

Sami Nurminen

VAROKEPOHJA-
AUTOMAATIOLINJAN
MODERNISOINTI

Opinnäytetyö
Kone- ja tuotantotekniikka


Lokakuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 18.10.2011	
Tekijä(t) Sami Nurminen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Kone- ja tuotantotekniikka	
Nimeke Varokepohja-automaatiolinjan modernisointi		
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö käsitteli Mikemet oy:n varokepohja 218 automaatiolinjan modernisointia. Tarkoituksena oli kehittää kierteitys- ja taivutussolua ja huoltaa se perusteellisesti. Lisäksi tavoitteena oli dokumentoida ja saada se vastaamaan tämän päivän vaatimuksia. Ongelmana oli muun muassa se, että koneesta ei ollut minkäänlaista aiempaa dokumentointia koneen valmistuksen ajoilta.</p> <p>Projektin luonne vaihteli pitkään kun suunniteltiin kuinka solua olisi voinut kehittää paremmaksi. Työn alussa aloin hahmottamaan 3D-layoutin avulla uutta solua ja paineilmajärjestelmä piti dokumentoida ja kuvata, jotta kone voitaisiin purkaa ja kasata uudestaan. Projektin aikana tutustuin koneturvallisuus määräyksiin ja standardeihin. Projektin aikana tein koneelle myös alustavan turvallisuusanalyysin, joten opinnäytetyö käsittelee myös koneiden turvallisuutta olennaisesti.</p> <p>Projektin edetessä päädyttiin uusimaan ja huoltamaan entiset komponentit ja monista kehittämishankkeista luovuttiin. Korjaaminen oli kustannustehokkain ratkaisu, koska koneen tuotantokapasiteetti oli jo ennestään riittävä. Koneesta suunniteltiin varmempitoimisempi, että se voisi toimia tietyn aikaa itsenäisesti. Lisäksi koneen turvallisuutta suunniteltiin paremmaksi.</p>		
Asiasanat (avainsanat) automaatiolinja, varoke, riskianalyysi, vaarojen tunnistaminen, koneiden turvallisuus,		
Sivumäärä 21+7	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Markku Kemppe	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikemet Oy Jukka Kokkonen	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 18.10.2011
Author(s) Sami Nurminen	Degree programme and option Machine and industrial technology	
Name of the bachelor's thesis Modernization of the fuse base automation line		
Abstract This thesis deals with the modernisation of Mikemet Oy fuse base automation line. The aim was to suggest a development of threading and bending cell and overhaul it totally. As well the machine had to be documented and make it to meet the present requirements. The problem was inter alia that the machine did not have any technical drawings. To make a proposal for the development I drew up the documents and made a list of required components. I also designed the new assembly and safety systems. As a result we ended up to replace and overhaul the old components. Many development suggestions were abandoned. Repairing will be the most cost effective solution, because the capacity of the machine is already adequate. The machine was designed to be more reliable, so it could work for a certain time independently. Machine safety was designed to be better.		
Subject headings, (keywords) automation line, fuse base, risk analysis, identifying hazards, safety of machinery		
Pages 21+7	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Markku Kemppi	Bachelor's thesis assigned by Mikemet Oy Jukka Kokkonen	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	MIKEMET OY	2
3	PNEUMATIikka KONEAUTOMAATIOSSA.....	2
4	KONEIDEN MÄÄRÄYSTEN MUKAINEN TURVALLISUUS	3
4.1	Konedirektiivi	4
4.2	Käyttöasetus.....	6
4.3	Standardit	6
4.4	Vanhojen ja uusien koneiden yhdistelmät	8
4.5	Koneiden tekninen tiedosto	8
5	RISKIN ARVIOINNIN PROSESSI	9
5.1	Koneen raja-arvojen määrittäminen	9
5.2	Vaarojen tunnistaminen	10
5.3	Riskin suuruuden arviointi.....	11
5.4	Riskin merkityksen arviointi.....	12
5.5	Riskin pienentäminen	13
6	PROJEKTIN KULKU	13
7	NYKYINEN LAITTEISTO JA SUUNNITELLUT MUUTOKSET	16
8	POHDINTA	19

LÄHTEET

LIITTEET

1. Riskin arvioinnin prosessi
2. VQC1000 -magneettiventtiili
3. EX50 -kenttäväyläyksikkö
4. IFRM 06P17A3/S35L -anturi
5. IFR 05.82.05 -anturi
6. Kuvakollaasi moottorin vaihdosta
7. Alustava riskien arviointi

1 JOHDANTO

Vanhoja koneita ja konelinjoja pitää aika ajoin modernisoida. Niin tehdään, koska vanhat koneet tai koneen osat menettävät kuntonsa ja rapistuvat. Toisaalta syy modernisointiin voi tulla myös lain puitteista. Työntekijän turvallisuutta koskevat säännösteilyt ovat kiristyneet huomattavasti tähän päivään mennessä ja tulevat varmasti kiristymään entisestään tulevaisuudessa. Tämä velvoittaa työnantajaa kartoittamaan työpäivän vaaratekijät ja mahdollisesti tekemään muutoksia koneisiinsa, jotta ne olisivat turvallisempia.

Tämä insinööriyö on tehty Mikemet Oy:lle, ja se käsittelee varokepohja 218 - automaatiolinjan kierteitys- ja taivutussolun modernisointia. Varokepohja 218 on sulaketauluissa varokepesään kiinnitettävä osa, johon varokekansi kierretään kiinni. Varokepohja 218:aa valmistetaan vuositasolla noin 800 000 kappaletta, ja odotettavissa on, että lähivuosina sitä valmistetaan noin miljoona kappaletta vuodessa. Tuotantosolu on ajan saatossa rapistunut ja se vuotaa reilusti paineilmaa ja vikaantuu useasti, joten modernisointi on erityisen tarpeellista.

Projekti koki matkan aikana aika monia muutoksia, ja varsinainen toteutus jää ajan puutteen vuoksi tämän insinööriyön ulkopuolelle. Insinööriyössä perehdytään ensin hieman pneumatiikkaan, jonka jälkeen perehdytään tämän päivän koneiden määräysten mukaiseen turvallisuuteen, sekä siihen miten niitä ja vanhoja koneita koskevia määräyksiä tulee soveltaa vanhoihin koneisiin. Kirjoitustyön pääpaino on juuri koneiden turvallisuuden ja riskien hallinnan teoriassa. Viimeisimpänä on selostus tuotantosolun nykyisestä kokoonpanosta sekä siitä, mitä muutoksia siihen on suunniteltu tehtäväksi.

Koin erityisesti koneiden turvallisuusmääräyksiin perehtymisen tärkeäksi tulevaa ammattiani varten. On erittäin tärkeä tietää esimerkiksi mitkä tahot siihen velvoittavat, mitä ja ketä ne velvoittavat tai mistä niistä saa tarvittaessa informaatiota.

2 MIKEMET OY

Miketek on Mikkelissä toimiva hengityслиitto Heli ry:n ylläpitämä työkeskus, jonka toiminta on aloitettu vuonna 1981. Sopimusvalmistuksesta vastaa Mikemet Oy. Mikemet on alihankintayhteistyöhön ja sopimusvalmistukseen erikoistunut yritys, joka toimii neljällä eri toimialalla, jotka ovat metalli, puu, tekstiili ja kokoonpano./1./

3 PNEUMATIikka KONEAUTOMAATIOSSA

Pneumatiikassa mekaaninen energia, kuten kompressorin tekemä työ, muutetaan pneumaattiseksi energiaksi eli paineilmaksi. Pneumaattinen energia taas johdetaan sylintereihin tai moottoreihin, joiden avulla pneumaattinen energia muutetaan taas mekaaniseksi työksi./6./

Paineilmaa käytetään pääasiassa erilaisten toimilaitteiden liikkeiden tuottamisessa. Liikkeet aikaansaadaan erilaisilla sylintereillä, tarttujilla ja paineilmamoottoreilla. Liikkeiden ohjaamiseen on olemassa lukuisia erilaisia venttiilejä. Niitä ohjataan joko mekaanisesti, pneumaattisesti tai sähköisesti. Sähköohjaus on näistä merkittävin, koska se mahdollistaa PLC:n (Programmable Logic Controller) eli ohjelmoitavan logiikan käytön. Paineilma soveltuu myös imutehtäviin, koska ejektoreilla voidaan helposti tuottaa alipainetta.

Yleisesti paineilma soveltuu käyttöön, kun:

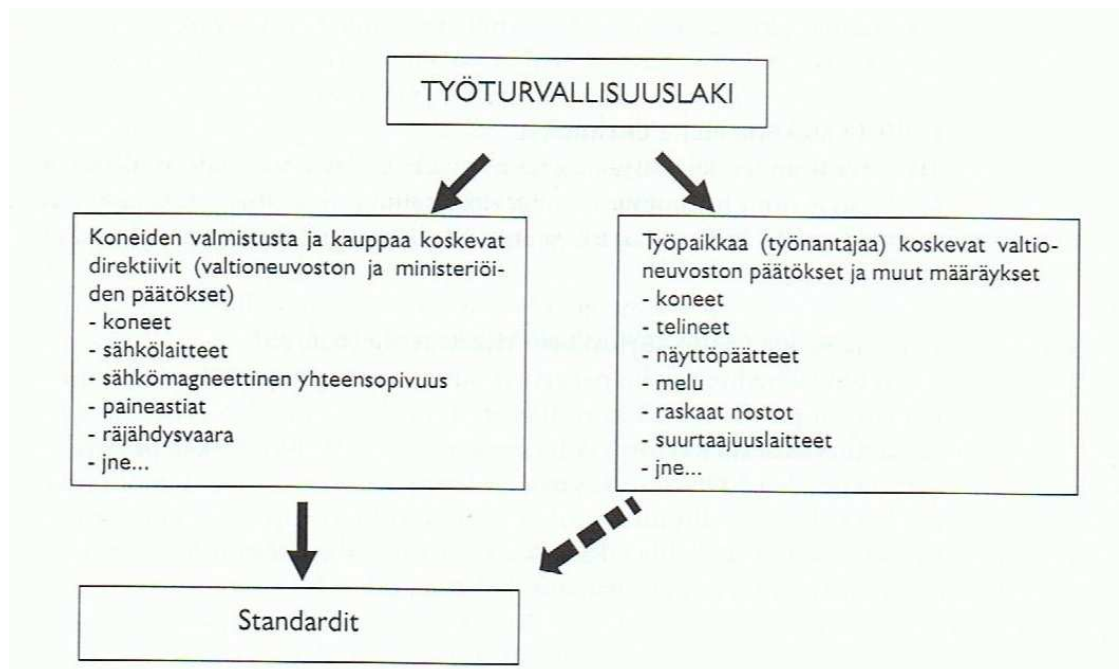
- käsiteltävät kappaleet ovat keveitä
- liikkeet voidaan suorittaa rajalta rajalle
- vaaditaan hygieenisyyttä
- vaaditaan nopeaa liikettä
- tartunnan on oltava pehmeä
- ympäristö on palo- tai räjähdysarka./2, s.21./

Paineilman käytön suurin haittapuoli on sen huono energiatehokkuus. Se on vain noin 5 %. Tämän takia se ei sovellu kohteisiin, joissa vaaditaan suurta voimaa. Myös ilman kokoonpuristuvuus heikentää käyttöä suurien voimien kanssa, koska liikkeiden tarkkuus kärsii. Paineilma soveltuukin parhaiten kohteisiin, jossa vaaditaan suurta nopeut-

ta. Muita erityisiä ongelmia paineilmajärjestelmissä ovat vuodot ja vesi, nesteenä ja höyryinä. Joidenkin arvioiden mukaan jopa 25 - 40 % tuotetusta paineilmaasta häviää vuotoihin. Kondenssi- eli lauhdevesi taas aiheuttaa muun muassa toimilaitteiden käyttöiän lyhenemistä, tehon laskua, korroosiota ja ohjausjärjestelmä- ja laitevaurioita./3./

4 KONEIDEN MÄÄRÄYSTEN MUKAINEN TURVALLISUUS

Koneiden turvallisuusmääräysten perustana on työturvallisuuslaki. Laki koskee sekä vanhoja että uusia koneita, ja sen vaatimukset kohdistuvat sekä koneella työtä teettäviin työnantajiin että koneen valmistajiin mukaan luettuna suunnittelijat, myyjät, jne. Kuvassa 1 on esitelty olennaiset koneiden ja laitteiden turvallisuutta koskevien määräysten rakenne.



KUVA 1. Koneita koskevien määräysten rakenne/4, s.43/

Koneiden valmistusta ja kauppaa koskevat määräykset on annettu EU:n konedirektiivissä. Samaa konetta saattavat koskea myös muut direktiivit, kuten sähkökäyttöisiä tai esimerkiksi ohjausjärjestelmässä sähköä käyttäviä koneita koskevat pienjännitedirektiivi ja sähkömagneettista yhteensopivuutta koskeva direktiivi. Myös jotkut muut direktiivit saattavat koskea konetta, kuten rakennusten, ovia ja ilmastointikoneita koskeva rakennustuotedirektiivi, paineastioita koskeva paineastiadirektiivi, räjähdysvaarallisessa ympäristössä ATEX-direktiivi jne. Pääasia on, että koneen on täytettävä kaikki sitä koskevien direktiivien määräykset./4, s.43–45./

4.1 Konedirektiivi

EU:n konedirektiivissä (2006/42/EY) koneella tarkoitetaan yksinkertaistettuna ”toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten”/9/

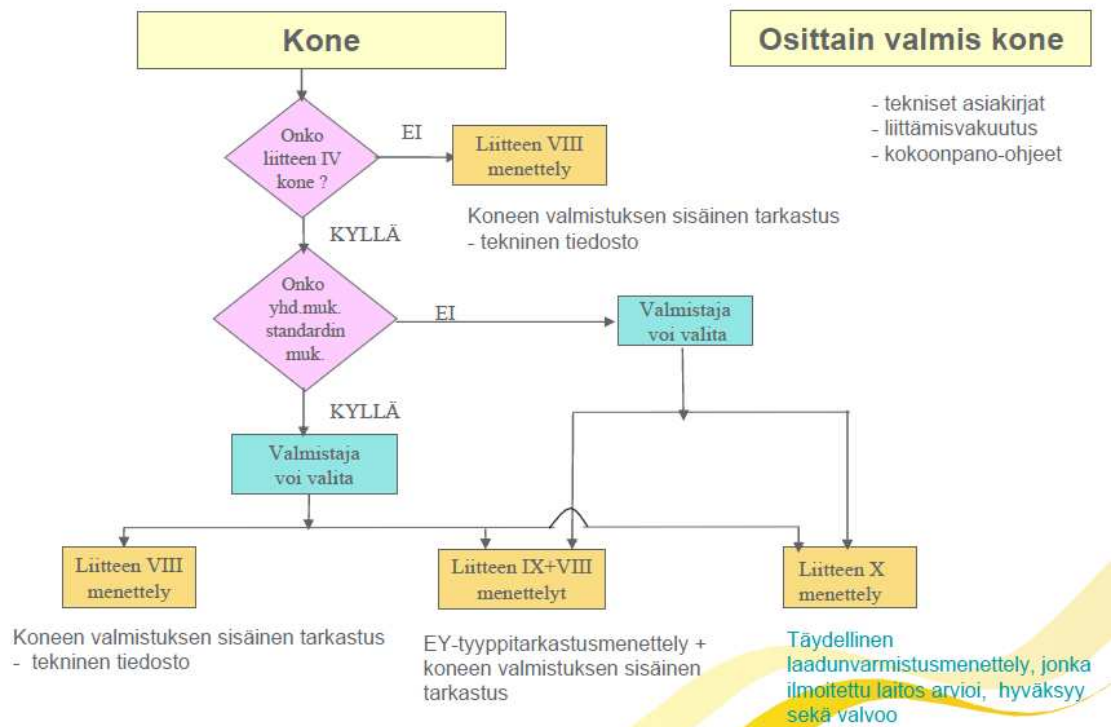
Konedirektiivi on laadittu EU:n säännösten yhtenäistämistä ja kaupanesteiden poistamista varten. Direktiivi on yhdenmukaistettu koko Euroopan talousalueella (ETA). Suomessa konedirektiivi on otettu käyttöön vuonna 1994, kun Suomi liittyi EU:hun. (Konepääätös 1314/1994). Näkyvimmin se on tullut ilmi CE-merkinnän myötä./7./

Nykyinen konedirektiivi 2006/42/EY on saatettu osaksi Suomen lainsäädäntöä koneasetuksena 400/2008. Asetus vahvistettiin kesäkuussa 2008, ja se tuli voimaan joulukuussa 2009. Uudella asetuksella kumottiin vanha konepääätös (1314/1994) sekä asetukset rakennushisseistä (982/1980) ja pulttipistooleista (862/1997)./10./

Konedirektiivin periaate on, että valmistaja vastaa koneensa turvallisuudesta. Viranomaiset eivät tee ennakkotarkastuksia koneille, vaan vaatimustenmukainen ja CE-merkitty kone voi liikkua vapaasti kyseen omaisella alueella. Valmistajan, joka myy konettaan Euroopan talousalueella, on kiinnitettävä siihen CE-merkintä. Tällöin valmistaja vakuuttaa, että hänen koneensa on yhtenäistetyn koneturvallisuuslainsäädännön vaatimusten mukainen. Jos koneen kanssa ilmenee ongelmia, voivat viranomaiset vaatia valmistajalta niin sanottua rakennetiedostoa, josta ilmenee, että kone on suunniteltu ja valmistettu konedirektiivin alaisen lainsäädännön mukaisesti./7./

Valmistaja voi noudattaa erilaisia menettelyjä vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa ja ne on esitetty kuvassa 2. Menettelytavat voivat perustua konedirektiivin liitteisiin VIII, IX tai X. Liitteen VIII mukainen menettely perustuu koneen valmistuksen sisäiseen arviointiin, jossa valmistaja tai sen valtuutettu edustaja laatii koneesta direktiivin liitteen VII mukaisen teknisen tiedoston ja toteuttaa kaikki tarvittavat toimenpiteet, että kyseisellä valmistusmenetelmällä valmistetut koneet ovat direktiivin säännösten mukaisia. Tätä menettelyä voidaan käyttää, silloin kun kone on mainittu direktiivin liitteessä IV ja se on valmistettu konedirektiivin 7 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen

yhdenmukaistettujen standardien mukaisesti. Liitteen IX mukainen menettely perustuu EY-tyyppitarkastukseen, jossa ilmoitettu laitos varmistaa, että kone täyttää direktiivin vaatimukset. Menetelmä on muuten samanlainen kuin liitteessä VIII, mutta valmistaja hakee EY-tyyppitarkastusta valitsemaltaan laitokselta. Tätä tai liitteen X mukaista täydellistä laadunvarmistusta käytetään, silloin kun kone on mainittu direktiivin liitteessä IV ja sitä ei ole valmistettu tai se on vain osittain valmistettu konedirektiivin artiklan 7 kohdassa 2 tarkoitettujen yhdenmukaistettujen standardien mukaisesti. Liite X perustuu täydelliseen laadunvarmistukseen, jossa valmistaja soveltaa omaa laatu järjestelmäänsä, jonka valmistajan ilmoittama laitos on hyväksynyt. Lisäksi ilmoitettu laitos valvoo, että valmistaja täyttää hyväksytystä laatu järjestelmästä johtuvat velvollisuudet./9./



KUVA 2. Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt/10/

4.2 Käyttöasetus

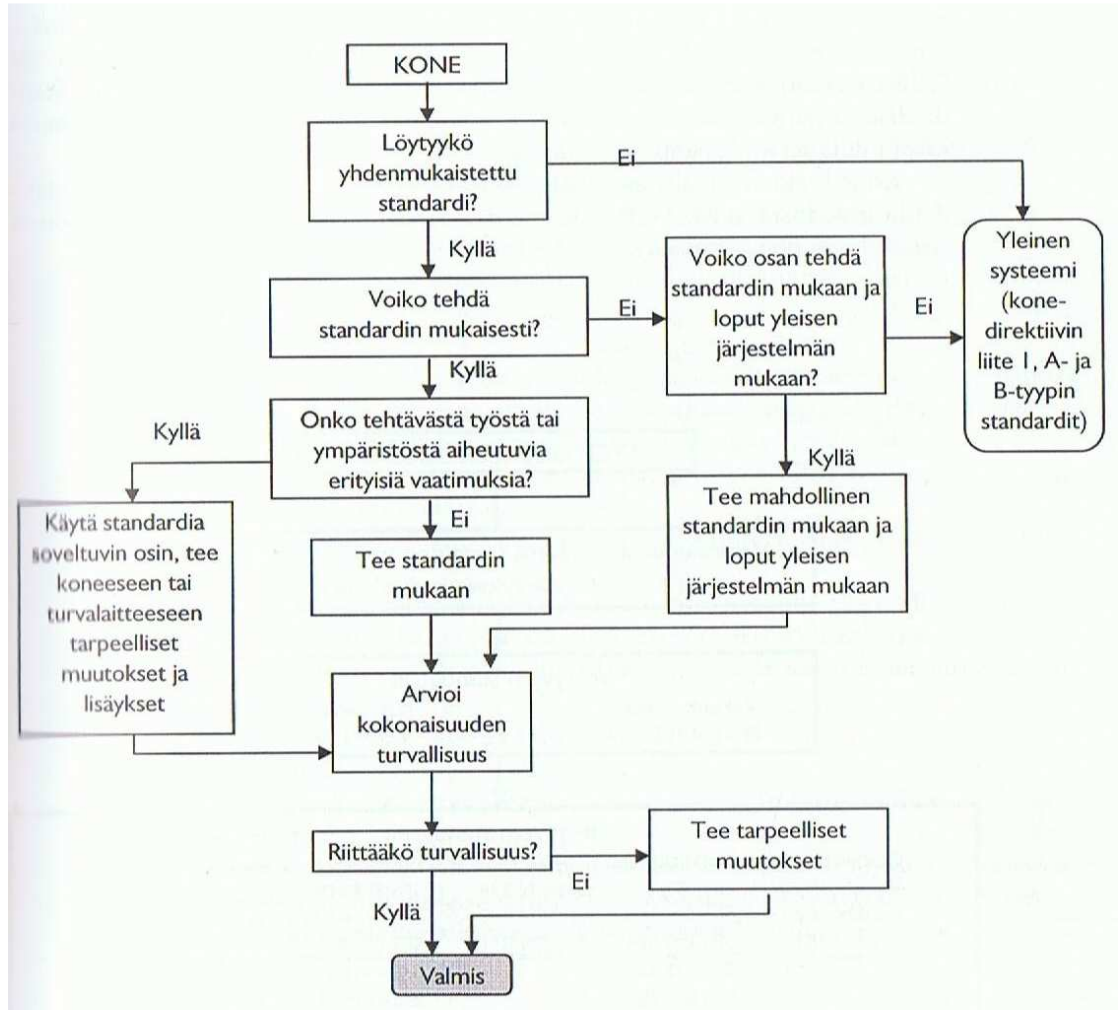
Konedirektiivi koskee vuonna 1995 tai sen jälkeen rakennettuja koneita ja sen velvoitteet on suunnattu pääasiassa valmistajalle. Tätä vanhempia koneita koskee valtioneuvoston asetus 403/2008 työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Käyttöasetus on säädös työpaikalla käytössä olevien työvälineiden hankinnasta, käytöstä, kunnossapidosta, turvallisuudesta, sekä tarkastamisesta ja velvoittaa nimenomaan työnantajaa. Käyttöasetus koskee koneiden lisäksi kaikkia muita työssä käytettäviä työvälineitä./11./

Käyttöasetuksen noudattaminen edellyttää monien käytössä olevien koneiden rakenteen muuttamista turvallisemmaksi. On myös koneita, joita ei enää kannata muuttaa asetuksen vaatimalle turvallisuustasolle, vaan näiden koneiden kohdalla tulisi harkita koneen poistamista käytöstä. Käyttöasetuksessa sekä työturvallisuuslaissa edellytetään koneiden turvallisuuden parantamista. Ei siis riitä, että kone on joskus täyttänyt määräykset, vaan koneen turvallisuutta on pyrittävä parantamaan sitä mukaa, kun käytettävissä olevat keinot ja tekniikka tekevät sen mahdolliseksi./11./

Käyttöasetuksen soveltaminen perustuu riskin arviointiin. Kaikkien työvälineiden turvallisuus on selvitettävä. Erityistä tämä on silloin, kun tuotanto tai työmenetelmät muuttuvat. Koneiden turvallisuutta arvioitaessa on otettava huomioon myös työpaikan olosuhteet ja muut seikat, joilla on vaikutusta työntekijän turvallisuuteen. Koneen vanhuudesta huolimatta riskin arvioinnin apuna on järkevä käyttää uusille koneille suunnattuja riskin arviointiin liittyviä standardeja ja niissä esiteltyjä menetelmiä./11./

4.3 Standardit

EU:n direktiiveissä esitetään muun muassa koneiden yleiset vaatimukset, joita sitten täsmennetään eurooppalaisissa standardeissa. Erityinen merkitys direktiivien vaatimusten noudattamisessa on niin sanotuilla yhdenmukaistetuilla standardeilla. Tällaisen standardin mukaisesti tehdyn koneen katsotaan täyttävän siltä osin myös konedirektiivin liitteen 1 mukaiset vaatimukset. EU:n komission koneturvallisuuden asiantuntijakonsultit arvioivat standardin kelpaamisen yhdenmukaistetuksi sen tultua vahvistetuksi EN-standardiksi. Kuvassa 3 on esitetty kaavio, kuinka yhdenmukaistetut standardit helpottavat koneen suunnittelua./4, s.64–65./



KUVA 3. Kaavio koneen suunnittelusta, kun koneelle on yhdenmukaistettu standardi/4, s.65/

Konedirektiiviä täsmentävät turvallisuusstandardit muodostavat niin sanotun kolmiportaisen järjestelmän, johon kuuluvat A-, B- ja C-tyyppin standardit. A-tyyppin standardit ovat niin sanottuja perusstandardeja, joita voidaan soveltaa kaikkiin koneisiin. Ne käsittelevät perusterminologian, riskin arvioinnin periaatteet ja turvallisuussuunnittelun periaatteet. B-tyyppin standardit käsittelevät yksittäistä turvallisuusnäkökohtaa tai suojausteknistä laitetta, jota voidaan käyttää useissa erilaisissa koneissa, kuten melun ja värinän hallintaa, turvaetäisyyksiä, kulkuteitä, kaksinkäsin hallintalaitteita jne. C-tyyppin standardit koskevat yksityiskohtaisia yksittäisten koneiden tai koneryhmien turvallisuusvaatimuksia. Näissä yleensä viitataan myös A- ja B-tyyppin standardeihin./5./

4.4 Vanhojen ja uusien koneiden yhdistelmät

Kun vanhaa konetta tai konelinjaa uusitaan tai niihin lisätään koneyksiköitä, saattaa uudesta kokonaisuudesta tulla konedirektiivin alainen uusi kone. Tällöin sen on täytettävä konedirektiivin liitteen 1 turvallisuusvaatimukset ja siihen on myös kiinnitettävä CE-merkintä.

Ei ole olemassa mitään tarkkaa linjausta, miten paljon ja minkälaisien muutosten jälkeen vanhasta koneesta tulee uusi, joten se on pikemminkin harkinnanvaraista. Jos muutokset vaikuttavat koneen turvallisuusominaisuuksiin, ovat muutokset todennäköisesti sen verran suuria, että konetta voisi pitää muodollisesti uutena koneena. Toisaalta jos lisäykseen on jo alkujaan varauduttu ja lisättävän koneen turvallisuusominaisuudet ovat samanlaiset kuin vanhoissa yksiköissä, voidaan siten konetta pitää vanhana, vaikka sen rakenne ja ulkonäkö muuttuisikin huomattavasti. Ennen kaikkea on muistettava, että konedirektiivi on turvallisuutta koskeva säädös, joten on erityisesti harkittava, miten tehdyt muutokset vaikuttavat työntekijöiden turvallisuuteen.

Kun konelinja muuttuu, on uuden kokonaisuuden turvallisuuden yksityiskohtainen tarkasteleminen välttämätöntä. Uutta ja vanhaa järjestelmää arvioitaessa on erityisesti otettava huomioon niiden rajapinnat. Voiko uusi järjestelmä aiheuttaa vaaraa vanhassa osassa? Ovatko merkkivalojen, hallintaelimien ja muiden laitteiden merkinnät, sijoitus ja toiminta enää samanlaiset koko järjestelmässä? Näitä uusimisen yhteydessä esiintyviä kysymyksiä on lukuisasti. Apua niihin ja koneen uutuuden arvioinnille löytyy muun muassa työsuojeluhallinnon Internet-sivuilta tai heidän kirjajulkaisustaan ”Koneturvallisuus. Säädökset ja soveltaminen.”/4, s.80–82./

4.5 Koneiden tekninen tiedosto

Jokaisesta CE-merkitystä koneesta on oltava olemassa EU:n konedirektiivin mukainen tekninen tiedosto. Tämä tiedosto osoittaa, että kone on direktiivissä esitettyjen vaatimusten mukainen. Tiedostosta on käytävä ilmi koneen rakenne, valmistus ja toiminta. Sitä on säilytettävä vähintään kymmenen vuoden ajan koneen tai sarjatuotannossa viimeisen tuotetun erän valmistus ajankohdan jälkeen.

Konedirektiivin 2006/42/EY mukaan teknisessä tiedostossa on oltava seuraavat osat:

- Rakennetiedosto, josta käy ilmi:
 - o koneen yleiskuvas
 - o koneen yleispiirustus ja selitykset koneen toiminnan ymmärtämiseksi
 - o yksityiskohtaiset piirustukset
 - o riskin arviointia koskevat asiakirjat
 - o käytetyt standardit ja muut tekniset eritelvät
 - o selosteet tarvittavien testien tuloksista
 - o jäljennös koneen ohjeista
 - o puolivalmisteiden osalta tarpeen mukaan liittämismakuutus ja kokoonpano-ohjeet
 - o tarpeen mukaan jäljennökset koneen tai liitettyjen tuotteiden EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksista
 - o jäljennös EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta.

- sarjatuotteiden osalta ne sisäiset toimenpiteet, joilla varmistetaan, että kone säilyy konedirektiivin säännösten mukaisina./9./

5 RISKIN ARVIOINNIN PROSESSI

Valtionneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008 velvoittaa koneiden valmistajat arvioimaan niihin liittyvät riskit. Riskien arvioinnin tulosten perusteella toteutetaan tarvittavat suojaustoimenpiteet, laaditaan tarvittavat dokumentit ja käyttöohjeet. Riskin arvioinnin prosessi vuokaaviona esitettynä löytyy liitteessä 1.

5.1 Koneen raja-arvojen määrittäminen

Riskin arvioinnin prosessi alkaa koneen raja-arvojen määrittämisellä. Tässä riskin arvioinnin osiossa on tarkoitus muodostaa selkeä kuva koneen suorituskyvystä, sen tarkoitettuun käyttöön ja käyttöympäristöön koko koneen elinkaaren ajalta (koonpano, asennus, käyttöönotto, käyttö, käytöstä poisto, hävittäminen) sekä kohtuudella ennakoitavissa olevasta väärinkäytöstä. Konetta tulee tutkia sen toimintojen ja käyttötapojen mukaan.

Kun tarkastellaan konetta sen toimintojen mukaan, voidaan kone jakaa osiin sen mekaniismien, rakenteen tai käyttötoimintojen mukaan, kuten:

- tehonsyöttö
- ohjaus
- syöttö/panostus
- työstö
- liikkuminen/kulkeminen
- nostaminen
- koneen runko tai alusta joka saa aikaan liikkuvuuden/vakavuuden
- lisälaitteet/työlaitteet.

Kun koneeseen lisätään suojalaitteita, tulee niiden vuorovaikutus koneen muiden toimintojen kanssa ottaa huomioon ja dokumentoida.

Koneen käyttötapoja tarkasteltaessa on otettava huomioon kaikki henkilöt, jotka ovat vuorovaikutuksessa koneen kanssa nimetyssä ympäristössä, esimerkiksi tehdasympäristö, kotiympäristö tai koneen käyttäjä tai korjaaja. Näin voidaan kuvata kone sen tarkoitettun käytön ja ennakoitavissa olevan väärinkäytön mukaan. Työtehtäviä ja – tilanteita analysoitaessa on tärkeä olla yhteydessä koneen käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön kanssa. Lisäksi on otettava huomioon:

- koneen mukana toimitettavat käyttöä koskevat tiedot
- tehtävän helpoin ja nopein suoritustapa joka voi olla erilainen kuin koneen ohjeistuksessa
- henkilön refleksinomaisen käyttäytyminen hänen kohdatessaan virhetoiminnon/häiriötilanteen
- inhimillinen virhe./8./

5.2 Vaarojen tunnistaminen

Vaarojen tunnistaminen on ehdottomasti riskien arvioinnin tärkein vaihe, koska vain tunnistettuihin vaaroihin ja niihin liittyviin riskeihin voidaan puuttua. Vaarojen tunnistamisen tavoitteena on muodostaa lista koneeseen liittyvistä vaaroista, vaaratilanteista tai -tapahtumista, jotta voidaan muodostaa yksittäinen onnettomuusskenaario tapah-

tumasarjasta, joka johtaa vahinkoon. Dokumentointi tapahtuu vaarojen tunnistamisen edetessä ja tiedot on kuvattava selkeästi sekä yksityiskohtaisesti.

Vaaran tunnistaminen on syytä tehdä niin kattavasti ja systemaattisesti kuin mahdollista. Standardista ISO 14121–1:2007 löytyy yleisesti pätevä vaaratekijöiden tarkistuslista, jota voidaan käyttää kaikkiin koneisiin. Arvioitaessa konetta tai konelinjaa vaaran tunnistamisen sekä suojaustoimenpiteiden kannalta on hyödyllistä viitata mihin tahansa sellaiseen standardiin, joka koskee tiettyä konetyyppiä tai vaaraa./8./

Vaaran tunnistamista tehtäessä on tarkastuslistojen ja standardien lisäksi hyvä käyttää myös muita menetelmiä, kuten aivoriihet tai kysely, joka mahdollistaa vaarojen tunnistamisen avarakatseisemman ja monialaisemman tarkastelun. Kokemus on myös erittäin arvokasta. Muun muassa työsuojeluhallinnon Internet-sivuilta on mahdollista selata tapaturmaselostusrekisteriä. Rekisteriin on kerätty vuodesta 1987 lähtien yli 8000 vaikeanlaatuisen vammaan tai kuolemaan johtanutta tapaturmaa. Niiden lisäksi rekisteriin on lisätty myös tapaturmavakuutuslaitosten liiton toimesta tehdyt niin sanotut TOT-raportit. Tapaturmavakuutuslaitosten liiton TOT-raportit kertovat työpaikoilla tai vastaavissa olosuhteissa sattuneista kuolemaan johtaneista tapaturmista.

Hyödyllisiä linkkejä joiden avulla voi kartuttaa omaa tietämystään tapaturmista ja niiden syntymisestä, ovat muun muassa:

<http://www.tyosuojelu.fi/fi/tapaturmaselostusrekisteri>

- Työsuojeluhallinnon tapaturmaselostusrekisteri

http://www.tvl.fi/www/page/tvl_www_1151

- Tapaturmavakuutuslaitosten liitto

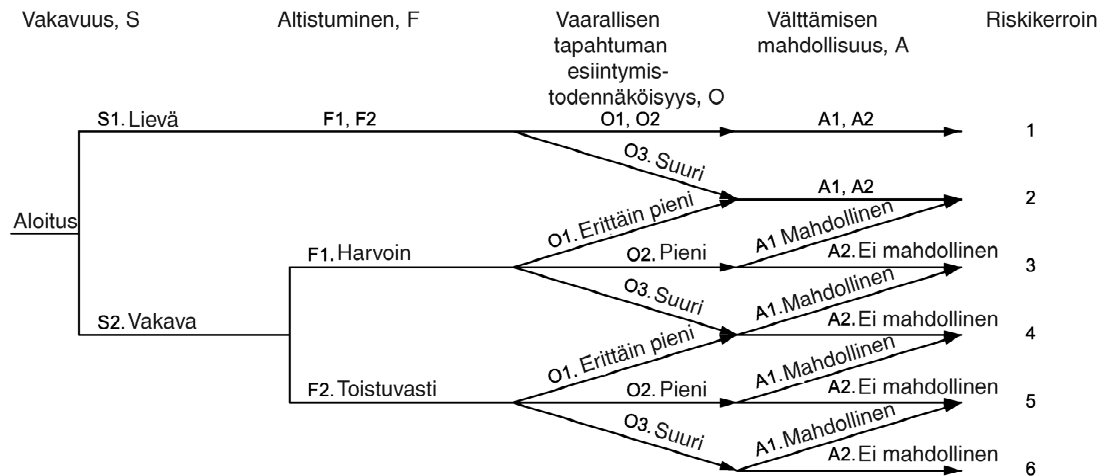
<http://193.64.220.92/paja/parhaat/kaikkikunnossa/index.php>

- KAIKKI KUNNOSSA? Multimediaohjelmia kunnossapidon työturmista

5.3 Riskin suuruuden arviointi

Riskin suuruuden arvioinnin tarkoituksena on määrittää vahingon vakavuus ja sen esiintymisen todennäköisyys. Jokainen vaarallinen tapahtuma aiheuttaa eriasteisia vahinkoja. Arvioida yritetään suurinta mahdollista vakavuutta, joka kyseisestä onnettomuusskenaariosta voisi ilmetä. Toisaalta on järkevä arvioida vaarallista tapahtumaa

myös muilla vahinkoasteilla, sillä tapahtuman suurin uskottava vakavuus on myös yleensä suuruusluokaltaan pienempi kuin yleisemmän, mutta lievemmän vahingon vakavuus. Vaarallisen tapahtuman riski ilmaistaan yleensä jonkinlaisena tasona, kertoimena tai pistemääränä./8./



KUVA 4. Riskigraafi riskin suuruuden arvioimiseksi/8/

Riskikerroin voidaan määrittää esimerkiksi kuvassa 4 olevan taulukon mukaan. Riskin suuruus perustuu neljään muuttujaan (vakavuus, altistuminen, esiintymistodennäköisyys, välttämisen mahdollisuus), joista jokaisella on omat raja-arvonsa. Kertoimet vastaavasti kuvastavat toimenpiteiden tarvetta. Kertoimet 1-2 vastaavat pientä toimenpiteiden tarvetta tai riittävästi pienennettyä riskitasoa, jolla toimenpiteitä ei enää tarvita. Kertoimet 3-4 edustavat keskinkertaista ja kertoimet 5-6 suurinta mahdollista toimenpiteiden tarvetta. Toimenpiteiden ensisijaisuus on myös syytä olla järjestyksessä suurimmasta riskikertoimesta pienimpään. Riskin suuruuden arvioinnin menetelmiä on useita erilaisia, joita on hyvä soveltaa tapauskohtaisesti.

5.4 Riskin merkityksen arviointi

Kun riskin suuruus on arvioitu, arvioidaan sen merkitystä ja päätetään, tarvitseeko sitä pienentää. Jos riskin pienentäminen on tarpeellista, täytyy riskien suuruus arvioida uudestaan. Täytyy myös olla varmistaa, ettei suojaustoimenpiteistä aiheudu lisävaaroja tai ettei muut riskit suurene. Tätä rataa jatketaan niin kauan, että kaikki jäännösriskit ovat siedettäviä ja mahdollisimman pieniä. Riskin merkitystä arvioidessa ja suojaustoimenpiteitä valittaessa olisi huomioitava myös muita näkökohtia, kuten lait,

määräykset, työorganisaatio, työkäytännöt, tekniset rajoitukset ja taloudelliset näkökohdat./8./

5.5 Riskin pienentäminen

Jos todetaan, että riski on liian suuri ja sitä on pienennettävä, valitaan sopivat suojaustoimenpiteet ja toteutetaan ne. Riskejä pyritään pienentämään kolmessa eri vaiheessa. Ensimmäiseksi niitä pyritään poistamaan tai pienentämään suunnittelun avulla. Tämä menetelmä on tehokkain, koska siinä voidaan poistaa vahingon lähde, jolloin vahinkoa ei synny. Tästä esimerkkejä ovat muun muassa vaarallisten materiaalien korvaaminen, ergonomisten periaatteiden soveltaminen tai fysikaalisten ominaisuuksien muuttaminen. Toisessa vaiheessa vaaroille altistumista pyritään rajoittamaan suojausteknisillä toimenpiteillä eli suojuksilla ja turvalaitteilla. Tätä sovelletaan silloin kun vaaratekijää ei voida poistaa eli rajoitetaan riskiä, pienennetään sille altistumisen todennäköisyyttä tai parannetaan mahdollisuutta välttää sitä. Kolmannessa vaiheessa ilmoitetaan ja varoitetaan jäännösriskeistä koneessa tai koneen dokumenteissa olevilla tiedoilla. Näitä voivat olla muun muassa varoitus- tai rajoitusmerkinnät, merkinnät tarvittavista henkilösuojaimista, turvallisiin työmenetelmiin liittyvät tiedot tai koneen käyttöön tarvittava koulutus./8./

Taulukko 1. Erilaisten suojaustoimenpiteiden tehokkuus riskin pienentämisessä/8/

Ensisijainen toimenpide	Ensisijaisuus ^a	Vaihtoehto
Poistetaan vaara	1	Pienennetään vaaraan liittyvän mahdollisen vahingon vakavuutta
Poistetaan vaaratilanne, ts. estetään henkilön altistuminen vaaralle	2	Pienennetään altistumisen taajuutta ja/tai kesto
Poistetaan mahdollinen vaarallinen tapahtuma	3	Pienennetään mahdollisen vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyyttä
Toteutetaan keinoja vahingon välttämiseksi	4	Toteutetaan vahinkoa rajoittavia keinoja
^a Numero 1 on ensisijaisin.		

6 PROJEKTIN KULKU

Pidimme projektin osallisten kanssa aloituspalaverin perjantaina 18.2.2011, jossa sovimme tehtävien vastuuhenkilöistä. Tarkoitus oli robotisoida sekä kunnostaa varokepohjien poraamiseen ja taivuttamiseen tarkoitettu solu. Tuolloin aloin suunnitella 3D-layoutia tulevasta robottisolusta. Suunnitteluun valitsin ohjelmaksi Autodesk Inventor

2010 -suunnitteluohjelmiston, koska se oli käyttämästäni suunnitteluohjelmistoista monipuolisin.

Soluun oli tarkoitus yhdistää Fanuc M-710i -robotti, joka korvaisi suurimman osan solun Afag manipulaattorimoduuleista. Robottiin oli tarkoitus suunnitella paineilma-käyttöinen kaksoistarttuja, jolla kappaleita voisi siirtää tärinäkuljettimelta pyöröpöydälle ja siitä edelleen valssauskoneeseen. Koneeseen suunniteltiin myös muunlaisia parannuksia muun muassa isompia sylintereitä ja vaihdettavia työkaluja, mutta pääprioriteetti oli robotissa.

10.3.2011 projektiin tuli muutos. Solu aiottaisiin vain hiukan modernisoida ja kunnostaa entiselleen. Robotti jätettiin pois, koska se oli liian hidaskäyttöinen. Robotti ei olisi ehtinyt muiden toimilaitteiden mukaan johtuen sen suuresta koosta. Tämä ei tullut täysin yllätyksenä, koska sitä pelättiin alusta asti. Muutenkaan kyseinen robotti ei olisi ollut energiatehokas vaihtoehto tähän konekokoontaan johtuen siirrettävän kappaleen ja robotin massojen hyvin suuresta erosta. Uuden ostaminen olisi taas tullut liian kalliiksi, etenkin kun vanha kone oli riittävän nopea. Siitä puuttui vain luotettavuus. Lopetin 3D-layoutin suunnittelun ja aloin suunnitella koneen entisöimistä. Tarkoituksena oli hankkia Afag-manipulaattorimoduuleihin kaiken kattavat huoltosarjat ja uusia kaikki letkut ja venttiilit. Lisäksi pyöröpöydän voimansiirto ja moottori mietittiin uudestaan ja laitekokoontaan laadittiin turvallisuusanalyysi.

Koneesta ei ollut olemassa minkäänlaista dokumentointia, joten jouduin aloittamaan työn paineilmalaitteiden kartoituksella ja kuvauksella. Tein SMC:n ilmaisella Pseudraw 2,5 -ohjelmalla pneumatiikkakaaviopohjan 5/2-magneettiventtiilistä ja kaksitoimisesta sylinteristä sekä muutaman pohjan venttiilistä ja kaksitoimisesta kääntösylinteristä, joihin jäljensin paikanpäällä koneen pneumatiikkajärjestelmän pala palalta. Näiden pohjien avulla piirsin kuvat puhtaaksi jälkeenpäin kokonaisiksi pneumatiikkakaavioiksi. Kuvasin ja kirjasin jokaisen toimilaitteen tyypin, ilmaliitäntökierteen sekä muut toimilaitetta koskevat tiedot mm. iskunvaimentimet, anturit ja niiden liittimet sekä vastusvastaventtiilit ja tietysti myös jokaisen kappaleen lukumäärät. Tämän mapin ja tarkan osaluettelon avulla oli helppo kokouksissa suunnitella parannuksia tulevaan kokoonpanoon.

19.5.2011 olin yhteydessä Movetec Oy:n myyjään, joka välittää Afagin manipulaattorimoduuleita Suomeen. Laitoin hänelle listan komponenteista, joihin halusin hinnat ja saatavuuden varaosista ja vastaavista uusista komponenteista. Vajaan kolmen viikon kuluttua sain vastauksen, että komponentit ovat liian vanhoja ja ettei niihin saisi enää varaosia. Pidimme taas kokouksen osallisten kesken, jossa päätimme tehdä uuden koneen vanhan rinnalle, mikäli varaosia ei todella vanhoihin komponentteihin saisi. Tässä oli kuitenkin tapahtunut erehdys ja varaosat kuitenkin saatiin.

Koneen purkua odotellessa tein konekokoonpanolle alustavan turvallisuusanalyysin, johon kuului vaarojen tunnistaminen ja riskien arviointi(liite 7). Aloitin riskien kartoittamisen koneen raja-arvojen määrittämisellä. Määrittelin paperille koneen, sen toiminnot, käyttäjät, suoritettavat tehtävät, elinkaaren vaiheet mahdollisimman tarkasti ja yritin miettiä, miten konetta voitaisiin käyttää väärin. Tämän jälkeen mietin näiden raja-arvojen valossa mahdolliset vaaratilanteet, joita voisi syntyä ilman, että koneessa olisi minkäänlaisia turvalaitteita. Tässä käytin apunani tarkastuslistoja ja omaa havainnointia. Koska minulla ei ollut vaarojen tunnistamisesta kovinkaan kokemusta, koin erittäin hyväksi tavaksi kartuttaa tietämystäni mahdollisista riskeistä työsuojeluhallinnon ja tapaturmavakuutuslaitosten liiton Internet-sivuilta. Näiltä sivuilta pystyin selaamaan vastaavanlaisissa olosuhteissa tapahtuneita työtapaturmia. Tästä oli suuri hyöty, kun mietin riskejä, joita voisi kyseen omaisella kierteitys- ja taivutussolulla tapahtua. Lopuksi mietin alustavat suojaustoimenpiteet, joita tultaisiin koneen modernisoinnissa noudattamaan. Kyseinen riskianalyysi on alustava, joten uusi pitää tehdä viimeistään, kun tarvittavat suojaustoimenpiteet on tehty.

Koneella pitää tehdä riittävän suuri puskurivarasto, jotta se voitaisiin purkaa. Tämä voi tuottaa hyvin paljon hankaluuksia etenkin näin vikaantumisherkällä koneella, koska koneen vikaantuminen kuluttaa heti puskurivarastoa. Kappaleita menee noin 20 000–50 000 muutaman viikon välein, joten puskurin olisi hyvä olla noin 150 000-200 000 kappaletta, että saataisiin riittävä aika korjaustöille. Koneen purkaminen viivästyi monesti erinäisistä syistä.

19.9.2011 sain tiedon, että projekti viivästyy ja sen toteutus siirtyy seuraavan vuoden puolelle. Opiskeluaikani ei kuitenkaan siihen riitä, joten tästä johtuen opinnäytetyöni luonne muuttui koskemaan koneen muutosta enemmän teoreettiselta pohjalta.

7 NYKYINEN LAITTEISTO JA SUUNNITELLUT MUUTOKSET

Laitteistoon kuuluu sylintereitä, Afag-manipulaattorimoduuleja, venttiileitä, antureita, logiikka ja pari kuljetinta (kuva 5). Varokepohja 218:n aihiot kaadetaan hihnakuljettimelle, joka nostaa ne ylös tärykuljettimelle. Täryltä kappaleet laskeutuvat liukua pitkin ensimmäiselle sylinteriryhmälle, joka annostelee kappaleet tarttujalle, joka jälleen nostaa ne pyöröpöydälle. Toinen sylinteriryhmä painaa aihioon taitoksen ja viisiteet. Kolmas sylinteriryhmä siirtää kappaleen toiseen jigiin kierteitystä varten. Neljäs yksikkö tekee kappaleeseen kierteet, ja viides yksikkö siirtää sen valssaukseen vievälle liu'ulle. Valssauksessa aihioihin tehdään Edison 27 kierre, jota käytetään muun muassa hehkulampuissa ja sulaketauluissa. Laitteistolla tehdään kahdessa vuorossa vuositasolla noin 800 000 kappaletta ja lähivuosina todennäköisesti miljoona kappaletta vuodessa.



1. Pyöröpöytä, jonka ympärillä toimilaitteet
2. Venttiilit, jotka ohjaavat toimilaitteita
3. Sähkömoottori ja voimansiirto
4. Logiikka
5. Tärykuljetin
6. Hihnakuljetin

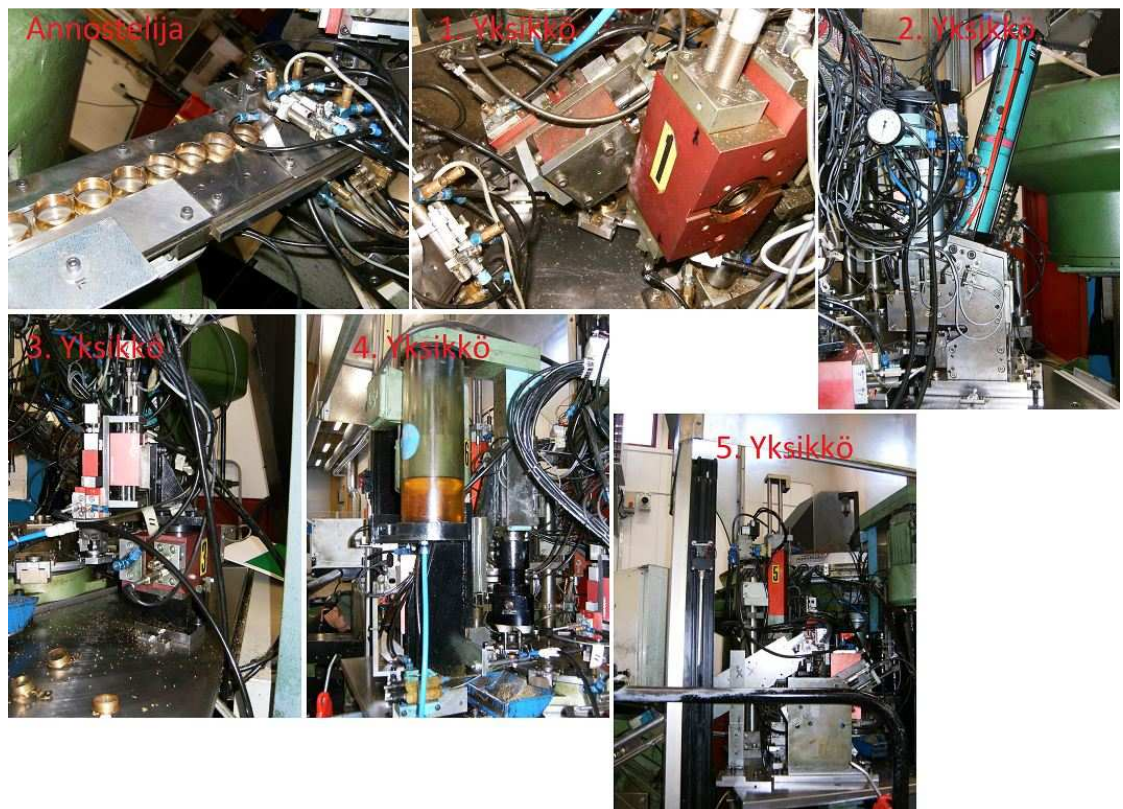
KUVA 5. Yleiskuva laitekokoonpanosta

Annostelijassa on käytetty Feston C 85-sarjan standardisylintereitä, joissa sylinterin asennon tunnistaa reed-kytkin. Kappaleen tunnistamiseen on käytetty kohteesta tunnistavaa optista anturia. Tarttujassa on käytetty Afagin manipulaattoreita, ja se on ra-

kennettu kääntösynteristä, johdesynteristä ja kääntäjä-tarttujasta. Manipulaattorimoduuleissa on kussakin rungossa paikat kapasitiivisille antureille ja iskunvaimentimet sekä plus- että miinus-asennoille. Katso havainnollistava kuvakollaasi kuvasta 6.

Toisessa vaiheessa Feston kaksoissynteri painaa aihioon viisteet ja lukitsee kappaleen paikoilleen siksi aikaa, kun Kraufpaketin suuri pneumaattinen synteri, jossa on 10mm voimaisku, painaa aihioon taitoksen. Tässä vaiheessa voimaisku on tarpeellinen, vaikka kyse onkin vain 1,5 mm vahvasta messinkilevystä.

Kolmas yksikkö koostuu samanlaisesta Afag-manipulaattorimoduulikokoonpanosta kuin ensimmäinen yksikkö, ja sen tarkoitus on vaihtaa aihio toiseen jigiiin, jossa se voidaan kierteittää. Tästä yksiköstä ja jigien vaihdosta yritettiin luopua, mutta sen toteutus todettiin erittäin hankalaksi ja ideasta luovuttiin. Kierteitys ja viisteen teko sekä kierteityslastujen hallinta samassa jigissä olisi ollut todella vaikea toteuttaa. Neljäs yksikkö koostuu Somexin moniporauspäällä varustetusta kierteitysyksiköstä. Se tekee aihioon samalla kertaa kaksi M3 kierrettä. Viides yksikkö koostuu kahdeksasta Afag manipulaattorimoduulista, ja sen tarkoituksena on nostaa kappale pois pyöröpöydältä ja viedä se Edison kierteen valssaukseen vievälle liu'ulle.



KUVA 6. Kuvakollaasi solun yksiköistä

Suurinta osaa sylintereistä ja manipulaattoreista ohjataan SMC:n SY3000-sarjan magneettiventtiileillä. Venttiilit ovat kaikki esipaineistettuja 5/2 -magneettiventtiilejä. Suuremmille kääntösyntereille, Feston kaksoissylinterille ja Kraufpaketin sylinterille on jouduttu suuremman ilmankulutuksen takia ottamaan Feston järeämmät 5/2 -venttiilit ja voimaiskua varten oma 3/2 venttiili. Venttiileitä ohjaavat anturit ja logiikka, jota ei voi enää laajentaa.

Pyöröpöydän voimansiirtona on Weiss GmbH:n vaihde, jota pyörittää sähkömoottori. Aseman vaihto on toteutettu magneettikytkimellä ja antureilla.

Laitteistoon suunnitellut muutokset

Kaikki SMC:n SY3000- sarjan venttiilit korvataan VQC1000-sarjan venttiileillä, jotka liitetään EX500 kenttäväyläyksikköön. VQC1000-sarjaan vaihtamisen etuina on, että siihen ja EX500 kenttäväyläyksikköön on helppo tehdä laajennuksia tarvittaessa. Tarkempia tietoja venttiileistä ja kenttäväyläyksiköstä löytyy liitteistä 2 ja 3.

Anturit on liitetty yksikköön M8-kierteillä, jolloin päästään eroon koneen huollossa esiintyneestä ongelmasta, jossa antureita jouduttiin liittämään sokeripaloilla, koska aiemmat riviliittimet hajosivat, jos niistä yritti irrottaa johtoja. Anturointi on mietitty niin, että jatkossa voidaan käyttää kaikissa muissa paitsi yhdessä Afag manipulaattorimoduuleissa samaa Baumer IFRM-06P17A3/S35L -anturia (liite 4). Yhdessä kääntäjässä joudutaan käyttämään minianturia IFR 05.82.05 (liite 5), koska anturille varattu tila on hyvin ahdas.

Kaikki Feston C85-sarjan sylinterit korvataan SMC:n vastaavilla. Kyseiset sylinterit ovat ISO -standardin mukaista vakiotavaraa, joten ne käyvät päittäin ja niitä saa helposti. Afag-manipulaattorimoduulit puretaan, pestään sekä huolletaan mahdollisimman kattavilla huoltosarjoilla. Kaikki paineilmaletkut uusitaan.

Voimansiirto puretaan magneettikytkimelle asti. Vanha sähkömoottori korvataan Omron R88M-K75030H-S2 -servomoottorilla, joka kiinnitetään magneettikytkimen koteloon sovituskäytävällä ja liitetään vaihteistoon nivelaksella. Nivelaksella ei voida mitoitaa ennen koneen purkua, joten se sovitetaan korjauksen yhteydessä. Pyöröpöydän anturointi säilyy ennallaan. Havainnollistava kuvakollaasi tästä löytyy liitteestä 6.

Edison-kierteen valssaukseen menevälle liu'ulle asennetaan joko mekaaninen tai optinen laskuri laskemaan valssaukseen menevät kappaleet. Valssauksesta päästyään kappaleet putoavat rullaradalla olevaan laatikkoon. Rullarata asennetaan lievästi kaltevaan asentoon, jolloin siihen voidaan toteuttaa painovoiman avulla kulkeva laatikosto. Laskuri laskee laatikkoon 500 kappaletta, minkä jälkeen logiikka vapauttaa lukitsimen ja laskee laatikon liukuun ja uusi laatikko tulee tilalle.

Koneen logiikka ja käyttöliittymä uusitaan. Tarkoituksena on myös yhdistää koneen kaikki toiminnot samaan käyttöliittymään. Logiikka ja anturointi toteutetaan EX500 kenttäväyläteknikalla.

Koneen ympärille laskeutuva akryylilevystä valmistettu suojain entisöidään ja anturoidaan uudestaan. Häätäpysäytys painikkeet asennetaan valssauskoneen ja pyöröpöydän läheisyyteen sekä uuteen käyttöliittymään. Vaihtoehtoisesti voidaan harkita koko konesolun aitaamista. Tällöin olisi helpompi välttää koneen tuleva väärinkäyttö ja ihminen-kone -rajapinta. Asianmukaiset valomerkit asennetaan koneen yläpuolelle kertomaan koneen käyttötilasta. Kulkuväylät ja koneen energiaan liittämiskohdat merkitään asianmukaisesti.

8 POHDINTA

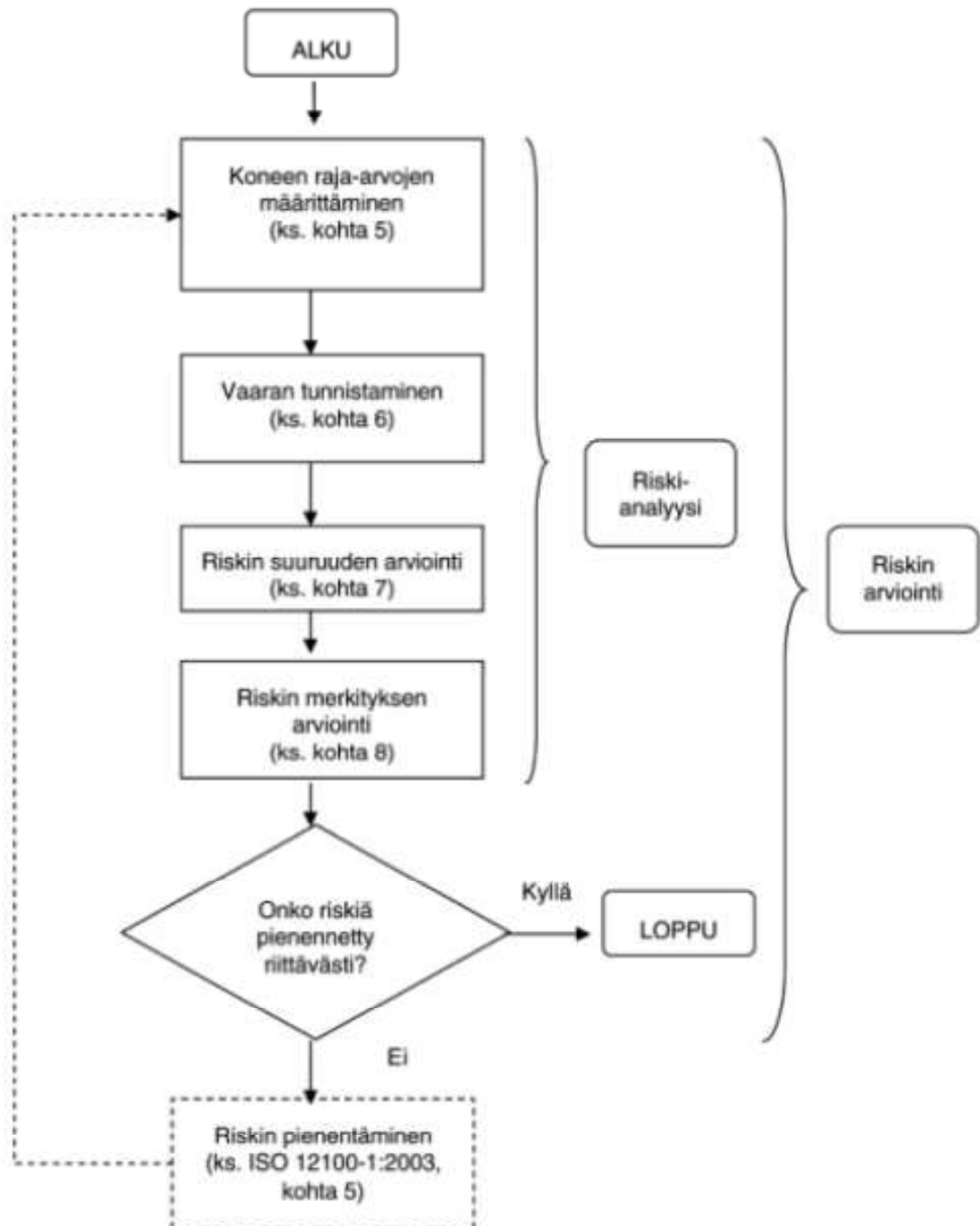
Sain aiheen opinnäytetyölleni robotin asentamisesta varokepohja 218:n kierteitys- ja taivutussolun yhteyteen. Tuolloin koneeseen mietittiin suhteellisen isojakoin muutoksia. Ideoita tuli ja meni, kun uutta kokoonpanoa luonnosteltiin. Robotti kuitenkin todettiin huonoksi vaihtoehdoksi, ja siitä luovuttiin, jolloin opinnäytetyöni sai uuden aiheen koneen modernisoinnista. Modernisointiakin luonnosteltiin paljon, ja matkassa oli paljon mutkia, kuten että koneesta ei ollut minkäänlaista dokumentointia, osien saatavuus kangerteli. Puskurivaraston saavuttaminen herkästi vikaantuvalla koneella on hyvin epävarmaa. Lisäksi purkamisen yhteydessä oli ongelmia ihmisten aikataulujen yhteensopivuuden kanssa ja epävarmuutta koneen huollettavien osien kunnosta. Kaikista harmeista huolimatta koneen modernisointi tullaan varmasti toteuttamaan, mutta aikataulujen yhteensopimattomuuden vuoksi se joutuu jäämään opinnäytetyöni ulkopuolelle. Näin ollen opinnäytetyöstäni on todennäköisesti ollut edes joissain määrin hyötyä Mikemet Oy:lle.

Opinnäytetyöni jätti auki itselleni kysymyksen, olisiko kuitenkin viisainta rakentaa kone ihan kokonaan uusiksi. Tätäkin vaihtoehtoa mietittiin ja todettiin, että niin tehtäisiin, jos vanhaan koneeseen ei saataisi enää varaosia. Uuden koneen rakentamisesta vierelle olisi ainakin se hyöty, ettei tuotantoa tarvitsisi keskeyttää, ei rakentaa puskurivarastoa, ei tarvitse miettiä vanhojen Afag-runkojen kuntoa, eikä liiemmin stressata koneen purkamisen aikataulusta eri osapuolien kesken. Jos huolletaan vanha kone, säästetään pyöröpöytä jigeineen, vaihteisto, pöydän ja taivuttimen runko sekä Afag-manipulaattorimoduuleissa varaosien hinta uusiin toimilaitteisiin verrattuna. Tokihan jos rakennetaan uusi kone, siitä halutaan rakentaa parempi kuin vanhasta ja siitä aiheutuu normaalisti lisää kustannuksia. Toisaalta olisi hauska ajatus, jos keksisi rakentaa saman asian tekevän laitteen vain muutamalla toimilaitteella. Koneen tämänhetkinen tekniikka on kuitenkin jo monta vuosikymmentä vanhaa. Todennäköisemmin modernisointi kuitenkin säästää pikaisella päättelyllä joitain kymmeniä tuhansia euroja ja on normaalisti järkevin sekä halvin toimenpide, jos se saadaan onnistumaan.

Vaikka modernisoinnin toteutus jäikin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle ja vastoin käymisiä koettiin aika lailla, olen loppujen lopuksi tyytyväinen, sillä olipahan opettavainen kokemus. Opittua tuli pneumatiikasta, robotiikasta, logiikasta, mallinnuksesta, konedirektiivistä ja muista määräyksistä, standardeista, riskien analysoinnista ja hallinnasta sekä kokemusta olemisesta osana pitkää ja muuntautuvaa projektia.

LÄHTEET

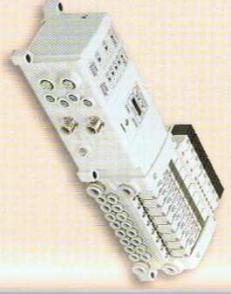
1. Mikemet Oy. WWW-dokumentti.
<http://www.mikemet.fi>. Päivitetty 25.5.2010. Luettu 10.9.2011.
2. Keinänen, Toimi & Kärkkäinen, Pentti. Automaatiojärjestelmien hydrauliiikka ja pneumatiikka. Helsinki: WSOY. 2005.
3. Kasurinen, Harri-Pekka. Paineilmajärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. 2010.
4. Siirilä, Tapio & Pahkala, Jorma. EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. Keuruu: Fimtekno Oy. 1999.
5. Koneturvallisuuden standardit 2010. WWW-dokumentti.
<http://www.sfs.fi/files//kone-esite.pdf>. Päivitetty Luettu 18.9.2011.
6. Hulkkonen, Veli 2005. Pneumatiikan perusteita. PDF-dokumentti.
www.fluidfinland.fi/content/download/232/1404/file/pneu_perus.pdf . Päivitetty 15.11.2005. Luettu 20.9.2011
7. Wikipedia, the free Encyclopedia. Konedirektiivi. WWW-dokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Konedirektiivi>. Päivitetty 15.8.2011. Luettu 24.9.2011.
8. Riskin arviointi EN 14121-2. PDF-dokumentti. Päivitetty 30.3.2009. Luettu 24.9.2011.
9. Konedirektiivi 2006/42/EY. Word-dokumentti. Päivitetty 17.5.2011. Luettu 26.9.2011.
10. Kerttula, Tuiri 2009. Uusi konedirektiivi. PDF-dokumentti.
http://www.mikes.fi/documents/upload/tuiri_kerttula_finas-paiva_2009.pdf. Päivitetty 27.1.2009. Luettu 28.9.2001.
11. Työsuojeluhallinto 2009. Käyttöasetuksen soveltamissuosituksia. PDF-dokumentti.
http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2009/11/TSJ_91.pdf. Päivitetty 23.11.2009. Luettu 2.10.2011.



VQC1000 -magnettiventtiili

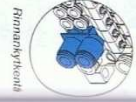
VQC1000 – magnettiventtiili, plug-in

Välitilanne	Ilma, voideltu tai voitelamaton (kuiva)
Suodatusaste	5 mikronia
Max. työpainne	0,75 MPa (7,5 bar)
Min. työpainne	5/2 nostotavalla: 0,15 MPa (1,5 bar); 5/2 nostotavalla: 0,1 MPa (1 bar); 2x 3/2: 0,15 MPa (1,5 bar); terästäuusi (kaikki): 0,1 MPa (1 bar)
Käyttölämpötila	Enintään 50 °C (kuiva ilma)
Jännite/tenho	Vakio: 24 VDC ±10 %; 112 V DC pyyhkeilias-säilytys
Virtaus	Ks. taulukko alla
Katoliiniliukka	IP67, koottuna tehtaalta Japanssaa; muuten IP65; D-sub tai nauha-kaapeli, IP50
Käsitönsäily	Vakio: ei lukittava
LED-transistorsuoja	Vakio



- Yhivoimainen joustavuus ja helppo kokoaminen uuden sisäisen kosketintekniikan ansiosta
- Elastisella tiivisteellä tai terästäuudella, joka antaa pitkän käyttöiän > 200 milj. jaksoa

Ilmanumero	Tyyppi	Virtaus	Paino
VQC1101N-S	5/2 nostotavalla, elast. tiiviste	230 l/min	64 g
VQC1100N-S	5/2 nostotavalla, terästäuusi	180 l/min	64 g
VQC1201N-S	5/2 bistabiili, elast. tiiviste	230 l/min	78 g
VQC1200N-S	5/2 bistabiili, terästäuusi	180 l/min	78 g
VQC1301N-S	5/3 suljettu keskias. elast. tiiviste	180 l/min	78 g
VQC1401N-S	5/3 avattu keskias. elast. tiiviste	230 l/min	78 g
VQC1400N-S	5/3 avattu keskias. elast. tiiviste	180 l/min	78 g
VQC1401N-2	2x 3/2 NC/NO elast. tiiviste	160 l/min	78 g
VQC1401N-2	2x 3/2 NO/NO elast. tiiviste	160 l/min	78 g
VQC1401N-5	2x 3/2 NC/NO elast. tiiviste	160 l/min	78 g
VQC1401N-5	2x 3/2 NO/NO elast. tiiviste	160 l/min	78 g



Pohjalaatat – perussosa, täydennettävä

Ilmanumero	Pakkoja
VQC11-02CRSD0	2
VQC11-04CRSD0	4
VQC11-08CRSD0	6
VQC11-16CRSD0	8
VQC11-10CRSD0	10
VQC11-12CRSD0	12

Lisäjä – yllä oleviin pohjalaattoihin
 ulallinen tilanvarausmitti (L, SDD, SJ)
 lynttä (13-24 pakkauskäsitellyä pakkaa)¹
 ulinen ohjainlinnasyöttö (L...SDD-H)/vaata

Käsitönsäily 1: aukkoineet tyhjään, 2: pölynsäily, 3: suojakäsi.

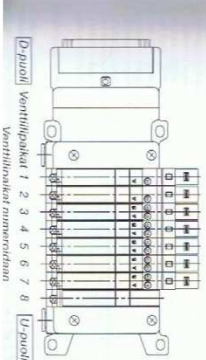
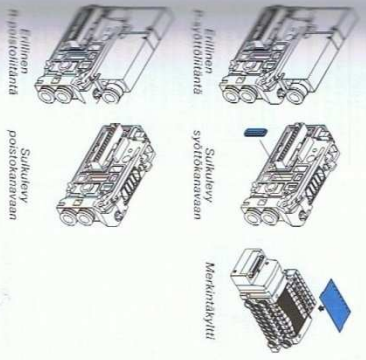
Sähköliittämät – rajapintamuodut

Ilmanumero	Tyyppi
VQC1000-F25-1	D-sub, 25-nap.
VQC1000-F25-1	Nauha-kaapeli, 26 nastaa
VQC1000-M26-1	Pyöreä koetteluasutuslietke, 26-nap. (IP67)
VQC1000-F0-1	Riviliittokanta, 20 liitintää (IP67)

Kenttätyöväline – EX250 ja EX500, ks. luku 4

VQC1000 – magnettiventtiili, plug-in

- Eriilinen P-syöttöliittämä**
 Ilmanumero: VVO1000-P-1-C6
- Bulkilevy** – syöttökannivan
 Ilmanumero: VVO1000-18A
- Eriilinen R-poistoliittämä**
 Ilmanumero: VVO1000-R-1-C6
- Bulkilevy** – poistokannivan
 Ilmanumero: VVO1000-18A-D-C6
 VVO1000-18A-S-C6
- Vastaventtiili** – eristää vastapaineen R-kannivasta
 Ilmanumero: VVO1000-18A
- Laajuennusosa** – vakiokäyttö
 Ilmanumero: VVO1000-FA-D-C6
 VVO1000-FA-S-C6



Nimilaatta

Ilmanumero: VVO1000-N-C
 □ = venttiilivakiokannivasta

DIN-kiskoiliittimet – 1 pari

Ilmanumero: VVO1000-57A
D-sub-liitin – 25-napainen, MIL-standardin mukainen (0,3 mm²)

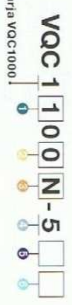
Tilansuoja
 GVVZS3000-21A-2 Linja 5 m kaapelilla
 GVVZS3000-21A-3 Linja 5 m kaapelilla
 GVVZS3000-21A-4 Linja 8 m kaapelilla

Pyöreä pistoke – 26-napainen (IP67), kaapeliin

Ilmanumero: AX1100-MC2E
 AX1100-MC2E-015 Linja 1,5 m kaapelilla
 AX1100-MC2E-030 Linja 3 m kaapelilla
 AX1100-MC2E-050 Linja 5 m kaapelilla
 AX1100-MC2E-080 Linja 8 m kaapelilla

Lähtömoduuli VQC1000 – sähköarkki, ks. EX350/-500 kenttätyöväline.
 Kysy muita mallia swc:ltä.
 Lisätietoja kenttätyövälinekomponenteista on luvussa 4.

Tilansuojat: venttiili-venttiiliryhmä, ks. seuraava sivu



Toiminta

- 5/2 nostotavalla
- 5/2 bistabiili
- 5/3 suljettu keskias.
- 5/3 avattu keskias.
- 2x 3/2 NC/NO¹
- 2x 3/2 NO/NO¹
- 2x 3/2 NC/NO¹

Nimellisjännite

- 24 VDC
- 12 VDC

LED/transistorsuojat

- Kyllä
- Ilman LED:tä
- LED:stä suojattu¹

Käsitönsäily

- Ei lukittavaa painiketta
- lukittava painike
- tuurilla lukitus
- tuurilla lukitus

Vaihtoehdot

- Vakiovalvuri (1 W)
- Korkeapainainen (1 MPa)¹
- Työntekijänsuojat
- Pakkauskäsitellyt (IP67)
- 10,5 W¹

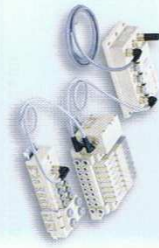
¹ Jos väkiväliä säännöillä rajoitetaan, ilmoita meidän sähkötyövälineille.
² Suojakäsi on erillinen lisäosa.

EX500 -kenttäväyläyksikkö

EX500 – kenttäväyläyksikkö (DeviceNet, PROFIBUS DP, EtherNet/IP)

Väyläsovittimen tyyppi	EX500-GDN1	EX500-GPPI1
Väyläprotokolla	DeviceNet (Protokolla 2.0)	PROFIBUS DP
Tiedonsiirto-nopeus	125; 250 tai 500 kbps	9,6; 10,2; 93,75; 187,5 tai 500 kbps; 1,5; 3; 6 tai 12 Mbps
Syöttöjännite	24 VDC ±10 % (min. jännite noin 20 VDC)	
Virtavirta	200 mA tai alle	Max. 64 tuloa/64 lähtöä
I/O-määrä	4 siirrukkaa maks. 16 tuloa/16 lähtöä	4 siirrukkaa maks. 16 tuloa/16 lähtöä
I/O-silmukat	Max. 5 + 5 m silmukkaa kohti	Max. 5 + 5 m silmukkaa kohti
I/O-silmukoiden liitäntä	M12-pistoke (8-napainen)	M12-pistoke (8-napainen)
Pistoke virransyötön	M12-pistoke (5-napainen)	
Käyttölämpöasteus	5 – 45 °C/35 – 85 % RH (ei kondensoituvaa)	
Kotelointiluokka	IP65	
Standardit	UL, CSA, CE	

Tulo- ja lähtöliitäntöjen hajautus ■ Laajennettavat tulo- ja lähtölohkot



Väyläsovittin

Tilausnumero	Kuvaus
EX500-GPPI1A	Gateway PROFIBUS DP
EX500-GDN1	Gateway DeviceNet
EX500-GEN1	Gateway EtherNet/IP

Tuloryhmät

Signaalin tyyppi	PPP-NPN-tulot
I/O-silmukoiden liitäntä	Max. 8 pistoketta (8-napainen)
Tuotomodulien määrä	Max. 8 moduulia (2 kanavaa / moduuli)
Syöttöjännite	24 VDC (syötetään kaapelin I/O-pistokkeen kautta)
Virtansyöttö	Max. 650 mA / tulomoduli (16 tuloa) tai 40 mA / tulot
Oikosuojajous	Alueen katkaista 1 A virranlaajuus kytkemällä väyläsovittimen OFF:ON

Tuloryhmät koostuvat liitäntäosasta, päätyrystä ja DIN-kiskosta. Niitä ei ole varustettu tuotomoduleilla. Kaikot sopivat moduulit seuraavalla tavalla.

Tuloryhmät

Tilausnumero	Kuvaus
EX500-IB1	Tulosityn EX500(geenialyyryntä)
EX500-IB1-E1	Tuloryhmä 1 paikka MB
EX500-IB1-E2	Tuloryhmä 2 paikka MB
EX500-IB1-E3	Tuloryhmä 3 paikka MB
EX500-IB1-E4	Tuloryhmä 4 paikka MB
EX500-IB1-E5	Tuloryhmä 5 paikka MB
EX500-IB1-E6	Tuloryhmä 6 paikka MB
EX500-IB1-E7	Tuloryhmä 7 paikka MB
EX500-IB1-E8	Tuloryhmä 8 paikka MB

EX500 – kenttäväyläyksikkö (DeviceNet, PROFIBUS DP)

Tuotomodulityyppi	PNP tai NPN
Tuloliitäntä	3-napainen M8-pistoke tai 5-napainen M12-pistoke
Syöttöjännite	24 VDC
Signaalinolosuhteus	Vihreä LED
Ennen	Ei ole
Virtansyöttö	Max. 30 mA / kanava



Tuotomodulit

Tilausnumero	Kuvaus
EX500-IE1	Tuotomoduli M8 PNP, 2 kanavaa
EX500-IE2	Tuotomoduli M8 NPN, 2 kanavaa
EX500-IE3	Tuotomoduli M12 PNP, 2 kanavaa
EX500-IE4	Tuotomoduli M12 NPN, 2 kanavaa

Kaapelit

Tilausnumero	Kuvaus
EX500-AC003-SS9PS	Kaapeli M12 EX500:lle 0,3 m suora
EX500-AC005-SS9PS	Kaapeli M12 EX500:lle 0,5 m suora
EX500-AC010-SS9PS	Kaapeli M12 EX500:lle 1 m suora
EX500-AC030-SS9PS	Kaapeli M12 EX500:lle 3 m suora
EX500-AC050-SS9PS	Kaapeli M12 EX500:lle 5 m suora
EX500-AC003-SAP9	Kaapeli M12 EX500:lle 0,3 m kulma
EX500-AC005-SAP9	Kaapeli M12 EX500:lle 0,5 m kulma
EX500-AC010-SAP9	Kaapeli M12 EX500:lle 1 m kulma
EX500-AC030-SAP9	Kaapeli M12 EX500:lle 3 m kulma
EX500-AC050-SAP9	Kaapeli M12 EX500:lle 5 m kulma

Kaapelit I/O-silmukoihin

Tilausnumero	Kuvaus
EX500-AP010-S	Virtansyöttökaapeli EX500 1 m suora
EX500-AP050-S	Virtansyöttökaapeli EX500 5 m suora
EX500-AP010-A	Virtansyöttökaapeli EX500 1 m kulma
EX500-AP050-A	Virtansyöttökaapeli EX500 5 m kulma

Sovitin – SV-sarjan venttiiliryhmille

Tilausnumero	Kuvaus
EX500-SI01	SV-väyläsovittin PBI/ONI EX500
EX500-AC000-S	Päätöstehtävä (jos tuloja ei käytetä)

Sovitin – VOC-sarjan venttiiliryhmille

Tilausnumero	Kuvaus
EX500-OI01	VOC-väyläsovittin PBI/ONI EX500
EX500-AC000-S	Päätöstehtävä (jos tuloja ei käytetä)

Kaikat sopivat venttiiliryhmille SV:n ja VOC:n normaali versioita 3.

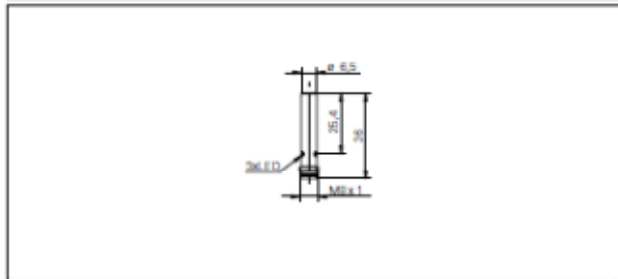


SMC:n EX500-sarja rakentuu Gateway-väyläsovittimen ympärille. Sovittin kytketään väylään, joka muodattaa jonkin tunnetun väyläprotokollan, kuten Profibus DP, DeviceNet tai I/O. Väyläsovittimen avulla kenttäväylään voidaan liittää ne I/O-silmukat, joihin kussakin voi olla 16 lähtöä ja 16 tuloa (yhteensä siis 64 tuloa ja 64 lähtöä). Yhden silmukan suurin johdonpituus on 10 metriä (5 + 5 m).
Asennusohjeet (GSD) ja asennusohjeet ovat ladattavissa SMC:n web-sivulla www.smc.fi.

Inductive proximity switch

IFRM 06P17A3/S35L

dimension drawing



general data

mounting type	shielded
nominal sensing distance S_n	2 mm
hysteresis	3 ... 20 % of S_n
output indicator	3 port LED red

electrical data

switching frequency	< 5 kHz
voltage supply range $+V_s$	10 ... 30 VDC
current consumption max.	12 mA
output circuit	PNP make function (NO)
voltage drop V_d	< 2 VDC
output current	< 200 mA
short circuit protection	yes
reverse polarity protection	yes

mechanical data

type	cylindrical smooth
material (sensing face)	PBT
housing material	stainless steel
dimension	6.5 mm
housing length	36 mm
connection types	connector M8

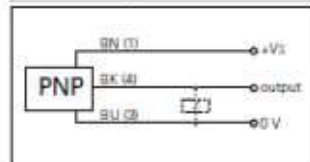
ambient conditions

operating temperature	-25 ... +75 °C
protection class	IP 67

photo



connection diagram

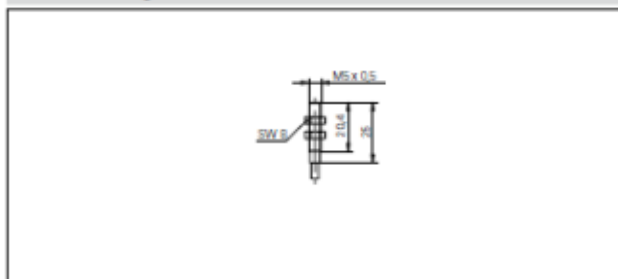


- robust steel housings
- high switching frequency

Inductive sensors NAMUR

IFR 05.82.05

dimension drawing



general data

mounting type	shielded
nominal sensing distance S_n	0.8 mm

electrical data

switching frequency	< 5 kHz
normal operating voltage	8.2 VDC
voltage supply range $+V_s$	5 ... 30 VDC
current consumption undamped	> 4 mA
current consumption damped	< 1 mA
current consumption max.	10 mA
residual ripple	< 10 % V_s

mechanical data

type	cylindrical threaded
housing material	stainless steel
dimension	5 mm
housing length	25 mm
connection types	cable, 2 m

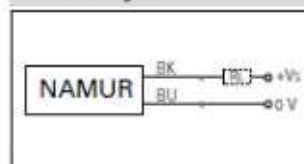
ambient conditions

operating temperature	-25 ... +75 °C
protection class	IP 67

photo

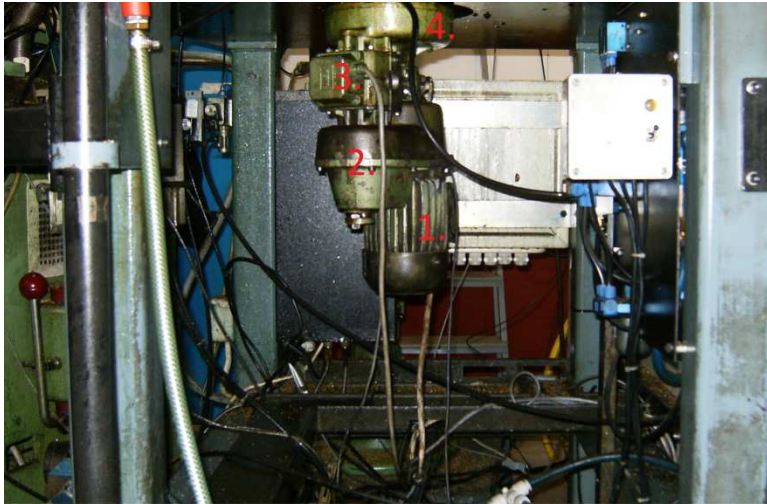


connection diagram



LIITE 6.

Kuvakollaasi moottorin vaihdosta



1. Sähkömoottori
2. Kiilahihna
3. Magneettikytkin
4. Hammasvaihde

