

RAP5-LINJAN TANDEM-VALSSAIMEN ÖLJYNKÄSITTE-
LYN KÄYNTIVARMUUDEN PARANTAMINEN

Javarus Kimmo

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Kimmo Javarus	Vuosi	2020
Ohjaajat	Ins. (YAMK) Arja Kotkansalo Ins. (AMK) Aslak Siimes		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy Janne Rantamaula		
Työn nimi	RAP5-linjan Tandem-valssaimen öljynkäsittelyn käyntivarmuuden parantaminen		
Sivu- ja liitesivumäärä	38 + 7		

Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oyj:n kylmävalssaamon RAP5-linjalle. Työn tavoitteena oli tehdä vika- ja vaikutusanalyysi RAP5-linjan kylmänauhojen öljynkäsittelyn ensiösuodatukselle. Kylmänauhojen öljynkäsittely on yksi RAP5-linjan käyntivarmuusorganisaation kehityskohteista. Sillä on merkittävä vaikutus kylmänauhojen laatuun sekä osaksi myös linjan tuotantoon.

RAP5-linjalla on tärkeää vähentää linjan pysäyttäviä vikoja, sillä tuotannon jatkuminen voi olla yhden komponentin toimimattomuudesta kiinni. Jokaisesta pysäytyksestä tuotenuhoissa, varsinkin kylmänauhoissa tulee laaturvirheitä, joita linjalla yritetään välttää viimeiseen asti.

Outokummulle uuden käyntivarmuusorganisaation myötä jokaiselle linjalle on tehty omat kriittisyysarvioinnit. RAP-linjalle tämä kriittisyysarviointi on tehty 1,5 vuotta sitten. Kriittisyysseurannan tuloksena RAP5-linjalla yksi esiin nousseista kehityskohteista on Tandem-valssaimen öljynkäsittely.

Työ aloitettiin tutustumalla valssaimen öljynkäsittelyyn yhdessä käyntivarmuusinsinöörien ja Etteplan Oy:n kanssa. Tutustumisen jälkeen aloitettiin tiedonhallintaosuus, jonka tein yhdessä Etteplan Oy:n kanssa. Tiedonhallintaosuuden jälkeen päivitettiin Outokummun kunnossapitojärjestelmän (KUTI) dokumentoinnit. Viimeiseksi tehtiin SFMEA eli yksinkertaistettu vika- ja vaikutusanalyysi.

Tuloksena saatiin selville, kuinka tärkeitä ensiösuodatuksen imu- ja syöttöpumput tai suodatinpatruunat ovat linjalle. Vika- ja vaikutusanalyysin riskianalyysistä huomattiin, ettei kylmänauhojen öljynkäsittelyn ensiösuodatuksen yksittäisillä toiminoilla ole suoraan vaikutusta RAP5-linjan tuotantoon tai laatuun. Kuitenkin useamman suodatinpatruunan tukkeutuminen tai useamman pumpun pois tippuminen voi alkaa jo vaikuttamaan valssaimen puhtaan öljyn saantiin.

Avainsanat kunnossapito, huolto, kriittisyys, riskianalyysi, analyysimenetelmä

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Kimmo Javarus	Year	2020
Supervisors	Arja Kotkansalo, MEng Aslak Siimes, BEng		
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy Janne Rantamaula		
Subject of thesis	Improving the reliability of RAP5 Tandem rolling mill oil treatment		
Number of pages	38 + 7		

This Bachelor's Thesis was implemented for the RAP5 line located at Outokumpu Stainless Oy Cold Rolling Mill. The purpose of this thesis was to make a Failure Modes and Effects Analysis for the primary filtration of the RAP5 line cold strip oil treatment. Cold strip oil treatment is one of the development areas of the RAP5 line reliability. It has a significant effect on the quality of cold strips as well as on the production of the line.

One of the important improvements on RAP5 line is to decrease line stops, because the continuation of production may depend on the inoperability of one component. RAP5 line tries to avoid every line stop in cold strips, because this will cause quality defects.

After the new organization change at Outokumpu, each line has undergone their critical analysis. For the RAP5 line this was carried out about 1.5 years ago. As a result of criticality analysis on the RAP5 line, one of the emerging developments is the oil treatment of the Tandem rolling mill.

The thesis was started by familiarizing with the oil treatment of the rolling mill together with the reliability engineers and Etteplan Oy. After this the information management was started together with Etteplan Oy. After information management the documentation of Outokumpu's maintenance management system (KUTI) was updated. Finally, the Simplified Failure Modes and Effects Analysis was carried out.

As a result, it was found out how important primary filters suction pumps, feed pumps and filter cartridges are to the line. The risk analysis of Failure Modes and Effects Analysis showed that the individual filtering function of coil strip oil treatment has no straight effect on the production or quality of the RAP5 line. However, the clogging of several filter cartridges or sudden shutdown of several pumps may already begin to affect the clean oil supply to the rolling mill.

Key words maintenance, service, critical, risk analysis, method of analysis

SISÄLLYS


1	JOHDANTO	8
2	OUTOKUMPU OYJ	10
2.1	Yleistä Outokummun teräsyhtiöstä	10
2.2	RAP5-linja.....	11
3	KUNNOSSAPITO	14
3.1	Kunnossapidon määritelmä	14
3.2	Käynnissäpito	15
3.3	Käyttövarmuus.....	16
3.4	Riskienhallinta.....	17
4	VIKA-JA VAIKUTUSANALYYSIT.....	19
4.1	Failure Modes And Effects Analysis (FMEA)	19
4.2	Simplified Failure Modes And Effects Analysis (SFMEA)	21
5	KÄYNTIVARMUUS OUTOKUMMUN TEHTAALLA	23
5.1	Terästehtaan käyntivarmuusohjelman tavoitteet.....	23
5.2	Käyntivarmuusinsinöörien työnkuva	25
6	RAP5-LINJAN KÄYNTIVARMUUDEN KEHITYS.....	26
6.1	Tiedonhallinta ja hierarkian tarkastus	26
6.2	Kriittisyysarviointi ja riskinarviointi	27
7	ÖLJYNKÄSITTELYN KÄYNTIVARMUUDEN KEHITYS	29
7.1	Tandem-valssaimen öljynkäsittely	29
7.2	SFMEA:n tekeminen öljynkäsittelyyn	29
7.3	SFMEA-analyysin riskinarviointi.....	31
8	TUOTOKSET	32
8.1	Tiedonhallinnan tuotokset.....	32
8.2	Imupumppujen SFMEA.....	32
8.3	Syöttöpumppujen SFMEA.....	33
8.4	Patruunasuodattimien SFMEA.....	33
9	POHDINTA	35
	LÄHTEET.....	36

ALKUSANAT

Haluan osoittaa kiitokset RAP5-linjan käyttöpäällikölle Janne Rantamaulalle ja käyntivarmuusinsinöörille Pauliina Rytöselle mielenkiintoisesta ja haastavasta aiheesta. Kiitän myös Lapin AMK:n ohjaajiani Arja Kotkansaloa sekä Aslak Siimestä opinnäytetyönohjauksesta.

Sain tarvittavan tuen RAP5-linjan työsuunnittelijoilta, päivämestareilta, alkupään operaattoreilta sekä muiden osastojen käyntivarmuusinsinööreiltä, joten iso kiitos myös heille.

Torniossa 30.4.2020



Kimmo Javarus

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KYVA	kylmävalssaamo
RAP5	jatkuvatoiminen hehkutus- ja peittäuslinja (rolling annealing and pickling)
HMI	operointinäyttö
KUTI	kunnossapitojärjestelmä
KNL	tuottavuuden mittari (käytettävyys x nopeus x laatu)
TPM	tuottavan kunnossapidon tavoite

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää RAP5-linjalta Tandem-valssaimen kylmänauhojen öljynkäsittelyn kriittisimmät laitteistot ja komponentit. Öljynkäsittelystä on tehty kriittisyysluokittelu ennen opinnäytetyötä, ja tarkoitus on saada poimittua ne laitteistot, jotka vaikuttavat RAP5-linjan tuotantoon tai laatuun. Kylmänauhojen öljynkäsittelyn yksittäisten varmennettujen toimintojen pysähtyminen ei suoraan vaikuta linjan tuotantoon, mutta laatuun sillä on suurempi vaikutus. Voi myös kuitenkin käydä niin, etteivät esimerkiksi suodatukset pelaa niin kuin niiden pitäisi. Tällöin puhtaan öljyn tuotto saattaa jopa pysäyttää Tandem-valssaimen. Valssaimen öljynkäsittelyssä on kaksi öljynkäsittelypuolta, kylmänauhoille sekä kuumanauhoille omat puolensa. Tässä työssä keskitytään vain kylmänauhojen öljynkäsittelyyn. Molemmille nauhoille ovat omat likaisen- ja puhtaanpuolen järjestelmät, joihin kuuluvat säiliöt, pumput, venttiilit, suodatukset yms.

Tornion terästehtailla on uudistettu kunnossapito-organisaatiota vuonna 2011, jolloin on keskitetty enemmän tuotantoprosessien käyttövarmuuteen ja vuonna 2018 uuden organisaatiomuutoksen myötä terästehtaalle perustettiin uusi käyntivarmuusorganisaatio. Tämä käyntivarmuusorganisaatio tuli tukemaan jokaisen osaston tuotantoa sekä kunnossapitoa. RAP5-linjalle tuli oma käyntivarmuusinsinööri, joka yhdessä tuotannon ja kunnossapidon työnjohdon ja muiden osastojen käyntivarmuusinsinöörien kanssa ovat reilun vuoden aikana tehneet RAP5:lle kriittisyysluokittelun linjan tärkeimmille laitteille. RAP5-linjan kriittisimpiä osaprosesseja löytyi kolme. Alkupäässä hitsauskone sekä valssaus ja rasvanpoisto 1, johon tämä öljynkäsittely kuuluu sekä myös loppupäässä peittäus. RAP5-linjan käyntivarmuudella oli viime vuonna aiheena hitsauskone ja tänä vuonna on edessä valssaus ja rasvanpoisto 1:sen alueen parantaminen, joka sopivasti alkoi silloin, kun tarvitsin opinnäytetyölle aiheen.

Käyntivarmuusorganisaation projektiin oli mukava päässä mukaan kuuden vuoden RAP5-linjan työhistorian takia. Uskon, että tästä on varmasti hyötyä myöhemmässäkin työelämässä. Käyntivarmuus on minulle suhteellisen uusi käsite,

niin odotan innolla mitä kaikkea se pitää sisällään ja mitä kaikkea sillä saa aikaiseksi. Outokumpu terästehtaana on panostanut paljon käyntivarmuuteen organisaatiomuutoksen jälkeen ja sitä kehitetään näinkin isossa yhtiössä koko ajan.

2 OUTOKUMPU OYJ

2.1 Yleistä Outokummun teräsyhtiöstä

Ensimmäiset sulatukset Torniossa tehtiin vuonna 1976. Vuonna 1977 Presidentti Urho Kekkonen vihki Tornion terästehtaan käyttöön. Tämän jälkeen Tornio pääsi maailmankartalle olemalla yksi maailman tehokkaimmista ruostumattoman teräksen tuotantolaitoksista. Outokumpu Oy on kehittänyt maailman ensimmäisen austeniittisen, martensiittisen ja duplex-teräslajin. Terästehdas oli myös ainoa maailmassa, jolla on oma kromikaivos ja kaivoksesta alkoi Outokummun integroidun terästehtaan synty. Myöhemmin Tornioon perustettiin kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo täydentämään terästehdasta ja Outokummun tuotevalikoimaa. (Stanley 2005; Outokumpu 2020a.)

Outokummun pitkän aikavälin tavoite on olla vuoteen 2020 mennessä ruostumattoman teräksen johtaja, olemalla asiakassuuntautunut ja tehokas (Kuva 1). Outokumpu räätälöi terästä asiakkaiden toivomuksien mukaan mihin tahansa muotoon ja lähes mihin tahansa käyttökohteeseen. (Outokumpu 2020b.)



Kuva 1. Outokummun strateginen suunnitelma (Outokumpu 2020b)

Outokummun tehtaita löytyy niin Suomesta, Ruotsista, Saksasta, Isosta-Britanniasta, Yhdysvalloista kuin Meksikostakin. Euroopassa Outokumpu on markkinajohtaja. Outokummulla on työntekijöitä yli 30 eri maassa yli 10 000 ammattilaista. Outokummulla liikevaihto viime vuonna (2019) oli 6,4 miljardia euroa ja ruostumatonta terästä toimitettiin 2,2 miljoonan tonnin edestä. Yhtiön pääkonttori on Helsingissä ja se on listattu Nasdaq Helsingin pörssiin. (Outokumpu 2020b.)

2.2 RAP5-linja

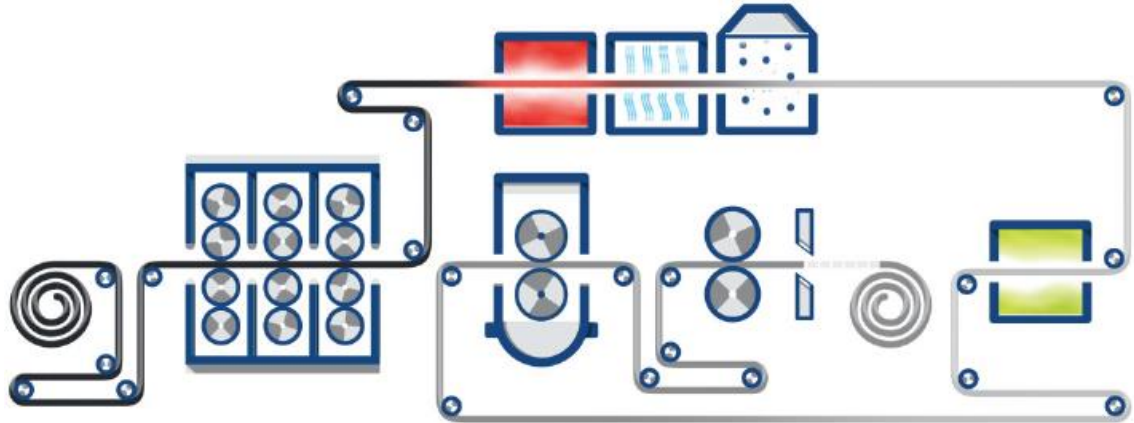
Outokummun Tornion terästehtaalla on kaksi kylmävalssaamoja, kylmävalssaamo 1 ja kylmävalssaamo 2. Kylmävalssaamo 2 on uudempi ja sitä kutsutaan myös toiselta nimeltä RAP5-linjaksi. RAP5-linjalla prosessoidaan ruostumattomia teräsnauhoja ja ne tehdään jatkuvatoimisena toimenpiteenä. RAP5 muodostuu sanoista Rolling Annealing Pickling ja se on viides hehkutus/peittäuslinja Torniossa. RAP5-linjan alkupäässä nauhan häntään hitsataan kiinni aina seuraavan nauhan keula, joten RAP5:lla kulkee yhtenäistä nauhaa noin viisi kilometriä kolmessa eri kerroksessa ja yli 700 metriä pitkässä hallissa. RAP5-linjaa sanotaankin automatisoiduksi jatkuvatoimiseksi kylmävalssaus-, hehkutus- ja peittäuslinjaksi (Continuous Rolling and Pickling). Automatisoiduksi siksi, koska linja pyörii jopa kymmenen henkilön voimin, kuin taas kylmävalssaamo 1:llä henkilöstöä on sen reilu 70. Kuvassa 2 etualalla oleva pitkä halli on RAP5 (Kuva 2). (ABB 2005; Outokumpu 2020c.)



Kuva 2. Etualalla yli 700 metriä pitkä RAP5 halli (Outokumpu 2020c)

RAP5-linja on yksi Outokummun uusimpia rakennuksia Tornion tehdasalueella. RAP5-linjan rakennuksen esisuunnittelu alkoi keväällä 2000. Rakentaminen alkoi 2001 ja RAP5-linja valmistui vuonna 2002. Ensimmäinen tuotenauha saatiin pakettiin vuoden 2003 lopulla. Kylmävalssaamot ovat Torniossa teräksen viimeisiä vaiheita ennen asiakkaille menoa. Mustat kuumanauhat tulevat kuumavalssaukselta joko kylmävalssaamo 1:lle tai RAP5-linjalle, jossa ne hehkutetaan, peitataan ja valssataan loppumittaan. Pinnanlaadullisesti siihen vielä vaikutetaan viimeistelyvalssaimilla sekä venytys- ja oikaisulinjoilla sekä leikkaus- ja pakkauslinjoilla. Rapille tulevat mustat kuumanauhat kulkevat linjan läpi kahdesti. (Outokumpu 2020c.)

Ensimmäisellä kierroksella nauha hehkutetaan ja peitataan kirkkaaksi kuumanauhaksi. Toisella kierroksella nauha kylmävalssataan loppumittaan Tandem-valssaimella. Lopputuotteeksi saadaan kylmävalssattua ruostumatonta teräsnauhaa. Kuviossa 1 on esitetty pääpiirteittäin periaatekuva RAP-linjasta, jossa kuuma- ja kylmänauha-ajot hieman eroavat toisistaan. (Outokumpu 2020c.)



Kuvio 1. RAP-linjan periaatekuva (Outokumpu 2020c)

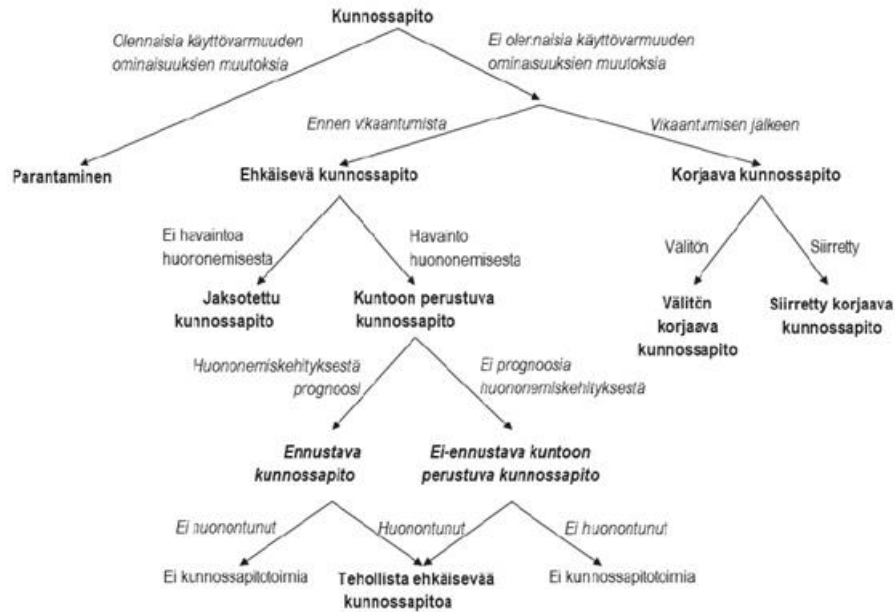
3 KUNNOSSAPITO

3.1 Kunnossapidon määritelmä

Kunnossapidon termi on määritelty ja yhdenmukaistettu standardeissa SFS-EN 13306:2017 ja PSK 6201. Kunnossapidon tarkoitus on säilyttää jokin tietty kohde sellaisena, jossa kyseinen laite pystyy suoriutumaan sille vaaditun toiminnon koko elinjakson aikana. Kunnossapito on yleensä aina useiden (teknisten, hallinnollisten ja johtamisen) toimenpiteiden kokonaisuus. (PSK 6201.2011, 2; SFS-EN 13306:2017, 8.)

Kunnossapidolliset toimet kohdistetaan yleensä laitteiden yksittäisiin komponentteihin ja koneiden tai laitteiden ennakoituihin vikaantumisprosesseihin, joille on tarpeen tehdä huolto-ohjelma. Huolto-ohjelmien avulla pyritään minimoimaan osien kulumista, joka voi pahimmassa tapauksessa johtaa laitteiden rikkoutumiseen. Kunnossapidon yksi tärkeä peruspilari on käyttäjäkunnossapito. (Laine 2010, 123, 221.)

SFS-EN 13306:2017 standardissa on määritelty kunnossapitolajit (Kuvio 2). Ilman kunnossapitolajeja ei kunnossapitoa pystytä johtamaan tehokkaasti. Kunnossapidon pääryhmät ovat ehkäisevä kunnossapito ja korjaava kunnossapito. Ehkäisevää kunnossapitoa on myös kutsuttu suunnitelluksi kunnossapidoksi ja korjaavaa kunnossapitoa häiriökorjaukseksi (Järviö & Lehtiö 2017, 46). Korjaavassa kunnossapidossa vika on jo tullut ja enää on vain tavoitteena palauttaa laite siihen tilaan, missä se pystyy toimimaan niin kuin sen pitääkin toimia. Päätettäväksi jää, korjataanko vikaantuminen heti vai siirretäänkö se esimerkiksi seisokkiin. Ehkäisevä kunnossapito on kuntoon perustuvaa kunnossapitoa ja siinä on tarkoitus joko arvioida tai vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä. (SFS-EN 13306:2017, 13-15.)



Kuvio 2. SFS-EN 13306 standardin mukaiset kunnossapitolajit (SFS-EN 13306:2017, 22)

Tuotannon kokonaistehokkuus ja kunnossapito tukevat toinen toisiaan. Kunnossapidon päätarkoitus on pitää laitteistot siinä kunnossa, että tuotanto pysyy katkeamattomana. Taas kokonaistehokkuudesta puhuttaessa puhutaan käytettävyyden, toiminta-asteen nopeudesta sekä laatukertoimien tulosta. (PSK 6201.2011, 30.)

3.2 Käynnissäpito

Yleensä tehtaiden tavoitteena on pitää tuotantolinjat korkeimmalla mahdollisella tehokkuudella tuottaen samalla niin virheetöntä tuotetta kuin vain pystyvät. Tätä yleistä tavoitetta toteutetaan kaikilla mahdollisilla toimenpiteillä ja tätä toimenpidettä kutsutaan myös nimellä käynnissäpito. Käynnissäpito on siis useamman asian kokonaisuus, mikä liittyy hyvinkin läheisesti tuotantoon ja kunnossapitoon. Monet muut yhtiöiden toiminnat tukevat myös tätä tavoitetta. Käynnissäpidossa on mukana käyttöhenkilöstöä. Nämä henkilöt seuraavat kohteen kunnonvalvontaa ja tuotantokykyä sekä valvovat laitteiden yleiskuntoa ja tekevät tarvitsevia puhdistuksia, huoltoja, voiteluja sekä korjauksia. (Laine 2010, 20; Järviö & Lehtiö 2017, 17.)

Käynnissäpitostrategia perustuu yleensä yrityksen asiakasstrategiaan. Asiakkaat vaativat yleensä yritykselle erilaisia vaatimuksia, kuten miten tuotantolinjoilla tulisi toimia muun muassa laadun, toimituksien täsmällisyyden, työturvallisuuden yms. takia. Käynnissäpito perustuu TPM:ään (Total Productive Maintenance) ja TPM on kokonaisnäkemys siitä, miten kunnossapito yleisesti vaikuttaa tuotantoon. Yleisesti monissa tuotantolaitoksissa ja ehkä erityisemmin pienissä yrityksissä ei välttämättä edes ole minkäänlaista käynnissäpitostrategiaa ja kunnossapidon puolestakin ainoa strategia on se, että kustannuksia on alennettava tietty prosentti. (Laine 2010, 41, 96, 124.)

Seuraavat asiat vaikuttavat suoraan käynnissäpidon tuottavan kunnossapidon tavoitteisiin (TPM) tai tukevat niitä, niillä saadaan myös nostettua organisaation KNL-lukua (Käytettävyys x Nopeus x Laatu):

- koneiden optimaalinen prosessitehokkuus
- ei suunnittelemattomia seisokkeja eikä laitevikoja
- kilpailukykyiset kunnossapitokustannukset
- lyhyet ja hyvin suunnitellut seisokit
- asiakkaalle määrittelemää laatua
- turvallinen työympäristö. (Laine 2010, 20.)

3.3 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus liittyy luotettavuuteen ja se on ensisijaisesti tulevaisuuteen liittyvää strategista toimintaa. Tässä työssä keskitytään teollisuuteen ja teollisuuden käyttövarmuudella tarkoitetaan laitteen tai koneen kykyä toimia sille vaaditulla tavalla. Se kuvaa myös laitteen toiminnan luotettavuutta ja siihen vaikuttaa kohteiden ja laitteiden vikaantumisien todennäköisyys. Kohteen pitää pystyä jatkamaan sille vaadittua tehtävää käyttäjän toimesta ilman häiriötä tietyissä olosuhteissa ja tietyn ajanjakson ajan. Käyttövarmuus muodostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Siihen vaikuttavat edellä mainitut asiat joko suoraan tai asioiden osatekijöinä. Myös käytettävyys, turvallisuus,

turvaaminen, kestävyys ja taloudellisuus sekä laatu ovat kytköksissä käyttövarmuuteen. Esimerkiksi jonkun pumpun käyttövarmuus on tuottaa tietylle laitteelle, putkistolle tai suuttimille tarkoituksellinen määrä virtausta. (SFS-EN 13306:2017, 6.)

Terästehtaalla puhuttaessa käyntivarmuudesta on sama kuin puhuisi käyttövarmuudesta. Käyntivarmuusinsinööri on englanniksi Reliability Engineering, jonka täyssuomennus on luotettavuusinsinööri. Käyntivarmuudella tarkoitetaan yleensä yrityksen organisaatiota, jossa käyntivarmuusinsinöörien tehtävä on lyhyesti näin: suunnitteluosaamisen soveltamista riskienhallinnan kautta. Käyntivarmuusinsinöörit ovat yksi tärkeimmistä toiminnan luotettavuuden ja laitoksen optimaalisen suorituskyvyn osista. (Outokumpu 2020d).

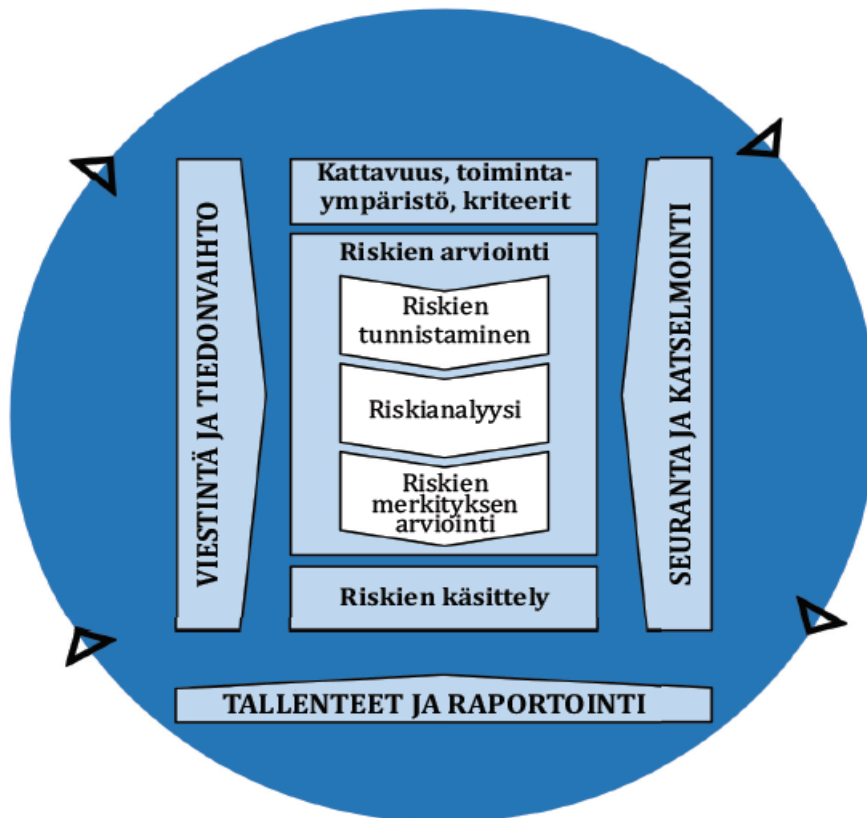
Pitää kuitenkin muistaa se, että käyntivarmuusorganisaatio ei kuitenkaan voi tehdä tuotantolaitoksesta yksissään käyntivarmaa, vaan se voi tukea sitä tarjoamalla siihen työkaluja, koulutusta, opastusta ja yms. Toisin sanoen käyntivarmuus on myös koko osaston sekä kaikkien tekijöiden (operaattoreiden, asentajien, mestareiden yms.) vastuulla. Nämä tekijät vastaavat myös käyntivarmuuden toiminnoista, eikä käyntivarmuus ole ykinään pelkkä huolto-ohjelma. (Smith & Mobley 2008, 8.)

Käyntivarmuudella on neljä peruspilaria: töiden hallinta, materiaalin hallinta, käyntivarmuus itsessään ja tuotannollinen kulttuuri. Töiden hallinnalla tarkoitetaan työn määrittelyä, työn suunnittelua, töiden aikataulutusta ja töiden lopetusta. Materiaalin hallinnalla tarkoitetaan sitä, että oikea osa on oikeaan aikaan oikeassa paikassa ja vielä oikealla kustannuksella. Käyntivarmuuden tarpeeton toiminnan poisto järjestelmällisellä ajattelulla on myös yksi käyntivarmuuden tavoitteista. Viimeisellä peruspilarilla eli tuotannollisella kulttuurilla tarkoitetaan yhdessä tekemistä yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. (Outokumpu 2020d.)

3.4 Riskienhallinta

Riskienhallinta on yleisesti läsnä ihmisten toiminnoissa. Kaikkiin asioihin, mitä tehdään, liittyy yleensä jonkinlainen riski, oli kyseessä sitten terveys, talous, ympäristö tai turvallisuus. Riskienhallinnalla on tavoitteena estää tai ainakin pienentää

tää riskejä. Riskienhallinta taas teollisuudessa on perusprosessi kaikissa käynti-
varmuuteen liittyvissä analyyseissä. Erilaisia riskienhallinnan menetelmiä on
useita ja joku saattaa toimia toiseen ja toinen toiseen tai sitten eri riskienhallin-
taanalyysit yhdessä saattavat olla avain johonkin tiettyyn ongelmaan. Mutta mitä
riskienhallinta on? Se on standardissa määritelty prosessi, jolla voidaan havaita
laitteiden viat jo varhaisessa vaiheessa ja sitä kautta minimoida kaikki linjaan,
laitteistoon tai komponenttiin liittyvät riskit. Riskienhallinnalla saadaan pidennet-
tyä osien käyttöikää ja samalla saadaan myös kustannussäästöjä niin työvoima-
kustannuksien kuin muidenkin osien parannusteknikoiden kautta. Riskienhallinta
on periaatteiden, puitteitten ja prosessin välisten suhteiden kokonaisprosessi
(Kuvio 3). (SFS-IEC 60300-3-9, 2000, 10.)



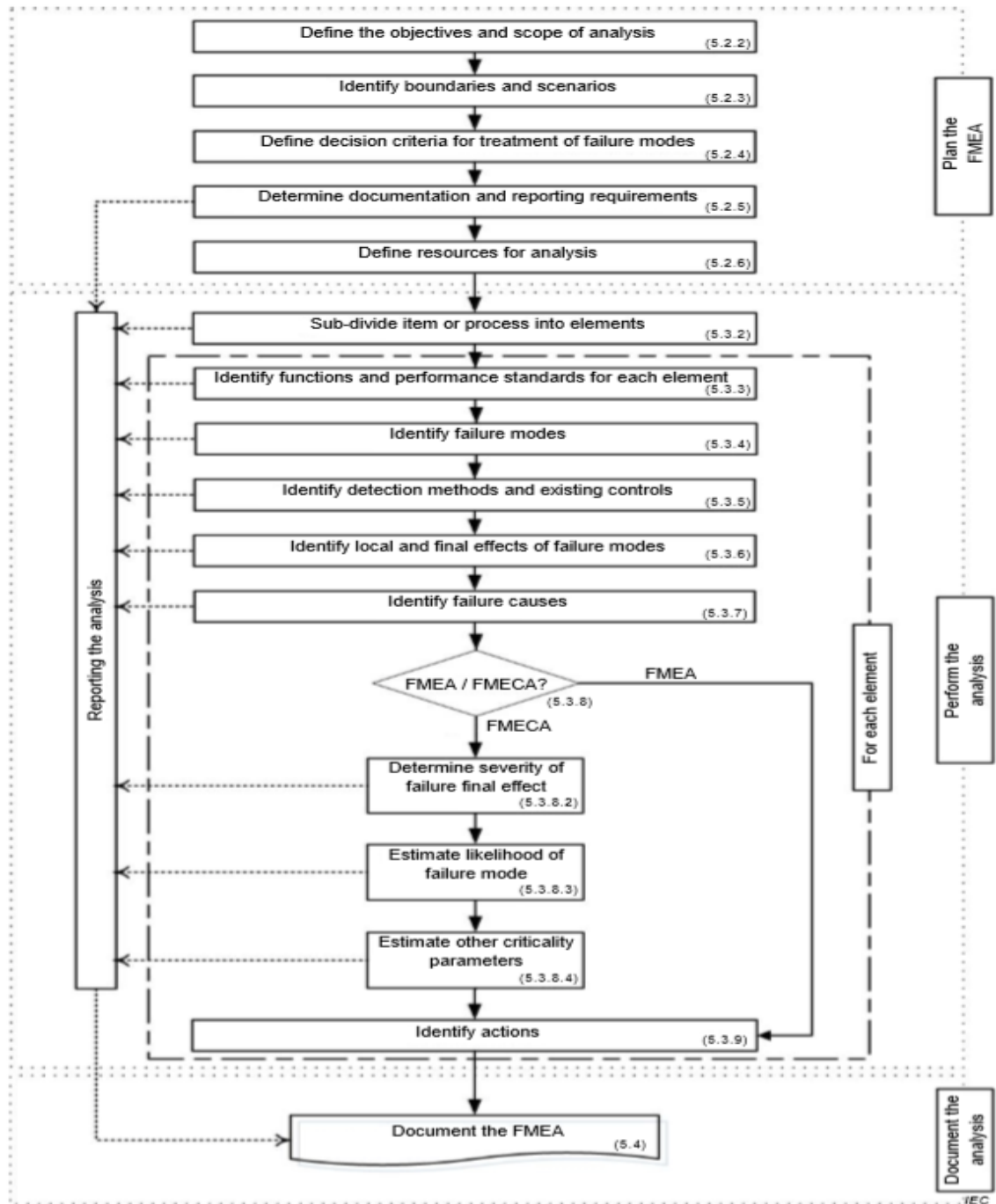
Kuvio 3. Riskienhallintaprosessi (SFS-ISO 31000, 2018, 14)

4 VIKA-JA VAIKUTUSANALYYSIT

4.1 Failure Modes And Effects Analysis (FMEA)

Failure Modes And Effects Analysis, suomeksi vika- ja vaikutusanalyysi (VVA) on yksi toimintavarmuuden analysointimenetelmä. Se ja monet muut riskianalyysit antavat kuvan laitekokonaisuuden luotettavuudesta. Analyysit auttavat ymmärtämään niin osien välisen merkityksen kuin laitteiston tai linjan kokonaisuuttakin. FMEA-menetelmä on eniten käytetyin ja tunnetuin luotettavuusanalyysimenetelmä. Siinä keskitytään siihen mikä laitteistoissa voisi hajota ja mitä toimenpiteitä voidaan tehdä ennen kuin tämä hajoaminen tapahtuu. FMEA:ta voidaan sanoa myös ennaltaehkäiseväksi laatumenetelmäksi. (SFS-EN IEC 60812:2018, 8.)

Kuviossa 6 on esitetty standardin SFS-EN 60812:2018 mukainen FMEA/FMECA-prosessi. Prosessi alkaa asiakkaan tarpeista ja asiakkaan tarpeet on syntyneet laadunhallintastandardeista mm. ISO 9001. Laadunhallintastandardit määrittelevät myös sen, mitä linjalla voidaan kehittää tai parantaa. Kun projektille on saatu jokin tavoite, luodaan tiimi ja määritetään kohde. Tiimi alkaa työstämään kohdetta määrittelemällä laitteen erilaiset vikamuodot. Vikamuodoille selvitetään syyt ja seuraukset, lasketaan riskiarviointi sekä kehitetään ja toteutetaan toimenpidesuunnitelma. (Karjalainen 2016; SFS-EN 60812:2018, 16.)



Kuvio 6. FMEA luokitukset, hyväksymiskriteerit ja prosessikaavio (SFS-EN 60812:2018, 16)

FMEA:ta voidaan myös kutsua yhdenlaiseksi suunnitelmavaiheen tulokseksi, joka kuvaa räätälöityä ja kustannustehokasta analysointimenetelmää. Menetelmä sisältää yleensä ainakin seuraavia osioita:

- Määrittelee analyysin menetelmän tavoitteet ja laajuuden.

- Määrittelee valintakriteerit epäonnistumisien hoitamiseksi.
- Tunnistaa analyysin rajat ja käyttötapahtumat.
- Määrittelee miten analyysi auditoidaan ja miten resurssit kohdennetaan. (SFS-EN IEC 6018:2018, 17.)

FMEA:n tarkoitus on vähentää laitteistojen vikaantumista ennakkoidusti mm. luotettavuuden parantamisella, pienentämällä ympäristövaikutuksia sekä pienentämään hankinta- ja käyttökustannuksia. Yritykset luovatkin yleensä FMEA:n pohjalta laitteille kunnossapitostrategian. Tuotetusta FMEA:sta saadaan suoraan suunnitelma laitteiston jatkolle, miten toimitaan tulevien muutosten ja huoltojen suhteen. Tuotetusta FMEA-tuloksesta saadaan suuret kustannussäästöt yhtiöille. Erilaisia FMEA-lomakkeita on useita: FMEA, Software FMEA, Process FMEA, Desin FMEA. (SFS-EN 6018:2018, 17, 64.)

Vikamuotoja käsiteltäessä riskianalyyseissä on syytä selvittää vikamuodot riittävän yksityiskohtaisesti, jotta analyysistä saataisiin luotettava. Toisaalta taas liikaa yksityiskohtiin meneminen vie liikaa aikaa kuitenkin edistymättä sen enempää. Vikamuodot on yleensä tarkoitus selvittää sen mukaisella tarkkuudella, että niiden perusteella voi valita oikeat vianhallintamenetelmät. (Moubray 1997, 64-65, 69.)

4.2 Simplified Failure Modes And Effects Analysis (SFMEA)

Outokummulla käytettävä yksinkertaistettu vika- ja vaikutusanalyysi eli SFMEA on analyysimenetelmä siinä missä tavallinen FMEA:kin on. Molemmilla yritetään estää laitteiston mahdolliset tulevat viat. SFMEA on Yhdysvalloissa esimerkiksi autoteollisuudessa laajasti käytetty analyysimenetelmä ja sillä on tarkoitus viitata enemmän komponenttien FMEA-prosessiin. Tavallisessa FMEA:ssa käsitellään prosessia tai järjestelmää mahdollisten vikojen määrittämiseen, mutta SFMEA:ssa keskitytään tarkastelemaan ainoastaan laitteen komponentteja. Outokumpu käyttää SFMEA:ta erottaakseen prosessin muista FMEA-prosesseista, kuten laatu- tai toimintaprosesseista (Liite 1). (Davis 2020.)

SFMEA on ihanteellinen työkalu ennaltaehkäisevän, ennakoivan käyttöönoton tai parantamisen huolto-ohjelma. Sillä saadaan käyntivarmuusinsinöörien, operaattoreiden ja asentajien yhteistyön kautta selville laitteistojen todennäköisiä vikatiiloja. Tulevaa tietoa pystytään myöhemmin käyttämään huoltotehtävien suunnitelmissa, jotta huolloilla saataisiin vähennettyä tulevien laitteistojen mahdollisia vikoja. SFMEA:n apuna käytetään tietyn vian esiintymistiheyttä, syy-yhdistelmää ja mitä tapahtuu, jos vika on jo päässyt tapahtumaan. Yleensä seuraavanlaisissa olosuhteissa käytetään kyseistä menetelmää:

- Jokainen komponentti on "tukos" teknisessä järjestelmässä.
- "Tukos" johtaa koko järjestelmän vikaan ja jokainen vika on erillinen vika.

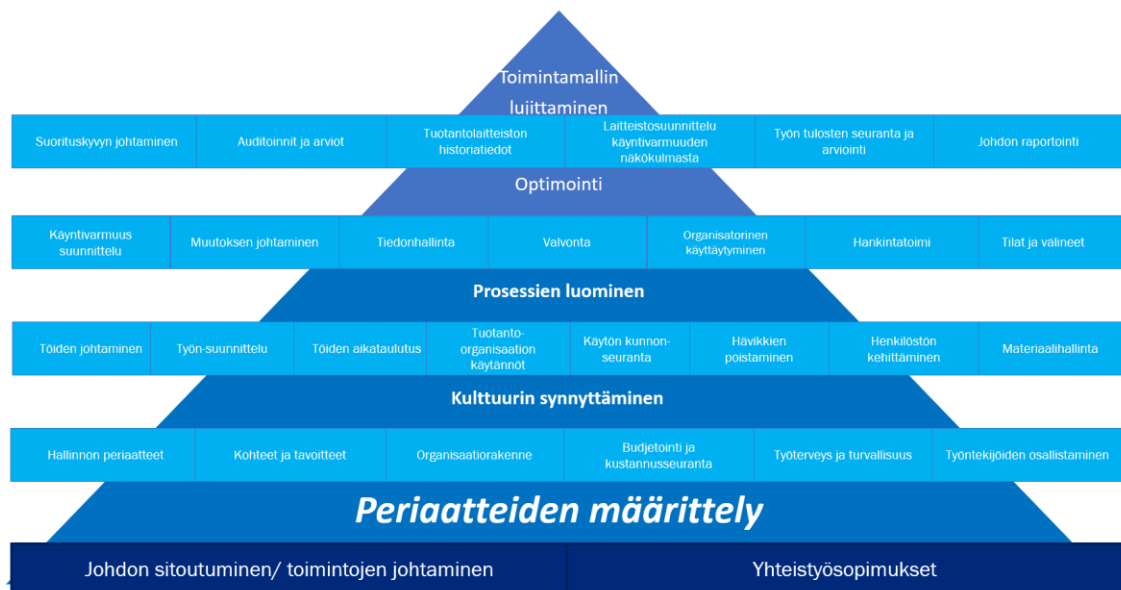
Jokaisella toimintahäiriöllä on tietty määrä vaikutusta järjestelmässä. (UPB Scientific Bulletin 2014, 4.)

5 KÄYNTIVARMUUS OUTOKUMMUN TEHTAALLA

5.1 Terästehtaan käyntivarmuusohjelman tavoitteet

Outokummun käyntivarmuusorganisaation tavoite on saada tuotannon, kunnossapidon sekä käyntivarmuustoimintojen vastualueet selkeämmäksi. Kuvassa 3 on määritelty Outokummun käyntivarmuuden toimintamalli ja tavoitteet. Käyntivarmuus lähtee liikkeelle johdon sitoutumisesta ja toiminnallisista yhteistyömahdollisuuksista. Näiden pohjalta tulee periaatteiden määrittely, kulttuurin synnyttäminen, prosessien luominen, optimointi, ja pyramidin kärjen huippuna on toimintamallien lujittaminen. Kaikki nämä osa-alueet ovat riippuvaisia useista eri toimintamahdollisuuksista. (Outokumpu 2020d.)

Käyntivarmuus, toimintamalli ja tavoitteet

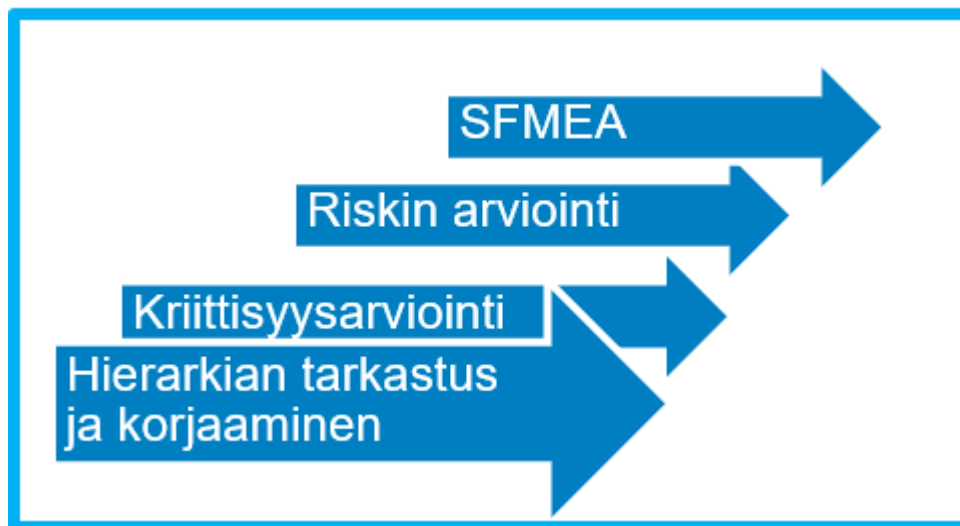


Kuva 3. Outokummun käyntivarmuusohjelman toimintamalli ja tavoitteet (Outokumpu 2020d)

Käyntivarmuusohjelman tavoitteilla saadaan seuraavanlaisia hyötyjä aikaiseksi: linjojen prosessikuvauksia sekä KUTI-järjestelmän laitehierarkioihin ja dokumentointiin täydennyksiä. Laitteiden varaosat tulee käytyä läpi ja ne saadaan kiinnitettyä oikeille paikoille KUTI-järjestelmän laiteposition. Lisäksi saadaan tehtyä ennakkohoolto- ja seisokkisuunnitteluprosessin kehitys. Saadaan häiriökirjauksista riittävän tehokas analysoimalla aineistojen toistuvia vikoja sekä tunnistetaan

vikojen taustalla olevia vikaantumisprosesseja. Myös työn mielekkyyttä, turvallisuutta ja tehokkuutta parannetaan suunnitelmallisuudella sekä mallilla: eroon kii-reestä ja hätäratkaisuista. Käyntivarmuudella saadaan myös tunnistettujen vakio-töiden turvallisuusriskiarvioinnit sekä ohjeistus. Työn sisällön muuttaminen odot-telun ja hätäilyn välisestä tilasta sekä oheistöistä siihen, mitä on tultu tekemään. (Outokumpu 2020d.)

Kuviossa 4 on kuvattu nuolilla, kuinka kaikki neljä käyntivarmuustyön aiheita ovat sidoksissa toisiinsa. Prosessi lähtee liikkeelle hierarkian tarkastuksella ja korjaa-misella, joka kestää prosessin loppuun asti. Tämän jälkeen alkaa prosessitason kriittisyysarviointi ja tällä saadaan kohdistettua prosessin riskin arviointi prosessin kriittisimpiin laitteistoihin. Lopuksi tehdään riskinarviointi käyttäen yksinkertaista vika- ja vaikutusanalyysimenetelmää (SFMEA). (Outokumpu 2020d.)



Kuvio 4. Käyntivarmuustyön aiheet (Outokumpu 2020d)

Laitteiden vikaantumisväli (MTBF), keskimääräinen vian korjausaika (MTTR) ja ennakkohuollon vaatimukset (Preventive Maintenance Compliance) ovat mittareita, joilla mitataan ennakkohuoltotöiden toteutuksia, seisokkien aikataulujen paikkaansa pitävyyksiä, avoimien työtilausten listauksia sekä varaosien saata-vuuksia. Näillä kaikilla pystytään seuraamaan toiminnan toteutuksia ja onnistu-mia. (Smith & Mobley 2008, 283.)

5.2 Käyntivarmuusinsinöörien työnkuva

Käyntivarmuusinsinöörit vastaavat ajantasaisista laitehierarkioista ja kriittisyysluokitteluista. Käyntivarmuusinsinöörit tekevät myös paljon yhteistyötä mekaanisen- ja sähkökunnossapidon kanssa ja auttavat niin kunnossapitosuunnitelmien ja -strategioiden kuin ylläpidonkin kehittämisessä. Näiden lisäksi käyntivarmuusinsinöörit osallistuvat muiden aluetyönjohtajien kanssa kaikkiin tuotannon ongelmiin. (Outokumpu 2020d.)

Käyntivarmuusinsinöörit käyvät läpi laitteen parannusprosesseja, millä saadaan lisättyä ja vakautettua laitteen tuottavuutta. Laitteiden tuottavuus ja vakavuus saadaan selville käymällä laitteille läpi erilaisia juurisyyanalyysimenetelmiä. Juurisyyanalyysillä pyritään löytämään laitteistojen vikaantumisten juurisyyt ja ehkäisemällä yllättäviä laitevaurioita. Laitevaurioiden välttämiseksi käyntivarmuusinsinöörit haluavat vähentää kohteen vikoja ja laajentaa tuotannon ja kunnossapidon keskimääräistä vikaantumisaikaa (MTBF=Mean Time Between Failures) riskienhallinnan kautta. (Smith 2005, 3).

Lisäksi käyntivarmuusinsinöörit varmistuvat uusien laitteistojen ylläpidettävyydestä, tunnistavat ja korjaavat krooniset ja kalliit laiteongelmat ja poistavat toistuvat viat. Antavat teknistä neuvontaa huollolle ja yhteistyökumppaneille. Suunnittelevat ja seuraavat tehokkaita ja taloudellisia ennaltaehkäiseviä tai ennustavia huolto-ohjelmia. Varmistuvat laitteiden oikeasta käytöstä ja hoidosta. Suunnittelevat valittujen laitteiden tarkastuksia, säätöjä, osien vaihtoja, kunnostuksia yms. Tutkivat ennustavia analyysseja. Suojaavat omalla tekemisillään myös luontoa ja ympäristöä. Ylläpitävät ja analysoivat laitteistotietoja ja niiden historiaa ylläpito-
tarpeiden ennustamiseksi. (Smith 2005, 3.)

6 RAP5-LINJAN KÄYNTIVARMUUDEN KEHITYS

6.1 Tiedonhallinta ja hierarkian tarkastus

Tiedonhallinnan päätavoite on saada Outokummun kunnossapitojärjestelmä eli KUTI-tietokannan hierarkia siihen malliin, kuin mitä ne ovat fyysisestikin prosessissa ja tämä vaihe tehdään ensin varsinaista SFMEA:ta. Öljynkäsittelystä tiedonhallinnan osuuden teki Outokummun aliurakoitsijasuunnittelijat Etteplan Oy. Tiedonhallintatyötä kuvaa tässä tilanteessa Outokummun kunnossapitojärjestelmän KUTI-hierarkian tarkastus ja päivittäminen. Tämä osuus aloitettiin hierarkian tarkastuksella ja KUTI-hierarkian öljynkäsittelyoksan uusimisella. Öljynkäsittelyoksa käytiin perusteellisesti läpi ja siitä tehtiin sellainen, kuin mitä se öljynkäsittelyssä fyysisestikin on. (Outokumpu 2020d.)

Tämän jälkeen Etteplan teki yhteistyötä tuotannon, kunnossapidon ja käytävärmuusinsinöörien kanssa laitteiden dokumentoinnin paikkaansa pitävyydestä. Siinä tarkastettiin niin piirustukset, varaosat, ohjeistukset kuin dokumentoinnin riittävyyskin. (Outokumpu 2020d.)

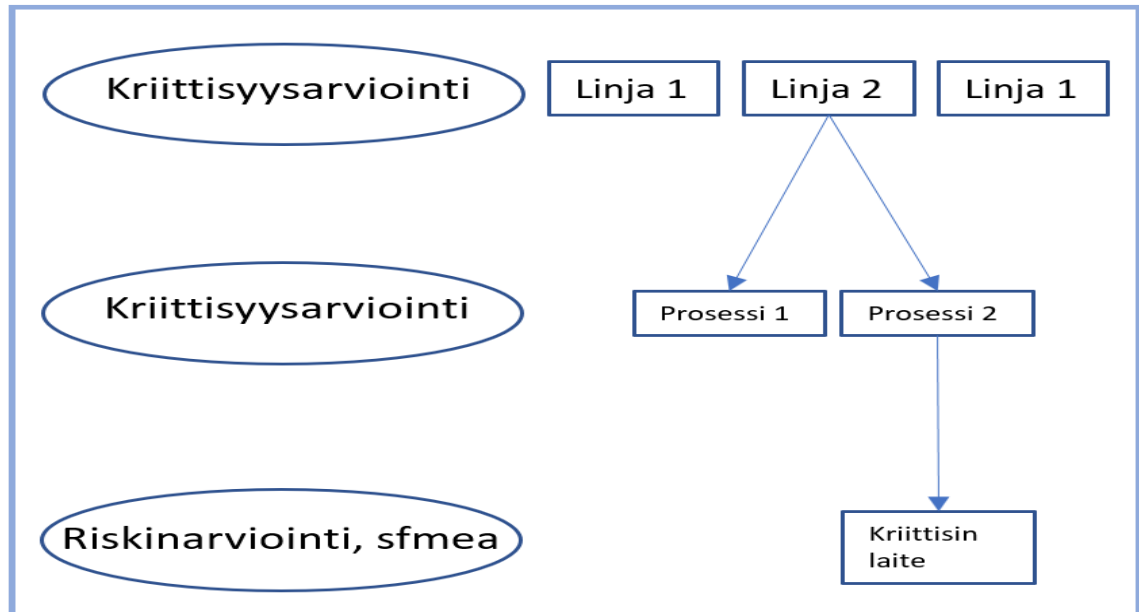
Tiedonhallinnan osuuden jälkeen aloitettiin käytävärmuusinsinöörien kanssa käymään läpi öljynkäsittelyn kriittisimpiä laitteistoja. Kriittisyysarvioinnissa on käytetty samaa 12 kysymyksen laitetason arviointityökalua (Taulukko 1), kuin mitä RAP5-linjasta on aikaisemmin tehty. Öljynkäsittelylle tehdään niin sanottu vikaantumisen analysointi, joka on terminä määritelty SFS-EN 13306:2017 standardissa. Se on osa käyttövarmuuden parantamista järjestelmällisesti ja suunnitelmallisesti ja sillä saadaan selvitettyä vikaantumisen seuraukset sekä tapahtumistodennäköisyydet. (SFS-EN 13306:2017, 20.)

Taulukko 1. Öljynkäsittelyn kolme kriittisintä osa-aluetta

Linja / prosessitason kriittisyysmatriisi (Asset Criticality Ranking) Revision 2 05-24-18 TOR 1																			
ID	Alue	Syste- m? Proses- si? (OID)	Hierarkia numero	Asset Description? Kuvaus?	1 - Turvallisuusvaikutus	2 - Ympäristövaikutus	3 - Laatuvaikutus	4 - Säilytys- ja kriittisyys prosessin vaikutus	5 - Suunniteltu käyttöaika	6 - Yksittäinen häiriö = Huollettavuus	7 - Varaosien saatavuus	8 - Laitteen kunnossapidon aika	9 - Ehkäisevän/ ennakoivan huollon aika	10 - Suunnitellun määräaikaishuollon aika	11 - Yksikön kunnossapidon aika	12 - Vaikutus arvioinnin tuotannon kriittisyys arvioinnin aika	Kriittisyysluokitus (0-100)	Huoma- utukse- t	
173	171	434639	07-225-120	Öljynkeräys valssaimella	4	0	0	0	10	8	8	1	0	0	0	6	0	31	
174	172	434641	07-225-140	Likaisen öljyn tankki 200m3	4	6	0	4	10	8	8	1	10	0	0	8	5	53	
175	173	434643	07-225-160	Puhkaan öljyn tankki 200m3	4	6	0	4	10	8	8	1	10	0	0	8	5	53	
176	174	434645	07-225-180	Lämmönvaihdin	4	4	2	2	10	1	8	2	0	0	0	5	5	36	
177	175	434647	07-225-200	Ensisuodatus	4	2	6	0	10	2	8	2	6	4	6	0	42		
178	176	434637	07-225-210	Toisosuodatus	4	2	2	0	10	2	8	2	6	0	0	6	0	35	
179	177	434649	07-225-220	Vastapuhalluspainelaitteisto	4	0	4	3	10	2	8	1	0	0	0	5	5	35	
180	178	434651	07-225-240	Toisosuodatuksen sakanpoisto	2	0	0	0	10	2	8	1	2	0	0	5	0	25	

6.2 Kriittisyysarviointi ja riskinarviointi

RAP5-linjasta on tehty kriittisyysarviointi yhdessä tuotannon ja kunnossapidon kanssa noin 1,5 vuotta sitten, heti silloin kuin käytävyydenorganisaatiot perustettiin Outokummun terästehtaalle. Tavoitteena oli saada kohdistettua käytävyydenmuutokset kaikkein kriittisimpiin toimintoihin. Alun perin kriittisyysarviointi on tehty Tornion tehtaalla ensin linjatasolla. Sen jälkeen on linjoille tehty omat kriittisyysarvioinnit osaprosessitasolle. Lopuksi, kun linjalta on saatu kriittisimmät osaprosessit, on siirrytty osaprosessien laitetasolle. Näille laitteille tehdään omat vika- ja vaikutusanalysit eli SFMEA:t (Kuvio 5). RAP5-linjalta löytyi kolme kriittisintä kohtaa, jotka piti saada valmiiksi kahden ensimmäisen vuoden aikana. Linjan ensimmäiset kaksi kohtaa on jo tehty tähän mennessä ja viimeiseksi jäi Tandem-valssaimen öljynkäsittely, joka on osa valssaus ja rasvanpoisto 1 aluetta. (Rytkönen 2020.)



Kuvio 5. Kriittisyysarviointi tehdään kolmella eri tasolla (Outokumpu 2020d)

Riskien arvioinnilla yritetään palauttaa laite siihen kuntoon, missä sen pitäisi pysyä laatuvaatimusten mukaisesti toimimaan. Tässä vaiheessa käydään läpi myös laitteen vikaantumishistoriaa sekä mahdolliset muut ongelmat laitteen toiminnassa. Riskien arvioinnilla tunnistetaan riskit, joko riskianalyyseilla tai riskien merkityksellä. (SFS-ISO 31000, 2018, 14.)

7 ÖLJYNKÄSITTELYN KÄYNTIVARMUUDEN KEHITYS

7.1 Tandem-valssaimen öljynkäsittely

RAP5-linjalla olevalla Tandem-valssaimella on omat öljyt kylmänauhoille ja kuumarauhoille, öljyt ovat myös eri puhtausasteisia. Molemmissa järjestelmissä on puhtaan ja likaisen öljyn säiliöt ja säiliöissä on öljyä noin 200 m³. Yhteensä järjestelmien öljysäiliöissä on siis öljyä yli 1,2 miljoonaa litraa. Valssaimen pesiin virtaa öljyä noin 24 000 l/min, edes säiliörekallisen öljy ei riittäisi kuin kahden minuutin tuotantoon. Öljykäsittely on yks isoimpia kokonaisuuksia RAP5-linjalla. Tämän ja kylmänauhojen laadun takia öljynkäsittely on erittäin tärkeä osa RAP5-linjastoa. (Outokumpu 2006a.)

Niin kuin johdannossa oli maininta, tässä työssä keskityttiin vain kylmänauhojen öljynkäsittelyyn. Kylmänauha-ajoilla öljy liikkuu likaisesta säiliöstä pumppujen kautta ensiösuodatukselle ja sieltä osa menee toisiosuodatukseen ja osa puhtaanpuolen säiliöön. Puhtaan puolen säiliöstä öljy taas kulkeutuu pumppujen kautta valssaimen pesiin, joita valssaimella on kolme kappaletta. (Outokumpu 2006a.)

Kylmänauhojen laatu on yksi tärkeimmistä tekijöistä ruostumattomalla teräksellä. Tutkimuksien myötä on saatu vuosien aikana selville, kuinka suuri merkitys öljyllä on laatuun (Vesala 2010, 2). RAP5-linjalla ajetuista kylmänauhoista osa lähtee maailmalle ja näissä rullissa ei vakavia laatuvirheitä sallita. Kaikki pahemmat laatuvirheet, jotka pääsevät asiakkaille asti tekevät aina tappiota yhtiölle. Pahimmassa tapauksessa Outokumpu joutuu valmistamaan laatuvirheen takia asiakkaalle uuden tuotenauhan. (Outokumpu 2006a.)

7.2 SFMEA:n tekeminen öljynkäsittelyyn

Saatuani aiheen RAP5-linjan käyttöpäälliköltä sekä käyntivarmuusinsinööriltä pääsin tutustumaan valssaimen öljynkäsittelyyn. Työskentelen RAP5-linjalla loppupäässä, joten ennen opinnäytetyötä alkupään öljynkäsittely laitteistoineen ei ennestään ollut niin tuttu. Valssaimestakaan en tiennyt kuin pääpiirteet.

Oman vuoron työkavereilta oli kuitenkin helppo kysellä öljynkäsittelystä, sekä kierrellä ja kaarrella pitkin öljynkäsittelyä silloin kuin siellä työn ohessa ehti käymään. Tietenkään yhdestä kerrasta ei kauheasti mieleen jäänyt, joten öljynkäsittelyyn vaatii useita käyntikertoja. Jokaisella operaattorilla oli myös omat toiminta-periaatteet, mikä hieman antoi eri näkökulmia öljynkäsittelyyn, mutta samalla aina hieman ”sekoitti pakkaa”. Virallisesti tämä projekti lähti kuitenkin käyntiin tutustumalla valssaimen öljynkäsittelyyn yhdessä tiedonhallinnan kanssa.

Öljynkäsittelystä katsottiin samaa 12 kysymyksen kriittisyysluokittelua kuin koko RAP5-linjasta on tehty. Kyseessä on aikaisemmin tehty valmis taulukkopohja ja nyt oli vain laitteistotason kriittisyysarviointi eikä linjatason. 12 kysymyksen laite-tason arviointityökalussa oli kolme keskeisintä pääaluetta:

1. Turvallisuus, ympäristö ja laatu
2. Tuotantovaikutus
3. Käyntivarmuus ja kustannukset

Jokaiselle 12 kysymykselle on laadittu valmiit pistemäärät ja näiden summien mukaan taulukko näytti, mitkä kolme laitteistoa nousivat esille alla olevasta kriittisyysmatriisista. Opinnäytetyö rajattiin pelkästään ensiösuodatukseen, mistä siitäkin tulee jokaisesta pumpusta sekä suodattimista yhteensä 25 eri SFMEA:ta. Ensiösuodatuksen imupumppuja on kahdeksan kappaletta, syöttöpumppuja yhdeksän kappaletta ja lisäksi kahdeksan patruunasuodatinta.

Aloitin vika- ja vaikutusanalyysin tekemisen ensiösuodatuksen imupumpuista. Jokaiselle patruunasuodattimelle oma imupumppu, jonka tehtävä on kuljettaa suodatettua öljyä patruunasuodattimelta puhtaan öljyn säiliöön. Ensimmäisenä vaiheena piti täyttää SFMEA:n Excel-pohjalle vikamatriisitaulukko ensiösuodatuksen imupumpulta (Liite 2).

Saatuani KUTI-järjestelmästä pumpun osat aloin määrittelemään yhdessä mekaanisen puolen päivämestarin ja operaattoreiden kanssa, miten pumpun toiminta voi häiriintyä tai estyä. Pumpulle löydettiin kolme häiriötekijää: Pumppu ei pyöri, pumppu toimii alennetulla teholla ja pumppu vuotaa. Tämän jälkeen piti

alkaa määrittelemään mikä pumpun komponenteista aiheuttaa pumpun pysähtymisen, mikä tuoton alentumisen ja pumpun vuotamisen.

7.3 SFMEA-analyysin riskinarviointi

Seuraavaksi päästiin miettimään, miten joku pääkomponentti voi hajota, miten se voi hajota ja mitä siitä voi seurata tuotannolle? Riskinarvioinnissa haettiin komponenttien vikamuodot, vian aiheuttaja, vian vaikutus ja vian seuraus (Liite 3). Riskinarvioinnin aikana hain kunnossapitojärjestelmästä (KUTI) sekä kyselin enakkohuollolta ja kunnonvalvonnalta onko pumpuille, moottoreille tai laakereilla olemassa jotain huoltosuunnitelmaa ja jos on niin millä tarkastusvälillä. Lopuksi piti arvioida riskit riskitaulukon mukaisesti (Liite 4). Riskinarvioinnista tulokseksi tuli lukuarvo, joka oli vakavuuden, todennäköisyyden ja havaitsemisen tulo. Riskien arvioinnissa tehdään tuotannon ja kunnossapidon kanssa saumatonta yhteistyötä, lisäksi saman pöydän ääreen otetaan myös operaattoreita sekä mekaanisen ja sähköpuolen kunnossapitoasentajia sekä päivämeistereita.

Laskiessani riskitasoa, kirjasin yhdelle kaaviolelle vakavuustodennäköisyyden, esiintymistodennäköisyyden ja havaittavuustodennäköisyyden. Kaikista näistä todennäköisyyksistä tein pisteytykset yhdestä kymmeneen ja laskin niiden tulot. Tämän tulon pohjalta sain laitteistolle määritettyä riskitason (RPN = Risk Priority Number) arvon yhdestä tuhanteen. Pisteytykset luokittelin liitteessä olevasta RPN taulukosta (Liite 4). Riskianalyysiluku kertoi suoraan, tarvitseeko kyseiselle vialle tehdä korjaavia toimia tai sellaisia toimenpiteitä, jolla vika pystytään havaitsemaan jo hyvissä ajoin ja näin estämään mahdollinen laiterikko.

8 TUOTOKSET

8.1 Tiedonhallinnan tuotokset

Yhdessä Etteplan Oy:n kanssa saatiin ensiösuodatuksen dokumentoinnit ja Outo-kummun käyttämä KUTI-järjestelmä selkeämmäksi. Ensiösuodatuksen pumppejen ja patruunasuodattimien räjäytyskuvat sekä osaluettelot saatiin saman ensiösuodatuksen oksan alle. Lisäksi saatiin lisättyä KUTI-järjestelmän osaluetteloon pumppujen patruunasuodattimien materiaalikoodilliset osat.

8.2 Imupumppujen SFMEA

Ensiösuodatuksen imupumpulle saatiin riskien arvioinnista suurimmat lukemat pumpun ja moottoreiden laakereista sekä kytkimestä. Laakereista sain 192 ja kytkimestä 169, mitkä näkyvät liitteen 5 vasemmassa reunassa. Imupumpun toiminta ei täysin suoraan vaikuta RAP5-linjan tuotantoon eikä turvallisuuteen, eikä näin ollen lukemat olleet lähelle tuhatta mitä se pahimmassa tapauksessa voisi olla. Jos yhteen patruunasuodattimen imupumppuun tulee vika niin silloin vain yksi suodatin olisi pois toiminnasta. Yksittäinen patruunasuodatin ei kuitenkaan vaikuta linjan tuotantoon ja suodatuskapasiteetti riittää silti normaalissa ajossa. Jos patruunasuodattimia olisi useampia kerralla pois, esimerkiksi kolme, niin se vaikuttaisi jo valssaimen puhtaan öljyn määrään. Pahimmassa tapauksessa suodatettu puhdas öljy voi jopa loppua.

Parannusehdotuksia löydettiin näille kolmelle lukemalla (Liite 5) ja nämä parannusehdotukset käytiin läpi pumppujen osien puolelta yhdessä RAP5-linjan työsuunnittelijoiden kanssa. Pumpuille ei ollut varastopaikkaa eikä myöskään omaa materiaalikoodia (MAKOA), pumpun osille oli muttei pumpulle. Eikä näin ollen pumpuille ollut varapumppua. Pumpun olisi saanut kasattua varastossa olevista osista, pumpun runko vain puuttui ja se olisi pitänyt tilalta. Kuitenkin jossakin vaiheessa yksi uusi pumppu löydettiin ja vielä tehtaan paketissa. Pumppu laitettiin varapumpuksi ja se liitettiin osaluetteloon ja sille tehtiin oma materiaalikoodi KUTI:lle.

Käytön mestareiden kanssa sovittiin operaattoreiden käyttäjäkierroksien ohjeiden päivityksistä. Kunnonvalvontaorganisaation kanssa sovittiin taas pumpun moottoreiden kunnonvalvonnasta. Onko niille tarpeellista tehdä muutosta vai pidättäydytäänkö nykyisessä? Tultiin siihen päätökseen, että laakereille lisätään 0,5 vuoden välein kunnonvalvonta siltä varalta, etteivät kaikki pumput hajoaisi kerralla. Kunnonvalvonnan puolelta asentajat käyvät tarkistamassa laakereiden kunnan värähtelymittauksella. Kunnonvalvonnanmittauksien pohjalta pumpuille päivitetään EHU-työ, jossa määritellään pumppujen ennakkohuoltovälit. Työlle kirjataan myös pumppujen käyttötunnit ja huoltopäivämäärä. Pumppujen tarkastuksien ajankohta sovittiin hyvissä ajoin ennen seisakkia, jolloin ehditään suunnitella huoltoon lähteville pumpuille huoltotyöt.

8.3 Syöttöpumppujen SFMEA

Syöttöpumpuille sain suurimmat lukemat samoilta pumppujen ja moottoreiden laakereilta. Syöttöpumppujen laakereille tehtiin samat 0,5 vuoden välein suoritettavat kunnonvalvontamittaukset kuin imupumpuille. Imupumput ja syöttöpumput olivat täysin samanlaisia pumppuja, mikä hieman helpotti vika- ja vaikutusanalyysin tekoa. Syöttöpumput pumppasivat vain hieman tehokkaammin sekä syöttöpumppujen vian seuraus ja vian vaikutus olivat erilaisia kuin imupumpuissa (Liite 6).

8.4 Patruunasuodattimien SFMEA

Patruunasuodattimet olivat myös oma lukunsa. Siinä käytiin läpi kahdeksan kappaletta suodattimia ja suodattimien sisällä olevia reikälevyjä ja taas reikälevyissä kiinni olevia eli patruunasuodattimia, joita yhdessä pytyssä on noin 16 000 kappaletta.

Patruunasuodattimilta sain isoimman RPN luvun pinnanmittauksesta, josta tuli 144 (Liite 7). Siinä pinnanmittauksen takia vastapuhallus jää häiriölle ja näin ollen yksi pytty on niin kauan pois pelistä, kunnes operaattori sen kuittaa ja vastapuhallus jatkuu. Niin kuin aikaisemmin oli puhetta, ettei yhden eikä kahdenkaan patruunasuodattimen tippuminen vaikuta vielä kylmänauhojen puhtaan öljyn saan-

tiin. Suodattimet ei myöskään vaikuta turvallisuuteen niin paljon, että suodattimien riskiarvioinnin tulo nousisi kovin korkeaksi, samoin kuin ei imu- tai syöttöpumputkaan. Suodatuksen on kuitenkin tarkoitus pelata koko ajan ja tämän takia esimerkiksi patruunoiden vastapuhallusten keskeytyksen huomioimiseksi, operaattoreiden kenttäkierrosohjeita päivitetään.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tekeminen oli haastavaa, mutta samalla kuitenkin mielenkiintoista. Haastavuus johtui suurilta osin koronatilanteesta. Aikaisemmin käyntivarmuussinöörit ovat tehneet vika- ja vaikutusanalyysjä tiimityönä omien kollegoiden sekä tuotannon ja kunnossapidon kanssa. Saman pöydän ääressä on istuttu koko päivä ja näin saatu yhteistyöntuloksena vikojen seuraukset ja riskien arvioinnit. Nyt korona-aikana yhteisiä tiloja ei voinut käyttää ja ainut toimenpide mikä toimi oli nettikeskustelut ja puhelin.

Vaikka tilanne oli mikä oli, niin omasta mielestäni outo aihe, ilman koulutusta, enimmäkseen yksilösuorituksena ja haasteellisen korona aikana suoriuduin omasta mielestäni hyvin. Hidasta elämäni ensimmäinen vika- ja vaikutusanalyysin tekeminen kylläkin oli, eikä ajanpuute ainakaan helpottanut tilannetta. Etteplan sai tiedonhallintaosuuden valmiiksi vasta huhtikuun alussa, jonka jälkeen pääsin vasta aloittamaan analyysin tekemisen. Onneksi viime vuonna tulleeksi RAP5-linjan päivämestarit ja kuusi vuotta samassa vuorossa olevat alkupään työntekijät auttoivat ja olivat korvaamaton apu analyysia tehdessä.

Tiedonsaanti ja tiedon löytäminen meinasivat myös olla hankalaa näin korona-aikana. Kirjastossa ei saanut käydä eikä kaikkea tarvitsemia kirjoja saanut e-kirjana. Näistäkin kuitenkin selviytyttiin ja loppujen lopuksi kylmänauhojen öljynkäsittelyn vika- ja vaikutusanalyysit saatiin tehtyä ja kriittisimmät komponentit käytyä läpi, mikä oli opinnäytetyön päätavoite.

Kylmänauhojen öljynkäsittelyn kriittisimmät komponentit ovat imu- ja syöttöpumpujen laakerit sekä pumppujen käyttömoottorin laakerit. Laakereille ei tehdä minikäänlaista kunnonvalvontamittauksia ennen tätä ja niiden hajoaminen on yksi riskeistä mistä halutaan päästä eroon. Vaikka imu- ja syöttöpumput eikä myöskään suodatinpatruunat ole suoraan tekemisissä RAP5-linjan tuotantoon, voi useamman pumpun toimimattomuus aiheuttaa ongelmia niin kylmänauhojen tuotantoon kuin laatuunkin.

LÄHTEET

ABB 2005. ABB strip tension load cells in processing lines. Viitattu 14.4.2020 https://library.e.abb.com/pub-lic/5d14d9d87f076945c12570c9002ff560/3BSE043426R0001_-001.pdf.

Davis, G. 2020. Thesis of SFMEA. Sähköposti kimmo.javarus@outokumpu.fi 27.4.2020.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito: Tuotanto-ominaisuuden hoitaminen. 6. täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.

Karjalainen, E. E. 2016. Riskiperusteinen ajattelu – Risk Based Thinking (RBT). Viitattu 10.4.2020 <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/rbt/>.

Laine, H. S. 2010. Tehokas kunnossapito: Tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-Media.

Moubray, J. 1997. Reliability-centered maintenance. 2 ed. New York: Industrial Press.

Outokumpu 2006. RAP5 Esittely. K-asema. Viitattu 20.1.2020.

Outokumpu 2020a. Outokummun historia. Viitattu 13.3.2020 <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu>.

Outokumpu 2020b. Europe. Viitattu 1.4.2020 <https://www.outokumpu.com/about-outokumpu/organization/europe>.

Outokumpu 2020c. Kylmävalssaamo. Sisäinen intranet. Viitattu 15.3.2020.

Outokumpu 2020d. Kylmävalssaamo käytävämateriaalin esittelymateriaali. Outokumpu Oyj. Ppt-esitelmä.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito. 3. painos. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 20.2.2020 <https://docplayer.fi/69902120-Psk-standardisointi-standardi-psk-6201-psk-standards-association-1-30-3-painos.html>.

Reliabilityweb.com 2020. Three Waves to Reliability Excellence. Viitattu 15.4.2020 https://reliabilityweb.com/articles/entry/three_waves_to_reliability_excellence.

Rytkönen, P. 2020. Outokumpu Stainless Oy. Käytävämateriaalin insinöörin asiantuntijan haastattelu 13.3.2020.

SFS-EN 13306:2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: SFS. Viitattu 20.3.2020 <https://online.sfs.fi/>.

SFS-EN 60812:2018. Failure modes and effect analysis (FMEA and FMECA). Helsinki SFS. Viitattu 10.4.2020 <https://online.sfs.fi/>.

SFS-IEC 60300-3-9, 2000. Luotettavuusjohtaminen osa 3: käyttöopas. Luku 9: teknisten järjestelmien riskianalyysi. Helsinki SFS. Viitattu 10.3.2020 <https://online.sfs.fi/>.

SFS-ISO 31000:2018. Riskienhallinta. Ohjeet. Helsinki SFS. Viitattu 18.4.2020 <https://online.sfs.fi/>.

Smith, D. J. 2005. Reliability, Maintainability and Risk: Practical Methods for Engineers Including Reliability Centered Maintenance and Safety-Related Systems. Burlington: Butterworth-Heinemann.

Smith, R. & Mobley, R.K. 2008. Rules of Thumb for Maintenance and Reliability Engineers. Butterworth-Heinemann.

Stanley, M. 2005. Outokummun Tornion tehdas huutaa työtä. Talouselämä 21.10.2005. Viitattu 12.4.2020 <https://www-talouselama-fi.ez.lapinamk.fi/uutiset/outokummun-tornion-tehdas-huutaa-tyota/647d181d-80c5-36e8-8e29-0a163cdf2f6a>.

UPB Scientific Bulletin. 2014. Series D. Vol. 76. Simplified F.M.E.C.A on Puma helicopters. Viitattu 25.4.2020 https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full8fe_627196.pdf.

Vesala, M. 2010. Voiteluhuollon analyysiohjelmalla etsitään säästöjä. Promaint 8/2010. Viitattu 10.4.2020 https://www.fluidlab.fi/sites/default/files/Promaint_8_2010.pdf.

LIITTEET

Liite 1. Outokummun käyntivarmuuden johtajan Geron Davis sähköpostiviesti

Liite 2. Pumppujen SFMEA:n vikamatriisi

Liite 3. SFMEA taululukosta vikamuodot, vian aiheuttaja, vian vaikutus, vian seuraus ja riskinarviointi (RPN)

Liite 4. Riskien arvioinnin pisteytystaulukko

Liite 5. Riskiarvioinnin tulos imupumpuista ja SFMEA:sta saadut ennalta ehkäisevät toiminnot

Liite 6. Syöttöpumppujen vikamuodot, vian aiheuttaja, vian vaikutus, vian seuraus ja RPN

Liite 7. Patruunasuodattimien SFMEA