

Alex Kippo

AZIMUTH-POTKURILAITTEEN PERUSKORJAUKSEN  
KUVAAMINEN

Merenkulun koulutusohjelma  
2018

## AZIMUTH-POTKURILAITTEEN PERUSKORJAUKSEN KUVAAMINEN

Kippo, Alex  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Merenkulun koulutusohjelma  
Joulukuu 2018  
Ohjaaja: Toni Haapanen  
Sivumäärä: 52  
Liitteitä: -

Asiasanat: merenkulku, huolto, potkurit, koneenrakennus

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kertoa ja kuvailla minkälainen prosessi on peruskorjata merenkulun aluksissa käytettävää azimuth-potkurilaitetta. Korjattavana potkurilaitteena oli erään suomalaisen lauttavarustamon potkuriyksikkö, joka oli Rolls-Royce Oy AB Rauman valmistama kahdella potkurilla varustettu Aquamaster US 2001/3050 CRP 1 A Super.

Tavoitteena oli luoda tietoutta merenkulusta ja konetekniikasta kiinnostuneille azimuth-potkurilaitteen rakenteesta, toiminnasta sekä huoltamisesta. Raportissa käytetään paljon kuvia havainnollistamaan työn vaiheita.

Projekti toteutettiin yhteistyössä Rolls-Royce Oy AB Rauman kanssa olemalla koko projektin ajan osana työryhmää, joka huolsi laitetta Raumalla yhtiön tiloissa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kuvaukset azimuth-potkurilaitteen peruskorjauksen eri työvaiheista eli purkamisesta, huoltamisesta sekä kasaamisesta.

## DESCRIBING OVERHAUL OF AN AZIMUTH THRUSTER UNIT

Kippo, Alex

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Marine engineering

December 2018

Number of pages: 52

Appendices: -

Keywords: maritime, maintenance, propellers, mechanical engineering

---

The purpose of this thesis was to describe what kind of process it is to overhaul an azimuth thruster used by maritime vessels. The object of overhaul was an azimuth thruster unit with contra-rotating propellers Aquamaster US 2001/3050 CRP 1 A Super which is manufactured by Rolls-Royce Oy AB Rauma. Owner of this thruster unit is a Finnish ferry company.

The aim was to create knowledge for people in marine and mechanical engineering who are interested in the structure, operation and maintenance of azimuth thruster. The thesis has a lot of pictures to illustrate different work stages.

The project was implemented in cooperation with Rolls-Royce Oy AB, Rauma. Working throughout the project as part of a group that handled the thruster unit in Rauma at the Rolls-Royce's workshop.

As a result of the thesis, descriptions of different stages of overhauling an azimuth thruster were obtained. Stages are dismantling, maintenance and assembling.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN.....	6
2.1	Menetelmälliset lähtökohdat .....	6
2.2	Aineiston kerääminen .....	6
3	ROLLS-ROYCE OY AB RAUMA.....	7
4	AZIMUTH-POTKURILAITTE .....	7
4.1	Potkurilaitteen huoltaminen .....	8
4.2	Aquamaster US 2001/3050 CRP 1 A Super .....	9
4.2.1	Tekniset tiedot.....	9
4.2.2	Potkurilaitteen rakenne ja toiminta .....	10
5	POTKURILAITTEEN Purkaminen.....	11
5.1	Alaosan purkaminen .....	13
5.2	Väliosan purkaminen .....	20
5.3	Yläosan purkaminen .....	24
5.3.1	Kytkimen purkaminen ja kokoaminen.....	29
6	PURETUT OSAT .....	30
7	POTKURILAITTEEN Kokoaminen .....	32
7.1	Väliosan kokoaminen.....	32
7.2	Yläosan kokoaminen.....	34
7.3	Alaosan kokoaminen.....	40
8	YLÄ-, VÄLI- JA ALAOSAN YHDISTÄMINEN .....	46
9	POHDINTA .....	52
	LÄHTEET .....	53

## 1 JOHDANTO

Azimuth-potkurilaitteita käytetään merenkulun alusten ohjaukseen ja hallintaan. Se korvaa peräsimen täysin, sillä potkurin kulmaa voidaan kääntää halutusti 360° astetta. Tällainen potkurilaitte tarjoaa paremman ohjailtavuuden kuin perinteinen peräsin ja kiinteä potkuri (Raunekk 2009).

Opinnäytetyön tarkoitus oli kertoa sekä kuvailla minkälainen prosessi ja työ on Rolls-Roycen valmistaman Aquamaster azimuth-potkurilaitteen peruskorjaus. Rolls-Royce Ab Rauma on yksi maailman johtavista tämän tyylisten potkurilaitteiden valmistajista ja tämä projekti on toteutettu yhteistyössä heidän kanssaan. Projektin tavoitteena oli lisätä sekä omaa ammatillista osaamista että tuottaa tietoa merenkulusta ja konetekniikasta kiinnostuneille.

Kyseinen potkurilaitte tuli Rolls-Roycellle peruskorjaukseen suomalaiselta lauttavarustamolta, joka halusi tehdä täyshuollon molemmille potkurilaitteilleen aluksensa telakoinnin yhteydessä.

Tämän tyyllisen projektin raportoimiseen oli havaittu tarvetta, sillä aikaisempia vastaavia opinnäytetöitä ei ole, joissa kerrottaisiin tarkasti kuvien avulla havainnollistaen azimuth-potkurilaitteen peruskorjauksesta.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN

Projekti tehtiin Rolls-Royce Ab Rauman huollon verstaan tiloissa. Korjausta havainnollistetaan työssä paljon kuvien avulla. Muun muassa seuraaviin kysymyksiin vastataan tässä työssä. Mitä laitteelle tehdään peruskorjauksessa? Minkälaisia työskentely tapoja käytetään? Mitkä osat korvataan huollossa uusilla? Kuinka pitkä prosessi on laitteen läpikotainen huolto?

### 2.1 Menetelmälliset lähtökohdat

Opinnäytetyö on luonteeltaan toiminnallinen ja tutkimusmenetelmänä käytetään kuvailevaa eli deskriptiivistä tutkimusta, joka on empiirisen tutkimuksen perusmuoto. Kuvaileva tutkimus vaatii laajan aineiston, koska siinä on tärkeää tulosten luotettavuus, tarkkuus ja yleistettävyyys (Heikkilä 2014).

### 2.2 Aineiston kerääminen

Aineiston kerääminen raporttia varten tapahtui projektin yhteydessä. Olin osallisena työhön koko projektin ajan. Aineisto koostuu omista kokemuksista ja havainnoista, ottamistani valokuvista liittyen projektiin sekä muiden työntekijöiden kertomuksista.

### 3 ROLLS-ROYCE OY AB RAUMA

Rolls Royce Oy Ab Rauma on osa Rolls-Royce konsernia, jonka juuret ovat Britanniassa. Nykyisin konserni on globaali yhtiö, jolla on toimintaa ympäri maailma. Se on mukana meriteollisuudessa, sota- ja siviili-ilmailussa energiantuotannossa sekä se tuottaa sähkövoima järjestelmiä (Rolls-Roycen www-sivut 2018). Rolls-Roycen Rauman-yksikkö toimii marine puolella ja se on maailman johtava azimuth-tyyppisten potkurilaitteiden valmistaja. Raumalla valmistettavien laitteiden teho vaihtelee 300 ja 7500 kilowatin välillä. Suurimmat kohteet ovat erilaiset öljyntuotantoon liittyvät poralaivat- ja lautat sekä huoltoalukset, hinaajat ja maantielautat. Rauman marine yksikön tuotevalikoimaan kuuluu myös laaja valikoima ankkurointi-, kiinnitys- ja hinausvinttureita, joiden merkittävimmät sovelluskohteet ovat risteilijät, rahtilaivat ja hinaajat. Tuotannosta 99% menee vientiin. Vuonna 2013 Rolls-Royce Rauman-yksikkö työllisti 510 henkilöä (Sea Side Industry Rauman www-sivut 2018).

Heinäkuussa 2018 uutisoitiin norjalaisen Kongsbergin ostavan Rolls-Roycen Commercial Marine -liiketoiminnan 500 miljoonalla punnalla eli noin 565 miljoonalla eurolla. Commercial Marine liiketoimintaan kuuluvat myös Suomen yksiköt, jotka toimivat Turussa, Raumalla ja Kokkolassa (Enkvist 2018). Marine toiminnan on luvattu jatkuvan edelleen Suomessa samanlaisena. Kongsbergin on määrä aloittaa toimintansa ja Rolls-Royce Marinen väistyttävä tieltä keväällä 2019.

### 4 AZIMUTH-POTKURILAITE

Azimuth-potkurilaitteella tarkoitetaan potkuriyksikköä, jota pystytään kääntämään 360° astetta pysty akselinsa ympäri. Eli laite on aivan omassa luokassaan, kun kyse on aluksen ohjattavuudesta. Se tarjoaa propulSION, ohjauksen sekä työntövoiman halutussa asennossa. Käyttövoimansa yksikkö saa aluksen pääkoneelta (Rolls-Roycen www-sivut 2018). Azimuth-potkurilaite korvaa perinteisen peräsimen ja kiinteän potkurin.

#### 4.1 Potkurilaitteen huoltaminen

Potkurilaitteen öljynvaihto, suodattimien vaihdot ja pienemmät työt voidaan suorittaa laivan henkilöstön toimesta, isommat työt hoitaa Rolls-Roycen henkilöstö. Esimerkiksi kun yksikölle halutaan tehdä isompi huolto, jossa tarkastetaan kaikkien runko-osien sekä hammaspyörien kunto ja vaihdetaan laakereita sekä tiivisteitä.

Yleensä varustamo ajoittaa laitteen täyshaalauksen telakointinsa yhteyteen, koska laite pitää purkaa kokonaan pois aluksesta. Tämän kyseisen laitteen peruskorjaus suoritettiin Rolls-Royce Marine Ab Rauman huollon verstaan tiloissa.



## 4.2 Aquamaster US 2001/3050 CRP 1 A Super



Kuva 1. Aquamaster US 2001 CRP (A. Kippo 2018).

### 4.2.1 Tekniset tiedot

Laitetyyppi	AQUAMASTER US 2001 CRP
Pituus vetoakselilta potkuriakselille	3050 mm
Teho vetoakselilla	954 kW
Pyörimisnopeus vetoakselilla	1600 1/min
Maksimi momentti vetoakselilla	5690 Nm
Välityssuhde	6,122 : 1
Etupotkurin halkaisija	1700 mm
Takapotkurin halkaisija	1500 mm

Potkurin pyörimisnopeus	262 1/min
Ohjausnopeus /360°	n. 20 s
Öljytilavuus	n. 1400 l
Paino	n. 18500 kg
Jääloukka	DnV 1 A Super
Valmistusvuosi	1995

(Kukkula 1995, 5.)

#### 4.2.2 Potkurilaitteen rakenne ja toiminta

AQUAMASTER US 2001 CRP on malliltaan ohjailtava suorakulmavaihteinen potkurilaite.

Runko-osat, laakeripesät ja ohjausputki hitsataan ainesputkista sekä laivanrakennuslevyistä. Osat hehkutetaan ennen koneistusta jännityksen poistamiseksi. Runko-osat, jotka jäävät veden alle, suojataan sinkkianodeilla.

Teho välitetään käyttöakselilta potkuriakselille kahden suorakulmaisen hammaspyöräparin avulla, jotka ovat valmistettu krominikkeli-molybdeeniteräksestä. Hammaspyörät ovat malliltaan syklopalloidipyöriä, jotka on kovametallityöstetty. Osa akseliston liitoksista on kiilattomia kartiokutistusliitoksia. Lautaspyörät kiinnitetään lieriökutistusliitoksilla ja niiden irrotusta varten on tehty öljyporaukset väliöljyä varten. Kaikissa akseliston osissa käytetään vierintälaakereita. Pystyakselin ylä- ja alapäässä on hammaskytkin.

Kansien ja runko-osien väliset tiivistykset on toteutettu o-rengastiivisteillä. Käyttöakselin tiivisteenä toimii akselitiiviste. Ohjausputken tiivistys on toteutettu tiivistysrenkailla. Potkuriakselin tiiviste on suojattu köysisuojalla.

Potkurilaitetta voidaan ohjata rajoituksetta kumpaankin suuntaan. Potkurilaitteessa on kaksi ohjauskoneistoa ja ne on sijoitettu laitteen ylävaihteeseen. Laitteen alaosa on kiinni ohjausputkessa, joka on edelleen kiinnitetty kääntökehän välityksellä yläosan

runkoon. Kääntökehä on yhdistetty hammaskehä ja vierintälaakeri, jota ohjauskoneisto liikuttaa ja näin laite kääntyy haluttuun suuntaa. Ohjauskoneistoon kuuluu hydraulimoottori, planeettavaihte, kehää kääntävä hammaspyörä, potkurin suunnansoittimen anturi sekä osoitin.

Laite on varustettu kahdella potkurilla, jotka pyörivät vastakkaisiin suuntiin (CRP = Contra-rotating propellers). Etummainen potkuri on nelilapainen ja takimmainen potkuri on viisilapainen avopotkuri. Potkurit on valmistettu nikkelialumiinipronssista ja ne on kiinnitetty akseleilleen kiilattomilla, kartiomaisilla puristusliitoksilla. (Kukkula 1995, 6.)

Kahden vastakkain pyörivän potkurin hyötyjä ovat potkurin aiheuttaman kallistusmomentin kompensoiminen, enemmän tehoa voidaan siirtää akselin suuntaisesti sekä hyötysuhteen paraneminen (Marinewikin [www-sivut](http://www.marinewikin.com) 2009).

## 5 POTKURILAITTEEN PURKAMINEN

Potkurilaite saapuu verstaalle rekka-auton lavetilla ja se nostetaan hallinosturin avulla verstaan pukeille vaakatasoon purkamista varten. Laite on tyhjennetty kuivaksi öljystä varustamon toimesta. Peruskorjauksessa/haalauksessa laite puretaan täysin atomeiksi ja siihen vaihdetaan kaikki laakerit, tiivisteet, letkut, o-renkaat, tarkastetaan osien kunto, esimerkiksi hammaskuviot hammaspyöristä sekä tehdään tarvittavat korjaukset ja muutokset.

Purkaminen aloitetaan laitteen alapäästä. Sitten, kun alavaihte on purettu, irrotetaan alarunko väliosasta, jonka jälkeen yläosa sekä väliosa irrotetaan toisistaan ja aloitetaan niiden purkaminen.



Kuva 2. Laite saapuu verstaalle (A. Kippo 2018).



Kuva 3. Laite nostetaan pois lavetilta hallinosturilla (A. Kippo 2018).



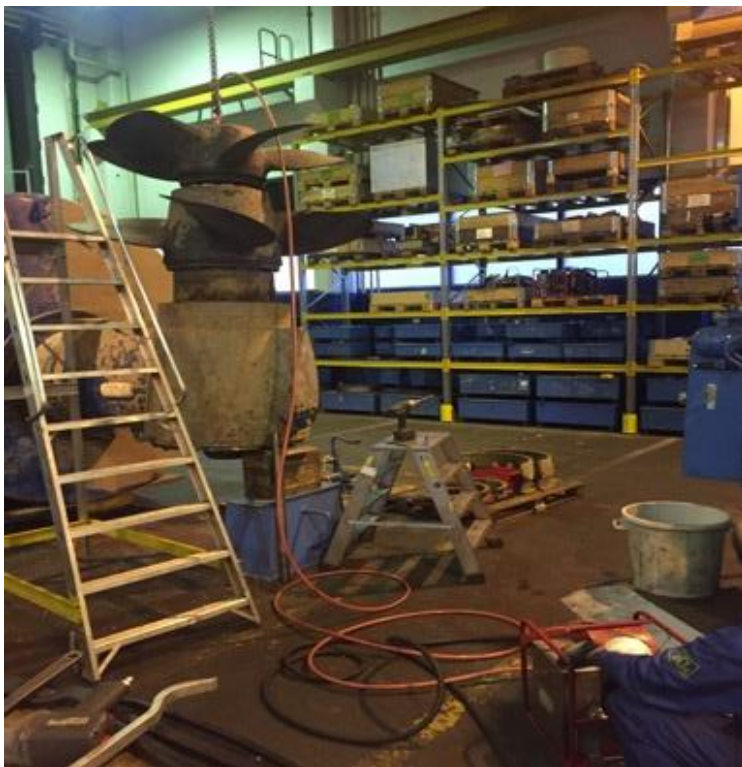
Kuva 4. Laite pukitettuna vaakatasoon (A. Kippo 2018).

## 5.1 Alaosan purkaminen

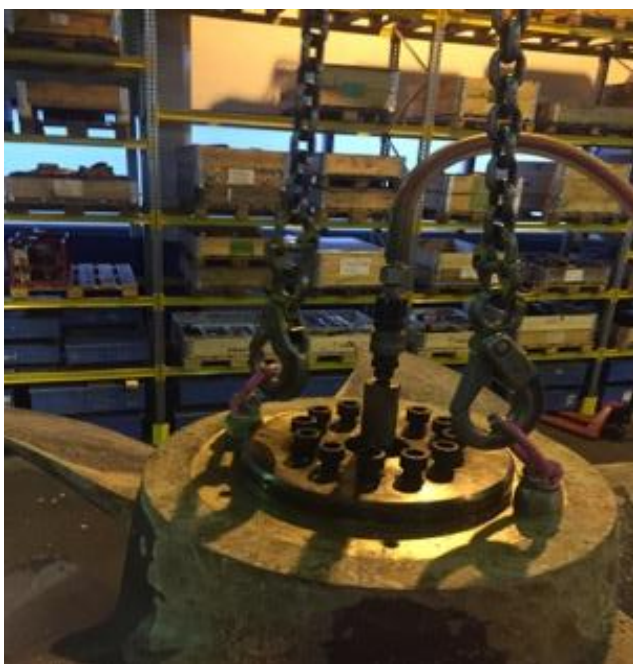
Alaosalla tarkoitetaan laitteen alarunkoa ja sen osia. Alarunko kiinnittyy välilaitan välityksellä ohjausputkeen, pohjakaivon pohjasta. Alaosa pitää sisällään, pinion-akselin (akseli jonka toisessa päässä on syklopalloidipyörä), impellerin, kaksi hammaslautasta, kaksi potkuriakselia (pitkä akseli sekä putkiakseli), potkurit sekä öljylinjoja, laippoja, o-renkaita, tiivistepesiä ja laakeripesiä.

Purkaminen aloitetaan poistamalla köysisuojukset potkurien alta. Tämän jälkeen poistetaan kansi ensimmäisen potkurin päältä ja sen alla sijaitsevan laipan pultteja avataan noin 10mm, jotta potkuri voidaan irrottaa tätä vasten hallitusti. Potkurit ovat kiinnitetty potkuriakseleille kartiopuristusliitoksilla painamalla hydraulimutterilla. Potkurin irrottaminen tapahtuu siten, että akselin päähän asetetaan adapteri, jota kautta syötetään väliöljy akselin ja potkurin väliin korkeapainepumpulla. Hallinosturilla annetaan pieni vetävä jännitys potkuriin samalla kun öljyä syötetään, jotta potkuri

lopulta lähtee irti. Ensimmäisen potkurin irrottaminen vaati 1700barin öljynpaineen ennen irtoamistaan.



Kuva 5. Ensimmäisen potkurin irrottamista varten väliöljyn syöttö korkeapainepumpulla (A. Kippo 2018).



Kuva 6. Adapteri väliöljylle (A. Kippo 2018).

Ensimmäisen ja toisen potkurin välissä on sinkkipalat korroosiota estämässä, o-renkaita, varmistusrenkaita, tiivistepesä, laakeri sekä Wärtsilän manebär tiiviste. Öljyvöidellussa systeemissä manebär tiiviste tarjoaa lujan, luotettavan sekä kustannus tehokkaan vaihtoehdon perinteisen huulitiivisteeseen sijaan (Wärtsilän www-sivut 2018).



Kuva 7. Ensimmäinen potkuri nostettu pois akselilta. (A. Kippo 2018).



Kuva 8. Tiivistepesä ja laakeri purettu toisen potkurin päältä (A. Kippo 2018).



Kuva 9. Laakeripesä tiivisteineen (A. Kippo 2018).



Kuva 10. Laipat ja laakeri/tiivistepesät potkureiden välistä (A. Kippo 2018).

Toinen potkuri poistetaan samalla periaatteella kuin ensimmäinen eli se nypätään hallitusti laippaa vasten irti. Tämän potkurin irtoamiseen riitti vain 500barin öljynpaine.



Kuva 11. Toisen potkurin irrottamista (A. Kippo 2018).



Kuva 12. Molemmat potkurit purettu akselilta (A. Kippo 2018).

Tässä kohtaa asetetaan kaksi laippaa takaisin tukemaan akselia, jotta sitä voidaan myöhemmässä vaiheessa pyörittää hammasrattaiden kevytkuvion tarkastusta varten. Mikäli rattaat ovat ehjät ne voidaan kasaus vaiheessa asettaa samalla tavoin samaa kuviota hyväksi käyttäen.



Kuva 13. Laipat asennettu takaisin tukemaan akselia hammaskuvioiden tarkastelua varten (A. Kippo 2018).

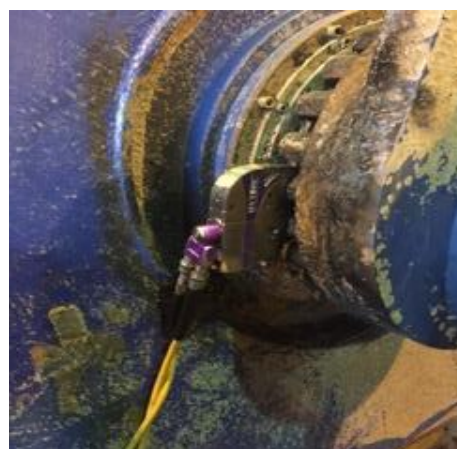


Toisen potkurin alla on samanlainen kierros laippoja, tiivistepesä sekä laakeri hieman isompana vain.

Seuraavaksi poistetaan hydraulisella vääntimellä kupumutterit, jotka pitävät alavaihteen kiinni välisosassa ja alavaihde vedetään nosturin avulla irti. Hydraulisia vääntimiä käytetään sen vuoksi, koska kiristys momentit ovat näissä laitteissa niin suuret. Alavaihteen irrotessa mukana tulee myös pystyakseli, jonka kautta voima yläosasta välitetään alavaihteelle hammaskytönten avulla.



Kuva 14. Köysisuojat poistettu kupumutterien päältä ja pohjakaivoa putsattu simpukoista (A. Kippo 2018).



Kuva 15. Kupumutterien irrotusta hydraulisella vääntimellä (A. Kippo 2018).



Kuva 16. Alavaihde irrotetaan välisosasta (A. Kippo 2018).



Kuva 17. Pystyakseli, jonka avulla voima välitetään yläosasta alavaihteeseen (A. Kippo 2018)

Alavaihteen hammasrattaiden kevyt kuviota voidaan tarkastella, kun alavaihte on pukitettu erikseen. Se tapahtuu siten, että pari hammasta värjätään ja akseleita pyörittämällä katsotaan millainen jälki hampaisiin jää. Välyksiä mitataan heittokellon avulla ja niitä verrataan annettuihin viitearvoihin/toleransseihin.



Kuva 18. Hammaskuvion tarkastelua (A. Kippo 2018).



Kuva 19. Hammastuksen välysten mittaus (A. Kippo 2018).

Tässä välissä alavaihte kaadetaan kyljelleen ja aloitetaan potkuriakselien sekä pinion-akselin purkaminen pois rungosta. Pitkä potkuriakseli puretaan ensin irti rungosta hammaslautasineen. Kun pidempi potkuriakseli on poissa, voidaan pinioni vetää ulos, jonka jälkeen poistetaan putkiakselin hammaspyörän pultit akselin päästä hydraulisella vääntimellä. Öljylinjan tuloputki on myös hyvä poistaa tässä välissä ennen kuin alarunko käännetään pystyyn viimeisen akselin poistoa varten. Kun alarunko on pystyssä, poistetaan viimeiset laipat, jotka pitävät putkiakselin paikoillaan ja akseli voidaan nostaa irti. Kun alarunko on ”riisuttu” puhtaaksi se lähetetään hiekkapuhallukseen ja maalaukseen.



Kuva 20. Alavaihde (A. Kippo 2018).



Kuva 21. Alarungon purku (A. Kippo 2018).



Kuva 22. Pitkä potkuriakseli purettuna alarungosta (A. Kippo 2018).



Kuva 23. Alarungon sisällä. Putkiakselin Putkiakselin hammaslautanen sekä pinionin palloidipyörä (A. Kippo 2018).



Kuva 24. Alapään pinion-akseli (A. Kippo 2018).



Kuva 25. Pinion akseli ja putki-akselin hammaslautanen irti alapäästä (A. Kippo 2018).



Kuva 26. Putkiakselia nostetaan pois alarungosta (A. Kippo 2018).



Kuva 27. Alarunko valmiina hiekkapuhallukseen ja maalaukseen (A. Kippo 2018).

## 5.2 Väliosan purkaminen

Väliosaksi sanotaan laitteen keskiosaa, joka on yläpään ja alaosan välissä. Se koostuu pohjakaivosta, ohjausputkesta, kääntökehästä, öljylinjoista, laipoista, tiivistepesästä, o-renkaista sekä laakereista. Gravity-öljy linja tulee myöskin väliosaan. Gravitaatio öljy voitelee tiivistepesät, jossa tiivisteiden välissä olevan öljyn tarkoitus on pitää merivesi ulkona laitteesta. Gravitaatio öljytankki sijaitsee laivassa tietyllä korkeudella,

jotta saadaan oikea öljynpaine maan vetovoiman avulla. Gravitaatio öljy tulee laitteeseen sisään pohjakaivon päältä.

Väliosan purku aloitetaan välilaidasta (laippa ohjausputken ja alavaihteen välissä). Välilaidan pultit avataan myös hydraulisella vääntimellä. Välilaidan jälkeen poistetaan tiivistepesä väliosan pohjasta. Tiivistepesässä näkyi meriveteen sekoittunutta öljyä eli tiivisteet ovat vaihtokunnossa.



Kuva 28. Pohjakaivo (A. Kippo 2018). Kuva 29. Välilaidan purku (A. Kippo 2018).



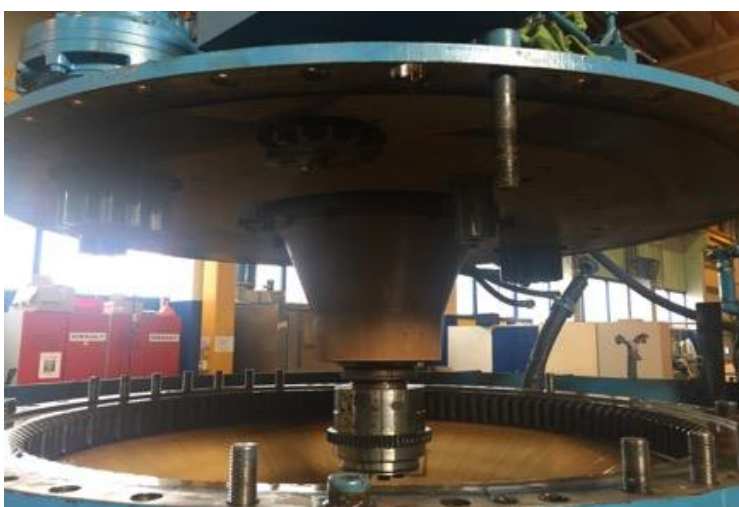
Kuva 30. Tiivistepesä alavaihteen ja väliosan välistä. Renkaan sisällä näkyy meriveteen sekoittunut öljy (A. Kippo 2018).

Tämän jälkeen voidaan väliosa ja yläpää kääntää vaakatasoon, jotta yläpää voidaan irrottaa väliosasta.



Kuva 31. Ylä- ja väliosa käännettynä vaakatasoon (A. Kippo 2018).

Kunnes yläpäästä on saatu purettua kaikki letkut ja putket, jotka ovat yhteydessä pohjakaivoon, voidaan se nostaa irti väliosasta. Tämän jälkeen väliosasta poistetaan kääntökehä ja pohjakaivosta suojataan öljylinjojen aukot sekä suodatin kotelot sillä seuraavaksi kaivo lähtee pesuun, hiekkapuhallukseen ja maalattavaksi.



Kuva 32. Yläpään irti nostaminen väliosasta (A. Kippo 2018).



Kuva 33. Kääntökehän ja ohjausputken irrotus pohjakaivosta (A. Kippo 2018).  
 Kuva 34. Kääntökehä ja ohjausputki (A. Kippo 2018).

Kääntökehässä kiinni oleva ohjausputki irrotetaan kehästä ja siitä puretaan lämmittämällä varmistus renkaat ja laakerit.



Kuva 35. Ohjausputki irrotettuna (A. Kippo 2018).



Kuva 36. Laakeri poistettu lämmittämällä ohjausputkesta (A. Kippo 2018).

### 5.3 Yläosan purkaminen

Yläpää on laitteen monimutkaisin. Se koostuu yläpään vetoakselista (pinion-akseli), hammaspyöräakselista hammaskytkimineen, kytkimestä, hydraulikka öljysäiliöstä, voiteluöljysäiliöstä, lauhduttimista, öljyputkista, letkuista, antureista, suodattimista, tunnustelutapista, jolla voidaan koittaa nollakohta kääntökehältä. Näiden lisäksi yläpäässä on kääntökehän lukituslaite, näyttölaite, laakeripesiä, tiivisteitä, laippoja, kääntömoottoreita, hihnapyöriä sekä hihnavetoinen pumppu, joka imee laitteen öljyä ylös pohjasta. Suurempi hihnapyörä on kiinni kytkimen akselissa ja tästä pyörästä välittyy hihnojen avulla voima pienempään pyörään, jonka tehtävä on pyörittää öljypumppua.

Yläpäästä poistetaan ennen sen irrottamista väliosaa yhdistyvät osat. Esimerkiksi hydraulikkaöljy sekä voiteluöljy linjoja, lauhduttimia, suodattimia, suoja sekä hydraulikkaöljy tankki.



Kuva 37. Yläpää riisuttuna (A. Kippo 2018). Kuva 38. Hydraulikka (A. Kippo 2018).

Purkaminen aloitetaan poistamalla hydraulisella vääntimellä pultit, jotka pitävät yläosan kiinni väliosassa ja tämän jälkeen yläpää voidaan nostaa irti väliosasta. Yläpää nostetaan sille tarkoitetuille pukeille, jossa sitä voidaan käännellä ja aloitetaan sen purkaminen.





Kuva 39. Yläpää pukeilla (A. Kippo 2018).



Kuva 40. Hihnapyörät (A. Kippo 2018).

Ensiksi puretaan öljylinjoja, joiden jälkeen voiteluöljytankki yläosan päältä pultataan irti. Seuraavaksi irrotetaan hihnapyöristä hihnat löysäämällä pyöriä. Tämän jälkeen hihnapyörät poistetaan. Suurempi hihnapyörä ammutaan kytkin akselista irti väliöljyllä (1500bar) ja kytkintä aletaan purkamaan. Kytkin irrotetaan ensin pohjakulhostaan, johon kytkimen pronssi nappaa kiinni, kun lyödään vaihde silmään. Tämän jälkeen suojalaippa poistetaan edestä ja kytkin vedetään ulos paikoiltaan. Seuraavaksi yläosasta poistetaan kytkimen pohjakulho ja yläosa käännetään, jonka jälkeen otetaan kevytkuvio yläpään hammastuksesta. Kuvion ottamisen jälkeen puretaan vetoakseli sekä hammasakseliakseli laakeripesineen, jota kutsutaan myös nimellä kukkaruukku muotonsa vuoksi.



Kuva 41. Hihnapyörä irti kytkimen akselilta (A. Kippo 2018).



Kuva 42. Öljy tankin purkamista (A. Kippo 2018).



Kuva 43. Yläpään pohja. Keskellä näkyy Hammaskytkin, josta voima välitetään alapäähän pystyakselin avulla. Sivulla kääntömoottorien hammaspyörät. Pieni hammaspyörä, joka on kuvassa alimpana On laitteen lukituslaitteen hammaspyörä. Ylin hammaspyörä on asentotunnistimen pyörä (A. Kippo 2018).



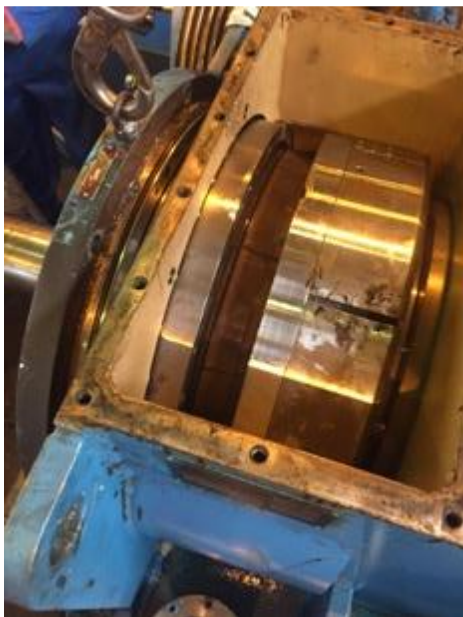
Kuva 44. Yläpään hammastus. Öljy nousee takaisin ylös kuvassa näkyvän putken kautta (A. Kippo 2018).



Kuva 45. ”Kukkaruukku” purettu yläpäästä (A. Kippo 2018).



Kuva 46. Vetoakseli (A. Kippo 2018).



Kuva 47. Kytkin (A. Kippo 2018).



Kuva 48. Kytkimen nosto pois (A. Kippo 2018).



Kuva 49. ”Kulho”, johon kytkimen pronssit nappaavat kiinni ja voima välittyy vetoakselille (A. Kippo 2018).



Kuva 50. Kytkeimen pohjakulho (A. Kippo 2018).



Kuva 51. Kytkeimen akselisto ja kulho purettu yläpäästä (A. Kippo 2018).



Kuva 52. Kytkeimen akselisto purettu yläpäästä (A. Kippo 2018).

### 5.3.1 Kytkimen purkaminen ja kokoaminen

Kytäkintä aletaan purkamaan tässä välissä. Kytkimestä puretaan ensin laakeripesä väliöljyn kanssa. Tämän jälkeen kytkin nostetaan pöydälle ja puretaan ensiksi joustokupit pois rungosta, jotka saavat aikaa kytkimen pronssien liikkeen. Tässä kytkimessä on vanhan malliset kupit, jossa on prikat kupeissa ja prikkujen tilalle vaihdetaan päivityksenä kierrejouset, sillä ne ovat toiminta varmemmat. Toinen pronssi pultataan pois ja akseli vedetään ulos, jonka jälkeen kytkimen osat puhdistetaan sekä tiivisteet vaihdetaan. Tämän jälkeen kytkin kootaan uudestaan uusilla jousikupeilla sekä kytkimen pronseilla. Jouset säädetään 12mm pohjaan ja jätetään siihen. Tämän jälkeen uutta laakeria aletaan asettamaan kytkimen akselille. Se lämmitetään 120c asteeseen, jotta se saadaan kutistusliitoksella akselille. Uusi laakerin kooli painetaan paikoilleen prässillä. Kytkimen pronssit pultataan vielä kiinni ja kytkin on kasassa.



Kuva 53. Kytkimen purkua prässämällä (A. Kippo 2018).



Kuva 54. Kytkin ilman sylintereitä (A. Kippo 2018).



Kuva 55. Pronssit purettu kytkimestä. Kuvassa uudet jousi kuormitteiset sylinterit (A. Kippo 2018).



Kuva 56. Kytkin kasattuna ja puhdistettuna uusine jousi kuormitteisin sylintereineen (A. Kippo 2018).

## 6 PURETUT OSAT

Viimeisenä vaiheena laitteen purussa poistetaan kaikista akseleista laakeripesät pois uusien tieltä. Tämän jälkeen akselit puhdistetaan huolella. Osia käytetään pesukoneessa sekä mekaanisesti puhdistetaan kaikesta liasta, puhdistusaineilla sekä hiomalla käsin karhunkielellä, hiomapaperilla ja kivellä. Pinttyneimpään likaan käytetään hiomakonetta ja puhdistuslaikkoja. Kaikki kierteet käydään läpi kierretapeilla sekä pulttien kierteet puhdistetaan.

Puhdistuksen yhteydessä kaikille hammastuksille tehdään särötesti. Särötestissä tutkitaan väriaineen avulla, löytyykö halkeamia/murtumia. Mikäli halkeamia on, väri on tummempaa siltä kohdalta.



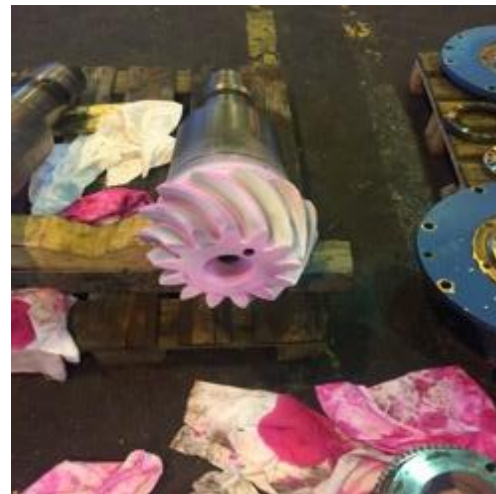
Kuva 57. Puhdistustöitä (A. Kippo 2018).



Kuva 58. Puhdistustöitä (A. Kippo 2018).



Kuva 59. Hammastukset värjätty särö-  
testiä varten (A. Kippo 2018).



Kuva 60. Alapään pinion akseli särö-  
testissä (A. Kippo 2018).

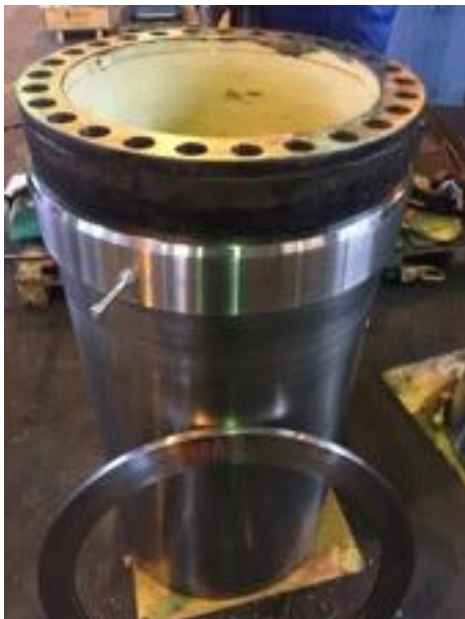
## 7 POTKURILAITTEEN KOKOAMINEN

Kaikki laakerit ja tiivisteet vaihdetaan uusiin kasaussvaiheessa. Kunnes kaikki akselit ovat huolella puhdistettu sekä pesät ja laipat, aletaan akseleille asentamaan uusia laakereita ja o-renkaita. Laakerit lämmitetään ensin maksimissaan 120 asteeseen laakerilämmittimellä ja tämän jälkeen nostetaan paikoilleen (kutistusliitos). Laakeria lämmitetään sen vuoksi, että laakerin sisärengasta saadaan laajennettua ja se voidaan asentaa lieriöakselille ilman erillistä voimaa (Palosaari 2014, 23). Laakerin jäähtyttyä, siitä naputellaan varovasti välykset pois ja varmistetaan, että laakeri on suorassa. Laakeripesiin tulevat laakeri-koolit pakastetaan ensin, jotta ne mahtuvat paikoilleensa. Koolista naputellaan välykset myös pois, kun se on sulanut.

### 7.1 Väliosien kokoaminen

Ohjausputkeen laitetaan uudet o-renkaat, jonka jälkeen siihen asetetaan uusi lineri rengas. Lineria piti lämmittää jopa 150 asteeseen, että se saatiin sopimaan. Tämän jälkeen ohjausputki käännetään ja siihen asennetaan ”roskalevy”, jonka tarkoitus on suojata tiivistepestä epäpuhtauksilta. Tässä mallissa roskalevy tulee laakerin alle mutta olisi parempi, jos se tulisi laakerin päälle. Silloin se suojaisi myös laakeria epäpuhtauksilta eikä pelkästään tiivisteitä. Seuraavaksi laakeri asetetaan paikoilleen. Tämän jälkeen kääntökehän kulho puhdistetaan, nostetaan ohjausputken päälle ja pultataan kiinni. Ennen kiinnitystä tarkistetaan, että molemmat pinnat ovat tasaiset hiomalla hiomakivellä. Kääntökehää asettaessa on tärkeä katsoa, missä nollakohta on, jotta kehä tulee oikeassa asennossa kiinni ohjausputkeen. Tämän jälkeen pultit kiristetään 2470 Nm momenttiin hydraulisella vääntimellä, jonka jälkeen pulttien ympärille hitsataan lukituslanka varmistukseksi.





Kuva 61. Ohjausputken lineri  
Paikoillaan (A. Kippo 2018).



Kuva 62. Ohjausputken roskalevyn  
lämmittämistä asennusta varten  
(A. Kippo 2018).



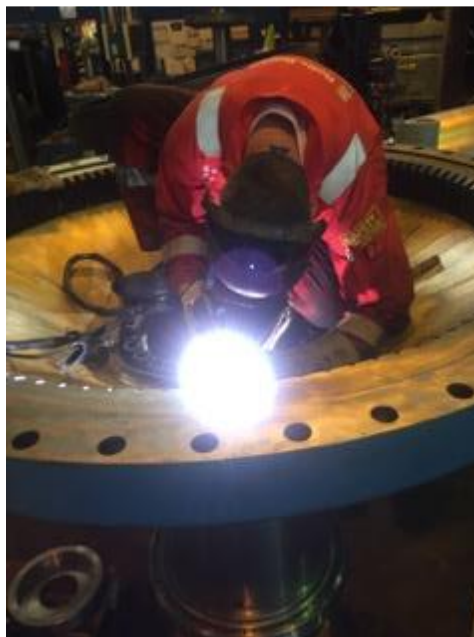
Kuva 63. Roskalevy paikoillaan  
ohjausputkessa (A. Kippo 2018).



Kuva 64. Laakeri paikoillaan  
ohjausputkessa (A. Kippo 2018).



Kuva 65. Kääntökehä puhdistettuna ja valmiina kiinnitettäväksi ohjausputkeen (A. Kippo 2018).



Kuva 66. Lukituslangan hitsausta pulttien ympärille, jotka pitävä ohjausputken kiinni kääntökehässä (A. Kippo 2018).

## 7.2 Yläosan kokoaminen

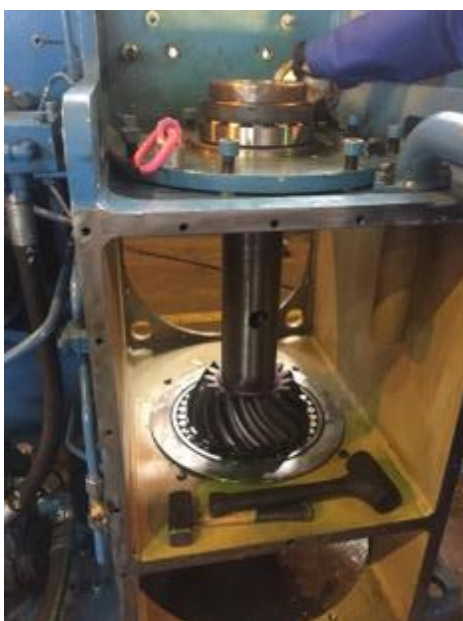
Yläosan kasaaminen aloitetaan hammasakseleista. Pinion-akseliin eli vetoakseliin asennetaan laakerit hammaspyörän juureen sekä akselin toiseen päähän. Toiseen päähän laakerin päälle asetetaan kansi, jossa on myös öljypinnan näkölasia. Kannen päälle tulee vielä kolmas laakeri pesineen sekä laippa päälle. Seuraavaksi pinion-akseli nostetaan paikoilleen yläosaan sekä vaihdetaan uudet o-renkaat akseliin ja kanteen. Välykset kiristetään pois laakerin alla olevalla lukkorenkaalla.



Kuva 67. Vetoakselin laakerin lämmittämistä (A. Kippo 2018).



Kuva 68. Laakerin painamista vetoakselille (A. Kippo 2018).



Kuva 69. Vetoakseli paikoillaan ylärungossa (A. Kippo 2018).

Seuraavaksi paikoilleen laitetaan kasattu ”kukkaruukku” eli akseli pakettia, joka välittää voiman pystyakselille. Kukkaruukun ollessa kohdillaan, katsotaan hammasrattaista välykset ja varmistetaan, että ne ovat toleranssissaan (2,7-3,0mm). Tämän jälkeen katsotaan hammasrattaiden kevytkuvio ja kuvion ollessa kunnossa, laitetaan asennus pultteihin kierrelukitetta ja kiristetään ne 400nm momenttiin.



Kuva 70. Kukkaruukun hammas-akseli (A. Kippo 2018).



Kuva 71. Kukkaruukku kasassa ja hammaskytin paikoillaan (A. Kippo 2018).



Kuva 72. Kukkaruukun ajamista paikoilleen (A. Kippo 2018).



Kuva 73. Yläpään hammaskuvion tarkastelua (A. Kippo 2018).

Yläosan pinion-akselin toiseen päähän tulee vielä kansilaippa, jossa on myös kierrosluku anturi. Sen pultit kiristetään 210nm momenttiin.



Kuva 74. Vetoakselin laipan kiristämistä momenttiinsa (A. Kippo 2018).

Yläosan akseleiden ollessa paikoillaan aletaan seuraavaksi laittamaan kytkintä paikoilleen. Ensiksi paikoille asetetaan kytkimen pohjakulho, joka puhdistetaan ensin huolella ja sen jälkeen nostetaan sekä kiinnitetään paikallensa. Seuraavaksi itse kytkin nostetaan paikalleen. Tämän jälkeen laitetaan itse kytkimen kuoren pultit paikoilleen, jonka jälkeen kansi laippa pultataan kiinni (kaikkiin kierteisiin kierrelukitetta).



Kuva 75. Kytkimen pohjakulho takaisin paikalleen (A. Kippo 2018).



Kuva 76. Kytkin asennetaan paikalleen (A. Kippo 2018).

Tässä vaiheessa yläosa käännetään pukeilla vaakatasoon ja nostetaan mittariyksikkö paikoilleen. Voitelu- ja hydraulikkaöljyn lauhduttimet puretaan ja puhdistetaan

seuraavaksi. Hiekkapuhallettu voiteluöljytankki nostetaan paikoilleen ja pintojen väliin laitetaan tiivisteliimaa. Uudet hihnapyörät asennetaan paikoilleen. Ne painetaan väliöljyn ja laipan avulla annettuun syvyyteen akselille.

Tässä vaiheessa myös pohjakaivo on tullut maalauksesta ja ensiksi se putsataan vielä liasta sekä pinnat tasoitetaan hiomakivellä. Tämän jälkeen voidaan ohjausputki ja kääntökehä nostaa kaivoon. Kääntökehällä ja ohjausputkella on tarkat määritelmät missä asennossa se tulee, jotta nollakohta ja gravity-öljylinja tulevat oikeisiin kohtiin. Seuraavaksi yläosa nostetaan paikoilleen ja pultataan kiinni välionsaan, pintojen väliin levitetään myös tiivisteliima. Kun puhdistettu voiteluöljy lauhdutin uusine o-renkaineen on saatu takaisin paikoilleen, voidaan nostaa hydraulikkaöljy tankki ja hydraulikka yksikkö kohdillensa. Öljysuodattimia ei vaihdeta vielä, vaan aluksen omistaja saa ajaa hetken vanhoilla suodattimilla ja itse vaihtaa uudet sen jälkeen. Tämä sen vuoksi, koska haalauksessa on saattanut jäädä epäpuhtauksia järjestelmään, joten on hyvä, että ei uusia suodattimia ajeta heti tukkoon. Kaikki uudet letkut asennetaan tässä kohtaa paikoilleen ylä- ja välionsaan.



Kuva 77. Mittaristo ja lauhdutin (A. Kippo 2018).



Kuva 78. Putkilämmönvaihtimen elementti (A. Kippo 2018).



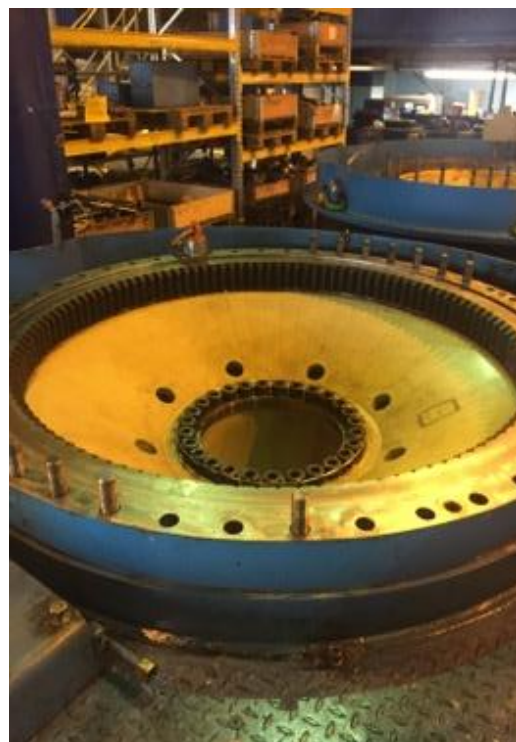
Kuva 79. Hiekkapuhallettu öljysäiliö (A. Kippo 2018).



Kuva 80. Yläpää uusine hihnapyörineen (A. Kippo 2018).



Kuva 81. Maalattu ja puhallettu pohjakaivo (A. Kippo 2018).



Kuva 82. Kääntökehä paikoillaan pohjakaivossa (A. Kippo 2018).



Kuva 83. Yläpään kasausta  
(A. Kippo 2018).



Kuva 84. Uudet letkut paikoilleen  
(A. Kippo 2018).

### 7.3 Alaosan kokoaminen

Maalattua ja puhdistettua alarunkoa aloitetaan seuraavaksi kasaamaan. Huollettu ja kasattu putkiakseli (uudet laakerit, o-renkaat) nostetaan ensimmäiseksi paikoilleen sekä rungon ja akselin laipan väliin jäävä gravity-linjan nippa asetetaan alarunkoon. Seuraavaksi runko käännetään ja asetetaan hammaslautanen akselille sekä kiristetään pultit oikeaan momenttiin. Alapään pinion akselin kasaus aloitetaan lämmittämällä hammaspyörää lähimmäksi tuleva laakeri ja asentamalla se paikoilleen, jonka jälkeen roskalevy ja segeri laitetaan sen päälle lukitteeksi. Seuraavaksi pinionille asetetaan impelleri, jonka tarkoitus on luoda öljynpaine ja imeä öljyä ylöspäin alapäästä. Impellerin päälle tulee vielä laakeri. Alapään pinioniin painetaan laipan ja väliöljyn avulla hammaskytkin paikoilleen. Laippa annetaan hetken olla paikoillaan, jotta väliöljy valuu pois, koska muuten se pomppaa heti pois, jos öljyä on jäänyt vielä väliin. Uudemmissa malleissa on tehty spiraali ura akseliin, jotta öljy valuu nopeammin pois. Tämän jälkeen alapään pinioni tuodaan paikoilleen hallinosturilla ja aletaan tarkastelemaan hammaskuviota.





Kuva 85. Alarunko maalattu ja puhallettu  
(A. Kippo 2018).



Kuva 86. Gravity linjan nippa  
(A. Kippo 2018).



Kuva 87. Putkiakselin asennusta  
(A. Kippo 2018).



Kuva 88. Putkiakseli paikoi-  
llaan (A. Kippo 2018).



Kuva 89. Alapään pinion-akseli puhdistettuna (A. Kippo 2018).



Kuva 90. Impelleri ja laakeri paikoi- llaan akselilla (A. Kippo 2018).



Kuva 91. Laakeripesä valmis alapään pinion akselilla (A. Kippo 2018).



Kuva 92. Hammaskytkimen asennus pinion akselille (A. Kippo 2018).

Hammastuksen välykselle on annettu tarkat mitat (30mm-35mm). Kuvio oli heti kunnossa, kun käytettiin saman vahvuisia aluslevyjä liitoskohtien välissä mitä oli myös purettaessa.

Alarunko voidaan nyt kääntää kyljelleen ja nosturin kanssa ujutetaan huollettu pitkä potkuriakseli paikoilleen. Kun pitkä potkuri akseli on paikoillaan, nostetaan alarunko

pystyyn pukeille ja tarkastetaan myös sen hammaspintojen kuvio. Kuvioiden ollessa kunnossa, asetetaan oikean vahvuiset aluslevyt pintojen väliin ja pultit kiristetään momenttiinsa. Nyt voidaan aloittaa kasaamaan potkuriakseleille tiivisteitä ja laakereita. Ensin pohjalle tulee laippa, joka tulee alarunkoon kiinni (tiivisteliimaa väliin). Sen jälkeen asetetaan toinen laippa ja roskalevy, jonka päälle tulee sinkkipalat. Seuraavaksi akselistolle asetetaan manebar tiiviste ja tämän päälle tulee isompi potkuri. Potkuri painetaan haluttuun syvyyteensä hydraulimutterin avulla. Hydraulimutteri toimii siten, että se asetetaan akselille ja tuetaan vaarnoilla sekä muttereilla laippaa vasten, koska akselissa ei ollut kierteitä hydraulimutteria varten. Tämän jälkeen mutteriin syötetään öljyä paineella ja se saa aikaan mutterin uloimman kehän pyörimisen ja näin se samalla tunkkaa potkuria alaspäin.

Potkurin ollessa paikoillaan, voidaan koittaa gravity linjasta painetesti, että pitääkö tiivisteet (0,5bar ja 30min). Painetesti tehdään testerillä, jonka kautta asetetaan haluttu paine laitteen sisään ja tarkkaillaan, lähtekö paine laskemaan. Painetestin jälkeen asetetaan akselistolle seuraava laippa ja laakeripesä, joita käytettiin myös akselin tukemiseen silloin, kun hammaskuviota tarkasteltiin. Tämän jälkeen asetetaan lineri ja suojalevy, jonka päälle tulee stefa (tiivisteliima väliin). Stefa täytetään vaseliinilla. Tämän päälle tulee vasta laippa uusine o-renkaineen ja tämä pultataan kiinni. Painetesti suoritetaan myös tässä välissä, jotta saadaan eliminoitua vuodot tähän asti. Myöhemmin kasausvaiheessa ei tarvitse purkaa näin pitkälle, jos vuotoja havaitaan.



Kuva 93. Alavaihteen hammaskuvion tarkastelua, putkiakselin hammaslautanen ja pinion paikoillaan (A. Kippo 2018).



Kuva 94. Liinalla ja taljalla jarrutetaan putkiakselin pyörittämistä (A. Kippo 2018).



Kuva 95. Pitkän potkuriakselin asentamista paikoilleen (A. Kippo 2018).



Kuva 96. Pitkä potkuriakseli tuettuna hammaskuvion tarkastelua varten (A. Kippo 2018).



Kuva 97. Laippojen ja sinkkien asentamista potkuriakselille (A. Kippo 2018).



Kuva 98. Alavaihteen painetesti tiivisteille ennen ensimmäisen potkurin asentamista (A. Kippo 2018).



Kuva 99. Potkurin asentamista paikoilleen. Manebar tiiviste paikallaan (A. Kippo 2018).



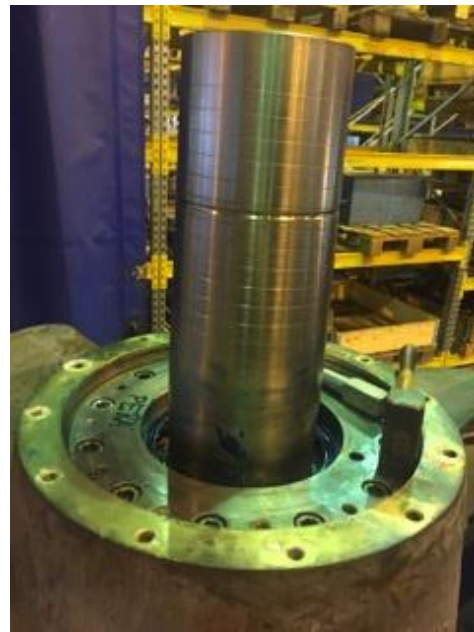
Kuva 100. Hydraulimutteri paikoi-  
llaan (A. Kippo 2018).



Kuva 101. Potkuria painetaan paikoilleen hydraulimutterilla (A. Kippo 2018).



Kuva 102. Laippa potkurin päälle  
(A. Kippo 2018).



Kuva 103. Laakeripesä paikoillaan  
(A. Kippo 2018).

## 8 YLÄ-, VÄLI- JA ALAOSAN YHDISTÄMINEN

Nyt väli- ja yläosa paketti käännetään kyljelleen. Sähkömies tekee tarvittavat sähkötyöt yläpään tässä kohtaa. Tähän laitteeseen uusittiin riviliittimet jousikuormitteisiin, kierroslukuanturi, sen johto ja liitin. Koko paketin ollessa kyljellään, asennetaan pohjakaivon alapäähän tiivistepesä uusilla tiivisteillä ja tehdään sille painetesti (0,5bar ja 30min) sekä tarkistetaan, että tiivisteet eivät vuoda mistään kohtaa. Seuraavaksi tiivistepesän pulttien ympärille hitsataan lukituslanka. Tämän jälkeen voidaankin välilaippa nostaa paikoilleen, sitä ennen pitää muistaa laittaa pieni putken pätkä gravity-linjaan, joka tulee välilaipan nippaan kiinni. Välilaipan ollessa paikoillaan, pultataan se kiinni hydraulisella vääntimellä 2470nm momenttiin ja pulttien ympäri hitsataan lukituslanka. Tämän operaation jälkeen, voidaan pystyakseli nostaa nosturin avulla paikoilleen.



Kuva 104. Pohjakaivo. Tiivistepesä paikoillaan (A. Kippo 2018).



Kuva 105. Välilaippaa tuodaan paikoilleen (A. Kippo 2018).



Kuva 106. Pysty akseli sekä välilaippa asennettuna (A. Kippo 2018).



Kuva 107. Painetesti ylä- ja väliosalle (A. Kippo 2018).



Kuva 108. Uudet liittimet sähköille (A. Kippo 2018).

Nyt komponentit ovat siinä mallissa, että alapää voidaan yhdistää muuhun laitteeseen. Alaosa nostetaan nosturilla ilmaan ja lähdetään ujuttamaan kohti väliosaa. Pystyakselia, josta voima välittyy alaosaan tarvitsee hieman kannatella, jotta hammaskytkin osuu kohdilleen. Kääntökehän lukosta pyöritetään hieman laitetta, jotta saadaan välilaitan pultin kolot ja gravity-linja kohdilleen. Kun alaosa on saatu paikoilleen, kierretään kupumutterit paikoilleen ja kiristetään momenttiinsa.



Kuva 109. Alapään asennusta väliosaan (A. Kippo 2018).



Kuva 110. Alapää paikoillaan (A. Kippo 2018).





Kuva 111. Kupumutterien kiristämistä momenttiinsa (A. Kippo 2018).

Kaikkien pääkomponenttien ollessa yhdessä, jatketaan potkuriakseliston kasaamista loppuun. Seuraavaksi asetetaan akselille toinen manebar tiiviste sekä uudet sinkkipalat. Tämän jälkeen hydraulimutterilla painetaan toinen potkuri paikoilleen ja tehdään painetesti. Painetestin ollessa kunnossa, laitetaan akselin päähän viimeinen kansi ja akselisto on valmis.



Kuva 112. Toisen potkurin asentamista paikalleen (A. Kippo 2018).

Viimeisenä vaiheena kupumuttereiden ympärille hitsataan lukituslanka ja tämän jälkeen aletaan asentamaan köysisuojia uusine sinkkeineen paikoilleen. Vielä viimeiseksi hitsataan loppuihin pulttikarveihin lukituslanka ja runkoon uusia sinkkipaloja. Laite on nyt täyshuollettu.



Kuva 113. Ainoastaan kiilahihnat puuttuvat hihnapyöristä muuten valmis yläosa (A. Kippo 2018).



Kuva 114. Valmis laite uusine sinkkipaloineen (A. Kippo 2018).



Kuva 115. Aquamaster US 2001/3050 CRP 1 A Super juuri täyshaalattuna (A. Kippo 2018).

## 9 POHDINTA

Projektin kesti kaiken kaikkiaan kolme ja puoli viikkoa. Se alkoi 20.9 ja oli valmis 14.10 eli yhteensä 25 päivää. Alkuperäinen aikataulu oli 15 päivää, mutta tämä venyi pääosin siitä syystä, että tekijöitä ei ollut tarpeeksi ja liiton ylityökiellosta johtuen kaikki eivät voineet tehdä pitkää 12 tunnin päivää. Laitteita oli kaksi samanlaista huollettavana ja työntekijöitä projektissa oli vaihtelevasti 3-6 henkilöä, mikä on melko vähäinen määrä tekemään kahden tämän kokoisen potkurilaitteen täyshuoltoa.

Toinen pulma, joka pitkitti hieman projektia, oli osien saatavuudessa. Esimerkiksi kaikkia laakereita ei saatu ajallaan. Laitteet saatiin juuri valmiiksi, ennen kuin niiden oli pakko lähteä takaisin varustamon alukselle, sillä heidän telakointi aikansa loppui juuri samana päivänä, kun he saivat laitteensa asennettua takaisin alukselleen.

Yleisesti ottaen projekti onnistui hyvin, eikä edellä mainitut ongelmat vaikuttaneet opinnäytetyön valmistumiseen. Mitään ylitse pääsemättömiä vaikeuksia ei tullut vastaan.

Projektista oli itselleni ja ammatilliselle kehitykselleni todella paljon apua. Pääsin näkemään alusta asti, kuinka azimuth-potkurilaitte puretaan ja kasataan, tutustumaan sen toimintaperiaatteeseen, perehtymään työskentelytapoihin ja erikoistyökaluihin, joita harvassa paikassa käytetään. Oli myös hienoa nähdä alan asiantuntijoiden työskentelyä ja tietotaitoa kyseisestä aiheesta.

## LÄHTEET

Enkvist, L. 2018. Turun Sanomat: Rolls-Roycen Suomen toiminnot myydään – mukana myös Turun autonomisia laivoja kehittävä yksikkö. Viitattu 17.10.2018. <https://www.ts.fi>

Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Esitys tilastollisen tutkimuksen verkkosivuilla 2014.

Kukkula, J. 1995. Ohjekirja Aquamaster-potkurilaite. Rauma: Rolls-Royce

Marinewikin www-sivut 2009. Viitattu 19.11.2018. <http://www.marinewiki.org>

Palosaari, H. 2014. APUVÄLINE LAAKERIEN ASENNUS- JA IRROTUSTYÖKALUJEN MYYNTIIN. AMK-opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.11.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014112817436>

Raunekk. 2009. Methods of Propulsion: Azimuth Thrusters. Viitattu 22.10.2018. <https://www.brighthubengineering.com>

Rolls-Roycen www-sivut. 2018. Viitattu 16.10.2018. <https://www.rolls-royce.com>

Sea Side Industry Rauman www-sivut 2018. Viitattu 16.10.2018. <http://www.seasideindustry.com>

Wärtsilän www-sivut. 2018. Viitattu 19.11.2018. <https://www.wartsila.com>

