

Aleksi Soini

KUNNONVALVONNAN VÄRÄHTELYMITTAUSTEN  
KÄYTTÖÖNOTTO CORENSO UNITED OY LTD:LLÄ

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2016

## KUNNONVALVONNAN VÄRÄHTELYMITTAUSTEN KÄYTTÖÖNOTTO CORENSO UNITED OY LTD:LLÄ

Soini, Aleks  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Helmikuu 2016  
Ohjaaja: Kivi, Karri  
Sivumäärä:35  
Liitteitä:

Asiasanat: kunnossapito, värähtelymittaus, laitevalinnat, mittapistet

---

Opinnäytetyön aiheena oli koota tietoa värähtelymittalaitteen käyttöönotosta toimeksiantaja Corenso United Oy Ltd Porin kartonkitehtaalle. Tavoitteena oli saada tähän työhön kaikki vaiheet mitä käyttöönotossa tehtiin.

Corenson kartonkitehtaalla oltiin jo pitkään suunniteltu värähtelymittauksen lisäämistä kunnonvalvonnan piiriin. Prosessi aloitettiin huhtikuussa 2016 ja käyttöönotto tehtiin kolmessa päivässä yhteistyössä MLT Machine & Laser Technology Oy:n kanssa.

Käyttöönottoon vaadittavat lähtötiedot kerättiin Excel-taulukoihin ja ne siirrettiin mittalaitteen käyttämään ohjelmistoon sekä Corenson omaan tietokantaan. Käyttöönotossa asennettiin kartonkikoneen puolelle 265 mittapistettä. Käyttöönoton jälkeen koulutettiin neljä asentajaa käyttämään mittalaitetta.

Värähtelymittauksia suoritettiin tasaisesti kuukauden välein ja näistä saatiin analyysiraportteja. Analyysiraporttien perusteella pystyttiin välttämään ei-suunniteltuja seisakkeja.

## COMISSIONING OF VIBRATION MEASUREMENTS IN CONDITION MONITORING AT CORENSO UNITED OY LTD

Soini, Aleksi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

February 2016

Supervisor: Kivi, Karri

Number of pages:35

Appendices:

Keywords: maintenance, vibration measure, device selection, measurement points

---

The purpose of this thesis was to gather information about the commissioning of a vibration detection device for the client Corenso United Oy Ltd cardboard factory located in Pori. The objective was to compile all the steps done in the commissioning.

Corenso's cardboard factory had planned to add vibration detection to the condition monitoring system for a long time. The process was started in April 2016 and the commission was done in three days in cooperation with MLT Machine & Laser Technology Oy.

During the commissioning, the required initial data was gathered to an Excel file and they were transferred to the software used by the measurement device and to Corenso's own database. 265 measurement points were installed to the cardboard manufacturing machine during the commissioning. After the commissioning four mechanics were trained to use the measurement device.

Vibration measurements were executed evenly during a one month intervals from which analysis reports were gotten. With the analysis reports, it was possible to avoid unexpected shutdowns.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	CORENSO UNITED OY LTD.....	7
	2.1 Porin tehtaan historia.....	7
3	KUNNOSSAPITO .....	8
	3.1 Mitä kunnossapito on.....	8
	3.2 Kunnossapitolajit .....	8
	3.2.1 Huolto .....	9
	3.2.2 Ehkäisevä kunnossapito .....	9
	3.2.3 Korjaava kunnossapito .....	9
	3.2.4 Parantava kunnossapito .....	9
	3.2.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen.....	9
4	LAITEVALINNAT.....	10
	4.1 Kriittisyyskartointi.....	10
	4.2 Kriittisyysarvioinnin tekeminen.....	10
5	VÄRÄHTELYMITTAUS.....	11
	5.1 Värähtelyn teoria.....	11
	5.1.1 Värähtelymittaus .....	12
	5.1.2 VIBEXPERT II .....	12
	5.1.3 Anturi .....	13
	5.1.4 Koodirengas .....	13
	5.2 Muita kunnonvalvonnan menetelmiä.....	14
	5.2.1 Iskusysäys ja akustinen emissio .....	14
	5.2.2 Voiteluaineanalyysi.....	14
	5.2.3 Lämpötila .....	15
	5.2.4 Aistinvaraiset tarkistukset .....	15
	5.3 Värähtelyvalvonnan suunnittelu.....	16
	5.4 Lähtötiedot .....	16
	5.4.1 Pumput .....	17
	5.4.2 Sekoittajat, jauhimet ja sihti.....	18
	5.4.3 Telat .....	19
	5.4.4 Vaihdelaatikot .....	20
	5.4.5 Sähkömoottorit.....	21
6	MITTAPISTEET .....	22
	6.1 Mittapisteen sijoittaminen.....	23
	6.1.1 Mittapisteen sijoittaminen pumppuun.....	23
	6.1.2 Mittapisteen sijoittaminen telaan.. .....	24

6.1.3	Mittapisteen sijoittaminen vaihdelaatikkoon .....	25
6.1.4	Mittapisteen sijoittaminen sähkömoottoriin.....	26
6.2	Asennusohje .....	27
7	VÄRÄHTELYMITTAUKSEN SUORITTAMINEN .....	28
7.1	Mittausreitit suorittaminen .....	29
7.2	Mittaaminen taajuusmuuttaja käytössä .....	29
8	VÄRÄHTELYMITTAUKSEN TULOKSET .....	29
8.1	Analysointi .....	29
8.1.1	Mittaaminen ja mittaustulosten seuranta.....	29
8.1.2	Kunnon määrittäminen ja ennustus .....	30
8.1.3	Johtopäätökset, suoritettavat toimenpiteet ja palaute .....	30
8.2	Analyysiraportit.....	31
8.3	Värähtelymittauksella saavutettavat hyödyt .....	31
8.4	Arviolaskelma mahdollisista seisokkijajoista .....	33
9	YHTEENVETO .....	34
	LÄHTEET .....	35

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on parantaa Corenson kartonkitehtaan luotettavuutta ja käyntias-  
tetta. Tehtaalla ei ole ollut käytössä värähtelymittausta reittikäytössä. Tarkoituksena  
oli laatia kriittisyysanalyysi mahdollisista tuotannon pysäyttävistä laitteista ja näin ol-  
len sijoittaa mittapisteitä niihin kohteisiin. Värähtelymittauslaite toimittajaksi valittiin  
MLT-Finland, jonka kanssa yhteistyö värähtelymittauksen saralta aloitettiin maalisi-  
kuussa 2016. Värähtelymittauslaitteeksi valittiin VIBXPERT II. Tätä ennen Coren-  
son Porin kunnossapitoyksikkö on jo tehnyt yhteistyötä MLT:n kanssa linjauslaittei-  
den yhteydessä.

Huhtikuussa 2016 aloitettiin mittapisteiden asentaminen valittuihin laitepositioihin.  
Mittapisteet sijoitettiin vain kartonkikoneen puolelle. Tarkoituksena on myöhemmin  
lisätä mittapisteitä myös uusiomassalaitoksen laitteisiin. Asentamisen yhteydessä luo-  
ttiin laiterakenne VIBXPERTIN mittalaitteeseen, sekä Omnitrendin ohjelmaan. Aluksi  
kerättiin Excel-taulukkoon jokaisen laitteen lähtötiedot, joihin kuuluvat laakerit, väli-  
tyssuhteet, kierrosluvut, teho, hammasluvut sekä selvittää mahdollinen taajuusmuut-  
tajan käyttö. Näiden lisäksi koulutin muutaman asentajan käyttämään värähtelymitta-  
laitetta.

Mittapisteiden, laiterakenteen ja lähtötietojen rakentamisen jälkeen alkoi kuuden kuu-  
kauden mittainen ajanjakso, jonka aikana MLT analysoi yhden värähtelyraportin kuu-  
kautta kohden. Tällä ajanjaksolla oli tarkoitus tehdä katselmus mahdollisista laite-  
rikoista joita värähtelymittauksella saadaan kiinni ja jotka voidaan huoltaa suunnitel-  
lussa seisokissa sekä laskea arvio mahdollisten ei-suunniteltujen seisokkien tuntimäärä  
ilman värähtelymittausta.

## 2 CORENSO UNITED OY LTD

Corenso United Oy Ltd Porin kartonkitehdas on perustettu vuonna 1992. Corensolla on 12 hylsytehdasta ja kolme kartonkitehdasta. Tehtaat sijaitsevat Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Kiinassa. Corenson Porin tehdas valmistaa hylsykartonkia. Muut hylsykartonkia valmistavat tehtaat sijaitsevat Ranskassa ja Yhdysvalloissa. Vuosittain Corenso tuottaa noin 290000 tonnia hylsykartonkia sekä hylsyä noin 260000 tonnia. Corenson Suomen tehtaiden liikevaihto vuonna 2015 oli 56,5 miljoonaa euroa. Porin tehdas tuottaa vuosittain noin 125000 tonnia hylsykartonkia. Kartonki valmistetaan kierrätysraaka-aineesta. Porin tehtaalla toimii yksi kartonkikone. Tehdas työllistää noin 20 toimihenkilöä ja 65 työntekijää. (Corenson tietokanta 2016)

### 2.1 Porin Tehtaan historia

Porin tehtaan historia alkaa jo vuodesta 1920 jolloin tehdas kantoi nimeä Rosenlew. Tehdas aloitti toimintansa kahdella paperikoneella vuonna 1920. Vuonna 1930 hankittiin kolmas paperikone. Nykyinen kartonkikone hankittiin vuonna 1958 jolloin se toimi vielä paperikoneena. Vuodet 1987-1992 tehtaan omisti Rauma Repola. Vuosien 1986-1991 aikana pysäytettiin kolme pienempää paperikonetta ja suurin paperikone PKIV muutettiin vuonna 1991 kartonkikoneeksi. Vuodesta 1992 tehdas on kantanut nimeä Corenso United Oy Ltd ja sen omistajina ovat toimineet sillä välin Yhtyneet Paperitehtaat ja Stora Enso. Nykyisin tehdas on osana Powerflute-yhtiötä. (Wikipedia www-sivut2016)



Kuva1. Corenso WWW.sivut2016 (www.corenso.com)

### 3 KUNNOSSAPITO

#### 3.1 Mitä kunnossapito on

”Kunnossapidon ensisijainen tehtävä nykyäskäityksen mukaan on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapitoon toki edelleenkin kuuluvat rikkoutuneiden laitteiden tai komponenttien korjaukset, mutta korjaustoiminta ei missään nimessä ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito ei myöskään ole nykyäkemyksen mukaan kustannus vaan tärkeä tuotannontekijä, jonka avulla pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky.” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009,25)

#### 3.2 Kunnossapitolajit

”Kunnossapitolajit on jaettu viiteen eri kokonaisuuteen. Näitä lajeja ovat huolto, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito ja vikojen sekä



vikaantumisen selvittäminen. Näillä kunnossapitolajeilla pystytään hallitsemaan tuotantolaitoksen kunnossapitoa sujuvasti.” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 37)

### 3.2.1 Huolto

”Huollon keinoin pidetään koneiden toimintaympäristö ja –edellytykset mahdollisimman hyvänä. Huolto on pääsääntöisesti jaksotettua (käyttöaika, -määrä, sekä käytön rasittavuus.)” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 37)

### 3.2.2 Ehkäisevä kunnossapito

”Ehkäisevä kunnossapito koostuu joukosta tekniikoita, joiden avulla pyritään vikaantumisen hallintaan. Menetelmien avulla etsitään oireilevia vikoja, jotka eivät ole vielä pysäyttäneet konetta. Toimenpiteet voivat olla jaksotettuja, jatkuvasti suoritettavia tai ne tehdään tarvittaessa.” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 37)

### 3.2.3 Korjaava kunnossapito

”Korjaavan kunnossapidon menetelmin korjataan (kunnostetaan) havaitut viat (tavoitteena suorittaa korjaukset suunnitellusti.)” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 37)

### 3.2.4 Parantava kunnossapito

”Parantavan kunnossapidon menetelmin parannetaan koneiden käytettävyyttä ja luotettavuutta sekä muutetaan kunnossapidollisesti epäedullisia kohteita paremmiksi.” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 37)

### 3.2.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

”Vikojen ja vikaantumisen selvittämisen menetelmillä paikannetaan tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotantoprosessiin epäsuotuisasti. Ongelma saattaa olla esimerkiksi väärä käytötapa tai huonosti suunniteltu komponentti.” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 37)

## 4 LAITEVALINNAT

Ennen mittapisteiden asennusta ja koko värähtelymittaus-projektin aloitusta tehtiin laitevalinnat. Ensimmäiseksi päätettiin että kaikki 265 mittapistettä sijoitettaisiin kartonkikoneen puolelle ja kokeilujakson jälkeen pohdittaisiin mahdollisten mittapisteiden lisäämistä myös uusiomassalaitoksen puolelle. Kartonkikoneen puolelta valittiin laitteita jotka mahdollisesti pysäyttäisivät tuotannon sekä laitteita joita ei välttämättä pysty tarkastelemaan käynnin aikana.

### 4.1 Kriittisyyskartoitus

Laitteiden kriittisyyskartoituksesta on olemassa kotimainen standardi PSK 6800. Sen mukaan kriittisyys on ominaisuus, joka kuvastaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Riski voi liittyä henkilöiden loukkaantumiseen, merkittäviin aineellisiin vahinkoihin, tuotannon menetykseen tai muihin ei hyväksyttäviin seurauksiin. Riskin suuruudella tarkoitetaan vikaantumisen vaikutuksen ja sen toteutumisen todennäköisyyden tuloa. (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 148)

### 4.2 Kriittisyysarvioinnin tekeminen

Ensimmäisessä vaiheessa määritellään tarkasteltava alue, eli onko kyseessä koko tehdas, joku sen osasto tai muu erikseen rajattu kohde. Jos tarkasteltavana on laaja kokonaisuus, voi olla tarpeen määritellä esimerkiksi osastokohtainen painoarvo tuotannon menetykselle. Sen avulla voidaan ottaa huomioon eri osastojen väliset erot kriittisyyskertoimia määriteltäessä. Varsinainen laitekohtainen kriittisyys tehdään eri tekijöiden pohjalta. (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 148)

Alapuolella listattuna kriittisyyteen vaikuttavia tekijöitä

- vikaväli
- turvallisuusvaikutukset
- ympäristövaikutukset
- tuotannon menetys
- lopputuotteen laatukustannus
- korjauskustannus

(Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 148)

## 5 VÄRÄHTELYMITTAUS

”Värähtelymittauksia käytetään yleisesti pyörivien teollisuuden laitteiden ja koneiden kunnonvalvontasovelluksissa.” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 223)

### 5.1 Värähtelyn teoria

Värähtely voidaan määrittää koneen tai laitteen työliikkeen ohessa esiintyvänä pienenä sivuliikkeenä. Toisin sanoen osa koneen tehosta ajautuu pääliikesuunnasta sivuun aiheuttaen tärinää koko koneen rakenteisiin. Tyypillisin tällainen liike syntyy pyörivien osien epätasapainosta, jolloin osa osien pyörimisenergiasta ajautuu sivuun saaden aikaan tärinää akselissa ja laakeripesissä. Yleisesti siis tärinän aiheuttaa jokin koneen osasta aiheutuva värähtely, kuten epätasapaino, linjaustarkkuus, resonanssi tai laakerivika. (MLT-koulutuspaketti Mittaava kunnossapito)

Värähdysliike puolestaan määritellään osan tai massapinnan poikkeamisena tasapainoasemasta kahta puolen olevien ääriarjojensa välissä. (MLT-koulutuspaketti Mittaava kunnossapito)

### 5.1.1 Värähtelymittaus

Värähtelymittauksessa pyörivään laitteeseen tai rakenteeseen kiinnitetään yksi tai useampi värähtelyanturi. Anturin antama signaali käsitellään analysaattorilla haluttuun muotoon. Lopputuloksena saadaan erilaisia laskennallisia suureita, joita analysoimalla määritetään koneen tai rakenteen värähtelyn ominaisuudet. Vertaamalla tulosta aiempiin mittauksiin tai standardien antamiin arvoihin ja malleihin, voidaan selvittää toimiiko koneisto halutulla tavalla. Periodisissa reittimittauksissa konetta mitataan tietyin väliajoin halutuilla parametreilla ja seurataan mittauksen välillä tapahtuvia muutoksia koneen värähtelyissä. (Inspecta Oy:n www-sivut 2017)

### 5.1.2 VIBEXPERT II

Corensolla laitteeksi valittiin VIBEXPERT II. Laitteen värähtelymittauksiin kuuluvat kiihtyvyyden, nopeuden ja siirtymän mittaus. Mittalaite on helppokäyttöinen sekä mittapisteen mittaaminen on suhteellisen nopeaa. Yhden pisteen mittaus kestää noin minuutin. Laitteen käyttöliittymänä toimii Omnitrend-ohjelmisto.



Kuva.2 Corenson mittalaite (Corenson tehtaalta)

### 5.1.3 Anturi

Corensolla käytössä oleva Vibcode8.660 anturi on jousilukituskiinnityksellä toimiva. Tämä mahdollistaa yhtenevän kiinnityksen sekä mittapaikan. Anturi mittaa värähtelyä(spektri, aika, nopeus, iskusysäys). Anturin elektroniikka vahvistaa värähtely signaalia. Tieto siirtyy koaksaalikaapelia pitkin mittalaitteelle.

### 5.1.4 Koodirengas

Mittalaite tunnistaa laitteen koodirenkaasta. Tämä tarkoittaa sitä että mittausreittiä ei tarvitse kulkea järjestyksessä läpi, vaan mikä tahansa laite voidaan mitata missä järjestyksessä tahansa. Koodirenkaassa on numeroituja paloja kehän ympärillä ja niitä leikataan pois. Mittalaite määrittää millainen koodirengas laitteen mittapisteeseen asennetaan.



Kuva.3 Vibcode anturi (MLT-Finland www-sivut 2017)

## 5.2 Muita kunnonvalvonnan menetelmiä

”Värähtelymittaus ei suinkaan ole ainut kunnonvalvonnan menetelmä, mutta sitä pidetään yhtenä tehokkaimpana keinona valvoa laitteiden kuntoa.” (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 250)

### 5.2.1 Iskusysäys ja akustinen emissio

Iskusysäys menetelmässä mitataan kappaleeseen kohdistuneiden iskumaisten herätteiden aiheuttamaa korkeataajuisia värähtelyä. Mittauksessa käytetään anturia, jonka ominaistaajuus on 32kHz. Menetelmä on kehitetty vierintälaakereiden käynninvalvontaan. Vierintäelimen osuminen vastinpinnan vauriokohtaan herättää anturin värähtelynsä ominaistaajuudella. (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 250)

Akustisella emissiolla (AE) tarkoitetaan materiaalissa eteneviä korkeataajuisia jännitysaaltoja. Aaltoja syntyy mm. lyhytkestoisista iskumaisista herätteistä ja myös kun materiaaliin muodostuu mikroskooppisia säröjä, jotka edelleen etenevät särönkasvuna. Säröytymisessä vapautuva tai iskuista aiheutuva energia etenee jännitysaaltona säteittäisenä aaltorintamana materiaalissa. Kun jännitysaallot osuvat kappaleen pintaan, aiheuttavat ne siinä ns. pinta-aaltoja eli Rayleighin aaltoja tai Lamb aaltoja. Kappale ei siten silminnähdessä värähtele eikä värähtelyä voi tuntea esimerkiksi käsin koskettamalla kappaleen pintaa. Näitä pinta-aaltoja voidaan mitata herkällä pintaa koskettavalla anturilla. (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 250)

### 5.2.2 Voiteluaineanalyysi

Voiteluaineanalyysija on aikaisemmin suurelta osin käytetty voiteluaineen kunnonvalvontaan. Nykysisin ne ovat merkittävä osa koneen kunnonvalvontaa ja vianmäärittäystä, kun halutaan seurata koneen kulumistilannetta ja siinä tapahtuvia muutoksia. Kaikkia vikoja voiteluaineanalyysilla ei voida kuitenkaan havaita, näitä ovat mm. epätasapaino ja asennusvirhe elleivät ne aiheuta koneen osien kulumista. Toisaalta vaihteistojen ja hydraulikkajärjestelmien viat voidaan havaita öljyanalyysien avulla jo varhaisessa vaiheessa. Voiteluaineanalyysien ja värähtelymittausten avulla saatujen

mittaustietojen yhdistäminen mahdollistaa erittäin tehokkaan kunnonvalvonnan erityisesti, jos lisäksi seurataan prosessiparametreja. Koneen kunnonvalvonnan yhteydessä voiteluaineanalyysissä tutkitaan myös öljyjen ja rasvojen joukkoon joutuneita epäpuhtauksia. (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 429)

”Voiteluaineanalyysit sisältävät sekä öljyjen että rasvojen analysoinnin. Molempiin käytetään pääsääntöisesti samoja menetelmiä, joskin rasvojen analysoinnissa joillakin menetelmillä voi olla ongelmia sopivan liuottimen löytämisessä. (Kunnossapitoyhdistys ry.” 2009, 429)

### 5.2.3 Lämpötila

Lämpötila on yleisesti käytetty mittaussuure teollisuudessa. Varsinkin erilaisten prosessien valvonnassa ja ohjauksessa lämpötilatiedoilla on keskeinen asema. Lämpötilan mittausta käytetään usein myös suojaus- ja hälytysjärjestelmissä. Mittaus voidaan suorittaa koskettavalla mittausturilla tai koskemattomalla mittausten menetelmällä. Koskemattomat menetelmät perustuvat kappaleen lähettämän lämpösäteilyn mittaamiseen. (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 429)

”Lämpötilan mittausten menetelmät voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: koskettavat menetelmät, koskemattomat lämpötilan mittausten menetelmät ja lämpökamerat.”  
(Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 429)

### 5.2.4 Astinvaraiset tarkastukset

Aiemmin kunnonvalvontaa suoritettiin pääasiassa aistihavaintojen avulla, mm. kuuntelemalla laakereita puukepin avulla, kokeilemalla koneenosien lämpöä ja tunnustelemalla jaloilla tai kädellä koneen värähtelyä. Näitä menetelmiä ei pidä aliarvioida tänään päivänä, vaikka niitä korvaamaan ja täydentämään käytetään yhä enemmän erilaisia mittausten menetelmiä. Mittaavan kunnonvalvonnan piirissä olevia koneita kannattaa valvoa lisäksi aistinvaraisesti. Lukumääräisesti suuriosa koneista on pelkästään aistinvaraisen valvonnan piirissä. (Kunnossapitoyhdistys ry. 2009, 429)

### 5.3 Värähtely valvonnan suunnittelu

Värähtely valvonnan suunnittelu pohjautuu seuraaviin menettelyihin:

1. Määritellään laitteiden kunnonvalvonnan tarve.
2. Kartoitetaan laitteet, joille värähtelyvalvonta on teknisesti mahdollista toteuttaa ja valitaan näistä värähtelyvalvonnan piiriin ne laitteet, joille sen toteuttaminen on kannattavaa. Kaikkia laitteita ei ole tarkoituksenmukaista valvoa säännöllisesti.
3. Valituille laitteille laaditaan mittaussuunnitelma, joka määrittää:
  - käytettävät valvontamenetelmät ja menetelmä-kohtaiset raja-arvot
  - mittausvälit
  - käytettävät mittausjärjestelmät
  - mittaustoiminnan käytännön järjestelyt
  - mittausten dokumentoinnin, raportoinnin ja seurannan(PSK standardisointi 2007,52)

### 5.4 Lähtötiedot

Tämän työn keskeisin asia on lähtötietojen selvittäminen. Lähtötietoja hankittiin Corenson tietokannasta. Corensolla on luotu oma piirustusarkisto serverillä, joista suurin osa tarvittavista tiedoista saatiin. Corenson järjestelmässä oleva piirustusarkisto ei kuitenkaan ollut aivan täydellinen. Puuttuvia tietoja joutui fyysisesti etsimään arkistoista ja tehtaan omasta kirjastosta. Kaikkiin laitteisiin ei siltikään löytynyt tietoja ja niitä pyydettiin laitetoimittajilta sekä esimerkiksi välityssuhteita laskettiin itse kun muut tarvittavat tiedot laskemista varten löytyivät.



## 5.4.1 Pumput

Pumpusta selvitetään laakeroinnin laakerityypit sekä niiden lukumäärä.(Taulukko.1)

Taulukko.1 Pumput

<b>PUMPUT ALAKERTA</b>				
<b>VIIRAOSA</b>	<b>KYTKIMEN PUOLEINEN LAAKERI</b>	<b>KPL</b>	<b>PUMPUNPUOLEINEN LAAKERI</b>	<b>KPL</b>
Neliömassapumppu 62B31	7312/BG	2	NU312/C3	1
Perän syöttöpumppu 63B10	22215CK & H315	1	7312/BG	2
Kiertoveden varastosäiliön pumppu.1 62B51	7314/BECBP	2	NUP313	1
Nash 64C08	TIMKEN 67791-67720D EP.018	1	TIMKEN 67791-67720D EP.018	1
Nash 64C07	TIMKEN 67791-67720D EP.018	1	TIMKEN 67791-67720D EP.018	1
Kiertovesisäiliön pumppu2 63B11	32214	1	32214	1
Kiertovesisäiliön pumppu1 63B12	7313/BGJBS	2	NU 312/ECP	1
Peränlaimennusvesi pumppu 63B13	7312/BG	2	NU 312/C3	1
<b>MASSANKÄSITTELY</b>				
Viirapulperin katkopumppu 62B41	7312/BG	2	NU 312/C3	1
Konepulperin katkopumppu 62B43	7312/BG	2	NU 312/C3	1
<b>PURISTINOSA</b>				
Huopa-Nash tyhjöpumppu 64c05	NU238E	1	NU238E	1

## 5.4.2 Sekoittajat, jauhimet ja sihti

Tässä selvitetään laakerityypit, määrät sekä lasketaan sekoittajien välityssuhde. (Taulukko.2)

Taulukko.2 Sekoittajat, jauhimet ja sihti

SEKOITTAJAT, JAUHIMET JA SIHTI							
MASSAN KÄSITTELY	VÄLITYS	LAAKERIT					
Hylkypulperin sekoitin 62F42	i=2,857	ylempi 23220cc/w33 & alempi 23120ck+ahx3120					
Konepulperin sekoitin1. 62F4301	i=3,521	D 22230 cc/w33 & N 23228 cc/w33					
Konepulperin sekoitin2. 62F4302	i=3,521	D 22230 cc/w33 & N 23228 cc/w33					
Viirapulperin sekoitin1. 62F40.1	i=4,717	D 23028 ck/w33 & N 24128 c/w33					
Viirapulperin sekoitin2. 62F40.2	i=4,717	D 22230 cck/w33 SKF N 23228 cc/w33 SKF					
VIIRAOSA							
Konesihtti 63E10		ylempi 22317M & alempi 22315M					
JAUHIMET							
	Moottorin puoleinen laakeri	Kytkimen puol Jauhinosan laakeri					
		KPL	KPL		KPL		
Rum-jauhin 62F24	23032cck/w33	1	67782	1	L860049 Timken tss	1	
Varajauhin 62F25	23032cck/w33	1	67782	1	L860049 Timken tss	1	
					Jauhimen teränpuoleinen laakeri	Jauhimen kytkimen puoleinen laakeri	KPL
Jälkijauhin 62F13	31312-J2	1	1		23134CCK/C3/W33	29428 E	1

## 5.4.3 Telat

Telojen lähtötiedoiksi selvitetään KP (käyttöpuoli) ja HP (hoitopuoli) laakerit.(Taulukko.3)

Taulukko.3 Telat

<b>TELAT</b>	<b>KP</b>	<b>HP</b>
<b>VIIRAOSA</b>		
63K01 IMUTELA	23992-B-K-MB-T52BW-C3	23992-B-K-MB-T52BW-C3
63K03 PAINOTELA	23228CCK/W33	23228CCK/W33
<b>PURISTINOSA</b>		
63K02 VIIRANVETOTELA	23130 CCK/W33	23130 CCK/W33
64K02 PURISTIMEN IMUTELA	239/560 CA/W33/C08	239/560 CA/W513/C08
64K01 PURISTIMEN 1. TELA	22348/CCK/W33	22348/CCK/W33
64K03 PURISTIMEN 2. TELA	22348/CCK/W33	22348/CCK/W33
64K04 KARTONGINJOHTOTELA 1	22312CCK/C3/W33	22312CCK/C3/W33
64K06 KARTONGINJOHTOTELA 2	22312CCK/C3/W33	22312CCK/C3/W33
SYM-S	618/850 SKF	618/850 SKF
SYM-Z	239/670 CA /C08/W513	239/670 CA /C08/W513
64K08 TASAUSPURISTIN YLÄTELA	23244 CCK/W33 SKF	23244 CCK/W33 SKF
64K09TASAUSPURISTIN ALATELA	23244 CCK/Y33 SKF	23244 CCK/Y33 SKF
<b>KUIVATUSOSA</b>		
<b>JAKOKESKUS KR 3-4</b>		
1- 65.K.03.26 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
2- 65.K.03.28 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
3- 65.K.03.32 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
4- 65.K.03.34 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
5- 65.K.03.51 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
6- 65.K.03.54 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
7- 65.K.03.57 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
8- 65.K.03.58 JOHTOTELA	22315 CCK/W33 & NUB 213	NU 2315 K & NUB 213
9- 65.K.03.59 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
10- 65.K.03.60 JOHTOTELA	22315 CCK/W33 & NUB 213	NU 2315 & NUB 213
11- 65.K.03.61 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
13- 65.K.04.38 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
14- 65.K.04.40 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
15- 65.K.04.44 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
16- 65.K.04.46 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
17- 65.K.04.51 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
18- 65.K.04.54 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
19- 65.K.04.61 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
20- 65.K.04.60 JOHTOTELA	22315 CCK/W33 & NUB 213	NU 2315 & NUB 213
21- 65.K.04.59 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
22- 65.K.04.58 JOHTOTELA	22315 CCK/W33 & NUB 213	NU 2315 & NUB 213
23- 65.K.04.57 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
24- 65.K.04.56 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
<b>JAKOKESKUS KR 1-2</b>		
	<b>KP</b>	<b>HP</b>
1- 65.K.01.04 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
2- 65.K.01.08 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
3- 65.K.01.10 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
4- 65.K.01.51 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
5- 65.K.01.54 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
6- 65.K.01.57 JOHTOTELA	22315 CCK/W33 & NUB 213	NU 2315 K & NUB 213
7- 65.K.01.58 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
8- 65.K.01.59 JOHTOTELA	22315 CCK/W33 & NUB 213	NU 2315 K & NUB 213
9- 65.K.01.60 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
10- 65.K.01.61 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
13- 65.K.02.14 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
14- 65.K.02.16 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
15- 65.K.02.20 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
16- 65.K.02.22 KUIVATUSSYLINTERI	23148CCK/W33C4	23144CCK/W33/C4
17- 65.K.02.51 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
18- 65.K.02.54 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
19- 65.K.02.57 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
20- 65.K.02.58 JOHTOTELA	22315 EK & NU 213	2315 EK & NU 213
21- 65.K.02.59 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33
22- 65.K.02.60 JOHTOTELA	22315 CCK/W33 & NUB 213	NU 2315 K & NUB 213
23- 65.K.02.61 JOHTOTELA	22315 CCK/W33	22315 CCK/W33

#### 5.4.4 Vaihdelaatikot

Vaihdelaatikot vaativat enemmän selvityksiä lähtötietoihin. Pitää selvittää vaihteen tyyppi, onko se esimerkiksi 1-,2-,3-portainen. Nämä määrittävät akseleiden ja laakerien määrät. Tässä työssä selvitettiin ensiö-, toisio- ja väliakselin laakerit. Lisäksi selvitetään hammasakselien hammasluvut sekä välityssuhde. Jos välityssuhdetta ei ole saatavilla, pystytään se myös laskemaan tiedettyjen hammaslukujen avulla. (Taulukko.4)

Taulukko.4 Vaihteet

<b>VAIHTEET ALAKERTA</b>					
	Toisioakselin laakeri	Ensiöakselin laakeri	Väliakselin laakeri	Välitys	Hammasluvut
<b>VIIRAOSA</b>					
64C08 NASH1 IMUPUMPPU vaihde	30226	33217	32317	i=6,432	Z1 = 20, Z2 = 81, Z3 = 34, Z4 = 54
64C07 NASH2 IMUPUMPPU vaihde					
63B10 PERÄN SYÖTTÖPUMPPU vaihde	32216	32312		i=2,250	Z1 = 24, Z2 = 54
<b>PURISTINOSA</b>					
64C05 HUOPA-NASH TYHJÖPUMPPU vaihde	22230	22324E		i=3,950	Z1 = 20, Z2 = 79
<b>VAIHTEET YLÄKERTA</b>					
<b>VIIRAOSA</b>					
63K01 IMUTELA vaihde	22322/w33	32314	22322/C3	i=15,882	Z1 = 16, Z2 = 72, Z3 = 17, Z4 = 60
63K03 PAINOTELA vaihde	32216	32309	32311	i=10,909	Z1 = 22, Z2 = 68, Z3 = 17, Z4 = 60
<b>PURISTINOSA</b>					
63K02 VIIRANVETOTELA vaihde	22322/w33	32314	22322/C3	i=12,632	Z1 = 19, Z2 = 68, Z3 = 17, Z4 = 60
64K02 PURISTIMEN IMUTELA vaihde	32220	32309	32314	i=17,889	Z1 = 17, Z2 = 71, Z3 = 17, Z4 = 60
64K01 PURISTIMEN 1.TELA vaihde	32220	32309	32314	i=14,118	Z1 = 17, Z2 = 68, Z3 = 17, Z4 = 60
64K03 PURISTIMEN 2. TELA vaihde	32220	32309	32314	i=14,118	Z1 = 17, Z2 = 68, Z3 = 17, Z4 = 60
64K04 KARTONGINJOHTOTELA 1 vaihde	2212 w33	22308W33/C3		i=5,071	Z1 = 14, Z2 = 71
64K06 KARTONGINJOHTOTELA 2 vaihde	22212 w33	22308W33/C3		i=5,071	Z1 = 14, Z2 = 71
SYM-S vaihde					
SYM-Z vaihde	22224 W33	22316 W33/C3		i=5,533	Z1 = 15, Z2 = 83
64K08 TASAUSPURISTIN YLÄTELA vaihde	22218	22308E	22309E	i=12,337	Z1 = 26, Z2 = 81, Z3 = 25, Z4 = 99
64K09TASAUSPURISTIN ALATELA vaihde	22218	22308E	22309E	i=12,337	Z1 = 26, Z2 = 81, Z3 = 25, Z4 = 99
<b>MASSAN KÄSITTELY</b>					
Rum-jauhin 62F24 vaihde	23224	22320E		i=2,5217	Z1 = 18, Z2 = 51
Varajauhin 62F25 vaihde	23224	22320E		i=2,5217	Z1 = 18, Z2 = 51
Jälkijauhin 62F13 vaihde	23224CC/W33	22320ES. TVPB.C3		i=2,8333	Z1 = 18, Z2 = 51
<b>KUIVATUSOSA</b>					
<b>Kuivatusryhmän käytöt 4kpl</b>					
65K04 vaihde	22222 w33	32310	22316/C3	i=25,267	Z1 = 22, Z2 = 135, Z3 = 17, Z4 = 70
65K03 vaihde	22222 w33	32310	22316/C3	i=25,267	Z1 = 22, Z2 = 135, Z3 = 17, Z4 = 70
65K02 vaihde	22222 w33	32310	22316/C3	i=25,267	Z1 = 22, Z2 = 135, Z3 = 17, Z4 = 70
65K01 vaihde	22222 w33	32310	22316/C3	i=25,267	Z1 = 22, Z2 = 135, Z3 = 17, Z4 = 70

## 5.4.5 Sähkömoottorit

Sähkömoottorien lähtötiedoiksi tarvittiin DE (drive-end) NDE (no-drive-end) laakeriden tyypit. Lisäksi tarvittiin sähkömoottorin kierros-luku(rpm), Teho(kW) sekä tieto siitä, että onko kyseisessä positiossa taajuusmuuttaja. (Taulukko.5)

Taulukko.5 Sähkömoottorit

<b>SÄHKÖMOOTTOREIDEN TIEDOT</b>				
<b>SÄHKÖMOOTTORIT KK-alakerta</b>	<b>LAAKERIT</b>	<b>RPM</b>	<b>TEHO KW</b>	<b>TAMU</b>
<b>VIIRAOSA</b>				
63B12 Kiertovesisäiliön pumppu 1	D 6313/C3 & N 6312/C3	1472	45	X
63B11 Kiertovesisäiliön pumppu 2	D 6310/C3 & N 6209/C3	1474	30	X
64C08 NASH1 IMUPUMPPU	D 6322MC3 & N 6319/C3	1487	315	
64C07 NASH2 IMUPUMPPU	D 6319/C3 & N 6319/C3	1485	200	
63B10 Perälaatikon syöttöpumppu		1485	200	X
63E1 Konesihtti	D 6316/C3 & N 6315/C3	983	55	
62B31 Neliömassapumppu	D 6212/C3 & N 6212/C3	1482	33	X
62B51 Kiertoveden varastosäiliön pumppu. 1	D skf 6316/C3 & N skf 63	1482	110	X
<b>MASSANKÄSITTELY</b>				
62F4301 Konepulpperi	D 6322/C3 & N 6322/C3	975	160	
62F4302 Konepulpperi	D 6322/C3 & N 6322/C3	975	160	
62B43 Konepulpperin katkopumppu	D 6317/C3 & N 6317/C3	1480	75	
63B13 Peränlaimennusvesi pumppu	D 6313/C3 & N 6312/C3	1480	45	
62B41 Viirapulpperin katkopumppu	D 6317/C3 & N 6317/C3	1480	75	
62F40.02 Viirapulpperi	D 6212/C3 & N 6212/C3	975	22	
62F40.01 Viirapulpperi	D 6212/C3 & N 6212/C3	975	22	
62D42 Hylkypulpperi	D 6313/C3 & Nu315MC3	1470	75	
<b>PURISTINOSA</b>				
64C05 Huopa-Nash tyhjöpumppu	D 6324/C3 & N 6319/C3	1492	630	X
<b>SÄHKÖMOOTTORIT KK-yläkerta</b>				
<b>SÄHKÖMOOTTORIT KK-yläkerta</b>	<b>LAAKERIT</b>	<b>RPM</b>	<b>TEHO KW</b>	<b>TAMU</b>
<b>VIIRAOSA</b>				
63K01 IMUTELA	D 6322/C3 & N 6322/C3	1480	250	X
63K03 PAINOTELA	D 6213/C3 & N 6213/C3	1480	37	X
<b>PURISTINOSA</b>				
63K02 VIIRANVETOTELA	D 6322/C3 & N 6322/C3	1480	315	X
64K02 PURISTIMEN IMUTELA	D 6317/C3 & N 6317/C3	1480	90	X
64K01 PURISTIMEN 1. TELA	D 6317/C3 & N 6317/C4	1480	90	X
64K03 PURISTIMEN 2. TELA	D 6317/C3 & N 6317/C5	1480	90	X
64K04 KARTONGINJOHTOTELA 1	D 6206/C3 & N 6206/C3	1480	4	X
64K06 KARTONGINJOHTOTELA 2	D 6206/C3 & N 6206/C3	1480	4	X
SYM-Z	D 6324/C3 & N 6324/C5	1480	355	X
64K08 TASAUSPURISTIN YLÄTELA	D 6213/C3 & N 6213/C3	1480	45	X
64K09 TASAUSPURISTIN ALATELA	D 6213/C3 & N 6213/C4	1480	45	X
<b>KUIVATUSOSA</b>				
65K01 RYHMÄ 1	D 6317/C3 & N 6317/C6	1480	90	X
65K02 RYHMÄ 2	D 6317/C3 & N 6317/C5	1480	90	X
65K03 RYHMÄ 3	D 6317/C3 & N 6317/C4	1480	75	X
65K04 RYHMÄ 4	D 6317/C3 & N 6317/C3	1480	75	X
<b>MASSANKÄSITTELY</b>				
62F24 RUM-jauhin	D6324/C3 & N6319/C3	1491	630	
62F25 Varajauhin	D6324/C3 & N6319/C4	1491	630	
62F13 Jälkijauhin	D6324/C3 & N6322/C3	1491	630	

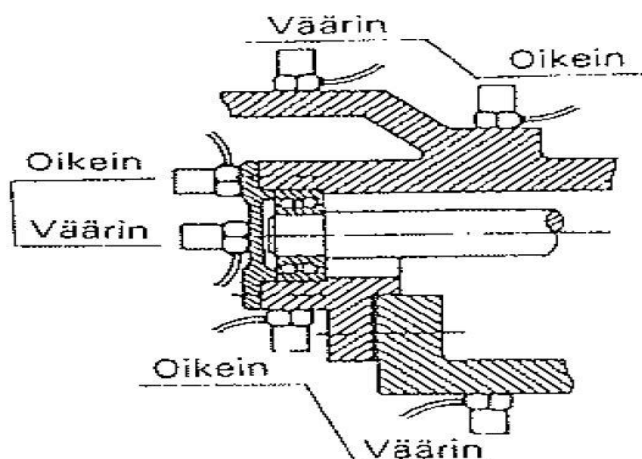
## 6 MITTAPISTEET

Mittapiste on mittalaitteen reitiltä löytyvä mittauskohde, joka löytyy myös fyysisesti laitteesta. Mittauskierrosta tekevä henkilö kytkee mittalaitteen mittapisteeseen kiinni joko jousilukitteisella- tai magneettikiinnitteisellä anturilla.

### 6.1 Mittapisteen sijoittaminen

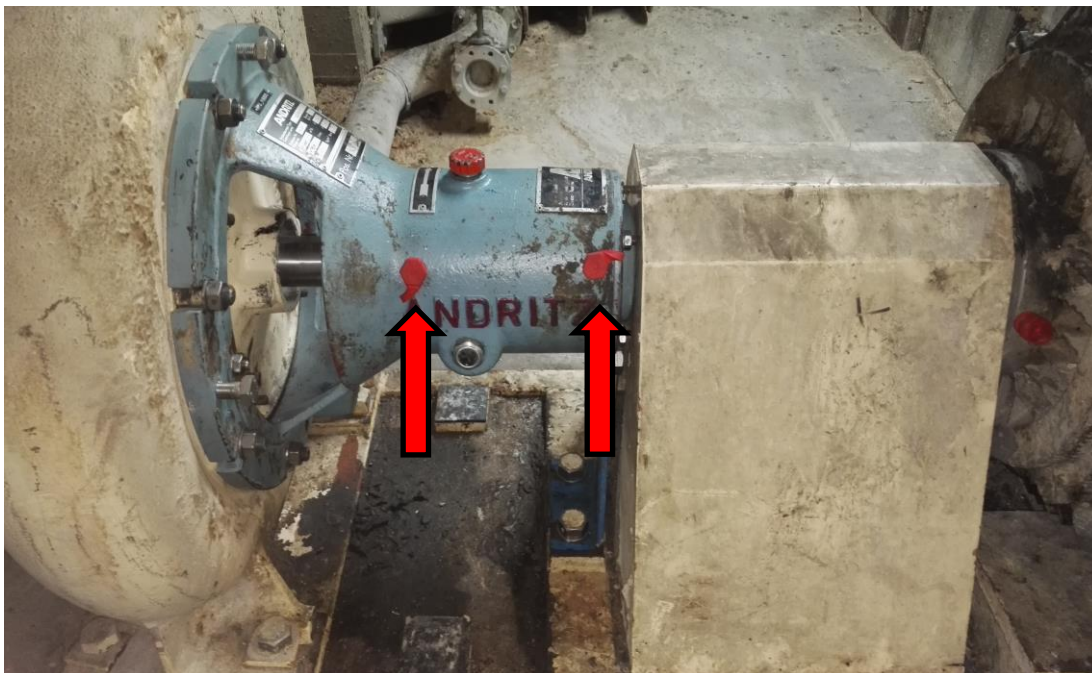
Mittauspaikka valitaan siten, että värähtelylähde ja mittausanturi ovat mahdollisimman lähellä toisiaan. Tämä on erityisen tärkeää mitattaessa korkeataajuista värähtelyä, koska korkeataajuinen värähtely menettää osan energiastaan rajapinnoissa. Tämän vuoksi mittauspaikka valitaan siten, että värähtelylähteen ja mitta-anturin väliin jää mahdollisimman vähän rajapintoja (ei yhtä enempää). Mittauspaikan valintaan vaikuttavia tekijöitä on määritelty myös PSK 5702 standardissa. (MLT-koulutuspaketti Mittaava kunnossapito)

”Mittauspaikan valinnassa on huomioitava myös kuormitus-suunta. Mittauspaikka valitaankin mielellään kuormitus-suuntaa vastaan, jotta signaalilla olisi mahdollisimman suora yhteys mittausanturiin.” Kuvassa (Kuva.1) on esitetty mittapisteen sijoittaminen. (MLT-koulutuspaketti Mittaava kunnossapito)

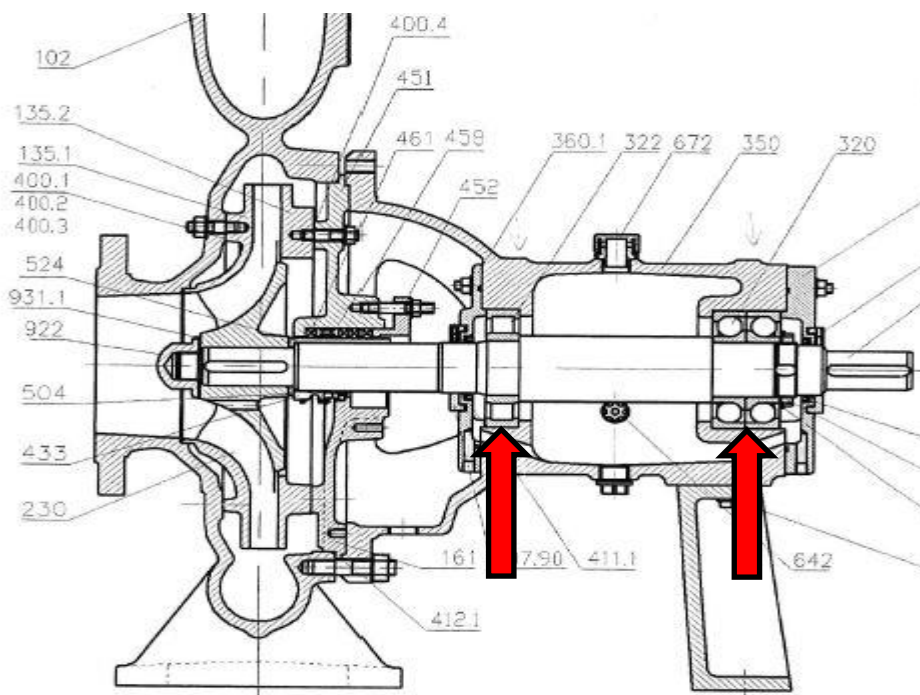


Kuva.4 (PSK Standardisointi 2007)

### 6.1.1 Mittapisteiden sijoittaminen keskipakopumppuun (Kuva.5)



Kuva.5 (Corenson tehtaalta)



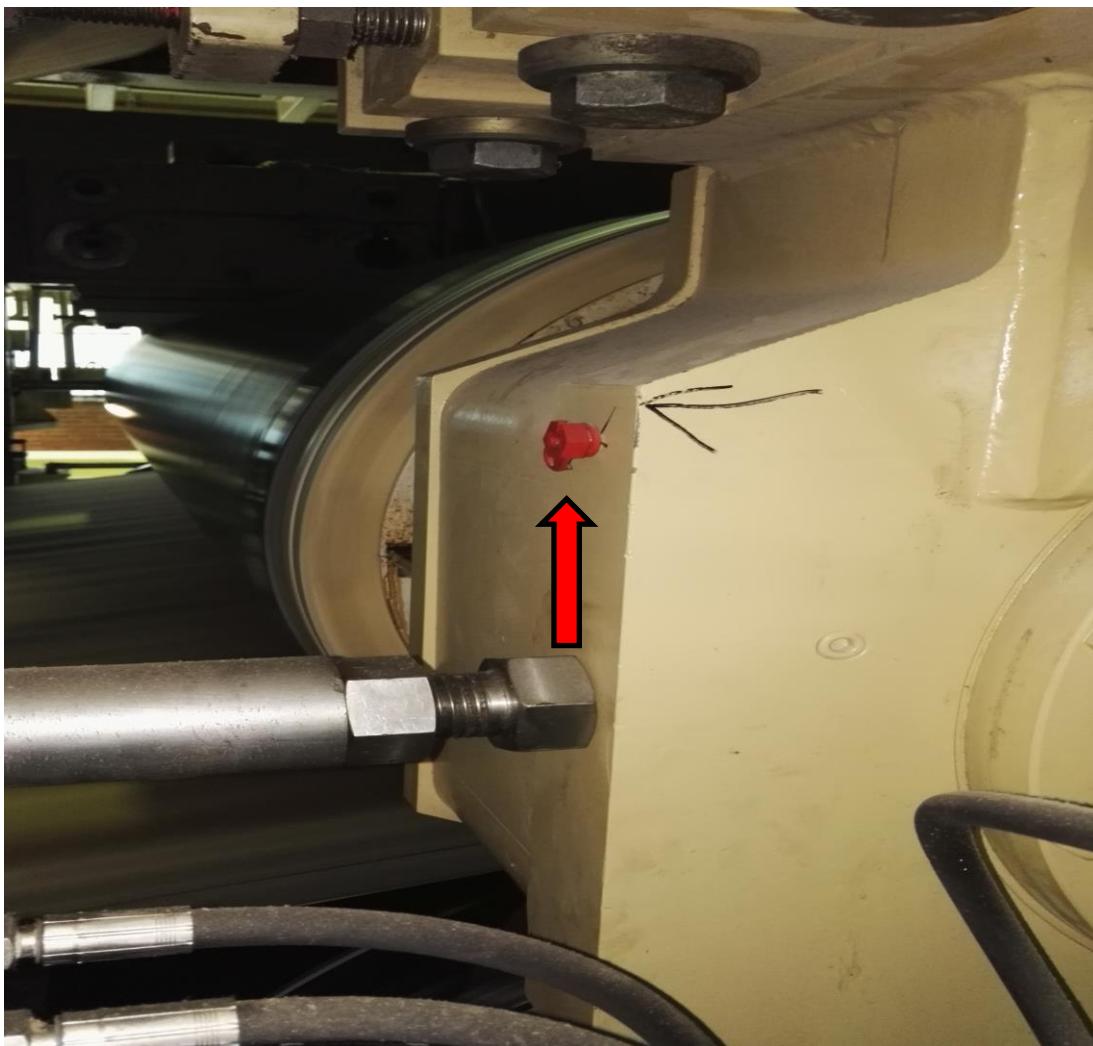
Kuva.6 (Andritzin käyttö- ja huolto-ohje)

Kuvassa (Kuva.6) on keskipakopumpun leikkauskuva josta havaitaan laakerit joita ylempällä olevassa kuvassa (Kuva.5) olevilla mittapisteillä mitataan.

### 6.1.2 Mittapisteen sijoittaminen telaan

Telan päädyissä on molemmissa yksi tai kaksi laakeria telan tyypistä riippuen. Näin ollen telan molempiin päihin asennettiin 1-2kpl mittapistettä.

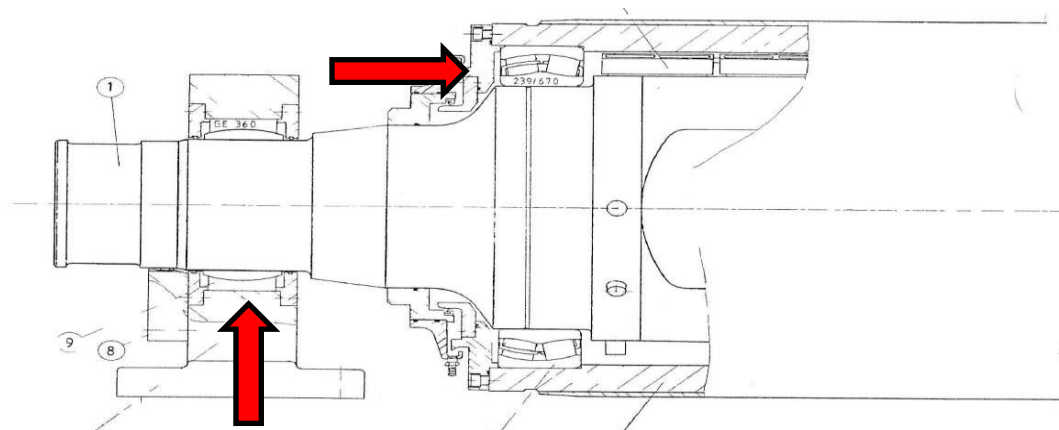
Telojen laakerit nimettiin Corensolla KP (käyttöpuoli) ja HP (hoitopuoli) laakereiksi.



Kuva.7 (Corenson tehtaalta)

Kuvassa (Kuva.7) mittapiste on sijoitettu telan käyttöpuolen laakeripesään.





Kuva.8 (Corenson piirustusarkisto)

Kuvassa (Kuva.8) leikkauskuva telan laakeripesästä nuolen osoittamassa paikassa. Myös telan vaipassa on laakeri ja sen kohdalle on myös asennettu mittapiste, mitä ei kuvassa 7 (Kuva.7) näy.

### 6.1.3 Mittapisteen sijoittaminen vaihdelaatikkoon

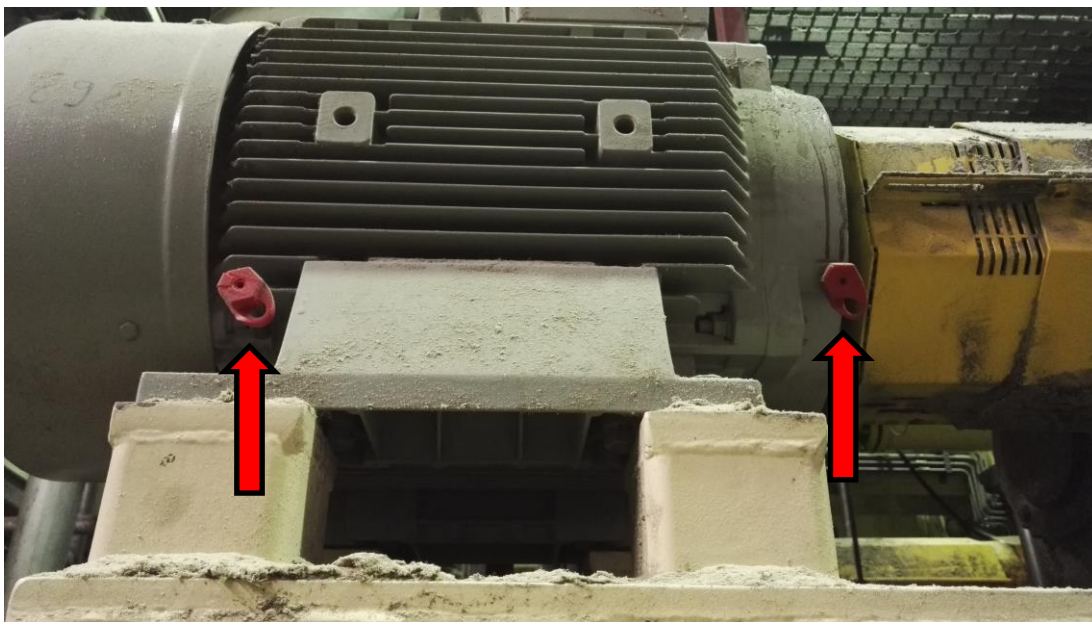


Kuva.9 (Corenson tehtaalta)

Kuvassa 9 (Kuva.9) mittapisteen on sijoitettu 2-portaisen vaihdelaatikon ensiöakselin ja toisioakselin kohdille. Vaikka 2-portaisessa vaihdelaatikossa on myös väliakseli, se

ei tarvitse erillistä mittapistettä, koska ensiö- ja toisioakselien kohdilla olevilla mittapisteillä saadaan analysoitua mittaustulokset myös väliakselista.

#### 6.1.4 Mittapisteen sijoittaminen sähkömoottoriin

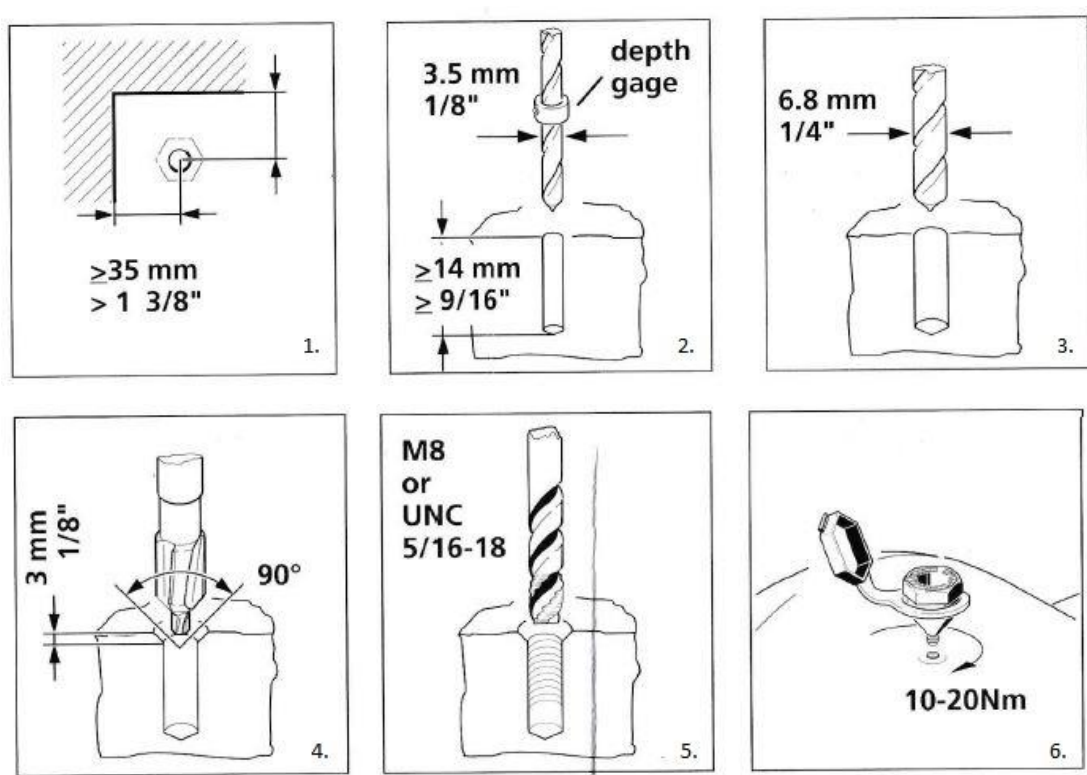


Kuva.10 (Corenson tehtaalta)

Kuvassa 10 (Kuva.10) mittapisteen on sijoitettu sähkömoottorin NDE (no drive-end) ja DE (drive-end) kohtiin.

## 6.2 Asennusohje (Kuva.11)

1. Mittapisteen keskireikä sijoitetaan 35mm päähän laitteen reunoista.
2. Porataan 3,5mm poranterällä 14mm syvä reikä.
3. Suurennetaan reikä 6,8mm poranterällä
4. Senkkausterällä avarretaan reikää 3mm syvyyteen asti.
5. Kierteytetään reikä M8 kierretapilla
6. Kierretään mittausnipa paikalleen 10-20Nm momentilla.

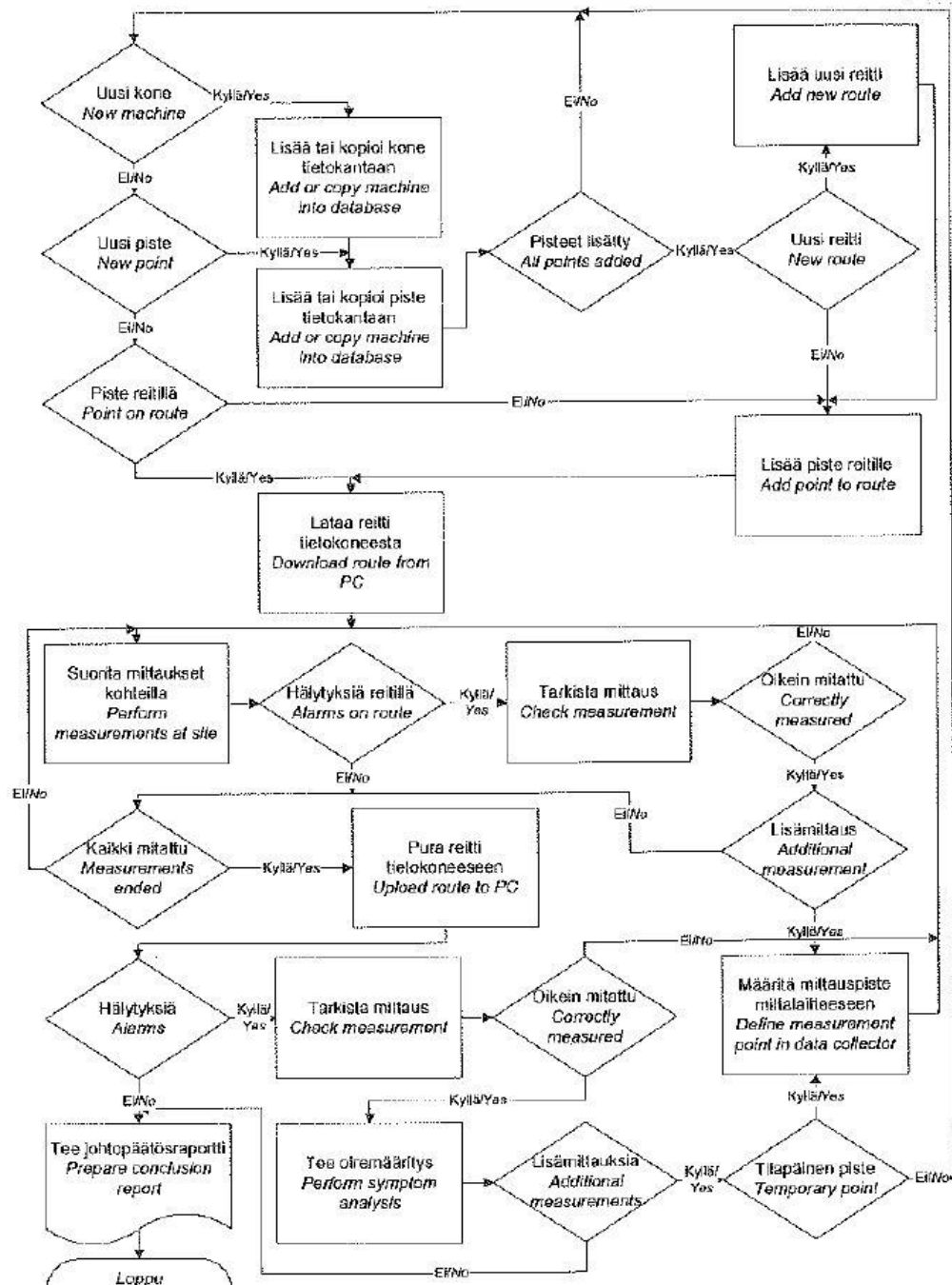


Kuva.11 (MLT-Finland)

## 7 VÄRÄHTELYMITTAUKSEN SUORITTAMINEN

Mittausreitit suorittaminen sisältää monia vaiheita.

Alla olevassa kuviossa (Kuvio.1) on esitetty reitin suorituskäytäntö.



Kuvio.1( PSK standardisointi 2007 )

## 7.1 Mittaaminen taajuusmuuttajakäytöissä

Taajuusmuuttajakäyttöisten sähkömoottorien nopeus mitataan moottorin DE päästä flektistä. Nopeus saadaan stroboskoopilla. Tämä tulos syötetään mittalaitteeseen. VIBEXPERT-mittalaite myös ilmoittaa jos kyseessä on taajuusmuuttajakäyttöinen laite ja vaatii nopeutta mittauksien jatkamista varten.

## 8 VÄRÄHTELYMITTAUKSEN TULOKSET

Yleisimmät värähtelyn analysoinnin menetelmät ovat valittujen tunnuslukujen kehittymisen eli trendin seuranta sekä taajuus- eli spektrianalyysi. Trendiseurannassa mitattavana suurena käytetään tavallisimmin nopeuden tehollisarvoa vrms taajuusalueella 10...1000 Hz. Spektrianalyysissä tarkasteltavana suurena on yleisimmin värähtelyn nopeus. Sekä nopeus- että kiihtyvyyssmittauksissa anturina käytetään yleensä pietsosähköistä kiihtyvyyssanturia. Spektrianalyysissä kuten myös trendiseurannassa oikean taajuusalueen valinta on tärkeää, jotta vian aiheuttama värähtely todella saadaan mitattua. (*Oulun ammattikorkeakoulun WWW-sivut2017*)

### 8.1 Analysointi

Analysointi vaatii perehtymistä värähtelytasojen käyrien muutoksien havaitsemiseen, sekä vikadiagnostiikan ymmärrystä. Corensolla ei ole tällä hetkellä resurssia, että oma väki suorittaisi analysoinnin, joten analysoinnin hoitaa MLT-Finland.

#### 8.1.1 Mittaaminen ja mittaustulosten seuranta

”Mittaukset tehdään laaditun mittaussuunnitelman mukaan sekä tuloksia verrataan hälytysrajoihin ja aikaisempiin mittaustuloksiin. Jos aikaisempia mittaustuloksia ei ole

käytettävissä, voidaan tuloksia verrata vastaavien laitteiden mittaustuloksiin ja alan standardeihin.” (PSK standardisointi 2007,60-61)

### 8.1.2 Kunnan määrittäminen ja ennustus

”Jos mittaustulokset ovat sallituissa rajoissa, eikä muutakaan poikkeavaa ole havaittavissa, jatkotoimenpiteitä ei tarvita. Muussa tapauksessa suoritetaan diagnoosi ja ennuste, joissa selvitetään mahdollinen vika, sen aiheuttaja ja kehittyminen. Näitä tietoja käytetään korjauksen tai tarkentavien mittausten suunnittelua varten sekä turvallisen käyttöajan ennustamisessa.” (PSK standardisointi 2007,60-61)

Diagnoosin ja ennusteen tarkentamiseksi suositellaan esimerkiksi seuraavia toimenpiteitä:

- Mittaukset uusitaan ja varmennetaan mittausten luotettavuus
  - Verrataan tuloksia aikaisempiin havaintoihin ja johtopäätöksiin
  - Täydennetään tuloksia mittaamalla eri menetelmillä ja eri paikoista
  - Mitataan eri prosessiolosuhteissa ja selvitetään niiden vaikutus tuloksiin
- (PSK standardisointi 2007,60-61)

### 8.1.3 Johtopäätökset, suoritettavat toimenpiteet ja palaute

Diagnoosin perusteella tehdään johtopäätös vian vakavuudesta ja ennuste sen kehittymisestä sekä suositellaan toimenpiteitä, jotka voivat olla esimerkiksi seuraavia:

- Toimintaa voidaan jatkaa, mutta seuranta pitää tehdä useammin
  - Toimintaa voidaan jatkaa määrättyin rajoituksin esimerkiksi kuormitusta ja nopeutta pienentämällä
  - Suositellaan mittauksia ja tarkastuksia, joiden perusteella arvioidaan tarkemmin koneen huolto- tai korjaustarve
  - Suositellaan korjausajankohta
- (PSK standardisointi 2007,60-61)

”Kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen pitää tarkastaa ja dokumentoida vikaantuneet osat ja todentaa diagnoosin oikeellisuus.” (PSK standardisointi 2007,60-61)

Vika, mittaustulokset, muut vikaan liittyvät havainnot ja niiden perusteella tehty diagnoosi pitää tallentaa laitteen historiatietoihin. Vika- ja vauriohistoriaa hyödynnetään jatkossa laitteen parantavassa kunnossapidossa ja kunnonvalvonnan kehittämisessä. (PSK standardisointi 2007,60-61)

## 8.2 Analyysiraportit

Raportointisuunnitelmassa esitetään raportoinnin laajuus, jakelu ja käyttö.

Raportointi sisältää seuraavia raportteja kunnossapitotoiminnan ohjaamiseksi:

-mittauskierroksen jälkeen hälytysraportti, jossa esitetään hälytysrajojen rikkoutumiset

-johtopäätösraportti, jossa selvitetään vika, sen syy ja kehittymisnopeus korjauksien suunnittelua varten.

-toimenpideraportti havaituista ja korjatuista vioista sekä muista toimenpiteistä. Tehdään vertailu johtopäätösraporttiin kokemusten kartuttamiseksi.

-yhteenvetoraportti mittaustoiminnan saavutuksista toiminnan kehittämiseksi ja tavoitteiden arvoimiseksi. Raportissa voidaan hyödyntää standardia PSK 5709.

(PSK standardisointi 2007,62)

## 8.3 Värähtelymittauksella saavutetut hyödyt

Vianmäärityksen luotettavuus tarkastelujaksolla kunnonvalvonnan piirissä oleville koneille ja laitteille voidaan määrittää seuraavilla kaavoilla. (PSK standardisointi 2007,105)

$$L_1 = D_1 / D$$

jossa

$L_1$  on vianmäärityksen luotettavuus

$D_1$  on oikein tehtyjen diagnoosien määrä tarkastelujaksolla

$D$  on kaikkien tehtyjen diagnoosien määrä tarkastelujaksolla

$$L_2 = H_1 / H$$

jossa

$L_2$  on vianmäärityksen epävarmuus

$H_1$  on havaitsematta jääneiden vikojen määrä

$H$  on kaikkien vikojen määrä

”Onnistumista voidaan arvioida myös häiriöiden kokonaismäärällä. Häiriö on määritelty standardissa PSK 6201.” (PSK standardisointi 2007,105)

Valvottavien suureiden, esimerkiksi tärinärasituksen keskiarvoja voidaan seurata kone-tyyppi-, tuotantolinja tai tehdaskohtaisesti. Tämän tiedon avulla voidaan arvioida valitun kokonaisuuden yleiskunnon kehittymistä. (PSK standardisointi 2007,105)



## 8.4 Arviolaskelma mahdollisista seisokkijaajoista

Taulukko.6 seuranta

<b>Johtotelojen värähtelytasojen nousu aikavälillä 4/2016-3/2017</b>	
<b>Vaihdetut laakerit</b>	
<b>Johtotelan positio + HP/KP</b>	<b>Laakerin vaihtoaika suunnitellussa seisakissa</b>
65K04.58 KP	3h
65K04.54 KP	3h
65K02.60 KP	3h
65K01.57 HP	3h
65K03.58 KP	3h
65K04.57 HP	3h
65K02.61 KP	3h
65K03.54 KP	3h
65K03.54 HP	3h
65K03.57 KP	3h
65K03.57 HP	3h
65K03.59 KP	3h
65K03.59 HP	3h
	<b>Yhteensä 39h</b>

Taulukossa (Taulukko.6) olen ottanut ainoastaan johtotelojen värähtelytasojen nousut huomioon, sekä kirjannut vaihdetut laakerit. Laakerin vaihtoaika on noin kolme tuntia, tämä tieto on saatu laakereita vaihtaneilta asentajilta.

Olemme säästäneet mahdollisia ei toivottuja seisakkeja 39 tunnin edestä jo pelkästään johtotelojen värähtelyiden seuraamisen avulla. Mahdollisesti aikaa olisi mennyt paljon enemmänkin, koska tässä ei ole huomioitu kartonkikoneen alas-/ylösajon ottamaa aikaa sekä mahdollisia vaurioita, mitä olisi voinut tulla esimerkiksi kuivatusviiroihin tai ryhmäkäyttöihin.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin Corenso United Oy Ltd Porin kartonkitehtaan mekaanisen kunnossapidon osastolla tarkoituksena parantaa tehtaan kunnonvalvontaa. Työssä tehtiin Vibexpert II sekä sen ohjelmiston Omnitrendin käyttöönotto tehtaalla yhteistyössä MLT Machine & Laser Technology Oy:n kanssa. Työssä tehtiin kriittisten laitteiden analyysi sekä selvitettiin näiden laitteiden lähtötiedot. Tämän lisäksi luotiin reitit ohjelmistoon ja asennettiin fyysisesti kyseisiin laitteisiin mittapisteet sekä koulutettiin muutama asentaja, jotka tulevaisuudessa suorittaisivat mittauskierrokset kuukauden välein.

Jo muutama kuukausi käyttöönoton jälkeen saatiin positiivisia tuloksia värähtelymittalaitteen hyödyistä. Saimme kiinni alkavia laakerivikoja, sekä pystyimme näillä tiedoilla ajamaan tehdasta suunniteltuihin seisakkeihin ja vaihtamaan vikaantuneet laakerit näissä. Myös voiteluaineen puutteita pystyttiin havaitsemaan. Sillä perusteella voitelua lisättiin käynninaikana ja näin pystyimme taas estämään laakerin rikkoontumisen. Nämä tiedot saatiin analyysiraporteista jotka, MLT analysoi ja lähettää tehtaalle. Raportit lisätään myös Corenson tietokantaan jokaisen nähtäväksi.

Opinnäytetyössä paljon aikaa vei lähtötietojen kerääminen Excel-taulukoihin, koska Corenson käyttämä tietokanta on puutteellinen ja siksi lähtötietoja joutui etsimään fyysisistä piirustusarkistoista sekä kyselemään laitetoimittajilta. Nämä kerätyt puutteelliset tiedot olisi syytä siirtää tietokantaan sekä korjata virheelliset tiedot. Tämä helpottaisi jatkossa varaosien hallintaa.

Tulevaisuudessa olisi tarkoitus lisätä mittapisteitä kartonkitehtaan puolelle sekä uusiomassalaitoksen kriittisiin laitteisiin. Tämän lisäksi olisi hyvä tehostaa kunnonvalvontaa muillakin tavoilla kuten säännöllisillä lämpökamerakuvauksilla.

Lopuksi haluan kiittää kunnossapitoinsinööri Turkka Ruohonevaa opinnäytetyöni valvojana Corenson puolelta. Lisäksi kiitän kunnossapidon kehitys- ja projekti-insinööri Antti Weckströmiä. Heiltä sain paljon tietoa ja neuvoja opinnäytetyön tekemiseen.

## LÄHTEET

Oulun ammattikorkeakoulun WWW-sivut viitattu 15.2.2017

[http://www.oamk.fi/~kurki/automaatio-labrat/TTT/23\\_Kunnonvalvonta%20ja%20huolto.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatio-labrat/TTT/23_Kunnonvalvonta%20ja%20huolto.pdf)

Inspectan WWW-sivut viitattu 20.4.2017 <https://www.inspecta.fi/Palvelut/Materiaalitekniikka-ja-kaynnissapitopalvelut/Varahtelymittaus>

MLT-Finlandin WWW-sivut viitattu 3.5.2017 <http://www.mltfinland.fi/visa-tj%C3%A4nst/23/nivia%20-%20analysointipalvelu>

PSK Standardisointi 2007. Kunnonvalvonnan värehtelymittaus. PSK-käsikirja 3 10.painos: Helsinki. PSK Standardisointiyhdistys ry

Corenson arkisto. Andritzin käyttö- ja huolto-ohje

Corenson arkisto. MLT-ohje

Wikipedia WWW-sivut viitattu 10.3.2016 [https://fi.wikipedia.org/wiki/Porin\\_kartonkitehdas](https://fi.wikipedia.org/wiki/Porin_kartonkitehdas)

Corenso United Oy Ltd WWW-sivut viitattu 10.3.2016 <http://corenso.com/>

MLT-Finland. Koulutuspaketti. Mittaava kunnossapito

Kunnossapitoyhdistys ry. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito: Helsinki. KP-Media

Järviö. J. 2004. Kunnossapito: Rajamäki. KP-Media