

Voiteluannostelijan testauslaitteiston automatisoinnin suunnittelu

Janne Suosalo

Opinnäytetyö

Joulukuu 2014

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekniikka ja liikenne



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



| | | |
|---|---------------------------------|--|
| Tekijä(t) SUOSALO, Janne | Julkaisun laji Opinnäytetyö | Päivämäärä 12.12.2014 |
| | Sivumäärä 37 | Julkaisun kieli Suomi |
| | Luottamuksellinen () saakka | Verkkojulkaisulupa myönnetty (X) |
| Työn nimi Voiteluannostelijan testauslaitteiston automatisoinnin suunnittelu | | |
| Koulutusohjelma Automaatiotekniikka Tekniikka ja liikenne | | |
| Työn ohjaaja(t) STRÖM, Markku | | |
| Toimeksiantaja(t) Oy SKF Ab Lubrication solutions | | |
| Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella automatisointi ratkaisu Oy SKF Ab Lubrications Solutionille Muurameen SGA-annostelijoiden uutta testauslaitteistoa silmälläpitäen. Lisäksi pyrittiin kartoittamaan alustavaa kustannusarviota tarvittavien laitteistohankintojen osalta. Toimeksiannossa määriteltiin laitteistolta vaaditut tarkastusmäärät vuositasolla sekä yhtäaikaisessa testauksessa. Laitteistokokonaisuudelle annettiin budjetin yläraja, joka sisältää sekä mekaniikan että automatisoinnin suunnittelu ja laitekulut. Sallittu vuotoraja määriteltiin mittaamalla vanhan laitteiston läpi päästämä öljymäärä vuotavalla annostelijalla. Vuoto öljyn määrästä määriteltiin alustava raja-arvo aika, jolla toteutussuunnittelun ohjelmaa voidaan lähteä rakentamaan. Projektin alkuvaiheessa pohdimme yhdessä mekaniikan opinnäytetyön tekijän Atte Peltosen kanssa erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja testilaitteiston toteuttamiseksi. Lisäksi tarkastelimme laitteistoon liitettävien automaatiokomponenttien liityntä kohtien sijoittamista. Toimintakuvausten kokoamisen jälkeen rakensin testisekvenssit, joiden avulla logiikan ohjelmaa voidaan jatkossa lähteä rakentamaan. Perussuunnittelussa loin laite- ja I/O-luettelot ja piirsin PI-kaaviot laitteiden sijoittautumisesta prosessin piiriin. Lopuksi tein alustavan ohjauskaapin layout suunnittelun logiikan osien sijoittamista ja johtojen liittämistä varten. | | |
| Avainsanat (asiasanat) SKF, automaatio, ohjelmoitava logiikka | | |
| Muut tiedot Liitteitä 12 sivua | | |



| | | |
|---|--|--|
| Author(s) SUOSALO, Janne | Type of publication Bachelor's Thesis | Date 12.12.2014 |
| | Pages 37 | Language Finnish |
| | Confidential <input type="checkbox"/> Until | Permission for web publication <input checked="" type="checkbox"/> |
| Title Design for SGA doser's automated testing equipment | | |
| Degree Programme Automation Technology | | |
| Tutor(s) STRÖM, Markku | | |
| Assigned by Oy SKF Ab Lubrication solutions | | |
| <p>Abstract</p> <p>The purpose of this bachelor's thesis was to design an automation solution of SGA-doser's testing equipment for Oy SKF Ab Lubrication Solutions in Muurame. Additionally, indicative cost estimations of the needed parts were to be determined.</p> <p>In addition to one testing cycle, the exact attributes of the assignment specified the wanted testing capacity on a yearly level. The assignment also specified the budgetary limits for the whole project including the costs of mechanical and automation planning and needed parts.</p> <p>The maximum leakage limit was determined by measuring the amount of oil the old testing equipment let through with a leaking doser. From the amount of leakage oil, a preliminary time threshold was formed to help the next stage of planning and the design of the logics program.</p> <p>During the preliminary planning phase different solutions for the mechanical production and automation of the testing equipment were discussed with the mechanical engineer Atte Peltonen. Additionally, the placing of the automation parts were discussed.</p> <p>After forming the operation model test sequences were generated to be used to help the planning of the logics program in future.</p> <p>During the basic planning stage of the process a device and I/O-index and process were created and instrumentation charts were drawn to describe the location of each device. The work was concluded by drawing a basic layout for the connecting of logics wires and devices.</p> | | |
| Keywords: SKF, automation, programmable logic | | |
| Miscellaneous appendix 12 pages | | |

Sisältö

| | |
|--|----|
| 1 Opinnäytetyön lähtökohdat | 3 |
| 1.1 Tavoite | 3 |
| 1.2 Laitteisto | 4 |
| 2 Yritysesittely | 4 |
| 2.1 SKF konserni..... | 4 |
| 2.2 Tuotteet | 5 |
| 2.3 SKF:n divisioonat..... | 6 |
| 2.4 Oy SKF Ab – Suomi | 7 |
| 2.5 Oy SKF Ab – Muurame | 7 |
| 3 Alkutilanne | 8 |
| 3.1 SGA-annostelijat | 8 |
| 3.2 Annostelijoiden toimintaperiaate | 9 |
| 3.3 Tuotteiden käyttökohteet | 10 |
| 4 Nykyinen testauslaitteisto..... | 10 |
| 4.1 Testaus osana tuotantoa | 11 |
| 4.2 Testaus..... | 11 |
| 5 Vaatimukset..... | 13 |
| 5.1 Mekaniikka ja kapasiteetti..... | 13 |
| 5.2 Automatisointi | 14 |
| 5.3 Turvallisuus | 15 |
| 6 Suunnitteluprosessi | 16 |
| 6.1 Yhteenveto..... | 16 |
| 6.2 Testaussekvenssit | 18 |
| 6.3 Toimintakuvaus | 18 |
| 7.3 Laitte- ja I/O-luettelot | 21 |
| 7.4 Ohjauskeskuksen rakenne | 21 |
| 7.5 Ohjelmoitava logiikka | 22 |

| | |
|---|----|
| 7.5.1 Yleistä | 22 |
| 7.5.2 S7-300 | 22 |
| 7.6 Turvallisuus | 23 |
| 8 Kustannukset | 24 |
| 9 Tulokset ja yhteenveto | 24 |
| LÄHTEET | 26 |
| LIITTEET | 27 |
| Liite 1. Vuokaavio 1 - Alkutoimet | 27 |
| Liite 2. Vuokaavio 2 – Tunnistus | 28 |
| Liite 3. Vuokaavio 3 – LTTS | 29 |
| Liite 4. Vuokaavio 4 –LOTS..... | 30 |
| Liite 5. Vuokaavio 5-1 – VS-1 | 31 |
| Liite 6. Vuokaavio 5-2 – VS -2 | 32 |
| Liite 7. Vuokaavio 6 – Alasajo | 33 |
| Liite 8. Laiteluettelo | 34 |
| Liite 9. I/O Liiteluettelo | 34 |
| Liite 10. Pohjalaattojen anturoinnit..... | 35 |
| Liite 11. Kaapin alustava Layout | 36 |
| Liite 12. Pohjalaatan 1 PI-kaavio..... | 37 |
| | |
| KUVIO 1. SKF:n osaamisalueet | 5 |
| KUVIO 2. SKF Muuramen tehdas..... | 8 |
| KUVIO 3. SGA-11 ja 12 annostelijat..... | 9 |
| KUVIO 4. Annostelijoiden käyttökohteita | 10 |
| KUVIO 5. S7-300 asennusetäisyydet | 17 |
| KUVIO 6. S7-300 CPU 315F - 2 PN/DP | 22 |

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Opinnäytetyön aiheena on vanhan voiteluannostelijan manuaalisen testauslaitteiston korvaaminen uudella. Tässä projektista allekirjoittanut vastaa automaation perussuunnittelun osuudesta ja laitteen toimintakuvauksien luomisesta.

Toimeksiantaja on Oy SKF Ab Lubrication Solutions, Muuramesta. Aihe tuli SKF:n tiedusteltua oppilaitokselta halukkaita opiskelijoita lopputyötä tekemään. Työ sisältää perussuunnittelun automatisoinnin osalta testauslaitteiston laitteiden sijoittamista ja kytkemistä varten. Lisäksi mainitaan mekaniikkapuolen opinnäytetyön tekijän Atte Peltosen suunnittelun tuloksia automatisointiin liittyen.

Vanhalla testauslaitteistolla on tähän asti testausprosessi toteutettu käsin ja työpiste halutaan automatisoida. Suunnittelun tuloksena päädyttiin laitteistoon, jonka maksimikapasiteetti on kolminkertainen vanhaan manuaaliseen laitteistoon verrattuna.

Toistaiseksi halutaan toteuttaa vain puolet suunnitellusta kapasiteetista samalla. Laajennusvara suunnitellun täyden kapasiteetin toteuttamiseksi tulee huomioida suunnittelussa.

1.1 Tavoite

Keskeisin tavoite uuden testauslaitteiston osalta on automaattisen systeemin luominen, joka vapauttaa työntekijän muihin toimiin. Lisäksi testauskapasiteettia pyrittiin kasvattaminen testausajasta tinkimättä. Testauslaitteiston pitää olla mahdollisimman itsenäisesti toimiva ja turvallinen. Laitteelle annettu budjetti on 50 000€, joka sisältää sekä automatisoinnin sekä mekaniikkasuunnittelun. Laitteiston tulee täyttää CE-merkinnän vaatimat kriteerit.

1.2 Laitteisto

Komponentteja valittaessa pyrittiin käyttämään yrityksessä jo olevaa laitteistoa. Valintoja tehdessä käytettiin tuotteita joita heillä oli jo ennestään käytössä. Laitteisto sisältää ohjelmoitavan logiikan (S7-300) laajennusosineen, jolla testaussykli voidaan suorittaa automaattisesti.

2 Yritysesittely

2.1 SKF konserni

SKF on perustettu vuonna 1907 Göteborgissa, jossa yhtiön pääkonttori sijaitsee tänäkin päivänä. SKF on ollut perustamisestaan lähtien yksi johtavista teknologia toimittajista. SKF on saanut alkunsa suhteellisen yksinkertaisten laakerituotteiden pohjalta nykypäivän standardein mitattuna. Tuotteet itsessään ovat enemmän tai vähemmän täydelliseksi hiottuja eivätkä vaadi enää jatkokehittelyä tai uudelleen keksimistä vaan jatkavat tuottavaa myyntiään vuodesta toiseen. (SKF 2014.)

SKF:n liiketoiminta on jaettu kolmeen divisioonaan: Service, Industrial ja Automotive. Jokainen osa-alue palvelee maailmanlaajuisia markkinoita, keskittyen omiin asiakassegmentteihinsä. Service ja Industrial divisiooniin kuuluvista myyntiyksiköistä muodostuu konsernin pääjakelukanava. Myös autoteollisuudella on oma myyntiyksikkönsä ja jakelukanavansa. (SKF 2014.)

SKF on maailmanlaajuisesti toimiva konserni, jolla on 140 toimipistettä 32 eri maassa. SKF on edustettuna yli 130 maassa noin 15 000 jälleenmyyjän sekä tavarantoimittajan toimesta. (SKF 2014.)

Vuonna 2013 yhtiön palveluksessa työskenteli 48 401 henkilöä. Konsernin liikevaihto oli samana vuonna 63 597 miljoonaa kruunua eli noin 7 miljardia euroa. (SKF 2014.)

SKF:n painopiste on nykyään tuotteiden ympäristövaikutusten pienentäminen niiden koko elinkaaren ajan, niin omissa kuin asiakkaiden toiminnoissa. SKF on myös ensimmäinen laakerivalmistaja jolle on myönnetty maailmanlaajuinen sertifikaatti ISO 14001 ympäristösertifikaatin mukaisesti vuonna 1998. Joulukuussa 2013 SKF sai kymmenen LEED sertifikaattia tuotantolaitoksiinsa ympäri maailman, kaksi Eurooppaan ja Amerikkaan sekä loput aasiaan. (SKF 2014).

2.2 Tuotteet

SKF:n tuotteet on jaettu viiteen pääryhmään kuvion 1 mukaisesti. Palvelut sisältää muiden ryhmien huolto ja kunnossapito toiminnot.



KUVIO 1. SKF:n osaamisalueet

2.3 SKF:n divisioonat

SKF:n toiminnot jakautuvat kolmeen erilliseen globaaliin divisioonaan, joista jokainen on erikoistunut toimimaan oman asiakasryhmänsä edun mukaisesti. Divisioonat ovat toisistaan riippumattomia kokonaisuuksia. Divisioonat hyödyntävät toistensa palveluja sekä tietotaitoa pystyäkseen palvelemaan asiakkaitaan parhaalla mahdollisella tavalla. (SKF 2014).

Teollisuusdivisioona (Industrial)

Teollisuusosasto on erikoistunut palvelemaan teollisuuden alkuperäisiä laitevalmistajia tehtaillaan. Asiakkaille tarjottavat ratkaisut perustuvat erilaisiin SKF:n tuotteiden ja tietotaidon yhdistelmiin, joilla saadaan aikaiseksi monia teollisuuden sovelluksia. (SKF 2014).

Palveludivisioona (Service)

Palveluosasto vastaa pääasiassa SKF:n myyntipuolesta, mutta myös muilla divisioonilla on omat myyntiyksikkönsä. Palveludivisioona tarjoaa teollisuusmarkkinoille SKF:n tuotteita ja osaamista. Ratkaisukokonaisuudet perustuvat SKF:n laakeri, tiiviste, voitelujärjestelmä, mekatroniikka ja huolto osaamiseen. SKF:n toimintaverkosto koostuu SKF:n omien myyntipisteiden lisäksi 7000 valtuutetusta jälleenmyyjästä. Divisioonalla on käytössään kolme kunnonvalvontakeskusta, joissa tapahtuu laitteistojen ja ohjelmistojen suunnittelu ja valmistustyö. (SKF 2014).

Autoteollisuusdivisioona (Automotive)

Nimensä mukaisesti Automotiven palvelut koostuvat pääasiassa autoteollisuuden alkutuottajille luoduista palveluista. Asiakkaita autetaan luomaan innovatiivisia ja toimivia tuoteratkaisuja. Osasto tarjoaa myös erilaisia energiatehokkaita ratkaisuja liittyen sähkömoottoreihin, sähkötyökaluihin sekä kodinkoneisiin. Yksikössä tapahtuu myös autoteollisuuden erikoistuotteiden, tiivisteiden sekä laakereiden kehitys ja valmistustyö. (Annual Report 2013).

2.4 Oy SKF Ab – Suomi

SKF:n Suomen pääkonttori sijaitsee Espoossa. Espoon toiminnan piiriin kuuluu Suomessa tapahtuva tuotteiden myynti sekä tukipalveluiden tarjoaminen. Myyntikonttorin palveluksessa on noin 60 henkilöä. Oulun toimipisteen toiminta koostuu asennus- ja huoltotoiminnasta. Muuramen tehtaalle sijoittuu voitelujärjestelmien myynti-, suunnittelu-, valmistus ja asennus sekä näiden rinnalle sijoittuvat tukitoiminnot. Muuramen tehtaalla palveluksessa työskentelee noin 100 henkilöä.

2.5 Oy SKF Ab – Muurame

Oy SKF Ab Lubrication Solutions sijaitsee Muuramen teollisuuskylässä. Voitelujärjestelmiä teollisuuteen sekä ajoneuvo- ja työkonepuolelle on Muuramessa valmistettu jo vuodesta 1972 lähtien. Historia alkaa Oy Safematic Ltd:stä joka perustettiin Muurameen kyseisenä vuonna. Vuonna 1998 John Crane osti Safematicin liiketoiminnan, joka oli jo tullut tunnetuksi paperiteollisuudessa ympäri maailman. SKF osti John Crane Safematic Oy:n voiteluliiketoiminnan itselleen ja kauppa vahvistettiin 15. elokuuta 2006. Hankinta oli merkittävä SKF:lle ja sen

voitelutoiminnan lisääntymiselle, varsinkin paperi- ja selluteollisuuden osalta. (Safematic 2006).



KUVIO 2. SKF Muuramen tehdas

3 Alkutilanne

3.1 SGA-annostelijat

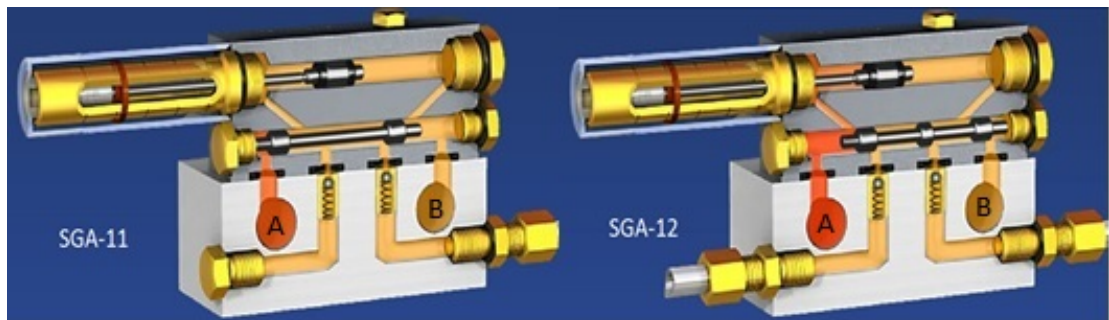
SGA-annostelijat on kehitetty toimimaan erilaisissa jatkuvaa voitelua vaativissa teollisuuden sovelluksissa. Annostelijat on suunniteltu kiinnitettäväksi pohjalaattaan jonka kautta öljyn syöttö annostelijoille tapahtuu. Pohjalaatan koosta riippuen voidaan muodostaa monenkin annostelijan kokonaisuuksia, mikäli sovellus vaatii voitelua useaan kohteeseen samanaikaisesti.

3.2 Annostelijoiden toimintaperiaate

Annostelijoiden toiminta on esitetty halkileikkauksena kuviossa 4. Annostelijan yläosassa oleva mäntä työntää annoksen voiteluainetta samaa kanavaa pitkin kohti käyttökohdetta.

Voiteluaineen syöttö annostelijaan tapahtuu kuviossa näkyvistä kanavista "A" ja "B". Männän liike saadaan aikaiseksi syöttämällä voiteluainetta kanaviin "A" ja "B" vuorotellen.

SGA-12 eroaa SGA-11:sta siinä että jokainen männän liike työntää voiteluaineen vuorotellen kahteen eri kanavaan yhden kanavan sijasta. Männän liike on toteutettu lisäämällä ylimääräinen välipala männän alapuolella näkyvään luistiin, joka liikkuu vasemmalta oikealle voiteluaineen syöttökanavasta riippuen.



KUVIO 3. SGA-11 ja 12 annostelijat

3.3 Tuotteiden käyttökohteet

Muuramen annostelijoita käytetään teollisuuden tuotannossa ja useissa eri työkonsovelluksissa, kuten kuvio 3:ssa esitetyistä tuotteista voi päätellä. Hyvänä esimerkkinä erilaiset metsäkoneet, joissa on erilaisia varsia ja kauhoja.

Voiteluannostelijoilla pystytään ylläpitämään jatkuva voitelu tarvittaviin kohteisiin.

Teollisuuden voitelujärjestelmät

SKF DuoFlex

- Rasvavoitelujärjestelmä



SKF Flowline

- Öljynkiertovoitelu - järjestelmä



SKF Flowline monitor, SKF Safeflow

- Öljynvirtausmittarit ja öljynkunnan valvonta



Ajoneuvojen keskus-voitelujärjestelmät

SKF Twin Heavy

- Rasvavoitelujärjestelmä



SKF Heavy

- Rasvavoitelujärjestelmä



KUVIO 4. Annostelijoiden käyttökohteita

4 Nykyinen testauslaitteisto

Nykyinen manuaalinen laitteisto toimii täysin silmämääräisellä tarkastuksella.

Testilaitteeseen mahtuu yhtäaikaaisesti kahdeksan annostelijaa. Annostelijoiden tilaa vaihdellaan mekaanisilla kytkimillä. Testauslaitteiston suurimmat heikkoudet ovat työntekijän sitominen ja vaihteleva testauslaatu. Laitteistolla ei pysty todentamaan onko sen sisällä oleva luisti oikeanlainen.

4.1 Testaus osana tuotantoa

Testauksella pyritään karsimaan vialliset tuotteet parhaimman mukaan ennen kuin annostelijat menevät pakkaukseen. Toistaiseksi ei ole tiedossa kuin yksi viallinen annostelija, joka on löytänyt tiensä loppukäyttäjälle asti.

4.2 Testaus

Testauksen eteneminen vanhalla laitteistolla on seuraava:

- Kiinnitetään annostelijat testauslaitteeseen
- Lasketaan suojalasi alas
- Käynnistetään testilaitte ja kytketään testauspaine 50 - 70 bar (automaatti tai käsiohjaus)
- Annostelijalla ajetaan 20 annosta
- Jätetään annostelija asentoon, jossa ilmaisimentappi on työntyneenä ulos ja kytketään testauspaine 170 – 200 bar
- Tarkistetaan toiminta ja kytketään testauspaine 50 – 70 bar
- Ajetaan käsiohjauksella ilmaisimentappi sisään, jonka jälkeen kytketään testauspaine takaisin 170 – 200 bar
- Hyväksyttävä vuoto silmämääräisellä tarkastuksella on noin 10 tippaa / min

- Varmistetaan annostelijoiden toiminta huomioiden tiivisteiden pitävyys, paineen kesto, nollaus ja vuodot
- Testauksen loputtua annostelija asetetaan ilmaisimentappi sisäänpäin asentoon.
- Poistetaan (pysäytys) testauspaine
- Nostetaan suojalasi
- Irrotetaan annostelijat testauslaitteesta
- Puhdistetaan annostelijat testi öljystä
- Siirretään annostelijat testatuille varattuun paikkaan tai merkitään näkyvästi TESTATTU kilvellä

Mikäli testauksessa havaitaan jotain poikkeavaa, viallinen kappale laitetaan sivuun ja merkitään selkeästi. Tehdään hylkäysraportti ja tarvittaessa otetaan yhteys työnjohtoon.

5 Vaatimukset

5.1 Mekaniikka ja kapasiteetti

Testauskapasiteetti haluttiin säilyttää vanhan testauslaitteiston mukaisella tasolla siten että testauserän koko olisi yli 20 annostelijaa ja vuositasolla testauksen läpi kulkisi noin 20 000 annostelijaa.

Vuototestauksen hylkäämisrajaksi asetettiin 5 - 10 tippaa minuutissa, joka vastaa vanhan toteutuksen silmämääräistä rajaa.

Testipaineen ylärajana on 200 baarin paine ja ilmauspaine välillä 50 - 70 baaria. Annostelijan männän liikuttamiseksi vaaditun minimipaineen mekaniikka puoli määritteli noin kolmeen baariin.

Laitteiston pohjapinta-alan rajoiksi asetettiin 1500mm x 700mm ja toivomuksena oli normaali työskentelykorkeus annostelijoiden kiinnityksille.

Annostelijoiden kiinnityksen voimaksi mekaniikka puolelta määritettiin 2kN / annostelija.

Alustavasti SKF:n olisi tarkoitus toteuttaa puolet suunnitellun kapasiteetin ja laitteen käyttöönotosta. Toinen puoli testilaitteesta jätettäisiin tyhjäksi komponenteista toistaiseksi.

5.2 Automatisointi

Laitteiston tulee tunnistaa testattavan annostelijan olemassa olo ja annostelijan tyyppi antureilla.

Laitteiston tulee ohjata pumppua, jolla voiteluainetta ohjataan annostelijoihin.

Laitteiston tulee ohjata koneikkoa, jolla annostelijat kiinnitetään testilevyihin.

Testaussekvenssin toteutumiseksi tulee ohjata suuntaventtiilejä annostelijan männän liikuttamiseksi.

Testiputkien mahdollinen täytyminen tulee huomata anturien ylärajahälytyksien laukeamisesta.

Ohjauskeskuksen kylkeen tulevalla hätä-seis kytkimellä prosessi pitää pystyä saattamaan alkutilaansa turvallisesti.

Ohjauskeskuksen oveen myöhemmin lisättävällä näyttölaitteelle pitää pystyä seuraamaan prosessin etenemistä ja tarvittaessa muuttamaan mittauksen arvoja.

5.3 Turvallisuus

Etu- ja takapaneelien tulee pysyä lukittuna prosessin ajon aikana. Prosessi ei saa käyntilupaa mikäli rajakytkimet eivät ole kiinni asennossa.

Voiteluöljyn syöttölinjan tyhjentyminen vikatilanteissa tulee turvata mekaanisin laittein.

Logiikalle täytyy saada tieto kaikkien testauspaikkojen täyttymisestä ennen kuin käyntilupa voidaan myöntää.

Kaikkien pohjalaatan päällä olevien testikappaleiden tulee olla samoja. Tällä estetään väärän luistin sisältämien annostelijoiden läpipääsy testauksesta.

Logiikan tulee saada tieto pohjalaatan täynnä olemisesta ja testikappaleiden tyyppien vastaavuudesta ennen kuin käyntilupa voidaan myöntää.

Vuoto pitää pystyä toteamaan anturein. Testiputken täyttymisestä pitää saada tieto logiikalle, jotta poistiventtiili voidaan avata.

6 Suunnitteluprosessi

6.1 Yhteenveto

Suunnitteluprosessi lähti liikkeelle pohtiessamme yhdessä mekaniikkapuolen opinnäytetyön tekijän kanssa erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja testausprosessin toteuttamiseksi. Lisäksi pohdimme automaation komponenttien liittymistä järjestelmään.

Yhdessä mekaniikkapuolen ja SKF:n kanssa päädyimme neljä aluslevyä sisältävään ratkaisuun. Jokaiseen aluslevyyn mahtuu yhteensä kuusi annostelijaa, jolloin maksimi testauskapasiteetti on 24 annostelijaa. Alustavassa toteutuksessa on tarkoitus asentaa kaksi aluslevyä.

Automaatiosuunnittelu lähti liikkeelle lähtötietojen keräämisellä sekä toimintakuvausten ja testaussekvenssien laatimisella.

Mitoitukset ja laitevalinnat tehtiin osin yhdessä mekaniikkaosan opinnäytetyöntekijän kanssa.

Suurin osa projektiin vaadittavista antureista löytyi SKF:ltä omasta takaa, joko ylijäämä tuotteista tai suoraan hyllystä.

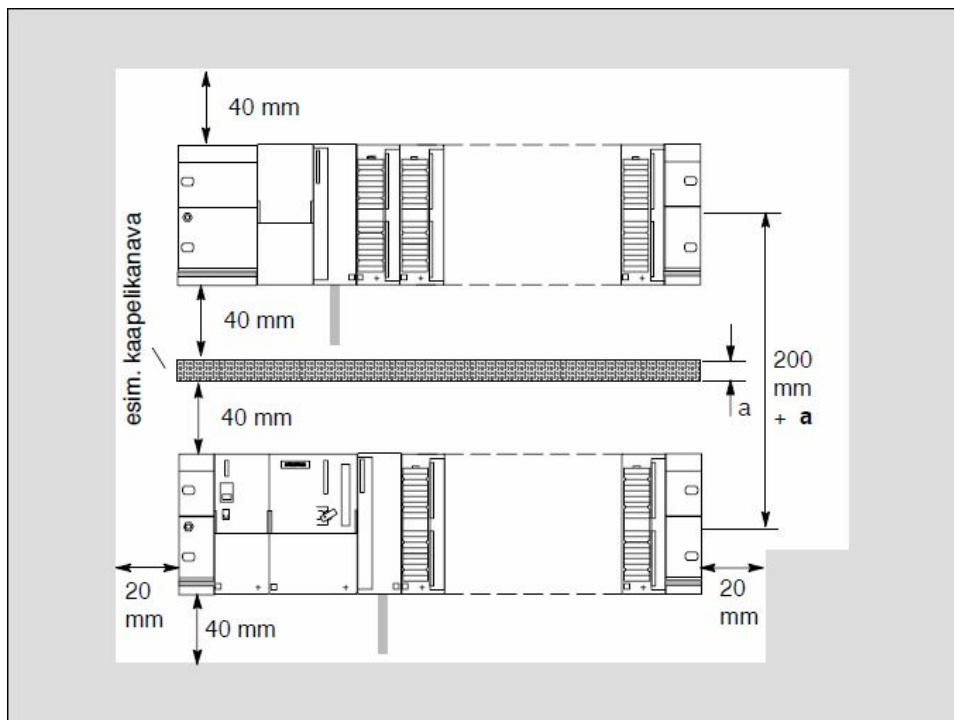
Kaikista ohjausjärjestelmään liittyvistä laitteista laadin laiteluettelon.

Laiteluettelon pohjalta laadin I/O-pisteluettelon.

Pisteluettelon pohjalta toteutin logiikan ja sen osien valinnan. Osien valinnan helpottamiseksi käytin Siemensin omaa TIA Selection Tool – ohjelmaa.

Seuraavaksi rupesin valitsemaan ohjauskeskukselle sopivaa kaappia. SKF:llä on paljon käytössä Rittal kaappeja, ehdotuksena oli käyttää vastaavia tuotteita. Valitsin Rittalin tuoteluettelosta mielestäni sopivan kokoisen kaapin ja siirryin alustavaan layout-suunnitteluun.

Sijoitin päälogiikan kaappiin S7-300 ohjekirjassa annettujen etäisyyksien mukaisesti, jotka on kuviossa 6 esitetty.



KUVIO 5. S7-300 asennusetäisyydet

Seuraavaksi sijoitin toisen korttikehikon layouttiin ohjekirjan rajoitusten mukaisesti. Sijoittelin tarvittavat releet ja varasin virtalähteelle tilaa layouttiin. Viimeiseksi sijoitin layouttiin mielestäni toimivat johdotuskanavat. Layoutista voidaan nähdä miten ohjauksen komponentit tulee kaapin sisälle suurin piirtein sijoittaa.

6.2 Testaussekvenssit

Prosessin alussa laadin itselleni sen toiminnasta suuntaa antavan toimintakuvauksen, joka on esitetty kirjoitusmuodossa tässä alapuolella. Toimintakuvauksesta lähdin kokoamaan testaussekvenssiä, jolla halutut annostelijan testaukset pystyttäisiin logiikan ohjauksella toteuttamaan. Testauksesta tein vuokaavio kokonaisuudet jotka ovat nähtävissä liitteinä 1-7.

6.3 Toimintakuvaus

Vaihe 1. Alkutoimet

- Virta päälle, venttiilit kiinni
- Jos testiputken mäntä ei ole pohjassa
 - o Avaa poistoventtiilit sekä paineilmaventtiilit ja työntää ilmanpaineella männät alas
- Kun mäntä menee pohjaan
 - o Sulkee poistoventtiilit ja paineilmaventtiilit
- Siirtyy seuraavaan sekvenssiin

Vaihe 2. Tunnistus

- Asetetaan testikappaleet pohjalaatalle
- Lasketaan suojalasi alas
 - o Turvaraja aktivoituu
 - o Tarkistaa, että takaturvapiiri on päällä
- Tunnistetaan että pohjalaatan jokainen testauspaikka sisältää testauskappaleen
- Tunnistetaan kumpia annostelijoita pohjalaatalla on
 - o Etenemislupa vain siinä tapauksessa että kaikki paikat sisältävät annostelijan ja kaikki annostelijat ovat samaa tyyppiä (SGA-11 / SGA-12)
- Sylinteri painuu alas ja kiinnittää testikappaleet
- Siirtyy seuraavaan sekvenssiin

Vaihe 3. Luistin toimivuuden todentamisen-sekvenssi (LTTS)

- Testipaine 30bar
- Pohjalaatan jälkeiset venttiilit auki
 - o Jos kappaleita
- 3/2 venttiili vaihtaa tilaa
 - o 20 liikettä, kun SGA-11
 - o 40 liikettä, kun SGA-12
 - o Viive tilanvaihdon välillä (asetusarvona 1s)
- Siirtyy seuraavaan sekvenssiin
-

Vaihe 4. Luistin oikeellisuuden todentamisen-sekvenssi (LOTS)

- Ajaa luistintapin ulos-tilaan
 - o Jos SGA-11
 - Sulkee venttiilin kanavasta jonne annoksen tulisi mennä
 - Annos menee toisen venttiilin kautta ja irrottaa männän, joka aiheuttaa hälytyksen
 - Ok
 - Jos väärä luisti hälytystä ei tule
 - o Jos SGA-12
 - Sulje venttiili jonne annoksen tulisi mennä
 - Annos ei mene toisen venttiilin kautta ja mäntä ei irtoa, ei hälytystä
 - Ok
 - Jos väärä luisti hälytys tulee
- Valoin indikointi
 - o Hyväksytty (OFF) / hylätty (ON)
- Siirtyy seuraavaan sekvenssiin

Vaihe 5. Vuototesti sekvenssi (VS)

- Avaa reitin säiliöön ja ajaa männät testiputkista alas
- Ajaa ilmaisintapit ulos-asentoon
- Sulkee poistoventtiilin ja paineilma venttiilin
- Testipaine 200bar
 - o Odottaa viiveen (2-3s)
- Testipaine 30bar
 - o Venttiilit vaihtavat tiloja
- Testipaine 200bar
 - o Hälytys jos mäntä irtoaa liian nopeasti tästä hetkestä (10-15s, alustava arvio)
 - Valolla indikointi ON/OFF
- Siirtyy seuraavaan sekvenssiin

Vaihe 6. Alasajo

- Voitelulinjan pumppu pois päältä
- Pohjalaatan jälkeiset venttiilit kiinni
- Linja auki säiliöön
- Paineilma ajaa testiputkien männät kiinni
- Paineilmaventtiili sulkeutuu
- Muut venttiilit aukeavat
- Testikappaleet kiinnittävät sylinterit irtoavat
- Luukun voi avata

7.3 Laite- ja I/O-luettelot

Laiteluetteloon erittelin ja nimesin laitteet. Dokumentista myös ilmenee mikä laitetyyppi ja kenen valmistajan tuote on kyseessä. Lisäsin myös lyhyen toimintakuvauksen ja oman sarakkeen SKF:n omia sisäisiä koodeja varten. Erittelin laitteet ensimmäisen toteutuksen laitteisiin ja myöhemmin toteutettavaan toiseen puoliskoon (Liite 8).

I/O-luetteloon merkitsin mistä kohdasta laite liittyy logiikkaan aina kehikon, korttipaikan ja kanavan tarkkuudella. Dokumentista ilmenee laitteelle annettu positiotunnus. Dokumentilla myös ilmaistaan missä piirroksissa kyseiset laitteet esiintyvät (Liite 9).

Jatkossa toteutettavan sähkösuunnittelun yhteydessä voi olemassa olevaan dokumenttiin lisätä johtojen ja niiden liityntöjen tiedot.

7.4 Ohjauskeskuksen rakenne

Ohjauskeskuksen kaapiksi valitsin Rittalin tuoteluettelosta 600mm x 1200mm x 300mm kokoisen kaapin jonka tilaustunnus on CM 5112,500. Listahinta kaapille oli sivujen mukaan noin 322€.

Kaapin johtojen läpiviennit toteutetaan kaapin pohjan kautta. Kaappiin liitettävän näyttölaitteen ja hätä-seis napin kiinnittämiseen tarvittavien reikien tekeminen toteutetaan SKF:n toimesta.

SKF:llä on käytössä OBO-bettermannin johtokanava tuotteita. Valitsin johtokanavaa varten tuoteluettelosta 60mm x 40mm kokoista johtokanavaa mallia LK4/N 60040.

7.5 Ohjelmoitava logiikka

7.5.1 Yleistä

Ohjelmoitava logiikka eli PLC (Programmable Logic Controller) on kehitetty korvaamaan vanhanaikaiset relekytkennät. Logiikalla prosessin muuntaminen onnistuu paljon kätevämmiin. Pienellä ohjelmakoodin muutoksella voidaan prosessin etenemisen kannalta saada aikaiseksi suurikin muutos.



KUVIO 6. S7-300 CPU 315F - 2 PN/DP

7.5.2 S7-300

Ohjelmoitavaksi logiikaksi valitsin Siemensin tuoteperheestä S7-300 sarjan logiikan. Valinta oli alusta asti varsin selkeä, koska olin koulussa ollut tekemässä lähes yksipuolisesti S7-sarjan laitteiden kanssa. CPU:ksi valitsin 315F – 2 DP:n.

IM-365-liityntäyksiköllä pystyin täyttämään prosessin tarvittavat input ja output tarpeet. IM-365-liityntäyksikköä käyttämällä pystytään logiikkaan liittämään yksi ylimääräinen korttikehikko. Liityntäyksikön käyttö kuitenkin asettaa omat rajoituksensa toisen korttikehikon liityntäkorteille. Toisessa korttikehikossa voidaan ainoastaan käyttää signaaliyksiköitä. (S7-300 käsikirja).

IM-365-liityntäyksikkö toteutuksessa tarvitsee huomioida että kummankin korttikehikon signaaliyksiköiden virrantarve ei saa mennä yli 1,2 A:n. Ylimääräisen korttikehikon virrantarve on tällä toteutuksella myös rajoitettu 800 mA:iin. (S7-300 käsikirja).

7.6 Turvallisuus

Voiteluöljyn syöttölinjaan sijoitetaan mekaanisesti toimiva paineenrajoitusventtiili. Myös jokaisen poistoventtiilin rinnalle ja kiinnityspiirin syöttöpuolelle sijoitetaan paineenrajoitusventtiilit. Paineenrajoitusventtiilit aukeavat itsestään kun linjassa havaitaan liian suuri paine. Mekaanisien venttiilien lisäyksellä pyritään turvaamaan testi öljyn säiliöön paluu sähköisten vikatilojen yhteydessä.

Pohjalaatan taakse asennetaan lähestymisanturit (**ZS-4 to ZS-15 & ZS-28 to ZS-39**), joilla pystytään todentamaan onko pohjalaatan päällä testattavia kappaleita. Tällä estetään öljyn karkaaminen prosessin piiristä. (Liite 10).

Pohjalaattaan upotetuilla mekaanisilla antureilla (**ZS-4 to ZS-51**) pystytään todentamaan onko kyseessä SGA-11 vai SGA-12 annostelija. SGA-11 annostelijoihin tehdään kolo, jolloin mekaaninen anturi ei painu pohjaan. Yhdellä pohjalaatalla tulee testata vain yhdentyypisiä annostelijoita kerrallaan käyntiluvan saamiseksi. (Liite 10).

Logiikan saatua tieto pohjalaatan täynnä olemisesta ja annostelijoiden samasta tyypistä annetaan käyntilupa. Seuraavaksi siirrytään oikean testisekvenssin valintaan.

Vuotomittausputkeen laitetaan ylärajamittaus (**LAH-1 to LAH-24**), jonka kytkeydyttyä päälle testaussekvenssin aikana pystytään tunnistamaan vialliset annostelijat ja pystytään ohjaamaan poistovenntiili auki mahdollisten vikatilojen estämiseksi.

8 Kustannukset

Projektin hintakatoksi määriteltiin 50 000€, joka sisältää mekaniikka- ja automaatio suunnittelun ja vaadittavat komponentit. Mekaniikka osuuden hinta arvioksi tuli noin 15 000€ johon on jo sisällytetty venttiilien ja pumppujen hinnat. Automaation ohjauskeskuksen ja siihen liittyvien laitteiden kokonaishinnaksi alle 10 000€, joten kokoprojektin hinta jää reilusti alle hintakaton.

9 Tulokset ja yhteenveto

Opinnäytetyön aikana käytin AutoCad 2013 ohjelmistoa, jonka avulla piirsin laitteiden kytkentä ja paikkakuvat. En erityisesti oppinut käyttämään uusia työkaluja. Tarkempi paneutuminen logiikkoihin ja sähkökytkentöjen maailmaan opetti uusia ja osaksi jo unohdettuja asioita uudestaan.

Logiikan sekvenssien muodostamisessa piti oppia prosessin toiminta läpikotaisin oikeanlaisten testaus syklien luomiseksi.

Koko prosessi jaettiin alussa kahteen erilliseen opinnäytetyöhön mekaniikan ja automaatiotekniikan opiskelijoille. Näin jälkeempäin ajateltuna asioissa oli sen verran paljon päällekkäisyyttä että yksi iso ja yhteinen opinnäytetyökin olisi voinut olla ihan mahdollinen ratkaisu.

SKF:ltä annettiin neuvoja ja tietoja ihan tarpeen mukaan niitä pyydetessä. Yhteistyö ja alkupään yhteinen suunnittelu onnistui ihan sulassa sovussa mekaniikan opiskelijan kanssa.

Automaatiolta vaadittavat toiminnot saatiin mielestäni näillä laitteilla ja ratkaisuilla hyvin täytettyä. Joltain osin opinnäytetyössä on vielä parantamisen varaa. Toteuttamisvaiheessa tulee ottaa huomioon mahdollisten laitemuutosten vaikutukset prosessiin. Päälogiikassa on varmuuden vuoksi yksi ylimääräinen 16x DI & 16x DO kortti.

Vaikka projekti jääkin reilusti sille asetetun budjetin alle, kannattaa toteuttamisvaiheessa tarkastaa korvaavien halvempien osien soveltuvuus prosessiin.

Työssäni sain mielestäni aikaiseksi ymmärrettävän kokonaisuuden. Näillä tiedoilla projektia voidaan viedä eteenpäin sähkösuunnittelun ja sovellussuunnittelun merkeissä.

Työn valmistuminen viivästyi alkuperäisestä aikataulusta noin puolivuotta, puutteellisten laitetietojen ja oman kokemattomuuden johdosta.

LÄHTEET

(SKF 2014) <http://www.skf.com/fi/our-company/index.html>

(Annual Report 2013) <http://www.irpublications.com/skf/annualreport/2013/en/>

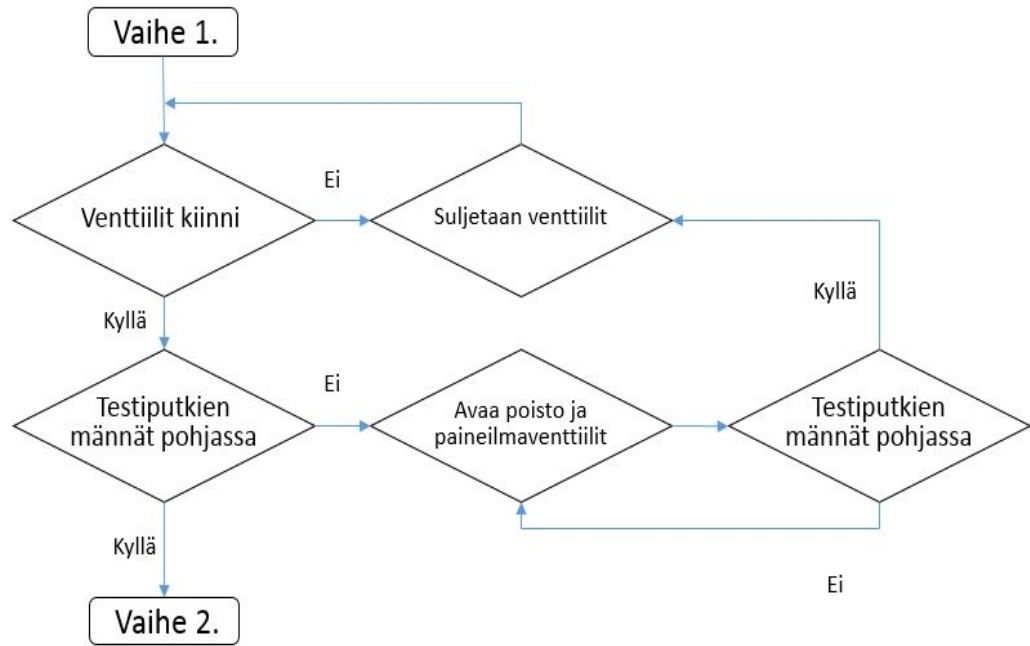
(Safematic 2006) <http://www.rasvari.fi/pdf/SKF%20SAFEMATIC.pdf>

(S7-300 käsikirja)

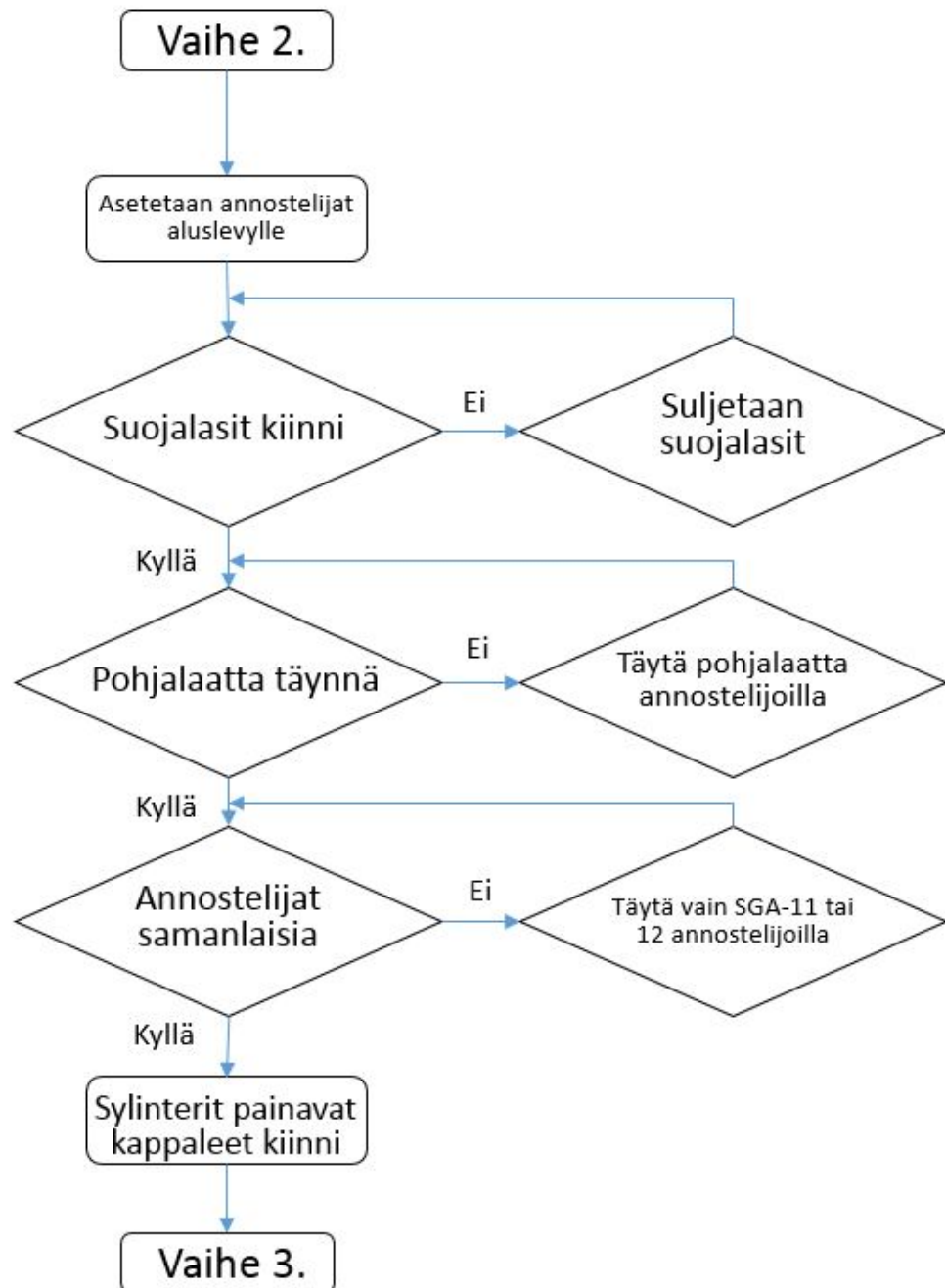
http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/s7_300/simatic-s7-300-rakenne-cpun-tiedot_6es7398-8aa03-8aa0.pdf

LIITTEET

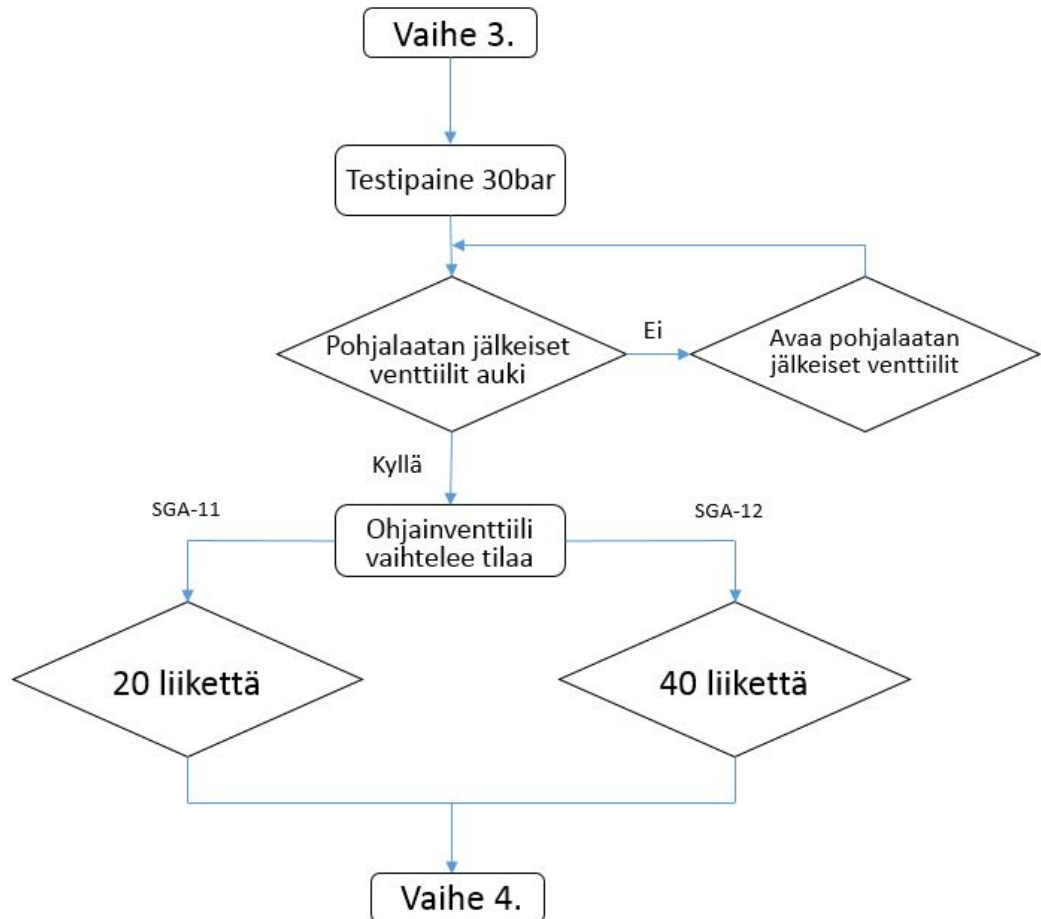
Liite 1. Vuokaavio 1 - Alkutoimet



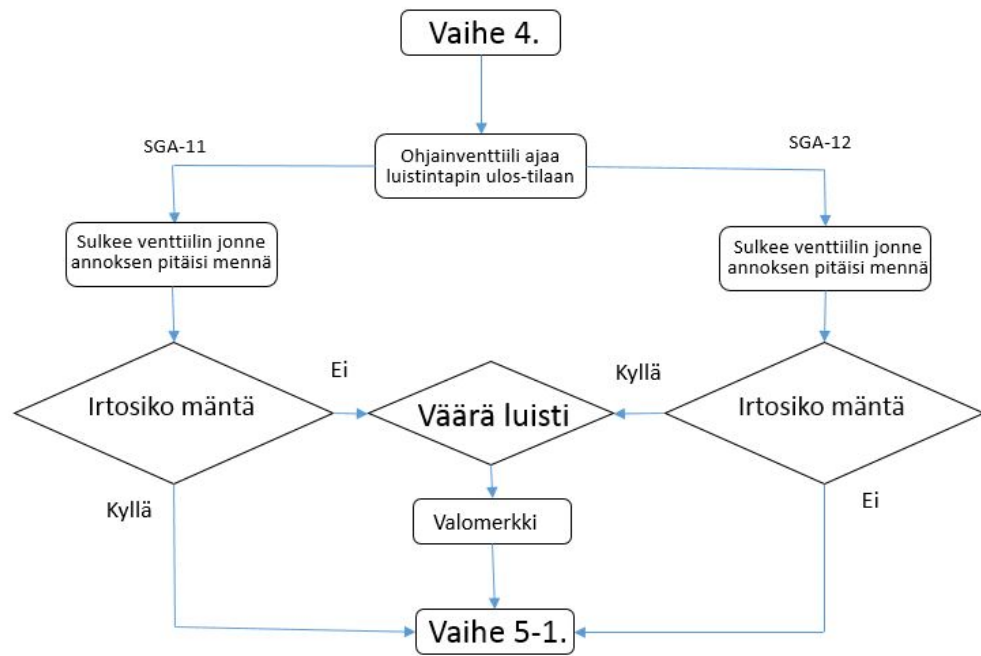
Liite 2. Vuokaavio 2 – Tunnistus



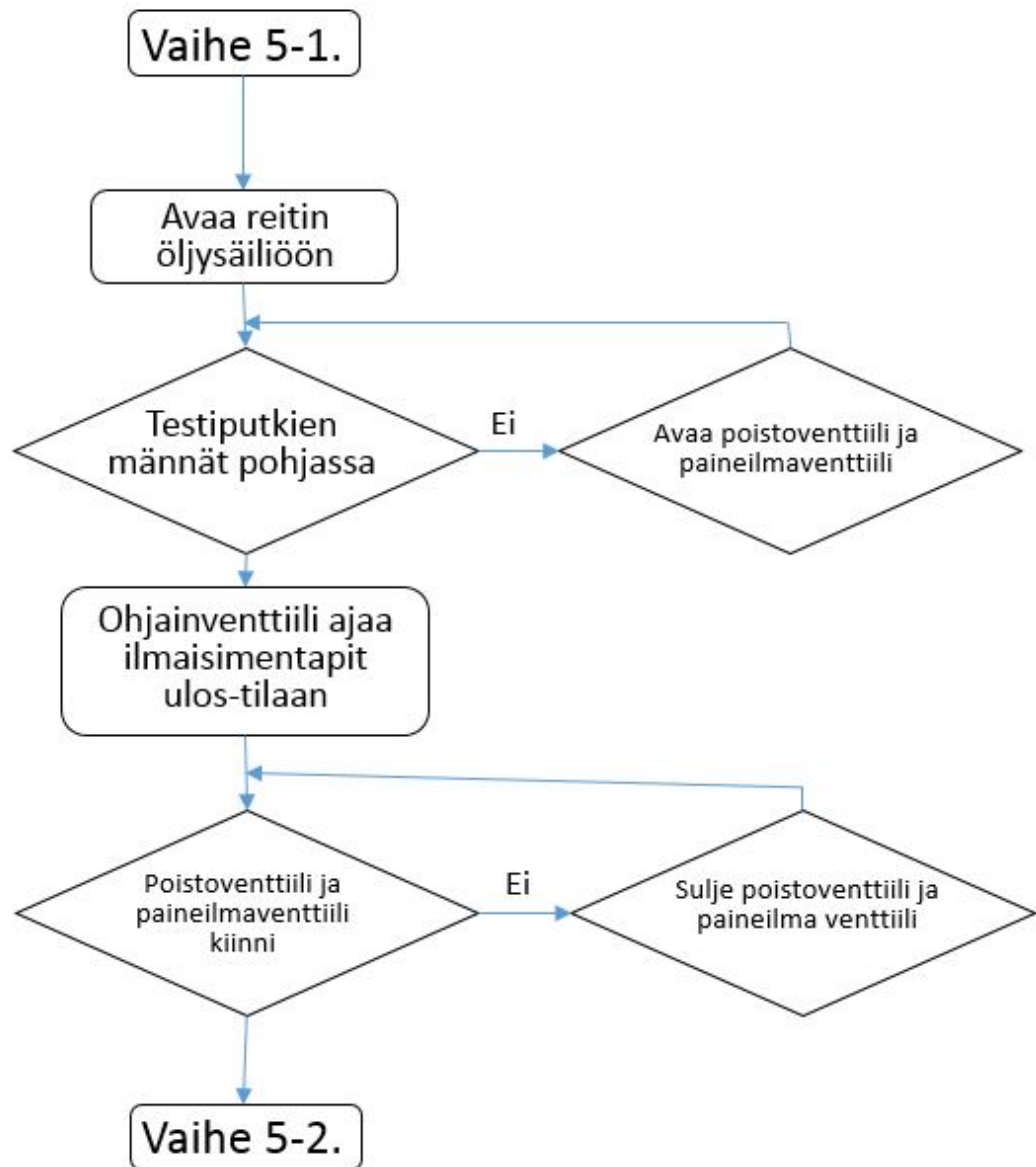
Liite 3. Vuokaavio 3 – LTTS



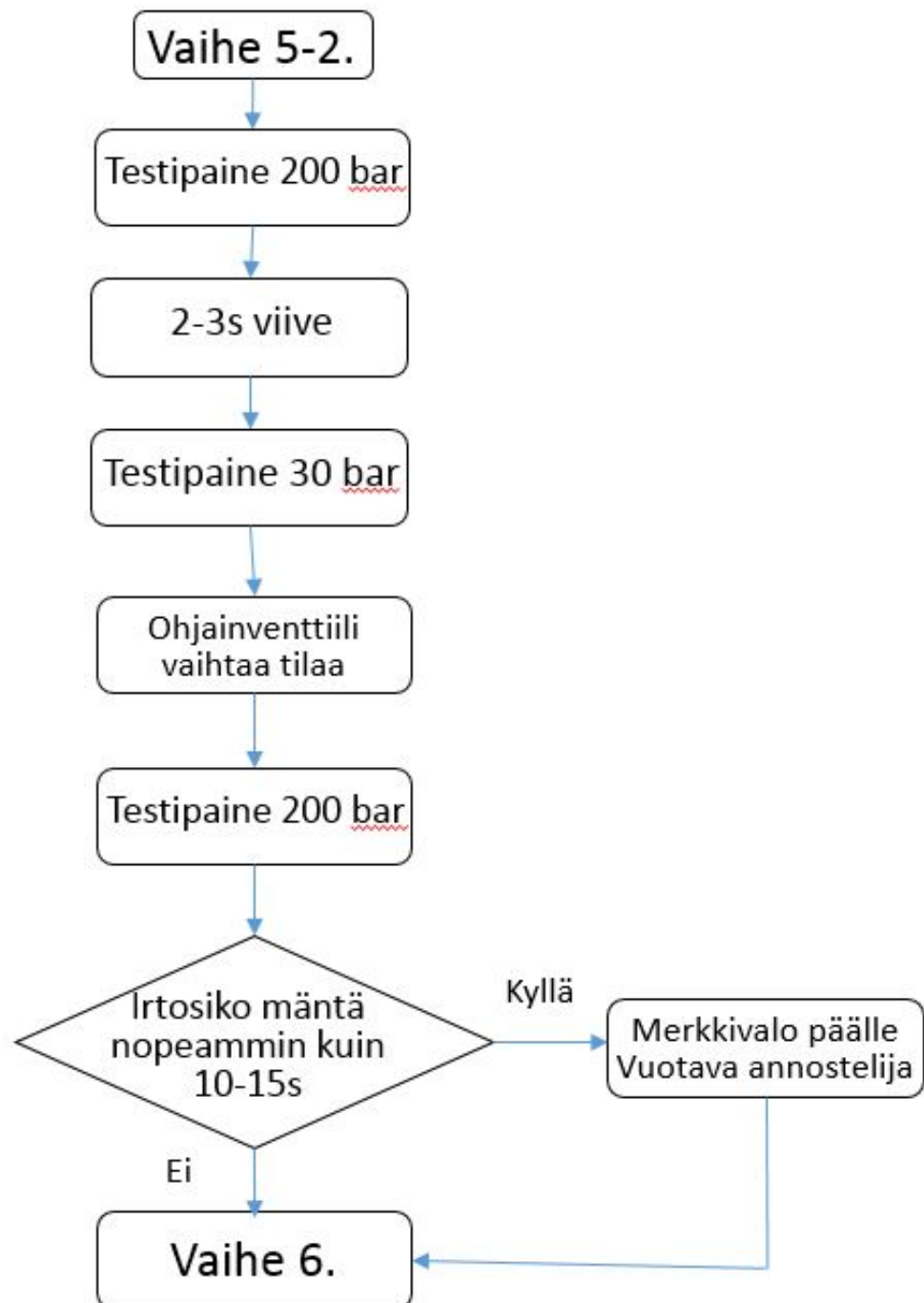
Liite 4. Vuokaavio 4 –LOTS



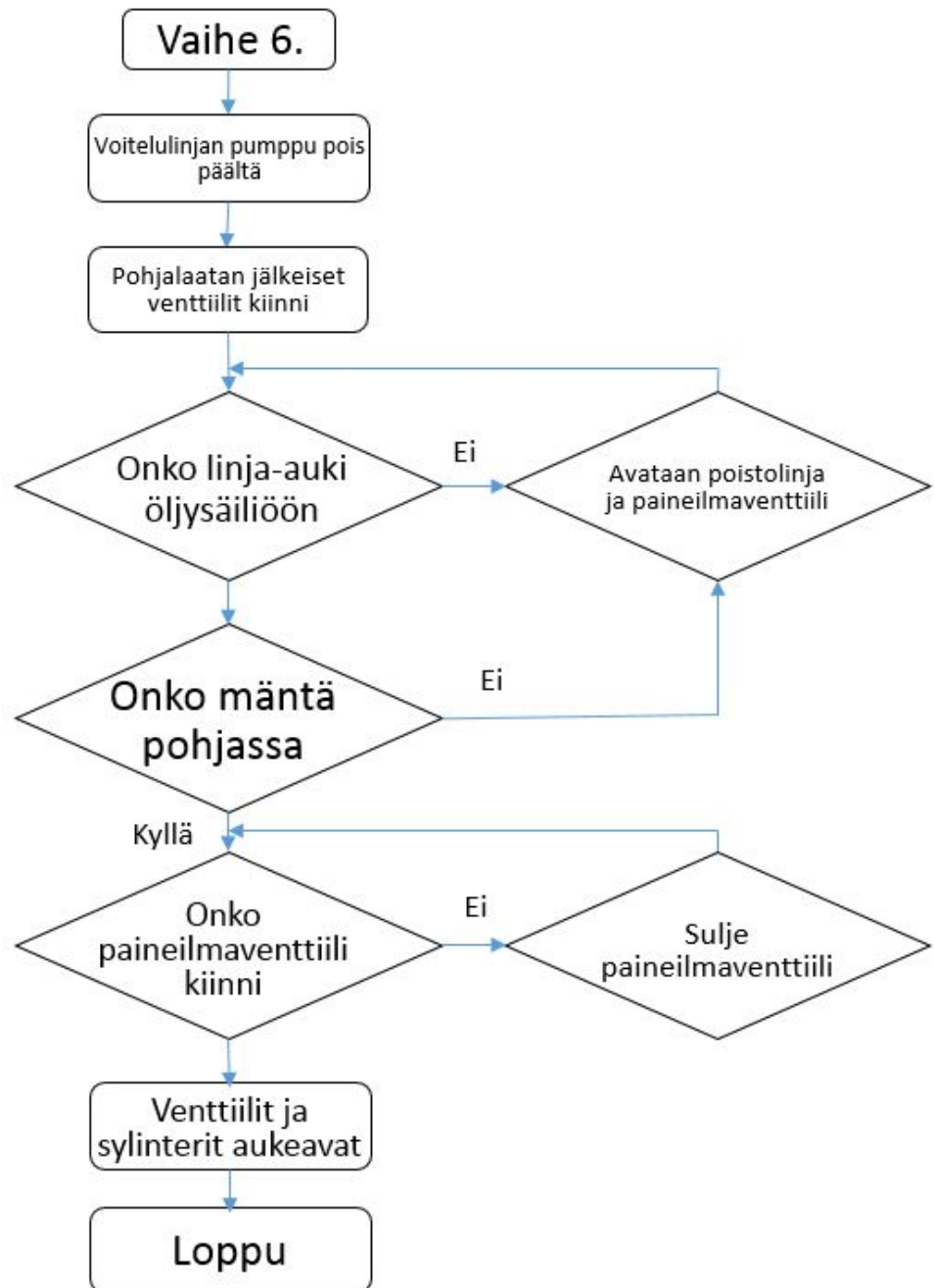
Liite 5. Vuokaavio 5-1 – VS-1



Liite 6. Vuokaavio 5-2 – VS -2



Liite 7. Vuokaavio 6 – Alasajo



Liite 8. Laiteluettelo

| | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|---|--|---------------------------------------|
| EDIOD.15.06.18-1A-S0 | EDI-047 | Solenoidi venttiili | Rexroth | | Testiputken venttiili |
| EDIOD.15.06.18-1A-S0 | EDI-048 | Solenoidi venttiili | Rexroth | | Testiputken venttiili |
| 3WE 6 A6X/EG24N9K4 | Ohjainventtiili-1 | Solenoidi venttiili | Rexroth | | Pohjalaattaa edeltävä suuntaventtiili |
| 3WE 6 A6X/EG24N9K4 | Ohjainventtiili-2 | Solenoidi venttiili | Rexroth | | Pohjalaattaa edeltävä suuntaventtiili |
| 4WE 6 J6X/EG24N9K4 | Kiinnitysventtiili-1 | Solenoidi venttiili | Rexroth | | Annostelijan kiinnitysventtiili |
| 4WE 6 J6X/EG24N9K4 | Kiinnitysventtiili-2 | Solenoidi venttiili | Rexroth | | Annostelijan kiinnitysventtiili |
| V04B286M-Q114A | Paineilma-1 | Lautasventtiili | Nordgren | | Paineilmaventtiili |
| V04B286M-Q114A | Paineilma-2 | Lautasventtiili | Nordgren | | Paineilmaventtiili |
| GXL-15FLU | Testiputki_yla-1 | Induktiivinen anturi | Panasonic Electric Works Sunx Co., Ltd. | | Testiputken ylärajahälytys |
| GXL-15FLU | Testiputki_yla-2 | Induktiivinen anturi | Panasonic Electric Works Sunx Co., Ltd. | | Testiputken ylärajahälytys |

Liite 9. I/O Liiteluettelo

| | | | | | | | |
|---|---|-------|----------------------|--------|----|--------------|---------|
| 1 | 5 | Q9.5 | EDI-094 | FC-94 | DO | 100 mA | 004_SKF |
| 1 | 5 | Q9.6 | EDI-095 | FC-95 | DO | 100 mA | 004_SKF |
| 1 | 5 | Q9.7 | EDI-096 | FC-96 | DO | 100 mA | 004_SKF |
| 0 | 5 | Q10.5 | Ohjainventtiili-1 | FC-97 | DO | 100 mA | 001_SKF |
| 0 | 5 | Q10.6 | Ohjainventtiili-2 | FC-98 | DO | 100 mA | 002_SKF |
| 1 | 5 | Q10.0 | Ohjainventtiili-3 | FC-99 | DO | 100 mA | 003_SKF |
| 1 | 5 | Q10.1 | Ohjainventtiili-4 | FC-100 | DO | 100 mA | 004_SKF |
| 0 | 5 | Q10.7 | Kiinnitysventtiili-1 | FC-101 | DO | 100 mA | 005_SKF |
| 0 | 5 | Q11.0 | Kiinnitysventtiili-2 | FC-102 | DO | 100 mA | 005_SKF |
| 1 | 5 | Q10.2 | Kiinnitysventtiili-3 | FC-103 | DO | 100 mA | 005_SKF |
| 1 | 5 | Q10.3 | Kiinnitysventtiili-4 | FC-104 | DO | 100 mA | 005_SKF |
| 0 | 5 | Q11.1 | Paineilma-1 | FC-105 | DO | 100 mA | 001_SKF |
| 0 | 5 | Q11.2 | Paineilma-2 | FC-106 | DO | 100 mA | 002_SKF |
| 1 | 5 | Q10.4 | Paineilma-3 | FC-107 | DO | 100 mA | 003_SKF |
| 1 | 5 | Q10.5 | Paineilma-4 | FC-108 | DO | 100 mA | 004_SKF |
| 0 | 6 | I14.0 | Testiputki_yla-1 | LAH-1 | DI | 12 to 24 VDC | 001_SKF |
| 0 | 6 | I14.1 | Testiputki_yla-2 | LAH-2 | DI | 12 to 24 VDC | 001_SKF |

Liite 11. Kaapin alustava Layout

