

Oskari Raivonen  
JÄÄNMURTAJA SISUN VIIDEN PÄÄKONEEN JA  
POTKURILAAKEROINNIN HUOLTO

Merenkulun koulutusohjelma  
2015

# JÄÄNMURTAJA SISUN VIIDEN PÄÄKONEEN JA POTKURILAAKEROINNIN HUOLTO

Raivonen, Oskari  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Merenkulun koulutusohjelma  
Marraskuu 2015  
Ohjaaja: Haapanen, Toni  
Sivumäärä:81  
Liitteitä:8

Asiasanat: Pielstick, Haalaus, Painelaakeri, Kannatinlaakeri

---

Opinnäytetyön aiheena on Arctia Icebreakingin jäänmurtaja Sisun viiden pääkoneen ja potkurilaakeroinnin huolto.

Työ sai alkunsa keväällä 2014 kun Arctia Icebreaking tilasi pääkone 2 haalauksen Marine Diesel Finland Oy:ltä. Kun ensimmäiset kiertokanget aukaistiin, niin huomattiin että laakerit ovat todella huonoja ja voiteluöljyn seassa on oltava joitain epäpuhtauksia.

Kesäkuussa 2014 aloitettiin viiden pääkoneen ja akselilinjojen kannatinlaakereiden huolto. Potkurimoottoreiden painelaakerien voiteluöljykiepässä epäiltiin olevan myös epäpuhtauksia, joten olivat nekin tarkastettava.

Olin tuolloin ensimmäisessä työharjoittelussani töissä Marine Diesel Finland Oy:ssä ja olin mukana aina kesäkuun alusta kun moottoreita ruvettiin purkamaan lokakuun loppuun kun merikoeajo ja koeajon jälkeiset laakeritarkistukset oli tehty.

Työn tarkoituksena on käsitellä mitä kaikkea moottorista joudutaan purkamaan, tarkastamaan, uusimaan ja kuinka laaja operaatio saattaa tulla, kun voiteluöljyjärjestelmässä on epäpuhtauksia. Mitä ja miksi epäpuhtauksia on voiteluöljyjärjestelmään päässyt, ei tässä työssä kerrota.

# SERVICING OF THE FIVE MAIN ENGINES AND THE PROPELLER BEARINGS OF ICEBREAKER SISU

Raivonen, Oskari

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in marine engineering

November 2015

Supervisor: Haapanen, Toni

Number of pages:81

Appendices:8

Keywords: Pielstick, Overhaul, thrust bearing, a support bearing

---

The subject of my thesis is the servicing of the five main engines and the propeller bearings of icebreaker Sisu.

The task was started in the spring of 2014, when Arctia Icebreaking ordered the overhauling of main engine number 2 from Marine Diesel Finland Ltd. When the first conrods were split, it became apparent that the bearings were in a sorry condition and the lubricating oil was sure to contain some impurities.

The maintenance of the five main engines and the shaft line bearings began in June 2014. The lubricating oil circulating in the pressure bearings of the propeller engines was suspected to contain impurities, so they had to be checked, too.

During that time I was completing my very first apprenticeship at Marine Diesel Ltd. I was involved from the early June, when the engines were taken apart, to the late October when the sea trials and the following bearing tests were completed.

Also the grinding of the shafts took longer than what was initially anticipated. The main reason for this was the fact that the bearing surfaces had to be ground where conrod bearings, main bearings, thrust bearing, ice breaking bearing and shaft trunion bearings were to be fitted.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Taustaa .....	6
1.2 Työn suunnitelmat, menetelmät ja toteutus .....	6
1.2.1 Aiheen valinta.....	6
1.2.2 Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmät .....	7
1.2.3 Projektin toteutus.....	7
2 PÄÄMOOTTORI JA PROPULSIOJÄRJESTELMÄ YLEISESTI .....	8
3 MOOTTORIN PURKU .....	12
3.1 Kannen irrotus .....	12
3.2 Kansien kunnostus verstaalla .....	16
3.3 Männän ja kiertokangenerrotus.....	16
3.4 Männän ja kierokangenen purku, putsaus, mittaus ja kasaus.....	19
3.4.1 Männän ja kiertokangenen purku .....	19
3.4.2 Männän purku .....	19
3.4.3 Kiertokangenen mittaus, pesu ja yläpään laakerin vaihto .....	21
3.5 Kiertokangenen ja männän kasaus .....	22
3.6 Vesimansetin ja sylinteriputken irrotus, hionta, mittaus ja putsaus .....	22
3.6.1 Vesimansetin ja sylinteriputken irrotus .....	22
3.6.2 Vesimansettien ja sylinteriputkien hionta, mittaus ja putsaus .....	23
3.7 Lohko.....	25
3.8 Kampiakseli.....	25
3.8.1 Kampiakselin indikointi.....	25
3.8.2 Vastapainojen irrotus .....	26
3.8.3 Kampiakselin ja öljykanavien huuhtelu ja öljytulppien poisto.....	27
3.8.4 Raamilaakereiden vaihto.....	29
3.8.5 Kiertokangenen laakerikaulan hionta .....	33
3.8.6 Päittäisraamilaakerin vaihto.....	33
3.8.7 Jäänmurtolaakerin vaihto .....	36
3.8.8 Yhteenvedo raamilaakereista .....	38
3.9 Vääntövärähtelyvaimentimet.....	38
3.9.1 Vääntövärähtelyvaimentimen irrotus.....	38
3.9.2 Pyöritysrattaan asennus.....	40
3.10 Nokka-akseli.....	40
3.11 Käyttöhammaspyörät.....	42
3.12 Polttoaine pumput.....	43
4 GENERAATTORIN LAAKERIT .....	44

4.1 Ensimmäinen kannatinlaakeri .....	44
4.2 Toinen kannatinlaakeri .....	48
4.3 Kolmas kannatinlaakeri .....	52
4.4 Yhteenveto generaattorin kannatinlaakereista.....	56
5 POTKURIAKSELEIDEN PAINELAAKERIT .....	57
6 KONEEN KASAUS .....	64
6.1 Öljytulppien asennus .....	64
6.2 Vastapainojen asennus .....	66
6.3 Raamilaakereiden öljyputkien asennus .....	66
6.4 Sylinteriputkien ja vesimansettien asennus .....	67
6.5 Männän ja kiertokangen asennus .....	68
6.6 Sylinterikannen asennus .....	71
6.7 Vääntövärähtelyvaimentimen asennus .....	74
6.8 Raamilaakeri 7 ja sylinterilinjojen 6 ja 12 asennus .....	76
6.9 Öljyn kierrätys .....	76
6.10 Laakeri- ja kuormitusajot .....	76
7 MERIKOEAJO .....	78
8 YHTEENVETO .....	79
LÄHTEET .....	81
LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Marine Diesel Finland Oy on suurin yksityisomistuksessa oleva laivadieseleiden huoltofirma suomessa. Marine Dieselissä työskentelee noin 40 ihmistä tällä hetkellä. (MarineDieselin www-sivut 2015)

Olin itse töissä Marine Dieselissä kesän ja syksyn kun työ suoritettiin. Projektia tehtiin noin kymmenen miehen vahvuudella 12 tuntia päivässä, seitsemän päivää viikossa kesäkuun alusta lokakuun loppuun.

Pääsin osallistumaan jokaiseen työvaiheeseen laivan päällä ja Marine Dieselin verstaalla Liedossa. Työssä sai paljon oppia keskinopean dieselmoottorin, generaattoriakselilinjan ja potkurimoottori akselilinjan laakereiden huollosta.

Työn aikana otettiin paljon valokuvia, työn purku- ja kokoamisvaiheesta. Tulen työssä käyttämään paljon valokuvia. Valokuvat ovat tekijän ja otettu 2014 jollei toisin mainita.

## 1.2 Työn suunnitelmat, menetelmät ja toteutus

### 1.2.1 Aiheen valinta

Aiheen valinta tuli minulle ajankohtaiseksi vasta kun projekti oli saatu valmiiksi. Koska olin osallistunut projektin jokaiseen vaiheeseen, niin minulle oli tullut tietotaitoa ja kokemusta runsaasti viiden kuukauden aikana työtä tehdessäni.

Sain Marine Dieselin toimeksiantajaksi ja sovimme että työn kirjallinen osuus on raportti tehdystä työstä ja miksi työ tehtiin.

### 1.2.2 Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

Työn tavoitteena on kirjoittaa raportti mitä kaikkea joudutaan pahimmassa tapauksessa uusimaan, kun voiteluöljyjärjestelmään pääsee epäpuhtauksia.

Tutkimusmenetelmänä käytän paljon omaa projektin aikana opittua tietoa sekä toisilta asentajilta opittua tietoa. Kerron työssäni miten mikäkin osa on purettu, kunnostettu ja kasattu. Moottorin purkamista ja kokoamista havainnollistan erittäin paljon valokuvien kanssa.

### 1.2.3 Projektin toteutus

Lähdin toteuttamaan projektia hakemalla päämoottorin huoltokirjan Katajanokan laiturissa sijaitsevasta jäänmurtaja Sisusta. Marine Dieselin Liedon verstaalta hain projektin työlistan minkä mukaan kirjoitin koko projektin.(Liite8)

## 2 PÄÄMOOTTORI JA PROPULSIOJÄRJESTELMÄ YLEISESTI

Pääkoneina on viisi Pielstick 12 PC 2-5 V konetta. Pielstick 12 PC 2-5 V on kaksitoista sylinterinen ahdettu keskinopea V-moottori jonka männän halkaisija on 400mm ja iskunpituus 460mm. (Arctian www-sivut 2015)

Viisi pääkonetta pyörittää viittä tasavirtageneraattoria, jotka pyörittävät neljää potkurimoottoria, kahta keulassa ja kahta perässä. Aluksen dieselsähköinen voimansiirto jakautuu siten, että kaksi potkuria perässä saavat täydellä teholla ajettaessa 60 prosenttia tehosta ja kaksi keulapotkuria 40 prosenttia tehosta. (Arctian www-sivut 2015)

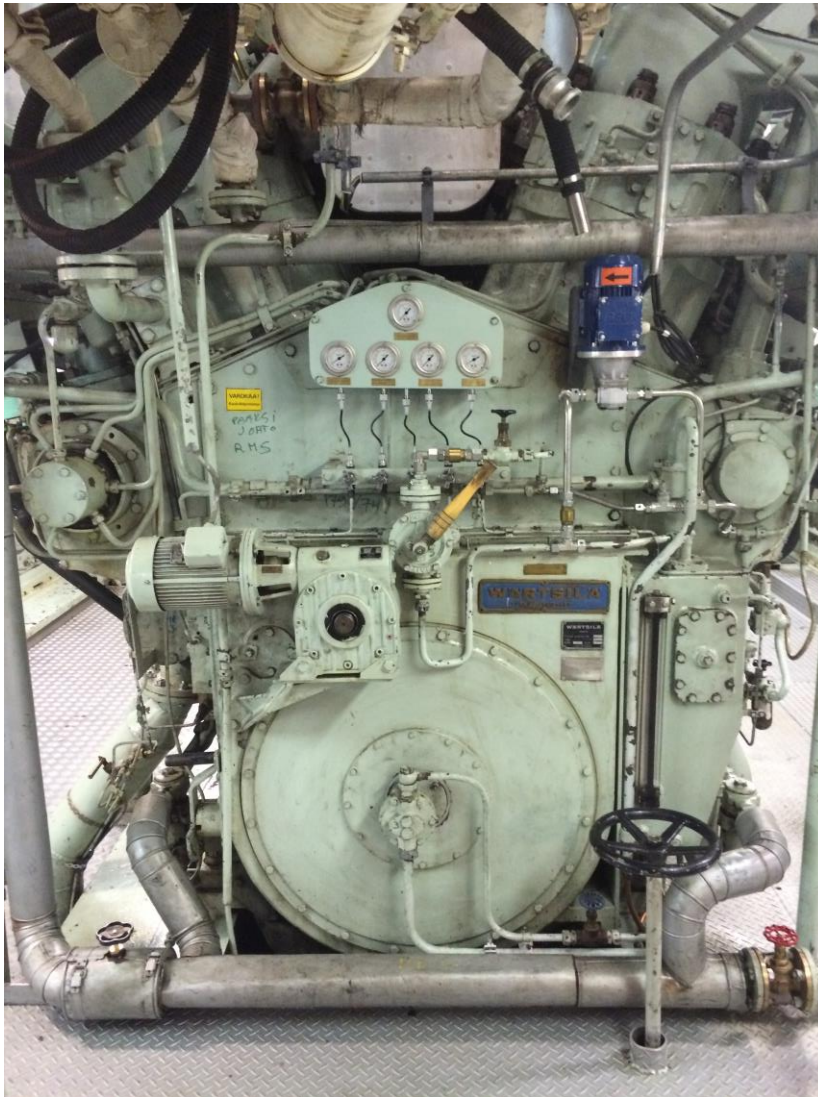
Keulapotkurit pyörivät sisäänpäin, jotta ne työntäisivät eteenpäin ajaessa vettä rungon alle. Tämän vesihuuhtelun tehtävänä on pienentää jään ja rungon välistä kitkaa. Peräpotkurit pyörivät ulospäin, että vesivirta työntää jäänpalat ehjän jään alle. Ja murrettu uoma puhdistuisi. (Arctian www-sivut 2015)

Päägeneraattorit, potkurimoottorit, apugeneraattorit ja koneiden valvontalaitteet ovat Strömbergin kehittämiä. (Arctian www-sivut 2015)

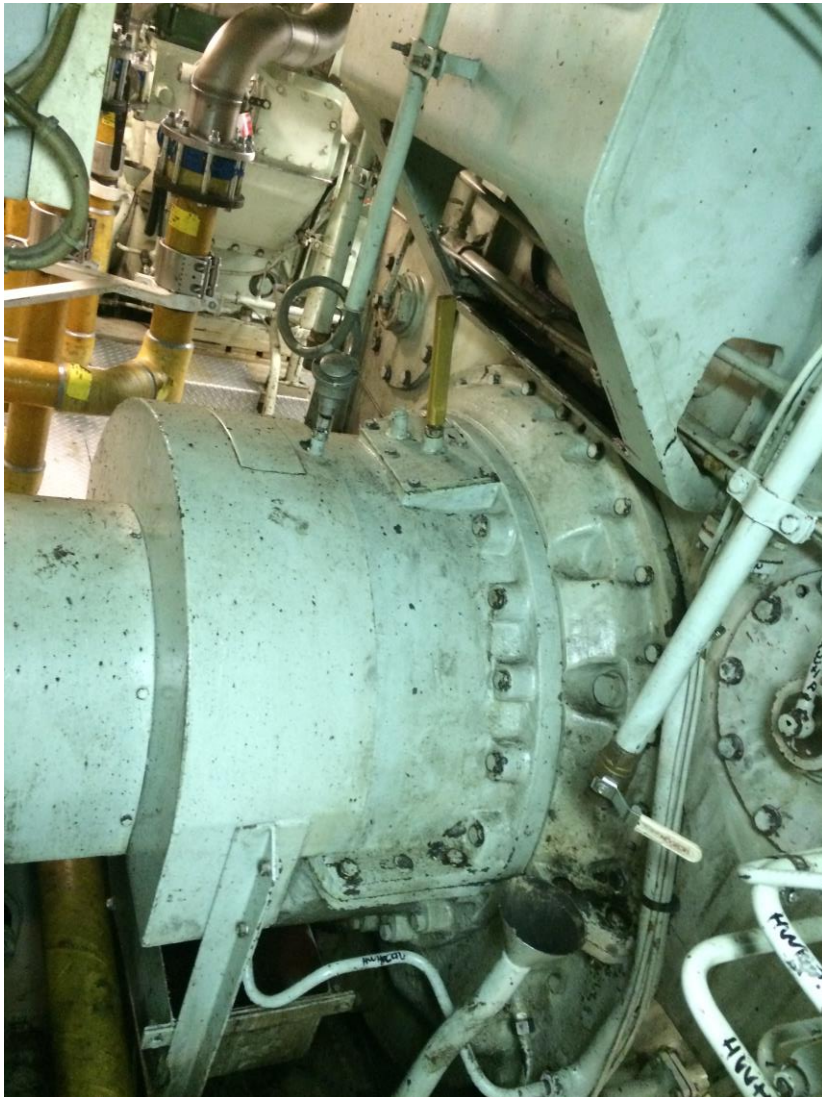




Kuva 1 Sisun pääkone ME 1 kansitaso



Kuva 2 ME 2 koneen etuosa



Kuva 3 ME 3 koneen takaosa

### 3 MOOTTORIN PURKU

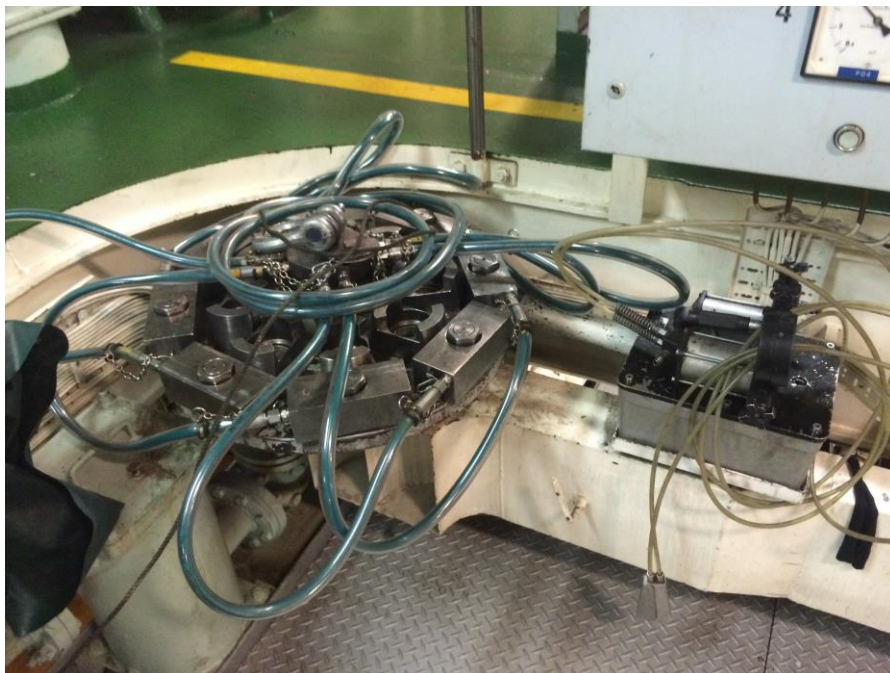
Koneista oli laskettu vedet pois ja öljyt valutettu systeemiöljytankkiin. Myös kaikki polttoaine ja ilmaventtiilit olivat suljettu.



Kuva 4 Kannen purku

#### 3.1 Kannen irrotus

Ennen kuin kansi päästään nostamaan ylös on siitä irrotettava venttiilikopan kansi, sylinterikantta vasten oleva huuhteluilmaputken osa, polttoaineventtiili, kivääriputki sekä suutin keiuvipuvoiteluöljyputki, käynnistysilmaputket, sylinterin kannella oleva poistoilmaputki, keiuvipuvoitelun öljynpalautusputki, sylinterikannella olevan jäähdytysvesipoiston pultit, sylinterin ja sylinterikannen välinen vesiliitântä, venttiilikotelo ja keiuvivun pukki, työntötangot ja niiden putket ja pakokaasulaipan pultit. (Pielstick manuaali) Kansista purettiin myös kivääriputket ja suuttimet jotta ne eivät rikkoutu kannen siirtelyssä paikasta toiseen. Kun suutin oli irrotettu, voitiin tunkki asentaa sylinterikanteen.



Kuva 5 Kansitunkki ja hydraulispumppu

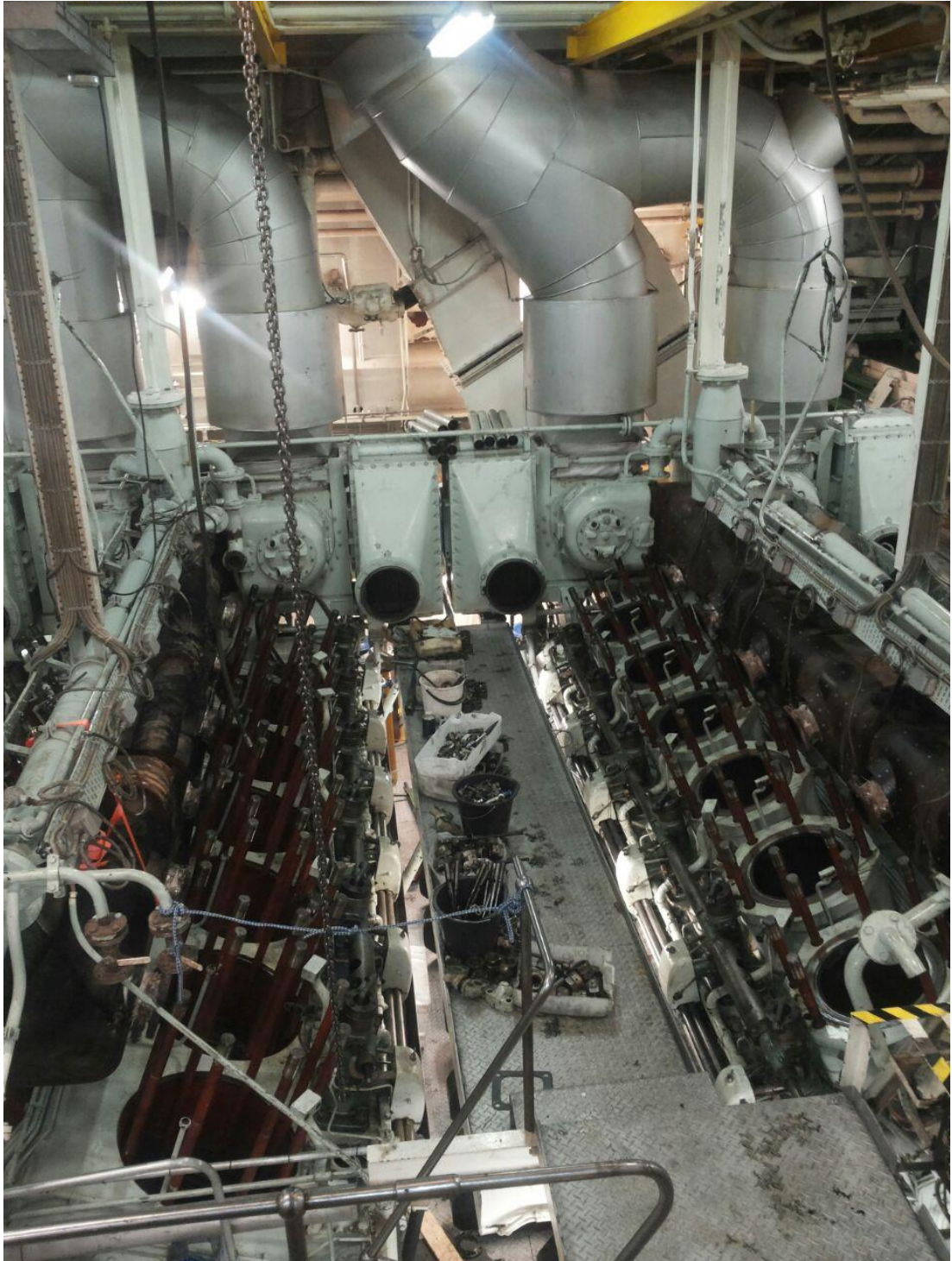
Kansitunkki nostettiin ilmataljalla kannen päälle. Kansitunkin ja kannen väliin tuli rautaputki mikä laitettiin suuttimen reikään jonka varaan kansitunkki laskettiin. Kansitunkista kytkettiin ilmaletku hydraulispumppuun, johon johdettiin laivan työilma. Pinnapultin mutterin päälle laitettiin holkit joiden päälle tunkit asetettiin ja kierrettiin pinnapulttiin kiinni. Tunkin männät väännettiin räikkävaimella pohjaan ja otettiin puolikierrosta auki. Kun kaikki kahdeksan tunkkia oli väännetty pohjaan ja puoli kierrosta auki laitettiin hydraulispumpusta 910 baarin paine joka venytti pinnapulttia siten että mutteri löystyi. Mutteria avattiin noin kierroksen verran jonka jälkeen pumpusta otettiin paineet pois ja työkalu irrotettiin ja siirrettiin seuraavaan kanteen. Mutterit olivat löysällä kun työkalu otettiin pois.

Tämän jälkeen avattiin loput yhdentoista kannen mutterit. Kun mutterit oli poistettu, laitettiin kanteen kannen nostorauta johon kiinnitettiin sakkeli mistä ilmataljalla nostettiin kansi ylös. Koska kyseessä on V-moottori ja nosto tapahtuu hieman vinoon, oli käsillä hieman avustettava että kannen sai ylös.

Kun sylinterikannet olivat ylhäällä, siirrettiin ne ilmataljojen kanssa konehuoneen luukun alle mistä laivan kraanalla kuorma-auton lavalle. Kuorma-autolla ne vietiin Liedon verstaalle.



Kuva 6 Sylinterikansien kuljetusta



Kuva 7 Pääkone 2 & 1 kansitaso

### 3.2 Kansien kunnostus verstaalla

MD:n verstaalla Liedossa 60 sylinterikantta puhdistettiin. Imu- ja pakolaiapat ajettiin puhtaaksi paineilmatyökalulla kuin myös kannentiivistepinta. Pinnat ajettiin epäkeskokoneella jotta ne pysyivät tasaisina. Myös kaikki kierteet käytiin läpi.

### 3.3 Männän ja kiertokangenirrotus

Jotta männän sai nostettua ylös, pitivät kampikammion luukut avata ja kiertokangen alapuoliskot irrotettava. Alapuolisko oli kiinni neljällä pultilla jotka avattiin hydraulisavaimella tai pitkällä räikällä. Koneita pyöritettiin sellaiseen asentoon että erikoistyökalun sai asennettua. Etummaisat pultit kierrettiin kokonaan pois, ja takimmaisat jätettiin löysälle. Etummaisten pulttien reikiin ja luukun reunalle kiinnitettiin erikoistyökalu jonka varaan alapuolisko jäi kun takimmaisat pultit otettiin irti. Alapuolisko siirrettiin pois kampikammion, laskettiin turkkipellille ja tarkastettiin laakerin alapuolisko.

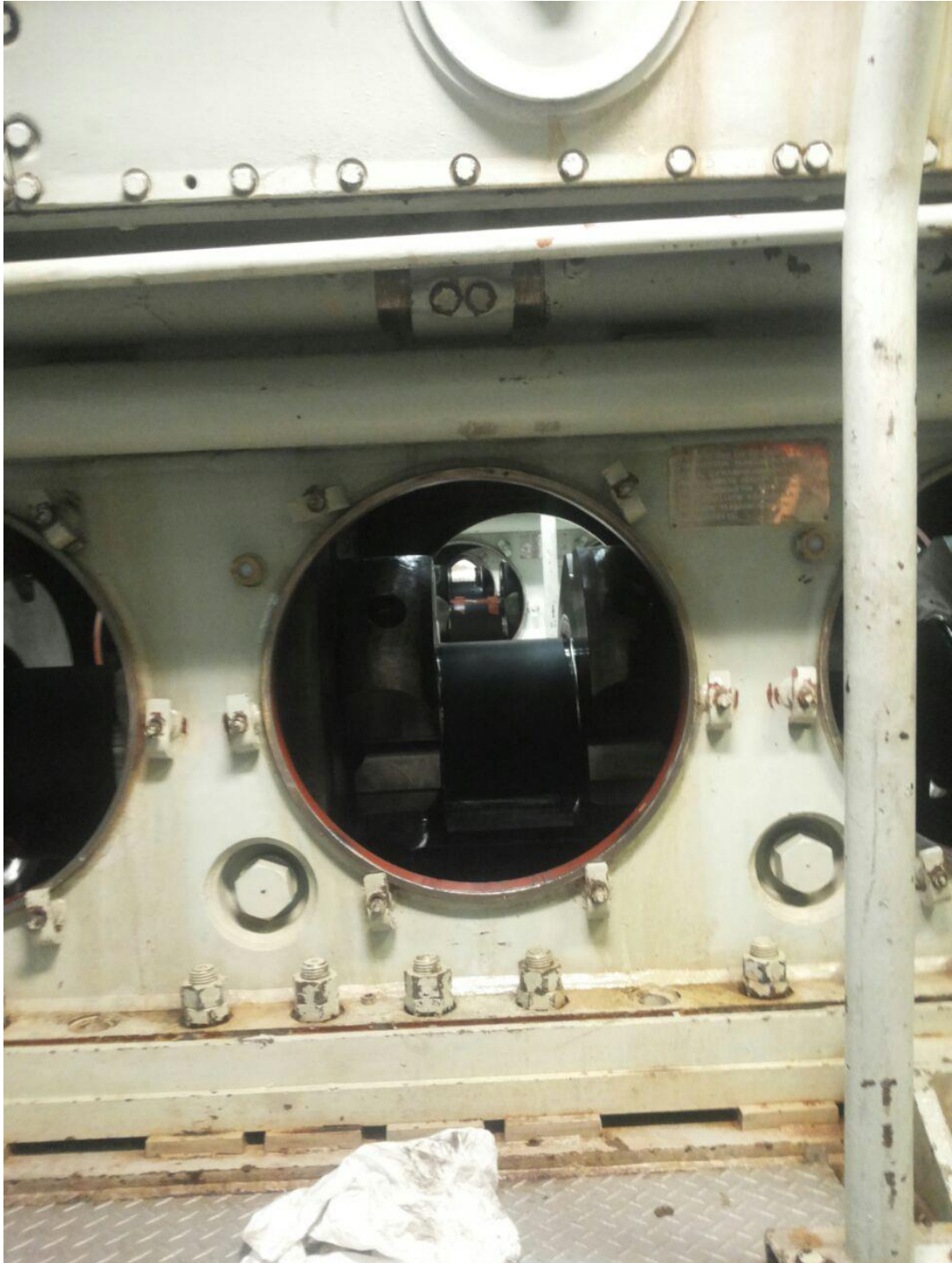
Kone oli pyöritetty siihen asentoon, että männän sai kiertokankineen nostaa ylös. Mäntään asennettiin nostorauta joka kiinnitettiin ilmataljaan jolla se nostettiin ylös. Taas autettiin hieman kädellä, ettei kiertokanki kolhinut sylinteriputkea. Kiertokangen ylempi laakerinpuolisko poistettiin kiertokangesta. Tämän jälkeen laakerin puoliskot merkattiin ja kuvattiin.

Kun mäntä oli nostettu ylös, siirrettiin se ilmataljan avulla pois koneen päältä ja kiertokangen alapuolisko kiinnitettiin takaisin paikalleen ja mäntä kiertokankineen vietiin ilmataljojen avulla konehuoneen luukun alle josta ne nostettiin trukkilavan päällä kuorma-autoon.





Kuva 8. Kiertokangenliukulaakeri



Kuva 9. Kammentapit ovat suojattu kumimatolla

Kun männät kiertokankineen oli poistettu suojattiin kampiakselin kaulat kumimatolla ja teipillä, jottei niihin tulisi lisää jälkiä.

### 3.4 Männän ja kierokangen purku, putsaus, mittaus ja kasaus

#### 3.4.1 Männän ja kiertokangen purku

Männät kiertokankineen vietiin MD:n verstaalle Lietoon jossa ne purettiin. Mäntä irrotettiin kiertokangesta kääntämällä se ylösalaisin. Kiertokangen alapään ympäri laitettiin liina jota kannatettiin kraanan avulla. Seger-renkas poistettiin toiselta puolelta ja tehtiin merkintä männän tappiin, männänhelmaan ja kiertokankeen, että tiedettiin miten päin ne koottaisiin uudestaan. Männän helmaa lämmitettiin liekillä että se hieman laajeni ja tappi työnnettiin ulos ja kiertokanki nostettiin pois.

#### 3.4.2 Männän purku

Männänkruunun pinnapulttien mutterit aukaistiin pulttipyssyllä ja männänhelma nostettiin ja käännettiin oikeinpäin. O-renkaat poistettiin ja tiivistepinnat putsattiin. Männän helmoille tehtiin särötesti.



Kuva 10 Männänhelmat särö testattiin MD:n Liedon verstaalla

Jos säröjä ilmeni, asennettiin tilalle kokonaan uusi mäntä. Männän kruunuja ja helmoja ei saa sekoittaa keskenään.

Männäntapin reikä mitattiin tankomikrometrillä ja siitä tehtiin mittapöytäkirja(Liite4). Männän tappi mitattiin kaarimikrometrillä ja siitä tehtiin myös mittapöytäkirja(Liite4). Männän rengasurat putsattiin harjakoneella. Tämän jälkeen männän käytettiin pikaisesti pesukoneessa.

Männän kruunut hiekkapuhallettiin ulkopuolelta ja männänrengasurat ajettiin harjakoneella puhtaaksi. Tämän jälkeen männän topit laitettiin pesukoneeseen.

Kun kruunut ja helmat olivat pesty, voiteluöljykanavat puhallettiin paineilmalla puhtaiksi ja koottiin uusilla O-renkailla. Kruunun ja helman välykset mitattiin. Jos ne olivat 0.06mm-0.12mm. Oli kaikki kunnossa. Jos eivät, piti pintoja koneistaa. Kruunusta piti poistaa pinnapultit ja ohjaustappi. Männänhelmaa ja kruunua sorvattiin. Männät kasattiin, kun välys oli hyvä. Pinnapultteihin laitettiin Molykotea ja kiristettiin momenttiin 80Nm. ohjaustappi laitettiin paikoilleen ja helma nostettiin kraanalla kruunuun kiinni. Uusiin O-renkaisiin oli muistettava laittaa liukastetta jotta O-renkaat eivät vahingoittuisi asennuksessa. Helmaan laitettiin holkit ja mutterit joihin myös laitettiin Molykotea, jotta ne eivät leikkaisi kiinni. Mutterit kiristettiin ristiin 110Nm. Männänrengasurat mitattiin mikrometrillä (Liite3)



Kuva 11. Männänkruunu on vahingoittunut ja uusittava

### 3.4.3 Kiertokangen mittaus, pesu ja yläpään laakerin vaihto

Kiertokangen yläpää (Small end) ja alapää (big end) oli mitattava ja yläpään laakeri asennettava verstaalla. Yläpään laakeri poistettiin tunkilla jonka jälkeen laakeripesä mitattiin tankomikrolla (Liite1).

Alapään neljä pulttia väännettiin kiertokangen kiristysmomenttiin 850Nm ja alapää mitattiin tankomikrolla(Liite1). Pultit löysättiin, alapuolisko irrotettiin ja kiertokangi pultteineen laitettiin pesukoneeseen, jotta yläpäänlaakeri pesä laajenisi.

Uusi yläpään laakeri laitettiin styroksiastiaan jonne kaadettiin nestemäistä tyyppiä, jotta laakeri kutistuisi.



Kuva 12 Yläpään laakeri laitettiin jäähtymään nestemäiseen tyyppiin

Kun lämmin kiertokanki tuli pesukoneesta nostettiin se pöydälle ja puhallettiin voiteluöljykanava puhtaaksi ja laakeri asennettiin laakeripesään, niin että laakerin öljyreikä oli kohdakkain kiertokangen öljyreian kanssa.

### 3.5 Kiertokangen ja männän kasaus

Mäntä laskettiin ylösalaisin pöydälle ja kiertokanki laskettiin kraanalla kohdilleen. Kiertokangen yläpään laakeri, männän helma ja männäntappi öljyttiin. Toisen puolen Seger-rengas laitettiin paikoilleen. Männän helmaa lämmitettiin liekillä ja männäntappi työnnettiin sisään. Tässä vaiheessa oli tärkeää katsoa että merkit männäntapissa, helmassa ja kiertokangessa olivat samalla puolella että ne ovat samoin päin kuin purettaessa. Kun männät ja kiertokanget olivat kasattu, nostettiin ne trukkilavojen päälle odottamaan että saa viedä takaisin laivaan asennettaviksi.

### 3.6 Vesimansetin ja sylinteriputken irrotus, hionta, mittaus ja putsaus

#### 3.6.1 Vesimansetin ja sylinteriputken irrotus

Vesimansetti ja sylinteriputki irtoavat samalla kun laittaa nostoraudan kiinni vesimansettiin ja nostaa ilmataljalla. Tätä ennen on huomioitava että ylhäältä on purettu kaikki putkistot mukaan lukien ylavesiputkisto, käynnistysilmaputkisto ja voiteluöljypillit. Jotta vesimansetin saa nostettua ylös, on alavesiputkisto oltava myös purettu.



Kuva 13 Vesiputket on poistettava ennen vesimansetin irrotusta

Vesimansetti nostettiin ilmataljalla jolla ne siirrettiin konehuoneen luukun alle josta kraanalla kuorma-auton kyytiin kohti Liedon verstasta.

### 3.6.2 Vesimansettien ja sylinteriputkien hionta, mittaus ja putsaus

Liedon verstaalla sylinteriputket irrotettiin erikoistyökälulla vesimansetista jonka jälkeen vesimansetin tiivistepinnat putsattiin ja kierteet käytiin läpi.



Kuva 14 Edessä vesimansetti takana sylinteriputki

Sylinteriputket hiottiin ja sylinterin halkaisija mitattiin neljästä eri kohtaa(Liite2) Sylinteriputken tiivistepinnat ajettiin harjakoneella puhtaiksi.

Sylinteriputkeen asennettiin 4 O-rengasta ja liukastetta laitettiin sylinteriputkeen sekä vesimansettiin. Sylinteriputki laskettiin vesimansettiin ja lukittiin itse tehdyillä lukituslevyillä. Sylinteriputket laskettiin vaakatasoon trukkilavoille ja sidottiin kiinni kuljetuksen ajaksi.



### 3.7 Lohko

Lohkon tiivistepinnat putsattiin harjakoneella. Tämä työvaihe oli erityisen tärkeä, koska tiivistepintoihin ei saa jäädä epäpuhtauksia, jotka voivat aiheuttaa vesivuotoja.



Kuva 15 Lohkon tiiviste- ja O-rengaspinnat hiottu puhtaaksi

### 3.8 Kampiakseli

#### 3.8.1 Kampiakselin indikointi

Kun kampikammion luukut oli avattu, oli ensimmäisenä työnä kampiakselin indikointi. Kampiakseliin asennettiin indikointityökalu ja konetta pyöritettiin viiteen eriasentoon, joka asennossa digitaalinen indikointi kone tallensi tuloksen. Kampiakseli indikoitiin jokaisesta viidestä välistä. (Häkkinen 1993 s31) Kampiakseli indikoi-

tiin ennen haalausta ja haalauksen jälkeen. Tietoja verrattiin keskenään, ettei haalauksen aikana ollut sattunut vahinkoa kampiakselille.(Liite7)

### 3.8.2 Vastapainojen irrotus

Vastapaino on kampiakselin lujuuden ja laakerikuormituksen takia välttämätön(Häkkinen 1997 73) Koneita pyöritettiin että vastapaino oli pystyasennossa. Lukituslevy poistettiin ja vastapainon pultti aukaistiin suurella paineilmakäyttöisellä pulttipyssyllä.

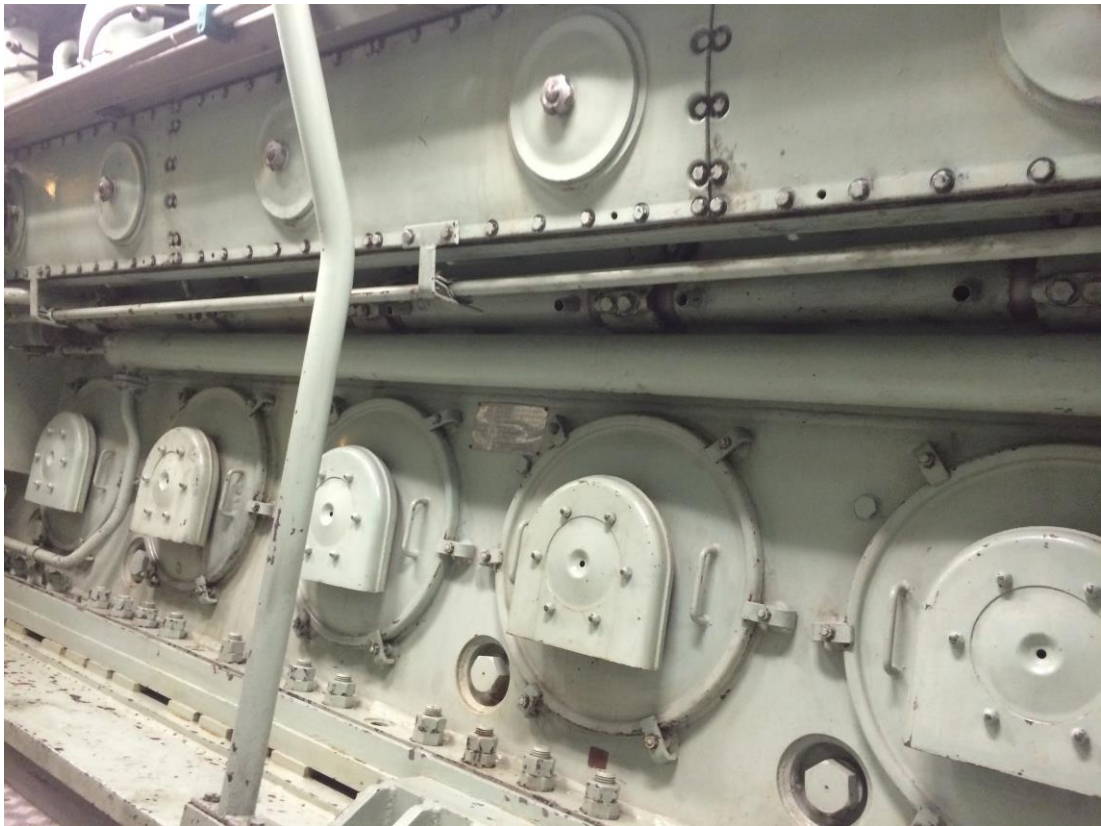


Kuva 16 Pulttipyssy vastapainon pultin avaamiseen

Kun pultti ja lukituslevy oli irrotettu, ne merkattiin että menevät takaisin oikean vastapainon kanssa. Koneita pyöritettiin niin että vastapaino oli vaaka-asennossa ja sen molempiin päihin asennettiin silmukkapultit. Koneen molemmilta puolilta laitettiin käsitaljat kiinni vastapainoon ja se siirrettiin pois urastaan ja nostettiin toista taljaa kiristämällä ja toista löysäämällä ulos kampikammioista ja laskettiin turkkipellille.

Kaikki vastapainot siirrettiin helikopterikannella sijaitseviin merikontteihin, joissa niiden kiertet putsattiin harjakoneella ja huulitiivisteet vaihdettiin. Kaikki 60 vastapainoa oli varastoitu helikopterikannelle pois tilaa viemästä konehuoneesta.

### 3.8.3 Kampiakselin ja öljykanavien huuhtelu ja öljytulppien poisto



Kuva 17 Vaakatasossa kulkeva voiteluöljyputki rassattiin puhtaaksi

Pääputkesta menee läpiviennit kampikammioon jokaiselle seitsemälle raamilaakerille. Päittäisraamilaakerille ja jäänmurtolaakerille lähtee oma haara alaspäin putken päästä.(Häkkinen 1997 73)

Raamilaakerille menevät öljyputket irrotettiin kampikammioista. Putket merkattiin, rassattiin ja huuhdeltiin.

Kampiakselissa oli 31 tulppaa jotka oli poistettava, että akselin öljykoraukset saatiin huuhdeltua. Tulpassa oli ura jossa oli sokka mikä oli porattava poikki ja poistettava. Kun sokan oli saanut irrotettua, pystyi tulpan ampumaan pois pulttipyssyllä. Tulpan kannat olivat pehmeää materiaalia ja rikkoutuivat helposti, koska tulppia ei ole poistettu ennen, ne olivat kovin kiinni.



Kuva 18 Kampiakselin öljyporauksen lämmittäminen

Kampiakselin öljyporausta lämmitettiin polttopillillä, jotta se lämmitessään laajeni, samalla liekki poltti liat kierteistä pois, kun oli tarpeeksi lämmitetty, tulppa jäähdytettiin Rost-Off Icella (-40 celsiusta) ja tulppa yritettiin uudelleen ampua pois pulitipyssyllä. Jos avainkanta meni lopullisesti rikki, porattiin tulppaan 8mm reikä ja

lämmitettiin se uudestaan hehkuvan punaiseksi ja hakattiin siihen reikään kuusiokolohylsy kiinni. Tulpan materiaali oli sen verran pehmeää että kuusiokolohylsy upposi siihen kun löi vasaralla päähän. Näin lähtivät viimeisetkin tulpat.

Kun kaikki tulpat oli irrotettu, aloitettiin kampiakselin huuhtelu. Huuhtelu aloitettiin toisesta päästä. Pumppupullolla ruiskutettiin polttoöljyä kovalla paineella ja sen jälkeen rassattiin kanava. Tämän jälkeen puhallettiin paineilmaa perään. Niin yksi poraus oli puhdas. Jos poraukseen jäi likaa, toimenpide toistettiin.

Kampiakselia pyöritettiin, että seuraava poraus saatiin pestyä, polttoöljyn kulku edelliseen poraukseen estettiin vaahtomuovin palalla. Näin käytiin läpi kampiakselin jokainen öljyporaus. Toimenpiteen jälkeen jokainen poraus tarkastettiin, ettei varmasti mihinkään jäänyt likaa. Myös kampikammio huuhdeltiin polttoöljyn kanssa.

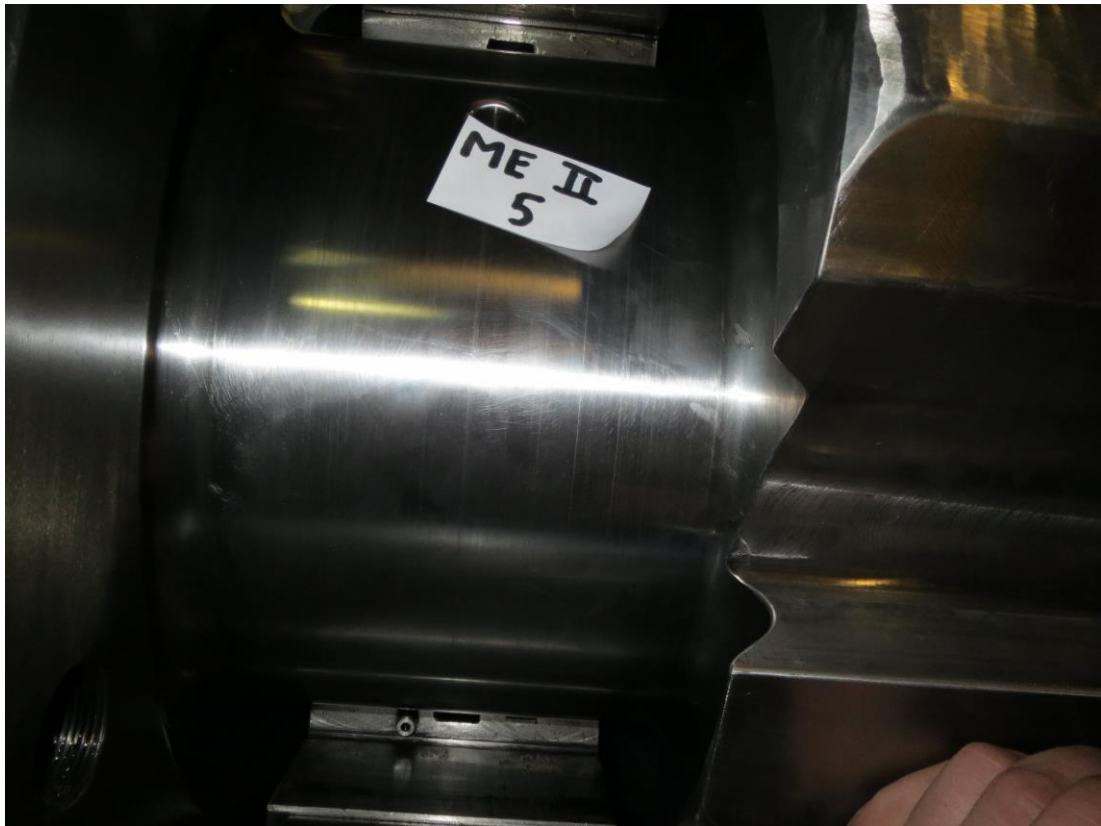
#### 3.8.4 Raamilaakereiden vaihto

Jotta raamilaakerin sai vaihdettua, piti laakerikansi saada irti. Laakerikansi oli kiinni paineruuvilla, josta otettiin lukituslevy pois. Laakerikuoreen kiinnitettiin hydraulispumpun letku ja pumppuun asetettiin taulukosta katsottu paine 850 Bar. Paineruuvia löysättiin kaksi kierrosta ja pumpusta otettiin paine pois. Paineruuvi poistettiin ja laakerikuoren sai nostaa pois. Kampikammionluukun yläreunaan kiinnitettiin teline, johon laitettiin nostotanko, joka kiinnitettiin laakerikuoreen. Nostotangon avulla laakerikuori nostettiin ylös, sivulle ja pois kampikammioista lankulle joka oli laitettu luukun reunalle.



Kuva 19 Raamilaakerin kansi ja paineruuvi oli poistettu

Ylempilaakeripuolisko nousi laakerikannen kanssa ylös. Jotta alempi laakeripuolisko saatiin pois, laitettiin öljyporaukseen tappi mitä kutsuttiin myötäpyörittäjäksi. Konetta pyöritettiin puoli kierrosta että myötäpyörittäjä pyöritti alemman laakerin kuoren pois. Tässä piti huomioida että pyörittää oikeaan suuntaan ettei laakerin ohjaushuuli vahingoitu. Laakerinkuori nostettiin pois. Kuoret putsattiin, merkattiin ja kuvattiin. Konetta pyöritettiin hieman takaisin päin että myötäpyörittäjätapin sai pois. Laakerikuoret oli poistettu. Hiottiin kampiakselin raamilaakerikaulasta naarmut pois. Samalla kun hiottiin raamilaakerikaulat, hiottiin myös kiertokangen laakerikaulat.



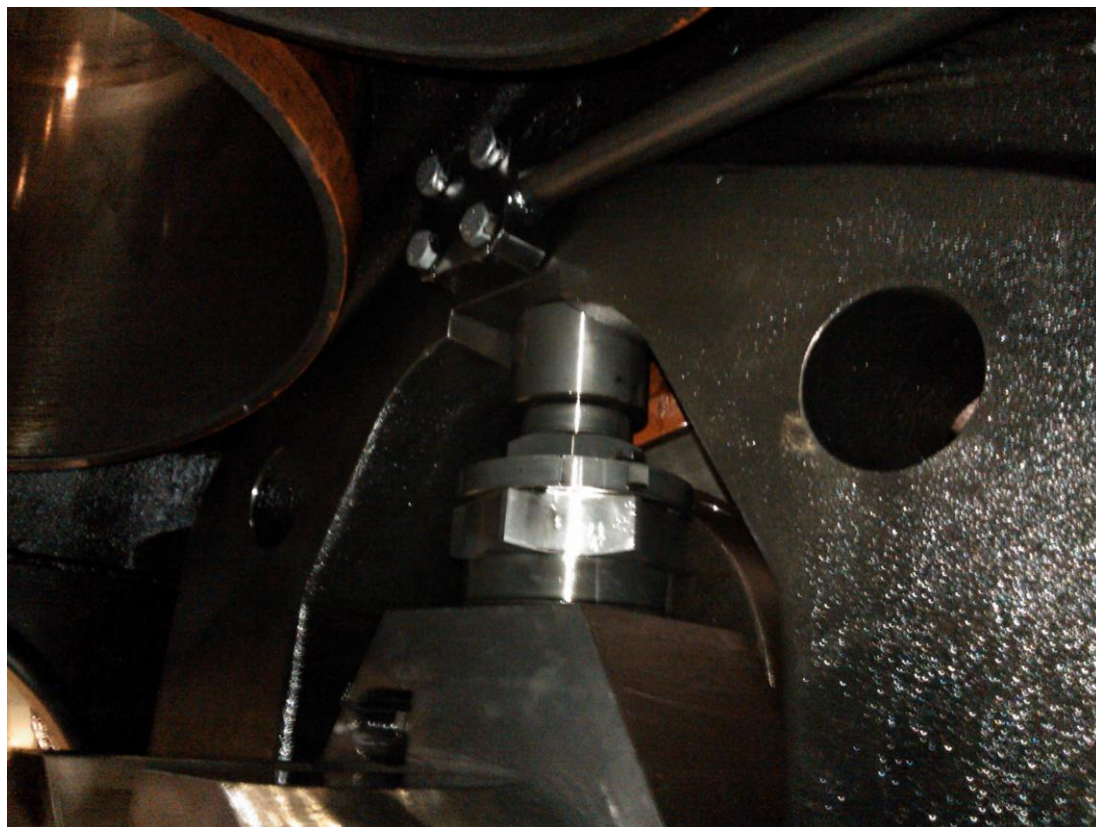
Kuva 20 Raamilaakerin kaula on hiottu

Ennen uusien laakereiden asentamista lohkon pinnat ja laakerin kannen pinnat hiottiin hiomakivellä että se menisi mukavammin paikalleen. Raamilaakerikaulan öljyporaus huuhdeltiin vielä polttoöljyllä ja paineilmalla kuin myös laakeripesä, ettei varmasti mihinkään jäänyt epäpuhtauksia.

Myötäpyörittäjä pyöritettiin alas että laakerinkuoren sai laakerikaulan päälle. Alempi laakerikuori ja kampiakselin kaula öljyttiin kuin kaikissa laakeriasennuksissa. Laakerin päälle asetettiin erikoistyökalu joka painaa laakerinkuorta kaulaa vasten, jotta laakeri lähtisi uraan vahingoittumatta. Kampiakselia pyöritettiin puoli kierrosta, että laakerin kuori pyörähti paikalleen. Akselia pyöritettiin hieman takaisinpäin että myötäpyörittäjätapin sai poistettua.

Laakerikannen paineruuviin vaihdettiin uudet O-renkaat, etteivät ne läpäise öljyä ja pitävät öljynpaineen asennustilanteessa. Ylempi laakerikuori kiinnitettiin laakerikanteen. Laakeri ja kampiakselin kaula öljyttiin ja laakerikuori asennettiin paikalleen nostoraudan avulla.

Kun laakerikansi oli paikoillaan, asennettiin paineruuvi laakerinkannen ja lohkon väliin. Paineruuvi kiristettiin käsikireyteen. Jonka jälkeen hydraulispumpun letku kiinnitettiin laakerikanteen ja laitettiin 200 baarin paine. Tarkistettiin että kaikki yksityiskohdat erityisesti paineruuvi ja laakerinkuoret, että ne olivat paikoillaan. Jos laakerikannen välys oli pienentynyt tasaisesti, voitiin painetta lisätä 850 baariin. Välys katsottiin rakotulkilla. Kiristuksen jälkeen jokainen neljä kulmaa käytiin läpi, ettei 0.04mm rakotulkki mennyt väliin. Paineruuvi kiristettiin avaimella niin kireälle kuin se meni, jonka jälkeen paine poistettiin. Lukituslevy kiristettiin paikoilleen. Paineletkun reikä tukittiin uudella pultilla ja tiivisteellä Koneen kaikki seitsemän raamilaakeria vaihdettiin ja kaulat hiottiin.



Kuva 21 Raamilaakerin kansi, paineruuvi ja öljyputki



### 3.8.5 Kiertokangen laakerikaulan hionta

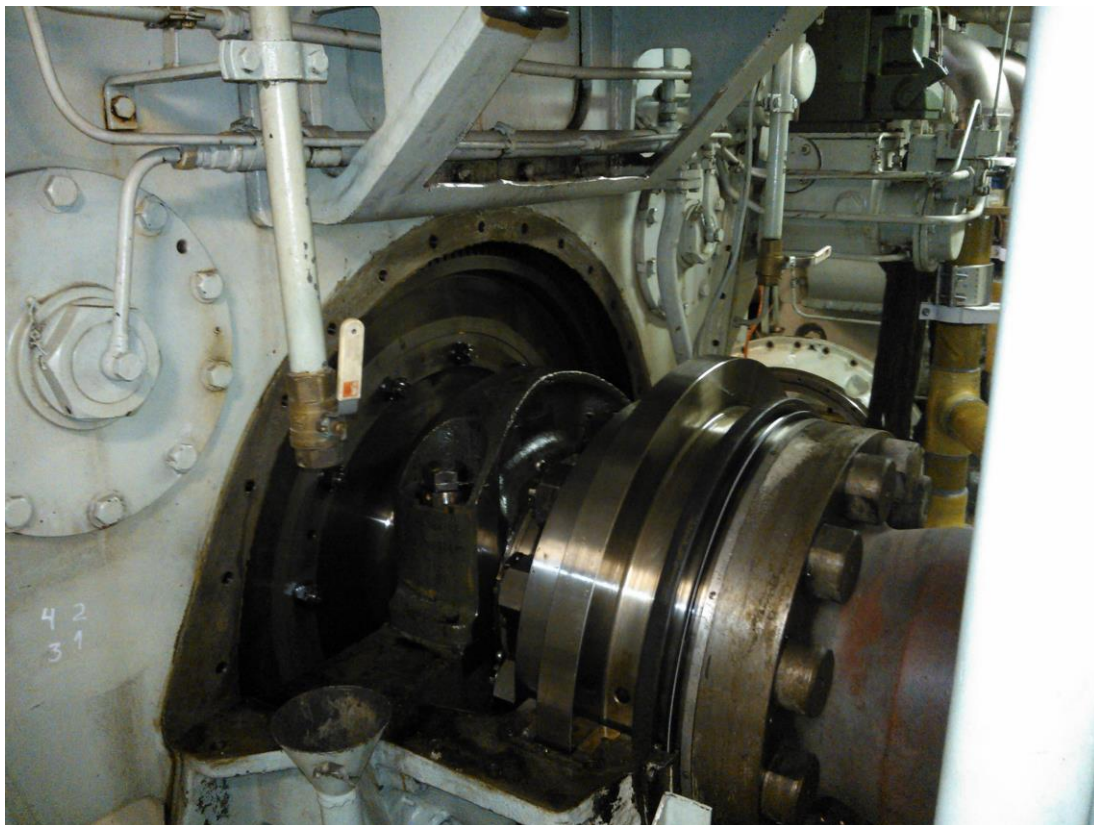


Kuva 22 Kiertokangen laakerikaulat hiottiin

Kiertokangen laakerikaulasta hiottiin naarmut pois hiomanauhalla ja sen jälkeen siihen teipattiin kumimatto takaisin suojaksi.

### 3.8.6 Päittäisraamilaakerin vaihto

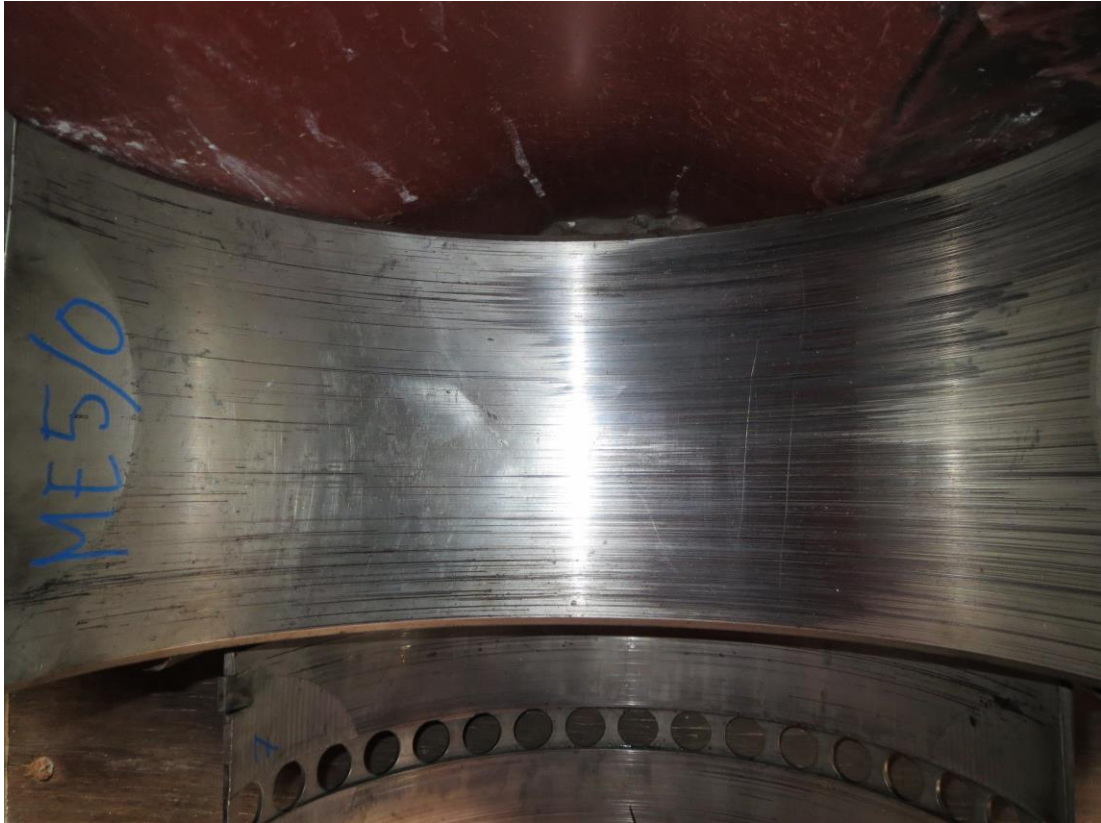
Päittäislaakeria kutsutaan myös nollalaakeriksi, ohjaavaksi raamilaakeriksi ja koneen ylimääräiseksi painelaakeriksi. Se rajoittaa kampiakselin pitkittäisliikkumista.



Kuva 23 Laakerikopat purettiin koneen takapästä

Koneen takapästä purettiin jäänmurtolaakerin kansi ja päittäislaakerin koppa. Päittäislaakerin kansi on kiinnitetty kahdella pultilla. Pulttiin ja laakerin kanteen tehtiin merkki, jotta ne tiedettäisiin kiristää samaan kireyteen. Pultit aukaistiin hydraulisavaimella ja merkattiin. Laakerikansi nostettiin pois.

Ylempi laakerinpuolisko nostettiin pois. Alemman laakerinpuolikkaan sai pois myötäpyörittäjän kanssa, joka kiinnitettiin kampiakselin rataskehään. Laakeripuolikkaat putsattiin, merkattiin ja kuvattiin.



Kuva 24 Pääkone vitosen päittäislaakerin puolikas

Kampiakselin kaula hiottiin päittäislaakerin kohdalta hiomanauhalla ja laakeripesä huuhdeltiin polttoöljyllä puhtaaksi. Voiteluöljyputket irrotettiin ja käytettiin pesukoneessa, koska putket olivat liian isoja laivan pesukoneeseen, vietiin ne MD:n Helsingin verstaalle jossa on suuri teollisuuspesukone. Huuhdellut putket asennettiin uusiin tiivistein ja kuparirenkain takaisin.



Kuva 25 Päätislaakerin kaula hiottiin

Kampiakseli ja uusi laakerin alapuolisko öljyttiin. Laakeripuolisko pyöritettiin samalla erikoistyökälulla paikalleen, millä se oli poistettu. Ylempi laakeripuolisko öljyttiin ja asetettiin paikoilleen. Laakerikansi asennettiin paikoilleen ja pultit kiristettiin vanhoihin merkkeihin hydraulisavaimella. Laakerikoppa asennettiin paikoilleen.

### 3.8.7 Jäänmurtolaakerin vaihto

Jäänmurtolaakeri on ylimääräinen painelaakeri akselilinjassa koneen oman painelaakerin lisäksi, koska alus on niin kovassa käytössä jäänmurrossa, ettei yksi painelaakeri riitä akselilinjaan. (Häkkinen 1997 110)



Kuva 26 Jäänmurtolaakerin kaula vasemmalla

Jäänmurtolaakerin kansi irrotettiin ja nostettiin sivuun. Ylemmät laakerin puoliskot ja toisen alapuoliskon sai otettu pois. Kampiakselin ja lohkon väliin laitettiin tunkki jolla saatiin akseli liikkumaan hieman pitkittäissuunnassa, jotta toisen alapuoliskon sai pois. Laakeripuoliskot putsattiin, merkattiin ja kuvattiin. Jos ne eivät olleet vahingoittuneet pahasti, ne hiottiin ja kaavattiin jotta ne pystyttiin asentamaan uudelleen.

Kampiakselin laakeripinnat hiottiin hiomanauhalla ja laakeripesä puhdistettiin polttoöljyllä ja kuivattiin. Jäänmurtolaakerille menevät voiteluöljyputket irrotettiin ja vietiin pesuun MD:n Helsingin verstaan pesukoneeseen yhdessä muiden öljyputkien kanssa, jotka eivät laivan pesukoneeseen mahtuneet.

Kun akseli oli hiottu ja laakeripesä puhdistettu voitiin uudet tai vanhat putsatut laakerit asentaa. Laakeripuoliskot ja akseli öljyttiin. Ensin asennettiin toinen alapuolisko ja sitten tunkilla siirrettiin hieman kampiakselia pitkittäissuunnassa, jotta toinen alapuolisko saatiin paikalleen. Sitten öljyttiin yläpuoliskot ja laitettiin paikoilleen. Lo-

puksi voitiin laakerikansi nostaa paikoilleen ja pultata kiinni. Akseliin asennettiin myös uudet huulitiivisteet ja öljynheittorenkaat. Puhdistetut voiteluöljyputket asennettiin uusilla tiivisteillä paikoilleen.

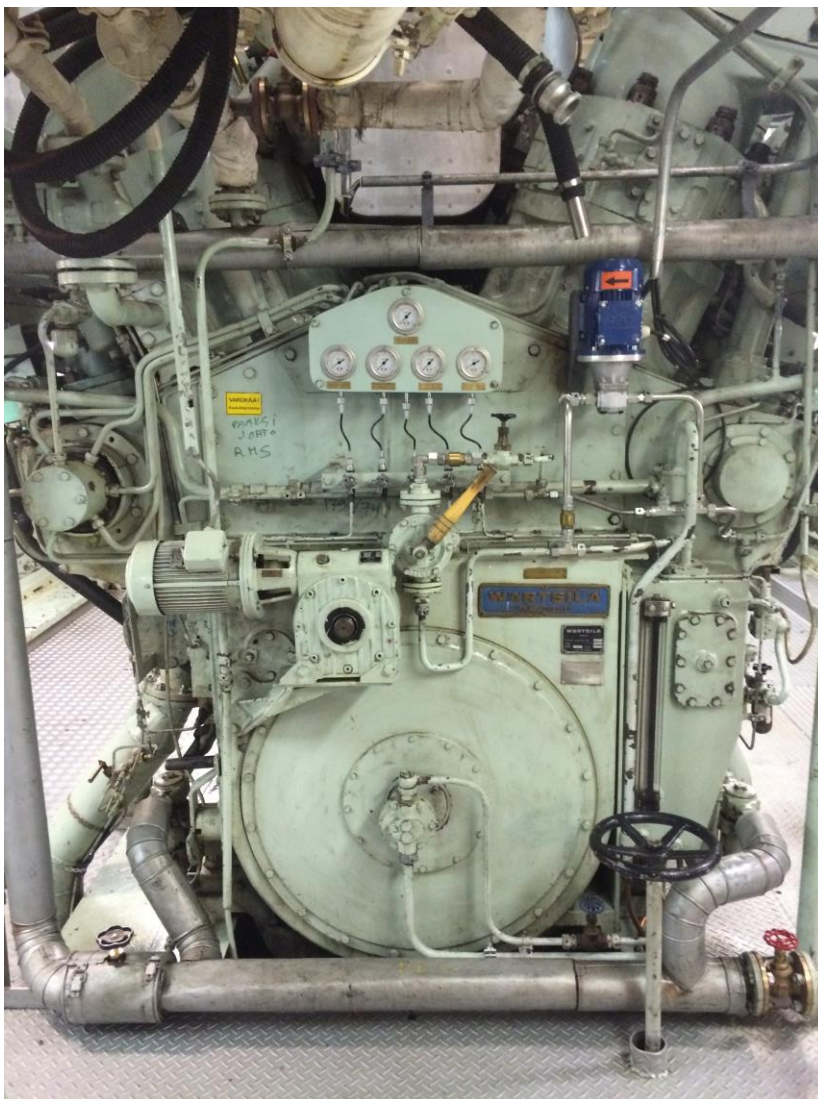
### 3.8.8 Yhteenveto raamilaakereista

Jokainen raamilaakerikaula, kiertokangen laakerikaula, ohjaavan laakerin kaula, jäänmurtolaakerin kaula ja kampiakselin öljyporaus hyväksyttiin konepäällikölle kaikista viidestä pääkoneesta.

## 3.9 Vääntöväärätelyvaimentimet

### 3.9.1 Vääntöväärätelyvaimentimen irrotus

Kun kampiakselin huoltotoimenpiteet olivat valmiit, voitiin vääntöväärätelyvaimennin irrottaa. Vääntöväärätelyvaimennin sijaitsee koneen etuosassa kopan takana. Jotta vääntöväärätelyvaimentimen sai irrotettua, piti seitsemännen eli viimeisen raamilaakerin kansi ja paineruuvi jättää asentamatta. Myös sylinterilinjat kuusi ja kaksitoista ja vastapainot yksitoista ja kaksitoista oli poistettava mutta ne olivatkin jo poistettu.



Kuva 27 Vääntöväärhtelyvaimentimen poisto

Koneen päästä jouduttiin purkamaan öljysäiliö, öljypumppu, mittaristo, öljyputkisto ja polttoaineputki ennen kuin koppa on mahdollista irrottaa. Pyörityskoneen rattaat purettiin ja merkattiin mihin järjestykseen rattaat kuuluu asentaa takaisin. Kopan pultit ja ohjaustapit irrotettiin. Kopan päälle laitettiin silmukkapultti kiinni josta se käsitaljojen avulla nostettiin ylös ja sivuun. Tiivistepinnat ja kierteet puhdistettiin kopasta sekä lohkosta.

Vääntöväärähtelyvaimennin itse oli kiinni kampiakselin laipassa neljällätoista pultilla joista joka toinen eli seitsemän oli sovitepultteja. Pultit ja reiät olivat merkattu ja pultteja ei saanut sekoittaa keskenään. Vääntöväärähtelyvaimentimeen ja kampiakselin laippaan tehtiin merkit että vääntöväärähtelyvaimennin asennettaisiin täysin samaan kohtaan takaisin. Pulteissa oli lukitusokat jotka irrotettiin. Pulttien mutterit avattiin hydraulisavaimella ja pultit poistettiin. Vääntöväärähtelyvaimentimeen kiinnitettiin itse tehty nostorauta ja se nostettiin ilmataljojen avulla ulos konehuoneesta. Vääntöväärähtelyvaimentimet lähetettiin Itävaltaan valmistajalle tarkastettavaksi.

### 3.9.2 Pyöritysrataan asennus

MD teetti vääntöväärähtelyvaimentimen muotoisen pyöritysrataan. Se polttoleikattiin muotoonsa ja keskitettiin. Pyöritysratas kiinnitettiin neljällä pultilla kampiakselin laippaan. Vääntöväärähtelyvaimentimen kotelo asennettiin paikoilleen, kuin myös pyörityskoneen rattaat ja taas pystyi konetta pyörittämään. Tämä pyöritysratas oli loistava keksintö, koska vääntöväärähtelyvaimentimet viipyivät monta viikkoa Itävallassa ja konetta ei pystynyt kasaamaan ilman että sitä voi pyörittää.

### 3.10 Nokka-akseli

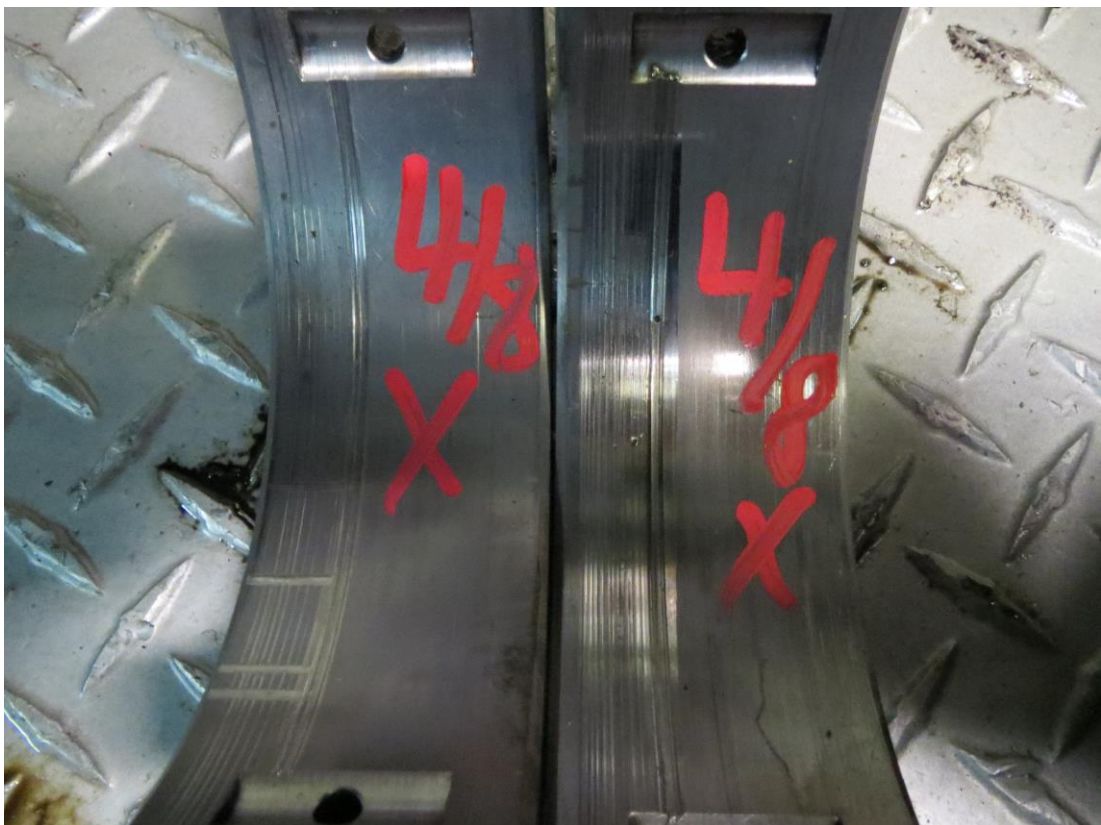
Nokkaluukut avattiin ja tiivistepinnat sekä kierteet putsattiin. Nokka-akseli ja venttiilin nostajat tarkastettiin. Nokkia ei tämän remontin yhteydessä vaihdettu. Nokka-akselin voiteluöljykanavat huuhdeltiin ja kampasuodattimet puhdistettiin.

Jokainen laakeri tarkistettiin ja tarvittaessa vaihdettiin uuteen. Nokkalaakerin lukituspultti poistettiin ja laakeripuolikkaat työnnettiin ulos laakeripesästä. Laakerit merkattiin ylemmäksi ja alemmaksi, koska ylemmästä puolikkaasta tuli öljyvoitelu. Laakerit putsattiin, merkattiin ja kuvattiin.





Kuva 27 Nokka-akseli ja laakerin vaihto



Kuva 28 Vahingoittunut nokkalaakeri, tilalle uusi

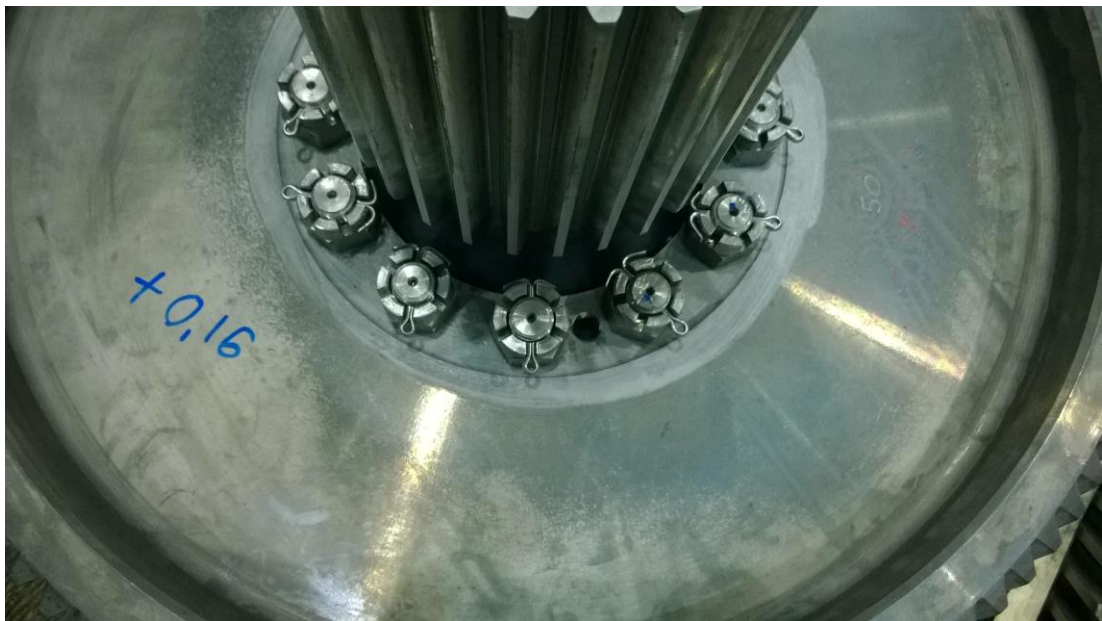
Nokka-akselin laakeripinta tarkistettiin ja öljyttiin. Uudet laakerinpuolikkaat öljyttiin ja asennettiin akselin ympärille. Laakerit työnnettiin laakeripesään, jos laakerit eivät menneet paikoilleen, nostettiin nokka-akselia hieman tunkilla ylöspäin, jotta laakeri-

puolikkaat saatiin työnnettyä laakeripesään. Lukituspultti ja levy asennettiin paikoilleen. Jokainen nokkalaakeri hyväksyttiin konepäällikön kanssa.

### 3.11 Käyttöhammaspyörät

Jakopään luukun kansi irrotettiin. Voiteluöljyputkien kampasuodattimet puhdistettiin. Voiteluöljyputket purettiin, merkattiin ja vietiin pestäväksi MD:n Helsingin verstaan pesukoneeseen. Välipyöräakselit irrotettiin ja vietiin MD:n verstaalle Liettoon, koska laakerit olivat vaihtokunnossa.

Välipyörään, nokka-akselin rattaisiin ja kampiakselin rattaisiin tehtiin merkit että välipyörä osattiin laittaa samaan asentoon takaisin. Konetta ei ehdottomasti saanut pyörittää, ettei jako mennyt sekaisin.



Kuva 29 Välihammaspyörä

Välipyörän laakeri irrotettiin ja laakeripesä mitattiin. Välipyörä pestiin pesukoneessa ja uusi laakeri asennettiin paikoilleen.

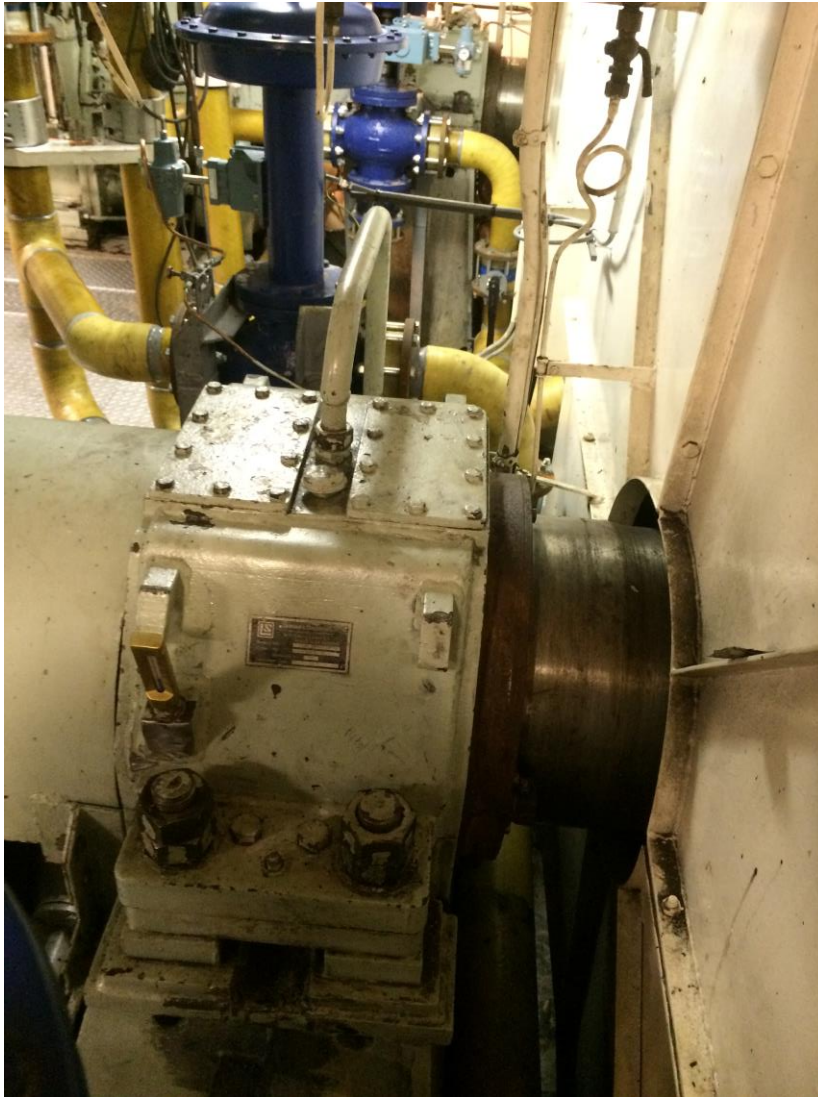
Välipyörät asennettiin paikoilleen ja luukku kiinnitettiin uusien tiivistein ja lukituslevyin. Konetta sai jälleen pyörittää.

### 3.12 Polttoaine pumput

Yksi polttoainepumppu per kone irrotettiin, vietiin MD:n Liedon verstaalle, jossa ne purettiin, tarkastettiin, puhdistettiin ja kasattiin uusilla tiivisteillä.

## 4GENERAATTORIN LAAKERIT

### 4.1 Ensimmäinen kannatinlaakeri

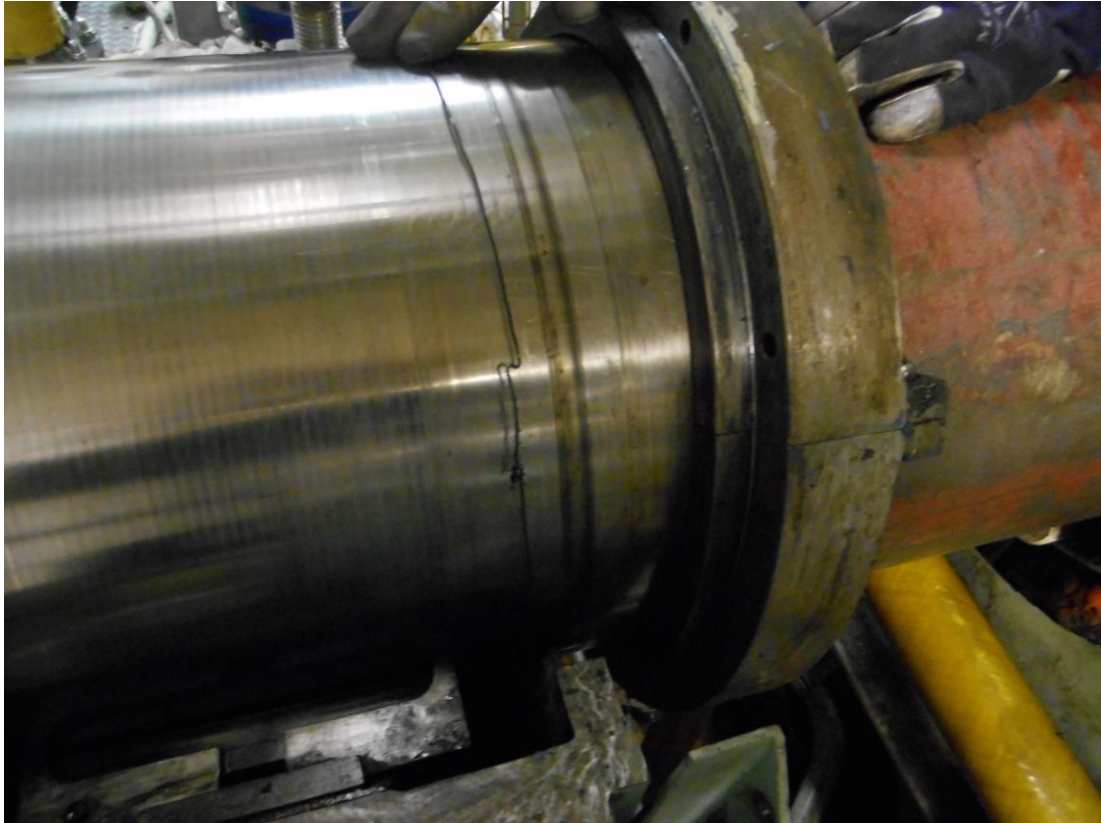


Kuva 30 Ensimmäinen kannatinlaakeri

Ensimmäinen kannatinlaakeri sijaitsee heti koneen perässä konehuoneen puolella.

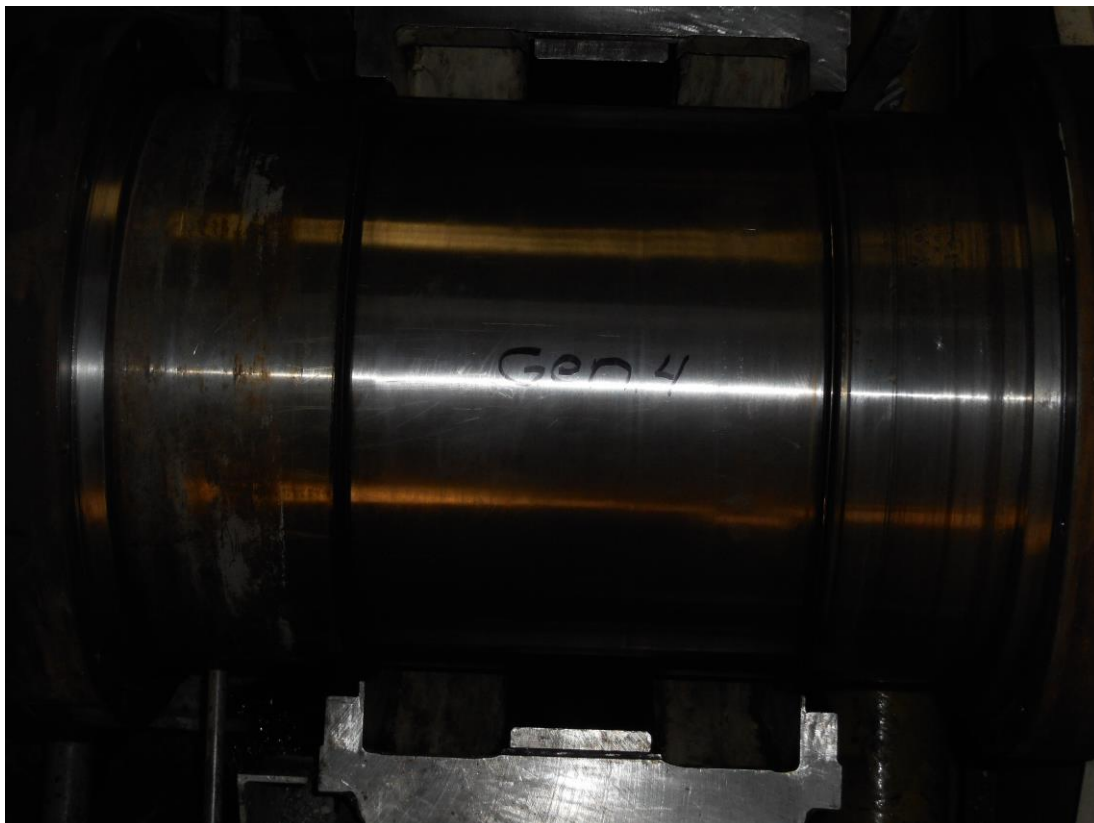
Kannatinlaakerille menevä voiteluöljyputki irrotettiin ja huuhdeltiin putkifirman toimesta.

Laakerikannen pultit ja ohjaustapit irrotettiin. Laakerikansi nostettiin käsitaljalla ylös ja sivuun. Ylempi laakeripuolisko nostettiin pois.



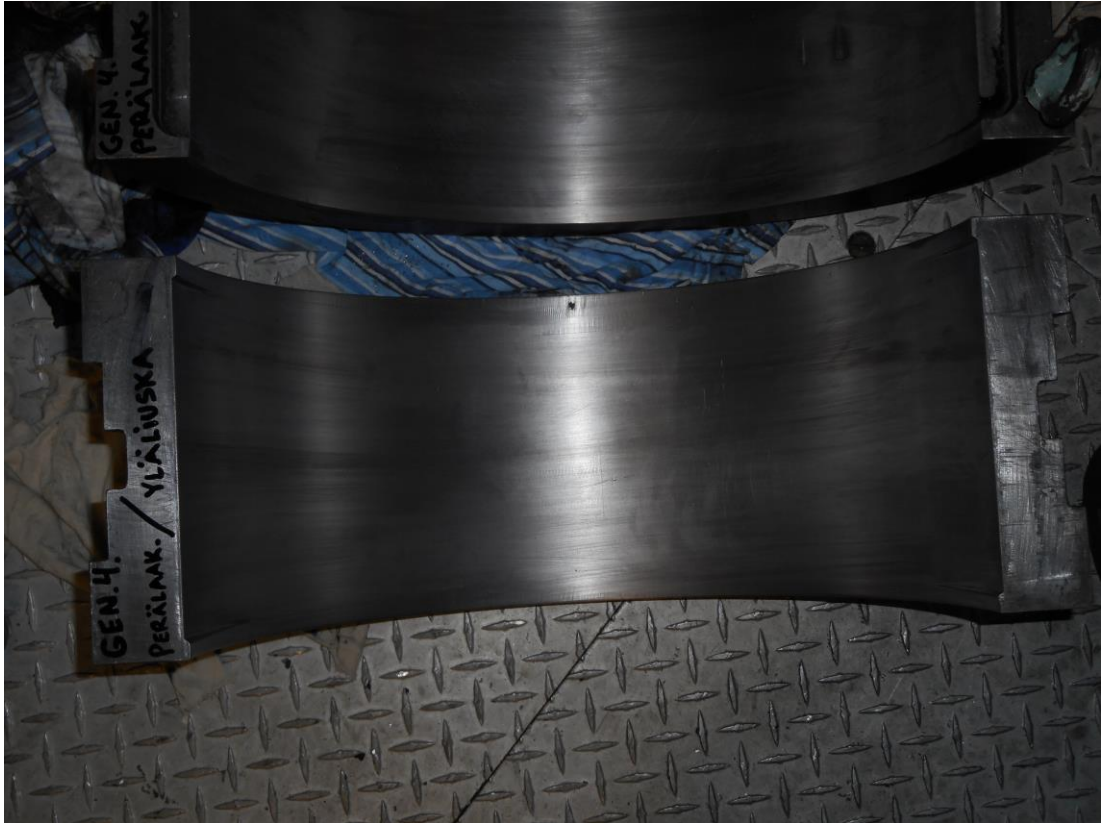
Kuva 31 Ensimmäinen kannatinlaakeri

Akselin alle asetettiin rautaputki, jonka alle tunkki. Tunkilla nostettiin akselia, jotta alemman laakerinpuoliskon sai pyöräytettyä pois. Akselin päälle asetettiin mittakello, jotta nähtäisiin koska akseli nousee. Kun kello liikkui, niin akseli nousi ja laakeripuolisko saatiin pyöräytettyä pois.



Kuva 32 Ensimmäinen kannatinlaakeri

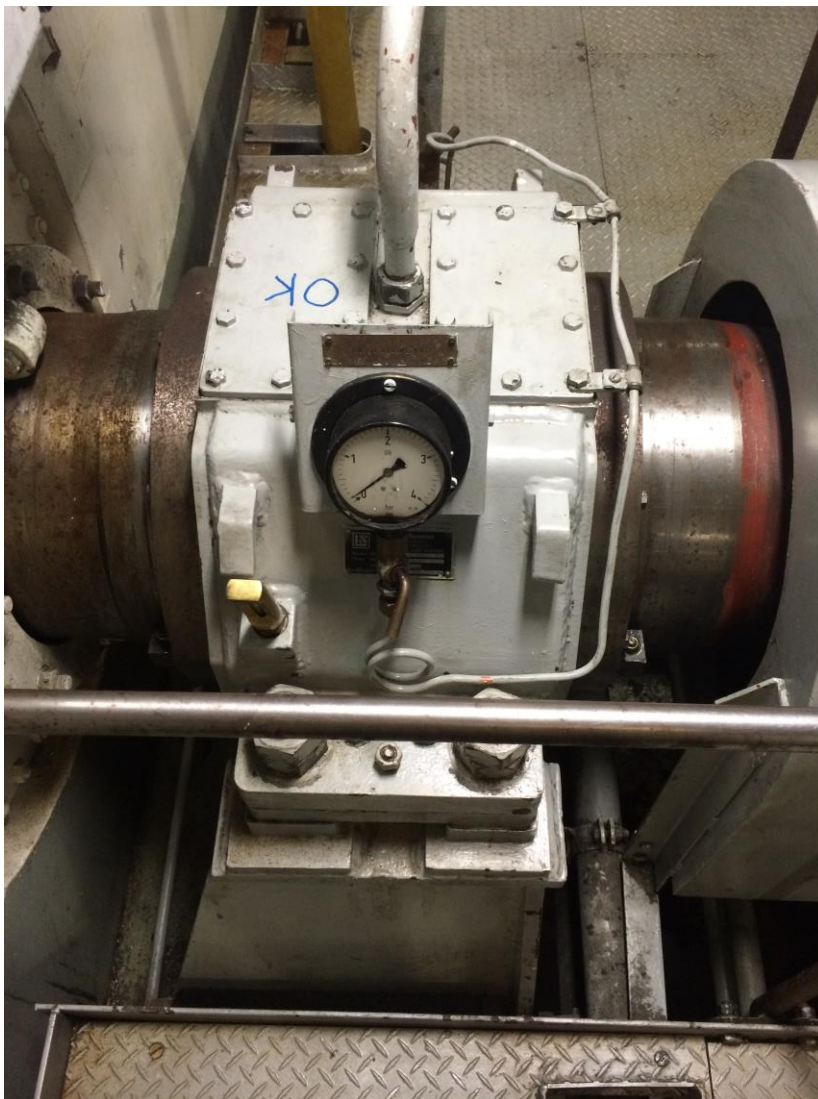
Laakeripuoliskot putsattiin, merkattiin ja kuvattiin. Laakeripuoliskoissa ei ollut suuria jälkiä, joten ne hiottiin teräsvillalla. Akselin laakeripinta hiottiin timanttinauhalla ja laakeripesä pestiin polttoöljyllä. Akseli valokuvattiin.



Kuva 33 Ensimmäiset kannatinlaakerit on hiottu

Akseli ja alempi laakeripuolisko öljyttiin, jonka jälkeen laakeripuolisko pyöräytettiin paikoilleen. Tunkki voitiin poistaa akselin alta. Ylempi laakerinpuolisko öljyttiin ja asetettiin paikoilleen. Laakerikansi ja ohjaustapit asennettiin paikoilleen ja pultit ki-  
ristettiin lyöntiavaimella.

## 4.2 Toinen kannatinlaakeri



Kuva 34 Toinen kannatinlaakeri

Toinen kannatinlaakeri sijaitsee laipion toisella puolella generaattorihuoneessa generaattorin etupäässä. Toinen kannatinlaakeri on samanlainen kuin ensimmäinen. Laakerikannen pultit avattiin hydraulisavaimella ja pulttipyssyllä. Laakerikansi nostettiin käsitaljalla ylös ja sivuun. Ylempi laakerikuori nostettiin pois akselin päältä.





Kuva 35 Toinen kannatinlaakeri

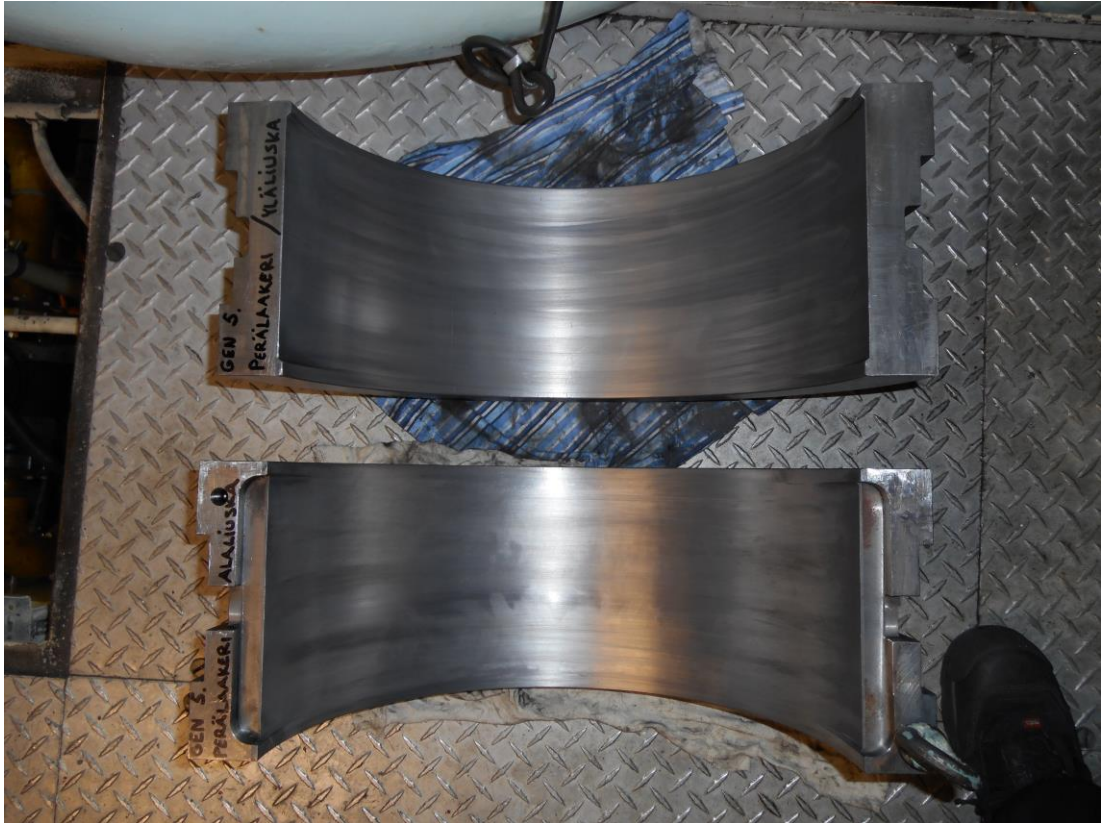
Akselin alle tehtiin rautaputki joka laitettiin tunkin ja akselin väliin. Akselin päälle kiinnitettiin mittakello. Tunkkiin pumpattiin painetta. Kun mittarin viisari värähti, akseli nousi ja voitiin alempi laakerinpuolisko pyöräyttää alta pois.



Kuva 36 Toinen kannatinlaakeri on hiottu

Akseli hiottiin timanttinauhalla. Laakeripesä pestiin polttoöljyllä puhtaaksi. Akseli ja laakerinpuoliskot merkattiin ja valokuvattiin. Akseli ja alempi laakerinpuolisko öljyttiin. Laakerinpuolisko pyöräytettiin akselin alle paikoilleen ja tunkki voitiin rautaputkineen poistaa akselin alta sitä kannattelema.

Ylempi laakerinpuolisko öljyttiin ja asennettiin paikoilleen. Laakeripuoliskot pultattiin toisiinsa. Laakerikansi nostettiin paikoilleen. Pultit kiristettiin hydraulisavaimella ja pulttipyssyllä. Öljyputket asennettiin takaisin putkifirman johdosta.



Kuva 37 Toiset kannatinlaakerit on hiottu

### 4.3 Kolmas kannatinlaakeri

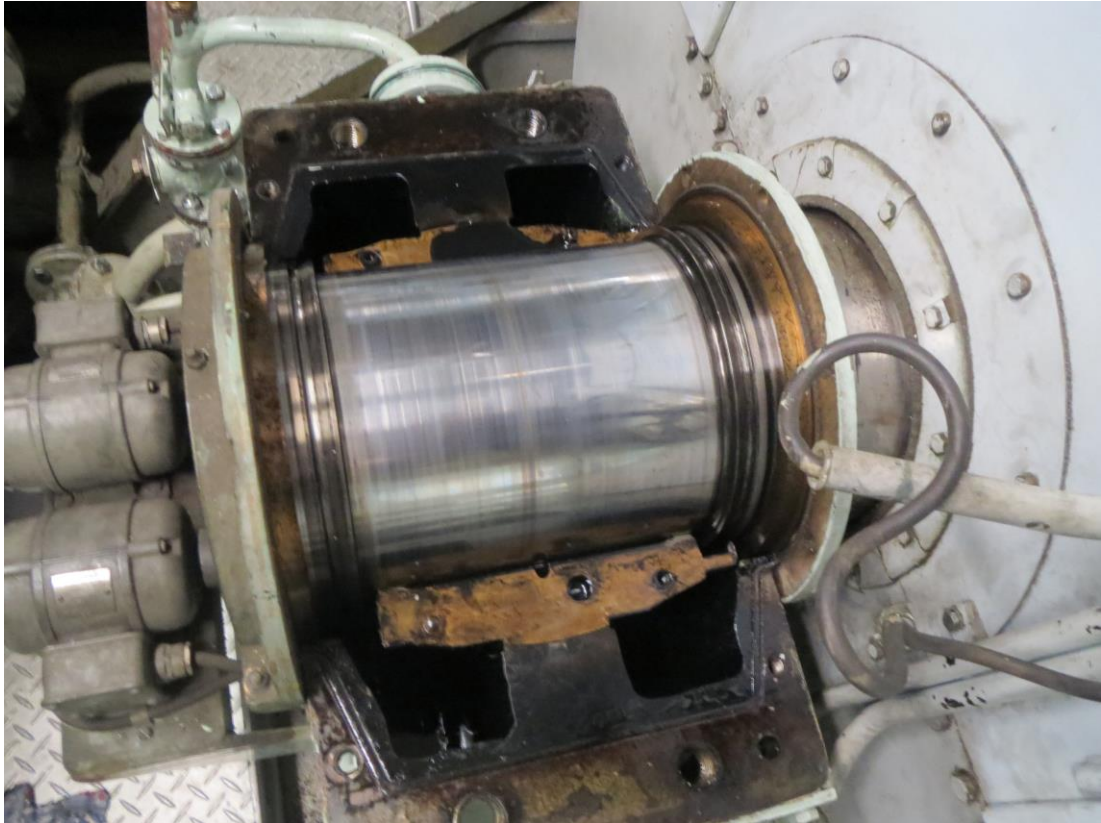


Kuva 38 Generaattori ja kolmas kannatinlaakeri



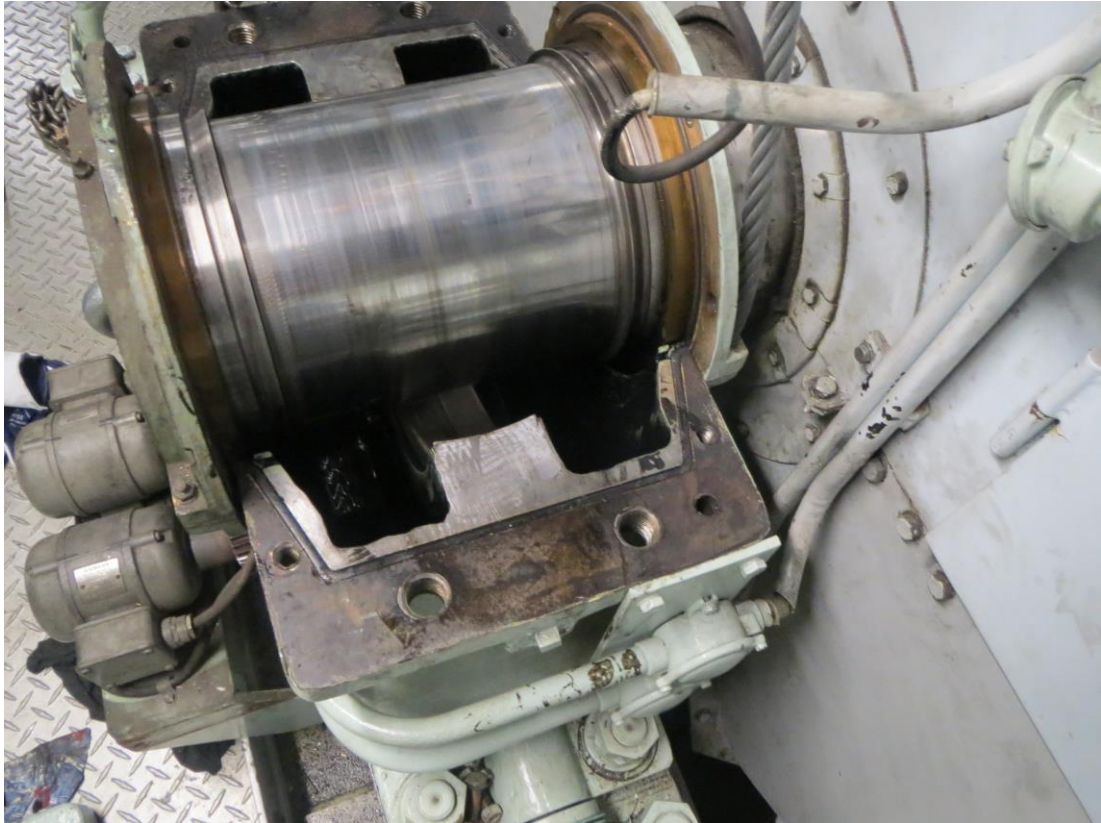
Kuva 39 Laakerikansi on poistettu

Laakerinkannen pultit avattiin pulttipyssyllä ja ohjaustapit poistettiin. Laakerikansi nostettiin pois.



Kuva 40 Ylempi laakeripuolisko on poistettu

Laakeripuoliskot olivat toisissaan kiinni pulteilla. Laakerikansi pitää laakerinpuoliskot paikoillaan. Pultit irrotettiin ja ylempi laakerinpuolisko nostettiin pois.



Kuva 41 Alempi laakerinpuolisko on irrotettu

Viimeisen kannatinlaakerin akselin alle ei saanut viritettyä rautaputkea ja tunkkia. Onneksi generaattorin yläpuolella kannessa oli nostokorva johon sai taljan kiinni. Kuuden tonnin käsitaljaan laitettiin vaijeri kiinni jonka avulla akselia nostettiin. Akselin päälle laitettiin taas mittakello, koska tiedettiin milloin akseli nousee. Kun akseli nousi, niin pyöräytettiin alapuolisko alta pois. Akseli jätettiin taljan varaan ylös.

Akseli hiottiin timanttinauhalla ja valokuvattiin. Laakeripesä puhdistettiin. Laakerinkuoret puhdistettiin, hiottiin teräsvillalla ja valokuvattiin. Laakerit öljyttiin ja asennettiin paikoilleen. Kun alapuolisko oli paikoillaan, otettiin käsitalja pois. Yläpuolisko asennettiin paikoilleen ja pultattiin alapuoliskoon. Laakerikannen sai asentaa paikoilleen.



Kuva 42 Kolmannet kannatinlaakerit

#### 4.4 Yhteenveto generaattorin kannatinlaakereista

Generaattorin kannatin laakereita oli yhteensä 15. Kaikki tarkastettiin, laakereissa eikä akseleissa ollut suuria naarmuja. Öljyputket puhdistettiin putkifirman toimesta. Jokainen kannatinlaakeri hyväksyttiin konepäällikön kanssa.



## 5 POTKURIAKSELEIDEN PAINELAAKERIT

Potkuriakselin painelaakeri rajoittaa akselin pitkittäisliikettä. Painelaakeri sijaitsee heti potkurimoottorin takana.(Häkkinen 1997 110)



Kuva 43 Vasemmanpuolen keulapotkurin painelaakeri



Kuva 44 Tukirauta potkuriakselin pitkittäissiirtymisen estämiseksi

Tukirauta tehtiin laivan verstaalla ja hitsattiin laivan runkoon kiinni. Tukirauta oli kiinni potkuriakselissa joten se ei päässyt liikkumaan kun laakeripuoliskot ja painekengät irrotettiin.

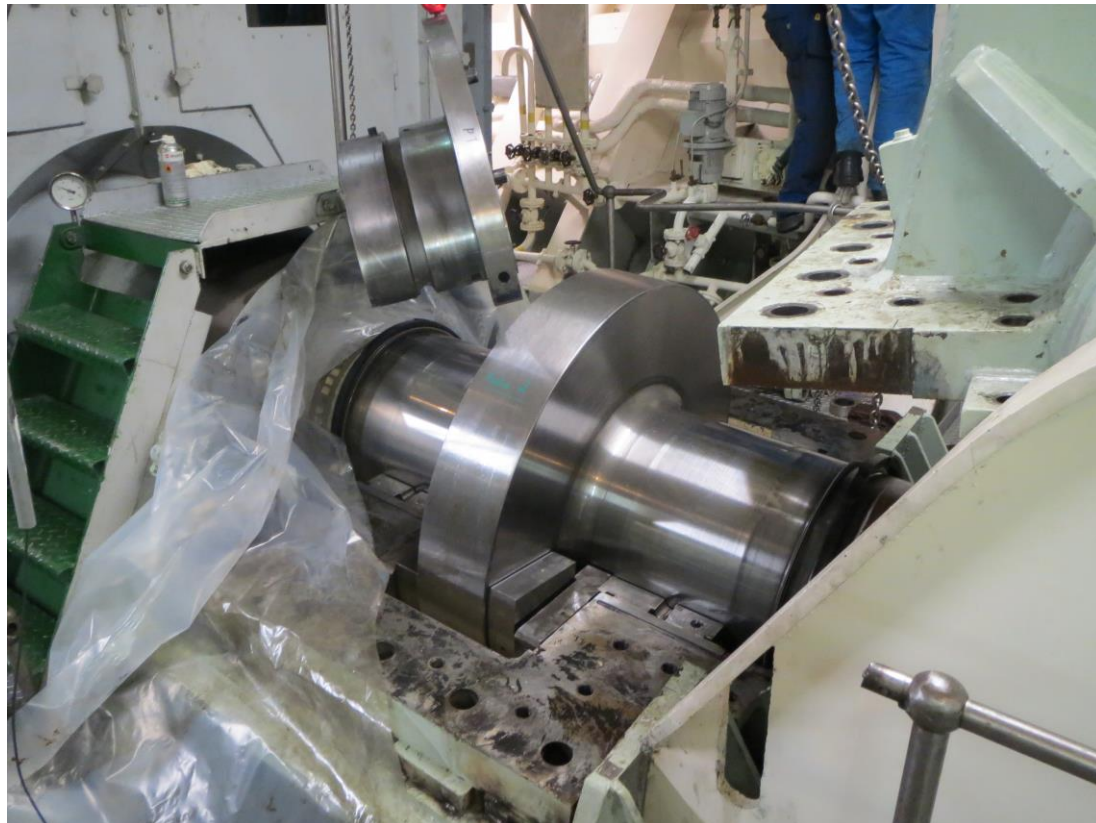


Kuva 45 Tukirauta potkuriakselin pitkittäissiirtymisen estämiseksi



Kuva 46 Laakerikansi on nostettu käsitaljoilla ylös ja sivulle

Laakerikannen kiilat merkattiin ja hakattiin pois kannen ja rungon välistä. Laakerikannen pultit avattiin ensin pulttipyssyllä pienemmät ja hydraulisavaimella suuremmat. Ohjaustapit poistettiin. Laakerikansi nostettiin neljällä kolmen tonnin taljalla ylös ja sivulle.



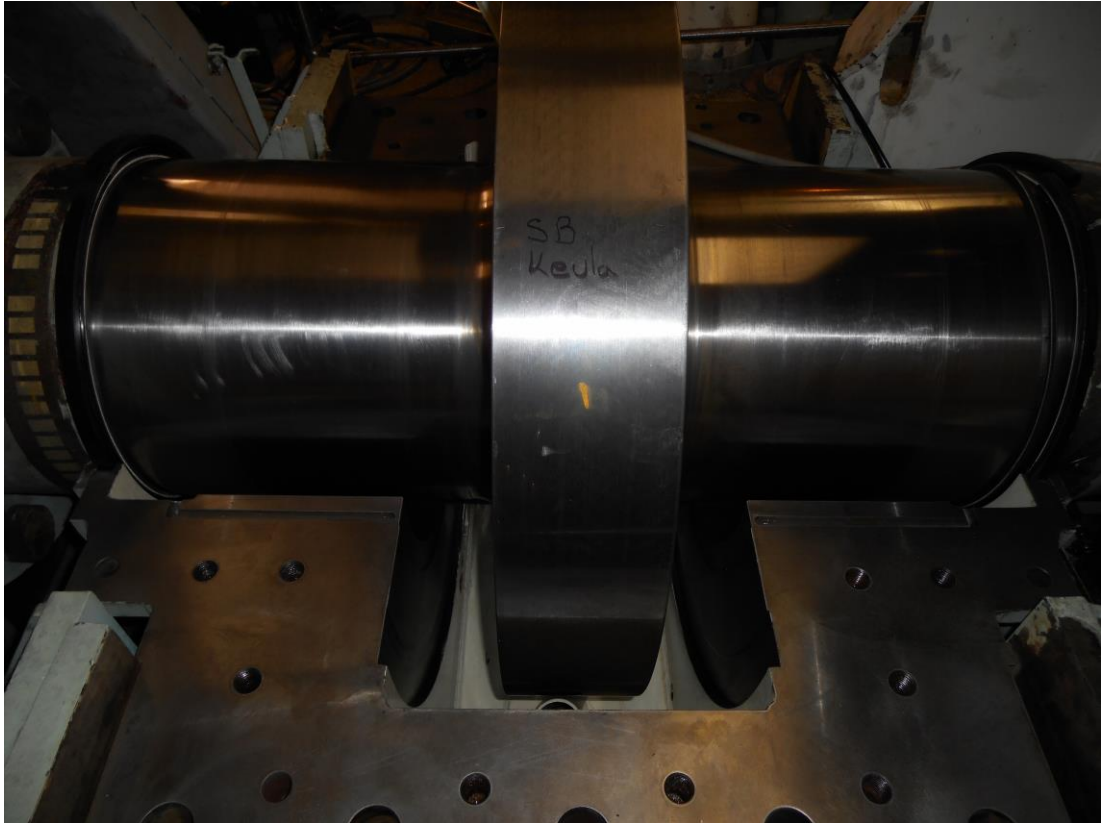
Kuva 47 Ylemmät laakerin puoliskot ja painekengät ovat irrotettu

Ylemmät laakeripuoliskot nostettiin käsitaljoilla sivuun. Paineengät irrotettiin. Kun ylemmät laakerinosat oli irrotettu, laitettiin rautaputki ja tunkki akselin alle. Akselin päälle kiinnitettiin mittakello. Käsitunkkiin pumpattiin painetta, kun kellon viisari värähti, akseli nousi ylöspäin ja saatiin alemmat laakeripuoliskot pyöräytettyä pois alta.

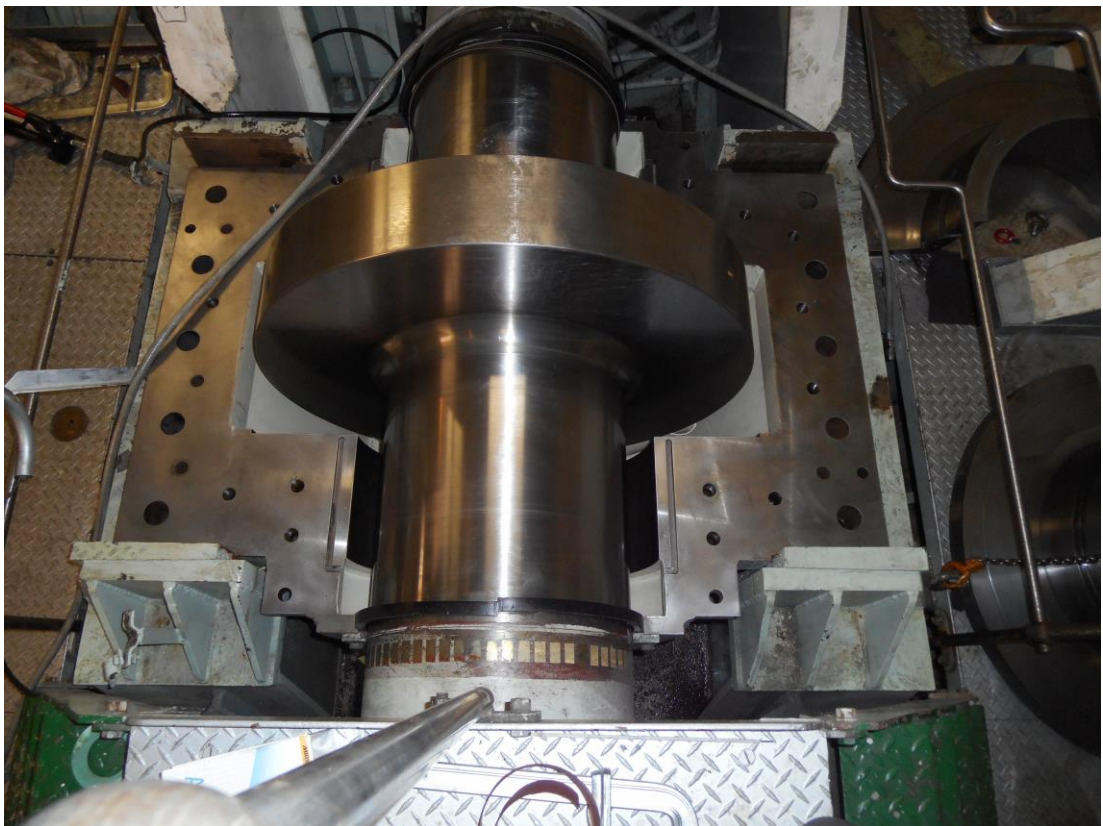


Kuva 48 Painekegät

Painekegät ja laakerinpuoliskot merkattiin, puhdistettiin, valokuvattiin ja hiottiin teräsvillalla. Potkuriakselista hiottiin naarmut pois hioma- ja timanttinauhalla. Laakeripesä pestiin polttoöljyllä.

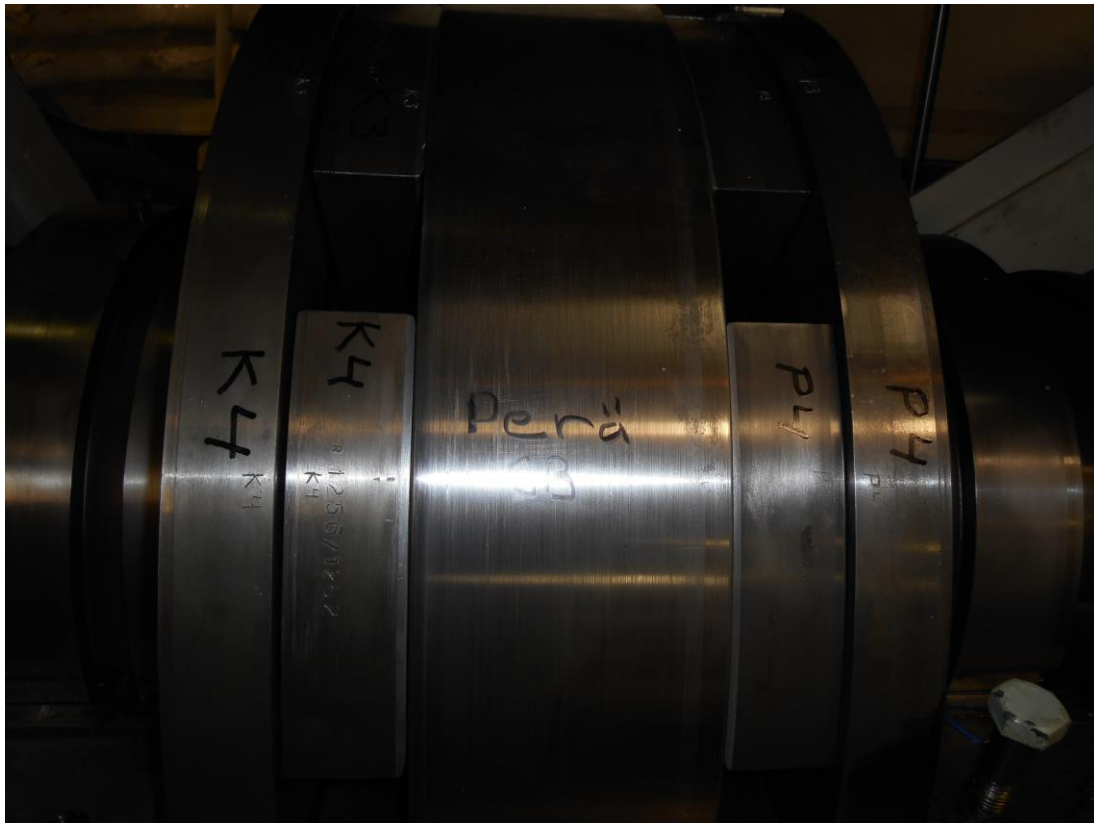


Kuva 49 Potkuriakseli on hiottu



Kuva 50 Potkuriakseli on hiottu

Akseli ja laakeripuoliskot öljyttiin. Laakerin alapuoliskot ja painekengät voitiin asentaa paikoilleen. Käsitunkki ja rautaputki voitiin poistaa. Ylemmät laakerinkuoret ja painekengät voitiin asentaa öljyttynä paikoilleen.



Kuva 51 Painelaakeri on kasattu

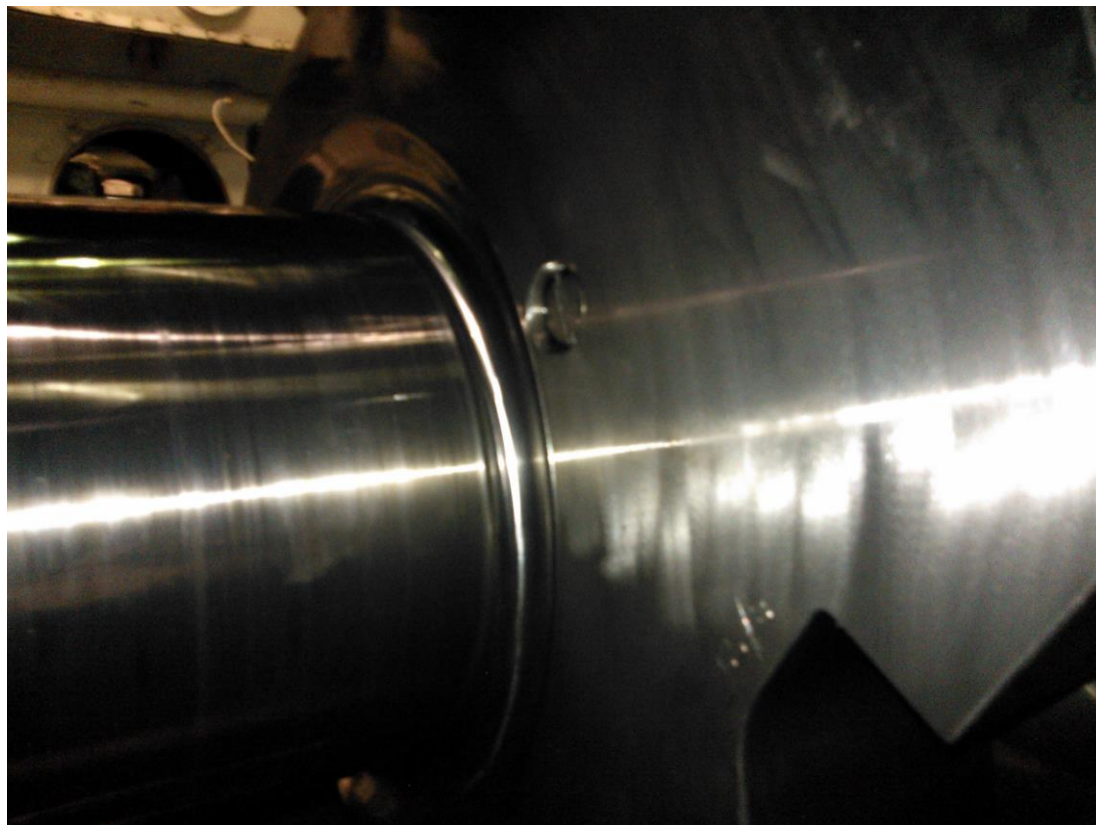
Laakeripukin ja kannen tiivistepinnat putsattiin harjakoneella ja niihin laitettiin tasotiivistettä. Laakerikansi asennettiin paikoilleen ja käsitaljat voitiin poistaa. Laakerikannen pultit kiristettiin hydraulisavaimella. Uudet öljynheittorenkaat ja huulitiivisteet asennettiin paikoilleen.

Yhteenveto painelaakereista. Painelaakereita oli yhteensä neljä, kaksi keulassa kaksi perässä. Jokainen painelaakeri tarkastettiin ja hyväksytettiin konepäällikön ja kone-tarkastajan kanssa.

## 6 KONEEN KASAUS

### 6.1 Öljytulppien asennus

Kun kaikki raamilaakerit oli vaihdettu ja öljykanavat huuhdeltu ja tarkastettu voitiin kampiakseliin asentaa uudet öljytulpat ja niiden sokat. Kierteet oli putsattu ja tulpat asennettiin paikoilleen ja viimeiseksi sokat hakattiin paikoilleen.



Kuva 52 Kampiakseli ja öljytulppa

Kuvassa näkyy myös numerointi mistä tietää mikä vastapaino ja miten päin se kampiakselille asennetaan.





Kuva 53 Kampiakseli ja öljytulppa

Kampiakselin reikä mihin vastapainon pultti kiristetään.

## 6.2 Vastapainojen asennus

Jokaisen kuudenkymmenen vastapainon kierteet oli putsattu ja huulitiivisteet vaihdettu. Kiinnikepinnat vastapainosta sekä kampiakselista oli hiottu hiomakivellä. Vastapainot nostettiin laivan kraanalla helikopterikannen konteista alas konehuoneeseen, josta kärryllä koneen luukkujen viereen.

Koneen molemmille puolille laitettiin 500kg:n käsitaljat. Vastapainon molempiin päihin laitettiin silmukkapultit joihin taljat kiinnitettiin. Toisen taljan kettinki vedettiin kampikammion läpi kiinni vastapainoon. Kammentappi pyöritettiin ylös että kampiakselin urat joihin vastapaino tuli olivat alapuolella. Vastapaino nostettiin kampikammioon ja asennettiin paikoilleen. Käsitaljat ja silmukkapultit voitiin irrottaa.

Liuskamittojen kanssa katsottiin että vastapaino oli keskellä. Pultin kierteisiin ja päähän laitettiin Molykotea. Pultti kierrettiin paikoilleen ja väännettiin avaimella niin tiukkaan kun käsillä sai. Konetta pyöritettiin että vastapaino oli pystyssä ja pultti vaaka-asennossa. Pultti kiristettiin hydraulisavaimella 4000Nm. Lukituslevy asennettiin paikoilleen, jos se ei osunut, niin pulttia kiristettiin lisää niin kauan että se osui. Vastapainon ja kampiakselin pitopinnat tarkistettiin 0.03mm liuskamitalla. Se ei saanut mahtua väliin. Jos se mahtui, tarkoitti sitä että vastapaino ei ollut keskellä ja se piti asentaa uudestaan.

## 6.3 Raamilaakereiden öljyputkien asennus

Raamilaakereiden öljyputket oli laitettava paikoilleen ennen sylinteriputkia, koska sylinterien asennusten jälkeen niitä ei olisi enää saanut. Öljyputket asennettiin uusilla O-renkailla, kupariprikoilla ja lukituslevyillä paikoilleen.

#### 6.4 Sylinteriputkien ja vesimansettien asennus



Kuva 54 Sylinteriputki, vesimansetti ja asennusrauta

Lohkon O-rengas- ja tiivistepinnat oli putsattu. Vesimansetin tiivistepinnat oli putsattu. Sylinteriputken O-rengas ura oli putsattu. O-renkaaseen laitettiin vesivaseliinia ja se asennettiin paikoilleen. Lohkon O-rengaspinta voideltiin myös. Lohkon ja vesimansetin tiivistepintoihin asennettiin tasotiivistettä. Sylinteriputki ja vesimansetti laskettiin ilmataljalla paikoilleen. Sylinteriputkia numero 6 ja 12 ei asennettu vielä. Ne asennetaan vääntöväärähtelyvaimentimen asennuksen jälkeen.

### 6.5 Männän ja kiertokangen asennus

Männät kiertokankineen nostettiin ilmataljoilla konehuoneeseen. Kiertokangen alapuolisko irrotettiin. Alapuolisko ja kiertokangen pultit nostettiin konehuoneen alatasolle asentamista varten. Kun mäntä roikkui ilmataljassa, se vielä puhdistettiin mahdollisesta kuljetuksessa tarttuneesta liasta, erityisesti männänrengasurat. Sylinteriputkien päälle laitettiin laudan pätkät joiden päälle männät laskettiin.

Männät rengastettiin erikoistyökälulla joka venytti renkaan männänrengas uraan. Männän renkaat olivat uudet ja niitä meni kuusi kappaletta per mäntä. Joka toinen asennettiin niin että väli tuli pakopuolelle ja joka toinen imupuolelle. Mäntä öljyttiin huolellisesti ja siihen asennettiin panta jonka avulla mäntä saatiin laskettua mutkattomasti sisään sylinteriputkeen.

Sylinteriputki puhdistettiin vielä ja öljyttiin. Kiertokangen ylempi laakerinpuolisko asennettiin kiertokankeen ja lukittiin levyillä. Laakeri ja kampiakselin kaula öljyttiin. Konetta pyöritettiin että kampiakselin kaula oli oikeassa asennossa, jotta kiertokanki asettui hyvin kampiakselin kaulalle. Mäntä voitiin laskea. Kun kiertokanki laskeutui hyvin kaulalle, otettiin lukituslevyt pois.

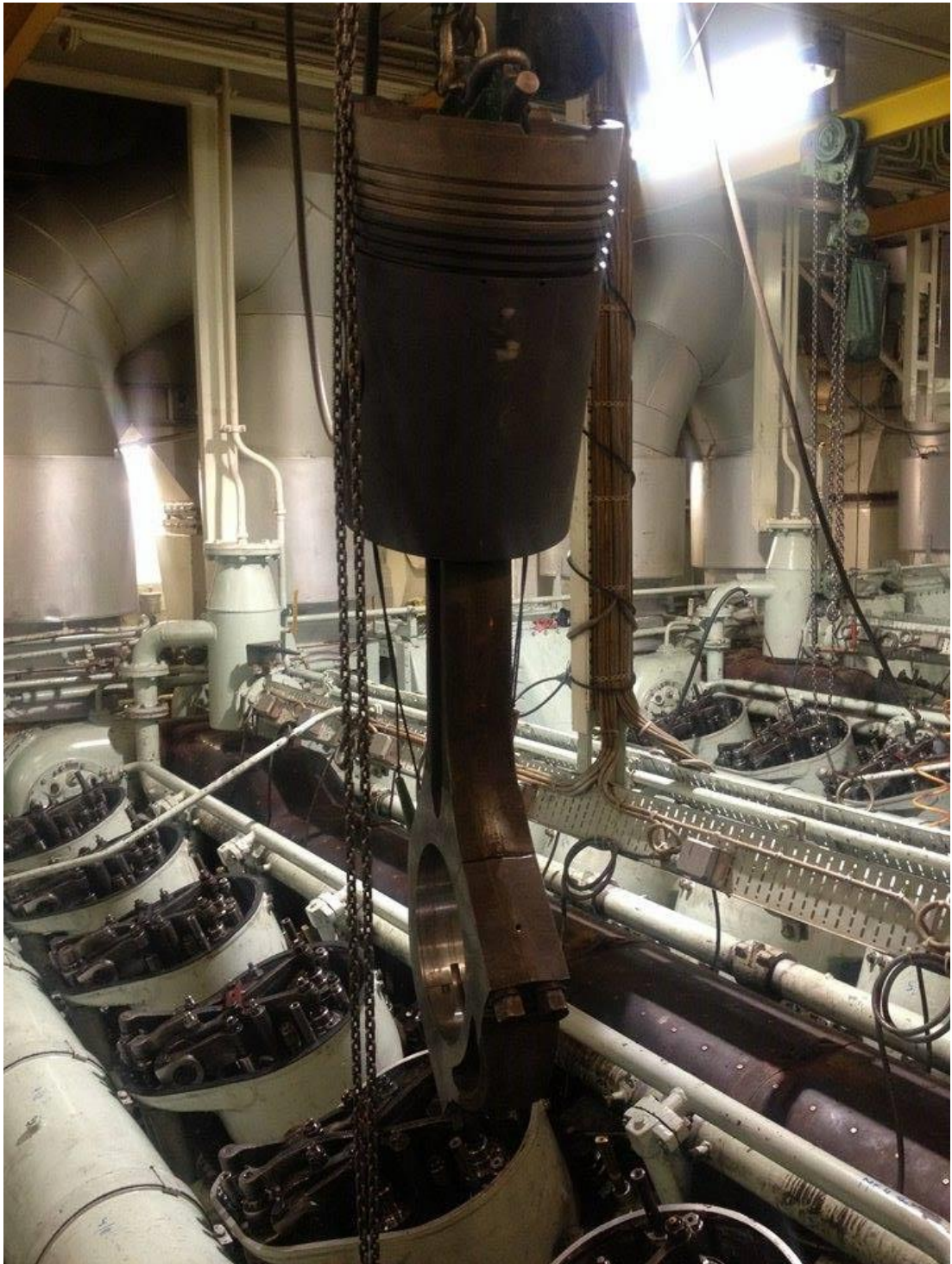
Kiertokangen alapuolisko voitiin asentaa. Kampikammion luukunreunalle asennettiin teline, jota pitkin alapuolisko siirrettiin paikoilleen erikoistyökälun avulla. Sitä ennen oli laakeri ja kampiakselin kaula öljyttävä. Jokaiseen neljään pulttiin jotka oli numeroitu, laitettiin kierteisiin ja kantaan Molykotea. Pultit kolme ja neljä asennettiin toiselta puolelta. Alapuolisko siirrettiin telinettä pitkin kampikammioon ja nostettiin paikoilleen samalla kun konetta pyöritettiin. Toiselta puolelta laitettiin pultit kiinni ja

kiristettiin räikällä käsikireyteen. Erikoistyökalu voitiin poistaa ja pultit yksi ja kaksi asentaa. Kiertokangessa oli merkit mistä tiesi mihin mikäkin pultti kuuluu. Syy on se että pultit kiristetään venymän mukaan.

Kiertokangen pultti mitattiin erikoistyökalulla ja mittakello asetettiin nolnaan. Pultti kiristettiin 850Nm voimalla ja venymä tarkistettiin. Jos se oli 0.40mm-0.55mm, pultti oli oikeassa kireydessä. Jos ei ollut niin sitä mukaa kiristettiin. Pultit kiristettiin ristiin ja kaikki neljä pulttia oli saatava samaan venymähaarukkaan.



Kuva 55 Männänrenkaiden asennustyökalu



Kuva 56 Mäntä ja kiertokanki



Kuva 57 Kiertokangenpultin mittaustyökalu

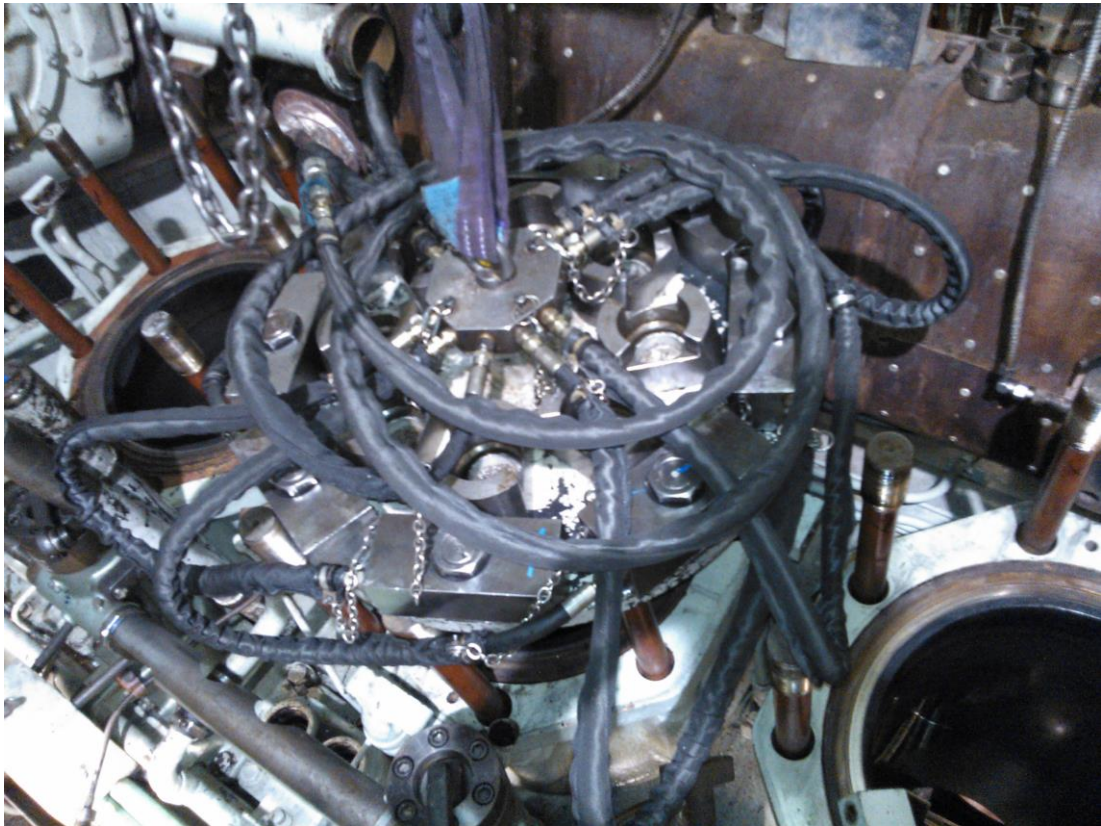
## 6.6 Sylinterikannen asennus

Sylinteriputken päälle asennettiin kannen tiiviste. Vesimansetin ja kannen väliin tuleva vesiputki asennettiin O-renkaineen. Tiiveys varmistettiin laittamalla Hylomar-tiivistysainetta.

Kansi voitiin laskea paikoilleen. Kaikki kahdeksan kannen mutteria asennettiin pinnapultteihin. Uusi pakolaipan tiiviste asennettiin ja pakolaipan pultit kiinnitettiin ja kiristettiin. Pultteihin laitettiin Molykotea.

Kansi voitiin kiristää. Suuttimen reikään laitettiin putki jonka päälle tunkki asetettiin ilmataljalla nostamalla. Tunkista liitettiin letku hydraulispumppuun joka oli liitetty laivan työilmaan. Tunkit asennettiin pinnapultteihin ja väännettiin pohjaan. Ensin

200 Bar paine ja väännettiin mutterin kiinni. Tämä siksi että kansi kiristyisi tasaisesti. Tunkit väännettiin uudestaan pohjaan, sitten laitettiin kiristyspaine 900 Bar. Mutterit väännettiin kiinni ja paineet poistettiin. Kansi oli kiinnitetty.



Kuva 58 Kansitunkki

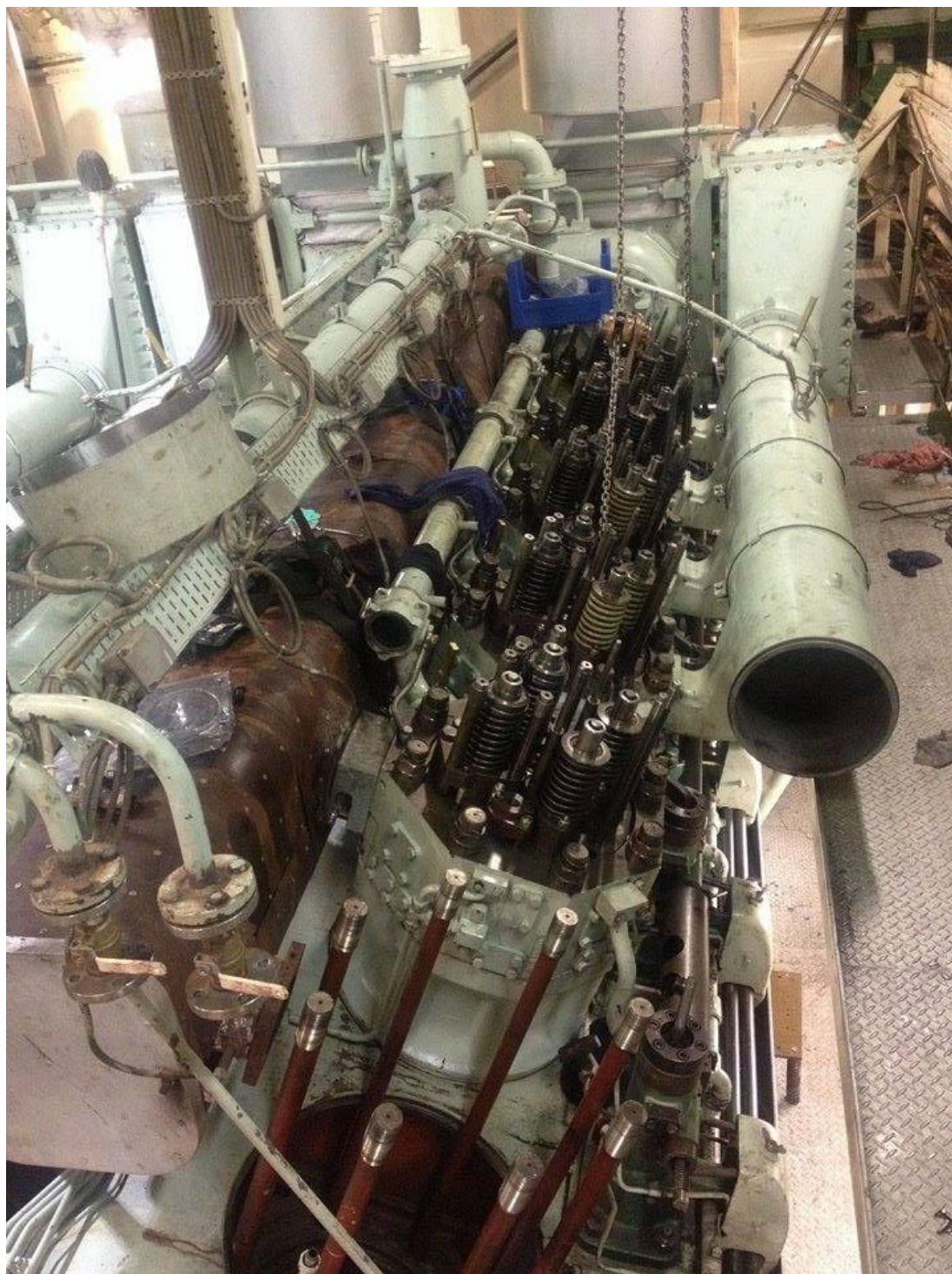
Sitten voitiin kanteen asentaa takaisin uusilla O-renkailla suutin ja kivääriputki, varoventtiili, käynnistysilmaventtiili ja indikointihana. Kanteen asennettiin sylinteristä tuleva vesiputki. Myös valumaputket, startti-ilmaputket voiteluöljyputket ja polttoaineputki voitiin kiinnittää.

Työntötankojen suojaputket asennettiin, sitten venttiilikoppa, jonka jälkeen työntötangot ja keiuvivut. Venttiilikopan kantta ei laitettu vielä tässä vaiheessa, koska piti nähdä että öljy kiertää jokaisessa keiuvivussa. Imusarjat voitiin koota. Ylä- ja alavesiputket asennettiin uusilla O-renkailla ja tiivisteillä.

Tämän jälkeen voitiin venttiilit säätää. Venttiilisillan säätö säädetään käyttämällä öljytippaa, kun tippa rikkoutuu tasapuolisesti on säätö kohdallaan. Akselista katsottiin



oikea asteluku. Venttiilin välykset säädetään keinuviivunpainimen ja venttiilisillan välistä 0.1mm rakotulkkia hyväksikäyttäen. Sääto kiristettiin lyöntiavaimella



Kuva 59 Koneen kasausta

## 6.7 Vääntöväärähtelyvaimentimen asennus

Vääntöväärähtelyvaimentimet saapuivat lentorahtina Itävallasta. Ne haettiin firman kuorma-autolla lentokentältä ja tuotiin Katajanokalle.

Pyörityskoneen rattaat irrotettiin, kotelo irrotettiin ja nostettiin sivuun käsitaljoilla. Pyöritysratas irrotettiin ja vietiin laivan varastoon.

Uusi vääntöväärähtelyvaimennin nostettiin taljojen kanssa paikoilleen. Seitsemän vapaata pulttia asennettiin paikoilleen, jonka jälkeen seitsemän sovitepulttia lyötiin leikalla paikoilleen. Pultit ja pultin reiät olivat numeroitu ja niitä ei saanut sekoittaa. Muttereita ja pultteja ei myöskään saanut sekoittaa.

Vapaat pultit kiristettiin lyöntiavaimella ristiin ja sen jälkeen mitattiin työntömitalla että vaimennin oli tasaisesti kiinni eikä mennyt vinoon. Tämän jälkeen sovite pultit kiristettiin minkä avaimella sai kiristettyä.

Valmistajalla oli kiristysohje että mutterit kiristettiin ristiin ensin 550Nm, jonka jälkeen 5000Nm voimalla 50 - 60 astetta jonka jälkeen 50 - 60 astetta että pultin reikään sai soka paikoilleen. Tasainen kiristys oli siis tärkeä operaatio.

Kun vaimennin oli kiristetty, asennettiin koppa ja pyörityskoneen rattaat paikoilleen. Kopan ja lohkon väliin laitettiin tasotiivistettä ja pulttien lukkoprikat olivat uudet. Pyörityskoneeseen kytkettiin sähköt ja se testattiin.

Koteloon kytkettiin keinuviipujen konevetoinen öljypumppu, öljysäiliö, mittaristo ja siihen menevät putket. Koneen päähän asennettiin myös loput öljyputket ja polttoaineputket jotka siitä oli purettu.



Kuva 60 Vääntöväärätelyvaimentimen asennus

## 6.8 Raamilaakeri 7 ja sylinterilinjojen 6 ja 12 asennus

Kun Vääntöväärhtelyvaimennin oli asennettu, voitiin viimeinen raamilaakeri asentaa. Se asennettiin niin kuin muutkin raamilaakerit. Myös päätysylinterilinjat 6 ja 12 voitiin asentaa. Kun ne ja kaikki öljyputket oli asennettu, oli kone kasattu.

Kaikki viisi kampiakselia indikoitiin vielä ennen koeajoja ja tuloksia verrattiin ennen huoltoa tehtyihin indikointeihin, arvot eivät poikenneet, joten kampiakseli oli kunnossa vielä koneen huollon jälkeenkin.

## 6.9 Öljyn kierrätys

Puhdistettu öljy otettiin takaisin tankkeihin. Öljyä oli tarkoitus aluksi kierrättää putkistossa öljypohjan kautta takaisin systeemitankkiin. Viimeinen öljyputki linjan ja koneen välistä oli vielä asentamatta. Siitä liitettiin kumiputki öljypohjaan. Jolla varmistettiin, jos öljyssä oli vielä epäpuhtauksia, niin ne eivät päässeet laakereille.

Magneettisuodattimia avattiin parin tunnin välein kun öljy oli kierrossa. Kun epäpuhtauksia ei löytynyt, otettiin kumiputki pois ja laitettiin oikea putki tilalle. Öljyä ruvettiin kierrättämään koneessa esivoitelupumpulla. Koneita pyöritettiin samalla. Kun epäpuhtauksia ei vielääkään löytynyt oli kone käynnistysvalmis.

## 6.10 Laakeri- ja kuormitusajot

Ensimmäinen käynnistys oli viiden minuutin laakeriajo. Jonka jälkeen kampikammion luukut avattiin ja laserlämpömittarilla mitattiin kiertokangen laakereiden ja raamilaakereiden lämpötilat. Hantuurnalla koitettiin kiertokankien liikkuvuus. Luukut laitettiin takaisin kiinni.

Seuraava käynnistys oli viidentoista minuutin laakeriajo jonka jälkeen tehtiin samat toimenpiteet. Kun kaikkien viiden koneen laakeriajot oli ajettu, seuraavana olivat

kuormitusajot. Kuormitusajoa voitiin pienellä kuormalla tehdä laituria vasten. Lopulliset kuormitusajot ajettiin merellä.

## 7 MERIKOEAJO

Merikoeajo suoritettiin 21- 22.10.2014 Suomenlahdella. Merikoeajo kesti reilun vuorokauden. Merellä koneita pystyttiin kuormittamaan 100 prosentin kuormalla. Merikoeajolla oli Marine Dieselin puolelta kuusi asentajaa. Ajoimme 6/6 vahtia eli kuusi tuntia vahtia ja kuusi tuntia lepoa.

Koeajo suoritettiin noudattamalla Pielstickin omaa sisäänajo-ohjelmaa(Liite5). Koeajolla mittasimme sylintereiden huippupaineet viidellä eri kuormalla(Liite6). Se oli yllättävän aikaa vievä osuus, kun sylintereitä oli yhteensä 60.

Muita hommia oli generaattoriakselin kannatinlaakereiden öljynpaineen säätö, jota säädettiin käsin erikoisavaimella. Öljynpaineet oli alustavasti säädetty jo ensimmäisillä laakeri- ja kuormitusajoilla laiturissa.

Koeajo sujui hyvin ja tulimme rantaan onnistuneesti. Koeajon jälkeen oli tarkastettava vielä jokaisesta koneesta yhden kiertokangen laakerit ja yhdestä koneesta raami-laakerit. Kaikki laakerit olivat ok joten koko homma oli valmis.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyö on näyttönä tehdystä työstä ja helpottaa vastaavia huoltoja jatkossa.

Hankalan huollosta teki päällä oleva kesälomakausi ja työn laajuus. Työssä oli takarajana lokakuun loppu jolloin aluksen piti olla Liikenneviraston käytettävissä mahdollisiin jäänmurtotehtäviin. Aikaa oli siis noin viisi kuukautta saada paketti taas kaasaan.

Koneesta purettiin kannet, männät ja kiertokanget, vesimansetit ja sylinteriputket, jotka vietiin Liedon verstaalle kunnostettavaksi. Kun jokaista osaa oli 60 kappaletta, niin sai kuorma-autolla tehdä monen monta reissua että kaikki osat olivat verstaalla, koska laivassa ei ollut säilytys tilaa paitsi helikopterikannelle hankitut merikontit, joihin mahtuivat kampiakseleista irrotetut vastapainot joita myös oli 60 kappaletta.

Koneista purettiin myös vääntöväärähtelyvaimentimet ja lähetettiin Itävaltaan valmistajalle tarkastettavaksi. Jotta runkolaakerit saatiin vaihdettua ja kampiakseli hiottua oli konetta pystyttävä pyörittämään. Ilman vääntöväärähtelyvaimenninta se oli mahdollista joten MD kehitti pyöritusrattaan vääntöväärähtelyvaimentimen tilalle jotta konetta pystyttiin taas pyörittämään.

Kaikki koneen voiteluöljy kanavat oli puhdistettava ja huuhdeltava. Myös voiteluöljytankit ja koneelle tuleva voiteluöljykanava oli huuhdeltava. MD puhdisti koneen sisäiset kanavat ja putkifirma puhdisti tankit ja voiteluöljyputkiston.

Samassa voiteluöljyn kierrossa oli myös generaattoriakselin kannatinlaakerit joten ne pitivät tarkistaa ja voiteluöljyputket irrottaa ja putsata.

Myös potkuriakselin painelaakerit tarkastettiin ja niiden voiteluöljykanavat irrotettiin ja putsattiin.

Lopuksi voiteluöljyjärjestelmää huuhdeltiin siten että tuloputki laitettiin menemään öljypohjan kautta systeemiöljy tankkiin ja kierrätettiin niin kauan että suodattimiin ei jäänyt enää likaa, jonka jälkeen voiteluöljy päästettiin laakereille kiertoan.

Moottoreiden laakeriajot tehtiin laiturissa. Laiturissa pystyttiin myös ajamaan hieman kuormitusajoa. Lopulliset kuormitus- ja koeajot tehtiin merellä.



## LÄHTEET

<http://www.arctia.fi/sisu> Viitattu 20.4.2015 <http://www.arctia.fi/sisu>

[http://www.marinediesel.fi/www/1\\_about-us](http://www.marinediesel.fi/www/1_about-us) Viitattu 20.4.2015

[http://www.marinediesel.fi/www/1\\_about-us](http://www.marinediesel.fi/www/1_about-us)

Häkkinen, P. 1997. Laivan koneistot. Otaniemi. Teknillinen korkeakoulu.

Häkkinen, P. 1993. Laivan kuljetuskoneisto. Espoo. Teknillinen korkeakoulu.

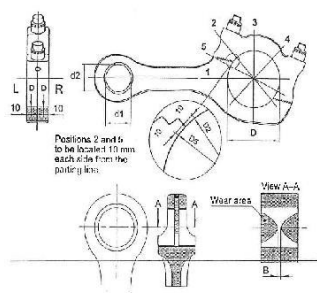
Wärtsilä S.E.M.T Pielstick PC huoltokirja

**MDF** MARINE DIESEL FINLAND OY

Laiva/Ship J/M SISU	Kone/Engine ME 2	Asiakas/Customer Arctia Icebareiking	Työ No./Work No. 3694	Temp. °C
Mitattava kohde/Measured object Connecting rod		Perusmitta/Nominal Size 325,00 mm		Engine hours

<b>Big end bearing bore:</b>
Allowed min diameter: 325,00
Max allowed deviation: 0,10-0,15 m

<b>Gudgeon pin bearing</b>
Nominal Measurement:
Max clearance:



Bank	Cylinder number												
	A+B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Big end bearing bore D1 to D5 (Deviation in 1/100)</b>													
D1	L	0,06	0,08	0,13	0,06	0,06	0,06	0,03	0,09	0,06	0,07	0,08	0,07
	R	0,06	0,05	0,12	0,05	0,06	0,06	0,03	0,08	0,06	0,09	0,07	0,08
D2	L	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08	0,04	0,01
	R	0,01	0,02	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0	0,02	0,04	0,03	0,03
D3	L	0,11	0,1	0,14	0,07	0,08	0,06	0,07	0,03	0,07	0,1	0,09	0,09
	R	0,1	0,09	0,13	0,07	0,07	0,06	0,07	0,12	0,07	0,11	0,09	0,08
D4	L	0,12	0,11	0,14	0,06	0,08	0,08	0,06	0,13	0,07	0,04	0,1	0,11
	R	0,11	0,09	0,13	0,06	0,07	0,08	0,06	0,13	0,08	0,1	0,09	0,1
D5	L	0	0,03	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,03	0	0,05	0,03	0,01
	R	0,02	0	0	0,02	0,04	0,01	0,01	0,03	0	0,06	0,01	0,04
Max deviation													
<b>Gudgeon pin bearing (Deviation in 1/100mm)</b>													
Vertical d	0,25	0,28	0,26	0,23	0,25	0,24	0,26	0,24	0,26	0,24	0,27	0,24	0,24
Axial d	0,25	0,26	0,27	0,22	0,26	0,23	0,26	0,24	0,26	0,24	0,24	0,24	0,23
Clearance													
<b>Gudgeon pin mm</b>													
Flywheel end													
Center													
Free end													
Remarks/ Manufact													

Nimi/Name Alalranta / Moisala / Tervo	Päivämäärä/Date 29-04-2014
--	-------------------------------

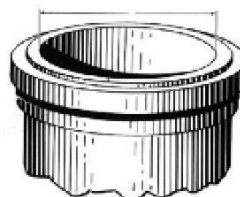

**MDF MARINE DIESEL FINLAND OY**

Laiva/Ship SISU ME 2	Kone/Engine Pielstick 2.5	Asiakas/Customer ARCTIA ICEB.	Työ No./Work No. 3694	Temp. °C 20
Mittattava kohde/Measured object Cylinder liner		Perusmitta/Nominal Size 400mm		Engine hours

Mittapisteet/ Measuring points:	
I	110
II	140
III	400
IV	900



Wear Limit: 401,00 mm
--------------------------


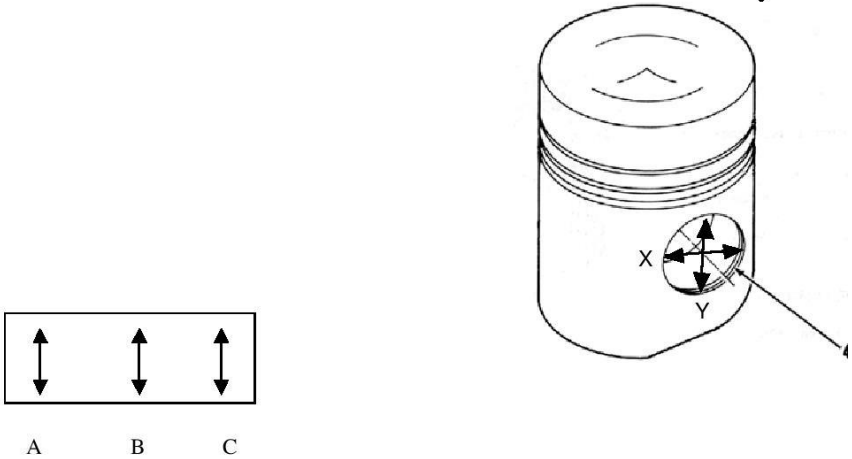
Max Ovality: 0,6
---------------------



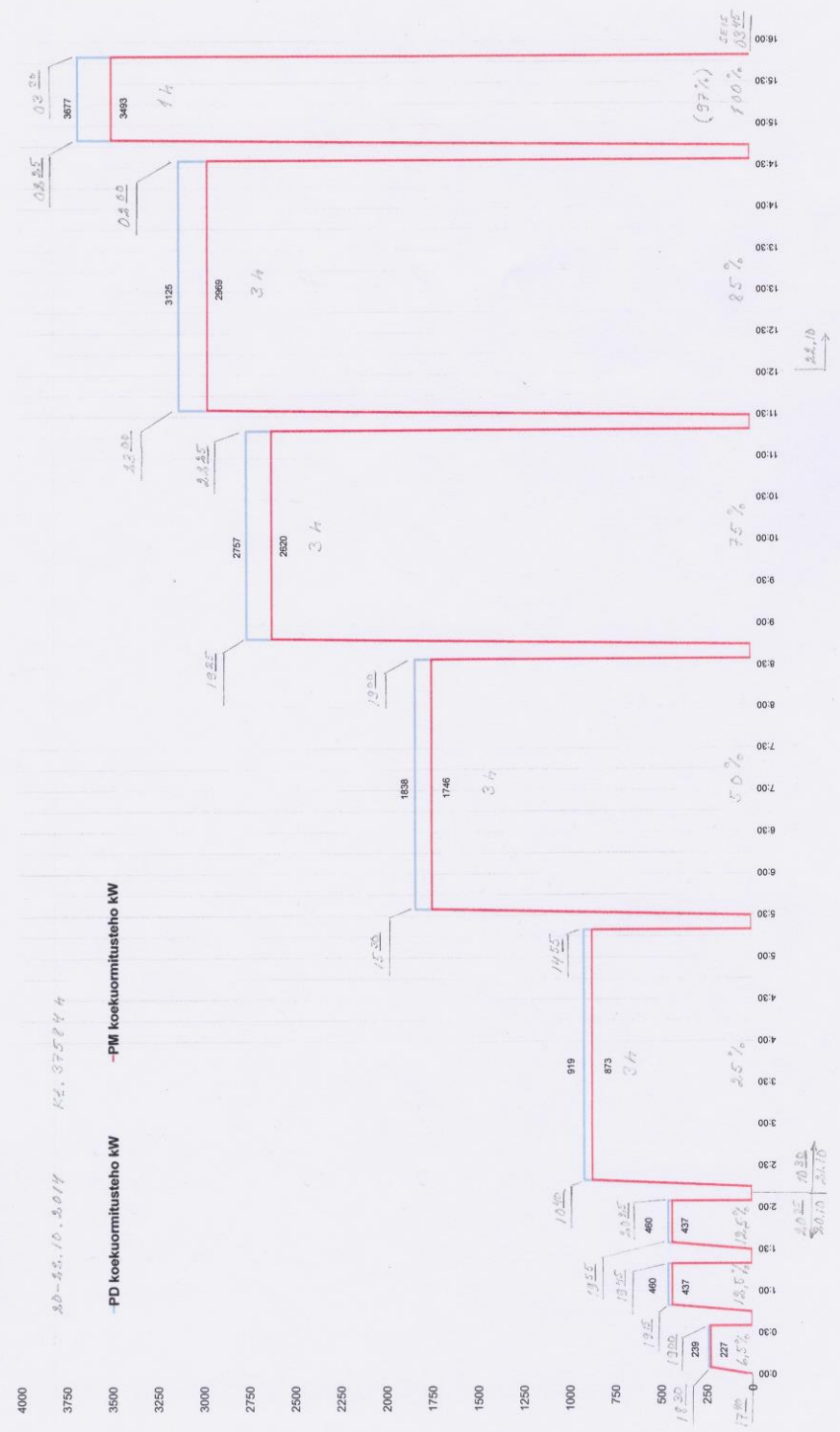
Bank	A	Cylinder number											
	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cylinder liner diameter (Deviation in 1/100mm)													
I	1	0,41	0,21	0,28	0,47	0,25	0,44	0,41	0,25	0,3	0,37	0,56	0,78
	2	0,39	0,23	0,28	0,47	0,26	0,46	0,39	0,23	0,31	0,32	0,58	0,78
	3												
II	1	0,37	0,19	0,26	0,43	0,21	0,41	0,37	0,23	0,27	0,29	0,51	0,74
	2	0,36	0,2	0,26	0,43	0,22	0,43	0,36	0,21	0,28	0,3	0,53	0,74
	3												
III	1	0,15	0,07	0,11	0,18	0,11	0,18	0,15	0,13	0,14	0,12	0,22	0,39
	2	0,16	0,08	0,11	0,18	0,12	0,18	0,16	0,11	0,14	0,13	0,21	0,39
	3												
IV	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,4	0,02	0,07
	2	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,4	0,01	0,07
	3												
Remarks/ Manufact													

Nimi/Name Raimo Keski-Levijoki	Päivämäärä/Date 8.5.2014
-----------------------------------	-----------------------------

 <b>Marine Diesel Finland Oy</b>		SISU											
		ARCTIA ICEBREKING											
Nimitys Designation Piston ring grooves		Tilaus pvm. Date of order	Til No. Order 3694										
Tyyppi Type PIELSTICK 12 PC 2-5		ME 2											
													
Piston													
Grooves		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	30	30	NEW	NEW	32	36	31	28	34	36	27	NEW
	2	24	25	NEW	NEW	23	23	25	23	27	24	25	NEW
	3	23	23	NEW	NEW	22	21	23	23	24	26	23	NEW
	4	13	12	NEW	NEW	13	16	12	10	14	13	15	NEW
	5	10	08	NEW	NEW	09	5	07	10	11	16	14	NEW
	6	10	09	NEW	NEW	10	11	09	10	10	11	13	NEW
7													
Nimi Name J.KOSKELAINEN							Päivämäärä Date 06-2014						

 <b>Marine Diesel Finland Oy</b>	Sisu											
	ME 2											
Nimitys Designation Männän tappi ja reikä	Tilaus pvm. Date of order	Til No. Order 3694										
Tyyppi Type Pielstick 12 pc2-5V												
												
Tappi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0	+1	0	-1	0	0	0	0	+1	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	+1	0	+1	-1	-1	0
C	0	0	0	-1	+1	0	0	+1	+1	-1	-1	0
Mäntä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	0/0	0/-1	0/0	0/0	+2/+2	0/0	+2/+2	+1/+1	+2/+2	0/0	+2/+2	0/0
Y	0/0	0/-1	0/0	0/0	+2/+2	0/0	+2/+2	+1/+1	+2/+2	0/0	+2/+2	0/0
Nimi Name M.Alaranta / H.Moisala	Päivämäärä Date 9.4.2014											

PD 1 SISÄÄNAJO 2014



# LIITE 6

JM SISU PC 2-5

PVM: 22.10.2014

HUIPPUPAINEEET

Kuorma: 100%

<b>PD 1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Boost</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>P</b>	98,8	92,8	97,5	93,5	95,4	92,6	96,4	93,3	93,8	94,7	91,2	97,3		0,99	1,07
<b>t<sub>exh</sub></b>	387	394	399	394	392	372	383	370	401	397	400	377			
<b>fuelrack</b>	34	34	34	34	33	34	34	34	34	34	34	33			
<b>PD 2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Boost</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>P</b>	100,0	101,9	100,2	96,9	98,5	96,1	94,6	87,8	93,8	90,8	92,0	88,2		1,06	0,93
<b>t<sub>exh</sub></b>	424	342	369	370	358	356	398	363	396	388	337	389			
<b>fuelrack</b>	37	36	36	36	36	35	33	33	33	32	34	34			
<b>PD 3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Boost</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>P</b>	99,3	102,3	97,4	104,8	93,9	100,9	92,4	95,0	93,5	98,0	92,1	91,2		1,00	0,96
<b>t<sub>exh</sub></b>	410	392	418	396	354	353	379	380	382	379	370	378			
<b>fuelrack</b>	34	34	33	34	32	32	33	33	34	33	32	33			
<b>PD 4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Boost</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>P</b>	94,1	94,7	98,7	97,7	96,8	98,2	103,1	102,6	99,5	98,4	99,1	102,8		1,08	1,00
<b>t<sub>exh</sub></b>	382	359	390	360	345	352	374	387	398	336	365	346			
<b>fuelrack</b>	32	31	32	31	32	31	31	31	31	31	30	30			
<b>PD 5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Boost</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>P</b>	95,0	96,3	95,1	101,3	95,7	100,5	92,1	92,2	95,2	96,2	93,4	92,6		1,00	0,95
<b>t<sub>exh</sub></b>	415	379	429	381	387	387	417	415	400	395	387	361			
<b>fuelrack</b>	35	36	35	35	34	35	34	35	34	34	34	32			

31.3.2015 14:21:40		SisuME3.di5	
<b>Head Page</b>			
Document Number		06141013	
<i>Header</i>			
Name / Ship /		JM Sisu	Install Nr
Measurement Type		Crankshaft	Crankshaft Ident.
<i>Engine</i>			
Engine Type		Main Engine	Cylinders In Total
Engine Nr		3	Measure Direction
Vee engine		<input type="checkbox"/>	Clockwise
<i>ENGINE INSTALLED ON:</i>		<i>TEMPERATURES:</i>	
Steel Chocks <input type="checkbox"/>		Engine Condition	
Chockfast <input type="checkbox"/>		Cold	
Rubber Cushions <input type="checkbox"/>		Ambient	
		20	
		Lubricating Oil	
		20	
		HT Cooling Water	
		40	
		<i>CLUTCH:</i>	
		Engaged <input type="checkbox"/>	
		Disengaged <input type="checkbox"/>	
		<i>ENGINE CONNECTED TO:</i>	
		Water Brake <input type="checkbox"/>	
		Alternator <input type="checkbox"/>	
		Gear <input type="checkbox"/>	
		Other <input type="checkbox"/>	
		Free End PTO <input type="checkbox"/>	
Engine running continuously before indicating		<input type="text"/>	
Running hours		<input type="text"/>	
Time between stop and indicating		<input type="text"/>	
Bore/Stroke		<input type="text"/>	
		<i>DRAFT:</i>	
		Fore <input type="text"/>	
		Aft <input type="text"/>	
		Trim <input type="text"/>	
<i>General</i>			
REMARKS:			
Name		<input type="text"/>	
Place		<input type="text"/>	
		Date of Measurement	
		101314	
		Signature	
		<input type="text"/>	



**Single Page (1)**

<b>Document 1 :</b> Document Number : 06141013
Engine Nr : 3
Engine Type : Main Engine

	<b>Cyl 1</b>	<b>Cyl 2</b>	<b>Cyl 3</b>	<b>Cyl 4</b>
<b>Pos A</b>	0,000	0,000	+0,002	+0,002
<b>Pos B</b>	+0,009	+0,020	+0,014	-0,004
<b>Pos C</b>	+0,011	+0,041	+0,031	-0,004
<b>Pos D</b>	-0,002	+0,023	+0,020	+0,004
<b>Pos E</b>	-0,009	+0,005	+0,011	+0,006
Max Deflection	0,020	0,041	0,029	0,010

	<b>Cyl 5</b>	<b>Cyl 6</b>
<b>Pos A</b>	-0,001	0,000
<b>Pos B</b>	-0,012	-0,006
<b>Pos C</b>	-0,018	-0,011
<b>Pos D</b>	-0,008	-0,006
<b>Pos E</b>	+0,001	0,000
Max Deflection	0,019	0,011

### Compare Page (1)

<b>Document 1</b> : Document Number : 06141013 Engine Nr : 3 Engine Type : Main Engine
<b>Document 2</b> : Document Number : Engine Nr : Engine Type :

	<u>Document 1</u>	<u>Document 2</u>
	<b>Cyl 1</b>	<b>Cyl 1</b>
<b>Pos A</b>	0,000	
<b>Pos B</b>	+0,009	
<b>Pos C</b>	+0,011	
<b>Pos D</b>	-0,002	
<b>Pos E</b>	-0,009	
Max Deflection	0,020	0,000

	<u>Cyl 2</u>	<u>Cyl 2</u>
<b>Pos A</b>	0,000	
<b>Pos B</b>	+0,020	
<b>Pos C</b>	+0,041	
<b>Pos D</b>	+0,023	
<b>Pos E</b>	+0,005	
Max Deflection	0,041	0,000

	<u>Cyl 3</u>	<u>Cyl 3</u>
<b>Pos A</b>	+0,002	
<b>Pos B</b>	+0,014	
<b>Pos C</b>	+0,031	
<b>Pos D</b>	+0,020	
<b>Pos E</b>	+0,011	
Max Deflection	0,029	0,000

	<u>Cyl 4</u>	<u>Cyl 4</u>
<b>Pos A</b>	+0,002	
<b>Pos B</b>	-0,004	
<b>Pos C</b>	-0,004	
<b>Pos D</b>	+0,004	
<b>Pos E</b>	+0,006	
Max Deflection	0,010	0,000

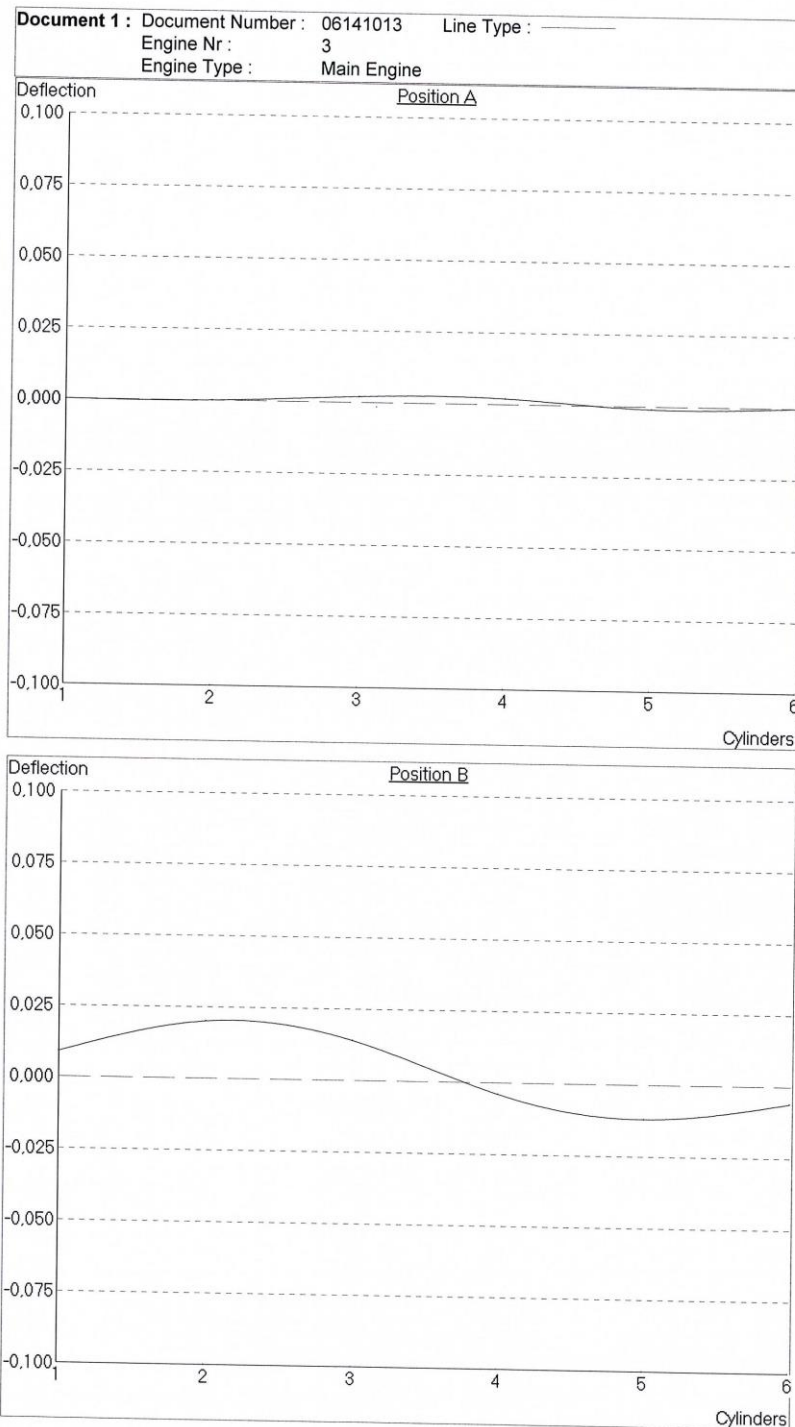
**Compare Page (2)**

	<u>Document 1</u>	<u>Document 2</u>
	<u>Cyl 5</u>	<u>Cyl 5</u>
<b>Pos A</b>	-0,001	
<b>Pos B</b>	-0,012	
<b>Pos C</b>	-0,018	
<b>Pos D</b>	-0,008	
<b>Pos E</b>	+0,001	
Max Deflection	0,019	0,000

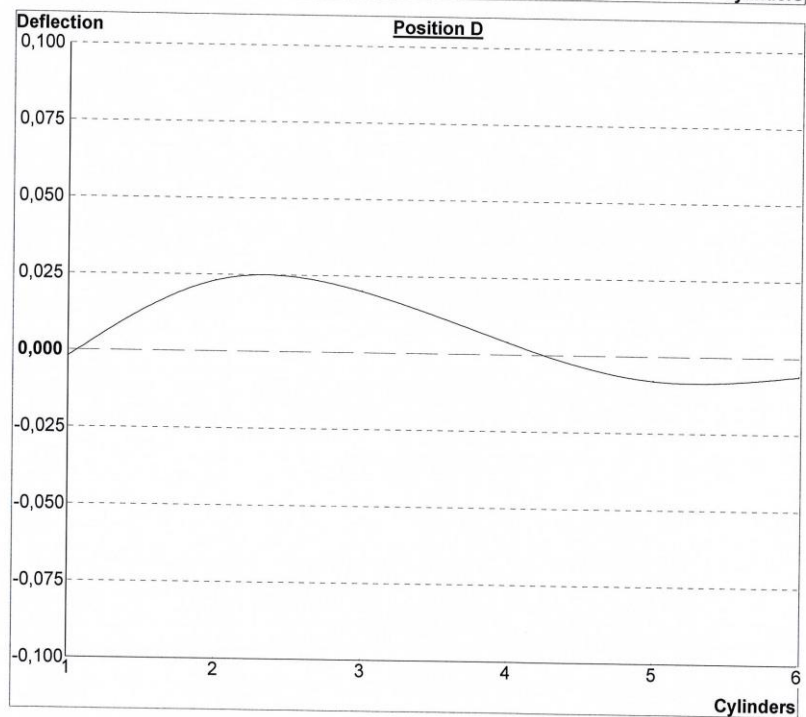
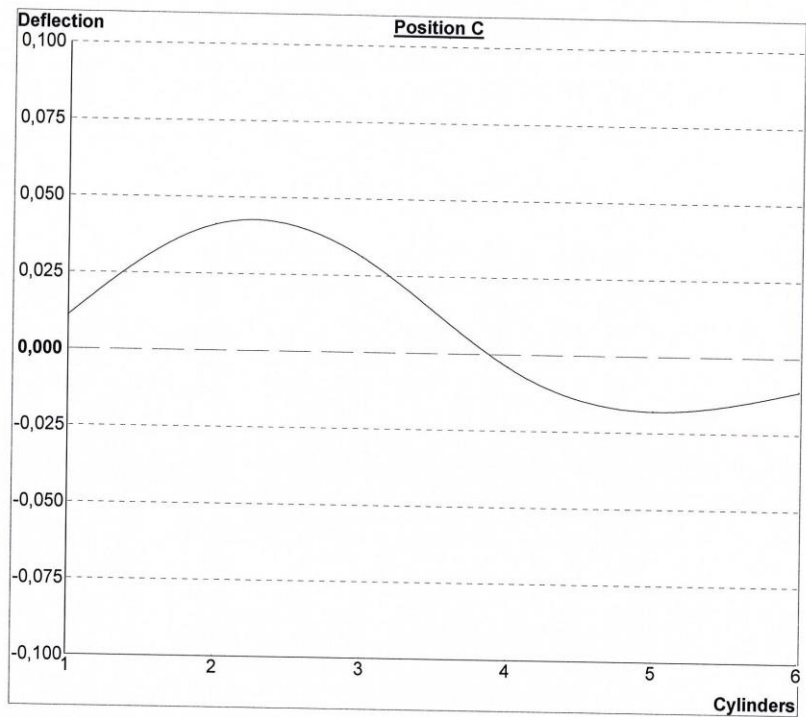
  

	<u>Cyl 6</u>	<u>Cyl 6</u>
<b>Pos A</b>	0,000	
<b>Pos B</b>	-0,006	
<b>Pos C</b>	-0,011	
<b>Pos D</b>	-0,006	
<b>Pos E</b>	0,000	
Max Deflection	0,011	0,000

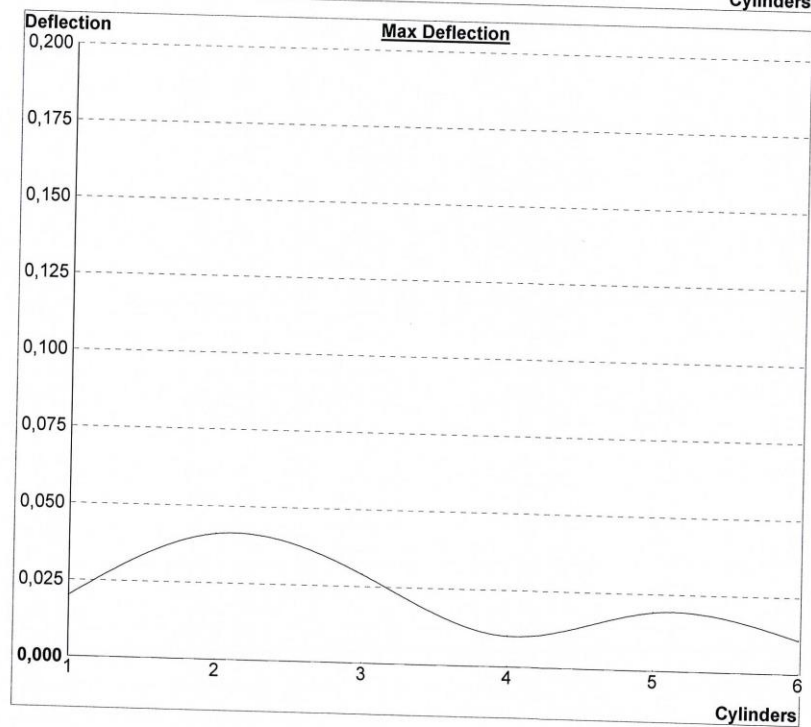
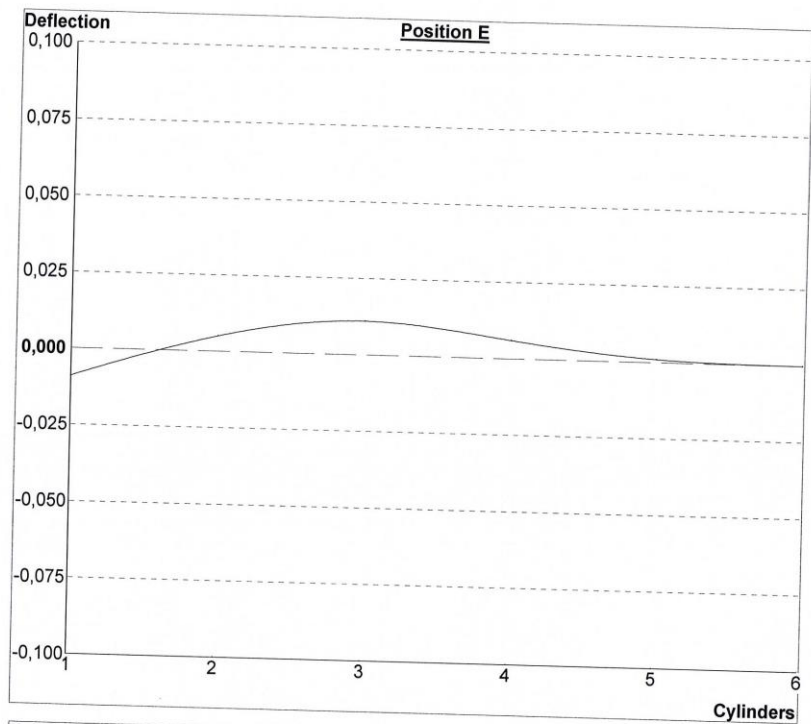
### Diagram Page(1)



**Diagram Page (2)**



**Diagram Page (3)**





---

<b>Tarjous</b>	<b>Versio B</b>	<b>2.5.2014</b>
<b>No:2295 versio C</b>	<b>Versio C</b>	<b>23.5.2014</b>

Yhtiö: Arctia Icebreaking  
Laiva: SISU  
Kohde: Pielstick 12 PC 2-5V  
Työ: Pääkoneen korjaus  
Moottori No:  
Työn suoritusajankohta: 2014 / sopimuksen mukaan  
Toimitus aika : sopimuksen mukaan, lokakuu 2014

Tarjoamme teille viiden pääkoneen S.E.M.T. Pielstick PC 2-5 V40 viiden päägeneraattorin laakereiden ja neljän potkuriakseliston laakereiden haalauksen seuraavasti:

- Pos 1 Sylinterikannet
- Kansien irrotus ja asennus
  - Kansien puhdistus ja tarvittavien tiivisteiden uusinta.
- Pos 2 Lohko
- lohkon kansitason kunnan tarkastus
- Pos 3 Männät, kiertokanget, sylinteriholkit ja vesimansetit
- Mäntien puhdistus, mittaus ja tarkastus
  - Männät puretaan ja o-renkaat uusitaan ( sisältää mäntien koeponnistuksen )
  - Männänrenkaat uusitaan.
  - Männäntapit mitataan ja tarkastetaan
  - Kiertokankien tarkastus , mittaus , sekä laakerien vaihto ( veivilaakeri, sekä männäntapin laakeri )
  - kiertokangen voiteluöljykanavat puhalletaan ja huuhdellaan
  - Kiertokankien pulttien tarkastus
  - Sylinteriputket hoonataan paikalla
  - Asennetaan takaisin ohjeiden mukaisesti

- Pos 4 Kampiakseli
- Vastapainojen irrotus ja asennus
  - Vastapainojen pulttien tiivisteet uusitaan
  - Raamilaakerien vaihto
  - Ylimääräisen painelaakerin vaihto , sekä tiivisteiden vaihto
  - Jäänmurtajan laakerin vaihto
  - Kampiakselin indikointi ennen ja jälkeen haalauksen
  - Kampiakselin öljykanavien huuhtelu, sekä puhallus
  - Veivikuopan tarkastus ja puhdistus
  - Systeemiöljytankin puhdistus ei sisälly tarjoukseen
- Pos 5 Nostajat ja nokka-akseli
- Nostajien kunnon tarkastus
  - Nokka-akselin tarkastus ,sekä nokka-akselin laakerien tarkastus
  - Mahdollinen nokkien vaihto tuntihinnastomme mukaisesti.
- Pos 6 Polttoaine pumput
- 1kpl Pumppu puretaan, puhdistetaan ja tarkastetaan ,
  - Kasaus uusilla tiivisteillä
- Pos 7 Käyttöhammaspyörät
- Jakopään voiteluöljyputket irrotetaan ja huuhdellaan
  - Laakerit ja akselit tarkastetaan .
  - Voiteluöljykanavat puhalletaan ja puhdistetaan
- Pos 8 Vesiputkisto
- Ylävesiputkiston o-renkaat uusitaan
- Pos 9 Vääntövärtelyvaimentimet
- Vaimennin irroitetaan , tarkastetaan ja puhdistetaan
- Pos 10 Generaattoreiden laakerit
- Laakeriliuskat irroitetaan ja tarkastetaan, laakeripesä puhdistetaan
- Pos 11 Potkuriakseleiden kannatus- ja painelaakerit
- Laakeriliuskat ja painekengät irroitetaan ja tarkastetaan, laakeripesä puhdistetaan
- Pos 12 Huuhteluajot
- Voiteluöljyputkistoille suoritetaan huuhteluajot
  - Huuhtelu ajon tarvittavat suodattimet ja putket ja letkut kuuluvat tarjoukseen.
  - Huuhteluöljyt toimittaa tilaaja