

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka

Tutkintotyö

Hannu Huuskonen

ESC W -KONTTILUKIN YLÄKEHÄN TEHDASTESTAUKSEN KEHITTÄMINEN

Työn ohjaaja

Jukka Falkman

Työn teettäjä

Kalmar Industries Oy Ab, valvojana Roope Ruusunen

Tampere 2006

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Huuskonen, Hannu ESC W -konttilukin tehdastestauksen kehittäminen

Tutkintotyö 42 sivua, 4 liitesivua

Työnohjaaja Jukka Falkman

Työn teettäjä Kalmar Industries Oy Ab, valvojana Roope Ruusunen

Huhtikuu 2006

Hakusanat konttilukki, invertteri, vinssi

TIIVISTELMÄ

Sähköinen konttilukki on konttien nostamiseen ja siirtämiseen tarkoitettu raskas työajoneuvo. Konttilukkeja käytetään pääasiassa satama-alueilla, joissa ne toimivat satamanostureiden apuna konttien purku- ja lastausvaiheessa.

Työn tarkoituksena on ollut kartoittaa sähköisen konttilukin yläkehän tehdastestaus ja etsiä ratkaisuja ilmenneisiin ongelmiin. Yläkehän toiminta ei ole täyttänyt täysin vaadittuja kriteereitä sähköisen toiminnan osalta ja testauksen läpimenoaika on pidetty liian pitkänä.

Kartoitus tehtiin osallistumalla varsinaisen testauksen suorittamiseen ja seuraamalla asentajien työskentelyä eri testauksen vaiheissa.

Sähköistä toimintaa kuvaavissa dokumenteissa havaittiin puutteita ja virheitä. Niistä johtuen yläkehän sähköasennuksissa on esiintynyt virheellisiä kytkentöjä. Niiden etsiminen ja korjaaminen on pidentänyt testauksen läpimenoaika huomattavasti. Myös ohjelmoitavassa logiikassa käytetyt ohjelmat sisälsivät virheellisiä ohjelmarivejä.

Jatkossa dokumentit tulee päivittää toimintaa vastaavaksi ja asennusvirheiden tarkkailua ja raportointia on lisättävä. Esimiesten tulee myös tiedottaa asentajille todetuista virheistä, jotta väärät asennustavat ja käsitykset saadaan poistettua tuotantoprosessista.

TAMPERE POLYTECHNIC

Degree Programme in Electrical Engineering

Automation Engineering

Huuskonen, Hannu

Development of ESC W -straddle carrier factory testing

Engineering thesis

42 pages, 4 appendices

Thesis supervisor

Jukka Falkman

Commissioning Company

Kalmar Industries Oy Ab, Roope Ruusunen

April 2006

Keywords

straddle carrier, inverter, winch

ABSTRACT

The electric straddle carrier is a heavy-duty materials handling vehicle, which is made for lifting and moving containers. The straddle carrier is mainly used in harbor areas.

The purpose of this research was to develop upper frame factory testing of the electric straddle carrier and to find solutions to the problems that merged during the research. The functions of the upper frame has not entirely fulfilled the criteria set for it, in addition delivery cycle has been too long.

The research was executed by taking part in actual testing process and watching mechanics work in different part of testing.

One of the main observations of testing process was that the electric function documents were incorrect and insufficient. Due to the incomplete documents there has been connecting faults. Finding those faults and repairing of them has extended delivery cycle. Also the PLC-software had some incorrect information.

In future, all documents should be updated to describe functioning perfectly. It is also important to monitor connecting faults and regularly report of them. Reports have to be handled weekly. Supervisors should give feedback to mechanics about the connecting faults. In order is to get out of the wrong assembly methods and conceptions in the manufacturing process.

ALKUSANAT

Haluan kiittää kaikkia, jotka ovat auttaneet tämän tutkintotyön tekemisessä. Erityisesti haluan kiittää valvojana toiminutta Roope Ruususta sekä käyttöönottajia asiantuntevasta ohjauksesta. Tampereen ammattikorkeakoulun puolesta työnohjaajana toiminut Jukka Falkman ansaitsee myös ison kiitoksen.

Tampereella 26.4.2006

Hannu Huuskonen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	8
2 YLEISTÄ	9
2.1 Kalmar Industries Oy Ab /4/	9
2.2 Konttilukki /4/	9
3 ESC W -konttilukki	11
3.1 Yleistä.....	11
3.2 Rakenne	11
3.3 Sivurunko	12
3.4 Tarttuja	13
3.5 Yläkehä.....	14
3.6 Ohjaamo	14
4 YLÄKEHÄ	15
4.1 Rakenne	15
4.2 Voimalaite	15
4.3 Vinssijärjestelmä	17
4.4 Hydrauliiikkajärjestelmä.....	17
4.5 Sähköjärjestelmä.....	18
4.5.1 Generaattori	19
4.5.2 EU 440 -sähkökaappi	20
4.5.2.1 Tasasuuntaaja.....	20
4.5.2.2 Invertterit	21
4.5.2.3 Jarrukatkojat	22
4.5.2.4 Päävarokkeet.....	23
4.5.2.5 Päävirtakatkaisin.....	24
4.5.3 EU 24 -sähkökaappi	24

4.5.4 Ohjelmoitava logiikka	25
4.5.5 DeviceNet /6/	27
5 TESTAUSPROSESSI	28
5.1 Testauksen tarkoitus	28
5.2 Tehdastestaus	28
5.3 Lopputestaus	29
6 YLÄKEHÄN TEHDASTESTAUS	30
6.1 Aloitustoimenpiteet /1/	30
6.2 Testauksen suoritus	30
6.3 Testattavat toiminnot /3/	31
6.4 Testauksen raportointi	32
7 YLÄKEHÄN TEHDASTESTAUKSEN KARTOITUS	33
7.1 Lähtökohdat	33
7.2 Toteutus	33
7.3 Tehdyt havainnot	33
7.3.1 Testauksen suorittaminen	33
7.3.2 Asentajat	34
7.3.3 Ajan käyttö	35
7.3.4 Sähkökaapit	35
7.3.5 Piirikaaviot	36
7.3.6 Virheraportointi	37
7.3.7 Ohjelmoitava logiikka	38
7.3.8 Muita havaintoja	38
7.4 Päätelmät	38
8 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	42

LYHENTEET

CAN, Controlled Area Network

CSC, Container Straddle Carrier

CUVC, Control Unit Vector Control

EMS, Engine Management System

ESC, Electrical Straddle Carrier

PLC, Programmable Logical Controller

1 JOHDANTO

Tämän tutkimustyön tarkoituksena oli kartoittaa sähköisen konttilukin yläkehän tehdastestausprosessi ja etsiä ratkaisuja mahdollisiin ongelmakohtiin.

Sähköisen konttilukin valmistus on monivaiheinen prosessi ja se koostuu useasta eri osakokonaisuudesta, jotka yhdistetään valmiiksi tuotteeksi vasta pystytysvaiheessa.

Konttilukkien lopullinen pystytys tapahtuu poikkeuksetta Suomen satama-alueilla tai vaihtoehtoisesti asiakkaan luona konttilukin lopullisessa sijoituspaikassa. Tästä johtuen tehtaalta lähtevän koneen on täytettävä tarkasti vaaditut laatu- ja toimintakriteerit niin rakenteen kuin sähköisten toimintojen osalta, jotta lopullinen kokoonpano saadaan tehtyä mahdollisemman joustavasti.

Toimivan valmistusprosessin lähtökohtana voidaan pitää sitä, että lukin eri osat voidaan pystytysvaiheessa yhdistää toimivaksi kokonaisuudeksi ilman, että asentajat joutuvat etsimään ja korjaamaan vikoja, jotka olisi pystytty korjaamaan tehtaalla tapahtuvan testauksen yhteydessä.

Konttilukin tehtaalla tapahtuva testaus on pyritty tekemään mahdollisimman kattavaksi, jotta sen avulla saataisiin varmistettua mahdollisimman monen toiminnon oikeanlainen toiminta.

Yläkehän tehdastestauksen kartoitus ja kehitystyö nähtiin tarpeelliseksi, sillä sähköisen konttilukin viimeisin seitsemännen sukupolven versio on vasta kehitysvaiheessa ja yläkehän toiminta ei ole täyttänyt täysin vaadittuja kriteereitä sähköisen toiminnan osalta. Kehitystyön lähtökohtana oli etsiä ratkaisuja systemaattisesti ilmenevien ongelmien korjaamiseksi sekä kehittää toimiva virheraportointimalli.

2 YLEISTÄ

2.1 Kalmar Industries Oy Ab /4/

Kalmar Industries Oy Ab on suurimpia kontinkäsittelyjärjestelmien ja raskaiden kuormankäsittelylaitteiden valmistajia maailmassa. Kalmar on osa Cargotec Oy:tä. Kalmarilla on tuotantotehtaat Tampereella Härmälässä, Ruotsissa Lidhultissa ja Ljunbyssa, Hollannissa Rotterdamissa, Kanadassa Ottawassa ja Kiinassa Shanghaissa.

Kalmarin tuote valikoimaan kuuluu terminaalitruktorit, haarukkatrukit, konttilukit, konttikurottajat, satamanosturit, mobiilipukkinosturit ja huoltopalvelut. Tampereella Kalmarin toiminta on keskittynyt konttilukkien, terminaalitruktoreiden, mobiilipukkinostureiden ja konttitarttujien kokoonpanoon ja kehitystyöhön. Kalmarin teollisuusalueella Härmälässä työskentelee 715 henkilöä.

2.2 Konttilukki /4/

Konttilukki (kuva 1) on konttien siirtämiseen ja nostamiseen tarkoitettu raskas työajoneuvo. Konttilukki mahdollistaa useiden erikokoisten konttien siirtämisen ja nostamisen. Konttilukkeja käytetään pääasiassa satama-alueilla, joissa niiden avulla hoidetaan konttien siirtäminen. Konttilukit toimivat satamanostureiden apuna konttien purku- ja lastausvaiheessa, niiden avulla hoidetaan myös junien ja rekka-autojen purku ja lastaus.

Kasvava rahtiliikenne ja entistä suuremmat rahtilaivat ovat lisänneet konttien käsittelyä satamissa huomattavasti viime vuosina. Myös puunjalostus ja raskaan teollisuuden nousujohteinen kehitys Euroopassa ja Pohjois- ja Etelä-Amerikassa on lisännyt konttien määrää rahtiliikenteessä. Varsinkin keskisuurissa satamissa konttilukki on ainoa vartenotettava ja kustannustehokas ratkaisu konttien käsittelyyn.

Nykyään yhä useammat satamat sijaitsevat kaupunkien ja asutusalueiden lähellä, joten ympäristöarvojen huomioon ottaminen, on ollut yhtenä lähtökohtana seitsemännen sukupolven sähköisen konttilukin suunnittelussa. Seitsemännen sukupolven sähköinen konttilukki, jonka nostolaite on toteutettu vinssillä, onkin erittäin vähäpäästöinen ja taloudellinen vaihtoehto perinteiselle dieselmoottorikäyttöiselle CSC-konttilukille.



Kuva 1 ESC 340 W -konttilukki valmiina koeajoon Rauman satamassa

3 ESC W -konttilukki

3.1 Yleistä

ESC W -konttilukki on seitsemännen sukupolven konttilukkiperheen viimeisin kehitysversio. ESC W -konttilukki on tekniikaltaan ja rakenteeltaan samanlainen kuin perinteinen ESC, mutta siinä on hydraulinen nostolaite korvattu sähköisellä vinssinostimella. Vinssiä pyörittää kaksi sähkömoottoria, joita ohjataan inverttereiden avulla. Lähtökohtana mallin suunnittelussa ovat olleet ympäristön huomioon ottaminen ja käyttökustannukset. Taulukossa 1 on esitetty eri konttilukki-mallien teknisiä tietoja.

Taulukko 1 ESC W -konttilukki mallien tekniset tiedot. /4/

Malli	ESC 340 W	ESC 340 W	ESC 350 W	ESC 440 W	ESC 450 W
Nostokapasiteetti, tonnia	40	40	50	40	50
Pinokorkeus, konttia	3	3	3	4	4
Kokonaiskorkeus, mm	12765	12965	12965	15900	15900
Kokonaisleveys, mm	5000	5000	5000	5000	5000
Konttivälin leveys, mm	3500	3500	3500	3500	3500
Paino, tonnia	58	60	62	66	66
Rengaskoko, leveys/korkeus, tuumaa	16.00/25	16.00/25	16.00/25	16.00/25	16.00/25
Teho, kW/rpm	336/1800	336/1800	336/1800	336/1800	336/1800
Vääntö, Nm/rpm	1782/1800	1782/1800	1782/1800	1782/1800	1782/1800

3.2 Rakenne

Konttilukki koostuu viidestä eri osakokonaisuudesta, vasemmasta ja oikeasta sivurungosta, yläkehästä, tarttujasta ja ohjaamosta. Sivurungot on yhdistetty yläkehään neljällä erillisellä teräspilarilla. Lukin korkeutta ja painoa voidaan säätää näiden pilareiden avulla. Ohjaamon hytti voidaan liittää yläkehän eteen vaihtoehtoisesti, oikealle tai vasemmalle puolelle, asiakkaan toivomuksen mukaan.

3.3 Sivurunko

Konttilukin oikea ja vasen sivurunko (kuva 2) ovat mekaaniselta rakenteeltaan identtisiä. Kummassakin sivurungossa on neljä pyörää, joista kaksi keskimmäistä ovat vetäviä. Jokaiselle vetävälle pyörälle on rungossa oma vaihtosähkömoottori, jonka tuottama teho välitetään kardaniakselia pitkin haarukan vaihteistolle ja sitä kautta pyörälle. Ajomoottoreita ohjataan yläkehällä sijaitsevien inverttereiden avulla.

Generaattoria pyörittävän dieselmoottorin polttoainesäiliö sijaitsee vasemmassa sivurungossa ja sen syöttöletku on vedetty pystypilaria pitkin yläkehälle. Sivurungossa sijaitsee myös keskuspainvoitelujärjestelmä ja pyörien jarrujen hydraulikkajärjestelmä.



Kuva 2 Sivurunkopari valmiina lastausta varten

3.4 Tarttuja

Tarttujan (kuva 3) tehtävä on nostaa kontti ilmaan ja varmistaa sen kiinni pysyminen siirron aikana. Tarttuja on teräsrakenteinen ja se on kiinnitetty erillisillä kiskopaloilla pilareihin. Tarttuja riippuu vinssiköysistön varassa siten, että se pääsee liikkumaan vapaasti pystysuunnassa. Konttilukeissa on mahdollista käyttää joko Singlelift- tai Twinlift-tarttujaa. Singlelift-tarttujalla on mahdollista nostaa yksi kontti kerrallaan ja Twinlift-tarttujalla voidaan nostaa kaksi konttia samanaikaisesti. Tarttujan pituutta pystytään säätämään eri vakiomittaisten konttikokojen mukaan. Tarttujaa on mahdollista siirtää myös sivuttaissuunnassa, mikä mahdollistaa konttien tarkan käsittelyn.

Tarttujan pystysuuntainen liike on toteutettu sähkövinnsin avulla ja vaakasuuntainen liike on toteutettu hydraulisilla sylintereillä. Tarttujan toimintoja ohjataan hytissä sijaitsevan ohjauskahvan välityksellä.



Kuva 3 Singlelift-tarttuja varastoalueella

3.5 Yläkehä

Konttilukin yläkehä on teräsrakenteinen alusta, joka on yhdistetty pilareilla sivurunkoihin. Yläkehän rakennepiirustus on esitetty liitteessä 1. Yläkehällä sijaitsevat voimalaite, vinnssi järjestelmä, hydraulikkajärjestelmä ja pääsähköjärjestelmä. Yläkeuhän kiinnitetään myös konttilukin ohjaamo.

3.6 Ohjaamo

Konttilukin ohjaamo (kuva 4) kiinnitetään yläkehän etupuolelle, joko oikealle tai vasemmalle puolelle. Ohjaamo maadoitetaan pulttikiinnityksen lisäksi erillisellä maadoituskaapelilla yläkehän kanssa samaan potentiaaliin. Ohjaamo voidaan varustaa useammalla eri ilmastointi vaihtoehdolla. Ohjaamossa sijaitsee konttilukin toiminnasta vastaava päälogiikka, jota ohjataan kosketusnäyttöpaneelin ja ohjaimien avulla.



Kuva 4 Ohjaamo kytkettynä yläkehään

4 YLÄKEHÄ

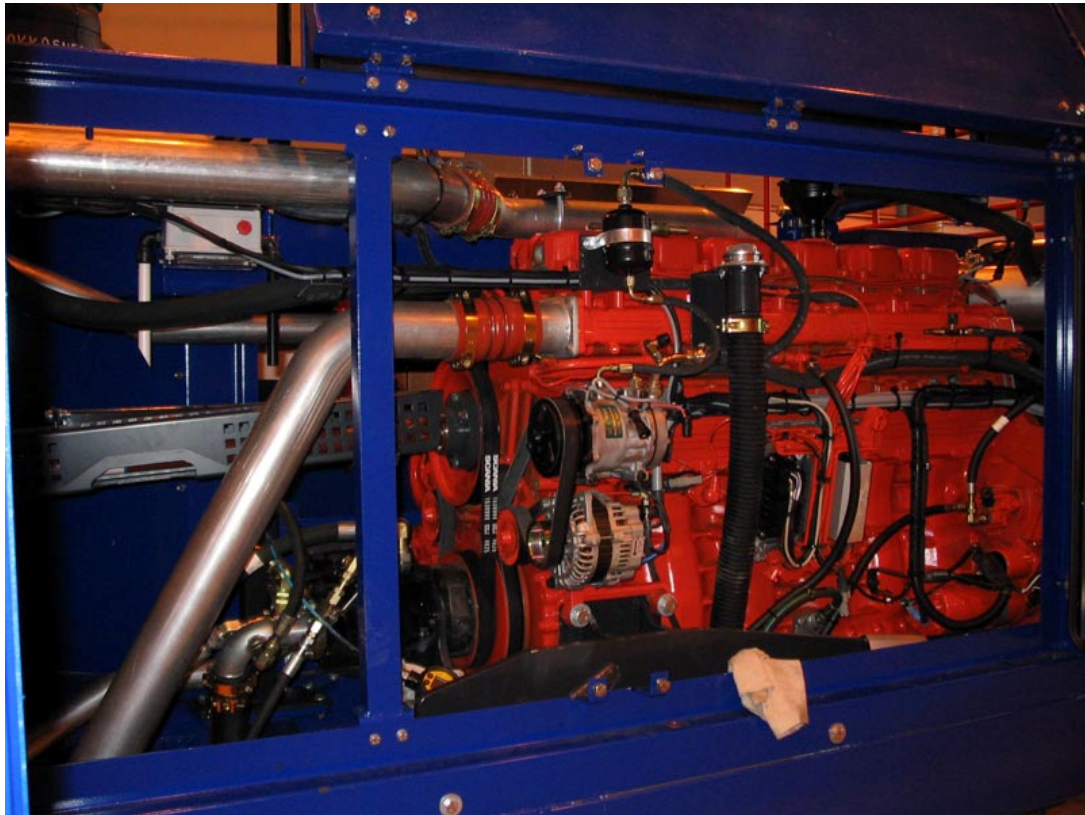
4.1 Rakenne

Liitteessä 1 on esitetty yläkehän rakennepiirustus. Piirustukseen on merkitty yläkehällä sijaitsevat laitteet ja komponentit. Yläkehän laitteet on sijoitettu siten, että paino on jakautunut mahdollisimman tasaisesti koko yläkehän alueelle. Voimalaite ja generaattori on asetettu oikealle puolelle ja sähkökaapit vasemmalle puolelle. Etupäässä sijaitsee ohjaamo ja takapäähän on sijoitettu vinssijärjestelmä. Vinssin jarruvastukset ja hydraulikkajärjestelmä on sijoitettu yläkehän keskelle. Pääakut sijaitsevat yläkehän oikeanpuoleisen huoltokäytävän ritilän alla, erillisessä akkukotelossa.

4.2 Voimalaite

Voimalaitteena käytetään vakionopeuksista Scania DC12 -dieselmoottoria (kuva 5), jonka tehtävänä on pyörittää vaihtovirtageneraattoria. Moottori huolehtii myös pääakkujen ja PLC-akkujen latauksesta.

Moottorin ohjauksesta ja valvonnasta huolehtii Scanian EMS -yksikkö, jota ohjataan logiikan avulla. EMS-yksikkö on yhdistetty logiikkaan CAN-väylän avulla. Moottorissa on useita antureita, joilta saatavaa tietoa EMS-yksikkö käsittelee. EMS-yksikkö lähettää tiedot logiikalle, joka käsittelee saatua tietoa asetettujen ehtojen mukaisesti.



Kuva 5 Scania DC12 -dieselmoottori paikallaan moottorikehikossa.

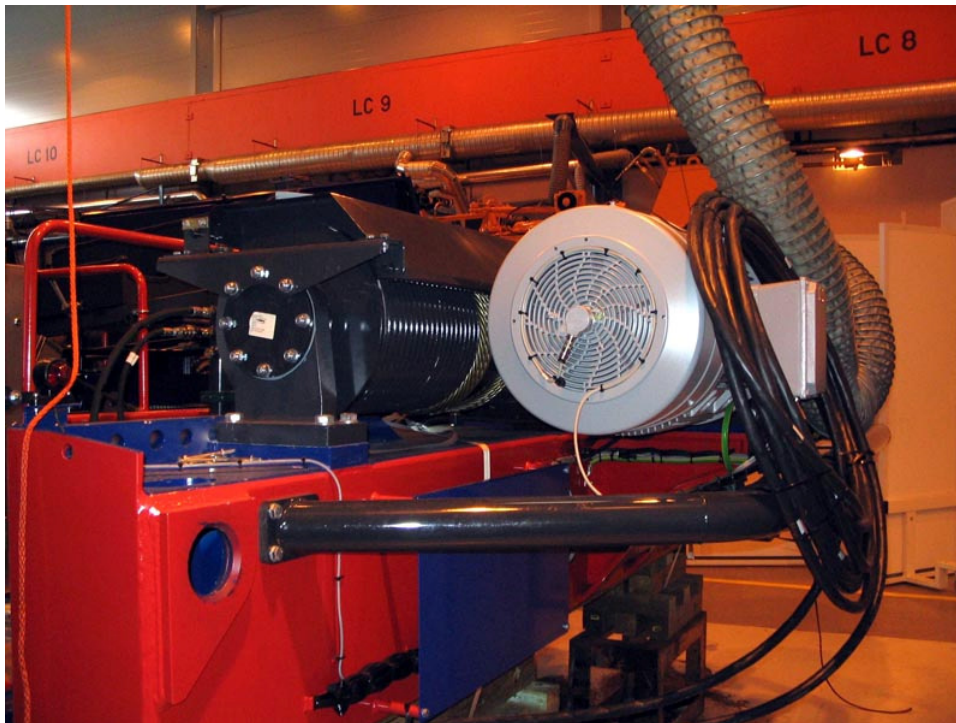
Moottorissa sijaitsevat seuraavat anturit ja toimilaitteet:

- Moottorin pyörimisnopeuden anturi
- Tuloilman lämpötilan anturi
- Tuloilman paineanturi
- Jäähdyttäjän lämpötilan anturi
- Öljynpaineanturi

Moottoria käytetään kahdella eri kierrosarvolla käyttötilan mukaan. Tyhjäkäyntitilassa moottorin kierrokset ovat 1000 rpm, ja tällöin koneella ei ole mahdollista ajaa eikä nostaa kuormaa. Ohjaus, jarrut ja tarttujan toiminnot ovat kuitenkin käytössä tyhjäkäyntikierroksilla. Työtilassa koneen kierrokset ovat 1800 rpm, ja tällöin myös ajo- ja nostotoiminnot ovat mahdollisia.

4.3 Vinssijärjestelmä

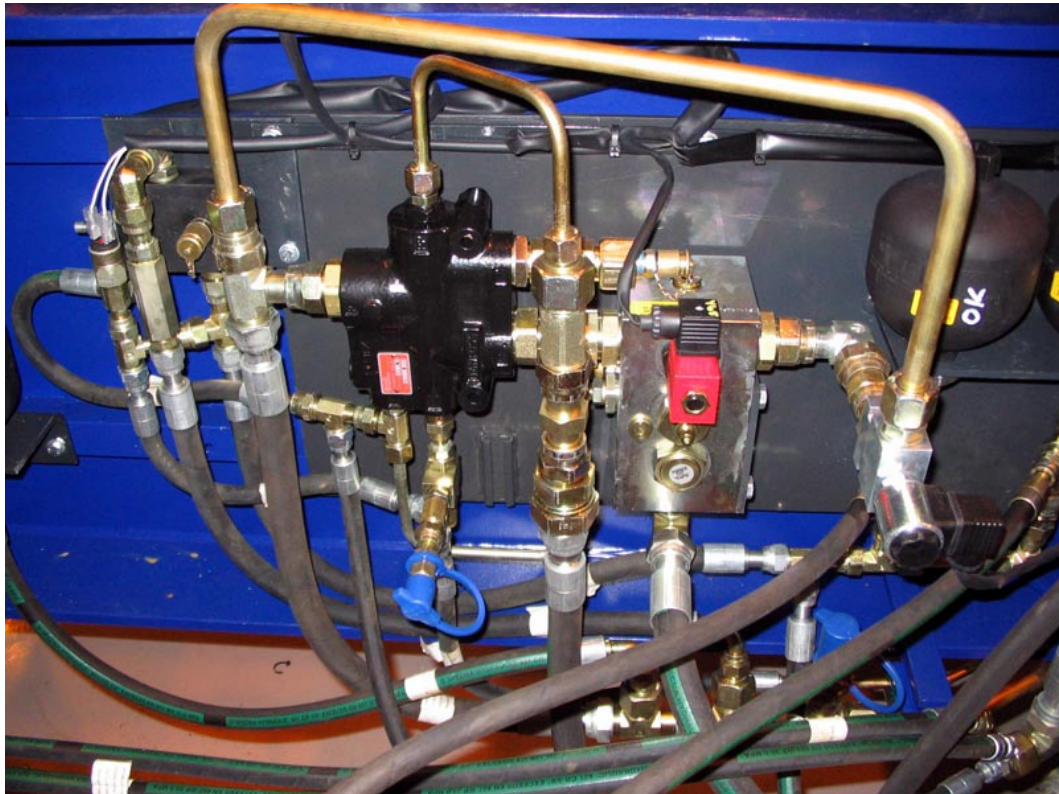
Vinssijärjestelmä huolehtii tarttujan pystysuuntaisesta liikkeestä. Vinssijärjestelmää pyörittää kaksi 75 kW:n vaihtosähkömoottoria. Vinssissä käytetään monisäikeistä teräspunosvaijeria, jonka ohjauksesta vastaavat erilliset ohjainpyörät. Moottoreiden ohjaus tapahtuu inverttereiden avulla, joita ohjataan logiikan avulla. Moottorin pyörimisnopeutta muutetaan taajuuden ja jännitteen avulla kuormituksen mukaan. Vinssin moottorin pyörimisnopeustieto tuodaan logiikalle erillisen enkooderin kautta, joka sijaitsee vasemmanpuoleisessa sähkömoottorissa (kuva 6).



Kuva 6 Vasemman puolen vaijerirumpu ja vinssin sähkömoottorin enkooderi

4.4 Hydrauliikkajärjestelmä

Yläkehän hydrauliikkajärjestelmällä (kuva 7) ohjataan tarttujan toimintoja, ohjausta ja vinssin jarruja. Tarttujan hätäkäyttöä varten vinssissä on erillinen hydrauliikkajärjestelmä.



Kuva 7 Osa yläkehän hydraulikkajärjestelmästä

4.5 Sähköjärjestelmä

Konttilukissa on kaksi erillistä sähköjärjestelmää, 24 VDC:n tasasähköpiiri ja 440 VAC:n vaihtosähköpiiri. Generaattorin avulla muodostettu vaihtosähköpiiri vastaa ajo- ja nostomoottoreiden sähkönsyötöstä.

24 VDC:n tasasähköjännite on muodostettu kahdella sarjankytetyllä 12 VDC:n 90 Ah:n akulla, joiden latauksesta huolehtii dieselmoottorin laturi. Tasasähköpiiri vastaa antureiden, erilaisten valojen ja logiikan virransaannista. Logiikan toiminta on varmennettu erikseen kahdella suljetulla lyijyakulla.

4.5.1 Generaattori

Generaattorin tehtävä on muodostaa 440 VAC:n kolmivaihejännite. Kaikissa konttilukkimalleissa käytetään samaa STAMFORD HCI 431 F1 -vaihtovirtageneraattoria (kuva 8). Generaattorin pyörittämisestä vastaa dieselmoottori.

Generaattorissa on AVR MX321 -jänniteregulaattori, jonka avulla saadaan pidettyä yllä vakiojännitetaso.



Kuva 8 Generaattori asennettuna moottorikehikossa

4.5.2 EU 440 -sähkökaappi

EU 440 –sähkökaapissa (kuva 9) sijaitsevat tasasuuntaaja, invertterit, jarrukatkojat, päävarokkeet ja pääkytkin.



Kuva 9 EU 440 -sähkökaappi yläkehän vasemmalla puolella

4.5.2.1 Tasasuuntaaja

Tasasuuntaaja muuntaa generaattorin tuottaman kolmivaihejännitteen 600 VDC:n tasajännitteeksi, joka ohjataan siitä edelleen DC-kiskoon. DC-kiskosta jännite ohjataan edelleen inverttereille ja jarrukatkojille.

Tasasuuntaajana käytetään Siemensin Simover Masterdrive -yksikköä.

4.5.2.2 Invertterit

Invertterin eli taajuusmuuttajan (kuva 10) tehtävä on muuntaa tasajännite halutun taajuiseksi vaihtojännitteeksi sähkömoottorille. Inverttereitä on kuusi kappaletta, joista neljällä ohjataan sivurungoissa olevia ajomoottoreita ja kahdella vinssien sähkömoottoreita.

Invertteri ottaa 600 VDC:n tasajännitteen DC-kiskosta, josta se muunnetaan halutun taajuiseksi vaihtojännitteeksi moottorin kuormituksen mukaan. Invertterin tuottama syöttöjännite vaihtelee välillä 0 – 440 VAC ja syöttötaajuus välillä 0-100 Hz, kuormituksen mukaan.

Invertteriä ohjataan erillisen CUVC-ohjainyksikön avulla, joka saa tiedon käyttäjältä logiikan välityksellä.



Kuva 10 Ajomoottorin invertteri EU 440 -sähkökaapissa

4.5.2.3 Jarrukatkojat

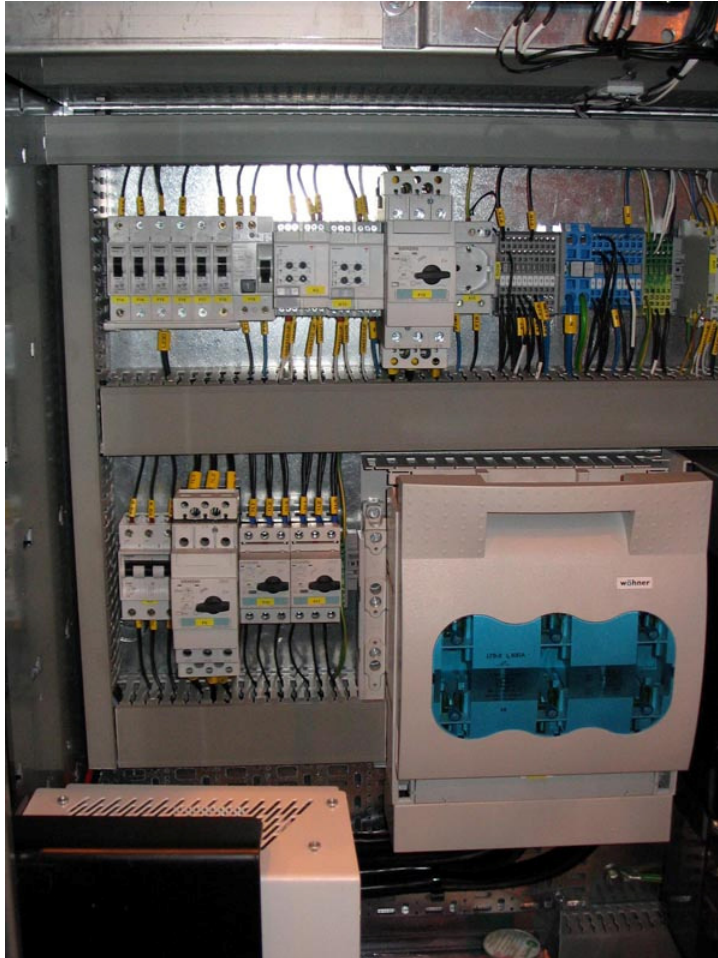
Jarrukatkojien tehtävänä on ohjata ylimääräinen sähköenergia jarruvastuksille. Sähkömoottori toimii jarrutustilanteessa generaattorin tavoin ja alkaa syöttää virtaa takaisin inverttereille ja sitä kautta jännitekiskoon. Generaattori tuottaa jatkuvasti virtaa jännitekiskoon, joten sähkömoottoreiden synnyttämä ylimääräinen energia on ohjattava jarruvastuksille ja sitä kautta lämpönä ilmaan. ESC W:ssä käytetään Siemensin jarrukatkoja (kuva 11).



Kuva 11 Siemensin jarrukatkoja

4.5.2.4 Päävarokkeet

Konttilukin päävarokkeet sijaitsevat EU 440 -sähkökaapissa.



Kuva 12 Päävarokkeet EU 440 -sähkökaapissa

4.5.2.5 Päävirtakatkaisin

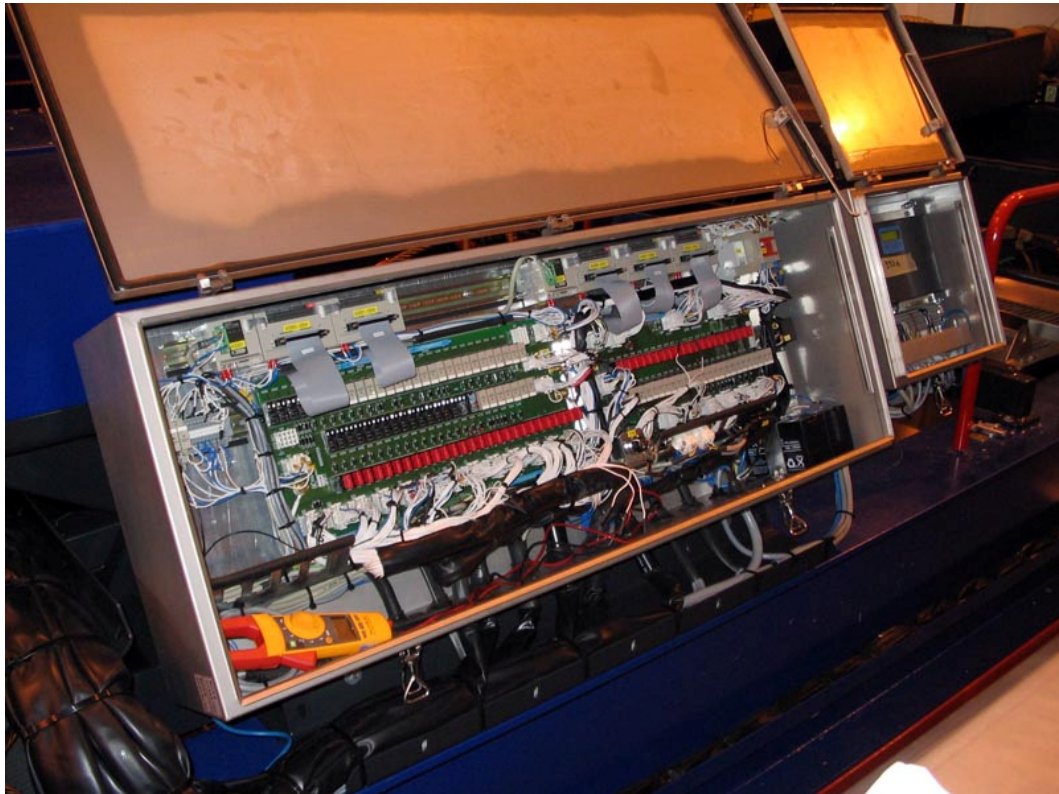
Päävirtakatkaisin sijaitsee EU 440 -sähkökaapin oikeassa laidassa (kuva 13).



Kuva 13 Päävirtakatkaisin

4.5.3 EU 24 -sähkökaappi

EU 24 -sähkökaapissa sijaitsevat logiikan I/O-yksiköt, kytkentäreleet, logiikan vara-akut ja turvarele.



Kuva 14 EU 24 -sähkökaappi tarkastettavana

4.5.4 Ohjelmoitava logiikka

Konttilukin toiminnan ohjaus ja valvonta tapahtuu ohjelmoitavan logiikan avulla, jota ohjataan hytissä olevan kosketusnäyttöpaneelin ja hallintalaitteiden avulla.

Logiikan tehtävänä on ottaa vastaan käskyjä käyttäjältä ja suorittaa niitä ohjelman mukaisesti. Logiikan toiminta perustuu ehtoihin, joiden mukaan logiikka suorittaa ennalta asetettuja tehtäviä. Logiikka suorittaa myös koneen hälytykset määriteltyjen ehtojen ja antureilta saatavien tietojen perusteella.



Kuva 15 Logiikka-yksiköt ohjaamon koteloon asennettuna

Logiikan ja eri puolella konttilukkia sijaitsevien laitteiden väliseen tiedonsiirtoon käytetään kahta eri kenttäväylää, CAN-väylää ja DeviceNettiä. CAN-väylän avulla logiikka kommunikoi moottorin sähköisen ohjaus- ja valvontajärjestelmän kanssa. DeviceNet vastaa hytissä sijaitsevan logiikan pääyksikön ja hajautettujen I/O-korttien välisestä tiedonsiirrosta. Lukeissa käytetään Omronin SYSMAC-sarjan laitteita. Logiikka koostuu seuraavista yksiköistä:

- CS1G-CPU44H, keskusyksikkö
- PD024, virtalähde
- SCB21-V1, sarjaliikennekortti
- CORT21-K, CAN-väylän ohjauskortti, toimii rajapintana SAE 1939 -protokollan ja PLC:n välillä
- DRM21-V1, DeviceNetin ohjauskortti, ohjaa päälogiikan ja alalogiikan välistä tiedonsiirtoa. Ohjauskortti vastaa myös inverttereiden ohjauksesta.

- AD003, analogiatulo kortti
- IM212, digitaalinen tulokortti, 3 kpl
- OC226N, digitaalinen lähtökortti

4.5.5 DeviceNet /6/

DeviceNet on CAN-väylätekniikkaan perustuva kenttäväylä, joka tukee avointa kenttäväylä rakennetta. DeviceNet on suunniteltu erityisesti teollisuuden hajautettuihin automaatiosovelluksiin. Väylään voidaan liittää kaikki laitteet, kuten logiikat, taajuusmuuttajat, I/O-kortit ja säätimet. DeviceNet tukee eri valmistajien laitteita, joita voidaan käyttää I/O-yksiköiden hajautuksessa ja ohjainlaitteissa.

Väylän käyttö vähentää huomattavasti kaapelointia, sillä väylä käyttää kaksoisparikaapelia, jonka kautta laitteelle tuodaan käyttöjännite ja signaali. DeviceNet-väylä on tarkoitettu erityisesti logiikan ja I/O-yksiköiden hajauttamiseen, mikä mahdollistaa niiden tuomisen lähelle antureita ja toimilaitteita.

5 TESTAUSPROSESSI

5.1 Testauksen tarkoitus

Testaus on tuotteen valmistusprosessin kannalta erittäin tärkeä työvaihe. Testauksen tarkoituksena on varmistaa tuotteen oikeanlainen toiminta ja rakenne. Testausta löytyy kaikista valmistusprosesseista, oli kyse sitten säätöventtiilin tai sähköisen konttilukin valmistuksesta.

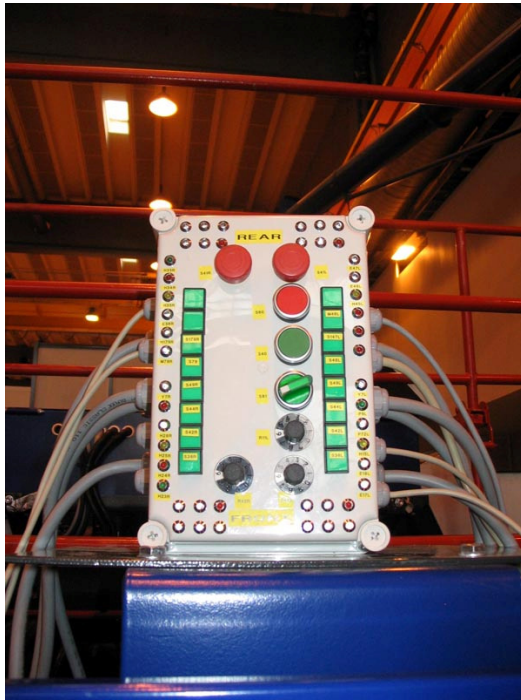
Testaus voi olla yksinkertaisimmillaan pelkästään visuaalista tarkastelua millä todetaan esimerkiksi sivurungon oikeanlainen värisävy. Monimutkaisimmillaan testaus voi vaatia arvokkaita erikoismittalaitteita ja työkaluja, joilla saadaan haluttu toiminto testattua siten, että oikeanlainen toiminta saadaan todettua.

Testauksen suunnittelu on oleellinen osa prosessia. Sillä varmistetaan että halutut mittaukset tulevat tehtyä oikein ja niistä saadaan tarvittava tieto, jonka avulla voidaan varmistua tuotteen oikeanlaisesta toiminnasta.

Testaus on tärkeä laatumittari tuotannossa. Testauksesta saatujen tuloksien ja havaintojen perusteella voidaan seurata mahdollisia tuotannosta johtuvia virheitä.

5.2 Tehdastestaus

Sähköisen konttilukin tehdastestaus on toteutettu kahdessa osassa lukin isosta rakennekokonaisuudesta johtuen. Tehtaalla sivurunkojen ja yläkehän toiminta testataan erikseen. Sivurungot ja yläkehä ovat suuria kokonaisuuksia ja niiden valmistus tapahtuu eri halleissa, joten niiden pelkkä siirtäminen on iso ja aikaa vievä toimenpide. Tästä johtuen testauksessa käytetään apuna erillisiä simulointiyksiköitä (kuva 16), joiden avulla simuloidaan yläkehän tai sivurungon eri toimintoja, kuten valoja ja antureita.



Kuva 16 Yläkehän simulointiyksikkö

5.3 Lopputestaus

Konttilukin varsinainen lopputestaus tapahtuu koneen pystytysvaiheessa satama-alueella tai vaihtoehtoisesti asiakkaan luona konttilukin lopullisessa sijoituspaikassa. Lopputestauksessa suoritettavat testauskohdat ovat sivurunkojen ja yläkehän osalta osittain samoja kuin tehdastestauksessa, lisäksi suoritetaan perusteellinen koeajo jossa mitataan nopeus ja kiihtyvyys. Koeajossa testataan myös lukin käyttäytyminen kuorman kanssa.

Konttilukille suoritetaan asiakkaan luona luovutusvaiheessa vielä erilliset koeajo- ja toimintatestaukset. Tällä varmistetaan, että konttilukki on asiakkaan toiveiden mukainen ja mahdolliset kuljetuksen aikana tulleet vauriot saadaan korjattua.

6 YLÄKEHÄN TEHDASTESTAUS

6.1 Aloitustoimenpiteet /1/

Yläkehän testaus suoritetaan erillisellä testauspaikalla, josta löytyy pakokaasunpoistojärjestelmä ja maadoituspiste. Dieselmoottorin pakoputki on aina liitettävä pakokaasunpoistojärjestelmään, ennen kuin dieselmoottori käynnistetään. Tällä toimenpiteellä varmistetaan, että haitallisia päästöjä ei pääse leviämään rakennuksen sisätiloihin. Ennen varsinaisen testauksen aloittamista yläkehän runko ja hytti maadoitetaan samaan potentiaaliin valtakunnanverkon kanssa.

Yläkehän testauksen alkuvalmistelut ja tarvittavat sähköiset mittaukset tehdään käyttöönotto-ohjeen viimeisimmän version mukaisesti. Toimenpiteet ja mittaukset suoritetaan ohjeen mukaisessa järjestyksessä ja tarvittavat tiedot kirjataan ylös tarkastuspöytäkirjaan. On myös huomioitava, että ohjeen mukaiset mittaukset ja pulttien kiristykset on tehtävä ohjeessa mainituilla mittalaitteilla ja työkaluilla. Ohjeen mukaisella menettelyllä varmistetaan koneen oikeanlainen ja turvallinen toiminta testauksen aikana. Ohjeen mukaisesti tarkastettujen ja mitattujen kohtien jälkeen voidaan suorittaa tarkastus- ja koeajopöytäkirjan mukaiset testaukset.

6.2 Testauksen suoritus

Yläkehän testaus suoritetaan logiikan, yleismittarin ja visuaalisen tarkastuksen avulla. Logiikkaa ohjataan kannettavan tietokoneen ja kosketusnäyttöpaneelin avulla. Kaikki toiminnot testataan logiikan avulla lukuun ottamatta eristysvastusmittauksia, mekaanisia tarkastuksia ja hydrauliiikan paineiden mittauksia.

Logiikan avulla toimintojen testaus käy joustavasti ja sen avulla nähdään suoraan eri ehtojen toteutuminen. Logiikasta voidaan pakottaa ehtoja päälle ja pois, jolloin voidaan testata sellaisia toimintoja, jotka vaativat jonkin ulkoisen signaalin toteutuakseen. Logiikan avulla

nähdään signaalin kulku, joten sitä pystytään hyödyntämään myös vikatilanteiden selvittämisessä.

6.3 Testattavat toiminnot /3/

Yläkehän varsinainen testaus suoritetaan tarkastus- ja testauspöytäkirjan kohtien mukaisesti. Liitteessä 2 on esitetty tarkastus- ja testauspöytäkirjan mukaiset testauskohdat. Lista on merkitty myös kyseessä olevan testauksen suoritustapa sekä mahdollisesti käytettävät apuvälineet.

Alla on selvitetty tarkemmin liitteessä käytettyjen lyhenteiden merkitystä.

- V = Visuaalinen tarkastus. Todetaan esim. että haluttu merkkivalo palaa tai dieselmoottorin käyntikierrokset tulevat näytölle.
- M = Manuaalinen testaus. Testaus suoritetaan manuaalisesti esimerkiksi painamalla nopeuspoljinta jolloin nähdään tuleeko signaali logiikalle tai mitataan yleismittarilla esimerkiksi EU 440 -sähkökaapin pistorasian jännite.
- S = Sähköinen testaus logiikan avulla, seuranta. Testaus suoritetaan logiikkaohjelman avulla, joko pakottamalla ehtoja päälle ja pois, tai seuraamalla tuleeko tarvittava tilatieto esimerkiksi anturilta logiikkaan ja sen seurauksena logiikka suorittaa ehtojen mukaiset toimet.
- R = Kirjataan ylös testauspöytäkirjaan
- X = Toinen asentaja avustaa testauksen suorituksessa. Asentaja tekee esimerkiksi moottoritilaan savuhälytyksen jolloin logiikalta nähdään tuleeko hälytys tai toinen asentaja irrottaa jonkun anturin jolloin ehtojen mukainen toiminto toteutuu.

- A = Asentaja suorittaa arvonsyöttämisen. Asentaja asettaa esimerkiksi päiväyksen ja salasanan näyttöpaneelilta.
- Y = Käsien suoritettava mittaus. Esimerkiksi mitataan yleismittarilla hätäseis painikkeen painamisen jälkeen, että moottorin ohjauksen jännitesyöttö on 0 VDC.
- SI = Toiminta tarkastetaan simulointiyksiköltä. Yläkehään liitettävästä simulointiyksiköstä nähdään lähteekö esim. sivurungon suuntavaloille signaali.

6.4 Testauksen raportointi

Jokaisesta testattavasta yläkehästä tehdään testauspöytäkirja ja konekortti. Näihin merkitään laitteiden sarjanumerot, mittauksien arvot, suoritettut testaukset ja mahdolliset puutteet. Tiedot tallennetaan määrättyyn tietokantaan.

7 YLÄKEHÄN TEHDASTESTAUKSEN KARTOITUS

7.1 Lähtökohdat

Kartoituksen tarkoituksena oli tutkia yläkehän tehdastestausprosessia ja etsiä mahdollisia ratkaisuja todettuihin ongelma-kohtiin. Testaukseen kuluva aika pidettiin pitkänä ja testausraporttien perusteella ongelmia toiminnan kanssa oli ilmennyt säännöllisesti. Seitsemännen sukupolven sähköinen konttilukki on vielä kehitysvaiheessa ja sitä ei ole valmistettu kuin vasta muutama erä. Kartoituksen avulla haluttiin etsiä myös mahdollisia tuotannosta johtuvia virheitä, jotka saattaisivat vaikuttaa yläkehän toimintaan testausvaiheessa.

7.2 Toteutus

Tehdastestausprosessin kartoitus suoritettiin tutkimalla kolmen kuukauden ajan yläkehän testausprosessia. Kartoitus tehtiin osallistumalla varsinaisen testauksen suorittamiseen sekä seuraamalla asentajien työskentelyä eri testausvaiheissa. Kartoituksen aikana tuotannossa oli kaksi eri yläkehämallia, jotka poikkesivat toisistaan sähköisten toimintojen osalta. Erot johtuivat yläkehämallien erilaisista lisätoiminnoista ja -varusteista.

7.3 Tehdyt havainnot

7.3.1 Testauksen suorittaminen

Testauksen suorittamisessa ja suoritustavoissa ei ilmennyt mitään poikkeavaa. Testauksessa käytettävät yleismittarit ja eristysvastusmittarit olivat kyseisiin mittauksiin soveltuvia ja kalibroituja. Suurin osa toiminnoista testataan konttilukin logiikan avulla. Konttilukeissa

käytettävä ohjelma on erittäin laaja, joten sen käyttäminen ja hallitseminen vaatii hyvää logiikan tuntemusta.

Varsinaisen testauksen kohdalta ei ole olemassa mitään tarkkaa yleistä ohjeistusta. Testauksen aloitustoimenpiteistä ja siihen liittyvistä mittauksista on olemassa selkeä ja kattava ohje.

Testauksen automatisoinnin kehittämistä ei nähty tarpeelliseksi yläkehän osalta, johtuen sähköisten konttilukkien pienestä tuotantomäärästä. Konttilukin toimintoja ohjaavan logiikan avulla pystytään testaamaan suurin osa toiminnoista ja käsin tapahtuvilla mittauksilla varmistetaan lähinnä yläkehän sähköturvallisuus, joten testauksen automatisointia ei nähty tarpeelliseksi tällä hetkellä.

7.3.2 Asentajat

Yläkehän testauksen suorittamiseen tarvitaan kaksi sähköasentajaa ja yksi mekaaninen asentaja. Kahdella sähköasentajalla työpaine pystytään jakamaan tasaisesti testauksen eri vaiheissa. Tämä järjestely todettiin toimivaksi nimenomaan työmäärän ja ahtaiden työskentelytilojen takia.

Esimerkiksi testauksen alkuvalmistelut pystytään kahdella asentajalla suorittamaan joustavasti, kun toinen asentaja kytkee hytin kiinni yläkehään ja toinen hoitaa tarvittavat johtojen suojaukset, maadoitukset ja tarkastukset. Alkuvalmisteluissa eniten aikaa vie logiikan alustaminen toimintakuntoon. Inverttereiden parametrien lataus vie oman aikansa ja tällä välin toinen asentaja voi tehdä muita käyttöönotto-ohjeen mukaisia tarkastuksia.

Varsinaisen testauksen aikana toinen asentajista suorittaa logiikan ohjaamisen ja toinen hoitaa tarvittavat visuaaliset tarkastukset, hälytyksien teot (esim. moottoritilan savutunnistin) ja antureiden käsittelyyn.

Asentajien määrälle asettaa rajoja myös yläkehän huoltokäytävien ahtaus. Sähkökaapit sijaitsevat lähellä toisiaan ja tästä johtuen tarvittavaa tilaa tehokkaaseen työskentelyyn ei ole tarpeeksi kuin yhdelle henkilölle.

Normaalisti yläkehän mekaanisista asennuksista ja säädöistä huolehtii yksi asentaja. Mekaanisten osien asentajat tekevät tarvittavat säädöt ja mittaukset hydrauliiikan ja moottorin osalta omatoimisesti.

7.3.3 Ajan käyttö

Yläkehän testaus kestää keskimäärin neljä työpäivää. Suuri osa testaukseen käytetystä ajasta menee virheellisten kytkentöjen etsimiseen ja niiden korjaamiseen. Varsinkin tuotantosarjan ensimmäisien yläkehien kohdalla kytkentöjen korjaamiseen ja etsimiseen joudutaan käyttämään todella paljon aikaa, pahimmillaan yli 20 tuntia.

Suurin osa todetuista virheistä oli tehdasasennuksesta johtuvia kytkentävirheitä. Ongelmat sijaittivat pääasiassa EU 24 - ja EU 440 -sähkökaapeissa.

7.3.4 Sähkökaapit

Yläkehän sähkökaapit tulevat valmiiksi kalustettuina alihankkijoilta. Tehtaalla suoritetaan ainoastaan niiden jälkiasennus yläkehään. Alihankkijan osalta kaapeissa on esiintynyt toistuvasti virheitä, joiden korjaaminen vie huomattavasti aikaa. Ilmenevien virheellisten kytkentöjen seuraaminen ja raportointi alihankkijalle on tapahduttava välittömästi, kun virhe huomataan. Alihankkijan on pystyttävä tarjoamaan laadukas ja toimiva tuote ja ottamaan vastuu siihen liittyvistä ongelmista. Sitä on myös vaadittava. Tämä edellyttää kuitenkin sitä,

että sähkökaappien valmistukseen tarvittavat dokumentit ovat ajan tasalla ja niiden päivitys tapahtuu asiakkaan toimesta tarvittaessa.

Esimerkiksi EU 440 -sähkökaapin valmistuksessa käytettävät piirikaaviot olisi tarpeellista tarkastaa ja huolehtia niiden asianmukaisesta päivityksestä. Inverttereiden CUVC-ohjainkorttien kytkennöissä on ollut toistuvasti virheitä, jotka ovat johtaneet ohjainkorttien palamiseen. Ohjainkorttien suuren hankintahinnan vuoksi alihankkijalta on vaadittava tarkkuutta ja vastuuta kytkentöjen osalta vastaisuudessa. Ohjainkorttien kytkentöjen tarkistus on hidasta johtuen inverttereiden määrästä (7 kpl) ja niiden koteloiden suojarakenteesta. Sähkökaapin työvalojen kytkennöissä on ilmennyt toistuvasti virheellisiä kytkentöjä.

EU 24 -sähkökaapissa ilmeni paljon jälkiasennuksesta johtuvia virheitä. Nämä johtuivat pääosin virheellisistä piirikaavioista.

7.3.5 Piirikaaviot

Tuotannossa käytettävien piirikaavioiden virheet ovat yksi merkittävä syy testauksessa ilmitulleisiin kytkentävirheisiin. Yläkehän kehityksen myötä piirikaavioihin on tullut muutoksia mutta kaikkia niitä ei ole päivitetty viimeisimpiin piirikaavio-versioihin, vaan ne ovat jääneet erillisiin ohjeisiin työpisteisiin. Tämän lisäksi tuotannossa saattaa olla käytössä useita eri piirikaavio-versioita jotka poikkeavat toisistaan ja näin mahdollistavat virheellisen kytkennän tekemisen. Tämä asia korostuu vielä entisestään siinä vaiheessa, kun uusia asentajia tulee tuotantoon.

Piirikaavioiden päivittäminen yläkehän toimintaa vastaavaksi on ensisijaisen tärkeää, jotta toistuvat väärät kytkennät saadaan poistettua. Väärien kaapelivetojen ja kytkentöjen korjaaminen vie paljon aikaa. Kytkentävirheiden vähenemisen myötä testauksen läpimenoaikaa saadaan vähennettyä huomattavasti.

Piirikaavioiden kaapelilistat, olisi päivitettävä ajan tasalle. Tällä hetkellä kaapelilistat ja niiden merkinnät ovat puutteellisia. Varsinkin vianmäärittämisessä ajan tasalla olevista kaapelilistoista on merkittävää hyötyä.

Piirikaavioiden osalta jokaisen asentajan ja testaajan velvollisuus on tehdä raportti havaituista virheistä ja ilmoittaa niistä esimiehelleen.

7.3.6 Virheraportointi

Konekorttien ja testauspöytäkirjojen lisäksi testattavasta yläkehästä tulisi tehdä selkeä raportti testauksen aikana ilmenneistä virheistä ja poikkeavuuksista.

Raportissa tulisi kuvata selkeästi seuraavat asiat:

- Virheen tyyppi esim. väärä kytkentä, puuttuva johdin, huono liitos.
- Missä virhe on tapahtunut esim. EU 24 -sähkökaappi, XU7-liitin, nasta 6.
- Mikä on aiheuttanut virheen esim. viallinen osa, väärä asennus tapa, alihankkija.
- Piirikaavion sivu, josta kyseinen kytkentä löytyy ja onko kytkentä siinä oikein.
- Toimenpiteet ja korjaukset.

Testauksen esimiehen tehtävänä on käsitellä virheraportit ja tehdä tarvittavat lisäselvitykset raporttien osalta. Testauksen esimies toimittaa raportit eteenpäin suunnitteluosastolle ja tuotannon esimiehille.

Todetuista asennusvirheistä ja niiden syistä tuotannon esimiehet hoitavat tarvittavan palautteen antamisen asennusvirheiden osalta asentajille. Palautteen antamisen avulla saadaan tuotannosta poistettua väärät käsitykset ja asennustavat. Esimiehien pitää huolehtia myös siitä, että asentajilla ja testaajilla on käytettävissä piirikaavioiden viimeisimmät versiot.

Suunnittelun tekemät muutokset ja päivitykset piirikavioihin tulisi välittää kaikille tuotantoketjun osapuolille. Päivitetyt dokumentit tulisi olla kaikkien saatavilla ja niistä pitäisi ilmetä myös tiedot tehdyistä päivityksistä ja muutoksista.

Virheraportit tulisi käsitellä vähintään viikoittain, jotta tieto tarvittavista toimenpiteistä saataisiin välitettyä mahdollisemman nopeasti eteenpäin ja tarvittavat korjaukset saataisiin tehtyä seuraaviin tuotantosarjan yläkehiin.

7.3.7 Ohjelmoitava logiikka

Logiikkaan ladattavissa ohjelmissa esiintyi virheellisiä ohjelmarivejä. Logiikan ohjelmat olivat kummassakin mallissa osittain keskeneräisiä ja puutteellisia. Testauksen aikana havaitut virheet olivat poikkeuksetta osoitevirheitä. Ohjelman laajuuden takia virheiden tulkitseminen ja korjaaminen on työlästä ja se vaatii hyvää logiikan asiantuntemusta.

7.3.8 Muita havaintoja

AMP-liittimissä, joita käytetään kaapelien kytkemiseen, ilmeni useita heikkolaatuisia liitoksia. Yhteen liittimen nastaan ei pitäisi yhdistää kahta johdinta enempää, liitos jää useammalla johtimella löysähköksi ja lisää näin ollen johtimien irtoamisriskiä. Liitoksissa ilmeni myös useita huonolaatuisia liitoksia, jotka tärinän vaikutuksesta johtivat katkonaisesti.

7.4 Päätelmät

Tulevaisuutta ja laadukasta kokonaisuutta ajatellen, yläkehien piirikaaviot ja kaapelilistat tulisi päivittää rakennetta ja toimintaa vastaavaksi. Tällä tavoin varmistettaisiin jatkossa

toimiva tuotantoprosessi. Kytkeävirheiden vähenemisen myötä myös testauksen läpimenoaika saadaan lyhennettyä huomattavasti. Sähköisten konttilukkien tuotantosarjat ovat pieniä joten on tärkeää saada ensimmäisissä yläkehissä havaittujen asennusvirheiden korjaukset seuraaviin yläkehiin ennen varsinaista testausta. Yhtenä tärkeänä laatukriteerinä voidaan pitää ajan tasalla olevia dokumentteja.

Koneen käyttöikää ajatellen olisi syytä tutkia olisiko johtimien liitoksissa käytettävät AMP-liittimet korvattavissa jollain toisella liitin tyyppillä, jonka liitos ja rakenne olisi toimivampi.

Palautteen antamista ja tiedottamista eri osapuolten välillä tuotantoketjussa pitäisi lisätä entisestään. Testauksessa havaituista asennusvirheistä pitäisi tiedottaa ja antaa palautetta säännöllisesti myös kokoonpanoon. Tällä menettelyllä tuotannosta saadaan korjattua virheelliset asennustavat ja käsitykset pois. Myös tieto tehdyistä muutoksista tulisi ilmoittaa tuotantoketjun kaikille osapuolille.

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteet täyttyivät kohtuullisesti yläkehän tehdastestauksen kartoituksen osalta. Kartoituksen avulla löydettiin useita ongelmakohtia, joilla on suora vaikutus testauksen läpimenoaikaan. Myös testaukseen tarvittavien asentajien lukumäärää tarkasteltiin suhteessa työmäärään ja todettiin nykyisen työmallin olevan toimivin ratkaisu työmäärään nähden.

Varsinaisia kehityskohtia löytyi dokumenttien ja raportoinnin kohdalta. Varsinkin käytössä olevien piirikaavioiden päivittäminen toimintaa vastaavaksi ja niiden saattaminen tuotantoon olisi tehtävä mahdollisimman pian. Toimintaa vastaavia dokumentteja voidaan pitää yhtenä laadukkaan tuotteen kriteerinä.

Yleisesti testauksessa ilmenneiden virheiden asianmukainen raportointi pitäisi ottaa käyttöön ja niitä tulisi seurata säännöllisesti. Raporttien pohjalta tuotantoon saataisiin yksi tärkeä laatumittari lisää ja sen avulla tuotannon laadun seuraaminen selkeytyisi.

Varsinaisia teknisiä kehityskohtia itse testauksen osalta ei ilmennyt. Käytössä olevien logiikkaohjelmien päivittäminen olisi ollut mahdollinen tutkimus- ja kehityskohde mutta sen tarkempi tutkiminen ei olisi ollut tähän työhön käytettävissä olevan ajan puitteissa mahdollista.

Sähköisen konttilukin yläkehän testaus on erittäin haastava alue johtuen siihen liittyvistä useista eri muuttujista. Työn aikana tarjoutui myös mahdollisuus tutustua konttilukin pystytykseen. Pystytysvaihe osoittautuikin erittäin vaativaksi projektiksi konttilukin suuresta koosta ja useista yhdistettävistä osista johtuen. Pystytyspaikalla vierailu auttoi hahmottamaan kuinka suuri merkitys toimivalla testauksella on tuotteen valmistuksessa.

LÄHTEET

Painamattomat lähteet

- 1 Vehkaluoma, Juha, ESC 7.sp käyttöönotto-ohje v1.4, Tampere 2006. 19 s.
- 2 Vehkaluoma, Juha, ESC 7.sp testausohjeita v1.9, Tampere 2006. 9 s.
- 3 Vehkaluoma, Juha, ESC 7.sp koeajopöytäkirja v1.4, Tampere 2006. 15 s.

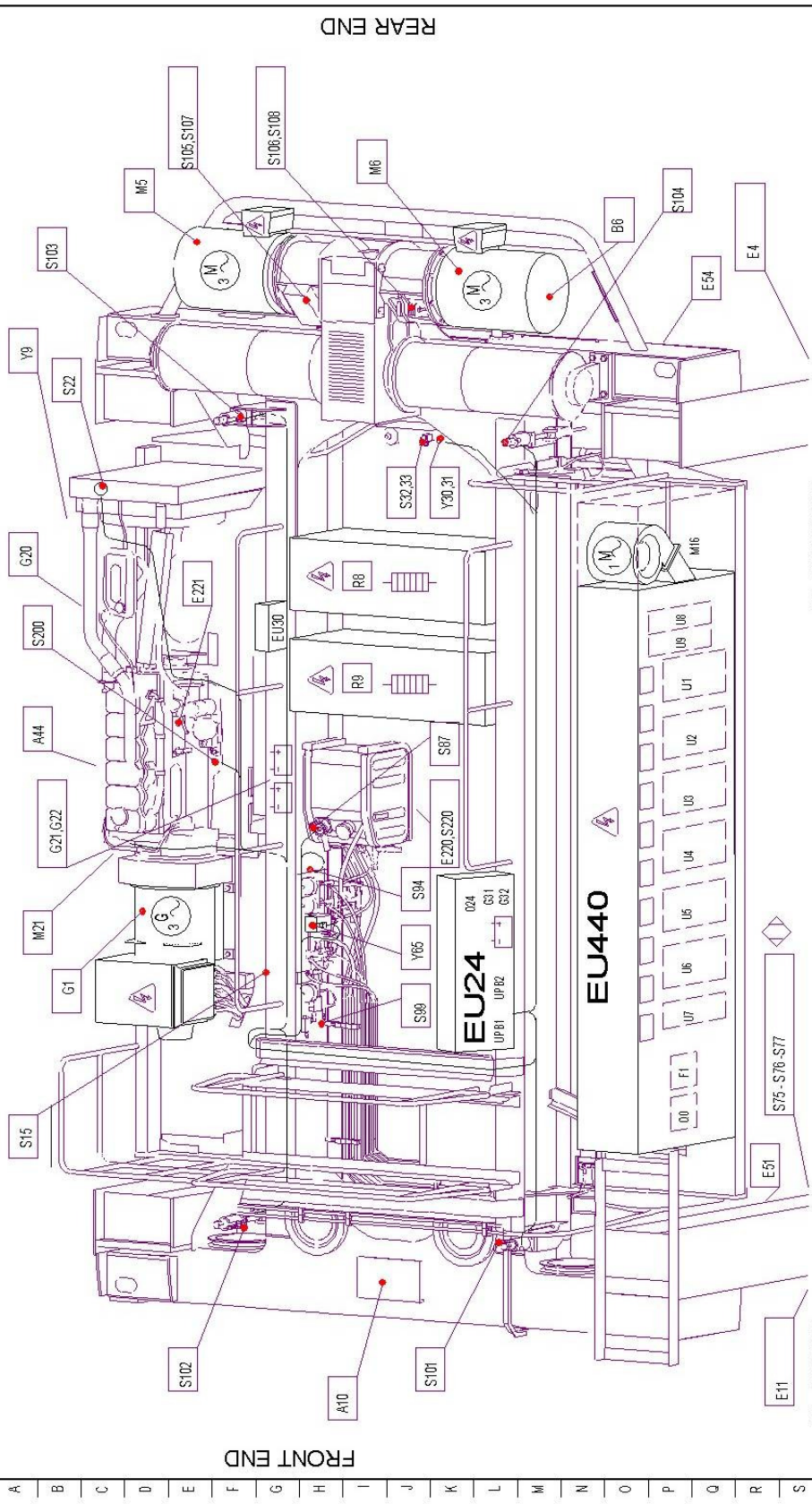
Sähköiset lähteet

- 4 www.kalmarind.com
- 5 www.omron.fi
- 6 www.odva.org

LIITTEET

1. ESC W -konttilukin yläkehän rakennepiirustus
2. ESC W -konttilukin yläkehän testattavat toiminnot

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50



REAR END

FRONT END

EU24 024 CS1 CS2
UP B1 UP B2

EU30

EU440

E11 S75 - S76 - S77

E102 A10

E101 S101

E100 S15

E220 S220

S105 S105

M21 G1

G21, G22

A44

S200

G20

S22 Y9

S103 M5

S105, S107

S106, S108 M6

B8 S104

E54 E4

R8 R9

S2, S3 Y30, 31

S87 S84

S87 S87

E24 F1

E51 S75 - S76 - S77

E11 S75 - S76 - S77

Unit	12.09.2005	IE	12.09.2005	12.09.2005	12.09.2005	12.09.2005	12.09.2005
Doc. No.							
Rev.							
Material							
Kalmar							
Circuit Diagram				Cable List			
DN5927750				6304,05			
Main							

ESC W -KONTTILUKIN TESTATTAVAT TOIMINNOT

VALOT JA MERKKIVALOT	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. Ajovalot	V/M	SI	
2. Seisontavalot	V/M	SI	
3. Suuntavalot	V/M	SI	
4. Jarruvalot	V/M	SI	
5. Vilkkumajakat	V/M	SI	
6. Työvalot 24 VDC	V/M		
7. Työvalot 230 VAC	V/M		
8. EU 440-sähkökaapin työvalot	V/M		
9. Ohjaamon valo	V/M		
10. Kirjoitustason valo	V/M		
11. PLC:n sähkökotelon valo	V/M		
12. Ohjaamon valojen himmennys	V/M		
13. Pääkytkimen merkkivalo	V/M		
14. Kytkimien valot	V/M		
15. Tarttujan pituudet ja merkkivalot	V/M		
16. Karat auki merkkivalo	V/S		
17. Karat kiinni merkkivalo	V/S		
18. Kontti kosketuksessa valo	V/S		
19. Tarttuja keskellä valo	V/S		
20. Tarttujan korkeuden merkkivalot	V/S		Optio
21. Moottoritilan työvalo	V/M		Optio
22. Tarttujan työvalo	V/M		Optio

VIRRANSYÖTTÖ	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. Pääkytkin	M		
2. 24 VDC päävirransyöttö	M	Y	
3. 24 VDC PLC:n lisäakut	M	Y	
4. 3~440 VAC 60 Hz päävirransyöttö	M	Y	
5. 12 VDC syöttö radiolle	M	Y	
6. 230 VAC syöttö	M	Y	
7. 230/400 VAC varikkosyöttö	M	Y	

HÄLYTYKSET	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. Hätäseis painike	M/S	X/Y	
2. Jarrujen järjestelmäpaine	M	X	
3. Seisontajarrun paine	M	X	
4. Tasasuuntaajan yllämpö	S		
5. Tasasuuntaajan vika	M/S	X	
6. Jäähdytyspuhaltimen vika, EU 440	M/S	X	
7. Ajon invertterin U1 vika	M/S	X	

8. Ajon invertterin U2 vika	M/S	X	
9. Ajon invertterin U3 vika	M/S	X	
10. Ajon invertterin U4 vika	M/S	X	
11. Ajomoottorin M1 yllilämpö	S		
12. Ajomoottorin M2 yllilämpö	S		
13. Ajomoottorin M3 yllilämpö	S		
14. Ajomoottorin M4 yllilämpö	S		
15. Lataushäiriö	M/S	X	
16. I/O-yksikkö häiriö	M/S	X	
17. Dieselmootorin CAN-väylän vika	M/S	X	

HÄLYTYKSET	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
18. Dieselmootorin jäähdytysnesteen pinta	M/S	X	
19. Moottoritilan savuhälytys	M/S	X	
20. Moottoritilan ovi auki	M	X	
21. 3~440 VAC generaattorin yllilämpö	S		
22. 3~440 VAC generaattorin yli- ja alitaajuus	M/S	X	
23. 3~440 VAC generaattorin yli- ja alijännite	M/S	X	
24. Generaattorin katkaisija lauennut	M/S		
25. Hydraulioöljyn suodattimen tukkoisuus	M/S	X	
26. Kara häiriö	S		
27. Nopeuspolkimen vika	M/S		
28. Nostokahvan vika	M/S		
29. Istuimen käännön anturivika	M/S		Optio
30. Hydraulioöljyn pinta	M/S	X	Optio
31. Ohjaamon ovi auki	M/S		Optio
32. EU 440-sähkökaapin ovi auki	M/S	X	Optio
33. EU 440-sähkökaapissa kosteutta	M/S	X	Optio
34. EU 440-sähkökaapissa savua	M/S	X	Optio
35. Dieselmootorin öljynpinta	M/S		Optio
36. Sähköohjauksen vika	M/S		Optio
37. Ylikuormasuojan painekeytkimen vika	S		Optio
38. Noston invertterin U5 vika	M/S	X	Optio
39. Noston invertterin U6 vika	M/S	X	Optio
40. Nostojarru kulunut	M/S		Optio
41. Nostoköysi löysällä (taljat 1-4)	M/S	X	Optio
42. Jarrukatkojan vika	M/S		Optio
43. Nostomoottorin M5 yllilämpö	S		Optio
44. Nostomoottorin M6 yllilämpö	S		Optio
45. Nostojarrun paineanturi	M/S		Optio

LAITTEET	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA

1. Turvarele K9 toiminta	M/S	X/Y	
2. Pääkytkimen aikapysäytys	M/S		
3. Käynnistysnapit	M		
4. Pysäytysnapit	M		
5. Kaksoiskäynnistyksen esto	M		
6. Pääkytkinpysäytys	M		
7. Moottorin tyhjäkäynti- ja työkierrospainokytkimet	M		
8. 3~440 VAC generaattorin magnetointi	M/S		
9. K6 turvapiiri (generaattorin magnetointi)	S	Y	
10. Seisontajarru	M/S		
11. Jäähdytyspuhallin, EU 440	M/S	X/Y	
12. Nostomoottorin M5 tiedot PLC:lle	S		
13. Nostomoottorin M6 tiedot PLC:lle	S		
14. Scania väyläohjaus	S		
15. Datan luku logiikalta (Stradmon)	S		
16. Tarttujan syöttöventtiili	M/S	X	
17. DeviceNet shield irti maasta, kun Xtest- liitin irroitettu	M	Y	
18. EU 440-sähkökaapin 230 VAC pistorasia	M	Y	Optio
19. Ohjauksen kääntöventtiili	S		Optio
20. Peilien lämmitys	M		Optio
21. PLC:n resetointi kytkin	M		Optio

OHJAAMO	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. Nostokahvan signaali PLC:lle	M/S		
2. Nopeuspolkimen signaali PLC:lle	M/S		
3. Hälytyn	S		
4. Ohjaamon puhallin	M		
5. Ilmastointilaite	M		Optio
6. Lisätuuletin	M		Optio
7. Istuimen asennot PLC:lle	M/S		Optio
8. Istuimen lukitus	M		Optio
9. Istuimen lämmitin	M		Optio
10. Istuimen kompressori	M		Optio
11. Lasinpyyhkijöiden tihkuajastin	M		Optio

MITTARIT	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. Dieselmoottorin tiedot näytöllä	V		
2. Koneen käyttötunnit näytöllä	V		

AJON VALVONTA	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. Dieselmoottorin lämmityskäyttö	S		
2. 10 min tyhjäkäynti	S		
3. Dieselmoottorin jäähtytyskäyttö	S		
4. Tyhjäkäyntiajastin, valot ja diesel sammuvat	S		

ASETUKSET JA SÄÄDÖT	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. Koneen numero, aika ja päiväys PLC:lle	S	A	
2. Näytön kello ja päiväys	S	A	
3. Nopeuspolkimen skaalaus	S/M	A	
4. Nostokahvan skaalaus	S/M	A	
5. CX-programmerin salasanasuojaus asetettu päälle	S	A	
6. Näytön system-valikko lukittu	S	A	

OHJELMAVERSIO	TESTAUSTAPA *	TOIMENPIDE **	LISÄTIETOJA
1. PLC-ohjelmaversio	R		
2. Näytön ohjelmaversio	R		
3. A100 ohjelmaversio	R		
4. Käytetty Invertteri mallisetti	R		

Lyhenteiden selitykset:

* Testaustapa

** Toimenpide

V = Visuaalinen tarkastus

X = Toinen asentaja avustaa testauksen suorituksessa

M = Manuaalinen testaus

A = Asentaja suorittaa arvonsyöttämisen

S = Sähköinen testaus logiikan avulla, seuranta

Y = Käsin mitta

R = Kirjataan ylös testauspöytäkirjaan

SI = Toiminta tarkastetaan simulointiyksiköltä