



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SELLUTEHTAAN LAATU- MITTAUSTEN KRIIT- TISYYSANALYYSI

TEKIJÄ/T: Mika Boman

| | |
|---|----------------------------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | |
| Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma | |
| Työn tekijä(t) Mika Boman | |
| Työn nimi Sellutehtaan laatumittausten kriittisyysanalyysi | |
| Päiväys 29.4.2013 | Sivumäärä/Liitteet 40/2 |
| Ohjaaja(t) Savonia Harri Heikura, Stora Enso Klaus Leppänen, Efora Hannu Olli | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Stora Enso Oyj, Efora Oy | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa sellutehtaan laatumittausten luotettavuutta. Työ oli osa suurempaa Pain Chain projektia, jossa on mukana Savonia ammattikorkeakoulu, Honeywell ja Stora Enso. Pain Chain projektin tarkoituksena on vähentää asiakkaalle päätyvän lopputuotteen laatuvariaatiota.</p> <p>Mittauksille oli tarkoitus tehdä kriittisyysluokittelu, suunnitella kohteille tehokkaat ennakkohuolto-ohjelmat ja kartoittaa laitteiden varaosatarpeet. Kriittisyysluokat ja ennakkohuolto-ohjelmat oli tarkoitus dokumentoida toiminnanohjausjärjestelmään, jotta kunnossapidon työt olisivat suunnitelmallisia, ja tarvittaessa valmiita ohjeita voitaisiin käyttää muihin vastaavanlaisiin kohteisiin. Työn alussa kohteilla ei ollut kirjattuja ennakkohuolto-ohjelmia toiminnanohjausjärjestelmässä.</p> <p>Kriittisyysluokittelua varten kerättiin ja analysoitiin kohteiden vikahistoriat toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Kriittisyysluokittelu tehtiin palaverissa kunnossapidon ja tuotannon työntekijöiden avustuksella. Ennakkohuolto-ohjelmat suunniteltiin kunnossapidon kanssa useissa palavereissa hyödyntämällä vanhoja suunnitelmia ja kunnossapidon nykyisiä käytäntöjä. Varaosatarpeiden selvittämisessä käytettiin apuna laitetuotemerkkien suosituksia ja kunnossapidon näkemyksiä.</p> <p>Työn avulla saatiin päivitettyä toiminnanohjausjärjestelmä ja PI-kaaviot työhön kuuluvien toimintopaikkojen osalta. Toimintopaikoille saatiin kriittisyysluokat, joiden pohjalta luotiin laitteille ennakkohuolto-ohjelmat. Kriittisimpien laitteiden varaosatarpeet selvitettiin ja puuttuvat varaosat hankittiin tarjouspyyntöjen pohjalta. Työssä tuotetut ennakkohuolto-ohjelmat ja kriittisyysluokitukset syötettiin toiminnanohjausjärjestelmään kunnossapidon toiminnan aloittamista varten.</p> | |
| Avainsanat kriittisyysanalyysi, ennakkohuolto, varaosa | |

| | | | |
|--|-----------|------------------|------|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Automation Technology | | | |
| Author(s) Mika Boman | | | |
| Title of Thesis Criticality Classification of The Chemical Pulp mill's Quality Measurements. | | | |
| Date | 29.4.2013 | Pages/Appendices | 40/2 |
| Supervisor(s) Savonia Harri Heikura, Stora Enso Klaus Leppänen, Efora Hannu Olli | | | |
| Client Organisation /Partners Stora Enso Oyj, Efora Oy | | | |
| <p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to improve the reliability of the quality measurements in the chemical pulp mill. This thesis was part of the bigger project called Pain Chain. Pain Chain is a cooperative project of Savonia, Honeywell and Stora Enso. The target of the project is to minimize the quality variation of the end product.</p> <p>In order to get this improvement, criticality classification, PM (preventive maintenance) programs and spare part analyses were made for the chosen devices. Criticality classes and PM programs were meant to be stored into the ERP (enterprise resource planning) system, so the maintenance company can start using the programs on daily basis. In the future, PM programs can also be used for other similar devices in the factory. Before this thesis, there were not any PM programs in the ERP system.</p> <p>At first, ERP systems failure histories were analyzed for the criticality classification. Classification itself was made in the meeting with the specialists of the Stora Enso production and Efora maintenance. PM programs were developed in the series of meetings with the help of old maintenance programs and expertise of the maintenance group. Spare part analyses were made with the help of maintenance group and recommendations of the device suppliers.</p> <p>As a result of this work, PI-diagrams and device models in ERP system were updated. Devices were given criticality classes and customized PM programs. Spare part analysis was made for the most critical devices and some of the spare parts were purchased based on requests for quotations. Completed PM programs and criticality classes were stored in the ERP system.</p> | | | |
| Keywords criticality classification, preventive maintenance, spare part | | | |
| | | | |

ESIPUHE

Tämä työ on tehty Varkauden Savonia ammattikorkeakoulun automaatiotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyönä. Työ on tehty Stora Enson Varkauden sellutehtaalle kevään 2013 aikana. Työ on tehty yhteistyössä Stora Enson tuotantopuolen ja Eforan kunnossapidon kanssa. Työn valvojina toimivat Stora Enson sellutehtaan kehitysteknikko Klaus Leppänen ja Eforan kunnossapitoasiantuntija Hannu Olli.

Ensiksi haluan kiittää koko Stora Ensoa ja Eforaa mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö Varkauden tehtaalle. Erityiskiitokset haluan esittää ohjaajilleni Klaus Leppäselle ja Hannu Ollille, sekä koulun puolelta ohjaajalleni Harri Heikuralle. Sain paljon apua ja neuvoja Eforan Jari Räisäseltä, Jussi Sal-kolta ja Reijo Viitaselta, joten suuret kiitokset heille. Haluan kiittää myös muita projektissa mukana olleita, eli kiitokset Eforan Ahti Kutvoselle, Teuvo Kutvoselle, Jari Natuselle ja Stora Enson Jorma Jurvaselle. Kiitos myös kaikille muille henkilöille ja organisaatioille, jotka olivat mukana opinnäytetyössäni.

Varkaudessa pvm. 27.4.2013

Mika Boman

SISÄLTÖ

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 8 |
| 2 | STORA ENSO OYJ..... | 9 |
| 2.1 | Stora Enso Varkaus..... | 9 |
| 2.2 | Efora..... | 10 |
| 3 | KUVAUS SELLUPROSESSISTA | 11 |
| 3.1 | Kuitulinja..... | 11 |
| 3.2 | Talteenottolinja..... | 12 |
| 4 | TYÖSSÄ KÄYTETYT OHJELMISTOT..... | 14 |
| 4.1 | Millman | 14 |
| 4.2 | SAP-toiminnanohjausjärjestelmä | 15 |
| 5 | KUNNOSSAPITO | 16 |
| 5.1 | Vika ja vikaantuminen | 16 |
| 5.2 | Kunnossapitolajit ja tuotanto-omaisuuden hoitaminen | 16 |
| 5.2.1 | Huolto | 17 |
| 5.2.2 | Korjaava kunnossapito | 17 |
| 5.2.3 | Parantava kunnossapito..... | 17 |
| 5.2.4 | Ehkäisevä kunnossapito..... | 18 |
| 5.3 | Kriittisyysanalyysi ja riskiluvut..... | 19 |
| 6 | TYÖN TOTEUTUS | 21 |
| 6.1 | Aloitukset ja pohjatyö | 21 |
| 6.2 | Kriittisyysluokittelu | 23 |
| 6.3 | Ennakkohuolto-ohjelmat..... | 23 |
| 6.4 | Varaosatarkastelu | 24 |
| 7 | TULOKSET | 25 |
| 7.1 | Kriittisyysluokittelu | 25 |
| 7.2 | Ennakkohuolto-ohjelmat..... | 27 |
| 7.3 | Varaosatarkastelu | 31 |
| 8 | YHTEENVETO..... | 34 |

LÄHTEET

LIITTEET

Liite 1. Kriittisyysluokittelun tulokset

Liite 2. Ennakkohuolto-ohjelmat

MITTAUKSIEN MÄÄRITELMÄT

KO-22052 Kappa-analysaattori: Mittaa paperimassan kappaa, eli ligniinipitoisuutta keittimen pusku-
ta, happivaiheen syötöstä, happireaktoreiden välisestä massasta ja happireaktoreiden jälkeisestä
massasta.

KO-22053 KappaBrite: Mittaa paperimassan kappaa ja vaaleutta D₀- ja D₁-tornien syötöstä, sekä
valkaistun massan vaaleutta.

KO-25001 Hakeanalysaattori: Mittaa optisesti hakkeen kokojakaumaa.

KO-9128 Alkalianalysaattori: Mittaa talteenottolinjalla sammuttajaan menevän viherlipeän titrautu-
vaa alkalia ja natriumkarbonaattia (Na₂CO₃), ensimmäisen kaustisointisäiliön titrautuvaa alkalia ja
kaustisoitumisastetta, CD-suotimelle menevän kalkkimaidon titrautuvaa alkalia ja kaustisoitumisas-
tetta ja keittoon menevän valkolipeän vaikuttavaa alkalia, sulfiditeettiä ja kaustisoitumisastetta.

QC1028 Siirtokierron jäännösalkali: Mittaa imeyttimen ja keittimen välisen siirtokierron jäännösalka-
lipitoisuutta ja säätää valkolipeän määrää siirtokiertoon.

QC1038 Pesukierron jäännösalkali: Mittaa keittimen pesukierron jäännösalkalipitoisuutta.

QC1045 Keittokierron jäännösalkali: Mittaa keittimen keittokierron jäännösalkalipitoisuutta ja säätää
valkolipeän määrää keittokiertoon.

QC2259 D₀-massan pH: Mittaa D₀-tornin syöttömassan pH:ta ja säätää suolahapon (HCl) määrää
syöttömassaan.

QC2261 Massan pH EOP-vaihe: Mittaa massan pH:ta E_{op}-vaiheen DD-pesurin syöttömassasta ja sää-
tää natriumhydroksidin (NaOH) määrää D₀-vaiheeseen.

QC2447 Massan pH D₁-torniin: Mittaa massan pH:ta D₁-tornin syöttömassasta ja säätää suolahapon
(HCl) ja natriumhydroksidin (NaOH) määrää D₁-tornin syöttömassaan.

QC2450 Valkaisun loppujäännös: Mittaa valkaisun loppujäännöstä valkaistun massan lajittelun syöt-
tösäiliöstä ja säätää rikkidioksidiveden (SO₂) määrää D₁-torniin.

QC2546 Lähtevän massan pH: Mittaa lähtevän massan pH:ta ja säättää natriumhydroksidin määrää valkaisun GF-pesurin pudotusputkeen.

QI1005 Paisunnan jäännösalkali: Mittaa paisuntalipeän jäännösalkalipitoisuutta.

QI2149 DD-pesurin suodoksen pH: Mittaa happivaiheen DD-pesurin suodoksen pH:ta.

QI2377 D1-Suodoksen pH: Mittaa valkaisun D₁-tornin suodoksen pH:ta.

QI2466 Massan kuidunpituus VML:n: Mittaa valkaistun massan kuidunpituutta ja ilmoittaa havupuun suhteen massassa.

QI2473 ClO₂-veden väkevyys: Mittaa klooridioksidiveden (ClO₂) väkevyyttä klooridioksidilaitoksen absorptiotornissa.

QI2515 Lähtevän massan vaaleus: Mittaa valkaistun massan vaaleutta (samaa kuin KappaBrite).

QI6774 Sellupaalin kuiva-aine (NDC): Konenäköön perustuva mittaus mittaa kuivakoneen sellupaalin kuiva-ainepitoisuutta.

WI6769 Paino paalivaa'alla: Mittaa kuivakoneen valmiiden sellupaalien painoa.

XI821230 Koivu kuoripitoisuus: Konenäköön perustuva mittaus mittaa kuorittujen koivutukkien kuoripitoisuutta.

XI821231 Koivu puuhäviö: Konenäköön perustuva mittaus mittaa koivukuorista puupitoisuutta, eli puuhäviötä.

XI822230 Havu kuoripitoisuus: Konenäköön perustuva mittaus mittaa kuorittujen mäntytukkien kuoripitoisuutta.

XI822231 Havu puuhäviö: Konenäköön perustuva mittaus mittaa mäntykuorista puupitoisuutta, eli puuhäviötä.

1 JOHDANTO

Teollisuudessa pyritään yhä enemmän panostamaan prosessin laatuun ja vikaantumisien ennalta ehkäisemiseen, eli ennakkohuoltoihin. Varsinkin prosessiteollisuudessa vikaantumiset ja häiriöt aiheuttavat suuria tuotannonmenetyksiä ja näin ollen ylimääräisiä kustannuksia yritykselle. Ikävimpiä tapauksia ovat ne, joissa laitteen vikaantuminen olisi pystytty havaitsemaan, jos laitteen kriittisyys olisi tiedostettu ja laitteella olisi ollut ennakkohuolto-ohjelma. Tehtaiden laitemäärät ovat kuitenkin niin valtavia, ettei mikään kunnossapitoryhmä pysty tarkkailemaan ja huoltamaan kaikkia laitteita säännöllisesti. Tästä johtuen tehtailla pyritäänkin poimimaan prosessista ne laitteet, jotka vikaantuvat useimmiten ja joiden vikaantuminen aiheuttaa eniten ongelmia prosessissa. Tätä valintaprosessia kutsutaan kriittisyysluokitteluksi.

Tämä opinnäytetyö oli osa Stora Enson, Honeywellin ja Savonia ammattikorkeakoulun yhteistä Pain Chain projektia. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä tärkeimpien laatumittausten kriittisyysluokittelu Stora Enson Varkauden tehtaalle. Työ tehtiin sellutehtaalle ja kriittisyysluokittelu rajattiin paperimassan laadun kannalta tärkeimpiin mittauksiin. Mittauksia valittiin yhteensä 24 ja niistä suurin osa oli erilaisia analysointoreita, jäännösalkalimittauksia ja pH-mittauksia. Kriittisyysluokittelu tehtiin valmiille Excel-pohjalle, joka oli luotu aikaisemmin paperikone kolmosella tehtyä luokittelua varten. Kriittisyysluokittelun pohjalta kohteille suunniteltiin ennakkohuolto-ohjelmat ja kriittisimmille laitteille tehtiin varaosaselvitykset. Lopuksi ennakkohuolto-ohjelmat syötettiin toiminnanohjausjärjestelmään kunnossapidon suunnitelmallisen toiminnan aloittamista varten.

Raportin alussa esitellään yleisesti Stora Enson Varkauden tehtaat. Tehdasesittelyn jälkeen kerrotaan lyhyesti prosesseista, joihin työhön valitut mittaukset liittyvät. Prosessikuvauksen jälkeen on yleiskatsaus työssä apuna käytetyistä ohjelmistoista. Ohjelmistojen jälkeen selvitetään mitä kunnossapito tarkoittaa ja mitä erilaiset kunnossapitolajit pitävät sisällään. Samassa osiossa esitellään myös kriittisyysanalyysin periaate ja työssä käytetty kriittisyysluokittelumalli. Työn toteutus osiossa käydään läpi työvaiheet ja esitellään ne keinot, joiden avulla työ on suoritettu. Tuloksissa esitellään aikaansaadut kriittisyysluokat, ennakkohuolto-ohjelmat ja varaosatarkastelut. Samalla käydään läpi asiat, jotka vaikuttivat tuloksien syntymiseen. Raportin lopusta löytyy yhteenveto, jossa arvioidaan työn onnistumista ja hyötyjä, sekä esitetään parannus- ja kehittämisideoita.

2 STORA ENSO OYJ

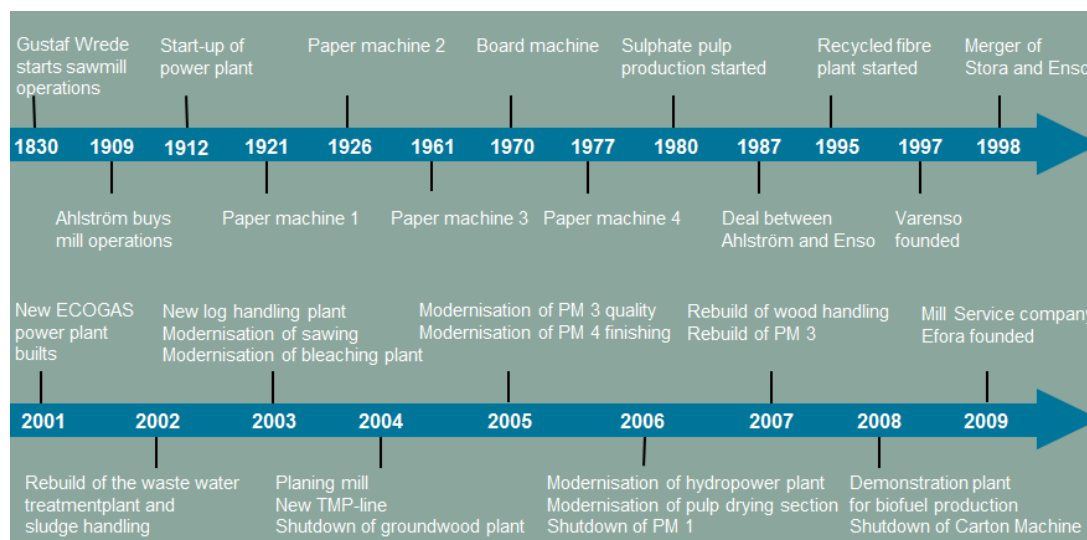
Stora Enso on maailmanlaajuisesti tunnettu paperi-, puutuote-, biomateriaali- ja pakkausteollisuuden edelläkävijä. Konsernilla on henkilöstöä noin 30 000 ja toimintaa yli 35 maassa. Konsernin osakkeet noteerataan Tukholman ja Helsingin arvopaperipörssissä. Stora Enson tärkeimmät asiakkaat ovat kustantamot, paperitukkurit, painotalot sekä puusepän-, pakkaus- ja rakennusteollisuus. Vuonna 2011 konsernin liikevaihto oli 11,0 miljardia euroa ja operatiivinen liikevoitto oli 866,7 miljoonaa euroa. (Stora Enso 2012a, 1)

Stora Enson tehtaat tuottavat vuosittain 4,9 miljoonaa tonnia kemiallista sellua, 11,8 miljoonaa tonnia paperia ja kartonkia, 1,3 miljardia neliometriä aaltopahvia ja 6,0 miljoonaa kuutiometriä puutuotteita, josta 3,1 miljoonaa kuutiometriä on jatkojalosteita. (Stora Enso 2012a, 1)

Stora Enson tulevaisuuden markkinat ovat Kiinassa ja Latinalaisessa Amerikassa. Puuviljelmiltä saatavalla sellun raaka-aineella varmistetaan edullisen kuidun saatavuus. Kuitupohjaiset uusiutuvat pakkaukset ja erikoistuminen tiettyihin paperilaatuihin parantavat konsernin kilpailukykyä. (Stora Enso 2012a, 1)

2.1 Stora Enso Varkaus

Stora Enson Varkauden tehtaat sijaitsevat Saimaan vesistöön kuuluvan Haukiveden rannalla Varkauden keskustassa. Varkauden teollisuuden alkuna voidaan pitää Gustaf Wreden sahatoiminnan aloittamista jo 1830-luvulla. Ensimmäinen sanomalehtipaperia valmistanut paperikone käynnistyi vuonna 1921 ja hienopaperin, sekä sulfaattisellun valmistus alkoi vuonna 1980. Tehtaiden omistajuus vaihtui vuonna 1987, kun A. Ahlström Oy myi tehtaat Enso Gutzeit Oy:lle. Ruotsalainen Stora Ab ja Enso Oyj fuusioituivat vuonna 1999 ja samalla Varkauden tehtaista tuli osa Stora Enso Oyj:tä. Kuviossa yksi näkyy tarkempi kuvaus tehtaiden historiasta. (Stora Enso 2012b)

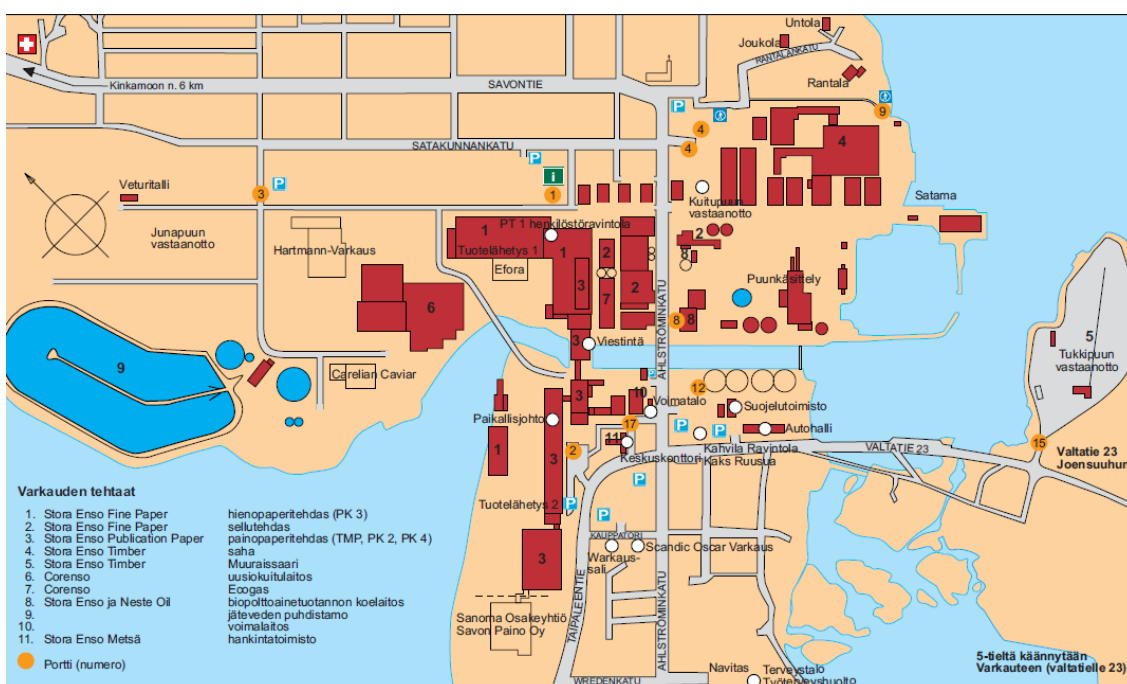


KUVIO 1. Aikajana Varkauden tehtaiden historiasta (STORA ENSO 2010, 10.)

Vuonna 2011 tehtaalla työskenteli noin 360 henkilöä, joista 100 oli kunnossapitoyritys Eforan palkkailistoilla (Stora Enso 2013; Stora Enso 2011, 5). Tehtaiden tuotantokapasiteetit vuonna 2011 on esitetty alla (Stora Enso 2011, 6-15).

- 2,1 miljoonaa kuutiota haketta
- 225 000 tonnia sellua
- 310 000 tonnia paperia
- 345 000 kuutiometriä puutuotteita

Varkauden yksikkö käsittää nykyisellään puunkäsittelyn, sellutehtaan, lämpövoimalaitokset LVL1 ja LVL2, hienopaperikoneen PK3, kuivakoneen KK3 ja jätevedenpuhdistamon. Sellutehdas pitää sisälleen kuitulinjan, haihuttamon, kaustisoinnin ja meesauunin. Lämpövoimalaitos LVL1 koostuu kaasuttimesta, kattilasta K7, ja höyryturbiinista HV5. Lämpövoimalaitoksella LVL2 sijaitsevat kattilat K5 ja K6 ja höyryturbiini HV4. Tehtaalla on myös neljä 1,2 MW:n vesiturbiinia. Tehdasalueen kartta on esitetty kuvassa yksi. (Turunen 2012, 3.)



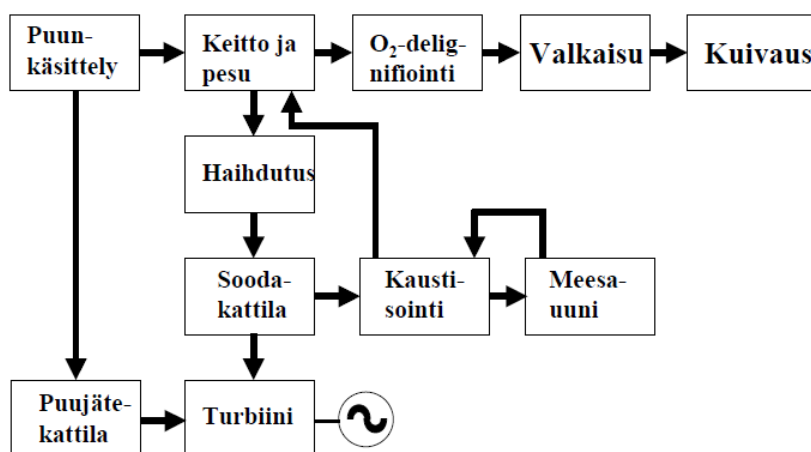
KUVA 1. Tehdasalue (Turunen 2012, 13.)

2.2 Efora

ABB:n tytäryhtiö Efora Oy on ABB:n ja Stora Enson yhteisyritys, joka tarjoaa ABB:n Full Service-konseptin mukaisia kunnossapito- ja Engineering-palveluita teollisuudelle. Yritys perustettiin vuoden 2008 lopussa ja se tuottaa kunnossapitopalveluja Stora Enson Veitsiluodon, Oulun, Varkauden, Imatran, Uimaharjun ja Heinolan tehtaille. Eforan osaamisalueeseen kuuluvat tuotantolinjojen elinkaaren hallinta, tuotantotehokkuus ja häiriöttömän käynnin turvaaminen ja kehittäminen. (Eforanet 2013.)

3 KUVAUS SELLUPROSESSISTA

Sellutehtaalla hakkeesta valmistetaan sellua paperin valmistukseen. Prosessissa käytetyt kemikaalit regeneroidaan uusiokäyttöä varten ja keittoliemeen, eli mustalipeään liuennut puuaines poltetaan soodakattilassa. Poltosta saatava lämpöenergia käytetään veden höyrystämiseen ja höyry muute- taan turbiinien ja sähkögeneraattorien avulla sähköksi. Höyryä käytetään myös suoraan tai lämmön- vaihtimien kautta muun muassa selluprosessin lämmittämiseen. Kuviosta kaksi selviää sellutehtaan ainevirrat ja kemikaalikierto eri tuotantolinjojen välillä.



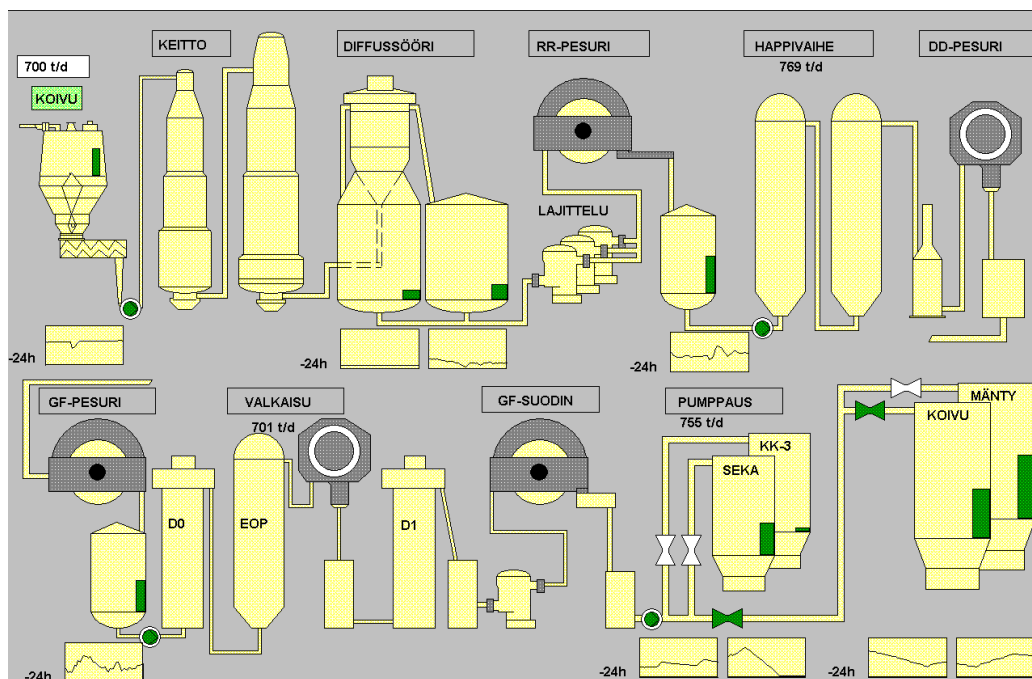
KUVIO 2. Sellutehtaan ainevirrat ja kemikaalikierto (Lampela 2011, 39.)

3.1 Kuitulinja

Kuitulinjalla valmistetaan kemikaalien, lämmön ja paineen avulla puuhakkeesta mänty- ja koivusel- lua. Hake saadaan kuitulinjalle puunkäsittelystä, jossa raakapuut kuoritaan ja haketetaan oikean ko- koiseksi hakkeeksi.

Kuviossa kolme nähdään pelkistetty prosessikuva kuitulinjasta. Selluprosessin kolme päävaihetta ovat keitto, happivaihe ja valkaisu.

Keittovaiheessa puuhakkeesta poistetaan puukuituja sitovaa ligniiniä keittokemikaalina käytettävän valkolipeän avulla. Keiton jälkeen musta massa pestään pesudiffusöörissä, jotta keittokemikaaleja ja liuenneita puukuituja sisältävä mustalipeä saadaan jatkoprosesseja varten talteen. Pesty massa laji- tellaan, eli massasta erotellaan keittymätön puuaines ja muut epäpuhtaudet. Lajittelun läpäisevä massa pestään vielä kerran RR-pesurissa, jotta happivaiheeseen päätyisi mahdollisimman vähän al- kalia ja happea kuluttavaa mustalipeää (Seppälä, Ursula, Kortelainen, Lyytikäinen, Siitonen ja Siro- nen 2005, 99).



KUVIO 3. Kuitulinjan prosessikuva (Alcont 2013.)

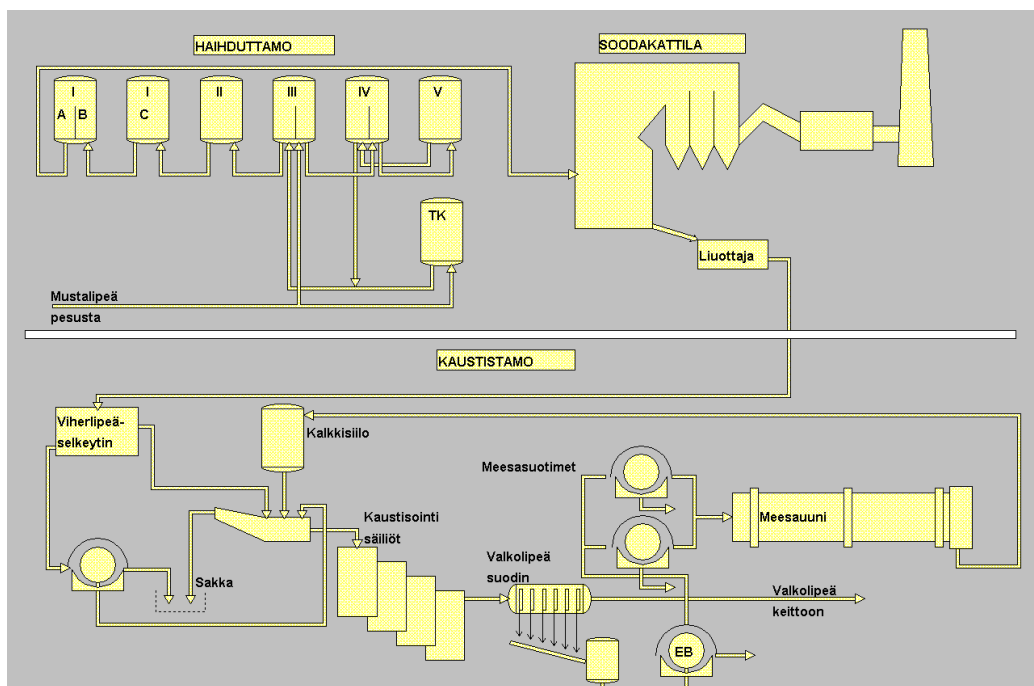
Happivaiheen happireaktoreissa jatketaan ligniinin poistamista hapen ja alkalien avulla. Ligniinin poistaminen happivaiheessa on huomattavasti hellävaraisempaa kuin keittimessä. Reaktoreiden jälkeen massa pestään alkalisesta liuoksesta DD- ja GF-pesurilla.

Valkaisuvaiheessa massasta poistetaan paperin kellastumista aiheuttava jäännösligniini ja vaalennetaan loput epäpuhtaudet. D_0 - ja D_1 -vaiheet ovat happamia vaiheita, kun taas E_{OP} -vaihe voimakkaasti alkalinen. E_{OP} -vaiheen jälkeen massa pestään DD-pesurilla D_1 -vaihetta varten. D_1 -vaiheen jälkeen massa lajitellaan ja pestään vielä kerran GF-pesurilla, jotta korroosiota aiheuttavia kemikaaleja päätyisi mahdollisimman vähän paperi- ja kuivauskoneelle. Valkaisun pesuvedet johdetaan suoraan jätevedenpuhdistamolle, koska niitä ei voida hyödyntää jatkoprosesseissa.

3.2 Talteenottolinja

Talteenottolinja pitää sisällään kuvion neljä mukaisesti haihuttamon, soodakattilan, kaustistamon ja meesauunin. Talteenottolinjalla regeneroidaan kuitulinjalla käytetyt kemikaalit ja tuotetaan tuorehöyryä polttamalla mustalipeän sisältämää puuainesta soodakattilassa.

Haihuttamolle johdetaan kuitulinjan massan pesuista saatava mustalipeä. Haihdutinsarjoissa mustalipeästä haihdutetaan vettä, jolloin mustalipeän kuiva-ainepitoisuus kasvaa. Lopuksi 60-80% kuiva-ainepitoisuuteen haihdutettu mustalipeä johdetaan soodakattilaan poltettavaksi. (Lampela 2011, 39-40.)



KUVIO 4. Talteenottolinjan prosessikuva (Alcont 2013.)

Haihduuttamolta saatava mustalipeä poltetaan soodakattilassa, ja vapautuva lämpöenergia hyödynnetään veden höyrystämiseen. Poltossa syntyvä epäorgaaninen kemikaalisula liuotetaan laihvalkolipeään, jolloin syntyy niin kutsuttua viherlipeää. Viherlipeä pumpataan kaustistamolle kemikaalien regenerointia varten. (Lampela 2011, 41-42.)

Kaustistamolla viherlipeään lisätään poltettua kalkkia (CaO) ja seoksen annetaan reagoida kaustisointisäiliöissä. Lopputuotteena saadaan kuitulinjalla keittokemikaalina käytettävää valkolipeää ja meesaa, eli kalsiumkarbonaattia (CaCO₃). (Lampela 2011, 44-45.) Valkolipeä pumpataan varastosäiliöstä kuitulinjalle ja kalsiumkarbonaatti kuljetetaan meesauunille.

Meesauunissa kalsiumkarbonaatti hajotetaan poltetuksi kalkiksi, eli kalsiumoksidiksi (CaO). Uunista saatavaa poltettua kalkkia käytetään kaustisoinnissa valkolipeän valmistukseen. (Lampela 2011, 45-46.)

4 TYÖSSÄ KÄYTETYT OHJELMISTOT

Työssä käytettiin apuna Honeywellin kehittämää Millman tehdastietojärjestelmää ja SAP:n ERP 6.0 toiminnanohjausjärjestelmää.

4.1 Millman

Millman on Honeywellin kehittämä tehdastietojärjestelmä, joka koostuu kuudesta eri osiosta. Työssä käytettiin apuna prosessin laadunhallintaan suunnattua Valttia. Tehtaan laboratoriossa tehdään jatkuvasti analyysejä tuotantolinjoilta lähetetyistä näytteistä. Tarkkailtavia suureita ovat esimerkiksi pH, alkalipitoisuus, erilaiset kemikaalijäännökset tai valkaistun massan roskapitoisuus. Näytteiden analysoinnin jälkeen tulokset syötetään Valttiin, jotta käyttöhenkilökunta voi seurata prosessin laatua.

Mittalaitteiden kehitys on vähentänyt näytteiden oton tarvetta huomattavasti, mutta kriittisimmistä kohteista otetaan edelleen käsinäytteet laboratorioon analysoitavaksi. Osassa näistä kohteista on toimiva online-mittaus, jonka mittauksesta käytetään suoraan prosessin säätöön. Mittauksen tarkkuus varmistetaan vertaamalla mittauksen antamia arvoja laboratorion Valttiin syöttämiin arvoihin.

Taulukossa yksi on kuvankaappaus Valtti tietojärjestelmän laatumittauksista kuitulinjan osalta. Taulukosta nähdään mistä osasta prosessia näyte on otettu ja mitä ominaisuutta näytteestä on analysoitu. Valkoisille riveille syötetyt arvot ovat laboratorion tekemiä analyysejä ja sinisillä riveillä näkyvät prosessissa olevien mittalaitteiden antamat mittauks tulokset.

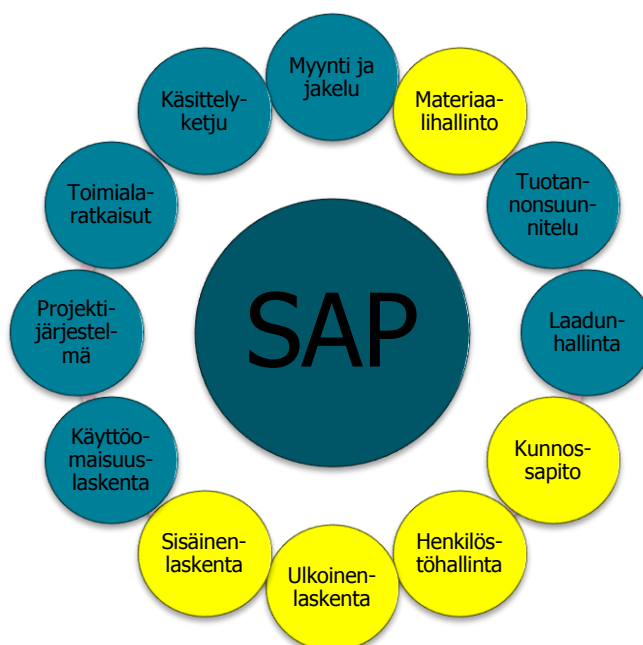
TAULUKKO 1. Näkymä Valtti tietojärjestelmän laatumittauksista kuitulinjalla (Millman 2013.)

| Osasto | NOP | Ominaisuus | Yksikkö | NT | MP | Tavoite | Γ Huom. ■ | Γ Huom. ■ | Γ Huom. ■ | Γ Huom. ■ | Γ Huom. ■ | |
|-----------|---------------------|------------------|----------|-----|-----|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| KEITTO | Paisuntaliipeä | Tehol. alkali | g NaOH/l | PNY | LAB | 9,5 | | 9,6 | | 10,7 | | |
| | | Tehol. alkali | g NaOH/l | H01 | PK | 9,5 | 8,4 | 8,6 | 8,5 | 8,8 | 8,8 | |
| | Pesukierro | Tehol.alkali ero | g NaOH/l | PNY | LAB | | | 1,0 | | 1,9 | | |
| | | Tehol. alkali | g NaOH/l | PNY | LAB | | | 6,3 | | 6,7 | | |
| | | Tehol. alkali | g NaOH/l | H01 | PK | | 7,0 | 7,3 | 6,6 | 7,3 | 7,4 | |
| | | Tehol.alkali ero | g NaOH/l | PNY | LAB | | | -1,0 | | -0,6 | | |
| HAPPIV | Syöttö | Sakeus | % | PNY | LAB | | | | | | | |
| | | Sakeus | % | H01 | PK | | 10,78 | 10,89 | 10,88 | 11,09 | 11,11 | |
| | 2-reaktorin jälkeen | pH | | PNY | LAB | 11,0 | 11,3 | | 11,2 | 10,9 | 11,2 | |
| VALK | Syöttö | pH | | H01 | PK | 11,0 | 11,4 | 11,4 | 11,4 | 11,3 | 11,4 | |
| | | pH ero | | PNY | LAB | | -0,1 | | -0,2 | -0,4 | -0,2 | |
| | | Sakeus | % | PNY | LAB | 12,30 | | 13,30 | | 13,10 | | |
| | D0 suodos 1 | Sakeus | % | H01 | PK | 12,30 | 12,31 | 12,44 | 12,40 | 12,34 | 12,31 | |
| | | Sakeus ero | % | PNY | LAB | | | 0,87 | | 0,76 | | |
| | | pH | | PNY | LAB | | 2,6 | | | 3,1 | | |
| | | pH | | H01 | PK | | 2,6 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,3 | |
| | | pH ero | | PNY | LAB | | 0,1 | | | 0,0 | | |
| | | Sakeutus. EOP DD | pH | | PNY | LAB | | 10,1 | | 10,0 | 10,3 | 10,5 |
| | | pH | | H01 | PK | | 10,6 | 10,8 | 10,6 | 10,7 | 10,6 | |
| D1 suodos | pH ero | | PNY | LAB | | -0,5 | | -0,6 | -0,4 | -0,1 | | |
| | pH | | PNY | LAB | 3,9 | 4,0 | | | 3,8 | | | |
| | pH | | H01 | PK | 3,9 | 4,1 | 3,4 | 4,2 | 3,9 | 4,2 | | |
| | pH ero | | PNY | LAB | | -0,1 | | | -0,1 | | | |

4.2 SAP-toiminnanohjausjärjestelmä

SAP (Systems, Applications, and Products in Data Processing) on vuonna 1972 perustettu toiminnanohjausjärjestelmiin erikoistunut yritys. SAP:llä on toimintaa yli 50 maassa ja sen sovelluksilla ja palveluilla on yli 190 000 tyytyväistä asiakasta ympäri maailmaa. Suomessa SAP:n toiminnanohjausjärjestelmä on käytössä mm. Nokialla, Keskolla, Stora Ensolla, SanomaWsoy:llä ja CPS Color Suomessa. (SAP Finland 2013.)

SAP R/3 on integroitu toiminnanohjausjärjestelmä, joka koostuu kuvion viisi mukaisista ohjelmistokomponenteista. SAP:n ansiosta yritykset voivat luopua osastojen välisistä ohjelmistoista, sillä SAP tarjoaa kaiken yhdessä paketissa. Koko järjestelmä ei ole pakollinen, vaan asiakas voi halutessaan ottaa käyttöön vain tarvitsemansa komponentit. Integroitu toiminnanohjausjärjestelmä on kuitenkin tehokkaimmillaan, kun sen kaikki komponentit otetaan käyttöön. (Lehtiniemi 2006, 13.)



KUVIO 5. SAP:n ohjelmistokomponentit (Lehtiniemi 2006, 14; kuvio Boman, M.)

Stora Enson Varkauden tehtailla on käytössä SAP ERP 6.0 (Enterprise Resource Planning). Järjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2003 ja se sisältää kuvion viisi keltaisella korostetut komponentit. Järjestelmän avulla ylläpidetään muun muassa työaikaseurantaa, varastoa, laitehierarkiaa ja vikahistorioita.

Kriittisyysanalyysiä tehtäessä ajan tasalla oleva kunnossapito-osio on tärkeä. Osion avulla pystytään tarkastelemaan muun muassa tietyn toimintopaikan vikahistoriaa, aktiivisia huolto-ohjelmia ja toimintopaikalle tehtyjen töiden ja vaihdettujen osien kustannuksia. Kriittisyysluokittelun pohjalta tehdyt ennakkohuolto-ohjelmat voidaan dokumentoida järjestelmään huoltoriveiksi, jolloin ohjelma ilmoittaa määrätyn välein eräänäntyistä huolloista. Toimintopaikoille voidaan myös kiinnittää varastoon merkityt varaosat. Varaosan nimike, sijainti ja kappalemäärä näkyvät suoraan toimintopaikan yhteydessä, mikä helpottaa oikean osan löytämistä vikatilanteessa.

5 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on yksi tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueista. Kunnossapito ei ole pelkästään vikojen korjaamista, vaan myös vikojen ja vikaantumisien hallitsemista ja ehkäisemistä. Kunnossapitona voidaan pitää toimintoja, joiden ansiosta laite pysyy toimintakunnossa tai laite palautetaan taikaisin toimintakuntoon. (Järviö ja Lehtiö 2012, 15-18.)

5.1 Vika ja vikaantuminen

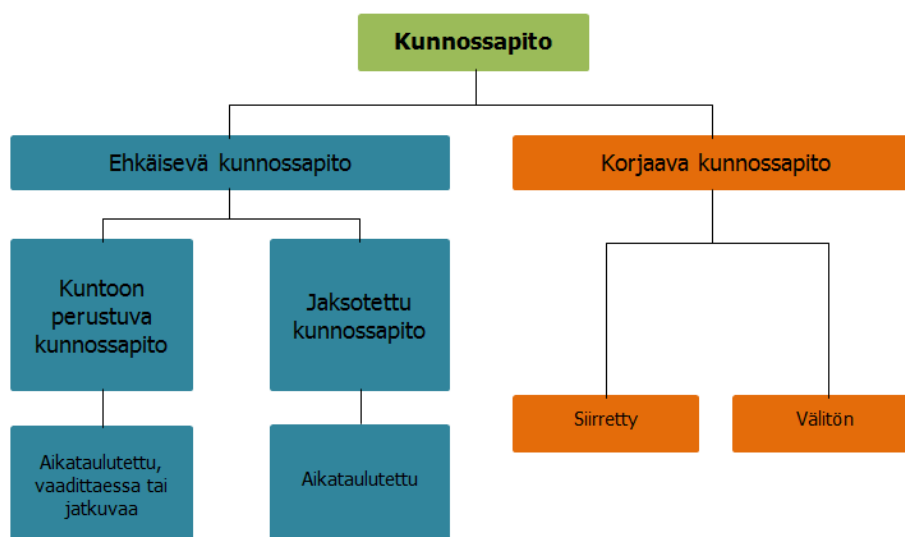
Tapahtumaketjua, joka aiheuttaa kohteessa vian, kutsutaan vikaantumiseksi. Yleensä vika on vikaantumisen seuraus, mutta joissakin tapauksissa vika voi olla olemassa ennen vikaantumisen tapahtumista. (Järviö 2012, 66-67.)

Vika määritellään tilana, jossa kohteen vaadittu toiminto ei ole määrällisesti, laadullisesti tai turvallisesti hyväksyttävä, tai kohde ei pysty suorittamaan toimintoa ollenkaan. Vika voi olla häiriö tai vaurio, riippuen siitä minkälaisia toimenpiteitä kohteen toimintakuntoon palauttaminen vaatii. Häiriössä toimintakunto saadaan palautettua esimerkiksi kohteen puhdistuksella, säätämällä tai uudelleenkäynnistämällä. Vauriossa toimintakunnon palauttaminen vaatii aina korjaavan kunnossapidon toimia, eli laite on vaurion johdosta rikki ja vaatii korjaamista. (Järviö 2012, 66-67.)

5.2 Kunnossapitolajit ja tuotanto-omaisuuden hoitaminen

Kunnossapidon tehokkuutta on helpompi arvioida, kun kunnossapitotoimenpiteet jaotellaan eri lajeiksi. SFS-EN 13306:2010 kunnossapitostandardi käyttää jaossa hyväkseen vian havaitsemista. Tällä perusteella ehkäiseväksi kunnossapidoksi voidaan lukea kaikki ne toimenpiteet, jotka tehdään ennen laitteen vikaantumista. (Järviö 2012, 46.)

Standardista riippuen kunnossapidon lajit voidaan erotella hyvinkin tarkasti, mutta pohjana kaikissa jaoissa on kuitenkin kuviossa kuusi esitetty jako. Jaon voidaan katsoa vastaavan ammattikirjallisuudessa käytettävää jakoa proaktiivisiin ja reagoiviin toimenpiteisiin. (Järviö 2012, 46.) Proaktiiviset toimet ovat ennakoivaa kunnossapitoa ja reagoivat toimet taas korjaavaa kunnossapitoa (Järviö 2012, 15).



KUVIO 6. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010 standardin mukaan (Järviö 2012, 46.)

5.2.1 Huolto

Huolto on määrävlein suoritettava jaksotetun kunnossapidon toimenpide, jonka avulla pyritään ylläpitämään kohteen käyttöominaisuuksia. Huollon avulla voidaan palauttaa kohteen toimintakyky tai estää vian syntyminen. Huoltoväliin vaikuttavat kohteen käyttöaika ja käytön rasittavuus. Huollon sisältö vaihtelee kohteittain, mutta yleisimmin huoltoon kuuluvia toimenpiteitä ovat tarkastus, säätö, puhdistus, rasvaus ja suodattimen sekä öljyn vaihtaminen. (Järviö 2012, 49.)

5.2.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito voidaan jakaa suunnitelmallisuuden mukaan häiriökorjaukseen ja kunnostukseen. Häiriökorjaukset ovat aina suunnittelemattomia toimenpiteitä ja kunnostukset suunniteltuja toimenpiteitä. Korjaavasta kunnossapidosta puhutaan tilanteessa, jossa vika on jo ilmennyt ja kohde palautetaan korjaamalla normaaliin toimintaan. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluvat vian määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen ja kohteen korjaaminen. Tilanteesta riippuen korjaava toimenpide voi olla väliaikainen ja lopullinen korjaus tehdään esimerkiksi seisokissa. (Järviö 2012, 51.)

5.2.3 Parantava kunnossapito

Parantavalla kunnossapidolla lisätään kohteen luotettavuutta muuttamatta kohteen toimintoa. Parantavaa kunnossapitoa on kolme eri tyyppiä, joista ensimmäisessä kohdetta parannetaan vaihtamalla uudempia osia tai komponentteja. Toinen tapa on uudelleen suunnitella tai korjata kohdetta niin, että kohteen luotettavuus paranee. Kolmas tapa on modernisoida kohde ja mahdollisesti koko ympäröivä prosessi. Modernisointi ei pelkästään lisää luotettavuutta, vaan parantaa myös kohteen suorituskykyä. Tavallisesti modernisoinnilla vältytään kokonaan uuden koneen hankkimiselta. (Järviö 2012, 51-52.)

5.2.4 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon toimilla estetään kohteen vikaantumisen ja ylläpidetään kohteen toimintakuntoa. Ehkäisevää kunnossapitoa voidaan tehdä säännöllisesti tai kohteen sitä vaatiessa. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään kunnonvalvontaa, tarkastuksia, testaamista, käynninvalvontaa ja vikatietojen analysointia. Ehkäisevä kunnossapito ja huolto vastaavat osittain toisiaan, sillä molempien tarkoitusperät ovat hyvin samankaltaisia. (Järviö 2012, 50.)

Kunnossapidon on oltava hallittua ja systemaattista, jotta kunnossapito-organisaation toiminta olisi tehokasta ja luotettavaa. Ehkäisevän kunnossapidon avulla prosessien toimintavarmuus voidaan asettaa niin korkealle kuin halutaan. Käytännössä täysi luotettavuus on kuitenkin mahdotonta kunnossapidon rajallisten resurssien takia. (Järviö 2012, 97.)

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelua ja toteuttamista pidetään yhtenä vaikeimmista kunnossapidon haaroista. Suunnitelmia tehtäessä pohjana käytetään yleensä aikaisempaa tietoa vikaantumisista, varaosista ja niiden käyttömääristä, laitteiden ja niiden osien toimintatavoista ja laitevalmistajien suosituksista. Hyvin usein ennakkohuolto-ohjelmat ovat ylimitoitettuja ja niiden sisältämät toimintatavat eivät ole tehokkaita. Ylimitoitus johtuu yleensä liiallisesta varmuuden tavoittelusta tai laitevalmistajien liioitelluista huolto-ohjeista. (Järviö 2012, 100.)

Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus määräytyy sen mukaan, kuinka kattavasti kunnossapito on suunniteltu ja aikataulutettu etukäteen. Yleisen näkemyksen mukaan kunnossapito on suunniteltu hyvin, jos kolmen viikon työkuormasta on 80 % etukäteen suunniteltuja töitä. Hyvällä valmistautumisella taataan riittävä aika varaosien hankinnalle ja töiden yksityiskohtaiselle suunnittelulle. (Järviö 2012, 97.)

Ehkäisevä kunnossapito on tarpeellista, jos siitä syntyvät kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteesta aiheutuneen vikaantumisen vahingot ja tuotannon menetykset. Ehkäisevää kunnossapitoa sovellettavalle kohteelle ja vikamuodolle on myös oltava toimiva ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö 2012, 97.)

5.3 Kriittisyysanalyysi ja riskiluvut

Kriittisyysluokittelua käytetään rajaamaan teollisuuden laitemäärät sellaiselle tasolle, että kunnossapidon rajallisilla resursseilla pystytään pitämään tuotantolinjat toimintakuntoisina. Kriittisyysluokittelua käytetään myös hyvin usein ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun pohjana. Kriittisyysluokittelussa kohteet jaetaan yleensä kolmeen luokkaan erilaisten luokitteluperusteiden avulla. Luokkien nimeämisessä voi olla eroja toimialojen välillä, mutta hyvin yleisesti käytössä on luokat A = suuri kriittisyys, B = keskiuuri kriittisyys ja C = pieni kriittisyys. Luokittelemalla laitteet niiden kriittisyyden mukaan, kunnossapidon huoltotoimenpiteet osataan kohdistaa oikeisiin kohteisiin ja näin ollen minimoidaan ylimääräiset seisokit ja niistä johtuvat taloudelliset menetykset. (Efora 2009, 1-2.)

Teoriassa kriittisyysluokittelun tulokset noudattavat normaalijakaumaa, eli ne asettuvat niin sanotulle Gaussin käyrälle. Tämä tarkoittaa sitä, että A-luokka kattaa 20%, B-luokka 60% ja C-luokka 20% laitteista. Lähteestä riippuen prosentteissa saattaa olla pieniä eroja (Efora 2009, 4).

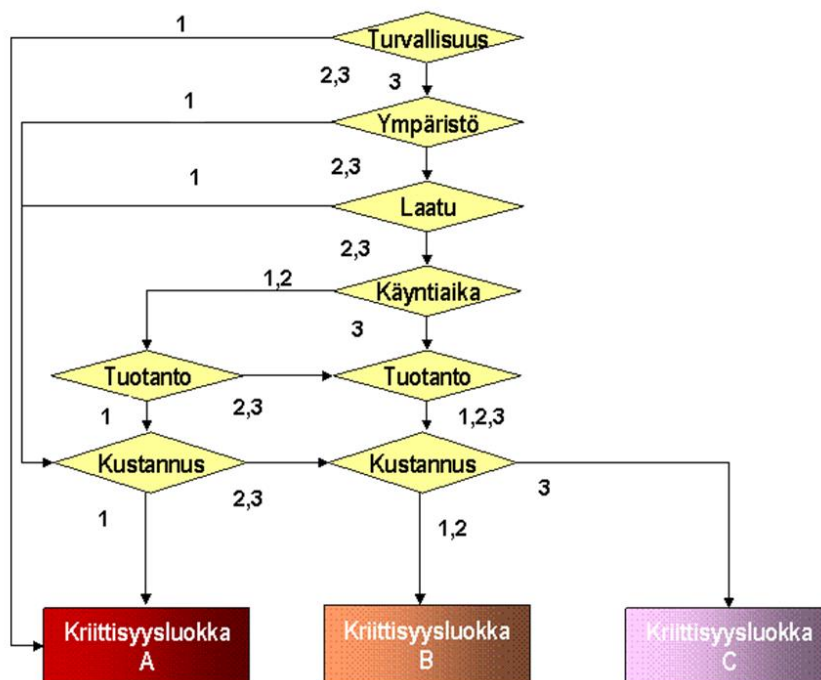
Suunniteltaessa ennakkohuolto-ohjelmia kriittisyysluokittelun pohjalta, A-luokan kohteen kohdalla ennakkohuoltosuunnitelmat tulee aina tarkistaa. B- ja C-luokan kohteissa riskiluvun suuruus vaikuttaa ennakkohuoltosuunnitelmaan. Suunnitelmat tulee tarkistaa, jos B-luokan toimintopaikalla on laite, jonka riskiluku on yli 12. Vastaava riskiluvun raja-arvo C-luokassa on kahdeksan. (Efora 2009, 8.)

Eforan kriittisyysluokittelumallissa otetaan huomioon turvallisuus, ympäristö, laatu, käyntiaika, tuotanto ja kustannukset. Toimintopaikan kriittisyysluokittelu perustuu taulukkoon kaksi, jossa näkyy arviointitekijät ja tasot kuvauksineen. Luokittelussa taulukko käydään läpi jokaisen luokiteltavan kohteen osalta ja pisteet (1-3) merkitään luokittelutaulukkoon (ks. Liite 1). (Efora 2009, 3.)

TAULUKKO 2. Kriittisyysluokittelun arviointitekijät (Efora 2009, 3.)

| ARVIOINTITEKIJÄ | Taso 1 | Taso 2 | Taso 3 |
|--|---|---|--|
| Turvallisuus <i>Henkilöturvallisuus</i> | Laitteen vikaantuminen aiheuttaa vakavan loukkaantumis- tai kuoleman riskin | Laitteen vikaantuminen aiheuttaa sairastumis- tai loukkaantumisriskin | Laitteen vikaantuminen ei aiheuta loukkaantumis- tai terveysvaaraa |
| Ympäristö <i>Ympäristöriski</i> | Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa laitosalueen ja ympäristön saastumista | Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa paikallista laitosalueen saastumista | Laitteen vikaantuminen ei aiheuta ympäristön saastumisen vaaraa |
| Laatu <i>Vikaantumisen vaikutus tuotteen laatuun</i> | Vikaantuminen aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä | Vikaantuminen aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä | Vikaantuminen ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia. |
| Käyntiaika <i>Laitteen vaadittu käyntiaika</i> | Laitteita tarvitaan 24 tuntia vuorokaudessa | Laitteita tarvitaan 12-24 tuntia vuorokaudessa | Laitteen käyttö on satunnaista |
| Tuotanto <i>Laitteen vikaantumisen vaikutus tuotantoon</i> | Vikaantuminen pysäyttää tuotannon | Vikaantuminen pysäyttää tärkeitä toimintoja tai alentaa tuotantokapasiteettia | Vikaantumisella ei ole tuotantovaikutusta |
| Kustannukset <i>Vikaantumisen aiheuttamat kustannukset</i> | Korjauskustannus ja/tai tuotannon menetykset ovat erittäin korkeat | Korjauskustannus ja/tai tuotannon menetykset ovat korkeat | Korjauskustannus ja/tai tuotannon menetykset eivät ole merkittäviä |

Kun pisteytys on tehty, kriittisyysluokka määräytyy kuvion seitsemän perusteella. Kuviossa siirrytään arviointitekijästä toiseen sen mukaan, mikä pistemäärä (1-3) kullekin tekijälle on määritetty taulukon kaksi perusteella. Jos esimerkiksi toimintopaikan turvallisuus on arvioitu tasolle yksi, eli *"Laitteen vikaantuminen aiheuttaa vakavan loukkaantumisen- tai kuoleman riskin"*, niin kuvion seitsemän mukaan kriittisyysluokka on automaattisesti A. Liitteen yksi luokittelutaulukkoon tehtyjen kaavojen ansiosta kriittisyysluokka ilmestyy automaattisesti, kun kaikki tarvittavat luvut on syötetty. Tarvittaessa laskennallista kriittisyysluokkaa voidaan vielä muuttaa manuaalisesti. (Efora 2009, 6.)



KUVIO 7. Kriittisyysluokan määrittävä puurakenne (Efora 2009, 4.)

Toimintopaikan kriittisyysluokan määrittämisen lisäksi toimintopaikkaan kuuluville laitteille määritetään riskiluvut. Riskiluku voidaan laskea kaavalla yksi

$$R = T * (M + K), \quad (1)$$

missä R on riskiluku, T on tapahtuman todennäköisyys, M on tapahtumasta aiheutuvat materiaali-kustannukset ja K on tuotannon menetyksestä aiheutuvat kustannukset. Termien T , M ja K tarkennukset löytyvät liitteestä yksi. (Efora 2009, 5.)

6 TYÖN TOTEUTUS

Työ toteutettiin Varkaudessa Stora Enson sellutehtaalla. Työpisteeni sijaisi sellutehtaan toimistotiloissa, joista oli lyhyt matka kuitu- ja talteenottolinjalle.

6.1 Aloitus ja pohjatyö

Työn tekeminen alkoi aloituspalaverilla, jossa oli läsnä Stora Enson sellutehtaan kehitysteknikko, Eforan projektipäällikkö, kunnossapitoasiantuntija, kunnossapitoinsinööri ja automaatiopuolen kunnossapitoyöntekijä.

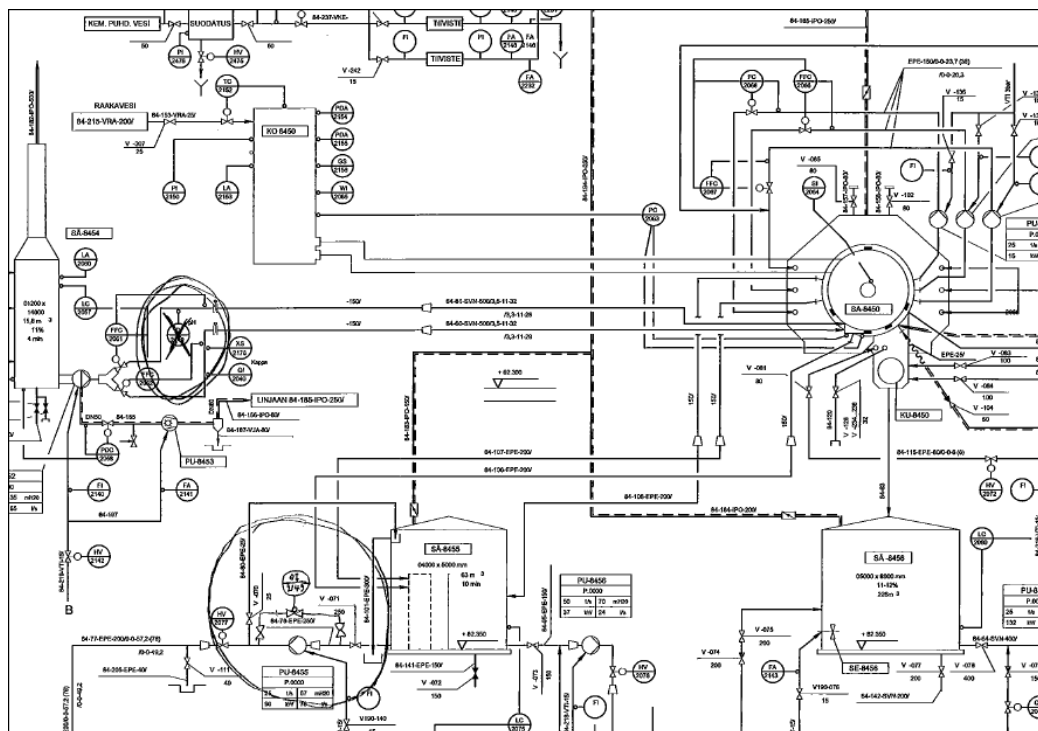
Palaverissa listattiin työhön sisällytettävät toimintopaikat ja suunniteltiin työssä käsiteltäviä asioita ja tavoitteita. Työhön valittiin sellutehtaan laadunhallinnalle keskeisiä toimintopaikkoja. Valitut kohteet olivat pääosin pH-mittauksia, jäännösalkali mittauksia ja erilaisia massan laatua ja kemikaalien laatua tarkkailevia analysointipaikkoja. Taulukossa kolme on listattuna työn kohteet toimintopaikoittain.

TAULUKKO 3. Kriittisyysluokitteluun valitut kohteet.

| Toimintopaikka | Nimitys | Toimintopaikka | Nimitys |
|----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------------|
| KO-22052 | Kappa-analysointipaikka | QI1005 | Paisunnan jäännösalkali |
| KO-22053 | KappaBrite | QI2149 | DD-pesurin suodoksen pH |
| KO-25001 | Hakeanalysointipaikka | QI2377 | D1 suodoksen pH |
| KO-9128 | Alkalianalysointipaikka | QI2466 | Massan kuidunpituus VML:n |
| QC1028 | Siirtokierron jäännösalkali | QI2473 | ClO ₂ -veden väkevyyden |
| QC1038 | Pesukierron jäännösalkali | QI2515 | Lähtevän massan vaaleus |
| QC1045 | Keittokierron jäännösalkali | QI6774 | Sellupaalin kuiva-aine (NDC) |
| QC2259 | DO-massan pH | WI6769 | Paino paalivaalla |
| QC2261 | Massan pH EOP-vaihe | XI821230 | Koivu kuoripitoisuus |
| QC2447 | Massan pH D1-torniin | XI821231 | Koivu puuhäviö |
| QC2450 | Valkaisun loppujäännös | XI822230 | Havu kuoripitoisuus |
| QC2546 | Lähtevän massan pH | XI822231 | Havu puuhäviö |

Toimintopaikkojen valinnan jälkeen täytyi varmistaa, että toiminnanohjausjärjestelmä, PI-kaaviot sekä Alcont prosessinohjausjärjestelmä ovat ajan tasalla. Toimintopaikat etsittiin kentältä prosessista ja niistä kerättiin laitetiedot, kuten antureiden, näyttöjen ja lähettimien mallit. Saatuja tietoja verrattiin toiminnanohjausjärjestelmään ja huomattiin, että monien toimintopaikkojen kohdalla toiminnanohjausjärjestelmää ei ollut päivitetty, vaikka prosessiin oli vaihdettu uuden mallisia laitteita.

Muutamien mittausten paikka oli vaihdettu prosessissa, eikä muutosta ollut päivitetty PI-kaavioon. Tästä johtuen mittauksia ei löytynyt PI-kaavion avulla ja asiaa jouduttiin tiedustelemaan muutokset tehneiltä kunnossapidon työntekijöiltä. Yhteensä kuuden toimintopaikan kohdalla PI-kaaviot olivat päivittämättä. Mittalaitteiden paikan vaihtamisen syyksi paljastui rankoista prosessioloista johtunut antureiden nopea kuluminen. Kuviossa kahdeksan on esimerkki pH-mittauksen päivityksestä PI-kaavioissa.



KUVIO 8. Muutos PI-kaavioon piiriin QI2149 osalta.

Toiminnanohjausjärjestelmästä kerättiin kaikki vika-, häiriö- ja toimenpideilmoitukset vuodesta 2009 lähtien. Ilmoitusten kirjaamisessa on vuosien varrella ollut paljon eroavaisuuksia työntekijöiden välillä, koska ohjeistukset ovat muuttuneet ja uusi kunnossapitoyritys on opiskellut toiminnanohjausjärjestelmän käyttöä. Kriittisyysluokittelua varten kerättyjen häiriö- ja huoltoilmoitusten lajittelu täytyi suorittaa manuaalisesti, koska suurin osa ilmoituksista oli tehty toimenpideilmoituksina, vaikka häiriö- ja huoltoilmoituksille on omat ilmoituslajit. Manuaalinen lajittelu tarkoitti tässä tapauksessa sitä, että jokaisen toimintopaikan kaikki ilmoitukset täytyi lukea läpi ja päätellä ilmoitukseen kirjoitetun kuvauksen perusteella ilmoituslaji.

Toimintopaikoille tehtyjen tilausten avulla päästiin käsiksi kustannuksiin, eli minkä hintaisista varaosista ja huolloista puhutaan tietyn laitteen vikaantuessa. Ilmoitusten ja tilausten läpikäynnillä saatiin tietoa toimintopaikkojen vikahistoriasta, jota voidaan tarpeen vaatiessa hyödyntää kriittisyysluokittelussa. Työn edetessä vikahistorioiden ja tilauksien läpikäyminen osoittautui turhaksi, koska kunnossapidolla oli tarkkaa kokemusperäistä tietoa laitteiden vikaantumista ja kustannuksista.

6.2 Kriittisyysluokittelu

Kriittisyysluokittelu tehtiin palaveri pohjaisesti tuotannon ja kunnossapidon edustajien avustuksella. Luokittelussa käytettiin apuna Eforan valmista Excel-pohjaa (ks. Liite 1). Eforalta löytyy myös kriittisyysluokittelua varten tehty ohje, mutta sen käyttäminen luokittelua tehdessä ei ollut tarpeen, koska paikalla olleet henkilöt tiesivät kuinka luokitteluprosessi etenee ja mitä asioita täytyy ottaa huomioon.

Luokittelun tekeminen sujui suoraviivaisesti, koska luokittelussa mukana olleet henkilöt tunsivat erittäin hyvin luokiteltavat kohteet ja niiden merkityksen prosessissa. Tuotannon kehittämispäälliköllä oli vahvin tuntemus toimintapaikkojen pisteytyksessä turvallisuuden, ympäristön, laadun, käyntiajan, tuotannon ja kustannusten kannalta. Kunnossapidon automaatioasentaja taas osasi arvioida laitteiden, kuten antureiden ja lähettimien riskilukuun vaikuttavien tekijöiden pisteytyksen.

Palaverin jälkeen kaikille toimintapaikoille oli saatu kriittisyysluokat ja laitteille riskiluvut. Toimintapaikkojen kriittisyyden ja aikaisempien käytäntöjen perusteella laitteille tehtiin ennakkohuoltosuunnitelmat ja varaosatarkastelut.

6.3 Ennakkohuolto-ohjelmat

Ennakkohuoltosuunnitelmat oli tarkoitus koota Excel-pohjalle, josta ne lopuksi siirrettäisiin toiminnanohjausjärjestelmään toiminnan aloittamista varten. Syöttämällä ennakkohuoltosuunnitelmat toiminnanohjausjärjestelmään, kunnossapidon töihin saadaan suunnitelmallisuutta ja työskentely tehostuu. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla kokeneiden kunnossapidon työntekijöiden tietotaito saadaan taltioitua myös kirjalliseen muotoon, ja hyvin dokumentoituja huolto-ohjeita voidaan jatkossa soveltaa vastaavanlaisille laitteille.

Ennakkohuolto-ohjelmia suunniteltaessa otettiin huomioon muuan muassa seuraavat asiat:

- Toimintopaikan kriittisyys ja laitteiden riskiluvut
- Mittauksen funktio prosessissa: säätävä vai indikoiva
- Vanhat ennakkohuolto-ohjelmat ja kunnossapidon nykyiset käytännöt
- Laitetoimittajan suositukset huolloista

Huoltojen suunnittelu alkoi vanhojen huoltosuunnitelmien ja laitetoimittajien suosittelien mallien kartoittamisella. Arkistoista ja internetistä etsittiin laitteiden manuaalit, joista kerättiin huolto-ohjeet talteen. Aikojen saatossa erilaisia huolto-ohjelmia oli kertynyt myös verkkoasemille ja työntekijöiden omiin arkistoihin. Muutamalle laitteelle oli jo syötetty ennakkohuoltosuunnitelmat toiminnanohjausjärjestelmään. Näiden ohjeiden sisältö tarkastettiin, jotta ne vastaisivat laitteiden kriittisyysluokkia ja riskilukuja.

6.4 Varaosatarkastelu

Varaosatarkastelun tarkoituksena oli selvittää olemassa olevien varaosien sijainnit ja kappalemäärät. Samalla kartoitettiin kriittisten laitteiden varaosatarpeet ja varaosien saatavuus erikoisemmille laitteille.

Varaosatarkastelut aloitettiin hakemalla toiminnanohjausjärjestelmästä varastoihin kirjattuja osia. Löytyvät osat kirjattiin Exceeliin ja varastokoodit otettiin ylös toiminnanohjausjärjestelmän varaosakiinnityksiä varten. Uusien varaosien hankkimista arvioitiin muun muassa seuraavin kriteerein:

- Toimintopaikan kriittisyys ja riskiluvut
- Laitteen vikaantumisväli
- Varaosan toimitusaika ja hinta
- Laitetoimittajan ja kunnossapidon näkemykset varaosista

Toimitusaikojen ja hintojen selvittämiseksi muutamista laitteista tehtiin tarjouspyynnöt laitetoimittajille.

7 TULOKSET

Tässä osiossa esitellään työssä tuotetut aineistot ja keinot, joiden avulla tuloksiin on päästy. Työssä saatiin aikaiseksi päivitetty tietokanta työhön liittyvien toimintopaikkojen osalta. Toimintopaikoille luotiin kriittisyysluokat, ennakkohuoltosuunnitelmat ja kartoitettiin kriittisimpien laitteiden varaosatarpeet. Lopuksi tiedot syötettiin toiminnanohjausjärjestelmään kunnossapidon toiminnan aloittamista varten.

Toimintopaikkojen laitteille määritettyjen riskilukujen perusteella katse jouduttiin siirtämään A-luokan laitteista myös osaan B-luokan laitteista. Kriittisyysluokasta riippumatta tietyn rajan ylittävä laitteen riskiluku vaatii aina erikoistarkastelua. Riskilukujen perusteella myös A-luokkaan kuulumattomille laitteille suunniteltiin ennakkohuolto-ohjelmat ja määritettiin varaosatarpeet.

Kohteilla oli jo entuudestaan kirjaamattomia ennakkohuolto-ohjelmia, joita kunnossapito suoritti omatoimisesti. Opinnäytetyön avulla käytössä olevia toimenpiteitä tehostettiin ja ne saatiin kirjattua ylös. Jatkossa työhön kuuluneilla toimintopaikoilla on toiminnanohjausjärjestelmään syötetyt konkreettiset ennakkohuolto-ohjelmat.

7.1 Kriittisyysluokittelu

Tarkastelun kohteena oli taulukosta kolme löytyvät toimintopaikat, joista viisi sai kriittisyysluokan A, 17 luokan B ja kaksi luokan C. Prosentuaalisesti A-luokkaan kuului 21%, B-luokkaan 71% ja C-luokkaan 8% toimintopaikoista.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) pH-mittaukset saivat luokan B, mutta suuren vikatiheyden takia antureiden riskiluvut olivat korkeat. Vikatiheyteen vaikuttaa muun muassa mitta-anturin paikka prosessissa. Alkalisissa olosuhteissa anturit likaantuvat huomattavasti herkemmin kuin happamissa olosuhteissa.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) jäännösalkalimittaukset saivat B-luokituksen. Mittaukset ovat tärkeitä sellun keiton ohjauksessa, mutta laitteiden pitkä ikä ja toimintavarmuus pudottivat mittaukset B-luokkaan. Siirtokierron jäännösalkalimittauksen mitta-anturilla ja lähettimellä oli korkea riskiluku johtuen laitteiden hinnasta ja vikaantumisesta aiheutuvista tuotantokustannuksista.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) A-luokan kriittisyyden saivat kuitulinjan molemmat kappa-analysointilaitteet, koska ne ovat yksiä kuitulinjan tärkeimmistä massan laatuun vaikuttavista laitteista. Talteenottolinjan (ks. Kuva 2) alkalianalysointilaitteet saivat B-luokan, mutta valkolipeän näytteenottimella on korkea riskiluku. Valkolipeän näytteenoton toiminta on tärkeää, koska valkolipeän väkevyydellä on vaikutus keiton ohjauksessa. Puunkäsittelyn hakeanalysointilaitteilla ei nykytilanteessa ole suurta vaikutusta hakkeen laatuun, joten laite sai B-luokituksen. Kuitulinjan kuituanalysointilaitteet on tärkeää varsinkin lajinvaihtojen yhteydessä. Analysointilaitteet saivat kuitenkin C-luokituksen, koska myös toinen kappa-analysointilaitteet mittaa massan kuidunpitoisuutta.



KUVA 2. KO-9128 alkalianalysaattorin näytteen analysointi.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) konenäköön perustuvat kuoripitoisuus- ja puuhäviömittaukset kuuluvat kriittisyysluokkaan B. Suuren vikatiheyden ja korkeiden keskeytyskustannusten takia laitteilla on kuitenkin erittäin korkeat riskiluvut, mistä johtuen laitteet vaativat erikoistarkastelua.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) lähtevän massan vaaleus sai C-luokan kriittisyyden. Massan oikea loppuvaaleus on tärkeä laatukriteeri ajatellen massan merkitystä paperin valmistuksessa. Loppuvaaleutta mitataan kuitenkin myös kappa-analysaattorilla, joten yksittäinen vaaleusmittari ei ole niin kriittinen. Laitteiden vikaantuminen ei aiheuta suuria kustannuksia, joten riskiluvut olivat pienet.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) optinen klooridioksidiveden väkevyysmittari sai ympäristöriskin, laatuvaikutusten ja kustannusten takia kriittisyysluokan A. Laitteilla on korkeat riskiluvut johtuen laitteiden korkeasta hinnasta ja erittäin suurista keskeytyskustannuksista.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) valkaisun loppujäännösmittari sai kriittisyysluokan B. Vaikka mita-anturi likaantuukin usein, laitteiden riskiluvut eivät ole korkeita edullisten osien ja pienten keskeytyskustannusten takia.

Kriittisyysluokittelussa (ks. Liite 1) sellupaalin kuiva-ainemittaus ja paalivaaka saivat A-luokan kriittisyyden. Laitteiden kriittisyyteen vaikuttivat ensisijaisesti laatu- ja kustannustekijät. Vaa'an osalta myös tuotantovaikutukset johtivat korkeaan kriittisyyteen, koska tuotanto täytyy pysäyttää laitteen vikaantuessa. Molemmilla laitteilla oli myös korkeat riskiluvut johtuen korkeista keskeytyskustannuksista.

7.2 Ennakkohuolto-ohjelmat

pH-mittareiden ennakkohuolloissa (ks. Liite 2) suoritettavat toimenpiteet ovat antureiden puhdistusta ja kalibrointia puskuriliuoksella. Alkalisissa olosuhteissa oleville antureille huoltotoimenpiteet suoritetaan 1-2 viikon välein, kun taas happaman puolen anturit huolletaan kuukauden välein. Osalle antureista pystytään suorittamaan myös päivittäistä kunnonvalvontaa Honeywellin Millman tehdastietojärjestelmän avulla. Anturin likaantuminen tai alueelta pois ajautuminen voidaan havaita vertaamalla mittaustulosta laboratorion tekemään pH-määrittämiseen. Kun laboratorion määrittämiä käytetään referenssinä, anturi pystytään puhdistamaan tai vaihtamaan heti toimintakyvyn heikentyessä. Kunnonvalvonnalla ei varsinaisesti pystytä ehkäisemään laitteen vikaantumista, mutta alkava vikaantuminen pystytään havaitsemaan ajoissa. Kuvassa kolme näkyy valkaisun D₀-vaiheeseen syötettävän massan pH-mittaus.



KUVA 3. QC2259 D₀-massan pH-lähetin ja anturi.

Jäännösalkalimittausten ennakkohuollot (ks. Liite 2) ajoitettiin erääntymään kuuden kuukauden välein. Pitkää huoltoväliä puoltaa kriittisyysluokittelussa todettu laitteiden toimintavarmuus. Huolloissa tehtäviksi toimenpiteiksi suunniteltiin anturin puhdistus, näytekierron tarkistus ja näytteenotto. Otettu näyte lähetetään laboratorioon analysoitavaksi ja tulosta verrataan mittauksen antamaan arvoon viritystarpeen selvittämiseksi. Kuvassa neljä on paisunnan jäännösalkalimittauksen anturi.



KUVA 4. QI1005 paisunnan jäännösalkalin anturi.

Pesukierron ja paisunnan jäännösalkalimittauksien mittaustulokset lisättiin Millman järjestelmään, jotta niitä pystytään vertailemaan laboratorion saamiin arvoihin (ks. Taulukko 3). Lisäyksen ansiosta näiden mittausten tarkkuutta pystytään seuraamaan tehokkaasti, ja mahdollinen vikaantuminen havaitaan ajoissa.

Alkalianalysoitsijalle ja kappa-analysoitsijalle oli juuri suunniteltu ennakko-ohjeet, eikä niihin tarvinnut tehdä muutoksia. Hakeanalysoitsijalle oli myös valmiina hyvinkin laaja huolto-ohjelma sisältäen muun muassa ennakko-ohjeet, öljynvaihdot ja moottoreiden lämpökuvaukset. Kuituanalysoitsijalle päätettiin suorittaa kahden viikon välein laitetoimittajan ohjeen mukaista kunnonvalvontaa (ks. Liite 2). Muita ennakko-ohjeita ei nähty tarpeellisiksi, koska kuituanalysoitsijalle tehdään Metson toimesta vuosittain vuosihuolto, jossa vaihdetaan kuluneet osat ja kalibroidaan laite. Kuvassa viisi näkyy toisen kappa-analysoitsijan pesuysikkö.



KUVA 5. KO-22052 Kappa-analysaattorin pesuysikkö.

Puuhäviö- ja kuoripitoisuus mittausten mittaustarkkuus heikentyy kamerakaapin pintojen likaantumisessa ja valolähteen valotehon hiipuessä. Kuukauden välein suoritettavien puhdistustoimenpiteiden, kalibrointien ja valolähteen tarkastuksen avulla laitteiden mittaustarkkuus pystytään pitämään luotettavalla tasolla (ks. Liite 2). Laittevalmistaja käy vuosittain tekemässä laajemman tarkastuksen laitteille ja suorittaa samalla määräaikaisvaihdot, jos vaihtoja ei ole jouduttu tekemään vikaantumisen takia. Kuvassa kuusi näkyy havukuorilinjan ylle asennettu optinen puuhäviömittaus.



KUVA 6. XI822231 Havu puuhäviömittaus.

Lähtevän massan vaaleusmittarille ei nähty tarpeelliseksi suorittaa säännöllisiä huoltotoimenpiteitä. Laitte irrotetaan prosessista kerran vuodessa Metson järjestämän vuosihuollon yhteydessä. Huollossa tarkistetaan laitteen toiminta ja tarpeen vaatiessa vaihdetaan kuluneet osat. Laitteen toimivuutta seurataan kuitenkin päivittäin (ks. Liite 2) vertaamalla mittaustulosta kappa-analysaattorin tekemään mittaustulokseen. Pitkällä koivujaksolla mittausero saattaa kasvaa, mutta yleensä mäntymassalla on anturia puhdistava vaikutus.

Laitetoimittajan ja kunnossapidon näkemyksen mukaan kuvan seitsemän klooridioksidiveden väkevyysmittarille ei ole tehokkaita ennakkohuoltotoimenpiteitä. Mittaustarkkuutta pystytään kuitenkin seuraamaan viikoittain vertailemalla mittaustulosta laboratorion tuloksiin. Näytelinjan vesihuuhtelulla pystytään tarkistamaan anturin kunto tarkkailemalla anturin reagointinopeutta väkevyyden muutokseen (ks. Liite 2).



KUVA 7. QI2473 CIO₂-veden väkevyyssmittaus.

Kuvan kahdeksan valkaisun loppujäännösmittauksen anturi vaatii ajoittaista puhdistamista ja kulu-
neisuuden tarkastamista. Kunnossapidon kokemusten ja anturin pienen riskiluvun perusteella puh-
distusväliksi määritettiin kaksi kuukautta (ks. Liite 2).



KUVA 8. QC2450 Valkaisun loppujäännösmittaus.

Sellupaalin kuiva-ainemittaukselle ei luotu ennakkohuolto-ohjelmaa, koska laitteet eivät ole aikaisemmin vikaantuneet, eikä laitteissa ole huoltoa vaativia mekaanisia osia. Paalivaa'alle suoritetaan vuoden välein taaraus ja mittauksen tarkistus (ks. Liite 2).

7.3 Varaosatarkastelu

pH-mittareiden kohdalla varaosatarkastelu osoitti, että varaosatilanne on erittäin hyvä. Antureiden varastointi on perusteltua, koska anturit ovat suhteellisen edullisia, vaihtoväli on lyhyt ja samoja malleja käytetään myös tehtaalla muilla tuotantolinjoilla. pH-lähetin on huomattavasti pidempi ja ne ovat paljon antureita kalliimpia. Varastosta löytyy yksi varalähetin, joka käy lähes jokaiselle pH-anturille. Hyvän yhteensopivuuden ansiosta ei ole tarvetta hankkia useampia lähetimiä varastoon lojumaan.

Kaikista jäännösalkalimittareista tehtiin tarjouspyynnöt laitetoimittajille, koska tehtaalla ei ollut varalaitteita. Uusien laitteiden pitkistä toimitusaajoista huolimatta varalaitteita ei hankittu, koska aikaisemman kokemuksen mukaan tarve varalaitteelle on kerran kymmeneen vuoteen. Uudet laitteet olivat myös kalliita ja pitkän vikaantumisvälin takia laitteiden tekniikka ennättää vanhentumaan varastossa.

Analysaattoreiden osalta varaosatarkastelu tuotti ongelmia, koska laitteet ovat monimutkaisia ja sisältävät paljon erilaisia elektronisia ja mekaanisia komponentteja. Kappa-analysaattoreihin ja alkalianalysaattoriin löytyy laitteiden ympäristöstä vaihteleva määrä erilaisia varaosia. Analysaattoreilla

on voimassa Metson huoltosopimus. Huoltosopimukseen kuuluu muun muassa vuosihuolto, jossa analysaattori tarkastetaan huolellisesti ja tietty määrä kuluvia osia vaihdetaan uusiin. Jos kaikkia huoltoon varattuja osia ei tarvitse vaihtaa, ne jäävät asiakkaalle varaosiksi. Kuvan yhdeksän hakeanalyysaattori ei ole nykytilanteessa kovinkaan kriittinen, joten sille ei ole varattu varaosia. Tarpeen vaatiessa osat saadaan tilaamalla tarpeeksi nopeasti.



KUVA 9. KO-25001 Hakeanalyysaattori.

Kuituanalyysaattorin osalta varaosatarkastelussa todettiin, että laite ei tarvitse kriittisyytensä puolesta varaosia. Osa kuituanalyysaattorin venttiileistä on samoja kuin kappa-analyysaattoreilla, joten tarpeen vaatiessa näitä osia voidaan hyödyntää.

Puuhäviö- ja kuoripitoisuusmittauksien osalta varaosatarkastelun tekeminen oli helppoa, koska laitteet eivät ole mekaanisia. Lamput ja heijastimet ovat edullisia, joten niitä löytyy varastosta tarpeen vaatiessa. Kuvadatan käsittelyssä käytetään tehdastietokonetta. Jos tietokoneessa ilmenee vika, se vaihdetaan varakoneeseen ja vikaantunut tietokone lähetetään valmistajalle huoltoon.

Lähtevän massan vaaleusmittari ei vaadi kriittisyytensä puolesta varaosahankintoja. Tehtaalta kuitenkin löytyy käytöstä poistettu vastaava laite, josta saadaan tarvittaessa varaosia. Myös laitetoimittajalta saadaan varaosia suhteellisen nopeasti.

Klooridioksidiveden väkevyysmittarin varaosista tehtiin tarjouspyyntö laitetoimittajalle, koska laitteelle ei ole varaosia, vaikka laite on erittäin kriittinen. Laitetoimittajan ja valmistajan mukaan mittariin täytyy vaihtaa valolähde ja O-renkaat prosessin kriittisyyden mukaan 2-5 vuoden välein. Laite on ollut jo muutaman vuoden käytössä ja varaosien toimitusaika on viisi viikkoa, joten varaosat päätettiin tilata heti.

Valkaisun loppujäännösmittarille löytyy käytöstä poistettu laite, josta saadaan tarvittaessa varaosia. Myös laitetoimittajalta saa huoltolaukuksi kutsutun varaosapaketin tarpeen vaatiessa.

Sellupaalin kuiva-ainemittaukselle ei ole varaosia, eikä niitä hankita nykyiseen laitteeseen. Paalivaalla on aikaisemmin ollut varaosat, mutta laite on vaihtumassa uuteen. Nykyinen vaaka on niin vanha, ettei siihen enää saa uusia painoantureita.

Lopuksi toiminnanohjausjärjestelmän laitehierarkiaan tehtiin varaosakiinnitykset laitteille, joille löytyi varaosat. Varaosakiinnityksen avulla laitteen varaosatunnus löytyy suoraan hierarkiasta laitteen alta, jolloin oikean osan/varalaitteen löytäminen on helppoa.

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli luokitella sellutehtaan tärkeimmät laatumittaukset kriittisyyden mukaan, suunnitella laitteille ennakkohuolto-ohjelmat ja kartoittaa kohteiden varaosatarpeet. Kohteille tuli saada dokumentoidut ennakkohuolto-ohjelmat, jotta kunnossapidon toiminta olisi suunniteltua ja tiedostettua.

Työssä saatiin luotua valituille toimintopaikoille kriittisyysluokat ja dokumentoidut ennakkohuolto-ohjelmat toiminnanohjausjärjestelmään. Varaosatarkastelussa selvitettiin varaosamenettelyt kriittisimpien kohteiden kohdalla, ja puuttuvat osat hankittiin tarjouspyyntöjen pohjalta.

Kirjallisten ennakkohuolto-ohjelmien ansiosta kaikki riittävän ammattitaidon omaavat kunnossapitäjät pystyvät suorittamaan huoltokierroksia, eikä vastuu ole vain tietyillä henkilöillä. Aikaisemmin ennakkohuoltoja tehtiin ilman rutiinia, eivätkä huoltotoimenpiteet olleet kaikkien tiedossa. Nyt toiminnanohjausjärjestelmä ilmoittaa erääntyvistä huolloista ja ilmoituksen yhteydessä on kuvaus suoritettavista toimenpiteistä.

Kriittisyysluokittelun ansiosta vikatilanteiden sattuessa kunnossapito osaa reagoida tarpeeksi nopeasti, jos kyseessä on kriittinen laite. Kriittisyysluokittelun pohjalta tehdyt ennakkohuolto-ohjelmat takaavat sellutehtaan tärkeimmille laatumittauksille tarpeeksi huomiota, jotta vikaantumiset pystytään ennalta ehkäisemään, tai ainakin havaitsemaan ajoissa.

Työ onnistui kokonaisuutena kohtalaisen hyvin ja oli varsin haastava, koska en ollut aikaisemmin perehtynyt kunnossapitoon. Analysointien varaosatarkastelun tekeminen oli ehdottomasti työn vaikein osuus, koska laitteet ovat monimutkaisia ja sisältävät paljon erilaisia osia. Toiminnanohjausjärjestelmän vikahistorioiden tutkimisen olisi voinut jättää tekemättä, koska kunnossapitäjät tunsivat laitteiden historian niin hyvin. Häiriöilmoitusten lajitteluun kului todella paljon aikaa, ja osaksi sen takia varsinaiselta työltä meinasi loppua aika kesken.

Työhön jäi vielä paljon tekemistä ja kehittämistä ennakkohuolto-ohjelmien ja varaosien osalta. Tässä tapauksessa ennakkohuolto-ohjelmia kannattaisi kehittää yhä enemmän tietokoneella tehtävään kunnonvalvontaan päin. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteiden mittausdatat tuotaisiin reaaliajassa yhteen näkymään, josta mittauksen käyttäytymistä olisi helppo seurata. Kuvaajista pystyittäisiin havaitsemaan muun muassa antureiden likaantuminen tai mitta-alueelta pois ajautuminen. Tällöin kunnossapidon ei välttämättä tarvitse suorittaa puhdistuksia säännöllisesti, vaan mittaukselle mennään tarpeen vaatiessa.

Varaosien osalta olisi järkevää käydä kaikki varastot läpi ja hävittää vanhat, käytöstä poistuneet mittalaitteet ja varaosat. Turhat laitteet ja osat eivät pelkästään vie varastoissa tilaa, vaan kummittelevat myös toiminnanohjausjärjestelmän varastosaldossa. Oikean varaosan löytämiseen menee turhaan aikaa, jos varastosta löytyy useita samanlaisia osia, mutta vain yksi käy käytössä olevaan laitteeseen.

Ennakkohuoltojen hyödyllisyyttä voidaan mitata myös kustannuksilla. Jos laitteen vikaantumisen ehkäisemiseen käytetyt ennakkohuoltokustannukset ovat suurempia kuin laitteen vikaantumisesta aiheutuvat tuotannonmenetykset, niin ennakkohuoltoja ei ole järkevää suorittaa. Työssä suunniteltiin ennakkohuolto-ohjelmat, mutta kustannusten arviointi jäi lähes kokonaan pois. Jatkossa olisi järkevää tutkia ennakkohuolloista aiheutuvia kustannuksia ja verrata niitä vikaantumisesta aiheutuviin kustannuksiin. Kaikkien vikaantumisesta aiheutuvien kustannusten määrittäminen on vaikea ja moniulotteinen prosessi, mutta tutkimuksella saisi varmasti suuntaa-antavaa tietoa ennakkohuoltojen rahallisesta kannattavuudesta.

LÄHTEET

- ALCONT 2013. Alcont automaatiojärjestelmä. Kuitulinjan prosessikuva. [kuvakaappaus].
- EFORA 2009. Kriittisyysanalyysiohje. Eforan kriittisyysluokittelu materiaali [sisäinen julkaisu]. [viitattu 2013-02-02].
- EFORANET. 2013. Efora oy –ABB:n ja Stora Enson kunnossapidon yhteisyritys [sisäinen julkaisu]. [viitattu 2013-02-11]. Saatavissa http://worksite.storaenso.com/eforanet/Profiilimme/eforalyhyesti/Sivut/efora_lyhyesti.aspx
- JÄRVIÖ, Jorma ja LEHTIÖ, Taina 2012. Kunnossapito - tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.
- LAMPELA, K. 2011. Sellutehtaan yleiskoulutus SE-Varkaus. Sellutehtaan yleiskoulutus materiaali. Varkaus: Lamda Tech Oy.
- LEHTINIEMI, Heidi. 2006. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä ja sen käyttöönotto. Lahden ammattikorkeakoulu. Liiketalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2013-02-16]. Saatavissa: <http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/11212/2007-04-27-25.pdf?sequence=1>
- MILLMAN 2013. Tehdastietojärjestelmä. Kuitulinjan online taulukko. [kuvakaappaus].
- SAP FINLAND 2013. SAP: Tietotekniikkaan pohjautuvaa liiketoiminnan innovaatiota [verkkojulkaisu]. [viitattu 2013-02-11]. Saatavissa: <http://www.sap.com/finland/about/index.epx>
- SEPPÄLÄ, Markku, URSULA, Klementti, KORTELAJAINEN, Veli-Antti, LYYTIKÄINEN, Jorma, SIITONEN, Heikki, SIRONEN, Raimo 2005. Paperimassan valmistus. 2-3 painos. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy.
- STORA ENSO 2010. Varkaus Mills englanti. Esittelymateriaali [sisäinen julkaisu]. [viitattu 2013-02-21].
- STORA ENSO 2011. SE Metso Varkaus englanti. Esittelymateriaali [sisäinen julkaisu]. [viitattu 2013-01-30].
- STORA ENSO 2012a. Stora Enso lyhyesti. Esittelymateriaali [intranet julkaisu]. [viitattu 2013-01-30]. Saatavissa: <http://insite.storaenso.com/about-us/Pages/company-profile.aspx>
- STORA ENSO 2012b. Varkauden tehtaat lyhyesti. Esittelymateriaali [intranet julkaisu]. [viitattu 2013-02-12]. Saatavissa: <http://insite.storaenso.com/mills/finland/varkaus-mill/esittely/tehtaiden-esittely/Pages/varkauden-tehtaat-lyhyesti.aspx>
- STORA ENSO 2013. Key facts of Stora Enso Oyj, Varkaus Mill. Esittelymateriaali [verkkojulkaisu]. [viitattu 2013-02-18]. Saatavissa: <http://www.storaenso.com/about-us/mills/finland/varkaus-mill/Pages/from-wood-to-printed-newspaper.aspx>
- TURUNEN, V-P 2012. LVL laitospainaus. Voimalaitos 2012 [intranet julkaisu]. [viitattu 2013-01-19]. Saatavissa: <http://worksite.storaenso.com/steppi/Tuotanto/Sivut/Sellutehdas.aspx>

TAULUKKO 4. Kriittisyysluokittelun tulokset.

| | | | | | | | | | | T | M | K | | |
|--|-------------|-----------------------------|---|--------------|-----------|--|-------------|--------------------------|------------------------|------|---|---|---|----|
| T=0 (tapahtuma käytännössä mahdoton), T=1 (tapahtuu kerran 10 - 30 vuodessa), T=2 (tapahtuu kerran 3 - 10 vuodessa), T=3 (tapahtuu kerran 1 - 3 vuodessa), T=4 (tapahtuu 3 kertaa vuodessa - kerran vuodessa) T=5 (tapahtuu 3 kertaa vuodessa tai useammin) | | | M=0 (ei materiaalihavinkoja), M=1 (< 2 000 €), M=2 (2 000 - 10 000 €), M=3 (10 000 - 35 000 €), M=4 (35 000 - 150 000 €) M=5 (> 150 000 €) | | | K=0 (ei keskeytysvahinkoja), K=1 (< 2 000 €), K=2 (2 000 - 10 000 €), K=3 (10 000 - 35 000 €), K=4 (35 000 - 150 000 €) K=5 (> 150 000 €) | | | | | | | | |
| 0 | Toimintopai | Laite | Tyyppi | Turvallisuus | Ympäristö | Laatu | Käynti-aika | Valkutus hyötynäntoon | Kustannus- vaikutus | ABC | T | M | K | R |
| 1 | VA-QC1028 | SIIRTOKIERRON JÄÄNNÖSALKALI | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | B | | | | 0 |
| 1 | | VA_QE1028 | ANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 3 | 4 | 14 |
| 1 | | VA_QT1028 | VAHVISTIN | | | | | | | #N/A | 2 | 3 | 4 | 14 |
| 2 | VA-QC1038 | PESUSKIERRON JÄÄNNÖSALKALI | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 2 | | VA_QE1038 | ANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 2 | | VA_QT1038 | VAHVISTIN | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 3 | VA-QC1045 | KEITTOKIERRON JÄÄNNÖSALKALI | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 3 | | VA_QE1045 | ANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 3 | | VA_QT1045 | VAHVISTIN | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 4 | VA-QC2259 | D0 MASSAN pH | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 4 | | VA_QE2259 | PH-ANTURI | | | | | | | #N/A | 4 | 1 | 3 | 16 |
| 4 | | VA_QT2259 | PH-LÄHETIN | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 5 | VA-QC2261 | MASSAN PH EOP VAIHEESEEN | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 5 | | VA_QE2261 | PH-ANTURI | | | | | | | #N/A | 4 | 1 | 3 | 16 |
| 5 | | VA_QT2261 | PH-LÄHETIN | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 6 | VA-QC2447 | MASSAN pH D1 TORNIIN | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 6 | | VA_QE2447 | PH-ANTURI | | | | | | | #N/A | 3 | 1 | 3 | 12 |
| 6 | | VA_QT2447 | PH-LÄHETIN | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 7 | VA-QC2450 | VALKAISUN LOPPU JÄÄNNÖS | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 7 | | VA_QE2450 | ANTURI | | | | | | | #N/A | 4 | 1 | 1 | 8 |
| 7 | | VA_QT2450 | VAHVISTIN | | | | | | | #N/A | 1 | 3 | 1 | 4 |
| 8 | VA-QC2546 | LÄHTEVÄ MASSAN pH | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 8 | | VA_QE2546 | PH-ANTURI | | | | | | | #N/A | 4 | 1 | 3 | 16 |
| 8 | | VA_QT2546 | PH-LÄHETIN | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 9 | VA-QI1005 | PAISUNNAN JÄÄNNÖSALKALI | | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 9 | | VA_QE1005 | JOHTOKYKYANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 9 | | VA_QT1005 | JOHTOKYKYLÄHETIN | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 2 | 3 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------|--|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|----|
| 10 | VA-QI2149 | DD-PESURIN SUODOKSEN pH | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 10 | | VA_QE2149 PH-ANTURI | | | | | | | #N/A | 4 | 2 | 3 | 20 |
| 10 | | VA_QE2149 PH-ANTURI | | | | | | | #N/A | | | | 0 |
| 10 | | VA_QT2149 PH-LÄHETIN | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 10 | | VA_QT2149 PH-LÄHETIN | | | | | | | #N/A | | | | 0 |
| 11 | VA-QI2377 | D1-SUODOKSEN pH | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 11 | | VA_EV2377 MAGNEETTIVENTTIILI | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 11 | | VA_QE2377 PH-ANTURI | | | | | | | #N/A | 3 | 1 | 2 | 9 |
| 11 | | VA_QT2377 PH-LÄHETIN | | | | | | | #N/A | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 12 | VA-QI2466 | MASSAN KUIDUN PITUUS VML:N | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | C | | | | 0 |
| 12 | | VA_QT2466 ANALYSAATTORI | | | | | | | #N/A | 2 | 3 | 2 | 10 |
| 12 | | VA_QV2466 NÄYTTEENOTIN | | | | | | | #N/A | 1 | 2 | 2 | 4 |
| 13 | VA-QI2473 | CLO2-VEDEN VÄKEVYYS | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | A | | | | 0 |
| 13 | | VA_QE2473 ANTURI | | | | | | | #N/A | 3 | 3 | 4 | 21 |
| 13 | | VA_QT2473 VAHVISTIN | | | | | | | #N/A | 2 | 3 | 4 | 14 |
| 14 | VA-QI2515 | LÄHTEVÄ MASSA VAALEUS | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | C | | | | 0 |
| 14 | | VA_QT2515 Cormec | | | | | | | #N/A | 4 | 1 | 1 | 8 |
| 15 | VA-QI6774 | SELLUPAALIN KUIVA-AINE (NDC) | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | A | | | | 0 |
| 15 | | VA_QE6774 KUIVA-AINEANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 15 | | VA_QT6774 KUIVA-AINELÄHETIN | | | | | | | #N/A | 2 | 3 | 4 | 14 |
| 16 | VA-KO-9128 | TITRAATTORIN NÄYTTEENOTTO JA ANALYS.LAIT | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | B | | | | 0 |
| 16 | | VA_QT7560 ALKALIANALYSAATTORI | | | | | | | #N/A | 4 | 2 | 3 | 20 |
| 16 | | VA_QV7560.1 NÄYTTEENOTIN | | | | | | | #N/A | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 16 | | VA_QV7560.2 NÄYTTEENOTIN | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 16 | | VA_QV7560.3 NÄYTTEENOTIN | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 16 | | VA_QV7560.4 NÄYTTEENOTIN | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 17 | VA-WI6769 | PAINO PAALIVAA'ALLA | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | A | | | | 0 |
| 17 | | VA_WE6769.1 PUNNITUSANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 17 | | VA_WE6769.2 PUNNITUSANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 17 | | VA_WE6769.3 PUNNITUSANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 17 | | VA_WE6769.4 PUNNITUSANTURI | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 17 | | VA_WT6769 PUNNITUSLÄHETIN | | | | | | | #N/A | 2 | 2 | 3 | 10 |
| 18 | VA-XI821230 | SA-LINJA BARKSMART MITTAUS KUORIPITOISUUS | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | B | 4 | 2 | 3 | 20 |
| 18 | | VA_XM821240 MUUNNIN | | | | | | | #N/A | | | | 0 |
| 19 | VA-XI821231 | SA-LINJA PROFISMART MITTAUS PUUHÄVIÖ | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | B | 4 | 2 | 3 | 20 |
| 19 | | VA_XM821241 MUUNNIN | | | | | | | #N/A | | | | 0 |
| 20 | VA-XI822230 | TMP-LINJA BARKSMART MITTAUS KUORIPITOISUUS | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | B | 4 | 2 | 3 | 20 |
| 20 | | VA_XM822240 MUUNNIN | | | | | | | #N/A | | | | 0 |
| 21 | VA-XI822231 | TMP-LINJA PROFISMART MITTAUS PUUHÄVIÖ | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | B | 4 | 2 | 3 | 20 |
| 21 | | VA_XM822241 MUUNNIN | | | | | | | #N/A | | | | 0 |
| 22 | VA-KO-22052 | KAPPA-ANALYSAATTORI | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | A | | | | 0 |
| 23 | VA-KO-22053 | KAPPABRIGHT | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | A | | | | 0 |
| 24 | VA-KO-25001 | HAKEANALYSAATTORI | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | B | | | | 0 |

LIITE 2

TAULUKKO 5. Ennakkohuolto-ohjelmat.

| Positio | Toimintopaikka | Nimi | Huoltoväli | Toimenpiteet |
|---------------|----------------|--|------------|---|
| QI1384 | VA-KO-22052 | Kappa-analysaattori | 1 vk | EH-suunnitelma löytyy jo. |
| QI2020 | | | 12 kk | Vuosihuolto. |
| QI2030 | | | | |
| QI2040 | | | | |
| QI2950/QI2951 | VA-KO-22053 | KappaBrite | 1 vk | EH-suunnitelma löytyy jo. |
| QI2952/QI2953 | | | 12 kk | Vuosihuolto. |
| QI2465 | | | | |
| | KO-25001 | Hakeanalysaattori | | EH-suunnitelma löytyy jo. |
| QT7560 | KO-9128 | Titraattorin näytteenotto ja analys. lait. | 1 vk | EH-suunnitelma löytyy jo. |
| QV7560.1 | | | 12 kk | Vuosihuolto. |
| QV7560.2 | | | | |
| QV7560.3 | | | | |
| QV7560.4 | | | | |
| | QC1028 | Siirtokierron jäännösalkali | 6 kk | Anturin puhdistus, näytteen kierron tarkistus, näytteen otto ja vertailu labran tuloksiin. Tarvittaessa viritys. |
| | QC1038 | Pesukierron jäännösalkali | 1 vk | Jäännösalkalin vertailu labran arvoihin (MILLMAN) |
| | | | 6 kk | Anturin puhdistus, näytteen kierron tarkistus, näytteen otto ja vertailu labran tuloksiin. Tarvittaessa viritys. |
| | QC1045 | Keittokierron jäännösalkali | 6 kk | Anturin puhdistus, näytteen kierron tarkistus, näytteen otto ja vertailu labran tuloksiin. Tarvittaessa viritys. |
| | QI1005 | Paisunnan jäännösalkali | 1 vk | Jäännösalkalin vertailu labran arvoihin (MILLMAN) |
| | | | 6 kk | Anturin puhdistus, näytteen kierron tarkistus, näytteen otto ja vertailu labran tuloksiin. Tarvittaessa viritys. |
| | QC2259 | D0-massan pH | 1 kk | Anturin puhdistus ja viritys puskuriliuoksella pH 2 ja 7. |
| | QC2261 | Massan pH EOP-vaihe | 1 vk | Anturin puhdistus ja viritys puskuriliuoksella pH 7 ja 11. |
| | QC2447 | Massan pH D1-torniin | 1 kk | Anturin puhdistus ja viritys puskuriliuoksella pH 2 ja 7. |
| | QC2546 | Lähtevän massan pH | 1 pv | pH:n vertailu labran arvoihin (MILLMAN). |
| | | | 1kk | Anturin puhdistus ja viritys puskuriliuoksella pH 2 ja 7. |
| | QI2149 | DD-pesurin suodoksen pH | 1 pv | pH:n vertailu labran arvoihin (MILLMAN). |
| | | | 2 vk | Anturin puhdistus ja viritys puskuriliuoksella pH 7 ja 11. |
| | | | 12 kk | Pasve venttiilin tiivistysten vaihto. |
| | QI2377 | D1 suodoksen pH | 1 pv | pH:n vertailu labran arvoihin (MILLMAN). |
| | | | 1 kk | Anturin puhdistus ja viritys puskuriliuoksella pH 2 ja 7. |
| | | | 12 kk | Pasve venttiilin tiivistysten vaihto. |
| | QC2450 | Valkaisun loppujäännös | 2 kk | Anturin puhdistus ja kuluneisuuden tarkistus. (tai aikaisemmin jos tarve) |
| | QI2466 | Massan kuidun pituus VML:n | 2 vk | Analysaattorilta löytyvän ohjeen mukaan. |
| | | | 12 kk | Vuosihuolto. |
| | QI2473 | CLO2-veden väkevyys | 1 vk | Väkevyuden vertailu labran arvoihin (MILLMAN). Näytelinjan vesihiuhtelu, jonka yhteydessä tarkistetaan anturin reagointi väkevyuden muutokseen. |
| | | | 2 v | Lampun ja tiivistysten vaihto. |
| | QI2515 | Lähtevän massan vaaleus | 1 pv | Vaaleuden ristiin vertailu KappaBrite vaaleuden kanssa. |
| | QI6774 | Sellupaalin kuiva-aine (NDC) | | Ei EH-toimenpiteitä. |
| | WI6769 | Paino paalivaalla | 12 kk | Taaraus/tarkistus punnuksilla. |
| | | | 2-3 v | Viranomais tarkistus. |
| | XI821230 | Koivu kuoripitoisuus | 1 kk | Kalibrointi testiarkilla ja pintojen puhdistus. Heijastimen kunnan tarkistus. |
| | | | 12 kk | Lampun, heijastimen ja pc-kaapin suodattimen vaihto/puhdistus. |
| | XI821231 | Koivu puuhäviö | 1 kk | Kalibrointi testiarkilla ja pintojen puhdistus. Heijastimen kunnan tarkistus. |
| | | | 12 kk | Lampun, heijastimen ja pc-kaapin suodattimen vaihto/puhdistus. |
| | XI822230 | Havu kuoripitoisuus | 1 kk | Kalibrointi testiarkilla ja pintojen puhdistus. Heijastimen kunnan tarkistus. |
| | | | 12 kk | Lampun, heijastimen ja pc-kaapin suodattimen vaihto/puhdistus. |
| | XI822231 | Havu puuhäviö | 1 kk | Kalibrointi testiarkilla ja pintojen puhdistus. Heijastimen kunnan tarkistus. |
| | | | 12 kk | Lampun, heijastimen ja pc-kaapin suodattimen vaihto/puhdistus. |