



# **SAHALAITOKSEN TASAAMON VOITE- LU- JA KUNNONVALVONTASUUNNI- TELMA**

Marko Kuronen

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2015  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Koneautomaatio

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Koneautomaatio

KURONEN, MARKO:

Sahalaitoksen tasaamon voitelu- ja kunnonvalvontasuunnitelma

Opinnäytetyö 81 sivua, joista liitteitä 48 sivua  
Maaliskuu 2015

---

Opinnäytetyössä tarkasteltiin sahalaitoksen tasaamalla olevaa voitelureittiä ja kunnonvalvonnan tasoa. Tarkoituksena oli etsiä kehityskohteita tasaamon voitelutoimintoihin ja kunnonvalvontaan liittyviin värähtelymittauksiin.

Teoriaosaan kerättiin tietoa alan kirjallisuudesta ja hyödynnettiin aikaisemmin saatua käytännön työkokemusta, lisäksi käytössä olleista tilaajan dokumenteista saatiin tarvittavat taustatiedot työn tekemiseksi. Voitelureitin voitelukohteiden kartoittamisella saatiin käyttöön ajan tasalla oleva voitelulista tasaamoon. Omien havaintojen sekä asentajille osoitetun kyselyn perusteella selvisi tarve lisätä ennakoivanhuollon määrää koko tuotantolaitoksen osalta. Samalla selvisi myös asentajien halukkuus mahdollisiin eri mittavaan ennakkohuollon koulutuksiin. Havaituista kehityskohteista muodostettiin kehitysehdotuksia opinnäytetyön tilaajan harkittavaksi jatkotoimenpiteineen.

Kehitysehdotusten perusteella tarpeellisiksi nähdyt voitelutoimenpiteet ja mittava kunnonvalvonnan eri toiminnot vietiin tilaajan kunnossapitojärjestelmään huoltotöiksi.

---

Asiasanat: tasaamo, ennakoiva, kunnossapito voitelu, värähtely, kehitys

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme of Mechanical Engineering  
Option of Machine Automation

**KURONEN, MARKO:**  
Sawmill Grading Line Lubrication and Condition Monitoring Plan

Bachelor's thesis 82 pages, appendices 48 pages  
March 2015

---

The aim of this thesis was to inspect sawmills grading line and lubrication route and the quality of monitoring condition. The purpose of this study was to find new ways to improve the grading line lubrication and to determine monitoring and measuring methods.

The theoretical part was based on information gathered from professional literature and my long working experience. In addition to observations at sawmill and engaging mechanists, existing documents were explored. The result was suggestions for improving the process to subscriber. The subscriber is going to consider future actions based on these performed suggestions.

All accepted suggestions are going to be attached to the subscriber's maintenance management system as a new service act.

---

Key words: grading line, condition monitoring, preventive, maintenance, lubrication, vibration, maintenance management

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	KUNNONVALVONTA JA EHKÄISEVÄ HUOLTO.....	5
2.1	Kunnonvalvonnan tarkoitus .....	5
2.2	Ehkäisevän huollon perustelu .....	7
3	VOITELUREITIN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	8
3.1	Käyttöolosuhteiden selvittäminen.....	8
3.2	Kunnossapidon henkilöstö .....	8
4	VOITELUREITIN SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVIA ASIOITA .....	9
4.1	Olosuhteiden merkitys .....	9
4.2	Laitehierarkian suunnittelu .....	10
4.3	Kone/laitekohtainen suunnittelu .....	10
4.4	Koneenosakohtainen suunnittelu .....	11
4.5	Voitelutoimenpiteiden suunnittelu.....	11
5	HÄIRIÖHAVAINNOT .....	12
5.1	Kunnossapidon oman häiriö seurannan tulokset .....	12
5.2	Asentajakyselyn tulokset .....	13
6	LÖYDETYT KEHITYS- JA KUNNONVALVONTAKOHTTEET.....	18
6.1	Voitelureitin muodostuminen .....	18
6.2	Mittaavan ennakkohuollon laajuus .....	18
6.3	Käynninaikana ehdotettavat toimenpiteet.....	19
6.4	Käytännön voitelutoiminnan kehittämisen.....	26
6.5	Voiteluhuollon ympäristönäkökohtia .....	29
6.6	Uusi ehdotettava voiteluaine.....	30
7	POHDINTA.....	32
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET .....	35
	Liite 1. Kysely Asentajille.....	35
	Liite.6 Tasaamon lämpökuvauskohteet .....	38
	Liite 7. Tasaamon värähtelymittauspisteet .....	39
	Liite 8. Sahan värähtelymittauspisteet.....	40
	Liite 9. Sahan lämpökuvauskohteet.....	41

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ja parantaa sahan tasaamon voitelutoimenpiteitä ja ennakoivan mittaavan kunnossapidon nykyistä tasoa. Prosessiosa on uudistettu 2005. Uusilta laitteilta puuttui tiedot järjestelmästä ja samalla etsittiin kehityskohteita liittyen kunnonvalvonnan eri osa-alueisiin. Työ suoritettiin keräämällä tietoa laitetoimitajien manuaaleista, kyselylomakkeella ja kentältä saadusta informaatiosta.

Sahalaitos on UPM-Kymmene Oyj:n tuotantolaitos, joka sijaitsee Juupajoen Korkeakoskella ja sahaa UPM vakiosahatavaraa ja UPM Plus erikoissahatavaraa (mänty). Tuotteet menevät pääasiassa suurille teollisille loppukäyttäjille puusepän- ja huonekaluteollisuuteen sekä rakentamiseen. Tuotantokapasiteetti on 330 000 m<sup>3</sup> / vuosi.

([www.upm.com](http://www.upm.com))

Sahan kunnossapidosta on tehty palvelusopimus Caverion Industria Oy:n kanssa, joka kuuluu Caverion Oyj:n teollisuuden palvelut divisioonaan. Caverion Industria Oy on tämän opinnäytetyön tilaaja.

Caverion teollisuuden palvelut divisioona tarjoaa asiakkailleen teollisuudessa monipuolisia asiantuntija-, suunnittelu- ja hankekehitys-, projektien toteuttamis- sekä palveluiden johtamis-, teknisen huollon ja kunnossapidonpalveluita. (Caverion teollisuuden palvelut Powerpoint-esitys 2015)

Caverion teollisuuden palvelut divisioona toimii kaikilla teollisuuden aloilla ja sillä on 70 toimipaikkaa Suomessa ja Ruotsissa. Työntekijöitä Suomessa ja Ruotsissa on 2700 henkilöä. Liikevaihto oli 2014 250milj.€. (Caverion teollisuuden palvelut Powerpoint-esitys 2015)

## 2 KUNNONVALVONTA JA EHKÄISEVÄ HUOLTO

### 2.1 Kunnonvalvonnan tarkoitus

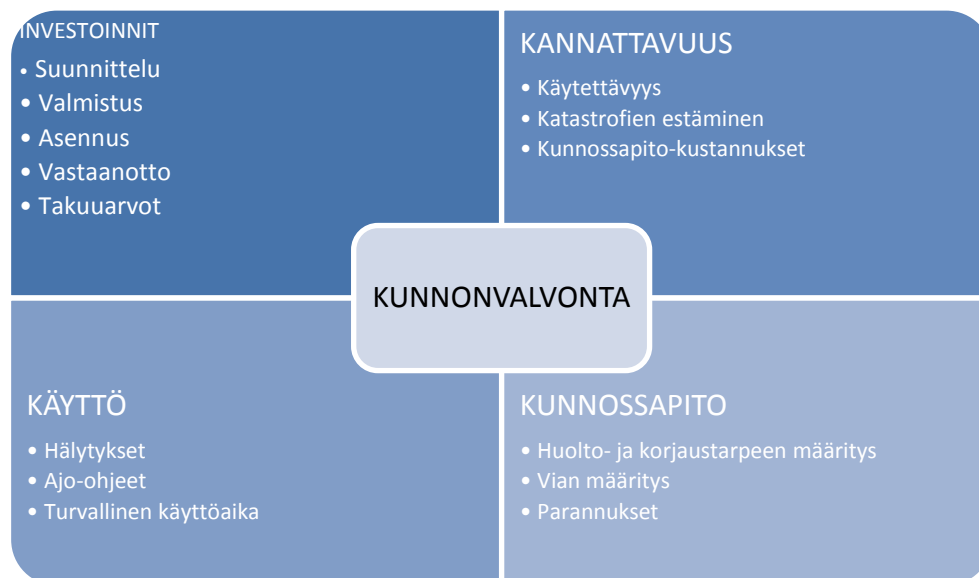
Kunnonvalvonta tämän päivän teollisuusyrityksissä liittyy suoraan luonnollisena ja toimintoja ohjaavana osana moniin yrityksen eri osa-alueisiin. Laitteiden kunnonvalvonta

on kunnossapidon ehkä tärkein osa-alue sen avulla saatujen laitteiden kuntoa kuvaavista tiedoista. Tietojen perusteella voidaan suunnitella mahdolliset investoinnit, sekä jo olemassa olevien laitteiden käyttö ja kunnossapito.

Yrityksen kunnossapidon tehokkuutta voidaan tarvittaessa arvioida eri osatekijöiden kautta, joita ovat: kustannustehokkuus, epäkäytettävyyuskustannuksilla, käytettävyydellä ja tuotannon kokonaistehokkuudella. Tehokkuutta kunnossapidossa voidaan lisäksi arvioida myös oman ja alihankintatyön kautta sekä huomioiden mukaan materiaalin kulutukset toiminnoissa. (Järviö 2007 s.46)

Kunnonvalvonnan avulla saavutetut hyödyt ovat tuottavuuden kasvaminen, kunnossapidon suunnitelmallisuus, seisokkiaikojen tehokkaampi hyödyntäminen, yllättävien suunnittemattomien seisokkien vähentyminen ja koneiden pidentynyt elinikä. Nämä kaikki vaikuttavat osaltaan yrityksen kannattavuuteen. ( Nohynek, Lumme 2007 s.11)

Kunnonvalvonnan liittyminen suoraan tai välillisesti eri toimintoihin on esitetty kuvassa. ( Kuva 1.)



Kuva 1. Kunnonvalvonnan liitynnät. ( Nohynek, Lumme 2007 s.11)

## 2.2 Ehkäisevän huollon perustelu

Ehkäisevällä huollolla ymmärretään kaikki ne toimet, joilla voidaan estää laitteiden vikaantumisen- ja vauriotilanteiden syntyminen tai ennakoita ne, jotta hallitsemattomat seisokit tuotantolaitoksessa vältetään. (PSK 6201 s.22)

Huoltotoimenpiteillä pidetään yllä kohteen laitteiden parasta mahdollista toimintakuntoa tai palautetaan vikaantumisen seurauksena heikentynyt toimintakunto vikaa edeltävälle tasolle ja ehkäistään lisävaurioiden syntyminen. (Järviö 2007 s.50)

Hallitsemattoman seisokin syntymiseen ja kestoaikaan vaikuttavat laitteen vikaantumisen todennäköisyys sekä vian seurauksena syntyneen vaurion vakavuus. Vian ilmaantumista voidaan ennakoita olemassa olevista laitteen historiatiedoista, joista selviää vikatiheys ja syntyneen vaurion vakavuus ilmenee lopulta seisokki- ja korjauskustannuksista.

Ehkäisevään huollon jaksotetun kunnossapidon osa-alueet, joita ovat:

Määräaikaishuollot

- Tarkastukset
- Voitelut
- Puhdistukset
- Tärkeiden huoltotarvikkeiden vaihdot
- Suunnitellut seisokit

Käynninaikainen tilanteenmukainen suoritettava huolto, joka perustuu:

- Aistinvaraisiin havaintoihin
- Mittaamalla saadut havainnot
- Käynninaikaisiin parantaviin toimenpiteisiin kriittisissä kohteissa

### 3 VOITELUREITIN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

#### 3.1 Käyttöolosuhteiden selvittäminen

Ensimmäisellä tutustumiskierroksella tasaamalla havaittiin ja tarkentavat kyselyt selvittivät laitteiden käyttöolosuhteista seuraavanlaisia huomioita: Laitteiden pyörimisnopeudet pääosin hitaita, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, normaali käyntiaika 16h/vuorokausi, yön ajaksi koneet pysäytetään ja linjat ovat osittain tyhjiä.

Linjojen kuormitus täydessä tuotannossa vaihtelevaa, iskut voimakkaita monesta eri suunnasta, paikoin voimakasta tärinää, rakenteissa on paljon ketjupyöriä, pitkiä ketjukuljettimia ja suuri määrä pysty- ja laippalaakeripesiä, joista pieneen osaan oli liitetty voiteluaine putki ja ne pystyttiin voitelemaan kaikki yksitellen koneen ulkopuolelta rasvapuristimella.

Linjojen käyttäjinä on useita erikokoisia kulmavaihdesähkömoottori konstruktioita. Laitteet sijaitsevat pääosin sisätiloissa melko tasaisessa lämpötilassa, prosessista johtuen paikoitellen puupölyä ja puusäleitä suuria määriä koneiden eri komponenttien päällä.

Teollisuudessakin suoritettava voiteluhuolto on erittäin tärkeässä roolissa kulumisen ja kitkan haittojen minimoimisessa ja tuotantolaitteiden käynnin turvaamisessa. Voiteluaineiden toiminta-alue on keskeisesti osana hydraulisten järjestelmien ja erilaisten vaihteistojen tehonsiirrossa. Hyvin suoritettuna se maksaa itsensä moninkertaisena takaisin verrattuna siihen mitä voiteluhuoltoon on panostettu. (Korpi, A., Manninen, A, Rinkinen, J., Suontama, K. 2006 s.164)

#### 3.2 Kunnossapidon henkilöstö

Tällä hetkellä kunnossapidossa työskentelee kunnossapitopäällikön lisäksi 7 mekaanista asentajaa sekä 4 sähköasentajaa sekä heidän sähkötyönjohtaja.

Mekaanisen kunnossapidon asentajat noudattavat työaikamuotoa TAM 36 he ovat töissä myös lauantaisin.

Sähköasentajat työskentelevät aamu-, ilta-, ja yövuoroissa. (Caverion työvuoro- ja henkilölista)

Tuotantolaitoksella toimii myös hydraulikka-asentaja, joka työskentelee vain aamuvuorossa viikoittain. Hänen vastuullaan ovat pääosin laitoksen hydraulikkalaitteet sekä niihin liittyvät huolto- ja korjaustyöt.

Päivittäistä ennakkohuoltoa hoitaa reittihuoltomies, jonka työnkuvaan kuuluvat erilaiset voitelu-, tarkastus- ja huoltotyöt työlistojen mukaan. Vuosi- ja kuukausihuollot generoituvat käytössä olevasta kunnossapitojärjestelmästä.

Tämän opinnäytetyön tuloksien sekä havaittujen kehitysehdotusten perusteella uusista voitelu-, tarkastus-, huolto- sekä kunnonvalvonnan menetelmistä tullaan viemään huolloiksi kunnossapitojärjestelmään.

## **4 VOITELUREITIN SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVIA ASIOITA**

### **4.1 Olosuhteiden merkitys**

Voiteluhuoltojärjestelmän rakentumiseen vaikuttavat käyntiolosuhteet, joissa laitteet toimivat. Voitelun toteuttamisessa on otettava huomioon koneiden pyörimisnopeus ja niiden käyntiaika.

Koneiden kuormitus ja sen luonne, kuten iskujen tyyppi, suunta ja erilaiset värinät vaikuttavat voiteluaineen valintaan.

Koneiden rakenteessa olevat laakeroinnit, hammasvälitykset sekä voideltavien kohteiden asennot on huomioitava suunnittelussa.

Ulkoiset olosuhteet kuten tuotantotilan lämpötilanvaihtelut, ilmassa olevat epäpuhtaudet ja kosteus sekä muut haitalliset ympäristötekijät on pyrittävä huomioimaan voitelun onnistumiseksi. (AEL- luentomateriaali Ennakkohuoltojärjestelmän rakentaminen 1997)

## 4.2 Laitehierarkian suunnittelu

Laitehierarkian määrittely aloitetaan tuotantolaitostasolta jakamalla eri prosessinosat osastoihin. Osastoihin jakaminen selkeyttää ja helpottaa koneryhmien paikantamista prosessiosalta.

Osaston laitteet jaetaan voideltaviin koneisiin ja huoltotoimenpiteitä vaativiin koneisiin. Voideltavien koneiden tunnistamisen jälkeen siirrytään voideltaviin koneisiin, joille määritellään tarvittavat tarkoituksenmukaiset voitelutoimenpiteet. (AEL- luentomateriaali Ennakkohuoltojärjestelmän rakentaminen 1997)

## 4.3 Kone/laitekohtainen suunnittelu

Tiedossa olevien tuotannolle kriittisten koneiden tärkeysaste on hyvä luokitella suunnittelun aikana jollakin tavalla esimerkiksi: korkea, keskitaso ja matala. Luokitustaso luonnollisesti määrittää koneen tai laitteen mahdolliset voitelusyklit tai tarkastustoimenpiteet.

Huomioitavaa on myös se, että onko tuotannolle tärkeällä laiteella varalaite, joka voidaan ottaa käyttöön häiriötilanteessa. Mahdollinen varalaitekin on muistettava suunnittelussa.

Investointien yhteydessä voidaan solmia huoltosopimuksia laitetoimittajien tai alihankkijoiden kanssa. Tällöin on hyvä selvittää, mitä sopimuksissa on sovittu, jotta koneen käynti ei vaarannu puutteellisen tai vääräaikaisen huollon johdosta.

Osastoilla olevien yksittäisten koneiden ja laitteiden löytämistä helpottaa, jos osaston koneryhmät jaetaan konepaikkoihin omilla tunnuksilla sijaintinsa perusteella tuotantotiloissa. (AEL- luentomateriaali Ennakkohuoltojärjestelmän rakentaminen 1997)

#### **4.4 Koneenosakohtainen suunnittelu**

Koneosakohtaisessa suunnittelussa selviävät koneen voitelupisteiden paikat ja niiden lukumäärä. Tietojen perusteella voidaan miettiä mahdollisia kierto- tai keskusvoitelun hankkimisen tarvetta, jos laitetoimittaja ei ole asiaa huomioinut laitteistossaan.

Voi olla että konstruktiossa on paljon kestovoideltuja kohteita, nämäkin on tärkeä huomioida voitelureitin suunnittelussa riittäväillä tarkastuksilla tai mahdollisilla mittauksilla.

Öljytäytteisten vaihteiden, kiertovoitelusäiliöihin tai muihin voitelukohteisiin, joihin mahdollista joutua väärentyypistä voiteluainetta olisi hyvä merkitä voiteluainetunneilla. (AEL- luentomateriaali Ennakkohuoltojärjestelmän rakentaminen 1997)

#### **4.5 Voitelutoimenpiteiden suunnittelu**

Voitelutöiden organisointi sekä suunnittelu ovat hyvin vastuullisia tehtäviä ja ne pitää toteuttaa siten, että ne suoritetaan järjestelmällisesti jatkuvasti ja kehitetään kokoajan. Usein voitelutyöt tulevat kunnossapitajärjestelmän tai muun käytössä olevan ohjelman kautta. Tärkeää olisi että, voitelutoimenpiteestä jää myös historiamerkintä käytössä olevaan järjestelmään. Historiatiedoista saadaan selville esimerkiksi: vikaantumistiheys, huoltokustannukset, huollon lisäämis- tai vähentämistarve.

Haastavaa seisokkien aikana on, että suunnitellut työt tulevat kaikki tehtyä. Tärkeää olisikin suunnitella voitelutyöt tarpeeksi pieniin osiin, että ne ehditään suorittamaan annetussa ajassa.

Käynninaikana on yleensä paljon myös kohteita, jotka ovat pysähdyksissä ja joiden voitelu tai huolto on mahdollista. Voitelutöistä on myös oltava selkeät työ- ja turvallisuusohjeet työntekijän saatavissa. (AEL- luentomateriaali Ennakkohuoltojärjestelmän rakentaminen 1997)

## 5 HÄIRIÖHAVAINNOT

Opinnäytetyöhön saatiin tietoa tilaajan kunnossapidon käytössä olevasta häiriöseuranta-  
taulukosta sekä asentajille osoitetusta kyselystä.

Mekaanisen kunnossapidon asentajilta kerättiin tietoa kysymyslomakkeella. (Liite. 1)  
Kyselyn tarkoituksena oli selvittää kehitys- ja ongelmakohtia voiteluhuollosta, ennak-  
kokuollontoiminnasta ja halukkuudesta kouluttautua tulevaisuudessa mittaavaan kun-  
nonvalvontaan.

Kyselyllä haluttiin myös selvittää tiedonkulkua organisaation sisällä ja reagointi nopeut-  
ta laitteiden vikaantuessa tuotannossa.

### 5.1 Kunnossapidon oman häiriöseurannan tulokset

Opinnäytetyön tilaaja kerää viikoittain häiriöitä aiheuttaneet tapahtumat taulukkoon,  
josta, selviävät häiriön kesto, laatu (mekaaninen, sähkö). Kuvasta 2. (Liite.2) nähdään  
kunnossapitoa vaatineet häiriötilanteet vuoden 2014 aikana. Kuvasta puuttuvat joulu-  
kuun tapahtumat.

Häiriöseurannassa kuva 3., (Liite.3) on eritelty viikoittain kulunut aika minuutteina sekä  
onko vika ollut sähköautomaatio- tai mekaaninen vika. Kuvasta nähdään, että mekaanis-  
ten vikojen korjaamiseen on kulunut eniten aikaa.

Tilaajan häiriöseurantaan kuva 4., (Liite.4) on merkitty laitteet, joissa on ollut määrälli-  
sesti eniten häiriöitä (% häiriöistä) vuoden 2014 aikana.

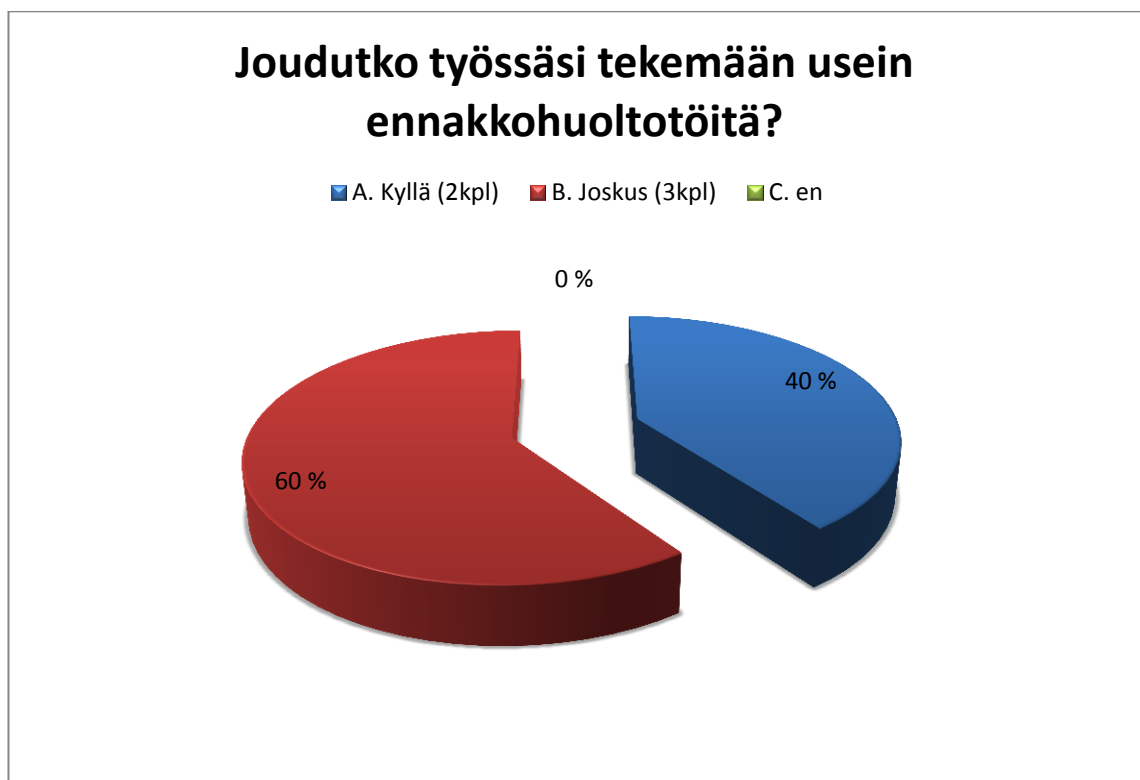
Kuvasta 4. nähdään, että eniten häiriöitä on tullut sahaosastolla 1. sahalla (AJP1) ja  
pelkkahakkurilla. Tasaamon osalta häiriöt aiheutuvat suurelta osin lautakuljettimien  
toiminnasta. Kuva ei kerro, ilmenevätkö viat mekaanisista syistä vai ovatko ne tuotan-  
non aiheuttamia ruuhkatilanteita kuljettimilla. Tämä vaatisi tarkempaa vikojen ana-  
lysointia.

## 5.2 Asentajakyselyn tulokset

Asentajakyselyssä haluttiin selvittää henkilöstön tämän hetkinen työskentely ennakkohuollon parissa, halukkuus sekä tekijälähtöisiä kehityskohteita huoltotoimenpiteisiin. Kysely oli osoitettu mekaanisen kunnossapidon asentajille, heitä työskentelee kunnossapidossa 7 henkilöä.

Kyselyyn vastasi 5 henkilöä, joten saatuja tuloksia voidaan pitää melko luotettavina. Kyselylomakkeessa oli 8 monivalintakysymystä, keskeisimpiin oli vastaajilla mahdollisuus lisätä omia kehitysehdotuksia tai ilmaista kiinnostuksensa tiedusteltuun asiaan. Kysely toteutettiin anonymisti.

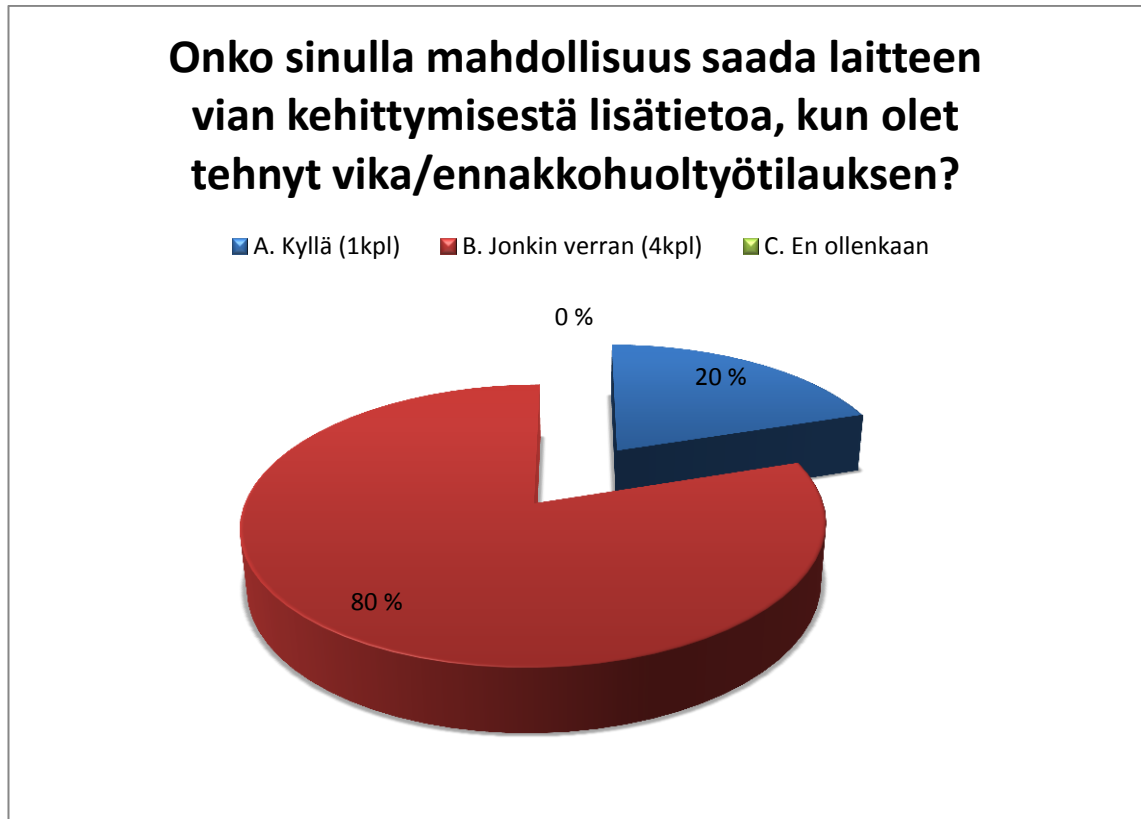
Kuvassa 5. nähdään asentajien osallistuminen ennakkohuoltotöihin.



Kuva 5. Asentajien ennakkohuoltotyöt

Kuvan 5. perusteella nähdään, että kaikki asentajat osallistuvat ennakkohuoltotöihin työtehtävissään.

Tiedonkulkua vikatilanteiden ilmentyessä kunnossapidon organisaatiossa tarkastellaan kuvassa 6.



Kuva 6. Lisätiedon saaminen tehdyn vika/ennakkohuoltotyötilauksen jälkeen

Tiedonkulkua haluttiin selvittää mahdollisten tietokatkosten selvittämiseksi. Katkeamattoman tiedonkululla saadaan aikaan, että raportoidut viat eivät unohdu ja pahene pitkittyneen käsittelyprosessin aikana. Kyselyssä selvisi myös, että asentajat tarvittaessa saavat tietoa tuotanto-operaattoreilta koneiden kunnosta liikkeussaan osastoilla. Vastaajien mielestä myös jo tehtyihin vika/ennakkohuoltotyötilauksiin reagoitiin riittävän nopeasti.

Tuotannonoperaattorit ovat tärkeässä asemassa työskennellessään koneiden välittömässä läheisyydessä. He tietävät, mikä on koneen normaali käyntiäni tai normaalista poikkeavaa värähtelyä tai tärinää koneen runkorakenteissa. Heiltä saatavaa informaation arvoa liittyen koneisiin ja laitteisiin ei tule aliarvioida.

Asentajien mielipide kysyttäessä mittaavan ennakkohuollon kehitystarpeesta nähdään kuvasta 7.



Kuva 7. Asentajien mielipide mittaavan ennakoivan kunnossapidon kehittämisestä

Kuva 7. osoittaa, että enemmistö vastanneista asentajista on ennakoivan kunnonvalvonnan kehittämisen kannalla verrattuna nykyiseen vallitsevaan tilanteeseen.

Asentajilla oli kuvassa 7. olevan kysymyksen yhteydessä mahdollisuus ehdottaa kehityskohteita liittyen laitteiden kunnossapitoon. Heiltä tiedusteltiin lomakkeessa: Mitä muuta mielestäsi olisi tarpeellista tehdä, joka parantaisi laitteiden kunnossapitoa? Yksi asentajista vastasi: ”Pitäisi laatia järjestelmällinen ja selkeä reittihuoltosuunnitelma sekä järjestää resurssit sen noudattamiseen”. (Kysely Caverionin mekaanisen kunnossapidon asentajille)

Kunnossapidon asentajat ovat oman työnsä asiantuntijoita. He tietävät ongelmakohdat eri työkohteissa, jotka estävät, hidastavat tai jopa estävät tekemästä heidän työtään toivotulla tavalla. On tärkeää että, työnsuunnittelu on tietoinen työntekijöiden kohtaamista haasteista työtehtävissään.

Kuvassa 8. tiedustellaan asentajien halua kouluttautua mittaavaan kunnonvalvontaan.



Kuva 8. Asentajien halukkuus koulutukseen

Kuva 8. kertoo vastanneiden asentajien halusta saada koulutusta mittaavaan kunnonvalvontaan. Se että, halukkuutta löytyy kunnossapidon sisältä, kertoo työntekijöiden aidosta halusta kehittää omaa ammattitaitoaan sekä kunnonvalvonnan eri toimintoja, jotta laitteiden käyttövarmuus ja tuottavuus parantuisi.

Asentajien myönteisen suhtautumiseen uusien asioiden koulutukseen johdosta työnjohdon on helppo lähteä kartoittamaan mittaustoimintaan soveltuvia asentajia kunnossapidosta.

Kuvan 8. yhteydessä kysyttiin ennakkohuoltolajia, johon haluttaisiin saada koulutusta. Esille ei noussut mitään erityistä luetelluista ennakoivan mittaavan kunnossapidon alueista, oletettavasti kaikelle siihen liittyvälle koulutukselle ollaan asentajien keskuudessa avoimia.

Kuvassa 9. esitetään asentajien näkemys voiteluhuollon toimivuudesta.



Kuva 9. Voiteluhuollon toimivuus

Kuvasta 9. havaitaan, että vastauksen antaneista asentajien mielestä voiteluhuolto on yleisesti riittävällä tasolla. Huomioitavia ovat myös vastaukset, joissa kerrotaan voitelutoiminnan parannustarpeesta.

Kuvan 9. kysymyksen yhteydessä kysyttiin asentajilta syitä voiteluhuollon epäonnistumiselle. Kaksi asentajaa vastasi lisäkysymykseen: ”Kohteisiin ei päästä käynninaikana, ehdotetaan putkitusta” ja ”Liian monta voitelukohdetta verrattuna käytettävään työaikaan”. (Kysely Caverionin mekaanisen kunnossapidon asentajille)

Voiteluhuollon onnistumiseksi on tärkeää, että voitelukohde voidellaan oikea-aikaisesti, oikealla voiteluaineella ja sitä lisätään oikea määrä kohteeseen. Voiteluainekustannuksiin voidaan vaikuttaa järjestelmällisellä ja hyvin ohjeistetulla voitelutoiminnalla.

Työturvallisuustekijät vaikuttavat voitelun suorittamiseen, tarvittaessa on mietittävä erilaisia teknisiä ratkaisuja, jotta voiteluhuolto saadaan toteutettua halutulla tavalla

## **6 LÖYDETYT KEHITYS- JA KUNNONVALVONTAKOHEET**

### **6.1 Voitelureitin muodostuminen**

Tasaamon voitelukohteita selvitettiin laitevalmistajien huoltomanuaaleista sekä kuljettiin linjastot lävitse ja merkittiin muistiin laitteiden voitelupisteet. Tasaamalla olevan laiteluettelon pohjalta laadittiin uusi voitelureitti. Koneiden kohdalle lisättiin voideltavat koneenosien nimet, käytettävä voiteluaine sekä niiden voitelutoimenpiteet aikajaksoineen. Listaa läpikäydessä listalta poistettiin laitteet, joita ei enää ollut tai listaa muutettiin, jos niitä oli modifioitu laitteiston uusinnan yhteydessä.

Tiedossa olevien lisäksi löytyi tunnistamattomia kohteita, joihin ehdotettiin uusia voitelu- tai huoltotoimenpiteitä. Kohteita olivat esimerkiksi: kestovoidellut laakerit, teräsköydet, kuljetin- ja kiilahihnat ja erilaiset kuljetinketjut. (Liite 5.)

Viimeisenä mainitut kuljetinketjut lisäävät haastetta voitelun suorittamiseen, koska joissakin tilanteissa käytettävä voiteluöljy tai – rasva likaa puutavaran, jonka seurauksena sen laatuluokka huononee lajittelussa.

Voitelukohteet muodostettiin konekohtaisesti siten että, ne alkavat käyttölaitteista siirtyen järjestelmällisesti koneosalta koneenosalle.

### **6.2 Mittaavan ennakkohuollon laajuus**

Tilaja halusi, että selvitettäisiin ensisijaisesti tasaamon voitelukohteet ja samalla keinoja tehostaa tai hyödyntää jo olemassa olevia mittaavan ennakkohuollon toimintoja. Tilaajalla on käytössä SPM- mittalaite ohjelmistoinen sekä lämpökamera. Samalla tiedusteltiin mahdollisuutta etsiä uusia toimintatapoja, jotka parantaisivat käynninaikaista kunnonvalvontaa.

Nohynekin ja Lumpeen mukaan aikaisemmin ja toisinaan vieläkin koneita ja laitteita valvotaan tuotantolaitoksissa aistihavainnoin, kuten kuuntelemalla laakereita joko kepillä tai ruuvitaltalla, tunnustelemalla käsin koneen pintalämpötilaa käsin sekä tunnustele-

malla jalalla koneen tärinää. Lopputuotteen laatu voi myös kertoa jotain koneen käyttökunnosta. Näitä menetelmiä ei pidä aliarvioida tänäkään päivänä. Osa niistä voidaan korvata tai täydentää ottamalla käyttöön kehitettyjä eri kunnonvalvonnan mittausmenetelmiä. (Nohynek, Lumme 2007 s.13)

Tärkeimpiä syitä mittaavaan kunnonvalvontaan ovat:

- Tuotantolinjoja rakennetaan ilman varakoneita. Yksittäisen koneen käynti tulee tällöin kriittisemmäksi koko tehtaan kannalta
- Tuotantomäärien kohoaminen on aiheuttanut seisokkituntien hinnan nousun
- Pyörimisnopeuksien kasvu nopeuttaa vikojen kehittymistä
- Koneiden rakenteen keventäminen korostaa värähtelymittauksen tärkeyttä koneen rakenteen kestämisen suhteen
- Prosessin säätöjen muuttuessa yhä enemmän kierroslukusäätöisiksi muuttaa koneiden värähtelytasoja
- Huolto- ja käyttöoperaattoreiden vähentyminen aiheuttaa säännöllisen aistinvaraisten havaintojen tekemisen määrän pienenemisen
- Aistinvaraisista huomioista ei saada kirjattua tunnuslukuja, joita tarvitaan koneiden kunnan arviointiin
- Tietoa keräilevien mittalaitteiden kehitys on madaltanut niiden käyttökynnystä
- Meluisa, vaarallinen tai muuten epämiellyttävä työympäristö on antanut aiheutta siirtyä mittauksiin aistihavaintojen sijasta (Nohynek, Lumme 2007 s.13)

### 6.3 Käynninaikana ehdotettavat toimenpiteet

Liikuttaessa tasaamalla havaittiin useita vaihdemoottoreita, jotka olivat osittain tai kokonaan puupölyn peittämiä, sama ongelma on yleinen muuallakin sahan eriprosessialueilla. (Kuva. 10.) Tällaiset moottorit eivät pääse käynninaikana riittävästi jäähtymään ja ovat vaarassa vaurioitua liian vähäisen jäähtytyksen vuoksi. Lisäksi tulipalon vaara vaurioitilanteessa on hyvin suuri johtuen ympäristön luontaisesta tuotannossa syntyvästä palokuormasta.



Kuva 10. Puupölyn peittämä vaihdemoottori

Toimenpiteeksi ehdotetaan vaihdemoottoreiden säännöllistä puhdistusta prosessin eri osilla paineilmalla tai muulla tavoin säännöllisin väliajoin, esimerkiksi 1krt/viikko. Puhdistamisen suorittaisi mahdollisesti prosessilinjalla työskentelevä operaattori vaihtoehtoisesti työvuoron alussa tai lopussa. Yöaikaan linjastojen ollessa pysähdyksissä ehdotetaan, että myös vuorossa työskentelevä sähkömies voisi suorittaa sähkölaitteiden asiantuntijana ennakoivia puhdistus-, kunnonvalvonta- tai huoltotoimenpiteitä reitti-huoltomiehen työparina sahan prosessien eri osilla sähkömiehen työtilanteen niin sallissa.

Päiväaikaan laitteiden käydessä, ehdotetaan työtilanteen salliessa esimerkiksi 2 viikon välein sähkömiehen suorittavan tarkastusmittauksia pintalämpömittarilla (Kuva.11) tai lämpökameralla. Tasaamolle ehdotettiin kierroksilla havaittuja lämpökuvauskohteita. (Liite 6.) Tarkastuksilla havaittaisiin mahdolliset ylikuumenemisena ilmenevät vikaantumiset tai pahimmassa tapauksessa tulipalovaaran aiheutuminen tuotannolle tärkeille laitteille.



Kuva.11 Riittämätön moottorin jäähtytys

Operaattorit ovat avainasemassa työskennellessään tuotantolinjoilla. He tuntevat linjojen pullonkaulat ja muut ongelmakohteet ja – paikat työkokemuksensa perusteella. Työ on suurelta osin staattista valvontatyötä tuotantolinjan hallintalaitteiden läheisyydessä. Kun jokin ongelmatilanne tai jokin muu syy aiheuttaa liikkumista tuotantolinjalla, samalla olisi hyvä mahdollisuus suorittaa aistinvaraista valvontaa kriittisiksi tunnistetuille laitteille tuotannossa.

Tämä tarkoittaisi erilaisten moottorien ja vaihteiden tavallisuudesta poikkeavien äänien kuuntelua sekä värinöiden ja pintalämpötilan tunnistelua aistivaraisesti. Havaintoja tehdessä on muistettava huomioida työturvallisuusnäkökohdat. Varsinaiset kunnonvalvonnan mittaukset on luultavasti parempi tehdä kunnossapidon toimesta.

Sähkömiehen suoritettaessa esimerkiksi vaihdemoottorin puhdistusta, voisi hän samalla kuunnella kuuluuko laitteesta tavallisuudesta poikkeavia ääniä. Kuuntelulaitteeksi ehdotetaan hankittavaksi elektronista stetoskooppia (Kuva.12). Laitteella voidaan suorittaa kuuntelu turvallisesti laitteessa olevan puikon avulla ahtaastakin tilasta. Kuvassa esimerkkinä SKF:n valmistama tuote.



Kuva 12. Laitteen kuuntelu elektronisella SKF TMST 3 stetoskoopilla ( [www.skf.com](http://www.skf.com) )

Epätavallisen äänen lisäksi alkaa myös laitteen värähtely muuttua mahdollisen vaurion syntymisen ja kehittymisen seurauksena. Päivä- ja yövuorossa työskentelevien asentajien yhteiskäyttöön ehdotetaan kehitystoimenpiteenä hankittavaksi värähtelyn kokonaisu- tason osoittavaa mittaria. (Kuva 13.) Kuvassa 13. esimerkkinä SKF:n valmistama tuote. Mittariin lisävarusteena liitettävä ulkoinen magneettianturi vähentää mittauksen aikana käyttäjistä johtuvia virheitä huomattavasti.

Mittarin käyttöönotolla saadaan muodostettua nopeasti uusia ja kehitettyä olemassa olevia SPM- laitteen mittausreittejä. Merkitsemällä laitteiden värähtelytiedot esimerkiksi Excel- taulukkoon saadaan muodostettua yksinkertaiset trendit mahdollisten vikojen kehittymisestä. Mitatuista koneista ja laitteista muodostuu lähtötasotiedot mittaustoiminnalle. Ne ovat apuna kehitettäessä tulevaisuudessa mittaamalla saatujen tulosten analysointia hyödyntämällä enemmän tilaajalla jo olevaa SPM- järjestelmää.

Yöaikaan linjat ovat osaksi tyhjinä, eikä kaikkia päästä halutessa mittaamaan. Yövuoron aikaan olisikin hyvä mahdollisuus työtilanteen niin salliessa mitata tai kuunnella eri

linjakokonaisuuksien vaihteita tai laakerointeja, kun normaalista tuotannosta johtuvat häiriöimpulssit puuttuvat.

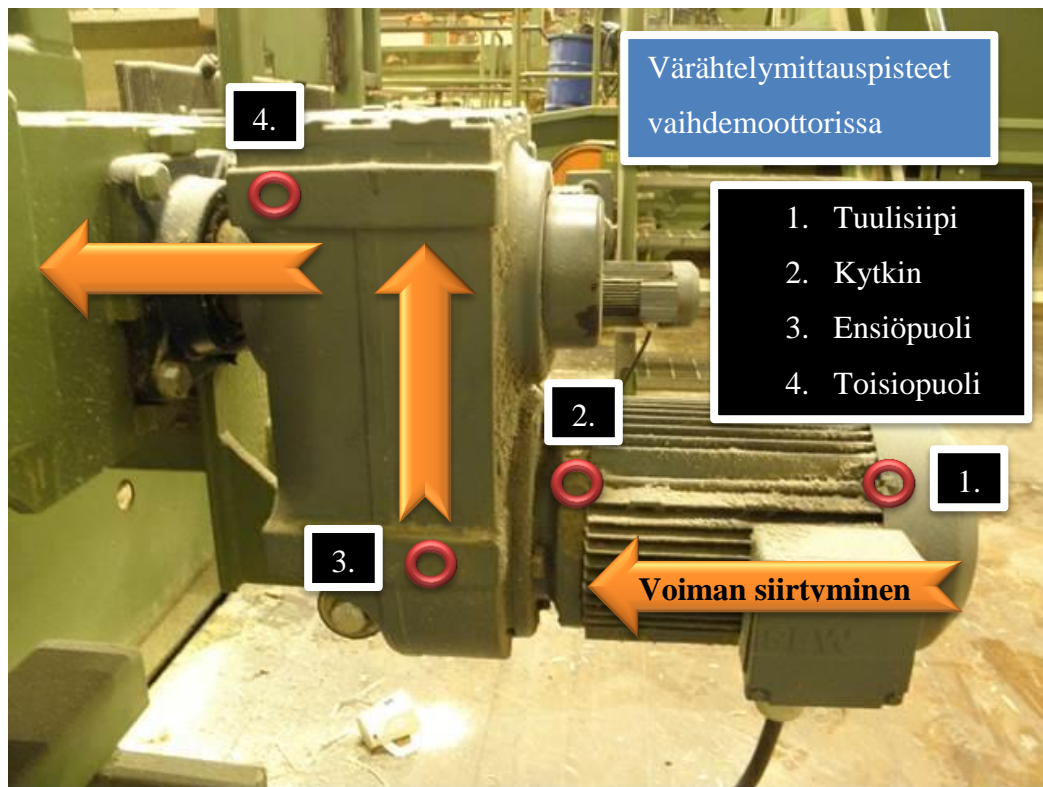
Iltavuoron osalle ehdotetaan tuotantoyksikölle seuraavanlaista käytäntöä: tuotantolinjat tyhjennetään yöllä suoritettavaa käsiajtoa varten ennen yövuoron alkua niiltä osin, kun mittauksia on mahdollisesti suunniteltu kunnossapidon suoritettavaksi esimerkiksi tärkeille vaihdemoottoreille.

Päiväaikaan asentajien kulkiessa prosessin eri osilla, he voivat mitata kriittisiksi tunnistetut mittausreitillä olevat koneet tai laitteet. Värähtelymittarilla onnistuisi myös operaattoreiden ja sähkömiehen ilmoittamat mahdolliset vikaantuneiden kohteiden tarkastaminen ja niiden käyttökunnon arviointi paikanpäällä omien raporttinsa tueksi.



Kuva 13. SKF CMAS 100-SL värähtelymittari ([www.skf.com](http://www.skf.com))

Mittausreittiä suunniteltaessa on hyvä aloittaa tärkeimmistä laitekokonaisuuksista siirtyen pikkuhiljaa vähemmän kriittisiin koneisiin. Mittauspisteitä koneisiin mietittäessä muistisääntönä toimii, ajatteleminen miten voima välittyy eteenpäin laitteessa. Esimerkiksi vaihdemoottorin mittauspisteet menevät ohjeen mukaan: sähkömoottorin tuuletinmäntä, moottorin kytkinpääty, ensiöakseli ja toisioakseli. (Kuva 14.)

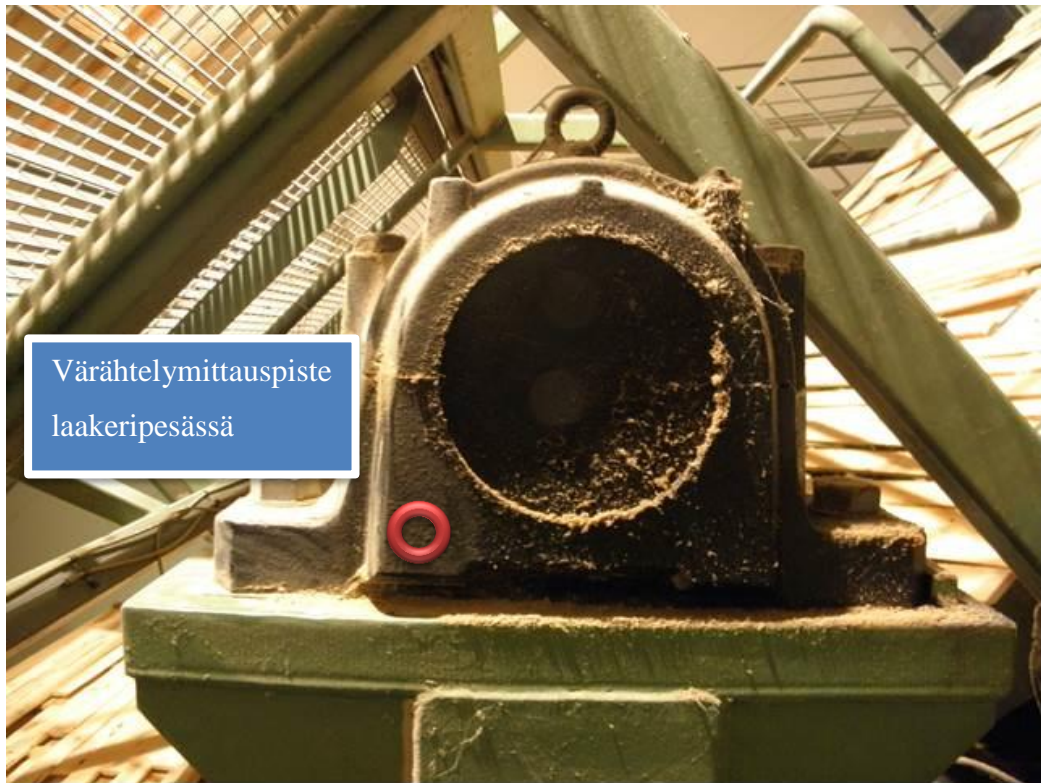


Kuva 14. Vaihdemoottorin mittauspisteet

Tasaamolle kartoitettiin jo olemassa olevien lisäksi värähtelymittauksen piiriin ehdotettavia uusia laitteita. (Liite 7.) Muodostuvan mittausreitit aluksi riittävä kiertosykli olisi n. 3 – 4 kk välein johtuen koneiden alhaisista pyörimisnopeuksista. Havaittaessa vikaa mittauksia tihennetään kohteen osalta tarpeen mukaan. Mittausreitille lisätään tarpeelliseksi havaittuja koneita tai tarvittaessa poistetaan tarpeettomia.

Sahan osalle löytyi myös muutamia ehdotettavia värähtelymittauskohteita (Liite 8.) ja lämpökuvauskohteita (Liite 9.), joista voidaan aloittaa mittausreittien muodostaminen tulevaisuudessa.

Mittapisteet on järkevää merkitä esimerkiksi maalitussilla selkeästi, jotta mittaus tapahtuu luotettavasti aina samasta paikasta. ( Nohynek, Lumme 2007 s.54 ) Merkitty mittapiste tulee sijaita säteissuunnassa laakerin oletettuun kuormitus alueeseen nähden, ilman että välissä on mittausta heikentäviä rajapintoja. (Kuva 15.) Mitä useammasta suunnasta laakeria mitataan, sitä tarkempi tulos saadaan. Seurauksena tällöin on mittauspisteiden suuri määrä ja reitin läpi menemiseen kuluu enemmän aikaa. Vian ilmetessä sen tarkastelu useammasta mittapisteestä on perusteltua.



Kuva 15. Laakeripesän mittapiste

Linjalla olevia ei kriittisiä koneita ja laitteita voidaan valvoa ilman, että niihin sidotaan resursseja tarpeettomasti. Havaitut kohteet saadaan kunnonvalvonnan piiriin asentamalla niihin automaattisesti mittaavia laitteita.

Tällaisia kohteita löydettyä kehitysehdotuksena esitetään hankittavaksi koneisiin kiinnittäviä kuntoilmaisimia. (Kuva 16.) Kuntoilmaisimet mittaavat koneen värähtelyta-  
soa, käyntilämpötilaa ja ilmaisevat alkaneen laakerivaurion. Hälytys ilmaistaan ledi-  
lojen vilkkumisella (vihreä, oranssi ja punainen).

Kuntoilmaisien etuja ovat niiden yksinkertaisuus, edullisuus, itsenäinen toiminta ja ne ovat helppo siirtää tarvittaessa uuteen valvottavaan kohteeseen. Rajoittavina tekijöinä on koneenpyörintänopeus ilmaisimen mittausalueen ollessa 900 - 3600 kierrosta minuutissa sekä pariston kesto 3v. Kuvassa 16. esimerkkinä SKF:n valmistama tuote. (SKF Kunnossapitotuotteet ja voiteluaineet s.109)



Kuva 16. SKF CMSS 200 kuntoilmaisin ([www.skf.com](http://www.skf.com))

#### 6.4 Käytännön voitelutoiminnan kehittäminen

Ennakoivan huollon onnistuessa, koneet ja laitteet toimivat luotettavasti ja tuottavat halutulla tavalla. Tuotantolaitoksella eri prosessin osilla on todella suuri määrä erilaisia vaihteita, joissa on voiteluöljy sisällä.

Suoritettaessa huoltolistan mukaisia öljynvaihtoja kriittisimpiin vaihteisiin esitetään kehitysehdotuksena vaihteen sisäpuolen tähyttämistä. Tähän soveltuvalla endoskoopilla saadaan selvitettyä mahdollista syntyneen vaurion vakavuutta epäiltäessä vikaantumista vaihteen vierintäelimissä tai hammasrattaissa. Kuvassa esimerkkinä SKF:n valmistama tuote. (Kuva 17.) Usein myös vaihteen fyysinen koko on ratkaisevassa asemassa harkittaessa mahdollisia korjaustoimenpiteitä tai vaihtoa.

Tähystyksellä saatujen havaintojen edut ovat: reagointinopeus mahdollisiin jatkotoimenpiteisiin ja tähystyksellä saavutettava ajansäästö verrattuna vaurioiden selvittämiseen esimerkiksi purkamalla vaihde paikan päällä.



Kuva 17. SKF TKES 1- endoskoopi ([www.skf.com](http://www.skf.com))

Tilanteessa, jossa voiteluainetta on jostain syystä lisättävä vaihteeseen, vaikka tiivisteiden vuotaessa, olisi vaihteessa hyvä olla tunnistetarra (Kuva 18.) käytettävästä öljyalaadusta.

Kehitysehdotuksena esitetään ainakin tärkeimpien ja isoimpien vaihteiden ja öljysäiliöiden merkitsemistä öljytunnistein ja mahdollisesti vaihteen sisältämän öljylitramäärän merkitsemistä näkyviin.

Toimenpiteellä ehkäistään väärän voiteluaineen joutuminen vaihteeseen ja mahdollinen vaihteen ylitäyttö. Tunnisteen tärkeys korostuu varsinkin silloin, kun öljyn lisäyksen suorittaa esimerkiksi tuotannon operaattori estääkseen tuotantolinjan pysähtymisen ennen aikaisesti. Tunnistetarran paras paikka vaihteiden pinnassa on täyttöaukon läheisyydessä.



Kuva 18. Voiteluaineen tunnistetarra

Sahan voiteluainetoimittaja on Teboil Oy, josta teollisuusvoiteluaineiden tuoteryhmäpäällikkö Ari Holmila (sähköposti 8.12.2014) postitti mallikappaleet tunnistetarroista esiteltäväksi opinnäytetyön tilaajalle.

Vaihdemoottoreiden lukumäärästä johtuen, jollekin linjaston osalle öljynvaihtojen ollessa ajankohtaisia voi työaika hukkaantua kannettaessa puhtaita öljyä varastosta ja vietäessä käytettyjä jäteöljyä kierrätys säiliöön.

Kehitysehdotuksena esitetään yleisimpien käytössä olevien voiteluaineiden jakopisteitä ja jäteöljyjen keräyspisteitä keskeisille paikoille tuotantolinjastojen yhteyteen nopeuttamaan öljynvaihtotapahtumaa. Öljynjakopisteillä on hyvä olla myös vastuullinen hoitaja, jotta puhdasta öljyä on saatavilla ja jäteöljysäiliön tyhjennyksestä huolehditaan.

Voitelukohteiden sijaitessa syrjäisissä tai hankalissa paikoissa voitelureittiin nähden ehdotetaan niitä liitettäväksi pieneen keskusvoitelujärjestelmään tai käytettäväksi automaattisia kaasutoimisia yksipistevoitelupatruunoita. (Kuva 19.)

Kuvassa 19. on esimerkkinä SKF:n valmistama tuote. Laite voidaan säätää toimimaan 1- 12kk ajaksi ja säätöä voidaan muuttaa tarvittaessa uudelleen. Patruunan läpinäkyvä kuori helpottaa laitteen toiminnan seuraamista kohteessa. (SKF Kunnossapitotuotteet ja voiteluaineet s.158)



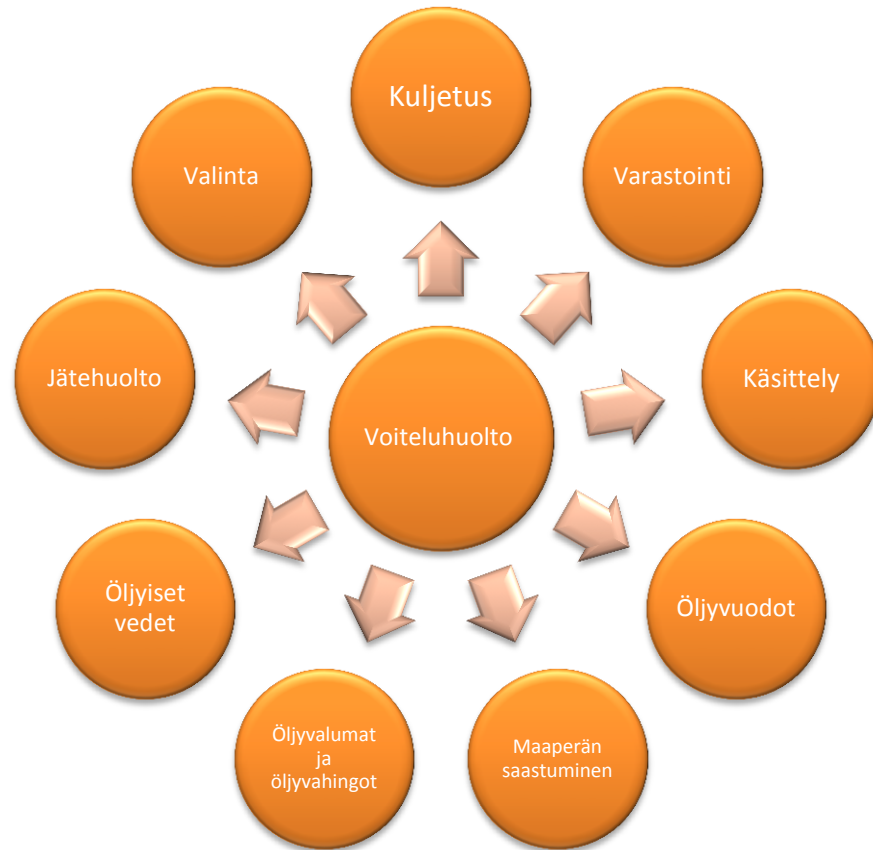
Kuva 19. SKF LAGD voitelupatruuna ([www.skf.com](http://www.skf.com))

## 6.5 Voiteluhuollon ympäristönäkökohtia

Mahdollisten öljypisteiden tulee täyttää voiteluaineiden varastoinnille asetetut vaatimukset huomioiden tilojen puhtausvaatimukset sekä palo- ja työturvallisuustekijät. Öljysäiliöt on varustettava riittäväällä valuma-altaalla öljyvahinkotilanteiden varalta.

Voiteluhuollon ympäristönäkökohtiin vaikuttavat käyttökohteeseen valitun voiteluaineen ominaisuudet, käsittely ja suorituskyky käyttökohteessa. (Mikkola, K 2006 s.184)

Kuvassa 20. esitellään voiteluhuollon tärkeimpiä ympäristötekijöitä.



Kuva 20. Voiteluhuollon ympäristötekijät (Mikkola, K 2006 s.185)

## 6.6 Uusi ehdotettava voiteluaine

Tuotannon näkökulmasta katsottuna kriittisinä voitelukohteina ovat ehdottomasti monet erilaiset kuljetinketjut, jotka siirtävät prosessissa puutavaraa paikasta toiseen. Vaikka ketjut ovatkin kestäviä kuljetinkäytössä, myös ketju tarvitsee voitelua toimiakseen mahdollisimman pitkään. Sahalla käytössä olevat kuljetinketjut ovat usein pitkiä ja hankalia käsitellä johtuen niiden painosta ja ahtaista asennustiloista. Ketjun katketessa tuotantolinjan seisokkiaika voi pahimmassa tapauksessa olla pitkä eikä tällöin tuotannon menetyksiltä vältytä.

Kosteana pysyvän öljyvoitelun ja rasvavoitelun huonoin puoli on ehdottomasti epäpuhtauksien siirtyminen ketjun kosketusalueelta tuotteen pintaan. Toisaalta rasvan tarkoitus on estää likapartikkelien pääsy voitelukohteeseen. Epäpuhtauksien kiinnittyessä rasvaan

ne poistuvat vasta, kun likaantunut voiteluaine poistetaan kokonaan. (Strengell, K, Vi-hersalo, J. 2006 s.208)

Tasaamon osalla, jossa sahatavara lajitellaan ja tuote on matkalla paketoitavaksi asiakkaalle, ei saisi jäädä minkäänlaisia voiteluainejäämiä puunpintaan. Tiedon hankintaa suoritettaessa opinnäytetyöhön, tuli esille toisinaan tasaamalla ilmenevä ongelmatilanne, jossa käytössä oleva voiteluaine oli liannut tuotetta toistuvasti. Tämähän ei toki tarkoita, että käytettävä voiteluaine on väärää vaan ongelman syntymiseen voi olla monia syitä.

Ongelma voi syntyä, kun voiteluainetta kertyy ajan kuluessa liikaa ketjun pintaan ja leviää ketjun nopean liikkeen vaikutuksesta tuotteen pinnalle. Voi myös olla, että voiteluaineeseen tarttuu tuotantoympäristöstä likaa tai ei toivotut jäljet syntyvät voitelun ollessa puutteellista. Voiteluaineen puutteesta aiheutuneen kulumisen seurauksena syntyviä epäpuhtauksia kulkeutuu ketjujen mukana, jolloin ne siirtyvät tuotteen pintaan sen koskettaessa kuljetinketjua.

Kehitysehdotuksena esitetään käytetyn voiteluaineen annostelun tarkistamista. Tämä ei kuitenkaan yksinään riitä ongelman ratkaisuun, vaan ketjut on myös puhdistettava liiasta voiteluaineesta tarkoitukseen sopivalla liuottimella. Pesun jälkeen on seurattava säädetyn voiteluaineen annostelumäärän riittävyys. Ketjut, joita ei voidella prosessissa ollenkaan suuren tuotteiden likaantumisriskin johdosta, ehdotetaan voideltavaksi erityisellä VM-Ceramic 2000-kuivavoiteluaineella.

Tiedonkeräyskierroksilla osastolla voitelemattomia kuljetinketjuja tarkasteltaessa, heräsi ajatus kuivavoiteluaineen käytöstä sen ominaisuuksien johdosta. Voiteluaine ei likaa, koska sen toiminta ei perustu nesteomaisiin voiteluaineisiin, joihin pääsee tarttumaan runsaasti likapartikkeleja ympäristöstä.

Kuivavoiteluaineessa sen teho perustuu sen tunkeutumiskykyyn metallipintojen huokosiin levitykseen tarvittavan kemikaalin haihduttua. Voiteluaine vähentää kitkaa ja mekaanisten osien käytön voimantarvetta. Voiteluilmiö tapahtuu voiteluaineessa olevien litteiden keraamisten hiukkasten liukumisena toisiaan vasten paineenalaisissa kosketuspinoissa, jolloin mekaaninen kulumisen liikkuvissa osissa vähenee. (VM-Ceramic 2000 kuivavoiteluaine tuote-esite s.1)

Yhteydenoton jälkeen voiteluaineen toimittajan myyntimieheen selvisi, että ko. tuote on UPM:n nimikelistoilla omalla tilausnumerolla ja näin saatavissa ilman erityisjärjestelyjä. (Puhelinkeskustelu 29.10.2014 Tekninen johtaja Petteri Linder) Tämä helpottaa suuressi tuotteen tilaamista jatkossa, mikäli sen tarpeellisuus todetaan käytännössä soveltuvaaksi. Puhelinkeskustelussa sovittiin myös lähetettävästä näytekappaleesta voiteluainetta sekä tuote-esite ja käyttöturvallisuustiedote opinnäytetyön tilaajalle.

## 7 POHDINTA

Työn tarkoitus on suunnitella sahalaitoksen v.2005 valmistuneen tasaamon osalle ennakkohuoltoreitti, tarkastella jo olemassa olevaa reittiä sekä voitelusuunnitelmaa ja tarvittaessa ajanmukaistaa niiden toimintoja. Työssä tutkitaan mahdollisuuksia kehittää ennakkohuoltoa eri kunnonvalvonnan mahdollistamalla keinoilla kuten erilaiset mittaukset ja muilla käynninaikaisilla toimenpiteillä, mitkä parantavat tuotantolaitteiden käyntivarmuutta.

Tasaamalla ei ollut ajan tasaista sähköisessä muodossa olevaa voitelulistaa tai reittiä, jonka mukaan järjestelmällistä voiteluhuoltoa olisi pystytty suorittamaan. Uusi voitelu lista tehtiin kiertelemällä tasaamalla ja merkitsemällä voitelupisteet listaan. Samalla muodostui voitelureitti, jota voidaan jakaa pienempiin osiin laitekohtaisesti.

Opinnäytetyön tilaajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella selvisi mittaavan ennakkohuollon toivottu laajuus. Tilaajan tavoitteena ei ollut aloittaa kovin syvälle menevää värähtelytaajuuksien mittausta ja mittaustulosten analysointia. Tärkeintä olisi saada havainto ilmaantuneesta vauriosta ja sen kehittymisestä. Tilaaja toivoi kunnonvalvontaan liittyen kehitysehdotuksia ja olemassa olevien toimintojen parantamista.

Tilaaja kertoi käytössään olevasta SPM- värähtelymittarista, ohjelmistosta ja sen käyttöasteesta. Selkeänä kehityskohteena havaittiin tämän perusteella mittalaitteen käyttöasteen lisääminen nykytasosta. Tämän jo olemassa oleva resurssin tehokas käyttö lisäisi laitteiden vian etsinnän ja vian kehittymisen luotettavuutta.

Lisäkustannuksia aiheutuisi työhön nimettyjen mittaajien koulutuksesta ja mahdollisista ohjelmiston päivityksistä.

Haasteeksi voi muodostua tuotantolinjojen mahdollinen tyhjentäminen niin että mittaukset saadaan tehtyä suunnitellusti. Avainasemaan nousee kunnossapidon toimittajan ja tilaajan yhteistoiminta.

Tämän opinnäytetyön tekeminen oli todella mielenkiintoinen ja antoisa tapahtuma uuden toimintaympäristön sekä mukana olleiden henkilöiden ansiosta. Haluan lämpimästi kiittää kaikkia, jotka ovat olleet auttamassa, ohjaamassa ja tukemassa tätä työtä tehtäessä.

Mäntässä maaliskuussa 2015,

Marko Kuronen

## LÄHTEET

### Kirjalliset:

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T., Åström, T. 2007. Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 10. 4. painos.

Korpi, A., Manninen, A., Rinkinen, J., Suontama, K. 2006. Teollisuusvoitelu. Kunnossapidonjulkaisusarja, n:o 8. 4.painos

Mikkola, K. 2006. Teollisuusvoitelu. Kunnossapidonjulkaisusarja, n:o 8. 4.painos

Nohynek, P., Lumme, V-E. 2007. Kunnonvalvonnan värähtelymittaukset. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 11.

SKF Kunnossapitotuotteet ja voiteluaineet Heinäkuu 2014

Strengell, K., Vihersalo, J. 2006. Teollisuusvoitelu. Kunnossapidonjulkaisusarja, n:o 8. 4.painos

PSK 6201 KUNNOSSAPITO. KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT

VM-Ceramic 2000 kuivavoiteluaine esite

### Internetlähteet:

UPM- sahat, luettu 23.10.2014.

<http://timber.upm.com/FI/yhteystiedot/tehtaat/korkeakoski/Pages/default.aspx>

[www.skf.com](http://www.skf.com)

### Julkaisemattomat lähteet:

AEL- luentomateriaali Ennakkohooltojärjestelmän rakentaminen 1997

Caverion työvuoro- ja henkilölista

Häiriöseuranta Exel-taulukko Caverion

Kysely asentajille

Caverion teollisuuden palvelut Powerpoint-esitys 2015

### Puhelinkeskustelut:

Petteri Linder, Tekninen johtaja VP-Service Oy, 29.10.14

### Sähköpostit:

Ari Holmila, Teollisuusvoiteluaineiden tuoteryhmäpäällikkö Teboil Oy, 8.12.14

Lähde

## LIITTEET

### Liite 1. Kysely Asentajille

1(3)

Kysely Caverionin mekaanisen kunnossapidon asentajille ennakkohuollon toiminnasta ja sen kehittämisestä

**Kysely lähetetty 7 henkilölle. Vastausprosentti 71,4% (5 henkilöä)**

Vastauksia käytetään apuna tiedon keräämisessä tasaamolle tehtävään opinnäytetyöhön.

Kiitos vastauksistasi!

1. Joudutko työssäsi tekemään usein ennakkohuoltotöitä?

- A Kyllä **40% (2kpl)**
- B Joskus **60% (3kpl)**
- C En **0%**

2. Onko sinulla mahdollisuus saada lisätietoa laitteen kunnosta sen jälkeen kun olet esim. tehnyt vikailmoituksen/ennakkohuoltotyötilauksen laitteessa todetun vian kehittymisestä?

- A Kyllä **20% (1kpl)**
- B Jonkin verran **80% (4kpl)**
- C Ei ollenkaan **0%**

3. Saatko tietoa tuotannon operaattoreilta tasaamon koneiden kunnosta?

- A Kyllä, jonkin verran **100% (5kpl)**
- B En **0%**
- C Kyselemällä ongelmatilanteen ilmentyessä **0%**

4. Reagoidaanko tehtyihin vikailmoituksiin/ennakkohuoltotyötilauksiin riittävän nopeasti aloittamalla tarvittavat toimenpiteet asian korjaamiseksi?

- A Kyllä useimmiten **80% (4kpl)**
- B Ei **20% (1kpl)**
- C Viiveellä, vika ehtii pahentua **0%**

2(3)

5. Pitäisikö sinun mielestäsi lisätä tai kehittää mittaavan ennakoivan kunnossapidon ( värähtelymittaus, lämpökuvaus, käyttäjävalvonta) määrää kaikilla tuotantoprosessin eri osilla?

- A Kyllä **60% (3kpl)**
- B Nykyinen taso riittää **40% (2kpl)**
- C Ei ole merkitystä omaan työhöni **0%**

Mitä muuta mielestäsi olisi tarpeellista tehdä, joka parantaisi laitteiden kunnossapitoa?

**"Pitäisi laatia järjestelmällinen ja selkeä reittihuoltosuunnitelma sekä järjestää resurssit sen noudattamiseen"**

6. Haluaisitko saada tulevaisuudessa mahdollisesti koulutusta mittaavaan ennakoivaan kunnossapitoon (esim. värähtelymittaukset, mittausten analysointi, voiteluainekursseja, lämpökuvaus?)

- A Kyllä **80% (4kpl)**
- B En **20% (1kpl)**
- C En osaa sanoa **0%**

Mihin ennakkohuoltolajiin haluaisit koulutusta?

**"Kaikki käy"( 1 hlö)**

7. Onko voiteluhuolto mielestäsi toimivaa?

- A Kyllä, hyvin toimii **60% (3kpl)**
- B Parannettavaa olisi, kohteita jää voitelematta **40% (2kpl)**
- C Ei toimi, paljon vaurioita syntyy puutteellisen voitelun johdosta **0%**

Sytä voiteluhuollon epäonnistumiselle?

**"Kohteisiin ei päästä käynninaikana, ehdotetaan putkittamista"**

**"Liian monta voitelukohdetta verrattuna käytössä olevaan aikaan"**

8. Onko työohjeitus (käytettävä voiteluainetyyppi, -määrä, voitelukohde ja työturvallisuus) mielestäsi riittävää voiteluhuollossa?

- A Täysin riittävää **60% (3kpl)**

3(3)

- B Aina ei ole kaikki täysin varmaa **40% (2kpl)**
- C Ei ole, joudun kyselemään työkaverilta **0%**

Mitä olisi hyvä huomioida ohjeistuksessa enemmän?

Liite.6 Tasaamon lämpökuvauskohteet

**Ehdotettuja lämpökuvaus ja lämpötilanmittauskohteita tasaamalla esim. 2vkon välein**

**Tasaamalla sijaitsevat sähkömuuntajat sekä kytkinkeskukset,**

**Trimmerin runkolaakerit ja teräpäät,**

**Ylivientirullastojen laakerit ja käyttöakselit,**

**puhdistetut suuret sähkömoottorit (*hakkurin iso moottori, trimmerin moottori, lajittelukuljettimen moottori* ),**

**Lajittelukuljettimen ketjupyöräakseleiden laakerit,**

**Hydrauliikkakoneikkojen**

*sähkömoottorit*

## Liite 7. Tasaamon värähtelymittauspisteet

**Ehdotettuja värähtelymittauskohteita tasaamalla esim. 3-4kk välein:**

<b><u>lkm</u></b>	<b><u>Laite</u></b>	<b><u>Kohde</u></b>	<b><u>Mittauspisteiden</u></b>
81216	Apupurkain	Vaihdemoottori	4
81230	Hajoituskiramo	Vaihdemoottori	4
81239	Kiramo	Vaihdemoottori	4
81107	Annostin Framtec	Vaihdemoottori	4
81263	Kääntölaite	Vaihdemoottori	4
81280	Lajittelukuljetin	Vaihdemoottori	4
81282	Varastokuljetin 1	Vaihdemoottori	4
81284	Varastokuljetin 2	Vaihdemoottori	4
81286	Varastokuljetin 3	Vaihdemoottori	4
81288	Syöttökuljetin 4	Vaihdemoottori	
86202	Kiramo 1	Vaihdemoottori	4
86203	Kiramo 2	Vaihdemoottori	4
86210	Kokoojakuljetin 1	Vaihdemoottori	4
86215	Kokoojakuljetin 2	Vaihdemoottori	4
86220	Ladontakuljetin	Vaihdemoottori	4
<b><u>Sähkömoottorit:</u></b>			
81125	Trimmeri	Sähkömoottori	2
81505	Hydraulikoneikko	Sähkömoottorit	4
81510	Hydraulikoneikko	Sähkömoottorit	4
86510	Hydraulikoneikko	Sähkömoottorit	4
88110	Hakkuri	Sähkömoottori	2

## Liite 8. Sahan värähtelymittauspisteet

Ehdotettuja värähtelymittauskohteita sahallalla esim. 3-4kk välein:

	<u>Laite</u>	<u>Kohde</u>	<u>Mittauspisteiden lkm</u>
21220	Kolapöytä 3	Vaihdemoottori	4
21240	Varastopöytä 4	Vaihdemoottori	4
25201	Tukkikuljetin 8	Vaihdemoottori	4
25203	Mittauskuljetin	Vaihdemoottori	4
51131	Rumpuhakkuri	Vaihdemoottori	4

Sähkömoottorit:

21110	Kuorimakone	Sähkömoottorit	6
25103	Pelkkahakkuri LC200	Sähkömoottorit	8
30105	Pelkkahakkuri PH700	Sähkömoottorit	4
		Käyttöakseli	2
30110	Jakopyörösaha 1	Sähkömoottorit	4
		Käyttöakseli	2
30120	Jakopyörösaha 2	Sähkömoottori	2
		Käyttöakseli	1
41250	Vastaanottokuljetin	Sähkömoottorit	4
42250	Vastaanottokuljetin	Sähkömoottorit	4
43250	Vastaanottokuljetin	Sähkömoottorit	4
51131	Rumpuhakkuri	Sähkömoottori	2
60130	Trimmeri	Sähkömoottori	2

Liite 9. Sahan lämpökuvauskohteet

**Ehdotettuja lämpökuvaus ja lämpötilanmittauskohteita sahalla esim. 2vkon välein**

Sahalla sijaitsevat *sähkömuuntajat sekä kytkinkeskukset ja sähkökaapit*

Trimmerin *runkolaakerit ja teräpäät,*

*Ylivientirullastojen laakerit ja käyttöakselit,*

*puhdistetut suuret sähkömoottorit (rumpuhakkurin iso moottori, trimmerin moottori)*

*Hydrauliikkakoneikkojen sähkömoottorit*

