



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)

# Hydraulisen satamanosturin kun- totarkastusohjelma

Kuntotarkastusohjelman määrittely

Juho Seppänen

Opinnäytetyö, kesäkuu 2023

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Kesäkuu 2023**  
**Konetekniikan koulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)  
Juho Seppänen

Nimeke  
Hydraulisen satamanosturin kuntotarkastusohjelma: Kuntotarkastusohjelman määrittely

Toimeksiantaja  
Mantsinen Group Ltd Oy

**Tiivistelmä**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli määrittää kuntotarkastusohjelma Mantsinen Group Ltd Oy:n valmistamille satamanostureille. Työn tarkoituksena oli selvittää, miten nosturi tarkastettaisiin niin, että nosturia olisi turvallista käyttää sekä saataisiin riittävä varmuus nosturin toimintakunnosta.

Työ toteutettiin tutustumalla Mantsinen Groupin satamanosturiin ja sen toimintaan asiakasympäristössä. Työtä varten haastateltiin Mantsinen Groupin asiakkaita sekä Mantsinen Groupin asiantuntijoita, minkä avulla saatiin määriteltä kuvaus kuntotarkastusraportille.

Työn tuloksena saatiin määrittely kuntotarkastusohjelmaa varten, jota voidaan hyödyntää tarkastusohjelman käyttöönotossa. Kuntotarkastusohjelma tullaan ottamaan käyttöön tämän määrittelyn pohjalta ja opinnäytetyön tuloksista voidaan määrittää tarkastuspohja sekä kouluttaa henkilökuntaa tarkastusohjelman käyttöä varten.

Kieli  
suomi

Sivuja 31  
Liitteet 2  
Liitesivumäärä 2

Asiasanat  
Kone, tarkastukset, kunnossapito



**THESIS**  
**June 2023**  
**Degree Programme in Mechanical Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author (s)  
Juho Seppänen

Title  
Hydraulic harbour crane's condition check plan

Commissioned by  
Mantsinen Group Ltd. Oy

Abstract

The purpose of this thesis was to determine the condition inspection program for manufactured by Mantsinen Group Ltd harbor cranes. The purpose of the work was to find out how to inspect the crane so that it would be safe to use and to get sufficient certainty about the crane's operational condition.

The work was carried out by getting to know Mantsinen Group harbour crane at customer field, interviewing Mantsinen Group's customers and specialists from Mantsinen Group, which was used to define the description for the condition inspection report.

As a result of the work, a specification for the condition inspection program was obtained, which can be used in the introduction of the inspection program. Inspection program will be implemented based on this definition, and the results of the thesis can be used to determine the inspection basis and train staff to use the inspection program.

Language  
Finnish

Pages 31  
Appendices 2  
Pages of Appendices 2

Keywords

machine, inspection, maintenance

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
1.1	Työn tausta .....	5
1.2	Mantsinen Group Ltd Oy .....	5
1.3	Aiheen valinta ja oma tausta .....	6
1.4	Opinnäytetyön tavoite ja rajaaminen .....	7
2	Opinnäytetyön tietoperusta .....	7
2.1	Kunnossapito .....	7
2.2	Kunnossapidon kehitysvaiheet .....	8
2.3	Kunnossapidon kehitys suomessa .....	9
2.4	Kunnossapitolajit .....	9
2.4.1	Ehkäisevä kunnossapito .....	10
2.4.2	Korjaava kunnossapito .....	11
2.4.3	Ennakoiva kunnossapito .....	12
2.5	Kunnonvalvonta .....	13
3	Kuntotarkastusohjelman määrittely .....	14
3.1	Tiedonkeruumenetelmät .....	14
3.2	Tavoite ja kohteen kuvaus .....	15
3.3	Nykytilan kartoitus .....	15
3.4	Toiminnallinen vaihe .....	17
4	Kuntotarkastusohjelman tarkastukset .....	18
4.1	Yleiset ohjeet .....	18
4.2	Kuntotarkastusohjelman sisältö .....	19
4.2.1	Hydrauliikkajärjestelmä .....	19
4.2.2	Moottori (diesel) .....	21
4.2.3	Moottori (sähkö) .....	23
4.2.4	Puomisto .....	24
4.2.5	Runkorakenteet .....	25
4.2.6	Sähköjärjestelmä .....	26
4.2.7	Ohjaujärjestelmä ja kuorman valvonta .....	27
4.2.8	Ohjaamo .....	27
4.2.9	Koeajo .....	28
4.3	Raportointi .....	28
5	Opinnäytetyön tulokset .....	29
6	Kiitokset .....	29
	Lähteet .....	31

## Liitteet

Liite 1 Hydraulipaineiden mittaupöytäkirja

Liite 2 Välysten mittauspöytäkirja

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Suurin osa eri maiden viennistä ja tuonnista tapahtuu meriteitse ja satamien operoinnin tehokkuus onkin yksi tärkeä tekijä onnistuneeseen materiaalivirtojen käsittelyyn. Satamien kapasiteetti on optimoitu tiedossa olevien datojen avulla, kuten lastauksessa tai purussa käytettävän koneen kapasiteetin mukaan. Korkeiden liikennemäärien satamissa laivojen lastaus- tai purku-aika on mitoitettu niin, että yllättävät laiterikot aiheuttavat joko suoria tai välillisiä kuluja satamien liiketoiminnalle. Lisäksi toimitusvarmuus on isossa tekijässä yhä kovenevassa kilpailussa satamien välillä.

Satamanostureiden ikääntyessä tarvitaan enemmän tietoa siitä, mikä on koneen tekninen kunto ja miten voidaan ehkäistä mahdollisia teknisiä vikoja, mitkä voivat aiheuttaa merkittäviä taloudellisia tappioita niin satamalle, operaattorille kuin myös varustamoille. Oikeanlaisella kunnossapidolla ja reaaliaikaisella kunnonvalvonnalla saadaan minimoitua laiterikkojen aiheuttamat tuotannon seisokkiajat.

Nostureissa on tiettyihin tuntimääriin perustuva huolto-ohjelma. Ohjelma sisältää erilaisia huolto- ja tarkastustoimenpiteitä. Tämän huolto-ohjelman tueksi on tarkoitus kehittää kuntotarkastusohjelma, jossa tarjotaan asiakkaalle laaja-alainen otanta koneen kunnosta sekä tulevista korjauksista. Kuntotarkastusohjelman lisäksi työssä käsitellään kunnossapitoa yleisesti.

## 1.2 Mantsinen Group Ltd Oy

Mantsinen Group Ltd Oy on suomalainen materiaalikäsitteilykoneita valmistava yritys. Yrityksen tuotteisiin kuuluvat satamanosturit, nostureiden työvälineet sekä apuvälineet satama- ja terminaalitoimintoihin, kuten esimerkkinä puhallinkontit. Päätoimipaikkana on Pohjois-Karjalan Liperin Ylämyllyllä sijaitseva

tehdas. Tehtaalla nosturien valmistuksessa työskentelee noin 150 henkilöä. Vuotuinen tuotantokapasiteetti on noin 50 yksikköä. (Mantsinen Group 2023.)

Mantsisen historia ulottuu aina 60-vuoden päähän, jolloin yritys perustettiin palvelemaan puun kuljetuksia maakunnassa. Toiminta laajeni vuosikymmenten aikana ensin Uimaharjun tehtaan puunkäsittelyyn ja sitä kautta muualle Suomeen, Venäjälle sekä Baltiaan. (Mantsinen Group 2023.)

Koneiden valmistus yrityksen ulkopuolelle aloitettiin 90-luvun jälkipuoliskolla ja nykyisissä tiloissa 2000-luvun alussa. Ensimmäiset satamakäyttöön toimitetut nosturit valmistettiin kaivinkoneen ylävaunusta, lisäten niihin oman tuotannon puomistot ja alarakenteet. Vuonna 2008 valmistui ensimmäinen täysin omaa suunnittelua ja tuotantoa oleva Mantsinen 200 -satamanosturi. Tästä lähtien Mantsinen Group on valmistanut ainoastaan omaa suunnittelua olevia koneita ja laitteita. (Mähönen 2022, 126–127, 130, 145.)

Mantsisen suurimpia kilpailijoita ovat saksalaiset yritykset, Sennebogen sekä Liebherr. Mantsinen Group on viime vuosina ottanut jalansijaa näiltä yrityksiltä valmistamalla maailman suurimman hydraulikäyttöisen satamanosturin, Mantsinen 300. (Mähönen 2022, 168.)

### **1.3 Aiheen valinta ja oma tausta**

Oma työurani ulottuu Mantsinen Groupin palveluksessa vuodesta 2006 tähän päivään asti. Alun perin aloitin Mantsinen Groupin toisen liiketoimintayksikön alaisuudessa. Tämä liiketoimintayksikkö harjoittaa urakointia eri puolella suomea omien tuotteiden avulla.

Nykyinen työnimike on huoltoasiantuntija ja olen jälkimarkkinoinnin alaisuudessa Ylämyllyn tehtaalla koneenvalmistuksen liiketoimintayksikössä. Tehtäväni on olla mukana koneiden luovutuksissa asiakkaille, kuin myös tukea jälleenmyyjien jälkimarkkinointia erilaisissa vianhaku ja huoltotehtävissä.

Aiheen valinta olikin looginen, koska osaston sisällä käytiin keskusteluja kunto- tarkastusten tuotteistamiseksi. Valmista mallia ei löydetty ja päätinkin ottaa tästä opinnäytetyön aiheen. Työn tarkoituksena Mantsiselle on saada valmis tuote, jota voidaan markkinoida asiakkaille.

#### **1.4 Opinnäytetyön tavoite ja rajaaminen**

Työn tavoitteena oli luoda Mantsinen satamanosturille toimiva kuntotarkastus- ohjelma. Tehtävässä tarkemmin luotiin suunnitelma mitä kaikkea kuntotarkas- tusohjelma pitää sisällään.

Kuntotarkastusohjelman tavoitteena on selvittää, mitkä ovat oikeat toimenpiteet tarkastuksissa, jotta saadaan varmuus koneen toimintakuntoisuudesta ja turval- lisuudesta. Tarkastusohjelma pyritään toteuttamaan niin, että se on selkeä ja antaa hyvän kokonaiskuvan koneen tarkastushetkellä olevasta kunnosta.

Työ rajataan koskemaan koneen toimintaa ja komponentteja. Nostolaitteiden tarkastamiseen liittyy vuosittaiset luvanvaraiset tarkistukset ja työn laajuuden ta- kia tämä työ ei käsittele näitä luvanvaraisia asioita.

## **2 Opinnäytetyön tietoperusta**

### **2.1 Kunnossapito**

Kunnossapito on määritelty SFS-EN 13306 standardissa seuraavasti:

Kunnossapito on koneen elinjakson aikaisten kaikkien teknisten, hallinnollisten ja johtotoimenpiteiden yhdistelmä, joiden tarkoitus on ylläpitää tai palauttaa koneelle ominainen toimintakyky, niin että kone pystyy suorittamaan sille vaa- ditut toiminnot. (SFS-EN 13306 2010, 8.)

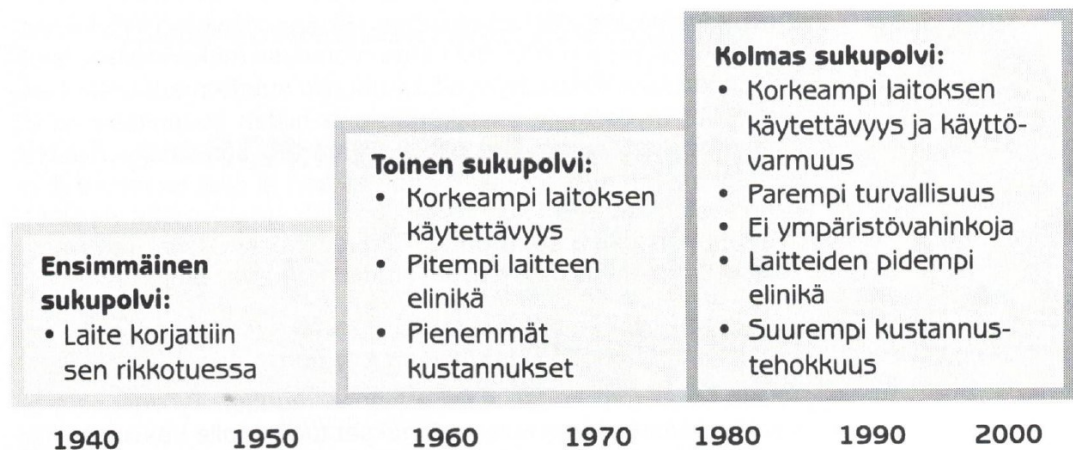
Kunnossapito mielletään yleisesti olevan erilaisten laitteiden tai koneiden kor- jausta. Suunta on kuitenkin kääntymässä ja nykyisin voidaan jo puhua pelkän korjaamisen sijasta tuotanto-omaisuuden hoitamisesta. (Järviö & Lehtiö 2017,

21.) Nykyaikanakin rikkoutuneita laitteita ja koneita korjataan, mutta kunnossapidon päätarkoitus on kuitenkin pitää laitteet toimintakuntoisena suunniteltuihin kunnossapitotehtäviin asti. (Mikkonen 2009, 25.)

## 2.2 Kunnossapidon kehitysvaiheet

Kunnossapito vuodesta 1930-luvulta nykyaikaan on kehittynyt kolmessa eri vaiheessa (kuva 1). 1940-luvulla teollisuus tuotti yksinkertaisia laitteita, joiden kunnossapito oli vielä verrattain helppoa ja yksinkertaista, eikä laitteet vaatinut laajempaa tietämystä käyttäjiltä kunnossapidosta. (Järviö 2000, 17.) Koneita pysytettiin pitämään seisokissa tuotantoasteiden ollessa pieniä. Koneet kestivät enemmän kuormitusta, koska koneen rakennuksessa varmuuskertoimet olivat suurempia. (Järviö & Lehtiö 2017, 21.)

1950-luvulla teollisuuden kasvaessa laiterikot aiheuttivat yhä enemmän tuotantokatkoksia sekä lisääntyneitä kustannuksia ja kunnossapidon ennakohuoltojen merkitys kasvoi. (Järviö 2000, 17.)



Kuva 1. Kunnossapidon kehityskaari (Järviö 2000, 18.)

1970-luvulle tultaessa alkoi kolmas vaihe, mikä on kestänyt nykyaikaan asti. Koneista tuli monimutkaisempia ja uusia innovaatioita otettiin käyttöön. Amerikkalaisten avaruusprojektit ja siihen liittyvät tutkimukset lisäsivät automaation käyttöä koneissa. Tuotantomäärien kasvaessa ja uuden teknologian kehittyessä käyttövarmuutta haettiin lisää ja ennakoivan kunnossapidon merkitys kasvoi.

Kilpailu yritysten välillä maailmanlaajuisesti maailmankaupan vapauduttua. Ympäristöasiat, toimitusvarmuus, hinta ja luotettavuus ovat luoneet kunnossapidolle uudenlaiset toimintamallit, joilla koneiden toimintavarmuuksia on pyritty parantamaan. (Järviö & Lehtiö 2017, 22.)

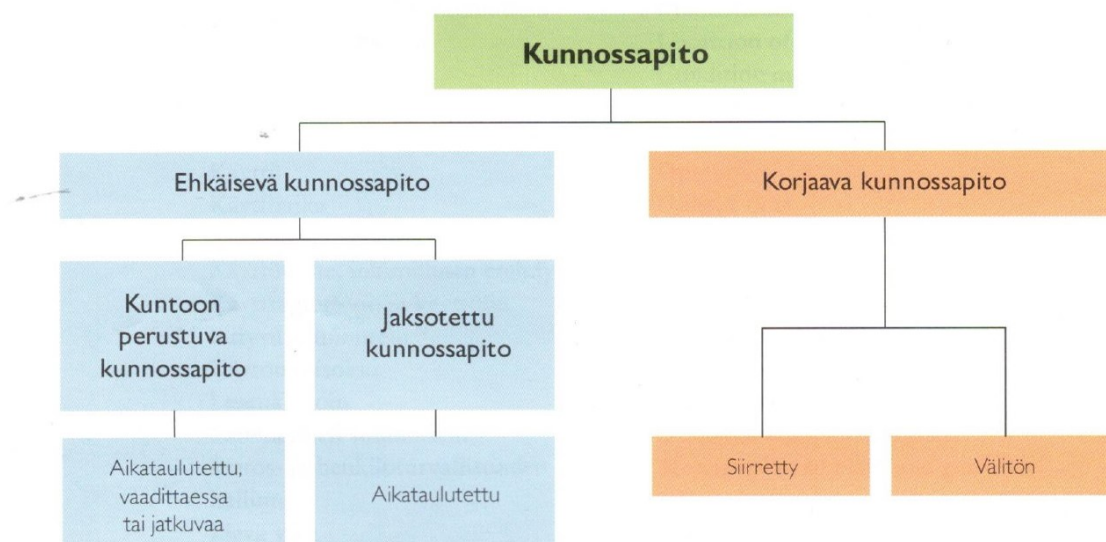
### **2.3 Kunnossapidon kehitys suomessa**

Kunnossapidon kehitykselle Suomessa nähdään mahdollisuuksia kansainvälistymisen myötä sekä erikoitumisessa kunnossapitopalveluihin. Suomen teollisuuden investointien määrä lähitulevaisuudessa pienenee ja kunnossapidon merkitys kasvaa laitteiden ikääntyessä. Kumppanuusajattelulla nähdään myös mahdollisuuksia Suomessa. (Järviö & Lehtiö 2017, 36.)

Suomen kunnossapidon uhkuvina nähdään koko ajan kehittyvä ala, jossa teknologian kehittyminen johtaa laajempiin koulutustarpeisiin. Kunnossapidon henkilöstön ikääntyessä ja nuorten riittämätön kiinnostus alaa kohtaan luo myös haasteita Suomen kunnossapidon tulevaisuudelle. Tämän takia tulevaisuudessa on haasteita saada riittävästi osaavia tekijöitä kunnossapidon työtehtäviin. (Järviö & Lehtiö 2017, 36.)

### **2.4 Kunnossapitolajit**

Kunnossapito voidaan määritellä monin tavoin. Esimerkkinä eurooppalainen standardi määrittelee kunnossapitotoimenpiteet kahteen eri ryhmään (kuvio 1): ehkäisevä kunnossapito sekä korjaava kunnossapito. (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)



Kuvio 1. Kunnossapitolajit (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)

Yrityksen kunnossapidon suunnittelussa käytetään kunnossapitolajien jaotteluja ja määrittelyjä, joiden pohjalta luodaan kunnossapitostrategia. Kunnossapitostrategian avulla pystytään ohjaamaan kunnossapitohenkilöstö niihin kohteisiin, joissa henkilön osaaminen ja tarve pystytään hyödyntämään tehokkaasti. Strategian suunnittelussa otetaan myös huomioon talous, kunnossapitotoiminnan logistiikka sisältäen hankinnan ja varastoinnin sekä tietojärjestelmät. (Ansaharju 2009, 300.)

#### 2.4.1 Ehkäisevä kunnossapito

PSK 6201:2011 standardi määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti: *”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.”* (PSK 6201:2011, 23.).

Ehkäisevässä kunnossapidon tavoite on vähentää laiterikkoja sekä suunnitelmattomia seisokkeja laitteelle tai tuotantolaitokselle. Kunnossapitoa tehdään suunnitelluin väliajoin tai tiettyjen kriteereiden täytyessä esim. laitteen tietyn käyntijakson tai tuntimäärän jälkeen. Tätä kutsutaan jaksotetuksi kunnossapidoksi. (Ansaharju 2009, 300.)

Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa seurataan kohteen suorituskykyä tai suorituskykyyn liittyviä parametreja ja tehdään kunnossapitosuunnitelmia näihin asioihin liittyvien havaintojen perusteella. Seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuvaa tai toimitaan tarpeen vaatiessa. (Ansaharju, 2009, 300.)

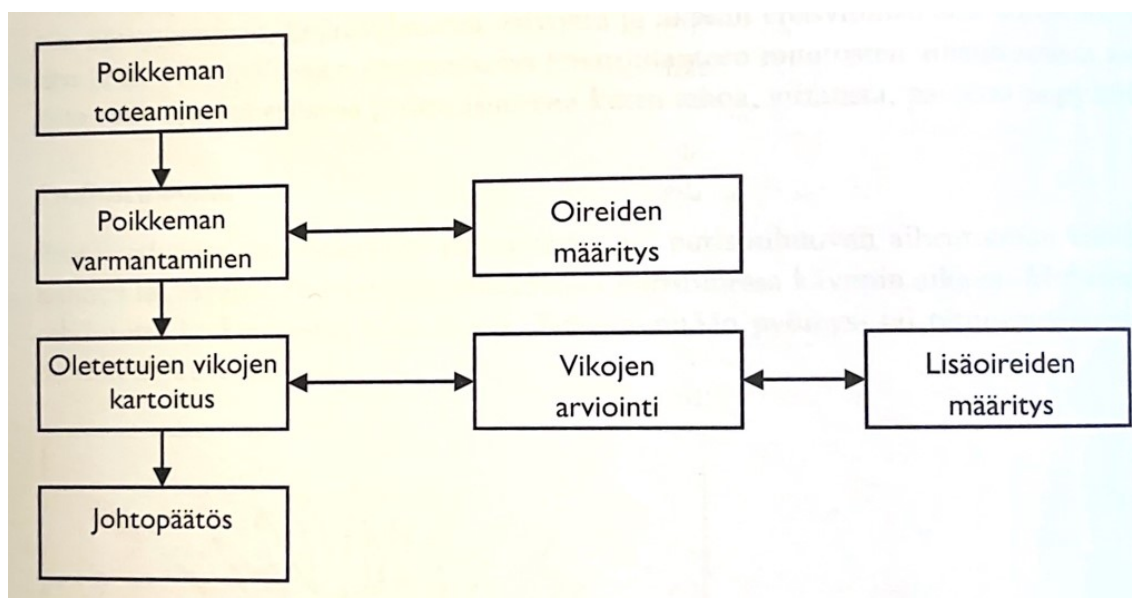
#### **2.4.2 Korjaava kunnossapito**

PSK 6201:2011 standardi määrittelee korjaavan kunnossapidon seuraavasti: *”Korjaavaa kunnossapitoa on häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus.”* (PSK 6201:2011, 23.)

Korjaava kunnossapito on suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostusta. Korjaava kunnossapito suoritetaan vikaantumisen jälkeen ja tarkoitus on kohteen palauttaminen toimintakuntoon. (Ansaharju, 2009, 300.)

Korjaavan kunnossapidon tehtävätoiminta jaotellaan vian määrittämiseen, vian tunnistamiseen, vian paikallistamiseen sekä korjaukseen ja toimintakuntoon saattamiseen. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Vian määrittäminen alkaa, kun laitteen todetaan toimivan normaalista toiminnasta poikkeavasti. Vian määrittäminen on monivaiheinen tapahtuma (kuva 2) ja liian suoraviivaisella etenemisellä voi antaa virheellisen arvion vian määrittämisestä. Vian määrittämisessä on suositeltavaa käyttää prosessia, jossa suljetaan pois epätodennäköisiä vaihtoehtoja ja keskitytään todennäköisempiin vikamahdollisuuksiin. (Mikkonen 2009, 290.)



Kuva 2. Vianmäärityksen kulku. (Mikkonen 2009, 290.)

Vian tunnistamisessa ja paikallistamisessa mittausten ja havainnointien avulla pyritään tunnistamaan viat ja saamaan tietoa vian laajuudesta ja vian kohteesta, minkä pohjalta voidaan päättää tarvittavat korjausmenetelmät sekä aikatauluttamaan korjaustyö. (Mikkonen 2009, 297.) Vian paikallistamisen haasteena voi olla vaikeakulkuinen pääsy kohteeseen tai ulkoiset tekijät kuten pöly, lika tai muut ulkoiset haitat. Laitteeseen voi myös olla asennettuna raskastekoisia tai kiinnityksiltään vaikeasti irrotettavia suoja, jotka suojaavat komponentteja, mutta vaikeuttavat vian paikallistamista ja vikakohteeseen pääsyä. (Tajiri & Gotoh 1999, 12.)

Vian todentamisen ja korjaussuunnitelman jälkeen kone saatetaan toimintakuntoon korjaamalla vika. Korjauksen jälkeen analysoidaan laitteeseen tullut vika ja raportoidaan koko prosessi vikaantumisesta koneen toimintakuntoon saattamiseen asti. Näin pystytään mahdollisesti välttämään samantyyppisiä vikoja. (Ansaharju, 2009, 308.)

### 2.4.3 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivan kunnossapidon tavoitteena on pyrkiä pitämään kone toimintakuntoisena ja suorituskykyisenä sekä välttämään turhia seisokkeja käynnissäpidon

aikana. Ennakoivan kunnossapidon merkitys on suuri yrityksen tuotannon luotettavuudelle, aikataulutukselle, taloudelle, laadulle ja turvallisuudelle. Ennakoivan kunnossapidon taloudellinen merkitys kasvaa, koska koneen seisokkiajat ovat paremmin suunniteltuja sekä laitteen toimintakunto on ikääntyessään vielä luotettava.

Ennakoivan kunnossapidon osa-alueet ovat määräväleihin tehtävät toimenpiteet kuten esimerkiksi, määräaikaishuollot, tarkastukset sekä aistiperäisiä tai teknologiaan perustuvia kunnonvalvontatehtäviä. Käytännössä ennakoiva kunnossapito pitää sisällään tehtäväjoukkoja, joissa määritellään toiminnallisesti merkittävät huoltokohteet, vikaantumisen syyt, vikaantumisen vaikutukset ja niiden todennäköisyys sekä tunnistetaan kunnossapitotehtävät vikaantumisen ehkäisemiseksi. (Pinja Group Oy 2023.)

## 2.5 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonnalla koneiden kunnossapidossa saadaan määritettyä eri komponenttien reaaliaikainen kunto, jotta voidaan määrittää komponenttien korjaustarpeet. Kunnonvalvonta on jatkuvaa seuranta, jossa tarkkaillaan konetta erilaisien mittausten avulla. Kunnonvalvonnassa koneelle määritellään tarkastusmenetelmät, mittaustavat ja -laitteet sekä annetaan raja-arvot hälytys- ja tarkkailujärjestelmille. (Ansaharju, 2009, 301, 302.)

Kunnonvalvonnassa käytetään valvontamittauksia, joissa käytetään hyödyksi ihmisen aisteja sekä teknologian tuomia ratkaisuja. Aistinvaraisissa mittauksissa ihminen käyttää kuulo-, näkö-, haju- ja tuntoaisteja havainnoimalla mahdollisia vikakohteita. (Ansaharju, 2009, 303.)

Teknologia tarjoaa kunnonvalvontaan useita eri mahdollisuuksia mitata koneen kuntoa. Tarvittaessa voidaan mitata eri suureita, kuten lämpötiloja, painetta, värähtelyä ja ääntä. Näillä mittauksilla pystytään toteamaan nopeasti esimerkiksi laakerien kulumisen ja ennaltaehkäisevästi vaihtaa kulunut laakeri uuteen ja välttyä odottamattomalta koneen pysähdykseltä. (Ansaharju, 2009, 303.)

Koneen runkorakenteita voidaan tarkastaa NDT-menetelmällä, joka on ainetta rikkomaton kunnonvalvonnan mittaus. NDT-menetelmässä pystytään tarkistamaan mahdolliset halkeamat, väsymismurtumat, korroosiovauriot ja vuodot esimerkiksi ultraäänitarkastuksella. (Ansaharju, 2009, 303.)

Kunnonvalvonnassa voidaan käyttää myös hyödyksi reaaliaikaisia IoT-järjestelmiä, jotka tarkkailevat koneen toimintaa erilaisten anturien avulla. Anturit voivat mitata muun muassa painetta, värähtelyä, liikenopeuksia, virtauksia sekä lämpötiloja.

### **3 Kuntotarkastusohjelman määrittely**

#### **3.1 Tiedonkeruumenetelmät**

Työ aloitettiin käymällä saatavilla olevia materiaaleja läpi sekä haastattelemalla henkilöitä eri osastoilta. Materiaalit painottuivat jo olemassa oleviin tuotannon tarkastuslistoihin, koneen käyttö- ja kunnossapitomateriaaleihin, komponenttivalmistajien manuaaleihin sekä tutustumalla Mantsinen Insight - järjestelmään.

Avoimissa keskusteluissa olivat mukana tuotekehityksestä suunnittelijoita, tuotannon esihenkilöitä sekä jälkimarkkinoinnista asiantuntijoita sekä esihenkilöitä. Suunnittelijoiden kanssa käydyissä keskusteluissa käytiin läpi koneen teräsraakenteiden tarkistusta ja mitä vaatimuksia on otettava huomioon tarkastuksissa.

Tuotannon esihenkilöiden kanssa käydyissä keskusteluissa määritettiin komponenttien sijainnit ja kiinnitykset. Tuotannon oman laadunvarmistusosaston alaisuudessa olevan koeajon henkilöiltä saaduilla tiedoilla myös koneen käyttöön saatiin riittävät tiedot tarkastusohjelmaa varten.

Oma kokemus liki 17 vuoden ajalta sekä omat muistiinpanot vuosien varrelta on myös merkittävä tekijä työn laadinnassa. Oma kokemus sekä hyvä yhteistyö toimeksiantajan kanssa helpottaa työn onnistumista.

### 3.2 Tavoite ja kohteen kuvaus

Tavoitteena on luoda selkeä, monipuolinen ja ajantasainen kuntotarkastusohjelma Mantsinen satamanosturiin. Kuntotarkastusohjelman tavoite on antaa mahdollisimman tarkka ja selkeä kuvaus nosturin toimintakunnosta sekä tulevista kunnossapidollisista toimista.

Mantsinen satamanosturi on hydraulikäyttöinen, kaksipuominosturi, joita käytetään satamissa laivojen käsittelyyn. Nosturin käyttövoimana on joko sähkö- tai dieselmoottori tai molempien yhdistelmä, jossa kuljettaja voi valita käyttövoiman saatavilla olevan energian perusteella. Moottorin jatkeena on pumppuvaihte, johon on kytketty hydraulipumput. Hydraulipumput antavat voiman sylintereihin ja moottoreihin, joilla liikutellaan koneen eri komponentteja.

### 3.3 Nykytilan kartoitus

Opinnäytetyön tilaajan kanssa käydyissä keskusteluissa kävi selväksi, että nykyisellään ei ole toimivaa kuntotarkastusohjelmaa. Joitain kuntotarkastuksia on tehty, mutta yhtenäistä raportointiohjelmaa kuntotarkastuksiin ei ole olemassa. Kuntotarkastusohjelman määrittely olikin aiheellista, jotta saadaan yhteneväinen raportointimalli, jolla saadaan asiakkaalle luotua selkeä raportti koneen toiminnasta ja tulevista korjauksista.

Haastatteluissa tuli esille, että nostolaitteille on määritelty eri maiden standardeissa määräaikaistarkastuksia, joita valvovat jokaisen maan omat viranomaiset. Suomessa ISO 9927-1:2013 standardissa sanotaan seuraavaa:

On suoritettava määräaikaistarkastusohjelma. Määräaikaistarkastusten taajuuden on perustuttava työskentelyolosuhteisiin sekä nosturin käytön taajuuteen ja ankaruuteen. Kaikille nostureille, jotka pysyvät käytössä, tarkastusväli ei saa ylittää 12 kuukautta. Tarkastuksen on sisällettävä kaikki kohteet, jotka on määritelty määräaikaistarkastusohjeissa, jotka on kirjoitettu tämän kansainvälisen standardin mukaisesti. Pätevän henkilön on tunnistettava komponentit, jotka edellyttävät erityistä huomiota seuraavissa määräaikaistarkastuksissa. Tarkastuksen valmistuttua on toimitettava kirjallinen

raportti ja säilytettävä se nosturikirjassa tai tallennekirjassa. Raportin on sisällettävä arvio sovellettavissa olevien kansainvälisten standardien viimeisimpien versioiden vaatimusten soveltamisesta kohdella ja käytännöllisesti. (SFS-ISO 9927-1. 2013, 7.)

Tämä työ eikä sen tulos ota kantaa näihin tarkastuksiin, johtuen eri maiden omista säännöksistä. Työn laajuuden vuoksi olisi haastavaa käsitellä useiden eri maiden säännöksiä.

Haasteena kuntotarkastusohjelman määrittelyyn toi kahden generaaation konemallit. Ensimmäisen sukupolven koneet olivat kaivinkoneen ylävaunusta tehtyjä joihin Mantsinen Group lisäsi omaa suunnittelua olevat alarungon sekä puomitot (kuva 3).



Kuva 3. Mantsinen RHC80 satamanosturi (Kuva: Juho Seppänen)

Seuraavan sukupolven koneet olivatkin jo täysin omaa tuotantoa myös peruskoneen osalta (kuva 4). Eri generaation koneiden toimintaperiaate on yhteneväinen, mutta kaivinkonevalmistajilla on erilaiset määrittelyt huolto- ja tarkastuskohteille. Mantsinen Group on käyttänyt useamman eri kaivinkonevalmistajan peruskoneita, kuten muun muassa Liebherr, Caterpillar, Komatsu, Hitachi, Kobelco.



Kuva 4. Mantsinen 300 satamanosturi (Kuva: Juho Seppänen)

Materiaalia kuntotarkastusohjelman määrittelyyn oli jonkin verran saatavilla jo olemassa olevissa raporteissa sekä tuotannon käytössä olevissa tarkastuslistoissa. Lisäksi Mantsinen Insight - etähallintajärjestelmä antoi hyviä ajatuksia määrittelyyn tueksi.

### 3.4 Toiminnallinen vaihe

Opinnäytetyön toiminnallinen vaihe alkoi keväällä 2023. Kevään aikana kävin keskusteluja niin tuotannon, suunnittelun sekä jälkimarkkinoinnin henkilöiden

kanssa. Lisäksi keräsin materiaalia käytettävissä olevista lähteistä niin Mantsin sisältä, kuin myös ulkopuolelta. Koko kevään olin myös töissä Mantsisella jälkimarkkinoinnissa huoltoasiantuntijan tehtävissä ja sainkin hyvin kartoitettua kevään aikana mitä kaikkea kuntotarkastuksissa olisi käytävä läpi.

Kevään aikana saadun materiaalin läpi käynnin jälkeen alkoi työssä seuraava vaihe, jossa tein ensimmäisen version mitä kaikkia osa-alueita tarkastusohjelmassa olisi syytä olla mukana.

Ensimmäisen raakaversioin jälkeen käytiin tilaajan kanssa läpi, mitä kaikkea määrittelyssä on ja mitä kaikkea lisätään tai mihin tehdään muutoksia. Työn edetessä kävi selväksi, että osa tarkastuksista olisi luvanvaraisia töitä, mihin tarvitaan hyväksyty tarkastaja. Näitä tarkastuksia on painelaitteiston sekä keskiännit tarkastukset, mikäli nosturi on varustettu Hybrilift järjestelmällä tai nosturin käyttövoimana on sähkömoottori. Näihin tarkastuksiin joudutaan käyttämään virallisen luvan omaavaa tahoa.

Yhteistyö tilaajan kanssa oli koko ajan hyvää ja henkilöstö oli aktiivisesti mukana kuntotarkastusohjelman määrittelyssä ja tämä selkeyttikin ohjelman laatimista.

## **4 Kuntotarkastusohjelman tarkastukset**

### **4.1 Yleiset ohjeet**

Kuntotarkastus aloitetaan asiakkaan tilauksen jälkeen käymällä läpi nosturin tiedot ja kirjaamalla ne raporttiin. Tiedoista tulee käydä ilmi koneen malli, vuosimalli ja käyttötunnit. Lisäksi selvitetään koneen huolto- ja korjaushistoria, mikäli nämä ovat saatavilla. Mikäli näitä tietoja ei löydy, nämä pyritään selvittämään haastattelemalla asiakkaan edustajaa, jolla on tietoa koneen huolloista ja korjauksista.

Mikäli kone on varustettu Mantsinen Insight - etähallintajärjestelmällä käydään data läpi ja kirjataan raporttiin, mikäli datasta nähdään poikkeamia, kuten hälytyksiä ylikuumenemista, painetasoista tai nesteiden pinnantasosta. Tarkastetaan mahdolliset vikakoodit, jotka olleet toistuvia tai kriittisiä.

Asiakkaan haastattelussa selvitetään käyttötapa sekä suunniteltu käyttötuntimäärä. Näillä tiedoilla asiakkaalle voidaan tarvittaessa tarjota nosturin peruskorjauksia joko täydellisenä tai osakokonaisuutena, johon sisältyy esim. voimalinjan vaihto. Näin pystytään rajaamaan kustannuksia, mikäli käyttö on satunnaista tai vaihtoehtoisesti tarjoamaan laajempaa kunnostusta suuremmalle käyttöasteelle.

## 4.2 Kuntotarkastusohjelman sisältö

### 4.2.1 Hydraulikkajärjestelmä

Hydraulikkajärjestelmän tarkastuksessa tarkistetaan hydraulikomponenttien kunto visuaalisesti vuotojen, rikkoutumisen tai ruostevaurioiden osalta. Erityistä huomiota kiinnitetään hydraulisylinterien männänvarren pintaan. Sylinterin varsi on oltava ajettuna täyteen iskupituuteen tarkastusta tehdessä (kuva 5).



Kuva 5. Sylinterinvarsi täydessä iskupituudessa (Kuva: Juho Seppänen)

Hydrauliikan letkut tarkistetaan visuaalisesti mahdollisten vaurioiden osalta. Letkujen kulkiessa lähellä toisiaan on kohtaamispinna tarkistettava huolella mahdollisten hankautumien varalta. Hydrauliikkaputkien asianmukainen kiinnitys tarkistetaan ja pintojen korroosio. Erityistä huomiota hydraulpumppujen imulinjojen tiiveyden ja kiinnitysten tarkistukseen. Tarkistetaan hydrauliöljytankki sisältä tarkistusluukun kautta sekä tarkistetaan mahdolliset suodatinrunkojen kiinnitykset tankista. Tarkistetaan oikea öljymäärä. Otetaan öljyanalyysinäyte puhtaan näytepurkkiin. Öljyanalyysissä tarkistetaan öljynkunto. Öljystä mitataan eri metallipartikkeleiden määrä sekä öljynominaisuudet kuten esimerkiksi viskositeetti (kuva 6).



Kuva 6. Öljyanalyysin näytteenotto. (Network yacht brokers, 2020)

Tarkistetaan pumppuvaihteen kiinnitys moottoriin, pumppuihin sekä tarkistetaan moottorin ja pumppuvaihteen välinen kytkin tarkastuskameralla. Tarkistetaan pumppuvaihteen öljymäärä sekä vuodot. Tarkistetaan hydrauliöljynjäähdytin visuaalisesti sekä puhaltimen toiminta täydellä puhallusteholla. Tarkistettava myös puhdistuspuhalluksen toiminta. Mitataan hydraulpumppujen maksimipaine täydellä moottorin kuormalla, verrataan tuloksia tehdasarvoihin ja säädetään tarvittaessa. Mitataan liikekohtaiset painevaroventtiilit kaikilla koneen liikkeillä, verrataan tehdasarvoihin ja säädetään tarvittaessa. (Liite 1.) Mitataan puomiston sylinterien ja kuormanhallintaventtiilien ohivuoto maksimikuormalla.

Mitataan lämpökameralla sylinterien, pumppuvaihteen sekä pumppujen lämpötilat kuormituksen jälkeen.

Hydraulijärjestelmässä hydraulipumput pumppaavat öljyä päähallintaventtiilille, mikä jakaa öljyä halutuille toimilaitteille, kuten sylintereille tai moottoreille. Yleisimpiä vikoja ovat ulkoiset vuodot järjestelmässä sekä epäpuhtauden tuottamat ongelmat, kuten esim. venttiileiden takerteleva toiminta tai toimilaitteiden puutteellinen toiminta.

#### 4.2.2 Moottori (diesel)

Moottori tarkistetaan silmämääräisesti ulkopuolelta vuotojen ja rikkoutuneiden komponenttien osalta. Öljyvuoto on tyypillistä paljon ajetuissa moottoreissa (kuva 7). Moottorin käydessä tarkistetaan huohottimen toiminta.



Kuva 7. Moottorissa alkava öljyvuoto. (Kuva: Juho Seppänen)

Mikäli moottoridiagnostiikka on saatavilla, suoritetaan ohivuotomittaus sekä suutintesti diagnostiikan avulla. Tarkistetaan SCR-järjestelmän toiminta diagnostiikan avulla. Luetaan vikakoodit sekä historiatiedot moottorista.

Polttoainelinjojen sekä polttoainetankin tarkastus silmämääräisesti (kuva 8). Avataan polttoainetankin tarkastusluukku ja tarkistetaan tankki sisältä mahdollisen korroosion tai epäpuhtauden varalta.



Kuva 8. polttoainetankki kuvattuna sisältä (Kuva: Juho Seppänen)

Kuormitetaan moottoria täydellä teholla ja tarkistetaan moottorin jäähdytysjärjestelmän toiminta.

Dieselmoottorin tyypillisiä vikakohteita ovat ulkoiset vuodot sekä paljon ajettuna kuluneen turboahtimen aiheuttamat ongelmat tehon alentumisena.

### 4.2.3 Moottori (sähkö)

Tarkastetaan moottori sekä kaapeloinnit ulkoa silmämääräisesti. Erityistä huomiota kiinnitetään moottorin syöttökaapeliin kuntoon. Tehdään moottorille kuorimitustesti ja tarkastetaan lämpökameralla moottorin sekä syöttökaapelin liitosten lämpötila. Tarkastetaan moottorin sekä pumppuvaihteen välisen kytkimen kunto tarkastuskameralla. Tarkistetaan sähkökeskus ja mitataan lämpökameralla liitosten sekä komponenttien lämpötilat (kuva 9).



Kuva 9. Sähkökeskus, sähkömoottorilla varustetussa koneessa (Kuva: Juho Seppänen)

Sähkömoottoria voidaan pitää varsin luotettavana, eikä tyypillisiä vikakohteita ole, mikäli laakereiden rasvausta suoritetaan moottorin valmistajan ohjeiden mukaisesti.

#### 4.2.4 Puomisto

Puomisto pestään huolellisesti ja tarkistetaan levykenttien, hitsisaumojen rakenne NDT-menetelmällä. Lisäksi mikäli puomistossa on kolhuja, niin rakenne tarkastettava huolellisesti. Yleisimmät poikkeamat ovat löydettävissä sylinterien kiinnityskorvakoiden ympäristöstä sekä nostopuomin tyvikappaleen ja otsalevyn liittymäkohdan ympäristöstä (kuva 10).



Kuva 10. Ratkeama nostopuomissa. (Kuva: Juho Seppänen)

Hydrauliikkalinjojen kiinnitys ja pintakäsittelyn tarkastus. Tarkistettava erityisesti nosto- ja taittopuomin väliset letkunylitykset (kuva 11). Sylinterien tappiliitosten ja välysten tarkastus. Tarkastetaan painattamalla puomia maahan ja mitataan

vällys mittakellolla. Mittayksikkönä millimetri. Tulokset kirjataan taulukkoon. (liite 2.) Tarkistetaan puomiston liikeradat. Ajetaan vuorotellen puomit ääriasentoihin.



Kuva 11. Nosto- ja taittopuomin ylityslletkut (Kuva: Juho Seppänen)

#### 4.2.5 Runkorakenteet

Runkorakenteet pestään huolellisesti sekä tarkastetaan silmämääräisesti runkorakenne, pois lukien nostosylinterien alapään kiinnityskorvakot, jotka tarkastettava NDT-menetelmällä (kuva 12).



Kuva 12. Nostosylinterin kiinnityskorvakko. (Kuva: Juho Seppänen)

Mitataan kääntökehän välys mittakellolla maksimikuormalla ja kirjataan tulos taulukkoon. Mittayksikkönä millimetrit. Tarkastetaan runkopulttien oikea momentti.

#### **4.2.6 Sähköjärjestelmä**

Tarkastetaan johtosarjat, sähkökomponentit ja sähkökeskukset silmämääräisesti (kuva 13). Mitataan latausjännite sekä latausvirta tyhjäkäynnillä sekä työkierroksilla. Tarkastetaan sähkölaitteiden toiminta.



Kuva 13. Sähkökeskus. (Kuva: Juho Seppänen)

#### 4.2.7 Ohjausjärjestelmä ja kuorman valvonta

Ohjausjärjestelmän toimintojen tarkastus. Kytetään käyttöön mahdolliset optiot ja tarkastetaan niiden toiminta. Mikäli ei voida todeta, että toiminto on aktiivinen, on asia todettava esimerkiksi painemittauksella. Tarkastetaan hytinsuojelun turvaetäisyydet sekä ylikuormarajat ja liikkeen katkaisun toiminta. Tarkastetaan koneen maksimi nostokapasiteetti ja verrataan nostoarvotaulukkoon.

#### 4.2.8 Ohjaamo

Mikäli kone on varustettu ohjaamonnostimella, tarkastetaan nostimen runkorakenteet ja kiinnityspisteet visuaalisesti (kuva 14). Kiinnityspulttien tiukkuus tarkistettava. Kuljettajan istuin sekä turvavyöt tarkistetaan vaurioiden varalta. Lasi-pintojen ja hytin runkorakenteen tarkastus visuaalisesti.

Tarkastetaan ohjaamon lämmitys- ja viilennyslaite lämpökameraa apuna käyttäen. Tarkistetaan työvalojen, pyyhkijöiden ja äänimerkin toiminta.



Kuva 14. Ohjaamonnostin. (Kuva: Juho Seppänen)

#### **4.2.9 Koeajo**

Koeajo suoritetaan testipainoa käyttäen kuormittamalla konetta mahdollisimman paljon eri liikkeitä hyödyntäen. Liikenopeudet mitataan ja verrataan tehdasarvoihin. Koeajossa pyritään löytämään asiakkaan antamassa esitietohaastattelussa mahdollisesti tulleita asioita ilmi ja todentamaan ne.

#### **4.3 Raportointi**

Asiakkaalle laaditaan raportti, jossa tarkastustulokset ovat selkeästi todettavissa. Raporttiin lisätään ennakkotiedoista saadut tiedot, valokuvat, tarkastuksista saadut tiedot sekä yhteenvetona annetaan suositus tarvittavista

kunnostustarpeista. Tarvittaessa kunnostustarpeista laaditaan erikseen tarjous, mikä liitetään kuntotarkastusraportin yhteyteen.

Raportti tallennetaan tietokantaan. Tietokantaan liitetään kuvat sekä tallennetut testiraportit mittalaitteista.

## **5 Opinnäytetyön tulokset**

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi valmis määrittely kuntotarkastusohjelmaa varten. Opinnäytetyötä kirjoittaessa tilaaja ei ole vielä ottanut käyttöön kuntotarkastusohjelmaa, mutta tätä opinnäytetyötä tullaan käyttämään tarkastusohjelman perustana. Tavoitteiden osalta työ onnistui hyvin ja ilman tilaajan panostusta työhön olisi ollut työ hankala toteuttaa. Joitain kehitysideoita aiheen ympärille tuli työn edetessä, mutta työn laajuuden huomioon ottaen olisi nämä ideat laajentaneet työtä entisestään. Kehitysideat liittyivät datan keräämiseen etähallintajärjestelmästä, jota voidaan hyödyntää paremmin raportoinnissa.

Omalta osalta työ antoi hyviä valmiuksia niin kunnossapidon puolelle, mekaniikkaan sekä IoT-palveluiden käyttämiseen kunnossapidon ennakoinnissa. Tärkeintä työssä oli kuitenkin, että pystytään tarjoamaan asiakkaalle laadukasta palvelua, millä asiakas pystyy saamaan merkittäviä säästöjä tulevaisuudessa vähentyneillä tuotannon menetyksillä.

## **6 Kiitokset**

Kiitokset työnantajalleni Mantsinen Group Ltd Oy:lle tästä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö heille sekä erityiskiitos kaikille mukana olleille Mantsiselta. Kiitokset erityisesti opiskeluajan joustosta toimeksiantajalle. Työn ja opiskelun yhteensovittaminen onnistui hyvin.

Kiitos kuuluu myös Karelian henkilökunnalle hyvästä opetuksesta sekä mahdollisuudesta suorittaa insinööriopinnot joustavasti työn ohessa. Erityinen kiitos

opinnäytetyön ohjaajalleni Marko Tiiselle hyvästä ja asiantuntevasta ohjauksesta.

## Lähteet

- Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. 1. painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy
- Järviö, J & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: Promaint ry.
- Järviö, J. 2000. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy.
- Mantsinen Group. 2023. Mantsinen Group Ltd Oy  
<https://mantsinen.com/fi/mantsinen-group/>. 1.6.2023
- Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
- Mähönen, H. 2022. Mantsisen matka maailmalle. Keuruu: Otavan kirjapaino oy.
- Network Yacht Brokers International. 2023. All about engine oil sample analysis. <https://www.networkyachtbrokers.com/all-about-engine-oil-sample-analysis/>. 4.6.2023.
- Pinja Group Oy. 2021. Mitä on ennakoiva kunnossapito.  
<https://blog.pinja.com/mita-on-ennakoiva-kunnossapito.1.6.2023>.
- Tajiri, M. & Gotoh, F. 1999. Autonomous maintenance in seven steps. New York, USA. McGraw-Hill Companies, Inc.
- SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS
- SFS-ISO 9927-1. 2013. Nosturit. Tarkastukset. Osa 1: Yleistä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS

### Hydraulipaineiden mittaupöytäkirja

Kohde Component	Tavoitearvo Target value	Ennen säätöä Before adjustment	Säädetty arvo Adjusted value
Päävaro Main relief valve			
Taittopuomi ulos Stick boom out			
Taittopuomi sisään Stick boom in			
Nostopuomi ylös Lift boom up			
Nostopuomi alas Lift boom down			
Kääntö oikea Swing right			
Kääntö vasen Swing left			
Työlaite auki Attachment open			
Työlaite kiinni Attachment close			
Työlaite kiinni, matala paine Attachment close, reduced pressure			
Työlaite auki, matala paine Attachment open, reduced pressure			

### Välysten mittauspöytäkirja

Kohde Component	Tehdasarvo Factory value	Mitattu arvo Measured value	Erotus Difference
Kääntökehän välys Main bearing play			
Tyvitätapin välys Boom pin play			
Taiton tapin välys Stick boom play			
Riipukkeen tapin välys Attachment pin play			
Nostosylinterin ylätapin välys, vasen Lift cylinder boom pin play, left			
Nostosylinterin ylätapin välys, oikea Lift cylinder boom pin play, right			
Nostosylinterin alatapin välys, vasen Lift cylinder frame pin play, left			
Nostosylinterin alatapin välys, oikea Lift cylinder frame pin play, right			