

Juuso Tynkkynen

Ro-ro-laitteiden huolto ja tarkastus

Opinnäytetyö

Merenkulun insinööri



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Juuso Tynkkynen	Merenkulun insinööri	
Opinnäytetyön nimi Ro-ro-laitteiden huolto ja tarkastus		45 sivua 1 liitesivua
Toimeksiantaja Service Champions Oy		
Ohjaaja Lehtori Ari Helle		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Service Champions Oy:n kanssa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua ro-ro-laitteiden huoltoon ja tarkastuksiin aluksilla yhtiön asentajien kanssa kesän 2016 aikana. Isossa osassa oli myös aikaisempi kokemus laitteiden huollosta ja tarkastuksista, jota käytin hyväksi työtä tehdessä.</p> <p>Työssäni tutustuin myös hieman nykyiseen lainsäädäntöön ro-ro-laitteiden huollon ja tarkastusten osalta sekä siihen, ketkä vastaavat lainsäädännöstä ja valvovat lainsäädännön noudattamista. Käsittelin työssäni yleisesti sitä, mihin kiinnitetään huomiota ro-ro-laitteiden tarkastuksia tehdessä, millaisia vikoja ja vaurioita laitteisiin voi tulla ja miten ro-ro-laitteita huolletaan. Jokainen tarkastus ja huolto on kuitenkin yksilöllinen ja tässä työssä esitellyt asiat voivat poiketa suuresti eri laitteiden sekä alusten kohdalla. Laitteen valmistajan tarkemmat ohjeet sekä luokituslaitosten ohjeet ja vaatimukset määrittävät toimintatavat laitteiden huoltojen ja tarkastusten osalta ja nämä vaihtelevat valmistajien ja luokituslaitosten välillä. Aluksissa on myös paljon erilaisia laitteita eri vuosikymmeniltä ja tämän takia työssä on käyty asioita läpi vain yleisellä tasolla.</p> <p>Alusten turvallisuuden sekä liikkuvuuden kannalta ro-ro-laitteiden tarkastuksilla ja huollolla on iso merkitys. Erilaisten porttien tiiveys sekä moitteeton toiminta on elinehto aluksen turvalliselle kululle sekä lastin kuljettamiselle. Useimmiten laivan miehistö sekä laivayhtiö suhtautuvat vakavasti ro-ro-laitteiden tarkastuksiin ja huoltoon ja tämän takia havaitut viat korjataan mahdollisimman nopeasti. Lisäksi pyritään siihen, että laitteet ovat toimintakunnossa ja mahdollisuuksien mukaan ne huolletaan ennakkoon.</p>		
Asiasanat Ro-ro-laitteet, huolto, tarkastus, hydrauliiikka.		

Author (authors)	Degree	Time
Juuso Tynkkynen	Bachelor of Engineering, Marine Technology	
Thesis Title		45 pages
Ro-ro Systems Maintenance and Inspection		1 Appendix Page
Commissioned by		
Service Champions Oy		
Supervisor		
Ari Helle, Senior Lecturer		
Abstract		
<p>This thesis has been done in cooperation with Service Champions Ltd. The purpose of the thesis was to become acquainted with the maintenance and inspection of ro-ro-equipment with the mechanics of Service Champions Ltd during summer 2016. Earlier experience in the maintenance and inspection of equipment was a large part of this thesis.</p> <p>This thesis studied the present legislation involving the maintenance and inspection of ro-ro-equipment as well as organization of responsibilities for the legislation and monitoring of its adherence. Thesis sorted out what is observed when making an inspection of ro-ro-equipment, which types of faults and damage there can be, and how the equipment is overhauled. Because every inspection has its own distinctive features, the conclusions made in this thesis can differ enormously between different equipment and vessels. The detailed instructions given by the equipment manufacturer as well as instructions and requirements from the rating agencies determine the method of maintenance and inspection of the equipment. These can also vary greatly between manufacturers and rating agencies. In addition, vessels have equipment from different decades, and this is also a reason for taking a more general view of the subject in this thesis.</p> <p>The maintenance and inspection of the ro-ro-equipment is extremely important for the safety and mobility of vessels. The watertightness and integrity of the gates is vital for the vessel's safe passage and shipment of cargo. Often the vessel's crew and shipping company take the maintenance and inspection of the ro-ro-equipment seriously, which is why equipment's faults are repaired in due time. Furthermore, it is endeavored that the equipment is kept in running order and is overhauled, when possible, in advance.</p>		
Keywords		
ro-ro equipment, maintenance, inspection, hydraulic systems.		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	LAINSÄÄDÄNTÖ JA VAATIMUKSET	8
2.1	SOLAS	9
2.2	Luokituslaitokset.....	10
2.3	Trafi	11
3	RO-RO-LAITTEIDEN TARKASTUS.....	12
3.1	Tiiveyden tarkastaminen	13
3.1.1	Ultra sonic.....	14
3.1.2	Puristuksen tarkistus.....	16
3.1.3	Vesipaine	17
3.2	Keula- ja peräportin, ramppien sekä myrskyportin tarkastus	17
3.3	Luotsi-, sivu-, matkustaja- sekä bunkkeriporttien tarkastus	19
3.4	Autohyllyjen ja vastaavien tarkastus	20
3.5	Hydraulikoneikkojen ja hydraulijärjestelmien tarkastus.....	23
4	RO-RO-LAITTEIDEN HUOLTO JA RAKENNE.....	25
4.1	Putkistojen rakenne, valmistus ja huolto	25
4.2	Putkistojen puhdistusajo	28
4.2.1	Puhdistusajokoneikko	29
4.2.2	Hiukkaslaskin.....	31
4.3	Ramppien ja porttien huolto	33
4.3.1	Metallityöt.....	34
4.3.2	Kumien vaihto ja korjaus.....	35
4.3.3	Muut työt	37
4.4	Sylintereiden ja hydraulikoneikoiden huolto	38
4.5	Vaijereiden huolto ja vaatimukset	39
4.6	Muut huoltotyöt ja kunnossapitotyöt.....	41
5	HUOLTOJEN SEURANTA, RAPORTOINTI JA DOKUMENTOINTI.....	42
5.1	Huoltojärjestelmä ja huoltojen ennakointi.....	42

5.2	Raportointi huolloista ja tehtyjen huoltojen dokumentointi	43
6	YHTEENVETO	44
	LÄHTEET	45
	LIITTEET	
	Liite 1.	

KÄYTETYT KÄSITTEET

SOLAS	Merenkulun turvallisuuteen perustuva julkaisu
Trafi	Liikenteen turvallisuusvirasto
Luokituslaitos	Laivan luokituksesta vastaava yhtiö
Ro-ro-laitteet	Ro-ro- ja ropax aluksissa olevat lastinkäsittelylaitteet sekä portit
Ultra sonic	Tiiveyttä/puristusta mittaava mittalaite
Hiukkaslaskin	Öljyn puhtauden analysoinnissa käytettävä laite
Esikiristinkone	Esimerkiksi hydraulisesti toimiva liittimen helmen kiristävä kone
Puhdistusajokoneikko	Putkiston puhdistuksessa/huuhtelussa käytettävä koneikko
Hydraulikoneikko	Hydraulipumpun yksikkö

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Kymenlaakson ammattikorkeakoulun merenkulun insinöörin koulutusohjelman opinnäytetyöksi. Työ on tehty yhteistyössä Service Champions Oy:n kanssa. Service Champions Oy on laivojen huoltoihin erikoistunut pienyritys, joka on Lloyd's:n ja DNV GL:n valtuuttama huoltoyhtiö ro-ro-laitteille. Yhtiö tekee myös muita laivojen hydraulikkaan ja koneasennuksiin liittyviä töitä niin korjaus- kuin uudisrakennuspuolella sekä suoraan useille laivayhtiöille. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä nykyiseen lainsäädäntöön ja vaatimuksiin, joita liittyy ro-ro-laitteiden huoltoon, käyttöön ja ro-ro-aluksiin yleensä. Lisäksi käsittelen työssäni sitä, mitä sisältyy ro-ro-laitteiden tarkastuksiin, mitä pitää ottaa huomioon tarkastuksia tehdessä, miten tarkastuksissa havaitut viat pystytään korjaamaan sekä mitä yleensä joudutaan korjaamaan laivan ro-ro-laitteissa. Tarkoitus on myös tutustua laivojen huoltojärjestelmään sekä sen ylläpitoon ro-ro-laitteiden osalta, tehtyjen huoltojen dokumentointiin ja huoltojen raportoimiseen.

Ro-ro-laitteiden kunnossa pitäminen on elinehto ro-ro-alusten liikennöinnille. Pienetkin viat jättävät aluksen satamaan tai lastia ei saada purettua tai lastattua laivaan, jos laitteet eivät toimi kunnolla. Laitteiden toimimattomuudella voi olla myös vakavat seuraukset aluksen turvallisuudelle. Nykyään aluksilla on ehdoton kieltö lähteä satamasta, jos keula- tai peräportit eivät ole kunnolla kiinni tai lukitukset indikoivat auki-asentoa. Tämän takia ennakoivat huollot ja tarkastukset ovat yhtiöille arkipäivää. Ne maksavat itsensä takaisin, kun vältetään ongelmilta ja samalla voidaan taata sekä aluksen miehistölle, että matkustajille aluksen turvallinen kulku. Myös useampi onnettomuus on ainakin osittain johtunut esimerkiksi puutteellisesta ro-ro-laitteiden huollosta, rakenteellisesta viasta tai käyttäjien välinpitämättömyydestä esimerkiksi aluksen lähtiessä satamasta. Tämän takia määräykset ovat tiukentuneet erittäin paljon tällä saralla ja nykyään ei oteta enää mitään riskejä näiden asioiden suhteen.

Nykyään onneksi tiukennukset ja valvonta ovat saaneet aikaan sen, että asenteet ovat muuttuneet ja enää et näe aluksia saaristossa saapumassa satamaan keulaportti auki tai lähtemässä satamasta peräportti auki. Ro-ro-laitteiden käytön suhteen muuttuneet vaatimukset ovat myös tiukentaneet laitteiden huoltojen vaatimuksia. Aikoinaan keulaporttien ja peräporttien huolto oli va-

paampaa, mutta nykyään suurin osa ro-ro-laitteille tehtävistä töistä on luvanvaraista työtä ja näiden töiden suorittamista sekä työn suorittavia yhtiöitä valvovat luokituslaitokset. Tällä varmistetaan ammattimainen huolto ja vältytään virheiltä.

Opinnäytetyön alue on laaja ja tämän takia pyrin perehtyä asioihin mahdollisimman tarkasti, mutta kuitenkin isona kokonaisuutena, sillä kaikkiin asioihin tarkemmin perehtyminen on mahdotonta. Tosiasia on kuitenkin se, että pelkästään hydraulikasta ja sen toiminnasta pystyisi kirjoittamaan pitkänkin opinnäytetyön. Tästä syystä en pysty syventymään kaikkiin kysymyksiin yhtä syvällisesti. Opinnäytetyön tarkoitus on kuitenkin avata toimenpiteet tarkastusten ja huoltojen osalta sekä kertoa hieman dokumentoinnista ja lainsäädännöstä.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA VAATIMUKSET

Ro-ro-laitteita koskeva lainsäädäntö on vuosien mittaan tiukentunut huomattavasti ja tämän takia nykyään löytyy tarkat määritelmät laitteiden käytölle sekä huollolle. Tähän ovat johtaneet useat onnettomuudet ja läheltä piti tilanteet. Vuonna 1994 M/S Estonian onnettomuudessa repeytyi keulaportti kokonaan irti. Tämän onnettomuuden jälkeen tuli erittäin paljon tiukennuksia ja parannuksia alusten turvallisuuteen. Suurin yksittäinen muutos oli, että ro-ro-aluksiin tuli välilapiot pakolliseksi. Sitä ennen aluksissa ei ollut keulaportin ja rampin jälkeen enää mitään porttia, vaan vesi pääsi suoraan autokannelle keulaportin ja rampin jälkeen. Ennen Estonian onnettomuutta esimerkiksi M/S Herald of Free Enterprise upposi välittömästi satamasta lähdön jälkeen vuonna 1987, koska se lähti satamasta keula- ja peräportit auki. Onnettomuus johtui ainakin osittain miehistön välinpitämättömyydestä sekä yleisestä johtamistavasta aluksella. Jotta tällaisilta onnettomuuksilta vältyttäisiin jatkossa, on SOLAS, luokituslaitokset ja Suomessa Trafi kiinnittäneet huomiota lainsäädäntöön ja vaatimuksiin. Nämä organisaatiot määrittelevät useita erilaisia vaatimuksia koskien ro-ro-laitteiden rakenteita sekä huoltoa ja valvovat, että varustamot ja huolto-yhtiöt noudattavat näitä vaatimuksia.

2.1 SOLAS

SOLAS (Safety Of Life At Sea) on merenkulunkattojärjestö IMO:n julkaisu, joka tähtää turvalliseen merenkulkuun. Nykyinen käytössä oleva painos on vuodelta 1974, mutta siihen on tehty aina tarvittaessa päivityksiä. Ensimmäinen SOLAS-julkaisu ilmestyi vuonna 1914 Titanicin uppoamisen jälkeen. SOLAS määrittelee kappaleessa II-1 alusten rakenteellisia vaatimuksia ja tässä kappaleessa määritellään vaatimuksia ro-ro- ja matkusta-aluksille ja niiden ro-ro-laitteille. (SOLAS 2014.) Säädökset ovat englannin kielellä laadittu, mutta olen työssäni kääntänyt säädöksiä tärkeimmät kohdat suomen kielelle. Englanninkieliset säädökset löytyvät työstä liitteenä. (Liite 1)

Säädos 17-1, 2 määrittelee, että matkustaja-aluksessa täytyy olla indikoinnit komentosillalle kaikista sivuporteista, lastausporteista ja muista porteista, jotka voivat jäädä auki tai eivät ole muuten varmistettuja. Järjestelmässä pitää lisäksi olla satama- ja meriasetus. Jos meriasetus on päällä ja jokin portti on jäänyt kokonaan tai osittain auki tai joku koittaa avata porttia merellä ollessa, täytyy järjestelmän hälyttää tästä komentosillalle sekä indikointivalolla että äänimerkein. Komentosillalla täytyy olla myös paneeli, josta näkee, mikä portti hälyttää. Indikoinnin virransyötön tulee olla riippumaton aluksen porttien virransyötöstä. (SOLAS 2014, 78.)

Säädos 17-1, 3 määrittelee, että matkustaja-aluksella tulee olla videovalvonta ja vesivuotohälytysjärjestelmät asennettuna komentosillalle ja konevalvontaan. Videovalvonnan sekä vesivuotohälytysjärjestelmän tulee olla sisemmässä ja ulommassa keulaportissa, peräportissa ja muissa sivuporteissa, joissa on mahdollisuus vuotoihin erikoisalueille tai ro-ro-tiloihin. (SOLAS 2014, 78.)

Säädos 23, 2 määrittelee, että aluksella täytyy olla kirjalliset ohjeet aluksen sivuporttien, lastausporttien sekä muiden porttien ja ovien sulkemiselle ja turvalliselle käytölle. (SOLAS 2014, 83.)

Säädos 23, 3 määrittelee, että kaikki sisäänkäynnit Ro-Ro-tiloihin sekä autorampit, jotka johtavat autokansilaipion alle, on oltava suljettuna satamasta lähdettäessä ja niiden on oltava suljettuna seuraavaan satamaan asti. (SOLAS 2014, 83.)

SOLAS määrittelee myös lukuisia muita säädöksiä vesitiiviisiin tiloihin, kulkeamiseen autokannella ja kulkemiseen vesitiiviiden laipioiden läpi. SOLAS määrittelee myös toimintatavat, jos aluksen täytyy merimatalla toimia yleisten ohjeiden vastaisesti esimerkiksi huoltotöiden takia.

2.2 Luokituslaitokset

Luokituslaitokset suorittavat alusten katsastukset ja luokittamiset merenkulussa. Suomessa Trafin hyväksymiä ja sopimuksen tehneitä luokituslaitoksia ovat ABS (American Bureau of Shipping), Bureau Veritas, Lloyd's Register, RINA Services S.p.A, Russian Maritime Register of Shipping, Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK) sekä DNV GL AS. (Trafi 2016.) Suomessa näistä yleisimpiä ovat Lloyd's Register, DNV GL AS sekä Bureau Veritas. Luokituslaitokset määrittelevät omat määräyksensä kansainvälisten sopimusten lisäksi. Tämän takia tässä työssä suurin painoarvo lainsäädännölle on luokituslaitosten määräyksissä. Niillä on tarkat määräykset tarkastusten suorittamisesta, huoltotöiden suorittamisesta sekä muusta ro-ro-laitteisiin liittyvistä määräyksistä. Ne myös valvovat aluksen ro-ro-laitteiden huoltoa sekä tekevät tarkastuksia aluksille. Luokituslaitokset suorittavat alusten tarkastuksia, niin telakointien yhteydessä, ajon aikana kuin satamassa ollessa. He tekevät vuositarkastuksia ja pistotarkastuksia sekä valvovat omalta osaltaan töiden suorittamista sekä telakalla että laivan päällä. Heiltä saa myös apua tarvittaessa, jos tulee ongelmia esimerkiksi siinä, miten joku työ tulisi suorittaa tai kenen se pitäisi suorittaa, jos esimerkiksi laivan miehistöllä ei ole tarkkaa tietoa asiasta. Samalla tavalla myös esimerkiksi huoltoyhtiö voi hakea apua ongelmanratkaisutilanteissa ja varsinkin, jos ilmenee jotain isompia ongelmia, tulisi luokituslaitokselle tiedottaa tästä ja kysyä heidän mielipidettään korjausmenetelmästä. Näin saa vahvistuksen sille, että korjaustoimenpiteet tehdään oikein ja hyväksytysti.

Nykyään, jotta voit esimerkiksi huoltaa Lloyd's Registerin alla olevan aluksen ro-ro-laitteita, tulee yrityksen olla Lloyd's Registerin valtuuttama huoltoyhtiö. Service Champions Oy on Lloyd's Registerin ja DNV GL:n valtuuttama ro-ro-laitteiden huoltoyhtiö. Valtuuttamisen jälkeen huoltoyhtiöt toimivat luokituslaitosten antamien ohjeiden mukaan. Kaikki tarkastukset ja huollot suoritetaan luokituslaitosten vaatimusten mukaan. Kaikki vaatimukset eivät ole identtisiä luokituslaitosten kesken, mutta pääpiirteet ovat samanlaisia ja toimintatavat

eivät poikkea paljoakaan. Luokituslaitokset määrittelevät erikseen sen, mitä luokituslaitokset vaativat yrityksiltä, jotta nämä voivat päästä niiden valtuuttamaksi ro-ro-laitteiden huoltoyhtiöiksi.

IACS:n UR Z24 (Survey Requirements for Shell and Inner Doors of Ro-Ro ships) on luokituslaitosten käyttämä huolto- ja tarkastusmanuaali laivan ro-ro-porteille. Näihin kuuluvat keula-, perä- sekä erilaiset sivu- ja matkustajaportit. Tämä opas antaa selkeitä vaatimuksia aluksen ro-ro-laitteiden tarkastamiseen. (IACS 2011, 2.) IACS:n lisäksi luokituslaitoksilla on omat ohjeet tarkastuksien suorittamisesta.

2.3 Trafi

Trafi on Suomen merenkulun turvallisuusviranomainen. Trafi tekee yhteistyötä kansainvälisen kattojärjestö IMO:n kanssa, joka laatii kansainväliset säädökset merenkulkuun. Trafi varmistaa merenkulkijoiden ammattipätevyyden sekä valvoo alusten turvallista merenkulkua. Se suorittaa aluksille tarkastuksia ja katsastuksia, joilla se huolehtii alusten turvallisuudesta merenkulusta. (Trafi 2016.) Trafi toimii myös yhteistyössä luokituslaitosten kanssa.

Trafi tekee omat auditointinsa sopivin väliajoin aluksille ja tässä yhteydessä tarkastelee laivan teknistä kuntoa, turvallisuutta sekä aluksen turvallisuusvälineistön kuntoa. (Trafi 2016.) Viimeisin iso yksittäinen alusten keulaporttien ylimääräinen tehotarkastus aloitettiin toukokuussa vuonna 2015. Kahden viikon aikana Trafirakenteiden takia keulaportti pitäisi avata ennen satamaan saapumista, tulisi tähän hakea poikkeuslupa. Suomi ei ole kuitenkaan myöntänyt tällaisia poikkeuslupia varustamoille. (Trafi 2016.)

Trafi on kuitenkin siirtänyt paljon vastuusta ro-ro-laitteiden huollon osalta luokituslaitoksille ja tämän takia esimerkiksi luokituslaitoksen hyväksymän huoltoyhtiön ei enää tarvitse hakea Trafilta erillistä lupaa ro-ro-laitteiden huoltamiseen, vaan luokituslaitoksen lupa riittää sen luokituslaitoksen alla olevien alusten huoltamiseen. Muutenkin suurimman osan määräyksistä koskien ro-ro-laitteiden huoltoa ovat luokituslaitokset määritelleet omissa ohjeistuksissaan.

3 RO-RO-LAITTEIDEN TARKASTUS

Ro-ro-laitteiden tarkastuksia tehdään vian sattuessa vuosittain ja viiden vuoden välein tehdään isompi tarkastus. Tarkastuksesta tehdään aina kirjallinen raportti. Alus vastaa siitä, että tarkastuksessa huomatuksi tulleet puutteet tulevat korjatuksi ja vakavat puutteet korjatuksi välittömästi. Tarkastuksen suorittaa valmistaja tai luokituslaitoksen valtuuttama huoltoyhtiö. Tarkastuksessa käydään läpi tarkasti laivan koko ro-ro-laitteisto sekä tarkastetaan niiden toimivuus käytettäessä. Tarkastuksessa käydään perusasiat aina läpi ja lisäksi voidaan tehdä tarkempia tarkastuksia tietyille laitteille sekä osille. Tarkastuksessa läpikäytäviin asioihin vaikuttaa myös luokituslaitos ja tämän takia nämä tulee ennen tarkastuksen aloittamista käydä läpi luokituslaitoksen tarkastajan kanssa, joka voi pyytää tarkastamaan normaalin tarkastuksen lisäksi tiettyjä laivan ro-ro-laitteita tarkemmin.

Tarkastuksissa pyritään myös ennakoivaan huoltoon ja pyritään tällä tavoin välttämään yllättävät viat. Tämä siitä syystä, että vikojen korjaaminen maksaa jälkikäteen huomattavasti enemmän kuin, jos ne olisi korjattu ennakolta esimerkiksi edellisen telakoinnin aikana. Yllättävän vian kohdalla ongelmallista on lisäksi se, ettei huoltoapua ole aina saatavilla ja varaosien toimitus voi kestää pitkiäkin aikoja, koska nykyään varastot pidetään pieninä.

Huomioon tulee ottaa myös se, että pienikin vika voi aiheuttaa suuren kuluuerän yhtiölle, jos alus ei pääse lähtemään satamasta tai lastin purkamisessa tulee ongelmia, puhumattakaan vikojen aiheuttamien onnettomuuksien aiheuttamista kustannuksista.

Nykyään pienetkin viat keula- tai peräportissa voivat johtaa siihen, että alus jää satamaan eikä saa lupaa lähteä. Tämän takia tarkastusten merkitys on korostunut ja pyritään ennakoivaan huoltoon. Seuraavaksi käyn läpi, mitä ro-ro-laitteiden tarkastuksissa otetaan huomioon. Tarkastukset ovat pääpiirteittäin samanlaiset kaikissa porteissa.

3.1 Tiiveyden tarkastaminen

Tiiveyden tarkastaminen on tärkeimpiä asioita vesitiiviiden luukkujen ja porttien tarkastuksissa. Aikojen saatossa kumit painuvat, niihin tulee vaurioita, väliin pääsee epäpuhtauksia ja näiden jälkeen vesi pääsee tiivisteiden läpi. Osan vioista voi havaita jo katsomalla, mutta usein vuotokohtaa ei pysty huomaamaan ilman erillistä tarkastamista. Pienikin vuoto voi aiheuttaa isoja ongelmia ja kasvaa nopeasti suuremmaksi. Esimerkiksi keulaportin vuoto voi olla pieni, kun sitä vesipaineella testataan satamassa ollessa, mutta ajon aikana kasvaa suureksi, kun itse keulaporttiin sekä vuotokohtaan kohdistuu suurempi paine. Nykyään tiiveyden tarkastaminen on luvanvaraista työtä ja tätä varten tulee olla suoritettuna riittävä koulutus sekä tarvittavat sertifikaatit.

Tiiveyden tarkastamisessa lähdetään liikenteeseen siitä, että käydään läpi kaikki tiivistepinnat aluksi silmämääräisesti. Suurimmat vauriot huomataan yleensä varsin helposti silmällä (kuva 1). Samalla tarkistetaan tiivisteurien, koteloiden sekä vastapintojen kunto. Silmämääräisen tarkistuksen jälkeen tulee tiiveys tarkastaa joko ultraääni -tiivetsmittarin, vesipaineen tai esim. liidun kanssa pitopintojen puristuksella. Näistä ehdottomasti paras tapa on käyttää ultraääni -tiivetsmittausta, jolloin saadaan pienimmätkin vuodot havaittua, tarkka sijainti vuodosta sekä nähdään tarkalleen, kuinka iso havaittu vuoto on. Koska laivalla miehistöllä on harvoin ultraääni -tiivetsmittaria, voidaan vesipaineen avulla tai tarkastamalla puristus selvittää, vuotaako tiivistepinta vettä, jos tästä on epäily. Muu kuin välitön testaus olisi kuitenkin syytä suorittaa ammattilaisen toimesta.



Kuva 1. Myrskyportin roikkumisen yläkulmasta näkee jo silmällä.

3.1.1 Ultraääni -tiivestarkastus

Nykyään tiivestarkastukset tehdään usein ultra sonicin avulla. Tarkastajalla tulee olla luokituslaitoksen hyväksymät kurssit suoritettuna sekä sertifikaatit näistä. Ultraääni -tiivestarkastuksen avulla pystytään tarkastamaan kaikkien luukkujen, porttien ja ovien tiiveys. Sitä voidaan käyttää myös muissakin tiiveyksien tarkastamisessa kuten esimerkiksi ikkunoiden vuotojen selvittämisessä. Ultraääni -tiivestarkastusmittari on yksinkertainen käyttää, kun ymmärtää luukkujen ja porttien tiiveyksien tarkastamisen periaatteet sekä mittarin toiminnot ja ominaisuudet. Mittari tulee kalibroida myös riittävin väliajoin.

Lähetin sijoitetaan portin tai luukun toiselle puolelle. Lähetin lähettää ultraääni-aaltoja ja vastaanottimen avulla saadaan pienetkin vuodot huomattua ja yleensä paikannettua hyvin tarkasti. Aluksi voidaan tutkia koko portin tiiveys kerralla ja merkitä vuotopaikat pöytäkirjaan ja tämän jälkeen tutkia tarkemmin

mistä vuodot johtuvat. Ultraääni -tiivetyksmittarin suurin etu on juurikin se, että sillä saadaan hyvin tarkasti määritettyä vuodon kohta sekä vuodon suuruus (kuva 2, kuva 3). Pienemmät vuodot eivät myöskään välttämättä vuoda vesipaineen kanssa testattaessa ja liidun avulla on taas hyvin vaikea määrittää vuodon suuruutta.



Kuva 2. Ultraääni -tiivetyksmittarin vastaanotin ja 14,8%:n vuoto löytynyt.



Kuva 3. Kuvan 2 vuodon kohta perärampissa.

3.1.2 Puristuksen tarkistus

Joskus voi olla kuitenkin niin, ettei ultraääni -tiivaysmittari näytä vuotoa ja silti esimerkiksi ajon aikana keulaportti vuotaa hieman. Syynä tähän voi olla se, että ajon aikana kohdistuva paine saa vuodon aikaiseksi. Joka paikkaan ei myöskään aina pääse ultraääni -tiivaysmittarin kanssa ja tällöin puristusta voidaan tarkistella. Puristuksen tarkistamiseen ei tarvita ihmeellisyyksiä, vaan se voidaan suorittaa esimerkiksi liidun avulla. Toinen pitopinta värjätään liidulla, tämän jälkeen suljetaan portti, avataan se ja katsotaan jääkö puristus jostain kohtia olemattomaksi tai heikoksi. Puristuksen pystyy myös katsomaan muillakin menetelmillä kuin liidulla, mutta pääperiaatteena on katsoa pitopintojen puristusta värin avulla. Tulokset eivät kuitenkaan ole kovin tarkkoja ja varsinkaan mitään arvoja vuodon suuruudesta ei pystytä antamaan.

3.1.3 Vesipaine

Samoista syistä, kun puristuksen katsominen, voidaan joskus tiiveys tarkistaa vesipaineen avulla. Helpoin tapa on, jos vieressä ei ole mitään sellaista, mikä ei saa kastua tai sen pystyy suojaamaan hyvin, on testata tiiveys vesipaineen avulla. Tähän käy hyvin esimerkiksi paloletku, jonka avulla käydään läpi tiivistepinnat ja tarkistetaan, ettei vuotoja ole syntynyt toiselle puolelle. Vesi ei kuitenkaan aina kaikissa tilanteissa tule läpi, vaikka tiivisteessä olisikin jo vuoto ja varsinkin alkavat vuodot jäävät havaitsematta. Tarkka vuotokohta voi lisäksi olla vaikea määrittää tällä menetelmällä, koska usein ei näe tarkalleen, mistä vesi tulee läpi.

3.2 Keula- ja peräportin, ramppien sekä myrskyportin tarkastus

Porttien tarkastuksessa käydään tietyt asiat läpi vuosittain sekä joitakin asioita tietyin väliajoin tarkemmin läpi. Normaali tarkastus tehdään vuosittain ja erikseen on tehtävä vielä isompi viiden vuoden tarkastus. Jokainen tarkastus on kuitenkin yksilöllinen ja aina käydään samat perusasiat läpi. Jos nähdään tarvetta, voidaan aina tarkistaa laitteistoja tarkemmin tai esimerkiksi luokituslaitoksen toivomuksesta tehdä tarkempi tarkastus tietylle laitteelle tai osalle.

Aluksi tarkastetaan teräsrakenteiden kunto sekä se, ettei niissä ole mitään murtumia tai merkkejä väsymisestä. Samalla on hyvä käydä läpi hitsaus- saumoja mahdollisten murtumien takia. Myös ramppien ja läppien sekä muiden rautarakenteiden saranoiden välykset ja kunto tulee tarkistaa. Tämän jälkeen voidaan tarkistaa itse porttien ja muiden saranoiden sekä lukitusten kunto visuaalisesti. Kaikki vauriot rakenteissa tulee huomioida ja selvittää tarkemmin, mistä nämä johtuvat. Osa rakenteista väsyvät ja kuluu käytössä ja on uusittava tietyin väliajoin.

Rakenteiden tarkistusten yhteydessä tulee mitata stoppareiden sekä lukitusten välykset. Nämä mitataan rakotulkin avulla portin ollessa kiinni ja ohjearvot nähdään valmistajan manuaalista. Saranoiden kunnan ja välysten lisäksi tulisi tarkistaa erilaisten holkkien ja laakerien toiminta, välykset sekä yleinen kunto (kuva 4).



Kuva 4. Tarkistetaan rampin välyksiä tunkin ja heittokellon avulla.

Keulaportin, visiirin ja perärampin moitteeton toiminta käytettäessä on tarkistettava sekä se, että portti aukeaa ja sulkeutuu sulavasti ilman kitkaa tai hankausta. Rajakatkaisimien, indikointien ja merkkilamppujen toiminta sekä hätästoppareiden toiminta tarkastetaan samalla, kun muukin toiminta tarkastetaan. Rajakatkaisimien sekä indikointien toimivuudella on suuri merkitys vaurioiden välttämiseksi sekä turvallisuuden kannalta. Lukitusten osittainen kiinnijumiutuminen ja samalla rajakatkaisimen tai indikointien toimimattomuus johtaa usein vaurioihin, ennen kuin on huomattu jonkin lukituksen kiinni jääminen. Alus ei voi lähteä satamasta ennen kuin kaikki esimerkiksi keulaportin lukitusten indikoinnit indikoivat keulaportin olevan kiinni. Ultraääni -tiivetyksmittarin avulla selvitetään tiiveys ja samalla katsotaan tiivisteiden sekä tiivisteerien kunto.

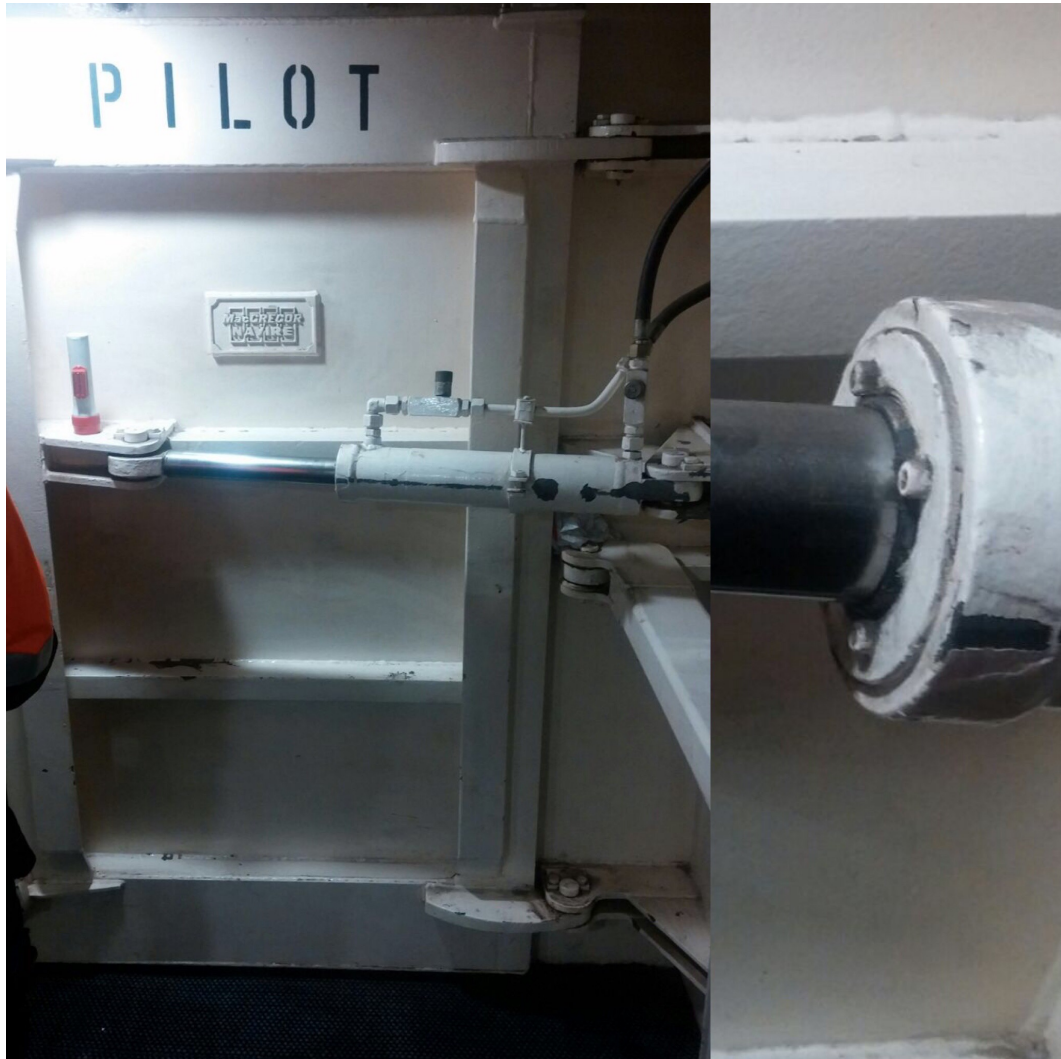
Erilaisten hydraulikkaventtiilien kunto ja toiminta tulee testata sekä samalla tarkastetaan putkiston ja letkujen kunto sekä mahdolliset vuodot näissä tai niiden liittimissä. Lisäksi selvitetään sylinterien kunto. Tarkistetaan sylinterivarren kunto, tiiveys sekä erilaisten laakerien ja holkkien kunto sekä niiden välykset sylintereissä. Vaikka sylinteri toimii moitteettomasti, voidaan tietyin välijoin osa tärkeämmistä sylintereistä haalata vikojen välttämiseksi - sylinterien sisäpuolinen tarkastus kun on mahdotonta ilman sylinterin avaamista.

Eniten huomautuksia porttien tarkastuksessa tulee erilaisista hydraulikkavuodoista, vaurioista metallirakenteissa sekä tiiveyden osalta. Iso osa näistäkin huomautuksista pystyttäisiin välttämään hyvällä kunnossapidolla sekä pitämällä parempaa huolta laitteistosta.

3.3 Luotsi-, sivu-, matkustaja- sekä bunkkeriporttien tarkastus

Luotsi-, sivu-, matkustaja- sekä bunkkeriporttien tarkistuksissa käydään läpi pitkälti samoja asioita kuin keula- ja peräporttien tarkastuksissa. Nämä portit ovat yleensä kooltaan huomattavasti pienempiä ja rakenteeltaan yksinkertaisia. Näissä kuitenkin pätevät kaikki keula- ja peräporttien tarkastusten säännöt ja kaikki edellä mainitut asiat tulee käydä läpi ja tarkistaa.

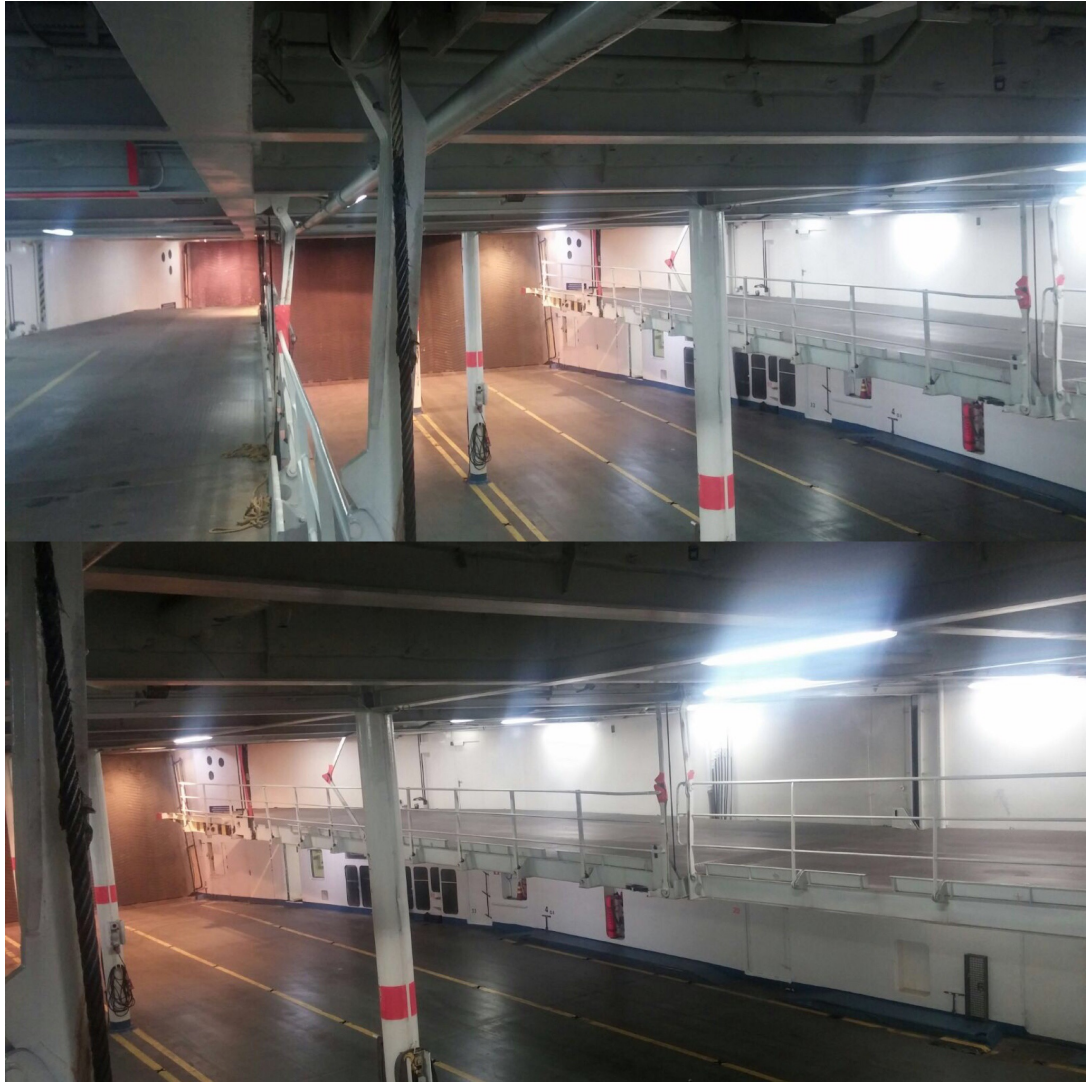
Joissain laivoissa ongelmia aiheuttaa se, että toisin kun keula- ja peräportteja, näistä porteista osa voi olla aina normaalisti käyttämättömänä. Tämä aiheuttaa omanlaisia ongelmia osille ja varsinkin vikojen havaitseminen ilman erillistä tarkastusta on vaikeaa, jos porttia ei käytetä (kuva 5).



Kuva 5. Luotsiportti ja sylinterin pääty vuotaa hieman.

3.4 Autohyllyjen ja vastaavien tarkastus

Autohyllyjen ja vastaavien tarkastuksessa katsotaan ensin läpi hyllyjen toiminta sekä samalla tarkistetaan taas kaikkien rajojen ja indikointien toimivuus. Autohyllyn toimintaa tarkastettaessa oli syytä kiinnittää myös huomiota siihen, että hylly laskeutuu ja nousee tasaisesti. Aikojen saatossa vaijereiden säädöt ovat voineet muuttua tai vaijerit ovat venyneet.



Kuva 6. Käynnissä autohyllyjen tarkastus ja kuvassa näkyy myös vaurioitunut vaijeri.

Jos hylly toimii esimerkiksi vaijereidenavulla, tulee vaijereiden kunto tarkistaa. Vaijerit tarkistetaan mahdollisten vaurioiden varalta sekä samalla voidaan huomata, jos on alkavia vaurioita (kuva 6). Vaijereiden ikä tulee myös selvittää, koska vaijerit vaihdetaan ennakoiden, kun tietty ikä on tullut täyteen. Tämän iän määrittelee valmistaja. Jos vaijereihin on tullut vaurioita, tulee ne vaihtaa saman tien ja pienetkin vauriot johtavat vaijerin hylkäämiseen. Vaijereiden tarkistuksen yhteydessä katsomaan myös köysipyörät läpi kuluman ja halkeamien varalta (kuva 7).



Kuva 7. Vaijeripyörä ottaa kiinni seinään.

Hydrauliputkiston ja -letkujen kunto on tarkistettava (kuva 8). Samalla katsotaan metallirakenteiden kunto sekä sylintereiden tiiveys ja toimivuus. Oli sitten kyseessä keulaportti, sivuportti tai autohylly, on tarkastuksissa käytävä pitkälti samat asiat läpi. Rakenteet ovat vain hieman erilaiset.



Kuva 8. Taaempi letku on vaurioitunut yläpäästä ja letkut jäävät oven väliin puristukseen.

3.5 Hydraulikoneikkojen ja hydraulijärjestelmien tarkastus

Hydraulikoneikkojen osalta tarkistetaan letkujen, liittimien sekä putkiston kunto sekä se, että niissä ei ole vuotoja. Koneikoissa on filtterit ja filttereissä yleensä likaisuus indikointi. Filtterit vaihdetaan ennakkohuollon yhteydessä tai jos filteri indikoi likaisuutta (kuva 9).



Kuva 9. Hydraulikoneikossa vuotoja filttareissä ja liittimissä.

Pumput tulee tarkistaa myös vuotojen varalta ja niiden toimivuus on varmistettava. Hydraulipumppuja testattaessa tulee kiinnittää huomio pumpun tasaiseen käyntiäneen sekä värinöihin. Näiden avulla pystytään helposti huomamaan, jos pumpussa on jotain häikkää. Esimerkiksi TTS suosittelee, että hydraulipumput vaihdetaan uuteen tai kunnostettuun kuuden tai 10 vuoden välein. Avoimen kierron pumput tulee vaihtaa kuuden vuoden välein ja sisäisen kierron pumput 10 vuoden välein. (TTS 2006,186.)

Öljyn puhtaus koko järjestelmässä on erittäin tärkeää. Öljynäytteiden otto vähintään vuosittain on suositeltavaa, koska öljynäytteiden puhtauden lisäksi sillä pystytään seuraamaan komponenttien kuntoa. Likainen öljy tulee vaihtaa välittömästi. Öljynäytteistä voidaan myös todeta, jos esimerkiksi öljyssä on paljon metallihiukkasia, että joku pumppu on esimerkiksi menossa rikki.

4 RO-RO-LAITTEIDEN HUOLTO JA RAKENNE

Lähestulkoon kaikki ro-ro-laitteet toimivat hydraulisesti, ainakin osittain. Osa rampeista voi olla vaijerivetoisia sähkömoottoreiden avulla, mutta usein vaijeridenkin voima tulee sylinteriltä. Suurin osa kuitenkin nykyään esimerkiksi Itämerellä seilaavista ropax-aluksista käyttää pelkästään hydraulista voimansiirtoa ro-ro-laitteissa.

Hydraulijärjestelmät ovat tehonsiirtoketjuja, joissa mekaanisesti tuotettu teho muunnetaan hydrauliseksi tehoksi eli siirretään nesteeseen paineeksi ja tilavuusvirraksi. Tämä nesteeseen sidottu teho puolestaan siirretään haluttuun kohteeseen putkistoja ja letkuja pitkin ja muunnetaan siellä takaisin mekaaniseksi energiaksi. Hydrauliikan etu muihin tehonsiirtotapoihin verrattuna on muun muassa suunnittelun vapaus sekä komponenttien hyvät tehopainosuhteet. Tällä saavutetaan kevyt sekä yksinkertainen rakenne ja samalla se vie vähän tilaa. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2004, 11.)

Hydrauliikkajärjestelmät ovat yksinkertaisia ja ne vaativat vähemmän huoltoa kuin monet muut järjestelmät. Suurimmat ongelmat järjestelmissä ovat korrosio, epäpuhtaudet sekä vuodot. Vaikka ro-ro-laitteiden suurin yksittäinen tekijä on hydrauliikka, liittyy niiden huoltoon kuitenkin monia muitakin asioita kuin pelkkä hydrauliikka ja siihen liittyvät laitteet.

Kaikki huollot laitteille tulee suorittaa valmistajan ohjeiden sekä luokituslaitoksen säädösten mukaan. Valmistaja määrittää laitteille yleensä myös huoltovälit sekä eri osien oletetun eliniän. Osan huolloista voi laivan miehistö suorittaa itse, mutta suuremmat ja esimerkiksi porttien huollot tulee jättää hyväksytyille huoltoyhtiölle.

4.1 Putkistojen rakenne, valmistus ja huolto

Hydraulijärjestelmissä teho siirretään yleensä kohteeseen putkistoja ja letkuja pitkin. Järjestelmissä käytettävien putkien tyyppiin, materiaaliin sekä seinämäpaksuuksiin vaikuttavat järjestelmän paine, tilavuusvirtojen suuruus, käytettävä neste sekä käytettävät liittimet. Yleisimmin käytettyjä putkimateriaaleja

ovat saumattomat tarkkuusteräsputket, saumattomat kuumavalssatut teräsputket, hitsatut tarkkuusteräsputket sekä hitsatut teräsputket. Putkimateriaali on tavallisesti hiiliterästä, ruostumatonta terästä tai haponkestävää terästä. (Kauranne ym. 2004, 323.) Putkistojen rakenteelliset vaatimukset lasketaan kuitenkin jo ennen putkiston valmistamista ja huoltotöissä uusi putkisto tehdään usein vastaavaksi kuin vanha, jos se on alun perin suunniteltu järkevästi ja se on toiminut moitteettomasti. Materiaalin valinnan miettiminen on silti usein ajankohtainen, jos putkisto on esimerkiksi pahoin ruostunut, rakennettu mustasta raudasta ja putkisto sijaitsee sellaisessa paikassa, että se joutuu sääolosuhteiden armoille (kuva 10). Liittimissä ja putkistoissa täytyy myös ottaa huomioon se, onko kyseessä matalapaine- vai korkeapainejärjestelmä ja valita tämän mukaan oikeat liittimet sekä putket.

Suurin ongelma hydraulikkaputkistoissa on putkistojen ruostuminen sekä se, että liittimet alkavat ajansaatossa vuotamaan (kuva 11). Putkistoa voidaan vaihtaa pätkä kerrallaan tai tehdä suoraan koko putkilinja uudestaan koneikolta esimerkiksi sylintereille asti. Putkiston ja sylintereiden välillä käytetään vielä usein hydrauliletkuja. Liittimien vuodot ovat usein ongelmallisempia. Joskus pelkkä kiristäminen voi auttaa, mutta usein liitin jatkaa vuotamista hetken päästä. Kiristäessä pitää lisäksi aina varautua vaurioihin ja siihen, että joutuu vaihtamaan pätkän putkea. Jos liittimen runko on ehjä ja kiristys ei auta, on helpointa vaihtaa pätkä putkea ja uusi liitin helmiseen.



Kuva 10. Pahasti ruostuneet putken pätkät, jotka ovat sääolosuhteiden armoilla.

Putkistojen valmistuksessa on otettava muutama asia huomioon. Liittimet on syytä kiristää esikiristyskoneikolla. Tällä varmistetaan liittimien helmien oikeaoppinen kiristys, vältetään vahingoittamasta liittimien runkoja tai helmiä, että helmet tulevat kiristettyä oikeaan kireyteen sekä se, että helmi tulee oikeaan kohtaan. Varsinkin isommissa putkissa ruostumattomat liittimet on vaikea saada pitämään ilman koneellista esikiristystä. Toinen tärkeä asia on putkien puhtaus uutta putkistoa tehdessä. Hydraulikassa lika aiheuttaa isoja ongelmia ja tämän takia putkistot on pyrittävä pitämään puhtaina. Kaikki jäysteet on syytä poistaa putkista ja ennen asennusta olisi syytä vielä puhdistaa putket ampumalla foamtulppia putken läpi. Tällöin saadaan jo rakennusvaiheessa suurimmat liat putken sisältä pois. Isompia putkilinjoja vaihdettaessa tai uudisrakennuksessa on putket lisäksi syytä puhdistusajaa läpi, jottei lika pääsee eteenpäin putkistosta. Putkistojen klemmarointiin suhtaudutaan usein välinpitämättömästi, vaikka se on iso tekijä putkiston kestävyuden kannalta.



Kuva 11. Liittimet vuosivat hiukan joka puolelta.

Laivassa tärinä heikentää putkiston ikää huomattavasti, jos putkistoa ei ole klemmaroitu oikein. Samoin oikeaoppisella klemmaroinnilla voidaan pitkälti välttää putkien taipuminen ja vääntyminen. Hyvänä sääntönä voidaan pitää sitä, että putkisto klemmaroidaan vähintään metrin välein siten, että se on tukevasti kiinni eikä putkisto pääse tärisemään. Pienillä asioilla saadaan putkistolle paljon elinaikaa lisää ja saadaan järjestelmä pidettyä kunnossa.

4.2 Putkistojen puhdistusajo

Varsinkin uudisrakennuksessa, mutta myöskin korjauspuolella, jos joudutaan tekemään uusiksi isoja putkilinjoja, tulisi ottaa huomioon putkistojen puhdistusajo. Vaikka putket ovat uusia ja niiden päissä on tulpat, ovat ne silti likaisia ja putkille olisi hyvä suorittaa puhdistusajo ennen käyttöönottoa, jottei lika pääse eteenpäin järjestelmässä. Yleensä valmistajat ovat antaneet puhtausarvot uudisrakennuksen aikaan ja ennen kuin putkisto tulee käyttöön, on se ajettu puhtaaksi kierrättämällä koneikon avulla öljyä suodattimien läpi. Samalla puhdistusajon yhteydessä pystytään putkisto koeponnistamaan ja nähdään, onko putkistossa vuotoja. Puhdistusajokoneikon avulla putkisto voidaan myös koeponnistaa n. 1,5 kertaa suuremmalla paineella kuin mitä putkiston käyttöpaine on. Huomioon tulee kuitenkin ottaa se, että jos putkiston käyttöpaine on yli 300bar, koeponnistetaan putki enää n. 20 baaria korkeammalla paineella kuin

mitä käyttöpaine on. Tämän avulla putkistojen paineet eivät kasva liian suuriksi koeponnistuksissa. Putkiston koeponnistuksella saavutetaan varmuus putkiston kestävydestä sekä siitä, ettei putkistossa tule vuotoja käyttöpaineen hetkellisesti kasvaessa ja huomataan vuodot jo ennen putkiston käyttöönottoa.

Karkea arvio on, että 70-80% kaikista hydraulijärjestelmien toimintahäiriöistä johtuu nesteen epäpuhtauksista. Kiinteiden epäpuhtauksien osuus on toimintahäiriöistä n. 50-55% ja 20-25% taas johtuu pääasiassa järjestelmässä olevasta vedestä ja ilmasta. (Kauranne ym. 2004, 290.)

4.2.1 Puhdistusajokoneikko

Puhdistusajokoneikolla ajetaan hydrauliputkistot puhtaaksi hiukkasista ja muista partikkeleista (kuva 12). Puhdistusajo tapahtuu siten, että koneikon hydraulipumpun avulla öljyä kierrätetään putkiston läpi ja samalla sitä suodattetaan koneikon paine- ja paluupuolella sijaitsevien suodattimien läpi. Service champions käyttää puhdistuskoneikossaan normaalisti kolmen mikronin suodatinta paluupuolella ja kuuden mikronin suodatinta painepuolella.



Kuva 12. Putkistojen puhdistusajokoneikko.

Aluksi haluttu putkiston osa tai koko putkisto lenkitetään. Koneikolta painepuolelta lähtevä letku liitetään putkiston toiseen päähän ja tämän jälkeen putkiston toinen pää liitetään koneikon paluupuolelle letkujen avulla ja näin saadaan aikaiseksi suljettu kierto putkistoon. Voidaan esimerkiksi ajaa aluksi putkiston painepuoli yksinään ja tämän jälkeen paluupuoli yksinään tai sitten voidaan painepuoli sekä paluupuoli lenkittää yhteen ja näin saadaan samalla ajettua koko putkisto. Jokainen puhdistusajo suunnitellaan erikseen putkiston mukaan ja tämän takia ei ole olemassa mitään yleisiä ohjeita.

Ennen kuin öljyä aletaan kierrättämään putkistossa, on hyvä käydä vielä läpi kaikki putkiston liittimet, ettei yksikään ole unohtunut kiristää. Koneikon tuotto on kuitenkin sen verran suuri, että isompi vuoto liittimestä päästää hyvin suuren määrän hetkessä öljyä pihalle putkistosta, vaikkei itse putkistossa vielä painetta olisikaan. Kun liittimet on kiristetty, voidaan hiljalleen alkaa koneikon avulla kierrättää öljyä putkistossa. Puhdistusajossa on hyvä kierrättää samaa öljyä kuin mitä järjestelmässä tullaan käyttämään.

Aluksi öljy ajetaan lämpimäksi kierrättämällä öljyä putkiston läpi ja suodattimien kautta takaisin pumpulle. Kun öljyä on kierrätetty ja se on saatu lämpimäksi n. 60-asteeseen ja ajatellaan, että öljy alkaa olemaan puhdasta, voidaan koneikkoon liittää hiukkaslaskin, joka laskee öljyissä olevia hiukkasia sekä muita partikkeleita. Kun hiukkaslaskin on kytketty koneikkoon, kierrätetään öljyä niin kauan putkistossa suodattimien läpi, että päästään valmistajan antamiin puhtausarvoihin. Suodattimien vaihto tulee tehdä tarpeeksi usein, jos öljy on likaista tai tuntuu, ettei öljy enää puhdistu. Kun haluttu arvo on saavutettu, otetaan hiukkaslaskimesta saadut tulokset talteen ja säilytetään työn tilaajaa varten. Puhdistusajon jälkeen voidaan putkisto vielä koeponnistaa koneikon avulla. Aluksi suljetaan kierto ja liitetään sopivat painemittarit koneikkoon. Tämän jälkeen aletaan koneikon paineenkorotuspumpulla nostamaan hiljalleen putkiston painetta kohti käyttöpainetta ja samalla seurataan, ettei putkistossa ole vuotoja. Kun käyttöpaine on saavutettu, voidaan putkisto ponnistaa tilaajan haluamalla paineella, esim. 1,5 - 2 kertaa putkiston käyttöpaine, jolloin varmistetaan, ettei putkistossa ole vuotoja ja se kestää vähän korkeampaakin painetta. Kun putkisto on puhdas ja koeponnistettu, poistetaan putkistosta puhdistusajoa varten liitetyt letkut ja tulpataan puhdistettu putkisto, ettei sinne enää pääse likaa. (Tynkkynen 2016.)

4.2.2 Hiukkaslaskin

Öljyn hiukkaslaskenta kertoo, kuinka monta kappaletta ja minkä kokoisia hiukasia öljyssä on. Nykyisin varsinkin maapuolen teollisuudessa öljyn kunnonarvioinnin lisäksi hiukkaslaskentaa käytetään paljon myös mekaniikan kunnossapidon arvioimisessa. Hiukkaslaskenta voidaan joko tehdä lähettämällä öljynäytteitä laboratorioon tai hiukkaslaskimen avulla paikan päällä. Öljynäytteiden hiukkaslaskenta onkin enemmän mekaniikan kuin öljyn kunnonvalvontaa. Öljyssä olevat pienet mikronin kokoiset hiukkaset voivat tehdä öljystä hiontaainetta ja isommat hiukkaset voivat kertoa jostain mekaanisesta vauriosta. Edullisemmat hiukkaslaskimet kertovat vain öljyn puhtausarvon ja kalliimmilla laitteilla pystytään tulostamaan puhtausluokkien lisäksi hiukkasmääränerottelu laajalta hiukkasalueelta. (Niiranen 2014.) Service Champions Oy käyttää Pamasen hiukkaslaskimia, jolla pystytään määrittämään hiukkasten koko samalla (kuva 13). Hiukkaslaskin tulee myös vähintään kahden vuoden välein kalibroida valtuutetussa huollossa.



Kuva 13. Hiukkaslaskin ja alemmassa kuvassa putkiston puhdistusajo käynnissä.

Nykyisin eniten käytössä on ISO 4406:1999-puhtausluokka (taulukko 1). Siinä määritetään hiukkaslaskentatuloksesta partikkeli kokojen $\geq 4 \mu\text{m}(c) \geq 6 \mu\text{m}(c) \geq 14 \mu\text{m}(c)$ mukaisesti. Suluissa oleva c tarkoittaa nykyisen standardin mukaista hiukkaskoon määrittystä. (Niiranen 2015.) Esimerkiksi ISO 4406:1999-puhtausluokka 18/16/13 tarkoittaa, että $\geq 4 \mu\text{m}$:n hiukkasia on öljyssä luokkaa 18 vastaava määrä eli 130001 - 250000 kpl/100ml ja $\geq 6 \mu\text{m}$:n hiukkasia on luokkaa 16 vastaava määrä eli 32001 - 64000 kpl/100ml ja $\geq 14 \mu\text{m}$:n hiukkasia luokkaa 13 vastaava määrä eli 4001 - 8000 kpl/100ml. Yleensä esim. teollisuuden hydraulikassa öljyn puhtausarvot ovat lähellä luokkaa 10, esimerkiksi 14/12/9. (Niiranen 2014.)

Taulukko 1. ISO 4406:1999 puhtausluokitus

Hiukasmäärä / 1 ml		Hiukasmäärä / 100ml		ISO 4406:1999 puhtausluokka
>	<	>	<	
2.500.000		250 milj.		>28
1.300.000	2.500.000	130 milj.	250 milj.	28
640.000	1.300.000	64.000.000	130 milj.	27
320.000	640.000	32.000.000	64.000.000	26
160.000	320.000	16.000.000	32.000.000	25
80.000	160.000	8.000.000	16.000.000	24
40.000	80.000	4.000.000	8.000.000	23
20.000	40.000	2.000.000	4.000.000	22
10.000	20.000	1.000.000	2.000.000	21
5.000	10.000	500.000	1.000.000	20
2.500	5.000	250.000	500.000	19
1.300	2.500	130.000	250.000	18
640	1.300	64.000	130.000	17
320	640	32.000	64.000	16
160	320	16.000	32.000	15
80	160	8.000	16.000	14
40	80	4.000	8.000	13
20	40	2.000	4.000	12
10	20	1.000	2.000	11
5	10	500	1.000	10
2,5	5	250	500	9
1,3	2,5	130	250	8
0,64	1,3	64	130	7
0,32	0,64	32	64	6
0,16	0,32	16	32	5
0,08	0,16	8	16	4
0,04	0,08	4	8	3
0,02	0,04	2	4	2
0,01	0,02	1	2	1
0	0,01	0	1	0

Toinen vielä käytössä oleva yleinen puhtausluokka on NAS-1638 standardi (taulukko 2). Se perustuu differentiaaliseen määrittelyyn (kpl/kokoluokka-alue). Siinä on viisi hiukkaskokoaluetta sekä 14 puhtausluokka aluetta väliltä

00-12. NAS-arvo voidaan myös määrittää yhdellä luvulla ja tällöin puhtausluokaksi valitaan huonoin puhtausluokka viidestä puhtausalueesta (Kela 2011.)

Taulukko 2. NAS 1638-standardin puhtausluokitustaulukko

Puhtausluokka	Hiukkaskoko um				
	5-15	15-25	25-50	50-100	>100
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1000	178	32	6	1
3	2000	356	63	11	2
4	4000	712	126	22	4
5	8000	1425	253	45	8
6	16000	2850	506	90	16
7	32000	5700	1012	180	32
8	64000	11400	2025	360	64
9	128000	22800	4050	720	128
10	256000	45600	8100	1440	256
11	512000	91200	16200	2880	512
12	1024000	182400	32400	5760	1024

Puhdistusajossa hiukkaslaskin kytketään puhdistusajokoneikkoon ja hiukkaslaskin mittaa koko ajan putkistossa virtaavan öljyn puhtautta. Kun laskin on kytketty koneikkoon ja koneikossa virtaa öljy, niin siitä menee pienen letkun kautta pieni ohivirtaus laskimelle. Samalla, kun se laskee partikkelien määrää ja öljyn puhtautta, se tulostaa kuitille laskemansa tiedot.

4.3 Ramppien ja porttien huolto

Ramppien ja porttien huollot tulee suorittaa usein mahdollisimman pian vian ilmenemisestä tai havaitusta huollon tarpeesta. Isommat viat esimerkiksi keulaportissa voi jättää aluksen satamaan, koska se ei ole enää merikelpoinen vian takia.

Yleisimpiä ongelmia porteissa on ongelmat tiiveyden kanssa, muutokset rautarakenteissa sekä vuodot putkistoissa ja sylintereissä. Ennakoivalla huollolla sekä huolellisella kunnossapidolla pystytään monesti välttämään isommat vauriot. Laakereiden ja holkkien ikä on rajattu, mutta säännöllisellä rasvauksella pystytään esimerkiksi huomattavasti pidentämään niiden ikää.

Välinpitämättömyys aiheuttaa myös ongelmia. Jos esimerkiksi jokin rajakatkaisin ei toimi kunnolla ja tämä ohitetaan tai jätetään korjaamatta ja seuraavalle

unohdetaan kertoa, ongelma on valmis. Nykypäivänä myös armoton kiire lastauksen ja purkauksen yhteydessä aiheuttaa usein vaurioita, koska kiireen keskellä käytetään ro-ro-laitteita välinpitämättömästi ja ei huomata ongelmia ennen kuin on liian myöhäistä.

4.3.1 Metallityöt

Rampeissa ja porteissa teettää töitä erilaiset hitsaustyöt. Iso osa ro-ro-laitteiden huollossa suoritettavista töistä on metallitöitä. Raudan väsymisestä johtuvat vääntymiset ja murtumiset sekä normaali ruostuminen ja kuluminen. Ramppien tulee kestää jatkuvaa rekkojen ja muiden raskaiden ajoneuvon ajoa ja tämän takia tietyin väliajoin rauta vain yksinkertaisesti väsyä, murtuu tai vääntyy.

Tämän takia yleisiä metallitöitä ramppien huollon yhteydessä ovat läppien saranoiden vaihdot kulumisen takia, erilaiset murtumat hitsauksissa ja yksinkertaisesti raudan väsyminen. Yleensä näistä selvittää saumojen uudelleen hitsauksella tai erilaisten vahvikkeiden hitsaamisella. Läppien ja ramppien suoristaminen tunkkaamalla ja lämmön avulla auttaa usein eikä tarvitse vaihtaa isompia levyjä. Joskus voi kuitenkin olla suoraan helpompi hitsata uutta rautaa tilalle kuin alkaa yrittämään suoristaa vanhaa levyä. Kaikissa hitsauksissa tulee ottaa se huomioon, että levyseppähitsarilla on voimassa olevat luokat ja vaativimmissa hitsauksissa on hyvä keskustella luokituslaitoksen kanssa saumojen kuvaamisesta, jolloin varmistetaan hitsausten kestävyys. Erilaiset stopparit ja ohjurit kuluvat myös ja näihin joudutaan hitsaamaan lisää tavaraa aika-ajoin.

Tämän lisäksi vaurioita sattuu välinpitämättömyydestä ja kiireestä johtuen, jolloin sattuvat usein ne isoimmat vauriot (kuva 14). Isompien metallitöiden yhteydessä tulee suorittaa lujuuslaskennat materiaaleille ja hitsauksille, jolloin varmistetaan siitä, että korjaukset kestävät tarkoituksen mukaista rasitusta. Välillä myös voidaan joutua tekemään muutostöitä, kun alkuperäiset rakennelmat eivät ole kestäneet riittävästi ja joudutaan suunnittelemaan ja laskemaan kokonaan alusta asti uuden rakenteen lujuudet ja vaatimukset.



Kuva 14. Lukitus jäänyt kiinni ja vääntänyt vaijeripyöränsuojan käyttökelttomaksi.

4.3.2 Kumien vaihto ja korjaus

Kumien vaihto ja korjaustoimenpiteet ovat useimmiten identtiset oli sitten kyseessä keulaportti, bunkkeriportti tai esimerkiksi joku autokannen lastiluukku. Aluksi pitää selvittää, missä vuotokohta sijaitsee ja mikä voisi olla mahdollinen ongelma, josta vuoto johtuu.

Kumien vaihto tulee usein eteen, jos kumin tiivistepinnassa on vaurioita tai kumi on painautunut pahasti eikä tämän takia ole enää puristusta. Kumin vaihto on yksinkertaista ja ainoat ongelmat tulevat usein kulmien kanssa. Kumia voidaan vaihtaa vain pienempi pätkä kerrallaan tai koko portin tai luukun kumi kerralla.

Aluksi poistetaan vanha kumi sekä putsataan kumien tiivisteura vanhasta liimasta (kuva 15). Tämän jälkeen mitoitetaan uusi kumi sekä katkaistaan kulmat siististi. Tärkeää on huomioida se, että jos kulmat liimataan itse, tulee kulman leikkuun olla suora ja sileä. Vaihdeettavan kumin tulee olla myös hieman ylimitoitettu ja tällä saavutetaan se, ettei kumi jää vajaaksi asennettaessa puristuksessa. Suurin ongelma on saada kulmat kestäväksi ja tämän takia liimauksessa on syytä olla tarkkana. Voidaan myös käyttää esimerkiksi vulkanoituja kulmia, jolloin saadaan niille hyvä kestävyys tai joitain kulmamalleja saa ostettua suoraan kumien valmistajilta ja tällöin ei tarvitse liimata kuin suorat päät yhteen.

Jos kuitenkin kumi näyttää hyvältä ja näyttää siltä, että kumi on vain vähän painunut ja ei tämän takia pidä, voidaan tietyissä kumityypeissä laittaa alle muutaman millin paksua kumia täytteeksi, jolloin saadaan lisää puristusta kumille ja säästytään koko kumin vaihdolta. Tämä kuitenkin onnistuu vain tietynlaisten kumien kanssa.



Kuva 15. Autokannen luukun kumin vaihto operaatio käynnissä. Vanha kumi irroitettu ja seuraavaksi olisi tarkoitus puhdistaa tiivisteura.

Kumeja on useita erilaisia. Vaihdettaessa kumi uuteen tulee se vaihtaa vastaavaan. Kaikkien kumien kanssa myöskään puristuksen lisääminen ei on-

nistu, jos kumi on esimerkiksi foam-tyyppistä kumia ja se on liimattu tiivisteuraan, on kumi todennäköisesti käyttökelvoton irrotuksen jälkeen. TTS käyttää nykyään luukuissa ja perärampissa lohenpyrstömallista kumia, joka asennetaan omaan uraansa, johon ei ole mahdollista laittaa alle puristusta. Tämän mallin kanssa kumin vaihto tulee myös aina eteen.

4.3.3 Muut työt

Vaikka ehkä suurin työllistäjä huolloissa on rautarakenteet sekä tiiviys, liittyy porttien ja ramppien huoltoon paljon muitakin.

Toimivuuden kannalta isossa osassa on kaikkien sähköisten komponenttien toiminta. Erilaiset rajakatkaisimet ja indikoinnit ovat tärkeässä osassa toiminnan kannalta. Niiden toiminta tulee tarkastaa säännöllisesti ja pitää huolta siitä, että kaikki rajakatkaisimet, indikoinnit sekä merkkivalot toimivat.

Myös ajopaneelien toiminta tulee tarkastaa (kuva 16). Usein aluksissa ajopaneelit eivät toimi niin kuin niiden pitäisi ja ro-ro-laitteita ajetaan erilaisten vip-paskonstien avulla, joka johtaa ennemmin tai myöhemmin vaurioihin.



Kuva 16. Ajopaneelit on syytä tarkistaa myös huolellisesti.

4.4 Sylintereiden ja hydraulikoneikoiden huolto

Sylintereiden suurimpia ongelmia on ajansaatossa tapahtuva männänrenkaiden koveneminen, minkä jälkeen sylinteri vuotaa läpi. Isompi vuoto aiheuttaa välittömästi sen, että sylinteristä häviää voimantuotto ja se ei toimi enää sen jälkeen. Pienemmät vuodot huomataan usein siitä, että sylinteri valuu sisään tai ulos hiljalleen, kun renkaat vuotavat. Varrentiivisteiden ja muiden tiivisteiden koveneminen aiheuttaa myös ongelmia ja esimerkiksi vuotoja ulospäin (kuva 17).



Kuva 17. Molemmat sylinterit vuotavat sylinterin kannesta.

Sylinteriputken ja –varren holkit ja laakerit kuluvat ajansaatossa ja ne on hyvä vaihtaa aina, jos välykset ovat kasvaneet tai niissä huomataan muita ongelmia.

Sylinterien varret ovat usein ikuisia ja useimmiten ainoastaan ulkoiset tekijät aiheuttavat vaurioita varsiin. Varsia voidaan koittaa korjata tai voidaan teettää uusi tilalle, jos vauriot ovat isot. Usein myöskin sylinterin koko ratkaisee kannattaako sylinteri korjata vai teettää esimerkiksi uusi vastaava tilalle.

Sylintereiden haalaus on yksinkertaista. Avataan sylinterikansi ja otetaan sylinterivarsi pois. Irrotetaan mäntä sekä vaihdetaan kaikki tiivisteet ja tukirenkaat. Tämän jälkeen vaihdetaan vielä kaikki muut o-renkaat ja tukirenkaat. Sitten sylinteri voidaan kasata ja hydraulipumpun avulla lopulta koeponnistaa.

4.5 Vaijereiden huolto ja vaatimukset

Yleensä itse vaijeria ei huolleta, jos siinä nähdään joitain vaurioita yms., koska se on helpompi ja turvallisempi vaihtaa uuteen. Vaijereita on syytä rasvata huolellisesti, sillä tämä pidentää vaijerin käyttöikä huomattavasti. Vaijereille on kuitenkin yleensä määritetty tietty ikä, minkä se kestää siinä kohteessa. Se riippuu siitä, missä sitä käytetään ja vaikka vaijeri näyttäisi edelleen hyvältä, tulisi se vaihtaa käyttöiän tullessa täyteen. Itse vaijerin vaihto on nopeaa ja yksinkertaista: vanhan tilalle vedetään vain uusi vaijeri tai vanhaa pois vedettäessä vedetään esimerkiksi naru tilalle ja tämän avulla saadaan myöhemmin uusi vaijeri helposti paikoilleen. Vaijereiden mahdolliset päät riippuvat aina käyttökohteesta. Voidaan käyttää valmiita kousseja, valaa vaijerin päät esimerkiksi sinkillä tai wire-lock-vaijerinvaluaineella tai käyttää kiilapesiä. Vaijereiden vaihdon jälkeen tulee vaijerit aina huolellisesti säätää kohdalleen ja tarkistaa tämän jälkeen laitteen moitteeton toiminta (Kuva 18).

Vaijereiden lisäksi kiila- ja ohjauspyörät ja vastaavat täytyy vaihtaa, jos ne ovat kuluneet tai pyörän pinnoissa näkyy vaurioita, jotka voivat mahdollisesti vaurioittaa vaijeria. Holkit ja laakerit voidaan vaihtaa, jos kiila- tai ohjauspyörät eivät enää pyöri kunnolla tai niissä on joitain muita vaurioita (kuva 19).



Kuva 18. Autokannen autohyllyn vaijerinsäätö menossa.

Vaijereiden valinnassa tulee ottaa huomioon vaijerin oikea tyyppi, köyden rakenne, halkaisija ja pituus. Nämä määräytyvät vaijerin käyttökohteen mukaan. Yleensä on kuitenkin syytä noudattaa valmistajan ohjeita ja tilata vastaavat vaijerit tilalle. Usein vaijeri tulee olla luokitettu vaijeri ja tämän takia vaihdon yhteydessä pitää tilaajalle toimittaa dokumentit vaijerin luokituksesta.



Kuva 19. Vaijeripyörän laakeri on rikki.

4.6 Muut huoltotyöt ja kunnossapitotyöt

Monesti pienillä huoltotoimenpiteillä saadaan huomattavasti elinikää lisää kaikille laitteille. Rautarakenteiden pitäminen hyvässä kunnossa sekä maalissa tarvittaessa pidentää niiden ikää. Sylintereiden varsien pitäminen puhtaana ja suojaaminen muita töitä tehdessä pidentää niiden kestävyyttä. Erilaisten vuotojen välitön kiristäminen ja korjaaminen vähentävät isompien korjausten tarvetta. Pöly, lika ja suolavesi aiheuttavat paljon ongelmia ja sen takia kunnossapidon merkitys on suuri (Kuva 20).



Kuva 20. Esimerkki välinpitämättömydestä sylinterin vuotoa kohtaan. Ei näin!

5 HUOLTOJEN SEURANTA, RAPORTOINTI JA DOKUMENTOINTI

Kaikki tarkastukset ja huollot dokumentoidaan, jotta myöhemmin tiedetään mitä on tehty ja kuka sen on tehnyt. Varsinkin isommista huolloista on syytä toimittaa huoltoraportti huollon tehneen yhtiön puolesta. Nämä raportit toimitetaan alukselle, konttorille sekä tarvittaessa luokituslaitokselle. Laivalla on tämän jälkeen oma velvollisuus dokumentoida paperit, jotta tarkastus- ja huoltohistoria saadaan selville.

5.1 Huoltojärjestelmä ja huoltojen ennakointi

Laivojen käyttämät huoltojärjestelmät kuten AMOS, SAP tai MPM toimivat alusten huoltojen ennakoinnin apuna ja niistä löytyy tehtyjen huoltojen historia

yksinkertaisesti. Huoltojärjestelmien avulla saavutetaan yksinkertainen huoltojen seurantajärjestelmä, pystytään hakemaan helposti laitteen koko huoltohistoria ja mahdolliset aikaisemmat viat sekä merkitsemään korjaustoimenpiteitä. Myös mahdollisia alkavia ongelmia voidaan kirjata, jolloin varmistetaan, että seuraavalla tarkastuskerralla käydään kyseiset ongelmat tarkasti läpi.

Samalla järjestelmästä nähdään tulevat huollot. Huollot suoritetaan usein käyttötuntien tai aikamääreen mukaan. Huoltojärjestelmään on kirjattu kaikki valmistajan antamat huoltovälit eri laitteille ja huollon tullessa ajankohtaiseksi ilmoittaa järjestelmä siitä. Osan huolloista ja tarkastuksista pystyy tekemään laivan oma henkilökunta ja isommat huollot ja tarkastukset välitetään laitteiden huollosta vastaavalle yritykselle.

Huoltojen ennakkoinnilla on myös suuri merkitys tarkastusten yhteydessä. Sillä, että uusitaan ennen kuin mitään on menossa rikki, säästetään usein huomattavasti enemmän kuin sillä, että uusitaan osat vasta aina niiden rikkouduttua. Ongelmaksi voi usein muodostua osan kunnan tarkka arviointi ja tämän takia monet osat on helpompi vaihtaa vain tietyn aikamääreen täytyttyä.

Usein isot ja kalliit ennakkohuollot on viisainta jakaa pidemmälle aikavälille ja näin saadaan ennakkohuolto suoritettua, mutta se ei maksa kerralla niin paljon. Työ voidaan jakaa parhaimmillaan useampaan telakointi kertaan ja tehdä aina esimerkiksi yhden tai kahden lohkon alueelta tietty ennakkohuoltotyö ja jatkaa sitä seuraavassa telakoinnissa. Olettaen, ettei tästä aiheudu mitään vaaraa ja ennakkohuoltotyö ei ole kriittinen. Esimerkkinä voidaan antaa, vaikkapa autokansien letkujen vaihto. Välillä letkujen kuntoa on erittäin vaikea arvioida ulkoisesti, vuodot pois lukien, ja tämän takia, jos laivalla on jo ikää, voi kyseeseen tulla kaikkien letkujen vaihto ennakkoiden tulevia letkujen rikkoja. Jotta pysytään kartalla mitä on vaihdettu ja mitä ei, voidaan letkuja alkaa vaihtaa lohko kerrallaan. Työllä ei ole silloin niin kiire, mutta hiljalleen kaikki letkut tulevat vaihdetuksi.

5.2 Raportointi huolloista ja tehtyjen huoltojen dokumentointi

Tehdyistä tarkastuksista ja huolloista toimitetaan raportti laivalle. Tarvittaessa tai pyydettyäessä huoltoyhtiö voi toimittaa raportin samalla luokituslaitokselle ja

laivayhtiön konttoriin. Aluksella kone- tai kansipäällystön jäsen dokumentoi raportit. Tässäkin pystytään käyttämään usein apuna huoltojärjestelmää ja tehdyt raportit voidaan dokumentoida suoraan huoltojärjestelmään. Tällöin kaikki huollot sekä raportit tarkastuksista löytyvät helposti ja ne säilyvät tallessa, jos esimerkiksi viranomaiset joskus kyselevät tarkastusten perään.

6 YHTEENVETO

Työssäni perehdyin ro-ro-laitteiden tarkastuksiin sekä huoltoihin Service Champions Oy:n huoltomiesten mukana. Työn teki haastavaksi lyhyt aikaväli, jolloin itsellä oli aikaa perehtyä laitteiden huoltoon ja tarkastuksiin sekä vähäinen kyseisten töiden määrä kesän aikana. Suurimmat työt tapahtuvat aina telakointien aikana. Tarkastuksiakin tehdään kerran vuodessa, mutta nämäkin ajoittuvat usein kevääseen tai syksyyn. Pääsin kuitenkin seuraamaan läheltä laitteiden huoltoa sekä tarkistuksia.

Laivojen suhtautuminen ro-ro-laitteiden huoltoon on hyvä sekä laitteiden kunto vanhemmissakin aluksissa on erinomaisella tasolla. Tarkastuksissa havaittujen isompien vikojen korjaukset aloitettiin heti tarkastuksen jälkeen ja ei niin kiireelliset viat jäivät odottamaan seuraavaa telakointia.

Parannettavaa olisi kuitenkin siinä, että niin huoltoyhtiöt kuin laivayhtiöt panostaisivat jatkossakin enemmän ennaltaehkäisevään huoltoon. Huoltojen parempi suunnittelu useamman vuoden eteenpäin telakointien yhteyteen yhdessä huoltoyhtiön kanssa auttaisi molempia osapuolia. Myöskin vanhemmissa aluksissa järjestelmällisempi osien uusiminen ja läpikäynti voisi tulla monesti kyseeseen. Monet osat voivat olla lähes ikuisia, mutta aikojen saatossa niidenkin rikkoutumisen riski kasvaa. Tämän takia ei aina kannattaisi odottaa sitä, että osat rikkoutuvat, ennen kuin osa vaihdetaan. Parannettavaa löytyy myös miehistön asenteista vuotoja kohtaan sekä laitteiden oikeaoppiseen käyttämiseen.

Opinnäytetyön tekeminen pakotti lähestymään asioita eri näkökulmista kuin esimerkiksi laivan päällä työskennellessä sekä edellytti asioihin perehtymistä normaalia tarkemmin. Ongelmaksi koitui kuitenkin aiheen laajuus ja tämän takia melkein jokaisesta osiosta olisi voinut kirjoittaa oman opinnäytetyön.

LÄHTEET

- IACS. 2011. Survey Requirements for Shell and Inner Doors of Ro-Ro Ships.
- International Maritime Organization. 2014. SOLAS Consolidated edition 2014.
- Kauranne, H., Kajaste, J., Vilenius, M. 2004. Hydrauliiikan perusteet. 3-5 painos. Vantaa. Dark Oy.
- Kela, J. 2011. PAMAS-hiukkaslaskimien hyödyllisyys kylmävalssaamon hydrauliiikka- ja vaihteistovoitelujärjestelmien kunnonvalvonnassa. Konetekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/36463/jyrki%20kela%20opin-naytetyo.pdf?sequence=2> [Viitattu 22.03.2016].
- Trafi. Työnjako luokituslaitosten kanssa. Saatavissa: http://www.trafi.fi/merenkulku/katsastukset/tyonjako_luokituslaitosten_kanssa [Viitattu 18.03.2016].
- Trafi. Merenkulku. Saatavissa: <http://www.trafi.fi/merenkulku> [Viitattu 18.03.2016].
- Trafi. Trafin valvonnan periaatteet ja toimintamallit. Saatavissa: http://www.trafi.fi/file-bank/a/1424160516/5e7054fc77d32d6ad2696d6c82dda157/16868-Valvonnan_periaatteet_ja_toimintamallit.pdf [Viitattu 19.03.2016].
- Trafi. 2015. Trafi tarkasti matkustaja-alusten keulaportteja. Saatavissa: http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/3441/trafi_tarkasti_matkustaja-alusten_keulaportteja [Viitattu 19.03.2016]
- Niiranen, E. 2014. Pamas Oy. Saatavissa: http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/Article-in-Promaint-5_2011.pdf [Viitattu 19.03.2016].
- TTS Marine AB. Instruction manual Viking Grace.
- Tynkkynen, M. 2016. Service Champions Oy. Toimitusjohtaja. Haastateltu 25.07.2016 Turussa.

LIITE 1

Regulation 17-1.2. Indicators shall be provided on the navigation bridge for all shell doors, loading doors and other closing appliances which, if left open or not properly secured, could in the opinion of the Administration, lead to flooding of a special category space or ro-ro space. The indicator system shall be designed on the fail-safe principle and shall show by visual alarms if the door is not fully closed or if any of the securing arrangements are not in place and fully locked and by audible alarms if such door or closing appliances become open or the securing arrangements become unsecured. The indicator panel on the navigation bridge shall be equipped with a mode selection function “Harbours/sea voyage” so arranged that an audible alarm is given on the navigation bridge if the ship leaves harbour with the bow doors, inner doors, stern ramp, or any other side shell doors not closed or any closing device not closed or any closing device not in the correct position. The power supply for the indicator system shall be independent of the power supply for operating and securing the doors. (SOLAS 2014, 78.)

Regulation 17-1.3. Television surveillance and a water leakage detection system shall be arranged to provide an indication to the navigation bridge and to the engine control station of any leakage through inner and outer bow doors, stern doors or any other shell doors which could lead to flooding of special of special category spaces or ro-ro spaces. (SOLAS 2014, 78)

Regulation 23.2. Documented operating procedures for closing and securing all shell doors, loading doors and other closing appliances which, if left open or not properly secured, could, in the opinion of the Administration, lead to flooding of a special category space or ro-ro space shall be kept on board and posted at an appropriate place. (SOLAS 2014, 83)

Regulation 23.3. All accesses from ro-ro deck and vehicle ramps that lead to spaces below the bulkhead deck shall be closed before the ship leaves the berth on any voyage and shall remain closed until the ship is at its next berth. (SOLAS 2014, 83.)