

Kriittiset mekaaniset varaosat hehkutus- ja peittäuslinjoilla 1 ja 3

Kimmo Nurkkala

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

ALKUSANAT

Tahdon kiittää kunnossapitoinsinööriä Kai Ekmania avusta työn ohjaamisessa sekä työn valvonnasta. Suuri kiitos kuuluu myös Kemi-Tornion AMK opettajalle Ari Pikkaraiselle, joka ohjasi ja kannusti minua työn aikana. Lisäksi tahdon osoittaa kiitokset aluekunnossapidon mestareille Arto Liljalle ja Mikko Haapealle sekä tuotannon mestarille Esko Vitikalle. Tahdon myös kiittää molempien hehkutus- ja peittauslinjojen käyttöhenkilöstöä.

Ennen kaikkea tahdon kiittää perhettäni, joka on tukenut minua läpi insinööritutkinnon ja erityisesti opinnäytetyön tekemisessä.

22.5.2013 Kemi

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikan ala

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Kimmo Nurkkala
Opinnäytetyön nimi:	Kriittiset varaosat hehkutus- ja peittäuslinjoilla 1 ja 3
Sivuja (joista liitesivuja):	72 (6)
Päiväys:	22.5.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen
<p>Opinnäytetyö on tehty Outokumpu Stainless Oy:n Tornion tehtaiden kylmävalssausmo 1:lle. Työn tavoitteena oli löytää hehkutus- ja peittäuslinjojen 1 ja 3 prosessin kannalta kriittisimmät varaosat ja antaa ehdotuksia niiden varastointiin. Työn laajuudesta johtuen linjoilla olevat rullat jätettiin pois työstä.</p> <p>Työssä sovellettiin kriittisyysanalyysiä prosessin kannalta, jotta löydettäisiin kriittisimmät varaosat. Lisäksi vika- ja vaikutusanalyysi suoritettiin yhdelle laitteelle molemmilta linjoilta perusteluna kriittisyydelle. Työssä hyödynnettiin kunnossapidontietojärjestelmästä saatuja tietoja kunnossapitotöistä, häiriöistä ja varaosista.</p> <p>Työ tehtiin kohdistamalla linjoilla sattuneet häiriöt linjan eri osa-alueisiin ja näin saatiin selville häiriöille altteimmat laitteistot. Häiriöille altteimmista alueista pyrittiin löytämään kriittisimmät laitteet sekä niissä olevat kriittiset varaosat. Laitteistojen ja varaosien kartoittamisessa hyödynnettiin KUTI-päiväkirjaa sekä KUTI:ssa olevia tietoja laitteistojen huoltohistoriasta sekä varaosista.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville kriittisimmät laitteet ja varaosat molemmille linjoille. Tulosten perusteella voitiin havaita, että suurin osa kriittisistä osista oli saatavissa varastosta heti. Sen lisäksi havaittiin muutamia puutteita, pääasiassa vanhentuneiden varasto- tai varaosatietojen suhteen.</p>	
Asiasanat: kunnossapito, kriittisyys, varaosat, prosessi.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Mechanical and Production Engineering
Author:	Kimmo Nurkkala
Thesis title:	Critical Spare Parts of Annealing and Pickling Line 1 & 3
Pages (of which appendixes):	72 (6)
Date:	22 May 2013
Thesis instructor:	Ari Pikkarainen
<p>This final project was done to Outokumpu Stainless, Tornio cold rolling mill 1. The aim was to find the most critical spare parts of the annealing and pickling lines 1 and 3 and provide suggestions for storing. Because of the wideness of the final project, the rolls on the lines were not included on the scope of the final project.</p> <p>A critical analysis was used from the process point of view in order to find the most critical parts. A failure mode and effect analysis was also done a single device for both lines to justify the criticality. The data about maintenance, failures and spare parts was utilized from a KUTI-system.</p> <p>The final project was begun by targeting the occurring disorders on the line to divisions and thus to found out the interfering equipment. After this the aim was to find the most critical equipment and critical spare parts related to them. KUTI diary was used to found equipment and spare parts as well as KUTI system for find out hardware maintenance history as well as spare parts.</p> <p>The most critical equipment and spare parts for both lines was the result of the final project. On the basis of the results it is evident that most of the critical parts were available directly from the stock. Some minor flaws were observed as well mainly in out-of-date stock and spare part information.</p>	
Keywords: maintenance, criticality, spare parts, process.	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 OUTOKUMPU OYJ.....	9
2.1 Tornio Works	11
2.2 Kylmävalssaamo 1	11
2.2.1 Hehkutus- ja peittäuslinjat 1 & 3	12
3 KUNNOSSAPIDON TEORIA.....	14
3.1 Kunnossapidon eri lajit	15
3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito	16
3.1.2 Huolto.....	16
3.1.3 Korjaava kunnossapito	16
3.1.4 Parantava kunnossapito	17
3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	17
3.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM)	18
3.2.1 Kevennetty RCM	20
4 KRIITTISYYS.....	22
4.1 Kriittisyyden määrittely	22
4.2 Varaosien kriittisyysanalyysi	24
4.3 Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA).....	26
5 MEKAANISTEN HÄIRIÖIDEN KOHDISTAMINEN	28
5.1 Hehkutus- ja peittäuslinja 1.....	28
5.2 Hehkutus- ja peittäuslinja 3.....	29
6 KRIITTISET LAITTEISTOT.....	31
6.1 Kunnossapidontietojärjestelmä KUTI.....	31
6.2 Hehkutus- ja peittäuslinja 1.....	32
6.2.1 Kelainryhmät.....	32
6.2.2 Hitsaus ja varaaja 1	33
6.2.3 Kuulapuhallus	34
6.2.4 Yksittäiset pysähdykset.....	34

6.3	Hehkutus- ja peittäuslinja 3.....	34
6.3.1	Kelainryhmät.....	35
6.3.2	Hitsaus ja varaajat 1 & 2	35
6.3.3	Jäähdytysilmakanavat	37
6.3.4	Kuulapuhallus	37
6.3.5	Peittäus	38
6.3.6	Päällekelaus ja varaaja 3	38
7	KRIITTISTEN OSIEN MÄÄRITTÄMINEN	40
7.1	Hehkutus- ja peittäuslinja 1.....	40
7.1.1	Kelainryhmät.....	40
7.1.2	Hitsauskone ja varaaja 1.....	42
7.1.3	Kuulapuhallus	42
7.1.4	Yksittäiset häiriöt	42
7.2	Hehkutus- ja peittäuslinja 3.....	43
7.2.1	Kelainryhmät.....	43
7.2.2	Hitsauskone ja varaajat 1 & 2	43
7.2.3	Jäähdytysilmakanavat	45
7.2.4	Kuulapuhallus	46
7.2.5	Happopeittäus.....	47
7.2.6	Päällekelaus.....	47
8	VARAOSIEN KARTOITTAMINEN JA VARASTOINTI.....	49
8.1	Hehkutus- ja peittäuslinja 1.....	49
8.1.1	Varastossa oltavat osat	49
8.1.2	Muut osat.....	52
8.2	Hehkutus- ja peittäuslinja 3.....	55
8.2.1	Varastossa oltavat osat	55
8.2.2	Muut osat.....	61
9	POHDINTA	63
	LÄHTEET	65
	LIITTEET	66

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

HP-linja	Hehkutus- ja peittäuslinja
VVA	Vika- ja vaikutusanalyysi
KUTI	Kunnossapidontilausjärjestelmä
RETU	Outokummun tiedonkeräysjärjestelmä
EPA	Elektrolyyttipeittäus
KUPU	Kuulapuhallus

1 JOHDANTO

Tämän päivän kunnossapito on kehittynyt huomattavasti ajasta, jolloin laitteisiin kohdistuva kunnossapito oli pelkästään korjaavaa kunnossapitoa. Tuon ajan merkki hyvin hoidetusta kunnossapidosta oli, kun miehet istuivat korjaamolla eivätkä olleet linjalla kunnossapitotöissä. Nykyaikana yritykset käyttävät tarkkaan suunniteltuja kunnossapitosuunnitelmia- ja ohjelmia, sekä hyödyntävät olemassa olevia analyysimenetelmiä selvittääkseen minne kunnossapitoa tulisi kohdistaa, jotta päästäisiin parhaaseen tuottavuuteen mahdollisimman pienin kustannuksin. Kunnossapidon taloudellisilla kustannuksilla on suuri vaikutus yritysten kannattavuuteen ja tämän takia kunnossapidon merkitys on kasvanut. On pystyttävä suorittamaan mahdollisimman tarkasti kohdistettua ennakoivaa kunnossapitoa ja mahdollisiin korjaavan kunnossapidon tehtäviin tulisi mennä mahdollisimman vähän aikaa.

Näiden nykypäivän tavoitteiden perusteella on saatu aihe tähän opinnäytetyöhön. Työn tavoitteena on selvittää hehkutus- ja peittauslinjojen 1 ja 3 kriittisimmät mekaaniset varaosat prosessin kannalta. Työhön ei otettu mukaan linjalla olevia rullia. Työ perustuu vuonna 2012 linjoilla sattuneisiin mekaanisiin häiriöihin, jotka ovat pysäyttäneet linjan sen ollessa tuotannolla ja näin aiheuttaneet suunnittelemattomia pysähdyksiä. Häiriöt kohdistettiin linjan eri osa-alueisiin ja näin pyrittiin löytämään prosessin kannalta linjan kriittisimmät laitteistot sekä niiden osat. Työn tarkoituksena oli myös tehdä varaosatarkastelu kriittisimmille varaosille ja miettiä mahdollisia vaatimuksia varastointiin tai sen kehittämiseen.

Työssä sovellettiin kriittisyysanalyysiä prosessin kannalta, joka perustui lähinnä laitteistojen historiatietojen tarkasteluun sekä niin käyttökäytännön kuin kunnossapito henkilöstön mielipiteisiin ja kokemuksiin laitteistoista. Lisäksi yhdelle laitteistolle molemmilta linjoilta suoritettiin vika- ja vaikutusanalyysi. Analyysin tarkoituksena oli hahmottaa analyysimenetelmää, jota voidaan hyödyntää kunnossapidon suunnittelussa saamalla mahdolliset vikaantumistavat selville.

Työn tärkeimmät tavoitteet olivat kehittää hehkutus- ja peittauslinjojen 1 ja 3 ennakoivaa kunnossapitoa sekä kriittisten osien varastointia. Tämä tapahtui antamalla suosituksia kriittisimpien laitteiden huoltotoimiin sekä niihin tarvittavien varaosien varastointimääriin.

2 OUTOKUMPU OYJ

Outokummun historia ylettyy yli 100 vuoden päähän Saksaan ja Englantiin, missä ruostumattoman teräksen kehitys sai alkunsa 1900-luvun alkupuolella. Konsernin nimi on lähtöisin samannimiseltä paikkakunnalta Suomesta, josta löydettiin kuparimalmiesiintymä vuonna 1910 maaliskuussa. Vuonna 1924 kaivos siirtyi kokonaan Suomen valtion omistukseen, mikä avasi tien uudistuksille. Vuosien saatossa Outokumpu on laajentunut maailmanlaajuisesti konserniksi useiden fuusioiden kautta. Yksi näistä tärkeistä fuusioista tapahtui vuonna 2000 kun Outokumpu ja Avesta Sheffield yhdistyivät. Viimeisin laajennus tapahtui vuonna 2012, jolloin Outokumpu osti saksalaiselta Thyssen-Kruppilta ruostumatonta terästä valmistavan tytäryhtiön Inoxumin. Kaupan ansiosta Outokummusta tuli maailman johtava ruostumattoman teräksen ja erikoisseosmetallituotteiden valmistaja. (Outokummun www-sivut 2013, hakupäivä 1.2.2013; Outokummun sisäinen intranet 2013a, hakupäivä 2.2.2013; Taloussanomien www-sivut 7.11.2012, hakupäivä 6.2.2013; Outokummun julkaisu 2013d)



Kuva 1. Outokummun tuotantolaitokset. (Outokummun sisäinen intranet 2013b, hakupäivä 8.2.2013.)

Uusi Outokumpu on maailman johtava ruostumattoman teräksen valmistaja, jolla on 40 %:n markkinaosuus Euroopassa ja maailmassa 12 %:n markkinaosuus. Sillä on toimintaa 34 maassa ympäri maailmaa ja se työllistää pelkästään Euroopassa yli 13 000 henkilöä ja koko konsernissa työskentelee yli 16 000 henkilöä. Sen suurimmat tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa. Li-

säksi on pienempiä tuotantolaitoksia ja palvelukeskuksia eri puolilla maailmaa. Outokummulla on tarjota asiakkailleen erittäin laaja tuotevalikoima ympäri maailmaa ja sen tuotteita käytetään useilla eri teollisuuden aloilla. Uuden Outokummun liikevaihto oli vuonna 2012 tammi-syyskuun välisenä aikana 7367 miljoonaa euroa ja liiketulos samalle ajalle tappiollinen 365 miljoonaa euroa. (Outokummun sisäinen intranet 2013b, hakupäivä 8.2.2013; Outokummun julkaisu 2013d.)

Kuluttaja-hyödykkeet ja lääketieteollisuus		Kotitalous-/kaupalliset laitteet	Kemia, petrokemia ja energia		Kemia
		Ravintola- ja elintarvikeala			Öljy ja kaasu
		Pesualtaat ja liesikuvut			Energia, uusiutuva energia
		Lääketeollisuus			
Auto-teollisuus		Pakokaasujärjestelmät	Raskas teollisuus		Sellu ja paperi; kaivosala
		Venttiilit			Raskas liikenne
		Katalysaattorit			Ilmailuala ja turbiinit
Arkkitehtuuri ja rakentaminen		Hissit	Metallien jatkojalostus		Putket
		Julkisivut ja rakenteet			Metallien jatkojalostus
		Lämmitys, jäähdytys ja ilmastointi			Jakelu

Kuva 2. Outokummun valmistaman teräksen käyttökohteita. (Outokummun sisäinen intranet 2013b, hakupäivä 8.2.2013.)

Outokumpu on jakanut liiketoiminta-alueensa neljään eri alueeseen, jotka ovat Stainless Coil Americas, Stainless Coil EMEA, Stainless APAC, High Performance Stainless and Alloys (HPSA) sekä Ferrochrome. Jokainen liiketoiminta-alue vastaa itse toimintoistaan, sekä kannattavuudestaan. Americas on keskittynyt vakiinnuttamaan vahvan markkina-aseman Amerikan mantereella, missä on myönteiset kysyntänäkymät. Uusi integroitu tuotantolaitos Calvertissa mahdollistaa kyseiset tavoitteet. EMEA on liiketoiminta-alueista suurin ja työllistää yli 7 000 henkilöä. Se huolehtii Euroopassa olevan ruostumattoman teräksen vahvan markkina-aseman ylläpitämisestä ja kasvamisesta. APAC on Aasian liiketoiminta-alue, missä käytetään yli 60 % maailman ruostumattomasta teräksestä. APAC pyrkii tukemaan Outokumpua kannattavalla kasvulla Aasiassa. HPSA pyrkii ruostumattomien erikoisterästen ja erikoismetalliseosten kannattavuuden kasvuun tarjoamalla erikoisratkaisuja vaativiin olosuhteisiin. Ferrochrome keskittyy tuottamaan ja myymään ferrokromia, jota voidaan valmistaa Euroopan suurimmasta, Outokummun itse omistamastaan kromiesiintymästä. Käynnissä olevien tuotannonlaajennusten jälkeen vuonna 2014, Outokumpu on täysin omavarainen ferrokromin suhteen. (Outokummun sisäinen intranet 2013b, hakupäivä 8.2.2013; Outokummun julkaisu 2013d.)

2.1 Tornio Works

Tornio Works on maailman integroiduin ja Outokummun suurin yksittäinen tuotantolaitos, joka valmistaa ruostumatonta terästä sen omasta kaivoksesta. Tornion tehdas on saanut alkunsa vuonna 1959 Kemistä löydetyistä kromimalmiesiintymästä, jonka perusteella Torniossa käynnistettiin 1968 ferrokromin tuotanto. 1976 aloitettiin varsinainen teräksen tuottaminen, jonka jälkeen tehdas on laajentunut huomasti ja vuonna 2014 ferrokromituotannon kaksinkertaistamisprojektin valmistuttua se on täysin omavarainen ferrokromin suhteen. Tornion tehtaiden lisäksi siihen kuuluu Hollannin Terneuzenissa sijaitseva jatkokäsittelykeskus. Lisäksi se on yksi maailman suurimmista kierrättäjistä, sillä se hyödyntää kierrätysteräksiä ruostumattoman teräksen valmistamiseen. (Outokummun sisäinen intranet 2013c, hakupäivä 7.2.2013)

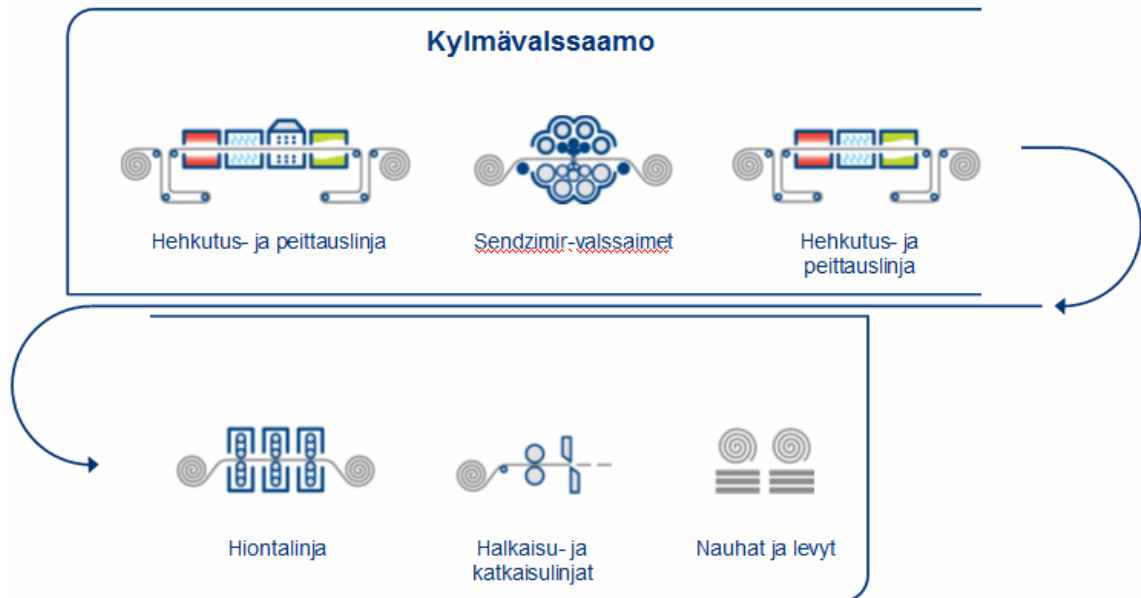
2.2 Kylmävalssaamo 1

Kuumavalssaamolta tulevat ns. mustat kuumanauhat siirtyvät jatkokäsittelyyn kylmävalssaamolle, jossa ne kulkevat usean eri prosessin lävitse, usealla eri linjalla. Yleisesti tuotenuuha menee hehkutus- ja peittauslinja 3:n läpi ensimmäisenä, mutta joihinkin tuotenuuhoihin lisätään jatkopäätä ennen kuin se siirtyy HP 3-linjalle käsittelyyn. Jatkopäiden tarkoituksena on vähentää hylkyyn menevän tuotenuuhan määrää valssauksen jälkeen. Hehkutuksessa nauha pehmennetään noin 1100 asteen lämmössä ja samalla siitä poistetaan kuumavalssauksessa syntyneitä jännityksiä. Kuulapuhalluksella rikotaan nauhan pinnassa oleva oksidikerros, jotta nauhan pinnassa oleva kromiköyhä alue saataisiin poistettua peittauksessa. (Lehtinen, 2009.)

Ensimmäisen hehkutus- ja peittauskerran jälkeen tuotenuuha siirtyy valssattavaksi Sendzimir-valssaimelle. Nauhaa kelataan valssaimella edestakaisin ja jokaisella läpimenokerralla se ohenee. Valssauksen jälkeen nauhan paksuus voi olla jopa 80 prosenttia lähtöpaksuudesta. Tämän jälkeen se siirtyy käsiteltäväksi hehkutus- ja peittauslinjalle 1, 2 tai 4, jotka ovat toiminnaltaan samanlaisia kuin HP 3. Se minkä perusteella nauha siirtyy linjalle, määräytyy paksuuden sekä laadun perusteella. (Lehtinen, 2009; Dreambroker, 2013.)

Valssauksessa muokkauslujittunut nauha pehmennetään hehkutuksessa noin 1200 asteen lämmössä ja puhdistetaan jälleen peittauksessa. Kylmänauhoja käsiteltäessä kuula-

puhallusta ei hyödynnetä, eikä sitä löydykään kuin HP 1- ja 3-linjoilta. Pinnan- ja mittaustarkastukset tapahtuvat HP-linjalla, ennen nauhan päällekelautusta. Tämän jälkeen nauha siirtyy joko viimeistelyvalssaukseen tai hiontalinjalle ellei sitä käsitellä molemmissa. Tämän jälkeen se siirtyy halkaisu- ja katkaisulinjoille, joissa siitä tehdään asiakkaan tarpeiden mukaan levyjä tai nauhoja. (Lehtinen, 2009)



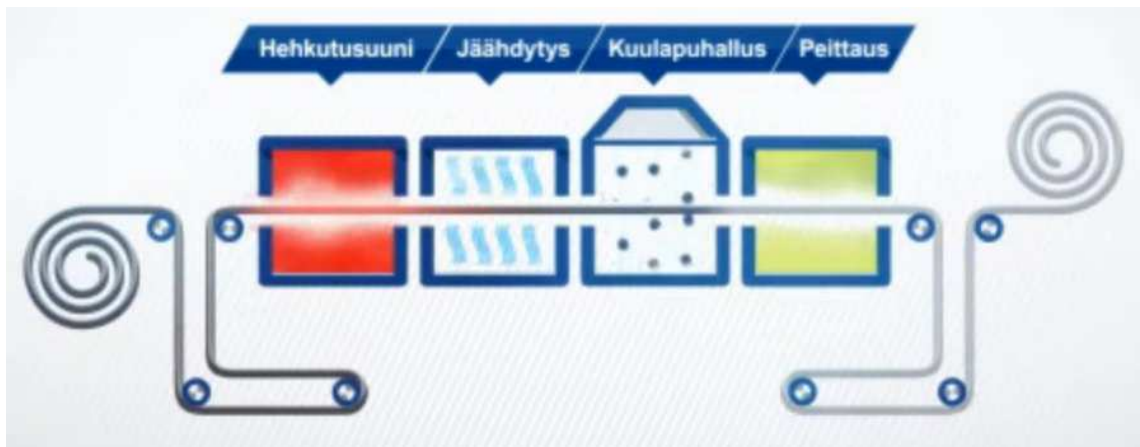
Kuva 3. Kylmävalssaamon tuotantoprosessi. (Outokummun sisäinen intranet 2013c, hakupäivä 7.2.2013)

2.2.1 Hehkutus- ja peittäuslinjat 1 & 3

Jatkuvatoiminen hehkutus- ja peittäuslinja 3 on tärkeä prosessi kylmävalssatulle ruostumattomalle teräsnauhalle, sillä kun se tulee kuumavalssaamolta kylmävalssaamolle, se on musta ja hilseinen, ja siinä on erittäin paljon kuumavalssauksessa syntyneitä sisäisiä jännityksiä. HP 3-linjan tarkoituksena on saada nauhasta pehmeämpää, poistaa jännityksiä ja puhdistaa nauha valssausta varten. HP 3-linja on keskittynyt pelkästään kuumanauhojen käsittelyyn, eikä sillä pystytä käsittelemään kylmänauhoja.

Koska HP-linjat on jatkuvatoimisia, löytyy jokaiselta linjalta kaksi aukikelainta varmistamaan jatkuvan nauhan syötön linjaan. Nauhan loppuessa kelaimelta sen häntä pysäytetään hitsauskoneelle ja toisella kelaimella olevan nauhan keula ajetaan hitsauskoneelle. Alkupään ollessa pysähdyksissä syötetään varaajista nauhaa prosessiin mikä mahdollistaa linjan jatkuvan toiminnan sillä aikaa, kun nauhoja hitsataan alkupäässä yhteen.

Nauhojen liittämisen jälkeen alkupää lähtee täyttämään varaajia kunnes ne ovat täyttyneet pyydetylle täyttöasteelle. Ensimmäinen prosessi HP 3-linjalla on uunit joissa kuumanauha kuumennetaan noin 1100 asteiseksi joko nestekaasulla tai ferrokromin tuotannossa syntyvällä häkäkaasulla. Nauhan tultua uunista se jäädytetään ilmalla ja vedellä, ja sen pinnassa oleva hehikutushilse poistetaan ja pinnassa oleva oksidikerros rikotaan mekaanisesti kolmen kuulapuhallusyksikön avulla. Tämän jälkeen nauha kulkeutuu elektrolyyttipeittaukseen, joka poistaa nauhan pinnassa olevan oksidikerroksen. Seuraavaksi nauha huuhdellaan ja happopeittauksessa nauhasta poistuu kromiköyhäkerros ja nauhan pintaan jääneet hilseet. Lopuksi nauha kulkeutuu loppuhuuhtelun läpi, jossa nauhasta huuhdellaan happojäämät pois ja kuivataan. Ennen päällekelautusta on pinnanmittatarkastuspiste, jossa mahdolliset laatuvirheet pyritään havainnoimaan ja merkitsemään ylös.



Kuva 4. HP 1 ja 3-linjojen prosessikaavio. (Dreambroker, 2013)

HP 1-linja on lähes samanlainen kuin HP 3-linja, mutta sillä erolla että sillä ajetaan kuumanauhojen sijasta pääsääntöisesti paksuja kylmänauhoja mihin HP 3-linja ei soveltu. HP 1-linjalla uunien polttoaineina käytetään pelkästään nestekaasua ja toisin kuin HP 3-linjalla, sillä ei ole kuin yksi kuulapuhallusyksikkö. HP 1-linjalla voidaan tarvittaessa ajaa myös kuumanauhoja, yleensä ohuita.

3 KUNNOSSAPIDON TEORIA

Nykyiseen yhteiskuntaan on kehityksen myötä syntynyt useita erilaisia prosesseja useilla eri teollisuuden aloilla, jotka hyödyntävät kunnossapitoa laitteiden ja koneiden huollossa. Lisäksi monet muut alat kuten rakennus- ja LVI-ala hyödyntävät kunnossapitoa omiin tarpeisiinsa. (Järviö, Lappalainen, Parantainen, Piispa & Åström 2007, 11.)

Suomalainen SFS-EN 13306 standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää ja palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (Järviö ym 2007, 29.)

Myös PSK 6201 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” (Järviö ym 2007, 29.)

Nämä molemmat määritelmät ovat hyvin kattavia, yleispäteviä ja luovat hyvän yleisvaikutelman kunnossapidon kohteista. (Järviö ym 2007, 11.)

Lisäksi Englantilainen John Moubray määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

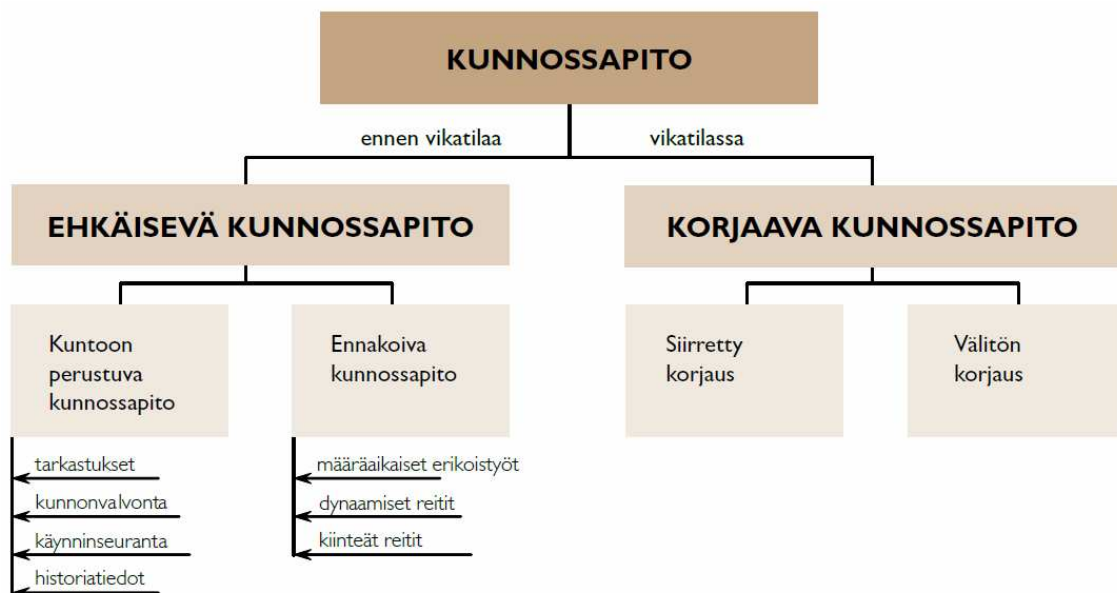
”Kunnossapidolla varmistetaan, että laitteet jatkavat sen tekemistä, mitä käyttäjät haluavat sen tekevän.” (Miettinen ym. 2009, 26.)

Kaikki kolme määritelmää ovat hyvin samankaltaisia, mutta Moubrayn määritelmässä korostuu se, että jonkun pitää tietää, mitä laitteen halutaan tekevän. (Miettinen ym. 2009, 26.)

3.1 Kunnossapidon eri lajit

Kunnossapidolliset työt voidaan jakaa useampiin eri lajeihin, perustuen siihen milloin laitteistoa huolletaan tai korjataan. SFS-EN 13306-standardi (kuva 5) jakaa kunnossapidon tehtävät kahteen osaan, ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Ehkäisevä kunnossapito pyrkii korjaamaan laitteita ennen kuin ne rikkoutuvat ja aiheuttavat kalliita, suunnittelemattomia seisokkeja. Näin ollen voidaan säästyä myös tuotannonmenetyksiltä, joita linja yllättävä pysähtyminen aiheuttaisi. (Järviö ym 2007, 41-43; Järviö, 2008.)

Korjaavaa kunnossapitoa tapahtuu vasta, kun vika on ilmennyt ja todennäköisesti pysäyttänyt tuotantoprosessin. Korjaavan kunnossapidon kustannuksia nostaa erityisesti tuotannonmenetykset, sillä todennäköisesti prosessissa oleva tuote on laatuvirheiden vuoksi käyttökelvoton eikä sitä voi enää toimittaa asiakkaalle. Näin myös toimitusaikataulu voi viivästyä, mikä heikentää yhtiön imagoa toimittajana. (Järviö ym 2007, 41.)



Kuva 5. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 (mukautettu). (Järviö, Jorma 2008.)

Teollisuuden päivittäisessä kunnossapidossa voidaan kuitenkin erotella viisi erillistä kunnossapidon päälajia. (Järviö ym 2007, 41.)

3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on jaksotettua kunnossapitoa ja se pyrkii seuraamaan koneen tai laitteen suorituskykyä ja päämääränä on ehkäistä kohteen vikaantuminen. Suorituskyvyn perusteella voidaan suunnitella tulevia kunnossapidon tehtäviä, jotka pyrkivät estämään yllättävät vikaantumiset. (Järviö ym 2007, 44; Ansaharju 2009, 307)

Seuraavat tehtävät sisältyvät ehkäisevään kunnossapitoon:

- tarkastaminen
- kunnonvalvonta
- testaaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi. (Järviö ym 2007, 45)

3.1.2 Huolto

Huolto on samaan tapaan kuin ehkäisevä kunnossapito, yleensä jaksollista huoltamista, jossa varmistetaan laitteen tai koneen toimintakyky. Huollolla ylläpidetään kohteen toimintakykyä ja estetään vaurioiden syntymistä. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä. (Järviö ym 2007, 44; Ansaharju 2009, 307)

Huoltoon sisältyvät seuraavat kunnossapidon toimenpiteet:

- voitelu
- puhdistus
- huoltaminen
- kalibrointi
- kuluvien osien vaihtaminen. (Järviö ym 2007, 44.)

3.1.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapitoa tapahtuu, kun jokin laite tai koneen osa rikkoutuu ja se palautetaan uudestaan käyttökuntoon. Vikaantuminen voi pysäyttää koko prosessin tai osan siitä. Vikaantumisia pyritään estämään ehkäisevällä kunnossapidolla, mutta se ei estä

kokonaan yllättäviä vikaantumisia. Korjaava kunnossapito voi olla häiriökorjauksia tai kunnostuksia. Näistä vikaantumista voidaan laskea eri osille vikaantumisväli ja näin suunnitella ennakkohuoltoa, jotta yllättäviltä prosessin pysähtymisiltä vältyttäisiin. (Järviö ym 2007, 43-44; Ansaharju 2009, 307)

Korjaavan kunnossapidon toimia ovat seuraavat:

- vian määrittäminen
- vian tunnistaminen
- vian paikallistaminen
- korjaus
- väliaikainen korjaus
- toimintakunnon palauttaminen. (Järviö ym 2007, 44)

3.1.4 Parantava kunnossapito

Koneiden ja laitteiden uusiminen ja muokkaaminen niiden suorituskykyä, toimintavarmuutta ja toimintatapaa muuttamalla on parantavaa kunnossapitoa. Se voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, joista ensimmäisessä kohdetta muutetaan vain vaihtamalla osia uudempiin, mutta sen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta. Toiseen ryhmään luetaan uudistukset, jotka pyrkivät parantamaan laitteen tai koneen luotettavuutta ilman sen suorituskyvyn parantamista. Kolmas ryhmä lukee mukaansa modernisoinnit, joissa koneen tai laitteen toimintatapaa muutetaan, jotta se voisi tuottaa uudenlaista tuotetta asiakkaan tarpeisiin. Se on pitkäjänteistä toimintaa, jonka perimmäinen tarkoitus on uudistaa laitteistoa nykypäivän vaatimuksia varten. (Järviö ym 2007, 45; Ansaharju 2009, 308-309)

3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Tarkoituksena on selvittää prosessin kannalta olevia epäedullisia osia tai vääriä käyttötapoja, jotka voivat johtaa laitteistojen vioittumiseen. Yleensä selvitettävä on vian perussyy ja vikaantumisprosessi, jonka avulla voidaan kehittää toimintatapoja joilla estetään vian uusiutuminen. Koska kyseistä menetelmää ei ole vielä mielletty täysin kun-

nossapidon menetelmiin, vain harva yritys teollisuudessa hyödyntää sitä systemaattisesti. (Järviö ym 2007, 45; Ansaharju 2009, 299)

Seuraavia menetelmiä hyödynnetään vikojen ja vikaantumisten selvittämiseen:

- vika-analyysit
- vikaantumisen selvittäminen
- perussyyn selvittäminen
- vikaantumispotentiaalin kartoittaminen
- suunnittelun analyysit. (Järviö ym 2007, 46.)

3.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM)

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on yksi tärkeimmistä työkaluista kunnossapidon suunnittelussa ja sen lyhenne RCM tulee englannin kielestä: ”Reliability Centered Maintenance”. Sen kehittäminen aloitettiin 1950-luvulla alun perin ilmailualan tarpeisiin ja vuonna 1960 Yhdysvaltain ilmailuviraston perustaman työryhmän tarkoituksena oli kehittää lentokoneisiin soveltuvaa ennakoivaa kunnossapitoa. Myöhemmin 1974 United Airlinesin valmistama raportti antoi selkeät suuntaviivat siviilikoneiden huolto-ohjelman suunnitteluun, jota alettiin kutsua nimellä Reliability Centered Maintenance. Tämän jälkeen vuodesta 1978, Yhdysvaltain laivasto on hyödyntänyt RCM:n metodeja ja ne on otettu käyttöön myös Suomen ilmavoimissa. (Järviö ym 2007, 124.)

Yksi suurimmista ongelmista kunnossapidossa on ollut ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu, sillä usein kunnossapitosuunnitelmat on jouduttu suunnittelemaan laitevalmistajan ohjeiden ja omien kokemusten kautta. Näin syntyy suunnitelmia, joissa ehkäisevää kunnossapitoa on liikaa ja se kohdistetaan väärin:

- Koneita avataan ja puretaan usein turhaan toimintakunnon havaitsemiseksi, kun se voidaan parhaassa tapauksessa todeta laitteen käydessä. Pahimmillaan turha avaaminen voi lisätä nopeuttaa vikaantumista.
- Kunnossapitoa ei kohdisteta, vaan sitä käytetään kaikkialle missä sitä ei välttämättä tarvittaisi eikä minne sitä todellisesti tarvitaan.
- Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään vanhasta tottumuksesta, ja menetöt ovat mahdollisesti tehottomia ja väriä. (Järviö ym 2007, 123.)

Englantilainen John Moubray totesi, että jopa 40 prosenttia suunnitellusta tai ehkäisevästä kunnossapidosta on turhaa. (Miettinen, Mikkonen, Jantunen, Kokko, Leinonen, Riutta, Sulo, Komonen, Lumme, Kautto, Heinonen, Lakka & Mäkeläinen 2009, 75.)

RCM on menetelmä, jonka avulla suunnitellaan kunnossapidettävän kohteen kunnossapito. Sillä avulla pyritään tekemään mahdollisimman vähän kunnossapitoa siten, ettei se vaaranna laitteen tai laitoksen toimintaa. Tämän mahdollistaa systemaattisuus, jonka perusteella kaikki turha voidaan jättää pois ja keskittyä oleelliseen. Moubray itse määrittelee RCM:n seuraavasti:

”Prosessi, jonka avulla määritellään kunnossapidon vaatimukset tuotantotoiminnalle sen toimintaympäristössä.” (Miettinen ym. 2009, 75.)

RCM:n keskeisimmät päämäärät ovat:

- luokitella prosessin laitteet ja kohdistaa kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavallisimmat luokittelukriteerit ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaatimukset sekä laatu.
- löytää laitteiden vikaantumistavat ja näin luoda pohja tehokkaiden ja oikeiden kunnossapitomenetelmien käyttöön
- turvalaitteen ja rajat, jotka prosessin toimiessa ovat ”passiivisia”, on myös saatettava kunnossapidon piiriin
- laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä, laaditaan valmiit toimintaohjeet vikaantumisen ilmetessä
- käyttöhenkilöstö oppii seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa
- kohdistamalla kunnossapito oikein, voidaan vähentää kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessien tuottavuutta ja laitteiden luotettavuutta. (Järviö ym 2007, 125)

RCM-prosessin tavoitteena on määrittää, mitä on tehtävä jotta jokainen tuotantoväline tekee ne tehtävät mitä sen käyttäjä tai omistaja haluaa sen tekevän, sen hetkessä toimintaympäristössä. Sen tärkein tehtävä on varmistaa prosessien toimivuus ja vähentää vioista koituvia seurauksia. (Miettinen ym. 2009, 76.)

Prosessi sisältää seitsemän (7) kohtaa, jotka auttavat selvittämään laitteiden toimintaa:

- Määritetään laitteiden toiminnot ja vaatimukset.
- Määritetään toiminnalliset viat.
- Selvitetään vikaantumistavat.
- Selvitetään vikaantumisen vaikutukset.
- Määritetään vian vaikutukset eri luokkiin.
- Määritetään ennakoivat toimenpiteet.
- Määritetään korjaavat toimenpiteet. (Miettinen ym. 2009, 76.)

Kohdilla 1-4 on tarkoituksena selvittää, minne kunnossapito todella tulisi kohdentaa ja 5 kohdalla priorisoida kohteet. Kahdella viimeisellä kohdalla pyritään selvittämään tehokkaimmat toimintatavat, joilla vikaantumisia ja niiden vaikutuksia voidaan helpoimmin hallita. (Miettinen ym. 2009, 76.)

3.2.1 Kevennetty RCM

Vaikka RCM-menetelmä on osoittautunut toimivaksi ja tehokkaaksi kunnossapidon suunnittelun malliksi, on sitä pidetty usein liian raskaana menetelmänä teollisuuden käyttöön, erityisesti vanhoille laitoksille. Sen hankaluutena pidetään sitä, että ennen kuin voidaan tehdä kohtien 6 ja 7 kunnossapitosuunnitelmaa, on ensin selvitettävä ensimmäiset 5 kohtaa koko laitekannan osalta. Tämän vuoksi on kehitetty useita erilaisia tapoja, joilla RCM:n tekemistä on tullut helpompaa. Näistä menetelmistä käytetään useita eri nimityksiä kuten SRCM tai ARCM. Myös laitevalmistajat ovat kehittäneet omalla nimellä olevia RCM-malleja. Kaikkia näitä yhdistää se, että perinteiseen RCM-malliin verrattuna, niistä on karsittu tai standardisoitu joitakin työvaiheita. Näin on saatu vähennettyä tarkasteluun tulevien kohteiden määrää ja tämän avulla on saatu vähennettyä työmäärää. (Miettinen ym. 2009, 77.)

Eräs ja yleinen tapa keventää RCM-analyysiä on tehdä kriittisyyskartoitus ennen varsinaisen analyysin tekoa ja vasta tämän jälkeen soveltaa RCM-prosessia tietyn ja määritellyn kriittisyystason laitteille. Useat yritykset ovat kehittäneetkin itselleen soveltuvia menetelmiä toteuttaa kriittisyyskartoitus ja lisäksi suomalainen standardi PSK 6800 käsittelee aihetta. Yleisesti kevennetyn RCM:n tuloksia ei pidetä yhtä luotettavina ja hyödyllisinä kuin perinteistä RCM-prosessia. On tärkeää prosessia aloitettaessa kiinnit-

tää huomiota menetelmän luotettavuuteen ja yleensä parhaimmat tulokset saadaan silloin, kun suunnittelijat, käyttäjät ja kunnossapitäjät yhdessä ovat osa analyysiä. (Miettinen ym. 2009, 78.)

4 KRIITTISYYS

Suomalainen PSK 6800-standardi (laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa) määrittelee kriittisyyden seuraavasti:

”Kriittisyys on ominaisuus, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Kohde on kriittinen, jos siihen liittyvä riski (henkilöiden loukkaantuminen, merkittäviin aineellisiin vahinkoihin ja tuotannon menetykseen tai muihin hyväksyttäviin seurauksiin liittyvä riski) ei ole hyväksyttävällä tasolla.” (PSK 6800, hakupäivä 3.3.2013)

Kyseinen määritelmä on puhtaasti teollisuutta varten laadittu ja sen avulla määritellään kriittisyyttä taloudellisuuden, turvallisuuden ja ympäristön kannalta. Kriittisyyden yhteydessä puhutaan usein myös riskeistä ja näiden riskien tarkasteluun ja selvittämiseen käytetään yleisesti riskianalyysijä. Usein riskianalyysiä hyödynnetään RCM-prosessissa juuri keventämään työmäärää ja näin saadaan kohdistettua kunnossapitoa kriittisimpiin kohteisiin. On olemassa useita erilaisia riskianalyysimenetelmiä ja eräs RCM:n yhteydessä yleisesti käytetty on vika- ja vaikutusanalyysi (VVA). Muita menetelmiä ovat muun muassa vikapuumenetelmä (VPA) ja poikkeamatarkastelu (HAZOP). (PSK 6800, hakupäivä 3.3.2013)

4.1 Kriittisyyden määrittely

PSK 6800 standardissa on kriittisyyden arviointiin menetelmä jolla voidaan määritellä laitteiden kriittisyysarvo. Kriittisyyskartoituksella pyritään saamaan kunnossapitosuunnitelman laatimiseen lähtötiedot tai hankintaperusteita kriittiselle laitteelle. Kartoitus perustuu tekijöille kuten turvallisuudelle, tuotannolle ja korjauskustannuksille annettavalla painoarvolla. Jokaisella tekijällä on oma painoarvo, joka määrittelee riskin suuruuden. Ensimmäinen vaihe on määrittää tarkasteltava alue, tehdas, prosessi tai muu erillinen alue. Laitteistokohtainen analyysi tehdään ryhmätyöarviointina, jossa jokainen asiantuntija arvioi jokaisen laitteen erikseen ja antaa kertoimen oman asiantuntemuksensa avulla. PSK 6800 käyttää kriittisyyden arvioimiseen kuutta (6) eri tekijää:

- vikaväli
- turvallisuusvaikutukset

- ympäristövaikutukset
- tuotannon menetys
- laatumukustannukset
- korjauskustannukset (Miettinen ym. 2009, 148.)

Alla olevasta taulukosta 1. voidaan laskea kriittisyysindeksi kaavalla:

$$K = p (W_s W_m + W_e M_e + W_p M_p + W_q M_q + W_r M_r) \text{ (PSK 6800, hakupäivä 3.3.2013)}$$

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri	
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$		$M_s = 0$	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 menetys $W_p = 0 \dots 100$	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	$M_p = 0$	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)	
	Laatumukustannus $W_q = 30$		$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi > 24 h)	
			$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatumukustannuksia.	
			$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatumukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 1 h)	
			$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatumukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 3 h)	
			$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatumukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)	
			$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatumukustannuksia, 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)			

Taulukko 1. Laitteiden kriittisyyden luokittelu PSK 6800. (PSK 6800, hakupäivä 3.3.2013)

Jokaiselle tekijälle painoarvo p määritetään erikseen ja sen suuruus riippuu kartoituksen kohteesta. Seuraavaksi kaikki kartoituksen laitteet taulukoidaan ja niille määritetään jokaisen asiantuntijan toimesta kertoimet. Kartoituksen tulokset on luotettavampia sil-

loin kun asiantuntijat ovat eri ammattiryhmistä ja näiden kokemus ja osaaminen tulevat huomioon, koska näin kartoitus vastaa parhaiten todellisuutta. Kertoimien antamisen jälkeen voidaan laskea laitteiden kriittisyysindeksi K, jonka avulla laitteet voidaan järjestää järjestykseen kriittisyyden perusteella kuvan 6 mukaisesta. Suurimman kriittisyysindeksin omaava laite on kohteen kriittisin ja sitä seuraava toiseksi. Kun kaikki tarkasteluun liittyvät tekijät ovat huolella valittu ja arviointia suoritettaessa on käytetty hyväksi jokaisen eri osa-alueen ammattitaitoa ja asiantuntemusta, tuloksena syntyy yleensä luotettava analyysi. (Miettinen ym. 2009, 150.)

Laitos
Kriittisyysluokittelun kohde
Tekijä
Veralo
Päiväys

Kriittisyyden raja-arvo 700
Tuotannon menetyksen painoarvo Wp 100

Toimintopaikan tunnus	Toimintopaikan nimi	Vikaantumisväh.	Turvallisuus	Ympäristö	Tuotannonmenetyk.	Loppu-tuotteen laatu-	Korjau-	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit					
		(1...8)	(0...16)	0...16	(0...4)	laatu-	kustannus-		K	Ks	Ka	Kp	Kq	Kr
		Painoarvot	30	20	100	30	20							
		W →												
KO-248	3.PURISTIN YLÄTELA	3	8	0	3	2	3	1980	720	0	900	180	180	
KO-247	3.PURISTIN ALATELA	3	8	0	3	2	3	1980	240	0	270	180	180	
KO-250	2.KUIVAUSRYHMÄN KÄYTTÖ	3	4	4	3	2	2	1800	120	240	270	180	120	
KO-244	1.PURISTIN YLÄTELA	3	4	0	3	2	3	1620	360	0	900	180	180	
KO-243	1.PURISTIN ALATELA	3	4	0	3	2	3	1620	360	0	900	180	180	
KO-242	2.PURISTIN ALATELAN KÄYTTÖ	2	2	8	4	2	3	1480	120	320	240	120	120	
KO-241	2.PURISTIN ALATELAN KÄYTTÖ	2	2	8	4	2	3	1480	120	320	800	120	120	
KO-239	1.PURISTIN KK1 ALAHUOVANJOHTOTELAT 3 kpl	3	2	0	2	2	2	1080	180	0	600	180	120	
KO-233	3.PURISTIN KARTONGINJOHTOTELA	3	2	0	2	2	2	1080	180	0	600	180	120	
KO-210	VIIRAN IMUTELA	2	4	2	3	3	3	1220	240	80	180	180	120	
KO-210	VIIRAN IMUTELAN KÄYTTÖ	2	4	4	2	2	2	1000	240	160	120	120	80	
KO-238	Puristin 1 alateelan käyttö	2	2	2	1	2	2	600	120	80	60	120	80	
KO-209	VIIRAN VETOTELA	2	4	2	2	2	2	920	240	80	400	120	80	
KO-232	KK 1:N PAINESIHTI	2	2	2	1	2	1	560	120	80	60	120	40	
KO-204	RINTATELA	2	2	2	1	2	1	560	60	80	60	120	40	
KO-266	3.KUIVAUSRYHMÄN KÄYTTÖ	2	2	2	1	2	1	560	60	80	60	120	40	
KO-200	KK 1 PERALAATIKKO	2	0	0	2	2	0	520	0	0	120	120	0	
KO-264	YLÄVIIRAN KIRISTIN, 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	4	4	2	2	2	500	120	80	200	60	40	
KO-267	KUIVAUSSYLINTERI N:O 1	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-268	KUIVAUSSYLINTERI N:O 2	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-261	KUIVAUSSYLINTERI N:O 3	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-235	VIIRAN JOHTOTELAN KÄYTTÖ	2	2	2	1	0	2	480	120	80	200	0	80	
KO-232	VIIRAN JOHTOTELAN KÄYTTÖ	2	4	2	2	0	2	800	240	80	120	0	80	
KO-226	VIIRAN PALAUTUSTELA 2 kpl	2	2	2	2	1	1	700	120	80	120	60	40	
KO-222	VIIRAN PALAUTUSTELA 2 kpl	2	2	2	2	1	1	700	60	80	120	60	40	
KO-225	HUOVANKIRISTIN, 2 PUR. YLÄHUOPA	1	2	4	1	1	1	290	60	80	100	30	20	
KO-219	YLÄVIIRAN KIRISTIN, 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	2	2	1	2	2	300	60	40	100	60	40	
KO-214	YLÄVIIRAN OHLAUSTELA, 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	2	2	1	2	2	300	60	40	100	60	40	
KO-206	HUOVANKIRISTIN, 2 PUR. YLÄHUOPA	1	2	2	1	1	1	250	60	40	100	30	20	
JÄ-210	JÄLKIJAUHIN 2	1	0	0	0	0	4	80	0	0	0	0	80	
KO-208	Puristin 1 alahuovan suihkuputken osittointi	1	0	0	0	2	0	60	0	0	0	60	0	

Kuva 6. Esimerkki kriittisyysluokittelusta PSK 6800. (PSK 6800, hakupäivä 3.3.2013)

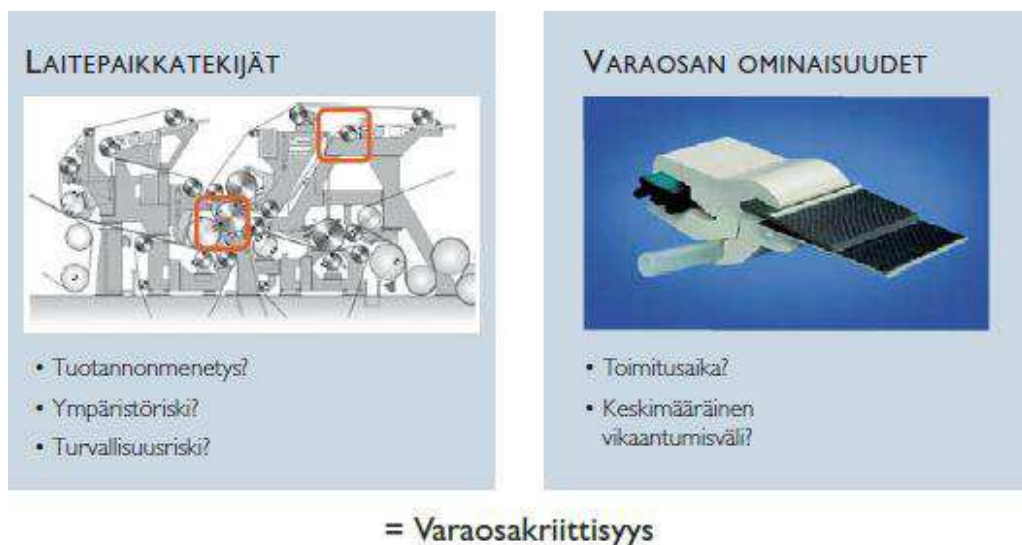
4.2 Varaosien kriittisyysanalyysi

Suurissa tehtaissa saattaa olla useita linjoja, joissa linjan koosta riippuen saattaa olla tuhansia varaosia. Tämän vuoksi varaosavarastoissa voi olla kymmeniä tuhansia osia. Tämä johtuu siitä, että yleensä toimittaja on laatinut varaosasuosituksia uudelle linjalle, joka sisältää useita tuhansia osia. Nämä suositukset on yleensä laadittu siten, että jokainen laitteeseen liittyvä osa on määritelty toiminnallisen kriittisyyden perusteella. Tämä johtaa siihen että tietty osa voi olla käytössä useassa eri laitteessa linjalla ja olla kriittinen laitteen toiminnan kannalta, mutta laite itse ei aina ole kriittinen prosessin kannalta. Näin ollen tietyn laitteen vikaantuminen aiheuttaa linjan pysähtymisen ja osa vaihdetaan

heti, kun taas toinen laite voi vikaantua, mutta se ei aiheuta välittömiä toimenpiteitä vaan se korjataan seuraavassa suunnitellussa pysähdyksessä. Tämän vuoksi on tärkeää selvittää kriittiset varaosat, sillä kaikkien varaosien säilyttäminen ei ole taloudellisesti kannattavaa. (Väisänen, 2008/8.)

Varaosien kriittisyysanalyysissä hyödynnetään perinteistä kriittisyysanalyysiä sekä varaosien ominaisuuksia ja näiden yhteistuloksena saadaan luotettava ja tieteellinen tulos varaosista. Se pohjautuu perinteisen analyysin tavoin prosessin kriittisyydelle, ympäristölle ja turvallisuudelle, sekä pienellä huomiolla vikaantumisväliin. Näin saadaan selville kriittiset laitepaikat, jossa jokaisella varaosalla on sama kriittisyysarvo. Niiden keskinäinen eroavuus perustuu varaosien ominaisuuksiin vaikuttavista tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat varaosan toimitusaika sekä vikaantumisväli. Jos varaosalla on tiheä vikaantumisväli, on tärkeää huolehtia sen saatavuudesta joko omasta varastosta tai erittäin lyhyellä toimitusajalla toimittajalta silloin kun laitepaikkakriittisyys ei ole liian korkea. Varaosan varastointia ajatellessa on otettava myös huomioon mahdollisten laatu- ja ajettavuusongelmien mahdollisuus, jos osan vikaantuminen ei aiheuta suoria tuotannonmenetyksiä, turvallisuus- tai ympäristöriskejä. (Väisänen, 2008/8.)

Koska aiemmin mainituilla tekijöillä ei voida suoraan tehdä johdonmukaista ja loogista päätelmää varaosien varastoinnista, määritetään jokaiselle varaosalle kriittisyysarvo kuten perinteisessä kriittisyysanalyysissä. Jokaiselle tekijä pisteytetään jokaiselle varaosalle ja näin saadaan looginen ja johdonmukainen varaosien kriittisyysanalyysi kuvan 7 mukaisesti. (Väisänen, 2008/8.)



Kuva 7. Varaosien kriittisyysanalyysin periaatteet. (Väisänen, 2008/8.)

4.3 Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)

Kuten jo luvussa 4 mainitaan, vika- ja vaikutusanalyysi on käytetyimpiä riskianalyysejä luotettavuus keskeisessä kunnossapidossa. Se on toimintavarmuutta analysoiva menetelmä, joka on luotu tunnistamaan vikoja, joilla on suuri merkitys tarkasteltavan laitteiston suoritus- ja toimintakykyyn. Sen tekeminen perustuu alimmalle komponentti- tai hierarkiatasoille, joille voidaan selvittää niiden vikaantumistavat sekä määritellä toimintahäiriöiden, vikojen, käyttörajoitusten sekä suorituskyvyn heikkenemisen välisen yhteyden. Sillä pyritään löytämään ratkaisuja pienentämään kriittisten ja tunnettujen vikojen esiintymisriskiä sekä edistää niiden havaitsemista. Sitä voidaan hyödyntää järjestelmien suunnittelusta aina käytönaikaisen toiminnan kehittämiseen ja parantamiseen. Lisättäessä vika- ja vaikutusanalyysiin jonkin muotoinen kriittisyyden arviointi ja luokittelu, käytetään siitä tällöin nimitystä vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi. (SFS 5438, hakupäivä 3.3.2013; Ramentor Oy 2011, hakupäivä 3.3.2013.)

SFS 5438 mukaan VVA:n ja VVKA:n tarkoituksena on:

- komponentin jokaisen tunnistetun vioittumistavan aiheuttamien vaikutusten ja tapahtumaketjujen arviointi järjestelmän usealla eri toiminnallisella tasolla.
- kunkin vioittumistavan merkittävyyden tai kriittisyyden määrittäminen (verratuna järjestelmän virheettömään toimintaan ja suorituskykyyn) ja vaikutuksen selvittäminen ko. prosessin toimintavarmuuteen turvallisuuteen.
- tunnistettujen vioittumistapojen luokittelu tunnistettavuuden, määriteltävyyden, testattavuuden, huolettavuuteen liittyvien toimenpiteiden (korjaus, huolto ja huoltojärjestelmät jne.) ja muiden tärkeiden tunnuslukujen suhteen.
- vian merkittävyyden ja vian todennäköisyyden arviointi edellyttäen, että tarvittavat tiedot ovat käytettävissä.

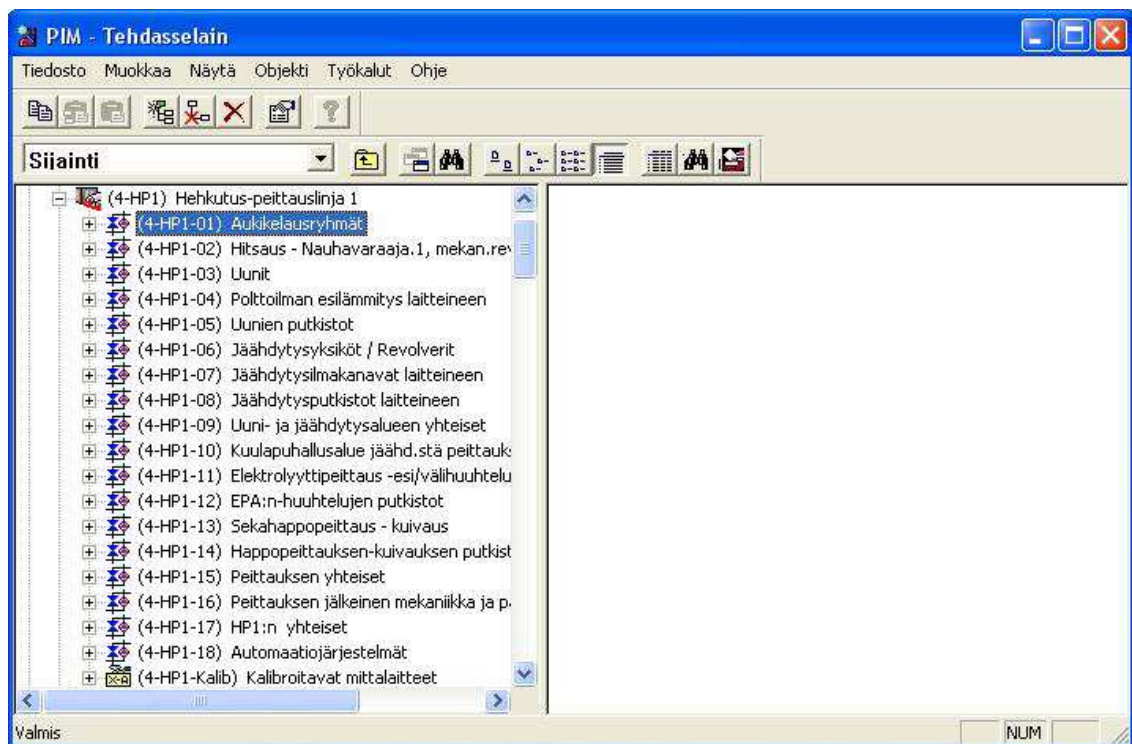
Se on menetelmä joka soveltuu pääsääntöisesti materiaali ja laitevikojen tarkasteluun, mutta sitä voidaan myös soveltaa eri tekniikan aloista ja niiden yhdistelmistä koostuviin järjestelmiin sekä ohjelmiston ja inhimillisten tekijöiden tutkimiseen. (SFS 5438, hakupäivä 3.3.2013)

Työssä on tehty esimerkkinä vika- ja vaikutusanalyysi kahdelle laitteistolle, jotka ovat prosessin kannalta kriittisiä. Tarkoituksena on esittää VVA:n toimintaperiaate ja siitä

saatavat hyödylliset tiedot. Analyysit ovat esitelty luvussa 8, perusteluna osien kriittisyydelle.

5 MEKAANISTEN HÄIRIÖIDEN KOHDISTAMINEN

Jotta linjan kriittisiä osia päästään tarkastelemaan, on ensin selvitettävä missä on linjan häiriöalttiit laitteet ja alueet. Häiriöiden selvityksessä käytettiin hyväksi Outokummun RETU-järjestelmää, jonne käyttökoneisto kirjaa häiriön syyn, alkamisajan ja loppumisajan sekä häiriötyypin. Kyseiset tiedot siirtyvät myös KUTI-järjestelmään. Häiriöt kerättiin yhdeksän kuukauden ajalta (tammi-syyskuu) ja ne kohdistettiin Outokummun oman hierarkian perusteella linjan eri osa-alueisiin. Häiriöiden kestot sekä määrät kohdistettiin ja niiden perusteella valittiin laitteistot, joita lähdettiin tutkimaan tarkemmin. Lisäksi muitakin yksittäisiä, pitkän pysähdyksen aiheuttaneita kohteita tarkasteltiin tarkemmin.



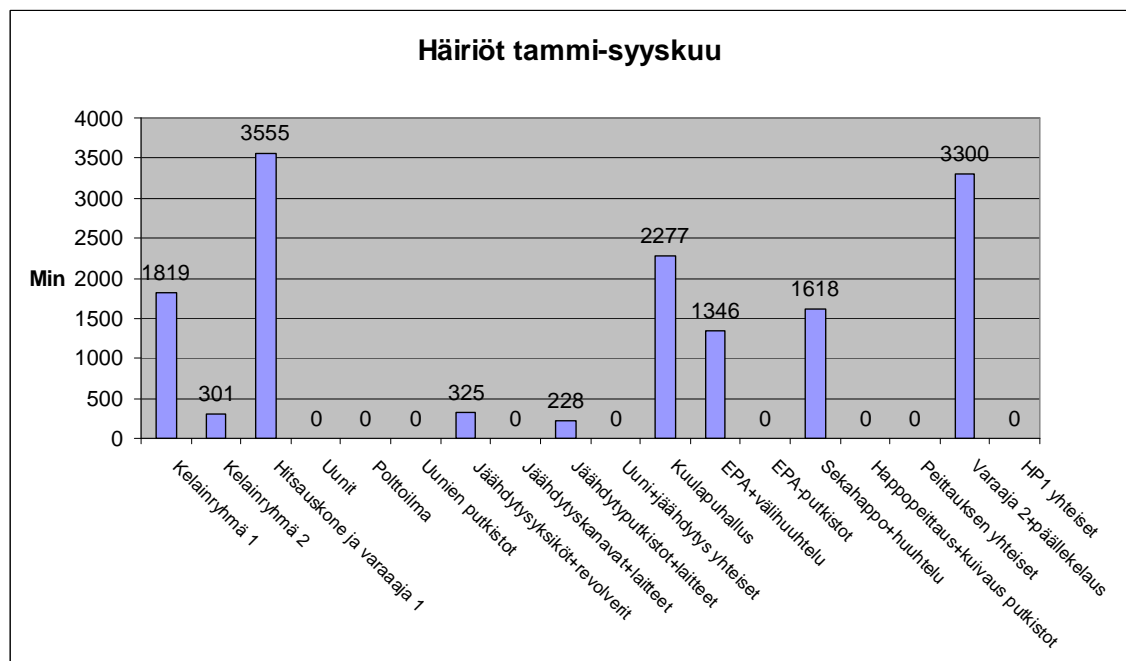
Kuva 8. HP 1-linjan hierarkia KUTI:ssa.

5.1 Hehkutus- ja peittäuslinja 1

HP 1-linjalla oli tarkkailujakson aikana tapahtunut 107 pysäyttävää mekaanista häiriötä, joista 51 oli sattunut hitsauskoneistossa ja varaajassa. Tämä oli määrällisesti ylivoimaisesti eniten, sillä alkupään kelainryhmillä oli toiseksi eniten pysäyttäviä häiriöitä, 20 kappaletta. Taulukosta 6 voidaan kuitenkin nähdä, että ajallisesti mitattuna kuulapuhallus sekä varaaja 2 ja päällekelaus olivat hitsauskoneiston jälkeen suurimmat häiriön

aiheuttajat. Häiriöiden perusteella tarkemmin tarkasteltaviksi alueiksi valittiin kelainryhmät, hitsauskoneisto ja kuulapuhallus. Hitsauskoneistoa tarkkailtiin vielä ajanjakson jälkeenkin, sillä siihen tehtiin joulukuun alussa suurempi huolto. Päällekelain ja varaaja 2 jätettiin tarkastelusta pois, sillä kyseisellä alueella ei ollut sattunut pitkiä ja toistuvia häiriöitä, lukuun ottamatta ohjausrulla 6:lla sattunutta yksittäistä häiriötä joka kesti yli 2500 minuuttia. Lisäksi tarkasteluun otettiin peittauksessa sattunut EPA:n vuoto sekä pohjakaivo 3 pohjakaivopumppujen vikaantumisen, sillä linja seisoi yli 1200 minuuttia ylivuotamisen vuoksi ja yli 400 minuuttia pumppujen vikaantumisesta. Sekahappopeitus+huuhtelu jätettiin pois tarkastelusta, koska kaksi pitempää häiriötä johtuivat rullien vaihdoista.

Kuvaaja 1. HP 1-linjan häiriöt minuutteina.

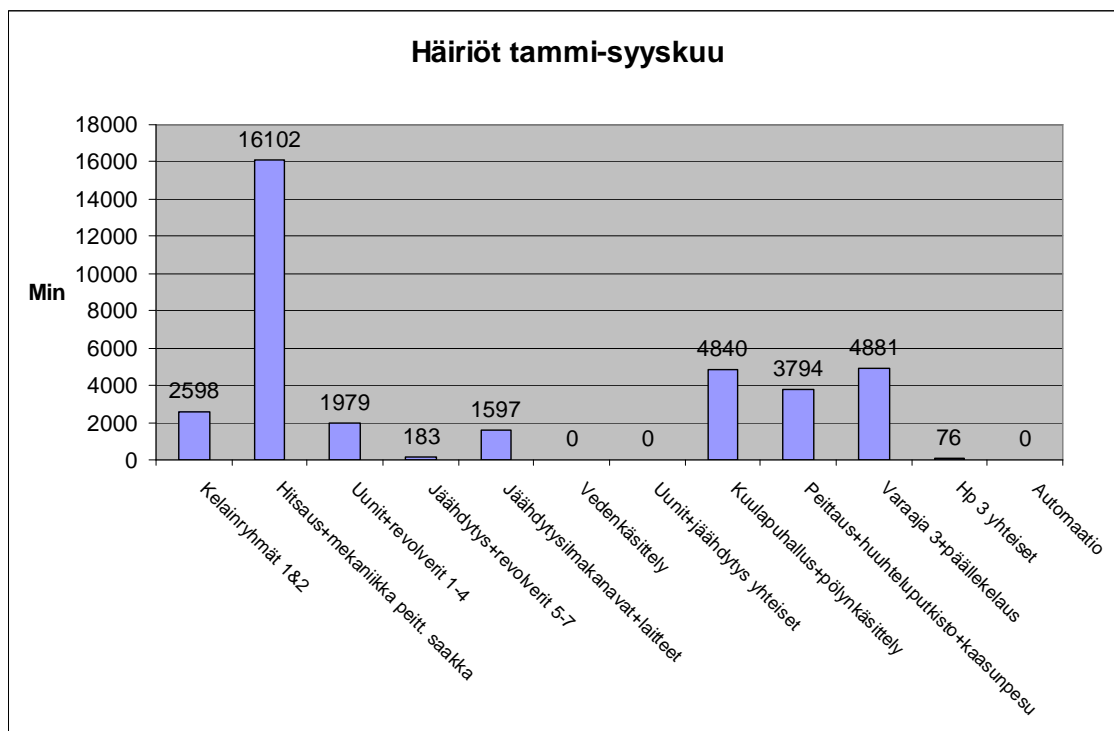


5.2 Hehkutus- ja peittauslinja 3

HP 3-linja oli selvästi häiriöalttiimpi linja kuin HP 1, sillä samalla aikajaksolla tapahtui 238 pysäyttävää häiriötä, joiden ajallinen kesto oli yli 36000 minuuttia. Linjan häiriöalteimmat laitteistot olivat hitsauskoneisto ja varaajat 1 & 2, jossa oli ajallisesti yli 40 prosenttia linjan mekaanisista häiriöistä. HP 3-linjan häiriöt kohdistuivat lähes samoihin alueisiin kuin HP 1:llä, mutta päällekelauksessa sattuneiden häiriöiden lukumäärä oli poikkeavaa verrattuna HP 1:een. Kelainryhmien, hitsauskoneiston, kuulapuhalluksen ja päällekelauksen lisäksi peittauksen mekaniikka nousi HP 3-linjalla suurimpien häiriöi-

den aiheuttajiin. Yksittäisenä häiriönä tarkasteltiin jäähdytyksen kaasunpesun poistopuhallinta, jonka vuoksi linjan pysähtyi yli 800 minuutiksi. Uunilla sattuneet häiriöt johtuivat nauhakatkoista, jotka johtuivat jatkopään ja tuotenuhan välisen sauman repeytymisestä. Myös HP 3:lla oli lokakuussa tehty suurempi huolto hitsauskoneistolle, joten sen toimintaa seurattiin jatkossa samalla tavalla kuin HP 1:llä.

Kuvaaja 2. HP 3-linjan häiriöt minuutteina.



6 KRIITTISET LAITTEISTOT

Laitteistot valittiin hyödyntämällä KUTI-järjestelmästä saatuja tietoja häiriöistä, kunnossapitoilmoituksista sekä vuoromestareiden käyttämää KUTI-päiväkirjaa. Päämääränä oli löytää ne laitteet, joiden vioittuminen pysäytti linjan ja aiheutti suunnittelemtoman pysähtymisen. KUTI-järjestelmässä olevien kunnossapitotilauksien avulla sai paljon tietoa pysäyttävästä laitteesta, mutta lisäksi KUTI-päiväkirjasta löytyi erittäin paljon lisätietoa linjan pysäyttäneestä häiriöstä ja laitteesta. Lisäksi kunnossapidon ja käyttöhenkilöstön kokemuksia ja tietoja hyödynnettiin laitteistojen valinnassa

Tavoitteena oli löytää prosessin kannalta kriittisimmät laitteet, joten kriittisyysanalyysiä ei hyödynnetty laadun, ympäristön ja turvallisuuden kannalta. Prosessin kannalta sitä hyödynnettiin sovelletusti.

6.1 Kunnossapidontietojärjestelmä KUTI

Kunnossapidontietojärjestelmä on TietoEnatorin Outokummulle tuottama järjestelmä, jota käytetään päivittäisiin, kunnossapitoon liittyviin tehtäviin. Se sisältä tietoja muun muassa linjojen varaosista, kunnossapitoilmoituksista, ennakkohuoltotöistä sekä tulevista ja menneistä seisokeista. KUTI:sta löytyy myös tietoja häiriöseurannasta, kuten kuvassa 9 on nähtävissä. Järjestelmässä on kaikkien linjojen laitteistot lajiteltuina omiin alueisiinsa käyttöä helpottamaan.

KUTI rekisteröi jokaisen sen kautta tehdyn työn ja kohdentaa sen kyseiseen linjaan ja laitteeseen. Tämä mahdollistaa laitteistojen kunnossapitohistorian tarkastelua ja näin myös mahdollisuuden tarkastella eri laitteistojen vikaantumistaajuuksia.

(550) Häiriöilmoitusten haku - Hakumasina

Tiedosto Haut Muokkaa Näytä Ohje

Hakukriteerit Tallennetun haun tiedot SQL-lause

Häiriöiden haku

Kohteen järjestelmätunnus: Hierarkisesti 4-HP1

Tila: On olemassa

Vaikutus: Yhtäkuin Pysäyttävä

Alkoi: Jälkeen 31.12.2011

Loppui: Yhtäkuin

Häiriökoodi: Yhtäkuin

Häiriösyys: Joukossa 4173 10 Mekaaninen häiriö

Kesto [min]: Suurempi kuin

Häiriöstä tehty vikailmoitus: Yhtäkuin

Häiriö-analyysi (K/E): Yhtäkuin

Häiriö	Alkoi	Loppui	Kesto [min]	Häiriöstä tehty vikailmoitus	Häiriö-analyysi	Vaikutus	Häiriösyn nimi	Kuvauksen ens. rivi
110	31.2027	06.07.2012 04:39	06.07.2012 04:41	2	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	LEIKKURI JÄI VÄLILLE
111	311367	03.07.2012 23:05	03.07.2012 23:22	17	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	HITS.KONEEN LEIKKURI JÄI VÄLILLE
112	311332	03.07.2012 21:05	03.07.2012 21:09	4	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	HITSAUSKONE JUMI LEAT KIINNI
113	305416	14.06.2012 21:45	14.06.2012 22:11	26	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	SAMA JATKUU.....
114	305408	14.06.2012 21:37	14.06.2012 21:45	8	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	HITSAUSKONEEN LEIKKURI JUMISSA...
115	305279	14.06.2012 13:45	14.06.2012 15:25	100	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	JATKUU
116	305238	14.06.2012 09:58	14.06.2012 13:45	227	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	HITSAUSKONEEN LEIKKURI JUMISSA, ROMUL
117	304176	10.06.2012 20:40	10.06.2012 20:43	3	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	VARAAJA 1:N VAUNUT NIPUSSA
118	303569	08.06.2012 11:12	08.06.2012 12:30	78	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	1-VARAAJASSA PAPERIN TAKIA RULLA JUMISE
119	302970	06.06.2012 07:32	06.06.2012 07:50	18	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	ALKUPÄÄSSÄ ROMULOOVA-ONGELMIA.
120	298992	24.05.2012 12:35	24.05.2012 12:37	2	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	LOPPUPÄÄSSÄ ONGELMIA (SIIRTOVAUNUA EI
121	298836	23.05.2012 23:03	24.05.2012 00:19	76	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	RAILON MUODOSTUS EI ONNISTU
122	298631	23.05.2012 05:35	23.05.2012 05:41	6	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	1 POLTIN RIKKI JA HITSAUSLANGAN VAIHTO
123	297627	20.05.2012 05:43	20.05.2012 07:30	107	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	JATKUU
124	297445	19.05.2012 13:40	19.05.2012 21:43	483	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	SAMA JATKUU.
125	297317	19.05.2012 05:43	19.05.2012 13:39	476	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	SAMA JATKUU.
126	297234	18.05.2012 21:32	19.05.2012 05:42	490	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	KUPU SÖKÖNÄ
127	297214	18.05.2012 19:34	18.05.2012 20:40	66	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	KUPUN LINKOPYÖRÄ 3:N LAAKERI SÖKÖNÄ
128	296510	16.05.2012 13:44	16.05.2012 17:06	202	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	JATKUU
129	296438	16.05.2012 10:11	16.05.2012 13:44	213	Ei	Pysäyttävä	10 Mekaaninen häiriö	LINJAN REMPPAUSTA,LOPPUHUUHELUN LV

173 objektaa löytyi.

Kuva 9. HP 1-linjan mekaaniset häiriöt.

6.2 Hehkutus- ja peittäuslinja 1

Luvussa 5.1 esitetystä kuvaajasta 1 voidaan nähdä, että HP 1-linjalla suurimmat alueet häiriöiden aiheuttajina olivat aukikelainryhmät, hitsauskone ja varaaja 1 sekä kuulapuhallus. Näissä kaikissa oli häiriöitä yhteensä yli 2000 minuuttia. Jotta päästäisiin tarkastelemaan kriittisiä varaosia tarkemmin, oli selvitettävä mitkä laitteet kyseisillä alueilla olivat häiriöalttiita.

6.2.1 Kelainryhmät

Ensimmäisenä lähdettiin tutkimaan kelainryhmiä, joista selvästi erottuivat nauhan katkaisemiseen käytettävät päätyleikkurit. Kyseiset laitteet aiheuttivat huomattavan osan kelainryhmien häiriöistä. Yleisiä vikaantumisia olivat vasarapulttien katkeaminen, minikä seurauksena myös hydraulimuttereita vioittui ja tämä aiheutti öljyvuotoja. Lisäksi myös nauhan lukitsemiseen käytettävät hydraulisylinterit olivat usein häiriönaiheuttajina. Kesällä 2012 päätyleikkuri 2:lle tehdyn muutoksen jälkeen hydraulimuttereiden ja vasarapulttien vikaantumiset vähenivät, sillä nauhan lukitsemiseen käytetyt sylinterit poistettiin ja tilalle asennettiin mekaanisesti toimiva jousipalkki. Tämä muutos tehtiin

myös päätyleikkuri 1:lle tammikuussa 2013, jonka ansioista nauhanlukitusylinterit poistuivat käytöstä leikkureilla 1 ja 2. Kyseiset sylinterit ovat nykyisin käytössä vain päätyleikkuri 3:lla ja HP 3-linjalla.

Eräs joulukuussa sattunut pitkäkestoinen häiriö johtui päätyleikkurin toiminnan mahdollistavan niveltapin katkeamisesta. Niveltapin avulla välitetään sylinteristä saatava voima terille ja tapin katkeaminen estää leikkurin toiminnan. Lisäksi myös leikkureissa olevan romunohjaimen irtoaminen aiheutti linjan pysähtymisiä. Ohjaimen tarkoituksena on ohjata nauhasta leikattavat romupalat romulaatikoihin. Kelainryhmissä myös vetorullat nousivat esiin, sillä säännöllisesti niiden nivelakselit olivat vioittuneet tai irronneet pulttien katkeamisen vuoksi.

Pitää muistaa, että kaikki aukikelainryhmissä sattuneet häiriöt eivät välttämättä pysäytä linjaan, koska linjaan on mahdollista syöttää nauhaa myös yhdeltä aukikelaimelta tai vian voi mahdollisesti korjata toisen kelaimen pyöriessä. Tämä mahdollistaa linjan jatkuvan toiminnan, mutta se alentaa tuotantomääriä johtuen alennetusta prosessinopeudesta. HP 1-linjalla nauhan syöttäminen linjaan yhdeltä kelaimelta onnistuu vain kuumanauhoilla, koska siinä ei ole jatkopäitä eikä valssauksessa syntyviä pistojälkiä.

6.2.2 Hitsaus ja varaaja 1

Vaikka hitsauskone ja varaaja 1 nousivat selvästi häiriöissä ensimmäiseksi, useimmat häiriöt olivat kuitenkin johtuneet muista kuin mekaanisista vioista. Usein leikkuri oli häiriöllä rajavian takia, jonka oli aiheuttanut leikkurin mekaaninen virhetila. Yleensä ratkaisuina oli rajojen siirto tai leikkurin ajamin käsin venttiilistä. Vaarana käsin ajamisessa on sylinterien varsien vääntyminen. Eniten hitsauskoneella esiin nousivat leikkaussylinterit, jotka mahdollistavat nauhojen päiden tasaamiseen käytettävän leikkurin toiminnan. Yleensä varret olivat vääntyneet virhetilasta johtuen. Yleensä varren vääntyminen johti useita tunteja tai jopa vuoroja kestäviin pysähdyksiin. Linja oli myös rai-lonsäädön vuoksi pysähtynyt useita kertoja.

Joulukuussa hitsauskoneen leikkurille tehdyn huollon jälkeen, siihen kohdistuneet häiriöt ovat kadonneet lähes kokonaan. Sattuneet häiriöt ovat olleet yksittäisiä, eivätkä ne ole toistuneet kuten aiemmin. Vaikka leikkurin liikkeet ovat hieman hidastuneet, on sen

toimintavarmuus parantunut huomattavasti. Lukuun ottamatta leikkuusylintereitä, hitsauskoneen muu hydrauliiikka on ollut luotettava.

6.2.3 Kuulapuhallus

Kuulapuhalluksen suurimmat häiriönaiheuttajat olivat sinkopyöräyksiköt, jotka usein saattoivat olla jumissa joko mekaanisen vian vuoksi tai jumittuneiden kuulien takia. Yhteensä KUPU-yksikössä on 4 sinkopyöräyksikköä, jotka ovat kaikki samanlaisia. Myös kiertomäntäpuhallin sekä kauhakuljetin olivat aiheuttaneet linjan pysähtymisen muutaman kerran. Koska HP 1-linjalla voidaan käsitellä sekä kylmä- että kuumanauhoja, eivät kuulapuhalluksen häiriöt välttämättä kertoneet koko totuutta, sillä kuulapuhalluksen rikkoutuessa ajot voidaan vaihtaa kuumanauhasta kylmänauhoihin.

6.2.4 Yksittäiset pysähdykset

Lisäksi yksittäisiä pitempiä pysähdyksiä sattui muutamalla linjan alueella. Yksi pitempi pysähdys sattui elektrolyyttipeittauksessa, joka seisautti linjan yli 1000 minuutiksi altaan vuotamisen vuoksi. Vuotaminen johtui altaan päädyssä olevasta tiivistelevystä, jonka vioittumisen takia altaassa kiertävä liuos pääsi vuotamaan altaasta lattialle ylivoitokaukalon ohi. Toinen pitempi pysähdys johtui happopeittauksen pohjakaivo 3:ssa olevista pumpuista, joiden huoltaminen kesti 445 minuuttia. Myös ohjausrulla 6 ohjausylinterin vioittuminen aiheutti öljyvuodon, jonka vuoksi linja jouduttiin pysäyttämään. Sylinterin vaihto pitkittyi varaosien puuttumisen vuoksi ja näin linjan ajokuntoon saattaminen kesti yli 2600 minuuttia.

6.3 Hehkutus- ja peittauslinja 3

HP 3-linjalla käsitellään pelkästään kuumavalssaamolta tulevia ns. kuumanauhoja, jotka voivat olla jopa 10 millimetriä paksuja. Lisäksi sen prosessinopeudet ovat huomattavasti suurempia kuin HP 1-linjalla, joten linjan laitteisto on kovemmallalla kuormituksella kuin HP 1-linja. Vertailemalla luvun 5 kuvaajia 1 ja 2 nähdään, että HP 3-linjalla oli häiriöitä lähes 2,5-kertaisesti verrattuna HP 1-linjaan. Kuten kuvaajasta 2 nähdään, suurimmat häiriöiden aiheuttajat olivat aukikelaimet, hitsaus + varaajat 1 & 2, kuulapuhallus, peittaus sekä päällekelaus + varaaja 3. Näissä kaikissa oli häiriöitä yli 2000 minuuttia häiri-

öitä tarkastelujaksolla ja näitä kaikkia tarkasteltiin lähemmin. Lisäksi tarkasteltavaksi otettiin yksittäisiä, pitkäkestoisia häiriöitä.

6.3.1 Kelainryhmät

Aukikelausryhmistä häiriöiden aiheuttajina nousivat esiin päänohjaimen yhteydessä oleva lyöntilevy sekä päätyleikkurit. Lyöntilevyn irtoamisesta johtunut yksittäinen häiriö kesti lähes 600 minuuttia. Päätyleikkureissa sattuneet häiriöt johtuivat useista erisyistä. Yksittäisiä häiriöitä ilmeni ohjainpöydän, hydraulimuttereiden, teräsuojan ja romuohjaimen takia. Määrällisesti sekä ajallisesti mitattuna esiin nousivat nauhanlukitus-sylinterit, mutta ihmetystä herättivät pysähdykset terien vaihtamisen vuoksi ja sekä niiden kesto. Terien vaihtaminen pysäytti linjan 4 kertaa ja ne kestivät yhdestä tunnista jopa kuuteen tuntiin.

Pitää muistaa, että kaikki aukikelainryhmissä sattuneet häiriöt eivät välttämättä pysäytä linjaan, koska on mahdollista syöttää nauhaa myös yhdeltä aukikelaimelta. Tämä mahdollistaa linjan jatkuvan toiminnan, mutta se alentaa tuotantomääriä johtuen alennetusta prosessinopeudesta.

6.3.2 Hitsaus ja varaajat 1 & 2

Hitsauskoneella ja varaajissa 1 ja 2 sattuneet häiriöt olivat kestoiltaan yli 40 prosenttia koko linjan häiriöistä. Toisin kuin HP 1-linjalla lähes kaikki hitsauskoneistolla sattuneet häiriöt olivat mekaanisia ja väärin kohdistettuja sähkövikoja oli vähän. Häiriöt johtuivat useista eri syistä, kuten puristuslevyistä, puristuslistoista ja ohjauskynnen vaihtamisesta. Usein myös hitsausvasteen runko oli irti, mikä aiheutti pitkiäkin pysähdyksiä. Pisimmät pysähdykset johtuivat kuitenkin hitsauskoneen rungosta, joka aiheutti maaliskuun huhtikuun aikana useita pysähdyksiä ja jopa yli 2 vuorokauden mittaisen pysähdyksen. Lisäksi 15 pysähdystä johtui railonsäädöstä tai romujen juuttumisesta romukuiluun.

HP 1-linjan tavoin leikkurin hydrauliiikka on ollut luotettava, lukuun ottamatta pieniä tiiviste vuotoja. Lokakuussa tehdyn huollon jälkeen hitsauskoneella on edelleen esiintynyt häiriöitä liittyen mainittuihin osiin sekä terien vaihtamiseen. Rungosta johtuneita pysähdyksiä ei ole ilmennyt.

Yksi pitempi pysähdys johtui ohjauksella 1:stä, sillä sen raamin alapuolen laakerin ohjauksipukista katkesi pultit. Pysähdysten kesto oli 420 minuuttia eli lähes yhden työvuo-ron mittainen. Tarkasteltaessa ohjauksella 1:n historiaa, voitiin todeta että se oli yksit-äinen häiriö, joka ei ollut toistuva.

Tammikuussa sattunut nauhanhännän karkaaminen hitsauskoneelta varaajaan, aiheutti yli 3000 minuuttia pitkän pysähdysten. Nauhan karkaaminen tapahtui silti, vaikka Hätä seis -kytkintä oli painettu.



Kuva 11. Varaaja 1 välivaunujen kiinnitysmekanismi.

Varaaja 1 aiheutti myös paljon pysähtymiseen johtavia häiriöitä. Suurimmat häiriöiden aiheuttajat olivat varaajavaunuissa olevat kiinnitysmekanismit (kuva 11), jotka varmistavat vaunujen kiinnittymisen toisiinsa varaajan tyhjentyessä. Usein häiriöt liittyivät tarrainten repeytymiseen, tartuntakynsien katkeamiseen tai vipujen katkeamiseen. Yhteensä edellä mainittuihin osiin liittyviä häiriöitä oli vuoden 2012 aikana 16 kappaletta ja ajallisesti ne kestivät yli 1720 minuuttia. Yksi pitempi häiriö johtui taittovaunun kantopyörän laakerista, jonka vaihtaminen kesti 437 minuuttia.

6.3.3 Jäähdytysilmakanavat

Alueella sattunut yksittäinen häiriö kohdistui kaasunpesun poistopuhalttimeen (Rotoklon 1), joka aiheutti 839 minuutin pysähdyksen. Kyseinen häiriö johtui laakereiden ja laakeripesien rikkoutumisesta. Historiassa on paljon ilmoituksia kaasunpesun poistopuhaltimen ja jäähdytyksen poistopuhaltimen (Rotoklon 2) tärinästä. Tärinä johtuu siipiin tarttuneesta liasta, joka aiheuttaa epätasapainoa. Seurauksena tärinälle ovat laakereiden vikaantumiset sekä rungon ja kiinnityspedin repeytymiset. Puhaltimien rikkoutuminen ei välttämättä pysäytä linjaa, mutta aiheuttaa tuotannonmenetyksiä alennetun prosessinnopeuden takia.

6.3.4 Kuulapuhallus

Kuten HP 1-linjalla, myös HP 3-linjalla kuulapuhallus nousi esiin häiriöiden aiheuttajana. Koska linjalla on kolme kuulapuhallusyksikköä, on häiriöiden syntyminen entistä todennäköisempää kuin HP 1-linjalla. Usein häiriöt olivat lyhytkestoisia, johtuen mahdollisuudesta jättää vikaantunut yksikkö pois käytöstä ja näin jatkaa tuotantoa. Tällöin linjan tuotantonopeuksia täytyy pienentää, joten se myös pienentää tuotantomääriä.

Useita häiriöitä oli HP 1-linjan tavoin sinkopyöräyksiköissä, yleensä yksiköiden jumiutumisesta kuulan vuoksi, laakereiden vioittumisista tai hihnoiden katkeamisista johtuvia. Kyseiset sinkopyöräyksiköt ovat samanlaiset kuin HP 1-linjalla ja koska HP 3-linjalla on kolme KUPU-yksikköä, on linjalla yhteensä 12 sinkopyöräyksikköä. Myös KUPU 4 kauhakuljettimen yksittäinen häiriö aiheuttivat pitkän pysähtymisen. Kauhakuljettimen vikaantuminen johtui yläpuolen etulaakerin rikkoutumisesta. Laakerin vaihtamiseen kului aikaa 932 minuuttia eli lähes kaksi työvuoroa.

Useita pysähdyksen johtavia vikoja ilmeni myös KUPU-yksiköissä sijaitsevissa kannatinrullissa. Usein niiden laakerit olivat jumiutuneet ja tarkemmin tutkittaessa ilmoituksia kävi ilmi, että usein syyllinen oli laakerin sisään päässyt kuulapuhalluksessa käytettävä kuula. Taittorullasta johtunut pysähdys johtui myös laakereiden ja akselin vikaantumisesta ja lopullinen pysähdyksen kesto oli 651 minuuttia. Myös suodattimien vaihtamisen vuoksi linja jouduttiin usein pysäyttämään useiksi tunneiksi.

6.3.5 Peittaus

Peittauksessa oli vuonna 2012 yhteensä 4585 minuuttia häiriöitä ja suurin osa häiriöistä kohdistui happopeittaukseen, sillä siihen liittyviä häiriöitä oli 3169 minuutin edestä. Suurin osa näistä häiriöistä oli happovuotoja happoallas 2:ssa ja 3:ssa. Happoallas 2:n pohjassa ollut reikä pysäytti linjan 934 minuutiksi ja allas 3 tiivistelelyn rikkoutumisesta syntynyt happovuoto yli 1500 minuutiksi. Peittausalueella sattuneista pysähdyksistä yli 2000 minuuttia johtui rullien katkeamisista tai kumioinnin pettämisestä.

6.3.6 Päällekelaus ja varaaja 3

Yhteensä kyseisellä alueella oli sattunut yli 6000 minuutin edestä häiriöitä ja lähes puolet näistä oli varaaja 3:n aiheuttamia. Varaaja 3:ssa sattui kaksi pitempää häiriötä, joita olivat vaijerin katkeaminen ja nauhan katkeaminen. Nauhan katkeaminen johtui väli-vaunu 2 rungon vääntymisestä, minkä seurauksena nauha ohjautui varaajan rakenteisiin ja repeytyi poikki. Lisäksi yksittäisiä, lyhyitä häiriöitä oli tartuntakynnen katkeamisesta, lattiarullan vaihdosta ja väli-vaunu 3:n karkaamisesta. Varaajan historiaa tarkasteltaessa ei mikään edellä mainituista häiriöistä ollut toistuva.

Muita esiin nousseita laitteistoja olivat päällekelain ja siirtovaunu 3, joissa oli useampia lyhyitä häiriöitä sekä yksittäisiä pitempi kestoisia häiriöitä. Päällekelaimella sattunut pitempi häiriö kesti 828 minuuttia, mikä johtui kelaimen kita-aukon toimimattomuudesta. Vian aiheuttajaksi paljastui väärin huollettu kelain, mikä johtui väärin ymmärretyistä piirustuksista. Yksittäisiä, lyhyitä häiriöitä esiintyi työntölevystä ja pyöriväliittimestä.

Siirtovaunu 3:lla ollut pitempi pysähdys johtui siirtovaunun vaihdelaatikon vikaantumista. Kyseinen häiriö kesti 828 minuuttia, mutta tämän lisäksi useita lyhyt kestoisia vikaantumisia esiintyi ohjainkiskossa. Historiasta löytyy useita ilmoituksia ohjainkiskosta sekä vaihdelaatikon kiinnityspulttien löytymisistä ja ketjun löystymisestä. Myös siirtovaunun kulkukiskoihin liittyviä ilmoituksia on ollut huomattavasti historiassa. Kulkukiskoihin on vuosien aikana syntynyt painumia, jotka aiheuttavat siirtovaunun kiinni jäämisen.

Lisäksi S-rulla 4:n rulla 1 vaihdelaatikon vikaantuminen pysäytti linjan 683 minuutiksi. Vikaantuminen johtui nopea-akselin laakerin jumiutumisesta, mikä oli myös vaurioitta-

nut akselia. Vikaantumisen säännöllisestä esiintymisestä ei löytynyt merkkejä historias-
sa.

7 KRIITTISTEN OSIEN MÄÄRITTÄMINEN

Kriittiset osat ovat valittu kriittisistä laitteistoista, joiden vikaantumiset ovat aiheuttaneet useiden tuntien mittaisia pysähdyksiä tai joiden vikaantuminen on ollut toistuvaa useiden vuosien ajan. Historian tarkastelu ulottuu vuoden 2006 tammikuun alkuun asti. Lisäksi myös osien varastotilannetta sekä tilausaikoja on tarkasteltu osia valittaessa.

7.1 Hehkutus- ja peittäuslinja 1

7.1.1 Kelainryhmät

Vetorullastot 1 ja 2 nousivat esiin vaihdelaatikon ja rullien välissä olevien nivelakselien vikaantumisten vuoksi. Yleisimpiä vikoja olivat pulttien katkeamiset tai akselin vaurioituminen. Nivelakselin irtoaminen yleensä pysäyttää linjan, mutta sen poistaminen mahdollistaa vetorullastojen käytön ilman akselia. Tämä edellyttää kuitenkin toisen rullan akselin normaalin toiminnan. Nivelakselin irtoamiset ovat kuitenkin olleet toistuvia vikoja useiden vuosien ajan, jonka vuoksi se on kriittinen. Huoltohistoriasta löytyy useita ilmoituksia pulttien katkeamisista, kuten myös nivelakselin rikkoutumisista useiden vuosien ajan.



Kuva 11. Vetorullasto 1 ylärullan nivelakseli.

Nauhan katkaisemiseen käytetyt päätyleikkurit ovat kriittisiä laitteistoja, sillä niiden toiminta mahdollistaa nauhan pujottamisen linjaan. Niiden avulla kylmänauhasta poiste-

taan valmistelussa hitsatut jatkopäät sekä valssaimilla syntyneet pistojäljet. Kuumanauloista niillä poistetaan nauhan alussa ja lopussa sijaitsevat, tuotteeksi kelpaamattomat alueet. Kriittisimpiä osia päätyleikkureissa ovat hydraulimutterit ja vasarapultit. Historiassa on useita mainintoja vasarapulttien katkeamisesta pelkästään vuodelta 2012, mutta myös aiemmilta vuosilta. Myös hydraulimutterin osalta historiasta löytyy erittäin paljon mainintoja vikaantumisista. Päätyleikkureissa olevan romuohjaimen irtoamisesta oli myös useita ilmoituksia historiassa. Romuohjain on hitsaamalla kiinnitetty teräslevy, joka vastaanottaa leikkurilla leikattuja teräslevyjä ja ohjaa ne romulaatikkoon. Romuohjaimen kohdistuvien häiriöiden kesto oli yleensä useita tunteja.

Niveltapin historiasta ei löydy merkintöjä toistuvista vikaantumisista, joten sitä ei luokitella kriittisimpiin osiin, vaikka kyseisen osan takia linja pysähtyi yli 600 minuutiksi. Päätyleikkureihin tehtyjen muutosten ansiosta nauhanlukitussylinterit eivät ole käytössä leikkureilla 1 ja 2, eivätkä ne näin ollen ole kriittisiä HP 1-linjalla huolimatta siitä, että ne ovat edelleen käytössä päätyleikkuri 3:lla.



Kuva 12. Päätyleikkuri 3:lla olevat nauhanlukitussylinterit 4 kpl.

7.1.2 Hitsauskone ja varaaja 1

Vaikka joulukuussa olleen hitsauskoneen leikkurin huollon ansiosta sen toimintavarmuus on parantunut huomattavasti, ovat leikkuusylinterit kriittisiä varaosia. Leikkurin vikaantuminen tarkoittaa automaattisesti linjan pysähtymistä, sillä sen toiminta on edellytys nauhoja hitsaamiselle. Historiassa on vuosittain ilmoituksia sylinterin varsien vääntymisistä useampien vuosien ajan ja usein varret olivat vääntyneet sähkövian vuoksi.

7.1.3 Kuulapuhallus

Kuulapuhallus on kriittinen laitteisto kuumanauhojen käsittelyssä, sillä ilman kuulapuhallusta nauhan pinta jää likaiseksi ja tällöin se täytyy käsitellä uudelleen. Kaikista kuulapuhalluksen osista eniten esiin nousivat sinkopyöräyksiköt. Sinkopyörien vikaantumiset kohdistuivat laakereihin sekä hihnoihin, joista myös huoltohistoriassa oli useita mainintoja. Muita huomion kiinnittäneitä osia olivat elevaattori sekä kiertomäntäpuhallin. Elevaattorin kriittisimpiä osia olivat laakerit sekä kuljetinhihna, joiden historiassa oli muutamia merkintöjä vikaantumisista.

7.1.4 Yksittäiset häiriöt

Linjalla sattuneista yksittäisistä häiriöistä kriittisimpiä olivat ohjausrulla 6, pohjakaivo 3 ja EPA:ssa sattuneet häiriöt. Näistä kriittisin oli pohjakaivo 3 pumppujen vikaantuminen, jolloin molemmat pumput olivat vikaantuneet. Vaikka pohjakaivon tyhjentämiseen on käytettävissä kaksi pumppua, ovat ne silti kriittisiä, sillä niiden historiassa on useita ilmoituksia vuosien takaa pumppujen tukkeutumisista tai niiden vikaantumisista. Osassa ilmoituksista syyllinen on ollut kaivonpohjalle kertynyt sakka ja osassa pumpun kuluminen.

EPA:ssa sattuneet häiriöt olivat usein tiivisteiden pettämisistä johtuneita vuotoja, joista yksi oli yli 1200 minuuttia kestävä. Vuodon aiheutti altaan päässä olevan puristusrulla- pari 2:ssa olevan tiivistyslevyn rikkoutuminen, jonka vuoksi liuosta pääsi vuotamaan ylivuotokaukaloiden ohi lattiatasolle, jopa vihivaunu reitille. Tiivistyslevy on muovimasta tehty levy, jonka tarkoituksena on estää liuoksen karkaaminen altaasta. Tiivistys-

levyn varastoinnille ei ole tarvetta, sillä sen leikkaaminen ja poraaminen tarvittaessa onnistuu nopeasti korjaamalla.

Ohjausrulla 6:n häiriö johtui ohjaussylinterin tiivisteiden pettämisestä, jonka seurauksena öljyä pääsi vuotamaan varaaja 2:n. Varaosien puutteen vuoksi tuotanto pysähtyi yli 2500 minuutiksi. Lopulta sylinteri korvattiin hieman pienemmällä sylinterin, mutta sen paikoilleen saamiseksi kiinnitystä täytyi muuttaa. Kyseessä oli yksittäinen vikaantumisen, jonka esiintymisestä säännöllisesti ei historiassa löytynyt viitteitä. S-rullastojen ja vetorullastojen vaihteiden ja kytkimien tietoja ei löydy KUTI:sta ollenkaan, vaan ne ovat kaikki WEBDOHA:n tietokannassa taulukkoina.

7.2 Hehkutus- ja peittäuslinja 3

7.2.1 Kelainryhmät

Kelainryhmien kriittisimmät laitteistot olivat selvästi päätyleikkurit 1 ja 2. Niissä esiintyi useita häiriöitä ja usein häiriöt johtuivat eri syistä. Eniten häiriöitä aiheuttivat nauhanlukitus sylinterit, joiden vikaantuminen aiheutti muutamia pysähdyksiä. Historiaa tutkittaessa oli havaittavissa selkeää toistuvuus vikaantumisissa ja yleisimpiä vikoja olivat sylinterien varsien vääntymiset sekä tiivisteiden pettämiset. Nauhanlukitus sylinterit ovat käytössä kaikissa HP 3-linjan päätyleikkureissa. Vaikka hydraulimuttereista johtuvia häiriöitä ei ollut huomattavasti vuoden 2012 aikana, on sen historiassa useita merkintöjä toistuvista vikaantumisista.

Yksittäinen pitkä pysähdys johtui lyöntilevyn irtoamisesta. Lyöntilevyn irtoamisesta oli historiassa yksi ilmoitus, joten selkeää vian toistumista ei ollut havaittavissa. Lisäksi se on yksinkertainen levy, jonka tarkoituksena on suojata betonirakenteita ja vastaanottaa nauhasta aiheutuvat iskut.

7.2.2 Hitsauskone ja varaajat 1 & 2

Hitsauskoneen mekaniikka aiheutti huomattavan osan alueelle kohdistuvista häiriöistä. Pisimmät häiriöt johtuivat rungon huonosta kunnosta, joka johtuu suurista tuotantomääristä ja kuormituksesta. Johtuen kuumanauhan suurista jännityksistä sekä huonosta ta-

somaisuudesta, kohdistuu laitteistoon erittäin paljon tärinää ja iskuja. Tämän vuoksi runko on väsynyt vuosien saatossa ja kesällä 2012 esiintyneet, pitkiä pysähdyksiä aiheuttaneet repeämät ovat todennäköisesti näin syntyneet.

Puristuslevyjen ja puristuslistojen vaihdot aiheuttivat paljon pysähtymisiä. Usein syynä olivat pulttien katkeamiset tai osien halkeamiset. Hitsauskoneella myös vasteen runko oli usein irronnut kiinnityksistä ja yleisesti nämä vasteen rungosta aiheutuneet häiriöt olivat pitkäkestoisia, useita tunteja kestäviä. Leikkauksissa syntyvien romupalojen ohjaamiseen tarkoitettu ohjauskynsi aiheutti myös paljon häiriöitä. Yleisiä häiriöitä oli romujen tarttuminen ohjauskynteen tai romujen aiheuttamat halkeamat. Historiasta löytyy erittäin paljon ilmoituksia kaikista kyseisistä osista, joten ne ovat usein toistuvien häiriöiden aiheuttajia. Ohjauskynnen kestoikään voidaan vaikuttaa säätämällä välystä aina nauhan paksuuden vaihtuessa, mikä vaikuttaa romujen käyttäytymiseen romukuilussa.

Tammikuun alussa sattunut nauhan karkaaminen hitsauskoneelta varaajan aiheutti erittäin pitkän pysähdyksen (3126 min). Kyseissä häiriössä nauha oli luistanut S-rullien läpi varaajan, vaikka linjan hätä seis -kytkintä oli painettu tapahtuneen estämiseksi. Varmaa syytä nauhan karkaamiseen ei löytynyt, mutta yksi mahdollinen aiheuttaja on S-rullasto 1. Rulla 1:n kytkimet ovat olleet jo ennen karkaamista huonossa kunnossa, jonka vuoksi ne olivat suunniteltu vaihdettavaksi mahdollisimman pian. On mahdollista, että kytkin on pettänyt kokonaan ja näin rulla on päässyt pyörähtämään.

Toinen useita pysähdyksiä aiheuttanut alue oli varaaja 1, jossa säännöllisesti esiintyi vipujen ja tarrainten repeytymisiä. Vuoden 2012 aikana sattui 16 pysähdyksen aiheuttanutta vikaantumista pelkästään tarraimissa ja vivuissa. Kuvassa 13 on nähtävissä varaaja 1:stä repeytynyt vipu. Varaajan historiassa on erittäin paljon ilmoituksia kyseisistä osista vuosittain. Myös varaaja 1:ssä olevan taittovaunun kantopyörän laakerin vaurioituminen aiheutti lähes yhden työvuoron kestäneen pysähdyksen. Historiassa on keskimäärin kerran 2 vuoden välein laakereiden tai kantopyörien vaihtoja.



Kuva 13. Varaaja 1:stä repeytynyt vipu.

7.2.3 Jäähdytysilmakanavat

Yksittäisiä pysähdyksiä sattui jäähdytyksen Rotoklon-puhaltimissa, joista yksi pitempi pysähdys (839 min) johtui Rotoklon 1-puhaltimen laakerien ja laakeripesien vaurioitumisesta. Historiassa on paljon mainintoja laakereiden vaurioitumisista sekä erityisesti rungon ja pedin repeämisistä. Vaurioitumisen taustalla on siipiin tarttunut lika tai talvisin jää, jonka seurauksena siipipyörä on epätasapainossa mikä aiheuttaa tärinää ja ajan kuluessa särkee laakerin ja repii runkoa. Rotoklon 2-puhaltimen historiassa on myös paljon ilmoituksia tärinän aiheuttamista vikaantumisista muun muassa laakereista, akselista ja rungosta.



Kuva 15. Hitsaussaumassa oleva repeämä Rotoklon 1-puhaltimessa

7.2.4 Kuulapuhallus

Kuten HP 1-linjalla, myös HP 3-linjalla suurimpia häiriöiden aiheuttajia olivat sinkopyöräyksiköt ja kannatinrullat. Sinkopyöräyksiköissä esiintyi eniten hihnojen katkeamisia ja luistamisia, mutta myös laakerivikoja kuten myös kannatinrullissa. Historiaa tarkasteltaessa voidaan huomata sekä sinkopyörrien että kannatinrullien vikaantumisissa säännöllisyyttä. Kannatinrullien laakerien rikkoutumisen aiheutti yleensä kuulapuhalluksessa käytetty kuula, joka oli päässyt laakerin sisään. Yksittäisiä pysähdyksiä ilmeni taittorullasta ja elevaattorista, joissa molemmissa esiintyi laakerivika. Taittorullan vikaantumisen säännöllisestä esiintymisestä ei löytynyt merkkejä, mutta elevaattorin vikaantumisesta löytyi merkintöjä keskimäärin 2 kappaletta vuosittain. Elevaattorin historiaa selittää se, että jokaisessa yksikössä on oma elevaattori. Taittorullan pysähdys oli kestoltaan yli yhden työvuoron mittainen (651 min), elevaattorin lähes kahden (932min). Pysäyttäviä häiriöitä on ilmennyt myös sinkopyörästä jumiutumisen vuoksi.

7.2.5 Happeittaus

Peittausalueella suurimmat ongelmat kohdistuivat happoaltaisiin 2 ja 3, joissa molemmissa esiintyi happovuodoista johtuvia pysähdyksiä. Allas 2:ssa ollut reikä aiheutti 934 minuuttia kestäneen pysähdyksen ja allas 3 päädyssä olevan puristusrullaparin kynnyksilevyn vaurioituminen useampaan kertaan pysäytti linjan yhteensä 1528 minuutiksi. Yleensä suurten happovuotojen paikkaaminen tehdään ulkopuolisen toimittajan toimesta ja tietyissä tapauksissa happo voi mahdollisesti itse tukkia reiän.

7.2.6 Päällekelaus

Pisimmät häiriöt alueella kohdistuivat varaaja 3:n, jossa häiriöt kohdistuivat vaijeriin ja välivaunu 2:n. Vaijerin vaihtaminen vei aikaa 1233 minuuttia, mutta historia tietojen perusteella vaijerin katkeaminen oli yksittäinen vikaantumisen eikä sen esiintymisestä löytynyt merkkejä. Välivaunu 2:n häiriö johtui sen rungon vääntymisestä, minkä vuoksi siinä oleva kannatinrulla ohjasi nauhan laitaan. Nauhan ajautuminen laitaan toistui kolme kertaa muutamien päivien sisällä, ennekuin se ohjautui laitaan niin pahasti että nauha repeytyi poikki. Häiriöiden yhteenlaskettu kesto oli 1143 minuuttia.

S-rullasto 4:n 1. rullan rullan vaihdelaatikon vikaantuminen aiheutti 683 minuutin kestoisen pysähdyksen joulukuun lopulla. Vaihdelaatikossa oleva nopea-akselin laakerin rikkoutuminen aiheutti vaurioita akselille, jonka takia akseli meni käyttökelvottomaksi. Uusi akseli saatiin vanhasta vaihdelaatikosta, jonka avulla vaihdelaatikko saatiin korjattua. S-rullastojen vaihteistoihin ja kytkimiin liittyvät häiriöt ovat erittäin harvinaisia ja eikä niiden lähihistoriasta löydy ilmoituksia niistä. S-rullastojen ja vetorullastojen vaihteiden ja kytkimien tietoja ei löydy KUTI:sta ollenkaan, vaan ne ovat kaikki WEBDOHA:n tietokannassa taulukkoina.

Päällekelaimella sattuneet häiriöt esiintyivät useissa eri kohteissa. Näitä kohteita olivat työntölevy, pyöriväliitin sekä kita-aukko. Työntölevyn vääntyminen aiheutti lyhyen pysähdyksen sen vaatiman oikomisen takia. Työntölevyn historiaa tarkasteltaessa siihen kohdistunut vika oli yksittäinen, eikä sen historia löytynyt toistuvia vikaantumisia. Pyöriväliittimen historiaa tarkasteltaessa, ei siihen liittyvistä toistuvista vikaantumisista löytynyt merkintöjä. Yksittäinen pitkä pysähdys johtui kelaimen kita-aukosta, jonka tarkoituksena on puristaa nauhan keulaa, jotta nauha saadaan kelattua rullalle. Kelaimen

huollossa tehdyn kokoamisvirheen vuoksi puristus jäi vajaaksi ja esti nauhan kelautumisen kelaimelle. Väärin ymmärrettyjen piirustusten vuoksi pidätinrenkas oli laitettu väärinpäin, mikä esti oikeanlaisen toiminnon. Tämän jälkeen piirustuksiin on tehty muutos, jotta kyseiseltä väärinymmärrykseltä vältyttäisiin.

Päällekelain on lyhyistä pysähdyksistä huolimatta erittäin kriittinen laitteisto, koska päällekelaimia on linjalla vain yksi ja sen tehtävänä on kelata nauha rullalle. Ilman päällekelainta, linja pysähtyy heti varaaja 3:n täytyttyä.

Määrällisesti eniten häiriöitä kohdistui siirtovaunu 3:n, jossa yleisimpiä vikakohteita olivat ohjainkiskot, vaihdelaatikko, ketju, kantopyörät ja kulkukiskot. Yksittäisinä pysähdyksinä nousi esiin siirtovaunun vaihdelaatikon ja moottorin vaihto, joka oli ainut pitkäkestoinen häiriö (828 min) siirtovaunuun liittyen lukuun ottamatta tuoterullan tippumista vaunun päälle. Moottoriin, vaihdelaatikkoon ja ketjuun liittyviä ilmoituksia historiasta löytyy paljon ja yleisimpiä vikoja on kiinnityspulttien löystyminen sekä ketjun löystyminen ja katkeaminen. Ketjun katkeaminen on tapahtunut keskimäärin noin 2 kertaa vuodessa ja pulttien löystyminen keskimäärin 3 kertaa. KUTI:sta ei löydy tietoja moottorin ja vaihdelaatikon varastotiedoista.

Kantopyöriin liittyvät häiriöt olivat yleensä kulumiseen ja kiinnitykseen liittyviä. Siirtovaunu 3:n historiassa on paljon ilmoituksia myös kulkukiskoista. Siirtovaunun tehtävänä on siirtää tuoterullat kelaimelta vihivaunurampeille ja parhaimmillaan vaunu siirtää rullan noin 35 metriä kiskoja pitkin HP 2-halliin. Kiskojen kulumisen ja niissä olevien painumien sekä vanhan, käytöstä poistetun vaa'an vuoksi vaunu jää kiinni paikoilleen eikä pysty toimittamaan rullaa rampille. Näin ollen vaunu ei pysty hakemaan uutta rullaa kelaimelta ja linja joudutaan pysäyttämään.

8 VARAOSIEN KARTOITTAMINEN JA VARASTOINTI

Kylmävalssaamalla on kymmeniä eri linjoja, ja näin varaosien hankinnalla ja varastoinnilla on suuret tuotannolliset ja taloudelliset vaikutukset. Kaikkien osien varastointi ei ole taloudellisesti järkevää, mutta toisaalta tiettyjen osien on oltava heti saatavilla tuotannon jatkuvuuden kannalta. Kyseiseen lukuun on lueteltu kriittisimmät osat ja niiden varastointi sekä tiettyjen osien varastointi määrien mahdolliset muutokset.

8.1 Hehkutus- ja peittäuslinja 1

Alla on lueteltu HP 1-linjalle tarvittavat kriittisimmät varaosat ja ehdotukset niiden varastointiin sekä yksittäisten osien varastointiin liittyvät mahdolliset muutokset.

8.1.1 Varastossa oltavat osat

Kyseiset osat ovat esiintyneet toistuvasti vian aiheuttajina ja aiheuttaneet joko toistuvia tai pitkäkestoisia pysähdyksiä. Osien varastotilanne on tarkastettu 10.4.2013, ellei toisin mainita.

8.1.1.1 Kelainryhmät

Osien varmistamiseksi on yhdelle päätyleikkurille tehty vika- ja vaikutusanalyysi. Analyysi on esitelty tarkemmin työn liitteissä.

Nivelakseli, 638297

Hälytyspiste: 2 kpl Hankinta-aika: 90 pv Varastossa: 2 kpl
Luovutushinta: 871 € Käyttöpaikat: HP 1, RAP

Vaikka nivelakselit ovat aiheuttaneet vuosittain useita lyhyitä pysähdyksiä, mielipiteeni on säilyttää varastotilanne ennallaan huolimatta siitä, että se on käytössä myös RAP:llä. Tosin akselin kuntoa ja kiinnitystä voisi tarkkailla 3-4 kuukauden välein, koska vikaantumista on esiintynyt noin 2 kertaa vuodessa.

Hydraulimutteri H-001.105.810N, 630888

Hälytyspiste: 3 kpl Hankinta-aika: 84 pv Varastossa: 10 kpl
 Luovutushinta: 119 € Käyttöpaikat: HP 1, VA

Tiivistesarja, 658129

Hp: 4 kpl Ha: 84 pv Varastossa: 6 kpl
 Luovutushinta: 35 € Kp: HP 1, VA

Päätyleikkurit ovat tärkeimpiä laitteita linjalla ja tämän vuoksi hydraulimuttereiden varastotilanne ei missään tapauksessa saa olla 0. Lisäksi pitkän toimitusajan vuoksi on huolehdittava osien tilaus ennen niiden loppumista. Tiivistesarja mahdollistaa osien huollon korjaamalla, mutta aina tämä ei ole mahdollista. Tämän vuoksi ehdotan hälytysrajan nostamista 5 kappaleeseen. Osien kestoikään vaikuttaa myös leikkurin terin kunto. Hydraulimuttereista johtuvia öljyvuotoja keskimäärin noin 10 kertaa vuodessa.

Vasarapultti

Päätyleikkureissa terän lukituksen mahdollistavat vasarapultit olivat usein katkenneet ja katketessaan aiheuttaneet myös hydraulimutterin rikkoutumisen. Vasarapulttien varastointiin ei ole ehdotuksia, sillä ne ovat hyllytavaraa korjaamalla.

8.1.1.2 Hitsauskone

Leikkaussylinteri, 657906

Hälytyspiste: 0 kpl Hankinta-aika: 30 pv Varastossa: 4 kpl
 Luovutushinta: 2362 € Käyttöpaikat: HP 1, HIO, VA

Leikkaussylinteri mahdollistavat hitsauskoneella vaadittavan nauhojen tasaamisen ja niiden toimintakyky vaikuttaa koko linjaan. Tämän vuoksi varaosat on oltava saatavissa heti ja ne on saatava mahdollisimman nopeaa vaihdettua. Vikaantumiset ovat usein johtuneet varsien vääntymisistä, joten varastolla on suositeltavaa oltava minimissään 4 kappaletta sylintereitä sekä tarvittavat varatiivisteet ja männänvarret sylintereiden huol-

toa varten. Sylinterit ovat keskimäärin 2 kertaa vuodessa vääntyneet ja lisäksi sylinterit ovat käytössä useilla linjoilla, jolloin sylinterien mahdollinen tarve kasvaa.

8.1.1.3 Kuulapuhallus

Vetoyksikkö SMJ-17084, 645416

Hälytyspiste: 0 kpl Hankinta-aika: 30 pv Varastossa: 1 kpl
 Luovutushinta: 5348 € Käyttöpaikat: HP 1, HP 3

Koska HP 1-linjalla on vain yksi KUPU-yksikkö, on sen toiminta edellytys kuumanauhojen käsittelylle. HP 1-linjalla on yksi KUPU-yksikkö, jossa on neljä sinkopyöräyksikköä, mutta näiden lisäksi HP 3-linjalla on kolme KUPU-yksikköä, joissa on yhteensä 12 sinkopyöräyksikköä. Mielestäni yksi vetoyksikkö varastossa ei ole riittävä, vaan ehdotan määrän lisäämistä kahteen. Tällöin yhden sinkopyöräyksikön vikaantuminen ei aiheuta nollatilannetta varastoon ja antaa mahdollisuuden yhden yksikön vikaantumiseen toisen ollessa huollossa tai tilauksessa.

Elevaattorin laakerit

Laippalaakeri UCF 216, 528927

Hälytyspiste: 5 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 5 kpl

Kuulalaakeri 1218 K, 535358

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 1 kpl

Laakeripesä SNL 518, 525358

Hälytyspiste: 0 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 0 kpl

Laakerit ovat aiheuttaneet yhden pitkän pysähdyksen vuonna 2012. Suositeltavaa säilyttää varastolla vähintään 2 kappaletta molempia laakereita sekä laakeripesiä. Kuulalaakeri 1218 K (535358) on käytössä myös HP 3-linjan KUPU-yksiköissä ja laakeripesä käy-

tössä ympäri tehdasta. Laippalaakerin hälytyspistettä voisi muuttaa 2 kappaleeseen, sillä laakeri käytössä vain HP 1-linjalla.

Elevaattorihihna, 645427

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 105 pv Varastossa: 0 kpl
Luovutushinta: 2664 € Käyttöpaikat: HP 1

Historiassa on mainintoja elevaattorihihnan katkeamisesta, joka estää KUPU:n käytön. Suositeltavaa säilyttää varastolla 1 kappale. Hihna on yleensä pitkäikäinen, joten hälytyspisteen nostamiselle ei ole tarvetta, mutta huolehdittava varaosan saaminen varastoon parin kuukauden sisällä.

Kiilahihna SPB 3000, 550293

Hälytyspiste: 50 kpl Hankinta-aika: 14 pv Varastossa: 101 kpl
Luovutushinta: 18 € Käyttöpaikat: HP 1, HP 3, RAP +useita muita

Hihnojen säilyttäminen varastolla on erittäin oleellista. Suositeltavaa tarkistaa kiilahihnojen ja hihnapyörien kunto aina KUPU-yksiköitä huollettaessa sekä tarpeen vaatiessa vaihtaa osat. Hihnojen vaihtotarvetta esiintynyt HP 1-linjalla keskimäärin 2 kertaa vuodessa.

8.1.2 Muut osat

Alla on lueteltu osia, jotka ovat aiheuttaneet häiriöitä ja niiden varastointia on mahdollista kehittää tai niiden tarpeellisuus on tullut kyseenalaiseksi.

Nauhan lukitussylinteri, 623034

Hälytyspiste: 4 kpl Hankinta-aika: 48 pv Varastossa: 6 kpl
Luovutushinta: 492 € Käyttöpaikat: HP 1, HP 3

Sylinterit ovat poistettu käytöstä päätyleikkureilta 1 ja 2, jonka takia varastointi tarve pienentynyt. Nykyisin ne ovat käytössä vain päätyleikkuri 3:lla, joka on huomattavasti

vähemmällä rasituksella verrattuna leikkureihin 1 ja 2. Kuitenkin lukitus sylinteri on käytössä myös HP 3-linjalla, jonka vuoksi ehdotuksena on hälytyspisteen alentaminen 3 kappaleeseen. Sylinterien tiedot voi poistaa KUTI:sta päätyleikkureiden 1 ja 2 tiedoista.

Kiertomäntäpuhallin, 649939 ja 641508

Käytössä kaksi erilaista mallia, joista toinen on käytössä RAP:llä ja toinen HP-linjoilla. RAP:llä käytössä oleva kiertomäntäkompressor GM90S/VM2001 (649939) sopii myös HP-linjoille akselia lyhentämällä. Lyhennys ei vaikuta kompressorin sopivuuteen RAP:lle. Kiertomäntäkompressor GM90S (641508), joka käytössä vain HP-linjoilla. RAP:llä käytössä oleva 649939 on tehokkaampi ja uudempi, mutta hieman kalliimpi kuin 641508. Tämän takia tulisi tutkia mahdollisuutta siirtyä käyttämään vain yhtä mallia, joka sopisi niin RAP:lle kuin HP-linjoille. Tämä voisi selventää varaosien käsittelyä ja tilannetta varastolla.

Ohjausrulla 3 ohjaussylinteri

Ohjausrulla 3:n ohjaussylinteri on poistettu varastosta, joten sille ei tällä hetkellä löydy varaosia. Suositeltavaa suunnitella korvaava sylinteri ja toimitusaikojen vaatiessa tilata osa valmiiksi varastoon. Ohjausrulla 3 on kriittinen laite, sillä se ohjaa nauhan kulkua uunin ja jäädytyksen lävitse.

EPA Tiivistyslevy

Suurinosa EPA:ssa sattuneista häiriöistä, lähes kaikki olivat tiivisteiden pettämisestä johtuneita vuotoja. Tiivistyslevylle ei ole TAKO-tietoja, sillä sen leikkaaminen ja po-raaminen muovimatosta onnistuu korjaamalla, eikä sitä näin ollen kannata varastoida valmiiksi.

Ohjausrulla 6 ohjaussylinteri

MecMan 206/125/70*200

Alkuperäisestä sylinteristä ei löydy varastotietoja eikä TAKO-numeroa, mutta se on korvattu elokuussa 2012 sylinterillä:

Sylinteri H250S 100*63 MP6 NDC OG 200, 618796

Sylinterille ei ole määritetty hälytyspistettä, mutta yksi kappale löytyy varastosta (17.4) Suositellen osan säilyttämistä varastossa, sillä se on käytössä useassa kohteessa myös HP 4-linjalla.

Pohjakaivo 3 pumput

Pohjakaivo 3:ssa on kaksi pumppua, joista toinen on varapumppuna toisen ollessa toiminnassa. Tämän vuoksi varapumppua ei ole varastolla, koska toimintaperiaatteena on pumpun vikaantuessa ottaa varapumppu käyttöön ja huoltaa vikaantunut pumppu toisen ollessa käytössä. On kuitenkin varmistettava varapumpun toiminta estämällä sakan kertyminen pohjakaivon pohjalle. Historiassa on useita ilmoituksia sakan tukkimista pumppuista, jonka vuoksi pohjakaivot tulisi puhdistaa sakasta 1-2 kertaa vuodessa.

Niveltappi

Niveltappi mahdollistaa sylinteriltä tulevan voiman siirtymisen terille ja näin ollen tapin mahdollinen rikkoutuminen estää leikkurin toiminnan. Päätyleikkureiden historiasta ei löydy merkkejä niveltapin rikkoutumisen toistuvuudesta, joten sen varastointi ei ole akuuttia ellei sen valmistus omalla koneistamolla ole mahdollista tai toimitusajat sitä edellytä. On tärkeää huolehtia niveltapin voitelusta päätyleikkureiden huollon yhteydessä.

Romuohjain

Koska romuohjain on yksinkertainen, mitoitettu teräslevy, ei sen varastoiminen ole järkevää. Ehdotuksia romuohjaimen irtoamisen estämiseksi ovat kiinnityksen uudelleen suunnittelu tai ohjaimen uudelleen suunnittelu.

S-rullastojen vaihteet ja kytkimet

S-rullastojen vaihteistoihin ja kytkimiin liittyneet häiriöt ovat erittäin harvinaisia ja niiden keskimääräinen vikaantuminen on sattunut kerran yli 5 vuodessa. On kuitenkin seurattava vaihteiden ja kytkien kuntoa vuosittain, sillä niiden rikkoutuessa yllättäen voivat

varaosien toimitusajat olla pitkiä. S-rullastojen ja vetorullastojen vaihteiden ja kytkimien tietoja ei löydy KUTI:sta ollenkaan, vaan ne ovat löydettävissä WEBDOHA:n tietokannasta taulukkoina.

8.2 Hehkutus- ja peittäuslinja 3

Alla on lueteltu HP 3-linjalle tarvittavat kriittisimmät varaosat ja ehdotukset niiden varastointiin sekä yksittäisten osien varastointiin liittyvät mahdolliset muutokset.

8.2.1 Varastossa oltavat osat

Kyseiset osat ovat esiintyneet toistuvasti vian aiheuttajina ja aiheuttaneet joko toistuvia tai pitkäkestoisia pysähdyksiä. Osien varastotilanne on tarkastettu 23.4.2013, ellei toisin mainita.

8.2.1.1 Kelainryhmät

Hydraulimutteri H-300.080.810N, 619069

Hälytyspiste: 1 kpl	Hankinta-aika: 30 pv	Varastossa: 9 kpl
Luovutushinta: 105 €	Käyttöpaikat: HP 3	

Vaikka hydraulimutteri ei aiheuttanut kuin muutamia pysähdyksiä, on se kriittinen osa sillä sen rikkoutuminen estää päätyleikkurin käytön. Tällöin prosessinopeutta pitää pudottaa, jotta nauhaa ehditään syöttää yhdeltä kelaimelta. Suositeltavaa pitää osaa varastossa ja nostaa hälytyspistettä 2 kappaleeseen. Vikaantumistaajuus noin 4 kertaa vuodessa.

Nauhan lukitussylinteri, 623034

Hälytyspiste: 4 kpl	Hankinta-aika: 48 pv	Varastossa: 6 kpl
Luovutushinta: 492 €	Käyttöpaikat: HP 1, HP 3	

Lukitus sylintereissä sattunut useita pysähdyksiä öljyvuotojen takia ja sylinterin rikkoutumisesta, jolloin on jouduttu syöttämään nauhaa vain yhdeltä kelaimelta linjaan. Vaihdamistiheys on ollut vuosittain noin 5 kertaa vuodessa. Lukitus sylinteri on käytössä myös HP 1-linjalla, mutta siellä käyttötarve on pienentynyt, joten suositukseen pudottaa hälytyspistettä 3 kappaleeseen.

Vasarapultti

Päätyleikkureissa terän lukituksen mahdollistavat vasarapultit olivat usein katkenneet ja katketessaan aiheuttaneet myös hydraulimutterin rikkoutumisen. Vasarapulttien varastointiin ei ole ehdotuksia, sillä ne ovat hyllytavaraa korjaamalla.

8.2.1.2 Hitsauskone ja varaaja 1

Ohjauskynsi, 658444

Hälytyspiste: 2 kpl Hankinta-aika: 60 pv Varastossa: 2 kpl
 Luovutushinta: 1359 € Käyttöpaikat: HP 3

Ohjauskynnen vaihtamisesta on historiassa huomattavissa toistuvuutta ja näin ollen suositeltavaa säilyttää osaa varastolla vähintään 2 kappaletta ja huolehdittava ettei varastolla synny osan loppumista.

Puristuslistat, 658175, 658136

Historian perusteella on suositeltavaa suorittaa levyjen kunnontarkastus aina hitsauskoneen huollon yhteydessä sekä tarvittaessa suorittaa niiden vaihto. Listojen varastoinnissa ei ole tarvetta muutoksille.

Puristuslevyt, 658134, 658176

Useimmat puristuslevyihin kohdistuneet häiriöt johtuivat pulttien katkeamisista johtuneista irtoamisista. Usein itse puristuslevyt olivat ehyitä, joten korjaustoimenpiteeksi vaadittiin vain pulttien uusiminen. Historian perusteella on suositeltavaa suorittaa aina

hitsauskoneen ennakkohuollon yhteydessä levyjen kiinnitysten tarkastaminen sekä tarvittaessa pulttien uusiminen. Levyjen varastoinnissa ei ole tarvetta muutoksille.

Vasteen runko, 658131

Hälytyspiste: 2 kpl Hankinta-aika: 45 pv Varastossa: 2 kpl

Luovutushinta: 914 € Käyttöpaikat: HP 3

Usein vasteen runkoon liittyvät ilmoitukset liittyvät sen irtoamiseen. Suurin syy tähän on hitsauksessa tapahtuva vasteen kiinnitarttumisen nauhaan, jonka seurauksena runko irtoaa kiinnityksistä nauhan mukana. Itse rungon vaurioitumiset ovat harvinaisia. Rungon irtoamisen estämiseksi suositeltavaa hitsata nauhanpäät yhteen vain tarvittavilla asetuksilla, jolloin kiinnitarttumista ei tapahdu. Varaosan varastointia ei ole tarvetta muuttaa.

Vipu, 658359, 658360, 658361, 658362, 658363, 658364, 658365, 658366

Jokaiselle välivaunulle on omat vipunsa oikealle ja vasemmalle puolelle. Tämä mahdollistaa vaunujen etäisyyksien säilymisen varaajassa vakiona varaajan ollessa täynnä. On suositeltavaa säilyttää, jokaiselle vaunulle vähintään 2 vipua varastossa, koska vipujen vikaantumistaajuus on noin 10 kertaa vuoden aikana.

Tarrain 658369

Hälytyspiste: 7 kpl Hankinta-aika: 45 pv Varastossa: 0 kpl

Luovutushinta: 269 € Käyttöpaikat: HP 3

Osan materiaalin soveltuminen tulisi tarkistaa tai uudelleen suunnitella osa, koska siihen kohdistuvien voimien takia osa repeytyminen on ollut toistuvaa. Useita häiriöitä historian aikana ja keskimääräinen vikaantumistaajuus noin 10 kertaa vuodessa, jonka takia osan varastointi on tärkeää ja vältettävä 0-tilanteen syntymistä varastolla. Lisäksi vipujen katkeaminen on lähes satunnaista vaunusta riippuen.

Kantopyörän laakeri

Laakeri 22216 E, 500409

Hälytyspiste: 0 kpl Hankinta-aika: 14 pv Varastossa: 24 kpl
 Luovutushinta: 79 € Käyttöpaikat: HP 3, VV 2

Taittovaunun historiasta löytyy vuosittain mainintoja, erityisesti kantopyörrien laakerien vaihtoon liittyvistä kunnossapitoilmoituksista. On suositeltavaa määrittää hälytyspiste 2, jotta varaosa löytyisi välittömästi varastolta.

8.2.1.3 Jäähdytysilmakanavat

Rotoklon 1 laakerit

Laakeri 23228 CCK, 609165

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 14 pv Varastossa: 3 kpl

Laakeripesä SNL 528, 610754

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 14 pv Varastossa: 1 kpl

Rotoklon 1-puhaltimen historiassa on paljon ilmoituksia laakereiden rikkoutumisesta ja ne aiheuttivat pitkä pysähdyksen vuonna 2012. Suurin syy laakereiden rikkoutumiseen ja rungon repeämiseen on puhaltimesta syntyvä värinä, joka yleensä johtuu lian tai jään kertymisestä siipiin. Ehdotuksena on siipien säännöllinen puhdistaminen liasta ja jäädä 2-3 kertaa vuodessa sekä säilyttää varastolla vähintään 2 kappaletta laakereita ja laakeripesiä. Laakereiden vaihtotiheys on noin 2 kertaa vuodessa.

Rotoklon 2 laakerit

Laakeri 22222 CCK, 609073

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 3 kpl

Laakeripesä SNL 522-619, 551401

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 2 kpl

Myös rotoklon 2-puhaltimen laakereihin on kohdistunut historiassa mainintoja ja viikaantumisen syynä on ollut rotoklon 1-puhaltimen tavoin tärinä, joka on syntynyt siipiin kertyneestä liasta. Ehdotuksena on siipien säännöllinen puhdistaminen liasta 2-3 kertaa vuodessa sekä säilyttää varastolla vähintään 2 kappaletta laakereita ja laakeripesiä.

8.2.1.4 Kuulapuhallus

Osien varmistamiseksi, on yhdelle kuulapuhallusyksikölle tehty vika- ja vaikutusanalyysi. Analyysi on esitelty tarkemmin työn liitteissä.

Elevaattorihihna, 660019

Hälytyspiste: 2 kpl Hankinta-aika: 45 pv Varastossa: 1 kpl
Luovutushinta: 105 € Käyttöpaikat: HP 3

Elevaattorihihnan katkeaminen estää välittömästi KUPU-yksikön käytön, jonka vuoksi se aiheuttaa tuotannon menetyksiä johtuen alennetusta prosessinopeudesta. Tämän vuoksi on suositeltavaa säilyttää ainakin 1 kappale hihnoja jatkuvasti varastossa, koska HP 3-linjalla on 3 KUPU-yksikköä.

Elevaattorin laakerit

Kuulalaakeri 1218 K, 535358

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 1 kpl

Laakeri 1218, 581661

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 0 kpl

Laakeripesä SNL 615 TG, 512417

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 1 kpl

Laakeripesä SYJ 100 TF, 610884

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 14 pv Varastossa: 7 kpl

Elevaattorihihnan katkeamisen lisäksi myös elevaattorin laakerit ovat aiheuttaneet useita ja pitkiä pysähdyksiä. Suositeltavaa säilyttää kaikki laakereita ja pesiä vähintään 2 kappaletta sekä nostaa hälytyspiste 2 kappaleeseen. Laakereihin liittyvien vikaantumisten keskimääräinen esiintymistajuuus noin 2 kertaa vuodessa.

Vetoyksikkö SMJ-17084, 645416

Hälytyspiste: 0 kpl Hankinta-aika: 30 pv Varastossa: 1 kpl

Luovutushinta: 5348 € Käyttöpaikat: HP 1, HP 3

HP 3-linjalla on kolme KUPU-yksikköä, joissa on yhteensä 12 sinkopyöräyksikköä. Mielestäni yksi vetoyksikkö varastossa ei ole riittävä, koska myös HP 1-linjalla on tarvetta vetoyksikölle. Ehdotan määrän lisäämistä kahteen, sekä hälytyspisteen määrittämistä. Tällöin yhden sinkopyöräyksikön vikaantuminen ei aiheuta nollatilannetta varastoon ja antaa mahdollisuuden yhden yksikön vikaantumiseen toisen ollessa huollossa.

Kiilahihna SPB 3000, 550293

Hälytyspiste: 50 kpl Hankinta-aika: 14 pv Varastossa: 101 kpl

Luovutushinta: 18 € Käyttöpaikat: HP 1, HP 3, RAP +useita muita

Hihnojen säilyttäminen varastolla on erittäin oleellista. On suositeltavaa tarkistaa kiilahihnojen ja hihnapyörien kunto aina KUPU-yksiköitä huollettaessa sekä tarpeen vaatiessa vaihtaa osat.

8.2.1.5 Peittaus

Kynnyslevy, 659602

Hälytyspiste: 1 kpl Hankinta-aika: 60 pv Varastossa: 3 kpl
Luovutushinta: 718 € Käyttöpaikat: HP 3

Kynnyslevyn liittyvät vikaantumiset ovat yleensä johtaneet happovuotoihin, joiden taustalla on ollut joko pulttien katkeamiset tai itse levyn vaurioituminen. Levyn vaurioitumisia on sattunut keskimäärin 1 kerran vuodessa, jonka vuoksi osan jatkuva varastoiminen on suositeltavaa.

8.2.1.6 Päällekelaus

Rullaketju

Hälytyspiste: 10 m Hankinta-aika: 7 pv Varastossa: 14,7 m
Luovutushinta: 139 € Käyttöpaikat: HP 1, HP 3

Historiassa keskimäärin 2 kertaa vuodessa ketjujen katkeamisia. Siirtovaunu 3:n ollessa erittäin kriittinen laitteisto on erittäin tärkeää, että ketjun katketessa sen liittäminen tai vaihtaminen tapahtuu mahdollisimman nopeasti. Suositeltavaa säilyttää hälytyspiste ennallaan ja näin varmistaa osan löytyminen.

8.2.2 Muut osat

Alla on lueteltu osia, jotka ovat aiheuttaneet häiriöitä ja niiden varastointia on mahdollista kehittää tai niiden tarpeellisuus on tullut kyseenalaiseksi.

S-rullastojen vaihteet ja kytkimet

S-rullastojen vaihteistoihin ja kytkimiin liittyneet häiriöt ovat erittäin harvinaisia ja niiden keskimääräinen vikaantuminen on sattunut 1 kerran yli 5 vuodessa. On kuitenkin seurattava vaihteiden ja kytkien kuntoa vuosittain, sillä niiden rikkoutuessa yllättäen voivat varaosien toimitusajat olla pitkiä. S-rullastojen ja vetorullastojen vaihteiden ja

kytkimien tietoja ei löydy KUTI:sta ollenkaan, vaan ne ovat löydettävissä WEBDOHA:n tietokannasta taulukkoina.

Siirtovaunu 3:n kulkukiskot

Siirtovaunu 3 on usein ollut jumissa kulkukiskoissa olevien painumien ja sitomakoneen kohdalla olevan vanhan vaa'an vuoksi. Suurimpana toimenpiteenä ehdotan käytöstä poistetun vaa'an poistamista ja lisäksi kiskojen silmämääräisen tarkastamisen 3 kuukauden välein mahdollisten painumien täyttämiseksi.

Siirtovaunu 3:n moottori ja vaihde

Historiassa useita ilmoituksia pulttien löystymisestä, joka lisää ketjun löytymisen ja katkeamisen riskiä. Pulttien löystymisellä noin 4 kuukauden toistuvuus, jonka vuoksi suosittelen moottorin ja vaihteen kiinnityksen tarkastamista 3 kuukauden välein.

Varaaja 3

Suurimmat häiriöt varaaja 3:ssa ovat kohdistuneet varaajavaunujen runkoihin sekä yksittäisinä tapauksina vaunujen karkaamiset ja vaijerin katkeaminen. Suositeltavaa mitata välivaunujen runkojen ristimitat sekä tarkista varaajavaijerin kunto silmämääräisesti kerran vuodessa. Lisäksi on suositeltavaa tarkistaa vaunujen kiinnitysmekanismit 4 kuukauden välein.

9 POHDINTA

Työn tavoitteena oli löytää hehkutus- ja peittauslinjojen 1 ja 3 kriittisimmät mekaaniset varaosat prosessin kannalta. Työ perustui vuonna 2012 sattuneisiin häiriöihin, jotka olivat aiheuttaneet linjan yllättävän pysähtymisen. Häiriöiden perusteella valittujen osien varastointiin annettiin suosituksia ja sekä muita mahdollisia toimenpiteitä laitteistojen kunnossapitoon.

Työn ensimmäinen vaihe oli kohdistaa linjalla sattuneet häiriöt KUTI:ssa olevaan hierarkiaan. Henkilökohtaisen kokemuksen ansiosta häiriöiden kohdistaminen HP 1-linjalle oli kohtalaisen vaivatonta ja varmaa. HP 3-linjaan en ollut kuitenkaan tutustunut työelämän kautta, minkä takia häiriöiden kohdistaminen vei kauemman aikaan. Lisäksi HP 3-linjalla oli sattunut yli kaksinkertainen määrä pysäyttäviä häiriöitä verrattuna HP 1-linjaan, minkä takia häiriöiden kohdistaminen vei aikaa suunniteltua enemmän. Häiriöiden kohdistamisen jälkeen oli selvästi havaittavissa häiriöalimmat osa-alueet molemmilta linjoilta.

Lähdettäessä tarkemmin tarkastelemaan eri osa-alueiden laitteistoja, suurin ongelma oli saada tietoon häiriöön johtaneet laitteistot ja erityisesti niiden osat. Häiriöiden merkkäminen tapahtuu käyttöhenkilöstön toimesta, mikä yleensä johtaa yksinkertaisiin selostuksiin häiriön kohteesta. Usein nämä kuvakset olivat muutaman sanan mittaisia, jotka eivät antaneet itse osasta ja joskus jopa laitteesta minkäänlaisia tietoja. Suurin osa työhön käytetystä ajasta kului häiriöihin liittyvien tietojen hakemiseen KUTI:sta sekä vuoromestareiden käyttämästä KUTI-päiväkirjasta. Erityisesti HP 3-linjan häiriöiden tarkastelu ja häiriöön johtaneiden osien etsiminen vei huomattavasti aikaa.

Kriittisimmät laitteistot nousivat esiin melko selvästi sekä niihin liittyvät osat. Lisävarmuutta tuloksiin toi niin käyttöhenkilöstön kuin kunnossapitohenkilöstön yhteneväiset näkemykset omiin näkemyksiini. Osien valintaan vaikuttivat niissä esiintyvien häiriöiden esiintymistaajuudet sekä historiatiedot, joita tutkittiin vuodesta 2006 vuoden 2013 alkuun saakka.

Tuloksena löydettiin molemmille linjoille niiden kriittisimmät varaosat prosessin kannalta. Varaosien varastointimääriin ehdotin muutoksia oman näkemykseni mukaan, mutta lisäksi annoin suosituksia tiettyjen laitteistojen ennakkohuoltoon, johtuen usein

toistuvista vikaantumisista. Suurin osa ehdotuksista liittyi hälytyspisteiden nostamiseen tai laskemiseen. Hälytyspisteiden nostamisella oli usein tavoitteena turvata varaosan löytyminen varastosta osan vikaantuessa. Lisäksi tein vika- ja vaikutusanalyysin yhdelle laitteistolle molemmilla linjoilla, jonka avulla osoitettiin laitteiston mahdolliset vikaantumistavat ja näin todistettiin kattavammin laitteiston kriittisyyttä.

LÄHTEET

- Ansaharju, Tapani 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY.
- Dreambroker, 2013. Outokummun esittelyvideo: Tornio Works prosessianimaatio, 2013.
- Järviö, Jorma 2008. Ehkäisevä kunnossapito ja sen suunnittelu. Promaint. 3/2008.
- Järviö, Jorma & Lappalainen, Markku & Parantainen, Timo & Piispa, Taina & Åström, Thomas 2007. Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10. 4. painos. Helsinki: KP-media Oy.
- Lehtinen, Olli-Matti 2009. Uuden HP 2-linjan vaikutukset työtehtäviin ja henkilöstöön. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion AMK, Tekniikan yksikkö. Kemi.
- Miettinen, Juha & Mikkonen, Henry & Jantunen, Erkki & Kokko, Voitto & Leinonen, Pertti & Riutta, Erkki & Sulo, Erkki & Komonen, Kari & Lumme, Veli & Kautto, Juha & Heinonen, Kari & Lakka, Sami & Mäkeläinen, Risto 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 13. Helsinki: KP-media Oy.
- Outokumpu 2013a. Outokummun esittelykalvot: Company presentation. Sisäinen intranet. Hakupäivä 2.2.2013
- Outokumpu 2013b. Outokummun esittelykalvot: Me olemme uusi Outokumpu. Sisäinen intranet. Hakupäivä 8.2.2013.
- Outokumpu 2013c. Outokummun esittelykalvot: Tornion tehtaat ja Kemin kaivos. Sisäinen intranet. Hakupäivä 7.2.2013.
- Outokumpu 2013d. Outokummun julkaisu: Me olemme uusi Outokumpu. 2013
- Outokummun www-sivut 2013. Hakupäivä 1.2.2013
<<http://www.outokumpu.com/en/AboutUs/Pages/default.aspx>>
- PSK 6800, 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. Hakupäivä 3.3.2013.
<[PSK-Standardisointi.fi](http://www.psk-standardisointi.fi)>
- Ramentor Oy, 2011. Elmas 4 Vika- vaikutus- ja kriittisyysanalyysi. Versio 1.0. Hakupäivä 3.3.2013. <www.ramentor.com/@Bin/1583477/ELMAS+4+--+FMEA.pdf>
- SFS 5438, 1988. Järjestelmän luotettavuuden analysointimenetelmät, Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA). Hakupäivä 3.3.2013. <[SFS.fi](http://www.sfs.fi)>
- Taloussanomien www-sivut 7.11.2012., Outokummun Inoxum kauppa meni läpi. Hakupäivä 6.2.2013. <<http://www.taloussanomien.fi/porssi/2012/11/07/outokummun-inoxum-kauppa-meni-lapi/201241537/170>>
- Väisänen, Kare 2008. Varaosien kriittisyysanalyysi, Promaint, 2008/8

LIITTEET

- Liite 1. Kriittiset varaosat HP 1
- Liite 2. Kriittiset varaosat HP 3
- Liite 3. VVA Päätyleikkuri
- Liite 4. VVA Kuulapuhallusyksikkö

Kriittiset varaosat HP 1

Liite 1

Varastossa vaaditut varaosat

Sivu 1/1

Laite	Osa	Nimike	Varastossa kpl	Hälytyspiste	Ehdotus	Syy
Vetorullat 1 ja 2	Nivelakseli	638297	2	2	Akselin kiinnityksen tarkastus 4 kuukauden välein	Akselin kiinnityksen säännöllinen irtoaminen
Päätyleikkurit	Hydraulimutteri H-001.105.810N	630888	10	3	Hälytyspisteen nostaminen 5 kappaleeseen	Säännöllinen rikkoutuminen
Hitsauskone	Leikkaussylinteri	657906	4	0	Hälytyspisteen nostaminen 3 kappaleeseen	Käytössä usealla linjalla ja erittäin kriittinen
Kuulapuhallus	Vetoyksikkö SMJ-17084	645416	1	0	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen	Käytössä HP 1 ja HP 3-linjoilla
Kuulapuhallus	Laippalaakeri UCF 216	528927	5	5	Hälytyspisteen pudottaminen 2 kappaleeseen	Käytössä vain HP 1-linjalla
Kuulapuhallus	Kuulalaakeri 1218 K	535358	1	1	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen	Käytössä 2 kappaletta kuulapuhalluksessa
Kuulapuhallus	Laakeripesä SNL 518	525358	0	0	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen	Käytössä 2 kappaletta kuulapuhalluksessa
Kuulapuhallus	Elevaattorihihna	645427	0	1	Hälytyspisteen nostaminen 1 kappaleeseen	Näin varmistetaan osan varastointitarve
Kuulapuhallus	Kiilahihna SPB 3000	550293	101	50	Varmistettava osan löytyminen varastolta	Käytössä usealla linjalla ja kriittinen

Mahdolliset muutokset varaosiin

Laite	Osa	Nimike	Varastossa kpl	Hälytyspiste	Ehdotus	Syy
Päätyleikkuri	Nauhan lukitusylinteri	623034	6	4	Hälytyspisteen alentaminen 3 kappaleeseen	Käyttötarve poistunut HP 1 päätyleikkureilta 1 ja 2
Päätyleikkuri	Niveltappi				Tapin tilaaminen varastoon, ellei toimitusajat mahdollista sen tilaamista tarvittaessa	Niveltapin vaurioituminen harvinaista, jonka vuoksi varastointi akuuttia vain toimitusajasta riippuen
Päätyleikkuri	Romuohjain				Kiinnityksen tai ohjaimen uudelleen suunnittelu	Irtoaminen hitsauksista säännöllistä
Kuulapuhallus	Kiertomäntäpuhallin GM90S/VM2001	649939	1	1	Siirtyminen pelkästään yhteen puhallintyyppiin, koska	Käytössä 2 tyyppiä, joista toinen soveltuu HP 1 ja
	Kiertomäntäpuhallin GM90S	641508	0	0	uudempi on tehokkaampi ja sopii HP-linjoille ja RAP:lle	HP 3-linjoille sekä RAP:lle, toinen vain HP-linjoille
Ohjausrulla 3	Ohjaussylinteri				Korvaavan sylinterin suunnittelu ja hankinta	Sylinteristä vain tyyppitiedot. Poistettu varastosta ja vain tiivisteitä varaosina
Ohjausrulla 6	Ohjaussylinteri MecMan 206/125/70*200				Korvaavan sylinterin merkintä KUTI:in Sylinteri H250S 100*63 MP6 NDC OG 200, Nimike: 618796	Alkuperäinen sylinteri korvattu elokuussa 2012
Happopeittaus	Pohjakaivo 3, pumput				Pohjakaivon tyhjentäminen sakasta 2 kertaa vuodessa	Pumppujen tukkeutuminen säännöllisesti

Kriittiset varaosat HP 3

Liite 2

Varastossa vaaditut varaosat

Sivu 1/2

Laite	Osa	Nimike	Varastossa kpl	Hälytyspiste	Ehdotus	Syy
Päätyleikkurit	Hydraulimutteri H-300.080.810N	619069	9	1	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen.	Säännöllinen rikkoutuminen.
Päätyleikkurit	Nauhan lukitusylinteri	623034	4	6	Hälytyspisteen alentaminen 3 kappaleeseen.	Säännöllinen rikkoutuminen, mutta käyttötarpeen poistuminen HP 1-linjalla.
Hitsauskone	Ohjauskynsi	658444	2	2	Suosittelavaa säilyttää osia varastolla min. 2 kappaletta	Säännöllinen rikkoutuminen
Hitsauskone	Puristuslista	658175 658136	2 3	2 1	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen ja säännöllinen kunnan ja kiinnityksen tarkastus aina hitsauskoneen huollon yhteydessä.	Säännöllinen rikkoutuminen ja kiinnityspulttien katkeaminen.
Hitsauskone	Puristuslevy	658134 658176	1 1	1 2	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen ja säännöllinen kunnan ja kiinnityksen tarkastus aina hitsauskoneen huollon yhteydessä.	Säännöllinen rikkoutuminen ja kiinnityspulttien katkeaminen.
Hitsauskone	Vasteen runko	658131	2	2	Säännöllinen kunnan ja kiinnityksen tarkastus aina hitsauskoneen huollon yhteydessä ja oikeiden hitsausarvojen käyttäminen.	Vasteen rungon toistuva irtoaminen.
Varaaja 1	Vipu	658359 658366 658365 658364 658363 658362 658361 658360			Suosittelavaa säilyttää osia varastolla min. 2 kappaletta.	Vipujen säännöllinen katkeamine/irtoaminen.
Varaaja 1	Tarrain	658369	0	7	Tarkistaa käytetyn materiaalin soveltuminen ja tarvittaessa uudelleen suunnittelu. Varmistaa osan löytyminen varastosta.	Toistuva tarraimen repeytyminen.
Varaaja 1 & 2	Laakeri 22216 E	500409	24	0	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen.	Toistuva laakereiden vaihtotarve.
Rotoklon 1	Laakeri 23228 CCK Laakeripesä SNL 528	609165 610754	3 1	1 1	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen sekä siiven säännöllinen puhdistus liasta 3 kuukauden välein.	Siiven epätasapainosta johtuvan tärinän aiheuttama säännöllinen laakereiden rikkoutuminen ja rungon repeytymien.
Rotoklon 2	Laakeri 22222 CCK Laakeripesä SNL 522-619	609073 551401	2 1	1 1	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen sekä siiven säännöllinen puhdistus liasta 3 kuukauden välein.	Siiven epätasapainosta johtuvan tärinän aiheuttama säännöllinen laakereiden rikkoutuminen ja rungon repeytymien.
Kuulapuhallus	Elevaattorihihna	660019	1	2	Suosittelavaa varmistaa ainakin yhden hihnan löytyminen varastosta.	Käyttötarve jokaisessa KUPU-yksikössä HP 3-linjalla.
Kuulapuhallus	Kuulalaakeri 1218 K Laakeri 1218	535358 581661	1 0	1 1	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen ja näin varmistaa laakereiden löytymisen varastosta.	Laakereiden säännöllinen vikaantuminen.

Kriittiset varaosat HP 3

Liite 2

Varastossa vaaditut varaosat

Sivu 2/2

Laite	Osa	Nimike	Varastossa kpl	Hälytyspiste	Ehdotus	Syy
Kuulapuhallus	Laakeripesä SNL 615 TG	512417	1	1	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen ja näin varmistaa laakeripesien löytymisen varastosta.	Laakeripesien säännöllinen rikkoutuminen.
	Laakeripesä SYJ 100 TF	610884	7	1		
Kuulapuhallus	Vetoyksikkö SMJ-17084	645416	1	0	Hälytyspisteen nostaminen 2 kappaleeseen	Käytössä HP 1 ja HP 3-linjoilla
Kuulapuhallus	Kiilahihna SPB 3000	550293	101	50	Varmistettava osan löytyminen varastosta	Käytössä usealla linjalla ja kriittinen
Happopeittaus	Kynnyslevy	659602	3	1	Suosittelavaa varmistaa min. 1 osan löytyminen varastosta sekä kunnon tarkistaminen puristusrullien vaihdon yhteydessä.	Säännöllinen vioutuminen.
Siirtovaunu 3	Rullaketju	642677	14,7 m	10,0 m	Suosittelavaa varmistaa tarvittavan määrän löytyminen varastolta.	Toistuva katkeaminen.

Mahdolliset muutokset varaosiin

Laite	Osa	Nimike	Varastossa kpl	Hälytyspiste	Ehdotus	Syy
S-rullastot	Vaihteet ja kytkimet				Vaihteiden ja kytkimien säännöllinen kunnontarkistus 1 kerran vuodessa. Tietojen siirtäminen myös KUTI:in WEBDOHA:ta.	Vikaantumiset tapahtuneet yli 5 vuoden välein, mutta yllättävästä vikaantumisesta johtuvat tuotannon-menetykset pitkistä toimitusajoista johtuen edellyttävät säännöllistä kunnontarkkailua.
Varaaja 3	Varaajavaunut				Vaunujen ristimittojen ja kunnon tarkistaminen vääntymisten varalta 1-2 kertaa vuodessa.	Vaunun rungon vääntymisestä johtunut nauhakatko varaaja 3:ssa.
Varaaja 3	Varaajavaijeri				Vaijerin kunnon tarkastaminen silmämääräisesti kerran vuodessa.	Vaijerin yllättävä katkeaminen.
Siirtovaunu 3	Kulkukiskot				Vanhan käytöstä poistetun vaa'an poistaminen sekä kiskojen tarkastamine painumien varalta 3 kertaa vuodessa.	Siirtovaunun toistuvat kiinnijäämiset.
Siirtovaunu 3	Moottori ja vaihde				Kiinnityksen tarkistaminen 3 kuukausen välein. Tietojen lisääminen KUTI-järjestelmään.	Säännöllisesti löystyvien pulttien ja ketjun katkeamisten takia.

Vika- ja vaikutusanalyysi

Järjestelmä: HP 1
 Osajärjestelmä: Aukikelausryhmä 1
 Osajärjestelmä: Päätyleikkuri 1

Tekijä: Kimmo Nurkkala
 Päiväys: 20.5.2013

Liite 3

Sivu 1/1

Toiminto	Toiminnallinen vika	Laite/komponentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTR	Vian seuraus
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyytä	Kuinka usein vika voi tahahtua	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuuko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...
Katkaista nauha yhdellä leikkauksella	Terä irtaoo	Vasarapultti	Vasarapultin katkeaminen	Terienvällys väärä		1-2 kertaa kuukaudessa	Toistuva	Leikkurin terän kiinnitys on puuttellien ja usein pultin katketessa myös hydraulimutteri rikkoutuu.	½-1 tuntia	Jos pultteja ei ehditä vaihtaa toisen kelaimen pyöriessä, linjan pysähtyminen ja tuotannonmenetys
		Hydraulimutteri	hydraulimutterin tiivisteiden pettäminen	Terienvällys väärä		1-2 kertaa kuukaudessa	Toistuva	Hydraulimutterin rikkoutuessa seuraksen on öljyvuoto, jonka takia käyttäjän on suljettava terän kiinnityksen mahdollistava hydraulilinja	½-1 tuntia	Jos hydraulimutteria ei ehditä vaihtaa toisen kelaimen pyöriessä, linjan pysähtyminen ja tuotannonmenetys
	Leikkuri ei leikkaa	Sylinteri	Tiivisteiden pettäminen tai sylinterin varsien vaurioituminen	Käytöstä johtuva kuluminen		1 kerran yli 5 vuodessa	Satunnainen	Sylinterin vaurioituessa seurauksena on yleensä öljyvuoto, jonka takia käyttäjän on suljettava terän kiinnityksen mahdollistava hydraulilinja	Useita, jopa kymmeniä tunteja	Tuotannonmenetys, johtuen linjan yllättävästä pysähtymisestä.
		Nivelmekanismi	Nivel tappien tai palkkien katkeaminen/murtuminen	Käytöstä johtuva kuluminen		1 kerran yli 5 vuodessa	Satunnainen	Mekanismi mahdollistaa sylinteriltä tulevan voiman siirtymisen terälle ja näin mahdollistaa leikkurin toiminnan	Useita, jopa kymmeniä tunteja	Tuotannonmenetys, johtuen linjan yllättävästä pysähtymisestä.
	Teränvällys ei säädy	Sylinteri	Tiivisteiden pettäminen tai sylinterin varsien vaurioituminen	Käytöstä johtuva kuluminen		2 kerran yli 5 vuodessa	Satunnainen	Mahdollistaa teränvällyksen säätämisen nauhan paksuuden vaihtuessa	1-3 tuntia	Ei välttämättä pysäytä linjaa, mutta aiheuttaa terien ja hydraulimutterien ennenaikaisen rikkoutumisen

Vika- ja vaikutusanalyysi

Järjestelmä: HP 1
 Osajärjestelmä: Kuulapuhallus
 Osajärjestelmä: Yksikkö 2

Tekijä: Kimmo Nurkkala
 Päiväys: 21.5.2013

Liite 4

Sivu 1/2

Toiminto	Toiminnallinen vika	Laite/komponentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTR	Vian seuraus
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyytä	Kuinka usein vika voi tahahtua	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuuko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...
Puhdistaa nauhan pinta hiusestä ja liasta	Kuula ei liingoudu ja nauha jää likaiseksi	Sinkopyöräyksikkö	Laakerivika	Käytöstä johtuva kuluminen		1 kerran vuodessa	Satunnainen	Yhdenkin sinkopyörästön rikkoutuminen aiheuttaa koko yksikön käytöstäpoiston	4-8 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetyks sekä yksikön käytöstäpoistosta johtuva nopeuden nopeuden aleneminen
			Hihnat poikki	Käytöstä johtuva kuluminen		1-2 kertaa vuodessa	Satunnainen	Yhdenkin sinkopyörästön rikkoutuminen aiheuttaa koko yksikön käytöstäpoiston	Alle 0,5 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetyks sekä yksikön käytöstäpoistosta johtuva nopeuden nopeuden aleneminen
			Siipipyörä rikki	Käytöstä johtuva kuluminen		1-2 kertaa vuodessa	Satunnainen	Yhdenkin sinkopyörästön rikkoutuminen aiheuttaa koko yksikön käytöstäpoiston	0,5-2 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetyks sekä yksikön käytöstäpoistosta johtuva nopeuden nopeuden aleneminen
			Hihnapyörä	Käytöstä johtuva kuluminen		1 kerran 5 vuodessa	Satunnainen	Yhdenkin sinkopyörästön rikkoutuminen aiheuttaa koko yksikön käytöstäpoiston	0,5-2 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetyks sekä yksikön käytöstäpoistosta johtuva nopeuden nopeuden aleneminen
		Elevaattori	Elevaattorihihna poikki	Käytöstä johtuva kuluminen		1 kerran vuodessa	Satunnainen	Elevaattorihihnan katkeaminen estää kuulan kiertämisen yksikössä, jonka takia yksikkö joudutaan poistamaan käytöstä	4-12 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetyks sekä yksikön käytöstäpoistosta johtuva nopeuden nopeuden aleneminen
		Elevaattori	Laakerivika	Käytöstä johtuva kuluminen		1 kerran vuodessa	Satunnainen	Elevaattorin rikkoutuminen estää kuulan kierron yksikössä, jonka takia yksikkö joudutaan poistamaan käytöstä	2-8 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetyks sekä yksikön käytöstäpoistosta johtuva nopeuden nopeuden aleneminen

Vika- ja vaikutusanalyysi

Järjestelmä: HP 1
 Osajärjestelmä: Kuulapuhallus
 Osajärjestelmä: Yksikkö 2

Tekijä: Kimmo Nurkkala
 Päiväys: 21.5.2013

Liite 4

Sivu 2/2

Toiminto	Toiminnallinen vika	Laite/komponentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTR	Vian seuraus
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyytä	Kuinka usein vika voi tahahtua	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuuko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...
		Alaruuvi	Laakerivika	Käytöstä johtuva kuluminen		Noin 1 kerran 5 vuodessa	Satunnainen	Laakerin rikkoutuminen estää ruuvien pyörimisen, jonka seurauksena kuulun kiertäminen yksikössä estyy	2-8 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetykset sekä yksikön käyttöäpoistosta johtuva nopeuden aleneminen
		Yläruuvi	Laakerivika	Käytöstä johtuva kuluminen		Noin 1 kerran 5 vuodessa	Satunnainen	Laakerin rikkoutuminen estää ruuvien pyörimisen, jonka seurauksena kuulun kiertäminen yksikössä estyy	2-8 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetykset sekä yksikön käyttöäpoistosta johtuva nopeuden aleneminen
	Nauha jää likaiseksi	Kiertömäntäpuhallin	Laakerivika	Käytöstä johtuva kuluminen		Noin 2 kertaa 5 vuodessa	Satunnainen	Rikkoutuminen aiheuttaa nauhan päällä olevan irtolian kulkeutumisen halliin ja muihin prosesseihin	0,5-2 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetykset sekä yksikön käyttöäpoistosta johtuva nopeuden aleneminen
		Sisäänmenokappale	Sylinterivika	Käytöstä johtuva kuluminen		Noin 2 kertaa 5 vuodessa	Satunnainen	Sisäänmenokappaletta ohjaavan sylinterin vikaantuminen estää kuulun kulkeutumisen linkopyörästään, jolloin nauha jää likaiseksi	0,5-1 tuntia	Yllättävästä pysähdyksestä johtuva tuotannonmenetykset sekä yksikön käyttöäpoistosta johtuva nopeuden aleneminen