

Opinnäytetyö (AMK)

Teknologiaeollisuus

2020

Jere Jussila

NIPPIMITTAUKSEN KÄYTTÖÖNOTON SUUNNITTELU

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Teknologiaeollisuus

Opinnäytetyön valmistumisajankohta 2020 | 30 sivua

Jere Jussila

NIPPIMITTAUKSEN KÄYTTÖÖNOTON SUUNNITTELU

Opinnäytetyö käsittelee tehtaan kunnonvalvontaa paperikone 2:lla. Tehtaalla on käytössä SPM:n kunnonvalvontajärjestelmä ja opinnäytetyön tarkoituksena olikin suunnitella järjestelmän päivittäminen uudempaan. Kunnonvalvontajärjestelmän suunnittelu tehtiin paperikoneen puristinosalle, jolloin tietoa saataisiin muustakin kuin laakerivioista, kuten puristihuovan kunnosta ja telan muodosta. Samalla myös suunniteltiin kunnonvalvontajärjestelmän asennus paperikoneen mattakalanterille. Opinnäytetyössä käsitellään teoriaa kunnonvalvonnasta, josta saatiin tietoa suoraan SPM:ltä saaduista tiedostoista. Myös suunnitteluvaiheessa tietoa saatiin SPM:ltä, mutta myös Valmet Kauttua Oy:n henkilöstöltä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella kunnonvalvontajärjestelmien käyttöönotto siten, että järjestelmän keskusyksikön saapuessa se saataisiin nopeasti otettua käyttöön opinnäytetyön avulla.

ASIASANAT:

Kunnonvalvonta, Ennakoiva kunnossapito, Värähtelymittaus, Iskusysäys, Paperikone

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Technology Industry

Completion year of the thesis 2020 | number of pages 30

Jere Jussila

PLANNING THE INTRODUCTION OF PRESS NIP MONITORING

This thesis deals with the mill's condition monitoring on paper machine 2. The factory uses SPM's condition monitoring system and the purpose of the thesis was to plan the system's upgrade to a newer one. The planning for condition monitoring system was made for press section of the paper machine so that it would provide information more than just bearing faults such as the press felt condition and the shape of roll. In thesis was also planned condition monitoring systems installation for the paper machine's matt calander. The thesis deals with the theory of condition monitoring and the information was obtained directly from files received from SPM. Some of the information at the planning stage was also received from SPM but also from Valmet Kauttua Oy's personnel.

The goal of this thesis was to plan the introduction of the condition monitoring systems so that when the system's central processing unit arrives it would be quickly taken in use with the help of this thesis.

KEYWORDS:

Condition monitoring, Preventive maintenance, Vibration measurement, Shock pulse, Paper machine

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	1
2 PAPERIKONE	2
2.1 Paperikoneen yleiskuvaus	2
2.2 Puristinosan kuvaus	2
2.3 Mattakalanterin kuvaus	3
3 VÄRÄHTELYMITTAUSJÄRJESTELMÄ	4
3.1 SPM- menetelmän historia	4
3.2 SPM- mittaussuunnitelman perusteet	4
3.3 Mittausmenetelmät yleisesti	8
3.3.1 SPM (iskusysäysmenetelmä)	8
3.3.2 SPM HD (Iskusysäysten HD-analysointi + HD-aikataso)	9
3.3.3 VIB (Värähtelyn RMS-mittaus ISO:n mukaan)	13
3.3.4 HD Env	18
3.4 Kunnonvalvonta tehtaalla	19
3.4.1 Online-mittaus paperikoneella	20
3.4.2 Kannettavan mittalaitteen käyttö	21
4 MATTAKALANTERIN ANTUROINNIN SUUNNITTELU	23
5 PURISTINOSAN ANTUROINNIN SUUNNITTELU	25
5.1 Yleistä tehtaasta puristinosasta	25
5.2 Intellinova kunnonvalvontajärjestelmä	25
5.3 Anturoinnin suunnittelu	27
6 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30

KUVAT

Kuva 1. Paperikone ja sen osat (Valmet 2019).	2
Kuva 2. Voimat, jotka aiheuttavat värähtelyä (SPM).	5
Kuva 3. Iskun ja värähtelyn ero (SPM).	6
Kuva 4. Iskun aiheuttamat transientit kuvattuna aikajanalla (SPM).	7
Kuva 5. Iskusysäysanturin toiminta (SPM).	8
Kuva 6. Iskusysäysmittauksen kuviot analysointi ohjelmistossa (SPM).	9
Kuva 7. Mattoarvot ja vikapiikit (SPM).	10
Kuva 8. SPM HD lyhenteet: HD _i = laakerin alkuarvo,	11
Kuva 9. SPM HD yleiskuvaus (SPM).	12
Kuva 10. Laakerivikojen tyypilliset kuviot (SPM).	13
Kuva 11. Mittaussuureet värähtelymittauksissa (SPM).	14
Kuva 12. SPM siirtymäanturi (SPM).	15
Kuva 13. SPM nopeusanturi (SPM).	16
Kuva 14. SPM kiihtyvyyssanturi (SPM).	17
Kuva 15. Standardoidut koneluokat (SPM).	17
Kuva 16. HD Env yleiskuvaus (SPM).	19
Kuva 17. Tehtaalla käytössä oleva Online-keskusyksikkö.	21
Kuva 18. Käsin mittauksessa käytettävät mittausvälineet.	22
Kuva 19. Mattakalanterin mallinnus kuva, jossa nuolilla merkattu anturien paikat.	24
Kuva 20. SPM:n Intellinova parallel EN (SPM 2020b).	26
Kuva 21. Puristinosan malli, jossa punaiset nuolet ovat anturien kohtia ja siniset nuolet paperiradan suunta.	27

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

ENV	Envelope mittaustekniikka
HD	High definition on mittaustekniikan teräväpiirto ominaisuus
SPM	Yrityksen nimi (Shock Pulse Method), myös iskusysäys mittaustausmenetelmä
TSA	Time Synchronous Average on mittaustekniikka
VIB	Vibration eli värähtelymittaus

1 JOHDANTO

Jujo Thermal Oy on Länsi-Suomessa Kauttualla toimiva erikoispaperia valmistava yritys. Tehtaan ensimmäinen paperikone aloitti toimintansa vuonna 1907, mutta nykyinen yritys Jujo Thermal Oy on perustettu vuonna 1992. Yritys valmistaa lämpöherkkiä ja päällystettyjä papereita esimerkiksi kuittikäyttöön. Tehtaan kunnossapidosta huolehtii Valmet Kauttua Oy, joka on perustettu 1991. Yhtiö perustettiin nimellä Paper Mill Service Kauttua Oy, mutta kun Metso Oyj osti yhtiön osakekannan, niin nimeksi tuli Scandinavian Mill Service Kauttua. Nimi Valmet Kauttua Oy astui voimaan, kun Metso jakaantui kahdeksi yhtiöksi. (Jujo Thermal Oy 2020.)

Aiheena oli suunnitella uuden kunnonvalvontajärjestelmän käyttöönotto. Aihe oli mielenkiintoinen siinä mielessä, että kunnonvalvonta ja kunnonvalvonnan järjestelmät oli itselle aiheena melko uusi ja haastava. Uuden järjestelmän asennuksesta olisi jatkossa hyötyä, sillä sen avulla löydetään koneesta vikoja, jotka pystytään korjaamaan suunnitellusti ilman turhia tuotannon pysähdyksiä. Työ suoritettiin Jujo Thermal Oy:n tehdastiloissa Euroopassa, mutta toimeksiantajana oli Valmet Kauttua Oy. Uuden järjestelmän avulla Valmet pystyy suunnittelemaan paperikone pysähdyksen ja hankkia tarvittavat varaosat valmiiksi.

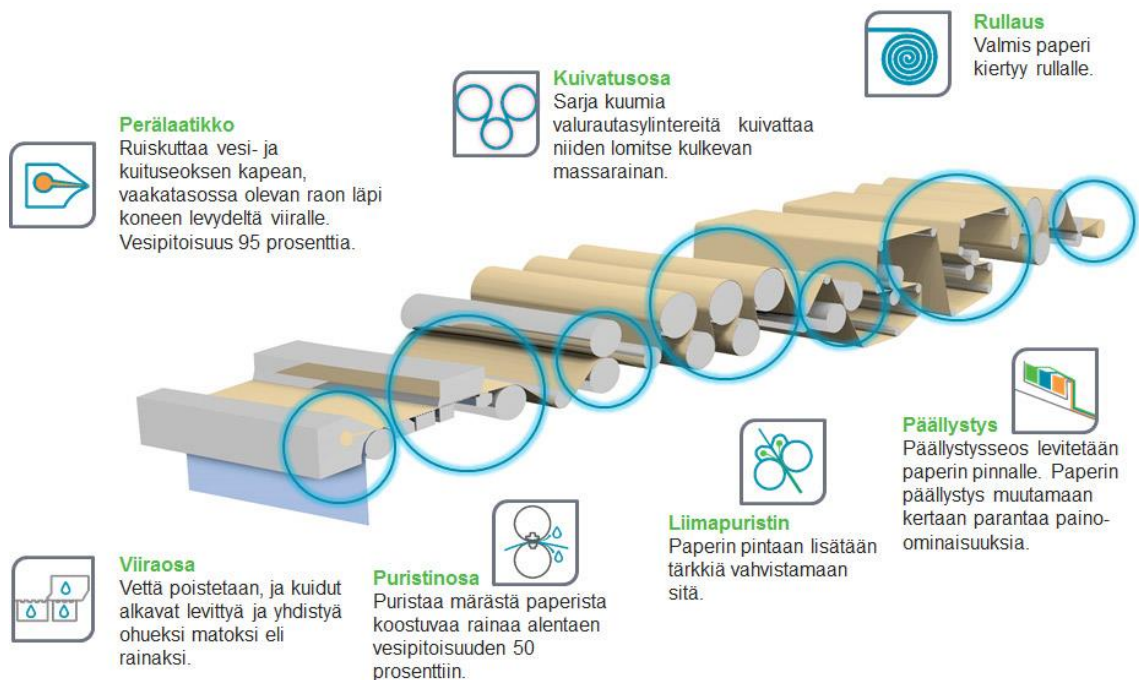
Järjestelmän hankinta-aika on pitkä, joten työnä oli asennuksen suunnittelu ja valmistelu siten, että kun järjestelmä saapuu, niin se saadaan mahdollisimman nopeasti asennettua ja otettua käyttöön. Järjestelmä hankitaan SPM Instrument Oy:ltä ja heiltä saatiin myös paljon tietoa uudesta järjestelmästä, mutta paljon myös tietoa kunnonvalvonnasta yleisesti. Teorian kirjoittaminen kunnonvalvonnasta oli haastavaa, sillä sanasto oli uutta ja se vaati jonkun verran perehtymistä. Tietoa aiheesta oli myös haastavaa hakea, sillä sitä on vähän tarjolla kirjallisuudessa ja internetissä. SPM:n antama materiaali tulikin tässä hyödyksi ja heiltä saatiin myös päivän mittainen koulutus, josta oli hyötyä opinnäytetyötä varten, mutta myös työelämää varten.

Tehtaalla on tuotannossa kaksi paperikonetta, joten työ rajattiin paperikone 2:lle. Mikäli järjestelmästä saadaan toivottu tulos, niin voidaan uusi järjestelmä investoida myös paperikone 1:lle. Suunnittelutyö tehtiin osittain yhdessä Valmet Kauttua Oy:n kunnossapidon kehityspäällikön kanssa, sekä parin muun Valmetin työntekijän kanssa.

2 PAPERIKONE

2.1 Paperikoneen yleiskuvaus

Paperin tai kartongin valmistusprosessissa (Kuva 1) sekoitetaan paperin valmistukseen valitut ja käsitellyt raaka-ainekomponentit vesipitoiseksi massaksi, joka levitetään taiseksi massarainaksi, jota sitten lujitetaan poistamalla siitä vettä. Tämän jälkeen puristetaan ja haihdutetaan rainaa voimakkaasti, jolloin lopun veden poistuessa rainasta saadaan kuivaa tuotetta. Paperin tai kartongin valmistuksesta saatava tuote käy usein vielä läpi jonkun jälkikäsittelyprosessin. (Knowpap 2020.)



Kuva 1. Paperikone ja sen osat (Valmet 2019).

2.2 Puristinosan kuvaus

Paperikoneen puristinosan tehtävänä on poistaa vesi pääasiassa puristamalla. Puristus lisää arkin kuivumista, jotta voidaan saada riittävä paperikoneen kuivauskapasiteetti ja parantaa rainan ajettavuutta kuivatusosan alussa. Puristinosalla on myös vaikutusta paperiarkin ominaisuuksiin, kuten karheuteen ja imeytymiseen, ja epäsuorasti myös koon. (Valmet 2020a.)

2.3 Mattakalanterin kuvaus

Kalanterointi on paperinvalmistusprosessin viimeinen vaihe, joka vaikuttaa paperin ja kartongin ominaisuuksiin. Kalantereita käytetään myös esikalantereina ennen pinnoitusta tai kokoa levittämistä. Kalanteroinnin päätarkoitus on parantaa paperin pintaominaisuuksia ja ohjata paksuusprofiilia. Paperipinnan ja sen rakenteen tiivistäminen parantaa pinnan ominaisuuksia, joista tärkeimpiä ovat sileys ja kiilto. (Valmet 2020b.)

3 VÄRÄHTELYMITTAUSJÄRJESTELMÄ

3.1 SPM- menetelmän historia

SPM (Shock Pulse Method) sai alkunsa 1965, kun tanskalainen laivanvarustaja palkkasi keksijän etsimään menetelmää, jolla lastauspumppujen ongelmakohdat löydetään ajoissa. 1968 iskusysäysmenetelmä SPM patentoidaan ja 1970 SPM perustetaan kehittämään iskusysäysmenetelmää. Vuonna 1980 miljoona SPM mittauspistettä on asennettu ympäri maailmaa. 1990 iskusysäys- ja värähtelymittaus (VIB RMS) yhdistetään. 1997 värähtelyanalyysin menetelmä (EVAM) kehitetään ja vuonna 2002 SPM-spektri, joka mahdollistaa iskusysäyssignaalin spektrianalyysin taajuustasolla. 2004 kehitetään Leonova-kannettava mittalaite, sekä akselinlinjauslaite nimeltään LineLazer. 2005 lanseerattiin Leonova infinity, bearing checker ja SLD-anturit, mutta myös Condmaster Nova- ohjelmisto, jonka avulla pystyttiin laitteiden parempiin kuntoanalyysihin. Ennakoivaan kunnonvalvontaan kehitettiin uusi OnLine- järjestelmä Intellinova vuonna 2008, jonka ansiosta laitteiden kunnosta saatiin säännöllisin aikaväleihin tietoa. 2010 puolestaan kehitettiin SPM HD, joka on korkearesoluutioinen iskusysäysmittaus ja jonka avulla hitaasti pyöriviä laitteita saatiin mitattua. (SPM.)

SPM Instrument on ollut mukana mittaavan kunnossapidon kehittämisessä yli neljänkymmenen vuoden ajan, ja tekevät jatkuvasti yhteistyötä asiakkaiden kanssa eri teollisuuden aloilla. SPM:n verkosto ylettyy yli viiteenkymmeneen maahan. SPM:ltä löytyy paljon teknistä osaamista, tukea ja koulutuksia, jotka auttavat pääsemään mittaavan kunnossapidon ammattilaiseksi. Strängnäsissä Ruotsissa sijaitsevat yrityksen pääkonttorin lisäksi, tutkimus- ja tuotekehityslaitos, tuotantotilat sekä koulutuskeskus ja henkilöstöön kuuluu noin 300 ammattilaista. (SPM instrument 2020f.)

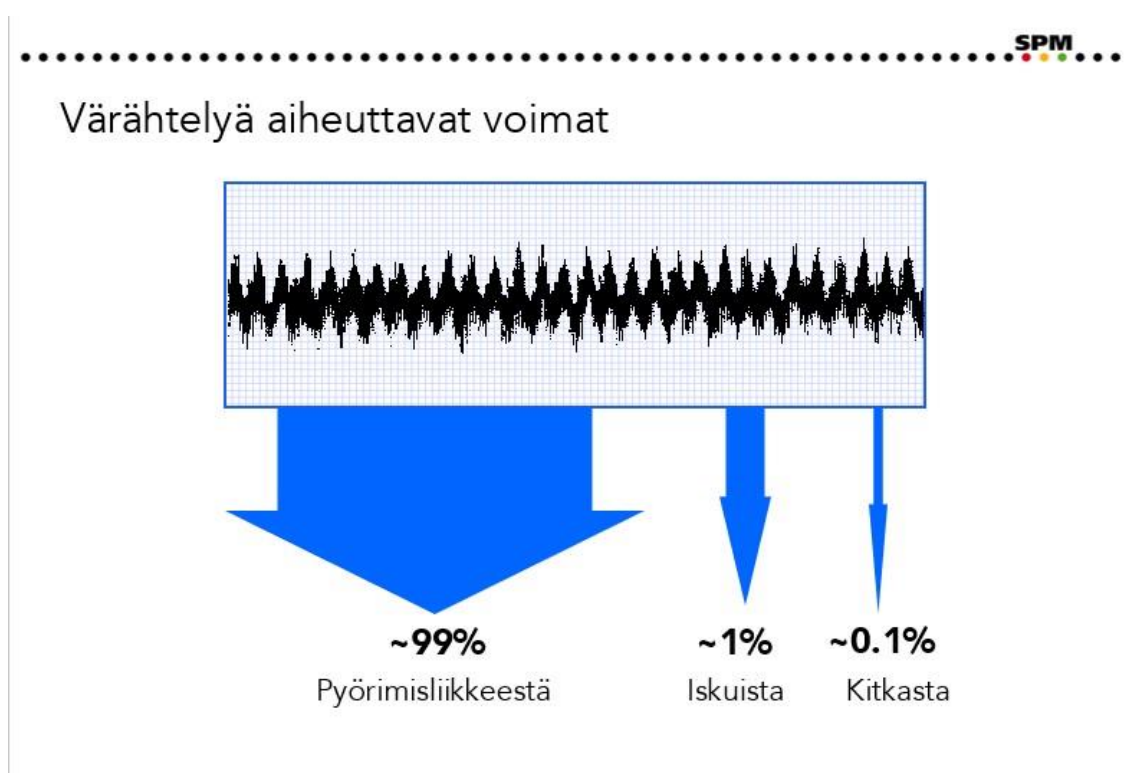
3.2 SPM- mittausmenetelmän perusteet

"Konevärähtely" on hyvin monimutkainen liike, jolla on monia eri syitä ja joita voidaan kuvata ja mitata monin eri tavoin. Värähtelyä esiintyy kaikissa koneissa, joissa on liikkuvia osia, koska osa voimasta suuntautuu koneen rakenteita vasten. Niimpä värähtely on normaalia, ja kaikki koneet ovat rakennettu kestämään vain tietyn määrän värähtelyä

ilman häiriötä. Jotta saadaan koneen kunto diagnosoitua värähtelyn seurannan avulla tulee:

- löytää sopiva tapa mitata värähtelyä ja
- päättää, mikä on normaalia ja mikä liiallista värähtelyä tietylle koneelle.

Yksi keino värähtelyn etsimistä varten on määritellä, minkä tyyppistä (kuva 2) voimaa se aiheuttaa. Useimmat teollisuuskoneet pyörivät. Epäkesko pyörimisliike aiheuttaa suuria voimia, jotka aiheuttavat värähtelyä. Tämä osuus on noin 99 % koko värähtelyn energiasta. Pyörimisliikkeen voimat ovat jatkuvia – voima ei pysähdy (kun kone on käynnissä) ja liike toistuu kerran kierroksessa. Noin 1 % koneen värähtelystä johtuu iskusta. Iskuvoimat eivät ole jatkuvia, mutta ne voivat toistua joko säännöllisin tai epäsäännöllisin väliajoin. Jäljellä oleva hyvin pieni määrä värähtelyä, noin 0,1 %, johtuu kitkavoimista. (SPM.)



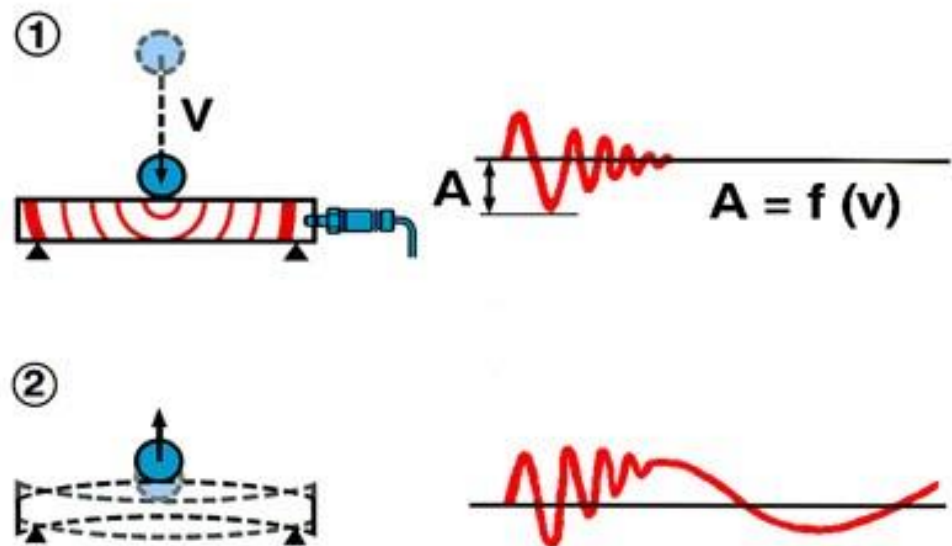
Kuva 2. Voimat, jotka aiheuttavat värähtelyä (SPM).

Periaatteessa on kaksi tapaa käyttää värähtelymittauksia koneen kunnonvalvontaan. Voidaan tarkastella kokonaisvärähtelyä, joka johtuu kaikkien koneenosien yhdistetystä liikkeestä ja mitattuna laajalla taajuusalueella. Muutokset koneen kunnossa muuttavat aikatietueen keskimääräistä amplitudia. Vaihtoehtoisesti voidaan yrittää eristää yksittäisten koneosien aiheuttaman värähtelyn. Tätä varten on muunnettava signaali aika-alue

tunnuksesta taajuus alueelle. Koska eri koneenosat liikkuvat eri nopeuksilla, ne edistävät värähtelyä eri taajuuksilla, esimerkiksi kierrosnopeus (rpm) ja sen kerrannaiset, hammaspyörän kosketustaajuus jne. Tämä näkyy värähtelyspektrissä, joka näyttää useita tyypillisiä huippuja, ja jota voidaan analysoida värähtelyn lähteen tai lähteiden löytämiseksi. Kummassakin tapauksessa mittauksen taajuusalue määräytyy värähtelyanturin lineaarisuuden mukaan. Jokaisella värähtelyanturilla on resonanssitaajuus, jolla sen lähetsignaalin amplitudi ei ole enää samassa suhteessa mitattuun signaaliin, kuin muilla taajuuksilla. (SPM.)

Isku- ja värähtelymittaus ovat kaksi erilaista tekniikkaa. Esimerkkinä kuvan 3 tapahtumasarja, kun metallipallo iskee metallitankoon. Törmäyshetkellä paineaalto leviää molempien runkojen materiaalin läpi (1). Aalto on ohimenevä (se vaimenee nopeasti). Kun aallon etupuoli osuu iskusysäysanturiin, se aiheuttaa värähtelyn iskuanturin vertailu massasta. Huippu amplitudi (A) on isku nopeuden (v) funktio. Törmäyksen seuraavan vaiheen aikana molemmat elimet alkavat väristää (2). Tämän värähtelyn taajuus on massan ja törmäys elinten muodon funktio. (SPM.)

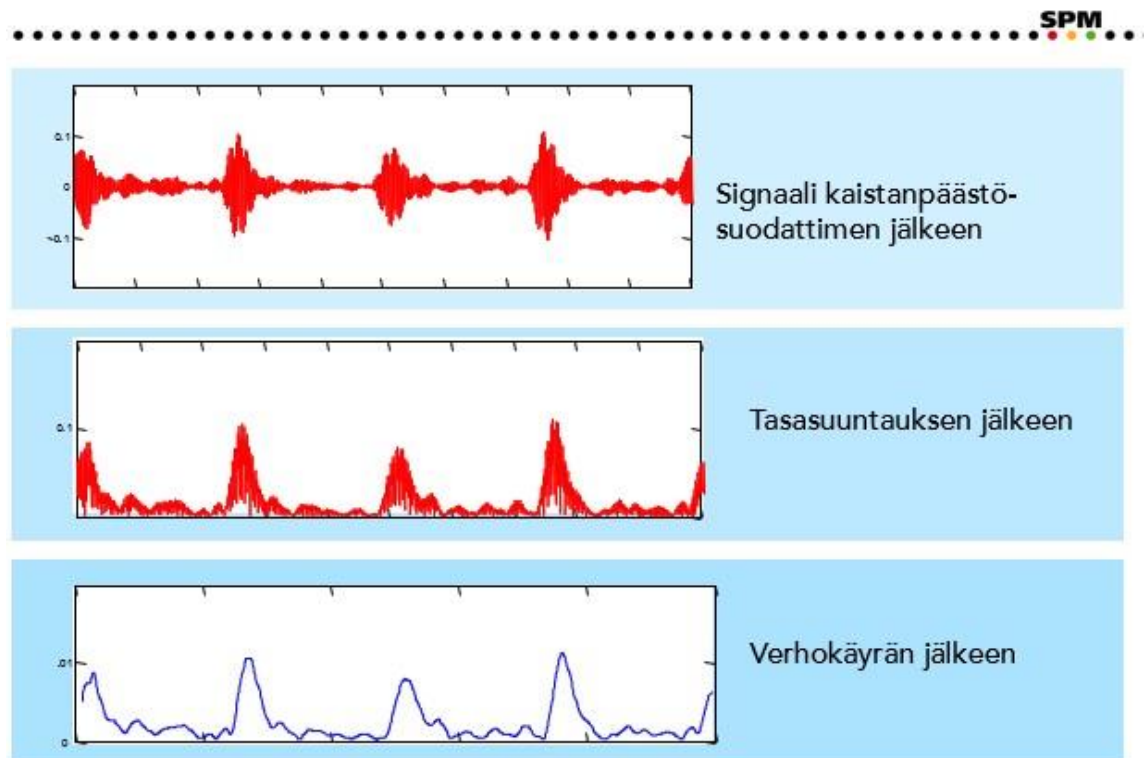
Iskusysäyksen ja värähtelyn ero



Kuva 3. Iskun ja värähtelyn ero (SPM).

Resonanssitaajuutta ympärivällä alueella voimme tallentaa aikaisignaalin, joka osoittaa selvästi vahingoittuneen laakerin tuottamat transientit (kuva 4). Jokainen isku on yksittäinen tapahtuma, mutta toistuu myös säännöllisesti, aikaväli on kun yksi kuula ohittaa

vahinkokokohdan ja kun taas seuraava ohittaa sen. Signaalia käsitellään, joka poistaa negatiiviset amplitudit ja verhoamalla, joka tuottaa hyvin määriteltyjä huippuja. (SPM.)



Kuva 4. Iskun aiheuttamat transientit kuvattuna aikajanalla (SPM).

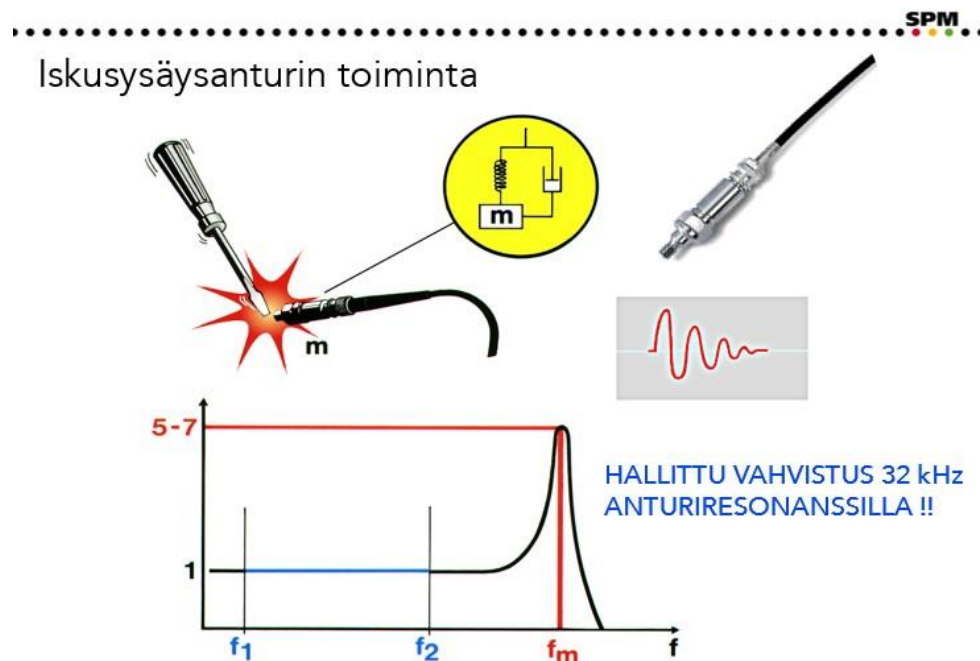
Värähtelyanalyysin käyttämä verhoustekniikka pyrkii manipuloimaan signaalia, tekemään häiriöistä näkyviä ja mitattavia taajuusalueella yksinkertaisesti siksi, että taajuusanalyysi on yleinen tekniikka, jota käytetään koneen virheiden havaitsemiseen. Iskusysäysmenetelmän tärkein vahvuus on sen erikoistuminen iskun havaitsemiseen. Iskusysäysanturi ja mittauslaite on suunniteltu mittaamaan iskun voimakkuus suoraan aika-alueella. Kaikki iskusysäysmittarit antavat lukemat sekä laajuushuiput (suurin arvo dBm) ja signaali tasohuiput (mattoarvo dBc). Yhdessä nämä kaksi arvoa voidaan kääntää suoraan laakerin kunnan tiedoksi, vain edellyttäen, että suunnilleen tiedetään laakerin koko ja nopeus, jotka voidaan syöttää SPM:n analysointiohjelmistolle. (SPM.)

3.3 Mittausmenetelmät yleisesti

SPM:n mittausmenetelmiä on useita, kuten SPM iskusysäysmenetelmä, SPM HD, VIB ja HD Env. Nykyisiä menetelmiä kehitellään kokoajan paremmaksi ja myös uusia kehitellään jatkuvasti.

3.3.1 SPM (iskusysäysmenetelmä)

Iskusysäysanturi (kuva 5) sisältää vertailumassan (m) ja reagoi vaimennetulla värähtelyllä, kun iskuaalto iskee siihen. Vertailumassaan kiinnitetty pietsosähköinen kristalli tuottaa jännitteen, kun vertailumassan liike painaa sitä. Tämä jännite on verrannollinen värähtelyamplitudille ja siten shokkiaallon energialle. Periaate on sama kuin värähtelymittauksen kiihtyvyyssantureissa. Siinä on kuitenkin merkittävä ero: kun massa on virittynyt resonanssitaajuudellaan, se värähteleä paljon suuremmalla amplitudilla, kuin millään muulla taajuudella. Värähtelymittauksessa anturi yleensä lopettaa mittaamasta paljon resonanssitaajuuden alapuolella. Shokkipulssimittarit ovat mekaanisesti ja sähköisesti viritetty toimimaan yksinomaan niiden resonanssitaajuudella 32 kHz (f_m), jossa signaali on vahvin. Tämä antaa meille erittäin herkän iskuanturin vain iskuille, mutta joka ei reagoi "normaaliin" koneen värähtelytaajuuteen. (SPM.)

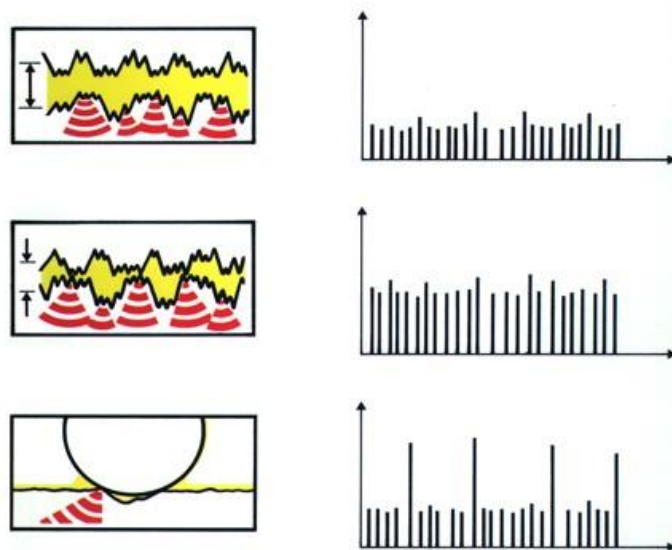


Kuva 5. Iskusysäysanturin toiminta (SPM).

Iskusysäysmenetelmä (SPM) on aina käsitellyt laakeria "iskulähteenä" eikä "värähtelylähteenä". Sen sijaan, että menetelmä yrittäisi poimia ohimeneviä iskuja värähtelytiedoista, se käyttää iskuanturia ja mittauspiiriä suoraan iskujen mittaamiseen. Tämä tekee siitä herkimmän tunnetun menetelmän laakerin kunnan seurantaan. Iskupulssit ovat ohimeneviä paineaaltoja, jotka syntyvät jokaisessa pyörivässä vierintälaakerissa koko käyttöajan ajan. Niiden voimakkuus ja kuvio liittyvät suoraan öljykalvon paksuuteen vierintäelementin ja kehän välillä, sekä laakeripintojen mekaaniseen kuntoon. Kuvassa 6 nähdään ylimmässä mittauskuviossa ehjä laakeri, sillä mattoarvo on alhainen ja keskimmissä on korkeampi mattoarvo, joten öljykalvo on rikkoutunut. Kuvan 6 alimmassa kuviossa nähdään iskujen aiheuttamat huiput, jotka johtuvat laakerin rullien osuessa laakerin pinnalla olevaan rikkoutumaan. (SPM.)



Iskusysäyslähteet



Kuva 6. Iskusysäysmittuksen kuvat analysointi ohjelmistossa (SPM).

3.3.2 SPM HD (Iskusysäysten HD-analysointi + HD-aikataso)

HD-tekniikka tarjoaa arvioidut iskuarvot vihreänä, keltaisena ja punaisena, jotka nähdään Condmaster-analysointiohjelmistolla ja tekniikka onkin vähemmän herkkä iskuhäiriöille, jotka eivät ole peräisin laakerista. SPM HD tarjoaa myös mahdollisuuden parantaa shokkianalyysijä, jotka voivat tutkia shokkilähdettä yksityiskohtaisesti. Perinteinen dBm-

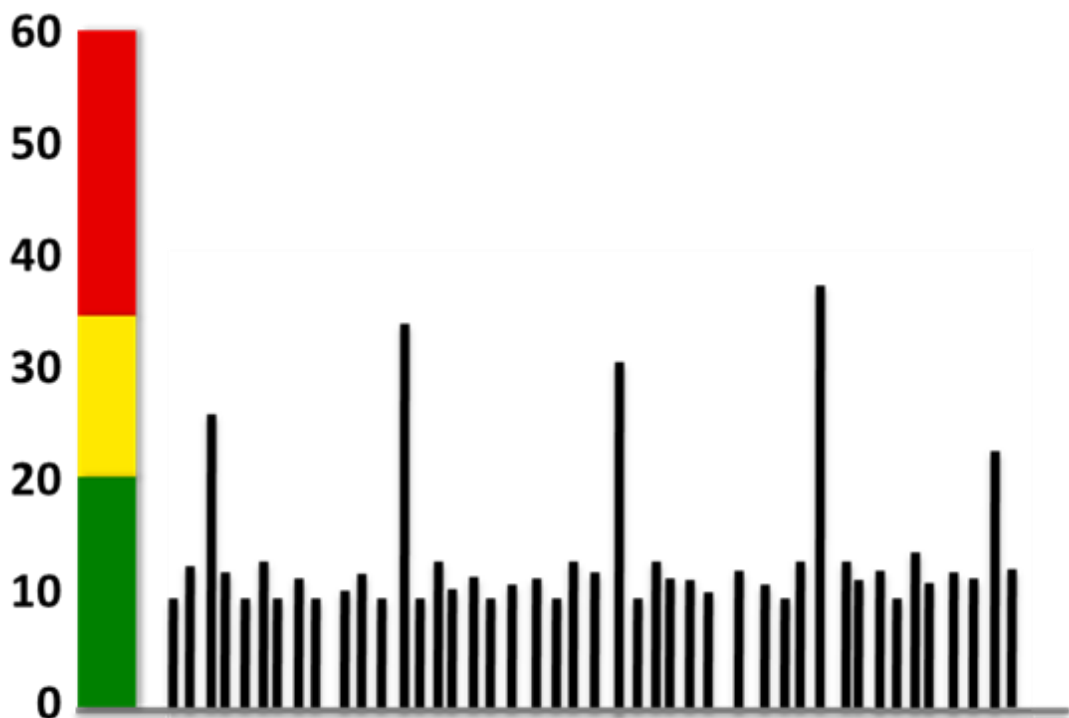
arvo ja HDm-arvo muunnetaan samalle arvolle "normaaleilla rpm-arvoilla" (kun dBi > -9). HDc käyttää samoja periaatteita kuin perinteiset iskusysäysanturit, signaali koostuu erikokoisista sähköpulsseista. Signaali mitataan tietyn ajan kuluessa, joka edustaa laakerin 50 kierrosta. Mittaustulos koostuu kahdesta desibelin asteikolla olevasta arvosta:

- HDm (desibelien enimmäisarvo): signaalin korkeimpien huippujen iskuarvo
- HDc (desibelien maton arvo): iskun arvo suuri määrä heikkoja pulsseja, jotka muodostavat melumatto signaalin.

Enimmäisarvon HDm ja mattoarvon HDc mittayksikkö ilmaistaan HDn-arvona (normalisoitu iskuarvo). Tämä on laakerin tilan suora mittausta, koska dBn-asteikko normalisoidaan laakerin koon ja vallankumouksellisen nopeuden osalta. HDn-asteikko (kuva 7) on jaettu kolmeen kuntovyöhykkeeseen:

1. 0-20, vihreä, hyvässä kunnossa
2. 21–34, keltainen, varoitus
3. 35 ja korkeampi, punainen, huono kunto

SPM:n suosittelemia vakioraja-arvoja, 21 HDn ja 35 HDn käytetään oletusarvoina kahdelle laakerihälytystasolle. (SPM.)



Kuva 7. Mattoarvot ja vikapiikit (SPM).

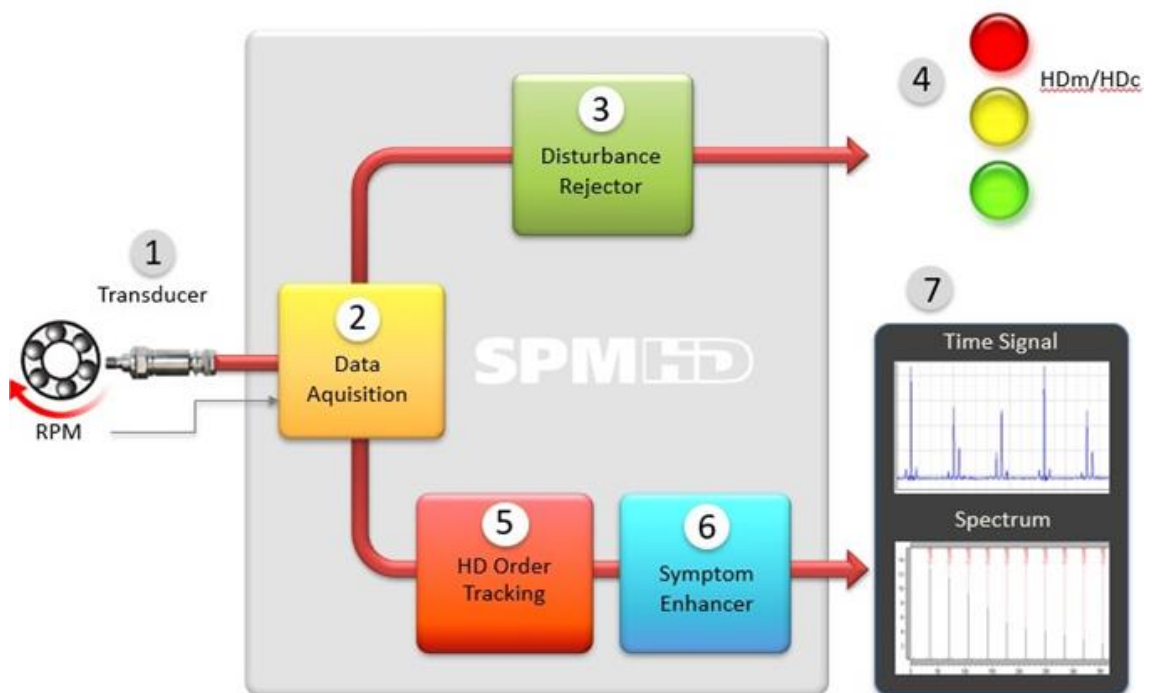
Kuntoasteikko (Kuva 8) alkaa HDi:stä nyt -40 dB ja määrittää herkkyyden siten, että vain se osa kokonaisiskun arvosta, joka liittyy suoraan laakerin toimintakuntoon, arvioidaan. HDi-arvo lasketaan automaattisesti kierrosluvusta ja akselin halkaisijasta (d). Normalisoidut lukemat ovat käteviä: laakerikunto näkyy suoraan vihreän, keltaisen ja punaisen kunnan asteikolla.



Kuva 8. SPM HD lyhenteet: HDi = laakerin alkuarvo, HDc = mattoarvo (heikot pulssit), HDm = maksimiarvo (vahvat pulssit), HDn = normaalin iskuntason yksikkö, HDsv = yksikkö absoluuttiselle iskutasolle (SPM).

Satunnaiset iskut eivät yleensä toista itseään jokaisella laakerin pyörähdyksellä, eikä niitä saa joutua iskujen normaaliin jakautumiseen. Häiriöt voidaan tunnistaa, jotta ne voidaan poistaa HD-lukemiksi. (SPM.)

SPM HD -rutiinimittauksien (kuva 9) HD-lukemia voidaan arvioida trendinä samoin, kuin perinteisellä SPM-menetelmällä ja myös näyttää aikaisignaaleja ja spektrejä, samalla kun signaalilähde auttaa tarkistamaan vian tyypin. Uusi SPM-menetelmä tuottaa huomattavasti tarkempia tietoja laakerikunnosta verrattuna värähtelyanalyysiin, sekä perinteisiin SPM-tekniikoihin, erityisesti sovelluksiin, joita käytetään pienillä kierrosluvuilla. Aikaisignaali (time signal) on erittäin hyödyllinen laakerivian tunnistamiseksi varhaisessa vaiheessa. Mittausaika säädetään rpm:n mukaan merkityksellisten tietojen tuottamiseksi, tämä on erityisen tärkeä alhaisen kierrosluvun (<40 rpm) -sovelluksille. (SPM.)

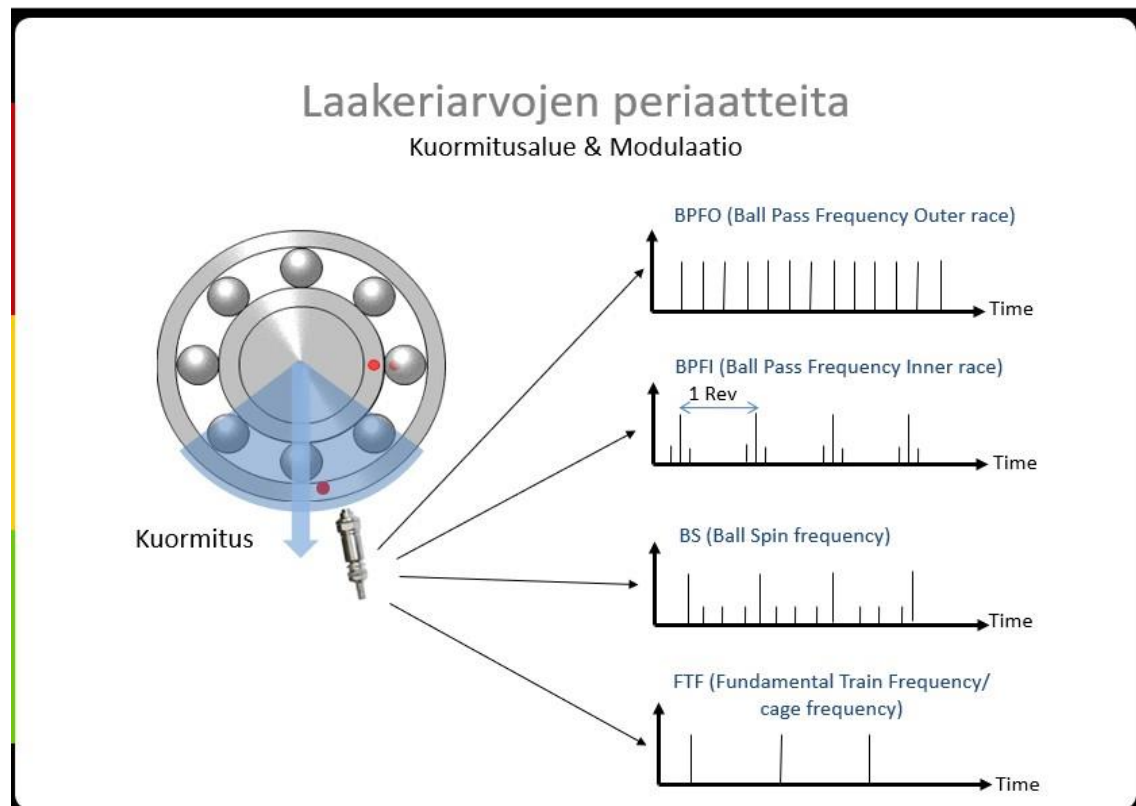


Kuva 9. SPM HD yleiskuvaus (SPM).

Laakerivian oireita ovat: sisäkehävika (BPFI), ulkokehävika (BPFO), elementin pyöriminen (BS) ja pitimen pyöriminen (FTF). Kuvassa 10 nähdään millaisia kuvioita ne tuottavat analysointi ohjelmistolle. Esimerkiksi jos,

- BPFO, elementin ohitustaajuus ulkokehällä on 2,7, niin yhden akselin pyörähdyksen aikana 2,7 vierintäelementtiä ohittaa ulkokehän vauriokohdan
- BPFI, elementin ohitustaajuus sisäkehällä on 5,3, niin yhden akselin pyörähdyksen aikana 5,3 vierintäelementtiä ohittaa sisäkehän vauriokohdan
- BS, elementin pyörimistaajuus on 2,4, niin yhden akselin pyörähdyksen aikana elementit pyörivät 2,4 kierrosta

- FTF, pitimen pyörimistaajuus on 0,4, niin yhden akselin pyörähdyksen aikana pitidin pyörii 0,4 kierrosta (SPM.)



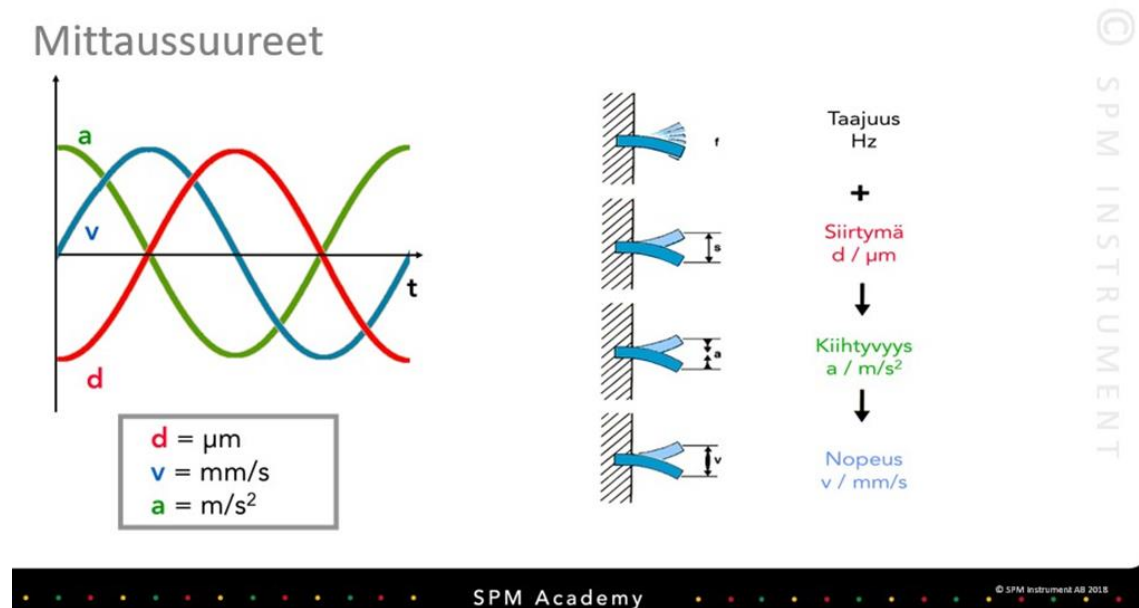
Kuva 10. Laakerivikojen tyypilliset kuviot (SPM).

3.3.3 VIB (Värähtelyn RMS-mittaus ISO:n mukaan)

Koneen jokainen osa värähtelee omalla resonanssitaajuudellaan, mikä tarkoittaa, että "koneen värähtely" koostuu monista eri taajuuskomponenteista. Värähtelyn vakavuus määritellään RMS-tasoiseksi värähtelynopeudeksi mitattuna 3–1000 Hz:n taajuusalueella ISO 10816 -standardin mukaisesti. Sen sijaan, että mitataan ohimenevää amplitudia yhdellä suurella taajuudella, värähtelyn vakavuuslukema edustaa kaikkien värähtelykomponenttien keskiarvoa laajalla ja verrattain alhaisella taajuusalueella. Värähtelyn vakavuus liittyy suoraan koneen värähtelyn energiatasoon ja siten hyvä osoitus koneessa vaikuttavista tuhoisista voimista. (SPM.)

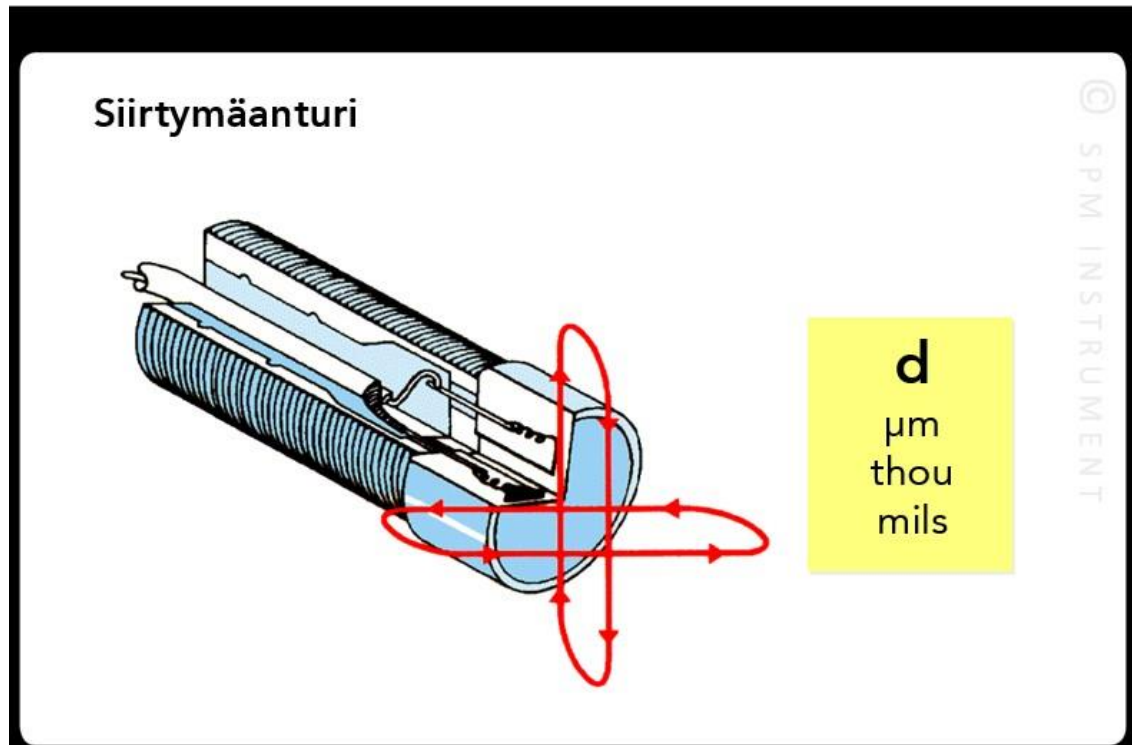
Värähtelyn määrä sekunnissa on värähtelytaajuus, mitattuna hertzinä (Hz) = sykliä sekunnissa. Koneen pyörimisnopeus on perustavanlaatuinen taajuus (esim. 1500 rpm = 25 Hz). Syklinen liike (kuva 11) voidaan mitata siirtymänä, kiihtyvyytenä, tai nopeutena.

Siirtymäamplitudi on etäisyys, jonka kohde liikkuu millimetreinä mitattuna. Osa, joka liikkuu edestakaisin, kiihtyy ja hidastuu jatkuvasti. Kiihtyvyys mitataan mm/s^2 , m/s^2 tai g :nä ($1 g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Värähtelynopeus muuttuu jatkuvasti. Huippuarvoa voidaan mitata, mutta keskiarvo antaa paremman kuvan liikkumiseen osallistuvista voimista. Värähtelyn vakavuus, joka määritellään värähtelynopeuden RMS-arvoksi, mitataan taajuusalueella 3–1000 Hz. (SPM.)



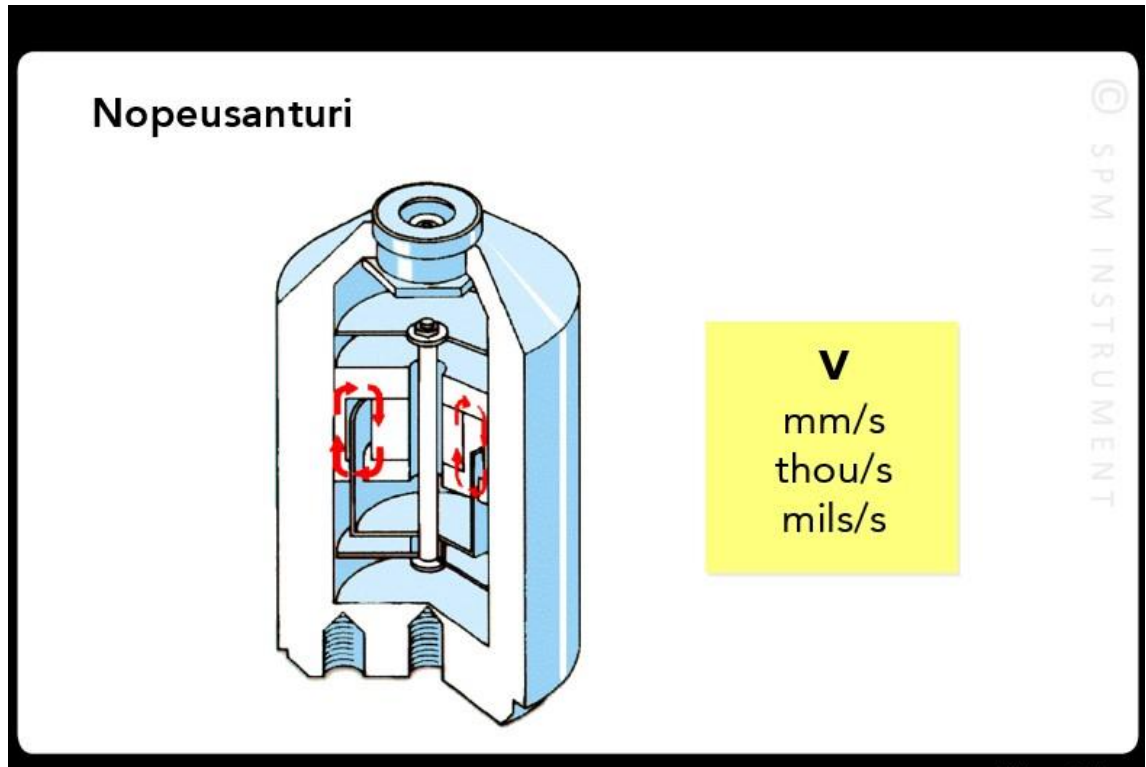
Kuva 11. Mittaussuureet värähtelymittauksissa (SPM).

Siirtymäanturit (kuva 12) mittaavat siirtymän (liikkeen pituuden) suoraan. Niitä käytetään pääasiassa holkkilaakereihin yhdessä suojajärjestelmien kanssa. Tyypillisiä käyttökohteita ovat voimateollisuuden turbiinit, sekä suuret pumput ja kompressorit petrokemian teollisuudessa. (SPM.)



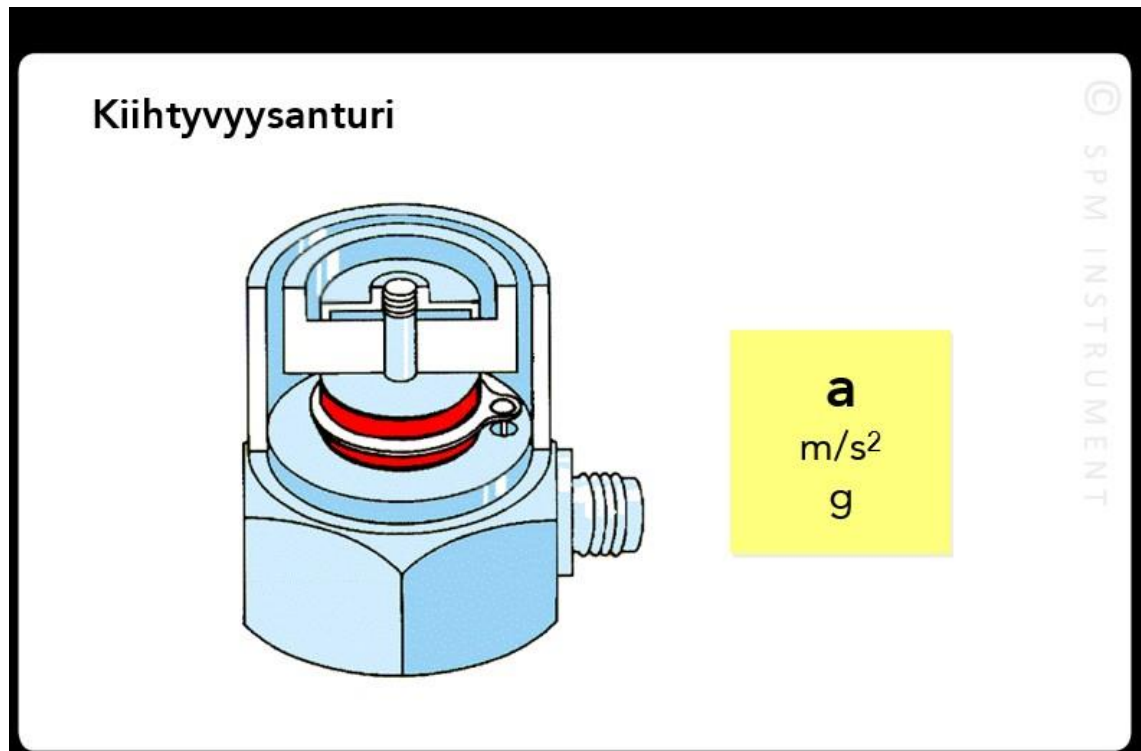
Kuva 12. SPM siirtymäanturi (SPM).

Nopeusanturit (kuva 13) on valmistettu liikkuvalla käämillä paikallaan olevan magneetin ulkopuolelle tai päinvastoin. Magneetin ja kelan välinen suhteellinen liike aiheuttaa virran, joka on verrannollinen liikkeen nopeuteen. Nopeusanturi on suhteellisen raskas ja monimutkainen ja siten kallis. Sillä on myös huono taajuusvaste, noin 10–1000 Hz, joten se on suurelta osin korvattu kiihtyvyydellä, jossa on sisäänrakennettu elektroninen integraattori, joka palauttaa nopeuden lukeman. (SPM.)



Kuva 13. SPM nopeusanturi (SPM).

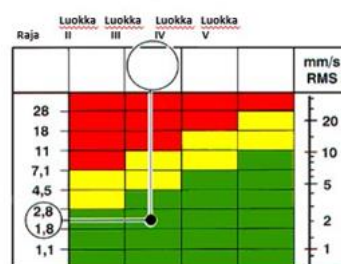
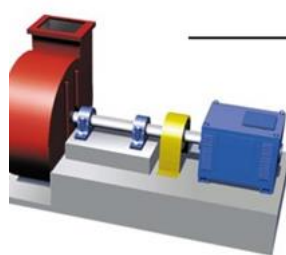
Kiihtyvyyssanturit (kuva 14) ovat yleisimmin käytettyjä värähtelyantureita. Ne ovat vankkoja ja suhteellisen edullisia. Signaali tuotetaan jousitetun vertailumassan painaessa piezo-sähköiseen kristalliin. Kiihtyvyys mitataan m/s^2 :na. Toinen yleinen yksikkö on g, painovoimavakio ($9,81 m/s^2$). Laajalti käytetty kiihtyvyyssanturi on ICP-anturi, jonka standardoitu teho on 100mV/g. (SPM.)



Kuva 14. SPM kiihtyvyyssanturi (SPM).

Kansainväliset standardit ryhmittelevät teollisuuskoneet kuuteen eri värähtelyluokkaan koneen koosta ja toiminnasta riippuen, sekä perustuksen jäykkyydestä. Useimmat teollisuuslaitoksien koneet lajitellaan kuvan 15 mukaisiin värähtelyluokkiin II, III ja IV. (SPM.)

Koneluokat ISO 2372



II Keskikokoiset koneet ilman erityistä perustaa

III Suuret koneet jäykällä perustalla

IV Suuret koneet pehmeällä perustalla

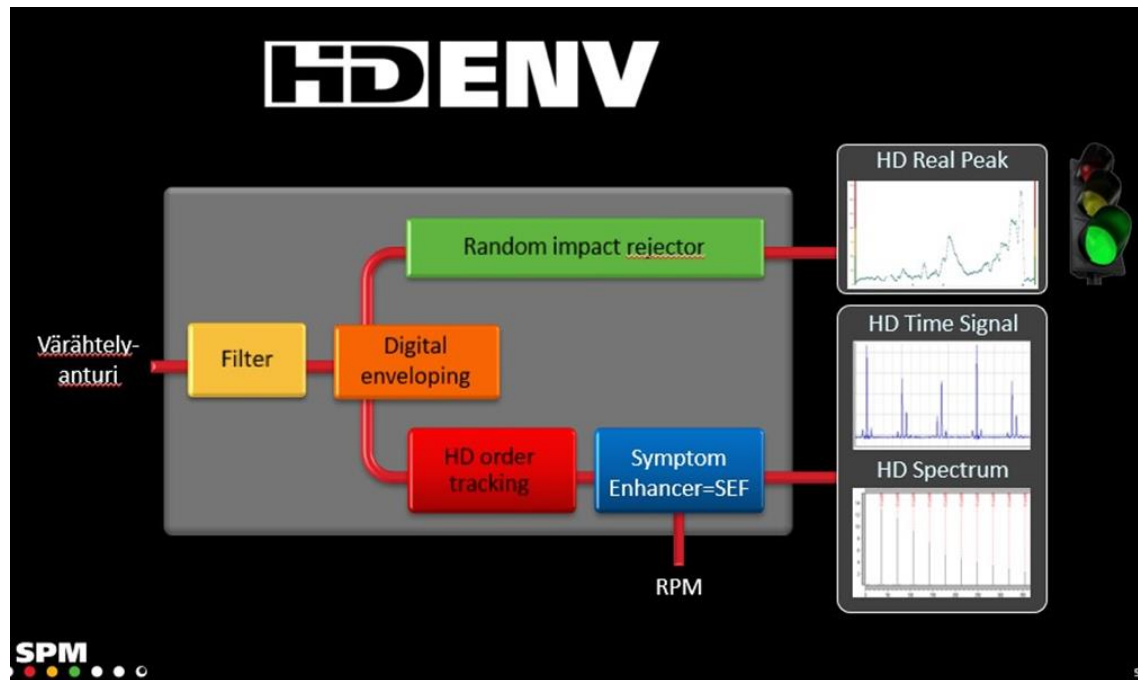
© SPM INSTRUMENT

Kuva 15. Standardoidut koneluokat (SPM).

Koneluokituksia ryhmiteltäessä tarkastellaan moottorin teho ja tyypit (sähkö, turbiini, diesel) sekä koneen koko ja perustuksen jäykkyys (betonialusta, metallirunko jne.). Esimerkiksi suurin osa kemiallisen laitoksen pienemmistä prosessipumpuista olisi II luokkaa. 100 kW:n ilmanvaihtotuuletin betonialustalla olisi luokka III. Samaa puhallinta, joka on kiinnitetty laivan vähemmän jäykälle metalli kannelle, voidaan kuitenkin pitää luokassa IV. (SPM.)

3.3.4 HD Env

HD Enveloping (kuva 16) on uusi ja patentoitu teräväpiirtoväriätekniikka varhaisen vaiheen vaihde- ja laakerivikojen havaitsemiseksi. Raaka värähtelysignaali käsitellään ensin "envelope filterillä" eli niin sanotulla verhoikäyräsuodattimella. Suodattimen tarkoituksena on poistaa matala taajuus, yleensä erittäin vahvat signaalit. Tämä on puhdas digitaalinen suodatin lähellä ihanteellista käyttäytymistä. Digitaalinen "envelope" algoritmi poimii signaalin erittäin heikot vaikutukset. Verhoikäyräsignaali syötetään "order tracking" eli kerrannaisen seuranta algoritmeihin, ja se käyttää kierroslukutietoja näytteenottotaajuuden säätämiseen nykyiseen kierroslukuun. Tuloksena on hyvin erillinen spektri ilman häiriöitä. Oireiden tehostaja eli "symptom enhancer" parantaa toistuvia signaaleja ja estää satunnaisia signaaleja. Se on erittäin hyödyllinen havaittaessa laakeri ja vaihde ongelmia. Satunnaisten iskujen hylkääminen luo vakaat trendit. Satunnaisesti esiintyvät korkeat lukemat, jotka voivat aiheuttaa väärää hälytyksiä, suodatetaan pois satunnaisen iskun hylkäysalgoritmin avulla. (SPM.)



Kuva 16. HD Env yleiskuvaus (SPM).

3.4 Kunnonvalvonta tehtaalla

Tehtaalla käytetään SPM:n Condmaster Ruby -ohjelmistoa, jonka avulla saadaan analysoitua koneista saadut mittaukset. Condmaster Ruby:lle tiedot saadaan säännöllisesti parin tunnin välein Online-mittauksien kautta, sekä kannettavan mittalaitteen avulla säännöllisesti kierrettävien mittausreittien avulla.

Condmaster Ruby on kunnonvalvonta- ja ennakoivan kunnossapidon järjestelmä. Condmaster Ruby kommunikoi kaikkien SPM:n kannettavien mittalaitteiden ja online-järjestelmien kanssa. SPM Instrument (2020e) mukaan *Condmaster Ruby sisältää tehokkaita toimintoja, kuten:*

- *SPM HD® tai iskusysästekniikka on nyt osa Condmaster alustaa ja sitä voidaan käyttää LR/HR mittauksen kanssa.*
- *Colored Spectrum Overview on historianäkymä, jolla voi tarkastella tuhansia spektrejä pidemmältä ajalta yhdessä näkymässä.*
- *Condition Manager, jolla hälytykset voidaan määrittää joustavasti niin, että ne mukautuvat automaattisesti olosuhteisiin, joissa kone kulloinkin toimii.*
- *Mittapisteiden kuvituksella mittapisteille voidaan asettaa kuvia ja valokuvia. Näitä voidaan hyödyntää useissa toiminnoissa Condmasterissa, kuten*

hälytyslistassa, graafisessa selauksessa, Colored Spectrum Overview-toiminnossa jne.

- *Korostetut mittapisteet-toiminto korostaa halutut mittapisteet ja sijoittaa ne erilliseen ikkunaan näkyville, jotta niitä on helpompi pitää tarkemmin silmällä.*
- *Spektrin vahvistus mahdollistaa turhien signaalien filteröinnin tarkemman kuvan saamiseksi olennaisista signaaleista.*
- *Trendien ja hälytysten julkaiseminen Internetissä mahdollistaa käyttäjää tarkastelemaan trendejä ja hälytyksiä useimmilla mobiililaitteilla (älypuhelimet, tabletit ja tietokoneet) ilman kirjautumista Condmasteriin.*
- *HD Order tracking-toiminto takaa erittäin tarkat spektrit huolimatta suuristakin pyörintänopeuden muutoksista näytteenoton aikana (saatavilla Leonova Diamond® ja Leonova Emerald® käsimittalaitteille sekä Intellinova® online-järjestelmälle).*

Condmaster Ruby sisältää koneen käyttökunnan arviointiin tarvittavat tiedot: laakerirekisterin, voiteluainetiedot, laakerin eliniän laskennan, SPM arviointisäännöt, ISO-raja-arvot, matemaattiset mallit spektrianalyysille ja vikaoireiden tunnistuksen, sekä paljon muuta. Ohjelmassa on verkkotoiminnot, datan vienti- ja tuontiominaisuudet, sekä täydellinen järjestelmäturvallisuus neljällä eri käyttöoikeustasolla. Sillä voidaan hallita kaikkia huoltotoimenpiteitä, luoda aikatauluja ja mittausreittejä, syöttää työnkuvia sekä luoda koneen vikatilastoja. (SPM Instrument 2020e.)

3.4.1 Online-mittaus paperikoneella

Online-mittaukset ovat käytössä vain paperikoneilla. Pääasiassa online on laitettu puristinosalle ja kuivatusosalle, sekä joihinkin yksittäisiin kohteisiin, joihin olisi käsimittauksella vaikea päästä. Online-mittauksia kerää Intellinova niminen mittauslaite, joka lähettää tiedot eteenpäin Condmaster-ohjelmaan.

Intellinovalla (kuva 17) pystytään yhdistämään monipuoliset mittaustekniikat sekä kehittyneet mittaustiedon käsittelyt. Tämän lisäksi on mahdollista muokata järjestelmää yksilöllisesti omiin tarpeisiin, joten Intellinova on joustava ja tehokas järjestelmä, joka antaa helposti ymmärrettävää tietoa koneiden käyttökunnosta. Intellinova järjestelmä keskittyy keskusyksiköiden ympärille, joita voidaan varustaa iskusysäys-, värähtely- tai analogiamittausyksiköillä. Kehittynyt tietoliikenneohjelmisto kontrolloi ja suodattaa mittauksia ja dataa sekä huolehtii kaikesta viestinnästä tietokannan ja mittausyksikön välillä.

Intellinova on todella hyvä online kunnonvalvontajärjestelmä sekä tavanomaiseen että vaativaan teollisuuteen. Intellinova-järjestelmä on suunniteltu kaikin puolin kestäväksi, sillä laitteisto on järeä ja hyvin soveltuva vaativiin teollisiin ympäristöihin ja pitkäaikaiseen käyttöön. Ohjelmiston komponentit ovat tarkkaan suunniteltuja. Intellinova on ensimmäinen SPM HD -yhteensopiva järjestelmä maailmassa, joka pystyy hyödyntämään rpm-pohjaista näytteenottotaajuutta ja algoritmeja korkeimman mahdollisen signaalilaadun sekä veitsenterävän spektrin varmistamiseksi analysointia varten. (SPM Instrument 2020a.)



Kuva 17. Tehtaalla käytössä oleva Online-keskusyksikkö.

3.4.2 Kannettavan mittalaitteen käyttö

Kannettavalla mittalaitteella saadaan mittaustuloksia kaikista tehtaan koneista, joihin päästään kiinnittämään anturi. Tehtaalla kannettavana mittalaitteena käytetään SPM:n Leonova Diamondia. Mittalaitteeseen ladataan mittauspisteet kohteista, jotka halutaan mitata. Mittaamisessa tarvitaan mittalaitteen ja anturin lisäksi myös stroboskooppi ja tarvittavat kaapelit, joilla saadaan anturi ja stroboskooppi yhdistettyä mittalaitteeseen.

Stroboskoopilla saadaan mitattua koneen nopeus, jotta pystytään analysoimaan koneesta saatavat mittaustulokset ja saadaan etsittyä viat mahdollisimman tarkasti. Koneissa olisi myös hyvä olla kiinteät mittauspinnat, joihin anturi kiinnittyy, mutta mittaus voidaan myös suorittaa siihen sopivalla magneetilla.

Leonova Diamond (kuva 18) on kannettava mittalaite, jonka tarkoituksena on käyttökunnon mittaukset vaativissa teollisuusympäristöissä. Suuret rasitukset kestävä laite lisää käyttökunnon valvontaohjelmaan tehokkaita analyysi- ja vianetsintäominaisuuksia. Kun mittausreitit tehokkuus on tärkeitä, Leonova Diamond mittalaite sisältää tehokkaan yhdistelmän hyväksi havaittuja mittaustekniikoita joka tilanteeseen. Mittalaitteessa on korkearesoluutioinen iskusysäysmenetelmä (SPM HD) laakereiden kunnonvalvontaan, värähtelytekniikka yleiseen koneen kunnonvalvontaan sekä paljon muita ominaisuuksia. (SPM Instrument 2020d.)



Kuva 18. Käsien mittauksessa käytettävät mittausvälineet.

4 MATTAKALANTERIN ANTUROINNIN SUUNNITTELU

Mattakalanterin tarkoitus on parantaa paperin tasaisuutta ja kiiltoa. Se sijaitsee paperikoneella kuivausosan jälkeen. Mattakalanterille nippi muodostuu kahdesta telasta, ylätelasta, joka on pehmeä pinnoitteinen ja alatelasta, joka on kova pinnoitteinen tela.

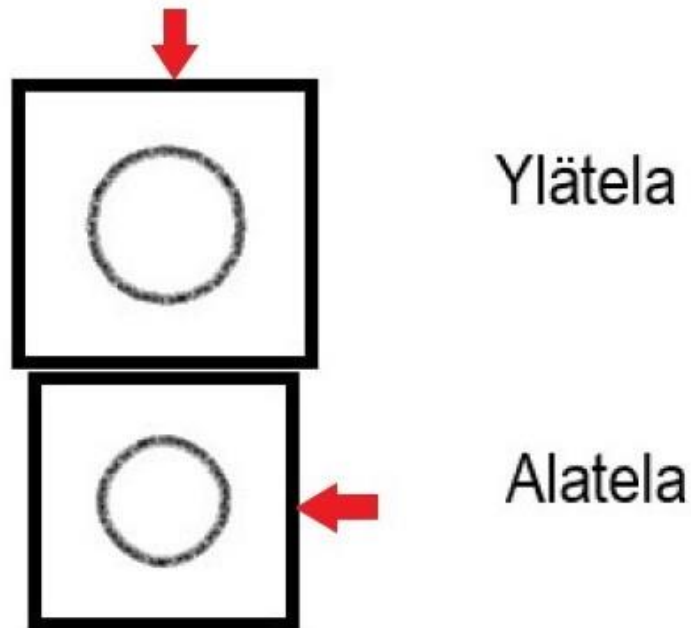
Mattakalanterilla ei ole ennen ollut Online-mittausta, vaan mittaukset ovat suoritettu käsin, jolloin mittausten aikaväli on ollut liian pitkä. Online-mittaus asennetaan teloihin, jotta saataisiin enemmän tietoa sekä telan kunnosta että laakerien kunnosta. Teloista saataisiin tietoa muun muassa telan pinnan rikkeistä, jolloin telan vaihtoa pystyttäisiin suunnittelemaan ja myös turhilta telan vaihdoilta vältyttäisiin.

Mattakalanterin anturoinnin suunnittelu aloitettiin sillä, että mietittiin, miten kaapelit saadaan vedettyä jo paikoillaan olevasta SPM Intellinova -yksiköstä teloille. Mattakalanterin molempiin teloihin laitetaan iskusysäysanturit sekä käyttöpuolelle että hoitopuolelle. Telojen käyttöpuolelle asennetaan lisäksi myös nopeusanturit. Iskusysäysanturit ja nopeusanturit sekä kaapelit ovat SPM Instrumentin toimittamia.

Iskusysäysantureita käytetään kiinteissä SPM asennuksissa laakerivalvontaan. Anturit kiinnitetään koneistettuun reikään laakeripesässä. Iskusysäysanturi muuntaa laakerin lähettämät iskupulssit elektroniseksi signaaliksi. (SPM Instrument 2020c.)

Kun tiedetään, kuinka monta kaapelia tarvitaan ja mistä kaapelit vedetään, niin mietitään vielä anturien paikat teloissa (kuva 19). Ylätelan iskusysäysanturit sijoitetaan laakeripesien päälle ja alatelan iskusysäysanturit puolestaan laakeripesien sivuun. Kaapeloinneille tehtiin myös valmiiksi putkitukset. Vaikkakin kaapelit saadaan vedettyä suurimmaksi osaksi tehtaan kaapelihyllyjä pitkin, niin koneelle vedettävä osa vaatii suojakseen teräspannut, joiden sisältä ne saadaan turvallisesti vedettyä kohteisiin. Putkitukset vedettiin siten, että niistä olisi mahdollisimman vähän haittaa tuotannolle ja kunnossapidolle. Nopeusanturi kiinnitetään nivelakselin suojaan, jotta saadaan otettua nopeus akselilta. Akseliin tehdään teräksestä pieni levy, joka toimii anturille eräänlaisena rajana, jolloin saadaan nopeus kierroksina minuutissa levyn ohittaessa anturin.

Mattakalanterin mallinnus



Kuva 19. Mattakalanterin mallinnus kuva, jossa nuolilla merkattu anturien paikat.

Jokaisella laakerityypillä on erilaiset vikataajuudet, joten kun halutaan luotettavaa tietoa mittauksista, niin tulee tietää mitkä laakerit teloissa ovat. Laakeritiedot syötetään SPM:n Condmaster Ruby -ohjelmaan, jossa saatavaa tietoa sitten analysoidaan. Analysointia varten täytyy ohjelmaan myös luoda oikeanlaiset mittapisteet, joihin lisätään laakeritietojen lisäksi myös tarvittavat mittaustekniikat, jotta pystytään tarkastelemaan haluttuja vikoja tietyillä tekniikoilla. Laakerivikoja etsiessä käytetään SPM HD:ta, HD envelopea ja värähtelyn nopeusmittausta. Tekniikoiden tarkempia asetuksia käydään tarvittaessa läpi yhdessä SPM:n kanssa.

5 PURISTINOSAN ANTUROINNIN SUUNNITTELU

5.1 Yleistä tehtaan puristinosasta

Paperikoneen puristinosana on heti viiraosan jälkeen ja siinä tarkoituksena on poistaa vettä puristamalla. Puristimessa kulkee puristihuopa, jota pitkin paperiraina kulkee puristimen läpi ja johon osa vedestä imeytyy. Puristimessa voi olla kolme tai jopa useampia teloja, jotka yhdessä muodostavat puristusnippejä, joiden välistä huopa ja paperi kulkevat.

Tehtaan puristinosaan kuuluu kolme telaa, jotka yhdessä muodostavat puristinnipit. Teloja ovat uratela, keskitela ja imutela. Näiden telojen lisäksi puristimeen kuuluu useita johtoteloja, sekä puristimen kusterstela, joka muodostaa yhden nipin imutelan kanssa. Imutelan sisällä on alipaine, jonka tarkoituksena on poistaa vettä paperiradasta. Vesi poistuu telanvaipassa eli manttelissa olevista rei'istä. Muiden telojen tarkoituksena on puristaa paperirainaa veden poistamiseksi ja paperin ominaisuuksien parantamiseksi.

Puristinosalla on jo käytössä online-mittaus, mutta sitä olisi tarkoitus päivittää, jotta saadaan tarkempaa tietoa. Nykyisellä mittaustyyllillä pystytään lähinnä seuraamaan vain laakerivikoja. Puristinosan mittaukseen uusitaan online-keskusyksikkö, joka ennen oli SPM:n standardi Intellinova-järjestelmä. Uusi keskusyksikkö on Intellinova parallel EN, joka on SPM:n uusin jatkuvan kunnonvalvonnan järjestelmä. Vanhaa keskusyksikköä ei hävitetä, vaan sitä tullaan käyttämään hyödyksi tulevaisuudessa, kun online-valvontaa laajennetaan kuivausosan teloille.

5.2 Intellinova kunnonvalvontajärjestelmä

SPM:n uusin jatkuvan kunnonvalvonnan keskusyksikkö on Intellinova Parallel EN (kuva 20), jolla pystytään jatkuvasti seuraamaan tehtaan kriittisiä laitteita ja tallentamaan asi-aankuuluvat tapahtumat heti, kun ne on mitattu. Keskusyksikköön mahtuu kuusitoista kanavaa värähtelyn tai iskusysäyksen mittaamiseksi ja lisäksi siihen saadaan kahdeksan rpm-kanavaa, joita voidaan käyttää tiedonkeruuseen koneissa, joissa on monimutkaiset käytöt. (SPM instrument 2020b.)



Kuva 20. SPM:n Intellinova parallel EN (SPM 2020b).

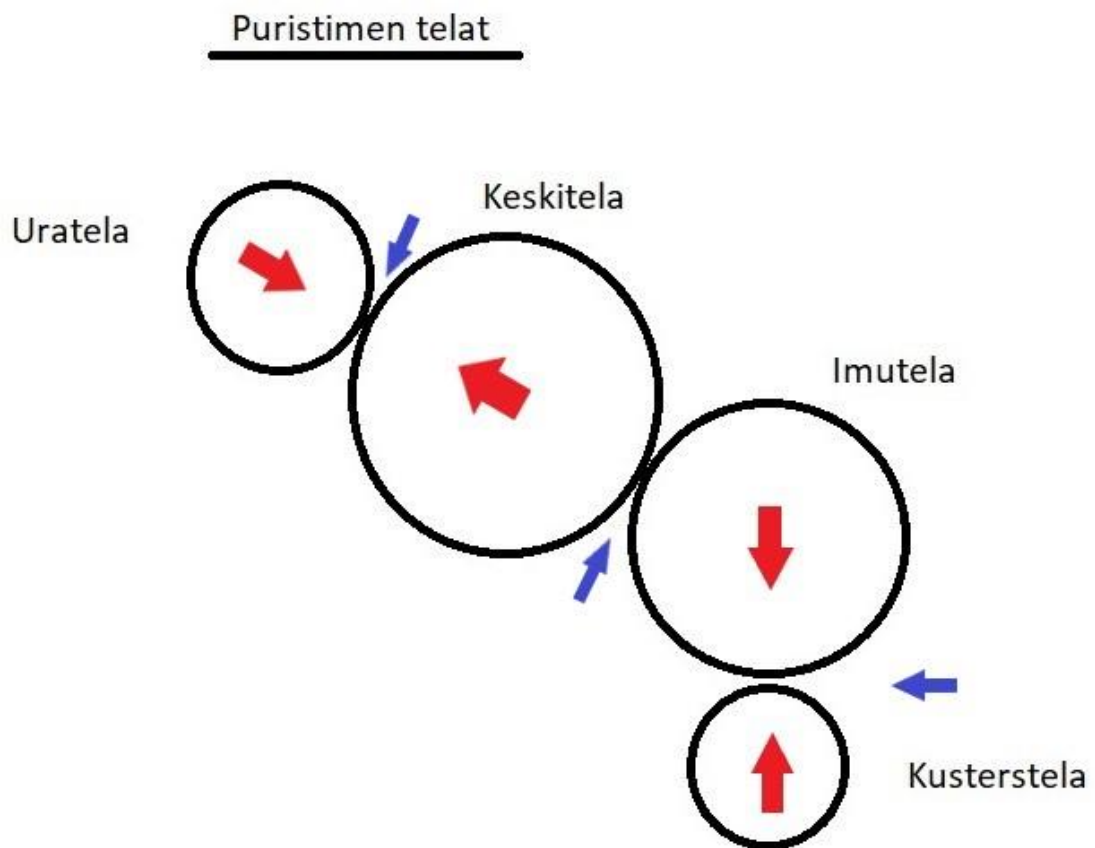
Järjestelmällä pystytään seuraamaan ja hallitsemaan prosessin ja käyttöolosuhteiden muutoksia tarjoamalla luotettavaa tilannekuvaa koneen kunnosta. Mittaustehtävät voidaan asettaa yksittäisille kanaville tai useille järjestelmäyksiköille. Condmaster-diagnostiikka- ja analysointiohjelmisto tarjoaa käyttäjän määrittämät suodatinasetukset, live-spektrit ja live-näkymät kaikkien kytkettyjen laitteiden tilasta. (SPM Instrument 2020b.)

Rinnakkaisella ja synkronisella tilanmittauksella jopa 16 kanavalla Intellinova Parallel EN on hyvä valinta, kun mittaus on aikakriittinen johtuen lyhyistä prosessijaksoista, esim. valssaamot, kiskovaunut, puristinnipit, kelauskone tai nostolaitteet, kuten nosturit tai pudotusosat. (SPM Instrument 2020b.)

Tehtaalla laakerivian hakemisen lisäksi paras hyöty uudesta valvontajärjestelmästä saadaan tarkasteltaessa puristinnipistä telan muotoa ja puristinhuovan kuntoa. Puristimen isompi huoltoseisokki on yleensä kerranvuodessa, jolloin telat vaihdetaan. Uuden mittauksen avulla voidaan saada parempaa tietoa siitä, onko telan muoto niin huono, että se tulee kerran vuodessa vaihtaa, vai voidaanko vaihto väliä pidentää.

5.3 Anturoinnin suunnittelu

Uudelle keskusyksikölle on valittuna paikka, joka on nykyistä yksikköä huomattavasti lähempänä kohdetta. Keskusyksikön paikan vaihto tarkoittaa kaapelien reitin muokkausta. Kaapelit saadaan uudelle keskusyksikölle helposti käyttämällä tehtaan kaapelihyllyjä, joten uusia putkituksia puristimelle ei tarvitse tehdä. Nykyisen yksikön ollessa lähempänä myös kaapeleita täytyy lyhentää. Anturointia ei puristimella tarvitse muuttaa, sillä niiden nykyiset paikat ovat hyvät. Kusterstelaan kuitenkin tulee uusi anturi, joka porataan laakeripesän alapuolelle. Puristimella pyritään anturi kiinnittämään telan laakeripesään siten, että se on nipin vastakkaisella puolella (kuva 21).



Kuva 21. Puristinosan malli, jossa punaiset nuolet ovat anturien kohtia ja siniset nuolet paperiradan suunta.

Kaikkiin muihin teloihin paitsi kusterstelaan tulee myös uusi nopeusanturi. Nopeusanturit kiinnitetään nivelakseliin suojiin samanlaisesti kuin mattakalanterillakin ja myös niihin tehdään teräslaput, joiden avulla nopeus saadaan mitattua. Kun anturit ja keskusyksikkö on hoidettu kuntoon, täytyy mittapistetiedot päivittää myös Condmaster ruby -

ohjelmistoon. Laakerityypit tulee olla tiedossa ja täytyy myös tietää millä tekniikalla mitäkin vikaa aletaan etsiä. Laakeriviat etsitään HD envelopella, josta käytetään kahta eri filttieriä ja niiden lisäksi käytetään värähtelyn nopeusmittausta eli velocity-mittausta. Filtereinä käytetään SPM:n ENV3 ja ENV4 filttäreitä, joista ENV4 havaitsee taajuudet 5–40 kHz ja ENV3 taajuudet 500 Hz–10 kHz. ENV4 havaitsee usein alkavat vauriot ja ENV3 havaitsee kehittyneet vauriot. Vakavat vauriot näkyvät nopeusmittauksella. Puristinhuovan mittaukseen käytetään värähtelyn nopeusmittausta. Myös telanmuotoon käytetään nopeusmittausta, mutta siinä asetuksia muutetaan, jotta voidaan mitata TSA-arvoja. Asetukset tehdään tarvittaessa yhteistyönä SPM:n kanssa.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli saada suunniteltua uuden kunnonvalvontajärjestelmän päivittäminen uuteen. Paperikoneen puristinosalle tulee uusi kunnonvalvontajärjestelmän keskusyksikkö, jolla saadaan mitattua laakerien kunnon lisäksi myös puristin huovan kuntoa sekä telan muotoa. Keskusyksikölle on määritelty tehtaalta paikka johon se kiinnitetään ja myös kaapelien uudet reitit on valittu. Puristinosalla anturit ovat jo paikallaan kaikissa muissa teloissa paitsi yhdessä, johon anturit asennetaan seuraavassa sopivassa paperikoneen koneseisokissa. Kun keskusyksikkö on paikallaan tarvitsee enää kaapelit vetää uuteen yksikköön, jonka jälkeen tehdään mittauspisteet Condmaster-ohjelmistolle.

Paperikoneen mattakalanterilla ei vielä ole antureita paikallaan, mutta keskusyksikkö on paikoillaan. Anturien asennus ja kaapelien vetäminen keskusyksikölle tehdään myös seuraavassa sopivassa koneseisokissa. Mattakalanterillekin tehdään erilliset mittauspisteet Condmaster-ohjelmistolle, jotta tietoa pystytään analysoimaan.

Ajallisesti uusi kunnonvalvontajärjestelmä saadaan nopeasti toimimaan, sillä molempien kohteiden anturien asennukseen ja kaapelien vetämiseen vaaditaan vain yksi koneseisokki. Mittauspisteetkin saadaan kuntoon parissa työpäivässä. Jos mittauksista saadaan toivottua tietoa, niin voidaan sen avulla välttää turhia telanvaihtoja, sekä mahdollisesti suunnitella koneseisokkeja telanvaihtoa ajatellen, jolloin suunnittelemattomilta koneseisokeilta vältytään.

LÄHTEET

Jujo Thermal Oy 2020. Yritys. Viitattu 11.5.2020. <https://www.jujothermal.fi/yritys/>

KnowPap 2020. Paperin ja kartongin valmistusprosessi - tiivistelmä. Viitattu 2.5.2020. http://www.knowpap.com/www_demo/suomi/paper_technology/general/5_papermaking/frame.htm

SPM. powerpoint koulutusmateriaalit 2019. (Ei julkisessa jakelussa)

SPM Instrument 2020a. Tuotteet ja palvelut - Intellinova. Viitattu 10.3.2020. <https://www.spminstrument.fi/Tuotteet-ja-palvelut/Jatkuva-valvonta/Intellinova/>

SPM Instrument 2020b. Tuotteet ja palvelut - Intellinova parallel EN. Viitattu 10.3.2020. <https://www.spminstrument.fi/Tuotteet-ja-palvelut/Jatkuva-valvonta/Intellinova/Intellinova-Parallel-EN/>

SPM Instrument 2020c. Tuotteet ja palvelut - anturit ja lähettimet. Viitattu 10.3.2020. <https://www.spminstrument.fi/Tuotteet-ja-palvelut/Anturit-ja-lahettimet/>

SPM Instrument 2020d. Kannettavat mittalaitteet – leonova diamond. Viitattu 10.3.2020. <https://www.spminstrument.fi/Tuotteet-ja-palvelut/Kannettavat-mittalaitteet/Leonova-Diamond/>

SPM Instrument 2020e. Ohjelmistot – condmaster ruby. Viitattu 10.3.2020. <https://www.spminstrument.fi/Tuotteet-ja-palvelut/SPM-ohjelmisto/Condmaster-Ruby/>

SPM Instrument 2020f. Yhtiön esittely. Viitattu 10.3.2020. <https://www.spminstrument.fi/Yhtion-esittely/Yhtion-esittely/>

Valmet 2019. Sijoittajat - paperin valmistusprosessi. Viitattu 17.3.2020. <https://www.valmet.com/fi/sijoittajat/valmet-sijoituskohteena/liiketoimintalinjat/paperit/paperin-valmistusprosessi/>

Valmet 2020a. Board and paper - pressing. Viitattu 17.3.2020. <https://www.valmet.com/board-and-paper/board-and-paper-machines/pressing/>

Valmet 2020b. Board and paper - calendering. Viitattu 17.3.2020. <https://www.valmet.com/board-and-paper/board-and-paper-machines/calendering/>