

Opinnäytetyö (Turku AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatio

2017

Janne Jussila

JOHTO- JA LEVITYSTELOJEN LUOTETTAVUUDEN PARANTAMINEN PAPERIKONEILLA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Opinnäytetyön valmistumisajankohta 2018 | Sivumäärä 37

Janne Jussila

JOHTO- JA LEVITYSTELOJEN LUOTETTAVUUDEN PARANTAMINEN PAPERIKONEILLA

Jujo Thermal Oy on Euran Kauttualla toimiva lämpöherkän paperin tuottaja. Kauttuan paperitehtaalla on käytössä tällä hetkellä kaksi paperikonetta, joihin opinnäytetyö kohdistui. Lisäksi paperitehtaalla on kaksi päällystyskonetta, kaksi päällystekeittämöä, kaksi pituusleikkuria, kaksi superkalanteria sekä yksi massaosasto.

Opinnäytetyö käsittelee erilaisia selvitystöitä, jotka koskevat johto- ja levitysteloja paperikone 1:llä ja paperikone 2:lla. Opinnäytetyön tärkeimpiä tavoitteita olivat parantaa johto- ja levitystelojen luotettavuutta ja lyhentää telojen vaihtoajoja. Selvityksessä määriteltiin kummankin paperikoneen levitysteloille varatelat, jolloin telojen vaihdot sujuisivat nopeammin, koska uuden telan etsimiseen ei kuluisi turhaa aikaa. Vaihtoajan lyhentämisellä pyritään saamaan samaan aikaan rahallista säästöä, koska paperikoneseisokin yksi tunti maksaa tuhansia euroja. Vuositasolla nopeampien telojen vaihtojen ansiosta saadaan aikaan useampien tuhansien eurojen säästöt.

Johtotelojen luotettavuuden tärkein parannus oli telojen huoltokierron kehittäminen, yksittäisten telojen korjausvaiheen tarkentaminen/selventäminen sekä seuraavien työvaiheiden määrittäminen.

Opinnäytetyö suoritettiin Valmet Kauttua Oy:ssä, joka toimii Jujo Thermal Oy:n kunnossapitoyrityksenä.

ASIASANAT:

Kunnossapito, Kunnonvalvonta, Levitys- ja johtotelat, Paperikone

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Machine and product technology

Completion year of the thesis 2018 | Total number of pages 37

Janne Jussila

IMPROVING THE RELIABILITY OF GUIDE AND SPREADER ROLLS OF PAPER MACHINE

Jujo Thermal is a supplier of durable thermal papers and is situated in Kauttua which is one part of Eura. There are currently two paper machines at Kauttua Paper Mill Oy. The thesis was based on those machines. The Paper mill also has two coating machines, two kitchens, two winders, two supercalander and one pulp section.

The thesis included various surveys of guide and spreader rolls on paper machine #1 and papermachine #2. One of the main targets was to improve the reliability of guide and spreader rolls and another important goal was to shorten replace time of the rolls. On the basis of this report, it was determined some spare rolls for the spreading rolls on each paper machine to make roll replacements faster, not spending a lot of time searching for a new roll. Reducing the switching time saves money because on hour of paper machine shutdown costs thousands of euros. On annual basis it brings several thousands of euros savings. The main development for the guide rolls was improvement of the maintenance cycle and clarifying a current phase of repair and which step is to be taken next.

The thesis work was done at Valmet Kauttua Oy which is the maintenance company of Jujo Thermal Oy.

KEYWORDS:

Maintenance, condition monitoring, spreader roll, guide roll, papermachine

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 TOIMEKSIANTAJAT	8
2.1 Valmet Oyj	8
2.2 Valmet Kauttua Oy	9
2.3 Jujo Thermal Oy	9
3 PAPERIN VALMISTUS	11
4 KUNNOSSAPITO	12
4.1 Kunnossapidon kehittyminen	12
4.2 Ennakkohuolto	14
4.2.1 Kunnonvalvonta	14
4.2.2 Voitelu	19
4.2.2.1 Rasvavoitelu	20
4.2.2.2 Öljyvoitelu	21
5 TELATYYPIT	22
5.1 Levitystela	22
5.2 Johtotela	23
5.2.1 Viiranjohtotelat	24
5.2.2 Huovanjohtotelat	24
5.2.3 Paperinjohtotela	24
5.2.4 Ohjaustelat	25
5.2.5 Kiristystelat	25
6 SÄRÖNTARKASTUS NDT-MENETELMILLÄ	27
6.1 Silmämääräinen tarkastus (VT)	27
6.2 Tunkeumanestetarkastus (PT)	27
6.3 Magneettijauhetarkastus (MT)	28
6.4 Radiografinentarkastus (RT)	29
6.5 Ultraäänitarkastus (UT)	29

7 TELOJEN TASAPAINOITUS	32
8 YHTEENVETO	35
LÄHTEET	36

KUVAT

Kuva 1. Ilmakuva Jujo Thermal Oy:stä (Jujo Thermal Oy www-sivut 2017).	10
Kuva 2. Paperikoneen layout (Walmsleys UK www-sivut 2017)	11
Kuva 3. Vikaantumismekanismien selviäminen (Järviö 2006, 17)	14
Kuva 4 Vaurioitumisen nopeuden vaikutus mittaavan kunnonvalvonnan käyttökelpoisuuteen (Rossi 1993, 30)	15
Kuva 5. Värähtelymittausmenetelmien kattamia taajuualueita (Rossi 1993, 32)	17
Kuva 7. Laakerin sisäkehän kerrannaiset	19
Kuva 8. Levitystelan toimintaperiaate (Oasisalignment www-sivut 2017)	23
Kuva 9. Johtotela (Indiamart www- sivut 2017)	23
Kuva 10. Tunkeumanestetarkistuksen suoritustapa (Järviö 2006, 199)	27
Kuva 11. Magneettijauhetarkistuksen toimintaperiaate (Järviö 2006, 197)	28
Kuva 12. Periaatekuva ultraääniluotauksesta (Järviö 2006,201)	30
Kuva 13. Ultraääniluotaimen rakenne (Sonar Oy www-sivut 2017)	31
Kuva 14. a) Staattisen ja b) dynaamisen epätasapainon periaatekuvat (Juntunen 2012, 22)	32
Kuva 15. Kokonaisvärähtelyn kasvu suhteessa pyöritysnopeuteen	34

TAULUKOT

Taulukko 1. T 928 epätasapainot ja värähtelyt eri nopeuksissa	33
---	----

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

JTK	Jujo Thermal Oy
NPI	Nippon Paper Industries
PMSK	Paper Mill Service Kauttua
NDT	Ainetta rikkoman tarkastusmenetelmä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe oli todella mielenkiintoinen ja haastava työ. Onnistuessaan sen pohjalta saadaan vuositason aikaiseksi selkeää rahallista säästöä telojen toiminnallisen luotettavuuden ja vaihtonopeuden kasvaessa. Opinnäytetyö liittyi paperikoneiden johtaja- ja levitystelojen erilaisiin selvitystöihin. Osan selvitystöistä toimeksiantaja oli Jujo Thermal Oy, mutta selvitystöiden päätoimeksiantajana oli Valmet Kauttua Oy. Selvitystyöt määritteli Valmet Kauttua Oy:n mekaanisen kunnossapidon esimies, joka samalla toimi myös opinnäytetyön valvojana. Työ suoritettiin Jujo Thermal Oy:n tiloissa, joka on Euroopassa toimiva lämpöherkänpaperin valmistaja. Opinnäytetyö tehtiin kuitenkin Valmet Kauttua Oy:lle, joka toimii Jujon Thermalin kunnossapitoyrityksenä.

Mielenkiintoisen ja haastavan opinnäytetyöstä tekivät paperikoneet, jotka olivat minulle vähemmän tuttuja koneita kuin muut paperitehtaan koneet. Työn aihe oli laaja selvitystyö, joka rajattiin selkeästi. Ymmärrettävän teorian kirjoittaminen oli ongelmallista, koska paperitehtaan sanasto ja toiminnallisuus ovat isolle osalle väestöstä vieraita asioita. Lähteinä toimivat koulun kirjastosta lainatut kirjat ja internet. Internetistä tiedon löytäminen oli melko haasteellista, koska osasta työn aiheista tietoa ei juurikaan ole paljoa saatavilla. Selvittäviin töihin liittyvää tietoa sain myös aika paljon Valmet Kauttua Oy:n henkilöstöltä sekä tutuilta alihankkijoilta, jotka työskentelevät paperitehtaalla viikoittain.

2 TOIMEKSIANTAJAT

2.1 Valmet Oyj

Valmet on maailmanlaajuisesti johtava teknologian, palveluiden ja automaation toimittaja sekä kehittäjä paperi-, sellu- ja energiateollisuudelle. Valmetilla työskentelee ympäri maailmaa 12 000 työntekijää. (Valmet Oyj:n www-sivut 2017.) Valmet tarjoaa asiakkailleen kaiken; kunnossapidon ulkoistuksesta voimalaitosten- ja tehtaiden varaosiin sekä parannuksiin. Vuonna 2016 Valmetin liikevaihto oli noin 2,9 miljardia euroa. Valmetin pääkonttori sijaitsee Espoossa ja yhtiö on listattu pörssiin. (Valmet Oyj:n www-sivut 2017.)

Valmetilla on yli 200 vuoden teollinen historia takanaan. Alkunsa Valmet sai 1750-luvulla Helsingin edustalla sijaitsevassa Viaporin (Suomenlinnan) linnoituksesta. Siellä toimi silloin pieni alatelakka, Tamfelt, joka päätyi osaksi Valmetia, Suomen valtion ostettua Tamfeltin. Tamfeltista, joka perustettiin 1797, tuli yksi johtavista teknisten tekstiilien toimittajista. Nykyään Tamfeltin toiminnot ovat osa Valmetin tarjoamia palveluja. (Valmet Oyj:n www-sivut 2017.)

Vuonna 1946 Suomessa oli monia valtion omistamia metallitehtaita, joiden yhdistyessä yhteiseksi nimeksi tuli Valtion metallitehdas. 1950 vuoden alussa Valtion metallitehtaista tuli Valmet Oy, jolloin alkoi myös paperikoneiden valmistus ja ensimmäinen kone toimitettiin 1953. 1960-luvun puolivälissä Valmet nousi yhdeksi merkittävimmistä paperikoneiden valmistajista maailmalla, toimittaessaan useita koneita johtaviin paperiteollisuusmaihin. (Valmet Oyj:n www-sivut 2017.)

1999 syntyi Metso, kun Valmetin paperi- ja kartonkikonevalmistaja sekä Rauman kuituteknologia, kivenmurskaus ja virtauksensäätöratkaisut fuusioituivat. Vuonna 2013 ylimääräisessä yhtiökokouksessa päätettiin jakaa Metso Oyj kahdeksi pörssiyhtiöksi; Metsoksi ja Valmetiksi. Paperi-, massa- ja voimantuotantoliiketoiminnat muodostivat Valmet Oyj:n. Kaivos ja maanrakennus sekä Automaatio- liiketoiminnat muodostivat Metso Oyj:n. (Valmet Oyj:n www-sivut 2017.)

2.2 Valmet Kauttua Oy

Valmet Kauttua Oy toimii Jujo Thermal Oy:n alihankkijana ja tekee kunnossapitoa sekä huoltotöitä sen koneisiin ja laitteisiin. Valmetilla on myös telahiontaan erikoistuneita työntekijöitä. Teloja tulee ympäri Suomea ja Eurooppaa Valmetille hiottavaksi. Yritys on perustettu 1991 ja toimi silloin nimellä Paper Mill Service Kauttua Oy(PMSK). Metso Oyj osti PMSK:n osakekannan ja sen seurauksena nimeksi tuli Scandinavian Mill Service Kauttua. Metso Oyj:n jakaantumisen seurauksena Valmet Kauttua sai alkunsa vuonna 2014.

Valmet Kauttua Oy:ssä työskentelee tällä hetkellä noin 40 työntekijää. Henkilöstö koostuu toimihenkilöistä sekä mekaanisen kunnossapidon ja sähköautomaatiokunnossapidon työntekijöistä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2017 oli noin 4 miljoonaa euroa.

2.3 Jujo Thermal Oy

Jujo Thermal Oy (JTK) on Kauttualla sijaitseva paperitehdas, joka on perustettu 1992. JTK on japanilaisomisteinen ja yritys on keskittynyt lämpöherkän paperin valmistukseen, josta valmistetaan mm. erilaisia lippuja, kassakuittirullia ja etikettejä. JTK työllistää 200 työntekijää kolmessa vuorossa ja sen liikevaihto on ollut viime vuosina noin 100 miljoonaa euroa. JTK toimittaa paperia ympäri maailmaa mm. Venäjälle ja Japaniin. Yritys kuuluu Nippon Paper Industries:n (NPI) alaisuuteen, joka on yksi maailman johtavista paperia valmistavista yrityksistä maailmalla. NPI:n pääkonttori sijaitsee Japanissa. (Jujo Thermal Oy:n www-sivut 2017)



Kuva 1. Ilmakuva Juho Thermal Oy:stä (Juho Thermal Oy www-sivut 2017).

3 PAPERIN VALMISTUS

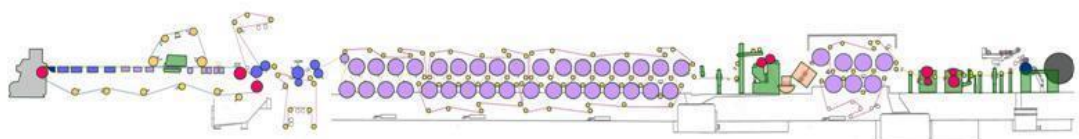
Paperin valmistus alkaa syöttämällä sellupaalit massanhajottajille, jonka kautta ne kulkeutuvat putkistoa pitkin jauhimille. Jauhinten jälkeen paperimassa siirtyy paperikoneen ensimmäiselle osalle, perälaatikolle. Perälaatikon tehtävänä on sekoittaa paperimassa ja syöttää se tasaisesti paperikoneen viiraosalle. Vesipitoisuus on tällöin noin 95%. (Wikipedia, perälaatikko 2017.)

Viiraosan tehtävänä on poistaa vettä, jonka jälkeen kuidut levittäytyvät ja yhdistyvät matoksi eli rainaksi. Viiraosan jälkeen paperi siirtyy puristinosalle, joka nimensä mukaisesti puristaa paperista vettä pois. Vesipitoisuus paperissa on tällöin noin 50%. Mitä enemmän vettä saadaan puristettua puristinosalla pois, sitä vähemmän energiaa kuluu seuraavassa vaiheessa paperin kuivaamiseen. (Valmet Oyj:n www-sivut 2017)

Kuivatusosa on joukko kuumia sylintereitä, jotka kuivaavat paperista suurimman osan jäljellä olevasta vedestä. Kosteusprosentti paperissa on tämän jälkeen n. 3-10%. Sylinterit lämmitetään höyryllä kuumiksi. Tämä prosessi vie eniten energiaa paperinvalmistuksessa. (Knowpap www-sivut, 2017)

Tämän jälkeen kuivattu paperi siirtyy päällystysasemalle, josta paperi saa paino- ominaisuutensa. Päällystys vaikuttaa myös paperin muihin ominaisuuksiin kuten esimerkiksi jäykkyyteen, sitkeyteen ja kiiltoon. Valmet Oyj:n www-sivut 2017)

Näiden vaiheiden jälkeen paperi kootaan rullalle paperikoneen päässä sijaitsevaan rullaimen. Paperi päällystetään asiakkaan toivomusten perusteella päällystykoneella lisäominaisuuksien saavuttamiseksi. Tämän jälkeen paperi voidaan myös kalanteroida, mikäli siinä on liikaa kiillettä. Päällystyksen ja kalanteroinnin jälkeen paperi siirtyy leikatavaksi pituusleikkureille, joissa tehdään asiakkaan tilauksen mukaisia paperirullia. Leikkauksen jälkeen rullat siirtyvät pakkaukseen, sieltä varastoon, jossa ne odottavat lähtöään asiakkaalle.



Kuva 2. Paperikoneen layout (Walmsleys UK www-sivut 2017)

4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito määritellään seuraavasti SFS-EN 13306:ssa:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon”

4.1 Kunnossapidon kehittyminen

Kunnossapito voidaan erottaa neljään eri sukupolveen.

Ensimmäisessä sukupolvessa voitiin rikki menneitä koneita pitää seisokissa pienen integraatio asteen takia. Tuolloin koneet olivat varsin yksinkertaisia, mikä näkyi myös koneiden vikaantumisessa. Koneet kestivät enemmän, johtuen niiden ylivoimaisuudesta. Ylimäyttö johtui varmuuskertoimista, joiden avulla korjattiin vikoitusten laskennallisia epätarkkuuksia. Koneiden korjaaminen ja vikojen määrittäminen olivat helppoja toimenpiteitä, koska tekniikka oli tuolloin vähemmän kehittyneenä kuin nykyisin. Ennakoiva kunnossapito koostui pääasiassa säätämistä, voiteluhuollosta ja koneen puhdistamisesta. (Järviö 2006, 15-16)

Toisen maailmansodan aikoihin syntyi kunnossapidon *toinen sukupolvi*, jolloin teollisuus joutui valmistamaan suuren määrän erilaisia sotatarvikkeita. Koneiden automaatiolla ja tuotantolinjoja yhdistämällä saatiin tuotantomäärät kasvamaan riittäviksi. Toisen sukupolven monimutkaiset koneet ja laitteet toivat kehittyessään mukanaan kunnossapidolle uudenlaisen vikaantumismekanismien, joka oli ajasta riippuva. Kunnossapidon määrää ja hallittavuutta lisäsivät lisääntyneet koneiden ja laitteiden monimutkaisuus. Syntyi ehkäisevä kunnossapito, joka oli aluksi jaksotettua huoltoa. Kunnossapitokustannusten kasvua toimintaan tuli mukaan suunnittelu- ja johtoporras, joiden tehtävänä oli pitää koneet paremmin käynnissä ja pitämään resurssien käytön kustannukset siedettävällä tasolla. (Järviö 2006, 16)

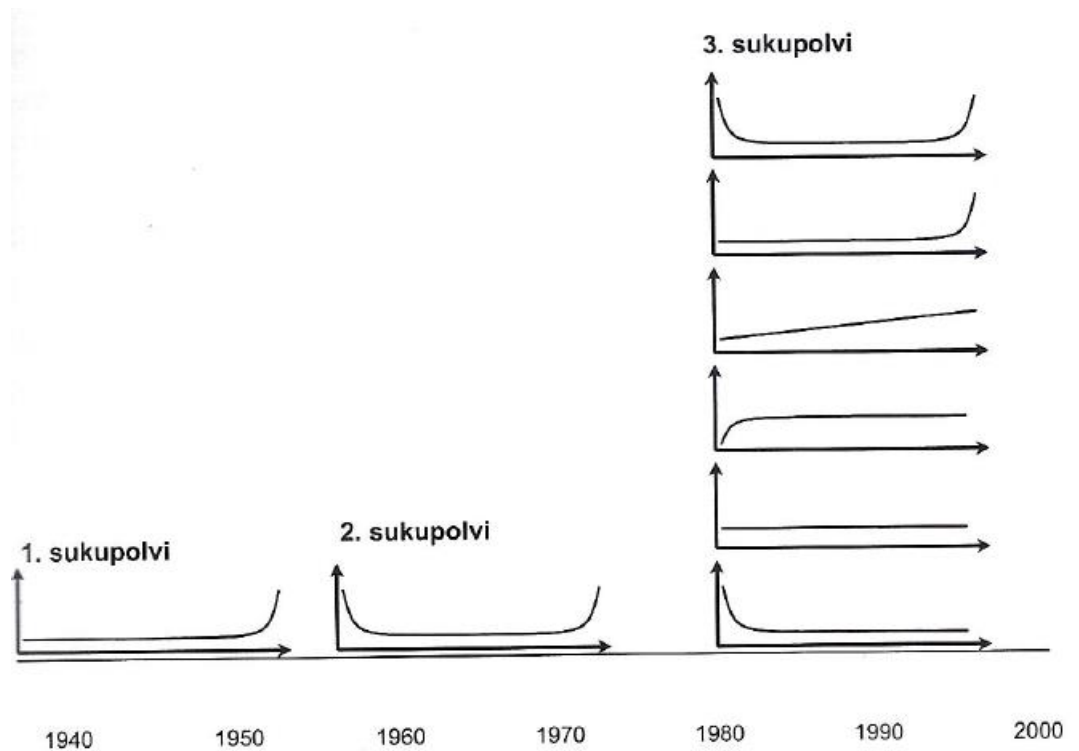
1970-luvulla käynnistyi kunnossapidon *kolmas sukupolvi*, joka sai alkunsa amerikkalaisten avaruusprojektien konseptien ja uusien innovaatioiden käyttöönotosta teollisuudessa. Käyttövarmuusvaatimukset asetettiin uusille tasoille. Tutkimukset loivat uusia tekniikoita, lähestymistapoja ja työkaluja. Koneiden ja laitteiden luotettavuus ja tehokkuus kasvoivat seuraavista syistä:

- Tuotannossa olevien koneiden mekanismien määrät kasvoivat ja samalla automaatio lisääntyi, jolloin liiketoiminta tuli aiempaa enemmän koneista riippuvaiseksi.
- Toiminnan painopisteet muuttuivat uusien teknologioiden myötä. Kyvystä uusiutua ja hallita uusia teknologioita, tuli kriittinen menestyksen tekijä.
- Kilpailu kiristyi ja muuttui maailmanlaajuiseksi. Aasiasta ilmestyi länsimaisille markkinoille yrityksiä, joiden toiminnallinen tehokkuus oli ihan omaa luokkaansa verrattuna muihin länsimaalaisten omiin yrityksiin. Toimintatapaa oli länsimaissa tehostettava. Kustannusrakenteiden erilaisuus verrattuna aasialaisiin kustannusrakenteisiin loi lisäpainetta länsimaisille yrityksille.
- Puskurivarastoinnista luovuttiin ja paperitavaraa tehtiin vain tilauksia vastaan. Tämän ansioista toimitusajat lyhenivät huomattavasti.
- Pääomaa sijoitettiin yhä enemmän tuotantolaitteisiin. Koneiden tehokkaampi käyttö mahdollisti pienemmän pääomatarpeen. Investoitu pääoma tuotti paremmin. (Järviö 2006, 16)

Neljäs sukupolvi sai alkunsa 1990-luvulla tietokoneiden ja mikroelektroniikan tulon myötä. Seuraavat piirteet olivat tyypillisiä neljännelle sukupolvelle:

- Automaation lisääntyminen ja valmistusprosessien integraatio nostivat tuotantokoneiden hintoja.
- Tullessaan uudet teknologiat muuttivat kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia ratkaisevasti. Uusia teknologioita olivat mm. keinoäly, elektroniikka ja pneumaattikka. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää ohjelmistojen (automaatio, jne.) kunnossapitoa, joka osaltaan on lisännyt kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia.
- Käynninaikainen koneen valvonta erilaisilla sensoreilla toi uusia tehokkaita työkaluja koneiden kunnonvalvontaan.
- Etävalvonta mahdollisti asiantuntijoiden pääsyn mahdottomalta tuntuviin paikkoihin.
- Yrityksien verkostoituminen on muuttanut ajattelutapaa ja toimintamalleja. Muutokset ovat saaneet aikaan tuottavuuden kasvun ja toimintojen tehostamisen.

(Järviö 2006, 17-18)



Kuva 3. Vikaantumismekanismien selviäminen (Järviö 2006, 17)

4.2 Ennakkohuolto

4.2.1 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonta käsittää koneen ja sen laitteiden tarkkailun, lopputuotteen laadun seurannan ja mittaavan kunnossapidon. Lisäksi kunnonvalvontaan kuuluvat koneiden ja laitteiden säännölliset tarkastukset. Kunnonvalvonnan avulla koneen varaosahankinnat ja korjaustoimet voidaan ajoittaa tarpeiden mukaan, jolloin tarpeettomien osien vaihtaminen jää pois ja käyntijaksot pitenevät korjausten välissä. (Rossi 1993, 29)

Aistinvarainen kunnonvalvonta

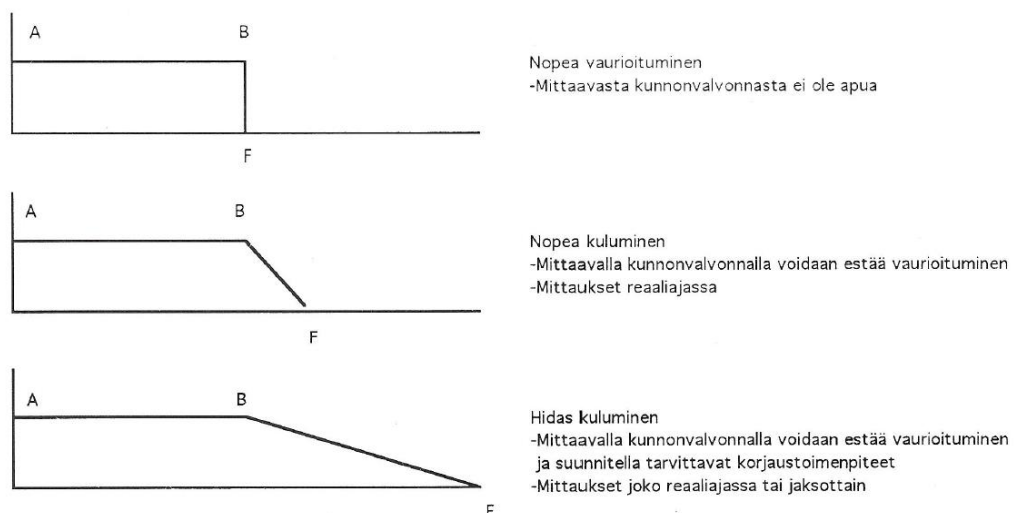
Koneen kuntoa on yleensä mahdollista tarkkailla ilman sen pysäyttämistä. Aistein tapahtuva havainnointi on yksinkertaisin tapa seurata koneen käynninaikaista kuntoa. Rikkoutuneen koneen käyntiäänäni on normaalista poikkeava. Tärinöitä ja lämpötilaa voi käsin tunnustella, ja visuaalisesti voidaan tarkkailla komponenttien kuntoa. (Rossi 1993, 29)

Havainnoinnin luotettavuus perustuu havainnoitsijan kokemukseen, ja pitkällä aikavälillä ihmisaistit eivät pysty rekisteröimään pieniä muutoksia. Työstökoneissa on kohteita, joita suojarakenteiden vuoksi käynnin aikana ei voida tarkkailla. Standardisoinnin ja koulutuksien avulla kunnossapitohenkilöstön aistihavainnointia voidaan kehittää. (Rossi 1993, 29)

Tarkastettavan koneen riittävä puhtaus on perusedellytyksenä tarkistamiselle. Tarkastuksia olisi tehtävä säännöllisesti, jolloin siitä muodostuisi rutiini. Voidaan myös laatia tarkastuspöytäkirja, johon merkataan tarkistetut kohteet ja niiden arvioitu kunto. (Rossi 1993, 30)

Mittaava kunnossapito

Mittaavaan kunnossapitoon on ihmisaistien avuksi kehitetty erilaisia apuvälineitä ja mittalaitteita mm. pyörivien koneenosien kunnonmittaukseen. Koneesta voidaan mitata käynnin aikana esimerkiksi laakerien lämpötilaa-, niiden värähtelyä ja melua, jolloin koneen kuntoa parannetaan ja vältetään turhia huoltokustannuksia. Mittaava kunnonvalvonta suoritetaan joko kiinteällä tai kannettavalla kunnonvalvontajärjestelmällä. Parhaimman mittaustuloksen saamiseksi on mittaus suoritettava aina mahdollisimman läheltä mitattavaa kohdetta tai komponenttia. (Rossi 1993, 30)



Kuva 4 Vaurioitumisen nopeuden vaikutus mittaavan kunnonvalvonnan käyttökelpoisuuteen (Rossi 1993, 30)

Mittaava kunnonvalvonta soveltuu parhaiten hitaasti kehittyvien vikojen, kuten kuluma-
vaurioiden havaitsemiseen ja ennakointiin. Prosessiteollisuudessa mittaavan kunnossa-
pidon vaikutukset näkyvät selkeimmin suunnittelemattomien töiden ja tuotannon häiriö-
tuntien vähenemisenä. (Rossi 1993, 30)

Mittaavan kunnonvalvonnan menetelmiltä vaaditaan:

- mittauksen suoritus saadaan helposti ja nopeasti yksinkertaisin mittalaittein
- mittaustulos antaa riittävästi tietoa ja on luotettava
- toistettavuus mittauksessa on oltava hyvä ja mittaajasta riippumaton
- tulokset ovat dokumentoitavissa ja ne ovat yksiselitteisiä

Kunnonvalvonnan riittävän luotettavan lopputuloksen saavuttamiseksi tarvitaan enem-
män kuin yhden menetelmän käyttöä. Tyypillinen menetelmien yhdistelmä on laakerin
lämpötilan ja sen värähtelyn mittaus. Aikaisempien mittaustulosten kirjaamiset ja niiden
vertaaminen uuteen mittaukseen helpottavat vikojen tunnistamista. Mikäli aikaisempia
mittaustuloksia ei ole saatavilla, on turvauduttava standardeihin ja kirjallisuudessa esi-
tettyihin vianhaku taulukoihin sekä koneen valmistajan suosituksiin. (Rossi 1993, 30)

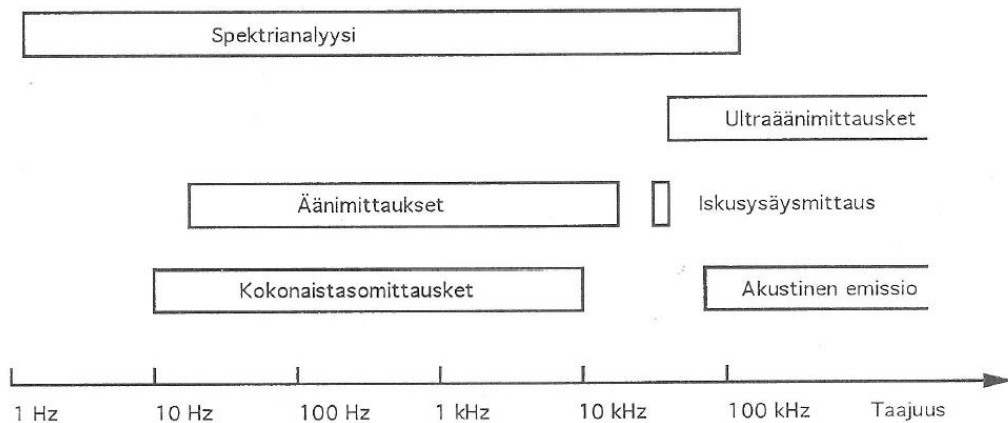
Prosessitiedot, koneen tekniset tiedot sekä vikahistoria ovat oleellisia lähtötietoja mit-
tausmenetelmien valinnassa. Öljyanalyysia tehtäessä tarvitaan tiedot öljystä (merkki ja
viskositeettiluokka), öljyn käyttöiästä, voideltavasta kohteesta sekä mahdollisista öljyn
lisäyksistä ja koneen toiminnallisista häiriöistä. (Rossi 1993, 30)

Trendikäyrän mittaaminen on suositeltavaa koneen kunnon seuraamisessa. Trendi-
käyrää mitataan riittävän usein valitusta mittaustavasta riippumatta. Koneen vaurioitu-
misherkkyys ja vaurioitumisherkkyiden kriittisyys tuotannossa vaikuttavat mittausvälin
valintaan. Graafisesta esityksestä on helppo havaita muutokset ja muutosnopeudet. Nii-
den perusteella voidaan esittää arvioita käytettävissä olevasta ajanjaksosta ja suunni-
tella koneen korjauksien ajankohta. (Rossi 1993, 32)

Värähtelyn mittaukset

Käydessään kaikki koneet värähtelevät niille ominaisella tavalla. Värähtely koostuu
useista eri taajuuksilla ja voimakkuuksilla vaikuttavista komponenteista. Koneenosassa
oleva vaurio voi muuttaa huomattavasti värähtelyspeksiä. Tärinää aiheuttaa tavallisesti
vioittuneet laakerit, laakerien ja kytkimien asennusvirheet, hammaspyörät, epätasapaino
pyörivissä osissa ja puutteellinen voitelu ja murtumat. (Rossi 1993, 32)

Käyttökelpoisuus värähtelymittauksissa perustuu tulokseen, että yli 90 %:ssa vikatapauksista on tapahtunut muutoksia koneen värähtelyssä. Useimmissa vikatapauksissa eri menetelmiä analysoimalla saadaan monissa tapauksissa selville vian aiheuttaja. (Rossi 1993, 32)



Kuva 5. Värähtelymittausmenetelmien kattamia taajuusalueita (Rossi 1993, 32)

Lämpötilamittaukset

Lämpötilamittauksia koneiden kunnonvalvontaan ovat muun muassa laakerien pintalämpötilamittaukset sekä voiteluöljyn ja sähkökäyttöjen lämpötilojen mittaukset. Tieto mekaanisista muutoksista saadaan liian myöhään lämpötilamittauksella, joten sen antama tulos soveltuu parhaiten jatkuvatoimisiin valvontatilanteisiin. Voiteluaineen määrä ja lämpötila sekä ympäristön lämpötila ja kuormituksen muutos vaikuttavat lämpötilaan. (Rossi 1993, 34)

Öljyanalyysit

Öljyanalyysijä voidaan käyttää öljynvaihtotarpeen arviointiin tai voideltavan kohteen kunnonseurantaan. Erilaisia kulumishiukkasanalyysijä käytetään koneen kunnan määrittämisessä. Voiteluaineessa olevien kulumishiukkasten analysoinnilla voidaan riittävän ajoissa havaita koneen kulumisen muutokset. Kulumishiukkasten muodon ja koon perusteella pystytään arvioimaan kulumismekanismi ja sen vakavuus. Öljyanalyysit on helppoin soveltaa kohteisiin, joissa on pienehkö öljymäärä. (Rossi 1993, 34)

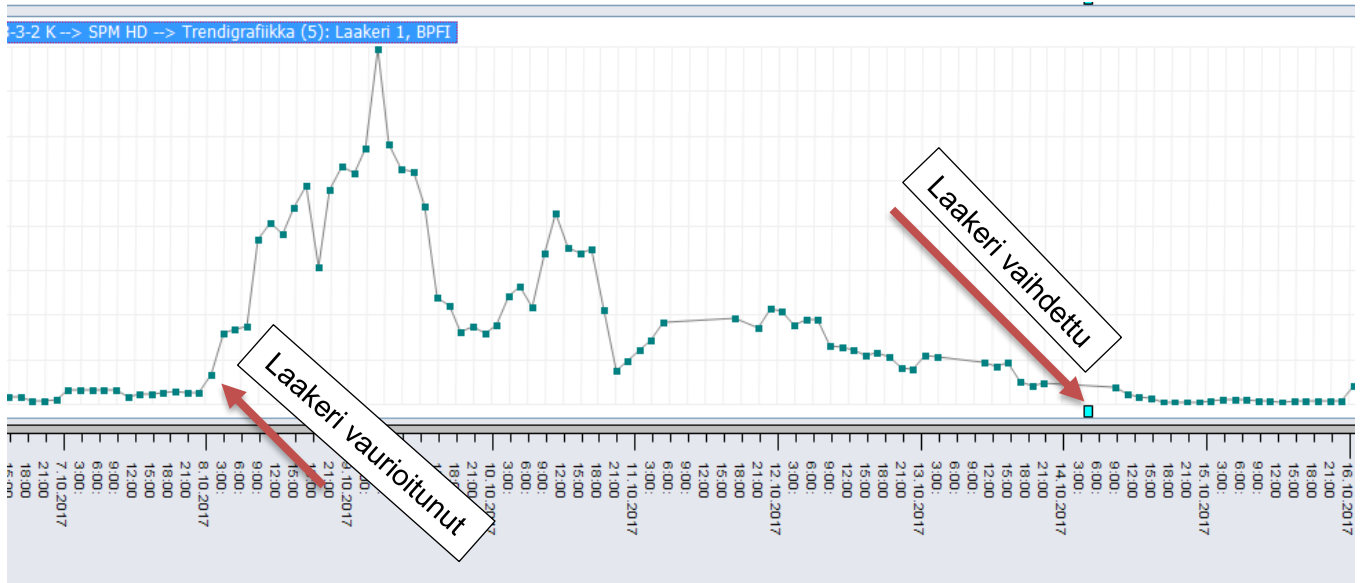
Kunnonvalvonnan mittaaminen ja seuraaminen paperikoneilla

Kunnonvalvonnan mittaaminen tapahtuu SPM Diamond käsimittalaitteella, jonka kanssa käydään keräämässä paperitehtaan koneista ja laitteista tietoa eri mittapisteistä. Mittapisteitä löytyy muun muassa teloista, moottoreista, laakeriyksiköistä ja pumpuista. Mittapisteistä mitataan laakereiden iskusysäys- ja värähtelyarvoja säännöllisesti, yleensä kaksi kertaa kuukaudessa molemmilta paperikoneilta. Mittaamisen jälkeen tulokset siirretään tietokoneen SPM- ohjelmaan ja tulokset analysoidaan. Mikäli laakeriarvot muuttuvat aikaisempiin arvoihin verrattuna suuntaan tai toiseen, on tuloksia analysoitava tarkemmin ja on mahdollisesti käytävä tekemässä kohteesta lisämittaus. Näin päästään nopeasti kiinni mahdolliseen alkavaan laakerivikaan. Riippuen laakeriarvojen muuttumisesta tehdään sen pohjalta tarvittavia toimenpiteitä, kuten laakerin rasvausta ja kohteen lisäseuranta. Mikäli rasvauksen lopputuloksena laakeriarvot eivät laske, tehdään toimenpiteitä, joilla saadaan selvyys kohonneisiin laakeriarvoihin.

Kunnonvalvojat seuraavat online -mittaustrendejä päivittäin, jotta mahdolliset alkavat laakeriviat saadaan nopeasti ehkäistyä tai korjattua. Paperitehtaalla on noin 4500 mittapistettä ympäri tehdasta, joista mitataan laakeriarvoja. Näistä mittapisteistä johtoteloissa on tällä hetkellä SPM Onlinen piirissä noin 140 telaa. Ennakkohuoltojen tärkeys lisääntyy jatkuvasti paperitehtaan toiminnan turvaamisessa.

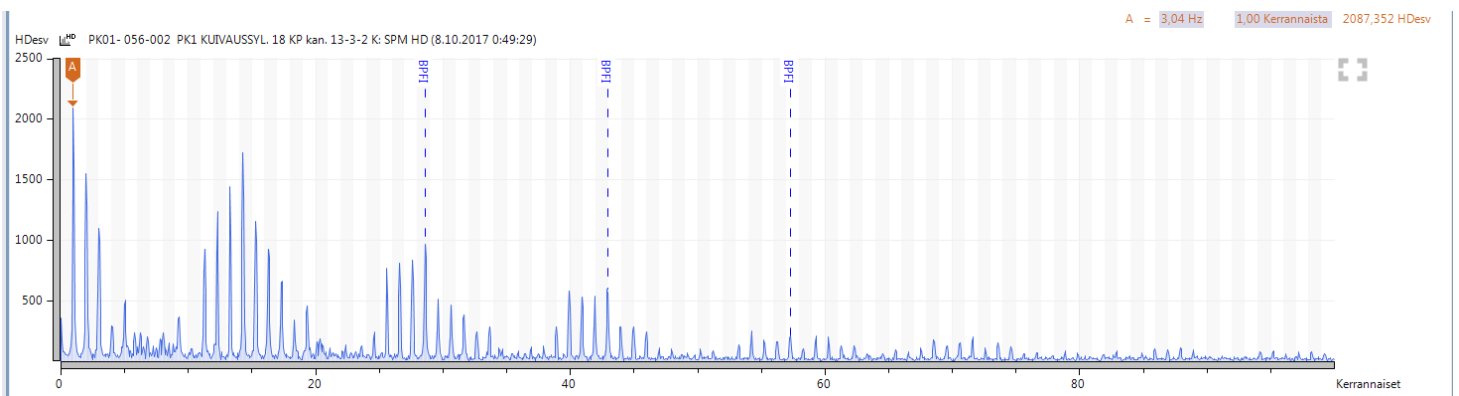
Kuva 6:

Näyttää kahden tunnin välein tapahtuvan mittauksen. Mittauksista tulevien arvojen perusteella muodostuu trendikäyrä. Vihreä neliö kuvassa on yksi mittauskerta. Trendikäyrän nousu kertoo alkavasta laakeriviasta. Kuvassa nähdään miten kuivatussynterinin laakerin sisäkehän arvot ovat muuttuneet huonompaan suuntaan. Laakeri vaihdettiin noin viikon päästä vian löytymisen jälkeen.



Kuva 6. SPM HD trendi

Kuvassa 7 on avattu yhden vihreän neliön mittaustulokset auki, josta nähdään kuivatussylinterin laakerin sisäkehän mittaussarvot tarkemmin. Kuvassa 7 on laakerin iskusysäysarvoja ja niiden kerrannaisia.



Kuva 6. Laakerin sisäkehän kerrannaiset

4.2.2 Voitelu

Paras mahdollinen käyttöikä laakerijärjestelmälle voidaan varmistaa käyttämällä oikeaa määrää oikeaan aikaan lisättyä, oikeanlaista voiteluainetta. Liian suuri tai liian pieni

määrä voiteluainetta voi heikentää laakereiden suorituskykyä. Kummassakin tapauksessa tuloksena voi olla laakerien ennenaikainen rikkoutuminen. (SKF-katalogi 2018, 180)

Kaikista laakerivaurioista noin 36% johtuu puutteellisesta voiteluaineesta. Se sisältää seuraavat vikojen aiheuttajat:

- liian paljon voiteluainetta
- virheelliset voiteluvälit
- virheellinen voiteluainevalinta
- puutteellinen voitelu
- voiteluaine ei pääse laakereille esimerkiksi tukkeutuneen voiteluputken takia

Voitelujärjestelmän epäpuhtauksien aiheuttamat laakeriviat nostavat voiteluaineisiin liittyvien laakerivaurioiden osuuden jopa 50%:iin. Hyvät voitelukäytännöt ja tehokas voitelu voivat auttaa vähentämään tehokkaasti ennenaikaisia laakerivikoja ja koneen korjaus-
seisokkeja. (SKF-katalogi 2018, 180)

4.2.2.1 Rasvavoitelu

Rasva koostuu perusöljystä ja saenninaineesta. Perusöljyn osuus on 70-95% rasvasta. Saentimen osuus on 5-30%.

Perusöljyn päätyyppejä ovat:

- mineraaliöljyt
- synteettiset öljyt
- luonnonöljyt

Mineraalipohjainen perusöljy on vierintälaakereissa yleisimmin käytetty, sillä ne sopii useimpiin käyttökohteisiin. Synteettistä perusöljyä käytetään kuumissa tai kylmissä käyttöympäristöissä. Luonnonöljypohjaisia voiteluaineita ei yleisesti käytetä laakereiden voiteluun, koska niihin muodostuu happamien yhdisteiden riski jo lyhyen käyttöiän jälkeen. Luonnonöljypohjaiset öljyt ovat eläin- ja kasviöljypohjaisia. (SKF-katalogi 2018, 183)

Saenninaine toimii sidosaineena, jossa lisäaineet ja rasvan öljy ovat. Rasvan toiminnan mahdollistamiseksi tarvitaan saenninta. Saennin kiinteyttää rasvan siten, että se pysyy kohteessaan. Saentimet jaetaan saippuoihin ja ei-saippuoihin. (SKF-katalogi 2018, 183)

Saippuat

Litium-, kalsium-, natrium- tai alumiinipohjaiset metallisaippuat ovat yleisimmin käytössä olevat seosaineet rasvassa. Laakereiden voitelussa käytetään yleisimmin litiumsaippuaa. (SKF-katalogi 2018, 183)

Ei-saippuat

Ei-saippuat voivat sisältää epäorgaanisia aineita kuten esimerkiksi bentoniittiä ja piihapogeeliä. Kuumissa käyttöolosuhteissa ne estävät voiteluaineen valumisen. Lisäksi ne ovat vedenkestäviä. (SKF-katalogi 2018, 183)

Rasvan toiminta laakereissa

Rasvan saennin toimii perusöljyä sitovana aineena. Saennin vapauttaa perusöljyä, kun siihen kohdistetaan kuormitusta; Mitä enemmän kuormitusta tulee, sitä enemmän perusöljyä vapautuu. Tätä reaktiota kutsutaan öljyn erottumiseksi. Kuormitusta vähentäessä, normaalisti saennin sitoo perusöljyn uudelleen. (SKF-katalogi 2018, 184)

4.2.2.2 Öljyvoitelu

Voiteluöljy koostuu perusöljystä, johon on sekoitettu lisäaineita. Perusöljyä on voiteluöljyssä noin 95%. Perusöljyt öljyvoitelussa jaetaan samoihin päätyyppeihin, kuin rasvavoitelussakin. (SKF-katalogi 2018, 203)

Lisäaineet

Kemikaaleja, joita lisätään perusöljyyn, kutsutaan yleisesti lisäaineiksi. Lisäaineiden avulla voidaan tehostaa tai saavuttaa tiettyjä ominaisuuksia. Lisäaineet luokitellaan niiden käyttötarkoituksen mukaisesti esimerkiksi suorituskykyä parantaviin tai voiteluainetta suojaaviin lisäaineisiin.

Perusöljyn viskositeetti

Tärkein ominaisuus voiteluöljylle on viskositeetti, joka tarkoittaa nesteen virtausvastusta. Se on paineen ja lämpötilan mukaan muuttuva suure. Viskositeetti nousee lämpötilan laskiessa ja laskee lämpötilan noustessa. Matalaviskositeettinen öljy on ohuempaa ja juoksevampaa, kuin korkeaviskositeettinen öljy. Öljyn viskositeetti määritetään standardin mukaisessa referenssilämpötilassa, joka on 40 °C. (SKF-katalogi 2018, 203)

5 TELATYYPIT

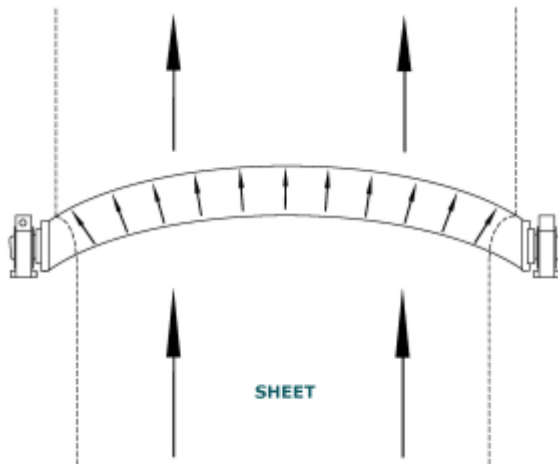
5.1 Levitystela

Levitystelan tehtävänä on ryppyjen ehkäiseminen sekä niiden poistaminen paperiradalta. Toinen tärkeä tehtävä on löysyyden poistaminen radan reunoilta tai keskeltä, levittämällä joko paperirataa tai kudosta. Yleisesti levitystelojen paikka paperikoneessa on ennen nippiä, jossa paperirata kulkee kahden telan välistä. (Lamberg 2013, 22.)

Levitysteho riippuu telan kaarevuudesta. Pieni kaarevuus vähentää levitysvaikutusta ja vastaavasti liian suuri kaarevuus saa paperiradan rypääntymään. Levitystelojen kaarevuudet ovat välillä 0,3-1,0 % luokkaa telan vaipan pituudesta. Kosketuskulma paperiin tai rataa, ajonopeus, rainankireys ja paperin kosketuskulma telaan vaikuttavat kaarevuuden suuruuteen. (Lamberg 2013, 22.)

Teräksinen levitystela on rakennettu akselista, erillisistä teräsholkeista ja laakereista. Rakenne akselissa voi olla putkimainen tai umpiteräksinen, telan kaarevuuden säädön takia rakenne akselissa voi olla halkaistu keskeltä. Telan akselille kootaan laakeroituja yksittäisholkkeja, jotka yhdessä muodostavat telan vaipan. Vaippa on yleensä rakennettu hiili- tai haponkestävästä teräksestä. Telan pituudesta riippuen laakereita voi olla 10-30 kappaletta telaa kohden. (Lamberg 2013, 23.) & (Tekniikka& Talous lehden www-sivut, 2017)

Vaipan pinnoitemateriaaleja on useita erilaisia, mutta yleisin käytössä oleva on kumipinnoite. Levitysteloja on myös teräspintaisia, joiden seassa on kromikarbideja. Tela tai sen pinta voi olla uritettu, jolloin saadaan paremmin paperirainan ilmataskut paremmin. Telan vaipan pinnasta saadaan kulutusta kestävämpi ja pinnan kitkakerrointa pienemmäksi, kun pinnoitteessa on mukana kromikarbideja. (Lamberg 2013, 24.)



Kuva 7. Levitystelan toimintaperiaate (Oasisalignment www-sivut 2017)

5.2 Johtotela

Paperikoneen telat on jaoteltu prosessiteloihin ja johtoteloihin. Nimensä mukaisesti prosessitelat osallistuvat paperinvalmistusprosessiin ja sen muokkaukseen. Johtotelojen pääasiallinen tarkoitus on levittää, kiristää tai ohjata paperirainaa ja viiran tai huovan välissä kulkevaa rainaa. Lukumääräisesti paperikoneessa johtoteloja on eniten, joita voi olla jopa yli 100 kappaletta. Johtotelojen nimitykset vaihtelevat niiden käyttökohteen mukaan, yleisimmin puhutaan kiristys-, johto, tai ohjausteloista. (Pokela 2006, 10)



Kuva 8. Johtotela (Indiamart www- sivut 2017)

5.2.1 Viiranjohtotelat

Paperikoneen viiraosalla olevia johtoteloja kutsutaan viiranjohtoteloiksi, joiden pääasiallinen tehtävä on ohjata kuitua ja säätää viiran kireyttä. Viiranjohtoteloissa käytetään pinnoitteena jotain synteettistä ainetta, jolla ehkäistään niiden korroosiota ja kulumista. Telan pinnoitemateriaalina voi olla esimerkiksi kumia. (Pokela 2006, 10)

5.2.2 Huovanjohtotelat

Paperikoneen puristinosan huovanjohtotelojen tehtäviä ovat levittää, kiristää ja ohjata huopia. Ne osallistuvat myös huopien puhdistukseen, joka on niiden tärkeä tehtävä. Riittävä korroosionkestävyys puristinosan huovanjohtoteloille saavutetaan pinnoittamalla tela kovakumilla. (Pokela 2006, 10)

Kuivatusosan huovanjohtotelat toimivat kuivatushuopien- ja viirojen ohjaus-, kannatus- ja kiristysteloina. Telat on valmistettu teräsputkesta, joissa ei ole ollenkaan pinnoitetta. Telavaipan pituus on tavallisesti kuivatussylinteriä hieman pidempi. Valmistettaessa kuivatusosan johtoteloja ja etenkin telan laakeroinnissa tulee ottaa huomioon kuivatusosan erittäin kuumat olosuhteet ja niiden vaikutukset telaan ja laakerointiin. (Pokela 2006, 10)

5.2.3 Paperinjohtotela

Paperinjohtotelan tehtävä on kannattaa ja ohjata paperirainaa. Paperinjohtoteloja on käytössä mm. silloin, kun rainaa ohjataan puristimelta toiselle, kalantereiden yhteydessä ja kuivatusryhmän väleissä. Paperinjohtotelat on tehty teflonpintaisesta teräsputkesta, jolloin paperi ei tartu kiinni telaan. Telat pyörivät yleensä käyttömoottorin avulla, joka voi olla suoraan telan akselitappiin kytketty moottori- tai rumpumoottori. Rumpumoottori on asennettu telan sisälle. Paperirainan kevyt kiristysvoima kuormittaa paperinjohtoteloja. Telan mitoituksen kannalta tärkeimpiä kriteerejä ovat sekä sen oman painon aiheuttama taipuma telaan, että sen käynnin tasaisuus, johon voidaan vaikuttaa minimoimalla dynaaminen heitto ja jäännösepäätasapaino. (Pokela 2006, 11)

5.2.4 Ohjaustelat

Paperikudokset pyrkivät ajautumaan eri tekijöiden johdosta joko sivuille päin tai lopulta koneen runkoon. Ohjaustelaa käytetään pitämään kudokset koko ajan keskellä eli sillä ohjataan kudosta sen kulkusuunnassa. Telan toiminta perustuu siihen, että kudokset pyrkivät kulkemaan aina suorassa kulmassa telan keskiviivaan nähden. Ohjaustelan päistä toinen on kiinteä ja toinen liikkuva. Toimilaite siirtää liikkuvaa päätä, jolloin anturi toimittaa tiedon telan ohjaussuunnasta. (Pokela 2006, 11-12)

5.2.5 Kiristystelat

Paperikonekudoksella on oltava tietty kireys, jolloin varmistetaan koneen ja kudoksen häiriötön toiminta. Kireyteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Paperirainan kuivaus:
Rainan kuivaus perustuu kuivaussyinterin ja paperirainan väliseen lämmönsiirtoon, joka riippuu näiden tekijöiden kosketuksesta.
- Tehonsiirto:
Puristin- ja kuivatusosan osalla johtoteloista ei ole omaa käyttömootoria. Kudokselta vaaditaan tietty kireys, jotta käytöttömät telat pyörivät. Kuivatus- ja puristinkudoksilta ei kuitenkaan vaadita suurta kireyttä tehonsiirron takia.
- Ohjaus:
Kudokselta vaaditaan tietty kireys, jotta ohjaustela toimii oikein. (Pokela 2006, 12)

Kudoksen riittäväällä kireydellä ehkäistään myös paperin lepatusilmiö, joka johtuu siitä, että kudosten läpi pääsee ilmaa. Mikäli paperiraina ”lepattaa” liikaa, se aiheuttaa radan poikki menemisen ja sen kautta tuotantotappioita. Lepatus tarkoittaa kudosten aaltoliikettä poikittaissuunnassa, mikä etenee kudoksen kulkusuunnassa tai sitä vastaan. Telojen taipuma vaikuttaa paperikonekudosten kireyteen eli liian suuri kireys aiheuttaa taipumaa, joka vaikeuttaa paperikonekudoksen kulkua. (Pokela 2006, 12)

Kiristimellä kiristetään kudosta ja seuraavat osat muodostavat kokonaisuudessaan kiristimen:

- kiristystela
- sen liikkeen salliva rakenne
- toimilaitte säätimiseen, joka saa aikaan tarvittavan lisävoiman
- telan voiman välityskoneisto (Pokela 2006, 12)

Kiristimiä on kahdenlaisia, jotka erotellaan niiden toiminnan perusteella jäykkiin ja joustaviin kiristimiin. Riippumatta kudoksen pituudenmuutoksista joustava kiristin pystyy pitämään vakiokireyden kudoksessa. Jäykässä kiristimessä kudoksen kireys pääsee vaihtelevaan, koska kiristin on tunteeton kudoksen pituuden muutoksille. Vakiokireyttä pidetään yllä kireyden mittauksella ja säätötekniikalla. (Pokela 2006, 12)

Hyvin toimiva kiristin täyttää seuraavat vaatimukset:

- Se toimii vaaka- ja pystyasennossa
- Kireys pysyy mahdollisimman tasaisena, mittaustuloksista riippumatta
- Kudosta vaihdettaessa on kiristintä voitava löysätä riittävästi
- Kiristimellä on riittävä joustomatka ja sen tulee olla riittävän joustava
- Päiden liikkeet tulee olla toisiinsa sidotut kiristystelassa (Pokela 2006, 14)

6 SÄRÖNTARKASTUS NDT-MENETELMILLÄ

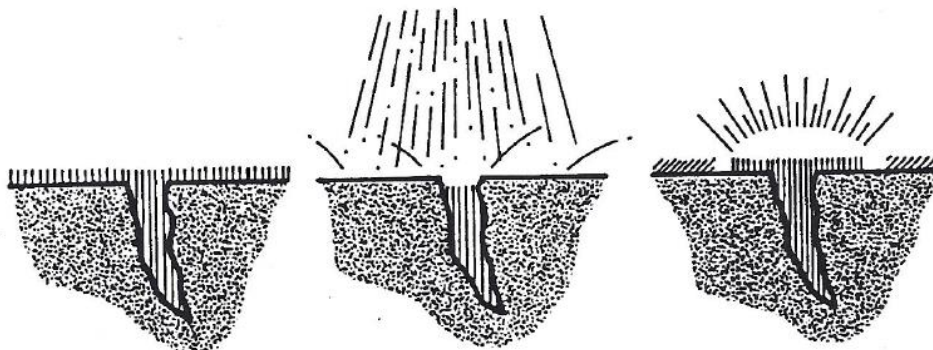
6.1 Silmämääräinen tarkastus (VT)

Visuaalinen eli silmämääräinen tarkistus on vanhin ja eniten käytetty tarkistustapa. Silmämääräinen tarkistus tehdään aina ennen muita NDT-menetelmiä tai näiden yhteydessä.

Kokemusperäinen tieto ja ihmissilmän tarkkuus yhdessä ovat tehokas tarkistustapa. Ihmissilmä pystyy havaitsemaan värillisesti eroavan viivan taustasta, jonka leveys on hiuskarvan halkaisijan luokkaa. Tästä pienemmät epäjatkuuskohtat havaitaan vasta, kun niiden näyttämät on saatu sivusuunnassa suurennetuksi esim. tunkeumanestetarkastuksen avulla. Taustasta eroavia pyöreitä pisteitä ihmissilmä pystyy havaitsemaan, jos niiden halkaisija on yli 100 µm. (Järviö 2006, 196)

6.2 Tunkeumanestetarkastus (PT)

Tunkeumanestetarkastuksessa voidaan havaita pintaan avautuvat viat, kuten esimerkiksi säröt, liitosviat, huokokset ja vuotokohtat. Tunkeumanestetarkastus sopii myös ei-magneettisille materiaaleille, joka on hyvä tarkistusmenetelmä magneettijauhetautuksen ohella. Tunkeumaneste on halpa ainetta rikkomaton tarkistusmenetelmä ja oikein käytettynä, sillä saavutetaan useimmissa tapauksissa riittävä varmuus ja tarkkuus. Tarkastuksen luotettavuus on riippuvainen tarkastajan työskentelytavoista ja virheiden tulkinnasta. (ValuAtlas www-sivut 2017)



Kuva 9. Tunkeumanestetarkistuksen suoritus tapa (Järviö 2006, 199)

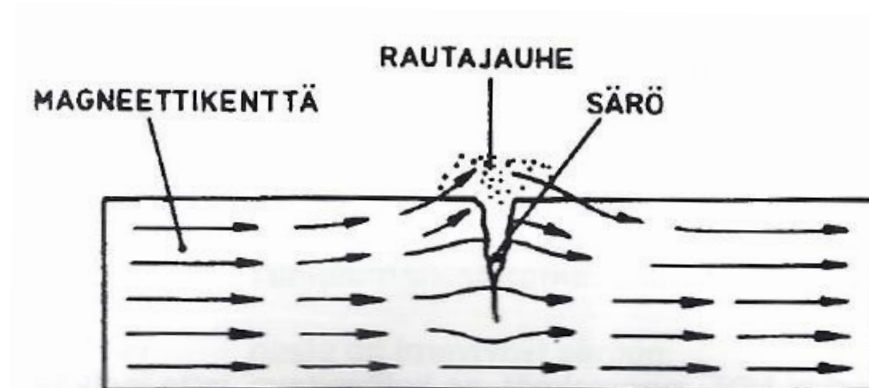
6.3 Magneettijauhetarkastus (MT)

Magneettijauhetarkastus on yksi ainetta rikkomattomista tarkastusmenetelmistä, joka soveltuu vain magneettisten kappaleiden tutkintaan. Magneettijauhetarkastus perustuu tutkittavan kappaleen pinnalla olevien epäjatkuvuuskohtien, esim. halkeaman tai särön synnyttämien magneettisten vuotokohtien toteamiseen. Magneettiset voimaviivat jakautuvat tasaisesti, kun kappale magnetoidaan. Magneettijauhe kerääntyy epäjatkuvuuskohdan ympärille, jolloin siitä on helppo päätellä särön tai halkeaman sijainti, koko ja muoto. (ValuAtlas www-sivut 2017)

Magneettijauhetarkastuksia on kahdenlaisia: automaattisia ja manuaalisia. Automaattisessa tarkastuksessa tutkittavan kappaleen pinta käydään läpi magneettivoanturilla, joka löytää kappaleessa olevat virheet. Manuaalisessa tarkastuksessa tutkittavan kappaleen pintaan levitetään rautahiukkasia, jotka kerääntyvät epäjatkuvuuskohdan ympärille ja ne voidaan havaita visuaalisesti. Jotta ihmissilmä voisi havaita vuotokohtia, käytetään yleensä värillisiä hiukkasia vaalealla ohuella kontrastiväripohjalla, tätä sanotaan värilliseksi menetelmäksi. Fluoresoiva menetelmä on puolestaan ilman kontrastiväripohjaa. (ValuAtlas www-sivut 2017)

Magneettijauhetarkastuksen etuja:

- Menetelmä on yksinkertainen ja nopea toteuttaa
- Voidaan tarkastaa pinnan lähellä olevat epäjatkuvuuskohdat
- Varma ja edullinen menetelmä



Kuva 10. Magneettijauhetarkastuksen toimintaperiaate (Järviö 2006, 197)

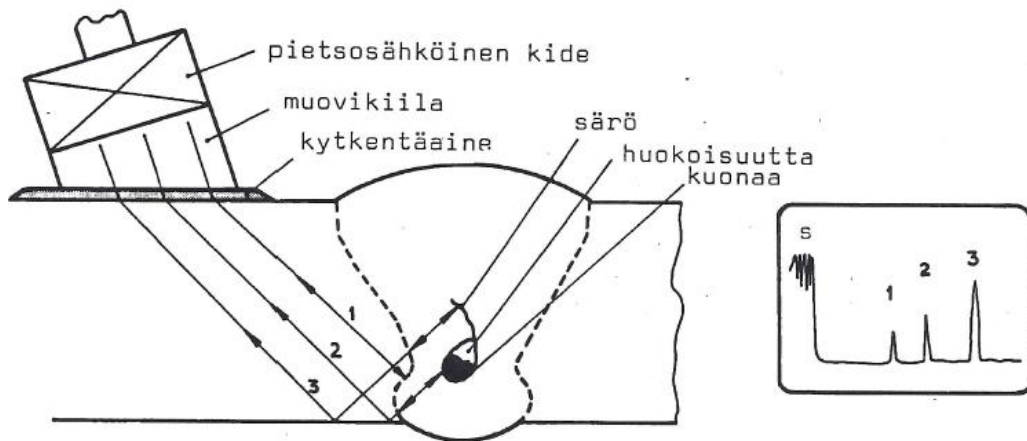
6.4 Radiografinen tarkastus (RT)

Radiografisella tarkastuksella eli röntgenkuvauksella tarkoitetaan ionisoivalla säteilyllä tehtävää kuvausta. Kuva muodostuu tutkittavan kappaleen takana olevalle filmille, kun siihen kohdistetaan säteilyä. Mitä enemmän säteilyä kuvattava kohde päästää läpi, sitä tummempina ne näkyvät filmillä. Tummuuserojen perusteella on helppo arvioida kohteen eheyttä. Tällä menetelmällä pystytään hyvin havaitsemaan kolmiulotteiset viat, kuten esimerkiksi erilaiset muotovirheet, huokokset ja sulkeumat. Halkeamien havaitseminen on epävarmaa, koska ne yleensä sijaitsevat epäedullisesti säteen suuntaisina. (Suominen 2011,24)

Hyvinkin pieniä virheitä voidaan havaita käyttämällä radiografista tarkastusmenetelmää, jos käytössä on tarkka kuvaustekniikka. 10 mm paksusta levystä voidaan havaita, jopa n. 0,1 mm kokoisia virheitä ja 50 mm paksusta kappaleesta n. 0,3 mm kokoluokkaa olevia virheitä. (ValuAtlas www-sivut 2017)

6.5 Ultraäänitarkastus (UT)

Ultraäänitarkastusta on käytetty 40-vuoden ajan, ja näiden vuosien aikana laitteisto on kehittynyt valtavasti. Nykyisin niillä saadaan yhä tarkempia tuloksia. Ultraäänitarkastus perustuu kiinteiden materiaalien hyvään äänenjohtamiskykyyn. Materiaalin sisäiset viat kuten säröt ja sulkeumat heijastavat myös hyvin ääntä. Heijastumien perusteella voidaan päätellä kappaleessa olevien epäjatkuvuuskohtien sijainti, laatu ja kokoluokka. Ultraäänien aallonpituuden pitää olla 0,5-25 MHz. Mikäli käytetään matalampia taajuuksia, tulokset ovat kyseenalaisia, koska vikojen vaikutus ultraääniaaltoihin on niin pieni. Ultraäänitarkastus on radiograafisen tarkastuksen kanssa paras tapa havaita materiaalien sisäiset viat. (Sonar Oy:n www-sivut 2017)

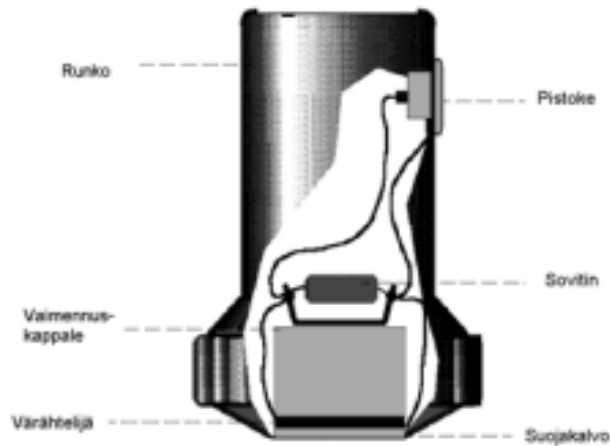


Kuva 11. Periaatekuva ultraääniluotauksesta (Järviö 2006,201)

Materiaalivikoihin keskittyäessä ultraäänitarkastuksessa on tietty suoritusjärjestys:

1. Heijastajien havaitseminen
2. Heijastajien paikantaminen
3. Heijastajien arvioiminen
4. Heijastajien arvostelu

Heijastajien toinen nimitys on epäjatkuvuus, jolla tarkoitetaan mahdollista poikkeamaa tarkastuskohteessa. Epäjatkuvuuksien paikantamisen, arvioimisen ja tunnistamisen jälkeen voidaan vasta sanoa, onko tarkastelevassa kohteessa käyttöä haittaavaa vikaa. Epäjatkuvuuskohtia havaitaan luotaimella, joka on ultraäänitarkastuksen työkalu. Lyhyen sähköpulssein vastaanottava pietsosähköinen muunnin lähettää ultraäänipulssein ja äänen vastaanotettuaan se muunnetaan sähköiseksi pulssiksi. Luotaimen ja tutkittavan kappaleen väliin laitetaan nestettä tai kytkentäainetta, jotta ääni kulkisi kohteeseen ja takaisin. Luotainta liikutetaan edestakaisin, mitattavan kappaleen pinnalla tasaisin välein, ja samalla seurataan mahdollisia epäjatkuvuuskohdista tulevia kaikuja. (Sonar Oy:n www-sivut 2017)



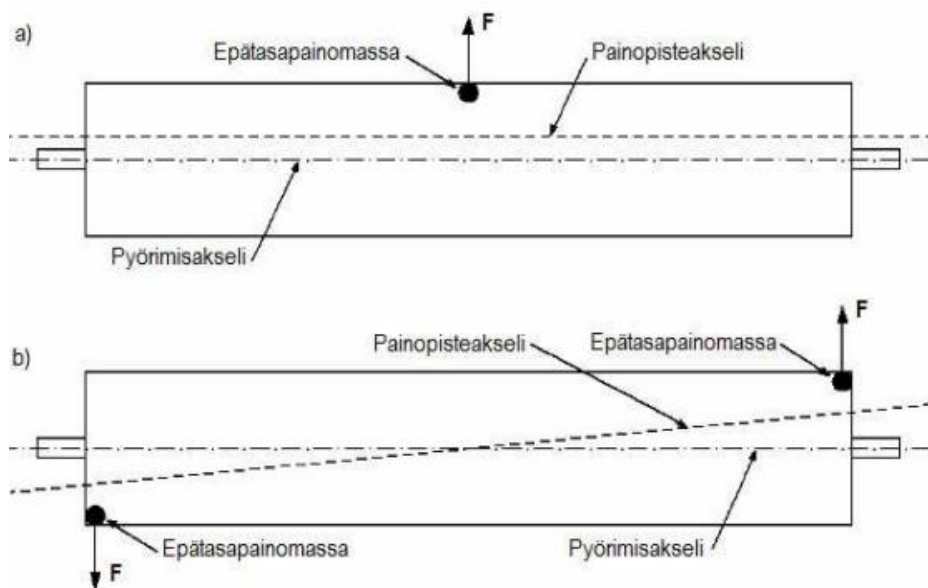
Kuva 12. Ultraääniluotaimen rakenne (Sonar Oy www-sivut 2017)

Ultraäänitarkastuksen etuja ovat mm., että se:

- Havaitsee hyvin halkeamatyyppiset viat
- Määrittää virheen sijainnin tarkasti
- Määrittää virheen korkeuden
- Sen tunkeutumiskyky on hyvä paksuihin aineisiin
- Sillä ei ole terveydellisiä vaaroja

7 TELOJEN TASAPAINOITUS

Telan epätasapaino johtuu epäkeskeisestä massajakaumasta telavaipassa. Epätasapaino voidaan jakaa dynaamiseksi tai staattiseksi. Staattisessa epätasapainossa telan painopiste akseli eroaa yhdensuuntaisesti pyörimisakselistaan. Dynaamisessa epätasapainossa nämä akselit ovat puolestaan erisuuntaisia. Dynaamisesta epätasapainosta aiheutuu kahdesta telan vastakkaisilla puolilla ja eri päissä telaa olevista epätasapainomassoista, jotka ovat keskenään yhtä suuret ja ne muodostavat voimaparin telan pyöriessä. Telassa oleva epätasapaino aiheuttaa muun muassa telan värinää, laakerikuormitusten kasvamista ja dynaamista taipumaa, joka aiheuttaa heittoa telassa. Haitallisia ilmiöitä pyritään poistamaan tai ainakin vähentämään tasapainottamalla tela. Tasapainottamalla pyritään korjaamaan telavaipan massajakauma siten että telan taipuma ja jäännöstasapaino saadaan sallittujen rajojen sisälle. (Juntunen 2012, 22.)

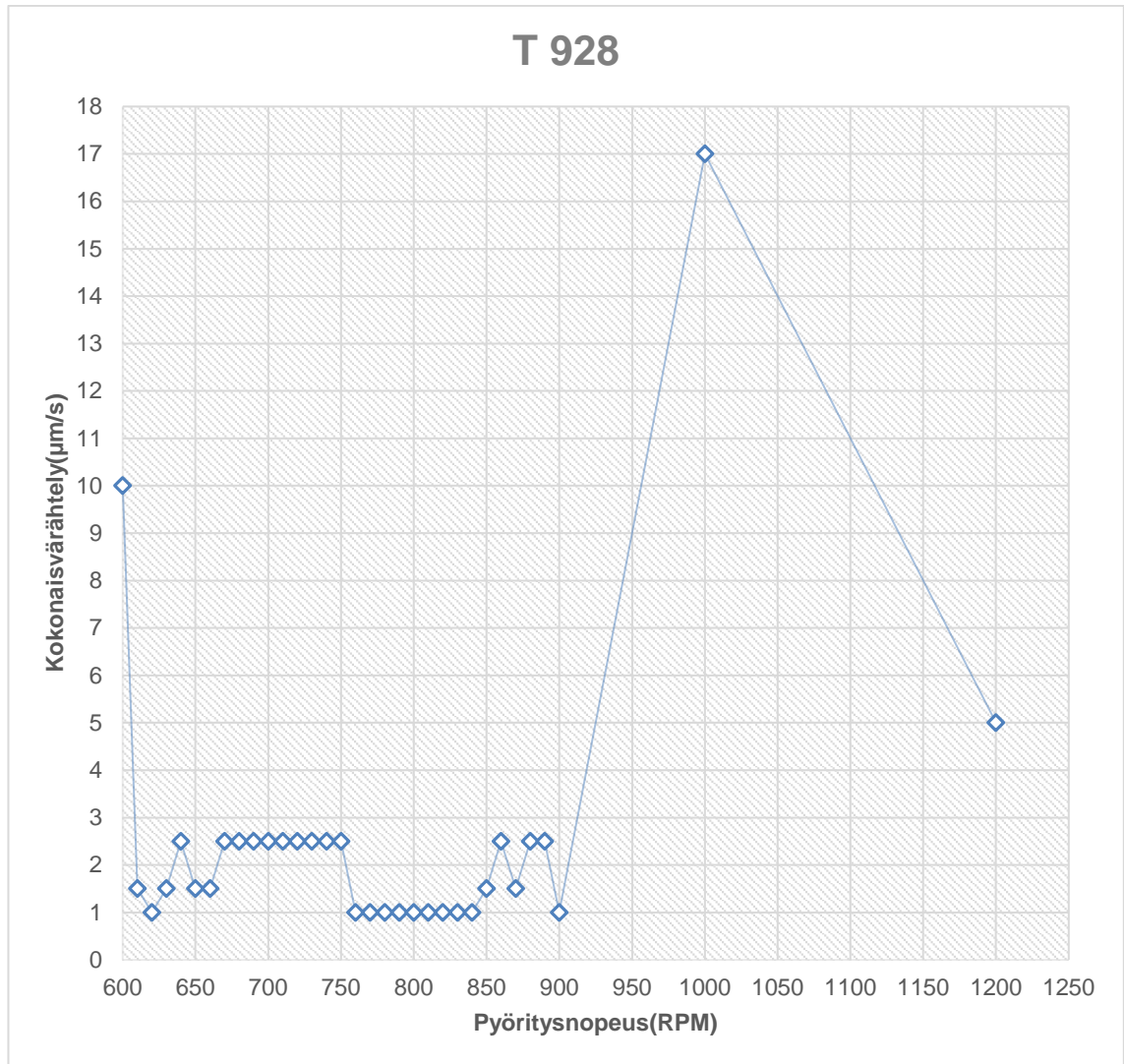


Kuva 13. a) Staattisen ja b) dynaamisen epätasapainon periaatekuvat (Juntunen 2012, 22)

Taulukossa 1 on mitattu yhden johtotelan epätasapainot eri päissä sekä niiden aiheuttamat värähtelyt.

No-peus(rpm)	Epätasapaino 1(g)	Epätasapaino 2(g)	Värähtely1($\mu\text{m/s}$)	Värähtely2($\mu\text{m/s}$)	Kokonaisvärähtely ($\mu\text{m/s}$)
600	9,4	105	5,66	0,25	10
610	8,5	109	0,9	0,26	1,5
620	7,22	108	0,97	0,26	1
630	6,07	108	0,94	0,26	1,5
640	5,23	107	0,9	0,26	2,5
650	4,25	107	0,9	0,19	1,5
660	3,83	106	0,83	0,26	1,5
670	2,7	106	1,2	0,26	2,5
680	2,15	104	0,9	0,26	2,5
690	1,5	104	1,12	0,25	2,5
700	1,42	103	1,21	0,19	2,5
710	2,28	102	1,18	0,19	2,5
720	2,45	101	0,85	0,19	2,5
730	3,82	100	1,3	0,19	2,5
740	4,69	99	1,27	0,19	2,5
750	5,7	99	1,86	0,19	2,5
760	7,6	98,9	0,53	0,25	1
770	8,25	97,8	0,53	0,19	1
780	8,99	97,5	0,69	0,25	1
790	9,56	97	0,53	0,26	1
800	10,8	96,5	0,53	0,26	1
810	11,7	96,1	0,37	0,26	1
820	12,2	95,5	0,6	0,26	1
830	12,9	95,1	0,53	0,19	1
840	13,3	95,5	0,47	0,19	1
850	14,1	96	0,85	0,19	1,5
860	14,7	96,3	1,34	0,19	2,5
870	15,3	96,5	1,12	0,19	1,5
880	16,5	96,7	1,2	0,34	2,5
890	18,3	95,3	1,3	0,25	2,5
900	20,2	93	1,18	0,25	1
1000	37,4	77,2	8,5	0,19	17
1200	79,4	40,9	2,1	0,12	5

Taulukko 1. T 928 epätasapainot ja värähtelyt eri nopeuksissa



Kuva 14. Kokonaisvärähtelyn kasvu suhteessa pyöritysnopeuteen

8 YHTEENVETO

Työn keskeisenä tavoitteena oli parantaa johto- ja levitystelojen luotettavuutta paperikoneilla. Työssä lähdettiin liikkeelle kartoittamalla levitystelat, joista otettiin tarvittavat mitat ylös varatelojen määrittelemistä varten. Opinnäytetyön ohjaaja oli tehnyt listan asioista, joita haluttiin selvitettävän. Tämän listan pohjalta lähdettiin tekemään erilaisia selvitystöitä johto- ja levitysteloihin liittyen. Opinnäytetyön rajaaminen oli haastavaa, koska selvitettäviä asioita oli paljon, vaikka asiat sinänsä olivat selkeästi listattuna paperille.

Ongelmia työn aikana tuli ihan riittävästi, esimerkiksi johtotelojen laakerointien ja akselien vahvuuksien mahdollinen suurentaminen paperikoneilla. Ongelmista selvittiin hyvin työpaikan opinnäytetyöohjaajan kanssa sekä kollegoiden viisautta hyödyntäen. Alihankkijat ovat myös olleet isossa roolissa ongelmien ratkomisessa.

Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja haastava. Opittua tuli paljon paperitehtaan johto- ja levitysteloista sekä niiden huollosta. Työssä keskityttiin myös yksityiskohtaisemmin johtotelojen ennakkohuollon riittävyteen ja levitystelojen laakerointien ja kytkinelementtien kestävyteen. Suurin ja yksi tärkeimmistä töistä oli määrittellä levitysteloille varatelat kaikkiin positioihin. Onnistuessaan tämä levitystelojen varatelojen määrittelemistyö tuo tuhansien eurojen säästöt, josta jo johdannossa puhuttiin. Itse olen tyytyväinen lopputyön tulokseen. Työtä olisi voinut jatkaa vielä vaikka kuinka paljon ja selvitettävää olisi varmasti riittänyt enemmänkin. Työssä oli niin paljon eri selvityskohtia, jonka vuoksi keski-tyin muutamiiin selvittelykohtiin enemmän ja muihin kohtiin taas hieman vähemmän.

LÄHTEET

Björk, T., Hautala, P., Huhtala, K., Kivioja, S., Kleimola, M., Lavi, M., Martikka, H., Miettinen, J., Ranta, A., Rinkinen, J., Salonen, P., Sanoma Pro Oy, 2014, Koneenosien suunnittelu, 6., uudistettu painos, Helsinki: Sanoma Pro Oy

Indiamart www-sivut 2017. Viitattu 26.10.2017. <https://www.indiamart.com/rnindustries-ahmedabad/guide-roll.html>

Jujo Thermal Kauttua Oy:n www-sivut 2017. Viitattu 12.6.2017. <https://www.jujothermal.com/about-us/>

Juntunen, M. 2012. 3D-kompensointihinnan vaikutus vastatelojen laatuun. AMK-opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40621/Juntunen_Marko.pdf;jsessionid=86A72B03865CA3BF32F289D00952C16D?seq

Järviö, J. 2004. Kunnossapito, kolmas painos. Hamina: KP-Media Oy

Knowpap www-sivut 2017. Viitattu 20.10.2017. http://www.knowpap.com/www_demo/suomi/paper_technology/general/5_papermaking/frame.htm

Lamberg, O. 2013. Paperikoneen levitys- ja ulosottotelojen huoltovälin pidentäminen. AMK-opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59396/Lamberg_Otto.pdf?sequence=1

Myllyoja, N. 2003, Metso tuo kevyet telat paperikoneisiin, Tekniikka& Talous- lehti, Viitattu 18.10.2017, <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metsa/2003-04-17/Metso-tuo-kevyet-telat-paperikoneisiin-3292084.html>

Oasisalignment www-sivut 2017. Viitattu 26.10.2017. <http://www.oasisalignment.com/blog/bo-wed-roll-alignment/>

Pokela, K. 2006. Paperikoneen johtotelojen kunnossapidon kehittäminen. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. Konetekniikan osasto. <http://docplayer.fi/20287327-Paperikoneen-johtotelojen-kunnossapidon-kehittaminen.html>

Rossi, A., 1993., Ennakoiva kunnossapito konepajassa. Tampere: Tammer-Paino Oy

SKF-katalogi 2018. SKF bearing maintenance handbook. Viitattu 13.6.2018. http://www.skf.com/binary/123-290853/SKF-laakerien-kunnossapito---SKF-bearing-maintenance-handbook---10001_1-FI.pdf

Sonar Oy:n www-sivut 2017. Viitattu 30.7.2017. <http://www.sonar.fi/wp-content/themes/sonarfit-heme/ohjeet/ultraaanitarkastus.pdf>

Suominen, M. 2011. Non Destructive testing: NDT-tarkastajan ammatti ja rekrytointi. AMK-opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/25069/Suominen_Marko_OT_2011.pdf?sequence=1

Valmet Oyj:n www-sivut 2017. Viitattu 11.6.2017 <http://www.valmet.com/fi/sijoittajat/valmet-sijoituskohteena/liiketoimintalinjat/paperit/paperin-valmistusprosessi/>

Valmet Oyj:n www-sivut 2017. Viitattu 11.6.2017. <http://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

Valmet Oyj:n www-sivut 2017. Viitattu 11.6.2017. <http://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/historia/>

Valmet Oyj:n www-sivut 2017. Viitattu 11.6.2017. <http://www.valmet.com/fi/sijoittajat/valmet-sijoituskohteena/liiketoimintalinjat/paperit/paperin-valmistusprosessi/>

ValuAtlas www-sivut 2017. Viitattu 23.10.2017 http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/PN_jalkikasittely_E.pdf

Wikipedian www-sivut 2017. Perälaatikko. Viitattu 23.10.2107 <https://fi.wikipedia.org/wiki/Perälaatikko>