



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

MIKAEL PELTONEN & JARI PERÄ

Kansihuollon toteuttaminen sata- mahinaajan moottoreihin

MERENKULUN KOULUTUSOHJELMA

2021

Tekijä(t) Peltonen, Mikael Perä, Jari	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä huhtikuu, 2021
	Sivumäärä 49	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Kansihuollon toteuttaminen satamahinaajan moottoreihin		
Tutkinto-ohjelma Insinööri, merenkulku (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyömme aiheena oli kahden Caterpillar 3512B moottorin kansihuollon toteuttaminen. Alus, jonka moottoreihin huolto toteutettiin, oli AS Alfons Håkans, Suomen sivuliikkeen käytössä oleva ASD-hinaaja Saturn. Huollot toteutettiin Rauman satamassa, joka on myös Saturnin pääasiallista toimialuetta.</p> <p>Työskentelimme aluksella koko huollon ajan, sekä osallistuimme jokaiseen työvaiheeseen. Projekti antoi hyvää oppia koneisiin suoritettavista huoltotöistä, sekä kehitti ammattitaitoamme merenkulun insinöörin työhön liittyvissä toimenpiteissä. Projekti toteutettiin yhteistyössä Alfons Håkansin huoltohenkilöstön, sekä Zeppelin Danmark A/S:n huoltoinsinöörien kanssa.</p> <p>Opinnäytetyömme tarkoitus on toimia dokumenttina tehdystä määräaikaishuollosta, sekä kuvastaa lukijalle huollon edistymistä sekä tehtyjä toimenpiteitä. Huollon aikana pääasiallinen työkieli oli englanti, mutta opinnäytetyössämme raportointi tapahtuu suomeksi.</p>		
<u>Asiasanat</u> Hinaaja, Huolto, Moottori, Caterpillar		

Author(s) Peltonen, Mikael Perä, Jari	Type of Publication Bachelor's thesis	Date April, 2021
	Number of pages 49	Language of publication: Finnish
Title of publication Top end overhaul on tugboat's engines		
Degree programme Maritime engineering		
Abstract <p>The subject of this thesis was to perform and report top end overhauls on two Caterpillar 3512B engines. The vessel whose engines were serviced was the ASD-tug Saturn, used by Alfons Håkans Ltd. Finnish branch. Maintenance was carried out in the port of Rauma, which is also Saturn's main operating area.</p> <p>We worked on board Saturn throughout the whole overhaul, as well participated in each phase of work. Project provided a good lesson in general machine maintenance and also develops our professional skills in measures related to the work of a marine engineer. Overhaul was carried out in co-operation with Alfons Håkans' maintenance personnel and Zeppelin Danmark A/S service engineers.</p> <p>The purpose of this thesis is to serve as a document on maintenance performed and to inform the reader about the progress of the maintenance and the measures taken. During the overhaul working language was mainly English, but the reporting of this thesis is in Finnish.</p>		
<u>Key words</u> Tug, Maintenance, Engine, Caterpillar		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TUTKIMUS	6
2.1	Tutkimusongelma	6
2.2	Tutkimusmenetelmä.....	6
3	TIETOA ALUKSESTA	7
3.1	Hinaaja Saturn.....	7
3.2	Aluksen tekniset tiedot.....	9
3.3	Moottorin tekniset tiedot.....	10
3.4	Moottorista yleisesti.....	10
4	TOP END OVERHAUL	12
5	HUOLLON ESIVALMISTELUT.....	14
6	HUOLTO.....	18
6.1	Väljähdyttimen irrotus	18
6.2	Sylinterinkansien irrotus	21
6.3	Välitoimenpiteet.....	23
6.4	Turboahtimien vaihto.....	26
6.5	Vesipumppujen ja termostaattien vaihto.....	27
6.6	Sylinterinkansien asennus.....	29
6.7	Väljähdyttimen asennus	35
6.8	Koekäynnistyksen valmistelut	36
6.8.1	Moottoriöljyjen lisäys.....	36
6.8.2	Jäähdytysvesien lisäys	36
7	KOEKÄYTTÖ	38
7.1	Koekäynnistys.....	38
7.2	Koeajo	38
7.3	Security Function Test	40
8	LISÄTYÖT	40
8.1	Kiertokangen laakerin tarkastus.....	40
8.2	HYTEK kytkimen huolto	42
9	YHTEENVETO	47
9.1	Päätelmät.....	47
9.2	Haasteet.....	47
9.3	Muita huomioita sekä raportin työnjako	48
	LÄHTEET.....	49
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on raportoida kansihuollon toteuttamisesta Alfons Håkansin satamahinaaja Saturnin pääkoneisiin. Kyseisessä satamahinaajassa on kaksi Caterpillar 3512B päämoottoria. Caterpillar 3512B on kaksitoistasylinterinen tuplahdettu nelitahtimoottori, jonka sylinterin halkaisija on 170 millimetriä. Huollon virallinen nimi on Top End Overhaul ja huolto suoritetaan molempiin moottoreihin samanaikaisesti. Samaa moottorityyppiä käytetään myös yhtiön muissa hinaajissa, joten huollon raportointi koettiin hyödylliseksi vastaavien huoltojen kannalta.

Kyseinen aihe löytyi, kun tiedustelimme syksyllä konepäällikkö Harri Kuokkaselta mahdollisista tulevista huoltoprojekteista liittyen Alfons Håkansin satamahinaajiin. Saturnin kansihuolto oli sopiva sisältönsä sekä laajuutensa puolesta opinnäytetyön aiheeksi. Huolto oli projektina mielenkiintoinen ja oppimisen kannalta hyödyllinen, kehittäen ammatillista osaamistamme koneiden parissa. Työhön oli varattu aikaa noin kaksi viikkoa ja pääsimme osallistumaan kaikkiin työvaiheisiin. Huollon toteuttaminen ei vaadi aluksen kuivatelakointia, joten se voitiin suorittaa aluksen ollessa normaalisti laiturissa. Opinnäytetyömme toimeksiantajan yhteyshenkilönä toimi Saturnin vastuukonepäällikkö Jan-Kristian Lindroos.

Huollon suoritti Alfons Håkansin oma huoltohenkilöstö, sekä kaksi Zeppelinin huoltoinsinööriä. Zeppelin Danmark A/S on Tanskalainen Caterpillar moottoreihin erikoistunut huoltopalveluja tarjoava yritys.

Huolto oli suunniteltu toteutettavaksi vuoden 2020 lopussa ja tarkaksi aloituspäivämääräksi varmistui joulukuun 7. päivä 2020.

Molemmat Saturnin pääkoneet ovat keskenään samanlaiset, mutta tässä opinnäytetyön raportissa käsitellään selkeyden vuoksi vain yhtä pääkonetta. Koska pääkoneita oli kaksi, tehtiin jokainen raportissa esitetty työvaihe myös kahteen kertaan.

2 TUTKIMUS

Moottorin huolto on aina yksilöllinen projekti, jossa mahdollisia vastoinkäymisiä sekä ongelmia on vaikeaa ennakoida. Koska jokainen moottori on oma mekaaninen kokonaisuutensa, tulee huoltoprojektiin myös suhtautua aina yksilökohtaisesti. Tutkimusaineiston keruu tapahtui tässä tapauksessa haastattelemalla yhtiön konepäälliköitä, huoltohenkilöstöä ja Zeppelinin asiantuntijoita, sekä tutkimalla Caterpillar 3512B moottorin huoltomanuaalia.

2.1 Tutkimusongelma

Tutkimusongelmana tässä työssä oli aluksen koneisiin suoritettavan huollon onnistunut toteutus, sekä mahdollisten ongelmien ratkaisu ja koneen toimivuuden varmistaminen. Huollon toteuttaminen suunnitellussa aikataulussa on tärkeää, sillä työn aikana alus ei ole tuottavassa käytössä. Aikataulusta viivästyminen aiheuttaisikin lisäkustannuksia, joten mahdollisten ongelmien sekä kehityskohteiden ratkaisun tulisi tapahtua mahdollisimman nopeasti ja kustannustehokkaasti.

Ongelman ratkaisuun vaikuttaakin suuresti tarvittavien menetelmien hallinta, oma aihealueen tuntemus sekä mielenkiinto (Kananen 2015, 41).

2.2 Tutkimusmenetelmä

Saturnin pääkoneisiin tehtävässä kansihuollossa työn päämäärä oli tiedossa, mutta projekti sisälsi monia eri työvaiheita, joiden toteutustapa oli vielä epäselvä. Mielestämme paras tutkimusmenetelmä tämän opinnäytetyön yhteydessä oli konstruktiiivinen tutkimus, ts. rakentava konstruointi. “Usein konstruointitehtävä on sellainen, että lopputulos on ennalta määrätty. Toisinaan taas tavoitetilä ei ole ennalta määrätty, vaan sen selvittäminen on osa tutkimustehtävää” (Perkiö & Laine 2014, 22).

3 TIETOA ALUKSESTA

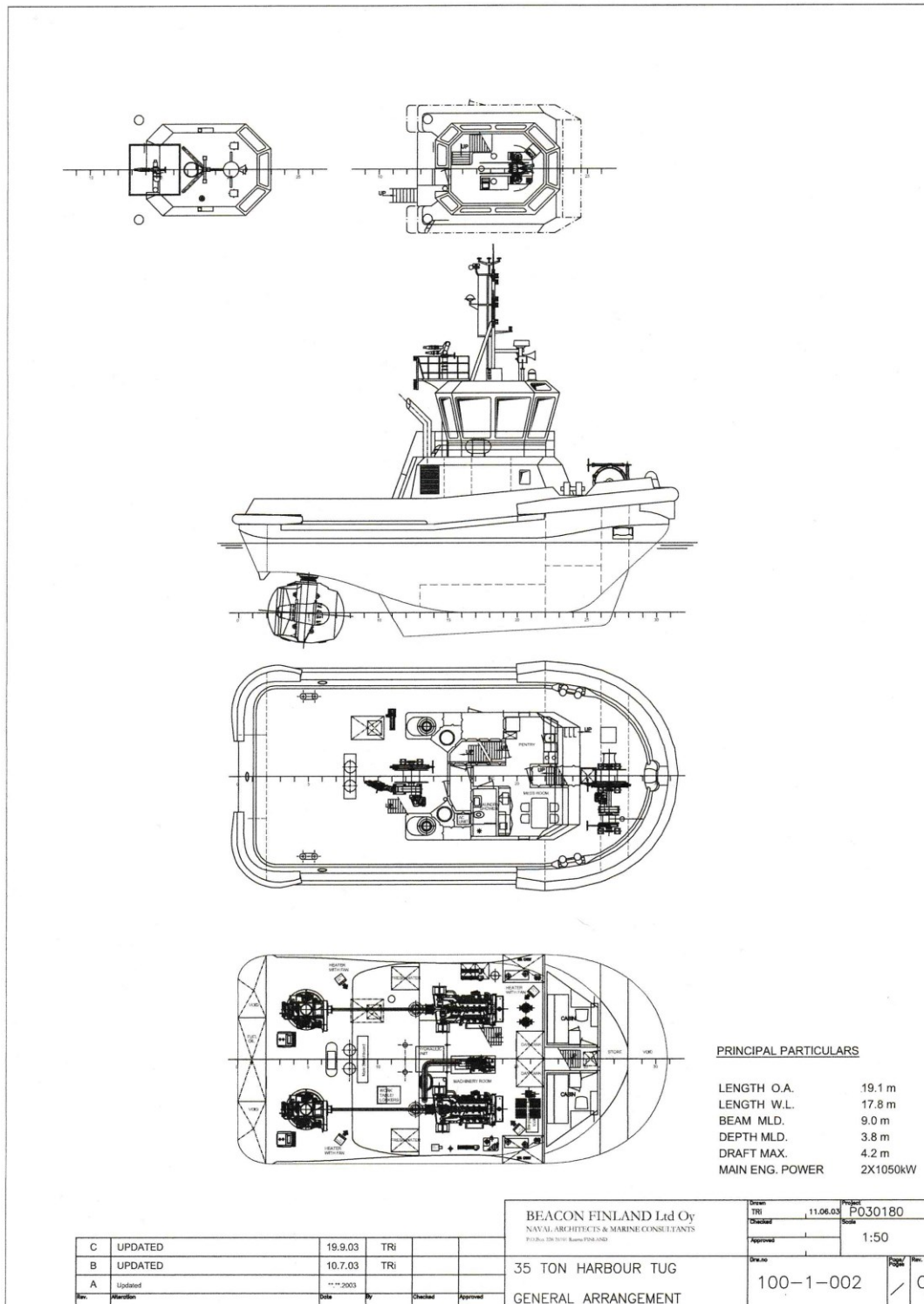
3.1 Hinaaja Saturn



Kuva 1. ASD-hinaaja Saturn. (Alfons Håkansin www-sivut 2021)

Hinaaja Saturn on Puolassa vuonna 2004 Northern Shipyardin telakalla Gdanskissa rakennettu ASD-hinaaja. Lyhenne ASD, tulee sanoista Azimuth Stern Drive. Tämä tarkoittaa alustyyppiä, joka on varustettu tavallisen peräsimen ja keulapotkurin sijaan kahdella 360 astetta kääntyvällä ruoripotkurilaitteella.

Alus seilaa Viron lipun alla, kotisatamaan Tallinna. Pääasiallinen toimialue on kuitenkin Suomi, tällä hetkellä Rauman sataman alue, sekä satunnaiset avustukset Porin ja Uudenkaupungin satamissa. Alus on tällä hetkellä AS Alfons Håkans, Suomen sivuliikkeen käytössä.



Kuva 2. Saturnin lohkopiirustus. (Jan-Kristian Lindroos 2021)

3.2 Aluksen tekniset tiedot

IMO numero	9315410
Kutsusignaali	ES2607
MMSI	276588000
Luokka	ICE CLASS 1A
Rakennusvuosi	2004
Kokonaispituus	19,10 m
Leveys	9,00 m
Syväys	4,10 m
Bruttovetoisuus	144 t
Nettovetoisuus	44 t
Kuollut paino	46 t
Lippu	Viro
Kotisatama	Tallinna
Nopeus	11,5 kn
Paaluveto	35 t
Pääkoneet	2 x Caterpillar 3512B
Koneteho	2820 bhp
Apukone	Volvo Penta D5A-T, 77 kW
Propulsiojärjestelmä	2 x Aquamaster US 205/2750
Keulavinssi	Rapp Hydema, 350 kN
Hinausköysi	44 mm Marlow steelite, 200 m

3.3 Moottorin tekniset tiedot

Moottorimalli	Caterpillar 3512B
ME1 käyttötunnit	10633
ME2 käyttötunnit	10693
Sylinterien lukumäärä	12
Sylinterin halkaisija	170 mm
Iskupituus	190 mm
Kuutiutilavuus	5180 cc, 51,8 L
Turboahtimet	2 kpl
Kierrosluku	650-1800 rpm
Teho	2 x 1410 bhp
Polttoaine	Diesel (nelitahti)
Pituus	3067 mm
Leveys	1785 mm
Korkeus	1806 mm
Kuivapaino	5554 kg

(LIITE 1)

3.4 Moottorista yleisesti

Caterpillar 3512B on kaksitoistasylinterinen, turboahdettu nelitahtinen v-moottori (LIITE 2). Moottorissa kiertää lisäaineistettu makea jäähdytysvesi (ELC, Engine Liquid Coolant). Moottorin ollessa pysäytettynä, koneen alaosassa sijaitseva vastuspanos lämmittää jäähdytysvettä. Lämmitysjärjestelmässä tapahtuu luonnonkierto, joten erillistä kiertovesipumppua ei tarvita. LT ja HT vedet sekoittuvat kierron aikana keskenään. Kierron jälkeen jäähdytysvesi kulkee termostaattikotelon läpi, jonka kautta viileämpi vesi pääsee jatkamaan kiertoa ja kuumentunut vesi ohjataan box coolerille. Box cooler on jäähdytystapa, jossa jäähdyttimeksi on upotettu aluksen laidalla sijaitsevaan syvennykseen, jolloin jäähdyttimen putkisto on kontaktissa kylmän meriveden kanssa. Moottorin kahden turboahtimen tuottama ahtoilma jäähdytetään ennen sylintereille

paluuta välijäähdyttimessä, jossa kiertää sama lisääineistettu makeavesi (ELC). Jokaisella sylinterillä on oma polttoaineinjektorin, joiden kautta polttoaine syötetään palotilaan. Moottorin nokka-akselin liike säätelee imu- ja pakiventtiilien avautumista ja sulkumista, sekä injektorin polttoaineen syöttöä.



Kuva 3. Lämmitysjärjestelmän vastuspanos. (Jari Perä 2020)

4 TOP END OVERHAUL

Top End Overhaul sisältää sylinterikansien vaihdon ja niihin liittyvien komponenttien tarkastuksen ja huollon. Sylinterinkannet, sylinterikohtaiset polttoaineinjektorit, kiertovesipumput ja turboahtimet vaihdetaan uusiin. Näiden komponenttien lisäksi vaihdetaan myös mittava määrä erilaisia varaosia, joihin kuuluu esimerkiksi erilaisia tiivisteitä ja suodattimia. Moottorin välijäähdytintä ei vaihdeta uuteen, vaan vanha lähetetään huollettavaksi. Huollon yhteydessä havaitut viat tai puutteet otetaan huomioon ja uusia varaosia vaihdetaan tarvittaessa.

Seuraavat komponentit ja moottorin osat tarkastetaan visuaalisesti, sekä tarpeen mukaan uusitaan huollon yhteydessä:

- Sylinterinkannen komponentit
- Lohkon pinta
- Nokka-akselin nostimet
- Moottorin johtosarjat
- Pakosarjan palkeet
- Polttoaineen paineensäätöventtiili
- Polttoainepumput
- Voiteluöljypumput
- Esivoitelupumput
- Työntötangot
- Keinuvivut
- Välilevyt
- Nokka-akseli
- Moottorin ohjausmoduuli
- Pakosarjan suojaletti
- Öljyn imusihti

Zeppelinin Danmarkin huoltoinsinöörien koko lista tarkastettavista komponenteista sekä niille suoritettavista toimenpiteistä liitteenä. (LIITE 3)

Huoltoon tarvittavat työkalut sekä uudet moottoriin vaihdettavat varaosat ja komponentit lähetettiin etukäteen Tanskasta lentorahtina. Lähetykset saapuivat hyvissä ajoin ennen huoltotyön aloitusta. Lähetykset avattiin ja tarkistettiin varaosalistan mukaisiksi. Zeppelinin lähettämä työkalulaatikko sisälsi kaikki tarvittavat työkalut sekä mittalaitteet Caterpillar 3500 sarjan moottorin kansihuollon (Top End Overhaul) suorittamiseksi.



Kuva 4. Top End Overhaul työkalut. (Mikael Peltonen 2020)

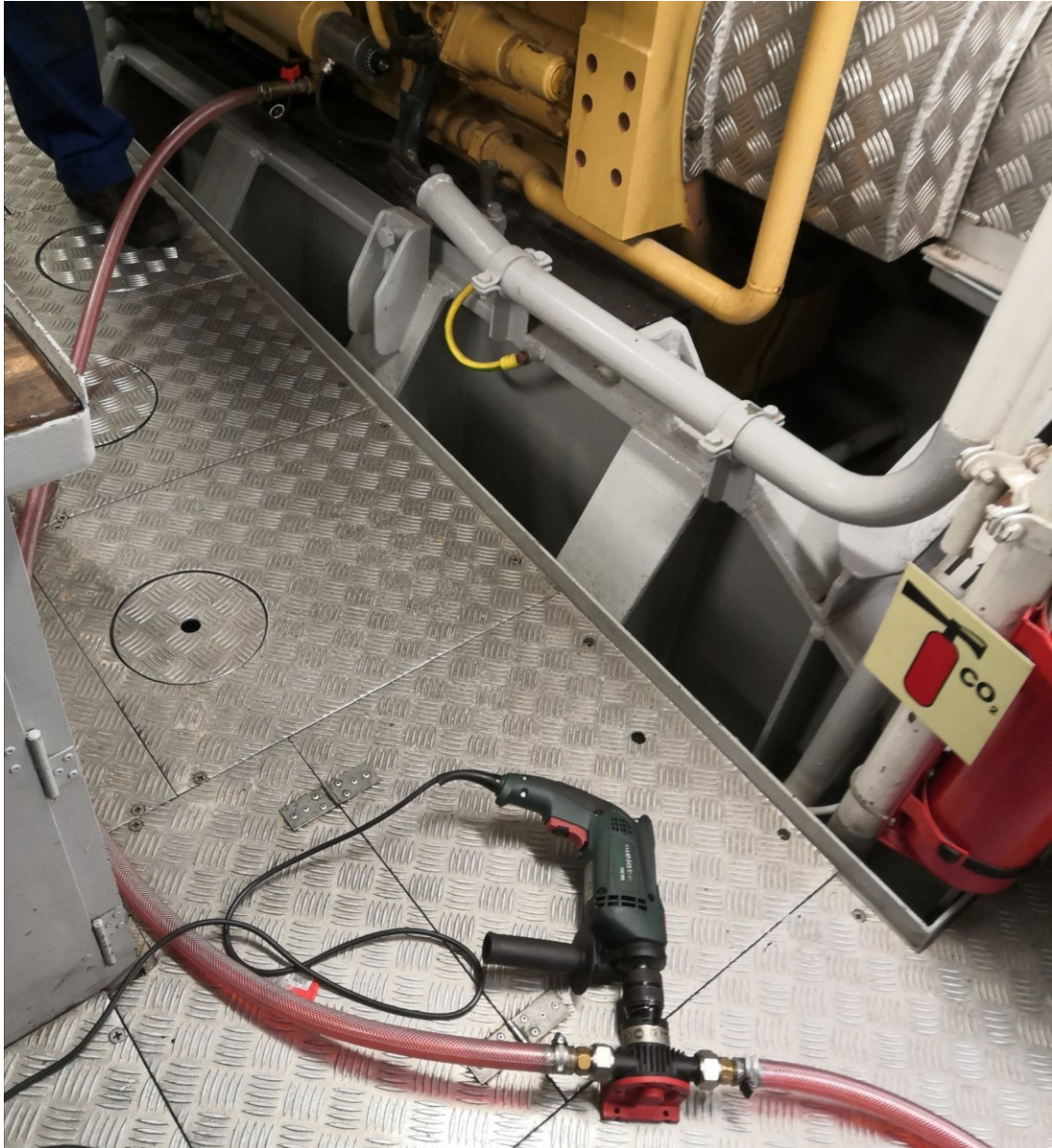
5 HUOLLON ESIVALMISTELUT

Työt aloitettiin maanantaina 7. joulukuuta 2020 ja kaksi ensimmäistä päivää kuluvat ennen huoltoa tehtäviin valmistelutöihin. Konehuoneen turkki sekä asuintilat suojattiin lialta pahveilla ja lakanoilla.

Ennen varsinaisen huollon aloittamista, kytkettiin ME1 & ME2 lämmitykset pois päältä kääntämällä lämmittimien katkaisijat 0 asentoon, sekä kääntämällä HEATING sulakkeet alas. Myös molempien koneiden ohjausvirtakytkimet käännettiin OFF asentoon. Molempien koneiden polttoainelinjojen tulo- sekä paluulinjat suljettiin päivätankeilta.

Molempien moottoreiden ohjaustaulut- sekä moduulit kytkettiin irti ja purettiin pois. Herkät elektroniikkakomponentit kannettiin konehuoneen takaosaan pois huoltotöiden tieltä.

Koneissa käytetyt LT & HT jäähdytysvedet (ELC, Engine Liquid Coolant) sekoittuvat koneen sisällä keskenään, joten tyhjennys onnistui koneen alaosassa sijaitsevan venttiilin kautta. Tyhjennys tapahtui porakonekäyttöisellä pumpulla, joten järjestelmän ollessa paineeton, voitiin letku kiinnittää tyhjennysventtiilin päähän tavallisella putkiklemmarilla ruuvimeisselillä kiristäen.



Kuva 5. Konevesien tyhjennystä. (Mikael Peltonen 2020)

ELC vedet tyhjennettiin aluksen kannella sijaitseviin 200 litran tynnyreihin (ME1 noin 400 litraa & ME2 noin 425 litraa). Ennen tynnyreiden sulkemista, otettiin vesistä näytteet, jotka lähetettiin analysoitavaksi. Samat vedet tarkoitus laittaa takaisin, mikäli näytteen laatu on kunnossa. Tynnyrit merkittiin ME1 & ME2 merkein, jotta tiedettiin missä tynnyreissä on kummankin koneen vedet.



Kuva 6. Konevesien tyhjennystä. (Jari Perä 2020)

Öllyjen tyhjennys tapahtui koneiden omilla esivoitelupumpuilla. Pumpun putkiston venttiilit käännettiin tyhjennysasentoon ja tyhjennysventtiiliin kiinnitettiin hydraulikkaletku pikaliittimellä. Molemmissa koneissa on öljyä noin 600 litraa, joten laiturilla sijaitsevan 1000 litran säiliön lisäksi tarvittiin vielä yksi 200 litran tynnyri jäteöljyä varten.



Kuva 7. Esivoitelupumpun venttiili tyhjennysasennossa. (Mikael Peltonen 2020)

6 HUOLTO

6.1 Välijäähdyttimen irrotus

Moottorin ahtoilman välijäähdytin sijaitsee koneen keskiosassa, imusarjan päällä kampiakselin suuntaisesti. Ennen kuin välijäähdyttimeen päästiin käsiksi, oli sen tieltä purettava pois muita koneen osia.

Kampikammion huohotuslinjat irrotettiin, sekä turboahtimien ahtoilmaputket purettiin pois moottorin päältä. Lisäksi poistettiin pakosarjojen suojapellit, sekä ELC-jäähdytysvesilinjastoja.



Kuva 8. Osien purkamista. Taustalla imusarjan kansi. (Mikael Peltonen 2020)

Imusarjan kannen pultit avattiin ja kansi nostettiin pois paikoiltaan. Tämän jälkeen jäähdyttimeen päästiin käsiksi. Jäähdytintä nostettaessa oli varottava erityisesti jäähdytinkenttien vaurioitumista. Noston jälkeen välijäähdytin kannettiin pois konehuoneesta odottamaan kuljetusta huoltoon. Jäähdytin huollettiin Marine Diesel Finland Oy:n toimesta Liedon toimipisteessä.



Kuva 9. Välijäähdytin paikoillaan. (Mikael Peltonen 2020)



Kuva 10. Välijäähdytin poistettu. (Jari Perä 2020)

6.2 Sylinterinkansien irrotus

Kansia irrotettaessa ensimmäisenä purettiin sylintereille menevät polttoainelinjastot, sekä jäähdytysveden jakotukit. Seuraavaksi merkittiin sylinterikohtaisesti pako- sekä imusarjat ja ne purettiin pois. 3512B moottorille ominaista on pakosarjan palkeiden tärinän aiheuttama murtuminen, joten palkeiden kunto tarkistettiin purkamisen yhteydessä. ME2 pakosarjoista kolme paljetta havaittiin murtuneeksi ja ne vaihdettiin uusiin.



Kuva 11. Vaurioitunut pakosarjan palje. (Ole Desler 2020)

Kansien päältä purettiin venttiilikoppa, polttoaineinjektorien liittimet, keinuvivut, venttiilisillat, sekä työntötangot. Sylinterinkansien pultit irrotettiin mutterivääntimellä, jossa oli irrottamista helpottamaan tehty omavalmisteinen erikoistyökalu. Työkalun ohjaustappi asetettiin sylinterinkannen keskireikään. Ohjaustappiin kiinnitettiin tukiholkki, jonka toinen pää kiinnitettiin mutterinvääntimen istukkaan. Tämän erikoistyökalun tarkoituksena on kohdistaa vääntävä voima suoraan avattavaan pulttiin. Kun pultit oli irrotettu, nostettiin kannet ketjutaljalla konehuoneen lattialle hyödyntäen kattopalkeissa sijaitsevia nostolenkkejä. Sylinterinkansista poistettiin venttiilien nostajat, jonka jälkeen kannet nostettiin ulos ja pakattiin trukkilavoille kuljetusta varten.



Kuva 12. Kannenpulttien irrotusta erikoistyökalulla. (Mikael Peltonen 2020)



Kuva 13. Vanhojen sylinterinkansien nostoa. (Jari Perä 2020)

6.3 Välitoimenpiteet

Vanhojen sylinterinkansien poiston jälkeen moottorin lohkon pinnat puhdistettiin huolellisesti. Suurimmat epäpuhtaudet poistettiin kaavaimella, jonka jälkeen pinta hiottiin hiekkapaperia käyttäen. Paperin karheutena 220. Lohkon pinnat viimeisteltiin rost off puhdistusaineella ja karhunkielellä. Puhtaat pinnat ja moottorin aukot suojattiin pölyltä ja lialta peittämällä ne räteillä ja pahveilla. Lohkon ja sylinterinkannen välisiä välilevyjä ei vaihdettu uusiin. Levyt pestiin dieselillä sekä puhdistettiin 220 hiekkapaperilla ja karhunkielellä. Myös jäähdytysveden jakotukin ja pako- sekä imusarjojen kaikki tiivistepinnat puhdistettiin. Uudet sylinterinkannet nostettiin konehuoneeseen puhdistettavaksi. Paksu suoja-ainekerros poistettiin kulmahiomakoneella käyttäen karhunkielilaikkaa.



Kuva 14. Välilevyt odottamassa puhdistusta. (Mikael Peltonen 2020)

Tähän Caterpillar 3512B moottoriin oli saatavilla uuden malliset öljyn annostelutapit, jotka koettiin aiheellisiksi vaihtaa huollon yhteydessä. Uudet sylinterikohtaiset tapit asennettiin lohkon pintaan (1kpl/sylinteri). Uuden mallisen annostelutapin keskireikä oli suurempi kuin vanhassa mallissa, joten se mahdollisti keinuvipujen, sekä keinuvi-

vun laakereiden paremman voitelun. Suurempi voiteluöljyn määrä muodostaa paremman öljykalvon, joka vähentää keinuvipujen sekä keinuvivun laakereiden mekaanista kulumista.



Kuva 15. Uusi voiteluöljyn annostelutappi. (Ole Desler 2020)

6.4 Turboahtimien vaihto

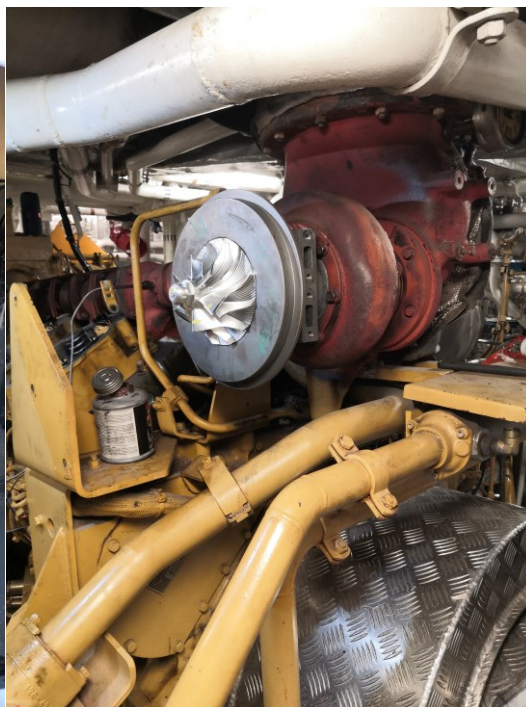
Moottorin molempien turboahtimien purku aloitettiin poistamalla imuilmansuodattimet koteloineen. Kompressorin pesä irrotettiin ja puhdistettiin suurimmasta liasta, sekä kiinnityspinnat hiottiin hiekkapaperilla. Ahtimen laakereiden voiteluöljy- sekä jäähdytysvesilinjat irrotettiin.

Turboahtimen kompressorin sekä turbiini laakereineen sijaitsee samalla akselilla. Ahdin itse ei vaatinut purkamista, vaan se voitiin irrottaa ja vetää ulos turbiinikotelosta yhtenä kokonaisuutena. Ennen uuden turbon asennusta turbiinipesän kiinnityspinnat puhdistettiin.

Uusien turboahtimien asennuksen yhteydessä vaihdettiin myös lähetyksen mukana tulleet tiivisteet. Asennusvaiheessa levitettiin kuparitahnaa turbon laippoihin kiinnipalamisen sekä korroosion estämiseksi. Ahdin kiinnitettiin turbiinipesään vanhoilla pulleilla, jotka kiristettiin yleismomenttiin. Laakereiden voiteluöljylinjat asennettiin uusine tiivisteineen. Uudet imuilmansuodattimet asennettiin paikoilleen, sekä niiden koteloiden ympärille kierrettiin vanusuodatin.



Kuva 16. Vanha turboahdin.
(Jari Perä 2020)



Kuva 17. Uusi turboahdin asennettuna.
(Mikael Peltonen 2020)

6.5 Vesipumppujen ja termostaattien vaihto

Moottorin jäähdytysvesijärjestelmän pumput vaihdettiin uusiin. LT ja HT pumput sijaitsevat koneen vapaan pään alaosassa, eri puolilla konetta (LT pumppu koneen BB-puolella, HT pumppu koneen SB-puolella). LT vesipumpun vaihdon yhteydessä uusittiin myös kaksi lämpötilansäädintä, ts. termostaattia, jotka ohjaavat jo koneessa kiertänyttä vettä lämpötilan mukaan uudelleen kiertoon tai box coolerille jäähdytettäväksi. Tarvittavat konevesiputket purettiin pois, jotta jäähdytysveden termostaattien kotelo voitiin irrottaa. Kotelo sekä sen tiivistepinnat puhdistettiin. Uudet o-renkaat, tiivisteet ja termostaatit (4 kpl) asennettiin.



Kuva 18. Jäähdytysveden termostaatteja. (Jari Perä 2020)



Kuva 19. Termostaattien kotelo odottamassa puhdistusta. (Jari Perä 2020)

6.6 Sylinterinkansien asennus

Ennen uusien kansien asennusta, tehtiin sylinteriputkille visuaalinen tarkastus mahdollisten vaurioiden ja kulumien varalta. Tämän jälkeen sylinteriputken korkeus lohkon pinnasta mitattiin työntömitalla. Oikean korkeuden tuli olla 12.5 millimetriä ja tämä toteutui jokaisen sylinterin kohdalla.

Lohkon pinnan puhtaus varmistettiin vielä kertaalleen ennen ensimmäisen tiivisteiden asennusta. Sylinterinkannen ja lohkon väliin tulee alumiininen välilevy, jonka molemmilla puolilla on ohut metallitiiviste. Välilevyn tarkoituksena on ehkäistä sylinterinkanteen kohdistuvaa värähtelyä. Välilevyssä sijaitseviin jäähdytysvesikanaviin asennettiin uudet tiivisteholkit.



Kuva 20. Välilevy sekä metallitiivisteet. (Mikael Peltonen 2020)

Venttiilien- sekä polttoaineinjektorien nostimet asennettiin uusiin sylinterikansiin ennen niiden paikoilleen nostamista. Nostokoukku kierrettiin sylinterinkanteen kiinni, jonka jälkeen kannet nostettiin ketjutiljalla lohkon yläpuolelle. Kannen asennus oli kahden henkilön työ. Toisen käyttäessä ketjutiljaa, toinen kohdisti kannen lohkon suuntaisesti. Jokaisessa sylinterissä oli ohjaustapit, jotka varmistivat, että kansi tulee oikealle paikalleen. Kiinnityspulttien kierteisiin levitettiin Loctite LB 8009 voiteluainetta. Kansi kiinnitettiin kahdeksalla pultilla 200 Newtonin kireyteen. Kiristyksen jälkeen pulttien kantoihin merkittiin tussilla pystysuora viiva, jonka jälkeen suoritettiin 180 asteen lisäkieritys. Pultin kantoihin merkityn viivan avulla voidaan pulttien mahdollinen löystyminen havaita visuaalisesti.

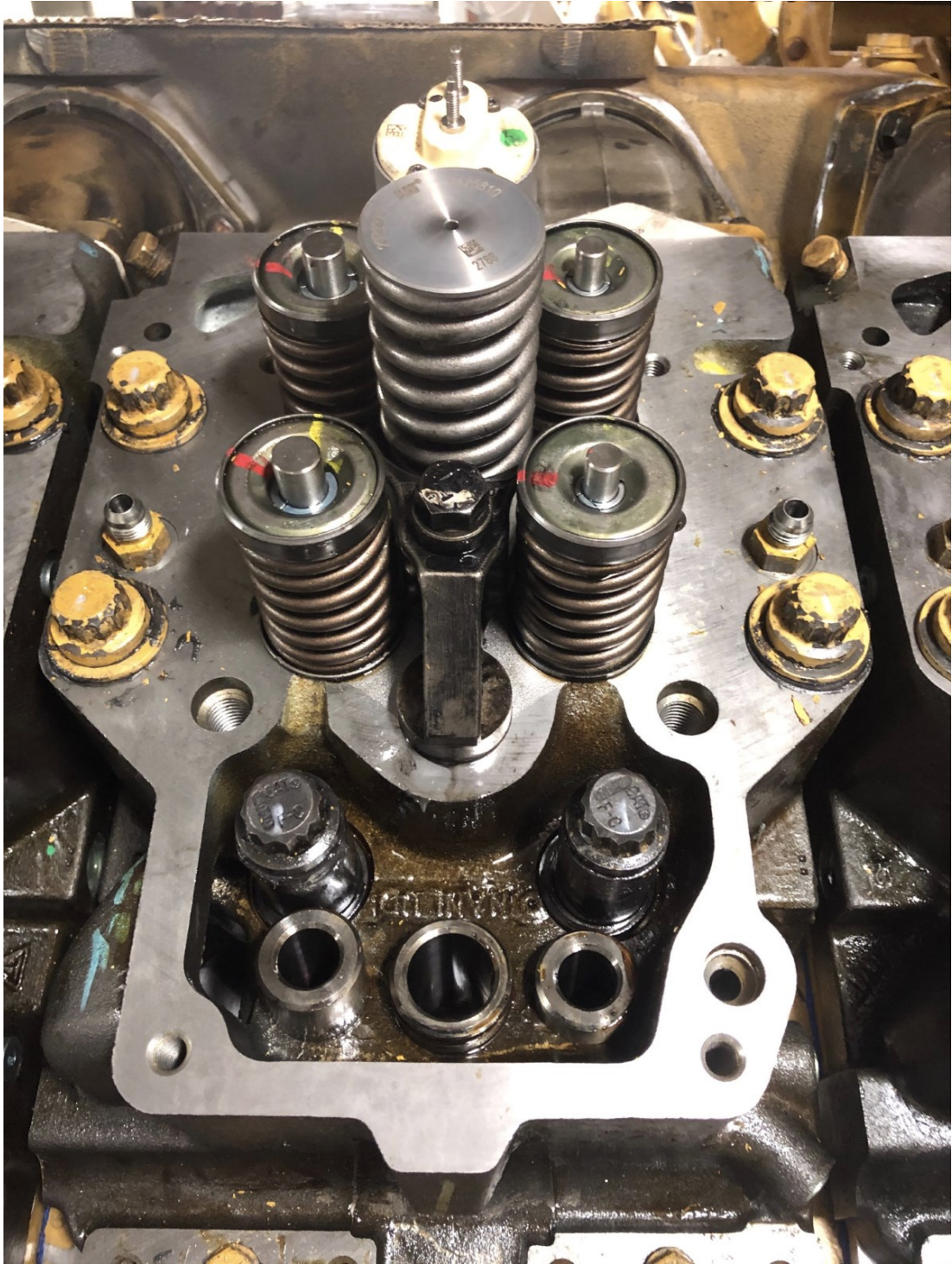


Kuva 21. Kansien paikoilleen nostoa. (Jari Perä 2020)

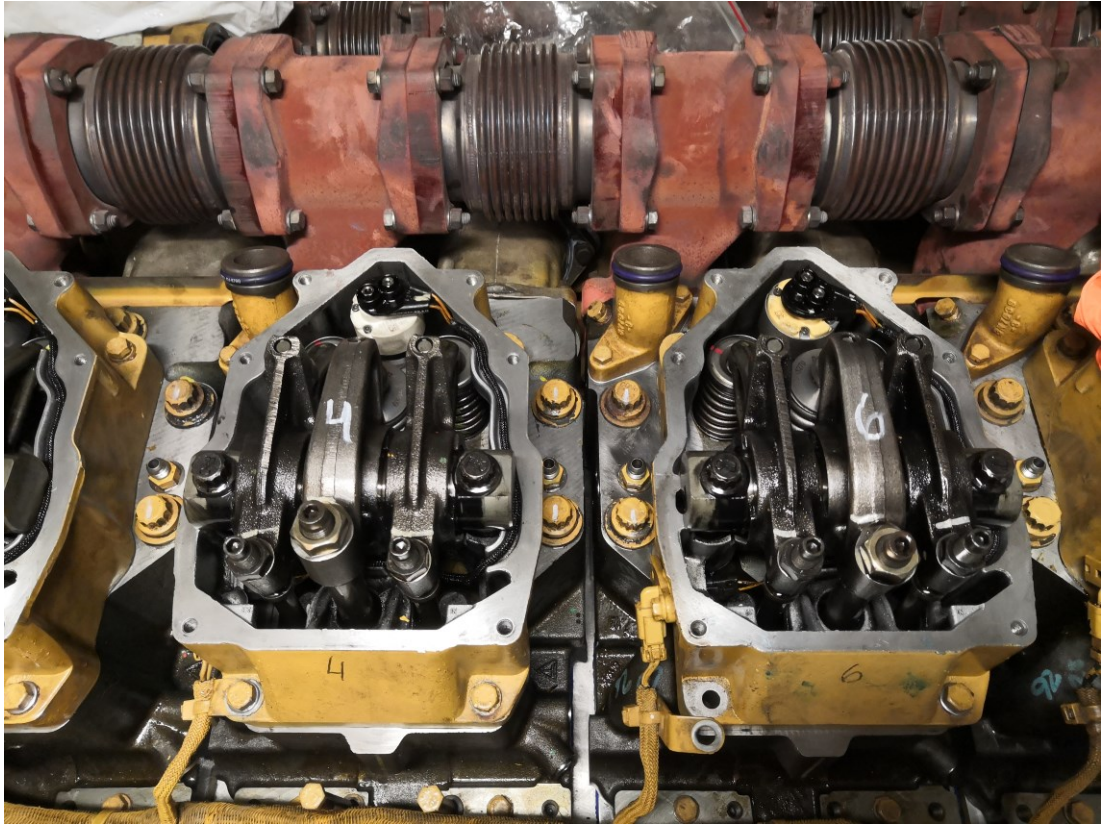
Kansien asennuksen jälkeen pako- sekä imusarjat liitettiin sylinterinkansiin. Molempien kiristysmomentti on 50 Newtonia. Jäähdytysnesteen poistolinjat asennettiin sylinterinkansien pintaan, sekä niissä olevat o-renkaat ja tiivisteet uusittiin.

Uudet polttoaineinjektorit asetettiin paikoilleen. Injektorin paikallaan pitävä pidin (holding clamp) kiristettiin 65 Newtonin momenttiin. Ennen työntötankojen ja keinuviipujen asennusta pako- ja imuventtiilien välykset tarkastettiin ja säädettiin Zeppelinin huoltoinsinöörien toimesta. Moottorin ohjemanuaalin mukaan pakoventtiilin välyys on 1.0 millimetriä ja imuventtiilin 0.5 millimetriä. Molempien venttiilien välyksen toleranssi on 0.08 millimetriä. Venttiilikopat kiinnitettiin ja työntötangot asetettiin paikoilleen. Tässä moottorimallissa on vain yksi keinuviipu kahta venttiiliä kohden, joten venttiilien päälle asetettavat venttiilisillat mahdollistavat yhden keinuviivun käyttämisen kahta venttiiliä kohden. Venttiilisillat asetettiin venttiilijousien päälle, jonka jälkeen keinuviivut voitiin asentaa. Keinuviivut kiinnitettiin poikkiakselin päädyistä sylinterinkanteen 215 Newtonin momenttiin. Pako- sekä imuventtiilien nostimet kiinnitettiin keinuviivuihin 70 Newtonin, sekä polttoaineinjektorin nostin 120 Newtonin momenttiin.

Jokaisessa injektorissa oli nelinumeroinen numerokoodi, joka otettiin talteen. Tätä sylinterikohtaista koodia hyödyntämällä tiedettiin ohjelmointi vaiheessa, mikä injektorin on missäkin sylinterissä. Tämän jälkeen injektorin liitin kytkettiin ja venttiilikopan kansi laitettiin paikoilleen. Polttoainelinjastot asennettiin paikoilleen ja niiden liitokset teipattiin vuodonestoteipillä. Jäähdytysveden jakotukin tiivisteet uusittiin, jonka jälkeen se asennettiin ja liitettiin kiinni konevesilinjoihin. Venttiilikoppien kannet asetettiin paikoilleen ja kampikammion huohotusputket kiinnitettiin.



Kuva 22. Injektörin pidin (holding clamp). (Jari Perä 2020)



Kuva 23. Keinuvipuja asennettuna. (Mikael Peltonen 2020)



Kuva 24. Linjastoja ja komponentteja asennettuna. (Jari Perä 2020)

6.7 Välijäähdyttimen asennus

Ennen välijäähdyttimien asennusta poistettiin suojapahvit imusarjan päältä, jonka jälkeen tiivistepinnat puhdistettiin ja uusi tiiviste asetettiin paikoilleen. Kun huollettu välijäähdytin oli laskettu aloilleen, kytkettiin se molemmista päistä jäähdytysvesilinjoihin. Myös jäähdyttimen sekä imusarjan kannen välinen tiiviste vaihdettiin uuteen. Kansi nostettiin paikoilleen ja kiinnitettiin. Samat pultit kiristävät myös välijäähdyttimen. Ahtoilmaputket liitettiin turbojen kompressorikoteloilta imusarjan kanteen. Vanhat pakosarjan suojapellit asetettiin paikoilleen sekä viimeisiä jäähdytysvesilinjoja kytkettiin kiinni.



Kuva 25. Yllä mainitut komponentit asennettuna. (Jari Perä 2020)

6.8 Koekäynnistyksen valmistelut

6.8.1 Moottoriöljyjen lisäys

Uutta Texaco 15w40 moottoriöljyä tilattiin 1200 litraa (1000 litran säiliö + 200 litran tynnyri). 3512B merimoottorin voiteluöljykapasiteetti on 613 litraa. Öljyt pumpattiin laiturilta käsin siirrettävän voimavirtakäyttöisen pumpun avulla. Täyttöletku vedettiin konehuoneeseen ahteritäkillä sijaitsevan hätäuloskäynnin kautta ja täyttö tapahtui moottorin kyljessä sijaitsevasta öljynlisäysputkesta. Pumppauksen aikana seurattiin lisätyn öljyn määrää säiliön kyljessä olevasta mitta-asteikosta sekä moottorin öljytäkusta. Öljyä lisättiin kaikkiaan noin 600 litraa/kone. Samalla vaihdettiin uudet polttoaine- sekä öljynsuodattimet. Öljynsuodattimia oli kolme kappaletta, polttoainesuodattimia viisi.

6.8.2 Jäähdytysvesien lisäys

Ennen huollon aloitusta koneesta tyhjennetyt jäähdytysvedet voitiin uudelleen käyttää näyteanalyysin ollessa hyväksytty. Täyttö tapahtui saman venttiilin kautta kuin tyhjennyskin. Täytön ajaksi paisuntasäiliön korkki avattiin, jotta ylimääräinen ilma pääsee poistumaan jäähdytysvesijärjestelmästä. Tyhjennysvaiheessa oli mahdotonta saada kaikkia linjastoja tyhjäksi, joten jäähdytysvettä valui purkamisen aikana runsaasti pilssiin. Tämän takia täyttövaiheessa lisättiin vanhojen vesien lisäksi noin 70 litraa uutta jäähdytysnestettä, jolloin pinnankorkeus nousi paisuntasäiliön näkölasin puoliväliin. Pelkän moottorin jäähdytysnesteen kapasiteetiksi on manuaalissa ilmoitettu 289,3 litraa.

Kun moottorin öljyt sekä jäähdytysvedet oli lisätty, kytkettiin lämmitykset päälle. Moottorin annettiin lämmetä vuorokausi ennen ensimmäistä koekäynnistystä.



Kuva 26. Suodattimien vaihtoa. (Mikael Peltonen 2020)

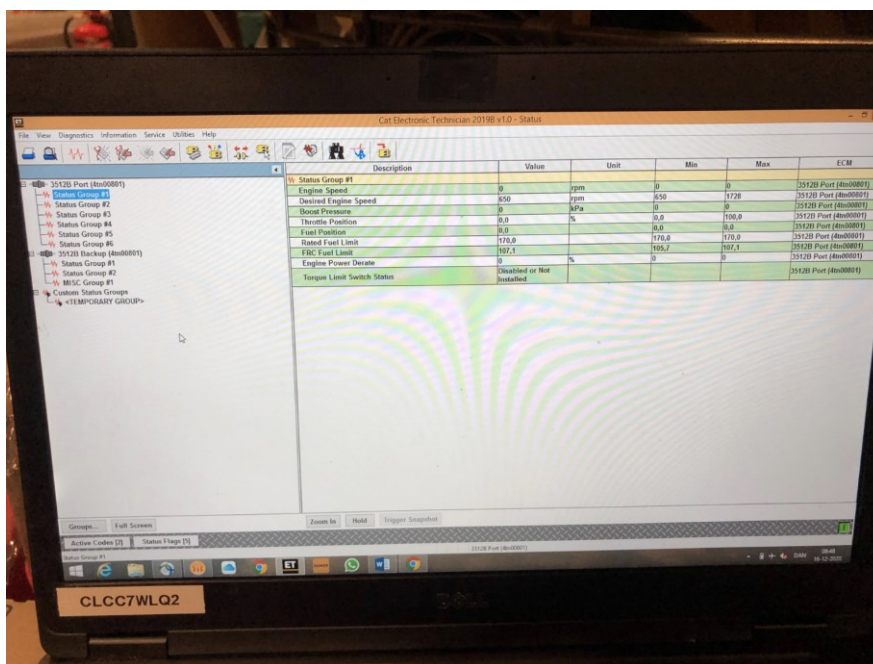
7 KOEKÄYTTÖ

7.1 Koekäynnistys

Ennen käynnistystä polttoaineen paluulinja suljettiin. Näin varmistettiin riittävän suuri polttoaineen paine sekä syöttö injektoreille. Käynnistyksen jälkeen polttoaineen paluulinjat avattiin ja moottorin annettiin käydä tyhjäkäynnillä (650rpm) noin viiden minuutin ajan. Käynnin aikana sekä pysäytyksen jälkeen tehtiin yleinen visuaalinen tarkastus mahdollisten vuotojen varalta. ME1 pakosarjassa oli vuoto, josta pääsi pieni määrä pakokaasua konehuoneeseen. Konehuone tuuletettiin sekä vuoto paikannettiin ja tukittiin ennen varsinaista koeajoa.

7.2 Koeajo

Koeajon aikana oli moottori kytkettynä tietokoneeseen. Cat Electronic Technician ohjelman kautta tarkkailtiin moottorin kierroksia, paineita sekä lämpötiloja. Koeajossa alusta ajettiin laituria vasten täydellä teholla noin 15 minuutin ajan, kierrosten ollessa noin 1800 rpm. Koeajo oli onnistunut, eikä sen aikana havaittu ongelmia. 250 käyttötunnin jälkeen on suositeltavaa tarkastaa pako- sekä imuventtiilien välykset.



Kuva 27. Cat Electronic Technician ohjelma. (Jari Perä 2020)



Kuva 28. Koeajo laituria vasten. (Mikael Peltonen 2020)

7.3 Security Function Test

Koeajon yhteydessä Zeppelinin huoltoinsinöörit suorittivat hälytystestin Cat Electronic Technician ohjelmalla. Tarkoituksena oli varmistaa, että kaikki hälytyksen piirissä olevat toiminnot reagoivat normaalisti. Testissä ei havaittu ongelmia ja kaikki hälytyksen toimivat vaatimusten mukaisesti. Liitteenä lista hälytyksien sekä hätäpysäytyksen aiheuttavista asetusarvoista. (LIITE 4)

8 LISÄTYÖT

8.1 Kiertokangen laakerin tarkastus

Molemmista moottoreista tarkistettiin huollon yhteydessä lisätyönä myös yhden saattunaisen kiertokangen laakerin kunto (ME1 nro. 12, ME2 nro. 7). Kiertokangen laakeri irrotettiin kampiakselilta sekä kammentapin yleinen kunto tarkastettiin. Samalla tehtiin visuaalinen tarkastus myös kampiakselille. Tarkastuksessa ei havaittu ongelmia. Kiertokangen laakeri asetettiin takaisin paikalleen ja kiinnitettiin neljällä pultilla. Kiinnitysmomentti 90 Newtonia + 90 asteen lisäkiristys.



Kuva 29. ME1 sylineri nro. 12 kiertokanki. (Mikael Peltonen 2020)



Kuva 30. ME2 nro. 7 kiertokangen laakeriliuska. (Ole Desler 2020)

8.2 Hytek kytkimen huolto

Hytek HC-128 on Saturnin ME2:n vauhtipyörälle liitetty power take-off kytkin. Sen tarkoituksena on välittää käyttövoima moottorilta keulavainssin pumpulle.

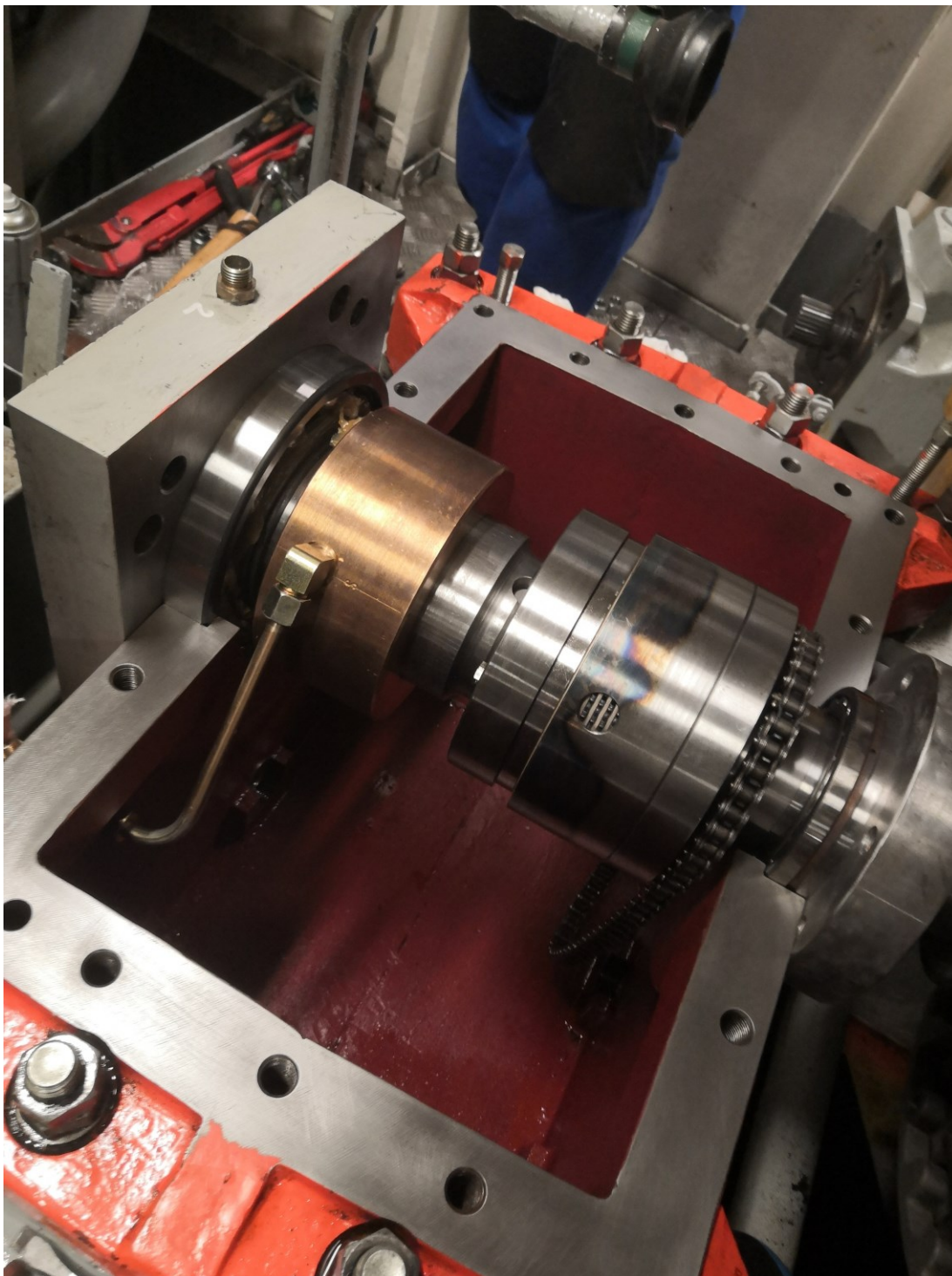
Hytek kytkin koostuu akselistä, joka on laakeroitu sen molemmista päistä. Akseli on asennettu valurautaisen kotelon sisään. Akselilla oleva kytkinlevypakka ja hammasratas jäävät kotelon sisälle, jossa tapahtuu myös osien voitelu ja kytkimen kopaaminen.

Akselilla sijaitseva hammasratas pyörittää ketjun välityksellä ylempänä olevaa hammasratasta, joka edelleen välittää voiman kotelon ulkopuolella sijaitsevalle pienemmälle hydraulikkapumpulle. Kyseisen pumpun tehtävänä on voidella järjestelmää koneen käydessä, sekä tuottaa akselin koplaamiseen vaadittava käyttöpaine. Kaksiosaisen kotelon ylempi osa voidaan irrottaa, jolloin akseli ja siinä olevat komponentit on mahdollista nostaa pois yhtenä kokonaisuutena.

Huolto aloitettiin hydraulikkaventtiilin- sekä putkistojen purkamisella ja vauhtipyörän suojien irrottamisella. Putkistojen purkamisen jälkeen päästiin käsiksi vinssin pumppuun, ja se voitiin nostaa ketjutaljojen avulla pois huollon tieltä. Kotelon läpinäkyvä kansi irrotettiin, jolloin päästiin käsiksi ketjuun ja ylempi ketjuratas voitiin irrottaa. Tämän jälkeen kotelo pultattiin auki ja sen yläosa nostettiin pois. Akseli irrotettiin vauhtipyörältä ja nostettiin irti. Noston jälkeen todettiin, että kytkinpakan, laakereiden sekä rattaan vaihto olisi ollut haastava suorittaa ahtaassa konehuoneessa, joten akseli komponentteineen huollettiin yhtiön omalla pajalla Turussa viikonlopun aikana.



Kuva 31. Hytekin akseli komponentteineen. (Jari Perä 2020)



Kuva 32. Huolletun akselin asennus. (Mikael Peltonen 2020)

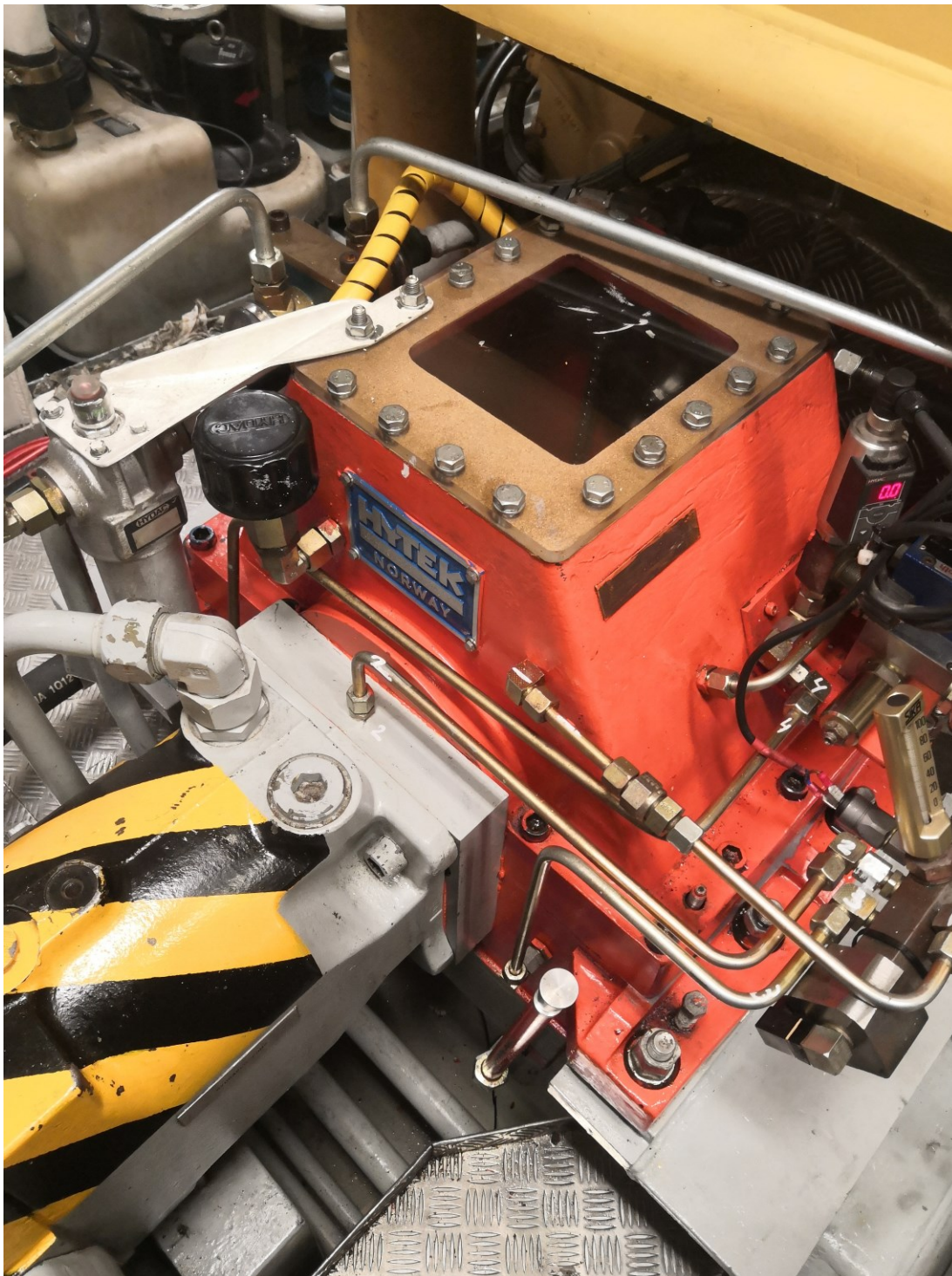
Kotelon tiivistepinnat puhdistettiin huolellisesti, sekä kiinnityspulttien kierteet käytiin läpi kierretapilla. Puhdistetulle tiivistepinnalle levitettiin tasotiivistemassa, muut tiivistet uusittiin valmistamalla ne itse. Materiaalina käytettiin korkkia, muovimattoa sekä vanhaa merikarttaa. Yhtiön huoltohenkilöt olivat käyttökokemusten perusteella havainneet merikartan hyväksi tiivistemateriaaliksi.



Kuva 33. Tiiviste merikartasta. (Mikael Peltonen 2020)

Seuraavaksi akseli laskettiin paikoilleen ja kiinnitettiin vauhtipyörälle. Ennen kotelon yläosan asennusta rasvattiin vielä laakerit vaseliinilla. Kotelon pultit kiristettiin yleismomenttiin, jonka jälkeen keulavinsin pumppu laskettiin paikalleen ja liitettiin akselille. Koteloon lisättiin 40 litraa Texaco Meropa 68 vaihteistoöljyä. Oikea öljynlaatu tarkastettiin Hytekin manuaalista ja määrä öljytikusta. Hydraulikkaventtiili- sekä putkistot asennettiin paikoilleen, ja tarkastettu yläratas kiinnitettiin kotelon yläosaan sille kuuluvalla paikalle. Uusi ketju asennettiin rattaille ja kotelon läpinäkyvä muovikansi laitettiin paikalleen.

Kone käynnistettiin ja pumppu kytkettiin päälle komentosillan ohjauspaneelistä. Visuaalisesti tarkastettiin öljyn riittävä määrä, lisäämisen tarvetta ei tässä tapauksessa ollut. Ketjun kireys oli hyvä, sekä pumpun kiinni ja auki koplaaminen ei tuottanut ongelmia. Tämä riitti koeajoksi ja kaiken todettiin olevan kunnossa.



Kuva 34. Hytekin huolto valmis. (Mikael Peltonen 2020)

9 YHTEENVETO

9.1 Päätelmät

Kokonaisuudessaan huoltoprojekti oli varsin onnistunut. Koska työtä oli tekemässä kaksi Zeppelinin insinööriä, sekä kaksi yhtiön omaa huoltomiestä, voitiin molemmat moottorit huoltaa samanaikaisesti. Suuremmilta vastoinkäymisiltä välttyttiin, joten huolto saatiin suoritettua suunnitellussa aikataulussa eikä lisäkustannuksia aiheutunut. Työhön oli varattu aikaa noin kaksi viikkoa, mutta molempien moottorien huolto sekä koeajo saatiin valmiiksi kymmenessä päivässä. Kansihuollon jälkeen lisätyönä suoritettu HYTEK kytkimen huolto valmistui kolmen työpäivän aikana, joten kahden viikon suunniteltu aikataulu oli tässä tapauksessa riittävä.

9.2 Haasteet

Informaation kulku osapuolien välillä ennen huollon aloitusta oli osittain puutteellista. Epäselvänä oli esimerkiksi Zeppelinin huoltoinsinöörien saapumispäivä, sekä moottoreiden huoltojärjestys. Suurimman haasteen aiheutti kuitenkin erittäin ahdas konehuone. Huoltotyö vaati lukuisten moottorin komponenttien purkamista, joten valmiiksi ahtaassa konehuoneessa työskentelytila kävi nopeasti rajalliseksi. Saturnin konehuoneessa ei varsinaista verstaalaa ole ja tämä hankaloitti varaosien kunnostustöitä. Hinaajan keskiosassa on kuitenkin työpiste, jossa pienempien osien kunnostustyöt voitiin suorittaa. Suurempien osien kunnostustöitä tehtiin paikasta riippuen, siellä missä tilaa sattui olemaan.

9.3 Muita huomioita sekä raportin työnjako

Alkuvuodesta 2020 puhjennut koronaviruspandemia tuotti myös omat haasteensa. Hinaajilla on aluskohtainen vastuumiehistö ja kulku yhtiön muiden alusten välillä oli rajoitettua. Näin pyrittiin turvaamaan yhtiön työntekijöiden terveys sekä estää mahdollinen viruksen leviäminen yhtiön muihin aluksiin. Poikkeusluvan varaisesti voitiin toisista hinaajista hakea esimerkiksi puuttuvia työkaluja sekä varaosia. Yleisenä suosituksena oli kasvomaskin käyttö kaikissa aluksissa.

Olimme molemmat osallistumassa huollon toteutukseen koko kahden viikon ajan. Tämän aikana teimme henkilökohtaisesti muistiinpanoja päiväkohtaisista töistä, sekä valokuvasimme kaikki merkittävimmät työvaiheet. Huollon jälkeen muistiinpanot kirjoitettiin tietokoneella puhtaaksi ja näitä sekä valokuvia hyödyntäen ryhdyimme muodostamaan raporttia.

Koska asumme eri paikkakunnilla, aloitimme työn luomalla sharepointiin ns. raakaversioiden raportista. Jaoimme huoltoon kuluneet työpäivät puoliksi, joista molemmat kirjoittivat päiväkohtaisesti jokaisesta työvaiheesta. Sharepointissa muokkasimme nämä muistiinpanot lähemmäs lopullista tekstimuotoa. Kun molemmat olimme tyytyväisiä raakaversioiden rakenteeseen, sovimme ajankohdan, jolloin tekisimme opinnäytetyömme virallisen tekstiosuuden valmiiksi. Työn selkeyttämisen takia päädyimme siihen tulokseen, että valmiin raportin kirjoittaminen on parempi toteuttaa molempien ollessa fyysisesti läsnä. Valmiin työn kirjoittamisessa hyödynsimme molempien henkilökohtaisia muistiinpanoja, sekä raakaversioon kirjoitettuja tekstejä. Katsoimme läpi myös molempien ottamat valokuvat, joista valitsimme parhaat käytettäväksi tässä työssä.

LÄHTEET

3512B ENGINES Maintenance Intervals. 2007. Caterpillar. <https://safety.cat.com>

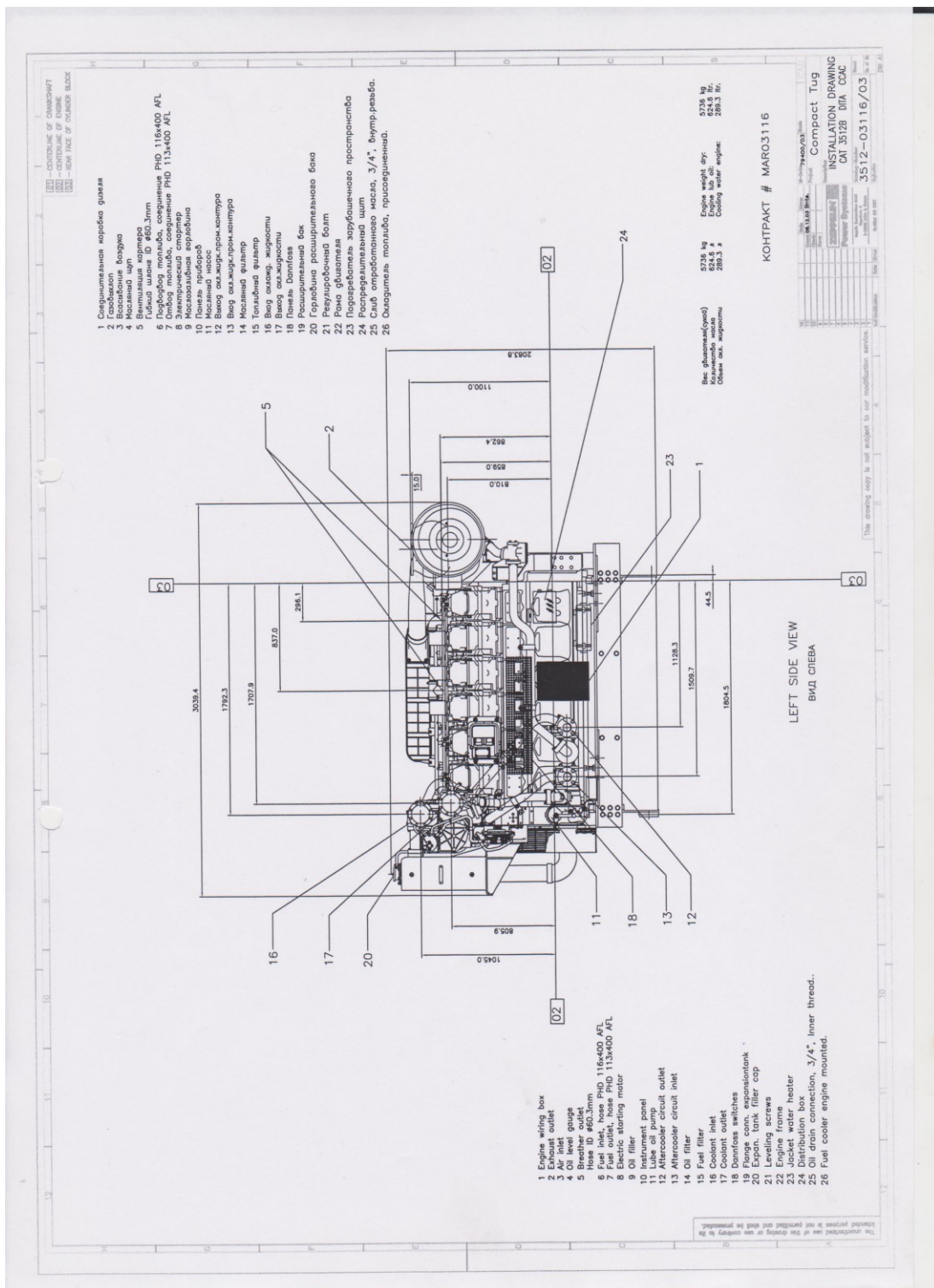
Alfons Håkansin www-sivut. Viitattu 5.4.2021. <https://alfonshakans.fi/>

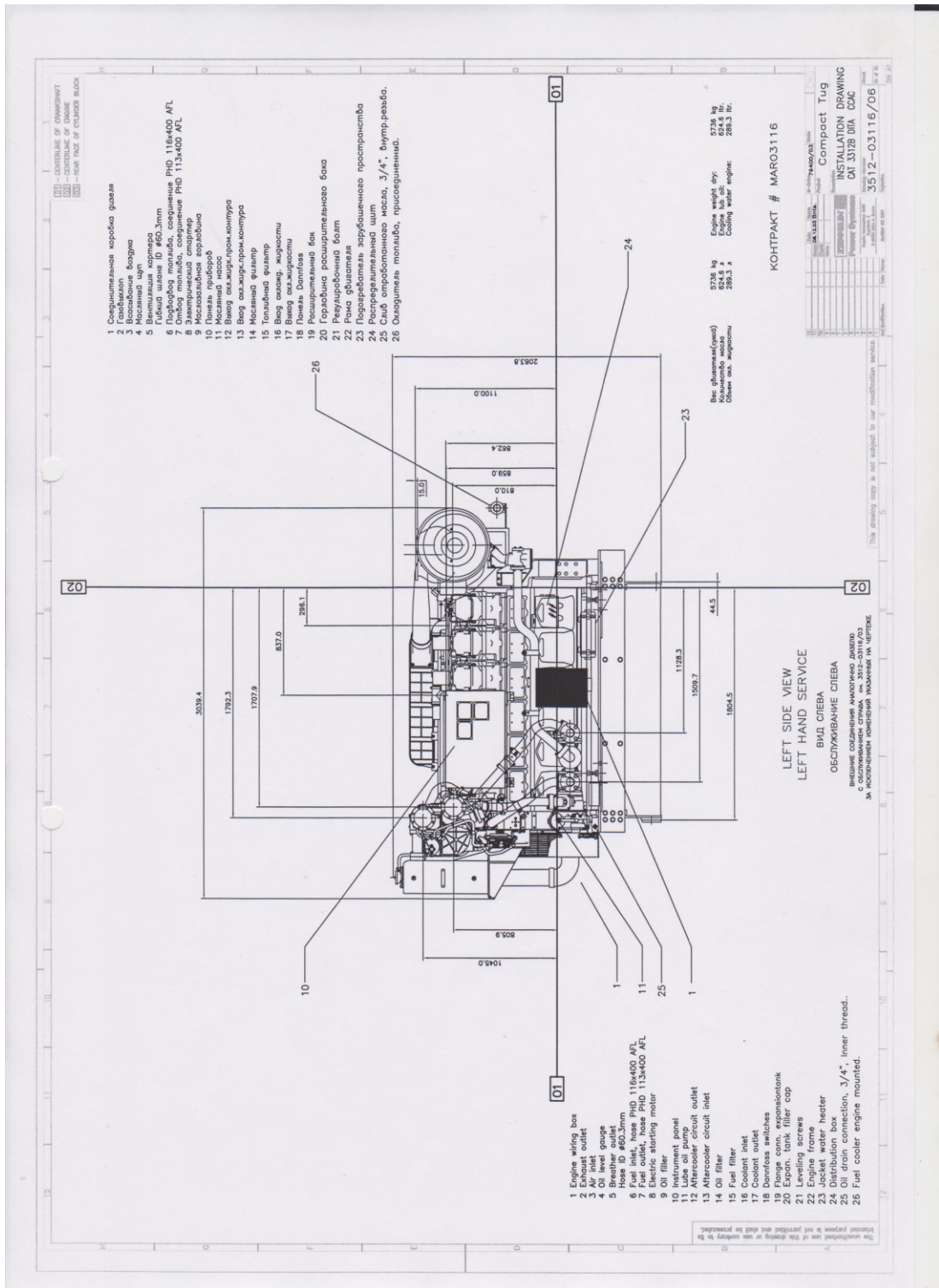
Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 202. Viitattu 7.4.2021.

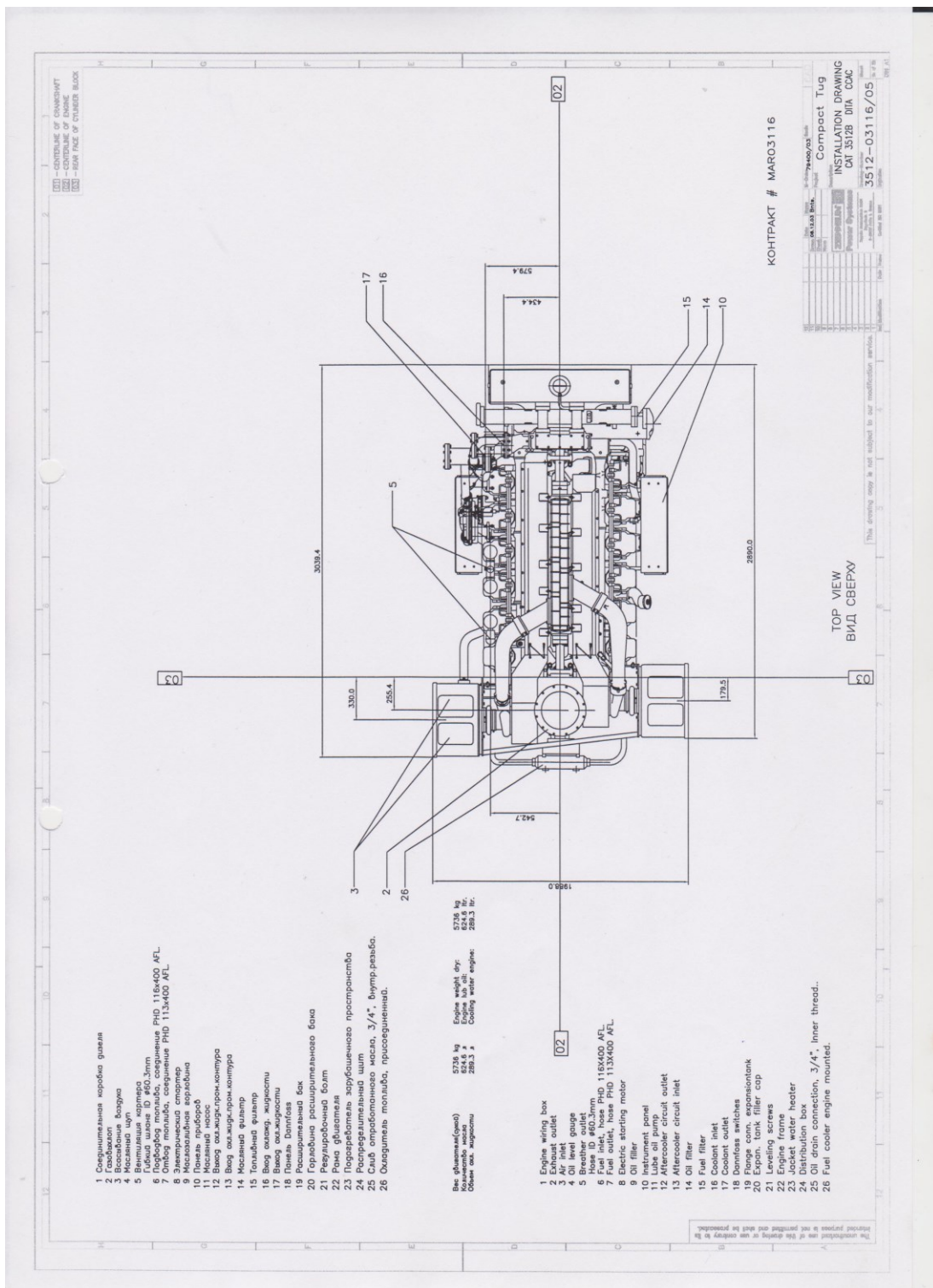
Lindroos, J-K. 2021. Konepäällikkö, Alfons Håkans Oy. Rauma. Henkilökohtainen tiedonanto 20.4.2021.

Perkiö, T. & Laine, K. 2014. Tutkimusviestintä osa 1, tutkimusmenetelmät. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.4.2021.

Technical documentation for propulsion engines CAT 3512B DITA CCAC. 1052 bkW, 1600 rpm. CONTRACT MAR03116





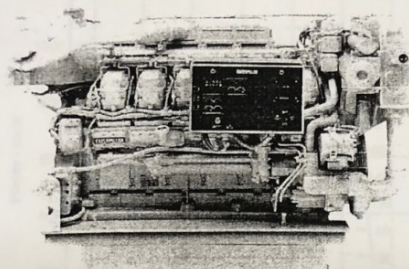




Marine Engine

3512B

1052 bkW @ 1600 rpm
1410 bhp @ 1600 rpm



Shown with
Accessory Equipment

SPECIFICATIONS

V-12, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO compliant
Bore—mm (in)	170 (6.7)
Stroke—mm (in)	190 (7.5)
Displacement—L (cu in)	51.8 (3,158)
Rotation (from flywheel end)	ccw or cw
Compression Ratio	14.0:1
Capacity for Liquids—L (U.S. gal)	
Cooling System	289.3 (76.4)
Lube Oil System (refill)	613 (162)
Oil Change Interval — hrs	1000
Minimum Lube Oil Grade (required)	CF-4
Engine Weight, Net Dry	
(approx) — kg (lb)	5554 (12,244)

STANDARD ENGINE EQUIPMENT

Air Inlet System

regular duty air cleaners, dual turbochargers, 152 mm (6 in) OD straight connection, corrosion resistant coated separate circuit aftercooler core

Control System

dual Advanced Diesel Engine Management (ADEM II) modules with electronically controlled unit injectors

Cooling System

auxiliary fresh water pump on SCAC engines, non-self-priming centrifugal auxiliary sea water pump for heat exchanger engines only, expansion tank, gear-driven centrifugal jacket water pump, oil cooler, keel cooling connections for keel cooled engines, thermostats and housing with 92° C (198° F) full open temperature

Exhaust System

dry gas-tight exhaust manifolds with thermo-laminated heat shields, dual turbochargers with watercooled bearings and thermo-laminated heat shields, vertical exhaust outlet, 305 mm (12 in) ID round flanged outlet

Flywheel and Flywheel Housings

SAE No. 00 flywheel (183 teeth) and SAE No. 00 flywheel housing

Fuel System

electronically controlled unit injectors, RH fuel filter with service indicators, fuel transfer pump

Instruments

RH electronic instrument panel with analog gauges and digital display of data for: oil and fuel pressure, oil and fuel filter differential, system DC voltage, exhaust and water temperature, air inlet restriction; digital display only for: tachometer, service meter, fuel consumption (total and instantaneous); start/stop switch

Lube System

top mounted crankcase breather, deep sump oil pan, RH oil filler and dipstick, RH oil filter, gear type oil pump

Mounting System

ledge type engine length rails, 203 x 203 mm (8 x 8 in)

Power Take-Offs

accessory drive on standard rotation engines: lower RH, lower LH; on opposite rotation engines: upper and lower RH and upper and lower LH; two-sided front housing

Protection System

ADEM II Electronic Monitoring System with customer programmable alarm, shutdown, and deration strategies; emergency stop pushbutton

General

front and rear lifting eyes, Caterpillar yellow paint, vibration damper and guard

Power produced at the flywheel will be within standard tolerances up to 50° C (122° F) combustion air temperature measured at the air cleaner inlet, and fuel temperature up to 52° C (125° F) measured at the fuel filter base. Power rated in accordance with NMMA procedure as crankshaft power. Reduce crankshaft power by 3% for propeller shaft power.



LIITE 3



Zepelin Danmark A/S
 Øresundsvej 9
 DK-6715 Esbjerg
 Phone: +4570252211
 www.zepelin-cat.dk

Cat 3500 engines - Topend

Engine model:	CAT 3512 B	Engine ser.no:	4TN802	SMU:	
Date:	16.12.2020	Service technician:	Ole Desler		

Done:	Component:	Description:
<input checked="" type="checkbox"/>	Hoses and clamps	Inspect - replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Air intake soot filters	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuel filters	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Lube oil	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Lube oil filters	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Lube oil cooler	Inspect
<input checked="" type="checkbox"/>	Air cleaner housing	Clean
<input checked="" type="checkbox"/>	Air filter element	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Engine stand by heater	Check function
<input checked="" type="checkbox"/>	Prelube pump (if equipped)	Check function
<input type="checkbox"/>	Cooling system pressure cap	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Cooling system JW pump	Inspect
<input checked="" type="checkbox"/>	Mag. Pick ups	Clean - adjust gab
<input checked="" type="checkbox"/>	Valve and fuel mechanism	Check - adjust
<input checked="" type="checkbox"/>	Cooling system JW thermostats	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Starting air motor	Check function
<input checked="" type="checkbox"/>	Aftercooler core	Remove - inspect/clean as required, pressure test
<input checked="" type="checkbox"/>	Camshaft followers spring	Replace
<input type="checkbox"/>	Crankshaft vibration viscous damper	Replace. Use reman if available(applyes to topend only on 3500B/C aux eng)
<input checked="" type="checkbox"/>	Cylinder heads	Replace. Use reman if availabel.
<input checked="" type="checkbox"/>	Cylinder liners	Inspect visually
<input checked="" type="checkbox"/>	Engine protection devices	Test set points - check function.
<input checked="" type="checkbox"/>	Engine testing	Load test engine with max. load availabel. Document press.and temps.
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuel injectors	Replace. Use reman if availabel.
<input type="checkbox"/>	Lube oil pump	Inspect - replace pressure relief valve spring - replace plunger as required
<input checked="" type="checkbox"/>	Spacer plates	Clean - inspect
<input checked="" type="checkbox"/>	Turbocharger cartrigdes	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Turbocharger turbine & compressor housings	Clean - inspect
<input checked="" type="checkbox"/>	Camshaft cover seals	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Camshaft followers	Inspect - check
<input checked="" type="checkbox"/>	Camshafts	Inspect - check visually
<input checked="" type="checkbox"/>	Exhaust system	Inspect - check visually
<input type="checkbox"/>	Wastegate valve	Replace
<input checked="" type="checkbox"/>	Evaluate engine / recorded data	Verify / confirm that recorded measurement are within spec.'s
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		

LIITE 4



Zeppelin Danmark A/S
 Øresundsvej 9
 DK-6715 Esbjerg
 Phone: +4570252211
 www.zeppelin-cat.dk



SHUT-OFF FUNCTIONS			SET-POINTS	DIGITAL	ANALOG	FUNCTION	INITIALS	DATE	REMARKS
1.	OVERSPEED	RPM	1840	X	<input type="checkbox"/>	SHUT DOWN	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
2.	LUBE OIL PRESSURE	LOW/LOW	BAR 2.0	X	<input type="checkbox"/>	SHUT DOWN	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
3.	COOLING WATER TEMP.	HIGH/HIGH	°C 98	X	<input type="checkbox"/>	SHUT DOWN	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
4.	EMERGENCY STOP		OK	X	<input type="checkbox"/>	SHUT DOWN	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
5.	A/C WATER TEMP.	HIGH/HIGH	°C 107	X	<input type="checkbox"/>	SHUT DOWN	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
6.	CRANKCASE PRESSURE	HIGH/HIGH	KPA 3.5	X	<input type="checkbox"/>	SHUT DOWN	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
7.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ALARM FUNCTIONS			SET-POINTS	DIGITAL	ANALOG	FUNCTION	INITIALS	DATE	REMARKS
1.	LUBE OIL PRESSURE	LOW	BAR 2.5	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
2.	COOLING WATER PRESSURE	LOW	BAR 0.4	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
3.	COOLING WATER TEMP.	HIGH	°C 94	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
4.	LUBE OIL TEMPERATURE	HIGH	°C 108	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
5.	IDLE SWITCH (for 2301A)		BAR	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	FUEL LEAK			X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	A/C WATER TEMP. HIGH	ALARM	°C 65	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
8.	CRANKCASE PRESSURE	HIGH	KPA 2.0	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
9.	FUEL FILTER DIFF. PRESSURE	HIGH	KPA 105	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
10.	OIL FILTER DIFF. PRESSURE	HIGH	KPA 105	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ODE	16-12-20	<input type="checkbox"/>
11.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>