

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma/ Käyttö ja käynnissäpito

Toni Suortti

SELLUTEHTAAN PAALAUSLINJAN RISKIKARTOITUS

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma

Suoritti, Toni	Sellutehtaan paalauslinjan riskikartoitus
Opinnäytetyö	51 sivua + 13 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Jaakko Laine, DI Arja Sinkko, MSc
Toimeksiantaja Huhtikuu 2014	Stora Enso Oyj, Sunila Seppo Liimatainen
Avainsanat	kunnossapito, kriittisyys, analyysit, vikaantuminen, paalaus

Insinööriyön aiheena oli luoda Stora Enso Oyj:n Sunilan sellutehtaan paalauslinjalle riskikartoitus ja sen pohjalta ennakkohuolto-ohjeet. Tavoitteena oli pienentää kriittisten laitteiden vikaherkkyyttä ja parantaa linjan kunnossapitoa luomalla ennakkohuoltosuunnitelma.

Laitteiden kriittisyyttä tutkittiin PSK 6800- standardin pohjalta. Menetelmän tarkoituksena oli löytää paalauslinjan kriittisin laite pisteytysmenetelmää hyväksikäyttäen. Kriittisyysanalyysilomaketta muokattiin linjalle sopivaksi korostaen turvallisuutta ja lopputuotteen laatua. Arvioitavia laitteita oli 38 kappaletta. Tulokset jaettiin kolmeen luokkaan laitteen kriittisyyden mukaan ja kriittisimmälle laitteelle eli Unitizerille tehtiin vika- ja vaikutusanalyysi.

Vika- ja vaikutusanalyysi toteutettiin standardin SFS 5438 mukaisesti. Ensiksi tutustuttiin kriittisimmän laitteen vika historiaan, osaluetteloon ja nykyhuollon tilaan. Näiden perusteella luotiin vika- ja vaikutusanalyysilomake, jossa määritettiin vian aiheuttaja, syy ja vaikutukset kullekin vikatyypille. Lisäksi arvioitiin osien vikaantumisvälit ja korjausaika sekä toimenpiteet vian selvittämiseksi. Nämä suunniteltiin yhdessä kunnossapidon kanssa. Tämän pohjalta suunniteltiin Unitizerin ennakkohuoltosuunnitelma.

Ennakkohuoltosuunnitelmassa käytettiin vika- ja vaikutusanalyysistä saatuja tuloksia ja laitevalmistajan ohjeita. Lisäksi tehtiin kattavampi vikapäiväkirja Unitizerille, jota voi soveltaa linjan muihinkin laitteisiin. Tämän työn todellinen hyöty nähdään sitten, kun ennakkohuoltosuunnitelma on ollut käytössä noin parin vuoden ajan. Sen jälkeen voidaan verrata Unitizerin häiriöiden määrää ja tuotannonmenetyksiä lähtötilanteeseen verrattuna.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
University of Applied Sciences

Energy Engineering

SUORTTI, TONI	Risk Analysis of Pulp Baling Line
Bachelor's Thesis	51 pages + 13 pages of appendices
Supervisor	Jaakko Laine, Senior Lecturer, Arja Sinkko, MSc
Commissioned by	Stora Enso Plc Sunila, Seppo Liimatainen
April 2014	
Keywords	maintenance, criticality, analysis, failure, pulp baling

The topic of the bachelor's thesis was to create risk analysis and preventive maintenance instructions for a pulp baling line. The aim was to minimize downtime and improve maintenance of the baling line by creating a preventive maintenance plan.

The criticality of equipment was researched by using PSK 6800- standard. The aim of the method was to find the most critical equipment utilizing scoring method. The form template of criticality analysis was modified applicable to baling line emphasizing safety and quality of the end product. There were 38 different equipments to be assessed. The results were divided into three different classes according to criticality of the equipment. Finally, Unitizer, being the most critical equipment, was submitted to Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) .

FMEA was implemented following standard SFS 5438. First of all, the main task was study Unitizers fault history, part list and current state of maintenance on the baling line. Based on those tasks a form was drafted for FMEA. The form comprised the defined causes of fault, reasons and effects for each fault type. Additionally, mean time between failures, mean time of repairing and measures to solve failures were defined. These tasks were planned with maintenance personnel. Based on all this, a preventive maintenance plan for Unitizer was drafted.

Results of the FMEA as well as the device manufacturer's maintenance instructions were used in preventive maintenance plan. Moreover, a more comprehensive fault log was made, which is applicable other equipment, too. The real benefit of the thesis is ascertained after the preventive maintenance instruction has been in use for a couple of years. Then the amount of alarms and production losses can be compared to the initial situation.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

1 Sisällys

1 JOHDANTO	9
2 STORA ENSO OYJ	10
2.1 Sunilan tehdas	10
2.2 Sellun valmistusprosessi	10
3 KUNNOSSIPITO	12
3.1 Kunnossapidon lajit	12
3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito	12
3.1.2 Korjaava kunnossapito	13
3.1.3 Huolto	13
3.1.4 Parantava kunnossapito	14
3.2 Kunnossapitomenetelmiä	14
3.2.1 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito	14
3.2.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito	17

3.3	Kunnossapidon ja riskienhallinnan käsitteistöä	19
3.4	Kunnossapidon mittaaminen.....	20
4	KUIVATUSKONEET JA PAALAUSSLINJA.....	21
4.1	Kuivatuskoneet.....	21
4.2	Paalauslinja	21
4.2.1	Paalipuristin	22
4.2.2	Käärekone	23
4.2.3	Sitojat ja viikkain	24
4.2.4	Latoja	25
4.2.5	Unitizer.....	25
5	KRIITTISYYSANALYYSI.....	26
5.1	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	26
5.2	Menetelmän kuvaus ja suorittaminen	26
5.3	Tuotannon kriittisyys	27
5.4	Laitteiden kriittisyys	29
6	VIKA- JA VAIKUTUSANALYYSI.....	31
6.1	Menetelmän kuvaus ja pääperiaatteet	31
6.2	Menetelmän suoritus	32
6.3	Vikaantumistavat ja vikatyypit	34

6.4	Vian aiheuttajat ja vaikutukset.....	36
6.5	Laitteen luotettavuus.....	37
7	PAALAUSLINJAN KRIITTISYYSANALYYSI.....	38
7.1	Kriittisyysanalyysin suunnittelu.....	38
7.2	PSK-6800 kriittisyyslomake.....	39
7.3	Kriittisyysanalyysin tulokset.....	39
8	UNITIZERIN VIKA- JA VAIKUTUSANALYYSI.....	40
8.1	Analyysin toteutus.....	41
8.2	Unitizerin toimintakuvaus.....	43
8.3	Unitizerin huolto.....	46
8.4	Lopputulokset.....	47
9	UNITIZERIN ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA.....	48
10	YHTEENVETO.....	50
	LÄHTEET.....	52

LIITTEET

LIITE 1. Kriittisyysanalyysin täyttöohjeet

LIITE 2. Kriittisyysanalyysilomake

LIITE 3. SFS 5438-Standardin yleisimpiä vioittumistapoja

LIITE 4. Vika- ja vaikutusanalyysilomake

LIITE 5. Unitizerin ennakkohuoltosuunnitelma

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

RCM = Reliability Centred Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito

TPM = Totally Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

VVA = FMEA = Vika- ja vaikutusanalyysi (failure mode and effect analysis)

VVKA = FMECA = Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi

MTBF = Mean time between failure, vikaantumisväli

MTTR = Mean time to repair, korjausaika

SUN JA SUN PLUS = Sunilan tehtaan sellulaadut

KK4 JA KK6 = Kuivauskone 4 ja kuivauskone 6

PEX = Pulp Expert = arkinäytteen mittauslaite

UNITIZER = Vientipaalisitoja

RTD = Real Time Display= paalauslinjan reaaliaikainen valvontaohjelma

1 JOHDANTO

Teollisuuden tuotantolaitteiden häiriötön toimivuus läpi koko prosessin on tärkeää yhtiön tuottavuuden ja käyttövarmuuden kannalta. Riskikartoituksia tehdään tuotannon häiriöiden pienentämiseksi eli käyttövarmuuden lisäämiseksi. Hyötynä on myös suunnittelemattomien kunnossapitoseisokkien määrän pieneneminen. Tämä toteutetaan tietyn standardin mukaan laitteiden historiatietoja ja analysointia hyväksikäyttäen.

Tämän insinööriyön toimeksiantaja on Stora Enso Oyj Sunila. Työn aiheena on sellu-
tehtaan paalauslinjan laitteiden riskien kartoitus. Työssä tehtiin kriittisyysanalyysi, jossa arvioitiin paalaamon vientilinjan jokaisen laitteen kriittisyys. Kriittisyysanalyysin perusteella tehtiin vika- ja vaikutusanalyysi linjan kriittisimmälle laitteelle. Tämän perusteella laadittiin ennakkohuoltosuunnitelma laitteelle. Sunilan tehtaalla oli jo ennestään tehty kriittisyysanalyyskejä muilla osastoilla.

Riskien arviointi toteutettiin pääsääntöisesti tehtaalla, joka helpotti insinööriyön tekoa. Omaehtainen kokemus paalauslinjasta oli myös avuksi. Työ aloitettiin hankkimalla tietoa kriittisyysanalyysistä ja kokoamalla laitteiden historiatietoja vioista ja häiriöistä. Tämän jälkeen haastateltiin kunnossapidon työntekijöitä. Työtä jouduttiin rajaamaan ajanpuutteen ja laajuuden vuoksi.

2 STORA ENSO OYJ

2.1 Sunilan tehdas

Sunilan tehdas kuuluu metsäteollisuusyrittäjä Stora Enson Biomaterials liiketoiminta-alueeseen. Vuonna 1938 perustettu tehdas sijaitsee Kotkassa Kymijoen varrella. Tehdas vaihtui osaksi Stora Enso Oyj:tä vuonna 2009 Myllykoski Paper Oy:n oltua puolikas osanomistaja ennen kyseistä vuotta. Sunilan tehdas tuottaa valkaistua havusulfaattisellua 375 000 t/a, josta 61 % myytiin markkinaselluna muille asiakkaille ja 39 % oli integroitua sellua yhtiön omistajayrityksen tehtaille. Sellua käytetään puupitoisten painopaperin raaka-aineena. Tehtaalla ajetaan Sun- ja Sun Plus -laatuja, joista Sun on mäntyä ja Sun Plussa on sekoitettu lisäksi kuusta. Sunilan etuja kilpaileviin tehtaisiin on lopputuotteen tasalaatuisuus ja lujuusominaisuudet. Työntekijöitä yksikössä työskentelee 160 henkilöä. Energian suhteen tehdas on omavarainen. Kunnossapito ulkoistettiin vuonna 2011 Empower Oy:lle. (1.)

2.2 Sellun valmistusprosessi

Puuaines koostuu selluloosasta, hemiselluloosasta ja ligniinistä. Kuorimolla puunrungot kuoritaan. Sellun keittoon kelpaava puuaines täytyy tämän jälkeen hakettaa, jotta keittoliuos pääsisi imeytymään puun sisään ja reagoimaan ligniinin kanssa. Lopuksi hake vielä seulotaan. (2.)

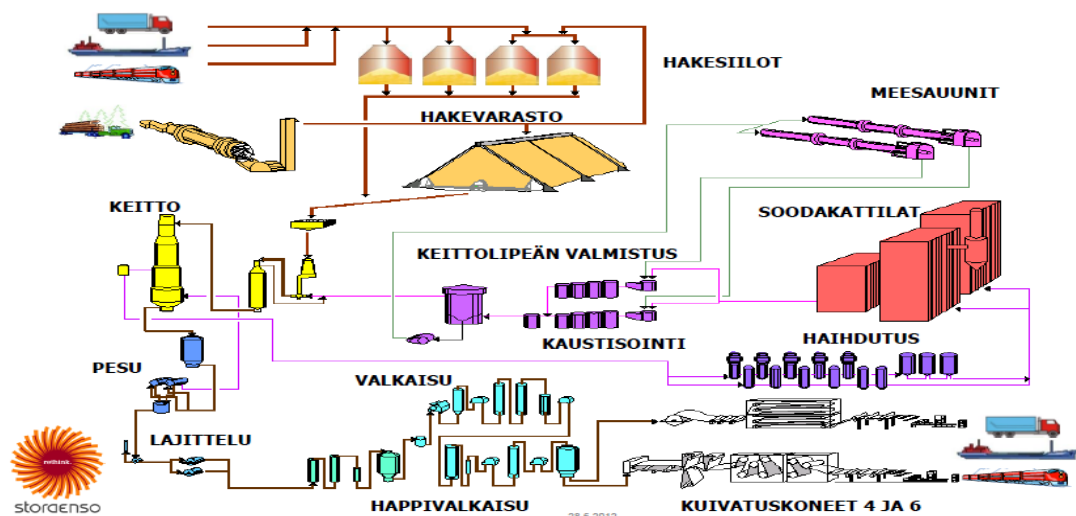
Keittoliuoksena käytetään valkolipeää. Keitossa syntyy mustalipeää, joka erotetaan muusta massasta. Mustalipeä syötetään talteenottolinjalle, jossa se haihdutetaan ja syötetään soodakattilaan. Puusta irtoaa keitossa raakatärpättiä, raakasuopaa ja hajukaasuja. Keitossa tarkkaillaan kappalukua eli massan ligniinipitoisuutta. Kappaluvun pitäisi olla 25 – 30 % välissä, jotta keitto onnistuisi. Muita tärkeitä tekijöitä ovat valkolipeäannostelu ja keittolämpötila. Puolet keitossa syntyvästä massasta on sellua ja toinen puolikas polttoaineena käytettävää mustalipeää (keittosaanto on noin 45 prosenttia). Keittokemikaalit käytetään uudelleen. (2.)

Seuraava vaihe keiton jälkeen on massan pesu, jossa sellu ja keittoliemi erotetaan toisistaan. Jäteliemen erotuksessa on erittäin tärkeää, että ruskean värinen massa olisi puhdasta jatkokäsittelyä silmälläpitäen. Pesun jälkeen massa lajitellaan, ja pyritään

saamaan siitä mahdollisimman puhdasta. Lajittimien tehtävä on siis poistaa massasta epäpuhtaudet, esimerkiksi oksat, tikut, hiekat, metallit ja muovit. (3.)

Pesusta massa johdetaan valkaistavaksi, eli poistetaan siitä värilliset aineet. Vaaleutta ja puhtautta heikentää merkittävästi jäännösligniini, joka tulee poistaa massasta mahdollisimman tarkasti. Tärkeimpänä tavoitteena on poistaa ligniini taloudellisesti ja ympäristöystävällisesti. Valkaisulaitos on merkittävin vedenkuluttaja ja jätevesipäästöjen tuottaja koko tehtaalla. Toinen asia, johon valkaisuun pyritään, on valkaista massa asiakkaan vaatimaan vaaleustasoon tasalaatuisesti. Sellun vaaleudesta puhuttaessa käytetään ISO-vaaleutta, joka on valkaistulla havusulfaattisellulla 88 – 91 % tasoa. Valkaisukemikaaleina käytetään klooridioksidia, lipeää, happea ja vetyperoksidia. (3.)

Viimeiseksi sellu kuljetetaan putkea pitkin viereiselle paperitehtaalle tai kuivatetaan kuljetettavaksi toiselle paperitehtaalle. Kuivauskoneella massa syötetään perälaatikosta viiraosalle, jossa kuidut orientoituu ja vettä poistetaan. Puristinosalla vettä poistetaan edelleen samoin kuin puristimen jälkeen kuivatusosalla. Tämän jälkeen leikkuri leikkaa massaradan halutun kokoisiksi arkeiksi. Valmiit sellupaalit liikkuvat kuljettimia pitkin varastoon. Paalauslinjalla paalit puristetaan, kääritään ja sidotaan kuljetusta varten. (3.)



Kuva 1. Sunilan tehtaan prosessi (1.)

3 KUNNOSSIPITO

3.1 Kunnossapidon lajit

3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan PSK 6201 -standardin mukaan kohteen käyttöominaisuuksien ylläpitoa, heikentyneen toimintakyvyn palauttamista ennen vian syntymistä tai vaurioiden estämistä. SFS-EN 13306 poikkeaa hieman edellisestä. Sen mukaan ehkäisevää kunnossapitoa ylläpidetään säännöllisin väliajoin tai asetettujen kriteerien täytyessä. Sillä tähdätään mahdollisuuteen vähentää laitteiden rikkoutumista tai toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito koostuu joukosta tekniikoita, joiden avulla pyritään hallitsemaan tai estämään vikaantuminen. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään seuraavat asiat:

- vikaantumisen aiheutuvien syiden tarkkailun (tarkastaminen, kunnonvalvonta)
- toimenpiteet, jotka tehdään, jotta laite pystyisi toimimaan suunnitellusti, esim. öljyvoitelu, rakenteen ylläpito ja laitteen puhtauden ylläpitäminen (käynninvalvonta)
- tunnistaa ja korjata alkanut vika, ennen kuin se aiheuttaa koneen/tuotannon pysähtymisen. Tämä sisältää suunnitellun korjaavan kunnossapidon (4.)

Ehkäisevä kunnossapito koostuu toimintaolosuhteiden vaalimisesta, laitteen tarkastuksista ja kunnostamisesta. Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään koneen käydessä sekä seisokkien yhteydessä. Siihen kuuluu myös ennustava kunnossapito, johon kuuluu erilaisia mittauksia koneen kunnosta. Mittauksia ovat muun muassa värähtelymittaukset, öljyanalyysit ja infrapunakuvaukset. Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään asettamaan prosessin luotettavuus täysin varmalle tasolle. Se miten varmalle tasolle tehdas asettaa rajan, riippuu yrityksen taloudesta. Liian varmalla tasolla toimiminen aiheuttaa korkeampia kunnossapitokustannuksia. Huomioon on otettava myös prosessin vikaantumisen aiheuttavat riskit ympäristölle ja turvallisuudelle. Nämä riskit on käsiteltävä hallitusti, sillä riskin toteutuessa yritys joutuu tekemisiin viranomaisten kanssa. (4.)

Nyrkkisääntö on, että kunnossapidon työkuormasta 80 % pitää suunnitella ja aikatauluttaa 3 viikkoa etukäteen. Tällöin vaikutus tuotantoon on vähäisin oikeanaikaisella

tarvikkeiden hankkimisella ja töiden aikataulutuksella. Tätä kunnossapitolajia kannattaa käyttää, kun ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja tuotannonmenetykset. Toinen ehto on, että kohteelle ja ehkäistävälle vikamuodolle on olemassa toimiva ennakkohuoltosuunnitelma. (4.)

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavaa kunnossapitoa tehdään vian havaitsemisen jälkeen, jolloin osa tai komponentti korjataan tai vaihdetaan uuteen. Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla voidaan laskea komponentin tai osan elinikä. Korjaava kunnossapito jakautuu kahden alaryhmään, siirrettyyn ja välittömään kunnossapitoon. Siirretty käsittää kunnostuksen ja välitön häiriökorjauksen. Korjaava kunnossapito sisältää seuraavat toiminnot:

- vikojen määrittäykset
- vikojen tunnistuksen
- vikojen paikallistamisen
- korjaustoimet
- väliaikaiset korjaustoimet
- laitteen palauttaminen toiminnan edellyttämälle tasolle (4.)

3.1.3 Huolto

Huoltoa käytetään valvoessa koneen toimintaa tai kun huonontunut toimintakyky tulee palauttaa ennen vikojen ja vaurioiden syntymistä. Huolto tehdään määräaikaaisina töinä, jossa huoltovälit määräytyvät käyttöajan tai – määrän mukaan. Myös käytön rasittavuus pitää huomioida. Huollon jaksotus käsittää seuraavat toiminnot:

- toimintaedellytysten ylläpitäminen, käyttöhenkilöiden kunnonvalvonta
- puhdistukset ja siisteys

- rasvaus
- huoltotoimenpiteet
- kalibroinnit
- kuluvien osien vaihdot
- huonontuneen toimintakyvyn palauttaminen (4.)

3.1.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito jakautuu kolmeen pääryhmään. Ensimmäinen ryhmä perustuu kohteen rakenteen muuttamiseen käyttämällä uusia osia tai komponentteja ilman, että kohteen suorituskykyä varsinaisesti muutetaan. Esimerkkinä tästä voisi olla vanhojen tasavirtakäyttöjen korvaaminen uusilla, taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. (4.)

Toiseen ryhmään kuuluu kohteen epäluotettavuuden parantaminen erilaisille uudelleensuunnitteluilla ja korjaamisella. Tässäkään ei ole tarkoitus muuttaa kohteen suorituskykyä vaan parantaa luotettavuutta. (4.)

Kolmanteen ryhmään kuuluvat muutokset, joissa kohteen suorituskykyä muutetaan. Yleensä tällaisella modernisaatiolla muutetaan koneen ohella koko valmistusprosessi. Tästä esimerkkinä paperikone, jolla on vielä elinikää jäljellä, mutta se ei pysty valmistamaan uutta, kilpailukykyistä paperilajia. Tässä tilanteessa kannattaa enemmän uudistaa vanha kone kuin romuttaa se ja hankkia kokonaan uusi. Kyseessä on tilanne, jossa koneen elinjakso on pitempi kuin sen valmistaman tuotteen elinkaari. (4.)

3.2 Kunnossapitomenetelmiä

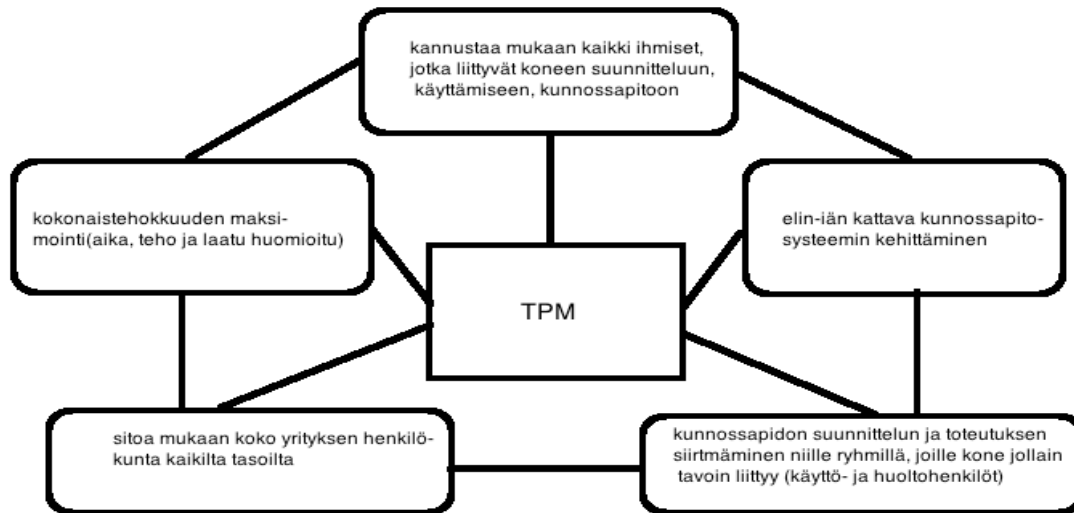
3.2.1 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

TPM:n eli kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon tavoitteena on luoda tuotantoprosessin laitteille optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpitää niitä. TPM-filosofia on kehitetty Japanissa ja sitä on pieniä muutoksia tekemällä muutettu eurooppalaistyyliiseksi käyttökelpoisuuden takia. Lisäksi jokaisella yrityksellä on omat lähestymistapan-

sa tähän menetelmään ja eri kulttuurit tulee huomioida. TPM pyrkii kokonaisvaltaisuuden olemalla tehokas talouden näkökulmasta, kattava kunnossapitorakenteen muutoksilla ja yrittäen, että kaikki yrityksessä osallistuu häiriöttömän toiminnan kehittämiseen. TPM- ohjelman päämäärä on, että kaikki tuotannosta riippuvat koneet pidetään optimikunnossa ja suorituskyvyt maksimaalisina. Tämä on mahdollista silloin, kun tehtaan käyttöhenkilökunta on vastuussa siitä, että niin tapahtuu. (4.)

Japanilainen Sieci Nakajima on kehittänyt TPM- ajattelun lähtökohdat. Hän oli merkittävä henkilö Japanissa 1970-luvun lopussa talouskasvun aikaan. Nakajima mukaan 5 peruslähtökohtaa TPM- ohjelmalle ovat:

- laitteiden häviöiden minimoiminen ja tehokkuuden lisääminen suunnittelun avulla
- ehkäisevän kunnossapidon tason parannus
- koulutettujen käyttäjien tekemille puhdistus- ja huoltotöille määritetään vaatimustasot
- koulutetaan kunnossapito- ja käyttöhenkilökuntaa yksilö- ja ryhmätason koulutuksella
- ehkäisevän kunnossapitotoimien kehittäminen suunnittelun ja hankintojen osalta (4.)



Kuva 2. TPM:n päämäärät (4)

TPM on hyvin monimuotoinen menetelmä. Laitteen tehokkuutta pyritään parantamaan eri menetelmin, kuten tiedonkeruu, analysointi, ongelmien ratkaisu ja prosessin ohjaus. TPM kannustaa käyttöä ja kunnossapitoa työskentelemään tiiviissä yhteistyössä. TPM sisältää myös toimintoja, kuten suunnittelu, laatu, tuotannonohjaus, ostotoiminnot, johto sekä valvonta. Kunnossapitokustannuksissa on vaikeaa arvioida pieniä katkoja ja hävikkejä. Sen sijaan suurten tuotantokatkojen laskeminen on helpompaa. TPM pyrkii karsimaan näitä pieniä tekijöitä ratkaisemalla laitteiden luotettavuusongelmia. Näin ollen kustannuksia ja hyötyjä on helpompi arvioida. (4.)

TPM-kehitysohjelmaan sisältyy kunto-, mittaus- ja kehitysvaiheet. Kuntovaiheessa arvioidaan jokaisen koneen kriittisyys kunnossapidon suhteen. Kriteerejä ovat korjauksen helppous, luotettavuus, tuotteiden laatu, läpimenonopeus, tuotannonmenetykset, turvallisuus, ympäristö ja kustannukset. Eniten pisteitä saanut kone käsitellään ensimmäisenä ja koneen komponenttien kunto arvioidaan. (4.)

Puhdistuksessa käytetään 5S-menetelmää, joka luo pohjan koko TPM-ohjelmalle. 5S-menetelmän tarkoituksena on pitää työympäristö siistinä ja järjestyksessä, mikä lisää työpaikkaviihtyvyyttä ja vähentää samalla sairauspoissaoloja. Tämä projekti vaatii johtajaa, joka osaa viedä läpi 5s-toimintamallin. (5.)

Seuraavaksi TPM:ssä tehdään uudet huolto-ohjeet kunnossapitosuunnitelman kanssa. Mittausvaiheessa tutkitaan koneen laitehistoria, jota tarvitaan luotettavuuden selvittämiseen. Kone on viallinen silloin, kun sen tehokkuus ei ole sama kuin nimellinen suorituskyky. Suorituskykyä parannetaan ensin poistamalla krooniset häviöt. Niillä tarkoitetaan koneen toimintaa, joka ei pysäytä sitä kokonaan, mutta huonontavat koneen toimintaa. Tämän vaiheen jälkeen aletaan pyrkiä nollavikaantumiseen ja toiminnan kehittämiseen. (4.)

3.2.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Luotettavuuskeskeisen kunnossapito eli RCM on kurinalainen strategioiden ja menetelmien analysointityökalu. Sillä pyritään valitsemaan tehokas kunnossapitostrategia. RCM:n peruslähtökohta on ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun tehostaminen, koska sitä tehdään liikaa. Sen juuret juontuvat 1950-luvun Amerikkaan, jossa ilmailuvirasto alkoi kehittämään lentokoneisiin soveltuvaa ennakoitua kunnossapitoa. Vain 10 % teollisuudessa käytetyistä koneista ovat niin kriittisiä tai kalliita, että niiden kunnossapito-ohjelma kannattaa laatia RCM:n työkaluilla. RCM on kallis ja työläs, koska se ei olela mitään, vaan tutkii kaiken. Tämän takia RCM:stä on tehty kevyempi versio SRCM, jota on järkevää käyttää kolmanneksella koneista. Se on nopeampi ja halvempi ja antaa riittävän hyvän tuloksen. Lopuille 60 %:lle laitteista kannattaa laatia toimintaohjeet, joita laitteen rikkoutuessa käytetään. Ainoastaan puhdasta RCM-prosessia käyttävät lentokone-, öljyntuotanto- ja atomivoimalateollisuus. (4.)

RCM perustuu kunnossapidon ja etenkin ehkäisevän kunnossapidon vähentämiseen. Perinteisen kunnossapidon ongelma on ollut huono ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu, koska tehokkaita työkaluja ja menetelmiä ei ole ollut. Tästä syystä kunnossapitomenetelmät on jouduttu suunnittelemaan koneiden valmistajien ohjeilla ja omien kokemusten perusteella. Täten ehkäisevää kunnossapitoa on tehty liikaa. Esimerkkinä tästä on koneiden turha avaaminen ja purkaminen, joka lisää vikaantumisen todennäköisyyttä. Toisena esimerkkinä on kunnossapidon väärä kohdistus. Sitä pitäisi toimittaa eniten juuri sinne, missä sitä tarvitaan. Huomattavimmat tavoitteet ovat seuraavat:

- Keskitetään kunnossapito prosessin kannalta tärkeimpiin laitteisiin. Laitteet voidaan arvioida lopputuotteen laadun, työturvallisuuden, taloudellisuuden ja päästöjen perusteella.
- Tehdään laitteille vika-analyysejä syiden selvittämiseksi ja luodaan tätä kautta laitteille oikeat menetelmät kunnossapidolle.
- Sisällytetään kunnossapitoon myös niitä laitteita, jotka eivät ole käytössä prosessin toimiessa.
- Kunnossapidon ulkopuolisille laitteille laaditaan toimintaohjeet.
- Koulutetaan laitteiden käyttöhenkilöt seuraamaan laitteen kriittisimpien komponenttien toimintaa.
- Säästöjä ja laitteiden luotettavuutta parannetaan tekemällä kunnossapitoa kriittisimmissä paikoissa. (4.)

RCM-menetelmässä korjataan kunnossapidon epäkohtia kuten riskit, väärät strategiat ja turhat kustannukset. Suunnitteluvaiheessa selvitetään, missä prosesseissa kunnossapitoa tarvitaan eniten. Prosessit määritellään ja asetetaan tärkeysjärjestykseen. Tämän jälkeen aletaan tutkia laitteiden vikaantumista ja sen seurauksia. Erilliset laitteet laiteaan vikaantumisten vakavuuden perusteella järjestykseen. Viimeiseksi tutkitaan millaisia kunnossapidollisia keinoja on käytettävissä ja miten niitä käytetään. Näiden tietojen perusteella kirjoitetaan tuotantolaitoksen kunnossapito-ohjelma. RCM-projektin tyypilliset vaiheet ovat:

- analysoida koko tuotantoprosessi ja tunnistaa pullonkaulat
- analysoitavan kohteen valinta ja rajausta eli menetelmälle soveltumattomat laitteet jätetään ulkopuolelle
- kohteen toimintojen ja toiminnallisten vikojen määrittäminen
- mm. kriittisyysanalyysit ja vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA)

- soveltuvimman/tehokkaimman kunnossapitotoiminnon määrittäminen (4.)

3.3 Kunnossapidon ja riskienhallinnan käsitteistöä

Seuraavat selitykset termeille on keskeisiä kunnossapidon ja riskien arvioinnin kannalta.

Kunnossapitosuunnitelma

Kunnossapitostrategia pannaan toimeen toiminnoilla, jotka kunnossapitosuunnitelmassa on esitetty. (6).

Kunnossapitostrategia

Kunnossapitostrategiassa on esitetty kunnossapitoon liittyvät päätökset, joilla päästään asetettuihin tavoitteisiin liiketoiminnassa. Kunnossapitostrategia määrittelee kunnossapidon valinnat, joilla saavutetaan asetetut liiketoiminnan tavoitteet. (6).

Kriittisyys

Kriittisyys kuvaa laitteeseen kohdistuvan riskin suuruutta. Laite luokitellaan kriittiseksi, jos siihen kohdistuva riskin suuruus ei ole hyväksyttävällä tasolla. Riskillä tarkoitetaan esimerkiksi työtapaturmaa tai tuotantokatkoa tai yhtiölle haittavaa seurausta. (6.)

Riskianalyysi

Riskianalyysi on riskienhallinnan työkalu, jolla tunnistetaan riskit ja ehkäistään vahinkoja. (6.)

Käyttövarmuus

Käyttövarmuudella tarkoitetaan laitteen tilaa, jossa se pystyy tekemään sille suunnitellut toiminnot tietyssä ajassa, olosuhteissa ja tietyllä ajanjaksolla olettaen vaadittujen resurssien olevan saatavilla. (7).

Kunnossapidettävyys

Kunnossapidettävyys on osa laitteen käyttövarmuutta. Se kuvaa laitteen huollettavuutta eli kuinka hyvin kunnossapito-organisaatio on onnistunut laitteen kunnossapidon suunnittelussa. Kunnossapidettävyyteen vaikuttaa vian havaittavuus, huollettavuus ja korjattavuus. (7.)

Kunnossapitovarmuus

Kunnossapitovarmuus eli huoltovarmuus kuvaa tehtävän suorituskykyä, jonka kunnossapito-organisaatio pystyy tekemään määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä. Siihen on sidoksissa seuraavat käsitteet: varaosat, dokumentaatiot, hallinto, rutiinit, korjausvarusteet ja kunnossapitajat. (7.)

Käynti- ja käyttöasteet

Käyntiasteella tarkoitetaan käyntituntien suhdetta vertailtavaan kokonaisaikaan. Käyttöasteen määrittämisessä käytetään käyttötunteja. Siinä täytyy ottaa huomioon joutoaika, varallaolo ja ulkoinen toimintakyvyttömyysaika. (7.)

Nimi	Yksikkö	Laskentakaava tai määrittely
Käyttöaste	%	Käyttöaika/kalenteriaika
Käytettävyys (K)	%	Käyttöaika / suunniteltu käyttöaika
Kokonaistehokkuus (KNL)	%	Käytettävyys x toiminta-aika x laatukerroin

Taulukko 1. Tuotantojärjestelmän tehokkuuden laskenta (8).

3.4 Kunnossapidon mittaaminen

Kunnossapitotoimintaa seurataan monilla eri tunnusluvuilla. Tämä on välttämätöntä, jotta voidaan asettaa tavoitteita ja parantaa liiketoimintaa. Tunnusluvut ovat yrityksen informaatiojärjestelmään koottuja tietoja ja niistä laskettuja indikaattoreita. Ne ovat myös osa tavoitteellista johtamista. (8.)

Kunnossapidon mittaaminen on hankalampaa kuin normaali tuotantotoiminnan, koska tulos muodostuu useista epäsuorista vaikutuksista, kuten tuotannon menetyksistä, toi-

mitus- ja korjausajoista. Saavuttamisvastuun siirtäminen organisaation alatasoille on tärkeää, jotta jokainen voisi nähdä oman työpanoksen vaikutuksen tunnusluvuissa. Tämä selkiinnyttää tavoitteita, ohjaa tekemään asiat oikein ja motivoi kunnossapidon työntekijöitä. Tunnusluvuista näkee sen hetkisen tilanteen, joka organisaation sisällä vallitsee. Tunnuslukuja tarkastellaan kone-, linja- ja tuotantoyksikkökohtaisesti. Organisaation tulee määritellä seuraavat käsitteet tunnuslukujen lähtöarvoja tarkasteltaessa: kunnossapitokustannusten sisältö, kunnossapitotunti, kunnossapitohenkilö, ylityötunti, ulkopuolinen työ, kiertonopeus, töiden suunnitteluaste ja häiriötaajuus. (8.)

4 KUIVATUSKONEET JA PAALAUSSLINJA

4.1 Kuivatuskoneet

Sunilan tehtaalla on samassa salissa 2 kuivatuskoneetta, jotka tuottavat SUN ja SUN PLUS valkaistua havupuumassaa 375 000 tonnia vuodessa. KK6 on modernisoitu märkäkoneesta kuivatuskoneeksi. Se koostuu imusylinteristä, jonka rummun viiran päälle muodostuu paksu massarata. Siitä rata johdetaan 3:n puristimen läpi leiju-kuivauskaappiin. Kuivauskaapista ulostullessaan rata leikataan pituus- ja poikkisuunnassa paaleiksi arkkileikkurilla. Koneen leveys on 4.2 metriä ja rakenteellinen maksimi nopeus 67 m/min. Kuivaneliöpaino on noin 1450 g/m², jolloin vuorokausituotanto on noin 630t/d. (1.)

KK4 muistuttaa paperikonetta, jossa 1 %:n sakea massa syötetään perälaatikosta viiraosalle. Viiraosalla massaa lämmitetään, mikä tehostaa sen kuivumista. Viiralta massarata johdetaan puristinosalle, jossa rata kulkee puristimen nippien välistä huopien viedessä samalla vettä pois radasta. Puristimelta massa kulkee kuivauskaappiin, joka on varustettu sylinterein. Rata kulkee suorassa kosketuksessa sylintereihin ja sieltä leikkurille, jossa rata arkitetaan paaleiksi. (1.)

4.2 Paalauslinja

Tehtaan paalauslinja on uusittu kokonaan vuonna 2008, koska paaleja alettiin ajamaan koko ajan enemmän ulkomaisille asiakkaille vientilinjan kautta. Paalauslinja käsittää kuivauskoneiden arkkileikkurilta arkitettavien konepaalien mittauksen, puristuksen, käärittämisen, leimauksen, sidonnan ja ladonnan. Kotimaan linjalla paalit ainoastaan ladotaan ja sidotaan. Valmista kotimaan paalipinoa sanotaan suurpaaliksi ja se painaa 1000

kg. Linjat toimivat automaattisesti ohjelmoitavalla logiikan ohjauksella. Mikäli ei ole häiriötilannetta, niin linjan laitteet, kuljettimet ja koneet toimivat logiikan antamien käskysignaalien mukaisesti. Logiikalle syötetään tietoa paalauslinjan tilasta, esimerkiksi painikkeiden painamisesta näyttöpaneelissa ja rajatiedoista paalien liikkuaessa. Paaleja voidaan ohjata myös käsin kosketuspaneelista häiriötilanteissa. Logiikka toimii Siemensin PLC-yksiköillä ja automaatiohenkilöstö pystyy tarvittaessa muuttamaan logiikkaa valvomon tietokoneelta. (9.)

Yksi paali painaa 250 kg ja niitä valmistuu viisi kerrallaan kuivauskoneelta. Paalista otetaan näyte 20 minuutin välein Pulp Expert -koneella, jolla mitataan arkin vaaleus ja roskapitoisuus. Laitteen toimivuus on tärkeä laadun määrityksen kannalta. Sunilan tehtaan paalauslinja koostuu kahdesta kotimaan linjasta ja vientilinjasta. Kummankin kuivatuskoneen tuotannot ajetaan samalle vientilinjalle. Nykyään pieni osa tuotannosta ajetaan kotimaisille asiakkaille, joten vientilinjan häiriöttömyys on tärkeää koko tehtaan tuotannon kannalta. Suuria tuotantomääriä ajettaessa pienikin häiriö voi aiheuttaa tuotannonmenetyksen. Häiriön sattuessa tuotannonmenetyksiä ehkäisee noin 50 m pitkä paalien kuljetuslinja KK6:n leikkurin ja paalipuristimen välillä. Sinne mahtuu varastoon noin 40 paalia ennen kuin rata ohjataan pulpperiin leikkurilta. KK4:n puoli on ahdas, sinne mahtuu vain 15 paalia leikkurin ja paalipuristimen väliin. Tästä johtuen KK4:lla on enemmän tuotannonmenetyksiä kuin KK6:lla. Sitä kuitenkin kompensoi KK4:en parempi ajettavuus. (9.)

Jokaisessa paalauslinjan laitteessa on turvakytkin, joka käännetään päälle huollon tai häiriön ajaksi. Lisäksi hydraulikalla toimivilla laitteilla on venttiilit, josta saa hydraulikan suljettua öljyvuodon tai huollon ajaksi. Suojalasit ovat paalauslinjalla pakollisia. Paalien kaatuminen kävelytasolle on ehkäisty kuljettimien myötäisillä vahvistetuilla laidoilla. (9.)

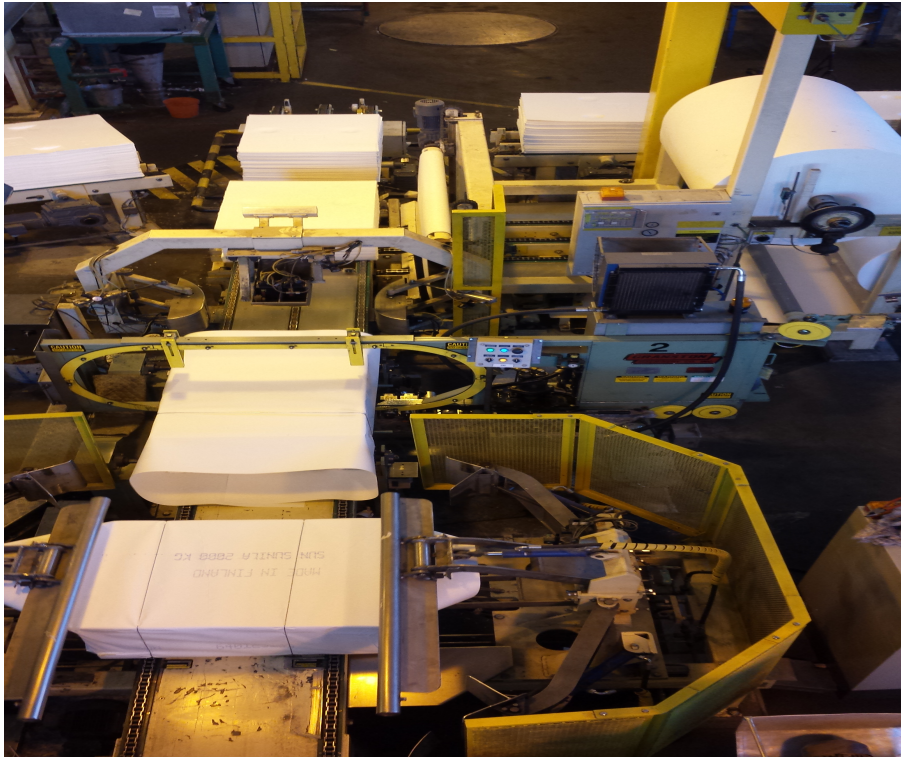
4.2.1 Paalipuristin

Arkkileikkurilta tulevat konepaalit punnitaan kuljettimella ennen paalipuristinta. Tämän jälkeen ne syötetään paalipuristimeen, jossa lieriönmuotoinen hydraulisesti toimiva mäntä painaa paalin kasaan suurella paineella. Kummallakin koneella on rakenteeltaan identtiset paalipuristimet. Paalien liikkumista ja kokoa valvotaan rajasilmillä ja rajapyörillä. Paalipuristin toimii 2 isolla hydraulikkapumpulla ja 1 apupumpulla.

Paalipuristimen jälkeen paalit liikkuvat kuljettimia pitkin joko kotimaan linjalle tai vientilinjalle ajomääräyksestä riippuen. (9.)

4.2.2 Käärekone

Ennen paalin käärintää karusellikuljetin ottaa vuorotellen 8 paalia kummaltakin koneelta käärekoneen ollessa tahdistettuna. Karusellikuljetin lähtee hakemaan paaleja 2:n paalin erissä silloin, kun 2 edellistä kuljetinta täyttyy 8:sta paalista. Käärekonetta voi ajaa myös tahdistamattomana sellaisessa tilanteessa, jossa toisella koneella ajetaan kotimaan paaleja. Tahdistamattomalla ajotavalla karusellikuljetin hakee paaleja jatkuvasti 2:n paalin erissä silloin, kun kuljettimelle tulee paaleja. Käärekoneella konepaali kääritään käärepaperiin siten, että automatiikka syöttää paperia pystysuunnassa liikkuvalle vetotelalle, joka kieputtaa paperin kääreen ympärille. Samalla pneumaattisesti toimiva leikkuuterä viiltää paperin poikkisuunnassa logiikalle annettujen tietojen mukaisesti. Käärekone toimii ajoitetuilla sekvensseillä, rajakytkimillä ja valokennoilla, joka laskee läpimenevät paalit. Käärekoneeseen kuuluu myös leimain, joka syöttää mustetta käärittyjen paalien kylkeen ja päälle. Leimain yksiköi jokaisen paalin tekeillä numerosarjan paaliin, josta ilmenee kumman koneen paali on kyseessä, sekä leimaamisajankohta ja juokseva numerointi. (9.)



Kuva 3. Vientilinjan käärekone ja viikkain

4.2.3 Sitojat ja viikkain

Käärityt paalit sidotaan 2:lla 2,3 mm paksuisella metallilangalla viikkaajaa ennen ja sen jälkeen. Sitojissa on hydraulikalla toimiva langansyöttölaitteisto, joka syöttää langan lankahäkistä sitojan kehälle. Lanka tekee kierroksen kehällä ja pysähtyy tarttujalle, jolloin solmintapää kieputtaa langan solmulle ja kiristää sen paalin ympärille. (9.)

Viikkain kääntää paalin toista sidontaa varten ja taittaa kääreen siten, että siitä muodostuu hyvän ulkomuodon omaava ”paketti”. Viikkain toimii hydraulikalla. Paali ajetaan stopparia vasten, minkä jälkeen kääntöpöytä nousee ylös ja kääntää paalin. Sitteen paalin kääreet taitetaan sivu-, ylä- ja alaviikkaimilla. Viikkaimen jälkeen paali menee toiselle sitojalle, joka sitoo langat ristiin. (9.)



Kuva 4. Vientilinjan 1. pikkusitoja

4.2.4 Latoja

Käärity ja sidottu vientipaali ladotaan 4:n paalin pinoihin vientilatojalla. Paali ajetaan stopparia vasten, minkä jälkeen sivulevyt puristavat paalin ja nostopöytä nostaa paalin ylös. Haarukat työntyvät paalin alle sivulevyjen irrotessa ja nostopöydän samalla laskeutuessa odottamaan uutta paalia. Latojassa on monta rajakytkintä, joilta logiikka saa tietoja. Latojan jälkeen neljän paalin pino käännetään kuljettimella ja se jää odottamaan toista pinoa. (9.)

4.2.5 Unitizer

Unitizerilla vientipaaleista muodostetaan vientiyksiköitä. Kaksi 4:n paalin pinoa puristetaan ja sidotaan 3,0 mm:n paksuisella langalla 8:aan kertaan. Yksi vientiyksikkö painaa 2000 kg. Unitizer toimii samalla tavalla kuin aiemmat sitojat, mutta se on pal-

jon näitä isompi laite. Sidotut vientiyksiköt siirretään konekohtaisia kuljettimia pitkin varastoon suuryksiköissä. Suuryksikkö tarkoittaa yksikköä, missä on 32 samalta koneelta valmistunutta konepaalia eli kahdeksan tonnia sellua. (9.)

5 KRIITTISYYSANALYYSI

5.1 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Kaikki laitteet ovat suunniteltu toimimaan siten, ettei vikoja syntyisi. Vikojen kehittyminen riippuu laitteen suunnittelusta, rakennusmateriaaleista, miten sitä käytetään ja ylläpidetään oikeissa olosuhteissa. (4.)

Minkään laitteen vika ei synny tyhjästä, vikatila on yleensä vian syntymisen viimeinen lenkki. Sitä ennen vika on syntynyt ja kehittynyt ennen kuin se on joutunut vikatilaan. Laitteen vaurioitumista voidaan vähentää merkittävästi, jos vika huomataan jo varhaisessa vaiheessa.(4) Hyötynä on myös, että korjaustoimenpiteet voidaan suunnitella ja ajoittaa järkevästi. Ajoitukseen vaikuttaa hyvin paljon vikatyyppejä. Vähäinenkin merkki viasta joillakin vikatyypeillä voi aiheuttaa laitteen pysähtymisen kokonaan, mutta toisilla on taas säätövaraa korjata tilanne sopivassa välissä ja jatkaa laitteen käyttöä. (10.) Nykyään kunnossapidossa on tärkeämpää estää vikaantuminen kuin osata korjata vikoja tehokkaasti. Näin kunnossapidon tarve myös vähenee. (4.)

Esimerkiksi kulumisessa vikaantumista käsitellään yleisesti teräsrakenteiden mitoittamisessa ja kulumisessa. Teräsrakenteita suunniteltaessa niille määritetään aina elin-aika. Säröjä rakenteessa alkaa tapahtua heti käyttöönottoaiheessa ja sen kehittyminen riippuu paljolti pinnanlaadusta. Rakenteen mitoituksessa on otettava huomioon rasit-tavuus ja vahvuus, jolloin säröytymisen kehittyminen pienenee ja rakenteen elinikä kasvaa. (4.)

5.2 Menetelmän kuvaus ja suorittaminen

Kriittisyysanalyysiä käytetään tuottamaan lähtökohdat kunnossapitosuunnitelmalle. Sitä voidaan käyttää myös uuden laitteen hankinnan tukena määriteltäessä kriittisen laitteen ominaisuuksia, laatutasoa ja vastaanottokriteerejä. Menetelmä keskittyy kriit-tisyyden luokitteluun pääosin taloudellisten vaikutusten perusteella. (6.)

Kriittisyyden arviointi suoritetaan seuraavasti:

- Rajataan työ.
- Tuotannon menetyksen painoarvon W_p määrittäminen.
- Päätetään painoarvojen muokkaamisesta tarkasteltavalle kohteelle sopivaksi. Standardin mukaiset painoarvot löytyvät taitetason kriittisyyden tekijät- taulukosta 2.
- Täytetään kriittisyysanalyysilomakkeeseen tarkasteltavat laitteet ja niiden positiot.
- Määritetään kertoimet riskeille. Standardin mukaiset kertoimet löytyvät taitetason kriittisyyden tekijät- taulukosta 2.
- Excel-ohjelma laskee laitteiden kriittisyysindeksin (K) ja sen osaindeksit (K_s, K_e, K_p, K_q, K_r) kun laitteiden pisteytys on täytetty lomakkeeseen.
- Kriittisyysindeksin mukaan lajitellaan laitteet luokkiin niiden kriittisyyden mukaan. (6.)

5.3 Tuotannon kriittisyys

PSK 6800- standardissa ei huomioida tuotannon korvaavia toimenpiteitä eikä markkinoiden suhdannevaihteluja. Se soveltuu parhaiten tuotantoprosessin kriittisyyden tarkasteluun olettaen, että käyttöhyödykkeet, kuten sähkö, hydraulikka ja höyryntuotanto toimivat. (6.)

Kuvassa 5 on näytetty tuotantolaitoksen prosessien hierarkian vaikutus painoarvokerroimiin P_1 - P_4 . Painoarvokerroimilla tarkoitetaan tehtaan prosessitekniisten toimintojen keskinäistä riippuvuutta. Painoarvokerroimia käytetään kriittisyyslomakkeessa laitteen tuotannonmenetyksen painoarvon laskemiseen. Kriittisin laite koko tehtaassa saa painoarvon 100 prosenttia, josta niitä aletaan jakamaan prosessihierarkiassa esimerkiksi tuotantoyksiköiden kesken jne. (6) PSK 6800- standardi määrittelee painoarvokerroimet seuraavasti:

Laitoksen painoarvokerroin on aina 100 prosenttia. Tuotantoyksikön painoarvokerroin Tuotantoyksikön painoarvokerroin riippuu yksiköiden määrästä ja niiden tuotannon määrän jakaantumisesta. Yksiköiden painoarvokerroimien yhteenlaskettu summa on 100 prosenttia. (6.)

Tuotantolinjan painoarvokerroin on sen suhteellinen osuus koko tuotantoyksikön tuotannosta. Linjojen painoarvokertoimien yhteenlaskettu summa on 100 prosenttia. (6.)

Prosessin painoarvo riippuu tuotannon määrän vaikutuksesta prosessin alku- ja loppupään välillä. Tuotantolinjan pysähtyessä kokonaan painoarvokerroin on 100 % prosenttia. Prosessit voivat olla joko rinnan- tai sarjankytkettyjä. (6.)

Prosessin painoarvo riippuu tuotannon määrän vaikutuksesta osaprosessin alku- ja loppupään välillä. Tuotantolinjan pysähtyessä kokonaan painoarvokerroin on 100 prosenttia. Osaprosessit voivat olla joko rinnan- tai sarjankytkettyjä. (6.)

Tuotannonmenetyksen painoarvokerroin lasketaan seuraavasti:

$$W_p = P_4 * P_3 * P_2 * P_1$$

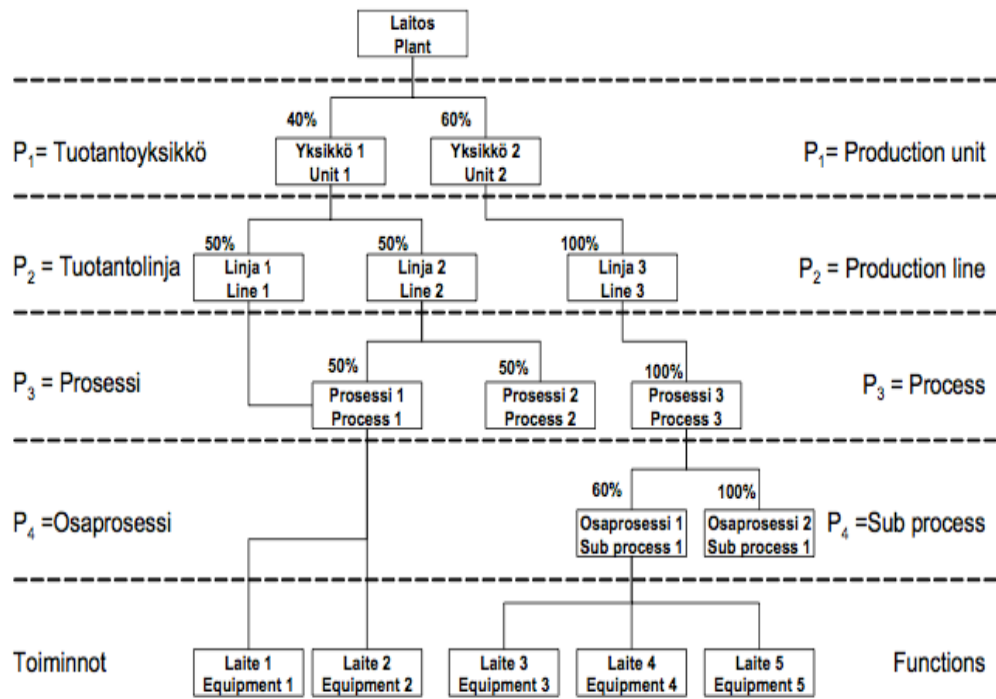
missä

P_4 = osaprosessin painoarvokerroin

P_3 = prosessin painoarvokerroin

P_2 = tuotantolinjan painoarvokerroin

P_1 = tuotantoyksikön painoarvokerroin



Kuva 5. Tuotannon vaikutuskertoimet (6).

5.4 Laitteiden kriittisyys

Laitetason kriittisyyteen vaikuttavat turvallisuus- ja ympäristötekijät sekä tuotantovai-
kutukset sekä korjaus- ja seurauskustannukset. Taulukon painoarvot ja valintakriteerit
ovat suuntaa antavia, joten niitä tulee tarvittaessa muuttaa tutkittavalle kohteelle sopi-
vaksi.

Taulukko 1 Laitetason kriittisyyden tekijät ¹⁾

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit W _s = 30	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	M _s = 0	Ei turvallisuusriskiä
			M _s = 2	Vähäinen turvallisuusriski
			M _s = 4	Kohtalainen turvallisuusriski
			M _s = 8	Merkittävä turvallisuusriski
			M _s = 16	Vakava turvallisuusriski
	Ympäristöriskit W _e = 20		M _e = 0	Ei ympäristöriskiä
			M _e = 2	Vähäinen ympäristöriski
			M _e = 4	Kohtalainen ympäristöriski
			M _e = 8	Merkittävä ympäristöriski
			M _e = 16	Vakava ympäristöriski
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetykset W _p = 0...100	M _p = 0	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle	
		M _p = 1	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤3 h)	
		M _p = 2	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤10 h)	
		M _p = 3	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
		M _p = 4	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi >24 h)	
	Laatukustannus W _q = 30	M _r = 0	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.	
		M _r = 1	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤1 h)	
		M _r = 2	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤3 h)	
		M _r = 3	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)	
		M _r = 4	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >8 h)	
Korjaus- tai seurauskustannukset W _r = 20	M _r = 0	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.		
	M _r = 1	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤2 h)		
	M _r = 2	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤10 h)		
	M _r = 3	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)		
		M _r = 4	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >24 h)	

¹⁾ Lukuarvot ovat ohjeellisia

Taulukko 2. Laitetason kriittisyyden tekijät (6).

Laitetason kriittisyys K lasketaan seuraavasti:

$$K = p * (W_s * M_s + W_e * M_e + W_p * M_p + W_q * M_q + W_r * M_r)$$

missä

p= vikaantumisväli

W_s= turvallisuusriskin painoarvo

M_s = turvallisuusriskin kerroin

W_e = ympäristöriskin painoarvo

M_s = ympäristöriskin kerroin

W_p = tuotannon menetyksen painoarvo

M_p = tuotannon menetyksen kerroin

W_q = laatukustannuksen painoarvo

M_q = laatukustannuksen kerroin

W_r = korjaus- tai seurauskustannuksen painoarvo

M_r = korjaus- tai seurauskustannuksen kerroin (6.)

6 VIKA- JA VAIKUTUSANALYYSI

6.1 Menetelmän kuvaus ja pääperiaatteet

Vika- ja vaikutusanalyysi (lyh. VVA) on järjestelmällisesti suoritettava toimintavarmuuden analysointimenetelmä, joka kehitettiin Yhdysvaltojen asevoimissa 1940-luvun lopulla. Vika- ja vaikutusanalyysi on tehokas menetelmä analysoitaessa luotettavuutta. VVA kulkee käsi kädessä vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysin (lyh. VVKA) kanssa standardissa SFS 5438, mitä työssä käytettiin. VVKA eroaa VVA:sta siinä, että kriittisyys määritellään vikaantumistapojen vaikutusten merkittävyydelle. (11.)

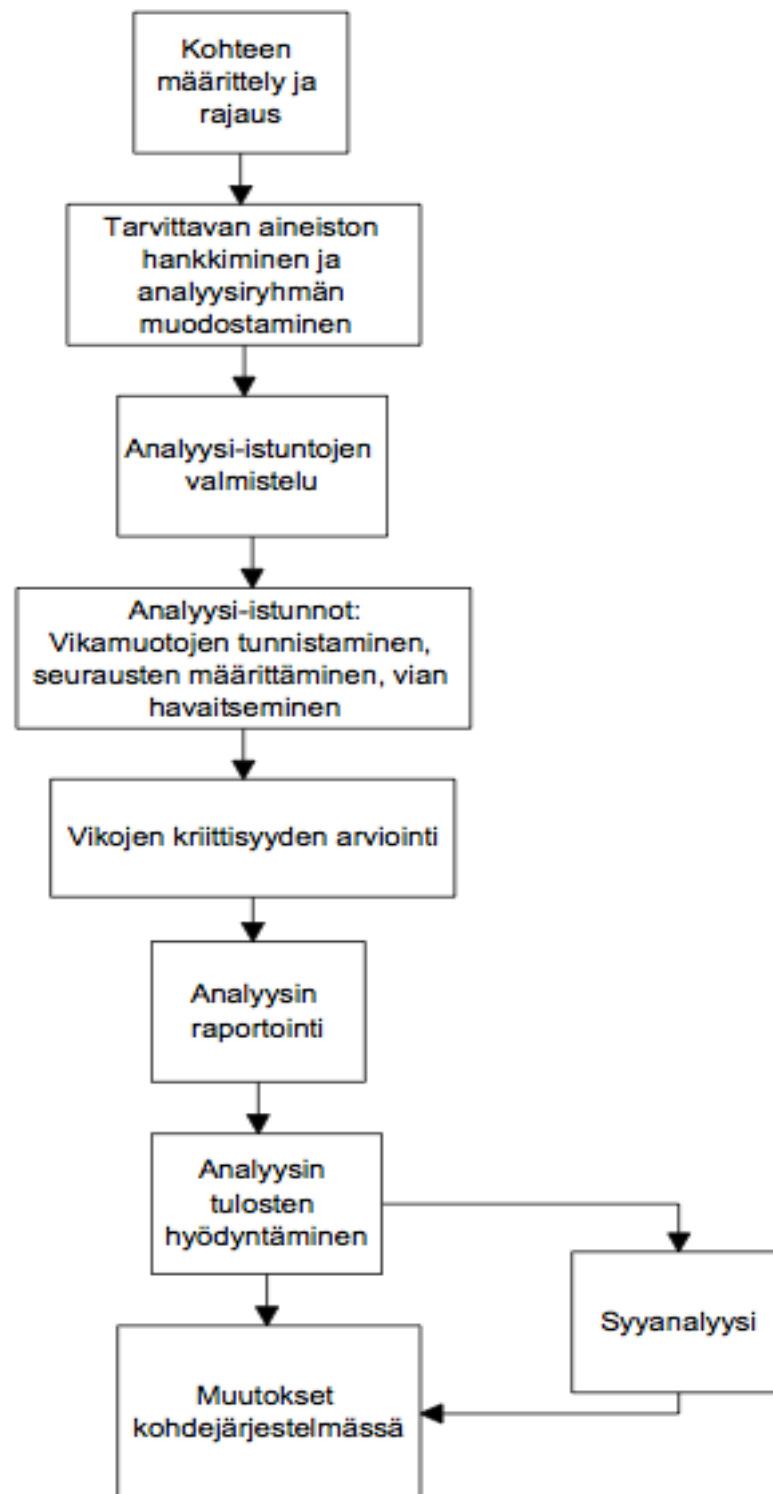
Analyysin läpivieminen vaatii osaamista ja aikaa. Analyysille tulee asettaa selvä tavoite, eli minkälaisia ongelmia halutaan erityisesti saada selville. Analyysin kohde tulee rajata tarkasti, jotta analyysi saadaan suoritettua tehokkaasti. Seurauksiltaan merkittävimmille vikaantumistavoille koitetaan analyysin aikana määrittämään keinoja vikamuodon ehkäisemiseksi tai siitä aiheutuvien seurausten lieventämiseksi. (11.)

6.2 Menetelmän suoritus

VVKA:n tarkoituksena on

- a) Jokaisen komponentin vikojen syy-seuraus suhteen ja aiheuttamien vaikutusten arviointi usealla eri toiminnallisella tasolla. (12).
- b) Kriittisyyden määrittäminen kullekin vioittumistavalle ja vaikutusten selvittäminen prosessin tai tuotantolinjan toimintavarmuuteen ja turvallisuuteen. (12).
- c) Vioittumistapojen luokittelu erilaisten tunnuslukujen suhteen, esimerkiksi huollettavuus tai tunnistettavuus. (12).
- d) Tarvittavan vikahistorian ollessa kerättynä voidaan määrittää vian merkittävyys ja todennäköisyys. (12).

Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi voidaan suorittaa eri tarkastelutasoilla. Perinteisesti käytetään komponenttitasoa. VVA:ssa määritetään alin komponentti- tai osajärjestelmätaso, jolle vioittumiskriteerit voidaan määrittää. Siinä tietty tarkasti rajattu kokonaisuus käydään läpi komponentti komponentilta. Kokonaisuus voi olla esimerkiksi hydraulikka- tai sähköjärjestelmä tai mekaaninen kokonaisuus. VVKA voidaan suorittaa myös jollekin rajatulle kohteelle, joka sisältää useita järjestelmiä. Tässä työssä on käytetty sitä tapaa. Toinen vaihtoehto on käyttää toiminnallista VVKA:a suurten kokonaisuuksien analysointiin. Tutkimukseen sisältyy elementtien- ja järjestelmävikojen, toimintahäiriöiden, käyttörajoitusten ja suorituskyvyn huonontumisen välisten yhteyksien selvitys. (12.)



Kuva 6 VVKA:n etenemisjärjestys (13.)

6.3 Vikaantumistavat ja vikatyypit

Viat ja vioittumistavat vaikuttavat negatiivisesti järjestelmän toimintakykyyn. Kvalitatiivista eli laadullista sekä kvantitatiivista eli määrällistä analyysiä tarvitaan tutkittaessa järjestelmän luotettavuutta, turvallisuutta ja käyttövarmuutta. Kvalitatiivinen analyysi perustuu henkilöiden ammattitaitoon ja aivoriiheen. Kvantitatiivisessa analyysissä tutkitaan järjestelmää tekemällä laskelmia ja ennusteita järjestelmän suorituskyvystä sen suorittaessa tiettyä tehtävää tai pitkällä aikavälillä järjestelmän toimiessa tietyissä olosuhteissa. Suorituskykyä kuvaavia mittoja ovat toimintavarmuutta, turvallisuutta, käytettävyyttä, vioittuvuutta, keskimääräistä vikaantumisaikaa ym. ilmaisevat mitat. VVA voidaan rajoittaa laitteiden vioittumistapojen kvalitatiiviseen analyysiin, jolloin siihen ei sisälly inhimillisiä virheitä eikä ohjelmistovirheitä. (12.)

Vioittumistavalla tarkoitetaan kuvausta miten vikaantuminen tapahtuu. Tutkittavan järjestelmän kaikki mahdolliset vioittumistavat kannattaa luetteloida. Laittevalmistajien tulisi osallistua vioittumistapojen määrittelyyn. Vioittumistavat luokitellaan SFS 5438:n mukaisesti kahteen luokkaan jotka ovat yleisten vioittumistapojen luokittelu, jotka saadaan toimintavarmuuden määritelmästä (liite 3 ylempi taulukko). Käytännössä jokainen vioittumistapa voidaan luokitella kuuluvaksi yhteen tai useampaan näistä luokista. Toinen tapa on kaikkien vioittumistapojen täydellinen luokittelu, jossa voidaan kuvata minkä tahansa järjestelmän komponentin täsmällinen vioittuminen. (liite 3 alempi taulukko). (12.)

Viat voivat olla satunnaisia, toisistaan riippumattomia tai yhteisvikoja. Yhteisviolla tarkoitetaan järjestelmän komponenttien vikaantumista samalla ajanhetkellä yhteisestä syystä jonkin virheen takia. SFS 5438:n mukaan yhteisviat voidaan jakaa viiteen pääluokkaan syiden mukaan:

a) ympäristötekijät (normaalit, epänormaalit, satunnaiset)

b) suunnitteluvirheet

c) valmistusvirheet

d) kokoonpanovirheet

e) inhimilliset virheet(käytön aikana ja kunnossapidossa (12.)

Yleisesti viat jaotellaan vakaviin ja lieviin vikoihin. Vakavat viat vaikuttavat kohteen tärkeäksi arvioituun toimintoon, kun lievät eivät vaikuta kriittisiin toimintoihin. Vika voi tyypiltään olla myös oirehtiva, äkkinäinen, vähittäinen, kriittinen, piilevä tai käyttövirheestä johtuva. Oirehtivat viat ovat vaikeita tapauksia ja niiden poisto vaatii proaktiivista kunnossapitostrategioiden käyttöä. Oirehtivia vikoja on vaikea poistaa, koska ne ovat usein latentteja, seurausvaikutukset ovat pieniä, niitä esiintyy usein ja niistä raportoidaan harvoin pienuudesta johtuen. (4.)

Vikatyypit voidaan myös jaotellaan eritavalla riippuen käytetäänkö TMP vai RCM ajattelumallia. TPM:ssä jako tehdään toimintoa rajoittaviin ja toimintoja estäviin vikoihin. RCM ei jaottele vikoja ollenkaan vaan selvittää jokaisen vian aiheuttamat menetykset. Tämän jälkeen keskitytään niihin vikoihin, joiden aiheuttamat menetykset ylittävät asetetut kynnsarvot. (4.)

Vikaantumisen syytä mekaanisella tasolla ovat ympäristön aiheuttama rasitus tai toiminnallinen rasitus. Ympäristöstä komponenttiin tai laitteeseen kohdistuu rasitusta aiheuttavia lämpöä, kosteutta, iskuja, värinää, painetta ja kemikaaleja. Esimerkkinä tästä komponentin haurastuminen kuumasta ympäristöstä, jonka jälkeen satunnainen isku vaurioittaa komponentin kokonaan. Tähän voidaan vaikuttaa hyvällä laitteen suunnittelulla. (14.)

Sähköisellä tasolla kyse on yleensä ylivirrasta tai –jännitteestä. Komponentti voi vaurioitua piirin sisäisistä virroista tai jännitteistä aiheutuvista jännite- tai virtapiikeistä, staattisesta sähköstä, ylikuormituksesta tai indusoitumisesta. Esimerkkinä vaurion aiheuttajista ovat ukkonen tai ulkopuolisesta magneettikentästä johtuva induktiivisen lähestymiskytkimen toimimattomuus. (14.)

6.4 Vian aiheuttajat ja vaikutukset

Monet ajattelevat, että vikaantuminen johtuu pelkistä teknisistä seikoista, kuten laitteiston suunnitteluvirheistä tai kestämyttömyydestä. Japanilaisten TPM kehittäjien mukaan näin ei kuitenkaan ole. Heidän mukaansa vikaantuminen johtuu siitä, että laitteita ei osata käyttää kunnolla. Työt jakaantuvat laitteiden käyttäjien ja korjaajien välillä ”Minä käytän, sinä korjaat” ajattelutavan mukaisesti. Ammattitaito on syynä kun laitteen oirehtivia vikoja ei huomata ajoissa tai ne tulkitaan väärin ja ammattitaito keskittyy vain korjaamiseen. Myös suunnittelussa ei ole otettu huomioon laitteen käyttöolosuhteita tarpeeksi hyvin. Eli vikaantumattomuuteen pyrkimiseen ei päästä pelkäämään laiterakenteita tai tekniikoita muuttamalla vaan ajattelutapojen ja koulutuksen avulla. (4.)

Jokaisen oletetun vioittumistavan mahdolliset syyt tunnistetaan ja kuvaillaan vika- ja vaikutusanalyysissä. Syyt vioittumiseen spesifioidaan esiintymistodennäköisyyksiensä arvioimiseksi, seurannaisvaikutusten selvittämiseksi ja korjaustoimenpiteiden keksimiseksi. Kaikki mahdolliset syyt täytyy kuvailla, koska yhdellä vioittumistavalla voi olla useita syitä. (4.)

Kunkin oletetun vioittumistavan vaikutukset järjestelmän osan toimintaan, tehtävään tai tilaan määritetään, arvioidaan ja merkitään muistiin. Vian vaikutukset keskittyvät analysoitavan lohkokaaavion tiettyyn järjestelmän osaan. Vian vaikutus voi vaikuttaa jopa analyysin ylimmälle tasolle asti. Paikallisella vaikutuksella tarkoitetaan vioittumistavan vaikutuksia tarkasteltavana olevan järjestelmän osaan. Määrittämisen tarkoituksena on antaa perusta olemassa olevien vaihtoehtojen arvioimiselle ja korjaustoimenpiteiden miettimiselle. Oletetun vian vaikutus koko järjestelmän toimintaan arvioidaan kaikkien välitasojen analyysin avulla. Vaikutus koko järjestelmään saattaa olla moninkertaisen vian seuraus. (4.)

Komponentti	Vikatyyppi
Vastus	Suuri vastuksen arvo, piiri poikki/auki
Säätövastus	Piiri auki, huono kontakti, mekaaninen kuluminen
Kondensaattori	Piiri auki tai oikosulku
Induktanssikela	Piiri auki, oikosulku kelan johtimien välillä tai kelan kuoren ja johtimen välillä
Puolijohteet	Piiri auki tai oikosulussa
Venttiili	Ei aukea, ei sulkeudu tai jää väliasentoon
Moottori	Ei pyöri, pyörii liian hitaasti tai nopeasti
Lamppu	Ei pala tai palaa himmeästi

taulukko 3. peruskomponenttien vikatyyppejä (14.)

6.5 Laitteen luotettavuus

Kunnossapidossa laitteen luotettavuutta arvioidaan yksittäisen komponentin luotettavuuden avulla seuraavasti: komponentti voidaan todeta vialliseksi, jos jokin sille määritellyistä vakioista on rajojensa ulkopuolella (ylä- tai alarajalla) määritellyissä toimintaoloissa. Esimerkkinä tästä on sähköinen komponentti, jonka 5,6 kilo-ohmin vastus (+/-5 %) on mitattaessa 7 kilo-ohmia. Tästä voidaan päätellä, että komponentin suorituskykyä ei ole kokonaan menetetty vaan se on osittainen vika. Vastuksen ollessa ääretön kyse on täydellisestä viasta. Osittainen vika todetaan tärkeäksi vain, jos komponentti on kriittisessä paikassa. Komponentti ei toimi ollenkaan, kun kyse on täydellisestä viasta, esimerkiksi vastus on kokonaan poikki tai diodi on oikosulussa. (14.)

Laitteiden luotettavuutta ja käytettävyyttä voidaan parantaa jos tiedetään komponenttien luotettavuudet. Kun tämä on tiedossa, voidaan parantavat toimenpiteet kohdistaa suoraan kriittisimpiin komponentteihin. Näitä toimenpiteitä ovat redundanttisuuden järjestäminen tai diversiteetti. Luotettavuutta arvioitaessa tulee tietää vikavälin lisäksi vian tiheys, eli kuinka usein tapahtuma voi tapahtua. Kokonaisluotettavuuden laskennassa vika saadaan todennäköisyyden ja taajuuden tulona. Luotettavuutta voidaan seurata off-line tai online-menetelmällä. Off-line menetelmä on esimerkiksi kone-, työtunti- ja vikaraportteihin perustuva kirjanpito, jossa seurataan mittauslaitteiden vika-

määriä laitoksen valvomossa. On-line-menetelmässä tiedot kerätään kunnossapidolle suoraan prosessinohjausjärjestelmästä. (14.)

Luotettavuuden parantaminen alkaa jo suunnitteluvaiheessa ja jatkuu kunnossapidossa. Mittaus-, säätö- ja ohjauslaitteet koostuvat komponenteista, piirikorteista ja toimilaitteista. Näiden luotettavuuteen vaikuttaa henkilökunnan ammattitaito. Automaation tarve teollisuuslaitoksissa kasvaa jatkuvasti, jolloin laitteiden määrä kasvaa ja sitä myötä huollon tarve nousee. Tähän sopii sanonta ”ketju on yhtä luotettava kuin sen heikoin lenkki”. Laitteen luotettavuutta voidaan parantaa seuraavin keinoin:

- laitteen yksinkertainen suunnittelu standardien mukaan
- ylimitoitetaan toiminnot hiukan, väljät toleranssit
- huolehditaan laitteen toimintaympäristöstä ja siisteydestä
- ehkäistään kondensoituminen
- mitoitetaan mekaaniset osa oikeanmittaisiksi.
- vältetään turha tärinän aiheutus
- suunnitellaan rakenne kestäväksi häiriöitä (14.)

7 PAALAUSSLINJAN KRIITTISYYSANALYYSI

Paalauslinja on häiriöherkkä tuotantokatkoille lähinnä kuivauskone 4:n linjan tilanahauden takia. Tämän vuoksi linjan on toimittava häiriöttä. Kotimaan linjan kautta voi tuki ajaa varastoon sellupaaleja vientilinjan ollessa epäkunnossa mutta kotimaan sellulla on kysyntää vain rajallinen määrä, varsinkin jos SUN ajot ovat päällä.

Kriittisyysanalyysin teossa käytettiin hyväksi PSK 6800- standardin määrittelemää kriittisyysanalyysiä. Tarkoituksena on löytää paalaamon vientilinjan kriittisin laite pisteytysmenetelmää käyttäen. Työhön otettiin mukaan linjan kaikki laitteet kuivauskoneen arkkileikkurin jälkeen lukuun ottamatta kotimaan linjaa.

7.1 Kriittisyysanalyysin suunnittelu

Kesän 2013 keskusteluissa ylimestarin kanssa päädyttiin tekemään kriittisyysanalyysi paalauslinjalle poissulkien kotimaan linjat. Tähän lopputulokseen päädyttiin, koska

kotimaan sellun kysyntä heikkenee jatkuvasti ja kotimaanlinja on toiminut moitteettomasti koko paalauslinjan eliniän. Jatkokeskusteluissa päädyttiin PSK 6800-lomakepohjaa muokkaamaan paalauslinjalle sopivammaksi.

Kriittisyysanalyysi päädyttiin tekemään siten, että kriittisyyslomake jaettiin eri henkilöille, joilla on tietotaitoa ja kokemusta paalauslinjasta ja sen kunnonvalvonnasta. Tein selvät täyttöohjeet ja opastin, jos heräsi kysymyksiä. Lomakkeen saivat paalauslinjan käyttöhenkilö, kuivaussalin kunnossapitohenkilöt, tuotantomestari ja mekaanisen kunnossapidon päällikkö. Ryhmäpalavereja olisi ollut vaikea järjestää niin, että se olisi sopinut kaikille. Tämä johtui pääosin vuorotyöstä ja siitä, että kunnossapito on ulkoistettu Empower Oy:lle. Näistä neljästä lomakkeesta laskettiin keskiarvot varsinaiseen kriittisyyslomakkeeseen. Aikaa lomakkeen täytölle annettiin muutama päivä. Lomakkeessa käytetyt kertoimet löytyvät liitteestä 1.

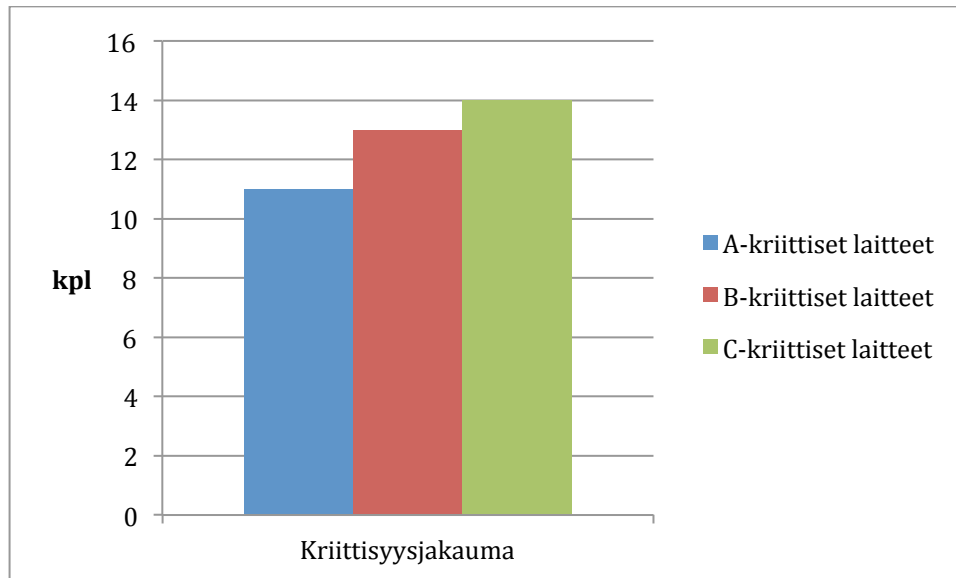
7.2 PSK-6800 kriittisyyslomake

Lomakkeen täyttö aloitettiin keräämällä paalauslinjan laitteiden positiot Stora Enso Sunilan RTD-ohjelmaa hyväksikäyttäen. Laitteiden yhteislukumääräksi muodostui 38 kappaletta. Tuotannon menetyksen painoarvokerroin W_p päätettiin pitää 100:ssa PSK 6800-standardin mukaisesti. Lomakkeen painoarvoja muutettiin ympäristön painoarvoa reilusti alentamalla ja lopputuotteen laatu- ja korjauskustannuksia lisäämällä. Paalauslinja ei aiheuta minkäänlaisia päästöjä ilmaan ja mahdolliset öljyvuodot ovat minimaalisia. Ne aiheutuvat pääosin kummastakin paalipuristimen hydraulikkakoneistosta ja hydraulikkaletkujen vuodoista lattialle. Lopputuotteen laatukustannuksen painoarvoa nostettiin, koska kyseessä on tehtaan lopputuote. Korjauskustannuserrointa nostettiin laitteiden huoltokustannusten esille nostamiseksi. Laitetason kriittisyyden tekijöistä vikaantumisvälin ja valintakriteereiden arvoja muutettiin paalauslinjalle sopivaksi. Tämän jälkeen jaoin lomakkeet ja opastin niiden täytössä. Kriittisyysanalyysi paalauslinjasta löytyy liitteestä 2.

7.3 Kriittisyysanalyysin tulokset

Keskiarvot laskettuani lomakkeeseen määritettiin kriittisyysindeksi K_n arvoksi 1500. Lomakkeen tulokset löytyvät liitteestä 2. Paalauslinjan laitteet jaettiin kolmeen luokkaan kriittisyysindeksin perusteella. A-luokka sisältää kriittisimmät laitteet, jotka saivat yli 1500 pistettä. Näitä kertyi yhteensä 11 kappaletta. Kriittisimmäksi laitteeksi

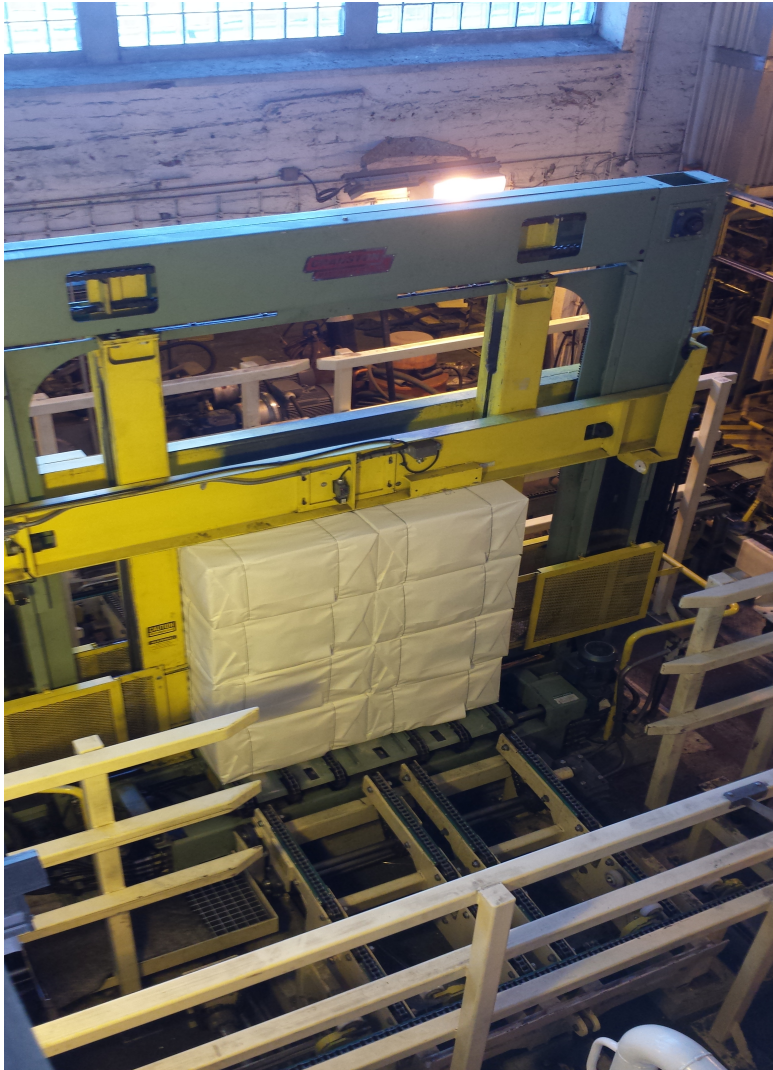
osoittautui Unitizer kriittisyysindeksillä 5000, selvällä erolla toiseksi kriittisimpään eli käärekoneeseen (3920 pistettä). Unitizerille tehdään vika- ja vaikutusanalyysi, jonka avulla vikaantumisväliä ja tiheyttä pyritään pienentämään toimivalla kunnossapito-suunnitelmalla. Näin tuotantokatkoja saadaan vähennettyä. B-kriittiset laitteet saivat 1000–1500 pistettä, näitä oli 13 kappaletta. Nämä olivat suurimmaksi osin kriittisiä linjan loppupään kuljettimia. C-kriittisiä laitteita oli 14 kappaletta ja ne saivat alle 1000 pistettä. Ne muodostuivat pääosin linjan alkupään ketjukuljettimista.



Taulukko 4 . Laitteiden kriittisyysjakauma

8 UNITIZERIN VIKA- JA VAIKUTUSANALYYSI

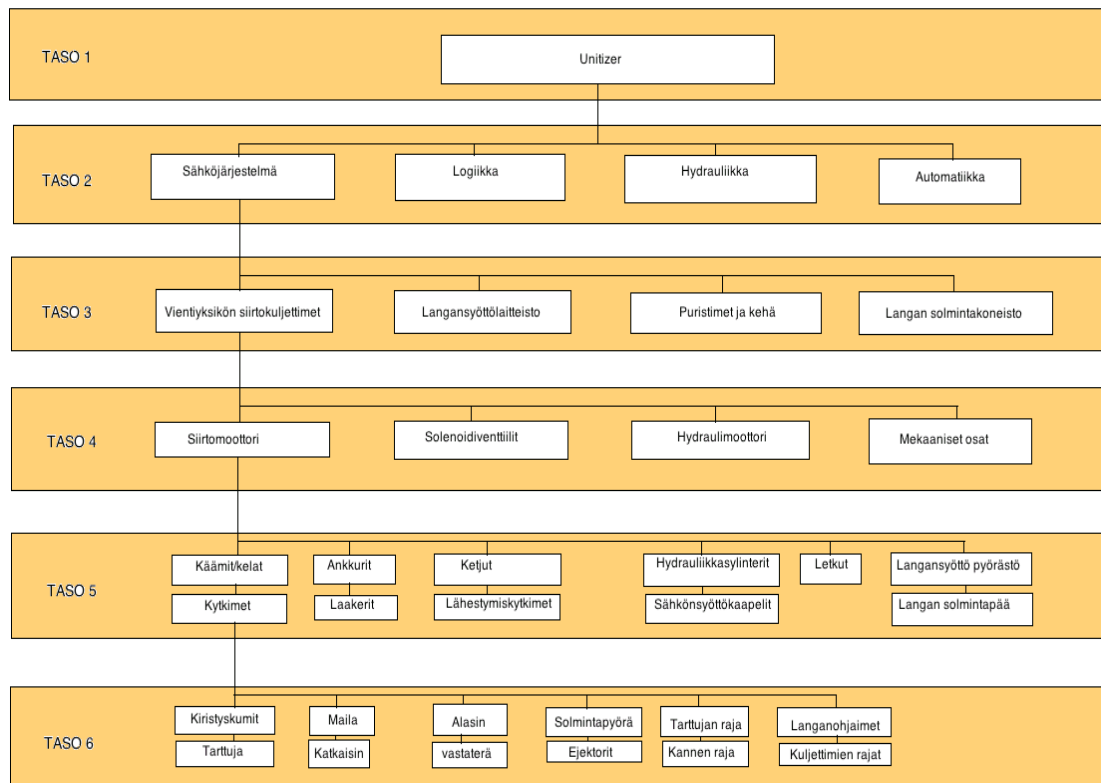
Vika- ja vaikutusanalyysi päätettiin tehdä pelkästään Unitizerille tiukan aikataulun vuoksi. Yleisemmin vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysissä VVA tehdään A-kriittisille laitteille. Unitizerin VVA päätettiin tehdä perusteellisesti tutkimalla laitteen vikamuotoja.



Kuva 7. Unitizer sitomassa vientiyksikköä

8.1 Analyysin toteutus

VVA aloitettiin etsimällä SFS 5438 standardi, jonka pohjalta työ tehtiin. Lisäksi apuna oli Cranstonin huoltokirja ja Empowerilta saatu ventiliinjan huolto- ja vikapäiväkirja laitteesta ajalta talvi 2010–kevät 2011. Lisäksi haastateltiin vuoro- ja päiväkunnossapitoa ja käyttömiehiä. Suuri aika meni Unitizerin syy-seuraussuhteiden läpikäymiseen.




Kuva 8. Unitizerin toimintatasot

Sunilassa ei ollut tietojen mukaan kertaakaan tehty VVA:ta, joten täytyi suunnitella Excel-taulukko lomakkeelle. Lomakepohja löytyi internetistä, jota muokattiin sopivaksi. Samanlaista mallia käyttävät usein laitetoimittajat. Lomakkeessa on eritelty seuraavat asiat:

- komponentti
- tehtävä
- vikatyyppe
- vian aiheuttaja ja syy
- vian vaikutus
- vian havaitsemistavat
- arvioitu MTBF (vikaantumisväli vuosissa)
- arvioitu MTTR(korjausaika tunneissa)
- toimenpide
- huolto toimenpiteen suoritusväli

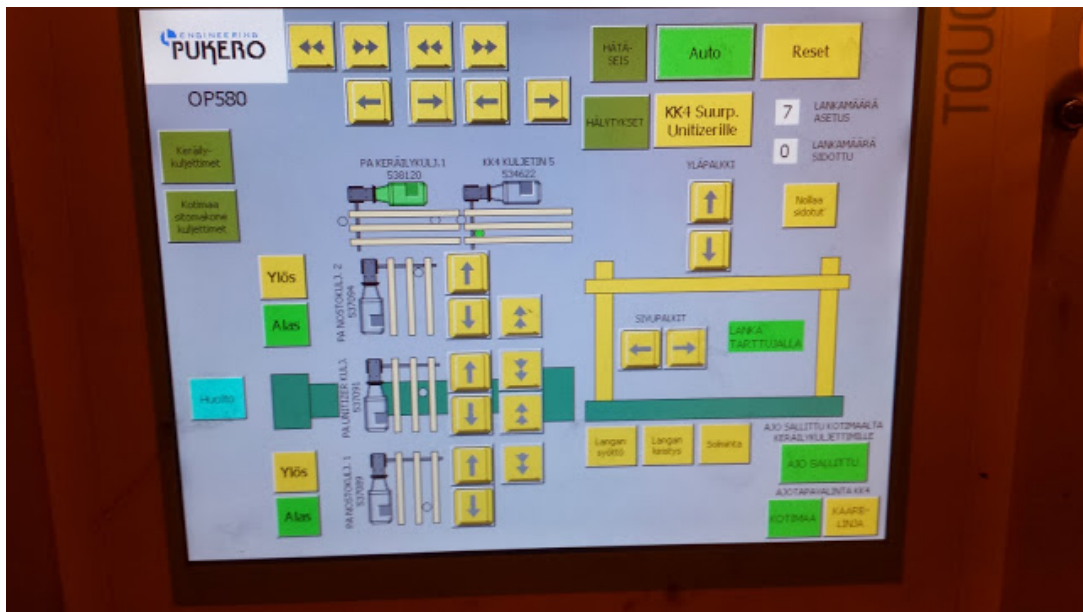
Vikaantumisväli ja arvioitu korjausaika arvioitiin kunnossapitohenkilökunnan haastattelujen kautta. Varsinkin Unitizerin kunnossapidosta oli eri näkemyksiä kunnossapitohenkilöiden kesken.

Vika, vaikutus ja kriittisyysanalyysi											
											
UNITIZER POS. 537090											
Osajärjestelmä:											
Komponentti	Tehtävä	Vikatyyppi	Vian aiheuttaja ja syy	Vian vaikutus			Vian havaitsemistavat	Arvioitu MTBF (a)	Arvioitu MTR (h)	Toimenpide	huoltotoimenpiteen suoritustavali
				Paikalliset vaikutukset	Vaikutukset koko järjestelmän toimintaan	Vaikutus prosessiin		Vikaantumisväli vuosissa	Korjausai-ka tunneissa		
Vientiyksikön siirtokuljettimet	Siirtää vientiyksikkö oikeaan kohtaan sidontaa varten	Ei liiku/avaannu tai mene kiinni	ohjaus manuaalilla	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Ei vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen			Ohjaus automaattille jos mikään sitä ei estä	Jatkuva kunnonvalvonta
			rajapöyrissä vikaa,kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta	1krt/a	0,5	Uusi rajapöyrä	Seisokissa yleensä vuoden välein

Taulukko 5. Ote Unitizerin vika- ja vaikutusanalyysilomakkeesta

8.2 Unitizerin toimintakuvaus

Cranstonin suunnittelema suurpaalisitoja Unitizer on automaattisesti toimiva hydraulinen kone, joka on suunniteltu sitomaan 2-pinoisia sellupaaleja 3 mm:n paksuisella teräslangalla. Lanka on sidottu kaksoiskierretyllä solmulla vientiyksikön alapuolelle. Yhteen yksikköön sidotaan 7 lankaa, jonka vetolujuus riittää yksikön laivan ruumaan siirtämiseksi. Unitizerin toiminnot näkyvät kosketusnäyttöpaneelissa, josta voi käsin ajaa Unitizeria.



Kuva 9. Unitizerin kosketuspaneeli

Langansyöttöyksikkö syöttää langan koneeseen ja jännittää sen vientiyksikön ympärille. Syöttöpyörät ja sitä käyttävä hydraulikkamoottori sijaitsevat lanka-akun sivulla. Hydraulikkamoottori syöttää langaa kahdella eri nopeudella ja yhdellä vetonopeudella. Vetonopeutta käytetään silloin kun lanka halutaan peruuttaa kehältä. (15.)

Lanka kulkee kehällä langanohjaimien kautta kehän ympäri solmintapään tarttujalle asti. Langanohjaimet koostuvat uritetusta levystä ja suojalevystä, jotka ohjaavat ja tukevat langaa kunnes se on kiristetty yksikön ympärille. (15.)

Lanka-akku kerää langan löysyyden pois kiristyksen aikana. Akku on suorakulmainen ja pystysuora metallinen lohko ennen syöttöpyöriä. Akku toimii eräänlaisena langan varaajana ennen kuin se syötetään sidontapähän. (15.)

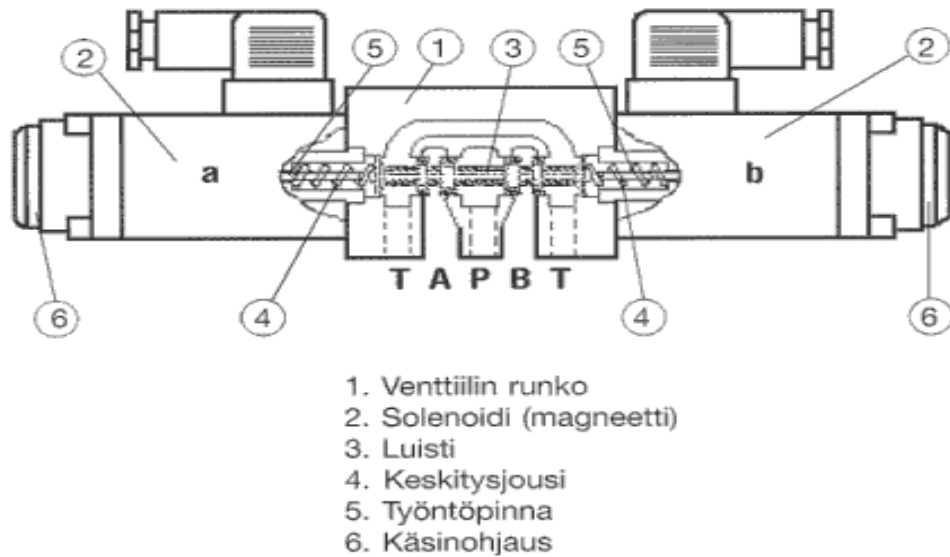
Solmintapäässä tapahtuu kaikista monimutkaisimmat toiminnot koko sidonnassa. Tarttuja on hammastettu osa, joka sijaitsee solmintapäässä vastapäätä langansyöttö puolta. Sen tehtävä on pitää langasta kiinni kunnes solmu on kokonaan tehty. Solmintapyörä sijaitsee solmintapään keskellä ja sen tehtävä on kiertää lanka solmuksi. Langan katkaisija on asennettu solmintapään varteen langansyötön loppupähän. Katkaisijan tehtävä on leikata lanka sen jälkeen, kun solmu on muodostettu. Solmintapyörän kummallakin puolella olevat ejektorit ”potkaisevat” langan pois solmintapäästä kun

solmu on tehty. Samalla avautuu solmintapään kansi ja sulkeutuu kun solmu on kiristetty yksikön ympärille. (15.)

kaksipuoliset puristimet puristavat vientiyksikön leveysuunnassa. Niissä ovat hydrauliset sylinterit, jotka on linkitetty ketju- ja hammasrataskoneistoon. Yläpuolinen puristin puristaa yksikön vertikaalisesti. Se laskeutuu yksikön päälle kahden hydraulikkasynterinin voimin. Kummatkin puristimet puristavat yksikköä niin kauan, kunnes kaikki langat ovat sidottu. Kone jatkaa langansyöttöä niin kauan, kunnes haluttu lankamäärä on saavutettu. (15.)

Nopealla langan syötöllä tarttuja avautuu. Syöttö muuttuu ajan perässä hitaalle kun langan pää saavuttaa kehän viimeisen mutkan. Syöttö loppuu kokonaan kun langan pää on mennyt solmintapään läpi ja tarttuja sulkeutuu. (15.)

Solenoidiventtiilit ohjaavat langan syöttöä. Solenoidiventtiiliä voi pitää sähköohjattuna suuntaventtiilinä, jonka sisällä siihen johdettu sähkövirta muuttuu lineaarisesti mekaaniseksi työksi, eli liikkeeksi sähkömagnetismin avulla. Solenoidi muodostuu kelan käämilangasta ja rautasydäimestä, eli ankkurista. Sähköohjatuissa suuntaventtiileissä luistia ohjaavat solenoidit, joista käytetään myös nimitystä kela tai magneetti. Solenoideja on saatavissa kaikille standardisoiduille jännitteille, käytännössä teollisuudessa käytetään yleensä 220 voltin vaihtovirtakeloja, tai 24 voltin tasavirtakeloja. Vaihtovirtakelat ovat varmatoimisia ja niillä on pitkä elinaika. Lisäksi magneettiankurissa on suuri voima. Virran kytkeytyessä kelalle tärkeää on, että kelan sisällä oleva magneettiankkuri pystyy liikkumaan koko matkan. Vetovirran aikana, eli magneettiankkurin liikkuesssa kelan sisään kasvaa sähkövirta. Kun ankkurin liike loppuu, muodostuu pitovirta, joka on 6-7 kertaa pienempi kuin vetovirta. Magneettiankkurin liike saattaa joskus jumiutua, jolloin vetovirta kasvaa vaurioittaen kela. Jumiutuminen voi johtua ruosteesta tai takeltelevastasta luistista. Tästä johtuu kelan kärehtäminen, jonka tietää pahasta hajusta. Kela ei vaurioidu heti vaan magneettiankkurilla on noin 10 sekuntia aikaa suorittaa liike loppuun asti. Unitizerin kaikki sidontatoiminnot tapahtuu solenoidiventtiilien avulla. Seuraavassa kuva solenoidiventtiilistä: (16.)



Kuva 10. Solenoidiventtiilin rakenne (16).

8.3 Unitizerin huolto

Solmintapää on huollettava 2 kertaa vuorossa ilmalla puhaltamalla ja matalaviskositeettistä voiteluöljyä ruiskuttamalla. Tämän hoitavat paalauslinjan käyttömiehet. Hydraulikkayksiköstä tarkastetaan paine, lämpötila ja öljyn pinta säännöllisin väliajoin. Öljyn paineen tulee olla 8 618 kPa ja lämpötilan alle 38 °C. Ketjukuljettimet tulee tarkastaa joka toinen kuukausi. Kevyt öljyvoitelu ketjuille riittää. 75 000 syöttökierroksen jälkeen laite tulisi tarkastaa ja säätää kokonaan. Tämä tarkoittaa n. 10 700 vientiyksikön läpimenoa Unitizerista, joka on 21 500 tonnin tuotanto. Vuorokaudessa Unitizerin läpi ajetaan n.1000 tonnia sellua, eli ajallisesti 3 viikon tuotanto. Tarkastuskohteita ovat lanka-akku, langansyöttölaitteisto, langanjohtimet ja solmintapää, lankakehä, ketjukuljettimet, puristimet, hydraulikkajärjestelmä ja sähköiset komponentit. Seuraavassa tarkempi luettelo kohteista:

Lanka-akku: pulttien kireys, lankanipun tarkastus sen ollessa akun sisällä.

Syöttölaitteisto: ruuvien ja pulttien kireys, syöttöpyörien korkeus toisiinsa nähden, ilmapuhdistus.

Langanohjain ja solminta: ohjaimien puhdistus, langanpitimien tarkastus, katkaisijan kunto ja kohdistus, solmintapyörän säätö.

Lankakehä: korvaa puuttuvat kiristyskumit.

Ketjukuljettimet: ruuvien ja pulttien kireyden tarkastus, ketjujen kireyden tarkastus, nousevien kuljettimien sylinterit ja letkuvuodot.

Puristimet: Pulttien kireys, kuljetinketjujen kireys, sylinterit, venttiilit ja letkut.

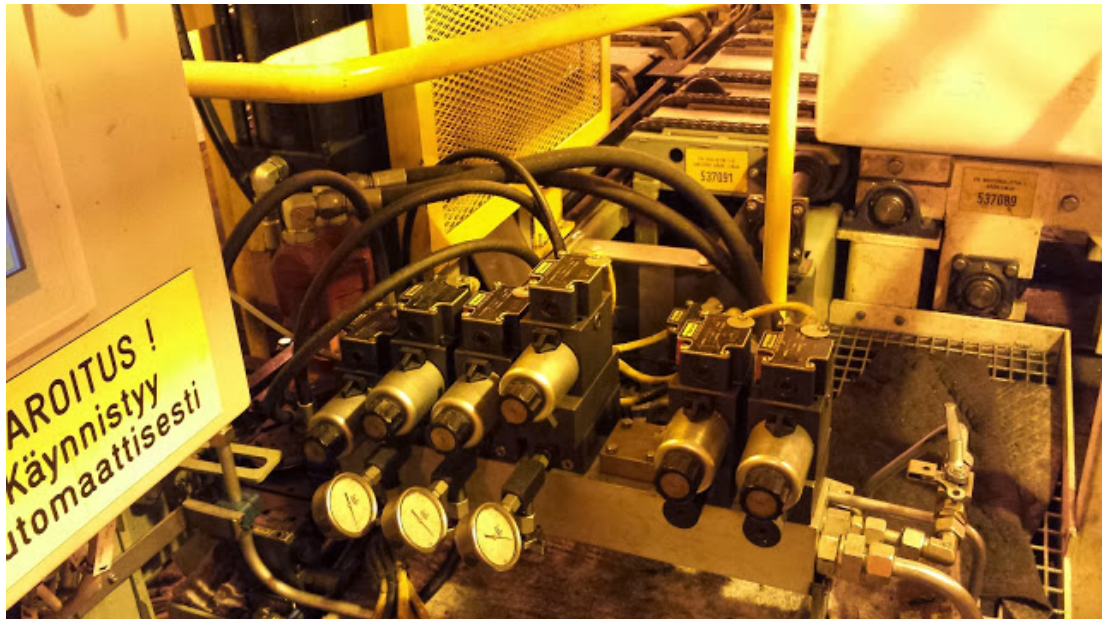
Hydrauliikkajärjestelmä: tarkasta letkut, solenoidiventtiilit ja sylinterit öljyvuotojen varalta. Varmista liittimien tiukkuus. Nopea syöttö tulee olla 850 rpm, hidas 125 rpm ja kiristysnopeus 1000 rpm.

Sähköiset komponentit: lähestymiskytkimien tarkastus, etenkin ”kansi auki raja”, kuljettimien lähestymisrajat ja kaapelien liittimien kunnon tarkastus. (15.)

8.4 Lopputulos

Toimintojen tasoa tarkasteltaessa alin taso oli 6, joka on varsin riittävä laajuus tällaiseen työhön. Unitizerissa on kuitenkin reilu 300 osaa. Tulokset näkyvät VVA lomakkeessa liitteessä 4. Useimmilla osilla tai vian aiheuttajilla vikaantumisväli oli pitkä, yli vuodesta ylöspäin. Näitä olivat solenoidiventtiilit, moottorit, sähkönsyöttö, logiikka ja hydrauliikka. Muutamalla vikaantumisväli oli todella pieni mutta niillä vioilla ei ollut vaikutusta tuotantoon tai vaikutus oli vähäinen. Tärkeimmät viat ja komponentit olivat hitaan langansyötön nopeuden säätö, kehän jousikumit ja langanohjaimet, joista aiheutui tuotantotappiota tai kotimaan linjan ajoa. Näiden syyt vikaantumiseen olivat tärinä ja kuluminen. Jousikumit löystyvät helposti langan nopean syötön seurauksena. Tämä johtaa siihen, että lanka tulee ulos kehältä siitä kohtaa, missä jousikumi on löysällä. Langanohjaimissa uralevy ja vastalevy kuluvat ja taipuvat helposti. Tästä johtuu se, että lanka syöksyy väärään paikkaan ja menee ohi tarttujasta jolloin tulee hälytys. Hitaan syötön nopeutta pystyy säätämään solenoidiventtiilistä. Se olisi kunnossapidon tehtävä, mutta jotkut paalauslinjan käyttöhenkilöt säätävät sitä mieleisekseen jos Unitizer hälyttää jatkuvasti tarttujasta. Jos syöttö on liian nopealla niin lanka pompahtaa helposti pois tarttujalta ja tekee kehän ulkopuolelle lenkin. Sitten kun vientiyksikkö tulee Unitizerille kuljetinta pitkin niin yksikkö vetää langan mukanaan ja solmintapään kansi avautuu samalla. Tästä seuraa helposti tuotantokatkos, koska vika on jatkuva, eikä valmistajan määräämää kierrosnopeutta näe venttiilistä vaan se pitää näppituntumalla säätää oikeaksi. Yleisimpiä korjattavia vikoja aiheuttavat kuluvat osat, ku-

ten tarttuvia, maila, langanohjaimet, ejektorit ja katkaisija. Kulumisen seurauksena niistä lohkeaa pala pois. Muita yleisiä syitä olivat tärinä ja lika. VVA:n tulokset löytyvät liitteestä 4.



Kuva 11. Unitizerin solenoidiventtiilit

9 UNITIZERIN ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA

Laitevalmistaja on laatinut huolto-ohjeet, joita kunnossapito on muokannut oman kokemustensa perusteella. Unitizerin huoltoa tulisi muuttaa ennakoivan kunnossapidon suuntaan, sillä tällä hetkellä kuluvia osia vaihdetaan vasta niiden rikkoontuessa tai sitten paalauslinjan viikkohuollossa epämääräisin väliajoin. Tämä aiheuttaa toistuvia häiriöitä jatkuvasti. Osia saatetaan vaihtaa käytettyihin, joka on toinen asia, jota tulisi parantaa. Myöskään kunnollista vikahistoriaa ei laitteesta löytynyt. Osien vaihtoväleistä on keskusteltu pääosin kunnossapitohenkilöiden kanssa ja ne on laadittu siltä pohjalta.

Viime aikoina eniten tuotannonmenetyksiä on aiheuttanut langan alaohjaimet, joita ei huolleta ollenkaan viikkohuollossa. Ne huolletaan pelkästään vuosihuollossa. Nämä voisi huoltaa joka toinen viikko viikkohuollon yhteydessä. Usein on vaihdettu solmin-
tapään osia, kun lanka ei ole mennyt tarttujalle asti vaikka vika on ollut langanohjaimissa. VVA:sta selvisi myös, että yleisestä laitteen puhtaudesta tulisi pitää parempaa huolta, koska langasta irronnut metallimuju aiheuttaa kulumista laitteen kom-

ponenteissa. Langansyöttöpyörästä ja solmintapää on hyvä puhdistaa ilmalla vuoron alussa ja keskivaiheilla. Solmintapään kuluvien osien tarkastus on hyvä tehdä puhdistuksen yhteydessä. Langan syöttönopeuden ja langansyöttökoneiston moottorin kytkimen tarkastukset olisi hyvä tehdä viikkohuollon yhteydessä kunnossapidon toimesta. Nämä parannukset tulisivat viikkohuoltoon mukaan. Näitä noudattamalla saadaan laitteen vikaherkkyttä pienennettyä, jolloin käyttövarmuus kasvaa ja tuotannonmenetykset pienenevät. Hydraulikka-, logiikka- ja sähkönsiirtotoiminnot ovat sen sijaan olleet varmatoimisia, joten niille riittää huollon ajaksi seisokkiväli, toisinsanoin 1 vuosi. Ennakkohuoltosuunnitelma on esitetty liitteessä 5.

Seuraavassa on esitetty huoltolista Unitizerille, jota voi hyödyntää muillakin linjan laitteilla. Se toimii päiväkirjana, josta selviää laitteelle tehdyt toimenpiteet. Kunnossapitohenkilö täyttää korjaukseen liittyvät asiat ja paalauslinjan käyttöhenkilö tuotannolliset asiat.

Päivämäärä	Koneen tunnistetiedot	Kirjaajan nimi	Huomautettavaa	Tuottavuustiedot ,tonnia	Korjaus- ja huoltoaika	Muut keskeytykset(esim. Rata poikki)	Korjauksen tai huollon kuvaus(kohde,kunnossapito työn tyyppi	Vaihdetut osat	Korjaukseen liittyvät asiat(korjaajan tai varaosan odotusaika,vianetsintään kulunut aika, aktiivinen korjausaika)
1.5.2014									
2.5.2014									
3.5.2014									
4.5.2014									
5.5.2014									
6.5.2014									
7.5.2014									
8.5.2014									
9.5.2014									
10.5.2014									
11.5.2014									
12.5.2014									
13.5.2014									
14.5.2014									
15.5.2014									
16.5.2014									
17.5.2014									
18.5.2014									
19.5.2014									
20.5.2014									
21.5.2014									
22.5.2014									
23.5.2014									
24.5.2014									
25.5.2014									
26.5.2014									
27.5.2014									
28.5.2014									
29.5.2014									
30.5.2014									
31.5.2014									

Taulukko 6. Laitteen huoltolista

10 YHTEENVETO

Tämän insinööri työn tarkoituksena oli tehdä kriittisyysanalyysi sellutehtaan paalauslinjalle. Lisäksi linjan kriittisimmälle laitteelle tehtiin vika- ja vaikutusanalyysi, jossa tuotiin esille laitteiston vikoja ja laadittiin ennakkohuoltosuunnitelma VVA:n pohjalta. Työn aihealue oli mielenkiintoinen, mutta myös haastava ja aikaa vievä. Työssä selvitettiin myös kriittisimmän laitteen huollon nykytilaa, johon pyrittiin löytämään parannuksia tuotantokatkojen vähentämiseksi. Tehtaalla pidetään kuivaussalissa kuivauskoneiden katkottomuutta paalauslinjaa tärkeämpänä eikä monellakaan ole tietoa paalauslinjan vikaantumisesta tai häiriöistä.

Insinööri työhön löytyi selvät ohjeet standardien kautta, sen sijaan sopivan lähdemateriaalin saaminen oli hankalaa. Insinööri työ tehtiin tuotannollisen työn lomassa, joten kokeneet prosessi- ja kunnossapitohenkilöt olivat aina lähellä kun tietoa tarvitsi. Tosin tällaisessa työssä käytettyjä ryhmäpalavereja ei voitu järjestää eri työaikamuodoista ja tuotannollisista syistä johtuen. Työtä helpotti myös suuresti se, että olin ollut samalla osastolla töissä muutaman kesän, mihin aihe liittyi. Työn teoriaosuuden kirjoittamisen aloitin ensimmäiseksi ja sen loppupuolella aloin tekemään kriittisyysanalyysiä.

Kriittisyysanalyysillä arvioitiin linjan kriittisimmät laitteet vikaantumisvälin, turvallisuuden, ympäristön, tuotannonmenetyksen, lopputuotteen laatukustannusten ja korjattavuuden perusteella. Tuloksia voidaan pitää luotettavina ja laitteiston kriittisyysjakaumaa linjalle tyypillisenä. Vika- ja vaikutusanalyysin perusteella pyrittiin nostamaan esille laitetta vaivanneita vikoja ja pienentämään vikaherkkyttä. VVA:sta saatuja tuloksia pyritään käyttämään hyväksi laitteen huolto-ohjelmassa ja uskon, että siitä on apua kunnossapidolle ja häiriöiden vähenemiselle.

Hieman ristiriitaa työn etenemiselle toi se, että työ tehtiin Stora Enso Oyj:lle kun kunnossapidosta vastasi Empower Oy. Sain kumminkin riittävät tiedot työhön Empowerilta, vaikka siinä aikaa kestikin. Kuitenkaan esimerkiksi kunnossapito-ohjelmistoon en päässyt tutustumaan tämän takia ja tietoja huolto-ohjelman muutoksista ei ainakaan tähän mennessä ole päässyt päivittämään ohjelmaan.

Tällä hetkellä paalauslinjan kunnossapidosta vastaa kaksi kuivaussalin päivähenkilöä aamuvuoroissa ja ilta- ja yövuorossa vuoron mekaaninen ja sähköpuolen kunnossapitohenkilö. Päivävuoron henkilöt vastaavat linjan ennakkohuollosta ja viikoittaisesta

huoltotunnista. Pidän tätä ihan toimivana, koska päivävuoron henkilöt tuntevat linjan paremmin kuin kukaan muu tehtaalla ja tulevat ylitöihin tarvittaessa tiukan paikan tul-
len. Tosin tulevaisuudessa tehtaan prosessihenkilöillä voi olla suurempi rooli pienissä
kunnossapitotöissä, jos esimerkiksi kunnossapitohenkilöstöä vähennetään. Useat heis-
tä ovat jo seuraamassa kunnossapitotehtäviä, mikä on hyvä merkki.

Taloudellisesti tästä työstä parin vuoden jälkeen saatavaa mahdollista hyötyä on vai-
kea arvioida sellun hinnan suhdannevaihtelujen takia. Myöskään sellulle asetettu pix-
hinta ei ole lähellekään sitä, jolla kauppaa käydään. Hintojen vaihtelu on rajua kuu-
kausittain johtuen toimituskohteista, jotka taas riippuvat asiakas- ja kaupankäyntityy-
pistä sekä yleisestä markkinatilanteesta. Tällä hetkellä yleisesti liikutaan noin 550 €/t
alueella. (17.) Kun vuorokaudessa tuotetaan keskimäärin 1000 tonnia sellua, niin se
vastaa 550 000 euron vuorokausituotantoa kuivauskoneilla. Unitizerilla keskimääräi-
nen korjausaika tyypillisimmille häiriöille on 0,5 tuntia, joka vastaa 11 500 euron tuo-
tannonmenetystä. Tässä pitää taas ottaa huomioon, että voidaan ajaa kotimaan linjan
läpi sellua suomalaisille asiakkaille.

Toivon, että tämä työ selventää paalauslinjan laitteiden toimintaa, vikaantumista ja
huollon tarvetta Sunilan tehtaan henkilöstön osalta. Mielestäni työstä on hyötyä paa-
lauslinjan kunnossapidon kehittämisessä esimerkiksi virtaviivaistetun RCM- prosessin
osana.

LÄHTEET

1. SE Sunilan sisäinen tietokanta intranet. 02.10.2013 [ei saatavissa].
2. Huhtinen, M.2008. Voimalaitostekniikka.Opetushallitus.
3. Seppälä, M. J. 2002. Paperimassan valmistus. Opetushallitus.
4. Järviö, J. 2006. Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 10. 3. uudistettu painos. Kunnossapitoyhdistys ry.
5. Knaappila, H. 2012. Opinnäytetyö, 5S-menetelmän käyttöönotto: Schenker Cargo Oy/Lahden terminaali, Lahden ammattikorkeakoulu. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201203123272> [viitattu 12.11.2013].
6. PSK 6800 Standardisointi. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. PSK Standardisointiyhdistys ry, Saatavissa <http://www.psk-standardisointi.fi> [viitattu 15.12.2013].
7. PSK 6201 Kunnossapito. 2003. Käsitteet ja Määritelmät, 3. painos, Suomen Standardisoimisliitto. Saatavissa <http://www.psk-standardisointi.fi> [viitattu 15.12.2013].
8. Kunnossapidon seurannan tunnusluvut. Opetushallitus.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_3-4_kunnossapidon_seurannan_tunnusluvut.html [Viitattu 20.01.2014].
9. Henkilökohtaiset haastattelut. Sunilan käyttö- ja kunnossapitohenkilökunta.
5.11.2013-28.02.2014
10. Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito, käsikirja. Kunnossapitoyhdistys Promaint. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 13. 1. Painos. KP-Media.
11. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)- Vika- ja vaikutusanalyysi teoria.
<http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/fmea/> [Viitattu 30.12.2013].
12. SFS 5438 Standardi. Järjestelmän luotettavuuden analysointimenetelmät (VVA). Suomen Standardisoimisliitto, 1988 Saatavissa <sales.sfs.fi> [viitattu 12.1.2014].

13. Välisalo, T. Rouhiainen, V. Vtt tiedotteita luotettavuusjohtaminen työkoneteollisuudessa. Espoo 2000. Vtt automaatio.
14. Koneautomaation luotettavuus. Opetushallitus
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/luotettavuus.html>. [Viitattu 24.2.2014]
15. Unitizer maintenance manual. Laitevalmistaja Cranston. 2008. [Ei saatavissa].
16. Solenoidiventtiilit. <https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/8.+Venttiilit>. Viitattu 24.2.2014
17. SE Sunilan varastopäällikkö. Petri Ojala. Sähköpostihaastattelu.11.03.2014

Vikaantumisvälikertoimet (1-8)

p1= pitkä väli, yli 3 vuotta

p2= pitkäkö väli, 1-3 vuotta

p4= lyhyehkö väli, 3 kuukautta-1 vuosi

p8= lyhyt väli 0-3 kuukautta

Turvallisuuskertoimet (0-16)

M_s 0= ei turvallisuusriskiä

M_s 2= vähäinen turvallisuusriski

M_s 4= kohtalainen turvallisuusriski

M_s 8= merkittävä turvallisuusriski

M_s 16= vakava turvallisuusriski

Ympäristökertoimet (0-16)

M_e 0= ei ympäristöriskiä

M_e 2= vähäinen ympäristöriskiriski

M_e 4= kohtalainen ympäristöriski

M_e 8= merkittävä ympäristöriski

M_e 16= vakava ympäristöriski

Tuotannon menetyskertoimet (0-4)

M_p 0= laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastoille

M_p 1= laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston alle 0,5 tunniksi

M_p 2= laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston alle tunniksi

$M_p 3$ = laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston 1-3 tunniksi

$M_p 4$ = laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston yli 3 tunniksi

Lopputuotteen laatukustannuskertoimet (0-4)

$M_q 0$ = laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia

$M_q 1$ = laitteen toimimattomuus aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat 0,5 tunnin tuotannonmenetystä

$M_q 2$ = laitteen toimimattomuus aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat alle tunnin tuotannonmenetystä

$M_q 3$ = laitteen toimimattomuus aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat 1-3 tunnin tuotannonmenetystä

$M_q 4$ = laitteen toimimattomuus aiheuttaa laatukustannuksia, jotka vastaavat yli 3 tunnin tuotannonmenetystä

Korjauskustannuskertoimet (0-4)

$M_r 0$ = korjauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin

$M_r 1$ = vähäiset korjauskustannukset, jotka vastaavat alle puolen tunnin tuotannonmenetystä

$M_r 2$ = keskinkertaiset korjauskustannukset, jotka vastaavat alle tunnin tuotannonmenetystä

$M_r 3$ = korkeahkot korjauskustannukset, jotka vastaavat 1-3 tunnin tuotannonmenetystä

$M_r 4$ = korkeat korjauskustannukset, jotka vastaavat yli 3 tunnin tuotannonmenetystä

Laitos: Stora Enso Oyj Sumila
Kriittisyysluokittelun kohde: paalauslinja

Tekijät

Versio

Päiväys 30.11.13

Tuotannon menetyksen painoarvo- ja Kp
Kriittisyyden raja-arvo

1500

100

Toimintopaikan tunnistus	Toimintopaikan nimi	Vikaantumisväli (1...8)	Turvallisuus (0...16)	Ympäristö 0...16	Tuotannon menetykset (0...4)	Lopputuotteen laatu (0...4)	Korjattavuus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit			
									Ks	Ke	Kp	Kr
		Painoarvot W ->	30	5	100	35	30	K	Ks	Ke	Kp	Kr
536 311	kk6 pex	8	1	1	0	2	1	1080	240	40	0	560
536 341	paalupuristin kk6	3	6	5	4	3	3	2400	540	75	1200	270
536 343	paalukuljetin	2	3	1	3	2	1	980	180	10	600	140
536 349	kääntökuljetin	2	5	1	1	2	1	710	300	10	200	140
536 350	paalukuljetin kääntö	2	2	1	1	3	1	600	120	10	200	210
537 010	paalukuljetin 2 kääntö	2	2	1	1	3	1	600	120	10	200	210
534 606	kääntökuljetin kääntökoneelle	6	6	1	1	3	3	2880	1080	30	600	630
534 606	kk4 pex	3	1	1	0	2	1	1080	240	40	0	560
534 550	paalupuristin kk4	8	6	5	4	2	1	2115	540	75	1200	210
534 635	siirtokuljetin	3	2	1	2	3	1	1200	180	15	600	315
534 636	paalukuljetin kääntö	2	2	1	1	3	1	600	120	10	200	210
534 638	paalukuljetin 2 kääntö	2	2	1	1	3	1	600	120	10	200	210
537 020	paalukuljetin 3 kääntö	2	2	1	1	3	1	600	120	10	200	210
537 030	kääntökone	8	7	3	1	3	2	3920	1680	120	800	840
537 021	kääntökone leimain	4	3	2	0	2	1	800	360	40	0	280
537 040	kuljetin 1 kääntö	4	2	1	1	3	2	1320	240	20	400	420
537 051	sitoja 1	8	7	2	1	3	2	3880	1680	80	800	840
537 071	viikkain	6	7	4	1	3	2	2970	1260	120	600	630
537 070	sitoja 2	5	5	4	1	3	1	2025	750	100	500	525
537 080	vientilatoja	5	5	2	1	3	1	1975	750	50	500	525
537 083	kääntökuljetin unitizerille	5	5	2	1	3	1	1975	750	50	500	525
537 089	kuljetin unitizerille	4	2	2	1	3	1	1220	240	40	400	420
537 091	unitizerin nostokuljetin	4	2	2	1	3	1	1220	240	40	400	420
537 090	unitizer	8	8	4	2	3	2	5000	1920	160	1600	840
537 094	unitizerin nostokuljetin 2	4	2	2	1	3	1	1220	240	40	400	420
538 120	keräilykuljetin	2	3	1	1	2	1	590	180	10	200	140
538 122	keräilykuljetin 2	2	2	2	2	2	1	740	120	20	400	140
536 355	kk6 keräilykuljetin 1	2	3	1	1	2	1	590	180	10	200	140
536 357	kk6 keräilykuljetin 2 kääntö	2	3	1	1	2	1	590	180	10	200	140
534 629	kk4 keräilykuljetin 1	2	2	1	2	1	1	660	120	10	400	70
534 630	kk4 keräilykuljetin 2	2	2	1	2	1	1	660	120	10	400	70
530 002	risteilykuljetin kääntö	2	5	1	3	3	2	1240	300	10	600	210
538 003	kuljetin 1 hissien	2	5	1	4	3	1	1380	300	10	800	210
538 004	kääntökuljetin hissien	2	5	1	4	3	1	1380	300	10	800	210
538 005	kuljetin 2 hissien	2	2	1	4	3	1	1200	120	10	800	210
538 006	kuljetin 3 hissien	2	2	1	4	3	2	1260	120	10	800	210
538 007	pystykuljetin (hissi)	2	3	2	4	3	3	1390	180	20	800	210

1.	Ennenaikainen toiminta
2	Puuttuva toiminto määritellyllä ajanhetkellä
3	Virhe toiminnan keskeyttämisessä määritellyllä ajanhetkellä
4	Vika käytön aikana

1	Rakenteellinen vika (murtuma)
2	Mekaaninen tukkeutuminen tai juuttuminen
3	Värähtely
4	Ei jää paikalleen (asentoonsa)
5	Ei avaudu
6	Ei sulkeudu
7	Jää auki virheellisesti
8	Jää kiinni virheellisesti
9	Sisäinen vuoto
10	Ulkoinen vuoto
11	Arvot yli sallitun rajan
12	Arvot alle sallitun rajan
13	Virheellinen toiminta
14	Katkonainen toiminta
15	Harhatoiminto
16	Väärä osoitus
17	Rajoitettu virtaus
18	Virheellinen käynnistys
19	Ei pysähdy
20	Ei käynnisty
21	Ei kytke
22	Ennenaikainen toiminta
23	Myöhästynyt toiminta
24	Väärä tuloarvo (liian suuri)
25	Väärä tuloarvo (liian pieni)
26	Väärä lähtöarvo (liian suuri)
27	Väärä lähtöarvo (liian pieni)
28	Tulosuureen puuttuminen
29	Lähtösuureen puuttuminen
30	Oikosulku (sähköinen)
31	Piiri auki (sähköinen)
32	Vuotovirta (sähköinen)
33	Muut ainutlaatuiset vioittumisolosuhteet, jotka voivat esiintyä järjestelmässä ottaen huomioon sen ominaispiirteet, vaatimukset ja käyttörajoitukset.

Vika, vaikutus ja kriittisyysanalyysi

Stora Enso



UNITIZER POS. 537090

Osajärjestelmä:

Komponentti	Tehtävä	Vikatyyppi	Vian aiheuttaja ja syy	Vian vaikutus			Vian havaitsemistavat	Arvioitu MTBF (a)	Arvioitu MTTR (h)	Toimenpide	huoltotoimenpiteen suoritusväli
				Paikalliset vaikutukset	Vaikutukset koko järjestelmän toimintaan	Vaikutus prosessiin					
Vientiyksikön siirtokuljettimet	Siirtää vientiyksikkö oikeaan kohtaan sidontaa varten	Ei liiku/avaannu tai mene kiinni	ohjaus manuaalilla	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Ei vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen			Ohjaus automaatile jos mikään sitä ei estä	jatkuva kunnonvalvonta
			rajapyörissä vikaa,kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta	1krt/a	0,5	Uusi rajapyörä	Seisokissa yleensä vuoden välein
			sivupuristimet ei kokonaan auki	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Ei vaikutusta	Tarkastukset			Avaa puristimet kokonaan	jatkuva kunnonvalvonta
			solenoidi ei saa virtaa,käämi kärehtänyt	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/20a	8	Tarkasta käämin virta solenoidille	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Kuljettimen induktiorajassa vika,tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen,mit-taukset	1krt/a	0,5	Tarkasta ja puhdista raja	1 viikon välein
			Sivupuristimien lähestymisrajassa vika,tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen,mit-taukset	1krt/a	0,5	Tarkasta sivupuristimien avaantumisraja	1 viikon välein
			Yksikkö ei kuljettimen rajan päällä(Nouseva kuljetin)	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Ei vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen			Siirrä yksikkö pois Unitizerilta	jatkuva kunnonvalvonta
			Kuljettimen siirtomoottori rikki, voitelu/ laakerivika, käämitys ,kytkin	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta, tarkastukset	1krt/10a	8	Vaihda moottori	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Sähkönsiirtokaapelit poikki,tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen,mit-taukset	1krt/a	4	Paikanna vika ja vaihda kaapeli	Seisokissa yleensä vuoden välein

Langan syöttölaitteisto	Syöttää lanka kerältä kehän läpi tarttujalle asti	Ei syötä lankaa	solmintapään kansi ei ole kiinni,lika	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Ei vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen	200krt/a	0,1	Tarkasta ja poista langan pätkät solmintapään kannen alta	2 krt/vuoro
			lyhyitä langanpätkiä solmintapäässä tai kehällä,lika/huono leikkaus	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Mahdollinen Tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen	200krt/a	0,1	Poista langanpätkät	2 krt/vuoro
			valintakytkin ei ole asetettu oikein	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Ei vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen			Tarkasta ja aseta	jatkuva kunnonvalvonta
			pumpun paine liian alhainen, hydrauliiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/5a	1	Tarkasta paine, oikea arvo 8,6 Mpa	Seisokissa yleensä vuoden välein
			"kansi auki" raja ei toimi, solenoidit eivät saa virtaa,käämi kärehtänyt	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/20a	8	Tarkasta ja korjaa rajan toiminta ja sähköiset liitännät jos tarpeen	Seisokissa yleensä vuoden välein
			hitaan tai nopean syötön solenoidit palaneet,käämi kärehtänyt	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/20a	8	Korjaa käämit	Seisokissa yleensä vuoden välein
			lanka pompannut pois syöttöpyöriltä,kiristys rissa,urasyvyys	Syöttö katkonaista,syntyy lankamujua	Sidonta ei onnistu joka kerta	Mahdollinen Tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen	100krt/a	0,1	Siirrä lanka uriin,tarkasta uran syvyys, linjaus ja kiristys	jatkuva kunnonvalvonta
			häkki jumissa/sumpussa	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Mahdollinen tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen	200krt/a	0,1	Korjaa sumpu	jatkuva kunnonvalvonta
			katkaisijan varsi ei ole oikeassa asennossa,rasitus	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen, kunnonvalvonta	2krt/v	0,5	Tarkasta asento ja muuta jos tarpeellista. Seuraa seuraava	1 viikon välein
			"lanka lopussa" sensori auki,tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	2krt/v	0,5	Tarkasta että lanka kulkee sensorin sivusta	Seisokissa yleensä vuoden välein

		Ei syötä lankaa uudestaan	lanka sumpussa häkissä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Mahdollinen Tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen	200krt/a	0,1	Korjaa sumpu, tarkasta kumiletkujen määrä häkissä	jatkua kunnonvalvonta
			lanka pompannut pois syöttöpyöriltä, kiristys rissa, urasyvyys	Syöttö katkonaista, syntyy lankamujua	Sidonta ei onnistu	Mahdollinen Tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen, kunnonvalvonta	100krt/a	0,1	Siirrä lanka uriin, tarkasta uran syvyys ja linjaus	jatkua kunnonvalvonta
			aikarajoissa vilkaa; jos langansyöttöaika asetettu liian lyhyeksi niin koneisto ei	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Tarkastukset, mittaukset			Resetoi aika	Seisokissa yleensä vuoden välein
			kehällä tai langanohjaimissa on tukos, lika/kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	200krt/a	1	Tarkasta ja puhdist	2 viikon välein
			Langanohjaimet säätörajojen ulkopuolella, lika/kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta	200krt/a	1	Tarkasta ja korjaa	2 viikon välein
			Katkaisija vioittunut: taivuttaa langan, kuluminen	Unitizer pysähtee silloin tällöin	Sidonta ei onnistu joka kerta	Mahdollinen tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen, kunnonvalvonta	2krt/v	0,5	Tarkasta katkaisimen kunto	1 viikon välein
		Syöttää liikaa lankaa	Kehän liuskalevyjen jouset ei tarpeeksi tiukalla: tulee ulos kehältä, tärinä	Unitizer pysähtee silloin tällöin	Sidonta ei onnistu joka kerta	Mahdollinen tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen, tarkastukset	6krt/a	0,25	Tiukkaa ja korjaa	1 viikon välein
			Hidas syöttö liian nopealla: lanka karkaa	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	200krt/a	0,01	Tarkasta syöttönopeus ja korjaa tarvittaessa	1 krt/vuoro
			Tarttujan raja epäkunnossa, kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	2krt/v	0,75	Tarkasta rajan toiminta ja korjaa tarvittaessa	1 viikon välein

	Ei syötä nopealla syötöllä	Hitaan tai nopean syötön solenoidit vioittuneet, käämi kärehtänyt	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/20a	8	Tarkasta ja korjaa käämit	
		pumpun paine liian alhainen, hydrauliiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta, mittaukset	1krt/5a	1	Tarkasta paine, oikea arvo 8,6 Mpa	1 viikon välein
	Ei syötä hitaalla syötöllä	Nopean syötön solenoidi ei saa virtaa: venttiilin paine ei muutu, käämi	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Tarkastukset	1krt/20a	8	Tarkasta ja korjaa käämit	Seisokissa yleensä vuoden välein
		Pumpun paine liian alhainen, hydrauliiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta, mittaukset	1krt/5a	1	Tarkasta paine, oikea arvo 8,6 Mpa	Seisokissa yleensä vuoden välein
	Kone ei toimi automaattilla	Valinta asetettu manuaalille, logiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Ei vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen			Laita kone automaattille	
		Kuljettimen kytkimen jousi poikki, väsyminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta, tarkastukset	1krt/5a	1	Korjaa jousi	Seisokissa yleensä vuoden välein
		Väärät aikarajat, logiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset			Tarkasta ensimmäisen langan aika-asetus, tarkasta	Seisokissa yleensä vuoden välein

Puristimet ja kehä	Puristaa vientiyksikkö tiiviiksi nipuksi, kuljettaa lanka	Lanka ei kiristy	Lanka ei tarttujalla asti, kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Mahdollinen tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen			Vedä lanka ulos kehältä ja syötä uudestaan	2 krt/vuoro
			Kuljettimen lukitus estää kiristyksen, logiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta			Katso kytkentäkaaviosta	
			Kiristysaika umpeutunut, logiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset			Korjaa kiristysaika	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Tarttuja pitää kiinni molemmista langoista, kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	0,5	Tarkasta tarttuja, pysäytys ja langanohjaimet	1 viikon välein
			Stripperilevyt kehällä asetettu liian tiukalle, mekaaninen	Unitizer pysähtee silloin tällöin, syntyy metallimujua	Sidonta ei onnistu joka kerta	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	6krt/a	0,25	Säädä uudestaan	1 viikon välein
			Kiristyksen solenoidi epäkunnossa, käämi kärehtänyt	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/20a	8	Tarkasta käämi, puhdista tai korjaa	
			Sitojan öljy loppunut annostelusäiliöstä	Unitizer pysähtee silloin tällöin	Kiristys ei onnistu joka kerta	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	365/a	0,01	Lisää öljyä säiliöön	1 krt/vrk
		Yläpuristin ei nouse tai laske	Puristin ei ole vaakatasossa, mekaaninen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/5a	1	Tarkasta ketjujen kireys- Tarkasta kytkentäkaavio	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Järjestelmän paine on alhainen, hydraulikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta, mittaukset	1krt/5a	1	Tarkasta paine, oikea arvo 6,8 Mpa	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Solenoidiventtiilissä vikaa, käämi kärehtänyt	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/20a	8	Tarkasta onko venttiilissä likaa, tarkasta onko käämissä virtaa ja	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Yläpalkin lähestymisrajassa vikaa, tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen, mittaukset	1krt/a	0,5	Tarkasta raja ja korjaa arvittaessa	1 krt/vk
			Ketjut poikki, mekaaninen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	8	Vaihda ketju	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Sähkönsitopiuha poikki, tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	4	Paikanna vika ja vaihda kaapeli	Seisokissa yleensä vuoden välein

		Sivupuristimet ei avaannu	Ketjut poikki,mekaaninen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	8	Vaihda ketjut	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Sivupalkit ei ole linjassa,mekaaninen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	0,25	Tarkasta ketjujen kireys- Tarkasta kytkentäkaavio	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Järjestelmän paine alhainen,hydrauliikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Tarkastukset, mittaukset	1krt/5a	1	Tarkasta paine, oikea arvo 6,8 Mpa	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Solenoidiventtiili viallinen,käämi kärähtänyt	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/20a	8	Tarkasta onko venttiilissä likaa, tarkasta onko käämissä virtaa ja	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Sähkösiirtopiuha poikki,tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	4	Paikanna vika ja vaihda kaapeli	
Langan solmintakoneisto	Pysäyttää, solmia, leikata lanka ja potkaista se ulos solmintapäästä	Solmintapyörä ei toimi normaalisti/autom aatilla	Solmintapyörän välissä langan pätkä tai metallimujua,lika,huo no leikkaus	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Mahdollinen tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen	1/vuoro		Poista langanpätkä ja puhdistaa ilmalla	2 krt/vuoro
			Solenoidin solmintapaine väärä,hydrauliikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/a	0,5	Tarkasta paine, oikea arvo 1Mpa	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Kiristysajan raja viallinen tai asetettu väärin,logiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta, mittaukset	1krt/a	0,5	Korjaa aikaraja ja tarkasta langan kunto	1 krt/vk
			"Solminta valmis" raja viallinen,logiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Tarkastukset	1krt/a	0,5	Tarkasta raja, katkaisijan varsi ja langan kunto	1 krt/vk
			Sylinteri vuotaa öljyä,mekaaninen	Unitizer saattaa pysähdellä	Sidonta ei onnistu	Ei välttämättä vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	1	Tarkasta vuoto ja korjaa vuoto kohta	Seisokissa yleensä vuoden välein

		Lanka ei saavuta tarttujaa	Langanohjaimet ei ole kohdistettu oikein	Unitizer pysähtelee silloin tällöin, syntyy lankamujua	Sidonta ei onnistu joka kerta	Mahdollinen tuotantokatko	Kunnonvalvonta, aistinvarainen havaitseminen	6krt/a	1	Kohdista uudestaan, tarkasta kiristysruuvit ja	2 viikon välein
			Katkaisimen terä huono, kuluminen	Unitizer pysähtelee silloin tällöin, syntyy lankamujua	Sidonta ei onnistu joka kerta	Mahdollinen tuotantokatko	Kunnonvalvonta, aistinvarainen havaitseminen	6krt/a	0,5	Tarkasta langan pää ja katkaisija, leikkaa langan pää	1 krt/vk
			Aikaraja säädetty väärin, logiikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset			Tarkasta aikaraja	Seisokissa yleensä vuoden välein
		Ejektorit ei potkaise solmua ulos solmintapäästä	Ejektorien varret poikki, mekaaninen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	1	Vaihda tarvittaessa	1 krt/vk
			Kiristys tai solminta ei toimi	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	50krt/a	0,5	Katso kohdat "kiristys" ja "solmintapyörä"	1 krt/vk
			Hydrauliikan lämpötila, paine tai pinnankorkeus väärä, hydrauliikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Tarkastukset, kunnonvalvonta	1krt/5a	1	Lämpötilan ei tulisi nousta yli 38°C, paineen tulisi olla 8,6Mpa. Tarkasta	Seisokissa yleensä vuoden välein
			katkaisija vioittunut, kuluminen	Unitizer pysähtelee silloin tällöin, syntyy lankamujua	Sidonta ei onnistu joka kerta	Mahdollinen tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen	6krt/a	0,5	Käänä katkaisijaa 180 astetta tai vaihda kokonaan	1 krt/vk
		Katkaisija toimii mutta ei leikkaa lankaa	Katkaisijan terästä pala irti, mekaaninen	Unitizer pysähtelee silloin tällöin	Sidonta ei onnistu joka kerta	Mahdollinen tuotantokatko	Aistinvarainen havaitseminen	3krt/a	0,5	Käänä katkaisijaa 180 astetta tai vaihda kokonaan	1 krt/vk
			Alasin vioittunut, mekaaninen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	2krt/v	0,5	Vaihda alasin	1 krt/vk

		Katkaisija ei toimi	Jousi on poikki,väsyminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/a	0,25	Vaihda jousi	1 krt/vk
			Pultit ovat löysällä,tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	12krt/a	0,25	Kiristä pultit	1 krt/vk
			Katkaisija väärin säädetty,mekaaninen	Unitizer pysähtee silloin tällöin	Ei katkaise lankaa joka kerta	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta, aistinvarainen havaitseminen			Säädä oikein	1 krt/vk
		Tarttuja ei saata otetta langasta	Tarttujan päästä pala lohjennut,kuluminen	Unitizer pysähtee silloin tällöin	Sidonta ei onnistu joka kerta	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	2krt/a	0,5	Vaihda tarttuja	1 krt/vk
			tarttujan pultit löysällä,tärinä	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	2krt/v	0,25	Kiristä pultit	1 krt/vk
			tarttujan pultti poikki,kuluminen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	2krt/v	0,5	Vaihda pultti	1 krt/vk
			Tarttujan raja ei toimi/sulje tarttujaa,lika	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Kunnonvalvonta	2krt/v	0,5	Tarkasta toiminta ja sähkökytkennät	1 krt/vk
			Sylinterin paine liian alhainen,hydrauliikka	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Mittaukset	1krt/5a	0,25	Tarkasta paine, oikea arvo 6,8 Mpa	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Tarttuja väärässä korkeudessa,mekaaninen	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	2krt/v	0,5	Tarkasta tarttujan korkeuden säätö	1 krt/vk
			ilmaa tarttujan sylinterissä	Unitizer pysähtee silloin tällöin	Sidonta ei onnistu joka kerta	Ei välttämättä vaikutusta	Aistinvarainen havaitseminen	1krt/5a	0,5	Korjaa	Seisokissa yleensä vuoden välein
			Metallimujua tarttujan rajan päällä,lika	Unitizer pysähtyy	Sidonta ei onnistu	Tuotantokatko tai kotimaan ajo	Aistinvarainen havaitseminen	200krt/a	0,1	Puhdista ilmalla	2 krt/vuoro

Unitizerin Ennakkohuoltosuunnitelma

Kohde	Toimenpide	Huolto- ja tarkastusväli	Tekijä ja päivämää	Huomioitavaa
Lankahäkki ja syöttöpyörät	Letkujen määrän tarkastus	Vuorittaiset huoltokierrokset		
	Syöttöpyörien kunnan tarkastus	Vuorittaiset huoltokierrokset		
	Puhdistus	2 kertaa vuorossa		
Lanka-akku ja syöttökoneisto	Lanka-akun pulttien kireys	Vuosihuollossa		
	Lankanipun tarkastus sen ollessa akun sisällä	Vuosihuollossa		
	Syöttölaiteiston ruuvien ja pulttien kireys, korkeus toisiinsa nähden	Viikkohuollossa		
	Hydrauliikkamoottorin kytkimen tarkastus	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Puhdistus	2 kertaa vuorossa		
Ketjukuljettimet	Ruuvien ja pulttien kireyden tarkastus	Viikkohuollossa		
	Ketjujen kireyden tarkastus	Vuosihuollossa		
	Nousevien kuljettimien sylinterit ja letkuvuodot	Vuosihuollossa		
	Rajapyörien kuluneisuuden tarkkailu	Vuosihuollossa		
	Puhdistus	2 kertaa vuorossa		
	Siirtomoottorin kunnan tarkastus	Vuosihuollossa		
Lankakehä	Kiristyskumien tarkastus	Viikkohuollossa		
	Langanohjaimien puhdistus ja säätö	Joka toinen viikkohuolto		
Puristimet	Pulttien kireyden tarkastus	Vuosihuollossa		
	Ketjujen kireyden tarkastus	Vuosihuollossa		
	Sylinterien tarkastus	Vuosihuollossa		
	Venttiilit ja letkut	Vuosihuollossa		
Solmintapää	Katkaisijan vaihto	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Vastaterän vaihto	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Alasimen vaihto	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Solmintapyörän säätö	Vuosihuollossa		
	Ejektorien kunnan tarkastus	Vuosihuollossa		
	Tarttujan vaihto	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Päätyrajan (mailan) vaihto	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Katkaisijan ja tarttujan jousien vaihto	Vuosihuollossa		
	Voiteluöljyn lisäys	Vuorittaiset huoltokierrokset		
	Puhdistus	2 kertaa vuorossa		
Sähköiset komponentit	"Lanka lopussa" rajan tarkastus	Vuosihuollossa		
	Tarttujan rajan tarkastus	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Kuljettimien rajojen tarkastus	Vuosihuollossa		
	"Kansi auki" rajan tarkastus	Puolen vuoden välein/tarvittaessa		
	Kaapeliin ja liittimien tarkastus	Vuosihuollossa		
Hydrauliikkajärjestelmä	Letkuvuotojen tarkastus	Vuorittaiset huoltokierrokset		
	Solenoidiventtiilien tarkastus	Vuosihuollossa		
	Sylinterien tarkastus	Vuosihuollossa		
	Liittimien tarkastus	Vuosihuollossa		
	Nopean langansyötön nopeuden säätö	Viikkohuollossa		
	Hitaan langansyötön nopeuden säätö	Viikkohuollossa		
	Kiristysnopeuden säätö	Viikkohuollossa		
	Hydrauliikkaöljyn pinnan, paineen ja lämpötilan tarkastus	Rasvarin päiväkierrokset		
Turvalaitteet	Turvakytkimet	Vuosihuollossa/tarvittaessa		
	Hydrauliikan sulkuventtiili	Vuosihuollossa/tarvittaessa		