennuksessa noudatetaan laitevalmistajien ohjeita kytkennöissä ja asennustavoissa. Kytettäessä sähkö- ja paineilmalaitteita tulee varmistua siitä että laitteet ovat jännitteettömiä ja paineettomia.

Varsinainen laitteen ohjelmointi suoritetaan laitekokonaisuuden mukana ostettavalla ohjelmointiohjelmalla. Ohjelmointiin on varattu aikataulussa aikaa 3 viikkoa, josta osa menee päällekkäin asennuksen ja testauksen kanssa. Testausvaiheessa ohjelmointia joudutaan jatkamaan ohjelmien korjauksina, sekä uusien ohjelmien teolla.

Testausvaiheessa laitetta testataan käytännön olosuhteita vastaavissa tehtävissä. Testauksessa on syytä varmistua turvallisuudesta, sillä testattava ohjelma voi sisältää virheitä. Typetyslaitteen protoversioon jätetään paineantureiden lisäksi painemittarit, joilla voidaan seurata manuaalisesti paineen vaihtelua ja varmistua näin ohjelman oikeellisuudesta. Testausta suoritetaan aluksi suurimmat tuotantomäärät käsittävillä laitteilla, jonka pohjalta ohjelmaa voidaan muokata käsittämään myös harvinaisemmat laitteet.

1.3. Raportointi

Työn tuloksena on opinnäytetyö, joka pitää sisällään kaikki työn vaiheet ja tarvittavat dokumentoinnit. Opinnäytetyöhön tulee aiheeseen liittyvä teorian tarkastelu, sekä käytännön työn dokumentointi. Raporttia kirjoitetaan jatkuvasti työn edetessä, jolloin raporttirunko toimii myös muistiona. Toimeksiantajalle raportoidaan työn kulusta viikkotasolla ja tarvittaessa useammin. Ohjaava opettaja pidetään ajan tasalla sähköpostilla, sekä tarvittaessa ohjauspalavereilla.

Tulosten analysoinnissa arvioidaan prototyypin toimivuutta ja sen tuotannollistamisen kannattavuutta. Kannattavuutta arvioidessa tulee huomioida laitteen toimivuus ja sen tuoma hyöty suhteessa kustannuksiin. Laitteesta saatava hyöty voi olla esimerkiksi pienentynyt läpimenoaika tai henkilöstöressurssien vapauttamien muihin tehtäviin. Mikäli tuote arvioidaan sopivaksi tuotannolliseksi tuotteeksi, aloitetaan tuotekehitysprojektin toinen osa, eli laitteen tuotannollistaminen.

Viikko	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Suunnittelu																
Nykytilan kartoitus	■															
Vaatimusmäärittely		■	■													
Tekninen määrittely			■	■												
Mekaniikan suunnittelu				■												
Ohjelmoinnin suunnittelu					■	■	■									
Toteutus																
Hankinta					■	■	■	■								
Asennus								■	■							
Ohjelmointi									■	■	■					
Testaus											■	■	■	■		
Tulosten analysointi														■	■	■
Raportin kirjoittaminen																

Taulukko 1. Projekti aikataulu

Automaattinen typetyslaite Prototyyppi

Laatinut:	Otto Valkonen	10.05.10
Hyväksynyt:	Isto Nironen	14.05.10

1. Testaussuunnitelma

Automaattisen tyytelyslaitteen prototyypin testaus tuotannollisilla laitteilla aloitetaan 17.5 ja sen kestoajaksi arvioidaan 2 työpäivää. Testin suorittaa Otto Valkonen ja testiä valvoo Seppo Janhunen. Testiin otetaan 6 kappaletta VV Lite valonvahvistimia, joille tehdään normaalit tyytelykset ja tiiveystestit.

1.1. Esivalmistelu

Ennen testiä tuotannollisilla laitteilla tulee tyytelyslaite olla testattuna ilman kytkettyjä laitteita niin ohjelman kuin komponenttien osalta. Testillä varmistetaan laitteen oikea toiminta kaikissa ohjelman osa-alueissa. Komponenttien testauksen tulee sisältää laitteen tiiveystesti, jolla varmistetaan tyytelyslaitteen tiiveys.

1.2. Raportointi

Testisuorituksesta raportoidaan liitteenä 1. olevalle kaavakkeelle kaikkien tyytellettävien laitteiden sarjanumerot, tyytelystulokset, kaikki havaitut poikkeamat, sekä tehtävät korjaustoimenpiteet ja niillä saavutetut tulokset.

1.3. Testaus

Vaihe 1.

Testi aloitetaan yhdellä laiteella, joka on tarkastettu ennen tyytelystä. Tyytelyn jälkeen laite tarkastetaan uudelleen. Mikäli laitteen sisälle on päässyt epäpuhtauksia, tulee tyytelyslaitteen linjat huuhdella typpikaasulla, tarkastaa käytetyt virtausarvot ja tehdä testi uudelleen. Vaihe 1. katsotaan hyväksytyksi suoritetuksi, kun tyytellettävä laite on testattu kaikissa kolmessa tyytelyslinjassa ja kun laitteesta ei löydy tyytelyn aiheuttamia epäpuhtauksia. Lisäksi tyytelyslaitteen tulee toimia kokonaisuudessaan suunnitellulla tavalla.

Vaihe 2.

Vaiheen 1. läpäisyn jälkeen aloitetaan testi normaalin tyytelysproseduurin mukaisesti täydellä kapasiteetillä eli kolmella laiteella. Testi suoritetaan laitteen käyttöohjeen mukaan toimien ja pyritään tekemään testiolosuhteet tuotannon olosuhteita vastaaviksi. Testiä valvotaan kuitenkin jatkuvasti ja tarvittaessa testi keskeytetään, mikäli havaitaan tuotteiden laatua tai turvallisuutta vaarantavia tekijöitä.

Testin aikana tulee laitteen käyttämiä arvoja tarkastella ja tarvittaessa muuttaa, mikäli se esimerkiksi virtausnopeuden tai painearvojen tarkkuuden vuoksi on tarpeen.

Jokaisen tehdyn testin jälkeen laitteet tarkastetaan ja mikäli epäpuhtauksia tai muita virheitä lopputuloksessa huomataan, tulee virheen aiheuttaja(t) etsiä ja korjata.

Vaihe 2. ja testi kokonaisuudessaan katsotaan hyväksytysti suoritetuksi, kun kaikkien 6 laitteen tyyppitykset on onnistuneesti suoritettu ja kun laite toimii jokaisella tyyppityskerralla oikein eikä vaadi käyttäjältä ohjaustoimia.

Automaattinen typetyslaite Prototyyppi

Laatinut:
Hyväksynyt:

Otto Valkonen

10.05.10

1. Automaattisen tyytelaitteen prototyyppi

Automaattinen tyytelaitte toimii ohjelmoitavan logiikan ohjaamana. Käyttäjän tehtävänä on oikeiden asetuservojen valinta ja ohjelman käynnistäminen ohjauspaneelista. Laite on prototyyppi, joten sen ohjelmissa voi olla virheitä ja laite voi joissain tapauksissa toimia odottamattomasti. Lue siksi tämä käyttöohje ennen käyttöä. Älä myöskään jätä laitetta täysin ilman valvontaa ensimmäisillä tyytelaitteilla.

1.1. Käyttöönnotto

Automaattisen tyytelaitteen prototyyppin käyttöönnotosta vastaa laitteen suunnittelija tai riittävän perehdytyksen saanut muu henkilö. Käyttöönnotto tapahtuu kytkemällä ohjelmoitava logiikka 24 V DC virtalähteeseen (varmistu oikeasta jännitteestä). Odota, että logiikan punaiset merkkivalot sammuvat (palavat kuvassa 1.), jos eivät sammu ota yhteyttä laitteen suunnittelijaan. Sen jälkeen aseta logiikan valintakytkin RUN-tilaan ja odota, että RUN-merkkivalo lopettaa vilkkumisen. Paina STOP-painiketta ohjauspaneelista ja laite on valmis käytettäväksi.

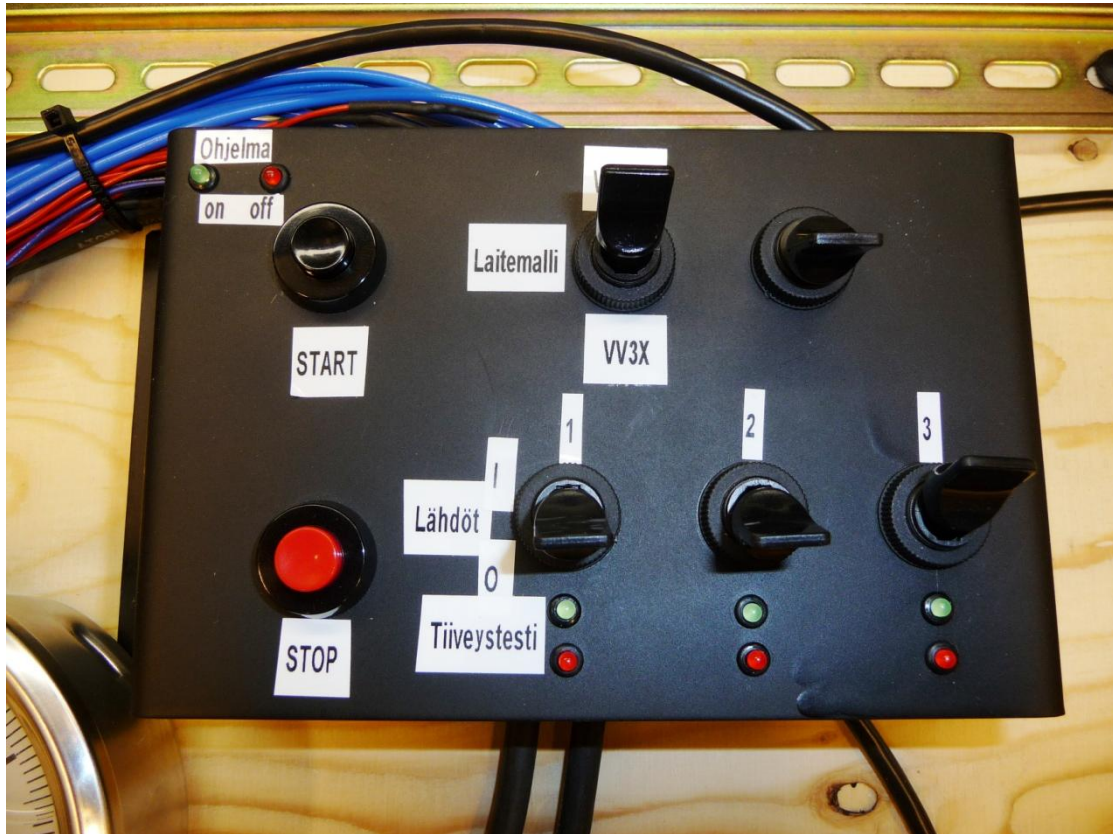


Kuva 1. Logiikan merkkivalot

2. Käyttöohjeet

2.1. Laitemallin valinta

Laitemallin valinta tapahtuu ohjauspaneelin ylärivin vipukytkimillä. Yläasennossa (VV2000) on laitevalinta VV2000 ja VV Lite valonvahvistimille. Alasennossa (VV3X) on laitevalinta VV3X valonvahvistimelle. Valinta tehdään ennen ohjelman ajoa asettamalla kytkin halutun laitemallin valitsevaan asentoon.



Kuva 2. Ohjauspaneeli

2.2. Laitemäärän valinta

Laitemäärän valinta tapahtuu ohjauspaneelin vipukytkimillä 1,2 ja 3. Niistä valitaan käytettävät laitelähdöt, jotka on numeroitu vasemmalta oikealle numeroin 1,2 ja 3. Valinta tehdään sen mukaan kuinka monta laitetta tyyppitykseen otetaan, kuitenkin aina siten, että laitelähtö numero 1 on valittuna. Eli jos tyytetään vain yhtä laitetta, tulee se kytkeä laitelähtöön numero 1. Laitelähtöjen valinta tehdään ennen ohjelman ajoa kääntämällä halutut lähtöjen valintakytkimet yläasentoon (I), tyhjäksi jätettävien lähtöjen kytkimet käännetään ala-asentoon (0).

HUOM! Ohjelman ajon aikana laitemääriä ei saa muuttaa, eli kesken ajon ei saa liittää lisää laitteita tyytettäväksi, lukuun ottamatta tiiveystestin lopetusta, jolloin vuotavat laitteet voi ennen START-painikkeen painamista poistaa. Jos tarve laitemäärän muutokseen tulee, täytyy ohjelma pysäyttää STOP-painikkeella, lisätä laitteet ja käynnistää ohjelma uudestaan START-painikkeella. Tällöin ohjelma alkaa alusta uudestaan. Mikäli jokin lähdöistä jää valituksi vaikka siinä ei ole laitetta kytkettynä voi ohjelman ajaa normaalisti läpi. Ohjelma tyytää tyhjää paikka kuten muitakin, mutta se ei vaikuta ohjelman kulkuun.

2.3. Ohjelman ajo

Tiiveystesti

Ohjelman käynnistys tapahtuu alkuarvojen asetusten jälkeen (kts. kappaleet 2.1. ja 2.2.) painamalla ensin STOP-painiketta, jolla varmistetaan ohjelman olevan alkupisteessä täysin nollattuna. Sen jälkeen painetaan START-painiketta, joka käynnistää ohjelman ajon ja ohjauspaneeli vasemmassa yläreunassa oleva ohjelman ajon vihreä merkkivalo syttyy.

Ensimmäisenä ohjelmavaiheena on tyypitäyttö asetusravoon ja tiiveystesti. Tiiveystesti käynnistyy, kun laitteet on täyteen täytetty ja sen kesto aika määräytyy laitekohtaisen asetusarvon mukaan. Tiiveystestin tulos ilmoitetaan laitekohtaisilla merkkivaloilla, joista vihreä tarkoittaa, että painetaso on pysynyt asetetun toleranssin sisällä ja punainen tarkoittaa, että paine on laskenut yli toleranssialueen. Tiiveystestin jälkeen käyttäjä toteaa tuloksen merkkivaloista ja mikäli vuotavia laitteita on, täytyy niiden vuotokohtat etsiä nykyisen toimintamallin mukaisesti. Vuotavan laitteen voi irrottaa tyytetyslaitteesta ja kääntää kyseinen lähdön valintakytkin pois päältä asentoon.

Tiiveystesti mittaa laitteiden vuotoa eli paineenlaskua vain asetetun ajan verran, jonka aikana tapahtuvan paineenlaskun mukaan merkkivalot syttyvät. Näin ollen käyttäjän ei tarvitse seurata tiiveystestiä laitteen läheisyydessä, eikä olla paikalla juuri asetusajan loputtua. Käyttäjä voi siis tulla tarkistamaan tuloksen, vaikka useamman tunnin päästä, koska tiiveystestin tulos ei muutu asetusajan jälkeen.

Huuhtelu

Tiiveystestin ajon ja tulosten toteamisen jälkeen huuhtelu käynnistetään painamalla START-painiketta. Tämä käynnistää huuhtelukierroksen ja jatkaa sitä automaattisesti laitekohtaisen asetusarvon verran.

Huuhtelun päätyttyä ohjelman ajon vihreä merkkivalo sammuu ja punainen syttyy. Nyt tyytetyt on valmis ja laitteet voidaan irrottaa tyytetyslaitteesta. Paina lopuksi STOP-painiketta, joka varmistaa ohjelman päättymisen ja laitteen palauttamisen alkuasentoon.

Huom!

Jos ohjelma ei käynnisty näiden ohjeiden mukaan toimien, paina STOP-painiketta, tarkasta vipukytkimien (1. lähdön vipukytkin I-asennossa) asento ja paina START-painiketta uudelleen. Mikäli tämä ei auta, ota yhteyttä laitteen suunnittelijaan/ ylläpitäjään.

Tee kaikista vikatilanteista/ vääristä toiminnoista ilmoitus joko suoraan laitteen suunnittelijalle, tai kirjaa se ylös ohessa olevalle vikakaavakkeelle.

Vikakaavake		
Päivämäärä	Ilmoittaja	Vian kuvaus