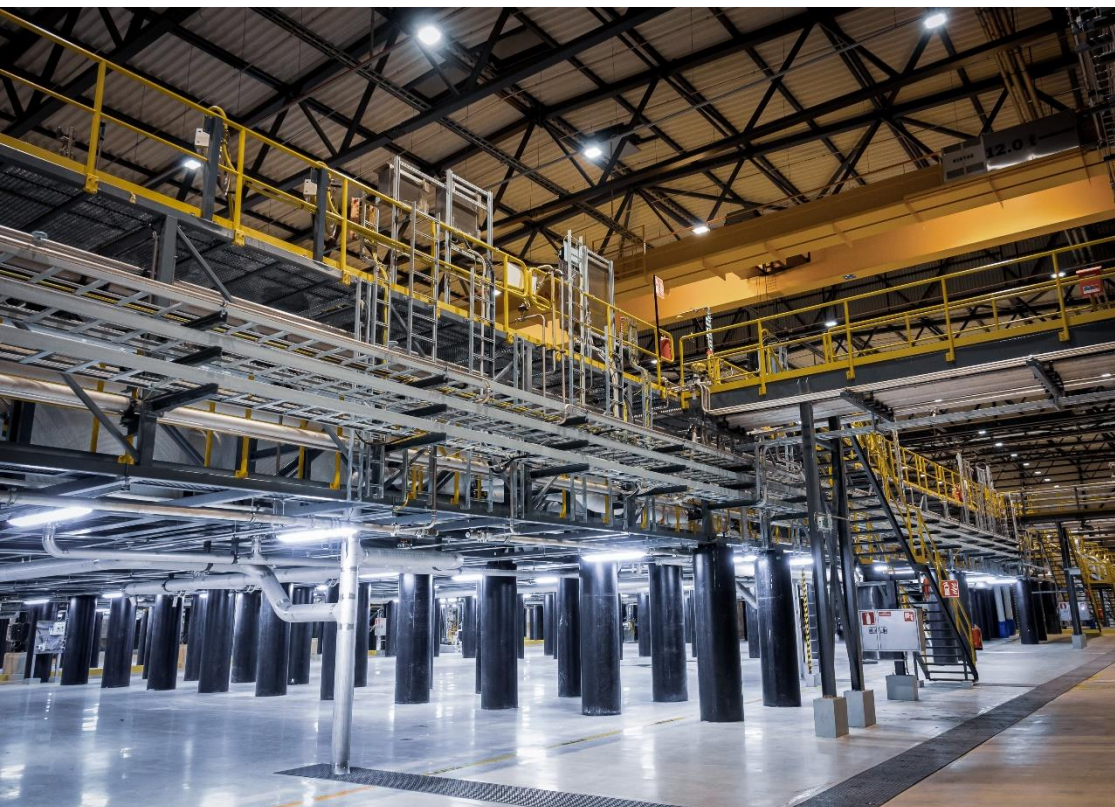


Aleksi Korhonen

Akkukemikaalitehtaan kiinteän kunnonvalvonnan käyttöönotto Terrafamella



Insinööri

Kone- ja kaivostekniikka

Kevät 2023



KAMK • University
of Applied Sciences

Tiivistelmä

Tekijä: Korhonen Aleksi

Työn nimi: Akkukemikaalitehtaan kiinteän kunnonvalvonnan käyttöönotto Terrafamella

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), kone- ja kaivostekniikka

Asiasanat: kunnonvalvonta, kiinteäkunnonvalvonta, käyttöopas, Terrafame Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Terrafame Oy. Opinnäytetyön aihe valikoitui Terrafamella käynnistyneen projektin pohjalle. Projektin ja opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda akkukemikaalitehtaalle toimiva kiinteä kunnonvalvontajärjestelmä, Valmet DMM. Lisäksi opinnäytetyöhön tuli tehdä liitteeksi Valmet DMM -käyttöopas Terrafame Oy:n kunnonvalvontamittaajille.

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin prosessiteollisuuden automaatiojärjestelmiä, kunnossapitoa, erilaisia standardeja sekä Terrafamen tapoja toimia. Työssä käsiteltiin tarkasti mittaavaa kunnossapitoa, kuinka mittaavaa kunnossapitoa tehdään Terrafamella ja millaisilla menetelmillä. Opinnäytetyön aineistona käytettiin alan kirjallisuutta, nettilähteitä sekä erilaisia standardeja. Tiedon kartuttamiseksi opinnäytetyöhön haasteltiin Valmetin työntekijää.

Opinnäytetyön toiminnallisessa osuudessa kerättiin laitetietoja akkukemikaalitehtaalta Valmetille. Laitetiedot kerättiin Excel-tiedostoon, josta löytyi muun muassa laitteiden laakeritiedot, välityssuhteet, hammasluvut, laitteiden pyörimisnopeudet ja tieto siitä, onko laite vakionopeuskone vai taajuusmuuttajatoiminen kone sekä laitteiden lapataajuudet.

Opinnäytetyön tuloksina ovat toimiva kiinteäkunnonvalvontajärjestelmä Terrafame Oy:n akkukemikaalitehtaalla sekä käyttäjäystävällinen käyttöopas Valmet DMM-järjestelmään kunnonvalvontamittaajille. Käyttöopasta voidaan käyttää perehdytysmateriaalina uudelle kunnonvalvontamittaajalle tai sitä voi käyttää vanhan työntekijän muistin virkistämiseen. Toimiva Valmet DMM-järjestelmä vähentää Terrafamen kunnonvalvontamittaajien työmäärää. Järjestelmän avulla reittimittaukset vähenevät sekä DMM-järjestelmän hälytysrajojen toimivuus nopeuttaa laitteiston analysointia.

Tulevaisuudessa on suunniteltu, että Terrafamelle on mahdollisesti tulossa uusia tuotantolaitoksia, joten mikäli uusiin laitteisiin halutaan kiinteä kunnonvalvontajärjestelmä, tätä projektia ja sen kulkua voidaan käyttää apuna projektien loppuun saattamiseksi. Tämä projekti oli onnistunut kokonaisuus, Terrafame Oy sai toimivan Valmet DMM-kunnonvalvontajärjestelmän ja projekti valmistui aikataulussa. Kaikki tavoitteet täyttyivät opinnäytetyön ja projektin suhteen.

Abstract

Author(s): Korhonen Aleksi

Title of the Publication: Online Condition Monitoring Initialization at Terrafame Battery Chemical Plant

Degree Title: Bachelor of Engineering, Machine and mining Engineering

Keywords: condition monitoring, online condition monitoring, user manual, Terrafame Oy

The Bachelor's thesis was commissioned by Terrafame Oy. The thesis topic is based on a project initiated at Terrafame. The purpose of the project and the Bachelor's thesis was to create an online condition monitoring system for Terrafame battery chemical plant. In addition to the thesis a Valmet DMM user manual was created for condition monitoring operators of Terrafame.

Industry automation systems, maintenance, various standards and the working style at Terrafame were examined in this thesis. Furthermore, precise condition monitoring, operating condition monitoring at Terrafame and methods used were studied. The sources used were literature, online sources and various standards. A Valmet employee was interviewed to gather more information for the thesis.

Data from the machines were collected as the functional part of the thesis and sent to Valmet. The data contained machine's bearing information, gear ratios, number of teeth, machine rotation speeds, whether being a constant speed machine or a frequency converter machine and the blade frequencies of the machines.

The results of the thesis are a functional online condition monitoring system for the battery chemical plant of Terrafame Oy and a user manual for condition monitoring operators. The user manual can be used as orientation material for a new condition monitoring operator or it can be used to refresh the memory of an old operator. A functioning Valmet DMM system reduces the workload of condition monitoring operators at Terrafame Oy and condition monitoring routes at battery chemical plant. In addition, it enhances checking and analyzing all machines from DMM compared with prior to the project.

In the future, there may be new production facilities for Terrafame, so if the management decides to acquire an online condition monitoring system to new machines, this project can be used to help complete the future projects. This project was a success. A functioning Valmet DMM online condition monitoring system was created for Terrafame Oy and the project was completed on schedule. All of the project and thesis goals were achieved.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Terrafame Oy.....	2
2.1	Terrafamen tapa toimia	3
2.2	Tulevaisuuden näkymät	4
3	Automaatio ja kiinteät kunnonvalvontajärjestelmät	5
3.1	Prosessiautomaatio	7
3.2	Valmet DNA	7
3.3	Valmet DMM	8
4	Kunnossapito	10
4.1	Laitteen elinikä	12
4.2	Mittaava kunnossapito	14
4.3	Mittaava kunnossapito Terrafame Oy:ssä	16
4.4	Kunnonvalvontamittausten analysointi	18
4.5	Laitteiden yleisimmät viat	19
4.6	Kunnossapidon suunnittelu.....	22
5	PSK-standardit ja mittaussertifikaatit.....	25
5.1	Ryhmän 57 PSK-standardit.....	25
5.2	Ryhmän 62 PSK-standardit.....	25
5.3	Terrafamen mittaavan kunnossapidon käyttämät standardit	26
5.4	Mittaajien tasokoulutukset	26
6	Työn toteutus	28
7	Työn tulokset	31
8	Pohdinta	32
	Lähteet	34

Liitteet

1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksianto tuli Terrafame Oy:ltä. Opinnäytetyö perustui projektiin, joka suoritettiin loppuvuoden 2022 ja kevään 2023 aikana. Projektissa Terrafamen akkukemikaalitehtaalle asennettu kiinteä kunnonvalvontajärjestelmä Valmet DMM otettiin käyttöön. Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui kiinteän kunnonvalvontajärjestelmän käyttöönotto Terrafamen akkukemikaalitehtaalla. Aihe oli mielenkiintoinen, sillä tein kesätöitä ja harjoittelun kunnonvalvontamittajana, joten aihe oli jo entuudestaan minulle tuttu.

Projekti ja opinnäytetyön toiminallinen osa lähti liikkeelle akkukemikaalitehtaan kiinteään kunnonvalvontajärjestelmään kuuluvien laitteiden laitetietojen keräämisellä ja koostamisella Excel-tiedostoon. Kerätyt laitetiedot lähetettiin Valmetille, jonka työntekijät syöttivät laitetiedot DMM-järjestelmään sekä asettivat laitteistolle hälytysrajat.

Projektityön lisäksi opinnäytetyöhön tehtiin Valmet DMM -käyttöopas Terrafame Oy:n kunnonvalvontamittajien työkaluksi. Uudet työntekijät voivat perehtyä sen avulla Valmet DMM:n käyttöön sekä vanhat työntekijät voivat virkistää muistiaan käyttöoppaan avulla.

Työ on rajattu ja työssä käsitellään kunnossapitoa, kunnonvalvontaa, prosessiautomaatiota sekä erilaisia järjestelmiä, joita käytetään Terrafamen tehdasalueella. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös aihealuetta koskeviin standardeihin sekä käytiin läpi, mitä standardeja Terrafamella käytetään suuntaviivoina. Projektin aihe ja opinnäytetyön teoriaosuus olivat tarkkarajaisia, joten opinnäytetyöstä tuli napakka kokonaisuus.

Projektin tavoitteena oli saada Terrafamen akkukemikaalitehtaalle toimiva kunnonvalvontajärjestelmä. Akkukemikaalitehtaalle hankittiin rakennusvaiheessa Valmet DMM-järjestelmä ja saatettiin tässä projektissa käyttökuntoon. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimiva Valmet DMM-järjestelmä sekä luoda kunnonvalvontamittajille käyttöopas Valmet DMM:n käyttöön.

Tavoitteisiin päästiin tarkalla aikataululla sekä hyvällä kommunikaatiolla. Asiantuntevat henkilöt Terrafamella ja Valmetilla onnistuivat projektissa hyvin ja kumpikin osapuoli oli tyytyväisiä lopputulokseen. Käyttöoppaasta tuli selkeä kokonaisuus, jota voidaan käyttää nyt ja tulevaisuudessa.

2 Terrafame Oy

Terrafame Oy on akkukemikaaleja tuottava yhtiö, joka on perustettu vuonna 2015. Vuonna 2015 Terrafame Oy osti Sotkamossa sijaitsevan kaivoksen ja metallintalteenottolaitoksen. Terrafamen toimintoihin kuuluvat muun muassa louhinta, malmin käsittely, bioliuotus, metallientalteenotto sekä uusi akkukemikaalitehdas. [1.]

Sotkamon malmiesiintymä on löydetty jo hyvin varhaisessa vaiheessa, vuonna 1977. Esiintymää alettiin tutkimaan 1980-luvulla ja esiintymä todettiin todella suureksi. Kaivostoiminnan Sotkamon malmiesiintymällä aloitti silloinen Talvivaara Kaivososakeyhtiö Oy vuonna 2008. [1.]

Terrafamen aloitettua tuotannon Sotkamossa raaka-aineiden tuottajana, valikoimiin kuuluivat nikkeli-koboltti- ja sinkkipuolituotteet. Kuperintuotanto aloitettiin vuonna 2017. Terrafamen strategiaa on suunniteltu väliajoin ja vuonna 2017 strategiaksi valikoitui akkukemikaalien tuottaminen ja vuonna 2018 strategia hyväksyttiin (kuva 1). Akkukemikaalitehtaan ylösajo tapahtui vuonna 2021. Uuden akkukemikaalitehtaan ansiosta Terrafame Oy on saanut suuria ja mittavia tilauksia akkukemikaalien toimituksista ympäri maailmaa. [2.]



Kuva 1. Terrafame Oy:n liiketoimintamalli [1]

Terrafamen tämänhetkinen strategia on pienentää liikenteen hiilijalanjälkeä tuottamalla kestäviä akkukemikaaleja. Terrafamen matalahiilinen ja energiatehokas akkukemikaalituotanto takaa liikenteen sähköistymisen. Myös läpinäkyvyys ja kemikaalien jäljitettävyyys ovat Terrafamen valttikortteja tämänhetkisillä akkukemikaalimarkkinoilla. [2.]

Vuonna 2021 Terrafamella oli 879 työntekijää. Suurin osa heistä on kainuulaisia, jotka asuvat Kajaanissa ja Sotkamossa. Terrafamen työntekijöiden keski-ikä vuonna 2021 oli 41,9 vuotta [2.]. Lisäksi Terrafamen kaivosalueella työskentelee paljon eri urakoitsijoita. Terrafamen säännöt koskevat myös heitä. Terrafamen osakkeenomistajia ovat Suomen Malmijalostus Oy, Gelena-rahastot (Trafigura) sekä Sampo Oyj. [1.]

2.1 Terrafamen tapa toimia

Terrafamella on täysin oma toimintatapansa. Selkeän ja turvallisuuteen kannustavan toimintatavan avulla Terrafame on pyrkinyt vähentämään kaivosalueella tapahtuvia tapaturmia. Terrafamessa on käytössä kemianteollisuuden työehtosopimus, lisäksi osa työntekijöistä kuuluu Teollisuusliittoon. Työturvallisuutta huomioidaan myös näiden tahojen avulla. Myös Terrafamea kuin muitakin Suomessa toimivia kaivoksia ohjaavat kaivoslaki, kaivosasetus, kaivosturvallisuusasetus sekä muun muassa asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta. [3, s. 413.]

Terrafamessa työturvallisuus on kaikki kaikessa. Turvallisuus lähtee liikkeelle perehdytysjaksosta, jossa tuodaan esille Terrafamen tavat toimia. Työturvallisuuteen kannustetaan turvallisuuspalkkiolla. Työturvallisuuteen luetaan työvaatetus, turvakengät, vaadittavat suojaimet, kaasunhaisteilijat, neutralointiaine sekä terve maalaisjärki. Jos työtä ei ole mahdollista tehdä turvallisesti, sitä ei tehdä ollenkaan tai työpiste muokataan sellaiseksi, että työ on mahdollista suorittaa turvallisesti.

Turvallisuudesta huolehditaan myös suojainmatriisien avulla, joista voidaan tarkastaa, mitä suojaimia tulee käyttää missäkin päin tehdasaluetta. Lisäksi Terrafamessa on määritetty nollatoleranssisäännöt, joita ovat työpaikalla päihdyttävien aineiden alaisena esiintyminen, turvavyön käyttäminen on pakollista kaikissa kulkuneuvoissa, putoamissuojaimia on käytettävä korkealla työskennellessä, turvalukitusohjeita on noudatettava, säiliö- ja suljettujen tilojen työskentelyn turvaohjeita on noudatettava sekä tulityöohjeita on noudatettava. [2.]

Kaikilla Terrafamen alueella työskentelevillä henkilöillä tulee olla voimassa oleva työturvallisuuskortti. Terrafame myös kouluttaa tarvittaessa henkilöstöään aika ajoin ja huolehtii, että tarvittavat korttikoulutukset ovat voimassa.

Terrafamella ollaan myös tarkkoja tasa-arvon toteutumisesta ja siitä, että kaikkia henkilöstön jäseniä niin työntekijöitä kuin esihenkilöitä kohdellaan yhdenvertaisesti. Terve työympäristö auttaa turvallisessa työskentelyssä sekä puutteellisista varustuksista tai suojaamista voidaan huomauttaa ketä tahansa, eikä siitä saa loukkaantua. Terrafamessa työturvallisuus on kaikkien asia ja turvallisuudesta pidetään tiukasti kiinni.

2.2 Tulevaisuuden näkymät

Terrafame Oy:n tulevaisuuden näkymät ovat selkeät. Tuotantokapasiteetin nostaminen ja pullonkaulojen poistaminen tuotantoketjusta on yksi tavoitteista. Terrafame aikoo myös aloittaa uraamin tuotannon kesällä 2024. Tulevaisuuteen kuuluvat myös Kolmisopen kaivoksen avaaminen sekä uusi sekundäärikasa.

Tulevaisuudessa on tarkoitus myös parantaa jo hyvällä tasolla olevaa työturvallisuutta. Luonnon- ja vesiensuojelu on yksi tärkeistä asioista Terrafamella nyt ja tulevaisuudessa. Terrafamella kuullaan eri asiantuntijoita ja lähellä asuvia ihmisiä yhtiön aiheuttamista melu-, värinä- tai pölyhaitoista. Lisäksi viranomaiset seuraavat Terrafamen toimintaa. Terrafamen tulee olla tulevaisuudessaakin läpinäkyvä ja keskusteleva yhtiö naapureidensa ja valtion viranomaisten kanssa.

On tutkittu, että sähköautojen osuus liikenteessä tulee kasvamaan merkittävästi ja akkukemikaalien kulutus tulee nousemaan sen myötä. Terrafamen liiketoiminnan kannattavuus näyttää siis hyvältä. Lisäksi uraamin tuottaminen ydinvoimaloiden raaka-aineeksi tuo uuden tulovirran yhtiöön. Tulovirtojen hajauttaminen on järkevää, jos jotkin markkinat alkavat hidastumaan. [1.]

3 Automaatio ja kiinteät kunnonvalvontajärjestelmät

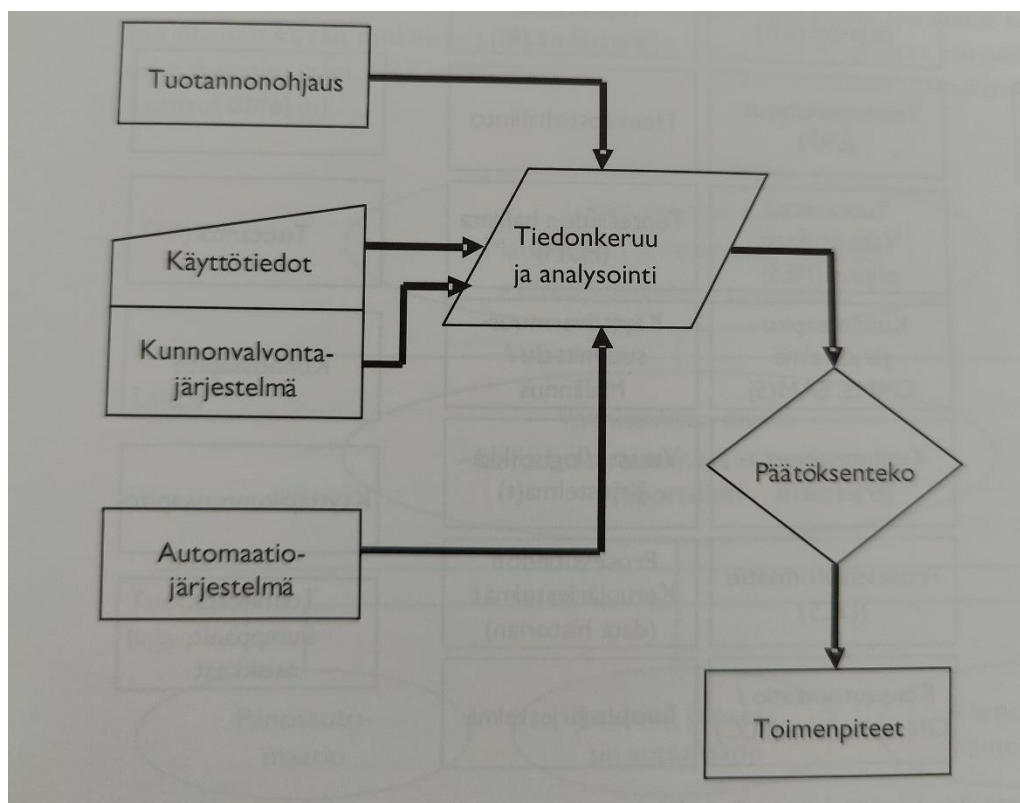
Automaatio on alun perin mekaanisten ratkaisujen käyttöön suunniteltu ohjausjärjestelmä. Kehitys alkoi 1940- ja 1950-luvuilla, kun pneumatiikka ja hydraulikka yleistyivät. Sittemmin elektronikka on tullut automaatioon mukaan. 1960-luvulla automaatiojärjestelmät rupesivat kasvamaan suuremmiksi ja 1970-luvulla tietokoneiden kehitys auttoi automaatiojärjestelmien kehitystä lisää. [4, s.21.]

1980-luvulla numeeriset ohjausjärjestelmät edesauttoivat NC-koneiden kehitystä. Tämän kehityksen ansiosta alettiin kehittämään myös suurempia laitekoonpanoja, kuten robottisoluja tai erilaisia konelinjoja, joissa on useampia työstövaiheita. [4, s. 21.]

Nykyisin teollisuudessa käytettävät automaatiotratkaisut perustuvat kenttäväyliin. Automaation avulla teollisuudessa pystytään operoimaan ja hallitsemaan prosesseja valvomo-olosuhteista käsin tietokoneen välityksellä. [4, s. 22.]

Automaatiojärjestelmissä käytetään yleisesti modulaarisia tai integroituja tulo- ja lähtöportteja. Näihin portteihin on kytketty erilaisia antureita. Anturit sijaitsevat tuotantokoneiden läheisyydessä, joissa ne mittaavat esimerkiksi värähtelyä, siirtymää tai lämpötilaa. Automaatiojärjestelmään liitetään myös toimilaitteita. Järjestelmän avulla pystytään käynnistämään ja sammuttamaan laitteita valvomon tietokoneelta. Järjestelmään on myös lisätty säätömahdollisuudet, joten taajuusmuuntajatieto sekä venttiilien asentotiedot ovat osa automaatiojärjestelmää. [5, s. 114.]

Automaatiojärjestelmän tehtävä on helpottaa operaattoreita seuraamaan, säätämään ja muuttamaan prosesseja käynnin aikana (kuva 2). Automaatiojärjestelmien anturitiedoista voidaan seurata myös laitteen vikaantumisia ja näin ollen tuotanto pystyy varautumaan laitevaihtoihin tai korjaustöihin. Automaation historiatietoja voidaan käyttää muun muassa työsuunnittelun ja seiskasuunnittelun perustana. [5, s. 114.]



Kuva 2. Automaatio osana kokonaisuutta [5, s. 111]

Terrafame Oy:ssä automaation avulla hoidetaan ja seurataan tuotantoprosessia. Automaation avulla prosessi voidaan esimerkiksi käynnistää tai sammuttaa sekä prosessia voidaan myös säätää automaation avulla. Terrafamen tehdasalueella on useita järjestelmiä, joita käytetään rinnakkain. Prosessin valvontaan käytetään Valmetin DNA -järjestelmää, josta kerrotaan tarkemmin kappaleessa 3.2.

Terrafamen kokoinen tehdas olisi mahdoton hallita ilman automaatiota. Nykyaikaiset menetelmät edesauttavat kannattavaa liiketoimintaa ja helpottavat työntekijöitä, työjohtoa sekä työn suunnittelijoita. Esimerkiksi automaatiojärjestelmässä olevilla kalibroiduilla virtausmittauksilla voidaan saada selville, onko putkistossa tukoksia. Kenttäoperaattorit valvovat tehtaan laitteita aistinvaraisin havainnoin, havaintoja käytetään myös tehtaan ylläpidossa. Kenttähavaintojen perusteella voidaan tehdä nopeitakin päätöksiä laitevaihdolle ja -korjauksille.

3.1 Prosessiautomaatio

Automaatiojärjestelmillä siis automatisoidaan tuotantoprosesseja. Automaatiojärjestelmiin kuuluvat myös tiedon keruu sekä raportointityökalu. Tiedon keruu tallentaa anturitiedon järjestelmään ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi huoltotöiden suunnittelussa tai tuotannonsuunnittelussa. Automaatiojärjestelmään kytketyt anturit tuottavat mittaustietoa operaattoreiden tietokoneille. Antureiden mittauksia voidaan ohjata logiikan avulla, mittaustietoja voidaan hankkia joko reaaliaikaisesti tai ajastaa mittaukset logiikan avulla esimerkiksi kuuden tunnin välein otettavaksi. [5, s. 114.]

Prosessiautomaatiojärjestelmät ovat yleisesti hajautettuja ohjausjärjestelmiä eli Distributed Control System (DCS). Toiset tietokoneet keräävät historiatiedon ja laskevat mittaustiedon, toiset laitteet taas ovat valvomopäätteitä, joista ohjataan prosessia. Nykyaikaiset prosessiasemat pystyvät käsittelemään anturitietoja, ohjausten laskennan ja ohjausten tekemisen jo itsessään paikan päällä, joten säästytään keskustietokoneilta. Kenttäväylien ja hajautettujen I/O-yksiköiden avulla saadaan säästöä kaapelointikustannuksissa. [5, s 115.]

3.2 Valmet DNA

Valmet DNA on hajautettu ohjausjärjestelmä, jota voidaan käyttää kaikkiin prosessiautomaatioihin. Valmet DNA soveltuu prosessin hoitoon ja tehdasprosessien ylläpitoon sekä huoltojen suunnitteluun. Valmet DNA-järjestelmään saadaan yhdistettyä prosessinhallinta, laitteiden hallinta, prosessin säätö ja laadun tarkastelu. Valmet DNA:n avulla voidaan tehdä myös jonkin verran kunnonvalvontaa. [6.]

Valmet DNA:n avulla prosessin kaikki toiminnot saadaan saman ohjelmiston alle. Ohjelmisto kerää myös historiadataa, joten trendejä voidaan seurata ja niiden avulla voidaan suunnitella huoltoja. Valmet DNA on käyttäjäystävällinen ohjelmisto, joka voidaan muokata tehdaslayoutin mukaiseksi, jotta ohjelmiston käyttäminen olisi mahdollisimman helppoa ja loogista. Järjestelmässä on sisään rakennettu virustorjuntaohjelmisto. Valmet DNA käy yhteen eri kenttäväylien kanssa ja on siksi helppo asentaa teollisuuteen. [6.]

Terrafame käyttää Valmet DNA:ta prosessien hoitamiseen ja säätämiseen. DNA:n avulla saadaan suoritettua ylösajot ja alasajot. Lisäksi prosessin säätäminen tapahtuu Valmet DNA-ohjelmistolla.

Terrafamen mittaava kunnossapito tarkastelee kasapuhaltimien ja -pumppaamoiden värähtelymittaukset ohjelmiston avulla. Lisäksi tuotanto valvoo värähtelytasoja DNA:sta ja ilmoittaa poikkeavuuksista tarvittaessa mittaavalle kunnossapidolle.

3.3 Valmet DMM

Valmet DMM ohjelmiston nimi tulee sanoista Valmet DNA Machine Monitoring. DMM-järjestelmä mittaa ja analysoi koneiden kuntoa. Mittaukseen ja analysointiin tarvitaan erilaisia parametreja, kuten laitteen pyörimisnopeus, laakeritiedot tai välityssuhteet ja hammasluvut. Ohjelmistoa voidaan käyttää tuotannonsuunnittelun työkaluna ja myös kunnonvalvontatyökaluna. [7.]

Ohjelmistoa voidaan käyttää niin, että anturit mittaavat jatkuvasti tai mittaukset voidaan ajastaa esimerkiksi 12 tunnin välein tehtäväksi. DMM-ohjelmistoa voidaan käyttää rinnakkain DNA:n kanssa tai erillisenä ohjelmistona kunnonvalvontatarkoituksessa. [7.]

Kunnonvalvonta tapahtuu kiihtyvyyssantureiden avulla, jotka on kiinnitetty laitteiden haluttuihin mittauspisteisiin. Valmet DMM-järjestelmä sisältää Valmetin oman tietokone ohjelman, Valmetin omat anturit ja kaapelit sekä I/O-asetat. I/O-asetat keräävät ja analysoivat antureilta tulevan mittausdatan. Valmet DMM tallentaa mittaushistorian, jonka avulla on helppoa seurata trendien muodostumista ja vikojen kehittymistä. Valmet DMM:n avulla voidaan saada laitteista selville erilaisia vikoja, kuten laakerivikoja, epätasapainoa, linjausvirheitä, voiteluvajeita tai vaihteiden kuluneisuutta. [7.]

Toimiva DMM järjestelmä hälyttää käyttäjälle tehdaslayoutissa laitteiden mittapisteistä, mikäli siellä on jotain poikkeavaa tapahtunut. DMM ohjelmiston avulla voidaan analysoida vikoja ja seurata vikojen kehittymistä. Historiatiedon avulla voidaan suunnitella laitteiden vaihtoja tai korjauksia esimerkiksi tuotantoseisokkien ajankohtiin. [7.]

Terrafamella Valmet DMM on käytössä akkukemikaalitehtaan alueella. DMM-järjestelmä ei ole käytössä kaikissa laitteissa, vaan sitä käytetään vain kriittisimmissä laitteissa. Akkukemikaalitehdas on uusi laitos, joten DMM-ohjelmiston saaminen toimivaksi kokonaisuudeksi on hyvin tärkeää tehtaan tulevaisuuden kannalta.

Terrafamella Valmet DMM-ohjelmistoa käyttävät kunnonvalvontamittaajat sekä tulevaisuudessa mahdollisesti akkukemikaalitehtaan operaattorit. Pääasiallisia käyttäjiä ovat kunnonvalvontamittaajat, jotka käyttävät DMM-ohjelmistoa laitteiston kunnonvalvontaan ja analysointiin. On

ideoitu, että operaattorit hakisivat ohjelmistosta tukea kenttäkierroksille ja tekisivät tarkastustyöpyyntöjä kunnonvalvontamittajille, mikäli huomaavat jotakin poikkeavaa toimintaa laitteissa kenttäkierroksilla.

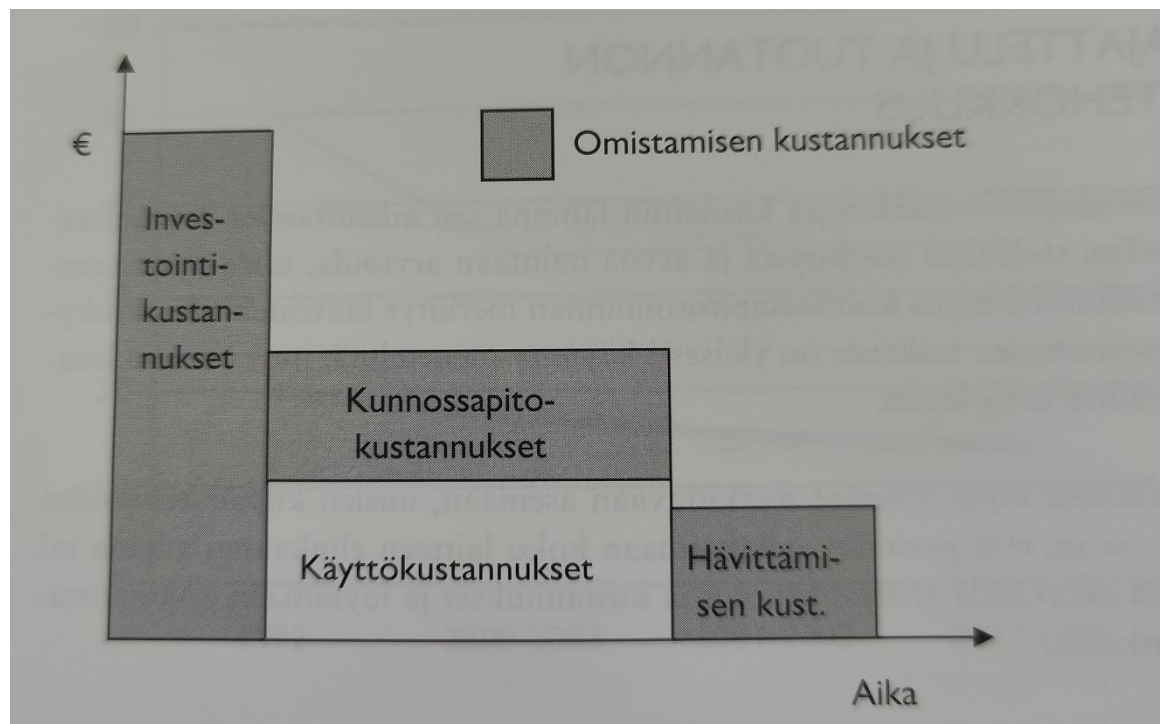
Terrafamella värähtelymittauksia akkukemikaalitehtaalla otetaan 12 tunnin välein ja Valmet DMM tallentaa ne omaan muistiinsa, jotta kunnonvalvontamittajat voivat tarkastella värähtelymittauksia ja värähtelyjen trendejä tarpeeksi tarkasti. Muistin rajallisuuden takia on järkevää suunnitella ja ajastaa mittauksien otto ja tallennushistorian hallinta. Mikäli mittauksia otetaan liian usein, muisti täyttyy todella nopeasti. Lisäksi historian hallinnalla saadaan vanhoja mittauksia karsittua pois, kuitenkin niin, että mittausdataa säilytetään tarpeeksi mittaustrendin ylläpitämiseksi.

4 Kunnossapito

Kunnossapito on yksi osa tuotantolaitosta. Nykyään kunnossapidolla on monia määritelmiä esimerkiksi eri standardeissa sekä kirjallisuuksissa. Kunnossapidon päätehtävänä voidaan pitää tuotantolaitteiden jatkuvaa käyttövarmuutta. [5, s. 25.]

Yksinkertaistettuna kunnossapidon tehtävänä on pitää laitteet sellaisessa kunnossa, että ne pysyvät suorittamaan niille tarkoitetut toiminnot koko elinkaarensa ajan. Kunnossapitoon sisältyy myös kaikki hallinnolliset ja johtamisen toimenpiteet sekä suorittavat toimenpiteet. Kunnossapidon eri tehtäviä voivat olla esimerkiksi rasvaukset ja erilaiset laitekorjaukset. [5, s. 26.]

Yrityksen kustannuksia muodostuu myös kunnossapidossa. Kustannuksia kertyy kaikkien laitteiden elinjakson aikana (kuva 3). Kuvassa 3 nähdään, mitä kustannuksia laitteen elinjakson aikana esiintyy. Laitteen suurin yksittäinen kustannus on investointikustannus. Laitteen käytöstä muodostuu kustannuksia niin sähköstä kuin palkoista. Myös kunnossapidolliset toimenpiteet luovat laitteelle kustannuksia. Laitteen elinjakson päätteeksi siitä muodostuu vielä hävittämisen kustannuksia. Määritelmä elinjaksosta löytyy PSK 6201 -standardista. Elinjakso on ajanjakso, joka alkaa, kun järjestelmä- tai laitetarve määritellään ja päättyy, kun ao. järjestelmä tai laite romutetaan tai siirtyy toiseen käyttöön. [5, s. 43.]



Kuva 3. Laitteen elinjaksokustannukset [5, s. 44]

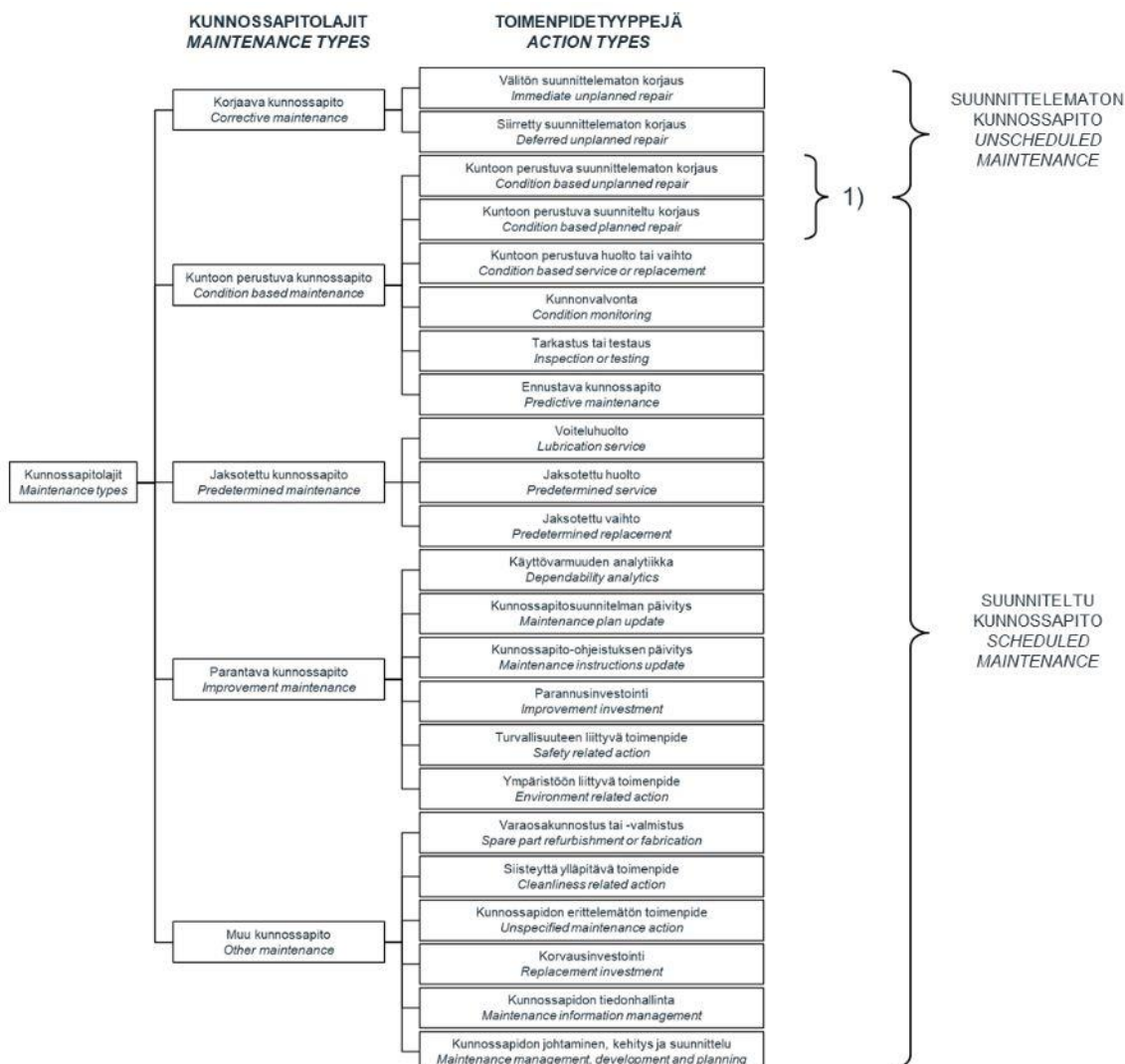
Kunnossapitoon kuuluu useita asioita, kuten laitteen toimintakunnon ylläpitäminen, joka lienee tärkein asia. Lisäksi kunnossapitoon kuuluu laitteen käytön turvallisuus sekä laaduntuottokyvyn ylläpitäminen. Kunnossapitoon lasketaan myös vanhojen tuotantolaitteiden modernisointi, korjaava kunnossapito sekä suunnitteluheikkouksien korjaaminen. Tärkeää on myös kerätä laitteesta tietoja ja tehdä niistä analyysjä ja johtopäätöksiä esimerkiksi ennakkohuoltojen uudelleensuunnitteluun. [8, s.19.]

PSK-standardissa 6201 on eroteltu eri kunnossapitolajit (kuva 4). Kunnossapitolajit jaetaan korjaavaan kunnossapitoon, kuntoon perustuvaan kunnossapitoon, jaksotettuun kunnossapitoon, parantavaan kunnossapitoon ja muuhun kunnossapitoon. Nämä jaetaan toimenpidetyyppeihin ja toimenpidetyypit jaetaan suunnittelemaan kunnossapitoon ja suunniteltuun kunnossapitoon. [9.]

Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu kaksi toimenpidetyyppiä: välitön suunnitteleman korjaus sekä siirretty suunnitteleman korjaus. Kuntoon perustuva kunnossapito jaetaan kuuteen osaan: kuntoon perustuvaan suunnittelemaan korjaukseen, kuntoon perustuvaan suunniteltuun korjaukseen, kuntoon perustuvaan huoltoon tai vaihtoon, kunnonvalvontaan, tarkastuksiin ja testauksiin sekä ennustavaan kunnossapitoon. [9.]

Parantava kunnossapito jaetaan myös kuuteen eri toimenpidetyyppiin: käyttövarmuuden analytiikkaan, kunnossapitosuunnitelman päivitykseen, kunnossapito-ohjeistuksen päivitykseen, parannusinvestointeihin, turvallisuuteen liittyviin toimenpiteisiin sekä ympäristöön liittyviin toimenpiteisiin. [9.]

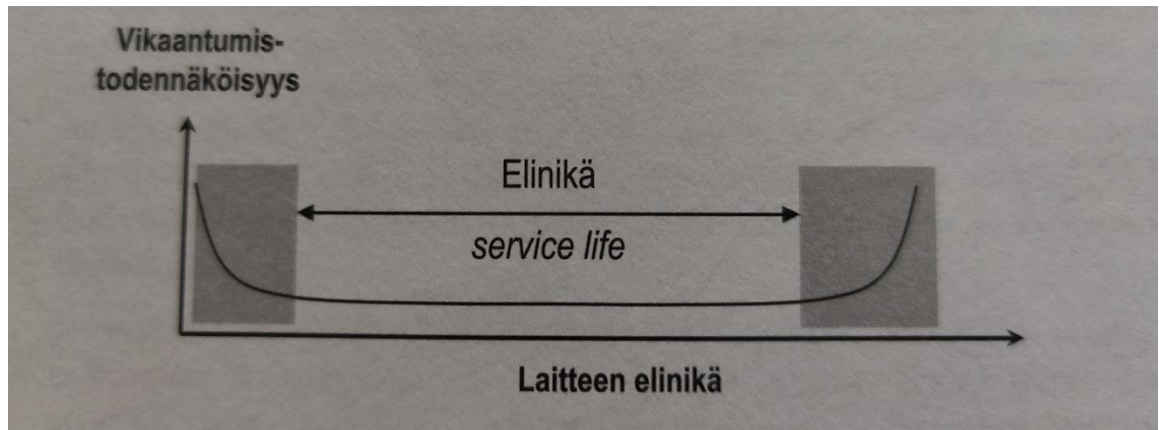
Muu kunnossapito jaetaan eri toimenpidetyyppeihin standardissa 6201 seuraavasti: varaosakunnostuksiin tai -valmistuksiin, siisteyttä ylläpitäviin toimenpiteisiin, kunnossapidon erittelemättömiin toimenpiteisiin, korvausinvestointeihin, kunnossapidon tiedonhallintaan sekä kunnossapidon johtamiseen, kehitykseen ja suunnitteluun. [9.]



Kuva 4. PSK 6201 -standardin mukaiset kunnossapitolajit [9]

4.1 Laitteen elinikä

Laitteen elinikä alkaa siitä, kun laite hankitaan ja päättyy siihen, kun laite poistetaan kokonaan käytöstä (kuva 5). Kuvassa 5 kuvataan tuotantolaitteen elinikä. Tuotteen eliniän alkuvaiheessa on varhaisen vikaantumisen aika, jolloin esiintyy hyvin usein laitteille ominaiset lastentaudit. Elinajan alkuvaiheessa vikojen syynä voi olla esimerkiksi huono suunnittelu tai valmistusvirhe. Muun muassa huono ohjeistus ja väärä käyttötapa voivat aiheuttaa alussa paljon vikaantumista. Lisäksi uusien laitteiden kanssa voi esiintyä liiallista kunnossapitoa esimerkiksi liiallisen voitelun osalta, joka rasittaa laakereita ja aiheuttaa tarpeetonta lämpötilan nousua laitteessa. [8, s. 76.]



Kuva 5. Yleinen käsitys laitteen eliniästä [8, s. 76]

Kun alun vaikeuksista on päästy, tulee tasaisen kunnossapidon ja ennakkohuoltojen avulla tasaisen vikaantumistaajuuden ajanjakso. Laitteen eliniän lopussa alkaa taas vikaantumisen todennäköisyys nousta huomattavasti. Laitteeseen joudutaan vaihtamaan paljon varaosia ja jossain kohtaa on halvempi ostaa uusia laite vanhan tilalle kuin korjata vanhaa laitetta. [8, s. 76.] Tämä on vain yksi esimerkki, kuinka eliniän vikaantumista voidaan mallintaa.

Koneiden huolto- ja kunnossapito-ohjelmat perustuvat valmistajien suosituksiin. Koneiden omistajat modifioivat huolto-ohjelmat omaan käyttötarkoitukseen sopiviksi. Laitevalmistajilla ei ole hallussaan dataa koneiden käyttäytymisestä tuotantoprosesseissa, joten huolto- ja kunnossapito-ohjelmat ovat valistuneita arvauksia ja niistä sovellettuja ohjeita uusille tilaajille. Koneiden valmistajat tekevät analyyskejä varaosamyyntin perusteella ja soveltavat siten huolto-ohjeita. [10, s. 124.]

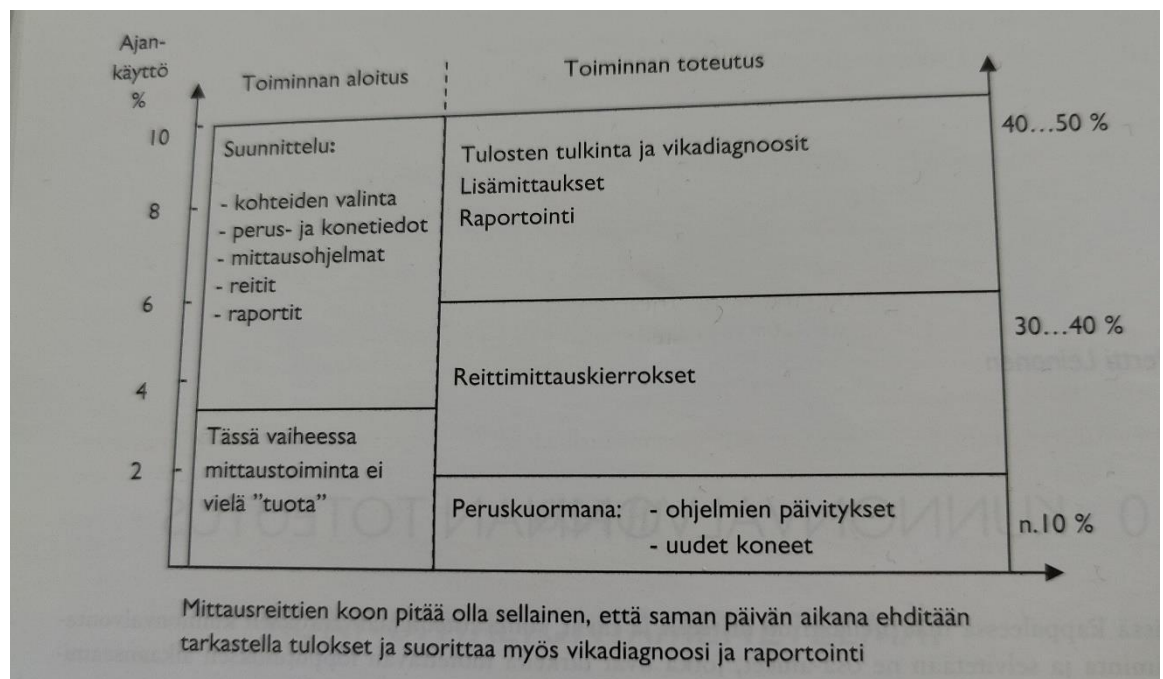
Huoltoihin kannattaa perehtyä ja niitä kannattaa kehittää. Huolto-ohjelmien perusedellytys on tehdä koneista luotettavampia, joilla voi tehdä enemmän tuotantoa, parempaa laatua ja halvemmilla kustannuksilla unohtamatta turvallisuutta. Huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa kannattaa pyrkiä parantamaan jatkuvasti. Hyvin tehtyjen ja paranneltujen suunnitelmien ansiosta saadaan vikaantumista hallittua paremmin ja elinikää mahdollisesti pidennettyä. [10, s. 126.]

Parannusta kannattaa tehdä vikaantumisien vähentämiseksi ja laadun parantamiseksi. Vikaantumisen aikana huoltoa voidaan parantaa asettamalla oikeita kysymyksiä parannettavan kohteen huoltoon liittyen, miksi vikaantuminen tapahtui. Kehitystyö kannattaa aloittaa tuotannon kriittisimmistä laitteista. [10, s. 127.]

4.2 Mittaava kunnossapito

Koneiden kunnonvalvontaa tehdään siksi, että tuotantolaitoksen koneiden kunto saadaan selville sekä saadaan tieto vikaantuvista laitteista. Näin ollen voidaan suunnitella koneiden kunnossapitoa paremmin. Koneiden kunnonvalvontaa tehdään usein monilla eri tavoilla, kuten esimerkiksi värähtelymittauksilla, visuaalisesti katselemalla ja kuuntelemalla, lämpötilaa seuraamalla, vaihdelaatikkojen öljyanalyseillä sekä sähkötekniikan kunnonvalvontamenetelmillä. [5, s.162.]

Yleisin kunnonvalvonta tapa on värähtelymittaukset. Kunnonvalvontaan kuuluu mittaaminen ja mittausten analysointi, koneiden oireiden tunnistaminen, oireiden mahdollisten syiden ja aiheuttajien tunnistaminen, vikojen vakavuusasteen selvittäminen sekä laitteiden kriittisyyden vaikutus vian korjaamisen suunnitteluun. Dokumentoinnin sekä raportoinnin lisäksi kunnonvalvontaan kuuluu myös toiminnan kehittäminen ja seuranta. Kunnonvalvontaan kuuluu myös uusien laitteiden mittaussuunnitelmien tekeminen ja vanhojen mittaussuunnitelmien ylläpito (kuva 6). [5, s. 167.]



Kuva 6. Mittaavan kunnossapidon työn suunnittelu [5, s. 168]

Mittaavan kunnossapidon työn suunnitteluun kuuluu mittausreittien muodostaminen. Mittausreittien muodostaminen tulee tehdä niin, että reitillä olevat tuotantolaitteet ovat kriittisyytensä

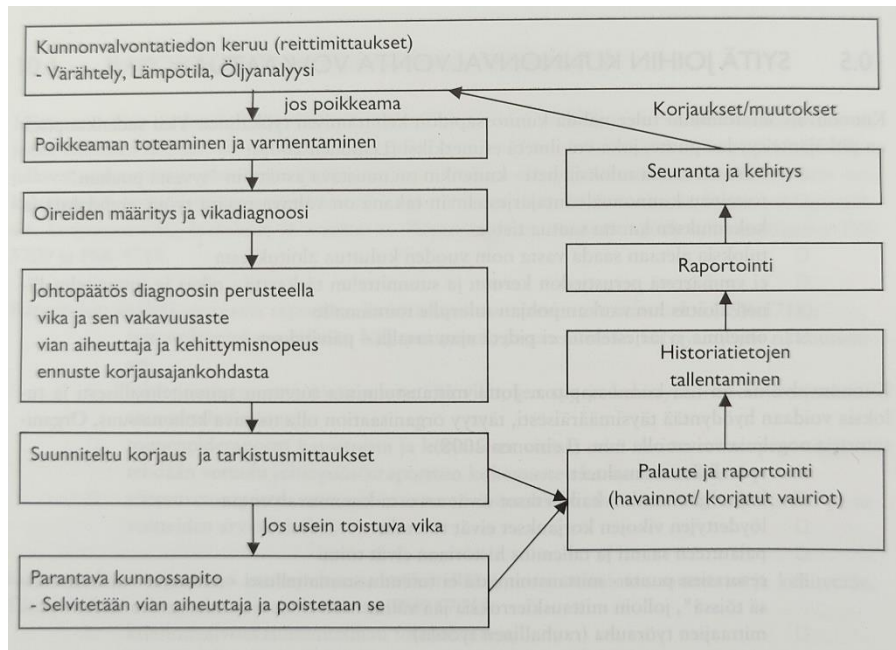
perusteella noin saman arvoisia ja loogisessa järjestyksessä mittausreitillä sekä kentällä. Mittausreittejä ei kannata tehdä niin pitkiksi, että mitattua tietoa ei ehditä analysoimaan ja raportoimaan samana päivänä. [5, s. 168.]

Mittaukset tehdään suunnitelman mukaan reittimittauksina. Mitattujen laitteiden tuloksia verrataan aiempiin mittauksiin samoista laitteista eli seurataan laitteiden värähtelytrendejä. Lisäksi mittausdataa verrataan standardien määrittämiin sekä laitteiden ominaisuuksien mukaisiin hälytysrajoihin. Mikäli ei ole olemassa aiempaa mittausdataa laitteesta, voidaan tuloksia verrata johonkin samantyyppisen laitteen värähtelytasoon [5, s. 168.]. Mittaamisessa tulee olla tarkkana, että mitataan laitteet aina kullekin määrätystä mittapistestä, jotta mittausdata on vertailukelpoista. PSK-standardit määrittävät sarjassa 57 mittaavan kunnossapidon suuntaviivoja, joita käsitellään luvussa 5 tarkemmin.

Mittaavan kunnossapidon tavoitteena voidaan pitää vikojen tunnistamista ja niiden vianmäärittystä. Mittaavan kunnossapidon tulee olla tietoinen vikojen aiheuttajista ja siitä, kuinka ne diagnosoidaan. On tärkeää, että pystytään löytämään vioittuvat laitteet ja saamaan vikojen vakavuusaste ja kehitysaste selville. Mittauskierrosten jälkeen voidaan tehdä esimerkiksi vian seurantaa eli tehostettua mittausta kyseiselle laitteelle. Lisäksi voidaan säätää prosessilaitteen pyörimisnopeutta, jotta värähtelytasot laskisivat tai ehdotetaan korjaustoimenpiteitä ja korjauksen ajankohtaa laitteille (kuva 7). [5, s. 172.]

Laitteiden vaihtojen ja korjausten jälkeen on järkevää ottaa uudet värähtelymittaukset. Uusilla mittauksilla voidaan todentaa, onko korjaus tai vaihto onnistunut. Tämän lisäksi saadaan uuden tai korjatun laitteen aloitustasot mitattua. On tärkeää myös merkata esimerkiksi analysointityökalun trendihistoriaan laitteiden vaihdot ja vauriot. Historiatiedon avulla voidaan määritellä esimerkiksi laakereiden käyttöikää tietyssä kohteessa. Vikojen syyt on saatava selville, jotta voidaan parantaa tuotannon tehokkuutta ja toimintavarmuutta. [5, s. 173.]

Kunnonvalvonnassa on tärkeää, että toimintaa pyritään kehittämään ja päivittämään jatkuvasti. Esimerkiksi hälytysrajoja tulee tarkastella väliajoin, ovatko hälytysrajat toimivia ja tuleeko turhia hälytyksiä esimerkiksi resonanssialueen takia. Kunnonvalvonta tulee nähdä osana kunnossapitoa ja siksi toiminnan kehittäminen ja ylläpitäminen on tärkeää, jotta kunnossapito pysyy myös ajan tasalla. [5, s. 175.]



Kuva 7. Kunnonvalvontaprosessin kulku [5, s. 176]

4.3 Mittaava kunnossapito Terrafame Oy:ssä

Mittaava kunnossapito Terrafamessa tapahtuu neljän henkilön voimin. Terrafamella on käytössä kunnonvalvontaan erilaisia menetelmiä. Pääsääntöisesti kunnonvalvontaa tehdään reittimittauksilla sekä kiinteällä kunnonvalvonnalla.

Kunnonvalvonnassa on olemassa kolme erilaista mittausjärjestelmää: kiinteä järjestelmä, puoli-kiinteä järjestelmä sekä kannettava mittauslaite. Järjestelmä valitaan mahdollisten vikojen kehityksnopeuden ja kohteen suojaustarpeen perusteella. [11.]

Kiinteää kunnonvalvontajärjestelmää käytetään sellaisissa kohteissa, joissa vikaantuminen on nopeaa, vikojen kehittymisen ennustaminen on mahdotonta, sitä käytetään kriittisissä laitteissa tai laitteet ovat sellaisia, joissa käytetään vahvaa suojausta, eikä mittausdatan kerääminen ole mahdollista muilla tavoilla. Kiinteässä järjestelmässä mittaus on joko jatkuvaa tai mittausväli on todella lyhyt. Mittausväli määritellään siten, että laite ei vaurioidu mittauksien välissä. [11.]

Puolikiinteillä järjestelmillä valvotaan laitteita, joiden luokse pääseminen on mahdotonta. Laitteisiin asennetaan kiinteästi anturit, jotka johdotetaan mittauskoteloon, joka asetetaan turvalliseen paikkaan, jossa mittaus tapahtuu kannettavalla mittalaitteella. [11.]

Kannettavalla mittalaitteella ja siirrettävällä anturilla mitataan sellaisia kohteita, joiden luokse pääseminen on helppoa ja joiden mittaaminen tapahtuu turvallisesti. Nämä laitteet ovat yleensä hitaasti vioittuvia, joten reittimittauksien aikataulutus on väljää. Kannettavalla mittalaitteella täydennetään myös kiinteillä mittalaitteilla saavaa tietoa. [11.]

Terrafamella mittaajilla on käytössään kannettavat SKF-mittalaitteet. Mittaukset tapahtuvat kiihtyvyyssantureita hyväksi käyttäen. Mittareiteilla on myös puolikiinteitä mittalaitteita, jotka on asennettu sellaisiin kohtiin, joihin ei ole mahdollista mennä tuotannon aikana mittaamaan (kuva 8). Esimerkiksi kuvassa 8 nähdään, kuinka Terrafamella käytetään puolikiinteitä antureita rummuilla ja käytöillä, joihin ei ole turvallista mennä käynnin aikana.



Kuva 8. Kuljettimen 370KUL0001 puolikiinteämittauskotelot [2]

Terrafamen kiinteänä online-kunnonvalvontajärjestelmänä toimii Valmet DMM. Valmet DMM-järjestelmää käytetään uudella akkukemikaalitehtaalla. Kiinteä kunnonvalvonta mahdollistaa nopean reagoimisien vioittuvien laitteiden havaitsemiseksi. Kiinteää online-kunnonvalvontaa seurataan viikoittain tietokoneelta. Mikäli havaitaan poikkeavuuksia, voidaan tehdä tarkastusmittauksia paikan päällä sekä kuunnella laitetta esimerkiksi stetoskoopilla. Tuotannon työntekijät ympäri tehdasaluetta tekevät mittaavalle kunnossapidolle työpyyntöjä, mikäli operaattorit havaitsevat

tehdaskierroksilla laitteissa jotain poikkeavaa. Aistienvaraista kunnonvalvontaa tehdään siis operaattoreidenkin toimesta. Tuotantolaitoksien kunnossapito ja kunnonvalvonta on yhteistyötä tuotannon ja tehdaspalvelun välillä. Mittaavan kunnossapidon henkilöstö tekee myös laitteiden vaihtotyöpyynnöt tehdasalueiden eri työsuunnittelijoille.

4.4 Kunnonvalvontamittausten analysointi

Kunnonvalvontamittaukset kerätään reittimittauksilla tai online-kunnonvalvontajärjestelmällä. Reittimittauksista tai online-mittauksista saadaan selville laitteiden mittaushetken kunto. Jokainen yritys voi itse määritellä kunnonvalvonnan tason yrityksessään. Yrityksen tulee määrittää laitteisto, jolla mittaukset tehdään sekä kunnonvalvontaan perehtyneet henkilöt määrittelevät mittaasetukset tehtaan eri laitteille. [12.]

Kun reittimittaukset ja mittausdata on kerätty, alkaa analysointi tietokoneohjelmistolla. Mittausdatan analysointiin tarvitaan laitteen pyörimisnopeus sekä laitteen tiedot laakereista, vaihteiden välityksistä, hammaslukuista ja lapataajuuksista. Kerätty mittausdata analysoidaan, jos datasta löytyy jotain mielenkiintoista, esimerkiksi poikkeavaa värähtelyä, aloitetaan poikkeavuuksien vianmääritykset. [12.]

Laitetiedot ovat todella tärkeässä roolissa vianmäärityksessä. Oikeilla pyörimisnopeuksilla päästään alkuun, mutta mielenkiintoisten taajuuksien tunnistamiseksi laitetietojen tärkeys korostuu. Jokainen laakerinvalmistaja on määritellyt jokaiselle laakerimallilleen laakereiden ohitustaajuuudet. Ohitustaajuuksien ja pyörimisnopeuden avulla saadaan selville, onko vika todellinen, vai johduko harmoninen värähtely jostain muusta, esimerkiksi onko harmoninen taajuus lapataajuutta. Kaikki laiteelle ominaiset taajuudet löytyvät spektrikuvaajasta ja vikataajuudet ilmestyvät niiden joukkoon. Esimerkiksi vaihdelaatikkojen ryntötaajuudet sekä väliakselien pyörimisnopeudet ovat tärkeitä tietoja analysoinnissa. Joskus vikataajuudelta näyttävä taajuus onkin väliakselin pyörimisnopeus. Kun meillä on tiedossa väliakselien pyörimisnopeudet, vältetään vikadiagnoosilta analysointivaiheessa. Analysointivaiheessa laitetietojen avulla pystytään määrittämään mielenkiintoiset taajuudet, onko kyse viasta vai jostain muusta laitteelle ominaisesta taajuudesta.

Vianmääritys on monivaiheinen prosessi, eikä siinä kannata olla liian suoraviivainen. Värähtelytasojen nousu ja hälytysrajojen ylittyminen ovat merkkejä vikaantumisesta. Paikan päällä voidaan varmentaa värähtelymittauksissa näkyvän poikkeaman esimerkiksi aistihavainnoin. Poikkeamat

voivat näkyä myös huonontuneena suorituskynä, joka nähdään esimerkiksi pumpun virtausmittauksessa. Poikkeaman kehityksessä kannattaa seurata laitteen trendiä, josta värähtelyn kokonaistasojen kehittyminen näkyy selkeästi. [12.]

Tyypillisesti viat näkyvät aikatasossa jakson epäsäännöllisyytenä tai korkeina iskumaisina piikkeinä. Värähtelyspektrissä viat näkyvät tyypillisesti amplitudimuutoksina pyörimistaajuudella ja esimerkiksi eri komponenttien amplitudipiikkien ympärille muodostuvina sivunauhoina. [12.]

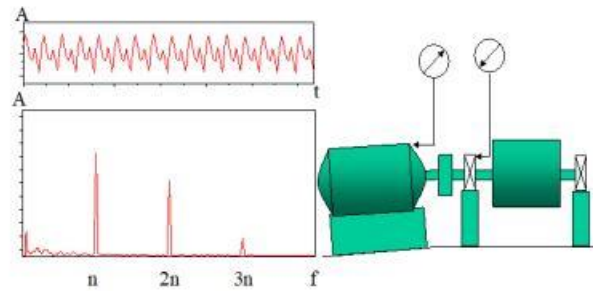
Johtopäätöksessä otetaan huomioon laitteen oireet, laitteen rakenteet ja käyttöolosuhteet. Mikäli herää epäilyksiä, voidaan käyttää poissulkumenetelmää, jossa epätodennäköisimmät viat suljetaan pois esimerkiksi laitteen toimintojen tai rakenteen takia. [12.]

Terrafamen kunnonvalvontaryhmä käyttää päivittäin SKF-Aptitude-ohjelmistoa ja SKF kannettavaa mittalaitetta reittimittauksissa ja analysoinnissa. Terrafamella laitteiden kunnonvalvontaa kehitetään koko ajan sekä mittausasetuksia päivitetään, mikäli niissä havaitaan virheitä. Terrafamen kunnonvalvontaryhmässä tehdään yhteistyötä ja laitteiden analysoinnissa voidaan kysyä apua kollegoilta, mikäli vianmäärittäminen ei etene.

4.5 Laitteiden yleisimmät viat

Tyypillisin vika pyörivissä laitteissa on epätasapaino. Myös Terrafamella laitteiden yleisin vika on epätasapaino. Epätasapainoja on useita: staattista epätasapainoa, pariepätasapainoa sekä dynaamista epätasapainoa. Yleisin näistä on dynaaminen epätasapaino. Dynaaminen epätasapaino tarkoittaa pari- ja staattisen epätasapainon esiintymistä yhtäaikaaisesti. Dynaaminen epätasapaino esiintyy kunnonvalvontamittauksissa spektrikuvaajassa korkeana pyörimisnopeuden amplitudina. [12.]

Epätasapainojen jälkeen yleisimpiä vikoja on linjausvirheet. Linjausvirheitä on erilaisia, kuten kulmalinjausvirhe sekä säteislinjausvirhe, jotka voivat esiintyä myös yhtäaikaisesti. Linjausvirheet näkyvät spektrikuvaajassa pyörimisnopeuden amplitudina ja pyörimisnopeuden monikertoina, yleensä pyörimisnopeutena ja toisena sekä kolmantena pyörimisnopeuden monikertana (kuva 9). [12.]



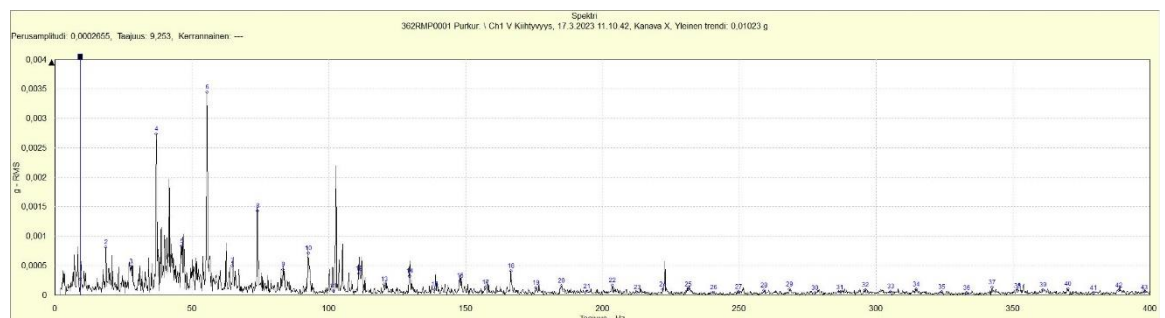
Kuva 9. Kulmalinjausvirhe [12]

Yleisiä vikoja Terrafamella kuljettimissa ovat laakeriviat. Laakerikomponenttien vikoja ovat ulkokehävika, sisäkehävika, rullavika ja pitimen vika. Jokaisella laakerivialla on omat ominaiset taajuuskertoimet ja ilmenemistavat spektrikuvaajassa. Alla olevaa kaavaa käytetään Terrafamella analysoitaessa, kaavalla saadaan laskettua likiarvoja.

$$\text{Pyörimisnopeus} = \frac{\text{Vikataajuus}}{\text{Laakeritieto}}$$

Kyseisellä kaavalla voidaan laskea ja määrittää analysoitaessa laakeritietoja. Kun spektrikuvaajasta löydetään jokin vikataajuus, vikataajuus jaetaan laitteen pyörimisnopeudella, saadaan laakeritieto. Laakeritietoa verrataan laitteen laakeritietoihin. Laakerivalmistajat ovat yleisesti laskeneet laakereiden sysäystaajuudet valmiiksi, joihin itse laskettua laakeritietoa verrataan. Yleensä lasketut luvut eivät ole yhtä suuria, vaan likiarvoja. Likiarvo kertoo kuitenkin todennäköisen vikataajuuden analysoijalle.

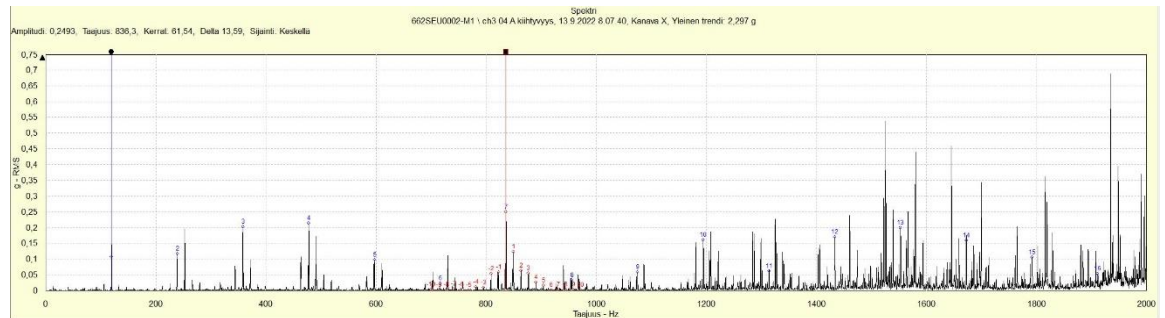
Tämän laskennan avulla voidaan verrata vikatieta ja spektrikuvaajaa, ovatko saadut tiedot linjassa. Jos lasketaan, että laakerin vikataajuus täsmää laakeritiedon ulkokehän sysäystaajuuteen sekä spektristä löytyy ulkokehävialle tyypillinen harmoninen värähtely, voidaan todeta, että kyseessä on ulkokehävika (kuva 10).



Kuva 10. Purkurummun ulkokehävika spektrikuvaajassa [13]

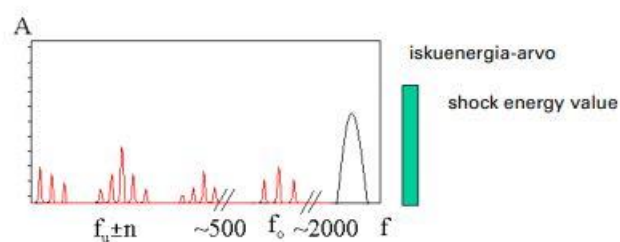
Sisäkehäviat näyttäytyvät spektrikuvaajassa sisäkehänsysäystaajuutena sekä sysäystaajuuden sivunauhoina näkyy laitteen pyörimisnopeus. Joissakin tapauksissa vierintäelimen sysäystaajuus näkyy sisäkehävian vikataajuuden sivunauhoina (kuva 11). [12.]

Kuvassa 10 nähdään sisäkehävika ja sen sivunauhoina näkyy moottorin pyörimisnopeus. Kyseinen vika oli havaittavissa myös epätavallisen kovana tärinänä kulkutasoilla. Laitte laitettiin käyttökieltoon ja seula laakeroitiin uudelleen.



Kuva 11. Sisäkehävika spektrikuvaajassa [13]

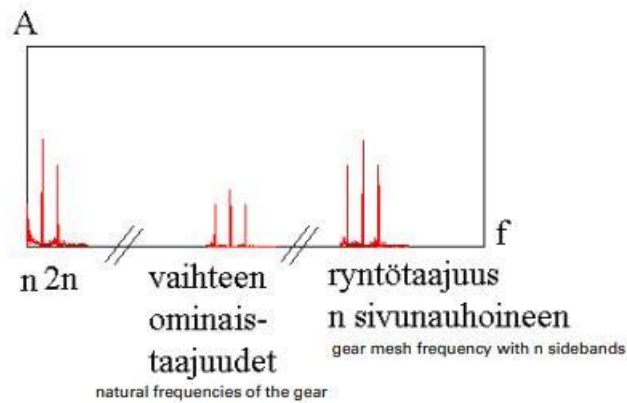
Laakereissa esiintyy myös vierintäelinvikoja eli rullavikoja. Rullaviat esiintyvät spektrissä vierintäelimensysäystaajuuden välein ja sysäystaajuuden sivunauhoina näkyy pitimen sysäystaajuus (kuva 12). Vierintäelimen taajuuden näkyminen spektrikuvaajassa ei itsessään tarkoita, että vierintäelimessä olisi vika, vaan se voi johtua siitä, että laakerin pidike on vaurioitunut ja kuulat pääsevät törmäilemään pidikettä vasten. [12.]



Kuva 12. Rullavika ja pidin sivunauhana [12]

Vaihdelaatikkojen analysoinnissa tärkeänä osana on ryntötaajuuksien tarkkailu. Ryntötaajuuksien sivunauhat kertovat paljon hammasparien kunnosta. Korkea ryntöpiikki kielii yleensä kuormituksesta. Vaihdelaatikkojen analysoinnissa spektrikuvaajassa näkyy paljon erilaisia harmonisia taajuuksia, kuten akseleiden pyörimisnopeudet, ryntötaajuudet ja niiden monikerrat sekä mahdolliset laakerivikojen vikataajuudet.

Vaihdelaatikkojen hampaiden kuluminen näkyy spektrianalyysissä ryntöjen sivunauhojen amplitudien kasvamisena (kuva 13). Mitä voimakkaammat sivunauhat ovat sitä vakavampaa kulumisen hammasparissa on [12.]. Tällöin kannattaa harkita öljynäytteen ottamista, jotta hammaskuluma voidaan varmentaa värähtelymittausten perusteella.



Kuva 13. Rynnot ja sivunauhat [12]

Vaihdelaatikoista voidaan löytää muun muassa epäkeskeisiä hammaspareja, virheellistä hammasvälystä, yhdensuuntaisuusvirheitä tai hammaspyörän linjausvirhettä. Nämä näyttäytyvät useampana sivunauhana ryntötaajuuksien ympärillä. Vaihdelaatikoissa voi esiintyä myös viallisia hampaita hammaspyörissä. Hammasviat näkyvät ensisijaisesti aikatasossa, jossa näkyy huippukohta aina, kun viallinen hammas on rynnössä. [12.]

Värähtelymittausten analysoinneissa on paljon erilaisia asioita, joita kannattaa ottaa huomioon. Tärkeimmät tiedot analysointiin ovat laitteen pyörimisnopeus sekä laitteen ympäristö ja käyttötapa. Prosessituntemus antaa apuja värähtelyanalysoinnissa, sillä pienet muutokset tuotannossa voivat vaikuttaa värähtelytasoihin. Analysointiin kannattaa käyttää aikaa ja johtopäätöksiä ei kannata tehdä liian nopeasti. Analysointitilanteessa kannattaa seurata edellisiä mittauksia sekä trendien kehittymistä. Lisäksi analysoinnin aikana kannattaa kuunnella aikatasoja. Aikatasot antavat varmuuden vikojen todentamisessa.

4.6 Kunnossapidon suunnittelu

Kunnossapidolla tulee olla päämäärä ja tavoitetaso. Suunnittelun alussa kannattaa laatia kunnossapidolle erilaiset tasot, joita mitataan käyntiasteen mukaan. Kunnossapidon tulee olla järjestelmällistä ja sitä pitää kehittää pitkäjänteisesti. Kunnossapito voidaan jakaa perustasoon, jatkuvan

kehityksen tasoihin ja tavoitetasoon. Tavoitetaso on sellainen taso, jossa korjaavan, ehkäisevän, mittaavan ja ennustavan kunnossapidon prosenttiosuudet ovat jakautuneet melko tasaisesti ja käyntiaste on lähellä sataa prosenttia. [3, s. 368.] Tavoitetasolle asetetaan päämäärät eli asiat, joissa halutaan onnistua, että kunnossapito pysyy tavoitteessaan ja pääsee päämääräänsä. Lisäksi asetetaan onnistumiselle mittarit, joilla voidaan seurata ja kehittää toimintaa paremmaksi. [10, s. 98.]

Henkilöstö käyttää koneita ja korjaa niitä. Henkilöstön kouluttaminen sisäisesti ja ulkoisesti on kannattavaa. Koulutettu henkilökunta osaa ottaa työssään huomioon opittuja asioita, kuten esimerkiksi Terrafamella kunnanvalvontamittaajat käyvät mittauskoulutuksia syventäen osaamistaan. Uudella osaamisella ja tiedolla saadaan parempia tuloksia vikojen analysoinnissa sekä kentällä osataan havaita asioita monipuolisemmin koulutuksen ja kokemuksen ansiosta. Tehokkaassa toiminnassa kunnossapidon työntekijät ovat osaavia ja strategiat sekä huoltosuunnitelmat ovat heille tuttuja. Työnsuunnittelussa on tärkeää olla tietoinen oman väen osaamisesta ja resurssien määrästä. Lisäksi työnsuunnittelussa tulee ottaa huomioon, pystyykö huoltoja tekemään käynnin aikana vai tarvitaanko huoltoihin seisokki. Työnsuunnittelijan tulee miettiä, tarvitaanko huoltoihin ostaa sellaista työvoimaa, jota ei oman talon henkilöstöstä löydy. Myös resurssipulaan voidaan ostaa urakoitsijoita tekemään huoltotöitä. [10, s. 111.]

Suunnitelmallisella kunnossapidolla voidaan tehdä suuria taloudellisia säästöjä. Kun tiedetään, kuinka laitteet vioittuvat, voidaan tehdä suunnitelmia laitekorjauksien ajankohdista, vaihdetaanko esimerkiksi laakeri seisokkityönä vai kestäkö vikaantumassa oleva laakeri pidempään. Operaattorit kiertävät tehdaskierroksilla tuotantotiloissa, jolloin he voivat tehdä visuaalisia havaintoja laitteista, näiden havaintojen avulla voidaan päätellä vikaantumisen vakavuusastetta. Jos koneet ovat huomattavan meluisia tai niiden lämpötila on korkea, voidaan todeta, että laite on vioittumassa. Nopealla reagoinnilla voidaan mahdollisesti pidentää vielä laitteen käyttöikää niin, että huoltoon ehditään suunnitella työvoiman tarve ja tilata varaosat huollolle. [5, s. 141.]

Kunnossapidon suunnittelun tavoitteena on säästää rahaa ja resursseja. Aikatauluttamalla työt pienennetään viiveitä töiden välissä. Näin olleen resurssien käyttö tehostuu ja vikaantuminen saadaan hallintaan. [5, s. 143.]

Terrafamessa kunnossapitoon kuuluu kaikki huoltotavat ennakoivasta huollosta korjaavaan kunnossapitoon. Mittaava kunnossapito toimii osana tehdaspalvelua ja se on tärkeä osa Terrafamen

tehdaspalvelun toimintaa. Mittaava kunnossapito tekee yhteistyötä alueiden työnsuunnittelijoiden kanssa ja ilmoittaa havainnoista tuotannon työnjohdolle sekä vika tilanteissa myös työnsuunnittelijoille.

Yleensä ennen seisokkia mittaava kunnossapito käy reittimittaamassa kaikki seisokin piiriin kuuluvat laitteet ja tekee löytyneistä vioista työpyynnöt alueen työnsuunnittelijoille. Löydettyjen vikojen perusteella työnsuunnittelijat suunnittelevat työt joko seisokkiin tai vaihdettavaksi käynnin aikana. Terrafamalla tehdään yhteistyötä työnsuunnittelun ja mittaavan kunnossapidon välillä.

5 PSK-standardit ja mittaussertifikaatit

Standardi on asiakirja, joka perustuu tieteen tuloksiin, teknologiaan sekä kokemukseen. Standardin hyväksyy elin, joka on kansalliseksi, alueelliseksi tai kansainväliseksi tunnustettu. Standardeja tekevät eri alojen ammattilaiset ja asiantuntijat, jotka ovat Prosessiteollisuuden standardisoimiskerhon jäseniä. Lyhenne PSK tulee Prosessiteollisuuden standardisoimiskerhosta. [14.]

Standardit on jaettu teollisuuden eri osa-alueille. Esimerkiksi putkistoja käsittelevät standardit ovat eri ryhmässä kuin venttiilejä käsittelevä standardi. Standardit on tehty helppolukuisiksi ja niitä on helppo tulkita. Standardit on rakennettu loogisiksi kokonaisuuksiksi.

5.1 Ryhmän 57 PSK-standardit

Tähän ryhmään kuuluvat standardit, jotka sisältävät asiaa kunnonvalvonnan värähtelymittauksista. Standardit on rakennettu loogiseen järjestykseen, joten ensimmäisenä on standardi PSK 5701. Se pitää sisällään kunnonvalvonnan värähtelymittauksien käsitteitä ja määritelmiä sekä käytettäviä suureita ja mittayksiköitä. Standardi sisältää muun muassa selityksiä termeille amplitudi, dynaaminen epätasapaino, huojunta sekä monelle muulle termille. [15.]

Tässä standardiryhmässä on yhteensä 22 erilaista standardia, jotka käsittelevät kunnonvalvonnan värähtelymittauksia. Standardeissa käydään läpi mittapisteiden valintaa, mittaustoiminnan suunnittelua, vianmääritystä sekä muun muassa toiminnan seuranta. Standardeissa on kattavasti ohjeita siihen, kuinka onnistut tekemään luotettavat värähtelymittaukset. Standardeissa otetaan kantaa myös värähtelyantureihin niiden käyttötarkoituksiin sekä värähtelymittalaitteisiin. [16.]

5.2 Ryhmän 62 PSK-standardit

Standardi ryhmässä 62 käsitellään kunnossapitoa. Tässä ryhmässä standardeja on kaksi, toinen käsittelee kunnossapidon käsitteitä sekä määritelmiä ja toinen standardi käsittelee prosessiteollisuuden kuntokartoitusta. Standardissa 6202 on mukana myös liitteitä kuntokartoitukseen liittyen.

Standardi PSK 6201 käsittelee teollisuuden kunnossapidon keskeisiä käsitteitä ja määritelmiä. Näitä käytetään kunnossapidon toimintojen rajauksiin ja kunnossapitoon sisältyvien osa-alueiden suunnitteluun. Tätä standardia voi käyttää myös teknisten järjestelmien ja tietojärjestelmien suunnitteluun. Standardissa määritellään muun muassa, mitä tarkoittavat kunnossapito, käynnissäpito, tehdaspalvelu sekä huolto ja korjaus. [9.]

Standardi PSK 6202 määrittää periaatteet kuntokartoituksen hankinnalle ja toteutukselle. Standardissa käydään läpi kuntokartoituksen tavoitteet sekä miten kuntokartoitusta voidaan hyödyntää kunnossapidon suunnittelussa ja korjausohjelmien laatimisessa. Standardissa määritellään, mitä tarkoittaa kuntokartoitus, tarkastus, kuntotutkimus sekä energiakatselmus. [17.]

5.3 Terrafamen mittaavan kunnossapidon käyttämät standardit

Terrafamen mittaavan kunnossapidon töissä sovelletaan PSK-standardeja sarjoista 57 ja 62. Suurin osa mittaavan kunnossapidon töihin sovellettaviin ohjeisiin liittyy sarjan 57 standardeihin. Jokaapäiväisessä työskentelyssä sovelletaan standardeja esimerkiksi reittien suunnittelussa, mittausasetuksien laadinnassa, värähtelymittauksissa ja anturin paikan valinnassa, vaihdelaatikkojen värähtelymittauksissa, raportoinnissa ja laitteiden turvallisen käyttöajan ennustamisessa. Voidaan siis todeta, että standardit määrittelevät ja ohjaavat kunnonvalvontamittaajien toimintaa Terrafamella. [16.]

Standardit sarjassa 62 pitävät sisällään perinteisempää kunnossapitoa koskevia ohjeita. Kunnonvalvojat kuitenkin tekevät työpöytätyötä mekaanisille asentajille voiteluista sekä muista tarvittavista töistä, kuten linjauksista tai siiven pesuista. Kunnonvalvontamittaajan on hyvä tiedostaa, että myös näissä asioissa sovelletaan PSK-standardeja. [16.]

5.4 Mittaajien tasokoulutukset

Terrafamella kunnonvalvontamittaajat saavat käydä värähtelyanalysointikoulutuksia. Koulutukset järjestää SKF ja pätevöinnin järjestää Mobius Institute. SKF:n järjestämiä koulutuksia on kolme eri tasoa ja ne soveltuvat sitä paremmin, mitä enemmän sinulla on mittaajan työkokemusta. Työkokemuksen määrä on yksi vaatimus koulutukseen pääsemiseksi. Itse värähtelypätevöintejä on neljä eri tasoa, neljäs taso on vaativin koulutus. [18.]

Värähtelyanalysoijien pätevöinti koulutuksessa tasolla 1 koulutuksen aiheena on kunnossapitokäytännöt, värähtelyn perusteet, tiedonkeruu, signaalinkäsittely, vika-analyysi, korjaavat toimenpiteet, laitetuntemus sekä vastaanottokokeet. Kurssi vastaa standardin ISO 18436-2 vaatimuksia. [19.]

SKF värähtelyanalysoijien koulutukseen tasolle kaksi vaaditaan kuuden kuukauden työkokemus värähtelymittauksista. Koulutus sisältää samoja asioita kuin tasolla yksi, mutta asiat menevät syvemmälle ja tarkemmaksi värähtelyjen maailmaan. Lisänä tasoon yksi kurssilla käydään läpi rakenteellisia kokeita, viitestandardeja, raportointia sekä vaurion vakavuusasteen arviointia. Kursilla käytetään Mobius Institutun koulutusmateriaalia. [19.]

Kolmas tasokoulutus on tarkoitettu sertifiointitason 2 suorittaneille henkilöille. Osallistujalta edellytetään 30 kuukauden työkokemus spektrianalyyseistä ja vianmäärittämisestä. Kurssi syventää osaamista aiemmilta kursseilta opittuihin taitoihin. [19.]

6 Työn toteutus

Vuonna 2018 Terrafame Oy teki päätöksen alkaa valmistamaan akkukemikaaleja. Akkukemikaalitehtaan rakentaminen alkoi vuonna 2019 ja ylösajo tapahtui vuonna 2021. Rakennusvaiheessa Terrafame osti Valmetilta uudelle akkukemikaalitehtaalle DMM-kunnonvalvontajärjestelmän. Valmet DMM-järjestelmää suunniteltiin ja ohjelmistoa rakennettiin PI-kaavioiden avulla. Kun akkukemikaalitehtaan rakennusvaihe oli siinä pisteessä, että tuotannon laitteisto oli paikallaan, Insecon Oy, joka suoritti järjestelmän fyysisen asennuksen kentälle, pystyi aloittamaan värähtelyantureiden ja mittauskoteloiden asentamisen, sekä kaapeloinnin mittauskoteloille sekä automaatiotilaan.

Terrafamen tehtävänä oli kerätä mitattavasta laitteistosta tarvittavat tiedot Valmetille, jonka tehtävänä oli puolestaan syöttää tiedot DMM-tietokantaan. Laitteistosta oli määrä kerätä laakeritiedot, mikä laakeri on kyseessä ja mahdollinen valmistaja, vaihdelaatikkojen hammasluvut sekä välityssuhteet sekä laakeritiedot, hihnapumppujen välityssuhteet sekä sähkömoottoreiden tiedot, kuten onko kyseessä vakionopeusmoottori vai taajuusmuuttajatoiminen moottori. Lisäksi moottoreista tuli ilmoittaa laakeritiedot sekä pumppuista ja puhaltimista lapataajuudet. Tämä tietojenkeräystyö saatiin hyvälle alulle vuonna 2020 alkaen, mutta se jäi kuitenkin kesken. Tietoja alettiin uudelleen keräämään vuoden 2022 loppupuolella ja projekti Valmetin kanssa saatettiin loppuun keväällä 2023.

Tämän opinnäytetyön työosuus koostui siis edellä mainituista laitetietojen keräämisestä ja koostamisesta yhteen Excel-tiedostoon. Laitetiedot kerättiin ja lähetettiin Valmetille.

Työ alkoi Excel-tiedoston luomisesta (kuva 14). Tiedostoon tehtiin välilehti jokaista akkukemikaalitehtaan prosessirakennusta varten. Jokainen akkukemikaalitehtaan prosessi sijaitsee omassa rakennuksessaan, joten jako oli hyvin selkeä projektin kummallekin osapuolelle. Excel-tiedostoon merkattiin jokaisen laitteen positio sekä mittapistet riveittäin ja allekkain sekä sarakkeisiin koostettiin laitteiden mittapistettä koskevat tiedot. Moottorin N- ja D-päähän laitettiin moottorin laakereiden tiedot sekä moottorin tiedot, onko kyseessä taajuusmuuttajatoiminen vai vakionopeuksinen moottori. Pumppujen kohdalle merkittiin pumppujen laakeritiedot sekä lapojen lukumäärä. Kuvassa 14 nähdään malliesimerkki Excel-tiedoston datasta.

Projektin päätteeksi tähän opinnäytetyöhön tehtiin Valmet DMM-käyttöopas Terrafamen kunnonvalvojien käyttöön. Käyttöoppaassa käydään läpi, kuinka Valmet DMM:ssä navigoidaan ja siirrytään haluttuun osioon, kuinka luodaan profiili analysointityökaluun, kuinka analysointityökalua käytetään ja mistä löytyvät tarvittavat kursorit, vesiputouskuvaaja sekä aikatazon kuuntelutyökalu. Käyttöopasta voidaan käyttää uuden kunnonvalvontamittaajan perehdytykseen tai vanhoille mittaajille muistin virkistykseenä.

7 Työn tulokset

Projektin tavoitteena oli saada Terrafamen akkukemikaalitehtaalle toimiva kiinteä kunnonvalvontajärjestelmä. Projektin oli määrä olla valmis huhtikuun lopussa, mutta projekti valmistui etuajassa jo maaliskuun alussa. Lisäksi opinnäytetyön tehtävänä ja tavoitteena oli luoda Terrafamen kunnonvalvojille käyttöopas Valmet DMM:n käyttöön, joka löytyy tästä opinnäytetyöstä liitteenä.

Projekti onnistui ja Terrafamen tavoitteet Valmet DMM-järjestelmän käyttöönoton osalta ovat täyttyneet. Projektin päätöspalaverissa Valmet oli myös tyytyväinen projektin kulkuun ja kommunikatioon. Projekti saatiin suoritettua ongelmitta.

Valmet DMM toimii nyt hyvin Terrafamen akkukemikaalitehtaalla. Järjestelmästä löytyy kaikki laitetiedot ja laitteiden hälytysrajat toimivat, kuten kuuluukin. Tämän projektin onnistumisen ansiosta kunnonvalvontamittaajien on helppo luottaa DMM-järjestelmään. Kunnonvalvontakierrokset akkukemikaalitehtaan kiinteän kunnonvalvonnan laitteista voidaan lopettaa ja kunnonvalvonta näille laitteille tehdään jatkossa vain DMM avulla. Järjestelmä toimii nyt moitteettomasti ja hälytysrajat hälyttävät vain tarpeellisia hälytyksiä.

On suunniteltu, että Valmet DMM-järjestelmää käyttävät myös akkukemikaalitehtaan työntekijät. Työntekijöiden tehtävänä on seurata hälytyslistaa ja käyttää sitä hyväkseen tehdaskierroksia kiertäessä. Hälytyslistasta tarkastetaan, onko tullut hälytyksiä, ja nämä laitteet tarkastellaan tarkemmalla pieteetillä tehdaskierroksella. Lisäksi akkukemikaalitehtaan työnjohto kirjaa laitekorjaukset ja vaihdot DMM-järjestelmän päiväkirjaan.

Valmet DMM-käyttöoppaasta tuli selkeä kokonaisuus, jossa käydään läpi ohjelmiston peruskäyttöä. Käyttöoppaassa ei käsitellä analyysien tekemistä, koska käyttöoppaasta olisi tullut liian pitkä. Käyttöopas on lyhyt ja ytimekäs, josta löytyy kaikki tarvittava tieto Valmet DMM:n käyttöön.

8 Pohdinta

Opinnäytetyöstä ja projektista sen ympärillä tuli onnistunut. Projektin kulku oli selkeä ja sen läpi vieminen oli mutkatonta. Yhteistyö Terrafamen ja Valmetin välillä onnistui hyvin, kumpikin osapuoli oli tyytyväinen lopputulokseen. Projektin tavoitteet toteutuivat ja projekti pysyi aikataulussa. Lähtötilanne oli selkeä ja tavoitteet olivat selkeät kummallakin osapuolella.

Työn tekeminen ja laakeritietojen kerääminen yhteen tiedostoon onnistui mielestäni helposti. Kaikki tarvittava tieto löytyi, kun osasi etsiä oikeasta paikasta. Nopeasti koottu laitedata helpotti projektin aikataulua ja selkeä tiedostomuoto helpotti Valmetin työntekijöitä syöttämään tiedot tietokantaan. Hälytysrajojen asetannassa ei ollut haasteita, koska Valmetin työntekijät olivat ammattitaitoisia.

Tässä projektissa saatiin rakennettua Terrafamelle toimiva online-kunnonvalvontajärjestelmä, joka hyödyttää kunnonvalvontamittajia ja tuotantolaitosta. Toimiva kiinteä kunnonvalvontajärjestelmä vähentää merkittävästi kunnonvalvontamittajien työtä, sillä tämän projektin ansiosta hälytysrajoihin voidaan luottaa ja ne hälyttävät vain oikeista tilanteista ja virrehälytysten määrä on todella vähäinen. Kunnonvalvontamittajien työaika voidaan käyttää muihin tärkeisiin ja kriittisiin kohteisiin, eikä kaikki huomio mene akkukemikaalitehtaan kriittisiin laitteisiin ja niiden valvontaan.

Valmet DMM käyttöön uusille ja vanhoille kunnonvalvontamittajille tarkoitettu käyttöopas on hyvä työkalu perehdytykseen sekä muistin virkistykseen. Mielestäni käyttöoppaasta tuli selkeä ja hyvä. Käyttöopas auttaa kunnonvalvontamittajia heidän työssään ja helpottaa muistamista. Terrafamella käytetään ensisijaisesti SKF-Aptitudea laitteiden kunnonvalvontaan. Valmet DMM on ainoastaan akkukemikaalitehtaalla käytössä oleva kunnonvalvontajärjestelmä, jota tuetaan SKF-järjestelmällä. Terrafamen kunnonvalvontamittajat ovat käyneet koulutuksia Valmet DMM käyttöä koskien vuonna 2021 ja 2022. Käyttöopas on hyvä työkalu käytön tueksi ja muistin virkistämiseksi. Itse analysointi ja vikadiagnoosit ovat samanlaista työtä järjestelmästä riippumatta.

Terrafamelle kokonaisuudessaan on Valmet DMM-järjestelmästä paljon hyötyä. Järjestelmää voidaan käyttää myös operaattoreiden tehdaskierrosten apuna laitteita valvottaessa. Lisäksi työnjohtajat ja insinöörit pystyvät seuraamaan halutessaan hälytysten määriä. Kommunikointi mittavan kunnossapidon ja tuotannon kanssa onnistuu hyvin, kun kumpikin pystyy seuraamaan Valmet DMM:stä, mitä tehtaassa tapahtuu. Toimiva kunnonvalvonta järjestelmä maksaa itsensä takaisin,

koska kunnonvalvontamittaajien resurssit voidaan suunnata paremmin muihin kohteisiin sekä korjaavan kunnossapidon tarve vähenee. Keskeneräinen projekti olisi ollut todella kallis hankinta Terrafamelle.

Sen jälkeen, kun järjestelmä on saatu käyttökuntoon ja otettu käyttöön, Valmet DMM-järjestelmän kautta on tullut joitakin hälytyksiä ja niistä on tehty työpyyntöjä muun muassa siiven pesusta ja laakereiden rasvauksista. Järjestelmä toimii hyvin tällä hetkellä ja tulevaisuudessa hälytysrajoja tulee tarkastella tietyin väliajoin. Myös Valmet DMM-järjestelmää ylläpidetään, kuten muitakin kunnonvalvontajärjestelmiä. Tulevaisuudessa nähdään, miten Valmet DMM-järjestelmä alkaa toimimaan, kun laitteet alkavat vioittumaan ja kulumaan.

Tulevaisuudessa Terrafamella voi käyttää tätä projektia mallina mahdollisien uusien DMM-järjestelmien käyttöönotossa. Terrafamen tulevaisuuteen on kaavailtu uusia tuotantorakennuksia ja -laitteita. On mahdollista, että Valmet DMM-järjestelmää tuodaan uusien tuotantoketjujen kriittisten laitteiden kunnonvalvontaan. Mikäli niihin laitteisiin halutaan kiinteää kunnonvalvontaa, tästä projektista saatua oppia kannattaa hyödyntää. Etenkin laitetietojen kerääminen kannattaa suorittaa heti uusien laitteiden saapuessa Terrafamelle.

Oma työpanokseni tässä projektissa oli pääsääntöisesti projektin alkuvaiheessa. Alkuvaiheen laitetietojen kartoittaminen ja koostaminen oli iso työ ja onnistuin mielestäni siinä hyvin. Sain ainakin Valmetilta ja Terrafamelta positiivista palautetta nopeasta toiminnasta sekä selkeästä Excel-tiedostosta. Tiedot kerättiin yhteen tiedostoon ja ne olivat sieltä projektin eteenpäin saattamiseksi helppo löytää ja syöttää DMM:ään Valmetin toimesta. Olen tyytyväinen omaan työpanokseeni tässä projektissa.

Opin projektin aikana käyttämään Terrafamen tietokantoja etsiäkseni tietoja. Lisäksi opin paljon kommunikaatiosta ja projektityöskentelystä työelämässä. Projekti oli todella mielenkiintoinen ja lopputulokseen voi olla tyytyväinen. Positiiviset kommentit työskentelystäni tuntuivat hyvältä.

Oppimista tapahtui myös kirjoitusprosessin aikana. Kirjoittaminen lähti liikkeelle suhteellisen helposti. Viitekehyksen kirjoittaminen oli haastavinta, mutta mielestäni onnistuin poimimaan tärkeimmät teoriat työhöni. Opinnäytetyöstä ei tullut laaja, koska projektikaan ei ollut hirvittävän laaja. Kirjoitusprosessi tehtiin aikataulun mukaisesti ja voin olla tyytyväinen tulokseen projektissa ja opinnäytetyössä.

Lähteet

- 1 Terrafame Oy. Terrafamen nettisivut [internet]. [viitattu 14.2.2023] Saatavilla: <https://www.terrafame.fi/>
- 2 Terrafame Oy. Terrafamen intranet [internet]. [viitattu 14.2.2023]
- 3 Paalumäki, T. Lappalainen, P. Hakapää, A. Kaivos- ja louhintatekniikka, 3. uudistettu painos, 2015 Tampere: Juvenes Print Oy.
- 4 Pyyskänen, S. Suomen Automaatioseura. Teollisuuden automaatio- ja ohjausjärjestelmät, Standardien valinta ja käyttö, julkaisunumero 40. [viitattu 20.2.2023] Saatavilla: <https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/standardikirja.pdf>
- 5 Mikkonen, H. Miettinen, J. Leinonen, P. Jantunen, E. Kokko, V. Riutta, E. Sulo, P. Komonen, K. Lumme, V. E. Kautto, J. Heinonen, K. Lakka, S. Mäkeläinen, R. Kuntoon perustuva kunnossapito, 1. painos, 2009 Helsinki: KP-Media Oy.
- 6 Valmet automation. Valmetin nettisivut [internet]. [viitattu 22.2.2023] Saatavilla: <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/>
- 7 Valmet automation. Valmetin esite [internet]. [viitattu 22.2.2023] Saatavilla: <https://www.valmet.com/globalassets/automation/asset-performance-management/condition-monitoring/valmet-dna-machine-monitoring-for-pulp.pdf>
- 8 Järviö, J. Lehtiö, T. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen, 5. uudistettu painos, 2012 Helsinki: KP-Media Oy.
- 9 PSK Standardisointi. Standardi PSK 6201 kunnossapito, käsitteet ja määritelmät, 4. painos, 2022. [internet]. [viitattu 21.3.2023].
- 10 Laine, H. Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla, 1. painos, 2010 Helsinki: KP-Media Oy.
- 11 PSK Standardisointi. Standardi PSK 5705 kunnonvalvonta, värähtelymittaus mittaustoiminnan suunnittelu, 5. painos, 2006. [internet]. [viitattu 29.3.2023]

- 12 PSK Standardisointi. Standardi PSK 5707 kunnonvalvonnan värähtelymittaus, vianmääritys, 6. painos, 2019. [internet]. [viitattu 21.3.2023]
- 13 Terrafame Oy. Terrafame Oy:n SKF Aptitude-järjestelmän kuvat mittausdatasta. [viitattu 21.3.2023]
- 14 PSK Standardisointi. PSK historiaa [internet]. [viitattu 14.3.2023]
- 15 PSK Standardisointi. Standardi PSK 5701 kunnonvalvonnan värähtelymittaus, käsitteet ja määritelmät, käytettävät suureet ja mittayksiköt, 9. painos, 2022. [internet]. [viitattu 14.3.2023]
- 16 PSK Standardisointi. PSK standardit ryhmittäin [internet]. [viitattu 14.3.2023]
- 17 PSK Standardisointi. Standardi PSK 6202 prosessiteollisuuden kuntokartoitus, 2003. [internet]. [viitattu 14.3.2023]
- 18 International Organization for Standardization. Standardi ISO 18436-2, 2014. [internet]. [viitattu 15.3.2023] Saatavilla: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18436:-2:ed-2:v1:en>
- 19 SKF. Palvelut. Tutustu koulutuksiimme [internet]. [viitattu 15.3.2023] Saatavilla: <https://www.skf.com/fi/services/tutustu-koulutuksiimme>
- 20 Terrafame Oy. Kansikuva, Terrafamen nettisivut [internet]. [viitattu 22.3.2023] Saatavilla: <https://www.terrafame.fi/medialle/kuvapankki-ja-logot.html>

Valmet DMM -haastattelu

28.2.2023

Haastateltava:

Miikka, Valmet Oy

Kysymykset

Koulutustausta:

- DI konetekniikka, konediagnostiikka

Työnkuva Valmetilla:

- Värähtelymittauksien analysointi sopimusten mukaan, järjestelmäprojekteissa mukana työskentely.

Projektin kulku Valmetin näkökulmasta:

- Laitteiden tietojen listauksien jälkeen projekti lähti nopeasti etenemään Valmetin toimesta. Listaukset olivat selkeät ja helposti luettavat. Data yhdessä tiedostossa. Laitteille syötettiin tiedot yksitellen. Massa-ajo ei mahdollista, jokainen laite on erilainen ja niillä on erilaiset laakerit tai välitystiedot.

Laakeritietojen asettaminen:

- Tietojen asettaminen onnistui nopeasti yhdestä tiedostosta, laakeritiedot syötettiin yksitellen jokaiselle laitteelle.

Hälytysrajojen asettaminen:

- Hälytysrajat asetettiin DMM:n omaa hälytysrajatyökalua apuna käyttäen. Jokainen kone ajettiin yksitellen, tarkasteltiin trendit 12 kuukauden ajalta ja hälytysrajat määriteltiin trendin mukaan. Hälytysrajat asetettiin käyttäen keskiarvolaskentaa. Jos trendien ja mitausten perusteella oli syytä epäillä laitteen vikaantumista, niin se otettiin huomioon hälytysrajojen asettelussa. Seurantavaiheessa tehtiin hienosäätöä ja hälytysrajojen toimivuutta seurattiin. Pääosin laitteilla käytetty hälytysrajojen osalta skaalaavaa hälytysrajaa,

jossa hälytysraja pysyy samana pyörimisnopeudesta riippumatta. Tietyissä taajuusmuuttajakäyttöisissä laitteissa, joissa eri pyörimisnopeuksilla oli merkittävä vaikutus laitteen värähtelyyn, on käytetty nopeusmuuttuvaisia hälytysrajoja. Nopeusmuuttuvaisilla hälytysrajoilla voidaan asettaa sopivat hälytysrajat eri pyörimisnopeusalueille, jolloin esimerkiksi koneen resonanssialueet voidaan ottaa huomioon paremmin hälytysrajojen asettelussa.

Hälytysrajojen seuranta:

- Seurantajakson alussa hienosäädettiin jokaisen laitteen hälytysrajoja. Hienosäädön jälkeen rajat olivat toimivia ja osoittautuivat hyviksi. Nyt hälytykset ovat pysyneet järkevissä kappalemäärissä. Seuranta on suoritettu pari kertaa viikossa ja hienosäätöä on jatkettu niin, että hälytyksiä tulee käytännössä vain noin yksi päivässä. Hälytysrajojen seurantajakso on kestänyt helmikuun loppuun. Maaliskuusta alkaen hälytysrajojen seuranta ja säätö siirtyy Terrafamen kunnonvalvontamittaajille.

Valmetin käyttämät standardit asetannassa, mihin hälytysrajat perustuvat:

- Hälytysrajojen asetannassa ei ole otettu suoraan mallia standardeista. Jokaiselle laitteelle hälytysrajat on määritelty laitekohtaisten värähtelytasojen perusteella keskiarvolaskentaa hyväksikäyttäen. Esimerkiksi PSK5705 -standardi sisältää keskiarvolaskentamallin hälytysrajoille, jota Valmetilläkin sovelletaan hälytysrajojen asetannassa.

DMM:n haasteet:

- Projektin aikana ei esiintynyt suurempia haasteita. Laitetietojen asetanta ja hälytysrajojen asetanta eteni jouhevasti ja nopeasti.

Haastattelija

Aleksi Korhonen

Terrafame Oy

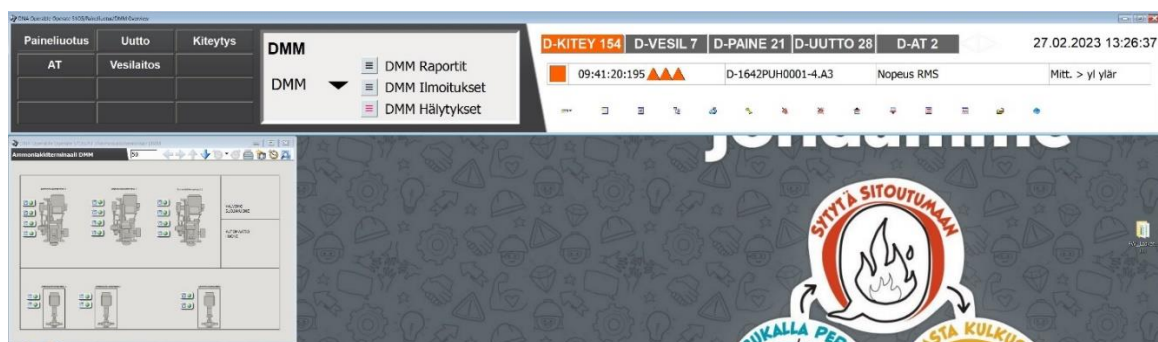
Valmet DMM käyttöopas Terrafamelle

maaliskuu 2023

Aleksi Korhonen

Valmet DMM on kunnonvalvontaan tarkoitettu ohjelmisto. Ohjelmiston avulla voidaan seurata akkukemikaalitehtaan laitteiden käyttökuntoa. Järjestelmä keskustelee laitteisiin asennettujen kiihtyvyyssantureiden kanssa ja näin ollen pystytään valvomaan laitteita tietokoneelta, jossa on Valmet DMM -lisenssi. Valmet DMM:n ohjelmistosta löytyy muun muassa raportointityökalu sekä analysointityökalu.

Tässä oppaassa käydään läpi ohjelmiston tärkeimmät piirteet, jotta uusi käyttäjä oppii käyttämään ohjelmistoa. Lisäksi tähän oppaaseen voi palata jälkikäteen tarkastamaan, miten esimerkiksi analysointityökalu toimii.

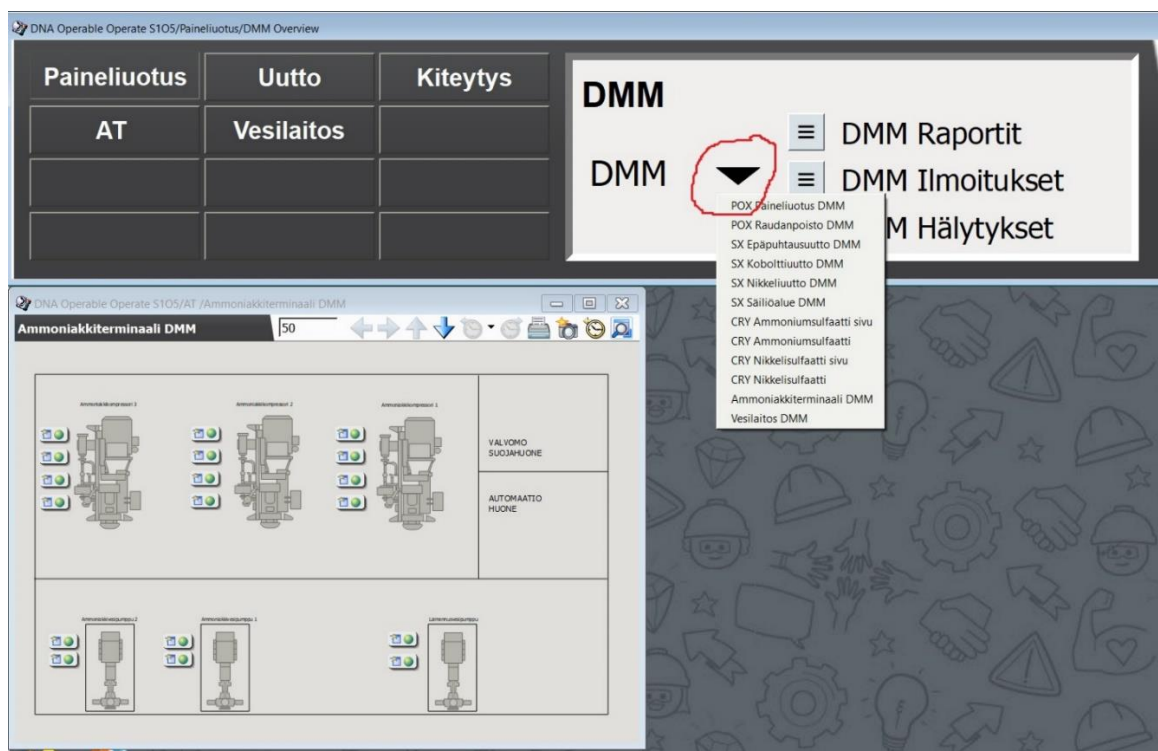
Käytön aloittaminen

Kuva 1. Valmet DMM:n aloitusnäyttö

Kuvassa 1 nähdään Valmet DMM aloitusnäyttö. Tästä näkymästä siirrytään haluttuihin paikkoihin järjestelmässä. Tästä näkymästä pääset siirtymään niin hälytyksiin kuin analysointiin ja tarkempiin laitetietoihin. Myös raportointiin ja ilmoituksiin pääset tästä näkymästä. Seuraavaksi tutustutaan tarkemmin ohjelmassa liikkumiseen eli navigointiin.

Navigointi

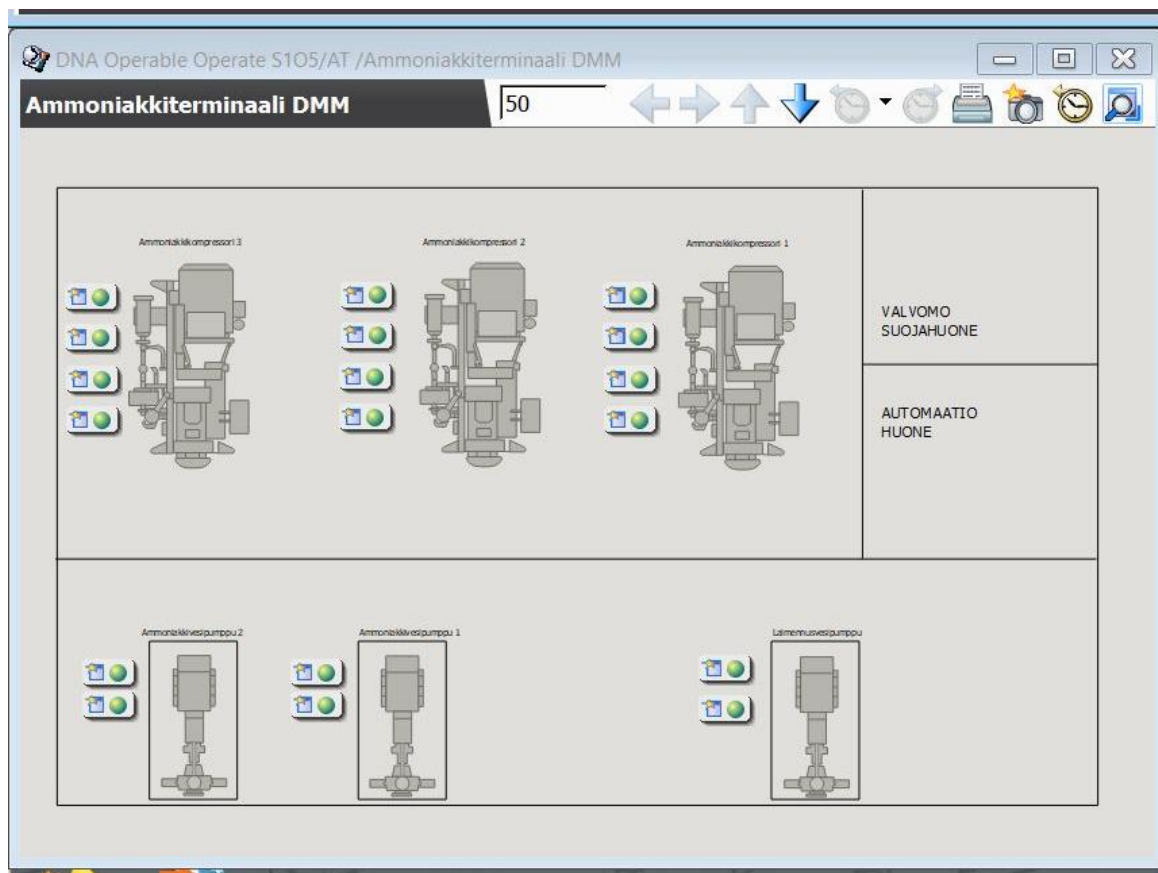
Navigointi tapahtuu joko suurista painikkeista vasemmalla (kuva 2), joissa lukee tehdasalueen nimi tai painamalla mustaa kolmiota. Suositeltavaa on käyttää kuvassa 2 merkittyä mustaa kolmiota navigoinnissa. Lisäksi kolmen viivan painikkeista pääset raportteihin, ilmoituksiin tai hälytyslistaan käsiksi.



Kuva 2. Valmet DMM:n navigointi

Navigointi tapahtuu mustasta kolmiosta (kuva 2) painamalla. Kolmiosta tulee näkyviin pudotusvalikko, josta pääsee haluttuun paikkaan. Esimerkiksi valitaan "Ammoniakkiterminaali DMM" aukeaa uusi ikkuna, josta löytyy kaikki ammoniakkiterminaalissa olevat Valmet DMM-järjestelmässä olevat laitteet.

Luettelosta löytyy kaksi sivuprofiilia laitoksesta, CRY Ammoniumsulfaatti -sivu ja CRY Nikkeli-sulfaatti -sivu. Muissa näkymissä tehdaskuvaukset on tehty ylhäältä päin. Laitteet ovat sijoiteltu DMM:ään, kuten ne on sijoiteltu kentälläkin. Voit käyttää Valmet DMM myös apuna kentälle lähtiessä, jos et esimerkiksi muista, missä jokin pumppu sijaitsee. Tehdaslayoutin avulla on helppo suunnistaa myös fyysisesti paikan päällä.



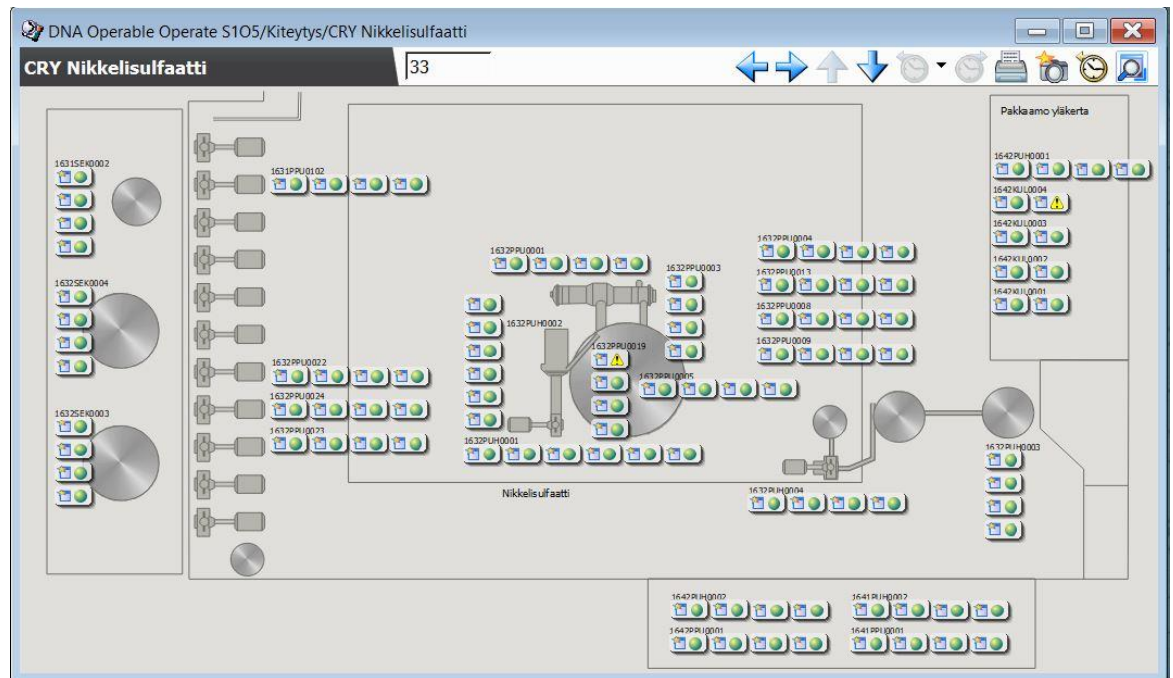
Kuva 3. Ammoniakkiterminaalin laitteet

Laitteiden mittapisteet näkyvät harmaiden laitekuvien vasemmalla puolella. Laitteiden mittapisteissä on erilliset kiihtyvyyssanturit, jotka mittaavat laitteiden värähtelyä kahdentoista tunnin välein. Antureiden värikoodit laitteiden mittapisteissä kertovat hälytyksistä tai anturivioista (kuva 3).

- Vihreä ympyrä: anturi toimii, eikä mittapisteellä ole hälytyksiä
- Keltainen kolmio: Anturi hälyttää hälytysrajasta
- Punainen ympyrä: Anturi hälyttää varoitusrajasta
- Punainen neliö: BIAS-jännite vika. Anturi ei toimi oikein.

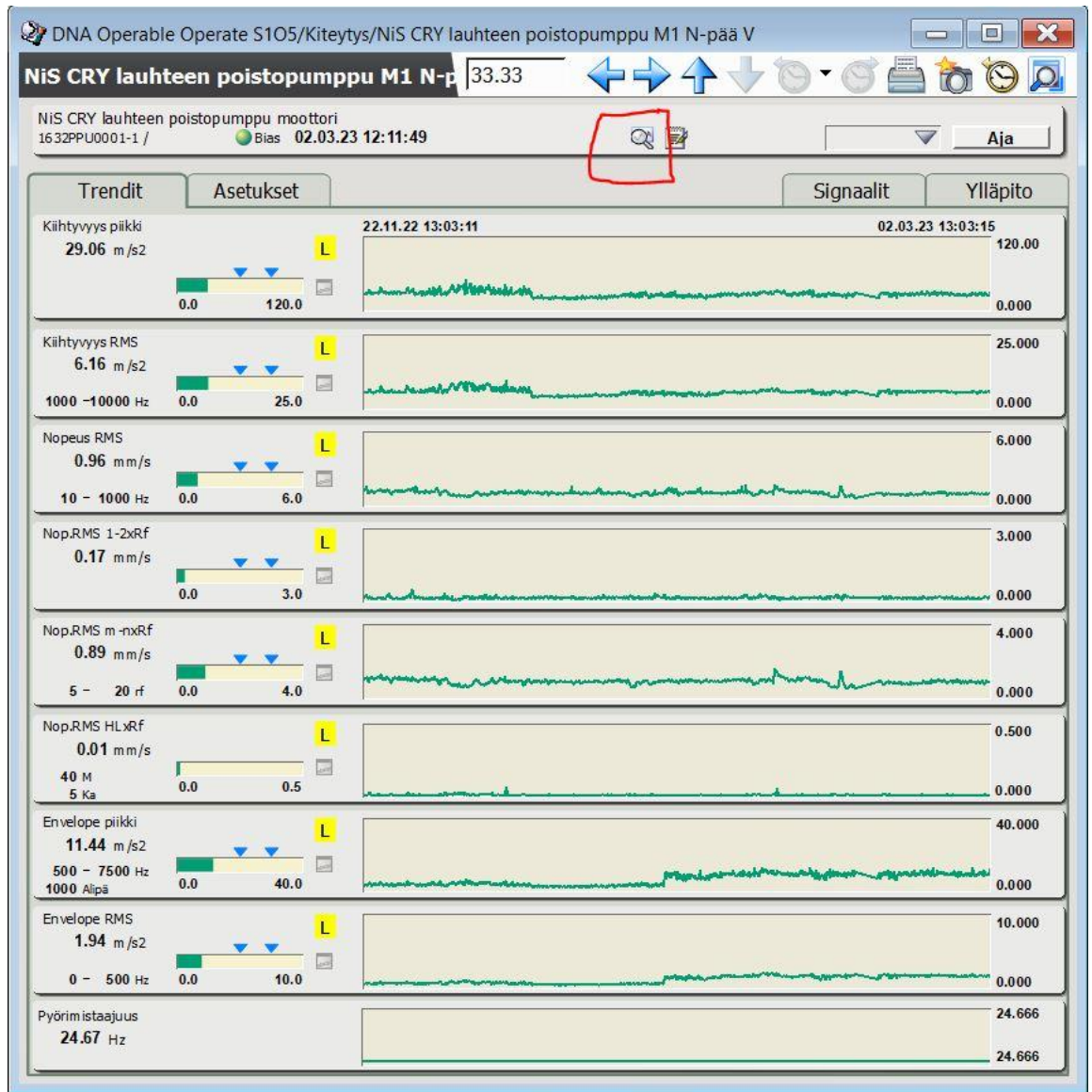
DMM-käyttäjän luonti ja asetuksien valinta analysointityökaluun

Voit luoda oman käyttäjän Valmet DMM-järjestelmän analysointityökaluun. Käyttäjän luominen tapahtuu analysointityökalun kautta. Seuraavasta kuvasarjasta löydät polun uuden käyttäjän luomiseen ja käyttäjäasetusten asettamiseen tai muuttamiseen.



Kuva 4. Nikkelisulfaatti-layout

1. Kilkkaa vihreää ympyrää tai ikkunakuvaketta ympyrän vasemmalla puolella (kuva 4).
2. Avautuu mittapisteen trendikuvaaja (kuva5).



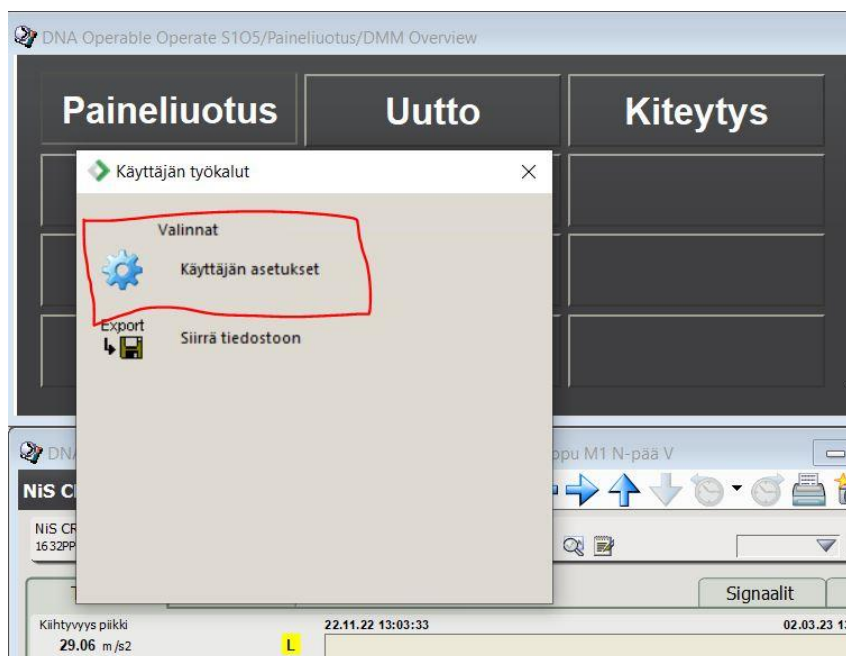
Kuva 5. Lauhteen poistopumpun trendikuvaajat

Trendikuvaajan yläreunasta löydät suurennuslasin kuvan. Suurennuslasi on merkattu punaisella neliöllä kuvassa 5. Suurennuslasin oikealta puolelta löydät hälytysrajojen asetantaan tarkoitetun työkalun. Hälytysrajojen asetantaa ei tässä käyttöoppaassa käydä läpi.



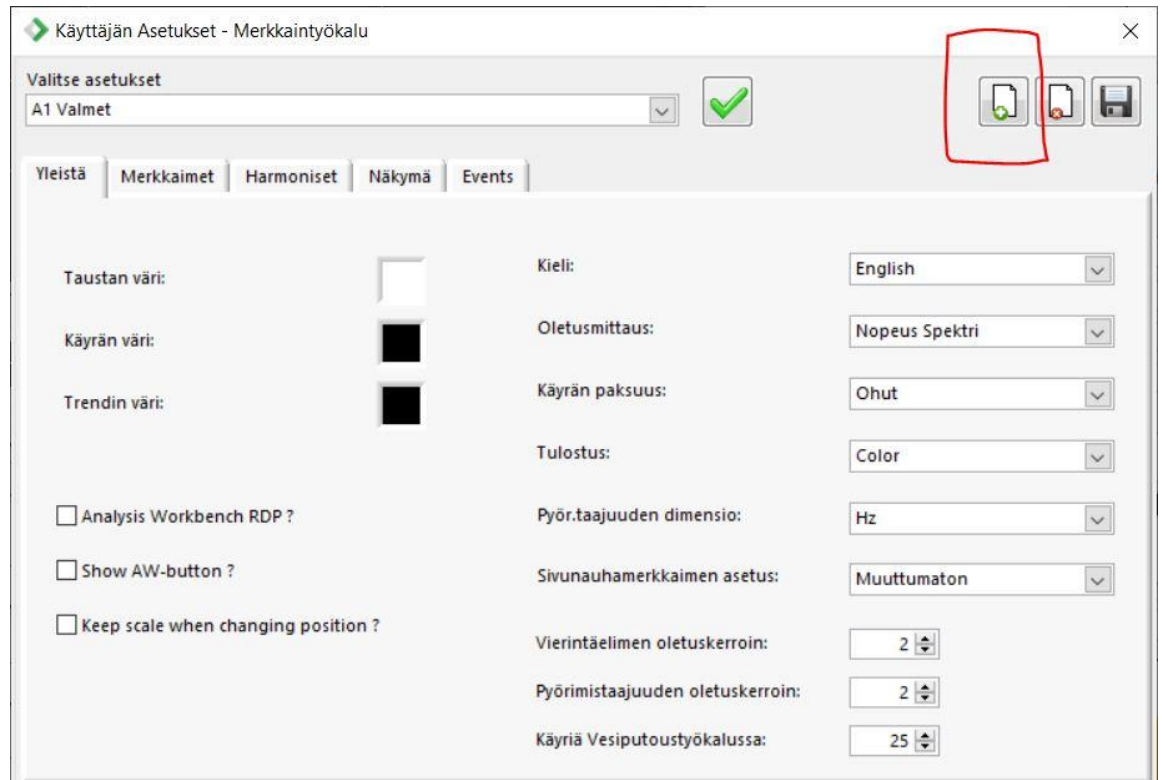
Kuva 6. Analysointityökalu

3. Klikkaa henkilökuvaketta (kuva 6).
4. Avautuu kuvan 7 mukainen ikkuna.



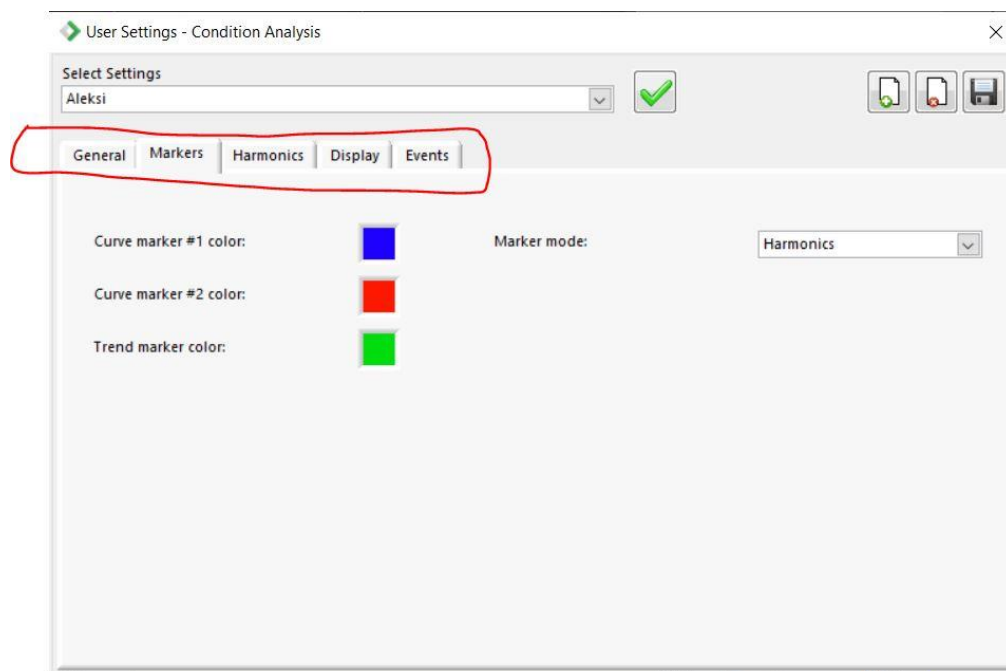
Kuva 7. Käyttäjän asetukset

5. Klikkaa hammasratasta (kuva 7). Pääset muokkaamaan asetuksia.



Kuva 8. Uuden käyttäjän luominen

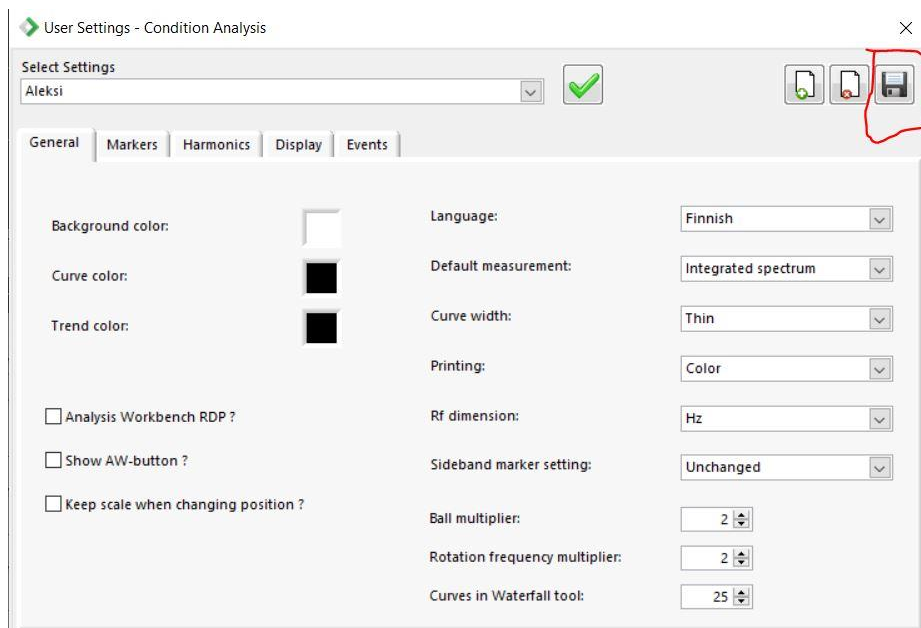
6. Klikkaa arkkiä, jossa on vihreä plusmerkki (kuva 8).
7. Lisää käyttäjällesi nimi. Tämän jälkeen pääset muokkaamaan uuden käyttäjän asetuksia.



Kuva 9. Asetusvalikko

8. Kuvassa 9 on merkitty punaisella laatikolla asetusvalikon lehdet. Lehtien alta pääset muokkaamaan muun muassa kursorien värejä, analysointityökalun lähtöasetuksia, aikatason resoluution viivojen paksuutta ja harmonisen kursorin merkintätavan.

Lähtöasetuksissa määritellään muun muassa analysointityökalun aikatasojen ja spektrien värit sekä kursorien värit. Valikoista voit määritellä ohjelmiston kielen esimerkiksi suomeksi.



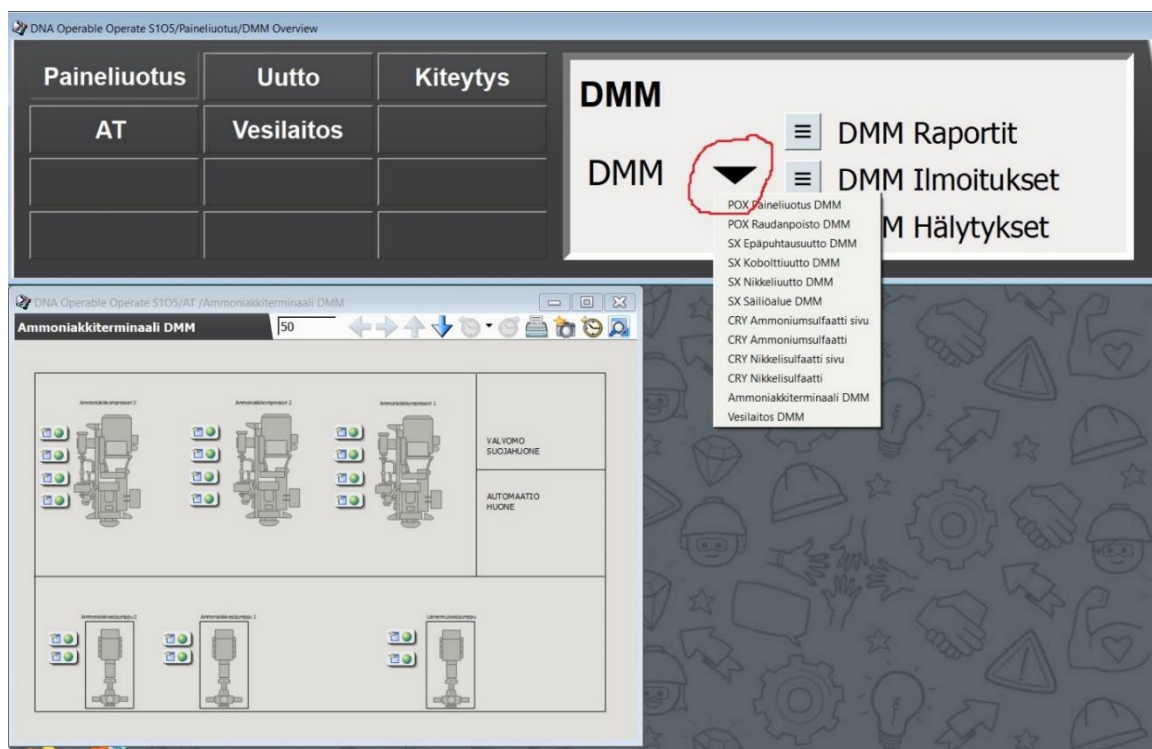
Kuva 10. Asetusten tallentaminen

9. Asetusten tallentaminen tapahtuu diskettikuvakkeesta, joka on merkattu punaisella kuvaan 10.

Kun käyttäjä on luotu ja asetukset sekä värit säädetty kohdalleen, voidaan aloittaa Valmet DMM:n perusteellinen käyttäminen.

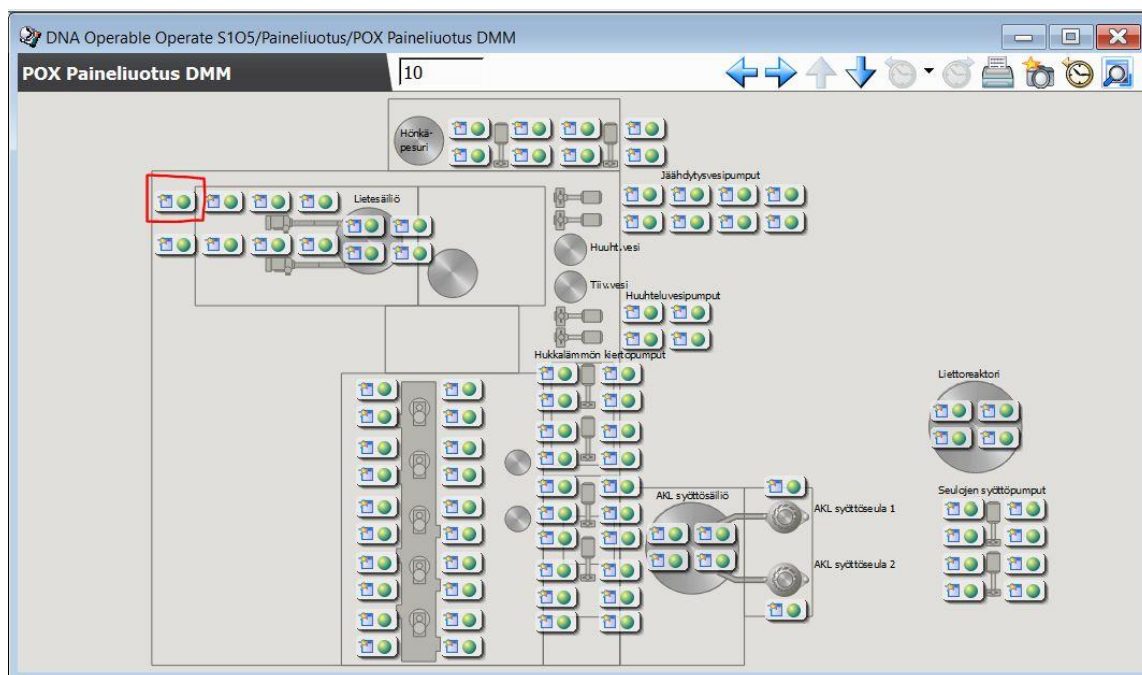
Analysointi

Analysointityökaluun pääset siirtymään seuraavaa polkua pitkin, joka on esitetty kuvasarjalla. Kuviiin on merkattu punaisella polkuun liittyvät painikkeet. Seuraamalla polkua pääsee analysointityökaluun ja sen eri kohtiin.

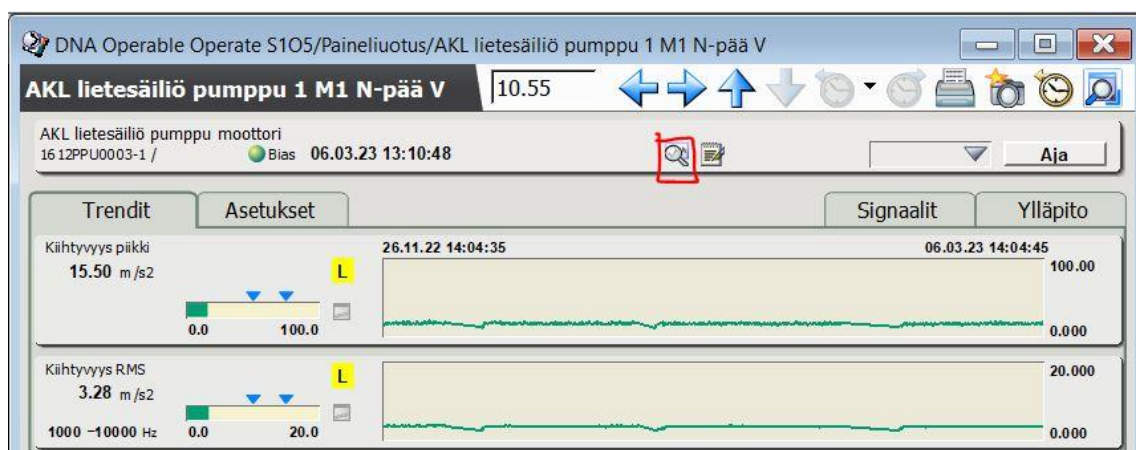


Kuva 11. Pudotusvalikko

1. Klikkaa mustaa kolmiota, valitse pudotusvalikosta (kuva 11) esimerkiksi POX-Paineliuotus DMM ja klikataan hiiren vasemmalla näppäimellä.
2. Tästä painalluksesta avautuu ikkuna (kuva 12), josta päästään katsomaan POX:n laitteiden näkymää. Klikkaamalla punaisesta neliöstä (kuvassa 12) päästään mittapisteen trendikuvaan.
3. Klikkaamalla trendikuvaajan suurennuslasikuvakkeesta, merkattu punaisella kuvassa 13, päästään analysointityökaluun.



Kuva 12. POX-laitteiston mittapisteet



Kuva 13. Analysointityökaluun



Kuva 14. Analysointityökalu

Kuvassa 14 näkyy analysointityökalun näkymä. Tässä kuvassa voit valita aikatasojen ja spektrien välillä, analysoida tai vaihtaa mittapistettä. Seuraavaksi pureudutaan analysointityökalun osa-alueisiin.

Kuva 15. Pyörimistaajuudet

Vikataajuudet	
Ulkokehä (Hz):	54,32
Sisäkehä (Hz):	79,68
Vierintäelin (Hz):	2x 68,28
Pidike (Hz):	5,43

Kuva 16. Vikataajuudet

Kuvassa 15 näkyy laitteen pyörimisnopeus. Luvun oikealla puolella on hiiren nuolen kuva. Hiiren kuvaa klikkaamalla saadaan analysointityökaluun kursori pyörimisnopeuden kohtaan. Myös kuvassa 16 vikataajuudet saadaan näkyviin taajuuslukemien oikealta puolelta klikkaamalla. Vikataajuudet on laskettu pyörimisnopeuden ja laakeritietojen perusteella.

$$\text{Pyörimisnopeus} = \frac{\text{Vikataajuus}}{\text{Laakeritieto}}$$

Laskukaavalla saadaan laskettua suuntaa antavat taajuudet ja kaavaa voidaan pyöritellä matemaatiikan sääntöjen mukaan. Kuvassa 16 tietokone on laskenut valmiiksi vikataajuudet laakeritiedon ja pyörimistiedon avulla. Spektrissä olevan kursorin saat siirrettyä kyseisiin vikataajuuksiin Hertzin oikealla puolella olevan nuolen kohdalta klikkaamalla.

Selaus

☒ Kohteet ☐ Suosikit

AKL lietesäiliö pumppu 1 M1 N-pää V

Kiihtyvyyss Spektri

Merkkaimet Vertailu

Merkkausmuot Harmoniset

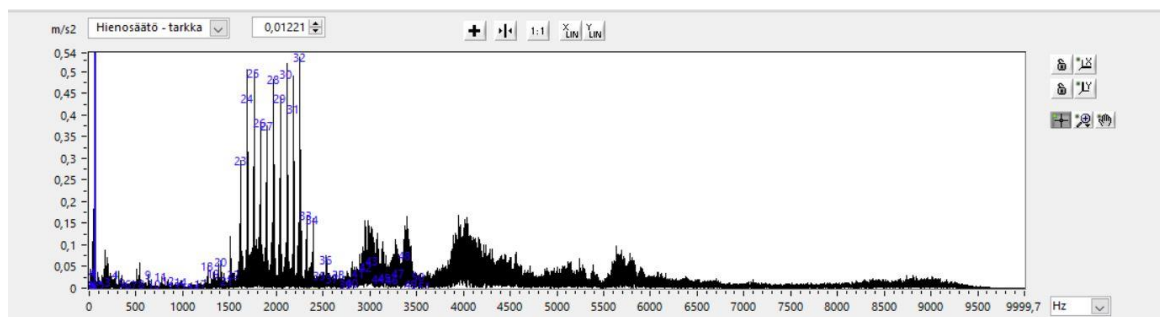
	Hz	m/s ²	Etäisyys:	Hz	s
<input checked="" type="checkbox"/> Ref	70,45	0,013			

Kuva 17. Kursorien valinta

Kuvassa 17 pystyt valitsemaan kursorien muodon, onko se normaali kursori, harmoninen kursori tai sivunauhakursori. Kursorien avulla pääset käsiksi erilaisiin vikataajuuksiin tai muihin kiinnostaviin taajuuksiin. Kursorien liikuttaminen tapahtuu kursorintaulukon vasemmassa reunassa olevan ruutua klikkaamalla. Voit valita halutun kursorin ja ottaa muokkauksen pois samasta ruudusta klikkaamalla. Ruutuun tuleva täppä kertoo, onko muokkaus päällä vai ei.

Lisäksi selauskohdasta löydät muut laitteet ja niiden kaikki mittapisteet kyseiseltä layoutilta. Pysyt liikkumaan laitteelta toiselle tätä kautta, joten ei ole tarpeellista palata layout-kuvaan asti, jos

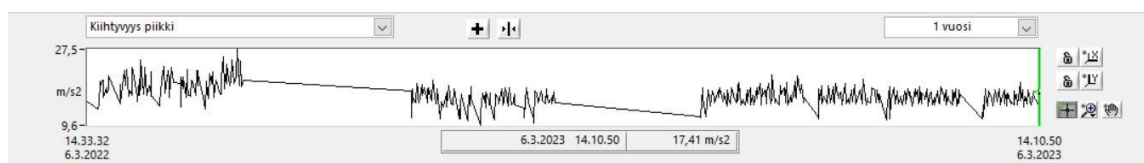
haluat tarkastella jotain toista laitetta. Selauksen alapuolelta pystyt vaihtamaan spektrinäkymät tai aikatasot, jotka näkyvät kuvan 18 mukaisessa paikassa.



Kuva 18. Kiihtyvyysspektri

Kuvassa 18 näkyy pumpun kiihtyvyysspektri. Kiihtyvyysspektristä löytyi vierintäelimen taajuus eli rullavika. Rullavikaa esitetään harmonisella kursorilla kuvassa 18. Spektrin yläpuolella on pudotusvalikko, josta voit säätää kursorin tarkkuutta, kuinka se liikkuu spektrissä. Kursorin liikuttaminen tapahtuu näppäimistön nuolinäppäimiä käyttämällä. Spektrin yläpuolella keskellä olevasta plussasta voidaan suurentaa spektriä, jos halutaan katsella spektriä tarkemmin.

Spektrin oikealla puolella löytyy, ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle, spektrin asema koordinaatistossa. Klikkaamalla koordinaatiston x- ja y-painikkeita, spektri liikkuu takaisin origoon, jos olet sitä liikutellut tai zoomannut. Näiden alapuolelta löydät kursorin liikutustyökalun, zoomaus-työkalun sekä spektrin liikutustyökalun. Hiiren oikealla näppäimellä voi vaihtaa myös zoomin ja kursorin liikutustyökalun välillä. Analysointi tapahtuu spektreistä tai aikatasoista ja niistä tehdään vika-analyysit ja mahdolliset työpyynnöt sekä laitekorjaukset. Työpyynnöt tehdään Maximoon kohteen laitetietoja käyttäen.

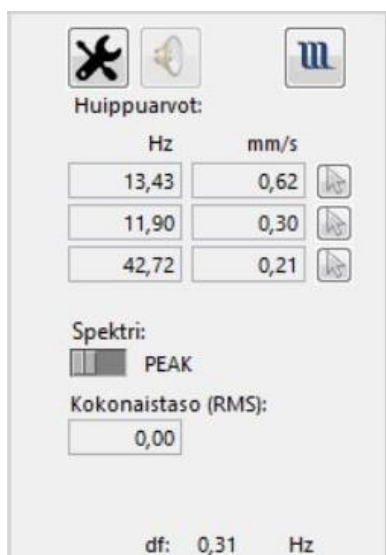


Kuva 19. Trendikäyrä

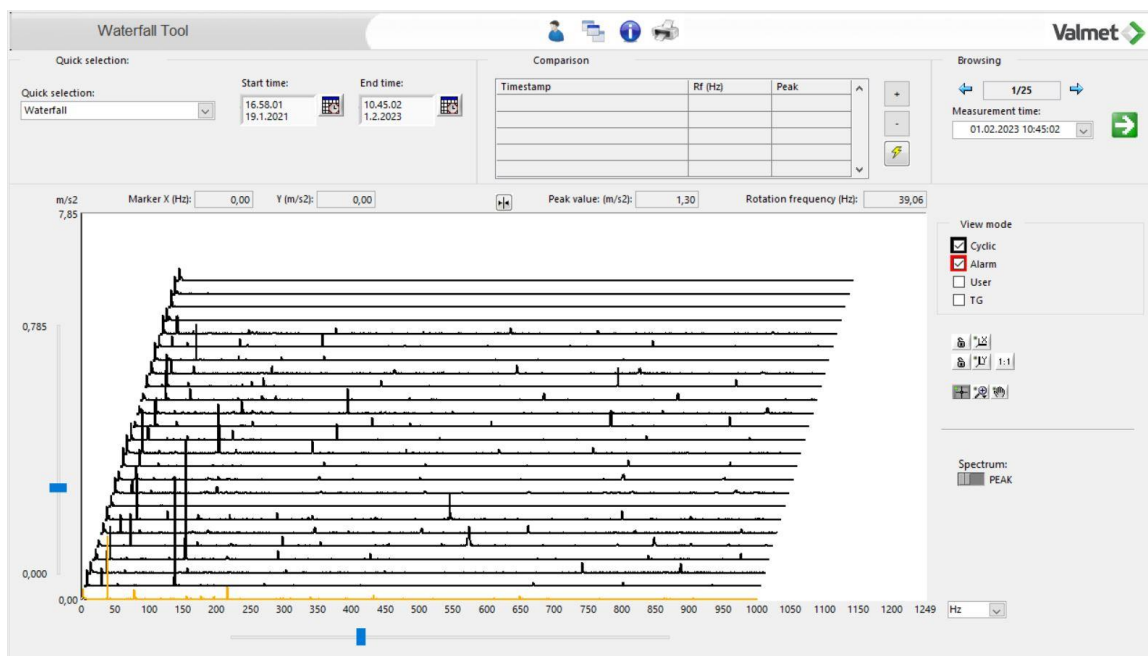
Trendikäyrä näyttää valittavan datan sen yläpuolella sijaitsevasta pudotusvalikosta valitun tiedon perusteella. Voit myös valita trendikäyrän ajanjakson oikeasta laidasta. Trendikäyrä antaa hyvää

tietoa, miten laite on käyttäytynyt aiemmin. Trendistä on paljon apua esimerkiksi vikataajuuksien väärtelytasojen seurantaan ja niiden kehittymisten seurantaan.

Vesiputouskuvaaja löytyy kuvasta 20 oikeasta ylänurkasta. Vesiputouskuvaajasta on helppo seurata, milloin vika on ilmaantunut ensimmäisen kerran ja siitä selviää helposti myös vian kehittyminen.



Kuva 20. Vesiputouskuvaajan navigointi



Kuva 21. Vesiputouskuvaaja

Vesiputouskuvaajaan voit valita vasemmalta ylhäältä pikavalikosta katseletko 25 viime mittausta, 10 viime mittausta, joka viidettä mittausta tai joka kymmenettä mittausta. Lisäksi vesiputouskuvaajan vasemmalla puolella ja alapuolella on siniset palikat, joita liikutteleamalla saat siirrettyä vesiputouskuvaajan asentoa joko jyrkemmäksi tai loivemmaksi. Kannattaa kokeilla ja säädellä kuvaaja mieleiseksi sinisiä palikoita apuna käyttäen.

Mikäli sinulla on selauksesta valittuna aikataso, voit kuunnella sen kuvassa 20 näkyvästä kaiuttimesta klikkaamalla. Kaiuttimen kuvaa klikkaamalla (kuva 20) aikataso alkaa kuulua kaiuttimestasi. Kuuntelun saat pois päältä klikkaamalla uudelleen kaiuttimen kuvaa. Kuuntelua kannattaa käyttää, mikäli epäilet vikaa. Aikatazon kuunteleminen auttaa diagnoosin tekemisessä ja antaa sinulle varmuutta siihen, että vika on oikeasti olemassa. Alussa kannattaa kuunnella myös ehjien laitteiden aikatasoja, jotta vikatilanteissa osaat erottaa poikkeavat äänet tavanomaisesta aikatazon äänestä.

Hälytysten seuraaminen ja kuittaaminen

Maximoon on jaksotettuna työnä 1600 alueen DMM-tarkastukset mittaavalle kunnossapidolle. Tämä jaksotettu työ tarkoittaa hälytyslistan tarkastamista ja kuittaamista. Mikäli DMM-tarkastuksissa havaitaan poikkeavuuksia ja selkeitä vikoja, tehdään tämän jaksotetun työn kautta kunnossapidolle tai käynnissäpidolle työpyyntöjä korjauksista tai voiteluista liittyvänä tietueena.



Kuva 22. Hälytykset

Kuvassa 22 nähdään, että oranssilla pohjalla ovat DMM Hälytykset sekä D-KITEY 189. Oranssi väri tarkoittaa, että valikossa on aktiivinen kuittaamaton hälytys. DMM Hälytykset -painikkeesta klikkaamalla aukeaa uusi ikkuna, jossa on hälytyslista.

DNA Operable Operate S105/Painelluotto/DMM Hälytyslista

DMM Hälytyslista mbrowser

Automaattinen vieritys Tapahtumia 42 Sivun 02/02

Kuitt.	Aika	Prioriteetti	Alue	Alkuperä	Positio	Positiokuvaus	Ilmoitus
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-02 12:40:07:022	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633PPU0007-4.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-02 23:40:36:964	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633SEK0002-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-03 02:07:37:830	▲▲▲	D-PAINE	P	D-1611PPU0001-1.A4	Nop.RMS 1-2xRf	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-03 03:40:55:616	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633LIN0001-4.A5	Nop.RMS m-nxRf	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-03 11:40:43:919	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633LIN0001-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-04 14:19:13:596	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1642KUL0003-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-04 15:19:25:553	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1642KUL0004-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-05 07:15:56:859	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1632SEK0004-3.A5	Nop.RMS m-nxRf	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-05 07:15:56:859	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1632SEK0004-3.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-05 08:40:37:643	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1632LIN0001-5.A7	Envelope piikki	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-06 22:18:13:152	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1641KUL0001-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-06 22:18:13:152	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1641KUL0001-1.A4	Nop.RMS 1-2xRf	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 01:40:35:207	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1643KUL0003-1.A7	Envelope piikki	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 01:40:35:207	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1643KUL0003-1.A8	Envelope RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 02:18:20:977	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1641KUL0001-2.A1	Kiihtyvyyden piikki	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 02:18:20:977	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1641KUL0001-2.A7	Envelope piikki	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 02:18:20:977	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1641KUL0001-2.A2	Kiihtyvyyden RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 11:40:37:587	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1632LIN0001-5.A7	Envelope piikki	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 11:40:37:587	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1632LIN0001-5.A1	Kiihtyvyyden piikki	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 14:19:14:448	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1642KUL0003-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 17:39:26:364	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633PPU0012-1.A4	Nop.RMS 1-2xRf	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 17:39:26:364	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633PPU0012-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 17:39:38:364	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633PPU0012-3.A4	Nop.RMS 1-2xRf	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 17:39:44:362	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1633PPU0012-4.A4	Nop.RMS 1-2xRf	Mitt. > yl ylä
<input checked="" type="checkbox"/>	...03-07 23:10:43:087	▲▲▲	D-PAINE	P	D-1612SEK0002-4.A5	Nop.RMS m-nxRf	Mitt. > yl ylä
<input type="checkbox"/>	...03-08 08:19:13:660	▲▲▲	D-KITEY	P	D-1642KUL0003-1.A3	Nopeus RMS	Mitt. > yl ylä

Kuva 23. Hälytyslista

DMM Hälytyslista on kuvan 23 mukainen. DMM Hälytyslista tekstin alapuolelta löytyy painikkeita. Painikkeet vasemmalta oikealle ovat kuittaa sivu, kuittaa lista, piilota päättäneet tapahtumat, etsi, muuta suodatusta ja lajitteluperuste.

Taulukosta löydät tarvittavat tiedot hälytyksestä. Taulukon arvot vasemmalta oikealle, ensimmäisenä on kuittaus, jossa näkyy, onko hälytystä kuitattu, seuraavana hälytyksen aikaleima, seuraavana prioriteetti sekä alue, jossa hälytys sijaitsee, hälytyksen alkuperä, laitteen positio, anturipositio on positiokuvaus hälytyksen anturista sekä viimeisenä ilmoitusosio. Vierittämällä palkkia sivulle, löytyy taulukosta vielä muutama aikaleima, kuten kuittausaika.

Hälyttävän laitteen tarkastelu:

1. Tuplaklikkaa hälytyksen positio kohtaa.
2. Avaa laitteen trendi-ikkuna samaan tai uuteen välilehteen.
3. Hälytys vilkkuu punaisella, klikkaamalla suurennuslasia pääset analysointityökaluun.
4. Kuittaa hälytys hälytyslistasta (kuva 23), lisää täppä kuittausarakkeeseen tai klikkaa kuittaa sivu tai kuittaa lista -painiketta.

Hälytyksiä kuittaillaessa kannattaa muistaa, että mikäli löytyy mielenkiintoisia taajuuksia tai vikoja, on niistä tehtävä lokikirjaus Maximoon hälytyksen syistä sekä löydöksistä. Lisäksi M-Filesista löytyy Excel-tiedosto, jossa on seurattavia laitteita alueittain, joten kannattaa katsoa myös tätä tiedostoa samanaikaisesti hälytyslistojen kuittailun yhteydessä.