

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinööri

Niko Sakki

RAUMA-LUOKAN OHJUSVENEIDEN VESISUIHKULAITTEISTOJEN
HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma

SAKKI, NIKO	Rauma-luokan ohjusveneiden vesisuihkulaitteistojen huolto ja kunnossapito
Opinnäytetyö	35 sivua + 85 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Ari Helle
Toimeksiantaja	Merivoimat
Toukokuu 2011	
Avainsanat	vesisuihkulaitteisto, Rauma-luokka, huolto, kunnossapito, merivoimat, ohjusveneet

Rauma-luokan ohjusveneet edustavat merivoimien vanhempaa käytössä olevaa ohjusvenekalustoa; alukset on valmistettu Hollming/Finnyardsin Rauman telakalla vuosina 1990–1992. Vuosina 2010–2013 koko alusluokalle, joka käsittää neljä alusta, tehdään modernisointi Western Shipyardin telakalla Teijossa. Modernisointityön yksi osa-alue on Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkupropulsio peruskorjaus, joka tehdään kyseisille vesisuihkulaitteistoille ensimmäistä kertaa. Modernisoinnin yhteydessä on kuitenkin käynyt ilmi, että valmistajan toimittama vesisuihkulaitteiston huolto-ohje ei vastaa peruskorjauksen edellyttämiä tarpeita.

Opinnäytetyön tarkoituksena on ollut koota Rauma-luokan ohjusveneiden vesisuihkulaitteista olemassa olevan tiedon pohjalta peruskorjausohje sekä kertoa peruskorjausten yhteydessä tehdyistä modifikaatioista vesisuihkulaitteeseen. Työssä käydään läpi peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet sekä vesisuihkulaitteiston huollon ja kunnossapidon kannalta keskeisiä asioita. Tavoitteena on ollut saattaa Riva Calzoni IRC 115 –vesisuihkulaitteen olemassa oleva tieto kirjalliseen muotoon sekä päivittää laitteiston dokumentointia.

Peruskorjauksien yhteydessä vesisuihkulaitteistot puretaan peruskomponenttitasolle ja kulutusosat vaihdetaan. Järjestelmän kiinteät osat puhdistetaan ja niiden kunto tarkistetaan. Lopuksi tehdään osien kokoonpano sekä pintakäsittelyt.

Koska Rauma-luokan alusten vesisuihkulaitteistot ovat jo noin 20 vuotta vanhoja ovat peruskorjaukset vesisuihkulaitteistoille jo erittäin ajankohtaisia. Opinnäytetyön pohjana olevassa ensimmäisessä peruskorjauksessa tuli ilmi, että vesisuihkulaite oli jo melko huonossa kunnossa. Peruskorjaustyöt ja modifikaatiot onnistuivat tästä huolimatta kuitenkin hyvin. Laitteiston käyttäjille ja korjaajille on hyötyä siitä, että laitteistolle tehdyt korjaukset ja muutokset on dokumentoitu asianmukaisesti. Tämä helpottaa vesisuihkulaitteistojen huoltoa ja kunnossapitoa jatkossa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Degree Programme in Marine Technology

SAKKI, NIKO

The Maintenance of Water Jets in Rauma Class Missile
Boats

Bachelor's Thesis

35 pages + 85 pages of appendices

Supervisor

Ari Helle, Lecturer

Commissioned by

Finnish Navy

May 2011

Keywords

water jet, Rauma – class missile boat, maintenance

The Rauma class missile boats represent an older missile boat arsenal of the Finnish navy in use. The vessels have been made by Hollming / Finnyards shipyard in Rauma 1990-1992. Between the 2010-2013 period the entire ship class, which consists of four vessels, is intended to go through upgrade in the Western shipyards dock in Teijo. One part of the upgrade is the overhaul of the Riva Calzoni IRC 115 water jet devices which is carried out for these systems for the first time. The upgrade has proved that the water jet device maintenance manual supplied by manufacturer is not sufficient for the needs of overhaul.

The purpose of this study was create to an overhaul instruction for the Rauma class water jet devices on the basis of existing knowledge and report about modifications on water jet device. This thesis studies the basic tasks of overhaul as well as essential issues concerning service and maintenance of the water jet device. The aim was to incorporate knowledge of Riva Calzoni IRC 115 in written form and upgrade documentation on this water jet system.

In the overhaul, the water jet devices were fully dismantled and all worn parts were replaced. The solid parts of the system were cleaned and their conditions were inspected. Finally, the parts were assembled and surface of the water jet devices were painted.

Because the Rauma class is approximately 20 years old it is highly topical to overhaul water jet systems. This thesis was on the first overhaul of water jet system. During the overhaul it became apparent that the water jet system was in defective condition. In spite of this, the overhaul and the modifications were successful. It is in the interest of the users and repairers that water jet device overhaul and modification measures are properly documented. This will facilitate the water jet device servicing and maintenance in the future.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	RAUMA-LUOKAN OHJUSVENE	7
	2.1 Yleiskuvaus	7
	2.2 Alusten käyttötarkoitus	7
	2.3 Alusten modernisointi	8
3	VESISUIHKUJÄRJESTELMÄ	9
	3.1 Ohjailukyky	9
	3.2 Tekninen yleiskuvaus Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkujärjestelmästä	10
	3.3 Imukanava	12
	3.4 Pumppuyksikkö	13
	3.5 Ohjaussuulake	13
	3.6 Yleiskuvaus hydraulikkajärjestelmästä	15
	3.6.1 Ohjaussylinterit	15
	3.6.2 Hydraulikkaöljyn jakotukki	16
	3.7 Yleiskuvaus ohjausjärjestelmästä	17
	3.7.1 Ohjausjärjestelmän toiminta	17
	3.7.2 Takaisinkytkentä	17
4	VESISUIHKULAITTEEN HUOLTO	18
	4.1 Päivittäiset rutiinit ja kunnossapito	19
	4.2 Peruskorjaus ja luokitushuolto	21
	4.2.1 Vesisuihkulaitteiston purku	21
	4.2.2 Puhdistus ja pintakäsittely	22
	4.2.3 Tarkastustyöt	24
	4.2.4 Korjaukset ja kokoonpano	25
5	VESISUIHKULAITTEEN KORROOSIONESTO	27
	5.1 Galvaaninen korroosio	27

5.2	Rakokorroosio	28
5.3	Pistekorroosio	29
5.4	Kavitaatiokorroosio	30
5.5	Katodinen suojaus	30
5.6	Ruostumattoman teräksen suojaaminen	31
	5.6.1 Ruostumattoman teräksen passivointi	32
5.7	Vesisuihkulaitteen pintakäsittely	33
6	HAVAINTOJA VESISUIHKULAITTEESTA	33
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	
	Liite 1. Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteen huolto luokitustelakoinnissa	
	Liite 2. Riva Calzoni IRC 115: n peruskorjausohje	
	Liite 3. Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteiston peruskorjauksessa käytetyt tarvikkeet	
	Liite 4. Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteiston peruskorjaus tarkastuspöytäkirja	

1 JOHDANTO

Rauma-luokan ohjusveneet edustavat merivoimien käytössä olevaa, vanhempaa ohjusvenekalustoa. Alukset on valmistettu Raumalla Hollming/Finnyardsin telakalla vuosina 1990–1992. Vuosina 2010 - 2013 koko alusluokalle suoritetaan modernisointi Western Shipyardin telakalla Teijossa. Sen yksi osa-alue on vesisuihkupropulsioon peruskorjaus. Vesisuihkulaitteiden peruskorjaustyöt suoritettiin ensimmäisen modernisoitavan aluksen osalta Upinniemen korjaamolla ja Patria Aviationilla talvella 2011 osaltaan siksi, että sieltä löytyi tarvittavat työkalut, menetelmät ja kokemuksen tuoma ammattitaito Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteen peruskorjaukseen. Tähän mennessä peruskorjauksen edellyttämä tietotaito on ollut hyvin pitkälle ns. suullisen perimätiedon varassa, koska mitään järjestelmällistä dokumentointia työn suorittamisesta ei ole ollut.

Osallistuin ensimmäisen modernisoitavan Rauma –luokan -aluksen vesisuihkupropulsioon peruskorjaukseen Suomenlahden Meripuolustusalueella Upinniemessä, Upinniemen korjaamolla. Tarkoitukseni oli dokumentoida, miten peruskorjaustyö suoritetaan ja mitä työvälineitä sekä käyttöaineita työn suorittamiseksi tarvitaan, ja liittää dokumentointi osaksi opinnäytetyötäni.

Opinnäytetyön pääasiallinen sisältö on keskittynyt peruskorjausohjeen luomiseen. Tarkoituksena on ollut luoda Riva Calzoni -vesisuihkulaitteistosta sellainen huolto-ohje, jonka avulla kyseiselle vesisuihkulaitteistolle tehtävät huolto ja peruskorjaustyöt pystytään suorittamaan helpommin ja nopeammin, etenkin silloin, kun aikaisempaa kokemusta ei kyseisen vesisuihkulaitteen huollosta ja kunnossapidosta ole. Opinnäytetyössä käydään läpi myös Rauma-luokan alus yleisellä tasolla, vesisuihkulaitteiston kuvaus toimintaperiaatteineen, kunnossapito-ohjeistus, käyttöaineet, käyttöhuoltotyöt ja korroosionsuojaus. Opinnäytetyö on rajattu pääasiassa itse vesisuihkulaitteeseen, sähköistä sekä hydraulista ohjausjärjestelmää ei käydä työssä kovinkaan tarkasti läpi. Tässä raportissa ja liitteenä olevassa peruskorjausohjeessa olevat kuvat ovat tekijän omia, ellei muuta lähdettä mainita.

2 RAUMA-LUOKAN OHJUSVENE

2.1 Yleiskuvaus

Rauma-luokan ohjusveneet edustavat kolmannen sukupolven ohjusveneitä Suomessa. Ne on tarkoitettu Itämeren olosuhteisiin. Alusten runko on valmistettu alumiinista ja kansirakenteet komposiitista, joten alukset ovat tämän vuoksi kokoonsa nähden kevyitä. Aluksissa on kaksi erillistä konehuonetta, joissa molemmissa käytetään pääkoneena MTU 538 TB 93:sta , nopeakäyntistä dieselmoottoria, jonka maksimiteho on 3300 kW. Rauma-luokan ohjusveneet ovat ensimmäisiä ohjusveneitä Suomessa, jotka on varusteltu vesisuihkupropulsiolla. Vesisuihkupropulsio ansiosta aluksen ohjailuominaisuudet ovat kiihtyvyyden, pysähtymisen ja kääntyvyyden kannalta hyvät. Pieni syväys sekä vesisuihkupropulsio mahdollistavat toiminnan myös hyvin matalissa vesissä. Aluksella työskentelee tyypillisesti 22 miehistön jäsentä, joista 16 on kantahenkilökuntaa ja 6 varusmiestä(1.)

Taulukko 1. Rauma-luokan alusten yleistiedot

Pituus	47 m
Leveys	8,5 m
Syväys	1,7 m
Uppouma	240 tn
Maksiminopeus	32 solmua

2.2 Alusten käyttötarkoitus

Rauhan aikana Rauma-luokan ensisijainen tehtävä on valmiuden ylläpito, liikkuva merivalvonta, aluevesivalvonta ja alueloukkausten torjunta pinnalla ja pinnan alla. Lisäksi alukset osallistuvat meriliikenteen valvontaan, meritiedusteluun, meripelastukseen sekä kansainväliseen toimintaan.(1.)

Sodan ajan kriisitilanteessa Rauma-luokan ohjusveneiden alusten tehtävänä on vastustajan alusten eliminoiminen ohjustulella yhdessä rannikkojoukkojen ja meritoimintaa tukevien lentoyksiköiden kanssa. Tämän lisäksi sodan ajan tehtäviin kuuluu meriliikenteen suojaaminen ja meritiedustelu.(1.)

2.3 Alusten modernisointi

Rauma-luokan alukset modernisoidaan Western Shipyard Oy:n telakalla Teijossa. Aluksille suoritetaan alustekninen peruskorjaus, jonka päätarkoitus on jatkaa Rauma-luokan elinikää 2020-luvulle ja saattaa alusluokka sellaiseksi, että se vastaa nykyisiä suorituskykyvaatimuksia.(2).

Modernisointi pitää pääosin sisällään asejärjestelmien päivityksen ja alusjärjestelmien peruskorjauksen. Alusjärjestelmien osalta peruskorjattaviin osa-alueisiin sisältyvät runko, pää- ja apukoneistot, ilmastointi, koneistonvalvonta, vesisuihkupropulsio, palonsammutusjärjestelmä, merenkulkujärjestelmä, viestijärjestelmä, ja asuintilat.(2).

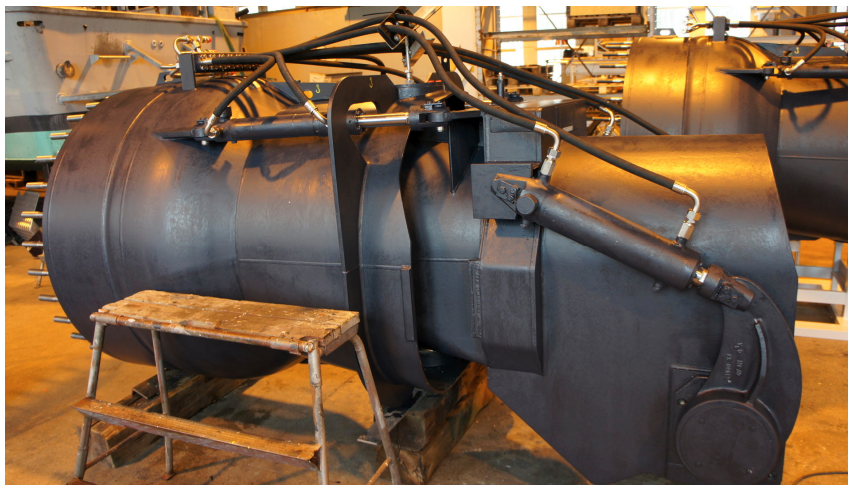


Kuva 1. Ohjusvene Naantali peruskorjauksessa Western Shipyardin telakalla

3 VESISUIHKUJÄRJESTELMÄ

Vesisuihkupropulsiota (lyhennys VSP, engl. *water jet propulsion*) voidaan pitää vanhimpana mekanisoituna propulsiojärjestelmänä. Se on patentoitu Englannissa jo vuonna 1661. Vesisuihkupropulsio eroaa rakenteellisesti monin eri tavoin perinteisestä potkuripropulsiosta ja sitä kautta myös ohjailuominaisuuksiltaan. Tavanomaisesti vesisuihkupropulsiota käytetään nopeissa aluksissa, koska niiden ohjailukyky-, hyötysuhde- ja pysäytysominaisuudet ovat parempia nopeissa aluksissa kuin tavanomaisten potkuripropulsioiden. Lisäksi vesisuihkupropulsion etuina voidaan pitää sen hiljaisempaa käyntiääntä sekä soveltumista mataliin vesiin. Juoksupyörän suhteellisen korkeasta pyörimisnopeudesta johtuen yksiportainen alennusvaihe riittää usein kaasuturbiinin tai nopeakäyntisen dieselmoottorin pyörimisnopeuden alentamiseksi. (3,13.)

Huonoina puolina voidaan pitää vesisuihkupropulsion soveltumattomuutta hitaisiin aluksiin, koska sen hyötysuhde ei hitaissa aluksissa ole riittävän hyvä verrattuna tavanomaisiin potkureihin. Lisäksi vesisuihkujärjestelmä vie alukselta mahdollisesti enemmän tilaa kuin perinteinen potkuripropulsio. Laajat nopeusalueet tuottavat myös helposti kavitaatioongelmia. Käyttötarkoituksesta riippuen edut kuitenkin voittavat haitat. (3,13.)



Kuva 2. Rauma-luokan ohjusveneen vesisuihkulaite

3.1 Ohjailukyky

Vesisuihkupropulsion ohjailukyky eroaa monin eri tavoin perinteisestä siipilapapotkuripropulsiosta. Vesisuihkupropulsio tekee aluksen ohjauksesta

tavanomaista ketterämmän, hiljaisemman ja tasaisemman. Kuitenkin ohjauksen reaktioajat erityisesti alhaisilla kierroksilla ovat suhteellisen pitkiä, minkä vuoksi ennakointi on myös vesisuihkupropulsion ohjauksessa tärkeää. Toinen tärkeä seikka on, että aluksen suuntaa ei ole mahdollista muuttaa, mikäli vesisuihkulaitteisto ei ole toiminnassa. (4.)

Ajettaessa alle maksiminopeuden on kierroslukua suositeltavaa rajoittaa roottorin kavitaatioilmiöiden välttämiseksi ja maksimityönön saavuttamiseksi.

Kavitaatioilmiöiden välttämiseksi voidaan vaikuttaa paljon vesisuihkulaitteiston käyttöikänsä. Alhaisilla nopeuksilla ajettaessa siirrytään erillisohjaukselle ja valitaan rajojen puitteissa mahdollisimman korkea kierrosluku nopeuteen nähden. Tällöin ohjailtavuus säilyy parhaiten. Nopeutta säädellään suunnanvaihtolaitteen asentoa muuttamalla. Kierroslukua valittaessa on kuitenkin huomioitava kasvava kavitoinnin vaara, jota tulee välttää.(4.)

Taulukko 2. Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteen maksimikierrosluku suhteessa nopeuteen

Nopeus (solmua)	Maksimikierrosluku (rpm)
0	350
8	500
14	550
20	600
25	650
30	716

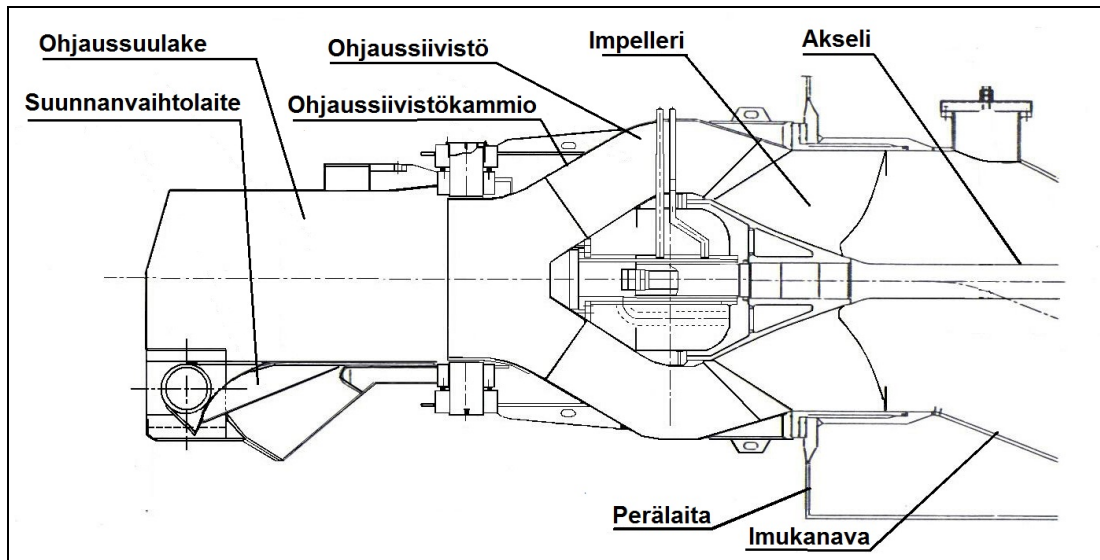
3.2 Tekninen yleiskuvaus Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkujärjestelmästä

Rauma-luokan ohjusveneissä on käytössä kaksi Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitetta. Vesisuihkulaite voidaan jakaa muutamaaan pääkomponenttiin: imukanava, juoksupyörä, juoksupyörän akseli, ohjaussiivistökammio sekä ohjaussuulake ja suunnanvaihtolaite. Pääkomponenttien materiaalina on pääosin käytetty AISI 316 L -ruostumatonta terästä. Juoksupyörä ja akseli on valmistettu duplex-teräksestä, jolla on hyvät korroosionkestominaisuudet. Imukanava on kiinteä osa aluksen runkoa, ja se on valmistettu merialumiinista (AlMg4,5Si). (4.)

Vesisuihkulaitetta ohjataan sähköisellä Jetpilot ohjausjärjestelmällä ja sitä voidaan ohjata joko käsiohjauksella tai autopilotilla. Jetpilot ohjausjärjestelmä koostuu ohjauslaitteista ja liitännöistä aluksen vesisuihkupropulsion ohjaushydrauliikkaan ja pääkoneen kierrosluvun säätimeen. Vesisuihkulaitetta voidaan ohjata ohjaamosta sekä konevalvomosta. Molemmilla ohjauspaikoilla sijaitsee suunnanvaihtolaitteen sekä ohjaussuulakkeen asentojen näyttölaitteet. Järjestelmään kuuluu myös varaohjauslaite, jota voidaan ohjailla sekä ohjaamosta, että konevalvomosta.(5.)

Taulukko 3 . Riva Calzoni -vesisuihkulaitteen yleistiedot

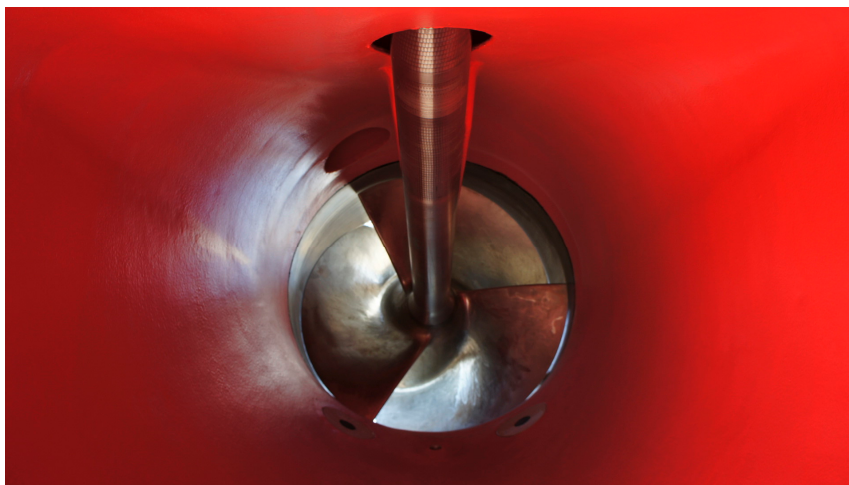
Teho	3250 kW
Kierrosnopeus	713 rpm
Impellerin halkaisija	1150 mm
Pyörimissuunta	Myötäpäivään perästä katsottuna
Ohjauskulma	$\pm 28^\circ$
Paino	4300 kg



Kuva 3. Riva Calzoni IRC 115:a pääkomponentit

3.3 Imukanava

Imukanava on kiinteä osa aluksen runkoa, ja sen kautta vesi kulkeutuu pumppuyksikölle, jonka muodostavat impelleri ja ohjaussiivistö. Imukanava on suunniteltu siten, että virtaushäviöt olisivat mahdollisimman pienet. Tämä parantaa vesisuihkulaitteen hyötysuhdetta sekä pienentää kavitoinnin mahdollisuutta. Imukanavan yläpäässä sijaitsee tarkistusluukku, jonka kautta juoksupyörän kunto on mahdollista tarkistaa ja imukanavaan mahdollisesti kulkeutuneet kappaleet on mahdollista poistaa. Rauma-luokan alusten modernisoinnin yhteydessä imukanavaan asennettiin katodinen suojaus, joka suojaa imukanavaa korroosiolta.(4).



Kuva 4. Vesisuihkulaitteen imukanava, minkä sisällä on akseli ja impelleri

3.4 Pumppuyksikkö

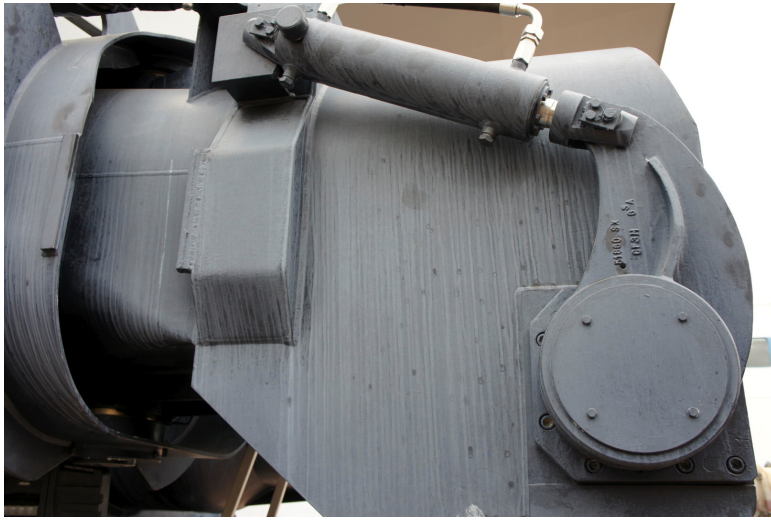
Pumppuyksikkö on kiinnitetty aluksen perälaitaan. Pumppuyksikkö koostuu kolmilapaisesta juoksupyörästä eli impelleristä ja sen takana olevasta ohjaussiivistökammioista, joka sisältää suuttimen. Juoksupyörän akseli on laakeroitu ohjaussiivistökammion napaan vesivoidellulla Thordon-laakerilla sekä aluksen sisään painelaakeriyksiköllä, joka sisältää aksiaali ja säteislaakerin. Juoksupyörä on lukittu akseliin kiilalla, ja se pyörii perälaidassa olevan istukkarenkaan sisässä, perästä katsottuna myötapäivään. Juoksupyörän tehtävänä on tuottaa veteen paine-energiaa. Juoksupyörän takana sijaitsee ohjaussiivistö, joka poistaa pyörteilyn veden virtauksesta ja muuntaa impellerin tuottaman paine-energian liike-energiaksi.(4).



Kuva 5. Riva Calzoni IRC 115:n vesisuihkulaitteen ohjaussiivistökammio

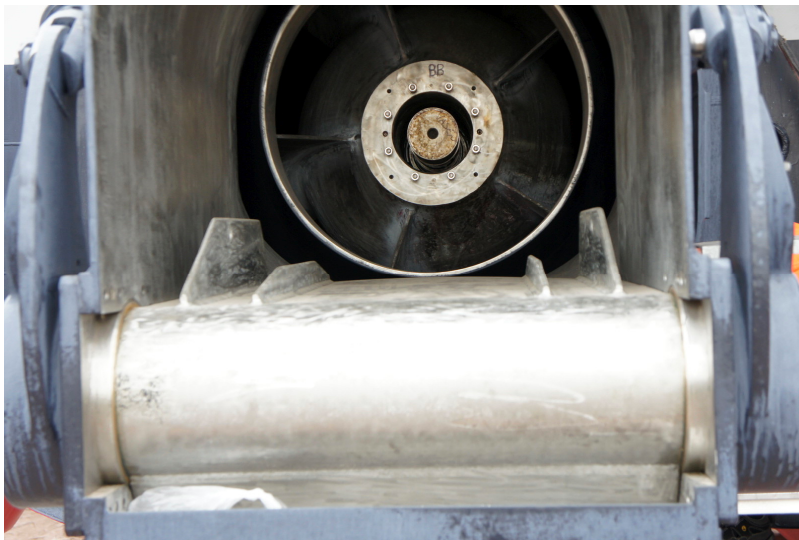
3.5 Ohjaussuulake

Vesisuihkua ohjataan ohjaussiivistökammion perään kiinnitettyllä ohjaussuulakkeella. Ohjaussuulakkeen sisässä on suunnanvaihtolaite. Sekä ohjaussuulaketta että suunnanvaihtolaitetta ohjataan kahdella hydraulikkasyylinterillä. Suunnanvaihtolaitteen hydraulikkasyylinterillä ohjataan kääntövarsien kautta ohjaussuulakkeen sisässä olevaa suunnanvaihtolevyä joko ylös tai alas.(4).



Kuva 6. Ohjaussuulake

Suunnanvaihtolaite koostuu ohjaussuulakkeen sisään laakeroidusta ”akselista” ja ”läpistä”, jotka ovat yhtä kiinteätä osaa. Suunnanvaihtolaitetta ohjataan kahdella hydraulikkasynterillä, jotka on kiinnitetty suunnanvaihtolaitteen kääntövarsiin. Kääntövarret on puolestaan lukittu suunnanvaihtoläpän akselille. Ohjaussynterien työntäessä kääntövarsia aluksesta poispäin suunnanvaihtoläppä nousee ohjaussuulakkeen sisällä ylöspäin. Tällöin suunnanvaihtoläppä ohjaa veden virtauksen keulaan päin alaviistoon, jolloin alus liikkuu taaksepäin. Kun ohjaussynterien mäntiä ajetaan ohjaussynterien sisään, laskee suunnanvaihtoläppä ohjaussuulakkeen sisällä ja veden virtaus ohjautuu taaksepäin. Tällöin alus liikkuu eteenpäin.(4).



Kuva 7. Suunnanvaihtoläpän akseli on laakeroitu ohjaussuulakkeen sisään irrotettavien laakeripesien avulla

3.6 Yleiskuvaus hydraulikkajärjestelmästä

Vesisuihkulaitteen hydraulikkajärjestelmää ohjailaan sähköisesti, ja se muodostuu pumpusta, öljysäiliöstä, suuntaventtiileistä, suunnanvaihtolaitteen ja ohjaussuulakkeen ohjaussylintereistä sekä hydraulikkaöljyn jakotukista. Hydraulikkaöljyn jakotukki modifioidaan Rauma-luokan alusten vesisuihkulaitteisiin, niille tehtävien peruskorjausten yhteydessä.

3.6.1 Ohjaussylinterit

Ohjaussuulakkeen sekä peruutuslaitteen ohjaussylintereinä käytetään kaksitoimisia hydraulikkasylintereitä, joiden käyttöpaine on 25 MPa ja koepaine aina 35 MPa:iin asti. Ohjaussuulakkeen ohjaussylinterit on kiinnitetty niveltapeilla staattisesta päästä ohjaussiivistökammion päällä oleviin korvakkeisiin ja männänvarsi on kiinnitetty samalla tavalla ohjaussuulakkeeseen. Korvakkeen reiän ja kiinnitystapin väliin on kiinnitetty tinapronssista valmistettu laakeriholkki ja kiinnitystapit on lukittu lankavarmistetuilla pulteilla ohjaussylinterien runkoon.

Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterit on kiinnitetty ohjaussuulakkeen päälle ja männänvarsi on kiinnitetty suunnanvaihtolaitteen kääntövarren päähän.

Kiinnitystappien laakerointi ja kiinnitykset on toteutettu samalla tavalla kuin edellä mainitut ohjaussuulakkeen ohjaussylinterit.

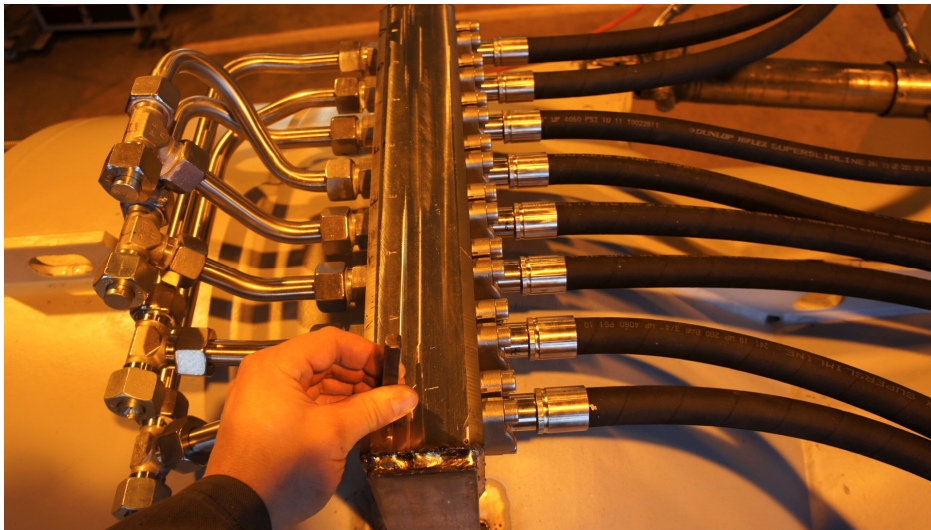


Kuva 8. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinteri taaksepäin asennossa, jolloin suunnanvaihtoläppä nousee ohjaussuulakkeen sisässä

3.6.2 Hydraulikkaöljyn jakotukki

Hydraulikkaletkujen liitoksille tehdään vesisuihkulaitteiden peruskorjauksien yhteydessä hydraulikkaöljyn jakotukit, jollaisia Rauma-luokan alusten vesisuihkulaitteissa ei aikaisemmin ole ollut. Tällä pyritään yhdenmukaistamaan Rauma-luokan alusten käytössä olevat vesisuihkulaitteiden hydraulikkaletkut. Aikaisemmin ongelmana oli, että jokaisessa Rauma-luokan aluksessa hydraulikkaletkut olivat eri mittaisia alusten kesken ja letkut oli teetettävä aluskohtaisesti mittatilaustyönä. Jakotukkimodifikaatiolla pyritään yhdenmukaistamaan alusten varaosina pidettäviä hydrauliletkuja; tällöin hydraulikkaletkut ovat saman mittaisia eri alusten kesken ja ne ovat vaihdettavissa jokaiseen Rauma-luokan alukseen. Lisäksi letkut pysyvät paremmassa järjestyksessä vesisuihkulaitteen päällä kuin aikaisemmin.

Hydraulikkaletkuina käytetään 3/4” 280 baarin hydraulikkaletkuja, jotka on kiinnitetty ohjaussiivistökammion päälle hitsattuun hydraulikkaöljyn jakotukkiin. Jakotukki on valmistettu haponkestävästä ruostumattomasta teräksestä AISI 316 L ja siinä on kahdeksan tuloa hydraulikkaputkille ja kahdeksan lähtöä hydraulikkaletkuille. Hydraulikkaletkut on kiinnitetty toisesta päästään ohjaussylintereihin.



Kuva 9. Vesisuihkulaitteeseen modifioitu hydraulikkaöljyn jakotukki

3.7 Yleiskuvaus ohjausjärjestelmästä

Rauma-luokan alusten vesisuihkupropulsion ohjausjärjestelmänä käytetään Jetpilot-ohjausjärjestelmää. Se koostuu kahdesta erillisestä ohjausjärjestelmästä; kummallekin vesisuihkulaitteelle on oma ohjausjärjestelmänsä. Vesisuihkulaitteita voidaan kuitenkin ohjata yhdessä joko käsiohjauksella tai autopilotilla.(5.)

3.7.1 Ohjausjärjestelmän toiminta

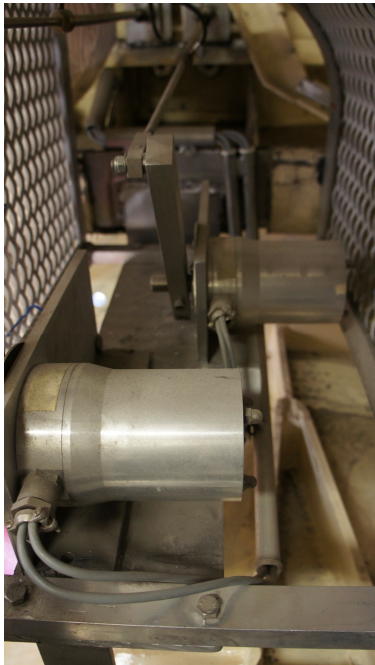
Ohjausjärjestelmä on toteutettu mikroprosessoritekniikalla ja se on älykäs ohjauslaite. Järjestelmä koostuu ohjauskahvasta, elektroniikkayksiköstä ja liitännästä sähköisesti ohjattaviin hydraulikkaventtiileihin sekä takaisinkytkentäantureista. Elektroniikkayksikkö lukee jatkuvasti ohjaussuulakkeen ja suunnanvaihtolaitteen asentoa takaisinkytkennän avulla, ja sen perusteella se muodostaa ohjaukset hydraulikkaventtiileille. Lisäksi elektroniikkayksikkö lukee jatkuvasti ohjauskahvan asentoa, minkä perusteella järjestelmä antaa ohjaussignaalin pääkoneen kierrosluvun säätimelle.(5.)

Järjestelmä pitää sisällään myös sähköisen varaohjausjärjestelmän, jota käytetään silloin kun varsinainen ohjausjärjestelmä ei toimi. Ohjaussuulakkeen ja suunnanvaihtolaitetta ohjataan tällöin x-y- kytkimellä. Pääkoneen kierrosluvun säädöllä on myös oma varajärjestelmä, jolloin kierrosluvun säätöä ohjataan potentiometrillä.(5.)

3.7.2 Takaisinkytkentä

Takaisinkytkennällä tarkoitetaan vesisuihkulaitteen asentotietojen indikoimista ohjausjärjestelmään. Ohjaussuulakkeen ja suunnanvaihtolaitteen asentotietojen ilmaisemiseksi on alunperin käytetty ohjaussynterierien sisäisiä potentiometrejä, joista asentotieto on välittynyt suoraan ohjausjärjestelmään. Peruskorjausten yhteydessä takaisinkytkentöjä kuitenkin muutetaan, koska alkuperäiset ratkaisut eivät ole osoittautuneet tarpeeksi kestäviksi. Aikaisemman kokemuksen mukaan vanhan takaisinkytkentäjärjestelyn huonoiksi puoliksi ovat osoittautuneet, järjestelmän vikatiheys, potentiometrienvaihdon hankaluus ja vaikea uudelleen säädettävyys.(6).

Hamina-luokan aluksista saatujen hyvien kokemusten perusteella takaisinkytkennät muutetaan Rauma-luokan aluksiin vastaavanlaisiksi kuin Hamina-luokan käytössä olevan Kamewa-vesisuihkujärjestelmän takaisinkytkentä. Takaisinkytkennän muuttaminen Kamewa-tyyppiseksi helpottaa anturien vaihto- ja säätötoimenpiteitä sekä parantaa vikasietoisuutta uusien anturien ollessa aluksen sisällä. Järjestelmä muuttuu myös häiriösietoisemmaksi ohjausjärjestelmän signaalin muuttuessa jänniteviestistä virtaviestiksi. Aluksen sisällä olevien anturien myötä myös kunnonvalvonta helpottuu, koska tällöin järjestelmän kriittiset osat ovat näkyvissä. Muutosten suoranaisten positiivisten vaikutuksien lisäksi etuna voidaan pitää Rauma- ja Hamina-luokan alusten takaisinkytkentäosien identtisyyttä, jolloin vara-osat ovat keskenään vaihtokelpoisia.(6.)



Kuva 10. Vesisuihkulaitteeseen vaihdetun takaisinkytkennän anturit

4 VESISUIHKULAITTEEN HUOLTO

Tavallisesti vesisuihkulaitteisto tarvitsee vain vähän huoltoa. Huoltosuunnitelman ja laitevalvonnan pohjana käytetään valmistajan antamia ohjeita, joiden toteutuksesta vastaa aluksen konehenkilöstö konepäällikön johdolla. Vesisuihkulaitteiston kunnossapito voidaan jaotella nejään pääryhmään: päivittäiseen-, määräaikaiseen-, ja luokitushuoltoon sekä peruskorjaukseen. Päivittäinen kunnossapito koostuu lähinnä kunnon seurannasta. Määräaikainen huolto suoritetaan valmistajan antamia, käyntiaikaan perustuvia ohjeita pohjana käyttäen. Sama koskee myös luokitushuoltoja.

Rauma-luokan alusten käyttöprofiilin ollessa kuitenkin hyvin kausiluonteista on useimmat määräaikaishuoltoon kuuluvat kohteet asianmukaisempaa huoltoa vuosiakataulun mukaisesti.

4.1 Päivittäiset rutiinit ja kunnossapito

Päivittäiseen kunnossapitoon kuuluvina toimenpiteinä voidaan pitää ennen lähtöä, ajon aikana, kiinnittyneenä oltaessa, sekä kuivatelakoinnin aikana suoritettavia rutiinitoimenpiteitä ja tarkastuksia riippuen siitä missä ja miten alusta kulloinkin käytetään tai säilytetään. Ennen lähtöä tarkastettavat asiat ovat:

1. Hydraulikka- ja voiteluöljy-yksiköiden öljyn määrä
2. Hydraulikkayksikön ja öljynjäähdytysjärjestelmän toimivuus.
3. Ohjaussylinterien toimivuus
4. Ohjaussuulakkeen ja suunnanvaihtolaitteen takaisinkytkennän paikkansapitävyys.

Ajon aikainen kunnossapito rajoittuu lähinnä laitteistovalvontaan. Konevahdin velvollisuus on ajon aikana tarkkailla seuraavia asioita: vesitiivisteiden pitävyyttä (suurin sallittu vuoto 1-2 l/h), käyntiääntä, tärinää, painelaakereiden lämpötilaa, öljyn pintaa sekä öljyvuotoja.(4).

Lyhyiden kiinnitysjaksojen aikana ei erityistä huoltoa tarvita, mutta seuraavia toimenpiteitä on syytä suorittaa, mikäli alus seisoo yli viisi päivää (jos veden lämpötila on alle 10 °C, voidaan toimenpiteiden suoritusväli kaksinkertaistaa).(4).

Suunnanvaihtoläppä tulee jättää ajon jälkeen täysin eteenpäin-asentoon. Vähintään kerran viikossa tulisi vesisuihkulaitetta, ohjaussuulaketta, sekä suunnanvaihtolaitteen ohjaussylintereitä ajaa hetken aikaa ääriasennosta toiseen. Tällä toimenpiteellä estetään kasvuston kiinnittyminen vesisuihkulaitteen pinnoille sekä seisahtuneen veden aiheuttamat korroosioauriot. Mikäli moottoreita ei ole mahdollista käyttää, tulisi juoksupyörää pyörittää käsin 180° ja suihkuttaa vettä esimerkiksi paloletkulla vesisuihkulaitteen sisään. Kuivatelakoinnin yhteydessä vesisuihkulaite tulee pestä kauttaaltaan puhtaalla vedellä.(4.)



Kuva 11. Ohjaussiivistökammio merirokon peitossa pitkän seisontajakson jälkeen. Merikasvusto heikentää aluksen hydrodynaamisia ominaisuuksia ja täten hidastaa aluksen nopeutta sekä lisää polttoaineen kulutusta

Taulukko 4. Vesisuihkulaitteiston huoltoaikataulu

AIKA, KÄYTTÖTUNTIA TAI KALENTERIVUOTTA	TEHTÄVÄ, HUOLTOTYÖ TAI TARKASTUS
Ensimmäiset 50 h	<ul style="list-style-type: none"> - Vesisuihkulaitteen ja päälaakerin pulttien kireys -Vesitiivisteiden voitelu
200 h	<ul style="list-style-type: none"> - Vesitiivisteiden tarkastus
kerran vuodessa	<ul style="list-style-type: none"> - Öljytiivisteiden tarkastus - Hydraulikkaöljyn vaihto ja letkujen vaihto joka toinen vuosi - Tukilaakerin tarkastus

	<ul style="list-style-type: none"> - Impellerin ja vasterenkaan välyksen tarkistus - Syöpymien ja kavitaatiovaurioiden tarkistus - Vesisuihkulaitteen eristyksen tarkastaminen
Luokitushuolto joka 4. vuosi	- Katso luokitushuoltoerittely (liite 1.)
Peruskorjaus	- Katso peruskorjausohje (liitteet 2, 3, ja 4.)

4.2 Peruskorjaus ja luokitushuolto

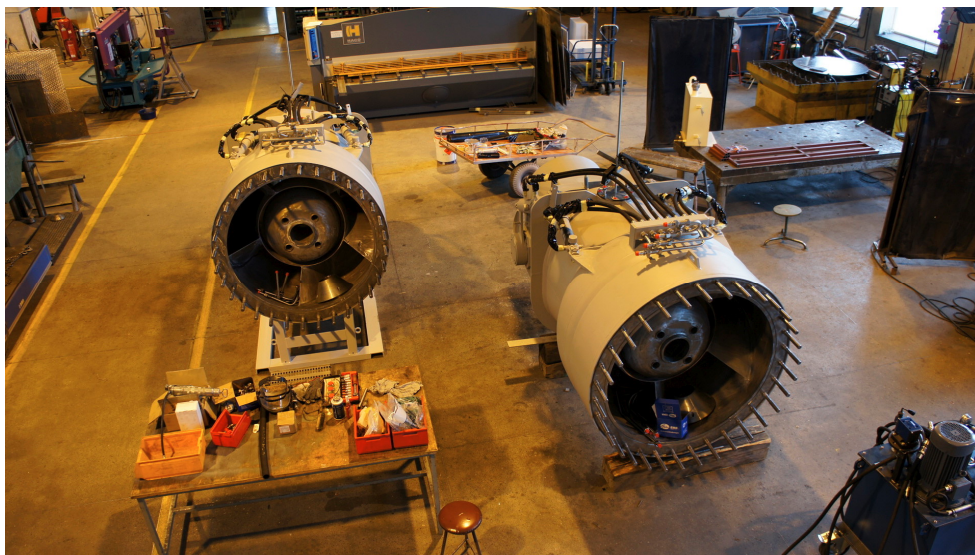
Peruskorjaus tarkoittaa sitä, että joku laitteisto tai alus korjataan yhtä hyväksi, kuin se oli uutena. Vesisuihkulaitteen kohdalla peruskorjaustyö tarkoittaa käytännössä sitä, että laite puretaan täydellisesti peruskomponenttitasolle, tiivisteet, laakerit ja hydraulikkaletkut vaihdetaan uusiin sekä laitteisto puhdistetaan ja pintakäsittellään uudelleen. Luokitushuolto tehdään vesisuihkulaitteistolle joka neljäs vuosi, ja se pitää sisällään samat tarkistukset kuin peruskorjaustyö. Luokitushuollon yhteydessä osia ei kuitenkaan vaihdeta niin laajamittaisesti kuin peruskorjauksessa, ellei siihen ole välitöntä tarvetta.

4.2.1 Vesisuihkulaitteiston purku

Peruskorjauksen tai luokitushuollon suorittamiseksi vesisuihkulaitteisto on irrotettava aluksen rungosta, minkä jälkeen laitteisto siirretään paikkaan, jossa se voidaan purkaa peruskomponenttitasolle. Vesisuihkulaitteistolle tulee olla sitä varten suunniteltu pukki, jonka päällä huolto- ja korjaustoimenpiteitä voidaan suorittaa. Hallinosturin käyttömahdollisuus on myös perusedellytys työn suorittamiseksi, koska työssä joudutaan toistuvasti nostamaan painavia osia.

Peruskorjaustyöt aloitetaan ohjausjärjestelmän purkutöistä, jotka pitävät sisällään hydraulikkaöljyjen tyhjennyksen, hydraulikkaletkujen irrotuksen, ohjaussyintereiden irrotuksen ja purkamisen. Seuraavaksi ohjaussuulake ja ohjaussiivistökammio irrotetaan erilleen, suunnanvaihtolaite irroitetaan erilleen ohjaussuulakkeesta sekä impelleri irroitetaan akselista. Vanhat laakeriholkit, hydraulikkaletkut, hydraulikkaputket ja tiivisteet menevät hylkyyn. Kuitenkin vesisuihkulaitteen vanhat laakeriholkit kannattaa poistaa vasta sitten, kun hiekkapuhallus ja pohjamaalaus on tehty. Näin säästytään laakeripesien ylimääräiseltä suojaamiselta pintakäsittelyvaiheessa.

Thrordon-tyyppinen tukilaakeri sekä painelaakeri irrotetaan laakeripesistä, minkä jälkeen laakeripesät puhdistetaan. Akselitiivisteiden pesä puhdistetaan ja tiivisteet irrotetaan.



Kuva 12. Vesisuihkulaitteet peruskorjauksessa Upinniemen korjaamolla

4.2.2 Puhdistus ja pintakäsittely

Kun vesisuihkulaitteisto on purettu peruskomponenttitasolle, voidaan yksittäiset osat puhdistaa epäpuhtauksista. Tavallisesti epäpuhtaudet koostuvat erittäin sitkeästi kiinni olevasta kuivuneesta merikasvustosta. Vesisuihkulaitteen vedenalaiset sisäpinnat, joissa ei ole eliöitä estävää maalipinnoitetta, ovat tyypillisiä kohteita merikasvuston kiinnittymiselle. Tämä riippuu kuitenkin vesisuihkulaitteen käyttöasteesta lämpiminä vuodenaikoina. Vesisuihkulaitteen sisäpinnat voidaan puhdistaa sinne mahdollisesti kiinnittäytyneestä merikasvustosta joko mekaanisesti hiomalla tai vaihtoehtoisesti

käyttäen ”näkinpoistokemikaalia”, joka muodostuu erilaisista hapoista. Vesisuihkulaitteen ulkopinnat hiekkapuhalletaan epäpuhtauksista ja vanhasta maalista, mutta sisäpintoja ei tule hiekkapuhaltaa.



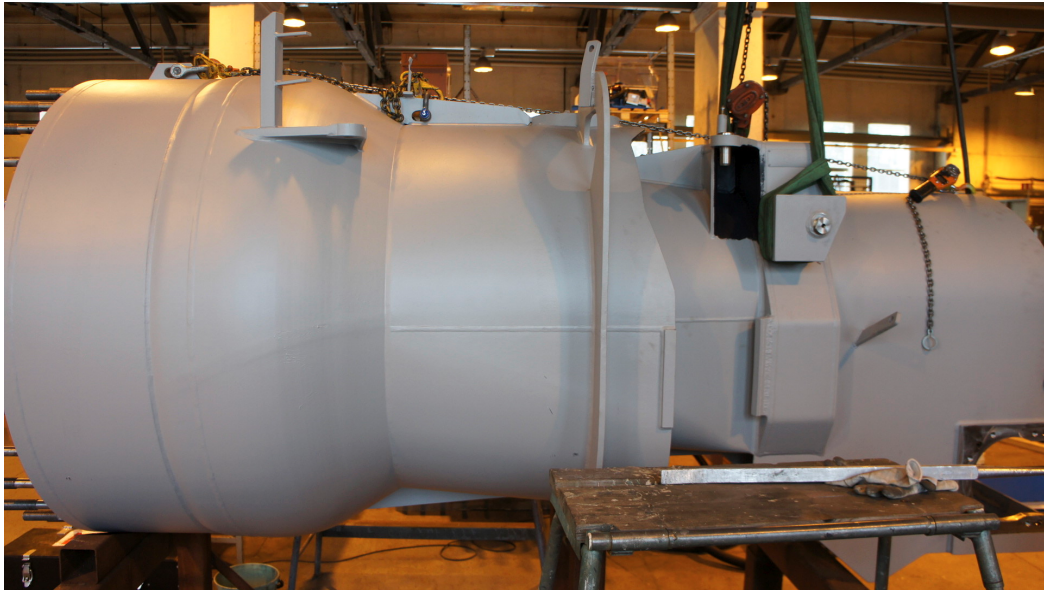
Kuva 13. Ohjaussiivistökammio hiekkapuhallettavana

Merikasvustonpoistokemikaalia käytettäessä tulee vesisuihkulaite pestä huolellisesti vedellä niiltä pinnoilta, joihin kyseistä kemikaalia on ruiskutettu. Ennen kemikaalin käyttöä tulee varmistua siitä, että kyseinen kemikaali soveltuu ruostumattomille teräksille. Tämän lisäksi valmistajan ohjeita tulee ehdottomasti noudattaa.

Mekaanisessa epäpuhtauksien poistossa käytetään hiomakoneita, joiden hiomalaikkoina käytetään muovipiikeistä koostuvia bristle-laikkoja sekä erilaisia viimeistelylaikkoja, jotka vaurioittavat teräspintaa mahdollisimman vähän. Puhdistustyössä syntyy suuria määriä pölyä, joten hengityssuojaimien käyttö on asianmukaista. Sisäkierteet, kuten suunnanvaihtolaitteen laakeripesän kierteet, voidaan puhdistaa sopivan kokoisia kierretappeja käyttämällä. Pultit, ohjuritapit ja ohjaussiivistökammion pinnapultit tulee puhdistaa ainoastaan ruostumattomalla teräsharjalla.(4).

Ennen hiekkapuhallusta suojataan ohjaussiivistökammion sisäpinnat, kääntövarsien kiinnityspinnat, laakeripesät ja ohjaussuulakkeen niveltappien läpiviennit. Osat hiekkapuhalletaan luonnonhiekkalla, jonka raekoko on 0,5 – 1,2 mm. Hiekkapuhalluksen jälkeen osat pohjamaalataan kahdella eri pohjamaalilla. Pintamaalaus suoritetaan vasta

sitten, kun kokoonpanotyöt on saatu päätökseen. Näin tehdään siksi, että asennusvaiheessa maalipinta joutuu vielä alttiiksi mekaanisille iskuille, hitsaukselle ja epäpuhtauksille.

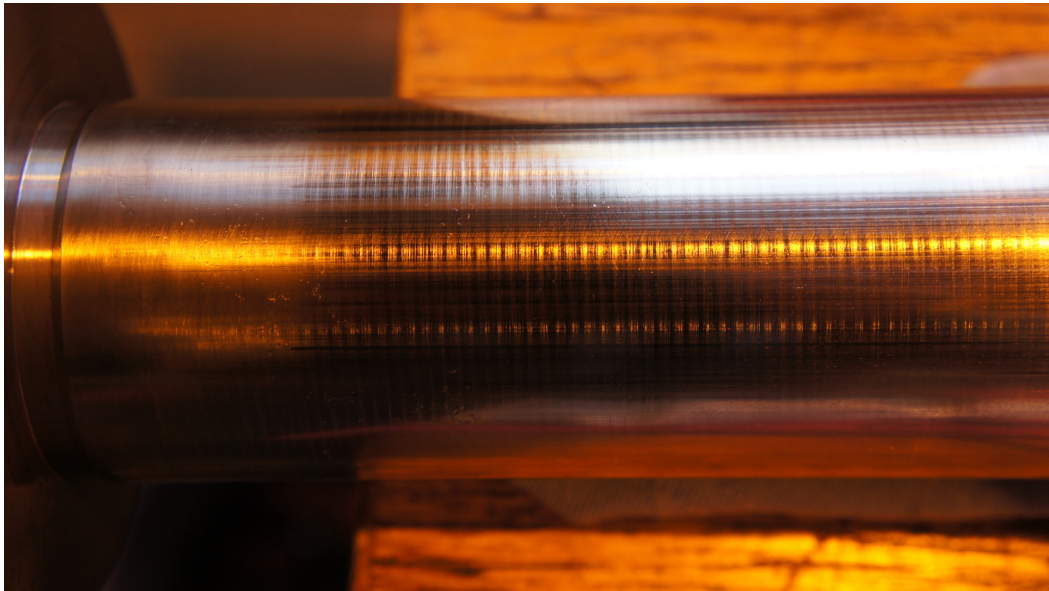


Kuva 14. Pohjamaalattu vesisuihkulaite

4.2.3 Tarkastustyöt

Komponenteista tarkastetaan silmämääräisesti mahdolliset korroosion aiheuttamat vauriot. Ohjaussiivistö sekä impelleri särötarkastetaan tunkeumavärillä lapojen juuresta. Akselin liitospinnat tarkistetaan syöpymien varalta sekä tunkeumavärillä mahdollisten säröjen varalta. Impellerin irrotuksen yhteydessä saattaa akseliin tulla pieniä kiinnileikkautumia, jotka on hiottava pois. Mahdollisesti akselia on pinnoitettava uudelleen, jos kiinnileikkautumat ovat suuria.

Ohjaussiivistökammion kiinnityspultit mitataan ja arvoja verrataan edellisessä luokitushuollossa saatuihin arvoihin. Hydraulikkasyylinterien männänvarsien kunto tarkastetaan. Mikäli männänvarsista löytyy vaurioita, ne on pinnoitettava uudelleen.

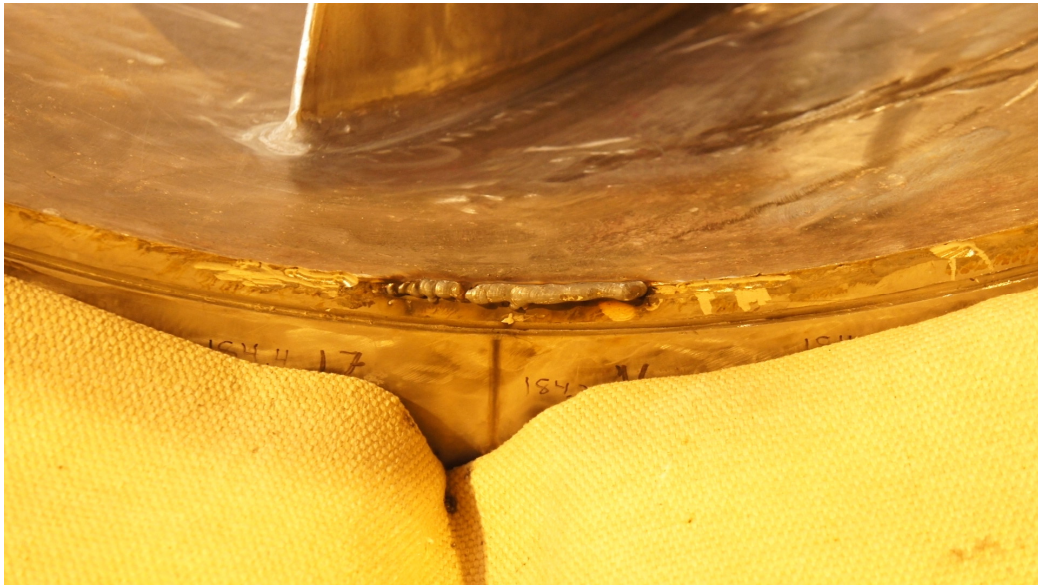


Kuva 15. Mekaanisia vaurioita ohjaussuulakkeen ohjaussylinterin männänvarressa

4.2.4 Korjaukset ja kokoonpano

Osien puhdistusten ja tarkastusten jälkeen alkaa komponenttien kokoonpanovaihe. Ensimmäiseksi ohjaussuulakkeeseen asennetaan niveltappien, ohjaussylinterien ja suunnanvaihtolaitteen koneistetut laakeriholkit. Ohjaussuulake laakeroidaan kiinni ohjaussiivistökammioon niveltapeilla. Suunnanvaihtolevy laakeroidaan ohjaussuulakkeen sisään ja kääntövarret kiinnitetään suunnanvaihtolevyn akselille. Ohjaussuulakkeen niveltapin laakerointiin tehdään uusi laakerirasvapatkisto laakerien voitelun mahdollistamiseksi. Edellä mainittua laakerirasvapatkistoa ei vesisuihkulaitteessa alunperin ollut, vaan rasvapatkisto on tehty jälkeinpäin muutostyönä laakeriholkkien kulumisen pienentämiseksi.

Korroosion aiheuttamat syöpymät viilataan pois, minkä jälkeen viilan jättämät railot hitsataan umpeen MIG-hitsauslaitteistolla. Hitsausaummat hiotaan kulmahiomakoneella tasaiseksi ja passivoidaan uudelleen ruostumattoman teräksen pintaominaisuuksien palauttamiseksi.



Kuva 16. Viilan jättämät railot täytehitsattu umpeen

Akselin liitospinnat voidellaan kiinnileikkautumista ehkäisevällä voiteluaineella. Ennen asennusta impelleri lämmitetään noin 60 °C:seen. Impellerin tulisi asettua akselille omalla painollaan, kun impelleri asennetaan akseliin pystysuorassa. Impellerin asennuksen jälkeen akseli tasapainotetaan, minkä yhteydessä tarkistetaan akselin suoruus sekä impellerin lieriöpinta.

Uusi aksiaali- ja säteislaakeri sekä huulitiivisteet vaihdetaan painelaakeriyksikköön. Thordon-tyyppinen tukilaakeri uusitaan. Thordon vaihdetaan laakerikuoreen kutistamalla laakeri nestemäisen tynen avulla. Kutistettuna laakerin pitäisi mennä helposti painamalla laakerikuoreen. Akselitiivisteiden pesään vaihdetaan uudet tiivisteet ja pesään painetaan laakerirasvaa.

Ohjaussuulakkeen ja suunnanvaihtolaitteen hydraulikkasyylinterien tiivisteet vaihdetaan ja vanha takaisinkytkentäanturi poistetaan, koska se jää tarpeettomaksi takaisinkytkennän muutoksen vuoksi. Tiivisteiden vaihdon jälkeen hydraulikkasyylinterien männät asennetaan takaisin sylintereihin, minkä jälkeen ohjausholkit ja suojakannet kiinnitetään pulteilla hydraulikkasyylinteriin kiinni. Lopuksi männänvarren silmäkekappale kiinnitetään männänvarren päähän ja hydraulikkasyylinterit asennetaan vesisuihkulaitteeseen kiinni niveltapeilla.

Ohjaussiivistökammion päälle hitsataan hydraulikkaöljyn jakotukki, joka on valmistettu AISI 316 L -ruostumattomasta teräksestä. Jakotukissa on jokaiselle suunnalle kaksi tuloa ja lähtöä eli yhteensä kahdeksan liitosreikää. Jakotukissa on

perälaidan puoleisella sivulla pääteliittimet kahdeksalle hydraulikkaputkelle ja ohjaussuulakkeen puoleisella sivulla kahdeksan laippaliitintä hydraulikkaletkuille. Jakotukin kiinnityksen jälkeen jakotukkiin taivutellaan sopivan mittaiset hydraulikkaputket ja hydraulikkaletkut kiinnitetään jakotukkiin sekä ohjaussylintereihin. Lopuksi hydraulikkajärjestelmän toimivuus ja tiiviys koestetaan koeponnistuksella.

Vesisuihkulaiteen ohjaussylinterien männänvarret suojataan pintamaalausta varten. Lopuksi vesisuihkulaite pintakäsitellään mustalla anti-fouling -maalilla.

5 VESISUIHKULAITTEEN KORROOSIONESTO

Korroosio on yksi yleisimmistä korjaustoimenpiteitä aiheuttavista tekijöistä vesisuihkulaitteessa. Tästä syystä korroosionesto on keskeinen osa-alue vesisuihkulaiteen kunnossapitoa ajatellen. Vesisuihkulaitteessa käytetyn ruostumattoman teräksen korroosio johtuu pääasiassa sähkökemiallisista tai kavitaation aiheuttamista korroosioreaktioista. Sähkökemiallisten korroosioreaktioiden ehkäisyyn voidaan vaikuttaa anodisella ja katodisella suojauksella sekä asianmukaisilla pinnoitteilla. Kavitaation aiheuttamaa korroosiot voidaan ehkäistä vesisuihkulaiteen optimaalisella suunnittelulla sekä ajamalla alusta oikeilla kierrosalueilla nopeuteen nähden. Tämän kappaleen alaotsikoihin on koottu tietoa vesisuihkulaiteelle mahdollisista korroosiotyypeistä.

5.1 Galvaaninen korroosio

Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaite on valmistettu pääasiassa haponkestävästä ruostumattomasta teräksestä. Koska aluksen runko on valmistettu alumiinista, muodostavat vesisuihkulaite ja aluksen runko galvaanisen parin ollessaan toistensa kanssa kosketuksissa. Tämä aiheuttaa galvaanista korroosiot epäjalommissa metallissa eli tässä tapauksessa aluksen rungossa. Tämän vuoksi vesisuihkulaiteen tulisi olla sähköisesti eristetty aluksen rungosta. Käytännössä vesisuihkulaiteen täydellinen eristäminen rungosta on kuitenkin erittäin vaikeaa.(4).

Galvaaninen eristys voidaan kuitenkin mitata yleismittarilla aluksen rungon ja vesisuihkulaiteen väliltä. Mittaus voidaan suorittaa yleismittarilla valitsemalla vastusalue(Ω) ja mittaamalla sähköinen vastus aluksen rungon ja vesisuihkulaiteen

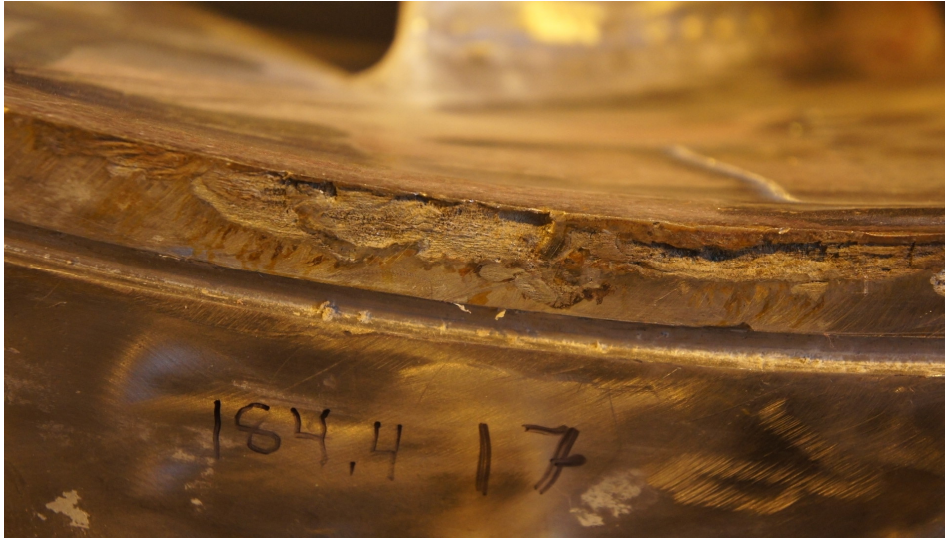
väliltä. Mitä suurempia vastusarvoja mittauksesta saadaan, sitä parempi. Mittaus tulisi suorittaa vesisuihkulaitteen akselista ja vasterenkaasta aluksen runkoon ennen purkua ja asennuksen jälkeen. (4).

5.2 Rakokorroosio

Rakokorroosiota saattaa esiintyä vesisuihkulaitteessa sellaisissa ahtaissa raoissa, joihin merivesi pääsee tunkeutumaan mutta joissa se ei pääse vaihtumaan samalla nopeudella kuin muilla teräspinnan alueilla. Tavallisimmin rakokorroosiota syntyy mm. seuraavissa tilanteissa:

1. Rakenne on muodoiltaan tai valmistustekniikaltaan sellainen, että noin 0,025–0,1 mm rakoja muodostuu meriveden kanssa kosketuksissa oleville alueille. Tällaisia rakoja syntyy helposti esimerkiksi erilaisiin pultti- ja hitsausliitoksiin.
2. Tiivisteliitoksissa ruostumattoman teräksen ja epämetallien kosketuspinnoina, mikäli esimerkiksi tiivistämiseen käytetty materiaali on vettä absorboivaa tai ei täysin peitä tiivistepintaa
3. Teräksen pinnalle on jäänyt erilaisia kiinteitä partikkeleita, esimerkiksi likaa, hiekkaa tai korroosiotuotteista muodostuneita kiinteitä saostumia.(7.)

Käyttäjän kannalta vesisuihkulaitteen rakokorroosionesto perustuu edellä mainittujen aiheuttajien poistamiseen. Koska ruostumattoman teräksen korroosionkestävyys perustuu sen passiiviseen oksidikalvoon, on se tämän vuoksi hyvin herkkä rakokorroosiolle. Rakokorroosiota aiheuttavat erityisesti kloridi-ioneja sisältävät liuokset, kuten merivesi. Rakokorroosiolle on ominaista, että liuoksen koostumus muuttuu raossa sellaiseksi, että korroosio kiihtyy. Syynä tähän ovat yleisimmin happipitoisuuserot liuoksessa, koska vähähappisemmasta alueesta muodostuu raossa anodi. Lisäksi hydrolyysireaktion seurauksena liuoksen happamuus lisääntyy, minkä vuoksi passiivinen oksidikerros muuttuu epästabiiliksi.(7.)



Kuva 17. Rakokorroosiota ohjaussiivistökammion tasopinnalla

5.3 Pistekorroosio

Pistekorroosiota esiintyy yleisesti metalleilla, joiden korroosionkestävyys perustuu suojaavaan passiivikerrokseen (esim. alumiini ja ruostumaton teräs), tai metalleilla, joiden pinnoite on perusmetallia jalompaa. Pistekorroosion esiintyminen ruostumattoman teräksen pinnoilla on tyypillistä, mikäli teräs on merivedessä. Pistesyöpymisessä ruostumaton teräs syöpyy keskitetysti ja syntyy paikallisia kuoppamaisia syvänteitä. Pistesyöpymä ei kuitenkaan yleensä etene massiivisten rakenteiden läpi, vaan useimmiten pysähtyy kuoppien saavuttaessa tietyn syvyyden.(7.)

Pistesyöpyminen saattaa saada alkunsa pinnan erilaisista heterogeenisuuksista, kuten pintakalvojen rakennevirheistä, urista (pinnankarheus), pinnalla olevista elektrolyyttipisaroista sekä esimerkiksi meriveden voimakkaista törmäyksistä metallin pintaan. Passiivikerroksessa olevien virheellisten kohtien metalli-ionit, jotka normaalisti yhdistyvät osaksi passiivikerrosta, liukenevat ja muodostavat metallikloridikomplekseja, jotka hajaantuvat edelleen. Passiivikerrokseen jää tällöin puutteellisia kohtia, minkä seurauksena metallin liukeneminen jatkuu ja pistesyöpyminen alkaa. Syöpymisen jatkuessa kloridi-ionit konsentroituvat syöpymän alueelle ja liuoksen happamuus syöpyneellä alueella lisääntyy.(7.)

Ruostumattomien terästen pistesyöpymisherkkyys riippuu liuoksen kloridipitoisuuden lisäksi oleellisesti myös monista muista tekijöistä. Teräksen elektrodipotentiaali,

liuoksen pH, lämpötila ja virtausnopeus vaikuttavat yhdessä pistesyöpymisherkkyyteen. Pistesyöpyminen alkaa, kun elektrodipotentiali ylittää ns. pistesyöpymäpotentiaaliarvon, joka on liuoksesta ja teräksen ominaisuuksista riippuvainen. Lämpötilan kohoaminen ja meriveden alhainen virtausnopeus kasvattavat myös pistesyöpymisen vaaraa. Pistesyöpymistäipumusta pyritään ruostumattomissa teräksissä vähentämään seostuksen avulla. Tehokkaimpana seosaineena vaikuttaa molybdeeni, mutta myös typpi- ja kromiseostuksella on pistesyöpymätaipumusta pienentävä vaikutus. Käyttäjä pystyy vaikuttamaan pistekorroosion ehkäisyyn käyttämällä vesisuihkulaitteita säännöllisin väliajoin sekä pitämällä niitä puhtaina liasta ja kasvustosta.(7.)

5.4 Kavitaatiokorroosio

Kavitaatiokorroosiota saattaa esiintyä vesisuihkulaitteen pumppuyksikössä, jossa nesteen virtausnopeus on suuri ja jossa esiintyy paineen vaihteluja. Paineen paikallisesta laskusta johtuen myös veden kiehumispiste laskee, minkä vuoksi nesteeseen saattaa muodostua kaasukuplia. Nestepaineen noustessa uudelleen syntyneet kaasukuplat luhistuvat, jolloin syntyy voimakkaita paineiskuja. Luhistuvat kaasukuplat saattavat aiheuttaa tuhansien N/mm^2 : ien suuruisia paikallisia paineiskuja ja voimakasta paikallista kuumenemistä. Tällöin metallin pintaa suojaava oksidikerros saattaa rikkoutua, jolloin metalli on alttiina korroosiolle. Riittävän voimakkaat paineiskut saattavat rikkoa metallipinnan myös mekaanisesti. Tällöin kyseessä on kavitaatioeroosio.(7.)

5.5 Katodinen suojaus

Rauma-luokan modernisointien yhteydessä alusten imukanavien sisäpuolelle asennetaan katodinen suojaus, joka toteutetaan potentiostaattisella sähköisellä suojausjärjestelmällä. Järjestelmän tarkoituksena on suojata vesisuihkulaitteiden imukanavia korroosioaurioilta. Molempiin imukanaviin asennetaan toisistaan riippumattomat virtapiirit, jolloin molemmille imukanaville voidaan antaa omat asetusarvonsa.(8.)

Suojausjärjestelmässä käytetään anodeina meriveteen hitaasti liukenevia metallioksidititaanianodeja (MMo/Ti), joiden käyttöikä on pitkä. Mahdollisen ylisuojausvaaran minimoimiseksi sekä mahdollisimman tasaisen potentiaalilin saavuttamiseksi

molempiin imukanaviin asennetaan kaksi kappaletta anodeja. Anodien tulee olla mahdollisimman lähellä rungon ja vesisuihkulaitteen liitoskohtaa, jossa korroosio-ongelmat ovat suurimmillaan.(8.)

Katodinen suojausjärjestelmä sisältää merivesikäyttöön tarkoitettut vertailuelektrodit, jotka mittaavat aluksen rungon potentiaalia jatkuvasti ja ohjaavat virtalähdettä annettujen säätöarvojen pitämiseksi. Molempiin imukanaviin asennetaan yksi kappale vertailuelektrodeja.(8.)

Alumiinin korroosiosuojapotentiaalin tulee olla $-850...-1100$ mV (Ag/Ag/CL). Korroosiosuoja ei saa olla negatiivisempi kuin -1100 mV, koska alumiini kestää huonosti ylisuojauspotentiaalia. Potentiaalia voidaan seurata virtalähteellä olevien mittareiden avulla. Virta-arvo säätyy automaattisesti potentiaalimittauksen mukaan, ja se voi liikkua minimi- ja maksimiarvojen välillä. Maksimi virta-arvo säädetään käyttöönoton yhteydessä mahdollisen ylisuojausvaaran poistamiseksi. Virta-arvo on noin $100 - 200$ mA satamassa ja $200 - 300$ mA meriolosuhteissa. Virta-arvo ei saa olla yli 1 A missään olosuhteissa.(8.)



Kuva 18. Katodisen suojauksen anodien liittimet imukanavan alapuolelta. Keskimääräinen liitin on tarkoitettu vertailuelektrodille

5.6 Ruostumattoman teräksen suojaaminen

Kuten edellä mainittiin, on ruostumattomalla teräksellä passiivinen oksidikerros, joka suojaa terästä korroosiolta. Romu, epäpuhtaudet, kasvusto tai paineiskut voivat

kuitenkin vaurioittaa teräksen oksidikerros paikallisesti, jolloin piste- ja rakokorroosiota saattaa esiintyä teräksen pinnoilla. Vaikka vesisuihkulaitteen materiaalina käytetty ruostumaton teräs vaatiikin melko vähän erityistä kunnossapitoa, tulee muutamia seikkoja kuitenkin ottaa huomioon, mikäli alus seisoo tai ruostumattomia teräsosia hiotaan tai hitsataan.(4.)

Kun aluksella ei ajeta pitkiin aikoihin, tulisi vesisuihkulaitetta käyttää niin, että vesi pääsee vaihtumaan kunnolla vesisuihkulaitteen sisältä. Jos oksidifilmiä jostain syystä vaurioitetaan esimerkiksi hitsaamalla, tulisi oksidikerros palauttaa passivoimalla vaurioitunut kohta. Kosketusta raudan kanssa tulee välttää; esimerkiksi teräsharjan tulisi olla ruostumatonta terästä jos sillä harjataan vesisuihkulaitteen pintoja, koska rautapartikkelit muodostavat ruostetta ruostumattoman teräksen pinnoille. Tämä saattaa aiheuttaa korroosiota vesisuihkulaitteessa.(4.)

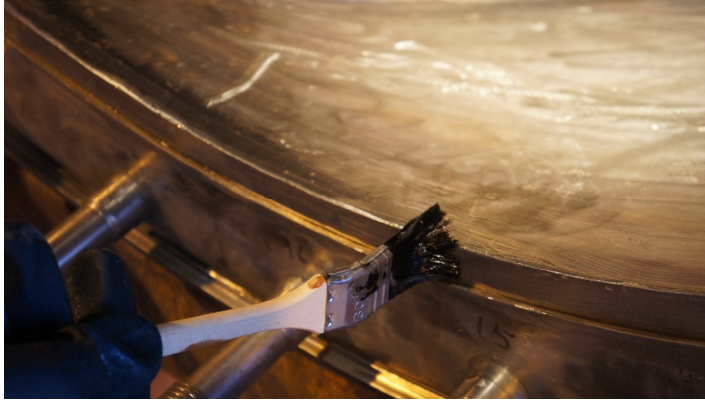
5.6.1 Ruostumattoman teräksen passivointi

Mikäli vesisuihkulaitetta hitsataan, tulisi hitsattava alue puhdistaa perusteellisesti rasvasta, öljystä ja epäpuhtauksista, jotka saattavat vaikuttaa hitsaussauman koostumukseen. Hitsatut kohdat tulee puhdistaa tarkoin myös ennen ja jälkeen passivoinnin. Tällä varmistetaan ruostumattoman teräksen maksimaalinen korroosionkestävyys. Hitsauksen tai hiomisen jälkeen roiskeet, pöly ja hitsauksesta aiheutuneet epäpuhtaudet tulee poistaa. Passivoinnilla pyritään vaikuttamaan pääasiassa muutamaa tärkeään tekijään(4.)

Rautapartikkelien täydelliseen poistoon ruostumattoman teräksen pinnalta, mikäli pinta on jostain syystä joutunut kosketuksiin raudan kanssa. Rautapartikkelit aiheuttavat ruosteen muodostumista ruostumattoman teräksen pinnoille.(4.)

Hitsauksessa muodostunut korkean lämpötilan oksidikalvo pyritään poistamaan sekä palauttamaan hydratoitu oksidikerros, mikä palauttaa ruostumattoman teräksen korroosionkestävyyden optimaaliselle tasolle.(4.)

Peittaus tapahtuu levittämällä peittaustahnaa ruostumattoman teräksen pinnalle ja pesemällä se vedellä pois n. 30 - 60 min kuluttua. Passivointi tehdään peittauksen jälkeen passivointinestettä levittämällä. Passivointinesteen annetaan vaikuttaa n. 15 min, minkä jälkeen se pestään huolellisesti pois suurella määrällä vettä. (4.)



Kuva 19. Peittaustahnaa levitetään ohjaussiivistökammion korjatulle tasopinnalle

5.7 Vesisuihkulaitteen pintakäsittely

Oikeanlaisella pinnoitteella pyritään pienentämään vesisuihkulaitteen korroosioalttiutta sekä merikasvuston kiinnittymistä vesisuihkulaitteen pinnoille. Peruskorjauksen yhteydessä vesisuihkulaite pintakäsitellään uudelleen ja samoin tehdään myös luokitushuollon yhteydessä. Pintakäsittely pitää sisällään hiekkapuhalluksen luonnonhiekalla, pohjamaalauksen sekä pintamaalauksen. Tarkempi erittely pintakäsittelystä löytyy peruskorjausohjeesta (liite2).

6 HAVAINTOJA VESISUIHKULAITTEESTA

Talvella 2011 suoritetuissa Riva Calzoni IRC 115:n peruskorjauksissa tuli ilmi, että vesisuihkulaitteisto oli melko huonossa kunnossa. Pitkän seisontajakson seurauksena vesisuihkulaitteen sisäpinnoille oli kertynyt reilusti merikasvustoa. Myös korroosioauriot olivat merkittäviä ja kulutusosat melko kuluneita. Tästä huolimatta Upinniemen korjaamo ja Patria onnistuivat peruskorjaustyössä hyvin. Peruskorjaus sisälsi lisäksi muutostöitä, jotka perustuivat pitkälti Hamina-luokalla toimiviksi osoittautuneisiin ratkaisuihin. Tämän vuoksi ratkaisut liitettiin myös osaksi Rauma-luokan alusten vesisuihkujärjestelmiä. Ennen muutostöitä Rauma-luokalla käytössä olevat Riva Calzoni IRC 115:t ovat olleet selkeästi epävarmempia muutostöitä koskevilla osa-alueilla verrattuna Hamina-luokalla käytössä olevaan KaMeWa 90 S II:een. Tulevaisuutta ajatellen olisi suotavaa, että korroosionsuojaukseen kiinnitettäisiin erityistä huomiota. Kehitettävää olisi esimerkiksi vesisuihkulaitteen eristämisessä aluksen rungosta galvaanisen korroosion minimoimiseksi.

Vesisuihkulaitteen huolto-ohjeistus on alunperinkin ollut melko suurpiirteinen, eikä erityistä peruskorjausohjetta ole ollut olemassa. Valmistajat ja käyttäjät ovat vuosien saatossa vaihtuneet useaan otteeseen, ja tästä johtuen myös ohjeistuksesta on tullut vaikeaselkoista. Nykyisin Riva Calzoni on Wärtsilän omistuksessa, joten Wärtsilä toimittaa laitteeseen myös varaosia. Peruskorjaustyötä suorittavan organisaation kannattaa mahdollisuuksien mukaan harkita joidenkin vara-osien, kuten laakeriholkkien ja tiivisteiden, tekemistä itse. Näin peruskorjaustyöstä selvittää mahdollisesti kustannustehokkaammin.

Liitteenä oleva peruskorjausohje tehtiin suurelta osin käytännön esimerkkien pohjalta peruskorjaustöiden yhteydessä. Peruskorjausohjeen merkitys korostuu silloin, kun laitteisto ei ole entuudestaan tuttu. Upinniemen korjaamalla kyseisestä vesisuihkulaitteistosta oli kuitenkin jo monien vuosien kokemus sekä tarvittava välineistö työn suorittamiseksi. Tämä oli hyvä lähtökohta täydentää vesisuihkulaitteiston huolto-ohjeistusta.

LÄHTEET

1. 6.Ohjuslaivueen esittely. ppt. 2006. Merivoimat, sisäistä materiaalia.
2. Rauma-luokan peruskorjaus(RMA-MLU). ppt. 2010. Merivoimat sisäistä materiaalia.
3. Matusiak, J. 2006. Johdatus kuljetusvälinetekniikkaan. TKK. Saatavissa: http://www.tkk.fi/Yksikot/Laiva/Opinnot/Kurssit/vanhat/Kul-24.3000/KVTP_hydrodynamiikka.pdf (viitattu 23.5.2011)
4. Lips jets operations and maintenance manual LJ 115 DX
5. Jet pilot ohjausjärjestelmän käsikirja. Hollming Oy elektroniikka.
6. Rauma lk ohjusveneiden takaisinkytkentäjärjestelyn muutos. Rolls Royce.
7. EDU.fi, Ammatillisen koulutuksen verkko-oppimateriaalit. saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_f2_korroosionesto_esiintymismuodot.html (viitattu 23.5.2011)
8. Katodisen suojauksen virtalähde 2045. Tekimet Oy. 1998

Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteen huolto luokitustelakoinnissa	
Vesisuihkulaitteen ja aluksen rungon välinen liitos	<ul style="list-style-type: none"> - Galvaaninen erotusmittaus ennen purkua ja asennuksen jälkeen - Eristimet - Korroosio - Pultit ja kierteet
Vesisuihkulaitteen runko	<ul style="list-style-type: none"> - Mekaaninen kunto - Kavitaatio-/korroosiovauriot - Pinnoitteen kunto
Juoksupyörä	<ul style="list-style-type: none"> - Kavitaatio-/korroosiovauriot - Mekaaniset vauriot - Särötarkastus siipien juuresta
Akseli	<ul style="list-style-type: none"> - Korroosio - Laakerikaulat, pinta ja pyöreys - Tiivistepinta - Särötarkastus juoksupyörän molemminpuolin
Napa ja ohjaussiivistö	<ul style="list-style-type: none"> - Kavitaatiojäljet - Mekaaniset vauriot - Korroosio - Vesikanavat
Tukilaakeri	<ul style="list-style-type: none"> - Välysmittaus - Pyöreys - Pinnan kuluneisuus - Laakerin kiinnittyminen pesään
Ohjaussuulake ja suunnanvaihtolaite	<ul style="list-style-type: none"> - Laakerivälykset - Nivelten kunto - Korroosio ja mekaaninen kunto

Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteen huolto luokitustelakoinnissa	
Hydrauliikka	<ul style="list-style-type: none">- Sylintereiden korroosio ja mekaaninen kunto- Kiinnitykset- Letkujen, putkien ja liittimien kunto- Koeponnistus- Toimintakoe
Imukanava	<ul style="list-style-type: none">- Pinnoitteen kunto- Korroosio- Säröt (sisältä ja irronneen pinnoitteen alueella)
Akselitiiviste	<ul style="list-style-type: none">- Vesitiivisteiden uusinta- Tiivistepinnan tarkastus ja tarvittaessa kiilloitus- Painelaakerin öljytiivisteiden toiminnan tarkastus ennen telakointia ja uusinta tarvittaessa

RIVA CALZONI IRC 115:N PERUSKORJAUSOHJE

SISÄLLYS

1 VESISUIHKULAITTEISTON PURKU	4
1.1 Hydrauliiikkaöljyjen tyhjennys hydrauliiikkaletkuista ja työsylinteristä	4
1.2 Hydrauliiikkaletkujen ja -putkien irrotus	4
1.3 Ohjaussuulakkeen ohjaussylinterien niveltappien irrotus	5
1.4 Ohjaussylinterien irrotus	6
1.5 Ohjaussuulakkeen alapuolisen niveltapin lukituksen irrotus	7
1.6 Ohjaussuulakkeen alapuolisen niveltapin ulosveto	8
1.7 Ohjaussuulakkeen yläpuolisen niveltapin ulosveto	10
1.8 Ohjaussiivistökammion ja ohjaussuulakkeen irrotus erilleen	10
1.9 Suunnanvaihtolaitteen kääntövarsien irrotus	11
1.10 Suunnanvaihtolaitteen akselin laakeripesän ulosveto	12
1.11 Suunnanvaihtolaitteen irrotus	13
1.12 Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterien purku	14
1.13 Suulakkeen ohjaussylinterien purku	17
1.14 Ohjaussuulakkeen niveltappien laakerirasvapatkujen poisto	20
1.15 Impellerin irrotus akselista ja särötarkastus	21
1.16 Painelaakeriyksikön irrotus ja purku	22
1.17 Tukilaakerin irrotus	23
2 VEISUIHKULAITTEISTON PUHDISTUS- JA TARKASTUSTYÖT	24
2.1 Osien puhdistus ja merikasvillisuuden poisto	24
2.2 Ohjaussiivistökammion särötarkastus	28
2.3 Hiekkapuhallettavien osien suojaus	30
2.4 Ohjaussiivistökammion pulttien venymän mittaus	32
2.5 Ohjaussiivistökammion suojaus	32
2.6 Vesisuihkulaitteiston hiekkapuhallus ja pohjamaalaus	33
2.7 Kierteiden puhdistus	35
2.8 Ohjaussuulakkeen ylä- ja alaniveltapin laakeriholkin irrotus	36
3 KORJAUKSET JA KOKOONPANO	37
3.1 Ohjaussuulakkeen ylä- ja alaniveltapin laakeriholkkien asennus	37

3.2	Suunnanvaihtolaitteen laakereiden irrotus ja asennus	39
3.3	Ohjaussyinterien laakeriholkkien irrotus ja asennus	40
3.4	Ohjaussuulakkeen niveltapin laakeriholkkien rasvausputkien valmistus	41
3.5	Syöpymien poisto	43
3.6	Syöpyneiden kohtien korjaushitsaus MIG-hitsauslaitteella	44
3.7	Peittäus	45
3.8	Ohjaussuulakkeen asennus	46
3.9	Ohjaussuulakkeen ylemmän niveltapin asennus	47
3.10	Ohjaussuulakkeen alemman niveltapin asennus	50
3.11	Muutostyö ylemmän niveltapin lukitusrenkaaseen	51
3.12	Suunnanvaihtolaitteen asennus	53
3.13	Suunnanvaihtolaitteen kääntövarsien asennus	54
3.14	Suunnanvaihtolaitteen ohjaussyinterien kokoonpano	56
3.15	Ohjaussuulakkeen ohjaussyinterien kokoonpano	61
3.16	Ohjaussyinterien asennus	65
3.17	Hydrauliikkaletkujen jakotukkimodifikaatio sekä hydrauliikkaputkien ja -letkujen kiinnitys	68
3.18	Hydrauliikkajärjestelmän koeponnistus	72
3.19	Suojaus ja pintamaalaus	73
3.20	Impellerin asennus akseliin	74
3.21	Akselin ja impellerin tasapainotus	75
4	VESISUIHKULAITTEEN ASENNUS	75
4.1	Impellerin sovite- ja vasteterenkaan asennus	75
4.2	Akselin ja impellerin asennus	76
4.3	Ohjaussiivistökammion ja -ohjaussuulakkeen asennus	78

1 VESISUIHKULAITTEISTON PURKU

1.1 Hydrauliiikkaöljyjen tyhjennys hydrauliiikkaletkuista ja työsylintereistä

Molemmat vetolaitteet merkitään stanssaamalla laitteeseen joko SB tai BB. Myös kaikki työsylinterit merkitään stanssatuilla levyillä, jotta ne asennetaan samoihin paikoihin. Merkitsemisen jälkeen hydrauliiikkaletkut otetaan irti ohjaussylintereistä.



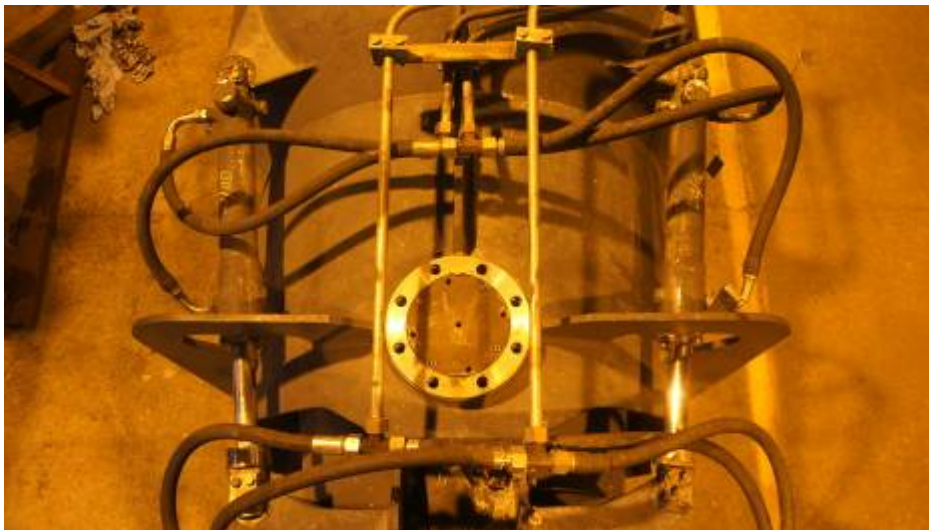
Kuva 1. Hydrauliiikkaletkuista ja ohjaussylintereistä valutetaan hydrauliiikkaöljyt astiaan

1.2 Hydrauliiikkaletkujen ja -putkien irrotus

Hydrauliiikkaletkut irrotetaan yhtenä nippuna avaamalla suulakkeen päällä olevat putkikiinnikkeet 13 mm kiintoavaimella. Tämän jälkeen letkut ja putket ovat poistettavissa yhtenä nippuna.



Kuva 2. Hydrauliiikkaputket ja -letkut ennen irrotusta



Kuva 3. Hydrauliiikkaputket ja -letkut ennen irrotusta ylhäältäpäin kuvattuna

1.3 Ohjaussuulakkeen ohjaussylinterien niveltappien irrotus

Varmistuslangat ja kolmella pultilla oleva lukituslevy avataan niveltapin päältä. Tämän jälkeen kierretanko kierretään niveltappiin ja niveltappi vedetään ulos kierretankoon kiinnitettävällä liukuvasaralla. Edellä mainitulla tavalla irroitetaan jokainen ohjaussylinterin niveltappi.



Kuva 4. Ohjaussylintereistä irrotetaan niveltapit liukuvasaran avulla.

1.4 Ohjaussynterien irrotus

Ohjaussynterit irrotetaan nosturia apuna käyttäen. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussynteriin tehdään nostoliinasta hirttolenkki ja se kiinnitetään nosturiin ennen niveltappien irrottamista, jotta ohjaussynteri jäisi ilmaan, kun niveltapit on irrotettu.



Kuva 5. Nostoliina on kierretty suunnanvaihtolaitteen ohjaussynterin ympärille ja kiinnitetty nosturiin. Tämän jälkeen ohjaussynteriä kannattelevat niveltapit voidaan irrottaa.



Kuva 6. Irrotettuihin ohjaussylintereihin tehdään paikkamerkintä.

1.5 Ohjaussuulakkeen alapuolisen niveltapin lukituksen irrotus

Ohjaussuulakkeen alapuolinen niveltappi on lukittu lukitustapilla vetolaitteen sisään. Lukitustappi on varmistettu lukitustapin edessä olevalla M8-pultilla, joka irrotetaan. Lukitustappi irrotetaan kiinnittämällä liukuvasara M8-kierretangolla lukitustappiin ja vetämällä ulos.



Kuva 7. Ohjaussuulakkeen alapuolisen niveltapin lukitustapin irrotus liukuvasaran avulla.

1.6 Ohjaussuulakkeen alapuolisen niveltapin ulosveto

M12-kierretanko kiinnitetään niveltapissa olevaan kierteseen. Kierretangon läpi viedään ulosvetoholkki ja hydraulinen puristin, jotka kiinnitetään aluslevyllä ja mutterilla hydraulisen puristimen päähän. Hydraulinen puristin liitetään toimilaitteeseen. Lopuksi niveltappi vedetään ulos.



Kuva 8. Ohjaussuulakkeen alapuoliseen niveltappiin kiinnitetään kierretanko, jonka väliin tulee hydraulinen puristin sekä ulosvetoholkki.



Kuva 9. Suulakkeen alapuoliseen niveltappiin on kiinnitetty ulosvetoholkki ja hydraulinen puristin.



Kuva 10. Niveltapin ulosveto. Kuvassa hydraulisen puristimen toimilaite on kiinnitettyinä hydraulipuristimeen.

1.7 Ohjaussuulakkeen yläpuolisen niveltapin ulosveto

4 kpl lukitsevia kuusiokoloruuveja irrotetaan niveltapin päältä. Muuten yläpuolinen niveltappi vedetään ulos samaan tapaan kuin alapuolinen niveltappi.



Kuva 11. Suulakkeen ylemmän niveltapin poisto hydraulisella puristimella

1.8 Ohjaussiivistökammion ja ohjaussuulakkeen irrotus erilleen

Nostoketjut kiinnitetään suunnanvaihtolaitteen ohjaussylintereiden kiinnistyskorvakkeiden ympärille, jotka sijaitsevat suulakkeen keskiosassa. Tämän jälkeen kiinnitetään ohjaussuulakkeen yläosaan nostotalja, jolla voidaan tarpeen mukaan korjata ohjaussuulakkeen asentoa irrotukseen sopivaksi. Ohjaussuulakkeen alla olevaa pukia lasketaan niin, että ohjaussuulake jää ilmaan nosturin varaan. Tämän jälkeen ohjaussuulake on valmis irrotettavaksi ohjaussiivistökammioista.



Kuva 12. Ohjaussuulakkeen irrotus ohjaussiivistökammioista nosturin avulla

1.9 Suunnanvaihtolaitteen kääntövarsien irrotus

Molempien kääntövarsien pyöreät päätylevyt avataan 13 mm kiintoavaimella. Tämän jälkeen kääntövarren lukitustappi vedetään ulos liukuvasaralla. Lukitustappien irrotuksen jälkeen kääntövarret ovat irroitettavissa. Mikäli kääntövarret ovat tiukassa, irrotetaan ne kuparilekan ja alumiinikiilan avulla.



Kuva 13. Suunnanvaihtolaitteen kääntövarsista irrotetaan pyöreä päätykansi.



Kuva 14. Suunnanvaihtolaitteen kääntövarsi on lukitustapeilla kiinni akselissa.



Kuva 15. Suunnanvaihtolaitteen kääntövarren lukitustapit irrotetaan liukuvasaralla. Lukitustapit ovat numeroituja, joten ne tulee asentaa taklaisin samoihin paikkoihin, joista ne on irrotettu.

1.10 Suunnanvaihtolaitteen akselin laakeripesän ulosveto

Kuusiokolopultit irroitetaan laakeripesän kehältä 14 mm kuusiokolo-avaimella, minkä jälkeen laakeripesä voidaan vetää ulos kahta M12-ulosvetopulttia kiertäen. Laakeripesän irroituksessa on mahdollisesti käytettävä myös alumiinikankea.



Kuva 16. Kääntövarren irrotuksen jälkeen suunnanvaihtolaitteen laakeripesän kuusiokolopultit irrotetaan 14 mm kuusiokoloavaimella.



Kuva 17. Kehän pulttien irrotuksen jälkeen laakeripesä vedetään ulos kahta ulosvetopulttia kiertämällä.

1.11 Suunnanvaihtolaitteen irrotus

Suunnanvaihtolaitteen levyyn kiinnitetään kaksi sakkelia, joihin nostokoukut tulevat kiinni. Suunnanvaihtolaitelaite irrotetaan nostamalla varovasti suunnanvaihtolevyä ulos suulakkeen sisältä.



Kuva 18. Suunnanvaihtolaitteen irrotus suulakkeesta nosturin avulla

1.12 Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterien purku

Sylinteri nostetaan ruuvipenkkiin ja siitä valutetaan hydraulikkaöljyt ulos. Männenvarren silmästä (etuhaarukka) poistetaan pidätinruuvi 4 mm kuusiokoloavaimella, minkä jälkeen männenvarren silmäke voidaan poistaa pitämällä männenvarresta 46 mm avaimella vastaan ja kääntämällä haarukkaa. Tämän jälkeen poistetaan jäänmurtorengas ja suojakansi irrottamalla pultit. Suojakansi vedetään ulos kiinnittämällä liukuvasara suojakannen kehällä oleviin kierteisiin. Lukitusrengas, joka on kolmessa osassa, irrotetaan ruuvitaltalla. Mäntä irrotetaan ja männen päästä poistetaan potentiometri irrottamalla lukkorengas. Tiivisteet poistetaan.



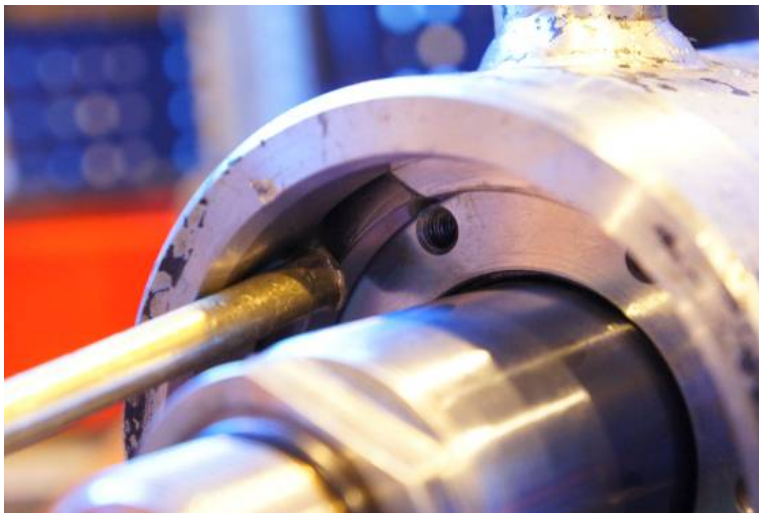
Kuva 19. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinteri on kiinnitetty ruuvipenkkiin. Hydraulikkaöljyt tyhjennetään alla olevaan kaukaloon.



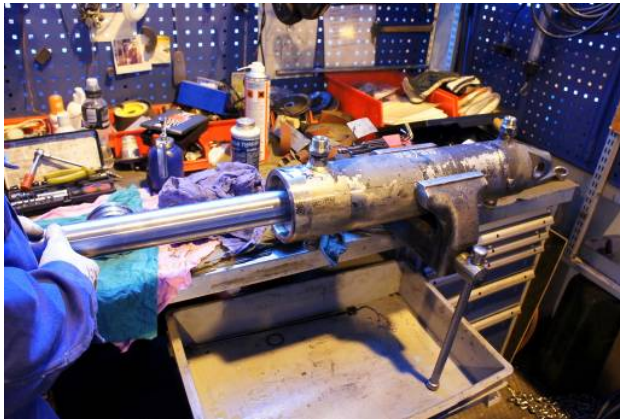
Kuva 20. Männänvarren haarukka ja jäänmurtorengas irrotetaan.



Kuva 21. Ohjaussylinterin suojakansi irrotetaan.



Kuva 22. Suojakannen irrotuksen jälkeen kolmiosainen lukitusrenkas poistetaan ohjausholkin edestä.



Kuva 23. Mäntä vedetään ulos ohjausholkin irrotuksen jälkeen.



Kuva 24. Männän päästä irrotetaan lukkorengas lukkorengaspihdeillä ja sen takana oleva takaisinkytkennän potentiometri poistetaan. Myös männän tiivisterenkaat irrotetaan.

1.13 Suulakkeen ohjaussylinterien purku

Ohjaussylinteri kiinnitetään ruuvipenkkiin ja hydraulioöljyt valutetaan ulos.

Männänvarren silmäkeosan päästä irrotetaan pidätinruuvi 4 mm kuusiokoloavaimella ja silmäkeosa kierretään männänvarresta pois. Jäänmurtorenaan kuusiokoloruuvit avataan 8 mm kuusiokoloavaimella. Ohjausholkki irrotetaan vääntämällä lenkkiavaimella ja pitämällä haka-avaimella sylinteristä vastaan. Lopuksi mäntä vedetään ulos. Tiivisteet poistetaan ja uusitaan.



Kuva 25. Pidätinruuvi irrotetaan männänvarren silmäkekappaleesta.



Kuva 26. Jäänmurtorengas irrotetaan kuusiokoloavaimella.



Kuva 27. Männänvarren ohjausholkki irrotetaan kiertämällä sopivan kokoisella lenkkiavaimella vastapäivään. Lenkkiavaimessa (punainen avain) on reikä, jonka läpi laitetaan lukitustappi ohjausholkissa olevaan reikään. Haka-avaimella pidetään vastaan.



Kuva 28. Suulakkeen ohjaussylinteri, josta mäntä on irrotettu



Kuva 29. Takaisinkytkennän potentiometri poistetaan männän päästä eikä sitä enää asenneta takaisin paikoilleen. Takaisinkytkentä muutetaan toisenlaiseksi.



Kuva 30. Vaurioitunut suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterin männänvarsi. Vaurioituneet männänvarret on pinnoitettava uudelleen.

1.14 Ohjaussuulakkeen niveltappien laakerirasvapatkien poisto

Laakerirasvapatket katkaistaan kulmahiomakoneella. Työssä on vältettävä vaurioittamasta tarpeettomasti ohjaussuulaketta.



Kuva 31. Suulakkeesta poistetaan niveltapin laakerirasvaputket kulmahiomakoneella.

1.15 Impellerin irrotus akselistä ja särötarkastus

Impellerin suhteellisen suuresta massasta johtuen (735 kg), impelleri irrotetaan akselistä akselin ollessa pystysuoraan asennettuna. Tällä pyritään minimoimaan kiinnileikkautumisen vaara, koska vaakatasossa tapahtuvassa ulosvedossa akselin pintaan kohdistuva voima nousisi kohtuuttoman suureksi. Pystyasennossa tapahtuvassa ulosvedossa impellerin pitäisi irrota akselistaan suhteellisen pienellä voimalla (2-5 tonnin vedolla). Impellerin lämmittämistä irrotusvaiheessa tulisi kuitenkin välttää, koska tämä saattaa vain edesauttaa kiinnileikkautumista. Irrotuksen yhteydessä saattaa akselin pinnoille tulla kiinnileikkautumisesta johtuvia vaurioita, jotka hiotaan pois, mikäli ne ovat pieniä. Mahdollisesti akselia joudutaan kuitenkin pinnoittamaan uudelleen, jos kiinnileikkautumat ovat suuria. Impellerin irrotuksen jälkeen akselin päittäislaakeria sekä impelleriä vasten tulevat kaulukset tarkastetaan tunkeumavärillä säröjen varalta.



Kuva 32. Akselille on tehty lattiaan reikä, jossa on tuki akselin pitämiseksi pystyasennossa. Akselin pään ja ulosvetoraudan väliin laitetaan hydraulinen puristin impellerin ulosvetoa varten.(kuva: Patria)



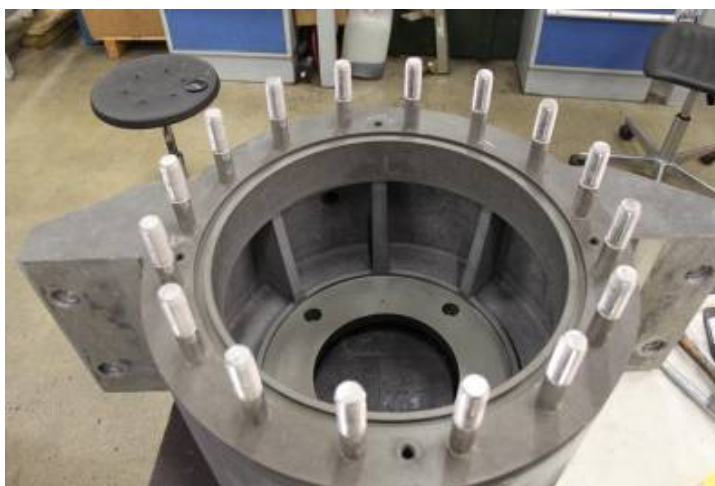
Kuva 33. Impelleri on irrotettu hydraulipuristimen avulla akselilta.(kuva: Patria)

1.16 Painelaakeriyksikön irrotus ja purku

Painelaakeriyksikkö irrotetaan aluksen sisältä akselin irrotuksen yhteydessä. Akseli tuetaan sopivasta kohtaa niin, että akselin paino ei kohdistu painelaakeriyksikön sisällä olevia laakereita vasten. Öljyt valutetaan ulos sekä öljyputket irrotetaan.

Kansilaippa ja huulitiiviste irrotetaan kytkimen puolelta. Painelaakeriyksikön kiinnityspultit irrotetaan pedistä. Painelaakeriyksikköön kiinnitetään nostolenkki ja nostotalja, minkä jälkeen akselin päähän laitetaan kiinnileikkautumisenestoainetta. Painelaakeriyksikköä vedetään ulospäin, kunnes se irtoaa akselin päästä.

Korjaamalla painelaakeriyksiköstä poistetaan pultit ja kotelon kansi. Kannenpoiston jälkeen säteis- ja aksiaalirullalaakerit sekä tiivisteet ja jouset poistetaan. Painelaakeriyksikkö puhdistetaan ja tarkastetaan vaurioiden varalta.



Kuva 34. Painelaakeripesä irrotettuna ja purettuna(kuva: Patria)

1.17 Tukilaakerin irrotus

”Tukilaakerihylsy” irrotetaan akselin irrotuksen yhteydessä akselin päästä. Tukilaakerina käytetään vesivoideltua Thordon-tyyppistä tukilaakeria, joka on kiinni ohjaussiivistökammiossa. Vanhat laakerit poistetaan ”laakerihylsystä”. Mikäli laakerin ulkokuori on metallia, onnistuu vanhan laakerin irrotus puristimella painamalla. Toinen vaihtoehto on, että laakeri on komposiittia; tällöin se joudutaan mahdollisesti poistamaan sorvaamalla.



Kuva 35. Thordon-laakeri irrotuksen jälkeen (kuva: Patria)



Kuva 36. Laakerihylsyn sisästä irrotetaan metalli- tai komposiittikuorinen Thordon-tyyppinen kumilaakeri. (kuva: Patria)

2 VEISUIHKULAITTEISTON PUHDISTUS- JA TARKASTUSTYÖT

2.1 Osien puhdistus ja merikasvillisuuden poisto

Ohjaussiivistö, ohjaussuulake ja suunnanvaihtolaite puhdistetaan sisäpinnoilta kulmahiomakonetta sekä paineilmakäyttöisiä hiomakoneita käyttäen. Hiomalaikkoina käytetään bristle-laikkaa sekä erilaisia viimeistelylaikkoja. Työssä on käytettävä raitisilmasuodatinmaskia sekä suoja-asusteita, koska työssä syntyy paljon pölyä ja bristle-laikasta irtoaa teräviä piikkejä suurella nopeudella.

Vaihtoehtoisena puhdistusmenetelmänä voidaan käyttää myös ”näkinpoisto kemikaalia”, joka koostuu erilaisista hapoista. Tällöin pölyä ei synny, mutta kemikaali on pestävä painepesurin avulla pois vesisuihkulaitteen pinnoilta.



Kuva 37. Ohjaussiivistökammio ennen ”näkin” eli merirokon poistoa. Pitkä seisontajakso on aiheuttanut merikasvuston muodostumista ohjaussiivistökammion pinnoille.

Imuputken sisään tuleva impellerin ja impuputken välinen holkki puhdistetaan. Myös ohjaussiivistökammion ja peräpeilin väliin tuleva vasterengas puhdistetaan.



Kuva 38. Imukanavan sisään tuleva väliholkki ja peräpeiliä vasten tuleva vasterengas puhdistetaan.



Kuva 39. Myös ohjaussuulakkeessa on paljon merirokkoa. Suurimmat epäpuhtaudet voidaan aluksi poistaa kaavarilla ja imurilla.



Kuva 40. Kovasti kiinni oleva merirokko poistetaan suulakkeen pinnoilta kulmahiomakoneella. Kuvassa näkyy kulmahiomakone, jossa on kiinni bristle -laikka, joka koostuu muovisista piikeistä.



Kuva 41. Ohjaussiivistökammion puhdistyöt. Puhdistajan on käytettävä raitisilmasuodatinmaskia.



Kuva 42. Ohjaussuulakkeen sisäpinnat on puhdistettu merirokosta.

2.2 Ohjaussiivistökammion särötarkastus

Tunkeumaväriä (CRC CRICK 120 tai vastaava) sumutetaan ohjaussiivistön napaan sekä siivistön juuressa oleviin saumakohtiin ja annetaan vaikuttaa n. 30 min, minkä jälkeen CRICK 120 pyyhitään pois ja pinnoille sumutetaan CRC CRICK 130:tä, niihin kohtiin joihin CRICK 120- tunkeumaväriä on sumutettu. CRICK 130 paljastaa säröt, mikäli niitä on. Tunkeumavärit voidaan pestä vedellä pois.



Kuva 43. Tunkeumaväriä suihkutetaan ohjaussiivistön saumakohtiin.



Kuva 44. Tunkeumavärin annetaan vaikuttaa ohjaussiivistössä n. 30 min.



Kuva 45. Kun tunkeumaväri CRICK 120: n on annettu vaikuttaa n. 30 min, se pyyhitään pois, ja päälle suihkutetaan CRICK 130: tä, joka paljastaa mahdolliset säröt. Lopuksi tunkeuma väri pestään vedellä.

2.3 Hiekkapuhallettavien osien suojaus

Ennen hiekkapuhallusta ja maalausta suojataan ohjaussiivistökammio ja ohjaussuulakkeen niveltapin reikä, suunnanvaihtolaitteen kääntövarsi sekä suunnanvaihtolaitteen laakeripesät.



Kuva 46. Ohjaussiivistökammioista suojataan ohjaussuulakkeen niveltappien reiät hiekkapuhallukselta ja pohjamaalaukselta.



Kuva 47. Suunnanvaihtolaitteen laakeripesän sisäpintojen suojaus teipillä. Vanha laakeriholkki jätetään tässä vaiheessa vielä laakeripesään.



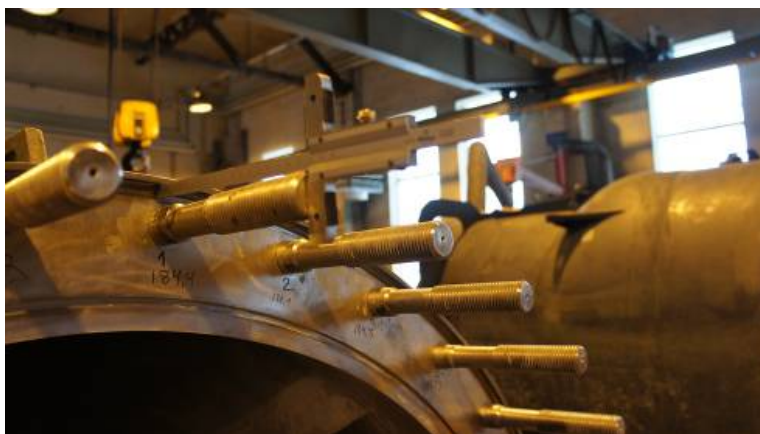
Kuva 48. Suunnanvaihtolaitteen kääntövarret suojataan.



Kuva 49. Suunnanvaihtolaitteen pesä suojataan teipillä. Myös suunnanvaihtolaitteen laakeripesän ohjuritappien reiät suojataan letkun pätkillä.

2.4 Ohjaussiivistökammion pulttien venymän mittaus

Pulttien venymä mitataan työntömitalla ja arvot merkitään mittapöytäkirjaan, jotta niitä voidaan verrata aikaisempiin arvoihin.



Kuva 50. Mitat otetaan ohjaussiivistökammion tasopinnasta pultin kärkeen ja merkitään pöytäkirjaan.

2.5 Ohjaussiivistökammion suojaus

Ohjaussiivistökammio suojataan hiekkapuhallusta ja maalausta varten pyöreällä alumiinilevyllä, jonka kehälle on porattu 32 reikää pinnapulttien läpivientiä varten. Pinnapultit suojataan letkun pätkillä ja putkilla, joiden päähän kiinnitetään M30-mutterit suojalevyn kiinnittämiseksi.



Kuva 51. Ohjaussiivistökammion sisäpinnat on suojattu hiekkapuhallukselta ja pohjamaalaukselta. Ohjaussiivistökammio kiinnitetään pukkiin kuormaliinoilla kuljetusta varten.

2.6 Vesisuihkulaitteiston hiekkapuhallus ja pohjamaalaus

Ohjaussiivistökammio ja ohjaussuulake hiekkapuhalletaan luonnonhiekkalla, jonka raekoko on 0,5 mm-1,2 mm. Tämän jälkeen vesisuihkulaitteisto pohjamaalataan ruiskulla kahta eri pohjamaalia käyttäen. Ensimmäiseksi ulkopinnoille maalataan Internationalin Intershield 300 ENA301/ENA303 aluminium tai vastaava ja tämän päälle maalataan Internationalin Intergard 263 FAJ034/FAA262 gray tai vastaava.

Intershield 300 on kaksikomponenttinen epoksimaali, jota käytetään erityisesti laivojen uudisrakennusmaalauksessa. Se soveltuu sekä vedenalaisille että veden yläpuolisille pinnoille. Maali on kulutusta kestävä ja se voidaan päällemaalata epoksi- ja polyuretaanipintamaaleilla. Sitä voidaan käyttää myös alhaisissa lämpötiloissa.

Intergard 263 on epoksimaali, jota käytetään maksimaalisen tartunnan varmistajana mm.Intertuf 262 ja antifoulingmaalien välissä. Maalia voidaan käyttää myös laivan ulkosivulla.



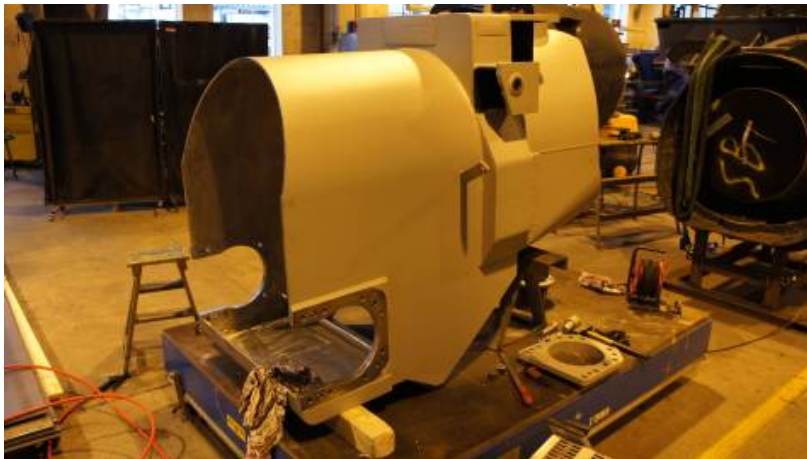
Kuva 52. Ohjaussiivistökammion hiekkapuhallus



Kuva 53. Ohjaussuulake hiekkapuhallettuna



Kuva 54. Kääntövarret hiekkapuhallettuina ja pohjamaalattuina



Kuva 55. Ohjaussuulake pohjamaalattuna

2.7 Kierteiden puhdistus

Suunnanvaihtolaitteen laakeripesän kierteet puhdistetaan 16 mm kierretapilla. Kitkan pienentämiseksi puhdistuksessa on hyvä käyttää leikkuutahnaa.

Ohjaussiivistökammion pinnapultit puhdistetaan pyörivällä ruostumattomalla teräsharjalla.



Kuva 56. Kierteet puhdistetaan M16- kierretapilla



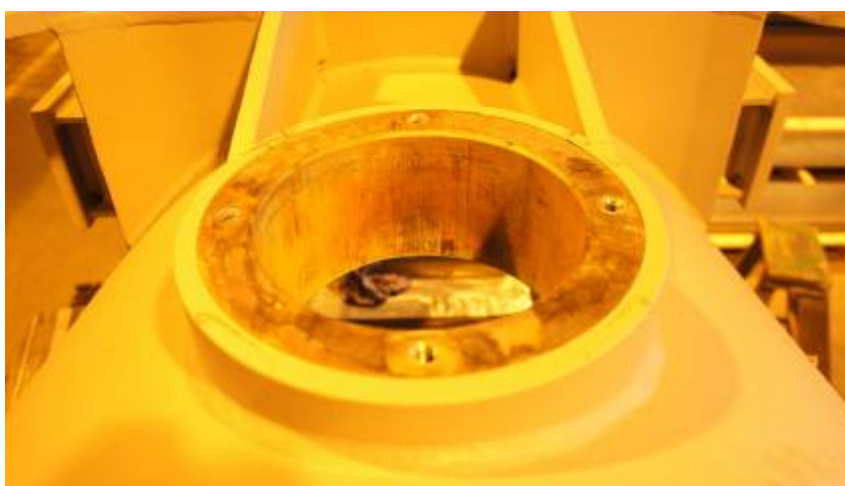
Kuva 57. Ohjaussiivistökammion pinnapulttien puhdistus pyörivällä ruostumattomalla teräsharjalla

2.8 Ohjaussuulakkeen ylä- ja alaniveltapin laakeriholkin irrotus

Ohjaussuulakkeen niveltapin laakeriholkki irrotetaan hydraulipuristimen ja kierretapin avulla. Lisäksi tarvitaan ulosvetojalusta sekä sopivan kokoiset aluslevyt ja mutterit laakeriholkin vetämiseksi ulos. Huom. vanhat laakeriholkit kannattaa irrottaa vasta, kun hiekkapuhallus ja pohjamaalaus on tehty, koska vanhat laakerit suojaavat laakeripesiä hiekkapuhalluksen ja pohjamaalauksen yhteydessä.



Kuva 58. Suulakkeen laakeriholkin ulosveto hydraulipuristimen avulla. Hydraulipuristin asetetaan jalustalle ja sen läpi viedään kierretanko, joka on kiinnitetty mutterilla ja aluslevyillä laakerin alapuolelle ja puristimen yläpuolelle.



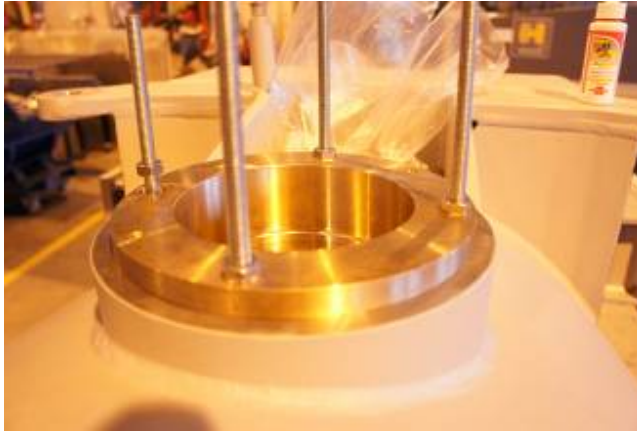
Kuva 59. Ohjaussuulakkeen niveltapin laakeripesä, josta laakeriholkki on poistettu

3 KORJAUKSET JA KOKOONPANO

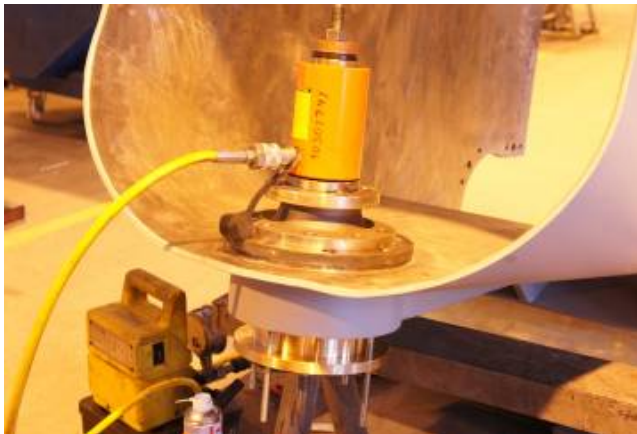
3.1 Ohjaussuulakkeen ylä- ja alaniveltapin laakeriholkkien asennus

Ylemmän niveltapin laakeriholkki asennetaan kierretankojen ja mutterien avulla. Kierretangot toimivat ohjuritappeina ja kiristämällä muttereita tasaisesti ristiin saadaan laakeriholkki menemään suoraan laakeripesään. Laakeriholkkien asennukseen voidaan käyttää myös hydraulipuristinta, mikäli asennus on vaikea toteuttaa pelkkien

ohjuritappien avulla. Laakeriholkkien materiaalina on tinapronssi. Laakeriholkit kiinnitetään neljällä M10- kuusiokoloruuvilla.



Kuva 60. Ohjaussuulakkeen niveltapin laakeriholkki voidaan asentaa muttereiden ja ohjuritappien avulla.



Kuva 61. Niveltapin laakeriholkki voidaan asentaa myös hydraulipuristimen avulla. Hydraulipuristinta käytettäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että laakeriholkkia vedetään suoraan ja että se asettuu helposti laakeripesään.



Kuva 62. Ohjaussuulakkeen niveltäpin laakeriholkin kiinnitys kuusiokoloruuveilla laakeripesään. Kuusiokoloruuveihin laitetaan keskikovaa lukitetta.

3.2 Suunnanvaihtolaitteen laakereiden irrotus ja asennus

Suunnanvaihtolaitteen laakeriholkit irrotetaan painamalla holkit hydraulipuristimen avulla ulos laakeripesästä. Välissä käytetään sopivan kokoista levyä tms. kappaletta, joka on suurempi kuin laakerin sisähalkaisija mutta ei kuitenkaan suurempi kuin laakeripesän halkaisija, jotta laakeripesä ei vaurioidukaan.



Kuva 63. Laakeriholkki työnnetään ulos hydraulipuristimen avulla. Laakerin ja puristimen välissä voidaan käyttää välikappaleita työntömatkan minimoimiseksi.

Suunnanvaihtolaitteen laakeriholkki asennetaan hydraulisella puristimella laakeripesään. Puristimen ja laakerin välissä on syytä käyttää puulevyä, jotta laakeri ei vaurioidukaan asennuksessa. Laakeriholkin kuuluu painua herkästi laakeripesään, joten hydraulipuristimen painemittaria on syytä tarkkailla, jotta vaurioita ei syntyisi. Holkkien laakerimateriaalina on käytetty tinapronssia.



Kuva 64. Suunnanvaihtolaitteen laakeriholkki asennetaan laakeripesään. Laakeriholkin painamisessa käytetään puulevyä välikappaleena, jotta laakeri ei vaurioituisi.

3.3 Ohjaussylinterien laakeriholkkien irrotus ja asennus

Ylimääräinen maali poistetaan ohjaussylinterien silmäkkeen kiinnityspinnoilta. Ohjaussylinterien laakeriholkit irrotetaan alumiinituurnan sekä vasaran avulla, minkä jälkeen uudet laakerit asennetaan samoilla työkaluilla.



Kuva 65. Ylimääräinen maali poistetaan ohjaussylinterien ”haarukoiden” kiinnityspinnoilta.



Kuva 66. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterin ylemmän kiinnityksen laakeriholkki irrotetaan alumiinituurnalla. Laakeriholkin asennus tapahtuu samoilla työkaluilla kevyesti naputtelemalla.

3.4 Ohjaussuulakkeen niveltapin laakeriholkkien rasvausputkien valmistus

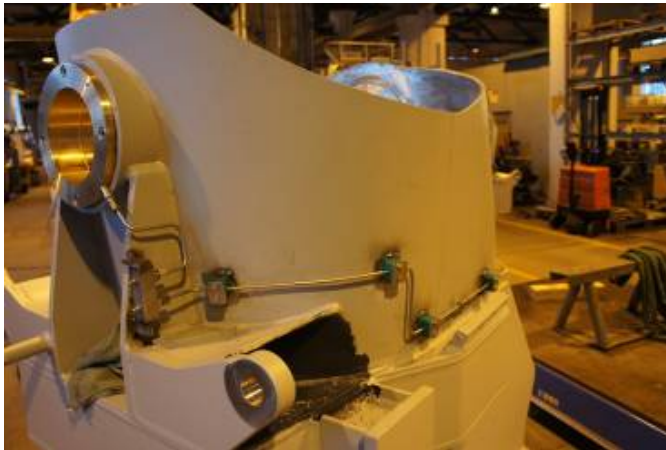
Ohjaussuulakkeen niveltappien laakeriholkkeihin asennetaan rasvaputket, jotta laakeriholkin voitelu säännöllisin väliajoin olisi mahdollista. Rasvaputket taivutellaan sopiviksi putkitaivuttimilla 6,0 mm ruostumattomasta teräsputkesta, jonka sisähalkaisija on 3,0 mm. Vesisuihkulaitteen kylkeen hitsataan putkikiinnikkeet valmiiksi mitoitetuille putkille. Vesisuihkulaitteen päälle hitsataan jakotukki, jonka toiselle puolelle kiinnitetään rasvanippa ja toiselle puolelle rasvaputki.



Kuva 67. Niveltappien laakeriholkkien rasvaputket taivutellaan putkitaivuttimilla.



Kuva 68. Rasvapatkien kiinnikkeet hitsataan vesisuihkulaitteen runkoon.



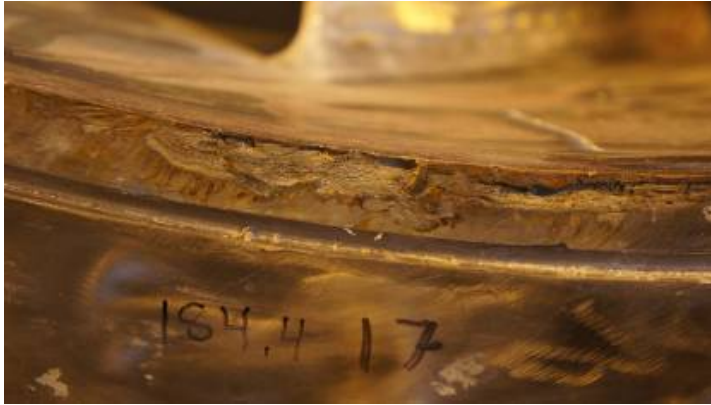
Kuva 69. Valmiit laakerirasvapatket kiinnitetään vesisuihkulaitteen runkoon.



Kuva 70. Alemman niveltapin laakerirasvapatki

3.5 Syöpymien poisto

Syöpynyttä terästä poistetaan pyörivällä viilalla tai kulmahiomakoneen avulla paikasta riippuen.



Kuva 71. Ohjaussiivistökammion tasopinnassa on rakokorroosiota.



Kuva 72. Syöpymät poistetaan pyörivällä viilalla.



Kuva 73. Syöpyynyttä terästä on poistettu. Viilan jättämä railo korjaushitsataan umpeen.

3.6 Syöpyneiden kohtien korjaushitsaus MIG-hitsauslaitteella

Hitsauslankana käytetään ruostumatonta terästä ja suojakaasuna argonia. Viilalla tehdyt railot täytetään hitsisaumalla. Hitsattu sauma hiotaan tasaiseksi kulmahiomakoneella.



Kuva 74. Viilattuun railoon hitsataan sauma.



Kuva 75. Hitsaussauma tasoitetaan kulmahiomakoneella.



Kuva 76. Ohjaussiivistökammion korjattu tasopinta

3.7 Peittaus

Korjatut kohdat käsitellään peittaustahnalla pintaominaisuuksien parantamiseksi. Peittaustahnaa sivellään niihin kohtiin jotka on korjaushitsattu ja sen annetaan vaikuttaa n. 30 min. Lopuksi peittaustahna pestään vedellä pois. Työssä on käytettävä suojalaseja sekä kumihansikkaita.



Kuva 77. Peittaustahnaa sivellään korjattuun pintaan.

3.8 Ohjaussuulakkeen asennus

Ohjaussuulake nostetaan paikoilleen ohjaussiivistökammion suulle nosturin, nostoliinon sekä nostotaljan avulla. Suulakkeen päähän kiinnitetyllä nostotaljalla voidaan suulakkeen asentoa säätää aksiaalisessa suunnassa paremmin kuin pelkällä nosturilla. Suulake on silloin kohdallaan, kun ohjaussiivistökammion niveltapin läpivienti ja suulakkeen laakeriholkki ovat kohdakkain.



Kuva 78. Ohjaussuulake nostetaan ohjaussiivistökammion suulle nosturin ja nostotaljan avulla.



Kuva 79. Ohjaussuulaketta asetellaan kohdilleen nostotaljaa kiristämällä. Suulake on oikealla kohdalla, kun niveltapin reiät ovat kohdakkain.

3.9 Ohjaussuulakkeen ylemmän niveltapin asennus

Ohjaussiivistökammion niveltapin reikä puhdistetaan pyörivällä hiomalaikalla, minkä jälkeen reikä ja laakeriholkki pyyhitään rätillä ja puhdistusaineella.

Ohjaussiivistökammion niveltapin läpivientiin sivellään kiinnileikkautumisenestoainetta ja niveltapin laakeriholkkiin sivellään laakerirasvaa. Lopuksi niveltappi asetellaan nosturilla niveltapin reikään.



Kuva 80. Ohjaussiivistökammion ylemmän niveltapin läpivienti puhdistetaan pyörivällä hiomalaikalla.



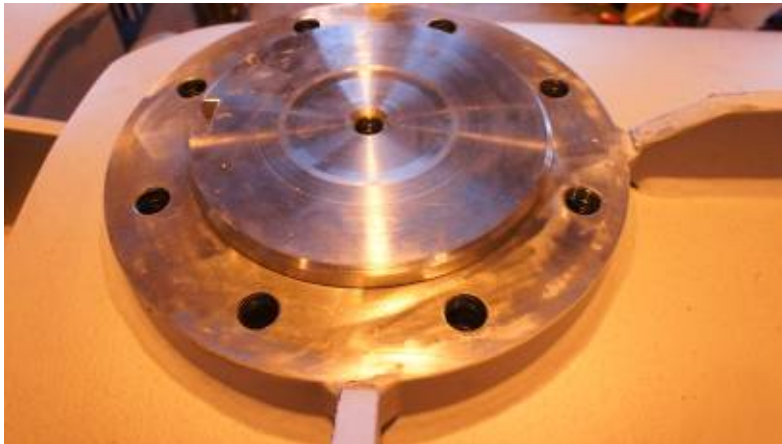
Kuva 81. Ohjaussiivistökammion ylemmän niveltapin läpivientiin sivellään kiinnileikkautumisenestoainetta. Alapuolella ohjaussuulakkeessa sijaitsevaan niveltapin laakeriholkkiin sivellään laakerirasvaa.



Kuva 82. Nivel tappi nostetaan nosturin avulla kohdilleen.



Kuva 83. Nivel tappi asennetaan paikoilleen. Tarvittaessa nivel tappia voidaan naputella paikoilleen kupari- tai lyijylekalla. Asennettaessa on syytä kiinnittää huomiota siihen, että nivel tappi asennetaan laakeriholkkiin suoraan ja ilman kohtuutonta väkivaltaa.



Kuva 84. Ohjaussuulakkeen niveltappi asennettuna paikoilleen

3.10 Ohjaussuulakkeen alemman niveltapin asennus

Alemman niveltapin asennus eroaa ylemmän niveltapin asennuksesta siten, että se joudutaan nostamaan paikoilleen hydraulipuristimen avulla, koska niveltappi painetaan paikoilleen alapuolelta. Muuten työvaiheet ennen varsinaista asennusta ovat puhdistuksineen ja rasvauksineen samat kuin ylemmän niveltapin asennuksessa. Niveltappia asennettaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että niveltapin lukitustapin reikä osuu oikealle kohdalle. Tarvittaessa niveltappia tarvitsee kääntää niin, että lukitustapin reiät osuvat kohdakkain. Viimeiseksi niveltappiin lyödään lukitustappi, joka varmistetaan pultilla ja nylock-mutterilla.



Kuva 85. Alempaa niveltappia asennetaan hydraulipuristimen ja riittävän pitkien välikappaleiden avulla. Niveltapin asennuksessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että niveltappi menee suoraan eikä sitä työnnetä laakeriholkkiin väkisin.



Kuva 86. Alemman niveltapin ollessa paikoillaan siihen asennetaan lukitustappi, joka menee niveltapin ja rungon läpi. Lukitustapin perässä on M10-pultti, joka on lukittu nylock-mutterilla ja kierrelukitteella.

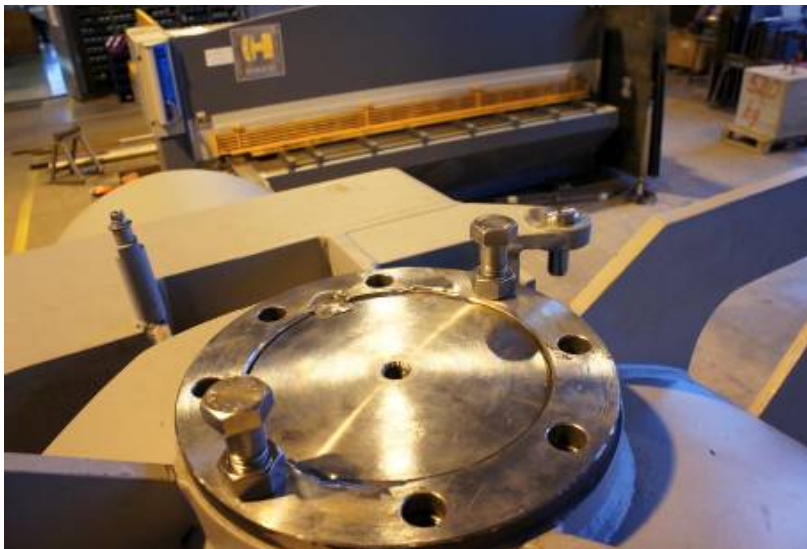
3.11 Muutostyö ylemmän niveltapin lukitusrenkaaseen

Ylemmään niveltappiin on koneistettu kiilaura lukituskiilaa varten. Ylemmän niveltapin lukitusrenkaaseen tehdään ura kulmahiomakoneella ja kiila hitsataan

lukitusrenkaaseen kiinni. Tämä tehdään siksi, että niveltappi on aikaisemmin vääntänyt lukitusrenkaan pultit poikki. Tässä työvaiheessa pultteja ei kuitenkaan vielä kiinnitetä, vaan se tehdään vasta telakalla lopullisen asennuksen yhteydessä.



Kuva 87. Ylemmän niveltapin merkitty lukitusrenkas. Lukitusrenkas käytetään paikoillaan pulttien kanssa, jotta nähdään oikea kohta lukitusrenkaaseen tehtävälle kiilauralle.



Kuva 88. Niveltapin lukitusrenkaaseen on hitsattu kiila. Tässä vaiheessa lukitusrenkaan pultteja ei kuitenkaan vielä asenneta.

3.12 Suunnanvaihtolaitteen asennus

Suunnanvaihtolaitteen laakeripesien ohjuritapit asetetaan paikoilleen.

Suunnanvaihtolaite nostetaan nosturin avulla paikoilleen nostoliinasta, joka on pujotettu suunnanvaihtolaitteen läpi. Suunnanvaihtolaitteen laakeripesät rasvataan laakerirasvalla ja asetellaan oikeaan kohtaan. Laakeripesän asetteluun tarvitaan mahdollisesti kuparilekaa. Kun suunnanvaihtolaitteen laakeripesät on saatu aseteltua oikeaan kohtaan ohjuritappien päihin, vedetään laakeripesät tasaisesti M16-kuusiokolopulteilla kiinni. Laakeripesä on aseteltava suoraan, jotta se asettuisi paikoilleen. Lopuksi 16 mm ruostumattomat kuusiokolopultit avataan vielä yksitellen ja niihin laitetaan keskikovaa kierrelukitetta ja kiristetään lopullisesti (yksitellen).



Kuva 89. Suunnanvaihtolaite nostetaan kohdilleen nosturilla.



Kuva 90. Suunnanvaihtolaitteen laakeripesää asetellaan ohjuritappien kohdille kuparilekalla koputtelemalla. Lopuksi laakeripesä kiinnitetään M16-kuusiokolopulteilla.

3.13 Suunnanvaihtolaitteen kääntövarsien asennus

Suunnanvaihtolaitteen kääntövarret nostetaan kääntövarsien päissä olevista ohjaussylinterin tappien rei'istä suunnanvaihtolevyn akselille. Kääntövarret koputellaan kuparilekan avulla suunnanvaihtolaitteen laakeripesää vasten, minkä jälkeen kääntövarret lukitaan suunnanvaihtolaitteen akselille. Seuraavaksi koputellaan kuparilekalla lukitustapit kääntövarsien ja akselin väliin. Lukitustapit ovat numeroituja, joten ne tulee laittaa samoille paikoille kuin ne ovat olleet ennen purkua. Kun kääntövarret on asennettu paikoilleen lukitustappeineen, asennetaan kääntövarsien pyöreät päätylevyt neljällä M10- pultilla, joihin laitetaan kierrelukitetta.



Kuva 91. Kääntövarsi nostetaan nosturilla suunnanvaihtolaitteen akselille.



Kuva 92. Numeroidut lukitustapit koputellaan kuparilekalla akselin ja kääntövarren väliin.



Kuva 93. Suunnanvaihtolaitteen kääntövarsi asennettuna

3.14 Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterien kokoonpano

Ohjaussylinterien männänvarret pinnoitetaan uudelleen, mikäli niiden varsissa näkyy vaurioita. Ohjaussylinterien tiivisteet, pyyhkijärenkaat ja männäntiivisteet vaihdetaan uusiin. Kun tiivisteet on vaihdettu, asennetaan ohjaussylinterin osat takaisin paikoilleen päinvastaisessa järjestyksessä kuin ne on purettu.



Kuva 94. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterin mäntä, jonka varsi on uudelleen pinnoitettu. Mäntään vaihdetaan uudet tiivisteet.



Kuva 95. Ohjaussylinterin suojakanteen vaihdetaan uudet tiivisteet.



Kuva 96. Ohjausholkkiin vaihdetaan tiivisteet.



Kuva 97. Ohjaussylinterin mäntä asennetaan ohjaussylinteriin. Männän tiivisteisiin laitetaan hydraulikkaöljyä ennen asennusta.



Kuva 98. Ohjaussylinterin ohjausholkkiin laitetaan hydraulioöljyä ennen asennusta.



Kuva 99. Ohjausholkki asennetaan männänvartta pitkin ohjaussylinteriin.



Kuva 100. Ohjausholkki lukitaan asentamalla kolmiosainen lukitusrenkas lukitusrenkaan uraan.



Kuva 101. Ohjaussylinterin suojakansi asennetaan paikoilleen. Asennuksessa käytetään hydraulioöljyä työn helpottamiseksi. Lopuksi suojakansi kiinnitetään kuudella M10-pultilla siten, että jäänmurtorengas tulee suojakannen eteen ja pultit tulevat jäänmurtorengkaan sekä suojakannen läpi takana sijaitsevaan ohjausholkkiin kiinni.



Kuva 97. Männänvarren päähän asennetaan viimeiseksi silmäkekappale. Männänvarren päähän sivellään kiinnileikkautumisenestoainetta, ennen kuin silmäkekappale kierretään paikoilleen. Lopuksi silmäkekappaleen päähän asennetaan pidätinruuvi.

3.15 Ohjaussuulakkeen ohjaussylinterien kokoonpano

Ohjaussuulakkeen ohjaussylinterien männät pinnoitetaan uudelleen, mikäli niiden varsissa näkyy vaurioita. Ohjaussylinterien tiivisteet, pyyhkijärenkaat ja männäntiivisteet vaihdetaan uusiin. Kun tiivisteet on vaihdettu, asennetaan ohjaussylinterin osat takaisin paikoilleen päinvastaisessa järjestyksessä kuin ne on purettu.



Kuva 102. Tiivisteet vaihdetaan ohjaussylinteriin.



Kuva 103. Männäntiivisteet vaihdetaan.



Kuva 104. Ohjaussylinterin mäntä asennetaan ohjaussylinteriin tiivisteiden vaihdon jälkeen.



Kuva 105. Kiinnileikkautumisenestoainetta sivellään ohjausholkin kierteisiin.



Kuva 106. Ohjausholkin o-renkaat vaihdetaan uusiin.



Kuva 107. Ohjausholkki kierretään paikoilleen.



Kuva 108. Ohjausholkki kiristetään. Tämän jälkeen ohjaussylinterin jäänmurtorengas kiinnitetään neljällä kuusiokoloruuvilla.



Kuva 109. Männänvarren silmäkekappale (haarukka) kierretään paikoilleen. Lopuksi haarukka lukitaan männänvarteen haarukan päässä olevalla pidätinruuvilla.

3.16 Ohjaussylinterien asennus

Kun ohjaussylinterit on saatu koottua, ne asennetaan takaisin paikoilleen. Ohjaussylinterit nostetaan nosturin avulla kohdilleen. Sylinterien haarukoiden silmäkkeiden ja laakeriholkkien tulee olla kohdakkain. Vesisuihkulaitteen rungon ja ohjaussylinterin kiinnitysten väliin tulee laittaa sieltä purkutyön yhteydessä poistettu aluslevy. Kun sylinteri on saatu aseteltua oikeaan kohtaan, lyödään haarukan silmäkkeen ja laakeriholkin läpi tappi. Tappi lukitaan pulteilla ja lukituslevyillä.

Lopuksi lukituslevyjen pulttien kannoissa olevien reikien kautta vedetään lukituslangat.



Kuva 110. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterin asettelu kääntövarren päähän. Ohjaussylinteri asetellaan nosturin avulla kohdilleen.



Kuva 111. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterin staattiseen päähän lyödään kiinnitystappi.



Kuva 112. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylinterin kääntövarren puoleinen pää asetellaan paikoilleen. Tämän jälkeen kiinnitystappi lyödään männänvarren silmäkkeen läpi.



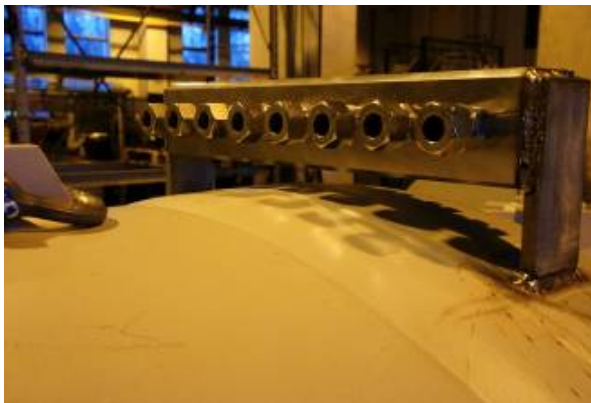
Kuva 113. Ohjaussuulakkeen ohjaussylinterin männänvarsi lukitaan tapilla ohjaussuulakkeeseen.



Kuva 114. Suulakkeen ohjaussylinterin tappi kiinnitetään lukituslevyllä ja pulteilla. Pultit varmistetaan teräslangalla. Männänvarren haarukan ja kiinnityskorvakkeen välissä tulee olla aluslevy.

3.17 Hydraulikkaletkujen jakotukkimodifikaatio sekä hydraulikkaputkien ja -letkujen kiinnitys

Jakotukki ja sen kiinnityspalat on valmistettu ruostumattomasta teräksestä AISI 316 L. Jakotukin mitat ovat: leveys 500 mm, korkeus 85 mm ja syvyys 80 mm. Jakotukki hitsataan ohjaussiivistökammion päälle kahdella ”lattaraudalla”, joiden mitat ovat : leveys 10 mm, korkeus 150 mm ja syvyys 70 mm. Jakotukin etäisyys peräpeilistä on 500 mm ja siinä on jokaiselle suunnalle (oikea, vasen, eteen ja taakse) kaksi liitosreikää eli yhteensä kahdeksan tuloa ja kahdeksan lähtöä. Jakotukissa on peräpeilin puoleisella sivulla pääteliittimet kahdeksalle putkelle ja suulakkeen puoleisella sivulla kahdeksan laippaliittintä letkuille. Laippaliittimet on kiinnitetty neljällä M10 kuusiokoloruuvilla-jakotukkiin.



Kuva 115. Vesisuihkulaitteen runkoon hitsataan hydraulikkaöljynjakotukki, johon hydraulikkaputkien ja -letkujen liittimet kiinnitetään.



Kuva 111. Ohjaussiivistökammiota vasten kiinnitetään levy, joka simuloi peräpeiliä, jossa on hydrauliputkien läpiviennit. Etäisyys läpivienteihin on mitattu aluksesta imukanavan kehältä, jotta putkien mitoitus ja muotoilu on mahdollista tehdä korjaamolla.



Kuva 112. Hydrauliputket muotoillaan putkivääntimellä. Putki on ulkohalkaisijaltaan 20 mm sekä seinämävahvuudeltaan 2,0 mm. Putken materiaali on ruostumaton teräs AISI 316 L.



Kuva 113. Mitoitetut ja taivutellut hydraulikkaputket kiinnitellään jakotukin pääteliittimiin.



Kuva 116. Mitoitetut hydrauliletkut kiinnitetään hydraulijakotukin laippaliittimiin. Hydrauliletkujen mitoituksessa on tärkeää mitoittaa letkut siten, että ohjaussuulake työnnetään käsin vasempaan ja oikeaan ääriasentoon. Samalla mitat otetaan ohjaussylintereiltä jakotukille.



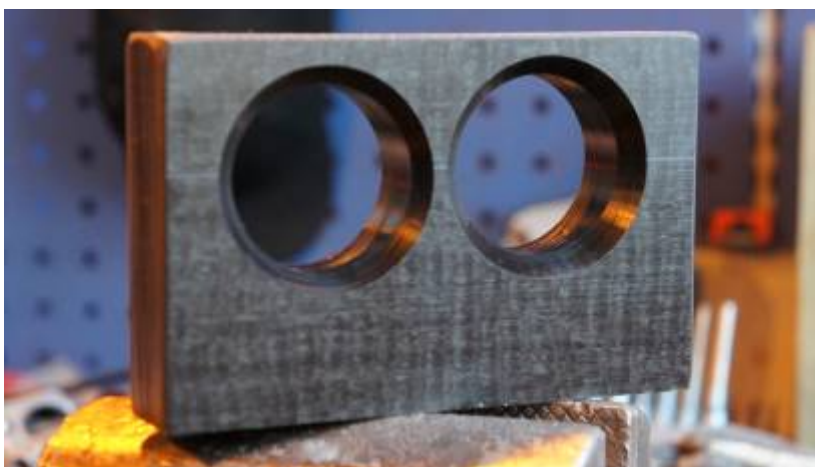
Kuva 117. Hydraulikkaletkut kiinnitetään ohjaussuulakkeen ohjaussylintereihin



Kuva 118. Hydrauliiikkaputken kiinnitys jakotukkiin



Kuva 119. Jakotukkiin stanssataan jokaisen liitoskohdan suuntamerkintä (o-oikea v-vasen t-taake e-eteen).



Kuva 120. Hydrauliiikkaletkuille tehdään muovista kannatinkappale, joka tulee vesisuihkulaitteen runkoon kiinni.

3.18 Hydraulikkajärjestelmän koeponnistus

Hydrauliletkujen kiinnityksen jälkeen vesisuihkulaitteisto koeponnistetaan kiinnittämällä koeponnistusyksikön letkut vesisuihkulaitteen järjestelmään. Koeponnistuksessa katsotaan, että suunnanvaihtolaitteen levy kääntyy ylös ja alas ja että suulake kääntyy normaalisti molempiin suuntiin. Koeponnistuksen aikana tarkkaillaan putkien ja letkujen liitoskohtia vuotojen varalta.



Kuva 121. Niveltapin laakereihin painetaan rasvaa ennen koeponnistusta.



Kuva 122. Ohjaushydrauliikkaa käytetään koeponnistusyksiköllä.



Kuva 123. Suunnanvaihtolaitteen ohjaussylintereihin ajetaan öljyä peruutuspuolelle. Suunnanvaihtolevy nousee suulakkeen sisällä ylös eli peruutussuuntaan.

3.19 Suojaus ja pintamaalaus

Hydrauliikkaletkut ja ohjaussylinterien männänvarret suojataan teipillä ja muovilla. Vaurioituneet pohjamaalatut kohdat maalataan uudelleen. Vesisuihkulaitteisto puhdistetaan liuottimella. Lopuksi maalataan Internationalin Trilux YBA 591 musta pintamaali. Hengityssuojaimia on käytettävä.



Kuva 124. Pintamaalausta varten suojattu vesisuihkulaitteisto



Kuva 125. Mustalla Triluxilla pintamaalatut vesisuihkulaitteet. Olosuhteista riippuen vesisuihkulaite maalataan joko ruiskulla tai siveltimillä.



Kuva 126. Vesisuihkulaitteeseen on merkitty nostokohdat nostokoukkukuviolla. Letkun kannattimet kiinnitetään lopullisesti telakassa.

3.20 Impellerin asennus akseliin

Impelleri asennetaan akseliin pystysuorassa. Akselin liitospinnat voidellaan kiinnileikkautumista ehkäisevällä Molykote D:llä ja impelleri lämmitetään noin 60°C:seen. Impellerin tulisi asettua akselille omalla painollaan. Impellerin annetaan jäähtyä pystysuorassa asennossa, minkä jälkeen impellerin lukitusmutterin kierteeseen laitetaan Molykote P37-tahnaa ja kiristetään lopulliseen momenttiin. Mutterin lukitusnasta hitsataan impelleriin puikolla.

3.21 Akselin ja impellerin tasapainotus

Akseli ja impelleri tasapainotetaan ABB:llä, jossa on tasapainotukseen tarvittava välineistö. Suurin sallittu valmistajan ilmoittama epätasapaino impellerille: 12,5 kg/mm. Akseleista mitataan tasapainotuksen yhteydessä akselin suoruus sekä impellerin lieriöpinnan heitto.

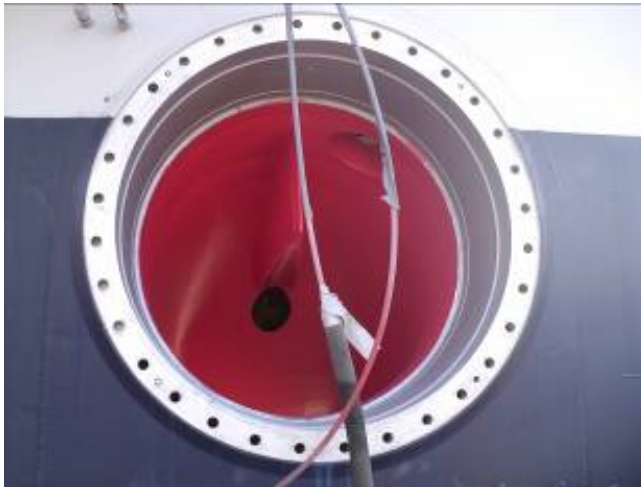


Kuva 127. Akselin ja impellerin tasapainotus(kuva: Patria)

4 VESISUIHKULAITTEEN ASENNUS

4.1 Impellerin sovite- ja vasteterenkaan asennus

Rungon tasopinnan sekä soviterenkaan väliin laitetaan tiivistemassaa. Peräpeiliin kiinnitetään ohjuritapit, minkä jälkeen soviterengas voidaan asentaa paikoilleen. Tämän jälkeen impellerin vasterengas asennetaan o-renkaineen paikoilleen. Asennuksen helpottamiseksi rungon ohjauskohtaan voidaan laittaa liukastusainetta, esim. suopaa. Imukanavan ja väliholkin väliin jäävä 3 mm rako puhdistetaan ja täytetään tiivistemassalla.



Kuva 128. Peräpeili ennen soviterenkaan asennusta.(kuva: merivoimat)



Kuva 129. Vasteterengas asennetaan peräpeiliä vasten.(kuva: merivoimat)

4.2 Akselin ja impellerin asennus

Asennus aloitetaan työntämällä impelleriin kiinnitetty akseli imukanavan läpiviennistä konehuoneen puolelle nosturin ja taljan avulla, minkä jälkeen impelleri keskitetään 3 mm mellalevyillä jokaisen siiven kehältä pesäänsä. Akselia kannatellaan asennuksen ajan akselinkannatuslaitteella. Impellerin pään ja väliholkin välisen etäisyyden tulee olla $459,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.



Kuva 130. Akselin ja impellerin asennus alukseen (kuva: merivoimat)

Ohjainholkki asennetaan konehuoneen puolelle akselille ja läpiviennin kehälle kiinnitetään laippaistukka. Akselitiivisterenkaaseen asennetaan uudet tiivisteet, minkä jälkeen akselitiivisteiden rasvauraa voidellaan laakerirasvalla ja kiinnitetään akselin läpivientiin. Tämän jälkeen painelaakeriyksikkö kiinnitetään akselin päähän laippaistukkaa vasten.



Kuva 131. Akseli on tuettu kuormaliinalla akselinpäästä. Istukka kiinnitetään läpiviennin kehälle, minkä jälkeen asennetaan akselitiiviste.



Kuva 132. Painelaakeriyksikkö asennetaan istukkaa vasten kuormaliinoilla.

4.3 Ohjaussiivistökammion ja -ohjausuulakkeen asennus

Tiivistemassaa laitetaan vasterenkaan ja ohjaussiivistökammion tasopinnoille juuri ennen asennusta. Ohjaussiivistökammio ja ohjausuulake ajetaan nosturin avulla peräpeiliin kiinni siten, että ohjaussiivistökammion pinnapultit menevät pulttien läpivienneistä läpi. Pinnapulttien ja peräpeilin väliin laitetaan aluslevyt ja kiinnitetään konehuoneen puolelta M30-muttereilla peräpeiliin. Kierteisiin laitetaan kiinnileikkautumisenestoainetta ja mutterit kiristetään momenttiin 517 Nm. Muttereiden perään laitetaan varmistusmutterit. Peräpeiliin kiinnitetään mitoitetut ohjaushydrauliikan hydrauliikkaputket ja ohjausnivelien laipan ja rungon välinen tukiputki kiinnitetään. Tukilaakeri työnnetään paikoilleen akselin päähän. Tukilaakerin asennuksessa voidaan käyttää liukastusaineena esimerkiksi suopaa. Lopuksi kiinnitetään kuusiokolopulteilla kartiohattu tukilaakerin päähän.



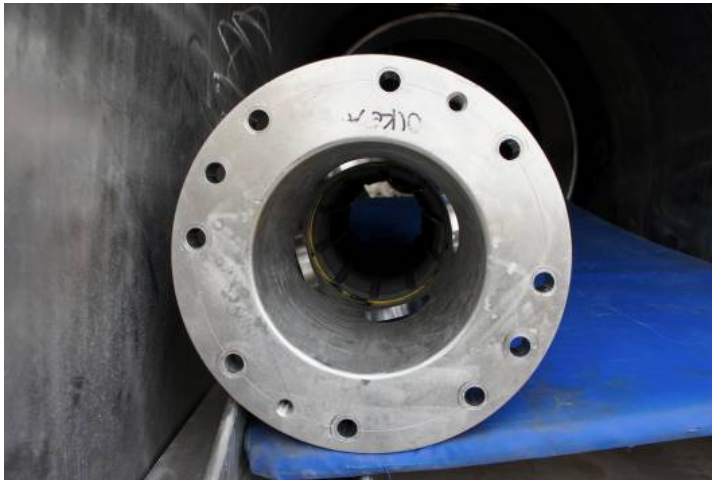
Kuva 133. Vesisuihkulaiteen pinnapultit viedään peräpeilin läpivienneistä sisään. Tiivistemassaa tulee laittaa peräpeilin sekä ohjaussiivistökammion tasopinnoille.



Kuva 134. Tukiputki kiinnitetään pulteilla peräpeilin ja ohjausniveleen välille.



Kuva 135. Hydrauliiikkaputket kiinnitetään jakotukilta perälaitaan.



Kuva 136. Thordon-tukilaakeri asennetaan akselin päähän, ohjaussiivistökammion napaan.



Kuva 137. Vesisuihkulaite kiinnitettyä

Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteiston peruskorjauksessa käytetyt tarvikkeet

Vesisuihkulaitteiston no: _____ ja _____ Alus: _____

AINE / TARVIKE	MERKKI / TYYPPI	KOHDE
Bristlelaikkoja	Wurth	Suulakkeen ja ohjaussiivistökammion puhdistus näkistä
Viimeistelylaikkoja	Wurth	Suulakkeen ja ohjaussiivistökammion puhdistus näkistä
Puhdistusspray	Wurth	Yksittäisten osien puhdistus
Teippiä ja vaneria	-	Laakeripesien suojaus hiekkapuhallukselta ja maalaukselta
Tunkeumaväriä	CRC Crick 110 ja 120	Ohjaussiivistökammion särötarkastus
Hiekkapuhallushiekka	Luonnonhiekkaraekoko 0.5-.1.2mm	Suulakkeen ja ohjaussiivistökammion ulkopintojen hiekkapuhallus
Hitsauslanka ja suojakaasu ruostumattomien terästen hitsaukseen	Esab ok autrod 316 LSi 0,8mm suojakaasuna AGA ARGON	Ohjaussiivistökammion syöpymien korjaushitsaus
Pohjamaalit	INTERNATIONAL Intershield 300 ja Intergard 263	Vesisuihkulaitteiston ulkopintojen maalaus
Leikkuutahna	Wurth	Kierteiden puhdistus kierretapilla
Keskikovaa kierrelukitetta	Wurth	Suulakkeen niveltapin laakeriholkin pultit ja suunnanvaihtolaitteen laakeripesän pultit
6,0mm ruostumatonta teräsputkea	Sisähalkaisija 3,0 mm	Suulakkeenniveltappien laakerien rasvaputket
Putkikiinnikkeitä, rasvanippoja, jakotukki ja helmiä	6,0 mm putkelle	Rasvaputkien kiinnikkeet ja liittimet
Peittaustahna	Antox 71 E plus	Hitsattujen saumojen peittäus
Laakerirasva (Kalsiumsulfonaattirasva)	Kernite lubrication / K-NATE NLGI 2	Suulakkeenniveltapin- ja Suunnanvaihtolaitteen laakeriholkit, akselitiiviste
Voitelu- ja kiinnileikkautumisen estoaine	Partmaster / MEGA THREAD	Suulakkeen niveltappien laakeriholkkien asennus / Suulakkeen ohjaussyliinterien kokoonpano / Suunnanvaihtolaitteen laakeripesien asennus/

AINE / TARVIKE	MERKKI / TYYPPI	KOHDE
Hydrauliikkaöljy	Mobil DTE 15 M	Hydraulisyliinterien asennus ja koeponnistus
Pintamaali	INTERNATIONAL Trilux 33 black	Vesisuihkulaitteiston pintamaalaus
Hydrauliikkaletkut	Dunlop Hiflex superslimline 280 bar	Ohjaussyliinterien hydrauliletkut
Hydrauliikkaöljyn jakotukki	Ruostumatonteräs AISI 316 L	Hydrauliletkujen jakotukki
kulmahiomakoneen katkaisu – ja hiomalaikkoja	Würth	Muutostyöt ja korjaushitsaussaumojen tasoitus
Hydrauliikkatiivisteste	Loctite	Ohjaussyliinterien kierreltiimet
Liima + tiivistemassa	Würth (saBesto)/Elastinen polyuretaanimassa	Peräpeilin ja istukkarenaan välinen pinta

Riva Calzoni IRC 115 -vesisuihkulaitteiston peruskorjaus tarkastuspöytäkirja

Vesisuihkulaitteiston no: _____

Alus: _____

KOHDE	TARKASTUKSET/ TOIMENPITEET	KORJAUKSET/LISÄTIEDOT/ HAVAINNOT	KUITTAUS
Ohjaussiivistökammio	Särötesti Syöpymiä todettu	Ei säröjä Syöpimien hitsaus ja saumojen tasoitus	
Ohjaussuulake	Ok	Puhdistettu ja suulakkeen niveltapin laakeriholkin rasvaputket uusittu	
Ohjaussyliinterit	Männänvarret naarmuuntuneet	Ohjaussyliinterien tiivisteet vaihdettu. Männänvarret pinnoitettu kovakromilla uudelleen	
Hydrauliletkut	Kuluneet	Uusittu	
Takaisinkytkentäkaapeli	-	Kytetty	
Ohjaussyliinteritapit	Kuluneet	Uusittu	
Ohjaussyliinterilaakerit	Kuluneet	Uusittu	
Niveltapit	Kuluneet	Uusittu	
Niveltapin laakerit	Kuluneet	Uusittu	
Suunnanvaihtolaitteen laakerit	Kuluneet	Uusittu	
Vesisuihkulaitteen pintakäsittely	Pinnoilla näkkiä	Hiekkapuhallettu ja maalattu uudestaan	
O-renkaat kaikki kohteet	-	Uusittu	
Pultit ja kierteet	Tarkastettu	Puhdistettu	
Suunnanvaihtolaite	Tarkastettu	Puhdistettu	
Muutostyö: Ylemmän niveltapin lukituskiila	Muutostyö toteutettu	-	
Muutostyö: Hydraulikkaletkujen jakotukki	Muutostyö toteutettu	Koeponnistettu	