

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tutkintotyö

Timo Karjalainen

Prosessi- ja mekaniikkatiedon hallinta

Työn valvoja
Työn teettäjä
Kajaani 2005

DI Mikko Numminen
Kajaanin Metso Automation, ohjaajana DI Hannu Rautiainen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikka

Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Karjalainen, Timo	Prosessi- ja mekaniikkatiedon hallinta
Tutkintotyö	43 sivua + 2 liitesivua
Työn ohjaaja	DI Mikko Numminen
Työn teettäjä	Metso automation, Kajaani, valvojana DI Hannu Rautiainen
Hakusanat	Prosessi, mekaniikka

TIIVISTELMÄ

Sensodec on kunnonvalvontajärjestelmä, jolla pyritään ennakoimaan erilaisissa koneistoissa ilmeneviä vikoja värähtelymittausta hyväksi käyttäen. Pääasiallisesti Sensodec-tuotetta käytetään paperikoneen kunnon- ja käynninvalvontaan, mutta myös muita sovelluskohteita on olemassa. Kunnonvalvontaan tarvitaan paljon tietoa mitattavasta kohteesta. Siitä tämäkin työ sai alkunsa. Sensodecin toiminta perustuu historiatietoon (trendeihin). Mittaukset tapahtuvat pienissä ajanjaksoissa muutaman tunnin sykliajalla. Mitattu tieto tallennetaan järjestelmään ja säilytetään noin kolme vuotta.

Mekaniikkatiedon hallinta on olennainen osa Sensodec-tuotetta. Mittauksia analysoitaessa on tärkeää tietää, mitä mitataan ja minkälaisessa ympäristössä. Tämän vuoksi kaikenlainen mekaniikkatieto mittauskohteesta on ensiarvoisen tärkeää luotettavan analyysin tekemiseksi. Yleisimpiä mittauskohteita ovat laakeri- ja hammasratastiedot. Järjestelmän luotettavuus on yksi avainasioita kunnonvalvontaraportteja tehtäessä. Näiden raporttien perusteella voidaan pysäyttää jopa kokonaisia paperikoneita. Raporttien tietojen perusteella tehdään ennakoivia huoltotöitä vuosittaisten huoltojen yhteydessä.

Tiedon etsiminen tapahtui Metso Automationin sisäisten verkkojen kautta. Pohjana oli Lotus Notes -ohjelmisto, joka koostuu tietokannoista. Kaikki tieto, jota tässä työssä käsitellään, on peräisin näistä tietokannoista. Tietoa oli paljon, mutta kaikkea sitä, mitä haluttiin, ei ollut mahdollista löytää. Tulevaisuuden projektien osalta tietojen kerääminen, niiltä osin kuin se on Metson hallinnassa, olisi entistä helpompaa ja tulostaloudellisempaa, jos mekaniikkatiedon hallintaa kehitettäisiin yhteistyössä eri toimipisteiden välillä.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Automation Engineering

Karjalainen, Timo Management of mechanical and process data

Engineering Thesis 43 pages, 2 appendices

Thesis Supervisor Mikko Numminen (MSc)

Commissioning Company Metso automation, Kajaani. Supervisor: Hannu Rautiainen

Keywords Process, mechanic

ABSTRACT

Sensodec is a vibration measurement based condition and runnability monitoring system which is used to predict different kinds of failures on different kinds of machines. Mostly these machines are in paper mills, but Sensodec is also found in many other industries. The aim of this study was easier Sensodec system's database information gathering for the measured machine. Sensodec system measures for 8 seconds in cycle of 1 to 4 hours per measurement point. History trends are most important data of Sensodec. Data is saved on database for approximately 3 years.

Management of mechanical data is very important when analysing measuring results. It is important to know what is measured and conditions around it. The most common measured parts are bearings and gearwheels. Credibility is essential whilst analysing. Results of analyzing can lead to an decision to shut down measured machine, before larger failure causes emergency shut down. Utilizing knowledge of the results provides a tool to do proper preventive service

Looking of this mechanical data of Sensodec was done by using Metso's own intranet, which is based on Lotus Notes software. Lotus Notes is a software which combines different databases. Lots of information was in these databases, however still some essential information was missing. In future projects, cathering information would be easier if co-operation is developed between different business unit of Metso.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	6
2 METSO-KONSERNI.....	7
2.1 Metso Paper	7
2.2 Metso Minerals	8
2.3 Metso Automation.....	8
2.4 Metso Ventures.....	8
3 SENSODEC-ORGANISAATIO	9
3.1 Historia lyhyesti.....	10
3.2 Sensodec 6S, ajettavuuden- ja kunnonvalvontajärjestelmä	10
3.3 Järjestelmän toiminta	14
3.3.1 Sensodec-työkaluja	15
4 VÄRÄHTELYTEKNIIKAN PERUSTEITA.....	17
4.1 Yleistä.....	17
4.2 Kiihtyvyyssantureiden ominaisuuksia	17
4.3 Kiihtyvyyssanturi	18
4.4 Värähtelyanalyysi.....	19
4.4.1 Analyysin perusteet.....	19
4.4.2 Ominaisaajuudet	20
4.4.3 Tahdistettu aikakeskiarvostettu signaali	20
4.4.4 STA-esimerkki	21
4.4.5 Laakeriongelmat.....	22
4.4.6 Laakerin ulko- ja sisäkehävika	24
5 ULKOKEHÄVIKA, ESIMERKKITAPAUS.....	24
5.1 Kiihtyvyyssignaali 0 ... 1 000 Hz	25
5.2 Nopeusspektri 0 ... 1 000 Hz.....	26
5.3 Signaali ja spektri 0 ... 1 000 Hz	27

5.4 Kiihtyvyyssignaali 0... 10 000 Hz	28
5.5 Kiihtyvyysspektri 0 ... 10 000 Hz	29
5.6 Envelope- spektri 0... 500 Hz.....	29
5.7 Signaali ja spektri 0... 10 000 Hz, envelope-spektri 0 ... 500 Hz	30
5.7.1 Ulkokehävaurion kuvat.....	31
5.7.2 Ennakoidun huollon kustannukset.....	32
5.7.3 Äkillisen vaurion arvioidut kustannukset.....	33
6 PROSESSI- JA MEKANIKKATIEDON HALLINTA.....	34
6.1 Lähtökohdat.....	34
6.2 Metson tietokannat, Lotus Notes	34
6.2.1 Peruskäsitteet	35
6.2.2 Käyttäjät	36
6.3 Tietojen etsiminen Notesista.....	36
6.3.1 Minkälaista tietoa löytyi?	37
6.3.2 Miten tietoa haettiin?	38
6.4 Tiedon hakemisen ongelmia	39
6.5 Auric.....	40
LÄHTEET	43
LIITTEET.....	43

1 JOHDANTO

Sensodec-tuoteryhmä kuuluu Metso Automation, Process Automation Solutions -yksikköön. Sensodec on värähtelymittaukseen perustuva kunnonvalvontajärjestelmä, jota toimitetaan paperiteollisuuteen ja energiantuotantoon kunnon- ja käynninvalvontajärjestelmäksi. Valvontajärjestelmien tuottamien tulosten analysoinnissa tarvitaan valvottavan koneen mekaniikkatiedot ja usein myös tietoja prosessin tilasta. Luotettavan tiedon saanti ja tiedon tallentaminen järjestelmään ovat avainasioita sovellustukityössä. Tarkoituksena on kehittää tätä osa-aluetta niin, että Sensodecin tarvitsemat mekaniikkatiedot ja niiden hankintatapa määritellään osaksi normaalia suunnitteluprosessia.

Tässä työssä käsitellään myös värähtelyn perusteita ja tutustutaan Sensodec-tuotteeseen. Tarkoituksena on antaa yleisluonteinen kuva, minkälainen järjestelmä Sensodec on ja kuinka sitä käytetään joka kunnonvalvontatyössä. Työ antaa kuvan myös järjestelmän rakenteesta ja siitä, kuinka signaali tuodaan anturilta aina näyttöpäätteelle asti. Signaalin tulkintaa käydään esimerkein läpi oikeassa ongelmatilanteessa, eli miten ongelmat näkyvät järjestelmässä ja kuinka mitattavia signaaleja analysoidaan.

2 METSO-KONSERNI

Metso-konserni toimii maailmalaajuisesti ja sillä on myynti- ja asiakaspalveluyksiköitä yli 63 maassa, Etelä- ja Pohjois-Amerikassa, Aasiassa, Australiassa ja Afrikassa. Metso-konserni on yksi Suomen suurimmista yrityksistä. Se koostuu neljästä eri liiketoiminta-alueesta. Ne ovat **Metso Paper**, **Metso Minerals**, **Metso Ventures** ja **Metso Automation**. /3/

2.1 Metso Paper

Metso Paper toimittaa kuitu- ja paperiteollisuuden prosesseja, koneita, laitteita ja niihin liittyviä asiantuntija- ja huoltopalveluja. Yhtiön toiminta kattaa koko prosessin elinkaaren uusista tuotantolinjoista ja niiden uudistuksista aina erilaisiin palvelu- ja huoltotoimintoihin saakka. Metso Paperin tuotevalikoima on alansa laajin ja käsittää koko tuotantoketjun massan valmistuksesta rullan pakkaukseen saakka. Metso Paperin palveluksessa työskentelee maailmanlaajuisesti noin 8600 henkilöä.

Metso Paperin Paperit-liiketoimintalinja on alansa johtava elinkaariratkaisujen toimittaja. Maailmanlaajuisen läsnäolon ja paikallisten verkostojensa kautta Paperit-liiketoimintalinja toimittaa asiakkaiden tuotantoprosessien koko elinkaaren aikana tarvitsemat huoltopalvelut, prosessien tehostamishankkeet, koneuudistukset ja uudet prosessilinjat.

Metso Paperin Kartongit-liiketoimintalinja tuottaa tekniikkaa, prosesseja ja laitteita ulko- ja sisäpakkaukскарtonkien tuotantoon. Näitä elinkaarituotteita ovat huolto, prosessiparannukset, modernisoinnit ja uudet koneet.

Metso Paperin Pehmopaperit-liiketoimintalinja tuottaa tekniikkaa, prosesseja ja laitteita pehmopaperien tuotantoon. Näitä elinkaarituotteita ovat huolto, prosessiparannukset, modernisoinnit ja uudet koneet.

Metso Paperin Kuidut-liiketoimintalinja on alansa johtava ympäristöystävällisen teknologian toimittaja. Sen tuotevalikoima kattaa kaikki kemiallisen ja mekaanisen massanvalmistuksen sekä kierrätyskuidun tuotantoteknologiat. /3/

2.2 Metso Minerals

Metso Minerals toimittaa kiven- ja mineraalienkäsittelyjärjestelmiä louhoksille, kaivosteollisuudelle, murskeentuottajille ja maanrakennusteollisuudelle. Minerals työllistää noin 8000 henkilöä. Mineralsilla on tuotanto-, myynti- ja huoltoyksiköitä sekä jälleenmyyjä yli 100 eri maassa. /3/

2.3 Metso Automation

Metso Automation on erikoistunut prosessiteollisuuden automaation ja informaation hallinnan sovellusverkkoihin ja järjestelmiin sekä kenttä säätöratkaisuihin ja palveluihin, jotka kattavat tuotteiden koko elinkaaren. Merkittävimmät asiakasteollisuudet ovat sellu- ja paperiteollisuus, sekä energiantuotanto ja hiilivetyteollisuus. /3/

Yhtiö toimii maailmanlaajuisesti ja sillä on myynti- ja asiakaspalveluyksiköitä 36 maassa Euroopassa, Etelä- ja Pohjois-Amerikassa, Aasiassa, Australiassa ja Afrikassa. Metso Automationin vuoden 2004 liikevaihto oli 535 miljoonaa euroa, josta viennin ja ulkomaantoimintojen osuus oli n. 81 %. Henkilöstön määrä on noin 3 300. /3/

Process Automation Systems -liiketoimintalinja kehittää ja toimittaa automaation ja tiedonhallinnan sovellusverkkoja ja järjestelmiä sekä ratkaisujen elinkaaren kattavia palveluja. /3/

Field Systems -liiketoimintalinja kehittää ja toimittaa useille teollisuudenaloille soveltuvia virtausensäätöratkaisuja, automaattisia ja manuaalisia säätöventtiileitä, analysaattoreita ja erikoissensoreita. /3/

2.4 Metso Ventures

Metso Ventures koostuu Metso Panelboardista, Metso Powdermetista, Metson valimoista sekä Valmet Automotivesta. Metso Panelboard on yksi maailman suurimmista levyteollisuuden laite- ja jälkimarkkinapalvelujen toimittajista. Se suunnittelee ja toimittaa niin kokonaisia tuotantolinjoja kuin yksittäisiä laitteitakin levyteollisuudelle kuitu-, lastu- ja OSB-levyjen

valmistukseen sekä näitä tukevia jälkimarkkinapalveluja. Sen tärkeimmät asiakastoimialat ovat huonekalu- ja rakennusteollisuus. Metso Powdermet kehittää materiaaliteknologian ratkaisuja sellu- ja paperiteollisuudelle, kiven- ja mineraalienkäsittelyyn, kierrätysprosessieihin, öljy- ja kemianteollisuudelle, sähköntuotantoon sekä offshore-sovelluksiin. Metson kolme valimoa Suomessa ja Ruotsissa valmistavat erilaisia komponentteja ja valuja, kuten sylintereitä ja teloja, laivamoottoriblokkeja, murskainten runkoja ja kulutusosia, tuulimyllyjen napoja ja potkurin lapoja. Valimot palvelevat sekä Metson sisäisiä että ulkoisia asiakkaita. Valmet Automotive on Euroopan merkittävimpiä erikoisautojen sopimusvalmistajia. Nykyisin se valmistaa Porsche Boxster -urheiluautoja saksalaiselle Porsche AG:lle. Sen tehdas sijaitsee Uudessakaupungissa.

/3/

3 SENSODEC-ORGANISAATIO

Sensodec 6S -tuote kuuluu nykyään Metso Automationin organisaatioon, tarkemmin Process Automation Systems -liiketoimintaan (PAS). Sen toimipiste on pääasiallisesti Kajaanissa, mutta toimintaa löytyy myös Tampereelta ja Jyväskylästä. Työntekijöitä tuotteen parissa on 35, jotka jakautuvat pääasiassa projekteihin, logistiikkaan ja tuotekehitykseen. Viisi henkilöä on kiinteästi muualla kuin Suomessa. Näistä yksi on Keski-Euroopassa, yksi Kiinassa, yksi Koreassa ja kaksi Pohjois-Amerikassa. Logistiikan osuus on neljä työntekijää, jotka hoitavat varastoinnin sekä lähtevän ja tulevan tavarantoiminnan. Projektointi kattaa kahdenkymmenen työntekijää ja yhden esimiehen. Projektointi-osasto toimittaa Sensodec-järjestelmää ympäri maailman. Se tekee järjestelmän asiakkaan vaatimusten ja tarpeiden mukaan Kajaanissa, minkä jälkeen järjestelmä otetaan käyttöön tehtaalla. Myös dokumentointi jää projektin hoitajien vastuulle. Loput henkilöt kuuluvat tuotekehitykseen ja kouluttajiin. Sensodec-tuotteen parissa on paljon ulkopuolisia työntekijöitä, ihmisiä alihankintatehtävissä. Alihankintana tehdään monet tuotannolliset asiat kuten analogia-, binääri- ja prosessorikortit. Kiihtyvyyssanturit tulevat myös ulkopuolelta. Tehtaalla kaikki asennustyöt ostetaan alihankintana. Kokonaisuutena Sensodec on monipuolinen tuote, joka työllistää ihmisiä monilta eri aloilta ja joka tarvitsee monenlaisia asiantuntijoita toimiakseen tehokkaasti.

3.1 Historia lyhyesti

Sensodec Oy perustettiin vuonna 1984. Perustamisvaiheessa Sensodec oli yksityinen yritys, mutta jo vuosien 1985-86 aikana se siirtyi osittain Valmetin omistukseen. Lopullisesti yritys siirtyi Valmetin omistukseen vuonna 1989, tarkalleen ottaen Valmet Paperikoneille. Vuonna 1999 Sensodec Oy lakkasi olemasta ja sen jälkeen Sensodec on kuulunut Valmet Automation sekä Neles Automation. Tänä päivänä Sensodec on yksi tuote muiden Metso Automaatio-tuotteiden joukossa.

Tuotteena Sensodec on uudistunut vuosien varrella. Käytännössä tuote voidaan jakaa kolmeen eri versiooryhmään. Ensimmäinen versio oli Basic. Se on yhden työpisteen järjestelmä, joka kehitettiin tuotannon tarpeisiin. Aluksi siihen kuului vain käynninvalvonta, mutta myöhemmin siihen liitettiin myös kunnonvalvonta. Sitä seurasi Advisor-järjestelmä, minkä jälkeen otettiin käyttöön 6S (The Sixth Sense), jota nykyään käytetään. Kaikkia näitä voidaan nähdä vielä maailmalla. Nykyisin kuitenkin Advisor ja 6S muodostavat suurimman osan toimivista järjestelmistä.

3.2 Sensodec 6S, ajettavuuden- ja kunnonvalvontajärjestelmä

Sensodec 6S on pääasiassa värähtelymittaukseen perustuva kunnonvalvontajärjestelmä. Se soveltuu hyvin paperi-, prosessi- ja voimalaitosteollisuuteen. Pääosin sitä kuitenkin käytetään paperikoneiden kunnonvalvontaan. Tähän päivään mennessä Sensodec-järjestelmää on toimitettu jo yli 250 asiakkaalle ympäri maailman. Kaukaisimmat toimitukset ovat Brasilia, Australia ja Uusi-Seelanti.

Sensodec mittaa kunnon-, ajettavuuden- ja voitelunvalvontaa, joko erikseen, tai kaikkia yhdessä asiakkaan tarpeen mukaan. Kaikki voidaan mitata samalla järjestelmällä ja tulokset ovat luettavissa yhdeltä päätteeltä. Sensodecilla voidaan mitata myös toisistaan erillisiä koneita ilman ongelmia. Tämä tarkoittaa, että samalla järjestelmällä voidaan haluttaessa mitata esimerkiksi paperikonetta ja erillistä kalanteria.

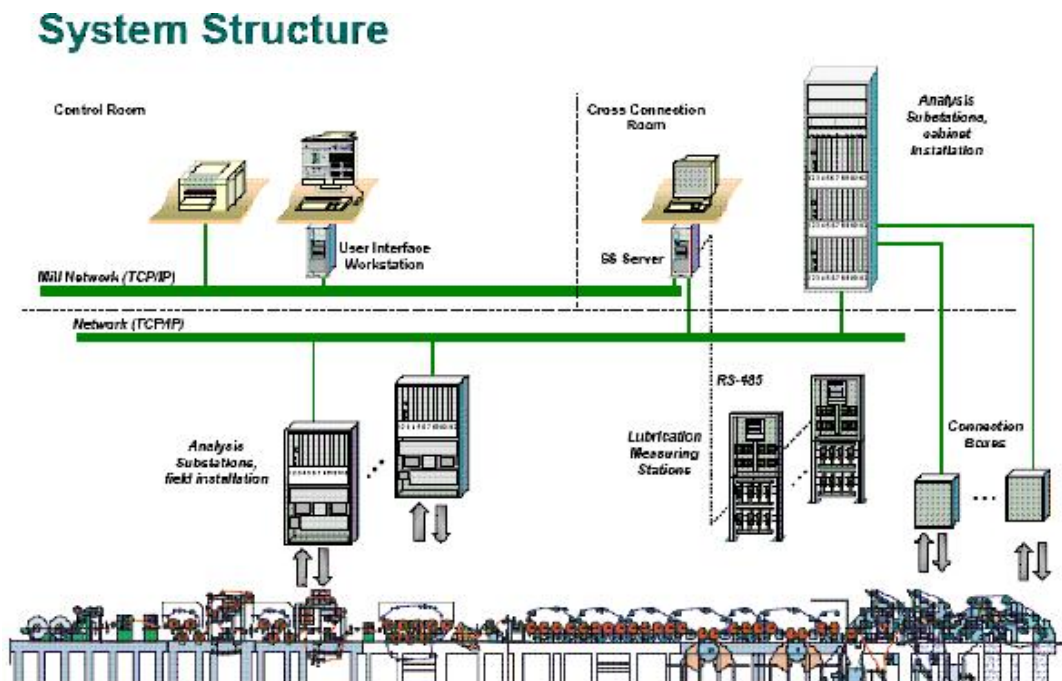
Värähtelyn mittaukseen käytetään kiihtyvyyssanturia. Kiihtyvyyssanturia on käsitelty enemmän luvuissa 4.2 ja 4.3. Kuvassa 3 on järjestelmäkaavio. Sensodecin toiminta lähtee kenttätasolta, jossa raakamittaukset tehdään. Kentällä on **kiihtyvyyssanturi** (kuva 1), joka mittaa tiettyä värähtelyä. Anturilta lähtevä kaapeli tuodaan **jakokoteloihin** (Analysis Substations), jotka sijaitsevat kentällä. Yleensä paperikoneella nämä kotelot on sijoitettu konetason alapuolelle. Jakokotelot ovat kotelaita, joissa yhdistetään anturikaapelit runkokaapeleihin. **Runkokaapelit** ovat 24-parisia kaapeleita, jotka on tuotu ristikytkentähuoneessa (cross connection room) sijaitsevaan järjestelmäkaappiin. Kaapissa sijaitsevat **ala-asetat**, jotka suorittavat itse mittauksen. Yksi ala-asema käsittää yhden **prosessorikortin**, 8-9 **analogiakorttia** ja 1-2 **binäärikorttia**. Maksimissaan kortteja voi olla 11, joten jokainen ala-asema on koottu yksilöllisesti tarpeen mukaan. Analogiakortti mittaa kentältä tulevia värähtelyjä, jotka prosessorikortti käsittelee ja lähettää tiedon eteenpäin. Binäärikortti laskee pyörimisnopeuksia, joihin yleensä kaikki mittauksen analyysit on kytketty. Tämä tarkoittaa sitä, että jos kone ei pyöri, ei mittauksia suoriteta. Tämän vuoksi lähes jokainen mittaus on sidottu johonkin binäärisignaaliin. Esimerkiksi paperikoneella käytetään yhtä **tahdistusanturia** (kuva 1) yhtä kuivaryhmää kohden. Käytännössä tahdistusanturi on kuivaryhmän käytöllä, josta lasketaan kaikkien muiden saman ryhmän telojen nopeudet.



Kuva 1. Yleisimmät anturityypit

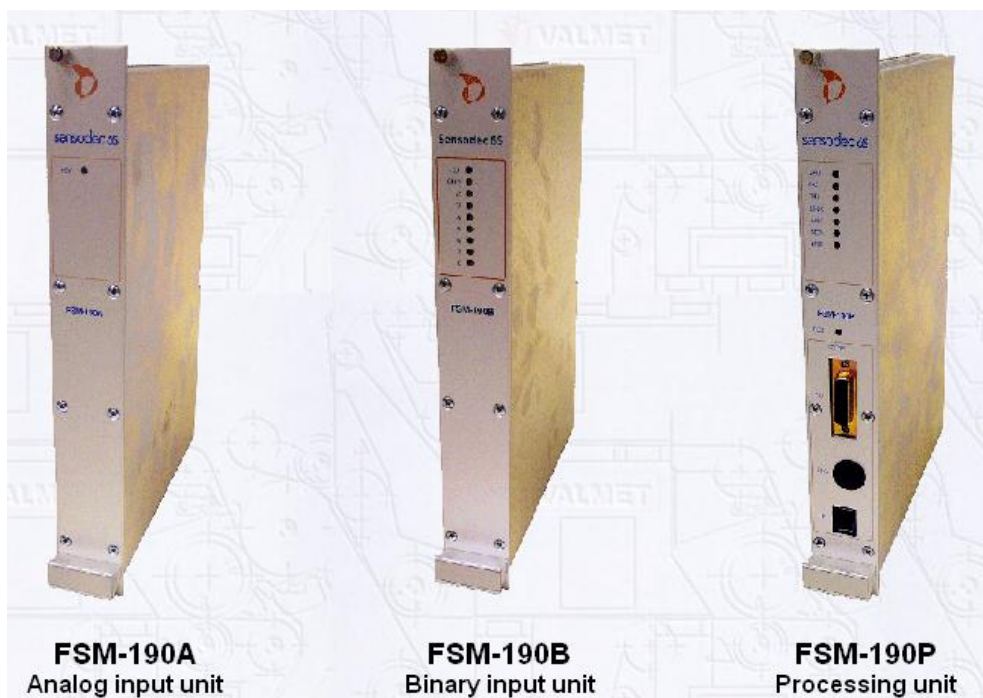


Kuva 2. Esimerkki kiihtyvyyssanturin asennuksesta



Kuva 3. Sensodec-järjestelmän rakenne

Ala-asemilta tieto kulkee normaalia tietoverkkoa pitkin serverikoneelle. Täällä tieto on luettavissa monitorilta **6S-käyttöliittymällä (6S-User Interface, 6Sui)**. Käyttöliittymällä signaalit nähdään omina mittauksinaan. Periaatekuvat tarjoavat yleiskuvan siitä, minkälaisesta ympäristöstä mittaus tulee. Järjestelmää on mahdollista käyttää myös muualla kuin serverikoneella. Näitä koneita kutsutaan 6S-käyttöliittymäkoneiksi. Ne toimivat tehdasverkkoa pitkin ja näiden koneiden määrää ei ole käytännössä rajoitettu mitenkään. Valvontaa voidaan periaatteessa suorittaa mistä vain, jos verkkoasetukset ovat kunnossa.



Kuva 4. Analogia-, binääri- ja prosessorikortti



Kuva 5. Ala-asema: 1 prosessorikortti, 6 analogia- ja 3 binäärikorttia

Voitelunvalvonta on telojen ja vaihteistojen voitelumittausta. Voitelunvalvonta tapahtuu erillisenä valvontana Senso-aseman kautta. Kentällä olevat virtausmittarit mittaavat virtauksia, jotka tuodaan järjestelmään sarjaliikennekaapelia (RS-485) pitkin serverikoneen sarjaliikenneporttiin. Tieto luetaan omalla tähän tarkoitettuun ohjelmalla ja näytetään käyttöliittymällä omana prosessinaan.

3.3 Järjestelmän toiminta

Sensodec-järjestelmä perustuu historiatietoon. Mittaukset ovat syklisiä, ja niissä sykli aika vaihtelee 1 – 4 h järjestelmän suuruuden mukaan. Mittaus tapahtuu analyysi kerrallaan ja jokaista kohdetta mitataan noin 8 sekunnin mittainen aika. Tämän vuoksi Sensodec ei huomaa mitään yllättäviä ja nopeita muutoksia. Esimerkiksi, jos jokin vieras esine putoaa paperiradalle, niin tätä ei todennäköisesti huomata telojen tai huopien värähtelyissä. Myöskään värähtelytasojen absoluuttiset arvot eivät ole olennaisia, sillä jokaisella kohteella on yksilölliset värähtelytasot. Kohteen historiatieto on esiarvoisen tärkeää, sillä juuri tähän tietoon verrataan tulevia värähtelytasoja. Tasojen nousut indikoivat yleensä tulevasta viasta. Historiatiedon perusteella määritellään myös värähtelyhälytysten rajat. Sensodec perustuu tiedon keräämiseen pitkältä ajalta, ei niinkään yksittäisiin mittauksiin.

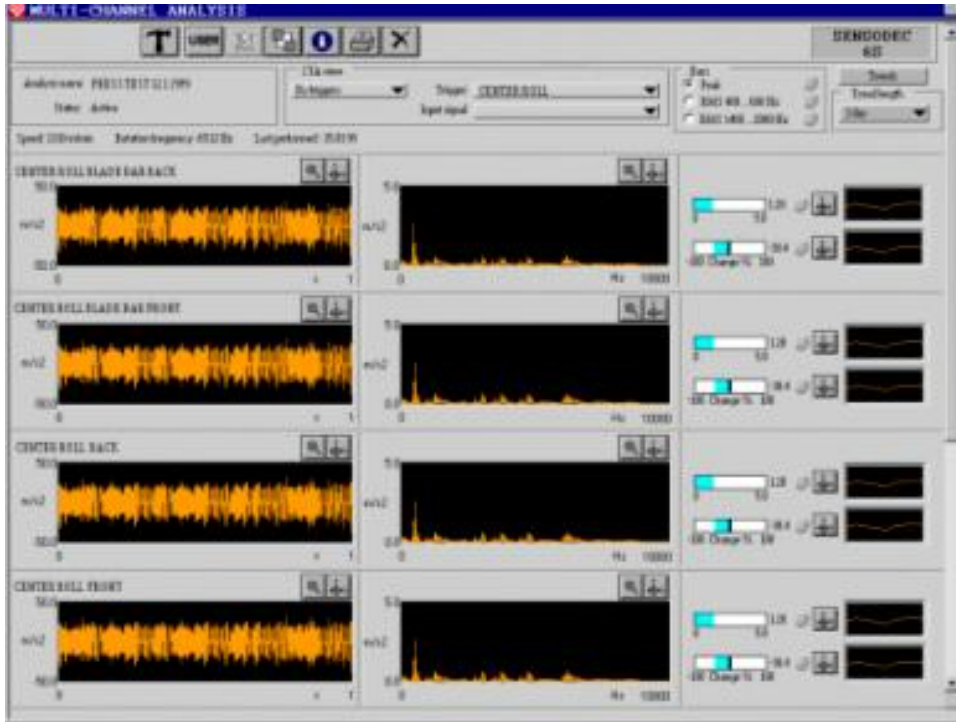
Yleisimmät mittauskohteet ovat paperikoneiden telat, vaihteiden ja moottoreiden laakerit. Myöhemmin luvussa 5 käsitellään esimerkin avulla, kuinka yhden laakerin ulkokehävika käyttäytyi järjestelmässä. Sensodec käsittää kuitenkin muitakin mittauksia kuin värähtelymittauksia. Muita ovat mm. paineenmittaus ja mittaraamista tulevat paperisuureet, kuten kosteus.

3.3.1 Sensodec-työkaluja

Sensodec-ympäristöön liittyy paljon erilaisia työkalua, jotka antavat mahdollisuuden monenlaisiin sovelluksiin. Yleisimmät työkalut ovat **SMCA** (Simultaneous MultiChannel Analysis), **RTA** (Real Time Analyser), **IAH** (Intelligent Alarm Handling). Näiden lisäksi työkaluihin kuuluvat myös **MCD** (Machine Card Database), **Felt Performance Database**, **TG coast**, **Grouping**, **User trends** ja **Comparison tool**.

RTA, reaaliaika-analysointityökalu, antaa mahdollisuuden reaaliaikaiseen värähtelyn seurantaan. Työkalu hakee tietoa suoraan ala-asemasta vapaasti valittavasti kohteesta. Värähtely nähdään suoraan ruudulla ilman viivettä. RTA mahdollistaa myös kuuntelun, jos palvelimessa on äänikortti. RTA sallii myös useamman kohteen seurannan samanaikaisesti.

SMCA on monikanavatyökalu. Tällä työkalulla vertaillaan eri prosessiosien yksittäisiä värähtelyjä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että samalle näytölle saadaan vaikkapa kuivaryhmä 1:n ja kuivaryhmä 9:n ensimmäiset kuivatussylinderit. Näin värähtelytasojen vertailu on huomattavasti helpompaa. Ero RTA-työkaluun on se, ettei tällä työkalulla voi seurata mittausta reaaliajassa, vaan mittaus täytyy käynnistää käsin.



Kuva 6. SMCA-näyttö

IAH on **muuttuvanopeuksinen hälytyskäsittely**. Yleisesti jokaisella mittauksella on omat hälytysrajat, joiden ylittyessä järjestelmä antaa hälytyksen rajat ylittävstä kohteesta. Koneella voi olla useita eri nopeuksia, jolloin värähtelytasotkin ovat erilaiset. IAH antaa mahdollisuuden asettaa rajoja nopeuden mukaan, jolloin saadaan entistä paremmin hallintaan eri nopeuksilla tapahtuvat värähtelyt.

MCD on **konekortisto**. Koska useasti paperikoneelle vaihdetaan teloja, eivät myöskään historia-trendit pidä paikkaansa. Jokaisella telalla on omat värähtelytasonsa. Telaa vaihdettaessa myös historiatiedon pitäisi vaihtua telan vaihdon yhteydessä. Konekortisto tallentaa tiedon, jos tela vaihdetaan esimerkiksi huoltoa varten. Näin jokainen tela saa aina oman historiansa ja tätä tietoa voidaan vertailla eri telojen suhteen.

Felt Performance Database on **Huopakortisto**. Tämä on lähes sama kuin MCD, mutta koskee huopien värähtelyjä.

4 VÄRÄHTELYTEKNIIKAN PERUSTEITA

4.1 Yleistä

Mitä värähtely on? Mekaaninen värähtely on liikettä tasapainoaseman ympärillä. Kun siirtymä on suuri ja liikkeen nopeus on sopiva, voi mekaanisen värähtelyn nähdä, tuntea tai kuulla.

Värähtelyä voidaan käyttää hyödyksi monella eri tavoin, esimerkiksi lajitteluprosesseissa. Usein kuitenkin värähtely koetaan haitallisena. Tässä työssä käydään läpi värähtelyyn liittyviä perusteita ja sitä kuinka värähtelyä mitataan Sensodec-tuotteella.

Värähtelyn mittauksessa käytetään pääasiassa kiihtyvyyssantureita kiihtyvyyss- ja nopeusmittauksiin, sekä siirtymäantureita siirtymän mittauksiin. Kiihtyvyys voidaan muuttaa integroimalla nopeudeksi, mistä syystä nopeusanturin käyttö on hyvin vähäistä. /1/

4.2 Kiihtyvyyssantureiden ominaisuuksia

1. Koneen kunnan indikaationa on yleisesti pidetty värähtelyn nopeutta tietyllä taajuusalueella. Siirtymä- ja kiihtyvyyssasot pitää arvioida tai laskea nopeustasosta signaalin taajuus huomioon ottaen. Siirtymätietoa ei ole helppo derivoida nopeustiedoksi, mutta kiihtyvyyssi tieto on helppo integroida nopeustiedoksi. Tämän vuoksi kiihtyvyyssanturi on yleisin anturi Sensodec-mittauksissa. /1/

2. Kiihtyvyyssantureilla on laajin taajuusvaste. Tämä mahdollistaa useiden eri vikojen (esim. telojen muotovirheet ja laakerivauriot) analysoinnin käyttämällä vain yhtä anturia. Usein onkin tilanne, jossa yhdellä anturilla mitataan useita eri kohteita. Esimerkkinä yksiportainen vaihdelaatikko, jossa on neljä laakeria. Yhdellä ensiöpuolen anturilla voidaan mitata luotettavasti koko vaihteen värähtelyt. /1/

3. Kiihtyvyyssantureilla on laajin dynaaminen alue. Näin voidaan helposti havaita tasoltaan pienetkin värähtelyt, vaikka myös voimakasta värähtelyä (esim. huopavärähtely) olisi mukana.

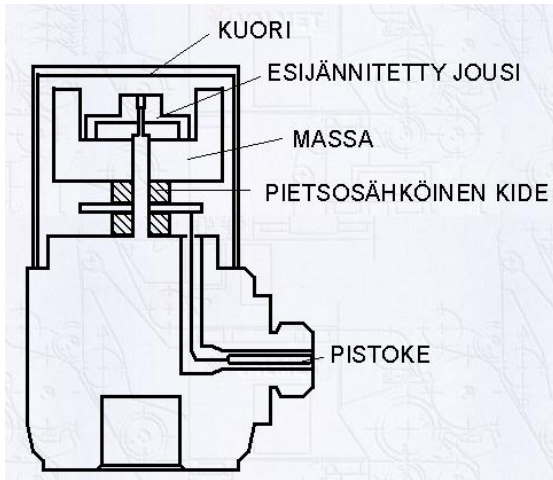
/1/

4. Kiihtyvyyssanturit ovat pietsosähköisiä antureita, joissa ei ole liikkuvia osia. Anturit ovat tärinän- ja iskunkestäviä. Näissä antureissa on sisäänrakennettu vahvistin. /1/

5. Siirtymäanturit ovat riippuvaisia liikkuvista osista ja vaativat tarkkaa linjausta ja nollausta. Yleisin ongelma onkin liukkuuko akseli vai anturi vai molemmat? /1/

4.3 Kiihtyvyyssanturi

Kiihtyvyyssanturin taajuusalue on hyvin laaja. Alimmillaan se pääsee jopa 0,7 Hz:iin ja suurimmillaan jopa 12 000 Hz:iin. Pietsosähköinen kide, jossa ei ole liikkuvia osia antaa laajimman dynaamisen alueen, ja näin ollen kestää paremmin iskuja kuin liikkuvia osia sisältävät mallit. Anturin antama signaali on helposti muutettavissa nopeustiedoksi. Tämä ominaisuus on erittäin tärkeä Sensodec-mittauksissa. Anturi on helppo asentaa sen kierrekiinnityksen avulla. Se ei vaadi yksittäistä kalibrointia, eikä muutenkaan minkäänlaista huoltoa. Anturin mennessä rikki, se on vaihdettava uuteen. Kiihtyvyyssanturi soveltuu myös hyvin tela- ja huopa-analyyysiin. Se on erittäin hyvä laakereiden ja vaihteiston värähtelyanalyysiin ja paljastaa monet vauriot hyvin aikaisessa vaiheessa. Kaikki nämä ominaisuudet yhdessä antavat hyvän mahdollisuuden luotettavaan värähtelymittaukseen. /1/



Kuva 7. Pietsosähköinen kiihtyvyyssanturi, periaatekuva

4.4 Värähtelyanalyysi

4.4.1 Analyysin perusteet

Värähtelyä esiintyy kun kone tai systeemi reagoi johonkin herätteeseen. Yleisesti katsottuna värähtelyä esiintyy aina paperikoneessa, koska koneessa on aina herätevoimia. Yleisiä herätteitä paperikoneessa ovat mm. voimat, jotka aiheutuvat telan taipumisesta, epätasapainosta, linjausvirheestä, huovan paksuus- ja tiheysvaihtelusta, laakereista, vaihteista ja telan päällystevaurioista. Mikä tila tahansa, joka aiheuttaa pyörivän kappaleen poikkeamaan tasaisesta ympyräradasta, johtaa värähtelyyn. Värähtely tulee vahingolliseksi, kun herätevoimat tai vaste ovat tarpeeksi suuria aiheuttamaan mekaanisia vaurioita ja kulumista tai vähentämään paperin laatua. /1/

Värähtelyanturi mittaa koneen vastetta, joka aiheutuu jostakin voimasta. Anturi ei mittaa suoraan voimaa, vaan sitä, miten kone reagoi voimaan. Tämä on erittäin tärkeää muistaa, sillä kaksi konetta voi reagoida täysin eri tavalla samaan herätevoimaan. Värähtelymittauksen taajuus vastaa herätevoiman taajuutta. Yleisesti herätevoimat esiintyvät komponentin (tela, pumppu, jne.) pyörimistaajuudella. Jotkut koneet ovat hyvin herkkiä reagoimaan olemassa olevaan herätevoimaan ja värähtelytasot niissä ovat korkeampia kuin jäykemmissä tai massiivisemmissä

koneissa. Olemassa olevasta herätteestä aiheutuva systeemin tai koneen vaste määräytyy rakenteen siirtofunktion mukaan. Se määrittelee herätteen aiheuttaman koneen amplitudivasteen eri taajuuksilla. Jotkut koneet reagoivat voimakkaasti tietyillä taajuuksilla ja heikosti muilla taajuuksilla. Usein siirtofunktio on samankaltainen kuin alipäästösuodatin estäen korkeataajuisen värähtelyn siirtymisen anturille. On tärkeä muistaa nämä asiat, kun verrataan eri koneiden värähtelytasoja. /1/

4.4.2 Ominaistaajuudet

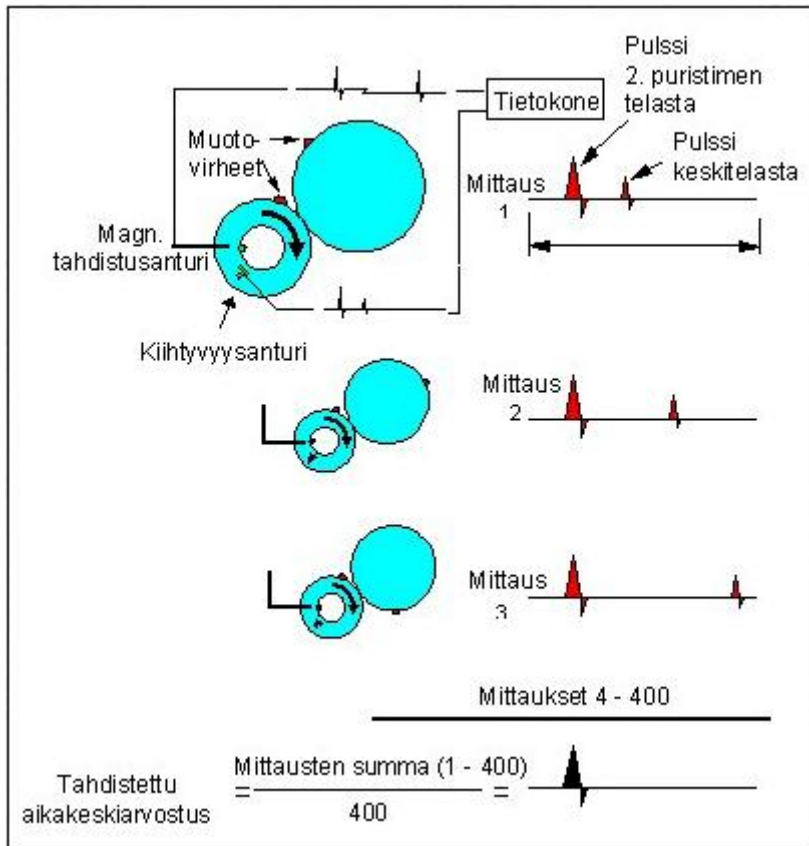
Yksinkertaisessa systeemissä kohteen ominaistaajuus määritellään sen massan ja jäykkyyden perusteella. Tätä voidaan havainnollistaa massa-jousi-systeemillä. Mitä suurempi on systeemin massa, sitä alhaisempi on ominaistaajuus. Mitä jäykempi systeemi on, sitä korkeampi on ominaistaajuus. Todellisessa systeemissä on aina mukana vaimennusta, joka vastustaa herätevoimien aiheuttamaa liikettä ja aiheuttaa vapaan värähtelyn vaimentumisen. Vaimennusta systeemissä aiheuttavat mm. kitka, hydraulisessa kuormituksessa nestevaimennus ja systeemin komponenteissa oleva jännitys. /1/

4.4.3 Tahdistettu aikakeskiarvostettu signaali

Tahdistettu aikakeskiarvostus, STA (Synchronous Time Averaging), on tekniikka, jolla voidaan vähentää mittauksen kohinatasoa ja eristää matalatasoisia signaaleja voimakkaista. Se on erittäin käyttökelpoinen etsittäessä ei-sinimuotoista (kuten iskumaista) vaihtelua. Sensodec-järjestelmä käyttää tahdistettua aikakeskiarvostusta selvittämään yksittäisten pyörivien koneiden ja komponenttien (tela, huopa, pumppu, viira, jne.) vaikutuksen kokonaisuuteen. /1/

4.4.4 STA-esimerkki

Tahdistettu aikakeskiarvostus on analyysitekniikka, jonka avulla saadaan näkyviin ainoastaan liipaisukohteen aiheuttama värähtely. Muiden komponenttien aiheuttamat värähtelyt häviävät. (ks. kuva 8.) Analysoitaessa esimerkkitapausta, kuinka paljon 2. puristintela aiheuttaa värähtelyä, on suodatettava muiden lähteiden värähtelyt pois. Tämä tapahtuu siten, että keskiarvostetaan useita mittauksia, jotka aloitetaan täsmälleen samasta kohdasta telan pyörähdystä. Mittauksen käynnistäjänä toimii tahdistuspulssi. Sensodec käyttää magneettista tahdistusta teloilla, pumpuilla ja sihteillä sekä optista tahdistusta viiroilla ja huovilla. Värähtely, joka tahdistuu 2. puristintelaan, on täsmälleen samassa kohdassa jokaisessa mittauksessa. Kaikki muu värähtely tapahtuu eri ajanhetkellä jokaisen mittauksen aikana. Kun kaikki mittaukset lasketaan yhteen ja jaetaan mittauksien lukumäärällä, saadaan lopputulokseksi tahdistettu aikakeskiarvostettu signaali. Telaan tahdistumaton värähtely tahdistetussa aikakeskiarvostetussa signaalissa lähestyy nollaa. Mitä suurempi määrä keskiarvoja otetaan, sitä lähemmäksi nollaa tahdistumattoman värähtelyn osuus lähestyy ja tuloksena saadun signaalin signaali/kohina-suhde on parantunut. Tässä tapauksessa kohinalla tarkoitetaan kaikkia niitä signaalin osia, jotka eivät tahdistu liipaisukohteeseen. /1/



Kuva 8. STA-mittauksen esimerkki. Antureina kaksi kiihtyvyyssanturia ja yksi nopeusanturi

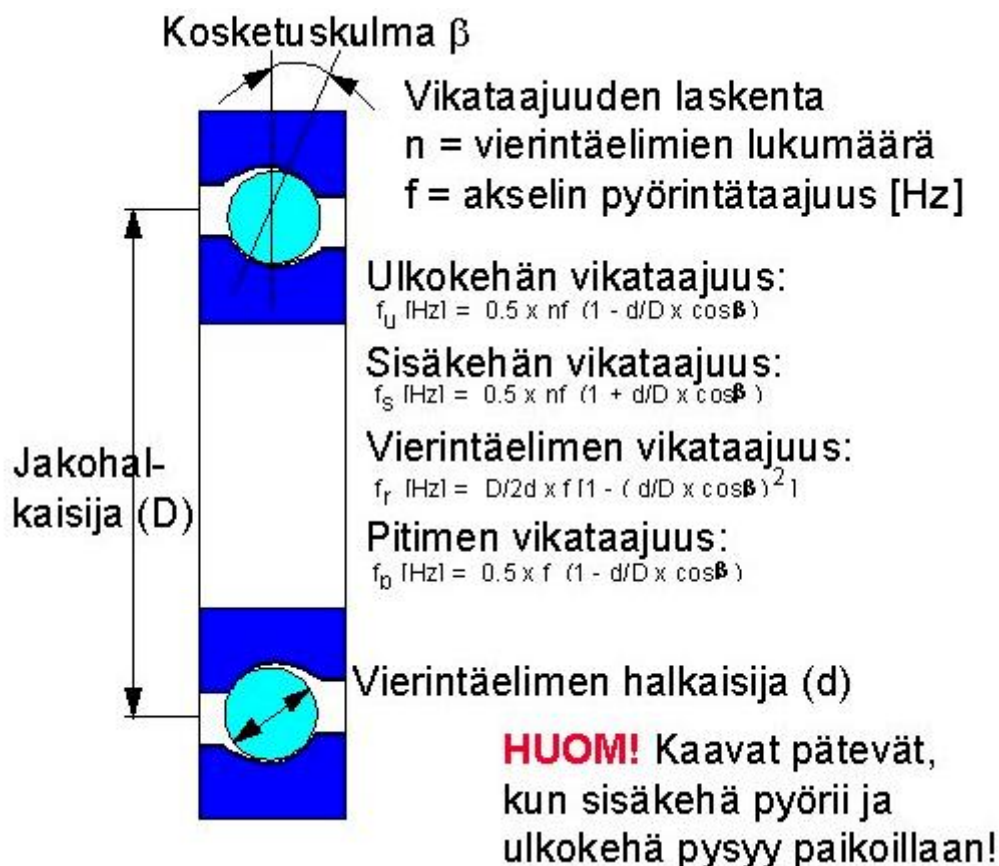
4.4.5 Laakeriongelmat

Laakerivaurio on yleinen käyttöhäiriöiden aiheuttaja. Värähtelyn kokonaistasot saattavat kuitenkin muuttua vain erittäin vähän alkavan laakerivaurion tapauksessa. Vierintälaakerin vioista aiheutuu kuitenkin värähtelyä, joka on verrannollista erilaisiin vikoihin laakerissa. Mittaamalla ja tutkimalla näitä laakerin osien ohitustaajuuksia saadaan hyvin aikaisin indikaatio tulevasta vauriosta. /1/

Laakerin osien ohitustaajuudet riippuvat laakerin geometriasta ja akselin pyörimistaajuudesta. Vauriot sisä- ja ulkokehällä aiheuttavat sarjan värähtelypulseja, jotka toistuvat säännöllisin väliajoin; aina kun vierintäelin kohtaa vaurioalueen, aiheutuu pulssi. Eri ohitustaajuuksien laskentaa varten tarvitaan seuraavat tiedot: vierintäelinten lukumäärä, jakohalkaisija, rullan

halkaisija ja kosketuskulma. Nämä tiedot ovat saatavissa laakerin valmistajalta. Laakeriviat näkyvät usein ensin laakerin osien ja laakeripesän ominaistajuuksilla sivunauhoina. /1/

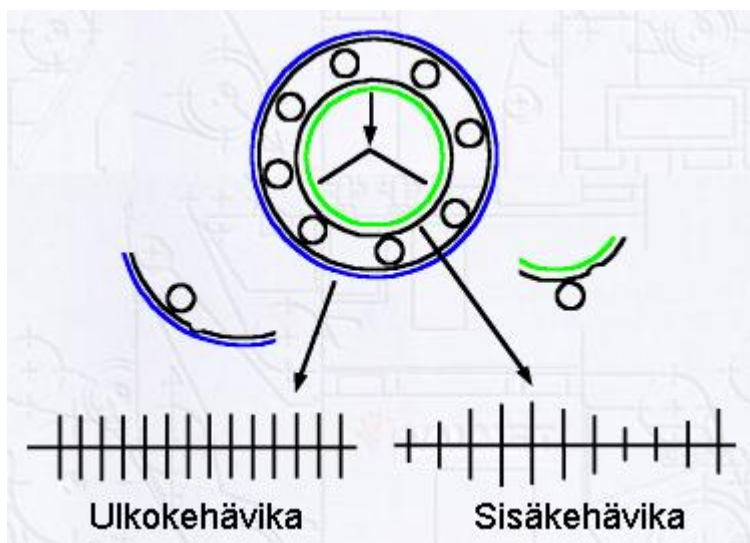
Laakerin osien ohitustajuuudet riippuvat laakerin geometriasta ja akselin pyörimistäajuudesta. Jos tarvittavia laakeritietoja on vaikea saada valmistajalta, ulko- ja sisäkehävauriot voidaan arvioida siten, että sisäkehän ohitustajuuus on 60 % vierintäelimien lukumäärän ja pyörimistäajuuden tulosta ja ulkokehän ohitustajuuus on 40 % tulosta. Laakerivaurioiden ja -ongelmien havainnointiin voidaan käyttää myös muita menetelmiä, kuten iskusysäysenergian, laakerin lämpötilan ja voiteluöljyn metallipitoisuuden mittausta. Iskusysäysenergia indikoi laakerivauriosta aikaisessa vaiheessa, mutta ei kerro, mikä osa laakerista on vaurioitunut. Laakerin lämpötilan mittaus ei anna tarpeeksi ajoissa indikaatiota laakerivauriosta. Öljyanalyysillä saa melko hyvän indikaation alkavasta laakerivauriosta, mutta mittaustapa on vaativa (puhtaus) ja mittalaitteet ovat kalliita. /1/



Kuva 9. Laakerin vikataajuuksien laskentaa

4.4.6 Laakerin ulko- ja sisäkehävikä

Kun sisäkehävikä kulkee akselin pyörähdyksen aikana kuormitetun ja kuormittamattoman alueen yli aiheutuu amplitudimodulaatio. Ulkokehävikä taas pysyy akselin pyörähdyksen aikana paikallaan ja viasta aiheutuneiden iskujen voimakkuus ei vaihtele. /1/



Kuva 10. Ulkokehä- ja sisäkehävikä

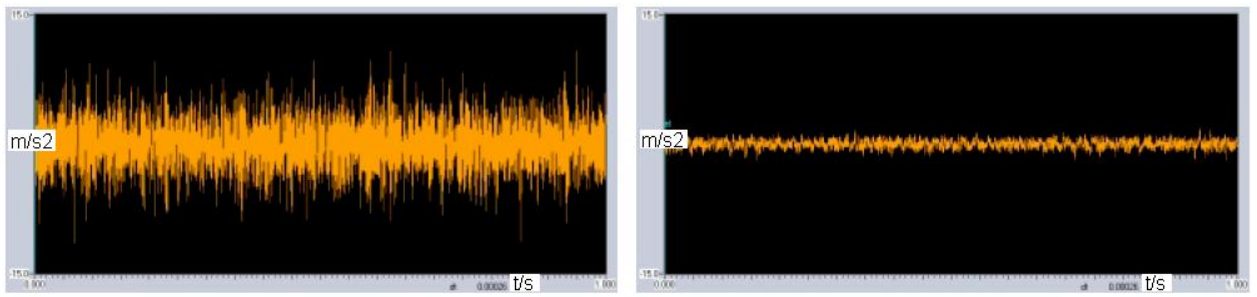
5 ULKOKEHÄVIKA, ESIMERKKITAPPAUS

Tässä esimerkissä tarkastellaan paperikoneen ensimmäisen puristinosan alahuovan johtotelaa. Tarkasteltava laakeri on käyttöpuolen laakeri. /1/

Havainnot: Käyttöpään laakerin ulkokehävikä havaittiin ulkokehän ohitustaajuuden ja ulkokehän tunnuslukujen hälytettyä. Värähtelytasot olivat muutenkin kasvaneet käyttöpään laakerilla. Ongelma ja korjaavat toimenpiteet: Laakeri vaihdettiin ja värähtelytasot palasivat normaaleiksi. Seuraavilla sivuilla esitellään vikaantuneen ja uuden laakerin mittaustuloksia sekä vertaillaan eri taajuuksilla tehtyjä mittauksia ja eri mittausten menetelmiä. Vioittuneen laakerin mittaustulokset ovat noin vuorokauden vanhempia kuin uuden laakerin vastaavat. Koneen ajonopeus oli kummassakin tapauksessa lähes sama (741 ja 756 m/min). /1/

5.1 Kiihtyvyyssignaali 0 ... 1 000 Hz

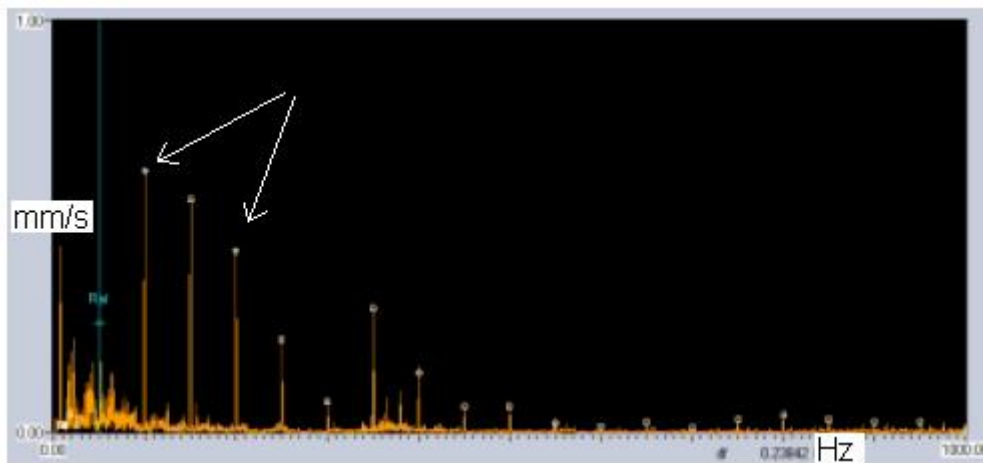
Kuvassa 11 vasemmalla on ulkokehältäään vioittuneen laakerin signaali. Oikealla on vaihdetun, ehjän laakerin signaali. Viallisen laakerin värähtely taso on huomattavasti suurempaa kuin ehjän laakerin vastaava. Signaalista ei ollut helposti löydettävissä ulkokehän ohitustaajuutta. Tämä johtui siitä, että laakerin (SKF-22320 ECC, ulkohalkaisija 215 mm, akselin halkaisija 100 mm, rullan halkaisija 29,7 mm, rullia 16 rullariviä kohti) joku rulla oli miltei koko ajan vikaantuneen alueen (halkaisija n. 15...20 mm) päällä. Rullan vierissä vikaantuneen alueen yli, siitä ei aiheutunut pelkästään yhtä iskuja, vaan suuri joukko iskuja. /1/



Kuva 11. Viallisen- ja kunnossa olevan laakerin värähtelyt.

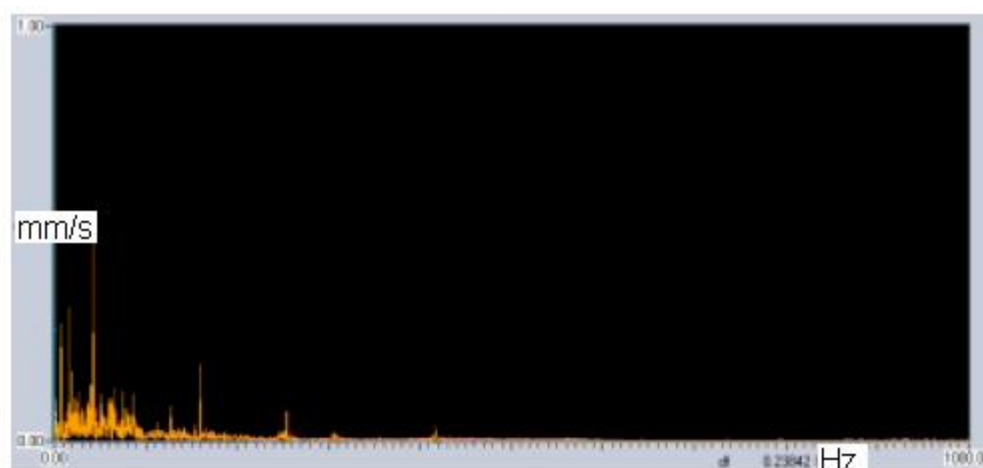
5.2 Nopeusspektri 0 ... 1 000 Hz

Kuvassa 12 on ulkokehältäään vioittuneen laakerin spektri laakerin spektri. Spektriin on merkitty siinä erittäin selvästi näkyvä ulkokehän ohitustaajuus (n. 50 Hz) monikertoineen. Tämä näkyy valkeana pisteinä piikkien päällä. Näiden valkeiden pisteiden väli on 50 Hz, eli laakerin ulkokehän ohitustaajuus. /1/



Kuva 12. Viallisen laakerin spektri.

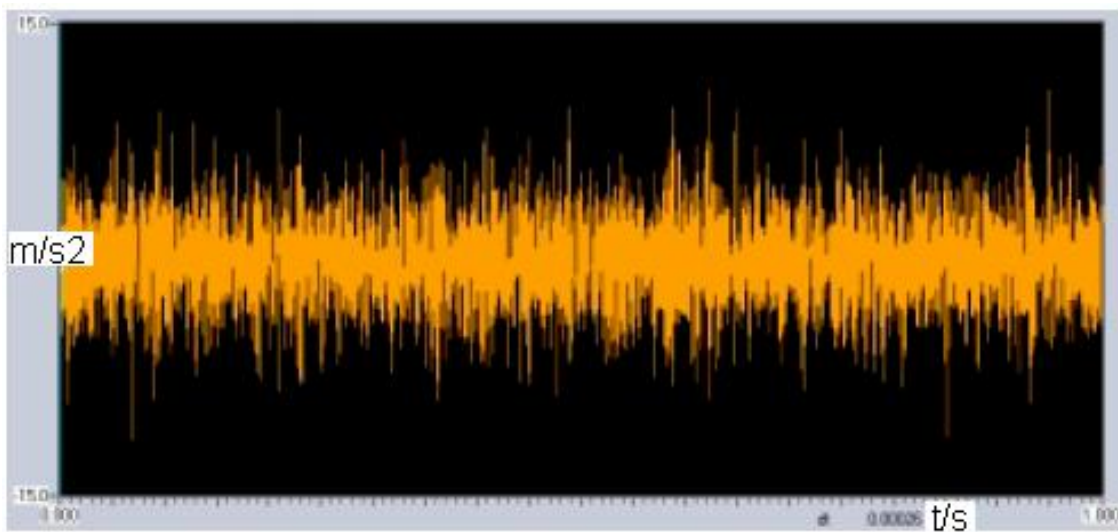
Kunnossa olevan laakerin spektrissä näkyvät spektripiikit eivät olleet peräisin laakeriviasta. Alla on kunnossa olevan laakerin spektri. /1/



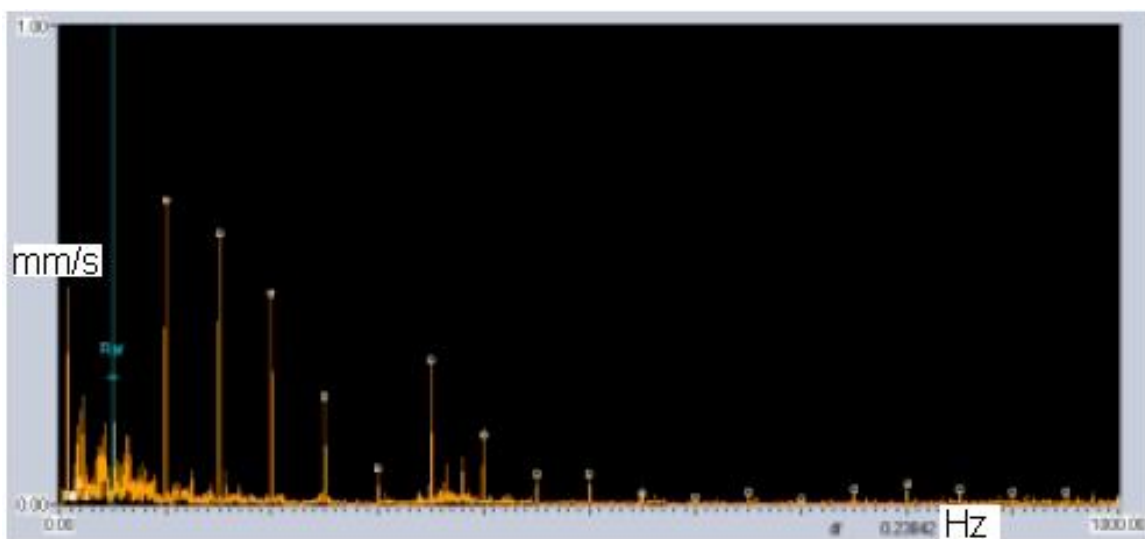
Kuva 13. Kunnossa olevan laakerin spektri

5.3 Signaali ja spektri 0 ... 1 000 Hz

Kuvassa 14. on ulkokehältäään vioittuneen laakerin signaali ja kuvassa 15. siitä laskettu spektri. Laakerin ulkokehävika näkyy selvemmin spektristä. Kun laakerikehä, varsinkin ulkokehä, on vikaantunut laajemmalla alueella, signaaliin tulee koko ajan viasta aiheutuvaa värähtelyä. Tällöin se ei ole selvästi havaittavissa signaalista, sitä vastoin spektristä värähtelyn taajuus näkyy selvästi. /1/



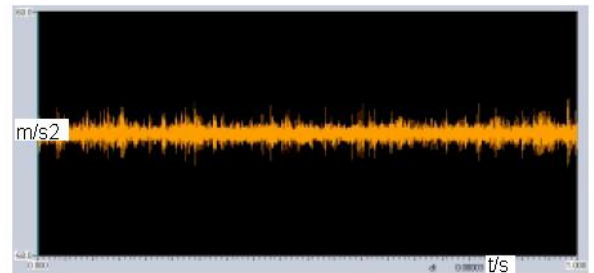
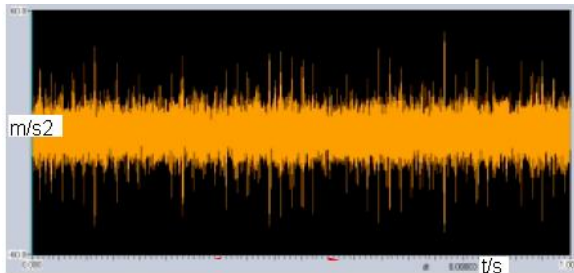
Kuva 14. Ulkokehältäään vioittuneen laakerin signaali



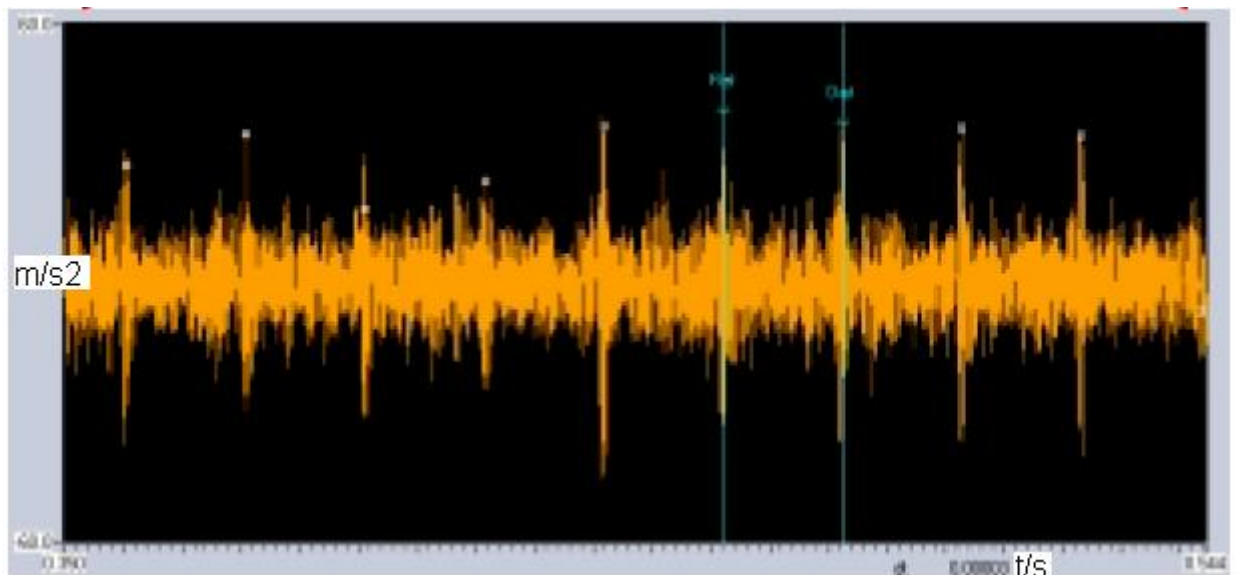
Kuva 15. Kuvan 14. signaalista laskettu spektri

5.4 Kiihtyvyyssignaali 0... 10 000 Hz

Kuvassa 16 vasemmalla on ulkokehältäään vioittuneen laakerin signaali ja oikealla vaihdetun, ehjän laakerin signaali. Kuvassa 17. vioittuneen laakerin suurennettu signaali, johon on merkitty ulkokehän ohitustaajuus. Laakerin vika aiheutti selvästi voimakkaamman värähtelyn ja iskuja ohitustaajuuden välein. Iskut aiheutuivat laakerin rullista, jotka ylittäessään teräväräjaisen vian, esim. kuoriutuman reunan, herättivät hyvin lyhytaikaisen värähtelyn jonkin laakerin osan ominaistajajuudella. Tämä ominaistajuinen värähtely näkyy iskuina signaalissa. Korkeataajuiset iskut vähenevät yleensä kuoriutuman tasoittuessa ja poistuvat yleensä lopulta kokonaan. Kuvassa 17. olevan laakerin signaaliin on merkitty ulkokehän ohitustaajuus n. 50 Hz. /1/



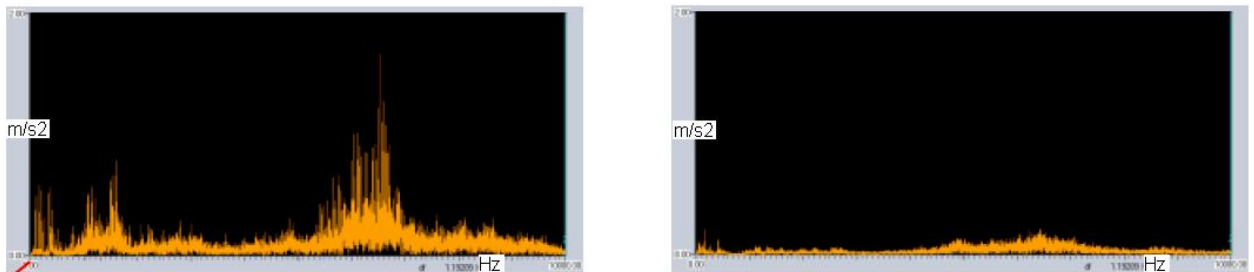
Kuva 16. Kuvassa vasemmalla on vioittuneen ja oikealla kunnossa olevan laakerin signaali.



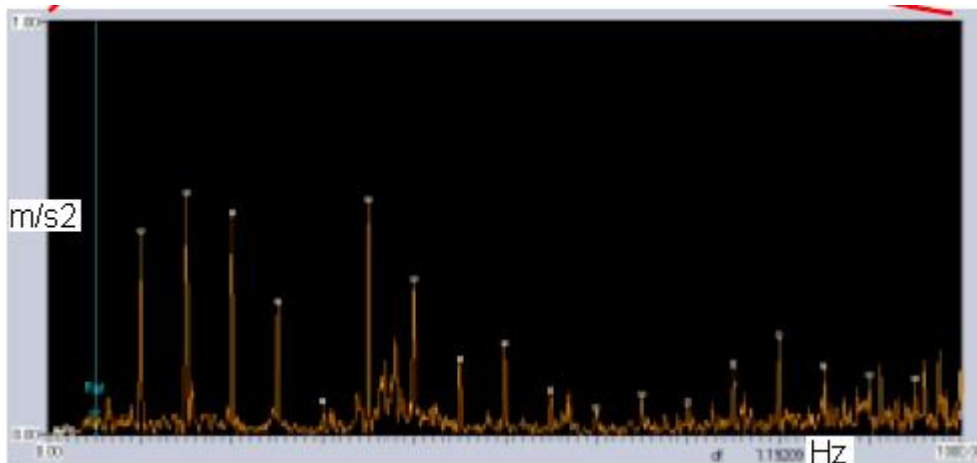
Kuva 17. Vioittuneen signaalin spektri, johon on merkitty valkeilla pisteillä ulkokehän ohitustaajuus n.50 Hz.

5.5 Kiihtyvyysspektri 0 ... 10 000 Hz

Kuvassa 18 vasemmalla on ulkokehältäään vioittuneen laakerin spektri ja oikealla vaihdetun ehjän, laakerin spektri. Kuvassa 19, vioittuneen laakerin spektristä suurennettu 0 ... 1 000 Hz merkkauksineen. Laakerivika aiheutti spektriin värähtelyä kolmella eri taajuusalueella (alle 1 000 Hz , 1 000 ... 2 000 Hz ja 6 000... 7 000 Hz). Ulkokehävian ohitustaajuus on selvästi näkyvissä matalimmalla ja korkeimmalla taajuusalueella. Iskuina signaalissa näkyneet värähtely oli taajuudeltaan 6 000...7 000 Hz ja näkyy spektrissä erittäin selvästi spektriipiikkeinä ulkokehän ohitustaajuuden välein. /1/



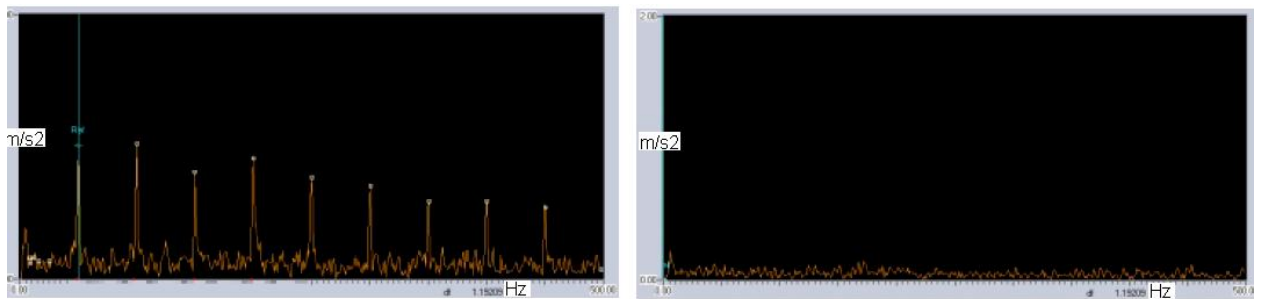
Kuva 18. Vioittuneen- ja kunnossa olevan laakerin spektri



Kuva 19. Vioittuneen laakerin signaalin spektri, johon merkitty valkeilla pisteillä laakerin ohitustaajuus. (50 Hz) Monikertoineen

5.6 Envelope-spektri 0... 500 Hz

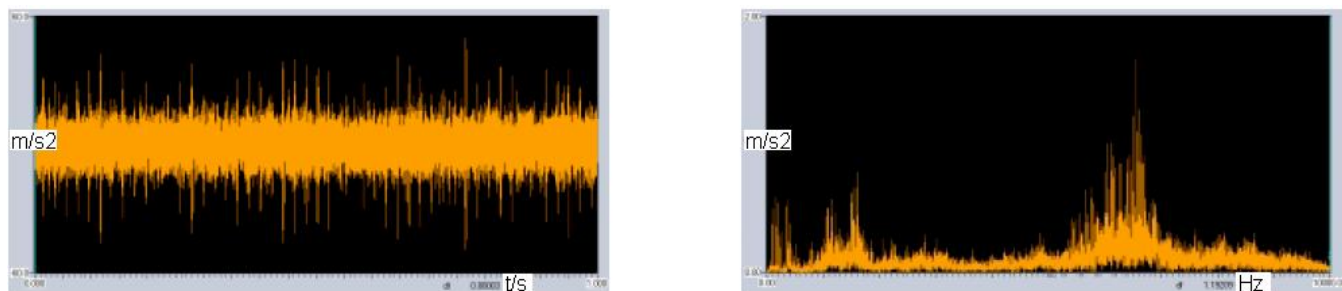
Kuvassa 20 vasemmalla on ulkokehältäään vioittuneen laakerin envelope-spektri, ja oikealla vaihdetun, ehjän laakerin envelope-spektri. Envelope-analyysin suodattimina olivat 2 500 Hz ylipäästösuodatin ja tasasuuntauksen jälkeen 500 Hz alipäästösuodatin. Ulkokehävika näkyy erittäin selvästi (merkitty kuvaan valkeilla pisteillä piikkien päissä), koska signaalissa olleiden iskujen taajuus oli alueella 6 000...7 000 Hz. Envelope-analyysissä korkeataajuisen harmonisen värähtelyn aiheuttaja suodatetaan helpommin havaittavaksi. /1/



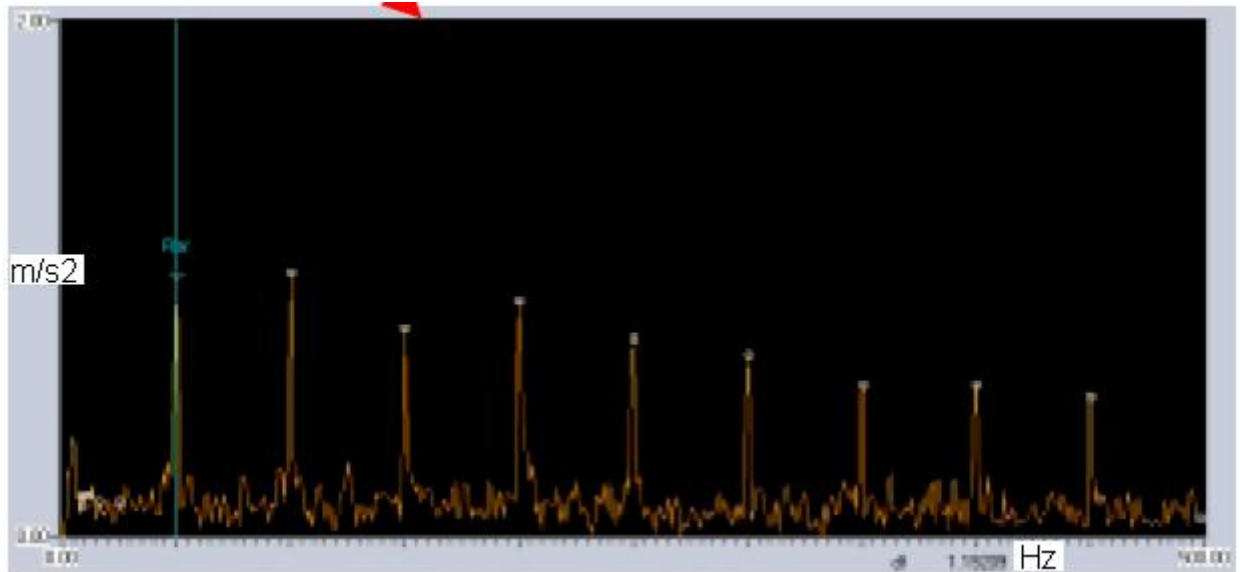
Kuva 20. Vioittuneen laakerin ja kunnossa olevan laakerin spektri

5.7 Signaali ja spektri 0... 10 000 Hz, envelope-spektri 0 ... 500 Hz

Kuvassa 21 vasemmalla on ulkokehältäään vioittuneen laakerin signaali, oikealla siitä laskettu spektri. Kuvassa 22. envelopespektri. Sama laakerin ulkokehästä aiheutunut värähtely näkyy signaalissa iskuina ulkokehän ohitustaajuuden välein, spektrissä värähtelynä taajuusalueella 6 000 ... 7 000 Hz spektripiikkeinä ohitustaajuuden välein ja envelope-spektrissä ulkokehän ohitustaajuutena monikertoineen. /1/



Kuva 21. Vioittuneen laakerin signaali ja siitä laskettu spektri



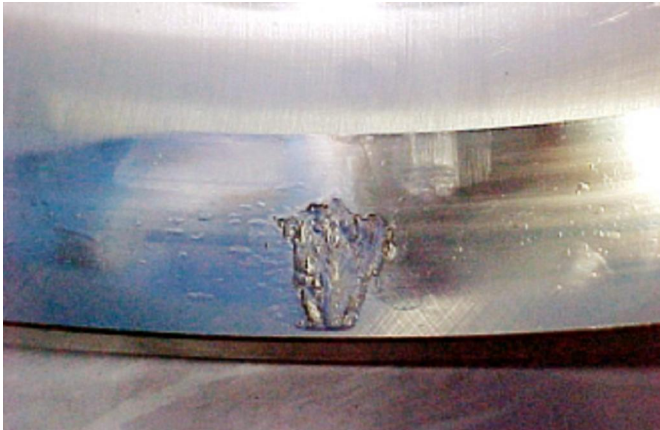
Kuva 22. Signaalin iskut ulkokehän ohitustaajuudella envelope-spektrissä

5.7.1 Ulkokehävaurion kuvat

Laakerin ulkokehässä oli n. 15 ... 20 mm halkaisijainen kuoriutuma, joka oli aika teräväräinen. Rullat eivät vielä olleet tasoittaneet sitä. Tämä aiheutti ulkokehälle edellä käsitellyn häiriön. Jokaisella pyörähdyksellä tämä vaurio aiheutti iskun, joka on hyvin nähtävissä signaalista lasketuista spektreistä. /1/



Kuva 23. Laakerin ulkokehävika



Kuva 24. Suurennos kuvasta 23.

5.7.2 Ennakoidun huollon kustannukset

Seuraavassa on esitetty arvio siitä, kuinka paljon laakerin ennakoitu huolto tuli maksamaan hallitussa seisokissa. Työn osuuden arvio on noin 4 tuntia, joka tulisi 40 euron tuntipalkalla maksamaan 320 euroa. Uuden laakerin hinta 370 euroa. Näin ollen kulut yhteensä olisivat 690 e.

/1/

Työt:	2 * 4 h * 40	320 e
Tarvikkeet:	Uusi laakeri	370 e
Kunnossapito yhteensä		690 e
Myyntikatteen menetys:		0 e
YHTEENSÄ		690 e

5.7.3 Äkillisen vaurion arvioidut kustannukset

Seuraavaksi on esitetty arvio siitä kuinka paljon olisi tullut maksamaan, jos laakeri olisi hajonnut täydestä vauhdista ilman mitään ennakkovaroituksia. Äkillisen vaurion tapauksessa oletettiin, että laakeri rikkoutuisi ja se jouduttaisiin vaihtamaan suunnittelemattomassa seisokissa. Laakerin vaihtoon menisi neljältä mieheltä 8 tuntia. Kun tähän lasketaan tuotantokatteen menetys 5650 e/h saadaan yhteissummaksi 46850 e. /1/

Työt:	4 * 8 h * 40	1280 e
Tarvikkeet:	Uusi laakeri	370 e
Kunnossapito yhteensä		1650 e
Myyntikatteen menetys:	8 h * 5 650	45200 e
YHTEENSÄ		46850 e

6 PROSESSI- JA MEKANIKKATIEDON HALLINTA

6.1 Lähtökohdat

Tiedonhallinta ja sen saatavuus on yksi tärkeimmistä tekijöistä, kun puhutaan Sensodec-kunnonvalvontajärjestelmästä. Ilman perusteellisia lähtötietoja ei projekteja voida saattaa loppuun. Järjestelmän konfiguroiminen vaatii monenlaisia lähtötietoja, jotka yleensä asiakas tai paperikoneen toimittaja lähettää projektin tekijälle. On kuitenkin ollut pientä kitkaa ja ymmärryksen puutetta siinä, mitä tietoja tarvitaan mihinkin projektiin. On selvää, että kaikki tämä tieto on olemassa, mutta ongelmaksi onkin muodostunut, miten tätä tietoa voitaisiin käyttää mahdollisimman tehokkaasti.

Myös kunnonvalvonta-analyysejä ja -raportteja tehtäessä olisi ensiarvoisen tärkeää, tietää mahdollisimman paljon koneesta ja sen rakenteesta. Yleisimmät tapaukset koskevat yhden telan värähtelyä, jossa vain toisen pään anturi antaa liian suuria värähtelytasoja. Kun asiakas huomaa värähtelysignaalitasojen nousseen, voi asiakkaalta tulla pyyntö Sensodec-ammattilaisille tutkia tilannetta. Tällöin tärkeitä tietoja ovat mm. telan rakenne, telan vaihteen rakenne, laakeritiedot ja akselien laakerit. Päätökset voivat olla suuria, sillä pahimmillaan koko kone voidaan pysäyttää pahojen vaurioiden estämiseksi. Hallittu seisokki on aina taloudellisempi kuin äkkinäinen konerikko.

Työn tarkoitus oli tutkia Metson sisäisiä tietokantoja ja selvittää niiden käyttömahdollisuus Sensodec-toiminnassa. Jo alussa tiedettiin, että tietoa voitiin saada vain koneista, jotka ovat Metson toimittamia.

6.2 Metson tietokannat, Lotus Notes

Lotus Notes on työryhmäohjelmisto, joka tarjoaa työvälineet tehokkaalle viestinvälitykselle ja yhteistoiminnallisuudelle. Notesin avulla käyttäjät voivat työskennellä yhdessä ilman teknisiä, organisatorisia tai maantieteellisiä rajoitteita. Notesin sisältämää tietoa voidaan jaella ympäri maailmaa ajasta ja paikasta riippumatta. /3/

Pohjimmiltaan Notes on asiakirjan- tai paremminkin asianhallintajärjestelmä, jossa tieto luodaan, muokataan, hallinnoidaan ja jaellaan asiakirjoina. Asiakirja voi olla kirje, loma-anomus, muistutus, luettelomerkintä, matkalasku tai mikä hyvänsä asiakirja tai lomake, joita yrityksessä käytetään. /3/

Notes sisältää kaksi pääohjelmistoa: yhden työasemille (Notes client) ja yhden palvelimille. Notesin palvelinohjelmistoa kutsutaan Dominoksi. Notes asennetaan työasemalle, mutta asiakirjat sijaitsevat yksikön Domino-palvelimella. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kun työskennellään asiakirjojen kanssa työasemalla, Notes ylläpitää ja hallinnoi työtä Domino-palvelimella. /3/

6.2.1 Peruskäsitteet

Notes tallentaa tiedon **tietokantoihin** (database), jotka ovat tietovarastoja. Yhtä kanta käytetään työryhmän jäsenten väliseen keskusteluun, toinen kanta saattaa olla sijoituspaikkana tietyn aiheen tuoreimmalle tiedolle. Jostain kannasta löytyvät yrityksen loma-anomukset ja toisesta tilausten seuranta. Metsossa useimpia kantoja käytetään tiedon jakamiseen ja välittämiseen, esimerkiksi laatu- ja projektiasiakirjat, asiakastiedot, jne. /3/

Tietokantojen tiedot on tallennettu **asiakirjoihin** (documents). Kuten aiemmin kerrottiin, asiakirjoja on monta eri tyyppiä tietokannan käyttötarkoituksen mukaan. Asiakirja luodaan täyttämällä **syöttölomake** (form) ja tallentamalla tieto. Monissa tietokannoissa löytyy useita syöttölomakkeita erityyppisten asiakirjojen tallentamista varten. Jokaisessa tietokannassa on kuitenkin vähintään yksi syöttölomake. /3/

Jokin tietokanta sisältää satoja asiakirjoja, jokin toinen tuhansia. Kun tällaisesta asiakirjamäärästä täytyy löytää tietty asiakirja, käytetään apuna tietokannan **näkymiä** (view). Näkymää voi verrata kirjan sisällysluetteloon, sillä erotuksella, että tietokannassa näitä "sisällysluetteloita" on yleensä useita. Näkymällä on kaksi tehtävää: lajitella asiakirjat käyttäjälle määrättyllä tavalla ja valita näkymään määritellyn ehdon täyttävät asiakirjat. Tietokannoista löytyy näkymiä, jotka lajittelevat asiakirjoja esimerkiksi tekijän, luontipäivämäärän tai viimeisen muokkauspäivämäärän mukaan. Tyypillisesti näkymissä suodatetaan näytettäviä asiakirjoja

tietyn ehdon mukaan. Esimerkiksi sähköposti, joka on tyypillinen Notes tietokanta, näyttää ainoastaan saapuneet viestit, Drafts-näkymä näyttää kirjoitetut, lähettämättömät viestit ja All Documents -näkymä näyttää kaikki sähköpostin viestit. /3/

6.2.2 Käyttäjät

Notes-käyttäjät voidaan jakaa neljään käyttäjäryhmään: **hallinnoijiin** (administrators), jotka huolehtivat infrastruktuurista; **managereihin** (managers), jotka kontrolloivat käyttäjien oikeuksia tietokantoihin; tietokantojen **omistajat** (owners), joiden tehtävänä on huolehtia, että kannan tiedot ovat ajan tasalla ja **loppukäyttäjät** (end users), jotka käyttävät tietokantoja. /3/

Notes on Metson tärkein sovellusympäristö, jolla on yli 20 000 käyttäjää. Metsossa kaikilla tietokoneen käyttäjillä on käytössään Lotus Notes -ohjelma. Sähköpostia tällä ohjelmalla lähetetään yli miljoona sisäistä postia viikossa ja yli neljäsataatuhatta (400 000) ulkomaailmaan lähtevää postia. Notes käyttää noin 10 000:ta tiedonjakamiseen tarkoitettua ohjelmaa tai sovellusta erilaisen tiedonjakoon. Tähän kuuluu myös liiketoiminnan kannalta kriittisiä sovelluksia. /3/

6.3 Tietojen etsiminen Notesista

Työn ensimmäisessä vaiheessa oli tarkoitus kartoittaa tietokantojen laajuus ja se kuinka niihin pääsisi käsiksi. Alku oli hankalaa, sillä kukaan ei ollut ennen kartoittanut näitä mahdollisuuksia. Oli kuitenkin tiedossa, että näitä tietokantoja ylläpidetään Jyväskylässä. Ongelmana oli laajuus. Jokaisella tietokannalla oli oma haltija, joka huolehtii niiden toimivuudesta ja käyttöoikeuksista. Vaikka tietokannat olivat Metson sisäisessä verkossa, oli erittäin tarkkaa, kenellä oli oikeudet käyttää tietoja. Tämä oli yksistään jo monimutkainen ja pitkä prosessi, jota helpotti kuitenkin vierailu Jyväskylään, jossa kontaktit luotiin.

Yhteyksien luominen oli vaikeaa, sillä jokaiseen tietokantaan piti kysyä lupa eri henkilöltä. Tietokantojen mukana tuli paljon tietoa, jota ei tässä työssä tarvittu, joten salassapitosopimus oli ensimmäinen ehto pääsystä näihin tietoihin.



Kuva 25. Esimerkki tietokannoista.

Tietokannoista löytyi paljon erilaista tietoa. Sensodec tarvitsee kaikenlaista tietoa teloista, vaihderakenteisiin ja moottoreihin asti. Myös perälaatikon laakerien ja sihtien mekaniikkatiedot ovat olennaisia. Tietojen tarve on täysin riippuvainen siitä, mitä asiakas haluaa. Jos mittauksessa on vain teloja, niin silloin muiden kuin telojen mekaniikkatiedot ovat lähes tarpeettomia. Teloja löytyikin paljon ja ne on jaoteltu prosessin mukaan. Puristinosan telat olivat omissa tietokannoissaan. Sym-telat löytyivät omina teloinaan. Kuivatusosan telat oli myös jaettu omiin tietokantoihinsa.

6.3.1 Minkäläistä tietoa löytyi?

Esimerkkitapauksena (liite 1) tutkittiin yhden paperitehtaan SymZL/HL-telaa. Telan paikka paperikoneessa on puristinosalla. Näillä teloilla (Sym) on oma tietokanta, joten tiedot löytyivät helposti. Telasta löytyi kattavasti tietoa, jota käytetään päivittäin Sensodecin toiminnassa. Olennaisia tietoja olivat mm. telan laakeritiedot, telan halkaisija, telan pituus, telan paino ja pinnoitteen materiaali. Vaikka vaihdetietoja ei tietokannoista lyötynytäkään, useissa teloissa on merkitty, minkätyyppistä (Gear Type) vaihdetta tela käyttää. Tässä tapauksessa tyyppi oli 2x1BPG-900N. Kokematon käyttäjä ei tästä tiedosta saa mitään konkreettista selville, mutta

mallin avulla on entistä helpompi selvittää rakennetietoja. Vaihteesta on kerrottu myös sen paino, vaihteen piirustusnumero (Gear drawing number) ja välitys. Välitys on tärkeää tietoa, mutta ilman hammaspyörien lukuarvoja on mahdotonta arvata, minkälainen vaihde todellisuudessa on ja kuinka monta vaihdeportaita on. Tärkeää on myös tietää, onko teloja valmistettu useampia kuin yksi. Yleensä teloja valmistetaan useita samalla paikalle. Näin toisen telan ollessa huollossa on mahdollista käyttää varatela ja näin varmistaa tuotannon jatkuminen ilman tuotannollisia tappioita. Tieto tästä voi olla ensiarvoisen tärkeää, sillä värähtelytasot ovat lähes aina telakohtaisia ja näin ollen värähtelytasojen nousu ei aina merkitse vikatilannetta. Tiedoissa voi esiintyä asioita, jotka kertovat jostakin poikkeavasta tilanteesta. Esimerkiksi tässä tapauksessa oli teloja rakennettu 3 kpl, ja niiden numerot olivat 1321, 1322, 1323. Vaikka telat ovat rakenteeltaan samanlaisia, ne ovat yleensä värähtelyjen suhteen yksilöitä. Tähän vaikuttavat esimerkiksi telapinnoitteet. Siksi on tärkeää tietää, mikä tela milloinkin on ollut koneessa. Kahdessa muussa telassa halkaisija oli 1160 mm, mutta telassa 1323 halkaisijaksi oli tullut 1168,6 mm. Tämä oli huomioitu kyseisen telan laakeroinnissa, joka näin ollen vaikuttaa myös kunnonvalvonnan tuloksiin.

6.3.2 Miten tietoa haettiin?

Tiedonhaku oli alussa vaikeaa, koska tiedon määrä oli valtava. Tieto, jota haettiin, kuului noin yhteen prosenttiin siitä kaikesta tiedosta, mitä oli saatavilla. Kuitenkin suhteellisen toimiva haku auttoi paljon. Kun tietoa lähdettiin etsimään, olivat tehtaan nimi ja organisaatio tiedossa. Yksittäistä telaa, ilman mitään alkutietoja, ei ole mahdollista löytää. Paras mahdollinen tilanne oli, jos tiesi telaa koskevan projektin numeron, mutta tästä ei yleensä ollut mitään käsitystä, joten haku piti suorittaa muilla keinoin. Nämä projektinumerot ovat siis Jyväskylän sisäisiä numeroita, joita käytetään Jyväskylään tulevien tilausten mukaan. Sensodecin projektinumerot eivät vastaa Jyväskylän numeroita. Yleisin tilanne oli, että haettiin asiakkaan tehtaan nimen kohdalta telat, joita tietokannoissa oli, ja näin löydettiin juuri se tela, jota haluttiin. Tiedonhaku on mekaanista työtä, joka oli opittavissa nopeasti. Tuli kuitenkin tilanteita, joissa joutui kysymään Jyväskylästä apua. Suurin osa hauista kuitenkin onnistui ilman suuria ongelmia. Hakeminen vaati tietynlaista tutustumista järjestelmään, jotta se olisi sujuvaa ja tehokasta. Mitään varsinaista ohjetta tähän ei pysty antamaan, koska jokainen haku on aina erilainen ja tapauksittainen. Tärkeimpiä tietoja,

joita haluttiin, olivat laakeritiedot, sillä ne ovat yleisimpiä mittauksen kohteita. Tähän kuuluvat mm. moottorien, telojen, sihtien ja vaihteiden laakerit.

6.4 Tiedon hakemisen ongelmia

Vaikka tietokannoissa on paljon tietoa, ei kaikkea sitä, mitä haluttiin, pystytty löytämään. Vaihterakenteiden osalta kaikki mekaniikkatieto on vain muutamien ihmisten hallussa ja näihin tietokantoihin ei Kajaanista ole pääsyä. Tulevaisuudessa tilannetta on luvattu parantaa, mutta mitään aikatauluja tämän suhteen ei ole laadittu. Vaihteiden osalta toimitaan edelleen vanhaan tapaan ja turvaututaan puhelimeen. Hyvää kuitenkin se, että siinä vaiheessa, kun Jyväskylässä päivitetään nämäkin tiedot tietokantoihin, on Kajaanissa jo valmius käyttää niitä hyödyksi. Myös moottorien tiedot ovat sellaisia, joita tämä järjestelmä ei pysty hyödyntämään. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, ettei Jyväskylässä ole moottorien valmistusta. Moottorit tulevat yleensä muualta kuin Metso-konsernin sisältä. Sihtien osalta tiedot ovat myös puutteelliset, mutta näiden tietojen puuttuminen ei ole niin olennaista.

Toiseksi ongelmaksi osoittautui luotettavuus. Usein heräsi kysymys, ovatko kaikki tiedot päivitettyjä ja onko kaikki muutokset kirjattu myös tietokantoihin. Tähän ei ole ihan varmaa vastausta, mutta pienellä vertailulla saatiin kuva siitä, miten luotettavaa tämä tieto on. Pieniä eroavaisuuksia oli, mutta pääasiassa tiedot olivat ajan tasalla. Erot näkyivät enimmäkseen laakeritietojen vaihteluina. Telojen pituus, paino ja pinnoitetiedot pitivät paikkansa. Esimerkkinä vertailtiin Kvarnsveden-projektiin liittyviä tietoja, jotka olivat täysin samanlaiset kuin Sensodec-projektissa käytettiin. Tämä vertailu oli hyvin informatiivinen, sillä tiedot projektia varten oli hankittu muualta kuin tietokannoista. Pohjana oli samanlainen tieto, jota liitteessä 1 käsitellään. Kaikista teloista annetaan samat tiedot pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Yleisesti kaikkea tietoa voidaan pitää luotettavana.

Vielä tätä järjestelmää ei tulla aktiivisesti käyttämään Sensodec-tiedon hankinnassa, mutta tarkastuksiin ja vertailuihin sitä voidaan käyttää. Varsinkin mittaustuloksia analysoitaessa on hyvä tietää, mistä tietoa löytyy, sillä yleensä lähtötiedot hukkuvat arkistoihin.

6.5 Auric

Rautpohjan sähköinen piirustusarkisto on nimeltään Auric. Sinne tulevat kaikki piirustukset, joita Jyväskylässä piirretään. Kajaanissa tämä oli uutta, ja kukaan ei ollut koskaan käyttänyt tätä tiedonhankintakeinona. Ohjelma ei sinänsä ollut vaikeakäyttöinen, mutta tiedon hakeminen sieltä osoittautui alussa paljon hankalammaksi kuin olisi kuvitellut. Auric on web-pohjainen ohjelma, joka toimii Internet-selaimella. Jokaisella käyttäjällä on oma käyttäjätunnus ja salasana. Kirjautumisen jälkeen piirustuksia voidaan hakea kahdella tavalla, joko piirustusnumerolla tai kuvauksella. Kuvauksella etsimistä ei koskaan kokeiltu, sillä jos piirustuksia oli saatavilla, olivat myös numerot tiedossa. Kuvia oli mahdollista saada neljässä eri muodossa (Catia V4 Model, Tiff, HPGL ja Catia V4 sheet) sen mukaan, mihin tarkoitukseen näitä kuvia oli tarkoitus käyttää. Helpoin tapa oli siis etsiä numerolla. Tällä numerolla suurin osa halutuista piirustuksista löytyi. Piirustusten tietomäärä oli osittain vajavainen. Monestakaan piirustuksesta ei löytynyt sellaista yksityiskohtaista tietoa, jota olisi tarvittu. Esimerkiksi laakeritiedot eivät kuuluneet näihin kuviin. Myöskään rakennetiedot eivät näkyneet näissä kuvissa, kuten oli toivottu. Kuvien näyttäminen tässä työssä ei ole sallittu salassapitosopimuksen vuoksi.

Etsittäessä kuvia törmäsi usein Lay-out -kuviin. Ne ovat myös tärkeitä, koska on tärkeää tietää koneen rakenne yleisesti. Näistä kuvista ei saa mitään yksityiskohtaista tietoa, mutta telojen sijoittelun ja prosessiosien sijainnin niistä löytää helposti. Tämä helpottaa Sensodec-järjestelmä kuvien ja IO-suunnittelun tekemistä. Lay-out -kuvien avulla tehdään ns. IO-suunnittelu eli mittapisteluettelo. Siinä kerrotaan, mitä mitataan, millä anturilla, mihin jakokoteloon mittaus tulee ja missä ala-asemassa mittaus lasketaan. Toisaalta kunnossapidon osalta tämä ei ole niin olennaista.

Mittapisteluettelo

Mittapiste			Anturi	Postio	Kaapelinumero	Kaapeli JamaK 24p	Jakokotelo 76KK131	Runkkosap 76KK131-W1	72RK10.81		A-asema
Kohde	Suure	Paikka	Malli		Mistä - Mihin			Pari	Pin	VO	SR-21
1 Rintatela	värahtely	hp	RVY-102	76517201KHP1	76517201KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	1	1 pu./sin.	1 / 2	XL1	1
2 Rintatela	värahtely	kp	RVY-102	76517201KKP1	76517201KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	2	2 pu./sin.	3 / 4	XL1	1
3 Ala wiran johtotela 1	värahtely	hp	RVY-102	76517801KHP1	76517801KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	3	3 pu./sin.	5 / 6	XL1	1
4 Ala wiran johtotela 1	värahtely	kp	RVY-102	76517801KKP1	76517801KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	4	4 pu./sin.	7 / 8	XL1	1
5 Ala wiran johtotela 2	värahtely	hp	RVY-102	76517802KHP1	76517802KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	5	5 pu./sin.	8 / 10	XL1	1
6 Ala wiran johtotela 2	värahtely	kp	RVY-102	76517802KKP1	76517802KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	6	6 pu./sin.	11 / 12	XL1	1
7 Ala wiran ohjaustela	värahtely	hp	RVY-102	76517803KHP1	76517803KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	7	7 pu./sin.	13 / 14	XL1	1
8 Ala wiran ohjaustela	värahtely	kp	RVY-102	76517803KKP1	76517803KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	8	8 pu./sin.	15 / 16	XL1	1
9 Ala wiran johtotela 4	värahtely	hp	RVY-102	76517804KHP1	76517804KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	9	9 pu./sin.	1 / 2	XL2	1
10 Ala wiran johtotela 4	värahtely	kp	RVY-102	76517804KKP1	76517804KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	10	10 pu./sin.	3 / 4	XL2	1
11 Ala wiran johtotela 5	värahtely	hp	RVY-102	76517805KHP1	76517805KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	11	11 pu./sin.	5 / 6	XL2	1
12 Ala wiran johtotela 5	värahtely	kp	RVY-102	76517805KKP1	76517805KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	12	12 pu./sin.	7 / 8	XL2	1
13 Ala wiran väristystela	värahtely	hp	RVY-102	76517806KHP1	76517806KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	13	13 pu./sin.	9 / 10	XL2	1
14 Ala wiran väristystela	värahtely	kp	RVY-102	76517806KKP1	76517806KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	14	14 pu./sin.	11 / 12	XL2	1
15 Ala wiran rum entela 2	värahtely	hp	RVY-102	76517501KHP1	76517501KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	15	15 pu./sin.	13 / 14	XL2	1
16 Ala wiran rum entela 2	värahtely	kp	RVY-102	76517501KKP1	76517501KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	16	16 pu./sin.	15 / 16	XL2	1
17 Ala wiran imutela	värahtely	hp	RVY-102	76517401KHP1	76517401KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	17	17 pu./sin.	1 / 2	XL3	1
18 Ala wiran imutela	värahtely	kp	RVY-102	76517401KKP1	76517401KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	18	18 pu./sin.	3 / 4	XL3	1
19 Ala wiran vetotela	värahtely	hp	RVY-102	76517411KHP1	76517411KHP1-W1 - 76KK131	Jam aik	19	19 pu./sin.	5 / 6	XL3	1
20 Ala wiran vetotela	värahtely	kp	RVY-102	76517411KKP1	76517411KKP1-W1 - 76KK131	Jam aik	20	20 pu./sin.	7 / 8	XL3	1
21					- 76KK131	Jam aik	21	21 pu./sin.			
22					- 76KK131	Jam aik	22	22 pu./sin.			
23					- 76KK131	Jam aik	23	23 pu./sin.			
24					- 76KK131	Jam aik	24	24 pu./sin.			

Kuva 26. Mittapisteluettelo

7 PÄÄTELMÄT

Tietojen etsimisessä tarvitaan vielä paljon yhteistyötä eri osapuolten välillä. Vaikka yhteydet on nyt luotu, ei tätä järjestelmää voida vielä käyttää niin tehokkaasti kuin aluksi oli tarkoitus. Pelkästään vaihderakenteiden osalta tiedot ovat vain muutamien ihmisten hallussa, ja näitä tietoja ei ole mahdollista saada yleiseen käyttöön. Tulevaisuudessa tätä ongelmaa on tarkoitus parantaa, mutta se vaatii varmasti paljon resursseja ja aikaa. Kehittäminen olisi varmasti hyödyllistä kaikille tiedon tarvitseville osapuolille. Muidenkin tietojen osalta järjestelmä hakee vielä paikkaansa. On selvää, ettei kaikkia tietoja voida millään saada samaan paikkaan. Metso käyttää paljon myös muiden valmistamia tuotteita, kuten esimerkiksi moottoreita. Myös paperiarkistojen korvaaminen nykytekniikalla on ongelma. Menee varmasti vuosia ennen kuin nämä arkistot voidaan korvata täysin Metson sisäisillä tietokannoilla, jos silloinkaan. Tietojen hakeminen verkon yli on varmasti asia, joka on tulevaisuudessa yksi tehokas tapa tiedon hankintaan. Tämä vaatii kuitenkin paljon yhteistyötä ja kehitystä eri osastojen välillä.

Vaihteiden osalta tarvittaisiin paljon tällaista yhteistä kommunikointia, jotta nämäkin tiedot voitaisiin jakaa kaikille niitä tarvitseville. On tiedossa, että vaihteiden ja hammastuksien osalta

tämä tieto on olemassa, mutta tätä tietoa ei sitä voida hyödyntää mitenkään, koska vain muutamat henkilöt ovat oikeutettuja näihin arkistoihin.

Työn hyvänä puolena voidaan pitää yhteyksien avaamista, jolla näin ollen helpotetaan tulevaisuudessa tämän järjestelmän käyttöä. Työtä tämän asian eteen pitää tehdä, jos siitä halutaan toimiva tiedonhankintalähde. Tämä vaatisi paljon yhteistyötä Jyväskylän ja tietokantojen haltijoiden kanssa. Yhden tutkintotyön laajuus ei riitä mitenkään tällaisen järjestelmän luomiseen, mutta pintaa on nyt raapaistu, ja yhteistyöhalukkuuden mukaan tätä hanketta jatketaan resurssien salliessa. Ei ole epäilystäkään, etteikö tällainen tiedonhankinta olisi kaikkien etu, jossa säästettäisiin paljon aikaa ja vaivaa.

LÄHTEET

- 1 Sensodec, online Help [Koulutusmateriaali]
- 2 Metso. [www-sivu]. [Viitattu 15.03.2005] Saatavissa:
http://www.metso.com/corporation/home_fin.nsf/fr?readform
- 3 Lotus Notes käyttöohje [www-sivu] Metso intranet [Viitattu 31.06.2005]

LIITTEET

- 1 SymZL/HP mekaniikka- ja rakennetietoja

SymZL/HP mekaniikka- ja rakennetietoja

Comp./Mill/Site	*****
State	*****
Country	*****
Market area	
Production line	*****
Grade	News
Design speed	2000 m/min
Max drive speed	2000 m/min
Balancing speed	2000 m/min
Web width at reel	mm
Wire width	mm
Main project number	*****
Sub project numbers	*****
Original customer	*****
Form filler	*****
Form filling year	2001
Roll position	Top/botton roll
Project id	*****
Section	Optipress
Roll Type	SymZL/HP
Roll numbers	1321,1322,1323
Assembly drawing no	*****
Service manual number	*****
Spare parts references	
Shower pipe	Cooling
Roll center height	700 mm
A-dimension	800 mm
Tools	*****
Color	
Note	

Roll length	12615 mm
Roll weight	75000 kg
Support center distance	11200 mm
Support center bearings	GE 480 / GE 480

Shell drawing number	*****
Shell length	9600 mm
Shell outer diameter	1350 mm
Shell inner diameter	1160 mm
Shell bearing distance	9620 mm
Shell bearing FS/DS	SLIDING BEARINGS
Shell weight	26200 kg
Shell material	GRS-300
Cover material	G-Mate H

Cover hardness	
Shell body diameter	1325mm
End screws type	M20x150,D1240,30 kpl

Shaft machining drawing no	*****
Shaft weight	31500 kg
Seal FS/DS	L2M 4454 / L2M 4328

Nip length	9030 mm
Line pressure MIN/MAX	kN/m / 1200 kN/m
Zoning	1
Number of zones	1
Number of load.elem.	36
Loading elements distance	250 mm
Counterzone	pcs
Gear type	2x1BPG-900N
Gear drawing number	G111540
Gear weight	3500 kg
Gear ratio	3.729:1

Attachments
Starting meeting
Hydraulic start.info
Construction start.info
Project database(tasman..) RAU
Other Info

Attention!! In the roll number 1323 shell (number 11368) inside diameter went oversize. Nominal diameter is D1160 mm and that shell is 1168.6mm.
Nip shoes and slidingbearings parts has made by oversize dimensioning.