

Antti Ojala

Kunnonvalvonta ehkäisevän kunnossapidon apuna

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikka

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Antti Ojala

Työn nimi: Kunnonvalvonta ehkäisevän kunnossapidon apuna

Ohjaaja: Ismo Tupamäki

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 5

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko Atrian teurastuslinjassa sellaisia laitteita, joissa voitaisiin hyödyntää kunnonvalvontaa ehkäisevän kunnossapidon apuna järkevästi ja kustannustehokkaasti. Toisena tavoitteena oli tutkia ja vertailla markkinoilla olevien kunnonvalvontajärjestelmien sopivuutta kohteisiin.

Työn teoriaosiossa keskityttiin kunnossapitoon ja sen historiaan. Myös kunnonvalvonnan teoriassa keskityttiin kunnonvalvonnan suunnitteluun, mittauksiin ja mittauksissa käytettäviin suureisiin.

Työn tutkimusosiossa selvitettiin kolmen kunnonvalvontajärjestelmän ominaisuuksia ja niiden eroavaisuuksia. Selkeästi parasta järjestelmää ei pystytty osoittamaan, koska useamman toimittajan järjestelmien testauksia ei pystytty järjestämään.

Työn tuloksista saatiin selville selkeä näkemys siitä, millä tavalla kunnonvalvontaa kannattaa kehittää tulevaisuudessa Atrian teurastuslinjassa. Tietoa haettiin tässä työssä alan kirjallisuudesta, internetistä ja haastatteleamalla alan asiantuntijoita.

Avainsanat: kunnossapito, kunnonvalvonta, mittaukset, järjestelmä

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Machine Automation

Author: Antti Ojala

Title of thesis: Condition monitoring for preventive maintenance

Supervisor: Ismo Tupamäki

Year: 2018

Number of pages: 57

Number of appendices: 5

The purpose of this Bachelor`s thesis was to find out if there are devices in the slaughter line of Atria that could be utilized in condition monitoring as a part of preventive maintenance in a sensible and cost-effective way. The second objective was to examine and compare the suitability of condition monitoring systems for the target devices.

The theoretical part of the thesis focused on maintenance and the history of maintenance. The theory of condition monitoring focused on the planning of the condition supervision, measuring, and the values used in the measuring.

The study examined the features of three condition monitoring systems and their differences. However, it was not possible to show which one of them would be the best system, because the testing could not be arranged.

As the result of the thesis, a clear view was obtained on how to improve the condition monitoring at the Atria slaughter line. The information was collected from the internet and from literature, and by interviewing condition monitoring experts.

Keywords: maintenance, condition monitoring, measurements, system

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO.....	9
1.1 Työn tausta ja tavoitteet.....	9
1.2 Työn rakenne.....	9
2 YRITYSESITTELY.....	11
2.1 Atria Oy.....	11
2.1.1 Historia.....	11
2.1.2 Strategia.....	12
2.2 A-Sikateurastamo Oy ja historia.....	13
2.2.1 Nykyhetki.....	13
3 KUNNOSSAPITO.....	14
3.1 Kunnossapidon kehittyminen.....	16
3.1.1 Kunnossapidon sukupolvet.....	16
3.2 Ehkäisevä kunnossapito.....	19
3.2.1 Ehkäisevän kunnossapidon määritelmä.....	19
3.2.2 Miksi ehkäisevää kunnossapitoa.....	20
4 KUNNONVALVONTA.....	22
4.1 Kunnonvalvonnan suunnittelu.....	24
4.2 Kunnonvalvontamittaukset.....	26

4.3	Kunnonvalvonnassa käytettäviä suureita	26
5	MAHDOLLISET KOHTEET	30
5.1	Kaasutainnutuslaite	31
5.2	Kalttauskone	32
5.3	Jäähdytyskuljetin	34
6	MAHDOLLISIA JÄRJESTELMIÄ	35
6.1	Viafin Industrial Service HERO	35
6.2	Wapice IoT-Ticket	38
6.3	SKF Multilog On-line System IMx-8	45
7	ESIMERKKI KUNNONVALVONNAN MITTAUKSISTA	48
8	TULOKSET JA POHDINTA	52
	LÄHTEET	55
	LIITTEET	57

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Öljyn puutteesta kärsivä laakeri (SeAMK [Viitattu. 1.2.2018].).....	28
Kuva 3. Butina Backloader XL -kaasutainnutuslaitteen havainnekuva. (Butina [Viitattu 2.2.2018].).....	32
Kuva 4. Havainnekuva kahdesta kalttauskoneesta. Valmistaja Frontmatec A/S malli: Billfred 2000 (Frontmatec. [Viitattu 3.2.2018])	33
Kuva 5. Kuva kalttauskoneen sisältä, kulkusuunta kameraa kohden. (Frontmatec A/S [Viitattu 3.2.2018].).....	34
Kuva 6. Osa ruhojen jäähdytysprosessia. (Frontmatec A/S [Viitattu 3.2.2018].) ...	34
Kuva 7. HERO-palvelun havainnekuva. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018])	35
Kuva 8. Smart Tagin virtalähteen voi helposti vaihtaa. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018].).....	36
Kuva 9. Web-pohjainen käyttöliittymä. Alkari-ketjun lämpötilaseuranta tammikuussa 2018.....	38
Kuva 10. Yleiskuva IoT-Ticketin etähallinnasta ja -seurantamahdollisuuksista (Wapice [Viitattu. 13.2.2018].).....	39
Kuva 11. Interface Designerin käyttöliittymä (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)	40
Kuva 12. Wapicen IoT-Ticket, yleiskuva (Wapice [Viitattu 16.2.2018].)	42
Kuva 13. Wapicen WRM 247+ -etähallintalaite (Wapice [Viitattu 16.2.2018].).....	43
Kuva 14. SKF Multilog On-Line -konfiguraatio. (SKF [Viitattu 21.2.2018].).....	45
Kuva 15. IMx-8-yhteyksien havainnekuva (SKF [Viitattu 26.2.2018].).....	46
Kuva 16. SKF:n Microlog Analyzer AX.....	48
Kuva 17. Jäähdytyskuljettimen vaihdemoottorin kunnonvalvonnan mittauspaikat.	49

Kuva 18. Kunnonvalvontamittaus jäähdytyskuljettimen moottorivaihteistopakettista.	50
Kuva 19. Sähkömoottorin mittausta takometrillä.....	51
Kuvio 1. Atrian strategia (Atria [Viitattu 23.1.2018].)	12
Kuvio 2. Kunnonvalvonta osana kunnossapitoa. (ABB [Viitattu. 2.2.2018].)	14
Kuvio 3. Kunnossapidon sukupolvet (Järviö & Lehtiö 2017)	18
Kuvio 4. Kuntoon perustuvan kunnossapidon tyypillinen toimintakaavio. (SeAMK [Viitattu. 1.2.2018].).....	22
Kuvio 5. Vaurioitumisen nopeuden vaikutus kunnonvalvontaan. (SeAMK [Viitattu. 1.2.2018].).....	23
Kuvio 6. Esimerkki sähkömoottorin kunnonvalvonnasta. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].).....	24
Kuvio 7. Värähtelytilan valvonnan virtauskaavio. (SFS-ISO-Standardi [Viitattu 3.2.2018].).....	25
Kuvio 8. Havainnekuva kunnonvalvontaan johtaneesta suunnitelmasta.....	30
Taulukko 1. Oikosulkumoottorin roottorin kunnon arviointi virtaspektrimittauksella (Kokko 2009).....	29
Taulukko 2. SmartTagin mittasuureet. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018]).....	37
Taulukko 3. WRM 247+ -laitteen ominaisuudet. (Wapice [Viitattu. 16.2.2018])	44
Taulukko 4. IMx-8-mittausominaisuuksia. (SKF [Viitattu 26.2.2018].)	47

Käytetyt termit ja lyhenteet

IoT	Inter of Things. Tarkoitetaan internetverkon laajentumista laitteisiin ja koneisiin, joita voidaan ohjata, mitata ja valvoa internetverkon yli.
WRM	Wapice Remote Management. Laite, johon liitetään anturointi ja tietoliikenne.
Hz	Hertsi, kansainvälisen yksikköjärjestelmän mukainen taajuuden yksikkö.
SKF	Svenska Kullagerfabriken AB, on vuonna 1907 perustettu ruotsalainen teollisuusyritys. Sen kotipaikka on Göteborgissa. SKF on laakereiden, kunnonvalvontatuotteiden ja -ohjelmien, kunnossapidon, avoimen voimansiirron, voitelun ja voitelujärjestelmien, tiivisteiden, mekatroniikan sekä näihin liittyvien palvelujen kansainvälinen toimittaja.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarve selvittää kunnonvalvontajärjestelmiä ehkäisevän kunnossapidon apuna ja selvittää, onko markkinoilla sellaisia järjestelmiä, jotka palvelisivat Atrian kunnossapitoa teurastuslinjassa. Selvitystyö tehtiin A-Sikateurastamon teuraslinjaan. Järjestelmällä haetaan koneille ja laitteille käytettävyyttä ja kustannustehokasta ennakkohuoltoa. Työn tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää myös muissa Atria-konsernin yhtiöissä.

Työn tavoitteena on aluksi kartoittaa A-Sikateurastamon teurastuslinjan koneet ja laitteet, joissa on mahdollista toteuttaa kunnonvalvontajärjestelmää ennakoivan kunnossapidon apuna. Kohteet asetetaan tärkeysjärjestykseen, eli etusijalla ovat laitteet, joiden täytyy toimia teurastusprosessissa moitteettomasti. Kartoituksen jälkeen tavoitteena on tutkia markkinoilla olevia järjestelmiä, joiden avulla saataisiin tietoa ennakoivan kunnossapidon tarpeisiin. Työn tavoitteisiin kuuluu myös vertailla järjestelmiä keskenään, millaista tietoa järjestelmät antavat ja miten kustannustehokkaita ne olisivat käytännössä. Lisäksi tarkoituksena olisi testata kunnonvalvontajärjestelmää käytännössä.

1.2 Työn rakenne

Opinnäytetyön rakenne koostuu yleisesti kunnossapidon esittelystä ja historiasta. Kunnossapidon historian tunteminen on tärkeää opinnäytetyössä siksi, että tällöin voidaan havainnollistaa kunnossapidon kehittyneen koko ajan eteenpäin. Ehkäisevän kunnossapidon osuutta on myös opinnäytetyössä käsitelty omana osana, koska se on merkittävä osa tämän työn sisältöä. Kunnonvalvontaa on käyty myös laajemmin läpi tässä työssä. Kunnonvalvonnan osiossa yritetään selvittää, onko A-Sikateurastamolla apua kunnonvalvonnasta osana ennakoivaa kunnossapitoa. Seuraavaksi on tutkittu kolmea eri kunnonvalvontajärjestelmää. Tutkittavat kunnonvalvontajärjestelmät ovat valikoituneet Atrian yhteistyökumppanien kautta. Myös esimerkki kunnonvalvonnan mittauksista on osa tätä työtä. Ajan puutteen vuoksi mittauksissa

hyödynnetään kannettavaa tiedonkeruulaitetta. Pohdintaosuudessa käydään läpi tuloksia ja onko opinnäytetyön tavoitteisiin päästy.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Atria Oy

Atria Oyj on kansainvälisesti toimiva yritys, joka on Pohjoismaiden, Venäjän ja Viron johtava liha- ja ruoka-alan yritys. Atrian Oyj:n liikevaihto vuonna 2017 oli 1436,2 miljoonaa euroa. Liikevoittoa konserni teki vuonna 2017 40,9 miljoonaa euroa. Konserni työllistää keskimäärin 4400 henkilöä. Atria Oyj:n toiminta jakaantuu neljään liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat Atria Venäjä, Atria Baltia, Atria Skandinavia ja Atria Suomi. Atria Suomessa työskentelee keskimäärin 2200 työntekijää. Atria Oyj:n asiakkaita ovat päivittäisruokakaupat, suurkeittiöt ja elintarvikealan teollisuus. Atria on aloittanut toimintansa 1903. Atria Oyj:n osakkeet on noteerattu NASDAQ Helsinki Oy:ssä ja niillä voidaan käydä kauppaa pörssin aukioloaikana (Atria Oyj [Viitattu 28.2.2018].)

2.1.1 Historia

Atrian historian katsotaan alkaneeksi 1903 Kuopiossa. Nimekseen osuuskunta sai nimen Karjanmyyntiosuuskunta (KKO). Vuonna 1914 perustettiin Lihaosuuskunta Itikka. Toimipaikaksi tuli Seinäjoki ja ensimmäiseksi toimitusjohtajaksi nimitettiin Yrjö Collan. Ensimmäinen moderni makkaratehdas näki päivänvalon Seinäjoella vuonna 1937. Vuonna 1953 Itikka aloitti Siipikarjan teurastuksen uusilla koneilla. Vuonna 1975 Itikka osti Maan Liha Oy:n ja sai 10000 m² tuotantotilaa Kauhajoelta, jonne Itikka keskitti naudan tuotannon. Vuonna 1977 Nurmon lihakylä perustettiin ja Itikka rakennutti Nurmoon pakastamon. Vuonna 1982 Itikka rakennutti Nurmoon uuden Sikalinja-kokonaisuuden. Vuonna 1987 Seppo Paatelaisesta tuli Itikan toimitusjohtaja ja hänen johdollaan osuuskuntamuotoinen teurastustoiminta yhtiöitettiin ja vietiin pörssiin. Vuonna 1994 yhtiö sai nimeksi Atria Oy. Atria osti vuonna 1997 ruotsalaisen Lithells-yhtiön. Vuonna 2003 Atria laajensi Liettuaan yritysostoin, jolloin Baltian valloitus alkoi. Vuonna 2005 Atria osti Pit-Production-yhtiön Pietarista ja

näin alkoi myös Venäjän valloitus. Vuonna 2006 Atria investoi Nurmon teurastuslinjaan noin yli 20 miljoonaa euroa (Nurmon teurastuslinjasta lisää luvuissa 2.2–2.4). Vuonna 2017 Nurmon sikaleikkaamoon valmistui Euroopan modernein sikaleikkaamo, johon Atria sijoitti noin 36 miljoonaa euroa. (Atria Oyj, [Viitattu 23.1.2018].)

2.1.2 Strategia

Atrian nykyinen strategia Terve Kasvu on laadittu vuosille 2016–2020. Se jatkaa edellisten strategiakauden kahta tavoitetta, jotka ovat kannattavuuden parantaminen ja taseen vahvistaminen. Kuviossa 1 on esitelty Atrian strategia.



Kuvio 1. Atrian strategia (Atria [Viitattu 23.1.2018].)

2.2 A-Sikateurastamo Oy ja historia

Tämä opinnäytetyö tehtiin A-Sikateurastamolle, joka on osa Atria-konsernia. A-Sikateurastamo sijaitsee Nurmon lihakylässä Seinäjoella. (Atria Oyj, [Viitattu 19.1.2018].)

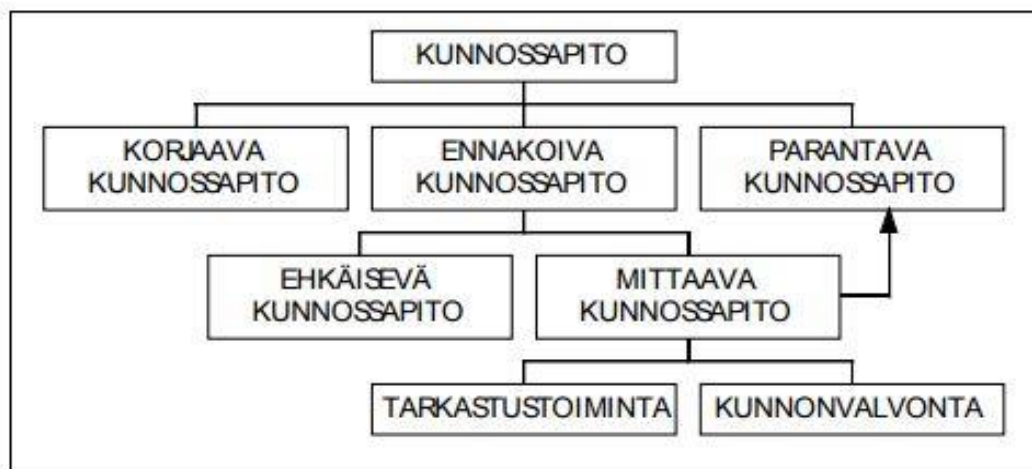
Teurastustoimet A-Sikateurastamolla Nurmon lihakylässä katsotaan alkaneeksi vuonna 1982. Vuonna 2006 otettiin A-Sikateurastamolla käyttöön automatisoitu teuraslinja, joka kaksinkertaisti sikojen käsittelyn. Samalla tuotantotilat kolminkertaistuvat. (Atria Oyj, [Viitattu 19.1.2018].)

2.2.1 Nykyhetki

A-Sikateurastamolla teurastetaan kaikki Atria Suomen teurassiat. Teurasmäärät ovat keskimäärin noin 60 000 kappaletta kuukaudessa. A-Sikateurastamolla työskentelee keskimäärin 120 työntekijää tuotannossa, kunnossapidossa ja työnjohdossa. A-Sikateurastamon asiakas on elintarviketeollisuus ja isoimpana asiakkaana on A-Pekoni Oy, joka kuuluu myös Atria-Konserniin. A-Sikateurastamon laitekanta on pääosin vuodelta 2006. Teuraslinja on myös automatisoitu vuonna 2006. (Mäki-Kivistö 2018.)

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon voi määrittää niin, että se sisältää kaikki keskeiset asiat, joilla saadaan ylläpidettyä tai palautettua kone sellaiseksi, että se kykenee suoriutumaan sille asetetuista tehtävistä. Yrityksen kunnossapitostrategiassa tulee ottaa myös huomioon työturvallisuus ja ympäristönäkökulmat. Oikealla ja riittävällä kunnossapidolla saadaan kone toimimaan moitteettomasti ilman häiriöitä. (Järviö & Lehtiö 2017, 17.) Alla olevasta kuviosta 2 voidaan havaita, mitä kaikkea kunnossapito pitää sisällään.



Kuvio 2. Kunnonvalvonta osana kunnossapittoa. (ABB [Viitattu. 2.2.2018].)

SFS-EN 15341:2007 -standardi määrittelee kunnossapittoa seuraavasti:

Kunnossapidon suorituskyvyllä tarkoitetaan kohteen toimintakykyä ylläpitävien ja palauttavien resurssien aktiivisesta käytöstä johtuvaa tulosta. Suorituskykyyn vaikuttaa ulkoiset ja sisäiset tekijät (esim. sijainti, käyttöaste, ikä). Korjaavaa, ehkäisevää ja parantavaa kunnossapittoa toteuttamalla saavutetaan kohteen suorituskyky. Suorituskykyä varten tehtyjä toimenpiteitä voidaan arvioida tunnusluvuilla, joilla mitataan tuloksia. (SFS-EN 1534, 2007,8.)

PSK 6201 -standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapidon tarkoitus on säilyttää ja tarvittaessa palauttaa kohde toimintakykyiseen tilaan koko sen elinjakson ajaksi teknisillä, hallinnollisilla ja johdannollisilla toimenpiteillä (PSK 6201, 2011).

PSK 6201 suomenkieliset standardin käsitteet liittyvät läheisesti kunnossapitoon

Käyttö

Tuotannon toteuttamisen välittömät toimenpiteet, kuten prosessinohjaus ja koneiden käyttö. Käyttöön voi kuulua myös tuotteen, prosessin, tms. vaatimat kytkentöjen muutokset, vaihtoyksiköiden, komponenttien ja työkalujen vaihdot. (PSK 6201, 2011.)

Käynnissäpito

Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttökuntoon liittyviä tehtäviä kuten, puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjauksia sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seuranta (PSK 6201, 2011).

Logistiikka

Työvoiman, varaosien ja materiaalien, kunnossapitolaitteistojen, tilojen, varastoinnin, telineiden ja alihankintojen yksilöintiä, valitsemista, hankintaa ja toimitusta (PSK 6201, 2011).

Parannus

Toimenpide, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen turvallisuutta, luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintaa (PSK 6201, 2011).

Muutos

Toimenpide, jolla muutetaan kohteen toimintaa ja käyttöominaisuuksia (PSK 6201, 2011).

3.1 Kunnossapidon kehittyminen

Niin kauan kuin ihminen on koneita rakentanut, on samalla harjoitettu kunnossapitotoimintaa. Varhaisin kunnossapito sisälsi lähinnä korjausta ja huoltoa vian sattuessa. (Järviö & Lehtiö 2017, 21.)

3.1.1 Kunnossapidon sukupolvet

Viime vuosiin asti kunnossapito on ollut tuotantolaitoskohtaista. Suomessa kunnossapidon ammattilaiset ovat verkostoituneet vasta 1980-luvun lopussa. Omissa tuotantolaitoksissa kehitetty kunnossapito on vaikeuttanut yhteisien hankkeiden läpiviemistä. Tämä on ilmennyt yrityskauppojen myötä, kun johtajat eivät ole osanneet viedä läpi muutosta, joilla yhdenmukaistetaan kunnossapito-ohjelmat kaikkiin yksiköihin. Yksiköillä on ollut omat kunnossapito-ohjelmansa ja ne ovat pitäneet omia ohjelmiaan parhaina mahdollisina. (Järviö & Lehtiö 2017, 21-24.)

Ensimmäisen sukupolven kunnossapidolle olennaisia asioita olivat:

- Vikaantuneita koneita voitiin pitää pidemmän aikaa huoltoseisokissa.
- Koneet olivat hyvin yksinkertaisia. Ne olivat myös ylimitoitettuja.
- Vian määrittäminen ei ollut kovin vaikeaa ja korjaaminen oli helppoa.
- Ennakoivat huoltotoimenpiteet olivat pääasiassa voitelemista, säätämistä ja puhdistamista. (Järviö & Lehtiö 2017, 21-24.)

Toisen kunnossapidon sukupolven katsotaan alkaneeksi toisen maailmansodan aikoihin. Teollisuus tuotti paljon sotatarvikkeita. Kysynnän ja kilpailun tarpeisiin tuotantolinjoja laajennettiin ja automatisoitiin. Tämä aiheutti tuotantoon ongelmia, kun koneet vikaantuivat herkemmin. Monimutkaiset koneet toivat uuden vikaantumismekanismin. Tähän luotiin ehkäisevä kunnossapito, joka alkuvaiheessa perustui jakotettuun kunnossapitoon (kalenteripohjaiseen ennakoivaan kunnossapitoon). Kustannusten kasvaminen pakotti yritykset myös kunnossapidon johtamiseen. Johtamisen avulla yritettiin saada käytettävyyttä ja kustannustehokkuutta. (Järviö & Lehtiö 2017, 21-24.)

Kolmannen sukupolven katsotaan alkaneeksi 1970-luvulla. Muutoksen syynä oli amerikkalaisten avaruusprojekti. Avaruusprojekti synnytti uusia konsepteja teollisuuteen ja tämän myötä käyttövarmuus voitiin asettaa uudelle tasolle. Projekti loi myös perustan uusille asioille ja tekniikoille, joita käytetään kunnossapidon apuna. (Järviö & Lehtiö 2017, 21-24.)

Tehokkuus ja luotettavuuskasvun syitä olivat:

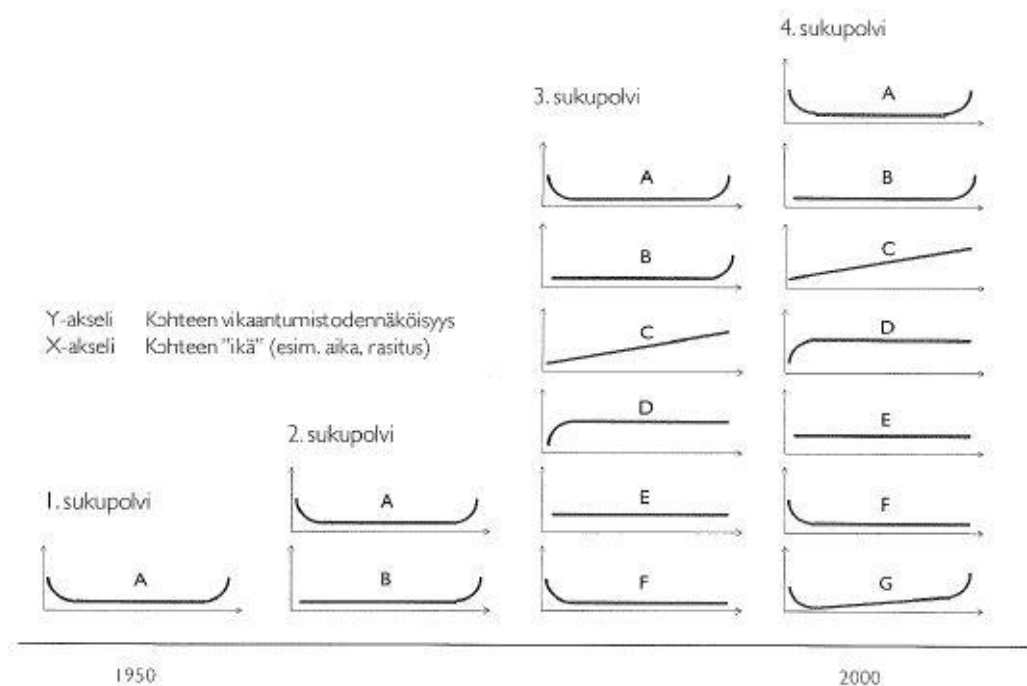
- Tuotantokoneista tuli monimutkaisempia ja automaation määrä kasvoi. Tästä syystä liiketoiminta tuli riippuvaiseksi koneista sekä niiden luotettavuudesta.
- Kilpailun muuttuminen globaaliksi kaupankäynniksi, joka kiristi markkinoita. Myös työkustannukset loivat paineita.
- Tuotantokoneistoon sidottiin enemmän pääomaa. Mitä paremmin tuotantokoneisto toimi, sen paremmin se tuotti tulosta. (Järviö & Lehtiö 2017, 21-24.)

Neljännän sukupolven katsotaan alkaneeksi 1990-luvulla IT-tekniikan läpimurrossa. Neljännelle sukupolvelle olennaisia asioita olivat:

- Valmistusprosessien yhtenäistäminen ja automaation hurja lisääntyminen nostivat koneiden hintoja. Tämän seurauksena kunnossapito ja korjauskustannukset ovat edullisempi tapa, kuin viallisen koneen seisottaminen.
- Uudet teknologiat ja tuotantovälineet muuttavat jatkuvasti kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia.
- Kunnossapidon työvälineiden hinnat ovat kohonneet. Testerit maksavat jopa enemmän kuin koneet.
- Uuden tekniikan myötä tuotteiden elinkaaret jäävät jossakin tapauksissa todella lyhyiksi. Tämä aiheuttaa kunnossapitoon isoja haasteita.
- Elinkaari vaikuttaa myös tuotteen käyttöön. Tästä esimerkkinä elektroniikan valmistuksessa käytettävät komponenttien latomakoneet vaihdetaan uusiin todella nopealla syklillä.

- Käynninvalvonta erilaisilla sensoreilla (esim. käyttötuntilaskuri) on tehokas järjestelmä kunnossapidon tukena. Samalla kunnossapitäjien osaamisvaatimukset muuttuvat.
- Etävalvonta mahdollistaa kunnossapidon valvontaa etänä lähes joka kolmallaan, myös merille.
- Kunnossapidon järjestelmistä saadaan suodatettua dataa kunnossapitäjien käyttöön. (Järviö & Lehtiö 2017, 21-24.)

Kuviosta 3 voidaan havainnoida eri kunnossapidon sukupolvien kehitystä. Y-akseli esittää kohteen vikaantumistodennäköisyyttä ja X-akseli kohteen ikä funktiota. Esimerkkinä voidaan mainita, että neljännen kunnossapidon sukupolven vikaantumismalleja on paljon enemmän kuin ensimmäisen sukupolven aikaan. Tämä taas johtuu laitteiden monimutkaistumisesta.



Kuvio 3. Kunnossapidon sukupolvet (Järviö & Lehtiö 2017)

3.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään koneen tai laitteen käyttötarkoitus sille asetetuissa määreissä ja pyritään palauttamaan toimintakyky ennen vaurion tai vian ilmenemistä. Tavoite on siis vähentää rikkoontumisia ja välttää toimintakyvyn heikkenemistä. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

3.2.1 Ehkäisevän kunnossapidon määritelmä

Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään säännöllisesti tehtävät toimenpiteet:

- Vikaantumista aiheuttavien asioiden tarkkailu ja havainnointi.
- Kaikki sellaiset toimenpiteet, jolla kone pystyisi toimimaan sille asetetuilla ehdoilla. Tällaisia toimenpiteitä ovat mm. voiteluhuolto, osien linjaukset, liitosten kireyksien tarkastus ja koneen ympäristön siistiminen.
- Koneen vikaantuneen osan vaihtaminen ajoissa, ennen kuin vika pysäyttää koneen. Suunniteltu ja korvaava kunnossapito sisältyy myös tähän. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

Ehkäisevä kunnossapito koostuu neljästä elementistä: toimintaolosuhteiden vaalimisesta, tarkastuksista, suunnitelluista huolloista ja modernisoinneista. Tarkastustoimenpiteet pyritään suorittamaan toimintakuntoon perustavina, jossa pääsääntöisesti tarkastuksen tekee koneenkäyttäjä. Koneenkäyttäjät, jotka työskentelevät koneen lähellä, tunnistavat koneen toiminnan. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

Yleensä ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä ja suunnitelmallista toimintaa koneen käydessä ja erilaisten seisokkien yhteydessä. Parantava kunnossapito sekä vikojen analysoiminen voitaisiin sisällyttää ehkäisevään kunnossapitoon, koska niillä on sama päämäärä. Päämääränä on parantaa käytettävyyttä. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

Ehkäisevän kunnossapidon piiriin kuuluvat myös erilaiset ehkäisevät mittaukset. Mittauksilla pyritään selvittämään koneen ja sen osien kunto. Tällaisia mittaavia tekniikoita ovat: värähtelyanalyysit, öljyanalyysit, virran(A)-mittaus, lämpötilanmittaus ja IR-kuvaus (IR, infra red, infrapuna). Mittaus voi olla jatkuvaa (esim. lämpötilanmittaus) tai vaiheittaista (öljyanalyysi). (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

3.2.2 Miksi ehkäisevää kunnossapitoa

Kun koneelta vaaditaan moitteetonta ja luotettavaa käytettävyyttä ei häiriötä saa syntyä. Koneen on suoriuduttava sille suunnitellulla tavalla, eli luotettavasti. Jotta kunnossapito-organisaatio pystyisi toimimaan sille asetetuista velvoitteista, on organisaation toiminnan oltava hallittua ja systemaattista. Tämä ei onnistu, jos toimintatapa on reagoivaa. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla saavutetaan koneiden toimintatasoksi ”täysin varma”. Yleensä teollisuudessa tämä tavoiteltu taso saattaa olla liian kallis toteutettavaksi. Tästä syystä tasoa tiputetaan tietoisesti kustannuksia silmälläpitäen. Jos koneen vikaantuminen aiheuttaa turvallisuuteen tai ympäristöön kohdistuvia uhkia, on ne arvioitava, vaikka riskinarviointi pelkästään rahassa on vaikeaa ja moraalisesti arveluttavaa. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

Nykyinen lainsäädännön suunta työturvallisuuteen on kiristynyt. Jos koneissa esiintyy turvallisuuteen tai ympäristöön kohdistuvia epäkohtia, on ne käsiteltävä asiallisesti ja hallitusti. Mikäli tällainen riski toteutuu, yrityksen johto joutuu niistä vastuuseen. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

Ehkäisevä kunnossapito määrittää sen, kuinka hyvin kunnossapito-organisaatiossa voidaan suunnitella ja toteuttaa huoltoja. Jos 80 % vioista pystytään ennakoimaan noin kolmea viikkoa aiemmin, voidaan niihin varautua. Esimerkiksi varaosien tilaamiseen ja töiden suunnitteluun voidaan varautua aikaisemmin. Myös työt voidaan tehdä mahdollisimman vähällä häiriöillä. Jos työt aloitetaan vasta vikaantumisen jälkeen, suunnittelulle ja varautumiselle ei jää aikaa. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

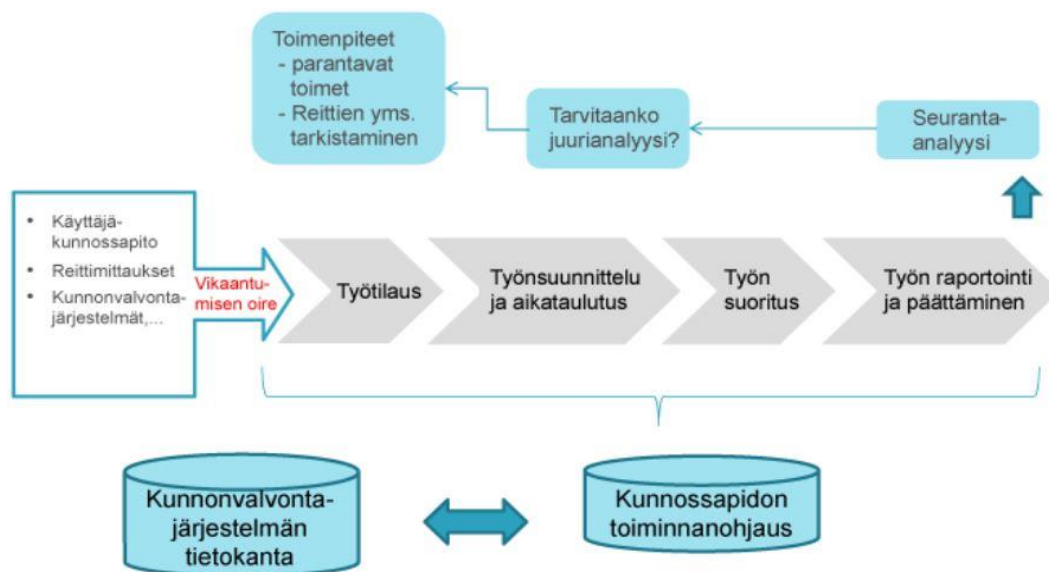
Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- Ehkäisevän kunnossapidon kustannukset eivät ylitä niitä kustannuksia, jotka sen puutteesta aiheutuisivat.
- Kohteelle on olemassa tehokas ennakkohuoltojärjestelmä, joka vian tullessa havaitsee ongelman. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

Ehkäisevästä kunnossapidosta 40–70 % tehdään turhaan. Ennakkohuoltotöitä tehdään liian tiheään, liian paljon ja usein väärin menetelmin. Tämä taas aiheuttaa koneiden ”ylihuoltamista”, joka aiheuttaa turhia kustannuksia. (Järviö & Lehtiö 2017, 99-102.)

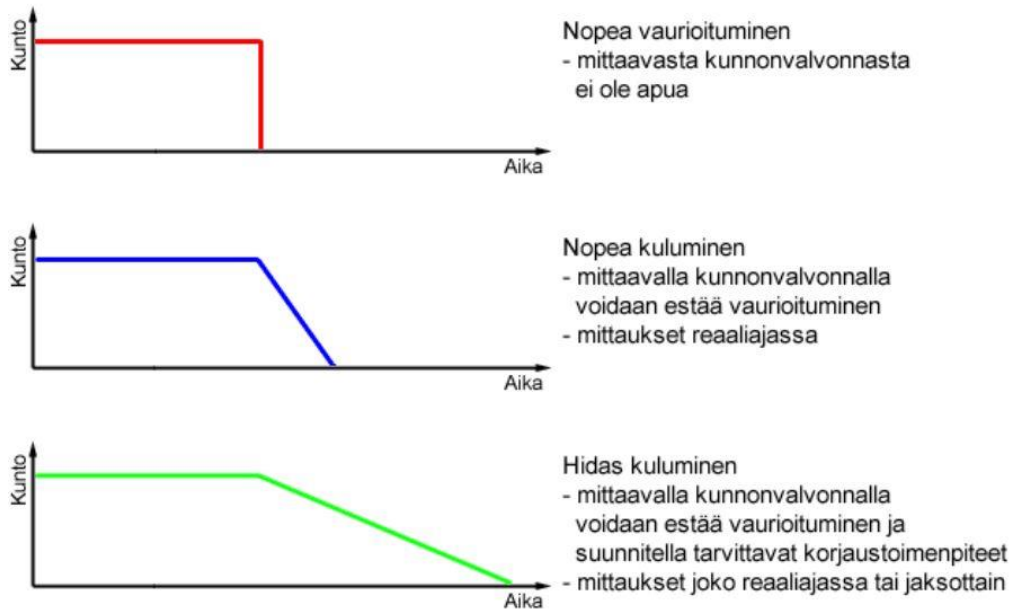
4 KUNNONVALVONTA

Yleisesti kunnonvalvonnalla tarkoitetaan kohteen seurantaan sen nykytilassa ja kohteen kehittymistä mahdolliseen vikatilaan. Kunnonvalvonnan keskeisempiä tavoitteita on ennakoida laitteen vikatiloja ajoissa, jolloin niihin voidaan varautua ajoissa ja suunnitelmallisesti. Kunnonvalvonnalla pyritään aina ennakoivaan kunnossapitoon, jossa laitetta huolletaan vasta, kun siihen on tarvetta. Kuviossa neljä havainnollistetaan kunnonvalvonnan toimia ennakoivan kunnossapidon apuna. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)



Kuvio 4. Kuntoon perustuvan kunnossapidon tyypillinen toimintakaavio. (SeAMK [Viitattu. 1.2.2018].)

Kunnonvalvonta soveltuu sellaisiin kohteisiin, joiden vikaantumismekanismi ei ole nopea. Tästä syystä kunnonvalvonnan tehokkuus kannattaa määritellä sellaiseksi, että hyöty on kannattava. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

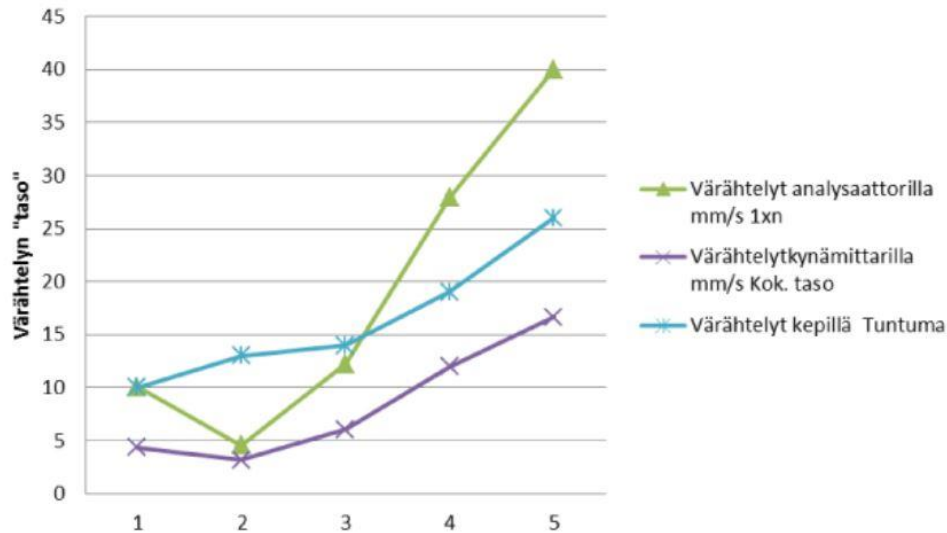


Kuvio 5. Vaurioitumisen nopeuden vaikutus kunnonvalvontaan. (SeAMK [Viitattu. 1.2.2018].)

Kunnonvalvonnan perusidea ja toiminnan lähtökohta on datan kerääminen, seuranta ja analysointi. Datan trendikäyrää seuraamalla päästään vikatilanteisiin tehokkaasti kiinni. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Onnistuneen kunnonvalvonnan myötä myös käytettävyys kasvaa huomattavasti. Jos vikaantumisesta saadaan riittävän ajoissa informaatiota ja vian suunta tiedostetaan, voidaan korjaavat toimenpiteet aloittaa ajoissa. Tällöin tarvittavat huollot voidaan ajoittaa huoltoseisokkeihin. Myös varaosien hankinta ja saatavuus voidaan suunnitella paremmin. Mittaavalla kunnonvalvonnalla voidaan vähentää huomattavasti kunnossapitokustannuksia verrattuna korjaavaan kunnossapitoon. Suurimmat säästöt saadaan kuitenkin epäsuorissa kunnossapitokustannuksissa tuotantoseisokkien vähentymisen myötä. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Seuraavassa kuviossa 6 on mitattu sähkömoottorin värähtelytasoa kolmella eri mitaustavalla. Kolme eri mittaustulosta näyttämät eri lukemaa, mutta ovat kaikki johdonmukaisia toisiinsa verrattuina.

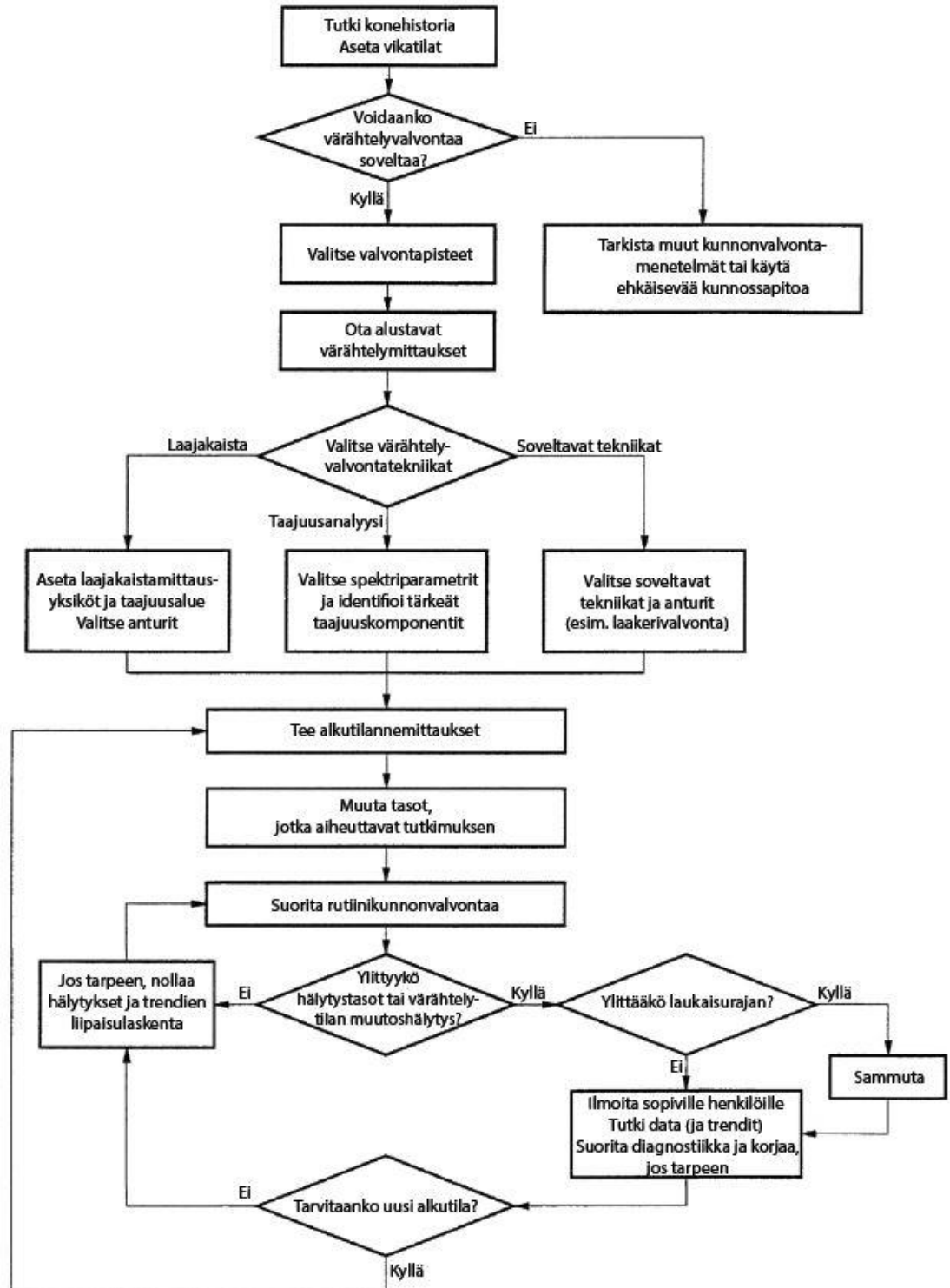


Kuvio 6. Esimerkki sähkömoottorin kunnonvalvonnasta. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

4.1 Kunnonvalvonnan suunnittelu

Sen jälkeen, kun valvottaville koneille on valittu oikeat mittausjärjestelmät, on syytä laatia niille kunnonvalvontasuunnitelman virtauskaavio (kuvio 7). Koska yleensä kohteet eroavat toisistaan, täytyy tietovirta muuttaa tarkoituksenmukaiseksi. Näin kunnonvalvonnasta saadaan paras hyöty irti. Värähtelymittausten suunnittelussa pitää mittausten mukana tulla kuvaus koneesta sekä olosuhteista. Näitä ovat esimerkiksi nopeus, kuorma, ja lämpötila. Vähimmäisdatan tulee sisältää akselin pyörintänopeus (r/min) ja koneen kuorma (teho, virtaus, paine, jne.) sekä kaikki ne muuttajat, jotka vaikuttavat koneesta mitattuun värähtelyyn. (SFS-ISO 13373-1:2015, 9)

Tiedonkeruun aikana on hyvin tärkeää, että olosuhteet ovat tasaiset, jotta saataisiin mahdollisimman paljon vertailukelpoista tietoa. Jos tämä ei ole mahdollista, on koneen ominaisuudet tiedettävä hyvin, jotta tietoa pystytään analysoimaan oikein. Esimerkiksi pumppujen värähtelyarvot ovat erilaisia riippuen pumpun kuormasta. Tämä asia pitää ottaa huomioon käsitellessä tietoa. Tällöin vältetään väärin johtopäätösten tekemiseltä. Tiedonkeruun aikaväli ei ole vakio, vaan se riippuu täysin tutkittavasta suureesta ja kohteesta. (SFS-ISO 13373-1:2015, 9)



Kuvio 7. Värähtelytilan valvonnan virtauskaavio. (SFS-ISO-Standardi [Viitattu 3.2.2018].)

4.2 Kunnonvalvontamittaukset

Kunnonvalvonta perustuu muutokseen, joka tapahtuu mitattavassa suureessa. Kunnonvalvonnassa olennaisin asia on siis normaalista tilasta poikkeavan tilan löytäminen ja analysointi. Analysoinnin perusteella on aina selvitettävä vian laatu ja suunta ja se, millaisiin korjaustoimenpiteisiin on varauduttava. Kunnonvalvonta voidaan jakaa neljään osa-alueeseen. Ensimmäinen on poikkeavan tilanteen havaitseminen (detektio), toinen on syyn selvittäminen (diagnoosi), kolmas on arvio poikkeamasta (prognoosi), neljäs on juurisyyn selvittäminen ja mahdollinen parantava toimenpide. (ABB [Viitattu 2.2.2018].)

4.3 Kunnonvalvonnassa käytettäviä suureita

Kunnonvalvonnan tärkeimmät mittausmenetelmät ovat: värähtelymittaus, lämpötilanmittaus ja virran mittaus. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018]).

Värähtelymittaus on eniten käytetty mittaussuure kunnonvalvonnassa. Värähtelymittausta käytetään myös vikaselvityksissä ja käytönvalvonnassa. Oikein asennutuna ja skaalattuna se on paras mittauskeino ennakoivaan kunnossapitoon. Värähtelymittauksen väärin diagnosoitu data on ajan hukkausta. Värähtelymittausmenetelmiä on monia ja tästä syystä ilman aiempaa kokemusta on vaikea tietää, mikä on juuri oikea mittalaite ja menetelmä kunnonvalvontaan. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Värähtelymittausmenetelmät jaotellaan karkeasti kahteen ryhmään. Ensimmäiseen luokkaan kuuluvat yksinkertaiset koneen tärinään ja laakerinvalvontaan liittyvät suureet. Luokkaan kaksi kuuluvat monimutkaiset menetelmät, joilla voidaan tarkasti selvittää koneiden tärinää ja laakerien kunnossapitoa. Luokkaan yksi kuuluvia mittaantureita tarvitaan koneeseen yleensä kaksi kappaletta. toinen antureista mittaa koneen kokonaistärinää taajuudella 10–1000 Hz. Tällä anturilla voidaan karkeasti selvittää koneen akselien pyörintään liittyvät ongelmat. Toista anturia käytetään laakerien kunnonvalvonnan apuna, se mittaa korkeita värähtelytaajuuksia. Tällaiset värähtelyt ovat yleensä yli 2000 hertsiä. Tähän toiseen luokkaan kuuluvat myös ultraäänimittalaitteet. Tällä mittausmenetelmällä voidaan tutkia kaasujen ja nesteiden vuotoja. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Mikäli koneessa ei ole useampia akseleita, jotka pyörivät eri nopeudella, voidaan käyttää luokan yksi mittauslaitteita. Mikäli koneessa on useita akseleita ja voimansiirtolaitteita, on luokan yksi mittauslaite liian epätarkka. Esimerkiksi liian korkea tärinä voi johtua alustan kiinnityksestä, pumpun gravitaatiosta, laakeriviasta tai linjausvirheestä. Tällöin kunnonvalvonnassa tulee käyttää luokan kaksi mittauslaitteita, jotka pystyvät luotettavaan analyysiin. Luokan kaksi mittalaitteet ovat yksi- tai monikanavaisia spektrianalysointilaitteita. Tällöin koneen omat taajuudet voidaan erottaa toisistaan. Näin saadaan koneen yksittäisten osien tärinät selville, jolloin voidaan luotettavasti seurata ja analysoida koneen eri osien kuntoa. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

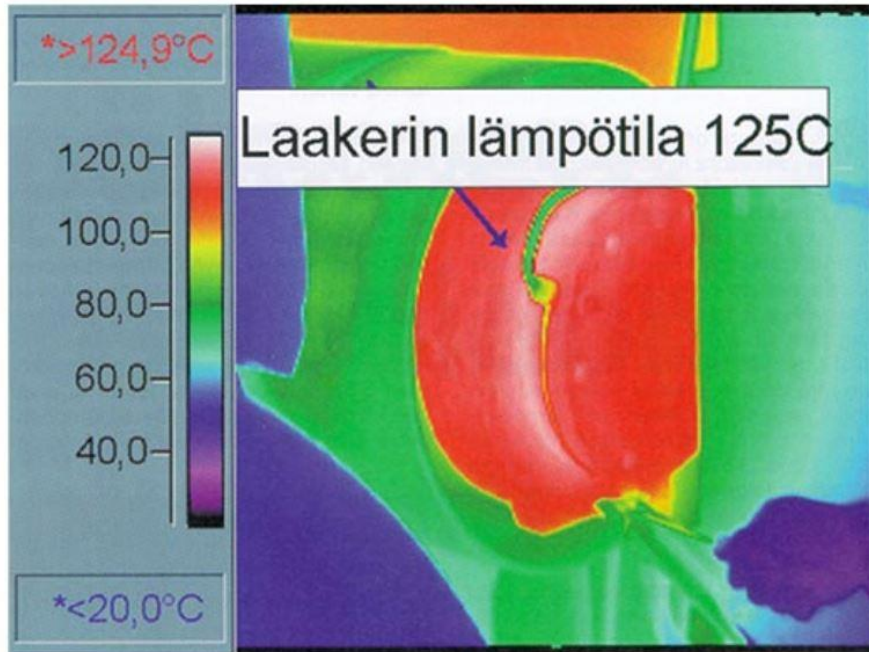
Riippumatta kumpaa tärinänmittausmenetelmää käytetään, on koneiden kunnonvalvonnan onnistumisen kannalta tärkeää ymmärtää mittaustulosten tulos. Myös datan dokumentointi on tärkeää. Ilman tätä vikojen havaitseminen ja tulkitseminen on mahdotonta. Tämä pätee kaikkiin kunnonvalvonnan mittauksiin. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Pyörivien koneiden tyypilliset vikamuodot on helposti havaittavissa värähtelymittauksilla. Tällaisia vikamuotoja ovat esimerkiksi: välykset, hammasvaihevauriot, resonanssi, epätasapaino tai linjausvirhe. Kukin vikamuoto aiheuttaa värähtelyä eri taajuusalueilla värähtelytaajuudet ovat verrannollisia koneen osien pyörintänopeuksiin. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Lämpötilamittaukset ovat nousseet kunnonvalvontaan mukaan lämmönmittausmekaniikan kehitettyä. Lämpökamerateknologian halpeneminen on luonut uusia käyttökohteita lämpökameroille. Lämpötilamittauksilla voidaan saada selville esimerkiksi alkava laakerivaurio, joskin värähtelymittauksella tämä olisi saatu jo aiemmin selville. Yleensä liikkuvan koneen vian muuttuessa vaurioksi, aiheutuu huomattavasti enemmän lämpöä (kuva 1). Tästä syystä lämmönmittausta kannattaa käyttää hyödyksi kunnonvalvonnassa. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Lämpötilan mittauksessa voidaan käyttää käsimitareita, infrapunamittalaitteita, kiinteitä mittauspisteitä ja lämpökameraa. Lämpökamerat ovat mullistaneet mittausmenetelmät, koska niillä pystytään mittaamaan kosketuksettomasti. Huonoja puolia ovat heijastuspinnat, jotka vääristävät mittaustulosta. (SeAMK [Viitattu 1.2.2018].)

Seuraavasta kuvasta yksi voidaan lämpökameralla tutkittavasta laakerista mitata lämpötila ja vertailla sitä laakerin ominaisuuksiin. Kuvassa 1 on öljynpuutteesta kärsivä laakeri, joka on selvästi kuumentunut.



Kuva 1. Öljyn puutteesta kärsivä laakeri (SeAMK [Viitattu. 1.2.2018].)

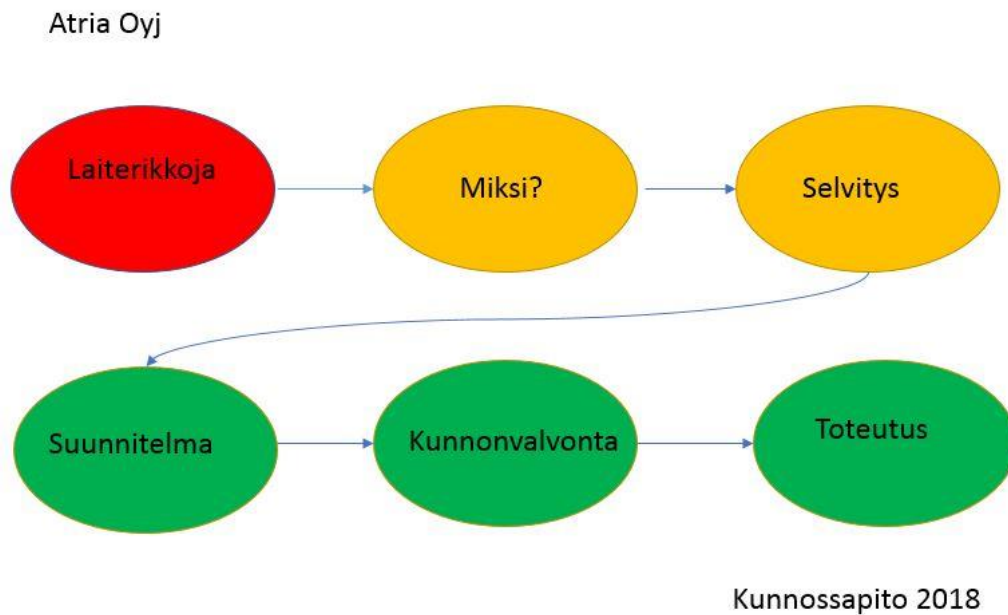
Moottorin ottamasta sähkövirrasta voidaan myös suorittaa kunnonvalvontaa. Tämä tapahtuu spektrianalyysillä, joka otetaan virtapihdeillä moottorin yhden vaiheen kulltamasta virrasta. Analyysiä varten tieto kerätään talteen. Virranmittaus voidaan tehdä joko ensiö- tai toisiovirtapiiristä. Moottorin kuntoa arvioidessa käytetään hyväksi virtasignaalia, josta lasketaan taajuusspektri. Spektriä tarkastellaan 50 Hz:n ympäristössä käyttäen logaritmista amplitudiasaikkua (taulukko 2). Mikäli roottorissa on vikoja, nähdään linjataajuuden (50 Hz) molemmin puolin sivunauhojen jättämällä etäisyydellä. Näiden sivunauhojen muutosten perusteella voidaan tehdä lopulliset päätelmät viasta. Moottorin ollessa kunnossa sivunauhat ovat niin matalat, ettei niitä pysty havaitsemaan. Yleensä virta-analyysejä pitää tehdä vuoden välein. (ABB [Viitattu 2.2.2018].)

Taulukko 1. Oikosulkumoottorin roottorin kunnan arviointi virtaspektrimittauksella (ABB [Viitattu 2.2.2018].)

dB-arvo	Roottorin kunto
> 60 dB	Hyvä kunto
50..60 dB	Roottorisauvoissa ylimenovastusta
40..50 dB	Roottorisauvoissa ja/tai päätyrenkaassa murtumia
30..40 dB	Roottorisauvoja katkennut ja/tai päätyrenkas katkennut
< 30 dB	Vakava vaurio

5 MAHDOLLISET KOHTEET

A-Sikateurastamolla kartoitettiin kohteita, joihin ennakoivia kunnossapidonjärjestelmiä voitaisiin soveltaa. Kartoituksessa otettiin huomioon koneen kriittisyys ja huoltohistoria (kuvio 8). Kriittisyydellä kartoituksessa tarkoitetaan, voidaanko konetta korvata tai ohittaa rikkoontumisen sattuessa. Myös rikkoontumisesta kestävätkä tuotantokatkokset otettiin huomioon. Huoltohistoria käytiin myös tarkasti läpi ja selvitetiin konekohtaisesti, oliko niitä yli- tai alihuollettu. Myös kunnossapitokustannukset selvitettiin läpi. Kartoitusprosessia mukana oli A-Sikateurastamon kunnossapito, joka huoltaa ja korjaa A-Sikateurastamon laitekantaa. Informaatiosta kerättiin yhteenveto, josta saatiin luotua käsitys siitä, mitkä laitteet olisivat mahdollisia kohteita aloittaa ennakoivien kunnossapitojärjestelmien kokeilu. Kohteeksi valikoitui kolme laitekokonaisuutta.



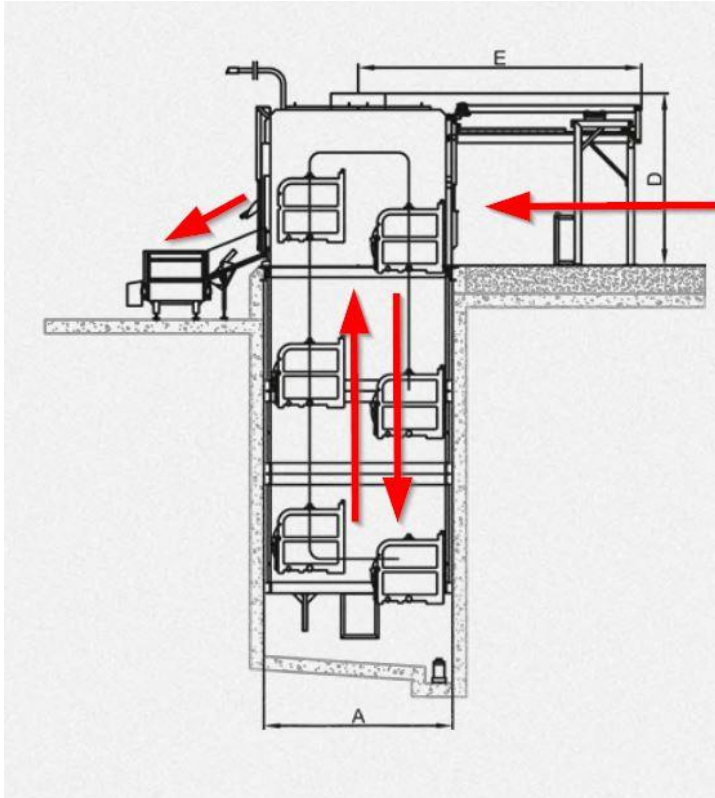
Kuvio 8. Havainnekuva kunnonvalvontaan johtaneesta suunnitelmasta.

5.1 Kaasutainnutuslaite

Kaasutainnutuslaitteen toimintaperiaate on yksinkertainen. Teurassiat ajetaan käytävää pitkin kohtaan, josta työntöportti työntää siat kondoliin. Laitteen ovien sulkeuduttua lähtee kondoli kohti laitteen pohjaa. Kondolin saavuttua pohjalle, se lähtee ylöspäin kohti purkuluukkuja, josta siat kaadetaan taintuneina ulos. Tainnutuslaitteen säiliössä hiilidioksidipitoisuus on yli 87 %.

Käytettäessä hiilidioksidia suurina määrinä, tajuissaan olevat eläimet altistetaan kaasulle välittömästi tai asteittain. Menetelmää voidaan käyttää kuiluissa, kammi-oissa ja muissa suljetuissa tiloissa. Pelkällä hiilidioksidimenetelmällä voidaan tainnuttaa sikoja teurastusmielessä. Hiilidioksidin vähimmäispitoisuus pitää olla 80 %.

(Evira [9.1.2018].)



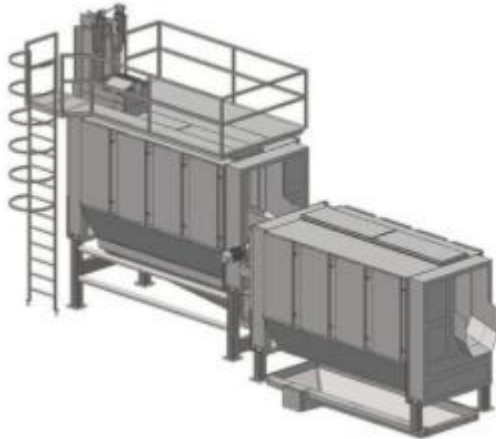
Kuva 2. Butina Backloader XL -kaasutainnutuslaitteen havainnekuva. (Butina [Viitattu 2.2.2018].)

Kaasutainnutuslaite (kuva 3) on teuraslinjan keskeisempiä laitteita. Laitteelta odotetaan täydellistä käytettävyyttä. Ennakoivassa kunnossapidossa on jo otettu huomioon laitteen tärkeys. Mutta silti halutaan lisätä käytettävyyttä. Kunnonvalvonnan kannalta laitteessa on oikeita elementtejä, kuten laakereita, akseleita ja vaihteistoja. Ainoa haaste tärinänmittauksessa on kondolien hidas nopeus pääketjussa, joka aiheuttaa hitaan pyörintänopeuden laakereissa (Kurkinen. 2017.) Tämän laitteen kohdalla SKF:n kunnonvalvonta-asiantuntija suositteli referenssiajoa kerran päivässä, jos päädytään tärinän mittaukseen kohteessa. Tainnutuslaitteen kunnonvalvontamittauksiin suositeltiin vain tärinänmittausta. Tärinänmittauksilla saadaan laakerien toiminnasta tarvittava informaatio ennakoivaan kunnossapitoon (Kurkinen. 2017.)

5.2 Kalttauskone

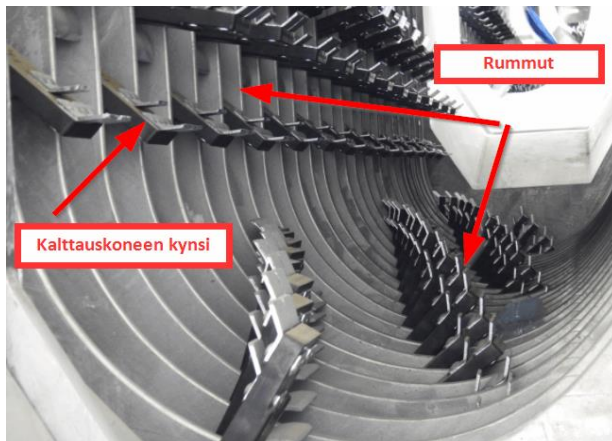
Kalttauskonen toimintaperiaate on poistaa ruhon pinnasta karvaa ja epäpuhtauksia. Ennen kalttauskoneseen joutumista ruhon pintaa haudutetaan höyryllä. Ruhon

tarkoitus on pyöriä koneen läpi, jolloin käpälät irrottavat ruhosta karvat. Koneessa on kaksi laakeroitua rumpua, joissa on ruhonpuhdistusta varten käpäliä kiinnitettynä rumpuihin (kuva 5). Atrian sianteurastusprosessissa on kaksi samanlaista konetta peräkkäin. Tämä on hyvin yleinen tapa isossa teurastamoissa. (Mäki-Kivistö 2018.)



Kuva 3. Havainnekuva kahdesta kalttauskoneesta. Valmistaja Frontmatec A/S, malli: Billfred 2000 (Frontmatec. [Viitattu 3.2.2018])

Kalttauskoneen käytettävyyden pitää olla hyvällä tasolla, koska laitetta ei pystytä ohittamaan tai korvaamaan prosessissa. Myös koneen rakenne vaatii kunnonvalvontaa, sillä rumpujen laakerit ovat erittäin hankalassa paikassa koneen sisällä. Nykyisessä ennakkohuolto-ohjelmassa koneen laakerit avataan ja mitataan kerran kahdessa kuukaudessa. Koneen ollessa pysähdyksissä tarkastusoperaatioon kuluu kahdelta asentajalta kahdeksan tuntia. Tähän ongelmaan värinänmittaus olisi oivallinen apu, jolloin ennakkohuollon resursseja voitaisiin ohjata muualle. (Kurkinen. 2017.)



Kuva 4. Kuva kaltauskoneen sisältä, kulkusuunta kameraa kohden. (Frontmatec A/S [Viitattu 3.2.2018].)

5.3 Jäähdytyskuljetin

Jäähdytyskuljettimen tehtävänä on jäähdyttää teurastetut sianruhot nopeasti haluttuun lämpötilaan. Kuljetin on rakennettu tilaan, jonka toimintalämpötila on reilusti pakkasen puolella. Tämä aiheuttaa kunnossapidolle haasteita jo olosuhdemuutoksilla. Lämpötilavaihtelu kuljettimessa on viikon aikana noin 60 °C. Tämä kuljetin on myös kriittinen teurastusprosessissa ja tästä syystä käytettävyyden pitää olla hyvällä tasolla. Kuljetinketjua vetää yksi vaihdemoottori. Vaihde on kunnossapidollisesti asennettu niin, että sitä on prosessin aikana mahdotonta huoltaa. Vaihde sijaitsee myös sellaisessa paikassa, että päivittäinen visuaalinen tarkastus on haastavaa. Näistä syistä myös jäähdytyskuljettimen vaihdemoottoriin sopisi valvontajärjestelmä.



Kuva 5. Osa ruhojen jäähdytysprosessia. (Frontmatec A/S [Viitattu 3.2.2018].)

6 MAHDOLLISIA JÄRJESTELMIÄ

Järjestelmällä tarkoitetaan kunnonvalvontajärjestelmää. Mahdollisten järjestelmien toimittajat, joita tutkittiin, ovat yhteistyössä Atrian kanssa olleet selvittämässä sopivia kunnonvalvontajärjestelmiä Atrian tarpeisiin.

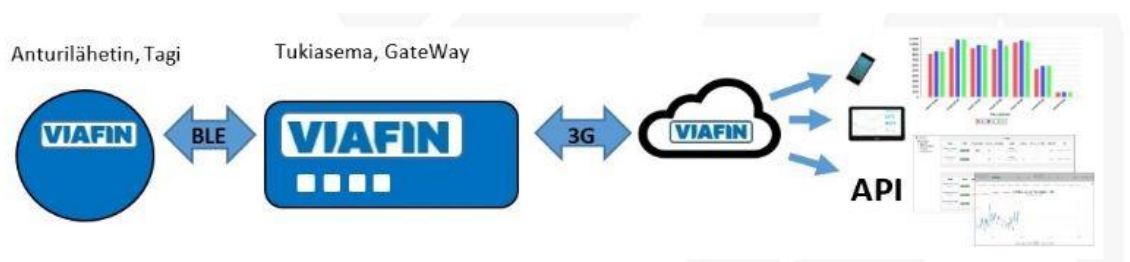
6.1 Viafin Industrial Service HERO

Viafin on tuonut markkinoille IoT- eli Internet of Things -pohjaisen Viafin Industrial Service -palvelun, josta käytetään lyhemmin nimeä HERO. HERO on universaali ja suunnattu kaikille teollisuusaloille ja varsinkin sellaisiin kohteisiin, jossa ei ole ennestään automatisoitua kunnonvalvontaa tai muuta tuotannon tai käytön seurantaa. Viafin kehittää HERO-palvelua yhteistyössä digitalisaatioon keskittyneiden kumppaneidensa kanssa.

HERO-nimi tulee palvelun tarjoamista ominaisuuksista:

- Hybrid alert system
- Estimates for future maintenance
- Raw data collection and processing
- Online environmental and condition monitoring. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018])

Palvelukonsepti on hyvin käyttäjäystävällinen eli konseptiin kuuluu anturilähetin (tagi), tukiasema (gateway) ja loppukäyttäjälle työpöytä tai mobiilisovellus (Android ja iOS). Lisäksi on tarjolla API (Application Programming Interface), jolloin käyttäjä voi hyödyntää kerättyä kunnonvalvontatietoja, laitteiden käyttöaika- ja olosuhdetietoja laitoksensa omissa jo valmiissa järjestelmissä.



Kuva 6. HERO-palvelun havainnekuva. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018])

HERO-palvelun taustalla on ns. Smart Data Mill langaton järjestelmä. Mittalaitteena toimii valituissa kohteissa SmartTag, joka on langaton paristolla toimiva mittalaite. Tagi on tietokone pienoiskoossa. Siinä on anturit, radiolähetin/vastaanotin ja prosessori. Prosessoriin on saatavana vakio-ohjelmat, joilla ensinnäkin mitataan ja seurataan ja toiseksi optimoidaan energian tarve. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018])



Kuva 7. Smart Tagin virtalähteen voi helposti vaihtaa. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018].)

Seuraavasta taulukosta kaksi voi nähdä, että Viafin HERO-palvelun SmartTag on todella monipuolinen mittalaite. Virtalähteelle (550 mAh) luvataan yli vuoden toiminta-aika normaaleissa olosuhteissa. Painoa laitteella on 17 g ja leveys 40 mm paksuus 12 mm. Vaativampiin olosuhteisiin löytyy myös vankemmin suojattu Tagi-versio. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018])

Taulukko 2. SmartTagin mittasuureet. (Viafin Oy. [Viitattu 6.2.2018])

Kiihtyvyyssanturi (3-akselinen)	Valittavana kolme aluetta: $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g$, 14-bit resoluutio, Output Data rates (ODR) 1.563 Hz – 800 Hz
Gyroskooppi (3-akselinen)	Kolme valittavaa asteikkoa: $\pm 250/500/2000$ dps, 16-bit resoluutio, Output Data rates 95 – 760 Hz
Magnetometri (3-akselinen)	$\pm 1200 \mu T$ magneettianturien käytön asteikko, 16-bit resoluutio, Output Data Rates (ODR) 1.563 Hz – 800 Hz
Kosteusanturi	Suhteellinen kosteus 0-100 %, 8/12-bit resoluutio, mittaus tarkkuus ± 2 %, ODR valittavissa enintään 30 Hz
Lämpötila-anturi	Asteikko $-40 - 125^{\circ}C$, 12/14-bit resoluutio, mittatarkkuus $\pm 0,1^{\circ}C$, ODR valittavissa enintään 10 Hz
Paineanturi	Absoluuttinen painealue 260-1260, korkeimmalla 0,020 mbar RMS-resoluutiolla, mittatarkkuus $\pm 0,1$ mbar, ODR valittavissa 1-25 Hz
Läheisyys-anturi	Perustuu vastaanotettuun signaaliin (RSSI)

SmartTag käyttää yhdyskäytävänä Bluetooth 4.0 -versiota (BLE, Bluetooth Low Energy), datan siirrossa. Bluetooth-yhteyden kautta voidaan myös konfiguroida SmartTagia, eli dataa liikutetaan molempiin suuntiin tagin ja yhdyskäytävän välillä. Näin voidaan mittaus- ja valvontaohjelmaa ”muuttaa lennosta” etänä, eikä ole tarvetta mennä fyysisesti uudestaan mittauskohteeseen. Tämä on erityisen hyvä asia, jos mittauskohde on vaarallisessa paikassa.

Tukiasema (gateway) on toteutettu Linux-pohjaisella minitietokoneella. Koneessa on 3G-modeemi, joka lähettää SmartTagin dataa edelleen Viafinin pilvipalveluun. Koneessa on myös tallennustilaa offline-ratkaisuja varten. Linux-pohjainen mini tietokone toimii tukiasemana, joka pitää asentaa SmartTagista Bluetoothin toiminta-etuksille. Tukiasemaan voidaan liittää useita SmartTag-tiedonkeruulaitteita. Tukiasemassa kerättyä tietoa jalostetaan edelleen liikutettavan tietomäärän optimoimiseksi.



Kuva 8. Web-pohjainen käyttöliittymä. Alkari-ketjun lämpötilaseurantaa tammi-kuussa 2018.

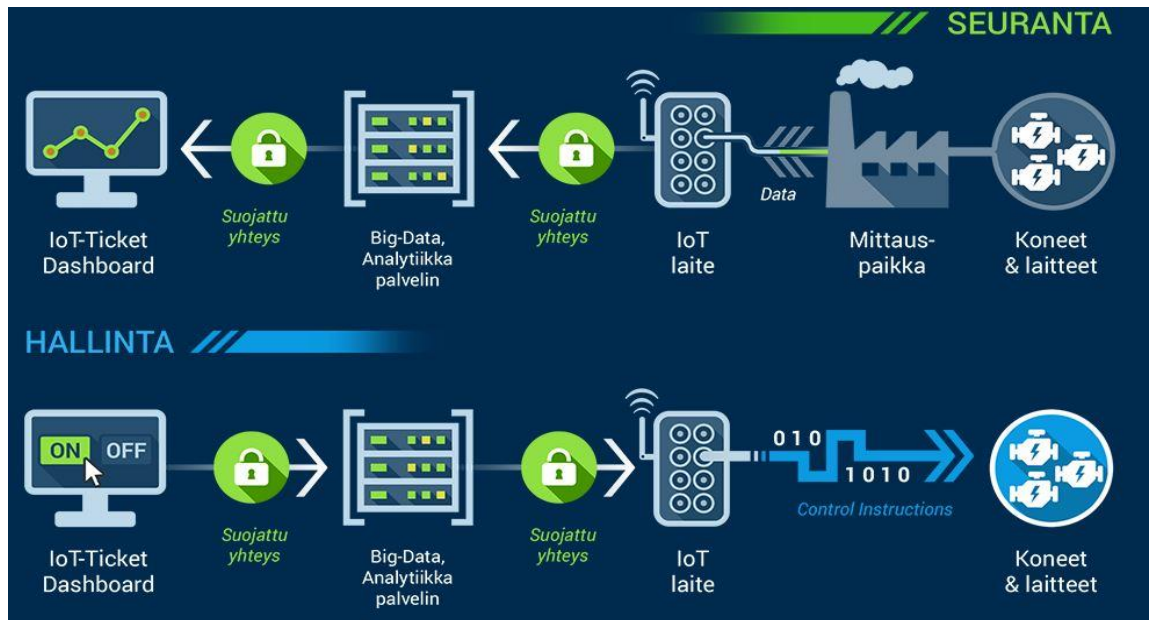
Pilvipalvelu tarjoaa käyttäjälleen reaaliaikaisen näkymän mittaustietoihin ja tilannekuvaukseen web-käyttöliittymässä ja / tai mobiilisovelluksissa. Sen tärkeimmät toiminnot koostuvat:

- Mittaustietojen kerääminen ja hallinta jatkokäsittelyyn ja raportointiin.
- Hälytysten ja yhdistelmätapatumien generointi tag/gateway-datasta.
- Tietojen toimittaminen kolmannen osapuolen sovelluksille sovellusliittymän (API Spec v2) kautta.
- Gateway- ja tagien hallinta ja ylläpito etäyhteydellä. (Viafin Oy [Viitattu 10.2.2018].)

6.2 Wapice IoT-Ticket

Wapicen IoT-Ticket on Internet of Things (IoT) -alusta, joka kattaa tietojen hankinnan, raportoinnin, käyttöliittymän ja analytiikan. Se mahdollistaa toiminnan tehokkuuden ja liiketoimintamallin teollisuusyrityksille. Järjestelmä tukee valvontaa, automaatiota ja raportointia. IoT-Ticket tukee yleisempiä kunnossapidon standardeja. Teolliset standardit mahdollistavat tehokkaan kunnossapidon, ylläpidon ja luotettavuudenhallinnan. IoT-Ticket käyttää big-datan luomia analysointimahdollisuuksia datan historian käsittelyssä. (Wapice [Viitattu 12.2.2018].)

Käyttämällä WRM247 + -laitetta tai muuta kolmannen osapuolen elektroniikka, pystytään IoT-Ticket sulauttamaan tärkeäksi osaksi kokonaisuutta. (Wapice [Viitattu 12.2.2018].)



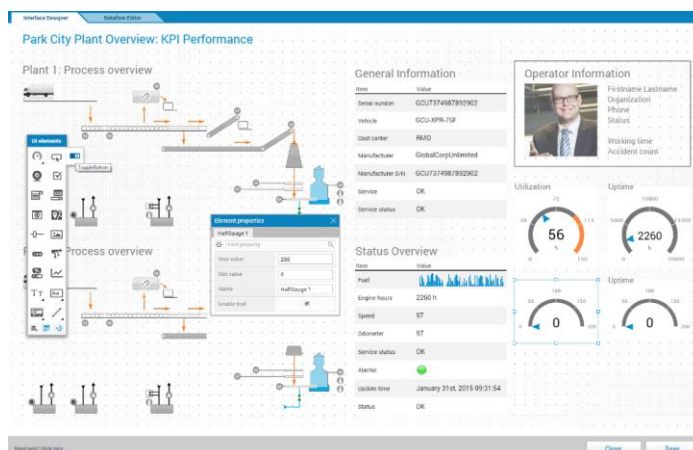
Kuva 9. Yleiskuva IoT-Ticketin etähallinnasta ja -seurantamahdollisuuksista (Wapice [Viitattu. 13.2.2018].)

IoT-Ticketin Dashboard on verkkopohjainen käyttöliittymä, jota voi käyttää suojatulla yhteydellä. Käyttäjä voi olla Dashboardin kautta yhteydessä laitteisiin etänä ja seurata niiden tilaa reaaliajassa. Tarjolla on myös useita sisällöntuotantotyökaluja. (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

Interface Designer on osa Dashboardia ja tarjoaa mahdollisuuden luoda tai muuttaa sisältöä. Käyttäjä voi luoda omaan käyttöönsä tarvittavat taulukot, mittarit, kaaviot ja painikkeet käyttöliittymän Interface Designerillä. Nämä elementit voidaan linkittää helposti Data Flow Editorissa. (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

Interface Designerin ominaisuudet ovat:

- Luo käyttöliittymän graafisesti
- Tunnisteita
- Taulukko
- Piirtoelementit (suora, ympyrä, suorakulmio)
- Painike ja vaihtopainike
- Pudotusvalikko
- Kartta
- Tilaindikaattori
- Käyttöliittymän skaalaus eri asiakkaille
- Datat päivittämisen hallinta
- Tekstiruutu ja RTF-alue
- Välilehdet
- Kulma-antureita (täysi, puolikas)
- Kamera
- Päivämäärän valitsin
- Liukusäädin
- Sankey-diagrammi
- Datatunnisteet ja ominaisuusnäkömät
- Erilaisia kaavioita (pylväskaavio, viivakaavio, pistekaavio, aluekaavio, ympyrädiagrammi)
- Dialogit
- Haitari
- Linearisia-antureita (vertikaaliset, horisontaaliset)
- Valintaruutu
- Ulkoinen sisältö (sulautetut sivut)
- Kuvat
- Edistysindikaattori. (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)



Kuva 10. Interface Designerin käyttöliittymä (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

Dataflow Editor on graafinen ohjelmointieditori, joka perustuu kansainväliseen ohjelmointistandardiin IEC 61131-3. Dataflow Editor integroituu saumattomasti Interface Desingeriin. Näin käyttäjä voi suunnitella tiedonkulun liittämällä toimintoja toisiinsa. Toimintaa voidaan käyttää ohjaukomentojen suorittamiseen. (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

Dataflow Editorin ominaisuudet ovat:

- Web-pohjainen tiedonkäsittely (tapahtuma ja yksittäinen käsittely)
- Yhteys käyttöliittymäelementteihin
- Keskiarvolohko
- Jakolaskulohko
- Matemaattisten lausekkeiden lohko
- Neliöjuurilohko
- Vähennyslaskulohko
- Vakioarvolohko
- Navigaatiolohko
- Logiikat (and, or, bit check, if-then-else, ordered execution, triggered value)
- Datan tunnisteet, työkalulaatikko ja ominaisuuksien näkymä
- Työpöydän sisällön vienti ja tuonti
- Laskulohko
- Potenssiinkorotuslohko
- Maksimiarvolohko
- Numerosekvenssilohko
- Summalohko
- Simulointilohko (satunnainen, sini, neliö, kolmio)
- Nykyinennäkymälohko
- Automaattinen sijoittelu
- Lohkojen asettelu periaatteella “vedä ja pudota”
- Absoluuttisen arvon lohko
- Laskurilohko
- Logaritmilohko
- Minimilohko
- Neliöjuurilohko
- Ajastinlohko
- Ajastimet asetettavalla intervallilla
- Palvelimentilohko. (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

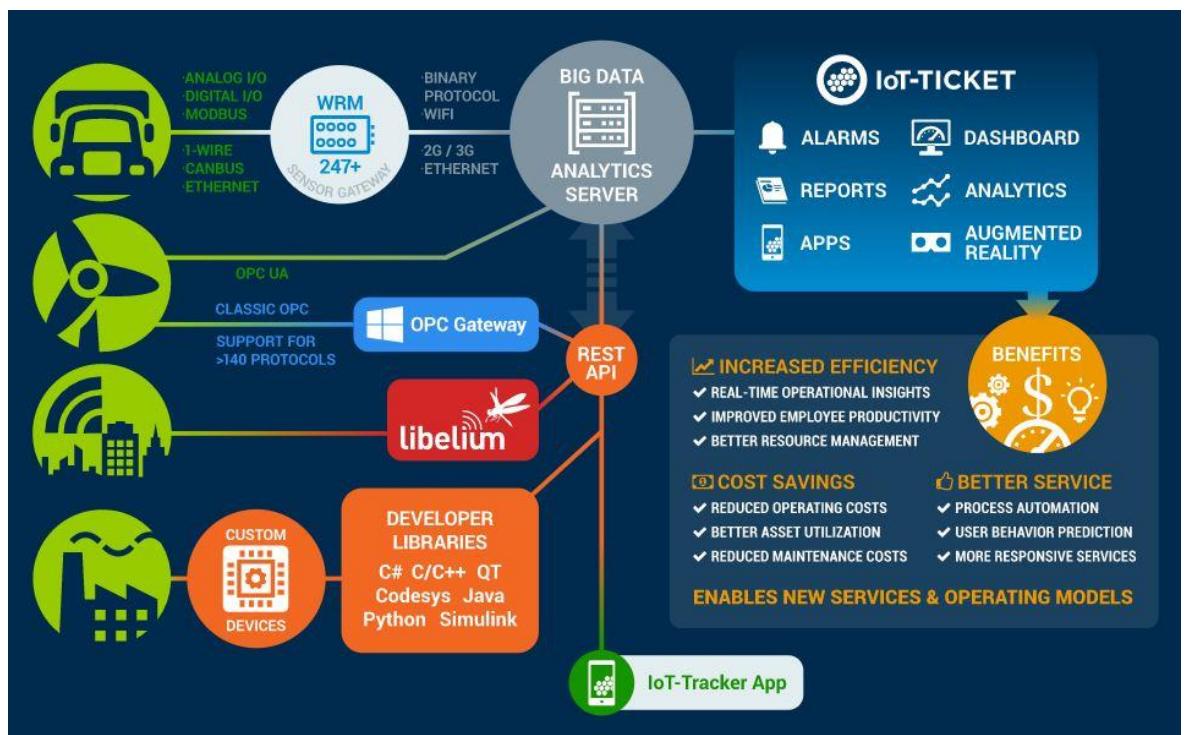
Report Editorilla on myös web-pohjainen työkalu, jolla pystytään suunnittelemaan raportointia samoilla työkaluilla kuin Dashboardissa on. Raportteihin on myös mahdollista lisätä hälytyksiä tietyin aikaväleihin. (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

Raporttimalliesimerkkejä ovat:

- Asennusraportteja
- Tilaraportteja
- Toimintaraportteja
- Vikaraportteja
- Väliraportteja (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

Tiedonkeruu IoT-Ticketissä on tehty joustavaksi. IoT-Ticket voidaan integroida suoraan olemassa oleviin järjestelmiin käyttäen tekniikkaa, jolla järjestelmä keskustelee IoT-Ticketin Big-Data palvelimelle. (Wapice [Viitattu 13.2.2018].)

Tuetut protokollat löytyvät liitteestä 4. Lisäksi suora tuki löytyy kiihtyvyyssanturille, GPS-anturille ja lämpötila-anturille. (Wapice [Viitattu 16.2.2018].)



Kuva 11. Wapicen IoT-Ticket, yleiskuva (Wapice [Viitattu 16.2.2018].)

WRM 247+ on etähallintalaite, jolla pystytään hoitamaan mittaukset ja ohjaukset. Laite toimii itsenäisesti ja voidaan liittää osaksi IoT-järjestelmää. Laite käsittää monipuoliset kustomointiominaisuudet. WRM 247+-laite on Wapicen IoT-Ticketin keskeisempiä osia koneen ja IoT-kokonaisuuden rajapinnassa.



Kuva 12. Wapicen WRM 247+ -etähallintalaite (Wapice [Viitattu 16.2.2018].)

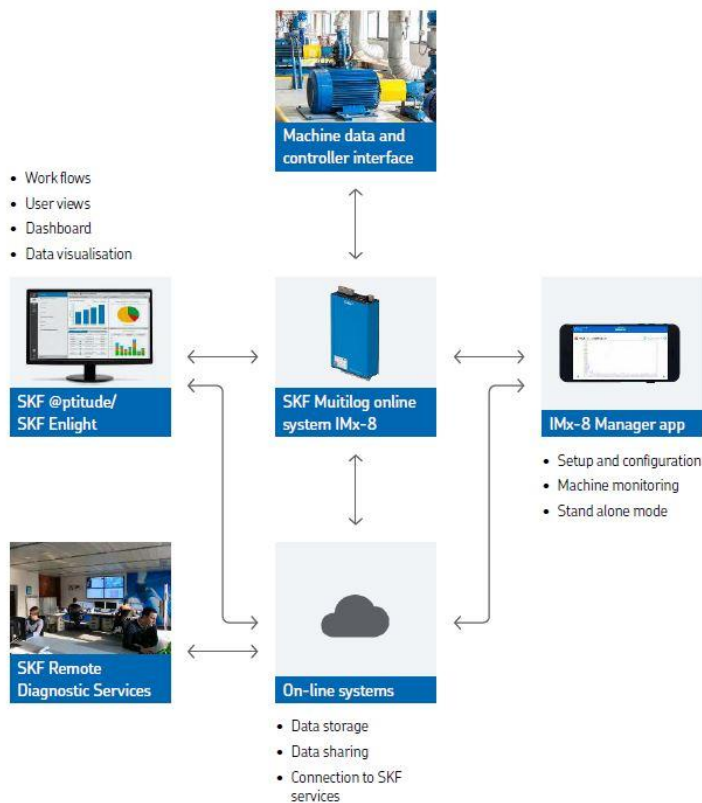
Taulukko 3. WRM 247+ -laitteen ominaisuudet. (Wapice [Viitattu. 16.2.2018])

Processor	ARM® Cortex™-A5, 536 MHz
RAM	256MB DDR2
Flash	256MB NAND Flash
Multimedia Card	1 Micro SD slot
Wireless connectivity	GSM/GPRS/3G, WLAN and Bluetooth (BLE 4.0), external antennas
GNSS	GPS+GLONASS, -165dBm sensitivity, 33 Tracking channels
Ethernet 10/100 Mbps	2 (4 pin M12 industrial Ethernet connectors)
CAN	2
RS-485	1
RS-232	1
1-Wire	1
USB	1 x host
Digital output	4 x 0 / 5-30 V, max 200 mA current output
Digital input	4 x 0 / 5-30 V
Analog input	2 x 0-22 mA and 2 x 0-30 V
Input voltage range	7 – 56 Vdc
LED	1 programmable red/green LED, GSM LED and 2 x Ethernet LED
Accelerometer	Digital, triaxial, 16 bit, ±2g/±4g/±6g/±8g/±16g
Supported operating system	Real Time Linux
RTC Back-up battery	Yes
IP Class	IP65
Operating temperature	-30°C to +60°C
Weight	280 g
Dimensions	168 mm x 84 mm x 29 mm (ilman antennia)

IoT-Ticket sisältää myös Analytics-työkalun, jolla voidaan analysoida kattavasti dataa. IoT-Ticketin analytiikka tukee automaattista epänormaalien arvojen havaitsemista käyttäen uusinta käyräsovitusalgoritmia. Kyseisessä algoritmossa käyrä sovitetaan automaattisesti käytettävissä oleviin tietoihin, joiden varmuus on 95 %. Jos pisteet ovat kaukana käyrästä, käyttäjä saa visuaalisen ilmoituksen asiasta. Tämä on erinomainen työkalu esimerkiksi vaarallisen tilanteen havainnointiin. (Wapice [Viitattu 16.2.2018].)

6.3 SKF Multilog On-line System IMx-8

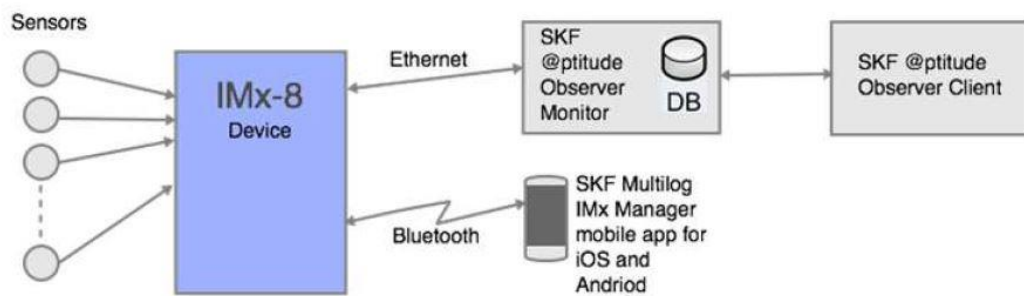
SKF Multilog IMx-8 tarjoaa täydellisen järjestelmän ennakoivaan kunnossapitoon. Multilog-järjestelmä parantaa luotettavuutta ja suorituskykyä laitteissa. Järjestelmä sisältää automaattisen vian kommentoinnin ja ilmoitukset muuttuvista olosuhteista. Tämä kompakti laite tarjoaa kahdeksan analogista ja kaksi digitaalista kanavaa, joissa on liitettävyyttä mobiililaitteisiin. Helppo konfigurointi ja monitorointi kannettavalla laitteella lisäävät käytettävyyttä. Koneilyn tietojen avulla, joita Imx-8 käyttää, voidaan välttää suunnittelemattomia seisokkeja ja kunnossapidon resursseja, pidentää koneiden käytettävyyttä ja minimoida huolto- ja korjauskustannuksia. IMx-8 integroituu helposti muihin IMx-yksiköihin ja muodostaa yhteyden SKF Cloud-palveluun. Cloud-palveluun voidaan tallentaa ja jakaa tietoa SKF:n muihin palveluihin, esimerkiksi etädiagnostiikkapalveluihin ja asiantuntijoiden palveluihin. IMx-8 on DIN-kiskoon asennettava. (SKF [Viitattu 21.2.2018].)



Kuva 13. SKF Multilog On-Line -konfiguraatio. (SKF [Viitattu 21.2.2018].)

SKF Multilogin ominaisuuksia ovat:

- Kahdeksan dynaamista tai DC-tuloa ja kaksi digitaalista tuloa tai nopeustulo.
- Samanaikaiset mittaukset kaikista kanavista, synkroniset mittaukset enintään kahdeksasta kanavasta.
- PoE (power over ethernet), 24-48 VDC
- 4 GB:n sisäinen muisti, johon voidaan tallentaa jopa vuoden ajan dataa.
- Mukautuvat hälytystasot
- Datan tallennus offline-tilassa.
- Yhteensopiva SKF ohjelmistojen kanssa.
- Törmäyksen tunnistus (työstökoneet)
- Parannettu Modbus-ominaisuus (TCP/IP & RS 485)
- Bluetooth-yhteys myös iOS- ja Android-laitteisiin.
- SAT (Site Acceptance Test) ja raportointi iOS- ja Android-laitteilla. (SKF [Lainattu 21.2.2018].)



Kuva 14. IMx-8-yhteyksien havainnekuva (SKF [Viitattu 26.2.2018].)

Mittausominaisuudet ovat:

- IMx-8 hankkii jatkuvasti tietoja kaikista kanavista samanaikaisesti. Järjestelmä voidaan ohjelmoida tarkastamaan muuttuvia olosuhteita.
- Tiedot tallennetaan jaksottaisuuden ja hälytyksen perusteella.
- Kaikki analogiset kanavat voidaan liittää mittausryhmiin.
- Voidaan luoda enintään viisi mittausryhmää
- IMx-8 voi tallentaa ennakko- ja postitiedot hälytystilanteisiin perustuen.
- Lisäparametreihin perustuva tiedonhankinta voidaan konfiguroida useille käyttöolosuhteille.
- Matala ja vaihteleva nopeusvalvontajärjestelmä, joka on jopa 1 cpm. (SKF [Viitattu 26.2.2018].)

Taulukko 4. IMx-8-mittausominaisuuksia. (SKF [Viitattu 26.2.2018].)

Diagnoosisäännöt	Normaalit ja muokattavat diagnoosisäännöt
Analogisten kanavien taajuusalue	DC:stä 40 kHz:iin
Suurin näytteenottotiheys	102,4 kHz
Hylkääminen	< 110 dB @ 1 kHz
Tarkkuusamplitudi	±2 % (<20 kHz), ±5 % (20 to 40 kHz)
Tarkkuusvaihe	±3° (<100 Hz)
Digitaalikanavien taajuusalue	0,016 Hz - 20 kHz (1 cpm–1,2 Mcpm)
Nopeuden tarkkuus	0,05 % mitatusta arvosta (normaalisti 0,01 % aina 2,5 kHz)
Vektorianalyysi	pyöreät ja sektorin hälytykset
Mittauspisteet	
	56 aktiivista kanavaa (mukaan lukien analogiset, digitaaliset ja virtuaaliset kanavat)
	100 aktiivista staattista mittauspistettä
	80 aktiivista dynaamista mittauspistettä
	5 mittausryhmää (samanaikainen, ohimenevä ja/tai tapahtuman kaappaus)

7 ESIMERKKI KUNNONVALVONNAN MITTAUKSISTA

Kunnonvalvontamittaukset tehtiin Nurmossa Atrialla yhteistyössä SKF:n kanssa. Mittaukset ja analysoinnin suoritti SKF:n testaaja 22.2.2018. Esimerkkitestauksessa käytettiin SKF:n mittalaitteistoa ja analyysiä. SKF halusi pilotoida Atrialla muutamaa kohteeseen kunnonvalvonnan värinäanalyysin mittaukset ja analysoinnin.

SKF myy tällaista palvelua yritykselle, jossa tietyn aikajakson välein SKF:n edustaja tulee tekemään kunnonvalvontamittaukset asiakkaan kohteeseen. Tehdyistä mittauksista SKF tekee analyysit ja informoi asiakasta tuloksista.

Mittauskohteita olivat A-Sikateurastamon jäähdytystunnelin vaihdemoottoripaketti ja kiinteistöpuolen ammoniakkikompressorin sähkömoottori. Seuraavassa kuvassa 16 on SKF:n analysaattori, jolla mittaukset tehtiin.



Kuva 15. SKF:n Microlog Analyzer AX.

Jäähdytystunnelin mittaukset tehtiin tuotannon aikana. Mittauksia varten esitietoja ei tarvittu, mutta analysointia varten tarvittiin moottorin ja vaihdelaatikon tiedot. Esimerkiksi toisioakselin hammaspyörän hammasluvun löytäminen osoittautui

haastavaksi. Kaikki tiedot löytyivät lopulta moottorivalmistajan manuaaleista selvitystyön jälkeen.

Itse mittaus tapahtui moottorista kahdesta pisteestä ja vaihdelaatikosta kahdesta pisteestä. Mittausvälineenä käytettiin kannettavaa tiedonkeruulaitetta. Vaihdelaatikon mittaukset pyrittiin tekemään mahdollisimman lähellä vaihdelaatikossa sijaitsevia laakereita. Seuraavassa kuvassa 17 on esitelty nuolilla mitattavat pisteet. Mittauksiin kului aikaa kymmenen minuuttia.



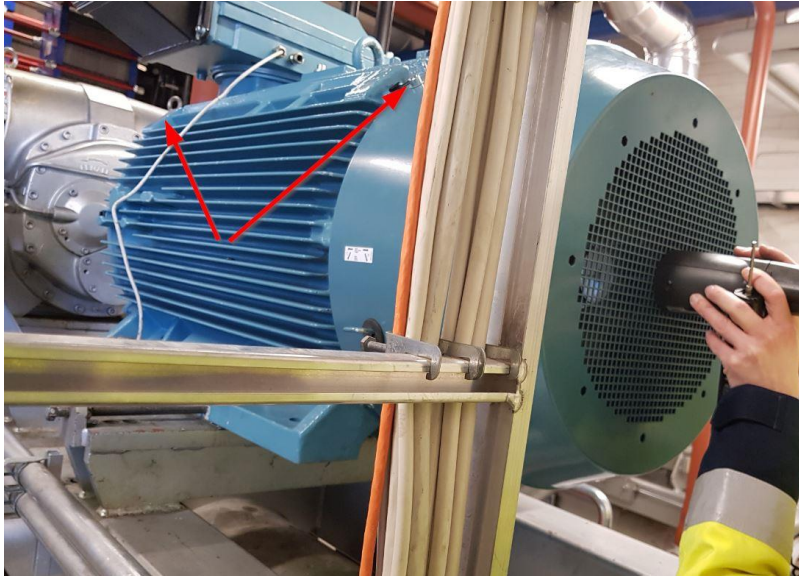
Kuva 16. Jäähdytyskuljettimen vaihdemoottorin kunnonvalvonnan mittauspaikat.

Jäähdytyskuljettimen vaihdemoottorin mittauksesta saadut tulokset analysoi SKF:n testaaja, jolta Atria sai raportin moottorin kunnosta (liite 5). Seuraavassa kuvassa 18 suoritetaan mittauksia kannettavalla tiedonkeruulaitteella Atrialla Nurmossa 22.2.2018.



Kuva 17. Kunnonvalvontamittaus jäähdytyskuljettimen moottorivaihteistopakelistä.

Ammoniakkikompressorin moottorin värinämittaukset suoritettiin myös Atrian tuotantolaitoksessa 22.2.2018. Alkulähtökohta mittauksille oli ollut se, että kompressorin moottori oli huollon jälkeen alkanut pitämään erikoista ääntä. Moottorin mittauksia aloittaessa voitiin korvakuulolla todeta, että jotain vikaa moottorissa todella oli. Esitietoina tarvittiin moottorin pyörintänopeus, jonka mittausta suorittanut SKF:n testaaja tarkisti vielä takometrillä. Seuraavassa kuvassa 19 on merkitty nuolilla kunnonvalvonnan mittauspisteet. Kuvassa tapahtuu myös sähkömoottorin pyörintänopeuden mittaus takometrillä.



Kuva 18. Sähkömoottorin mittausta takometrillä.

Sähkömoottorin kunnonvalvontamittaus onnistui hyvin. Sähkömoottorin mittaustulokset analysoitiin myös SKF:n toimesta. SKF pystyi analysoimaan sähkömoottorista vian. Moottorin viaksi osoittautui laakerin pidike, joka tullaan vaihtamaan seuraavan huollon aikana (liite 5).

8 TULOKSET JA POHDINTA

Kunnonvalvontajärjestelmän selvittäminen A-Sikateurastamolle lähti alkuun tammi-kuussa 2018. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ollut selvittää markkinoilla olevia kunnonvalvontajärjestelmiä, ja onko niitä mahdollista toteuttaa A-Sikateurastamon laitekannassa.

Kohteiden valinta, missä kunnonvalvontaa voidaan toteuttaa, ei muuttunut tämän työn aikana, vaan ne olivat juuri ne joita alkuun kartoitettiin Atrialla tämän opinnäytetyön tiimoilta. SKF:n kunnonvalvonta-asiantuntija oli Atrian tutkittaviksi valituista kohteista samaa mieltä, niihin voitaisiin kunnonvalvontajärjestelmää kokeilla. Tutkittavat laitteet olivat kaasutainnutuslaite, kalttauskone ja jäähdytyskuljetin. Ainoa haastava laite oli kaasutainnutuslaite, jolle tarvitaan erillinen testausajo esimerkiksi tuotannon ruokatunnin aikana.

Kunnossapidollisesti nämä kohteet ovat myös haastavia, koska niiltä odotetaan sadan prosentin käytettävyyttä. Taloudelliset menetykset ovat isoja, jos jokin tutkituista laitekokonaisuudesta rikkoontuu tuotannon aikana. Myös A-Sikateurastamolla toteutetaan Atrian strategiaa kunnossapidon osalta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että Atrialla panostetaan jatkuvasti enemmän ennakoivaan kunnossapitoon ja käytettävyyteen kustannustehokkaasti. Nämä asiat taas tukevat tavoitetta saada kunnonvalvontajärjestelmän pilottikohteet toteutukseen.

Kunnonvalvontajärjestelmiä löytyy markkinoilta runsaasti. Tarkoitus oli lähteä tutkimaan kolmea eri vaihtoehtoa, mikä työn edetessä osoittautui oikein hyväksi määräksi. Järjestelmät, joita tässä työssä tutkittiin valikoituivat Atrian yhteystyökumppaneiden joukosta. Tämä oli hyvä asia, koska yhteystyötä ei tarvinnut aloittaa tyhjästä ja voitiin edetä suoraan asiaan.

Tutkittavat järjestelmät osoittautuivat hyvin erilaisiksi konsepteiksi, vaikka kaikki järjestelmät ovatkin kunnonvalvontajärjestelmiä. Näin ollen tutkittavien järjestelmien vertaileminen oli hyvin vaikeaa. Tutkimustyön aikana vertaileminen muuttuikin järjestelmien yleiskatsaukseksi siitä mitä kullakin järjestelmällä on tarjota, ja mikä sopisi parhaiten Atrian tarpeisiin.

Viafin Industrial Service HERO-järjestelmän hyviä puolia on järjestelmän helppous. Anturit, rajapinnat ja käyttöliittymät ovat selkeitä ja järjestelmä on helppoa asentaa. Asiakkaan täytyy vain ilmoittaa Viafinille laitteen tekniset tiedot ja mitä halutaan tutkia. Näillä tiedoilla Viafin asettaa asiakkaan käyttöliittymään esimerkiksi lämpötilalle raja-arvot hälytyksille. Viafin HERO-anturi-tagista löytyy kiihtyvyyden ja lämpötilan anturit. Virran mittausta ei tagista löydy. Myöskään HERO-järjestelmään ei saa kytkeä kolmannen osapuolen antureita.

Wapice IoT-Ticetin hyviä puolia löytyi rajapinnoista, eli järjestelmään voidaan lisätä kolmansien osapuolten tuotteita. Esimerkiksi anturointi voi olla mikä vain markkinoilla olevista tuotteista. Yleisesti konsepti tuntui järkevältä. Anturointi lisätään Wapicen toimittamaan WRM-laitteeseen, josta eteenpäin Wapice hoitaa analysoinnin asiakkaan käyttöliittymään asti. Loppukäyttäjä voi vapaasti muokata käyttöliittymää mieleisekseen ja luoda itselleen mitattavat parametrit.

SKF Multilog On-line System IMx-8 -järjestelmä on mittaava järjestelmä, joka asennetaan kohteeseen. Järjestelmän asennuksen suorittaa SKF:n oma henkilöstö. SKF asentaa myös anturit kohteeseen. Mittatieto saadaan myös joustavasti asiakkaan päätteelle tai puhelinsovellutukseen. SKF:n kunnonvalvontajärjestelmä oli tutkittavista järjestelmistä ainoa, jossa oli syvällisempää tietoa laitteista. Tästä hyvänä esimerkkinä on SKF:n raportti (liite 5). Asiakas saa siis päättää, haluaako itse tutkia esimerkiksi värähtelytasoja laitteistossa vai ostaa palvelun SKF:ltä.

Järjestelmien testaaminen käytännössä ei onnistunut aikataulullisista syistä tässä opinnäytetyössä. Testaaminen jäi ainoastaan yhteen käsin tehtävään värähtelymittaukseen, joka suoritettiin jäähdytyskuljettimen vaihdemoottoriin ja vikaantuneeseen ammoniakkipressorin moottoriin. Testaus kannettavalla analysointilaitteella osoittautui hyväksi testiksi ajatellen kunnonvalvontajärjestelmän luontia Atrialle.

Tämän työn perusteella voidaan todeta, että kunnonvalvontajärjestelmä ennakoivan kunnossapidon apuna kannattaa aloittaa askel kerrallaan. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että Atria ostaisi aluksi mittaukset ja analysoinnin ulkopuoliselta taholta. Esimerkkinä voidaan käyttää SKF:n palvelua, jota testattiin Atrialla 22.2.2018. Tämä siitä syystä, että kunnonvalvonnan mittausten tuloksia on todella vaikea tulkita, jos

ei ole alan asiantuntija. Kustannuksiltaan mittausten tekeminen kannettavalla analysointilaitteella ja datan analysoiminen ei ole niin merkittävä investointi, kuin isomman järjestelmä luominen.

LÄHTEET

- ABB Oy. Ei päiväystä. Kunnonvalvontamittaukset. [Verkkosivu]. ABB Julkinen Osakeyhtiö. [Viitattu 2.2.2018]. Saatavana: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/23_Kunnonvalvonta%20ja%20huolto.pdf
- ABB Oy. Ei päiväystä. Kunnonvalvonnassa käytettäviä suureita. [Verkkosivu]. ABB Julkinen Osakeyhtiö. [Viitattu 3.2.2018]. Saatavana: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/23_Kunnonvalvonta%20ja%20huolto.pdf
- Atria Oyj. Ei päiväystä. Atria Oy. [Verkkosivu]. Atria Julkinen Osakeyhtiö. [Viitattu 28.2.2018]. Saatavana: <https://www.atria.fi/konserni/yritys/>
- Atria Oyj. Ei päiväystä. Yritysesittely. [Verkkosivu]. Atria Julkinen Osakeyhtiö. [Viitattu 19.1.2018]. Saatavana: <https://www.atria.fi/konserni/yritys/>
- Atria Oyj. Ei päiväystä. Historia. [Verkkosivu]. Atria Julkinen Osakeyhtiö. [Viitattu 20.1.2018]. Saatavana: <https://www.atria.fi/konserni/yritys/historia/>
- Atria Oyj. Ei päiväystä. Strategia. [Verkkosivu]. Atria Julkinen Osakeyhtiö. [Viitattu 23.1.2018]. Saatavana: <https://www.atria.fi/konserni/yritys/strategia/strategia/>
- Butina A/S. Ei päiväystä. Kaasutainnutuslaite. [Verkkosivu]. Butina A/S Osakeyhtiö. Tanska. [Viitattu 2.2.2018]. Saatavana: http://www.butina.eu/fileadmin/user_upload/images/products/Backloader_XL_lowres.pdf
- Evira. 9.1.2018. Kaasutainnutuslaite. [Verkkosivu]. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. [Viitattu 2.2.2018]. Saatavana: <https://www.evira.fi/elaimet/elainsuojelu-ja-elainten-pito/elainsuojelu-teurastuksessa-ja-lopetuksessa/tuotantoelainten-lopetus-ja-teurastus/lopetus--ja-teurastusmenetelmat/>
- Frontmatec A/S. Ei päiväystä. Kalttauskone. [Verkkosivu]. Frontmatec A/S osakeyhtiö. Tanska. [Viitattu 3.2.2018]. Saatavana: <https://www.frontmatec.com/pork-solutions/unclean-line/scalding-dehairing/dehairing-machine>
- Järviö, J., & Lehtiö T. 2017. Kunnossapito. Tuotanto-ominaisuuden hoitaminen 6. täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.
- Mäki-Kivistö, M. 2018 Tuotantopäällikkö. A-Sikateurastamo Oy. Haastattelu 23.1.2018.
- Kurkinen, P. 2017 Key Account Manager. SKF Group Oy. Haastattelu 3.12.2017

PSK 6201. 2011. Kunnossapito, Käsitteet ja määritelmät. 3.p. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

SeAMK. Ei päiväystä. Kunnonvalvonta. [Verkkosivu]. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu Oy. [Viitattu 1.2.2018]. Saatavana: https://tekniikka.seamk.fi/knownap/suomi/maintenance/1_maintenance/2_operations/1_monitoring/frame.htm

SFS. 2007. Standardi SFS-EN 15341. Kunnossapito. kunnossapidon avainluvut. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS ry

SFS-ISO 13373-1. 2012. Kunnonvalvonnan suunnittelu: Koneiden kunnonvalvonta ja diagnostiikka. Helsinki: Suomen standardisointiliitto.

SKF Oy. Ei päiväystä. SKF Multilog On-line System IMx-8. [PDF-tiedosto]. SKF Oy. [Viitattu 21.2.2018]. Saatavissa: rajattu saatavuus.

Viafin Oy. Ei päiväystä. Viafin Industrial Service. [Verkkosivu]. Viafin Oy osakeyhtiö. [Viitattu 6.2.2018]. Saatavana: <http://www.viafin.fi/node/114>

Wapice Oy. Ei päiväystä. Wapice IoT-Ticket. [PDF-tiedosto]. Wapice Oy. [Viitattu 12.2.2018]. Saatavissa: rajattu saatavuus.

Wapice Oy Ei päiväystä. Wapice IoT-Ticket. [Verkkosivu]. Wapice Oy. [Viitattu 13.2.2018]. Saatavissa: <https://www.iot-ticket.com/fi/alusta>

Wapice Oy. Ei päiväystä. Wapice IoT-Ticket. [Verkkosivu]. Wapice Oy. [Viitattu 16.2.2018]. Saatavissa: <https://www.iot-ticket.com/images/Files/WRM247+ DataSheet 2015.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Kaasutainnutuslaitteen tekniset tiedot

Liite 2. Kaltauskoneen tekniset tiedot

Liite 3. Jäähdytyskuljettimen tekniset tiedot

Liite 4. Wapice IoT-Ticketin tuetut protokollat

Liite 5. Shokin ja logistiikan kompressorin värähtelymittaukset

Kaasutainnutuslaitteen tekniset tiedot

Ohjaus:	Siemens, 400-sarja. ProfiBus -väylä.
Hotline:	Butina A/S, Huolehtii logiikka puolen 24/7. (suljettu järjestelmä)
Taajuusmuuttaja:	Siemens Simovert, 15 kW (jarruvastus 15 kW)
Vaihdemoottori:	Sew Eurodrive, 15 kW
Päälaakerit:	SKF, 2220 ESK C3
Pääakselit:	Butina A/S, D=100 mm, ruostumaton teräs.

Kaltauskonon tekniset tiedot

Ohjaus:	Siemens, 400-sarja. ProfiBus -väylä.
Pehmokäynnistys:	Danfoss, MCD3015 15 kW
Vaihdemoottorit:	Sew Eurodrive, ylärumpu 15 kW alarumpu 5,5 kW
Päälaakerit:	SKF, 22220 EK

Jäähdytyskuljettimen tekniset tiedot

Ohjaus:	Siemens, 400-sarja. ProfiBus -väylä.
Taajuusmuuttaja:	Vacon, NXL 15 kW
Vaihdemoottori:	Sew Eurodrive, 7,5 kW, 11900 Nm, 720 rpm
Kuljetinjärjestelmä:	SFK, n.500 m kuljetinketjua, 25 taittopyörää

Wapice IoT-Ticketin tuetut protokollat

@aGlance
ABB Totalflow
Amaco Amocams
APACS (API)
AS-I
AspenTech InfoPlus.21
Bailey (Direct)
CAN Data
Citect
DLMS
EDAS (HOSE)
Eurotherm 800 Series
Foxboro I/A (Object Manager)
GE CIMPLICITY
GE Speedtronic Mark V & VI (GSM)
HART
Honeywell OptiVISION
ICCP
IEC 61850
ISO 11783
JC N2 (Johnson Controls)
KNX
Libelium Plug&Sense
Lufkin Modbus
Matrikon GenCS
Microsoft Task Manager
Modbus
Motorola IP Gateway (MOSCAD)
NEG Micon
OBD
OMNI Flow Computers
OPC Genie
Proficy (iHistorian)
Provox (CHIP)
Reynolds Equipment
Roibox

Sartorius
Schneider UNI-Telway
Siemens LSX
Siemens S7 PLC for Siemens PLCs
Siemens Wind Turbines
SNMP Agent
Triconex
TVA DatAWare
Verano (HP) RTAP
Westinghouse WDPF
Wonderware Historian (InSQL)
Yokogawa Vnet/IP
OPC UA Server
ABB Advant IMS
Air Liquide ADACS
Anybus
APACS (Direct)
Aspentech (Setpoint) Setcim
Autocom
Bailey (SemAPI)
CANopen
Databases (ODBC, MySQL, MSSQL, and Oracle)
DNP3
eDNA
Fisher ROC (ROC & ROC Plus)
FoxSCADA
GE Fanuc PLC
GE Speedtronic Mark V (Direct)
Honeywell HC900
Honeywell PHD
IEC 60870-5
Intellution Fix/iFix
JagXtreme
Kaye Digilink
Koyo (Direct Net) PLCs
LonWorks
Macroview
M-Bus
Mitsubishi PLCs
Modbus TCP

Nanoscanner
Nova Biomedical
ODBC
OMRON PLCs
OPTO 22
Profinet
Provox (Direct)
RM-80 for Radiation Monitoring Systems
RS3 RNI
SCADA Modbus
SCI
Siemens MPI
Siemens SIMATIC TI505
SNMP
StreamInsight
Triconex Achilles Certified
ULMA
Vestas Wind Turbine Controllers
WITS
Wonderware InTouch
ZigBee
OPC UA Client
ABB RP570
Allen Bradley PLCs
Anybus-PCI
Applikon
AspenTech Cim/21
BACnet
Bristol Babcock OpenBSI
CDC Type 2
Direct Data Exchange (DDE)
DSfG Data Protocol
Encore RMS
Foxboro
GCOM ABB
GE Harris
Gensym G2
Honeywell Measurex
Husky Host
IEC 61400-25

Intellution Fix/iFix
JC N1 (Johnson Controls)
Kaye Netpac
Libelium Meshlium
LoRa
Mark VI (Direct)
Mettler Toledo
Mitsubishi Turbine Controllers
Moore MYCRO
NDC Pronet
Nova BioProfile FLEX Analyzer
OECD
One-wire
Profibus
PROMORE FibreNet DTS
Quindar
RMV9000
Sargent/ASSAY Abloy Locks
Schneider Electric PowerLogic SMS
Sensa Sensor Highway
Siemens PPI
Siemens Teleperm XP via XU
SNMP
Teltonika
Triconex HPKS Certified
Unitrol 5000
West Series 3010 Digital Indicators
WITSML
Yokogawa
OPC DA
ABB RP570
Allen Bradley PLCs
Anybus-PCI
Applikon
AspenTech Cim/21
BACnet
Bristol Babcock OpenBSI
CDC Type 2
Direct Data Exchange (DDE)
DSfG Data Protocol

Encore RMS
Foxboro
GCOM ABB
GE Harris
Gensym G2
Honeywell Measurex
Husky Host
IEC 61400-25
Intellution Fix/iFix
JC N1 (Johnson Controls)
Kaye Netpac
Libelium Meshlium
LoRa
Mark VI (Direct)
Mettler Toledo
Mitsubishi Turbine Controllers
Moore MYCRO
NDC Pronet
Nova BioProfile FLEX Analyzer
OECD
One-wire
Profibus
PROMORE FibreNet DTS
Quindar
RMV9000
Sargent/ASSAY Abloy Locks
Schneider Electric PowerLogic SMS
Sensa Sensor Highway
Siemens PPI
Siemens Teleperm XP via XU
SNMP
Teltonika
Triconex HPKS Certified
Unitrol 5000
West Series 3010 Digital Indicators
WITSML
Yokogawa
OPC DA

Shokin ja logistiikan kompressorin värähtelymittaukset



Atria Suomi Oy Shokin käytön ja logistiikan kompressorin värähtelymittaukset 22.2.2018





Mittalaitteet ja analysointiohjelmisto

- SKF Microlog AX keräilijä/FFT-analysointilaite
- IMI 607A11 kiihtyvyyssanturi
- SKF @ptitude Analyst tiedonhallinta- ja analysointiohjelmisto

Värähtelymittauksissa käytetyt mittaussuureet ovat nopeus (mm/s), kiihtyvyys (g) ja kiihtyvyyden verhoikäyrä eli envelope (gE). Verhoikäyrämittauksissa käytettiin kaistanpäästösudinta taajuusalueella 500-10000 Hz (Env3). Värähtelyn kokonaistasot on esitetty tehollisarvona (RMS) sekä nopeus- että kiihtyvyyssmittauksille ja huippuarvona (Peak) verhoikäyrämittauksille. Jokaisen mittapisteen mittaustieto on talletettu tiedonhallinta- ja analysointiohjelmistoon.

Aikaisemmat mittaukset

Kyseessä oli laitteiden ensimmäinen mittaus SKF:n toimesta. Laitteille on aiemmin tehty värähtelymittauksia toisten toimittajien toimesta.

YHTEENVETO MITTAUKSISTA

Yleistä mittauksista

Mittaustuloksissa on mainittu ne kohteet, joissa on värähtelymittauksissa havaittu asioita/vikoja, joihin on jatkossa syytä kiinnittää enemmän huomiota. Tuloksissa on myös mainittu, jos mittauksen aikana on visuaalisesti/korvakuulolta havaittu joitakin normaalista poikkeavia asioita.



Tulokset

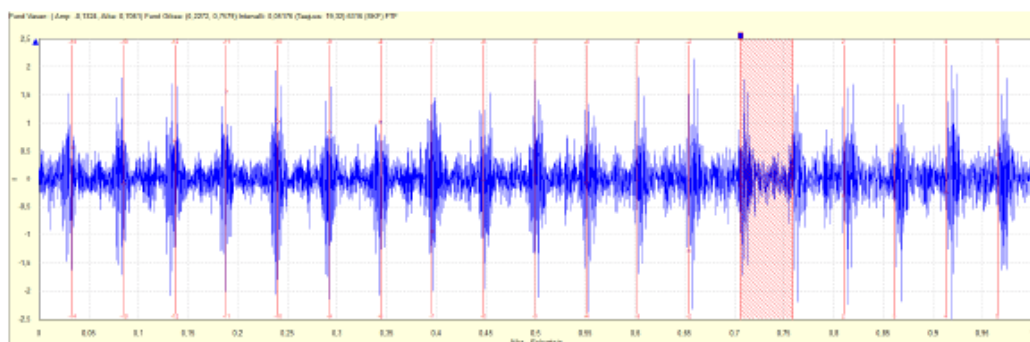
Taulukko 1. "Liikennevalojen" selitykset.

Normaali	Vihreä: Mitatun koneen tila on normaali, eikä erityisiä toimenpidesuosituksia yleensä anneta.
Toimenpidesuositus	Keltainen: Koneen mittaustuloksessa on tapahtunut muutos, joka ylittää ennalta asetetun varoituskriteerin. Tässä tilanteessa annetaan suositus toimenpiteistä, esimerkiksi uusintamittauksen tekemisestä aikaisemmin kuin mittaushjelmassa on sovittu.
Välittömät toimenpiteet	Punainen: Koneen mittaustuloksessa on tapahtunut muutos, joka ylittää ennalta asetetun hälytyskriteerin. Tässä tilanteessa annetaan suositus välittömistä toimenpiteistä, esimerkiksi koneen pysäyttämistä suurempien vaurioiden välttämiseksi.
Ei mitattu	Musta: Mittausohjelman mukaan mitattavaksi sovittua konetta ei mitattu. Esimerkiksi kone ei ole käytössä, luoksepääsy koneelle on estetty huolto-toimenpiteiden tai muun syyn takia tai koneen ajotilanteen vuoksi vertailukelpoista mittausta ei voitu tehdä.
Muu huomio	Sininen: Muut, esimerkiksi koneen toimintaan tai työturvallisuuteen liittyvät havainnot.

Taulukko 2. Mittaustulokset lyhyine kommentteineen ja suositellut toimenpiteet.

Kunto	Kone	Huomiot ja suositellut toimenpiteet
Normaali	Shokin moottori	Moottorissa ei ole värähtelymittausten perusteella havaittavissa mitään normaalista poikkeavaa.
Normaali	Shokin vaihde	Vaihteen mittauksissa ei ole värähtelymittausten perusteella havaittavissa mitään normaalista poikkeavaa.
Toimenpidesuositus	Logistiikan kompressorin moottori	Moottorin vapaan värähtelyissä on havaittavissa iskua laakerin pitimen pyörimistäajuudella 19,3 Hz (Liite 1, kuva 1). Tämä on myös kuultavissa stetoskoopilla kuunneltaessa. Lisäksi värähtelyissä on havaittavissa laakerin vierintäelimen pyörimis- ja vikataajuuksia. Kyse ei ole normaali-ilmioista vaan moottorin vapaan pään laakeroinnissa/laakeripesässä on jotain pielessä. Moottorin vapaan pään laakeroinnin/laakeripesän kunto tarkistettava.
Normaali	Logistiikan kompressori	Kompressorissa ei ole värähtelymittausten perusteella havaittavissa mitään normaalista poikkeavaa. Mahdollisten jatkomittausten kannalta kompressorin laakeritiedot tulisi selvittää. Tämä mahdollistaa mittaustulosten paremman/tarkemman analysoinnin.

LIITE 1



Kuva 1.Logistiikan kompressorin moottorin vapaasta päästä mitattu kiihtyvyyssignaali. Signaalissa iskumaisuutta laakerin 6316 pitimen pyörimistaajuudella (FTF) 19,3 Hz.