

Arvi Kujanpää

UUC 505 POTKURILAITTEEN HUOLLON TEHOSTAMINEN

Konetekniikan koulutusohjelma

2018

UUC 505 POTKURILAITTEEN HUOLLON TEHOSTAMINEN

Kujanpää, Arvi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2018
Ohjaaja: Juuso, Jarmo Dip.Ins
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 1

Asiasanat: UUC, azimuth, kunnonvalvonta, huolto, suunnittelu

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää onko UUC 505 potkurilaite huollettavissa samalla tavalla kuin koko luokkaa pienempi UUC 455.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää mitä nostoapuvälineitä ja työkaluja huollon suorittaminen tarvitsee. Tässä opinnäyte työssä tutkittiin huollon mahdollisuutta samoilla ohjeilla huoltomiesten työn helpottamiseksi. Haasteena oli haastava markkinatilanne.

Opinnäytetyön aikana tutustuttiin UUC 455 potkulaitteen nostoapuvälineisiin ja työkaluihin sekä selvitettiin niiden potentiaalista käyttömahdollisuutta. Tämä työ tehtiin vuosien 2015-2018 välisenä aikana.

Työn tuloksena saatiin selville, että huolto on mahdollista uusien nostoapuvälineiden ja työkalujen avulla.

IMPROVING UUC 505 THRUSTERS SERVICE

Kujanpää, Arvi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in machine and production technology

January 2018

Supervisor: Juuso, Jarmo Msc

Number of pages: 35

Appendices: 1

Keywords: UUC, azimuth, condition monitoring, service, design

The purpose of this thesis was to find out if UUC 505 thrusters service is possible to conduct with UUC 455 instructions.

The subject of this thesis was to go through what lifting equipment and tools job requires. The thesis studied if it is possible to do service with same instructions to help service engineers. Major challenge for this thesis was challenging markets in off-shore industry.

The thesis researched what tools are in use of UUC 455 service and potential use of those. The thesis was carried out between years 2015 and 2018.

Result of the thesis was that service is possible with help of new tools and lifting equipment.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tavoite	7
2	YRITYS ESITTELY	8
2.1	Rolls-Royce Aerospace.....	8
2.2	Rolls-Royce marine	9
2.2.1	Rolls-Royce Oy Ab	9
2.2.1.1	Rolls-Royce Oy Ab tuotteet	10
3	KUNNOSSAPITO	15
3.1	Kunnossapidon merkitys.....	15
3.1.1	Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan	17
3.2	Kunnossapito toiminta Rolls-Roycella	17
4	KUNNONVALVONTA	19
4.1	Kunnonvalvonnan merkitys	19
4.2	Kunnonvalvonta tavat ja laitteet	20
4.3	Kunnonvalvonnan hyödyt.....	21
5	HUOLTOTYÖN SUUNNITTELU JA PARANTAVA SUUNNITTELU.....	23
5.1	Huoltotyön suunnittelu	23
5.2	Parantava suunnittelu	24
6	TYÖN SUORITTAMINEN	26
6.1	UUC 505 huolto.....	26
6.2	UUC 455 huolto.....	27
6.3	UUC 505 huoltamisen ongelma kohdat.....	27
6.3.1	Akselin tuenta ja lukitus.....	28
6.3.2	Pinion akselin irrottaminen	31
6.4	Upgrade suunnittelun avulla ratkaistavat ongelmat.....	32
7	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on perehtyä UUC 505 potkurilaitteen huoltoon ja sen kehittämiseen. Tällä hetkellä huollot suoritetaan paikoissa, joissa se on mahdollista, mutta tarkoitus olisi, että tarvittavat huoltotoiminnot voitaisiin suorittaa lähempänä asiakasta. Täten voitaisiin unohtaa turha logistiikkaan kuluva aika ja huollot pystyttäisiin suorittamaan nopeammin. Tämä on erittäin tärkeitä asiakkaan omien toimintojen jatkuvuuden kannalta.

Huollon toiminnot suorittavat ammattitaitoinen henkilöstö. Kun toiminnan halutaan tapahtuvan monessa maassa ja erilaisissa tiloissa, asettaa se haasteita huollon suorittamiseen, joka kerta samalla tavalla sekä työturvallisuuden ylläpitämiseen.

Opinnäytetyö tehtiin Rolls-Royce Oy Ab:n huolto-osaston Engineering teamille. Työnvalvojana toimi Mikko Knuuti.

1.1 Työn tavoite

Työn tavoitteena on selvittää, mitä nostoapuvälineitä ja työkaluja tarvitaan, että UUC 505 potkurilaitte olisi huollettavissa samalla tavalla kuin UUC 455. Lisäksi kartoittaa, kuinka huollon tarvetta pidetään yllä esimerkiksi kunnonvalvonnan avulla.

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää ratkaisut jo löydettyihin ongelmakohtiin ja jaloistaa huoltotoimintoja siten, että jatkossa mahdollisia uusia ongelmakohtia ei ilmaantuisi. Kuten jo mainittiin, niin huollon toiminnot halutaan tapahtuvan asiakkaan lähellä eli eripuolilla maailmaa, täten opinnäytetyön tavoitteena on löytää tapa, jolla huollot voitaisiin suorittaa samalla tavalla riippumatta vaihtuvan toimipaikan tuomisesta rajoituksista. Lisäksi työturvallisuuden on säilyttävä toimipaikan vaihtamisesta riippumatta.

2 YRITYS ESITTELY

Rolls-Royce PLC on englantilainen pörssi-yhtiö. Se on kehittynyt Henry Roycen perustamasta mekaniikka- ja sähköyhtiöstä, joka perustettiin vuonna 1884. Nykyään Rolls-Roycella on toimintaa lähes jokaisella mantereella. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Englannissa. Yritys työllistää yli 49900 henkilöä 50 eri maassa. Liikevaihto vuonna 2016 koko konsernilla oli 14 955 miljoonaa puntaa. (Company Profile. 12/2017. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

Rolls-Royce PLC ilmoitti 17.1.2018, että se tulee keskittymään nykyisen viiden liiketoiminta-alueen sijaan kolmeen liiketoiminta-alueeseen: Civil aerospace(siviili-ilmailu), Power Systems(voimajärjestelmät) ja Defence(puolustus). Vanha Nuclear(ydinvoima) jakautuu Defence ja Power systems yksiköihin. Commercial marine(kauppalaiva) yksikkö tullaan todennäköisesti myymään.

2.1 Rolls-Royce Aerospace

Ilmailu-alalla Rolls-Royce on ollut mukana siitä lähtien, kun Henry Royce suunnitteli ensimmäisen lentokoneen moottorin, Eaglen vuonna 1914. 1920-luvun loppupuolella yhtiö kehitti niin sanotun R-moottorin, joka rikkoi maailmanennätysnopeuden ilmassa vuonna 1931. R-moottori antoi Rolls-Roycella hyvän pohjan kehitellä Merlin lentokonemoottorin, jonka kysyntä nosti yhtiön suureksi kilpailijaksi lentokonemoottori markkinoilla. Vuonna 1944 Rolls-Royce otti käyttöön Welland moottorin Iso-Britannian ensimmäisessä suihkuturbiini hävittäjässä Gloster Meteor:issa. Sodan jälkeen yhtiö omistautui suihkuturbiineille, joista heillä oli teknologinen johtoasema markkinoilla Welland moottorin ansiosta. Rolls-Roycen astuminen mukaan siviili-ilmailu puolelle vuonna 1953 antoi kansan hyväksynnän suihkuturbiinien käyttöön lentokone-alalla. Tämän jälkeen Rolls-Royce:en on fuusioitunut monta eri ilmailualan yritystä ja osavaan henkilöstö määrän kasvaessa ovat he voineet kehittää uusia ja tehokkaampia moottoreita.

(Company Profile. 12/2017. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

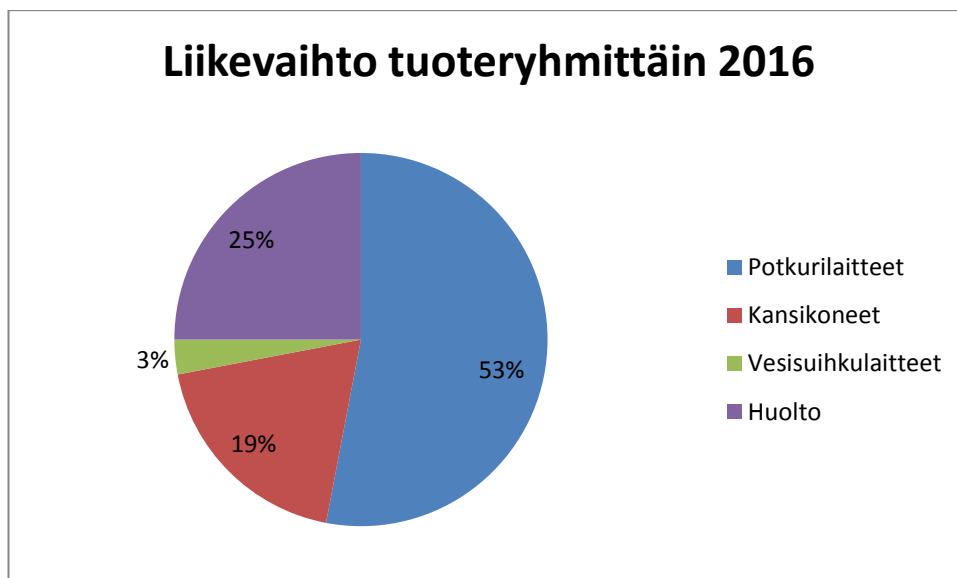
2.2 Rolls-Royce marine

Meriteollisuudessa Rolls-Royce:n katsotaan olleen mukana jo vuodesta 1849, jolloin perustettiin Ruotsiin Mekaniska Verkstad. Mekanista Verkstad oli Kamewan edelläkävijä ja nykyisellään se tunnetaan nimellä Rolls-Royce AB.

2.2.1 Rolls-Royce Oy Ab

Rolls-Royce Oy Ab nimi otettiin käyttöön 17.7.2000, mutta toimipaikan historia on alkanut jo 1940-luvulla joilloin valmistettiin ensimmäiset RAUMA-vintturit. Vuonna 1965 valmistettiin ensimmäinen AQUAMASTER-potkurilaite. Vuonna 1988 Holming Oy:n Aquamaster konepaja ja Rauma-Repolan kansikonetehtaan toiminnot yhdistettiin ja nimeksi liitolle tuli Aquamaster-Rauma Oy. Pörssiyhtiö Vickers PLC osti Aquamaster-Rauma Oy:n 1995 ja tämä johti läheiseen yhteistyöhön KAMEWA AB:n kanssa. Kolme vuotta myöhemmin nimi muuttui Kamewa Finland Oy:ksi. Osaksi Rolls-Royce konsernia Kamewa Finland Oy tuli vuonna 1999 kun Rolls-Royce osti Vickers-konsernin, kaupan mukana tuli myös Vickersin aikaisemmin samana vuonna ostama kilpailija Ulstein. Rolls-Royce Oy Ab:hen fuusioitui Kokkolassa toimiva FF-jet, joka valmistaa vesisuihkulaitteistoja. (Company Profile. 12/2017. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

Suomessa tehtävien potkuri- ja vesisuihkulaitteiden pääasiallinen markkina-alue on ulkomailla. Viennin osuus tuotannosta on 99%. Liikevaihto vuonna 2016 oli 324 miljoonaa euroa. Vienti painottuu pääasiallisesti Aasian suunnalle, mutta vientiä on myös Pohjois- ja Etelä-Amerikkaan sekä Eurooppaan. Raumalla työskentelee 491 henkilöä ja Kokkolassa 76 henkilöä.



kuvio 1. liikevaihdon jakautuminen tuoteryhmittäin 17.1.2018. (Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

Rauman toimipiste on maailman johtava 360-astetta kääntyvien potkurilaitteiden valmistaja. Laitteita käytetään pääasiallisesti hinaajissa, offshore huoltoaluksissa sekä maantielautoissa. Markkinointi, myynti, suunnittelu, huolto, koulutus ja tuotanto ovat Raumalla tapahtuvia toimintoja potkurilaitteiden osalta.

Vintturijärjestelmien markkinointi, myynti ja suunnittelu tapahtuvat Raumalla. Valmistus Rolls-Roycen omistamilla tehtaissa Puolassa ja Koreassa. Pääasialliset sovel-luskohteet ovat hinaus- ja ankkurointijärjestelmät. Viennin osuus on noin 95% tuotannosta.

Toinen Rolls-Roycen Oy Ab:n tuotantolaitos Suomessa on Kokkolassa, jossa valmistetaan vesisuihkulaitteita. Kokkolassa valmistettavia laitteita voidaan käyttää jopa 4200 hevosvoimaisten moottoreiden kanssa. (Company Profile. 12/2017. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

2.2.1.1 Rolls-Royce Oy Ab tuotteet

Raumalla valmistettavat tuotteet ovat potkurilaitteita tai niiden käyttöön tarvittavia laitteistoja. Laitteet voidaan jakaa neljään ryhmään, US potkurilaitteet, UL potkuri-

laitteet, UUC potkurilaitteet ja Contaz potkurilaitteet. Potkurilaitteet koostuvat kolmesta kokoonpanosta, ylävaihte, väliosa ja alavaihte.

US potkurilaite on perinteisen tyylinen 360 astetta kääntyvä potkurilaite. Saatavilla on monta erilaista konstruktiota, esimerkiksi säätösiipipotkurilla tai monoblock tyyppin potkurilla. US-potkurilaitteita on saatavilla tehoalueella 250kW-5000kW.



Kuva 2. US potkurilaite (Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

UL potkurilaite on alavaihteeltaan samanlainen kuin US potkurilaite. UL potkurilaitte eroaa kuitenkin siten, että se on mahdollista nostaa laivan rungon sisälle kun sitä ei käytetä. UL laitteet ovat tehoiltaan 350kW-3700kW.



Kuva 3. UL potkurilaite (Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

UUC potkurilaitteen UUC lyhenne tarkoittaa Underwater Unit Complete, eli laite on asennettavissa kokonaisuutena veden alla. Tämä toiminto on tehnyt UUC laitteesta erittäin suositun offshore alalla. UUC laitteet ovat suurimpia Raumalla tehtäviä potkurilaitteita. Tehoiltaan ne ovat 2000kW – 6500Kw.



Kuva 4. UUC potkurilaitte (Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

Contaz laitteella tarkoitetaan laitetta, jossa on kaksi vastakkaisiin suuntiin pyörivää potkuria.

Laitteen hyviä puolia ovat sen tehokkuus sekä sen tuottamat vähäiset värähtelyt ja äänet. Tehoiltaan Contaz laitteet ovat 2200kW – 4500kW.



Kuva 5. Contaz potkurilaite (Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

Kaikkiin laite kokoihin on alettu asentamaan kunnonvalvontajärjestelmiä jotka valvovat laakereita ja hammaspyöriä sekä antavat tärkeää tietoa laitteen toiminnasta.

Raumalla toteutetaan tarvittavien ohjausjärjestelmien suunnittelu. Ohjausjärjestelmät mahdollistavat kokonaislaatuisten toimitusten tekemisen yhdeltä toimipisteeltä. (Potkurilaitteet 2016. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

3 KUNNOSSAPITO

”Kunnossapito tulee olemaan entistä enemmän tärkeämmässä asemassa tehtäessä ratkaisuja yritysten tuottavuuden ja kannattavuuden parantamiseksi” (Tetsonen ym. 1985, 9). Tehtaiden ja tuotantolaitosten halutaan toimivan ilman käyttökatoja, joten kunnossapidon ennakkointiin kiinnitetään nykyään entistä enemmän huomiota. Kun ennakkointi on kunnossa, pystytään mahdollisiin laiterikkoihin varautumaan tai jopa ennalta ehkäisemään ne.

Tämän päivän tehtaat ja tuotantolaitokset ovat vahvasti konepohjaisia ja automatisoituja. Laitteistojen hinnat ovat korkeat, joten ennakoiva kunnossapito on erittäin tärkeää. Jos ennakoiva kunnossapito toimii tehokkaasti, laitteistojen toimintavarmuus ja käyttöikä kasvavat. Myös mahdollisten varaosien tarvitseminen pystytään ennakoimaan.

3.1 Kunnossapidon merkitys

Kunnossapidon pääasiallisena tarkoituksena on pitää tuotantolaitoksen koneet ja laitteistot siinä kunnossa, että käyttökatoja tai odottamattomien laiterikkojen ei tapahdusi. Huolellinen kunnossapito lisää laitteen käyttöikää ja parantaa laitteen kanssa työskentelevien työturvallisuutta, kun voidaan olla varmoja siitä, että laite toimii moitteettomasti. Myös tuotettavien tuotteiden laatu säilyy samanlaisena, kun laitetta pidetään aktiivisesti kunnossa. Standardi SFS-EN 13306 jakaa kunnossapidon kahteen osa-alueeseen, ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon

Ehkäisevää kunnossapitoa on monenlaista. Jaksotetulla kunnossapidolla tarkoitetaan kunnossapidollisia toimia, joissa laite tarkastetaan ja tarpeen vaatiessa huolletaan määrättyin väliajoin. Sen lisäksi laitteessa voi olla kunnonvalvontajärjestelmä, joka antaa reaaliaikaista tietoa laitteen kunnosta. Jos kunnonvalvontajärjestelmä havaitsee laitteessa epänormaaleja muutoksia, voidaan jaksotettu huolto aikaistaa ja näin ehkäistä laitteen totaalinen rikkoutuminen. Ehkäisevään kunnossapitoon katsotaan myös kuuluvaksi kuntoon perustuva kunnossapito ja ennustava kunnossapito. Kun-

toon perustuvan- ja ennustavan kunnossapidon merkittävänä apuvälineenä toimii laitteen mahdollinen kunnonvalvontajärjestelmä.

Korjaavassa kunnossapidossa laite todetaan rikkoutuneeksi tai olevan vaarallinen sitä operoiville henkilöille tai ympäristölle. Tällöin laite huolletaan takaisin kuntoon, siten että se toimii moitteetta ja ei aiheuta vaaraa henkilöstölle. Korjaavaa kunnossapitoa pyritään ehkäisemään, koska yleensä se tarkoittaa tuotannon katkoksia ja näin ollen negatiivista vaikutusta yrityksen liikevaihtoon.

Tämän päivän yritykset laativat niin kutsutun kunnossapitosuunnitelman. Se sisältää huolto-ohjeet sekä huollettavien kohteiden tiedot. Kunnossapitosuunnitelman avulla yrityksen on helpompi määrittää varaosien ja huoltohenkilöstön tarve sekä optimaalinen ajankohta huoltojen suorittamiseen. Kunnossapitosuunnitelman ohella tärkeässä osassa on huoltotöiden suunnittelu. Hyvällä suunnittelulla huollon suorittajilla on kaikki tarpeelliset vara-osat sekä fasilitetit käytettävissä ja huolto tapahtuu nopeasti. Kunnossapidon yhteydessä laitteistoihin voidaan asentaa päivitettyjä komponentteja. Usein päivitettyjen komponenttien asennus tapahtuu koska laitteessa on huomattu olevan joku toistuva vika, silloin vikaantuva kohde korvataan päivitettyllä komponentilla ja kunnossapidon tarve parhaimmassa tapuksessa vähenee. Täten kunnossapidon merkitystä voidaan perustella tärkeäksi myös taloudellisilla tekijöillä.

Nykyään tehtaat ovat vahvasti automatisoituja ja koneet tekevät suurimman osan töistä. Tämän vuoksi tehtaiden prosesstosta huolehtivien työntekijöiden määrä on vähentynyt toisaalta huoltohenkilöstöä tarvitaan päinvastoin enemmän. Tuotantolaitokset suosivat ennakoivaa kunnossapitoa korjaavaa kunnossapitoa enemmän, koska ennakoimalla ja huolellisella suunnittelulla työt hoituvat nopeasti ja tuotantoon ei tule katkoksia. Tärkein asia kunnossapidon kannalta on kuitenkin se, että jokainen hoitaa oman osansa, riippumatta siitä onko henkilö huoltomies vai koneenkäyttäjä. (Järvio, Lehtiö 2012, 17-29) (Tetsonen ym. 1985, 25-26)

3.1.1 Kunnossapidon vaikutus liiketoimintaan

Huolellinen kunnossapito vaikuttaa yrityksen imagoon positiivisella tavalla. Tuotantolaitoksen jatkuva toiminta tuo luotettavuutta, että tilatut tuotteen tulevat ajallaan. Yritykselle itselleen tämä tarkoittaa positiivista vaikutusta liikevaihtoon. (Tetsonen ym. 1985, 25-26).

Työturvallisuus on joka päivä tärkeämmässä asemassa, kunnossa olevat laitteistot, jotka toimivat kuten niiden pitää, ovat usein turvallisia. Joskus tilaava osapuoli vaatii saada selvityksen toimittavan yrityksen työturvallisuustilanteesta. Lisäksi, jos tuotantolaitoksessa on kone, jota ei ole pidetty kunnossa, on se selvä riskitekijä tilaajan tullessa vierailulle toimittajan luokse. Tilaaja ei jätä tilausta yritykselle, jonka hän kokee laiminlyövän työturvallisuusasioita.

Kunnossapitokustannukset ovat yksi yrityksen suurimmista kulueristä. Tämän takia kunnossapidon tarve pyritään suunnittelemaan mahdollisimman tarkkaan. Viivästykset huoltojen yhteydessä voivat johtaa suuriin kustannuksiin. (Järvio, Lehtiö 2012, 17-20, 27-29)

3.2 Kunnossapito toiminta Rolls-Roycella

Huolto-organisaation on pystyttävä toimimaan nopeasti. Rolls-Roycellä on huoltomiehiä ympäri maailman. Huoltomiehet lähetetään asiakkaan pyynnöstä korjaamaan tai tarkastamaan laitteisto. Jos kyseessä on laajamittainen huoltotyö, niin silloin kyseisen laitteen tuotantolaitokselta paikalle saapuu huoltomies/projektinvetäjä, jolla on vahvempi laitetuntemus kuin paikallisilla huoltomiehillä.

Huoltomiehiä koulutetaan tuotantolaitoksissa. Jokaisella tuotantolaitoksella on oma koulusosasto joka vastaa siitä, että verkostossa työskentelevillä henkilöillä on riittävä laitetuntemus huollettavasta kohteesta. Kursseja suorittaessa huoltomiehet saavat pätevyystason ja sen mukaan määritetään minkä asteisiin töihin he voivat itse lähteä ja mihin he tarvitsevat mukaan tuotantolaitokselta kokeneemman henkilön. Huolto-

miesten koulutusta kehitetään jatkuvasti ja tulevaisuudessa pyritään siihen, että jokaisella maanosalla olisi riittävä osaaminen toimia itsenäisesti.

Rolls-Roycella on 24/7 päivystys, josta huoltomiehet tarpeen tullen saavat tietoja ja piirustuksia kellon ympäri.

Huollettavat kohteet tai ympäristö voivat joskus olla haastavia. Näin ollen huoltomiehillä on mukanaan omat työkalut ja usein tämä on jopa pakollista, koska joidenkin laitteistojen huoltamiseen tarvitaan varta vasten tehtyä työkaluja. Joskus ympäristö on yksinkertaisesti sellainen, että huoltoa ei pysty kohteessa suorittamaan, tällöin huollettava kohde siirretään paikkaan, jossa se voidaan turvallisesti huoltaa. Tämä on kuitenkin hyvin harvinaista, koska Rolls-Royce pyrkii suunnittelemaan huollot ja huollon tarvitseman tilan huolellisesti. Rolls-Royce pyrkii aina toimimaan siten, että työntekijät ovat ajantasalla työturvallisuusasioissa ja, jos kohteessa on poikkeamia, niin niistä raportoidaan välittömästi.

4 KUNNONVALVONTA

Kunnonvalvontaa on monenlaista. Yksinkertaisimmillaan kunnonvalvonta on laitteistojen tarkastamista näkö- sekä kuulohavaintojen perusteella. Kunnonvalvonnan kehittyessä on siihen tullut mukaan elektronisia komponentteja, jotka tutkivat reaaliaikaisesti ennalta määrättyä kohteita. Anturit ja laskurit reagoivat parametrien muutokseen ja antavat tiedon eteenpäin valvomoon tai huoltohenkilökunnalle. Kunnonvalvonnasta saatava tieto on tärkeää, kun tehdään huoltosuunnitelmia, tai laitteistoja uusitaan. Huolellisella tietojen tarkastelulla pystytään parantamaan laitteistoja ja ehkäisemään, ettei vanhoja virheitä toisteta.

4.1 Kunnonvalvonnan merkitys

Kunnonvalvonnan avulla pystytään ennakoimaan huollontarvetta ja parhaimmillaan ehkäisemään laitteistojen totaalinen rikkoontuminen. Valvontajärjestelmä antaa reaaliaikaista tietoja laitteiston kunnosta ja näin ollen varautuminen huoltoon on nopeaa ja ennakoivaa. Varaosat ja vaadittavan huoltohenkilöstön varaaminen onnistuu etukäteen. Tuotantokatkoksista tulee lyhempiä, kun tiedetään mitä osia laitteeseen tarvitsee vaihtaa ja ne ovat valmiiksi tilattuna huollon alkaessa.

Reaaliaikainen kunnonvalvonta antaa tiedon, jos jokin ennalta määritetty parametri poikkeaa annetuista raja-arvoista. Tällöin tiedetään, että laitteessa on vika ja laitteiston sammuttaminen, ajaminen alennetuilla tehoilla tai huoltaminen pystytään toteuttamaan ennen kuin totaalinen rikkoutuminen tapahtuu. Laitteen sammuttaminen on tärkeätä yhden osan rikkoentuessa, koska se voi hajotessaan levittää partikkeleita tai likaa muualle laitteistoon ja tällöin huoltoon tarvittavat varaosat kasvavat määrällisesti ja aikataulu venyy.

Kunnonvalvonnasta tulevat tiedot tutkitaan ja arkistoidaan tulevaisuuden varalle. Sarjatuotannossa kunnonvalvonnan asennus tuotettaviin laitteisiin on hyvä asia, koska laitteessa voi olla suunnitteluvirhe. Tuotetuiden laitteiden kunnonvalvonnasta saadut tiedot kerätään yhteen, jos jokaisesta löytyy sama muutos samassa kohdassa, niin se pystytään korjaamaan korjaavalla suunnittelulla. Saatujen tietojen analysointi

myös uudispuolen suunnittelussa on tärkeää, sillä tiedetään ennalta, että mitkä konstruktiot eivät toimi kyseisessä kohteessa. (Tetsonen ym. 1985, 23 - 29)

4.2 Kunnonvalvonta tavat ja laitteet

Kuten jo on mainittu, kunnonvalvontaa voidaan suorittaa monella tavalla. Osa on yksinkertaisia ja osa vaatii paljon oheislaitteita ja laitteistoja toimiakseen. Jokaisen kunnonvalvonnan pohjana ovat kuitenkin yksinkertaisimmat tavat ja näiden lisäksi laitteissa voi olla kehittyneempiä järjestelmiä.

Yksinkertaisin ja halvin tapa suorittaa kunnonvalvontaa on aistien varaiset tarkastukset. Tällöin laitteisto tarkastetaan kuulo-, näkö- ja hajuaistin perusteella. Niiden avulla tehtyjen havaintojen avulla pystytään karkeasti havaitsemaan mahdollinen vikaantumisen. Tämän kaltainen tarkastelu ei kuitenkaan anna selvää kuvaa laitteen kunnosta tai siitä kuinka mittava toimenpide on laitteen huoltaminen todellisuudessa. Vasta laitetta avatessa selviää kuinka pahoin laite on vikaantunut.

Huomattavasti hintavampi, mutta tarkempi tapa tehdä kunnonvalvontaa on käyttää antureita ja mitata fysikaalisia perussuureita sekä värähtelyjä. Yleisin mitattava suure on lämpötila. Laitteissa, joissa on hydraulikka tai nestelinjoja valvotaan paineen- ja virtausten muutoksia. Värähtely- ja kiihtyvyydestarkastelua käytetään erityisesti laakereiden ja akselien kunnonvalvonnassa. Mittaukset on mahdollista suorittaa kiinteillä asennuksilla tai mittaustiimi tulee mittaamaan tarvittavat kohteet määritellyin väliajoin.

Öljyn kunnonvalvonnassa laitteessa voi olla kiinteänä öljyanalysaattori tai laitteesta otetaan määrätyn väliajoin öljynäyte, joka analysoidaan. Analyysissa tarkastellaan partikkelien kokoa ja määrää, veden- ja muiden aineiden pitoisuuksia sekä viskositeettiä. Öljylle on ennalta määriteltävä vaadittava puhtausluokka. Jos analyysin pohjalta öljy ei ole tarpeeksi puhdasta on se vaihdettava. Tasaisin väliajoin otettava öljynäyte antaa hyvän kuvan laitteen kunnosta, jos tiettyjen partikkelien määrä nousee radikaalisti lyhyen ajan sisällä, voidaan olettaa, että laitteessa on vika.

Kunnonvalvonnaksi luokitellaan myös ainetta rikkomaton testaus, eli NDT-testaus. Kyseisellä toiminnolla tarkoitetaan sitä, että laitteen osia tarkastellaan niitä rikkomatta. Toiminnot voidaan suorittaa tunkeumaneste-, röntgen tai ultraäänitarkastelulla. Tunkeumanestetarkastelu antaa kuvan tutkittavan kohteen pinnallisista epäjatkuvuuskohdista. Röntgen- ja ultraäänitarkastelu antaa tietoja myös esimerkiksi akselin sisällä olevista hiusmurtumista. Testaaminen on hyvin yleistä akseleille ja voimaa siirtäville komponenteille huoltojen aikana. (Ansaharju 2009, 300-303) (Tetsonen ym. 1985, 35-100)

Aistien varaisen tarkastelun tukena voidaan käyttää kameroita, mikä mahdollistaa myös tarkastelun etänä. Kamerat välittävät myös ääntä ja infrapunakameroilla voidaan tarkastella lämpötiloja. Kameran antamat tiedot ovat kuitenkin hyvin pinnallisia. Kunnonvalvonnan apuna käytetään myös antureita. Antureita on saatavilla monenlaisia. Öljytankin pinnankorkeus- ja lämpötilaanturit ovat yleisempiä. Lisäksi laakerien läheisyyteen asennetaan värinä- ja kiihtyvyyssantureita. Ne antavat tiedon, jos laakerissa ilmaantuu epänormaalia värinää. Antureiden valvonta on mahdollista suorittaa etänä. Öljyn kunnonvalvonnan apuna käytetään öljyn analysointilaitteita. Tavallisimmin ne ovat automaattisia partikkelilaskureita, myös verkkotunkeuma periaatteella toimivia on saatavilla. Partikkelilaskuri voi sisältää myös vesianturin, jonka johdosta partikkelilaskuri analysoi myös veden määrää öljyssä. Sähköinen kunnonvalvonta tarvitsee myös tietokoneen, jolla saatu data analysoidaan ja jonne se varastoidaan myöhempää käyttöä varten.

4.3 Kunnonvalvonnan hyödyt

Kunnonvalvonnan toimiessa saadaan sen avulla tärkeitä tietoja laitteen nykykunnosta. Saatujen tietojen pohjalta voidaan tulevaisuudessa ennakoida paremmin laitteen tarvitsemat toimenpiteet. Kun kunnonvalvonta arkistoja on kertynyt tarpeeksi, voidaan niiden avulla tietää suhteellisen tarkasti, mikä osa laitteesta on menossa hajalle hälytyksen tullessa järjestelmään. Samaista tietopankkia voidaan käyttää hyväksi uudispuolen suunnittelussa. Näin vältetään jo ennalta huonoiksi tiedettyjen konstruktioiden toteutus. Huonojen ratkaisujen poistaminen jo suunnittelu pöydällä on suotavaa.

Kunnonvalvonta mahdollistaa ennakoinnin, joka vaikuttaa suoraan huoltokustannuksien vähentymiseen. Lisäksi, jos laitteistoista ei tule hälytyksiä ja säädetyt parametrit pysyvät tietyissä rajoissa, vältetään turhilta huolloilta. Kunnonvalvonnan avulla voidaan tarkasti määritellä, mikä osa on vaihtettava ja mikä taas on kunnossa.

Omalta osaltaan kunnonvalvonta vaikuttaa myös turvallisuuteen, laitteiden rikkoutuminen on aina riski työturvallisuudelle. (Ansaharju 2009, 301-303)

5 HUOLTOTYÖN SUUNNITTELU JA PARANTAVA SUUNNITTELU

Huoltotöiden suunnittelulla pyritään etukäteen määrittelemään huollon aikana tarvittavat resurssit. Hyvällä työn suunnittelulla huolto tulee suoritettua nopeasti ja tehokkaasti. Kun huolto on tehokasta, on se myös taloudellista.

Parantavalla suunnittelulla korjataan tai kehitetään jo olemassa olevien laitteiden konstruktiota. Yleisimpiä vikaantuvia kohtia suunnitellaan uudelleen, jotta kunnossapidon tarve vähenisi. Parantavalla suunnittelulla tähdätään siihen, että laite tulee tulevaisuudessa toimimaan pitkän ajan luotettavasti ja turvallisesti. Lähtökohtana parantavan suunnittelun aloitukselle on laitteen- tai työturvallisuuden parantaminen. (Tetsonen ym. 1985, 14.)

5.1 Huoltotyön suunnittelu

Huoltotyön suunnittelun lähtökohtana ovat aikaisemmat kokemukset ja raportit. Kokemusten perusteella pystytään ennalta määrittelemään tarvittavat resurssit ja aika työn suorittamiselle. Lisäksi myös tarvittavat ennakkovalmistelut tulee työtä suunniteltaessa kirjata ylös. Ennakkovalmisteluihin sisältyy henkilöstön tarve, tarvittavat työkalut, huolto-ohjeet sekä varaosat. (Järvio, Lehtiö 2012, 100, 103 - 106, 109) (Tetsonen ym. 1985, 31.)

Osaavan huoltotyöhenkilöstön tarve voi huoltotyöstä riippuen olla suuri tai pieni. Huoltotyön suunnittelua aloittaessa tulisi selvittää kuinka monta henkilöä kohteeseen tarvitaan. Kun suunnitelmat on tehty huolellisesti pystytään etukäteen varaamaan ja keskittämään tarvittava työvoima. Näin vältetään turhilta henkilöstökustannuksilta. Työvoimaa etukäteen varatessa tulee myös selvittää huoltohenkilöstön pätevyys. Pätevät työntekijät pystyvät toimimaan itsenäisesti ja turvallisesti, sekä voidaan olla varmoja siitä, että huolto onnistuu. Riittäväällä aikataululla huoltotyön suorittajilla on mahdollisuus tutustua huollettavaan kohteeseen etukäteen ja ilmoittaa mahdollisista

työturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä. Huoltotyön suunnittelija voi mahdollisuuksien mukaan jakaa työntekijöille huolto-ohjeita.

Huoltotyösuunnitelman yhtenä tärkeimpänä kohtana ovat varaosat. Varaosien saatavuus on selvitettävä etukäteen, jos varaosia aletaan hankkimaan liian myöhään voi huoltotyö myöhästyä. Huoltotyön myöhästyminen varaosien saatavuuden takia on valitettavaa, mutta yleistä. Kun varaosien saatavuus on selvitetty pystytään samalla varmistamaan, että tilattavat varaosat ovat varmasti oikeita. Jos toimittaja toimittaa väärän osan niin mahdollisesti se pystytään vaihtamaan oikeaan, ennen kuin se vaikuttaa huoltotyön aikatauluihin. Varaosien tilaaminen kesken huollon on kallista, koska toimittajat voivat vaatia lisämaksuja kiireellisestä toimituksesta.

Huoltotöiden jälkeen on työnjohtajien annettava raportti työn kulusta. Raportista tulee ilmi mahdolliset ongelmakohdat ja suunnitelmassa olevat puutteet. Raportteja käytetään hyödyksi uusien huoltotyösuunnitelmien laatimisessa. Kun raportteja on saatu kerättyä tarpeeksi, pystytään ennakoimaan paremmin huollossa tarvittavia resursseja. Raporteista ja työnjohtajien kommenttien pohjalta mahdolliset ongelmat kohdat voidaan suunnitella uudestaan. Raporttien vastaanottaja tai työnjohtaja tuo asian ilmi suunnittelijoille ja voi myös itse ilmaista mielipiteensä, miten ongelma kohtaa tulisi parantaa. Suunnittelijat tekevät parannukset ja seuraavan huollon yhteydessä parannukset toteutetaan ellei parannukset ole välttämättömiä suoritettavaksi välittömästi. (Järvio, Lehtiö 2012, 103 - 109) (Laine 2010, 44 - 45)

5.2 Parantava suunnittelu

Parantavalla suunnittelulla pyritään poistamaan laitteesta ennalta tiedettyjä vikakohdista tai työturvallisuuden kannalta riskin aiheuttavia tekijöitä. Parantavaa suunnittelua on kolmenlaista.

Vaihdetaan laitteessa olevat vanhat laitteistot uusilla muuttamatta laitteen suorituskykyä tai käytettävyyttä. Tämän kaltainen toiminta ei välttämättä tarvitse paljon suunnittelua. Kuitenkin uusien ja modernien laitteistojen asennus vanhojen tilalle saattaa vaatia muutoksia laitteen rakenteeseen. Tällöin suunnittelijan on tehtävä piir-

rustus, jossa tulee ilmi tarvittavat muutokset uusien osien asentamisen kannalta. Esimerkiksi laakerin vaihtaminen voi vaatia laakeripesien uudelleen koneistamisen. Uusien piirustuksien tekeminen on myös tarpeellista koska laitteeseen tämän jälkeen tilataan varaosia, niin tiedetään, että ne ovat uudet modernit komponentit, eivätkä vanhat jo pois käytöstä olevat.

Laitetta muutetaan siten, että se toimii luotettavasti ja turvallisesti kuitenkin suuremmin puuttumatta sen suorituskykyyn. Tällöin laitteen käytettävyyttä parannetaan esimerkiksi uusilla turvavälineillä tai optisilla lukulaitteilla. Laitteeseen luotettavuutta voidaan parantaa esimerkiksi parantamalla laakerien voitelua. Tarvittavien fyysisten muutosten tekeminen vaatii suunnittelijan tekemät piirustukset.

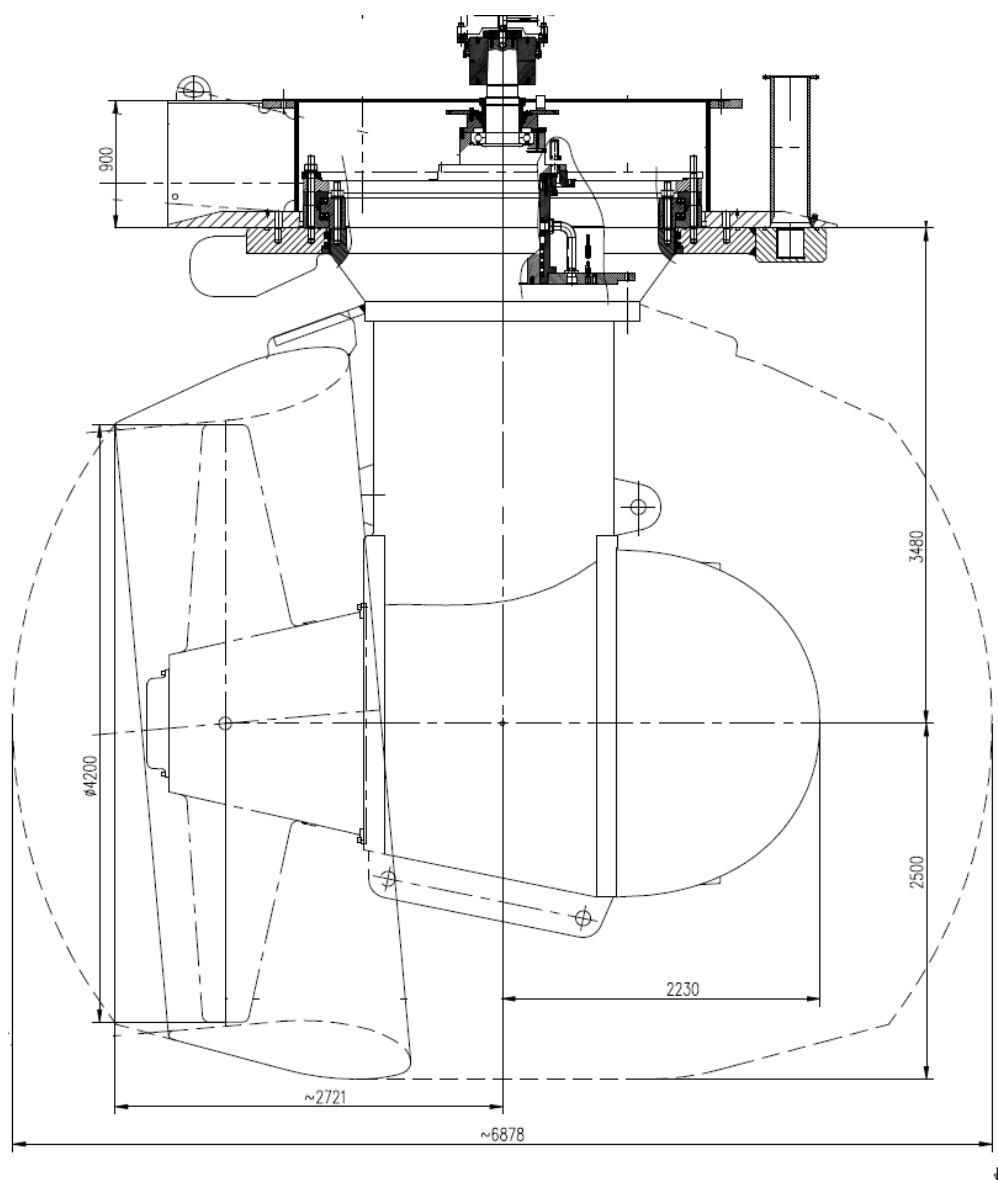
Laitetta muutetaan siten, että siitä tulee suorituskykyisempi, turvallisempi ja että sen toiminta-aika on pidempi. Tällöin laitteeseen asennetaan esimerkiksi tehokkaammat moottorit tai ohjausjärjestelmää uudistetaan. Laitteen ennalta tiedetyt vioille alttiit kohdat uudistetaan uusilla ratkaisuilla ja lisäksi asennetaan mahdollisesti kunnonvalvontajärjestelmä. Laite voidaan uudistaa myös siten, että sillä on mahdollista tuottaa erilaisia tai kokonaan uudenlaisia tuotteita. Modernisoidut laitteet vastaavat nykyaikaisia konetekniikan- ja työturvallisuusmääräysten vaatimuksia. Laitteiden uudistamisessa on aina tarpeellista tuottaa uudet piirustukset ja tarpeelliset ohjeet laitteen käytölle. (Ansaharju 2009, 299)

Aina laitetta muuttaessa tulisi ottaa huomioon huollettavuus tulevaisuudessa. Laitteen konstruktioa tulisi muuttaa siten, että se olisi helpommin huollettavissa. Lisäksi, jos konstruktio muutosten takia laitteen huollossa tarvitaan erikoistyökaluja, tulisi ne suunnitella samaan aikaan kuin itse modernisaatiot suunnitellaan.

6 TYÖN SUORITTAMINEN

6.1 UUC 505 huolto

Suurimman ongelmat UUC 505 potkurilaitteen huollolle aiheuttaa sen suuri koko. Potkurilaite painaa 65 tonnia. Potkurilaite on myös ulkomitoiltaan suuri. Tämän takia huollon täytyy tapahtua kohteessa, jossa on riittävästi tilaa ja nosturikapasiteetti on riittävä.



Kuva 6. UUC 505 potkurilaitteen ulkomitat. (Tekninen piirustus: 5158958-G-000, Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

Suuren koon ja työkalujen puuttumisen johdosta laite puretaan pystyssä. Laitteen huoltaminen kuitenkin haluttaisiin suorittaa samalla tavalla kuin kokoluokkaa pienemmän potkurilaitteen UUC 455 huolto. UUC 455 laitteita on valmistettu enemmän kuin UUC 505 laitteita. Huollon toteutuessa samalla tavalla voitaisiin mahdollisesti suunnitella työkalut, jotka sopivat useampaan potkurilaite kokoon. Myös ohjeet voitaisiin yhtenäistää niiltä osin kuin se on mahdollista.

6.2 UUC 455 huolto

UUC 455 potkurilaitteen vaakapurkaminen aloitetaan asettamalla potkurilaite sille suunniteltuun kehtoon. Tämän jälkeen potkurilaitteesta irrotetaan potkuri ja potkuriakselin tiiviste. Potkurin irrottamisen jälkeen laite käännetään suulake maahan päin ja tuetaan niin että alavaihteen yläosa on 90 asteen kulmassa maahan nähden. Tämän jälkeen potkurilaitteesta irrotetaan ohjauskoneet asianmukaista nostoapulaitetta käyttäen. Ohjauskoneiden irrottamisen jälkeen voimansiirto akseli lukitaan ja väliosan kokoonpano irrotetaan alavaihteesta. Väliosan kokoonpanon irrottamisen jälkeen alavaihteen sisällä on vielä pinjoni- sekä potkurin akselin kokoonpanot. Näistä kahdesta ensin poistetaan potkurin akselin kokoonpano, se sisältää potkurin akselin sekä lautaspöyrän. Viimeisenä poistetaan pinjoni akseli nostamiseen suunnitellulla työkalulla. UUC 455 potkurilaitteen purkaminen on nähtävissä LIITE 1:ssä.

6.3 UUC 505 huoltamisen ongelma kohdat

UUC 505 potkurilaitteen osalta suurimmat ongelma kohdat ovat:

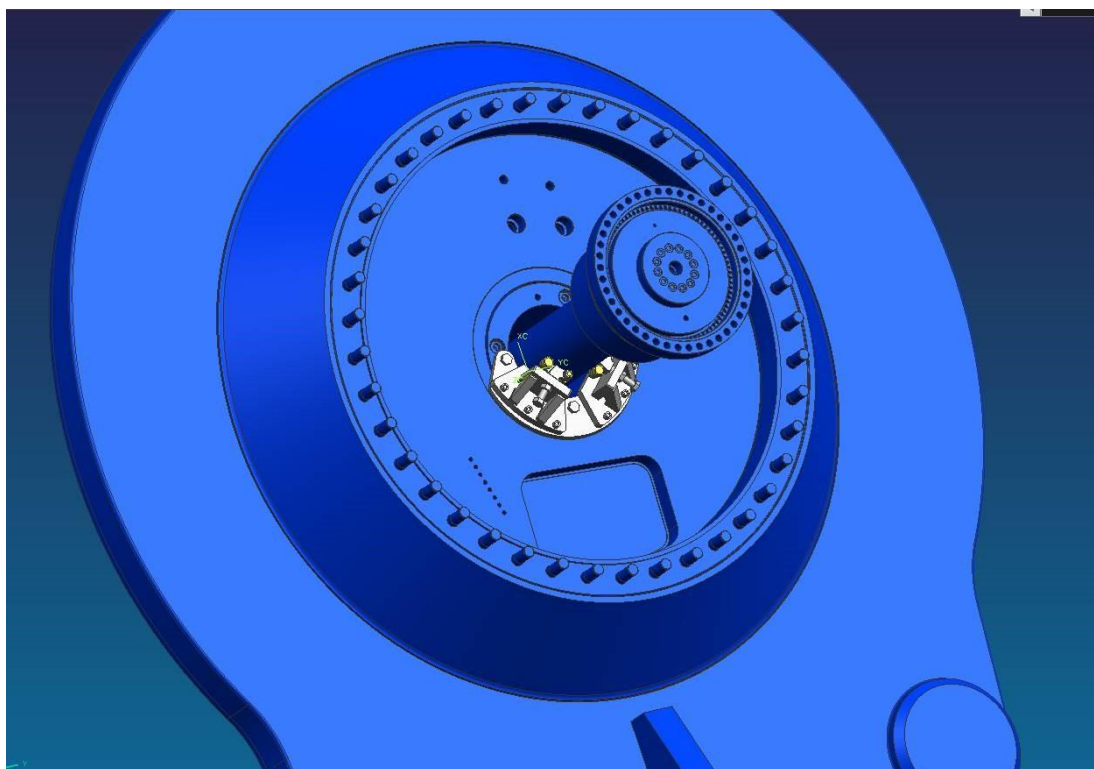
- Väliosan kokoonpanon irrottaminen, kun potkurilaite on vaakatasossa
- Pinjoni akselin irrottaminen
- Väliosan kokoonpanon purkaminen

Väliosan kokoonpanon irrottaminen vaakatasossa samalla tavalla kuin UUC 455 laitteella ei ole mahdollista ilman uusien nostoapuvälineiden ja työkalujen suunnittelua. Ensimmäisenä väliosan kokoonpanoa irrottaessa akseli tulee lukita ja tukea. Akseli on 2640mm pitkä ja siinä on kiinni hammaskytkin. Hammaskytkimen painosta sekä

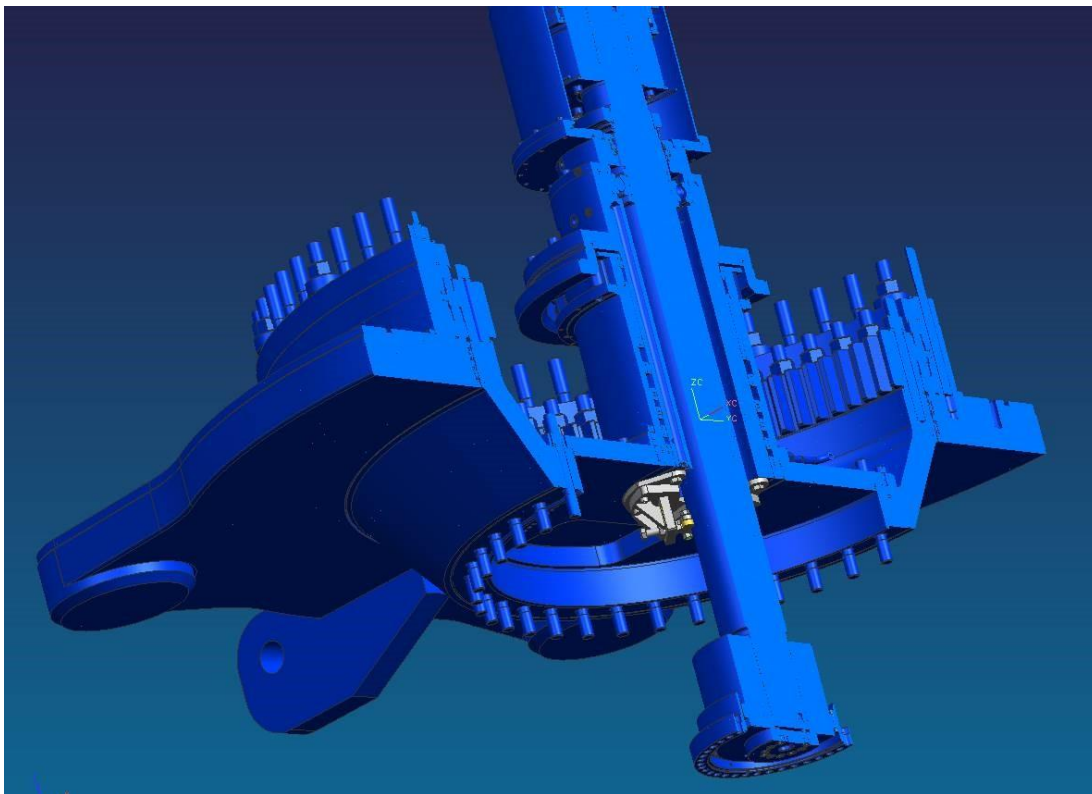
akselin pituudesta johtuen akseli taipuisi ilman tukea. Akselin taipuminen tulisi saada estettyä, ettei hammaskytkin vahingoitu laitetta purkaessa tai laitettaessa sitä takaisin kasaan.

6.3.1 Akselin tuenta ja lukitus

Jotta akselin tuenta tulisi oikeaan paikkaan, se tulee asentaa alavaihteen puolelta tiivisteholkin alapintaan. Akselin tuki viedään laitteen sisälle miesluukun kautta. Akselin tuennan tulee olla säädettävissä asentamisen helpottamiseksi ja oikeanlaisen tuennan saavuttamiseksi. Lisäksi tuennassa tulisi olla optio akselin pyörittämiselle, jos välisosan kokoonpanon takaisin asennuksen yhteydessä hammaskytkimen hampaat eivät ole kohdallaan. Akselin lukitus voidaan integroida akselin tukeen joko vetoliinalla tai ruuvilukituksella. Akselin tuen malli löytyy Windchill järjestelmästä piirustusnumerolla GDM000168908.

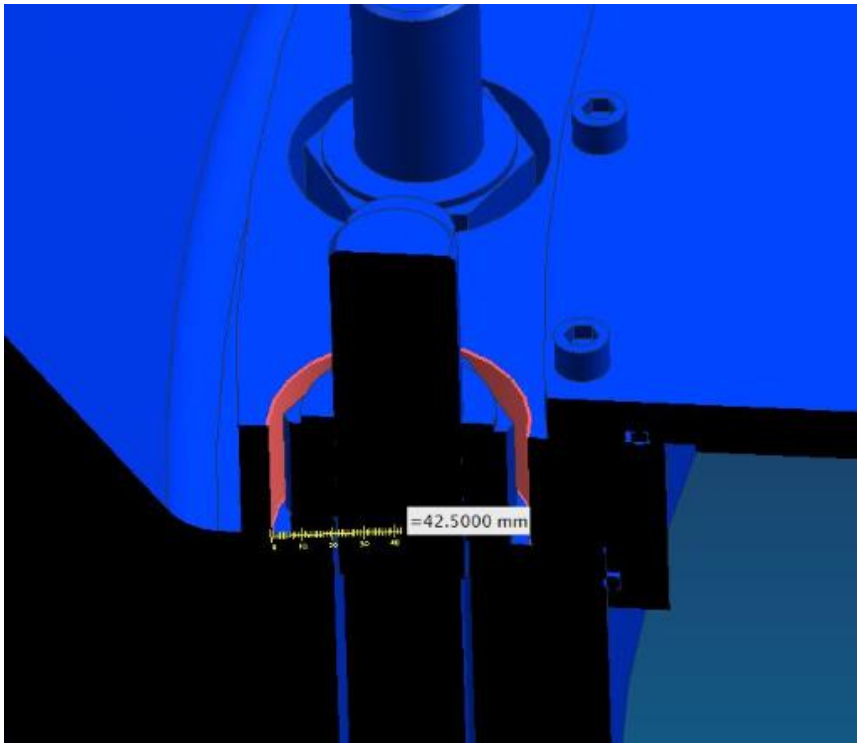


Kuva 7. Akselin tuenta

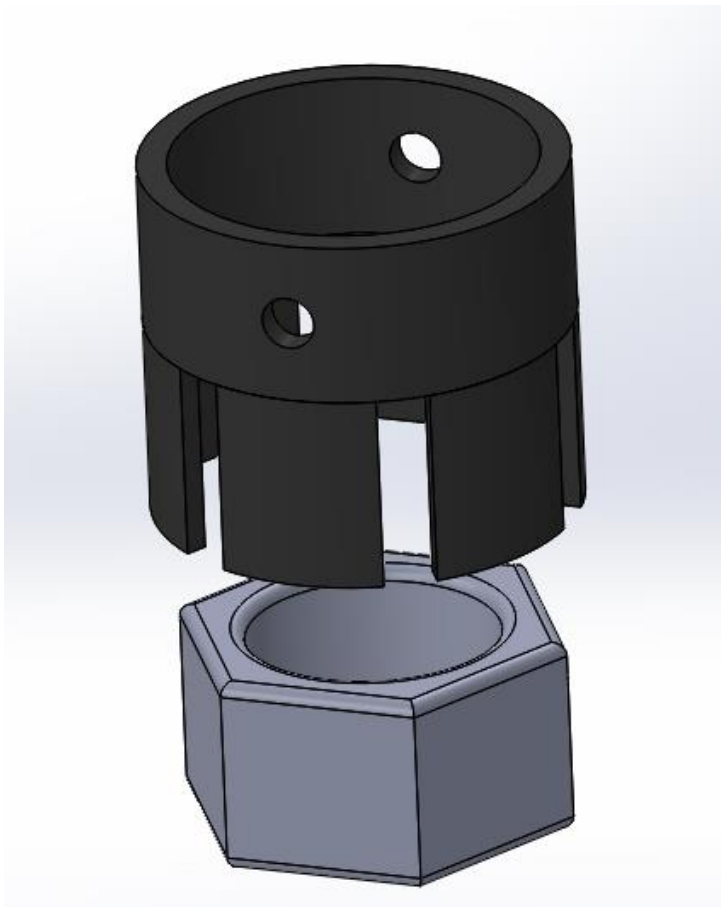


Kuva 8. Akselin tuenta

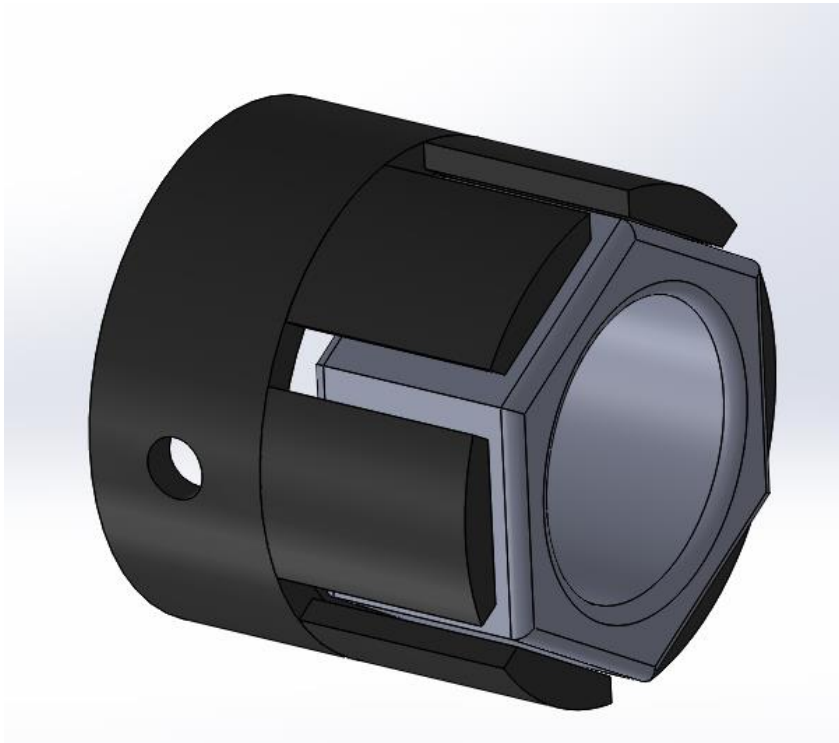
Väliosan kokoonpanon irrottamiseksi alavaihteesta tarvitsee ohjausputken sisällä sijaitsevat mutterit irrottaa. Vaarnaruuvit ovat kiinni alavaihteessa ja tulevat väliosaan ohjausputken sekä välilaitan lävitse. Mutterien irrottamiseen tarvitaan hydraulista tunkkia. Normaalin hydraulisen ruuvin venyttimen käyttäminen näiden mutterien aukaisuun ei kuitenkaan ole paras ratkaisu. Tunkin jalka ei mahdu välilaitan syvennykseen ja näin ollen mutterin kiristäminen on mahdollista, mutta turhan työlästä. Tunkki saisi olla konstruktioltaan samanlainen kuin ennenkin, mutta hylsy tulisi muuttaa erilaiseksi. Hylsyssä tulisi olla kynnet, jotka mahtuvat välilaitassa olevaan reikään. Kynnet tulisivat mutterin jokaiselle sivulle.



Kuva 9. UUC 505 välilaitan kiinnitys ohjausputkeen.



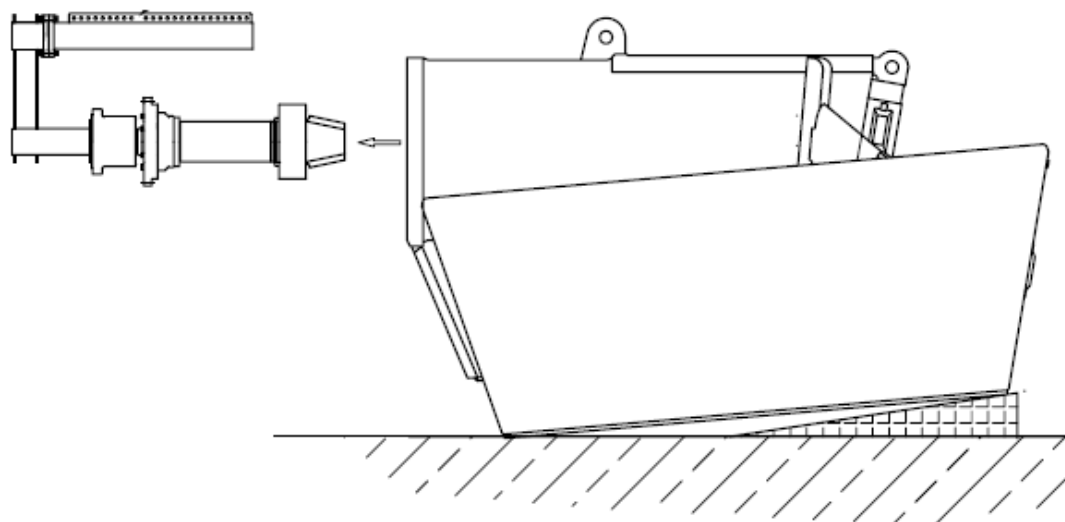
Kuva 10. Kynsihylsy



Kuva 11. Kynsihylsy

6.3.2 Pinjoniakselin irrottaminen

Pinjoniakseli poistetaan laitteesta viimeisenä. Akselin mukana poistetaan laakerit, laakeripesät sekä akselin päässä oleva coupling. Ongelmana on se, että akseli sijaitsee laitteen sisällä ja nosto ei onnistu suoraa ylhäältä päin. Näin ollen noston tarvitsee toteuta samalla tavalla kuin UUC 455 laitteessa.



Kuva 11. Pinjoniakselin poisto UUC 455 laitteesta nostotyökalun avulla (Tekninen piirustus: 9350652-B-000, Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta)

Uudessa nostolaitteessa voitaisiin käyttää hyödyksi UUC 455 pinjoniakselin nostotyökalua. Nostolaitteen vastapainot ovat vaihdettavissa, näin ollen voidaan suunnitella uudet vastapainot useammilla nostopisteillä ja painoa voidaan lisätä. Pinjoniakseli kiinnitetään nostotyökaluun couplingista. Coupling sijaitsee noin 750mm päässä alavaihteen yläpinnasta, joten työkalulle tarvitsee suunnitella jatkopala. Jatkopalan suunnittelussa voidaan ottaa huomioon nostettavan kohteen paino ja se, että se sijaitsee laitteen sisällä. Täten jatkopala suunniteltaessa voidaan konstruktiolla vaikuttaa noston painopisteeseen. Työturvallisuuden takaamiseksi nostolaitteisiin tulee hankkia CE-merkinnät.

6.4 Upgrade suunnittelun avulla ratkaistavat ongelmat

Jotta laite tulevaisuudessa olisi paremmin huollettavissa tulevaisuudessa, tulee välilevyä muokata. Välilevyyn täytyy koneistaa paikat korkkausruuveille. Välilevyn ja

ohjausputken sovitetta on muutettava väljemmäksi. Tällä hetkellä sovite on liian tiukka ja välilevyn poistaminen on mahdollinen työturvallisuus riski. Välilevyä voisi myös ohentaa, jotta voitaisiin käyttää normaalia hydraulisen tunkin hylsyä. Normaalien hylsien käyttö vähentäisi työkalujen määrän tarvetta.

7 YHTEENVETO

UUC 505 huolto on mahdollista samalla tavalla kuin UUC 455 huolto uusien nostoapuvälineiden ja työkalujen avulla. Nostoapuvälineitä suunniteltaessa voidaan käyttää avuksi jo valmiita nostoapuvälineitä, näin saadaan jo valmiina olevien nostoapuvälineiden koko hyöty käytettyä. Hydraulisen tunkin uuden hylsyn tilaaminen onnistuu tunkin toimittajan kautta, näin saadaan jo valmiiksi turvallinen ja laskettu tuote.

Tulevaisuuden kannalta joidenkin osien upgrade koneistus tulee helpottamaan huoltotöitä ja parantaa työturvallisuutta potkurilaitetta huollettaessa.

LÄHTEET

Järviö, Lehtiö. 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5.p. Helsinki: Copy-set Oy

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. 1. p. Kerava: Savion kirjapaino Oy

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. 1. p. Helsinki: WSOY oppimateriaalit Oy

Tetsonen, Heilala, Ilvonen, Kalaniemi, Nikula, Sara, Sjöblom, Vuotila, Kaartinen, Lahtela, Paasila & Vaarno. 1985. Kunnossapito ja käyttövarmuus. Jyväskylä: Gummerus Oy

Tekninen piirustus 9350652-B-000. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta

Tekninen piirustus 5158958-G-000. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta

Standard operating procedure UUC 455. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta

UUC 455 - Mechanical presentation. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta

Potkurilaitteet 2016. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta

Piirustuslista: UUC 505 Tools. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta

Company Profile. 12/2017. Rolls-Royce Oy Ab sisäinen tietokanta

LIITTEET

LIITE 1 sisältää Rolls-Royce Oy Ab:n kannalta salattavia tietoja, joita ei voida julkistaa julkaistavassa työssä.