

Valtteri Huuki

## **KEHÄSITOMAKONEIDEN 1 ja 3 KÄYNTIVARMUUDEN NOSTA- MINEN**

# **KEHÄSITOMAKONEIDEN 1 ja 3 KÄYNTIVARMUUDEN NOSTA- MINEN**

Valtteri Huuki  
Opinnäytetyö  
Syksy 2017  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka, tuotantotalous

---

Tekijä: Valtteri Huuki  
Opinnäytetyön nimi: Sitomakoneiden 1 ja 3 käyntivarmuuden nostaminen  
Työn ohjaajat: Teemu Lomu ja Juha Männistö  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2019  
Sivumäärä: 41 + 2 liitettä

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Stainless Oy kuumavalssaamolle Tornioon. Sen tavoitteena on käyntivarmuuden nostaminen kehäsitomakoneille 1 ja 3. Lisäksi tavoitteena on saada selville syitä, miksi sitomakoneella 1 on enemmän häiriöitä kuin sitomakoneella 3, vaikka ne ovat identtisiä laitteistoja keskenään.

Outokumpu Stainless Oy on ruostumattoman teräksen valmistaja, ja Tornion tehtaan kuumavalssaamo koostuu yhdestä tuotantolinjasta. Tuotantolinjaan kuuluu rullankäsittely, jonka kehäsitomakoneisiin tässä työssä luodaan toimet, miten käyntivarmuutta nostetaan. Työn teoriana käytetään kunnossapidon teoriaa ja siinä käydään läpi kunnossapitolajit, kustannukset ja vikaantuminen.

Käyntivarmuuden nostattaminen alkoi keräämällä koneista niiden häiriöt aikaväliltä 2015–2017. Häiriötiedot kerättiin kunnossapitotietokannasta ja tuotannon-ohjausjärjestelmästä. Tuotannonohjausjärjestelmässä häiriöiden tiedot olivat suurimmaksi osaksi puutteellista, joten tiedot haettiin kunnossapitotietokannasta, jossa olivat häiriötiedot. Työssä myös haastateltiin toimihenkilöitä ja työntekijöitä, jotka työskentelevät sitomakoneiden kanssa. Kun kaikki häiriöt oli listattu, ne jaoteltiin kohdistetuksi niiden aiheuttamiin koneen osakomponentteihin. Näin saatiin tietoon ne komponentit, jotka aiheuttavat eniten häiriöitä määrällisesti ja ajallisesti. Vikaherkimpiä osakomponentteja olivat pantakela, pannansyöttö ja lukitus. Näille lisättiin ennakkohuoltotyöhön tiheämpi tarkastusväli ja varaosien vaihto.

Sitomakoneiden ennakkohuoltotöihin tehtiin muutoksia. 8 tunnin seisakkeihin, eli viikoittaisien seisakkien ennakkohuoltotyöhön lisättiin tarkastettavien kohteiden määrää, millä voidaan reagoida alkaviin vikaantumisiin mahdollisimman nopeasti. Kohteita ovat muun muassa hydraulikkaliitoksien vuodot, rullien kuluneisuus ja laakereiden kunto. Yli vuorokauden kestävien seisakkien ennakkohuoltotyöhön tehtiin muutoksia, kuten osien vaihtojen tihennys. Työssä myös tuodaan esille muutostyöehdotuksia kuten jäähdytysjärjestelmän parannus, joilla vikoja saataisiin mahdollisesti poistettua.

---

Asiasanat: kunnossapito, sitomakone, käyntivarmuus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Mechanical engineering, production economics

---

Author: Valtteri Huuki  
Title of thesis: Rising reliability of strapping machine 1 & 3  
Supervisors: Teemu Lomu, Juha Männistö  
Term and year when the thesis was submitted: Fall 2019  
Pages: 41 + 2 appendices

---

This thesis was made for the Hot rolling mill in Outokumpu Stainless Oy Tornio. Goal of this thesis is to improve reliability of strapping machine 1 & 3, which are identical by making or changing preventive maintenance plans. Other goal is to look reasons why strapping machine 1 has more faults than strapping machine 3.

First part of thesis is theoretic and it contains overall information from Outokumpu Stainless Oy Tornio factory and hot rolling mill. It also contains functions and technical information of strapping machines. Last part of theory is theory of maintenance.

Exploitability part of preventive maintenance plans are based on fault history and interviews of operators, mechanics and foreman of the hot rolling mill. Changes to the preventive maintenance works to the daily and annual stoppages was made to the parts which were most fault prone.

---

Keywords: preventive maintenance, strapping machine, maintenance

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 KUUMAVALSSAUS	9
3 KEHÄSITOMAKONEET	10
3.1 Toimintakuvaus	11
3.2 Kokoonpano	11
3.2.1 Pantakelat	12
3.2.2 Pantavaraajat	12
3.2.3 Kelkka	12
3.2.4 Suojaovet	13
3.2.5 Sitomapäät	13
3.2.6 Vannekehä	15
3.2.7 Jäähdytys	15
3.2.8 Panta	15
3.3 Henkilöstöresurssit	15
4 KUNNOSSAPITO	17
4.1 Määritelmä	17
4.2 Menetelmät	19
4.3 Kustannukset	19
4.4 Kunnossapitolajit	20
4.4.1 Huolto	20
4.4.2 Ehkäisevä kunnossapito	21
4.4.3 Parantava kunnossapito	21
4.4.4 Korjaava kunnossapito	22
4.5 Vika ja vikaantuminen	22
4.5.1 Vika	22
4.5.2 Vikaantuminen	23
4.6 Vikaantumisen ehkäisyn menetelmät	24

4.7 Vikaantumattomaan toimintaan pyrkiminen	24
5 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA	26
5.1 Työhön liittyvä tiedonhaku	26
5.1.1 QMato	26
5.1.2 KUTI-järjestelmän tarkastelu	28
5.1.3 Haastattelut	30
5.2 Kehityskohteet	31
5.2.1 Vikaantumisilmiöt	31
5.2.2 Luodut ennakkohuoltotyöt	34
5.3 Toimenpiteet	39
6 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	42
LIITTEET	
Liite 1 Sitomakoneiden 1 ja 3 häiriöiden keston vertailu vuosina 2015 - 2017	
Liite 2 Sitomakoneiden tekniset tiedot	

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

APK1	askelpalkkikuljetin 1
APK2	askelpalkkikuljetin 2
APK3	askelpalkkikuljetin 3
SK1	sitomakone 1
SK3	sitomakone 3
Qmato	Tornion terässulaton ja kuumavalssaamon yhteinen tuotannonohjausjärjestelmä
KUTI	kunnossapitotietokanta

# 1 JOHDANTO

Outokumpu on yksi maailman johtavia terästeollisuuden yrityksiä, joka on erikoistunut ruostumattoman teräksen ja erikoismetalliseostuotteiden valmistukseen, jota se tuottaa noin 2,4 miljoonaa tonnia vuosittain. Yhtiöllä on 30 eri maassa yhteensä noin 10 000 työntekijää, joista 2 400 työskentelee Suomessa. Outokummulla on tehtaita Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Iso-Britanniassa, Yhdysvalloissa ja Meksikossa. Outokumpu Tornion tehtaat on integroitu ruostumattoman teräksen tuotantolaitos. Samalla tehdasalueella sijaitsevat ferrokromitehdas ja kaikki terästuotannon osastot: terässulatto, kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo. Lisäksi tehdasalueella on satama, jonka kautta viedään Tornion tehtaiden tuotteita markkinoille ja tuodaan raaka-aineita tehtaille. Tornion tehtaisiin kuuluu myös Keminmaassa sijaitseva Kemin kaivos, joka tuottaa ruostumattoman teräksen tärkeimmän raaka-aineen eli kromin saannin. (1.)

Tornion tehtaan kuumavalssaamo on perustettu tehtaalle vuonna 1987. Nykypäivänä kuumavalssaamo toimii yhdellä tuotantolinjalla, jonka vuosittainen tuotanto on yli 1,3 miljoonaa tonnia vuodessa. (2.) Sen tehtävänä on valssata terässulattolta tulevat aihiot kuumanauvoiksi, jotka jatkokäsitellään joko Tornion tehtaan omassa kylmävalssaamossa tai lähetetään muuhun kylmävalssaamoon laivalla.

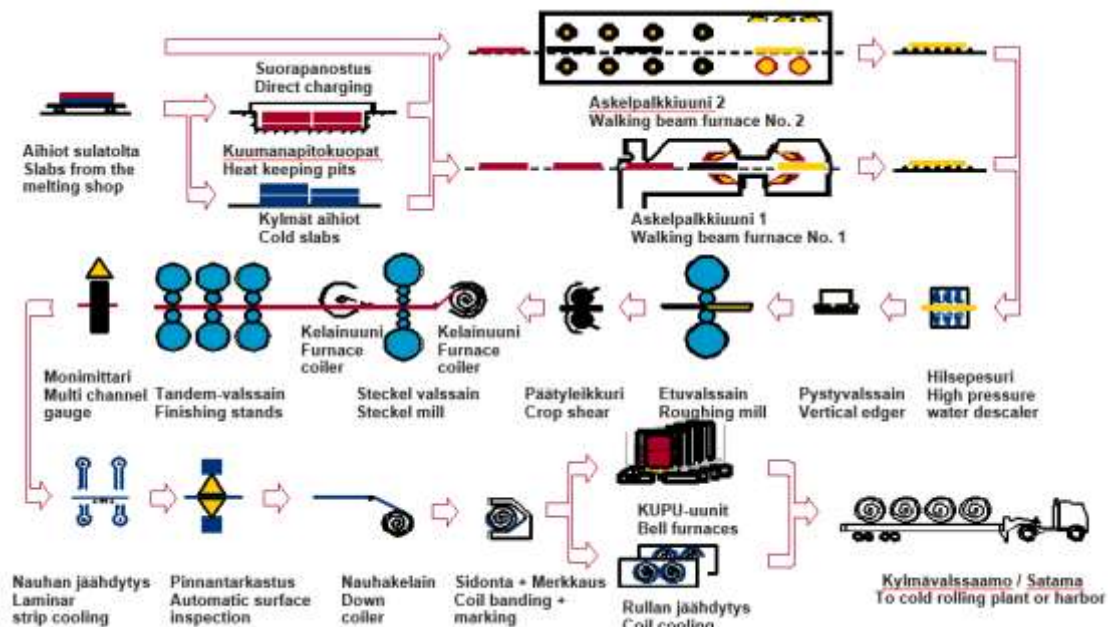
Tämän opinnäytetyön tavoitteen pääkohtina on päivittää kehäsitomakoneiden 1 ja 3 ennakkohuoltosuunnitelma kunnossapitojärjestelmään. Päivitys kohdistuu nykyisten ennakkohuoltotöiden tarkasteluun ja tarvittaessa uusien luontiin. Lisäksi työssä tehdä ehdotus tarvittavista uusista varaosista. Toisena pääkohtana on kartoittaa syitä suureen käyntihäviöön sitomakoneella 1 verrattuna sitomakoneeseen 3, vaikka ne ovat identtisiä laitteistoja.

Opinnäytetyö sisältää teoriaosuuden, jossa käsitellään tarkemmin kuumavalssaamon prosessi ja kehäsitomakoneiden toiminta laitteineen. Toiminnallisen osuuden tiedonhankinnan perustana toimii Qmato- ja KUTI-järjestelmä, joiden tietoja käydään läpi sitomakoneista vuodesta 2015 vuoteen 2017 asti. Tiedonhankintana on myös käytetty työntekijöiden ja toimihenkilöiden haastatteluja sekä dokumentteja.



## 2 KUUMAVALSSAUS

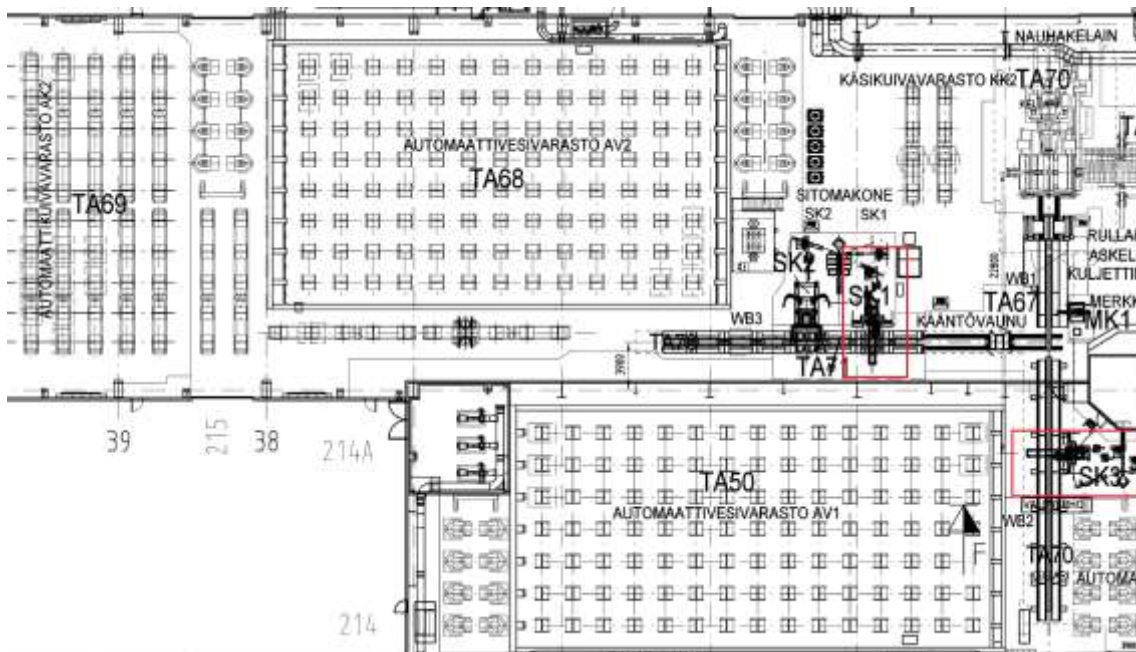
Tuotantoalueita kuumavalssaamolla ovat aihiovarasto, askelpalkkiuunit 1 ja 2, hilsepesuri, etuvalssain, steckel-valssain, valssituolit F5 - F7, nauhakelain, rullankäsittely, valssihiomo, vedenkäsittelyt 1 ja 2 ja KUPU-uunit. Kuumanauhan valmistusprosessi kuumavalssaamolla (kuva 1) alkaa, kun terässulatolta saatu aihio varastoidaan kuuma- tai kylmäaihiovarastoon tai suorapanostetaan askelpalkkiuuniin. Aihio kuumennetaan askelpalkkiuunissa tavoitelämpötilaan, minkä jälkeen se ulosotetaan uunista valssauslinjalle. Ensin aihio hilsepestään ja sitten etuvalssaimella valssataan aihion karkeaan nauhamuotoon, minkä jälkeen Steckel-valssain ja valssituolit F5 - F7 valssaavat nauhan tavoitepaksuuteen. Tämän jälkeen kuumanauha jäähdytetään laminaarijäähdytyksellä ja kelataan nauhakelaimella rullaksi. Rullankäsittelyssä rulla punnitaan, merkataan ja sidotaan. Rulla varastoidaan ja annetaan jäähtyä kuivapaikalla tai rullanjäähdytysaltaassa. Jäähdytyksen jälkeen rulla toimitetaan eteenpäin kylmävalssaamolle tai satamaan.



KUVA 1. Kuumavalssaamon tuotantokaavio (2)

### 3 KEHÄSITOMAKONEET

Sitomakoneet sijaitsevat rullankäsittelyalueella, joka on jaoteltu rullavarastoon 1 ja 2. SK1 sijaitsee rullavarastossa 2 ja SK3 rullavarastossa 1 (kuva 2). Rullankäsittelyalueella rullia liikutellaan askelpalkkikuljettimilla APK1, APK2 ja APK3. Kaikki rullat siirretään APK1:llä nauhakelaimelta punnitukseen ja merkkaukseen, minkä jälkeen rullat siirretään rullavaunuun, joka jaottelee rullat APK2:lle rullavarastoon 1 tai APK3:lle rullavarastoon 2. Kun rullat on punnittu, merkattu ja sidottu, rullat siirretään automaattisiltanosturilla jäähdytysaltaaseen tai kuivavarastoon.



KUVA 2. Rullankäsittelyalue (3)

Sitomakoneiden valmistaja on saksalainen Cyclop, joka on erikoistunut sitomakoneiden valmistukseen. Sitomakone 1 on kuumavalssaamolle ostettu vuonna 2003 ja sitomakone 3 vuonna 2005. Sitomakoneet ovat tyypiltään kehäsitomakoneita ja niiden tehtävänä on sitoa kuumanauharulla teräsvanteella ulkokehältä, jotta rulla ei purkaudu kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Niillä voidaan sitoa halkaisijaltaan 1 000 - 2 200 mm rullia, ja sidottavien rullien lämpötila vaihtelee 550 - 700 °C välillä (4). Kumpikin sitomakone sisältää kaksi sitomapäätä, jolloin yhdelle rullalle voidaan tehdä kaksi sidosta samanaikaisesti. Paksuille loppupakkuuksille sidotaan tuplasidos, eli neljä pantaa ja ohuemmille paksuuksille kaksi

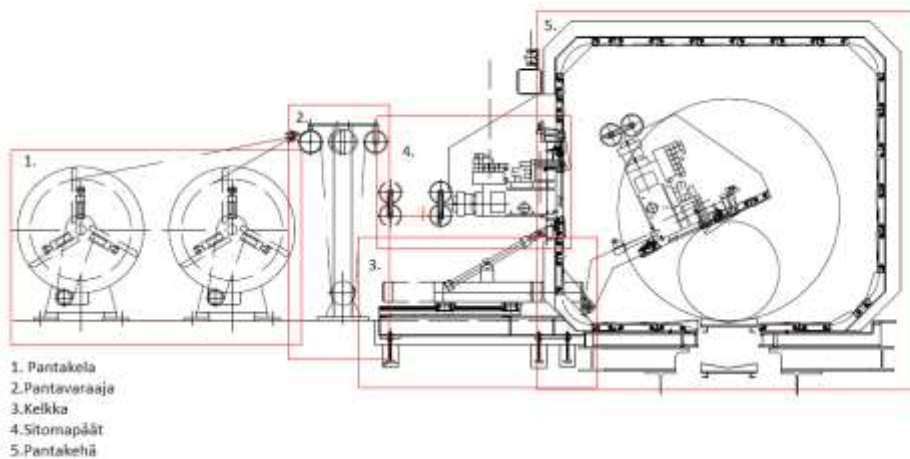
pantaa, eli yksi sidos. Sitomakone kokoonpanona koostuu pantakeloista, pantavaraajista, kelkasta, suojaovista, sitomapäistä ja vannekehästä.

### **3.1 Toimintakuvaus**

Toimintasekvenssi alkaa, kun rullankäsittelyalueen askelpalkkikuljetin siirtää rullan sitomakoneelle. Pantakelat siirtävät tarvittavan pantamäärän pantavaraajiin. Sitomapäät siirtyvät kelkalla etuasentoon ja pannat syötetään vannekehän ympäri. Tämän jälkeen suojaovet avautuvat ja sitomapäät kääntyvät rullaa vasten samalla vetäen ylimääräisen pannan pois, jolloin panta irtoaa vannekehältä rullaa vasten. Kun sitomapäät ovat rullassa kiinni, on aikareleellä määriteltyä aika, minkä kone odottaa ennen seuraavaa työvaihdetta. Tämän odotuksen tarkoitus on antaa pannan kuumentua lähemmäs rullan lämpötilaa. Odotuksen jälkeen ympärillä oleva panta kiristetään vetojännitykseen, lukitaan ja katkaistaan. Sekvenssi loppuu, kun sitomapäät kääntyvät ylös, kelkka siirtää ne taka-asentoon ja suojaovet sulkeutuvat. (5.)

### **3.2 Kokoonpano**

Sitomakone koostuu kuudesta eri osakokoonpanosta, joita ovat pantakela, pantavaraaja, kelkka, sitomapäät, vannekehä ja jäähdytys (kuva 3). Osana täydellistä kokoonpanoa on myös askelpalkki 3, koska siinä olevat pantakourut ovat osana vannekehää. Tässä osiossa käydään läpi osakokoonpanon osat, niiden toiminta ja tehtävät.



KUVA 3. Kokoonpano (3)

### 3.2.1 Pantakelat

Pantakela sijaitsee sitomakoneen takaosassa. Se kelaaa pantarullasta sidokseen tarvittava määrä pantaa pantavaraajaan. Pantakela koostuu voimansiirtoyksiköstä, pantarullan lukitus yksiköstä ja kelasta. Voimansiirtoyksikkö koostuu sähkömoottorista ja voimansiirtoketjusta kelaan.

### 3.2.2 Pantavaraajat

Pantavaraaja koostuu kahdesta ylärollasta ja yhdestä ylös-alas liikkuvasta alarullasta. Alarullan asentoja ovat ylä-, väli- ja ala-asento. Asentotiedon sitomakoneen logiikka saa induktiivisista tunnistimista, jotka ovat sijoitettu rullan määrätyille asentojen paikoille. Pantavaraajan tehtävänä on varata pantakelasta sidokseen vaadittava määrä vannetta, eli se toimii välivarastona. Pantavaraajan alarullaa liikuttaa pantakela ja sitomapään rullansyöttömoottori.

### 3.2.3 Kelkka

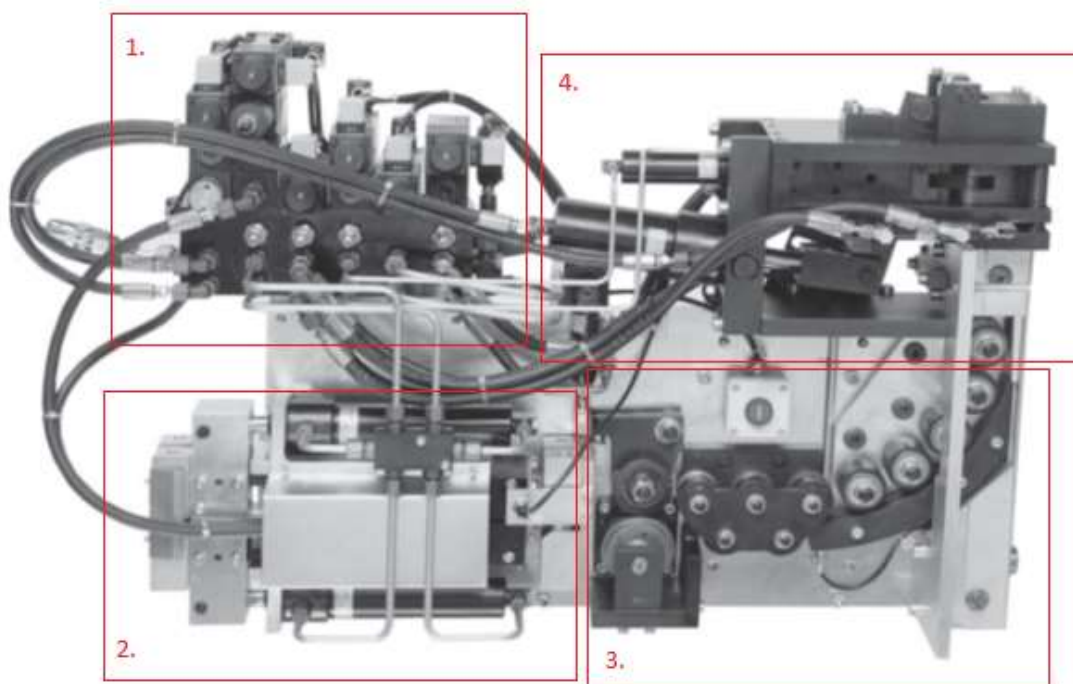
Kelkka koostuu kelkan rungosta ja sitomapäiden rungoista, jotka on kiinnitetty kelkkaan nivelillä, jotka mahdollistavat sitomapäiden kalistuksen rullaa vasten. Kelkka koostuu teräsputkipalkeista ja sen tehtävänä on siirtää sitomapäät etu- ja taka-asentoon. Se liikkuu siirron aikana johderungon päällä lineaarijohteen avulla. Sitomapäiden kallistus ja kelkan liike toimivat hydraulisylintereillä.

### 3.2.4 Suojaovet

Suojaovet suojaavat sitomapäitä ylimääräiseltä rullien kuumuudelta. Suojaovia on kaksi ja ne aukeavat sivuille hydraulisylintereillä. Auki- ja kiinni- asento tunnistetaan induktiivisilla raja-antureilla.

### 3.2.5 Sitomapäät

Sitomakoneen sitomapää kokoonpano koostuu kuvan 4 mukaisesta osakokoonpanosta. Sitomapään tehtävänä on syöttää panta vannekehän ympäri, lukita, kiristää, sitoa panta ja katkaista. Suurin osa sitomapään mekaanisista osista on tämän myötä sitomapäässä. Sitomapään ja sen rungon välissä on iskunvaimennin, joka vaimentaa kiristyksen aikana tulevia iskuja. Sitomapään tekniset tiedot on esitelty liitteessä 2.



1. Venttiiliyksikkö
2. Kiristysyksikkö
3. Syöttöyksikkö
4. Lukitusyksikkö

*KUVA 4. Sitomapään kokoonpano*

Sitomapää koostuu viidestä osakokoonpanosta

- venttiiliyksikkö

- sähköyksikkö
- lukitusyksikkö
- syöttöyksikkö
- kiristysyksikkö.

### **Venttiiliyksikkö**

Venttiiliyksikössä on kaikki hydraulikkaventtiilit, joita tarvitaan sitomapään liikkeiden operointiin. Venttiileitä on yksikössä kuusi, jotka on asetettu vierekkäin yksikköön.

### **Lukitusyksikkö**

Lukituspää koostuu komponenteista, joiden tehtävänä on pitää, lukita ja katkaista sidos. Näitä komponentteja ovat

- katkaisuterä sylinterineen
- pannan pidin sylinterineen
- varmuuslukitusterä
- lukitusleuat sylinterineen
- matriisi ja veitsi sylinterineen.

### **Pannansyöttöyksikkö**

Syöttöyksikön tehtävänä on syöttää, suoristaa ja vetää panta. Yksikössä on hydraulikkamoottori, joka pyörittää vetorullaa. Moottorin pyörimissuunta eli veto- ja syöttö toiminto määräytyy 4/3-solenoidisuuntaventtiilillä. Pannan syöttö- ja vetonopeutta säädetään virtavastusventtiilillä. Vetorullaa vasten on ylärulla, jota painetaan vetorullaan hydraulisynterillä ja panta menee näiden rullien välistä. Pannansuoristusrullasto koostuu viidestä rullasta, ja niiden tehtävä on suoristaa panta syötön ja vedon aikana syntyneet muodonmuutokset suorudessa.

## **Kiristysyksikkö**

Kiristysyksikkö sijaitsee syöttöyksikön takana. Se koostuu pannanpitimestä, kahdesta hydraulisyylinteristä, asennon tunnistimesta ja ohjausrullista. Sen tehtävänä on luoda vetojännitys pantaan, jolloin sidonnan lukituksesta tulee pitävä.

### **3.2.6 Vannekehä**

Vannekehä on kehä, jonka uraa pitkin panta johdetaan sitomapäältä rullan ympäri takaisin sitomapäälle. Se koostuu useasta kehän rungossa olevista läpistä, joita pitkin panta ohjataan. Vanteen kierrettyä kehän ympäri vanne irtaantuu läpistä, kun syöttörullalla vedetään pantaa. Kiristyvää panta saa läpissä olevat jouset liikkumaan ulospäin vanteen leveydeksi, jolloin vanne irtaantuu kehältä rullan pintaan.

### **3.2.7 Jäähdytys**

Sitomakoneessa on kaksi eri jäähdytysjärjestelmää, vannekehän- ja sitomapäiden jäähdytys. Vannekehää jäähdytetään vannekehän runkopalkin sisällä virtaavan veden avulla. Veden syöttö tuodaan kehän yläpuolelta ja poisto alapuolelta. Sitomapäiden jäähdytys on toteutettu raitisilmapuhalluksella. Ilma johdetaan sitomakoneen vierestä suodattimen läpi suulakkeen kautta sitomapäille.

### **3.2.8 Panta**

Tällä hetkellä sitomakoneilla käytetään Signoden sinistettyä ja vahattua teräsvanetta, joka on todettu toimivaksi pantalaaduksi. Pannan mitta on 32 x 0,8 mm ja murtolujuus 26 000 N. (6.)

## **3.3 Henkilöstöresurssit**

Sitomakoneiden alueella työskentelee vuorossa kaksi nauhakelaajaa, joiden työnkuvaan kuuluu pantarullan vaihto ja pantatukosten poisto. Muita henkilöitä vuorosta ovat sähkö- ja konepäivystäjä, joiden työnkuvaan kuuluu äkilliset korjaustyöt. Päivävuoron henkilöstöresurssit ovat kunnossapitoasentajat, jotka hoitavat päivävuoron aikana tapahtuvat häiriöt ja ennakkohuoltotyöt. Henkilöstöre-

surssipulan aikana voidaan käyttää myös Outokummun tehtaiden resurssienhallintaosaston kunnossapitoasentajia. Pidemmissä huoltoseisakeissa on mahdollisuus käyttää laitevalmistajan asiantuntijaa huoltoresurssina.



## 4 KUNNOSSAPITO

### 4.1 Määritelmä

Kunnossapito on määritelty usealla tavalla eri standardeissa. Tähän työhön valittu kunnossapidon määritelmä PSK 6201:2011 -standardissa sopii parhaiten työn aihealueen piiriin. Kunnossapito on standardissa määritelty seuraavasti (7):

*”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. Seuraavat käsitteet liittyvät läheisesti kunnossapitoon:*

#### *Käyttö*

*Tuotannon toteuttamiseen välittömät toimenpiteet, kuten prosessinohjaus ja koneiden käyttö. Käyttöön voi kuulua myös tuotteet, prosessin, tms. vaatimat kytkentöjen muutokset, vaihtoyksiköiden, komponenttien ja työkalujen vaihdot.*

#### *Käynnissäpito*

*Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttökuntoon liittyviä tehtäviä kuten, puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjaukset sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seuranta.*

#### *Logistiikka*

*Työvoiman, varaosien ja materiaalien, kunnossapitolaitteistojen, tilojen, varastoinnin, telineiden ja alihankintojen yksilöintiä, valitsemista, hankintaa ja toimitusta.*

## *Parannus*

*Toimenpide, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen turvallisuutta, luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä muuttamalla kohteen toimintaa.*

## *Muutos*

*Toimenpide, jolla muutetaan kohteen toimintaa ja käyttöominaisuuksia.*

*Huomautus1: Muutokseksi ei lueta kohteen vaihtoa toiseen, identtiseen kohteeseen.*

*Huomautus2: Muutos ei ole kunnossapitoa, vaan se on kohteen toiminnan muuttamista halutuksi uudeksi toiminnaksi. Muutos on usein investointiluonteinen. Muutoksilla voi olla vaikutus kohteen luotettavuuteen tai tehokkuuteen tai molempiin.*

## *Tehdaspalvelu*

*Tehdaspalvelu on tuotantolaitoksen sekä sen laitteiston ja ympäristön kehittämiseen, kunnossapitoon ja materiaalihallintoon liittyvää toimintaa. Siihen luetaan yleisesti kuuluvaksi myös kiinteistöhuolto, kuten vartiointi, palo-suojelu, puhtaanapito, LVIS-huolto, jätehuolto, lumityöt sekä ulkoalueiden ja istutusten hoito.”*

Kunnossapito on toiminnaltaan laaja kokonaisuus, joka ei kosketa vain kunnossapitohenkilöstöä. Käsite ”kunnossapito” mielletään yleensä vain korjaus- ja huoltotöihin, joka yllämainitun määritelmän mukaisesti on laajempi, johon kuuluu myös muun muassa valvontaa, ylläpitoa ja oikeanlaista koneen käyttöä. Maailmassa teollisuus ja sen kehitys on kasvanut toisen maailmansodan jälkeen hyvin nopeasti ja sen myötä kunnossapidon luonne on muuttunut sukupolvittain (8, s. 17). Järviö – Lehtiön mukaan elämme tällä hetkellä neljättä kunnossapidon sukupolvea, joka alkoi 1990-luvulla mikroelektronikan ja IT-teknologioiden läpimurron seurauksena (8, s. 22). Tälle sukupolvelle ominaisia piirteitä ovat seuraavat:

- Valmistusprosessien integraatiot ja automaation lisääntyminen nostavat tuotantokoneiden hinnan nousun.

- Kunnossapidon osaamisvaatimukset nousevat.
- Kunnossapidon piiriin kuuluvat myös ohjelmistot, kuten automaatio, verkot ja niin edelleen.
- Koneiden ja tuotteiden käyttöikä on lyhentynyt.

## 4.2 Menetelmät

Ensimmäisen sukupolven kunnossapitomenetelmissä tunnusomainen kunnossapito oli nopeasti reagoivaan ja korjaamiseen perustuva toiminta. Nykyajan menetelmässä on seuraavia piirteitä ja painotuksia (8, s. 24 - 25):

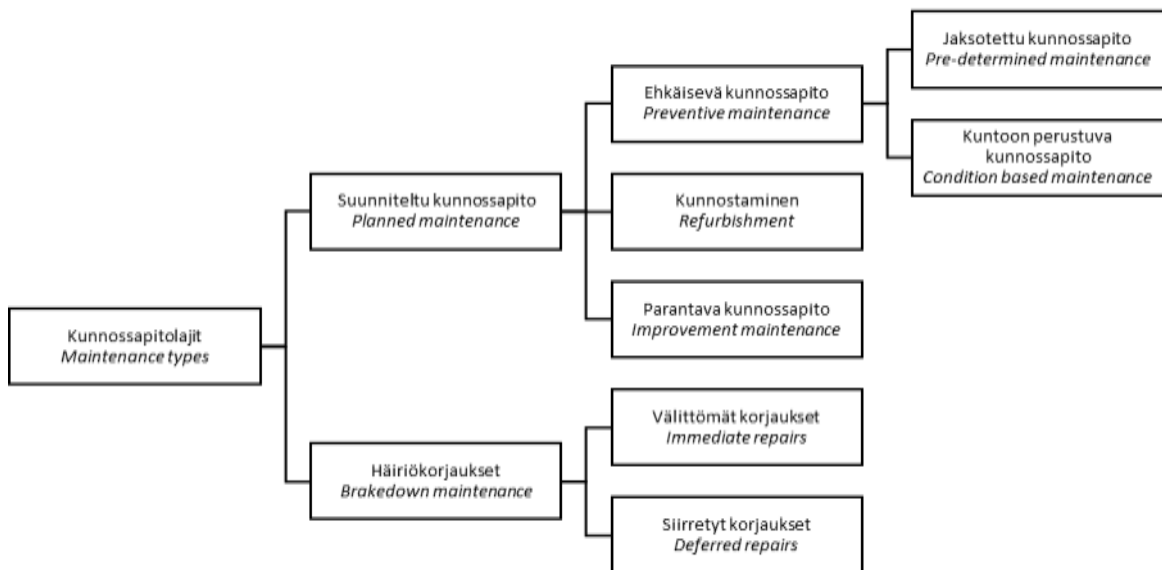
- Kunnossapito sisältää mekaanisten laitteiden lisäksi, myös sitä tukevat ja ohjaavat ohjelmistot.
- Herkillä sensoreilla kyetään mittaamaan kohteita, joita ei ennen voinut.
- Laitteiden monitorointi joka mahdollistaa seurannan etänä. Laitteista voidaan tallentaa eriasteisia tietoja muun muassa käynnistä, käyntiolosuhteista ja käytön laadusta. Tiedot kyetään tallentamaan (datawarehousing) ja analysoimaan (datamining).
- Etävalvonta helpottaa resurssien käyttöä ja mahdollistaa asiantuntijoiden käyttöä tehokkaammin.
- Käyntivalvonta seuraa kohteen toimintaa ja ilmoittaa poikkeavasta toiminnasta.
- Kunnossapidon ohjauksessa ja johtamisessa on otettu huomioon turvallisuus, laatu ja ympäristöystävällisyys.

## 4.3 Kustannukset

Kunnossapito yksin on yksi suurimmista yritysten kustannuksista yhdessä pääoma- ja raaka-ainekustannusten kanssa. Tämän vuoksi hyvin johdetussa yrityksessä on hyvin tärkeää painostaa kunnossapidon hallintaan ja kontrolloida sen kustannuksia. Toiminnan tehostaminen ja uudet kunnossapitotekniikat laskevat kustannuksia, kun taas kustannuksia kasvattavia tekijöitä ovat mm. tuotantomäärien kasvu sekä valmistusprosessien monimutkaisuus. Kunnossapitokustannusten osuus valmiista tuotteesta vaikuttaa yrityksen kilpailukykyyn. (8, s. 25)

## 4.4 Kunnossapitolajit

Tuotanto-omaisuuden tekemisten jaottelu eri lajeiksi on tehokkaan johtamisen perusedellytys. Näillä jaoilla seurataan esimerkiksi kunnossapidon tehokkuutta vertailemalla erilaisten työlajien kustannuksia ja tehtyjen työtuntien määriä (7). Kuvassa 5 on esitelty PSK 6201:2011 -standardin mukainen kunnossapitolajien jaottelu. Kuvasta huomataan lajien jaottuvan suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin.



KUVA 5. Kunnossapitolajit (7)

### 4.4.1 Huolto

Huollon keinoin pidetään koneiden toimintaympäristö ja edellytykset mahdollisimman hyvänä. Huolto on pääsääntöisesti jaksotettua ja sen perusteena voi olla käyttöaika, tuotantomäärä sekä käyttörasittavuus. Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä sekä estetään vaurion syntyminen. (8, s. 49) PSK 6201:2011 -standardissa on asia kerrottu seuraavasti:

*”jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistuksen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet” (7).*

#### **4.4.2 Ehkäisevä kunnossapito**

PSK 6201:2011 -standardissa ehkäisevä kunnossapito on määritelty seuraavasti:

*”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen” (7).*

Ehkäisevän kunnossapidon avulla seurataan ja hallitaan laitteen suorituskykyä ja sen parametreja. Tarkoituksena on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä tai se tehdään vaadittaessa. Tuloksilla voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevän kunnossapidon aihealueita ovat seuraavat:

- tarkastaminen
- kuntoon perustuva kunnossapito
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- testaaminen ja toimintakunnon toteaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi. (8, s. 49 – 50.)

#### **4.4.3 Parantava kunnossapito**

PSK 6201:2011 -standardissa parantava kunnossapito on määritelty seuraavasti:

*”Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamalla kohteen toimintoa.” (7)*

Parantava kunnossapito on jaettu kolmeen eri ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohdetta käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset, mutta muutoksilla ei muuteta kohteen suorituskykyä. Toisen pääryhmän muodostavat sellaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla parannetaan kohteen

epäluotettavuutta, eikä suorituskykyä. Kolmanteen pääryhmään kuuluvat sellaiset muutostyöt joilla pyritään vaikuttamaan kohteen suorituskykyyn. (8, s. 51)

#### **4.4.4 Korjaava kunnossapito**

PSK 6201:2011 -standardissa korjaava kunnossapito on määritelty seuraavasti.

*”Korjaavaa kunnossapitoa on häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus” (7)*

Korjaavan kunnossapidon keinoin vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon. Sen suoritusaikojen avulla voidaan laskea osan tai komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito on joko häiriökorjausta tai kunnostusta. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyvät:

- vian määrittäminen
- vian tunnistus
- vian paikallistaminen
- korjaus, väliaikainen korjaus
- toimintakunnon palauttaminen. (8, s. 51)

#### **4.5 Vika ja vikaantuminen**

Vikaantuminen on tapahtuma tai tapahtumaketju, joka lopuksi aiheuttaa kohdeessa vian eli vikatilaa, jolloin kohde ei enää toimi vaaditulla tavalla. Vikaantumisen tutkimus on synnyttänyt oman käsitteistönsä, jonka tunteminen on yksi kunnossapitäjien perusvaatimuksista. (8, s. 66)

##### **4.5.1 Vika**

Vika on tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan sille vaadittua toimintaa. Vaaditulla toiminnolla tarkoitetaan sitä, kun koko kohteen toiminto puuttuu tai se ei ole määrällisesti, laadullisesti tai turvallisesti hyväksyttävällä tasolla. Vika voi olla häiriö tai vaurio. (8, s. 66 - 67)

Häiriössä kohde ei ole rikki, mutta aiheuttaa välittömän korjaustarpeen ja tuotannon menetyksiä. Häiriö korjataan palauttamalla toimintakyky esimerkiksi puhdistamalla, säätämällä tai uudelleen käynnistämällä. Häiriöiden perusteella voidaan myös määrittellä komponenttien vikaantumisväli. (8, s. 66)

Vaurioissa kohde on rikki, mutta sen seuraamukset ovat samat kuin häiriössä. Vaurio korjataan korjaavan kunnossapidon keinoin. Vaurioiden perusteella kyetään määrittämään komponenttien vikavälin lisäksi kohteen elinikä. (8, s. 66) Vika on yleensä vikaantumisen seuraus, mutta joissain olosuhteissa se voi olla olemassa jo aikaisemmin.

#### **4.5.2 Vikaantuminen**

Vikaantuminen on tapahtuma, jonka ilmetessä kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminta päättyy, eli aiheuttaa kohteessa vikatilaa (8, s. 67). Standardissa SFS-EN 13306:2010 on vikaantuminen luokiteltu seuraavasti (9):

*”Vikaantumisyy: olosuhteet määrittelyjen, suunnittelun, valmistuksen, asennuksen ja käytön tai kunnossapidon yhteydessä, jotka ovat johtaneet vikaantumiseen (kuten huono materiaalivalinta, alimitoitus).*

*Kulutuksesta johtuva vikaantuminen: vikaantuminen, jonka todennäköisyys kasvaa käyttöajan, käyttömäärän ja rasittavuuden vaikutuksesta*

*Huononeminen: vikaantuminen, jonka todennäköisyys kasvaa (kalenteri)ajan myötä.*

*Yhteisestä syystä vikaantuminen: usean kohteen vikaantuminen johtuen samasta syystä, mutta ilman keskinäistä syy - seurausvaikutusta.*

*Välitön vikaantuminen: kohteen vikaantumiseen ei ole vaikuttanut välittömästi tai välillisesti toisen kohteen vikaantuminen tai vika.*

*Välillinen vikaantuminen: kohteen vikaantuminen, minkä on aiheuttanut välittömästi tai välillisesti toisen kohteen vikaantuminen tai vika*

*Äkkivikaantuminen: vikaantumisen, jota ei osattu ennakoida etukäteen tapahtuvalla tarkastamisella tai valvonnalla.*

*Piilevä vikaantumisen: vikaantumisen, jota ei ole havaittu normaalin käytön yhteydessä (Piilevä vika tarkoittaa olemassa olevaa vikaa, jota ei ole havaittavissa).”*

#### **4.6 Vikaantumisen ehkäisyn menetelmät**

Vikaantumisen ehkäisyn kulmakivi on organisaation toimivuus ja piilevien vikojen paljastaminen. Organisaation ongelmat voivat heijastua vikojen syntyyn esimerkiksi huonolla työkuultuurilla työkohteessa, jossa työntekijät jaottelevat joidenkin oleellisten työsuoritusten olevan kuulumaton itselleen. Esimerkkitapauksena käyttöhenkilöstö näkee itselleen kuuluvana työnä vain tuotannon seuraamisen ja siihen kulumattomana on puhdistus ja yksinkertaiset kunnossapitotyösuoritukset. (8, s. 82 - 83.)

Suurin syy rikkoutumisen aiheutumiseen ovat piilevät vikaantumiset. Ne voidaan jaotella fyysiseen ja psykologiseen piilevyyteen. Fyysinen piilevyys aiheutuu, kun tarkastus ja kulumisen analysointi ovat puutteellista, layout tai kokoonpano on huono. Psykologinen piilevyys on sitä, kun viat jätetään tietoisesti huomioimatta tai ongelmat aliarvioidaan. (8, s. 82 - 83)

Viisi oleellista toimenpidettä vikaantumisen ehkäisyyn ovat (8, s. 82 - 83)

- laitteen toimintakunnon ylläpitäminen kuten puhdistus, voitelu, suuntaukset, liitosten kiristäminen
- oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen
- toimintojen palauttaminen uutta vastaavaan kuntoon
- suunnitteluheikkouksien korjaaminen
- käyttö ja kunnossapitotaitojen kehittäminen.

#### **4.7 Vikaantumattomaan toimintaan pyrkiminen**

Lähtökohtana vikaantumisen välttämiseksi on se, että kaikki viat ovat seuraista muutoksista, joita tapahtuu koneen ikääntyessä ja sitä käytettäessä. Näiden



muutosten havaitseminen jää usein tekemättä. Syinä ovat esimerkiksi vajaatehoinen tarkastus ja kulumisen seuranta, koneen rakenne ei ole huoltoystävällinen, likaisuus ja epäsiisti työympäristö. Toinen syyryhmä on henkinen sopeutuminen, jossa vikoihin totutaan ja ne hyväksytään osana normaalia toimintaa, vikojen vaikutus aliarvioidaan tai niitä ei pidetä tärkeinä muista työkiireistä johtuen. (8, s. 88)

Pyrittäessä vikaantumattomaan käyntiin noudatetaan seuraavia lähestymisstrategioita (8, s. 88):

- pidetään kone kunnossa eli puhtaana, oikein voideltuna sekä linjattuna, eli kaikki osat ovat kiinni; toisin sanoen ruuvit, mutterit, hitsaukset jne. ovat asianmukaisessa kunnossa
- pidetään koneen toimintaedellytykset kunnossa. Näitä ovat esimerkiksi toimintalämpötilat, energian puhtaus (paineilma ja hydrauliiikkaöljyt), keskusvoiteluöljyjen puhtaus ja ympäristön siisteys
- seurataan koneen nettotehoja. Usein tämä seurantatapa joudutaan kehittämään itse, kuten bruttotehon määrittäminen, mittaus ja laskentatavat, aika, tehokkuus ja laatuvaikutukset, sekä nettoteholle tavoitteet
- kompensoidaan toimintakyvyn heikkenemistä. Usein koneen osia uusitaan vain korjaamisen yhteydessä. Jokainen valmistettu kappale ja käyttötunnit kuitenkin aiheuttavat kulumista, eli koneen muutosta epäedulliseen suuntaan. Kun jokaisella osalla on tietty elinaika, rikkoutumisen todennäköisyys kasvaa, jopa usein epälineaarisesti
- parannetaan koneen rakennetta. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi koneen muuttaminen käyttäjä- ja/tai huoltoystävällisemmäksi sekä suoranaisten suunnitteluvirheiden korjaus
- koulutetaan koneen käyttäjiä ja kunnossapitäjiä. Usein vikaantumisen syy on tahaton väärinkäyttö. On vaikea tehdä asioita oikein, jos oikeaa tapaa ei tunneta.

## **5 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA**

Kunnossapitosuunnitelmassa kerätään häiriötiedot, joiden tuloksista saadaan käyntivarmuutta alentavat viat kohdennettua koneiden osakomponentteihin. Näihin osakomponentteihin luodaan suunnitelma, miten vikoja vähennetään.

### **5.1 Työhön liittyvä tiedonhaku**

Työssä tiedonhakuna häiriöhistorian, ongelmakohtien ja yleisen tiedon keräämiseen käytettiin tuotannonohjausjärjestelmää, kunnossapitotietojärjestelmää sekä haastatteluja. Seuraavissa luvuissa on käsitelty näiden tiedonhaku.

#### **5.1.1 QMato**

QMato tuotannonohjausjärjestelmä on käytössä Tornion tehtaalla terässulatolla ja kuumavalssaamolla. Ohjelmistosta näkee muun muassa reaaliaikaisen tuotannon, suunnitellun tuotannon sekä häiriöt. Häiriöt ohjelmisto ilmoittaa järjestelmään automaattisesti aktiiviseksi, kun ohjelmisto tunnistaa, että tuotanto on pysähtynyt. Häiriöiden kohdennus ja kuvaus tulee kuitenkin täyttää järjestelmään käsin. Häiriön kuvauksen täyttää käyttöhenkilöstö ja heistä yleensä etuvalssaaja, jolle muu käyttöhenkilöstö ilmoittaa omalla alueellaan tapahtuvat häiriötiedot. Tässä opinnäytetyössä on kerätty häiriönhallinnan tietoja sitomakoneista aikaväliltä 1.1.2015 - 10.10.2017. Qmadon häiriönhallinta sisältää kuvan 6 mukaiset tiedot häiriöistä.

KUVA 6. Esimerkki QMato-häiriöhistorian häiriöistä sitomakoneella 1

QMadon häiriöt jaoteltiin luokkiin, joita ovat mekaaninen, prosessi ja sähkö. Tässä työssä keskityttiin mekaanisiin vikoihin, joiden osuus kummallekin sitomakoneelle kokonaishäiriöistä on esitelty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Häiriöiden jakaminen luokittain määrän ja keston mukaan sitomakoneilla 1 ja 3

Sitomakone 1		
Häiriöluokka	kappale määräisesti (%)	häiriöiden keston (%)
<b>mekaaninen</b>	<b>48,5</b>	<b>60</b>
prosessi	48,5	35
sähkö	3	5
Sitomakone 3		
Häiriöluokka	kappale määräisesti (%)	häiriöiden keston (%)
<b>mekaaninen</b>	<b>31</b>	<b>36</b>
prosessi	56	6
sähkö	13	58

Vikojen jaottelu ja kohdennus tarkasti tuottivat vaikeuksia puutteellisen tai vajanaisten tiedon vuoksi, kuten kuvasta 6 voidaan todeta useista tyhjästä sarakkeista. Vajanaisia vikakuvauksia oli muun muassa sidontahäiriö, josta ei voi todeta mikä

komponentti aiheutti häiriön sekä mekaaninen vika sitomapää 2, josta ei myöskään käy ilmi vian aiheuttajaa. Häiriöt, joista puuttui kohde ja kuvauskenttä pyrittiin hakemaan tietoja KUTI-järjestelmästä sekä Outokummun HotCircle intranetsivuilta, minne tallentuu kaikki päiväkirjajärjestelmään kirjoitetut asiat päivämäärittäin. Näidenkin kautta saatujen tietojen jälkeen kuvauksettomia häiriöitä sitomakoneelle 1 jäi 28 % ja sitomakoneelle 3 oli 26 %. Suurin ongelma Qmadon häiriötiedoissa oli kohdetiedon puuttuminen. Se löytyi vain 9 % kaikista häiriöistä sitomakoneella 1 ja 3 % sitomakoneella 3.

Qmadon häiriötiedot taulukoitiin Exceliin, jossa mekaanisten häiriöiden kestoja verrattiin sitomakoneiden välillä ajallisesti diagrammilla (liite 1), josta voitiin todeta sitomakoneella 1 olevan huomattavasti enemmän kestoltaan pidempiä häiriöitä.

### **5.1.2 KUTI-järjestelmän tarkastelu**

KUTI on tuotannon ja kunnossapidon yhteinen toiminnanohjausjärjestelmä, millä hallinnoidaan tehtaan tuotantolinjoille ja laitteille kohdistuvia kunnossapitotöitä. Yhtenä tärkeimmistä tavoitteista on nähdä sen avulla kunnossapitotyötilanne ja hallita sen avulla työkuorma päivä-, viikko- ja kuukausitasolla eteenpäin. (10.)

KUTI muodostuu hierarkkisesta tiedostojaottelusta lähtien tehdastasosta jakaantuen aina laitteisto- ja laitetasolle saakka. Tehdasselaimen alimmille tasoille on tallennettu osaluettelotiedot, joista löytyy kohteen varaosa- ja nimiketiedot. Tehdasselaimen on lisätty myös kunnossapitotöissä tarvittavat asiakirjat ja dokumentit, kuten esimerkiksi huolto-ohjeet. (10.)

KUTI:n ennakkohuolto-toiminnolla ohjataan kunnossapitotöitä, jotka on suunniteltu etukäteen ja ajastettu toistuvaksi tietyn aikasyklin mukaan. Ennakkohuoltotyön toimintaperiaate on, että luodaan ennakkohuoltoa vaativille kohteille pohjaksi malliennakkohuoltotyöt, joissa kerrotaan mitä tehdään ja millä aikavälillä nämä ennakkohuoltotyöt toistuu.

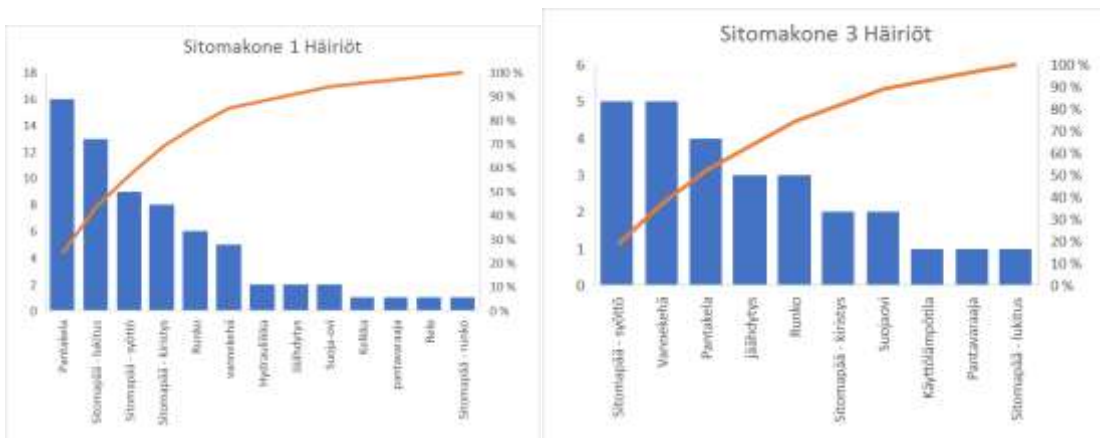
KUTI-järjestelmän ei ennakkohuoltotöihin liittyvien töiden kautta voidaan etsiä häiriötapahtumia laitteistoista. Tämän opinnäytetyön sitomakoneisiin liittyen KUTI-järjestelmän tieto on luotettavampaa kuin QMadon, sillä vian kohdennus ja kuvaus ovat tarkempia. Tämä johtuu siitä, että käyttöhenkilöstö ja vuorotyöjohtaja

ilmoittavat kunnossapitohenkilöstölle tätä kanavaa pitkin tarvittavia korjaustöitä tai käyttöhenkilöstön itse tekemät korjaukset, jolloin kuvaus on tehtävä riittävän tarkasti. KUTI:n häiriöilmoitukset taulukoitiin Exceliin ja sen pohjalta luotiin molemmille sitomakoneille taulukon 4 pivot- ja taulukon 5 mukainen pareto-taulukko, jonka kautta saatiin kuva siitä, mitkä osakomponentit ovat aiheuttaneet eniten häiriöitä.

TAULUKKO 4. Pivot-taulukko sitomakoneiden 1 & 3 häiriöistä

Sitomakone 1 häiriöt		Sitomakone 3 häiriöt	
Row Labels	Count of Kuvaus	Row Labels	Count of Työn nimi
Hydrauliikka	2	jäähdytys	3
Jäähdytys	2	Käyttölämpötila	1
Kelkka	1	Pantakela	4
Pantakela	16	Pantavaraaja	1
pantavaraaja	1	Runko	3
Rele	1	Sitomapää - kiristys	2
Runko	6	Sitomapää - lukitus	1
Sitomapää - kiristys	8	Sitomapää - syöttö	5
Sitomapää - lukitus	13	Suojaovi	2
Sitomapää - runko	1	Vannekehä	5
Sitomapää - syöttö	9	<b>Grand Total</b>	<b>27</b>
Suoja-ovi	2		
Vannekehä	5		
<b>Grand Total</b>	<b>67</b>		

TAULUKKO 5. Pareto-taulukko sitomakoneiden häiriöistä



Sitomakoneilla 1 ja 3 ennakkohuoltotöitä suoritetaan päiväseisakeissa, vuosi- huoltoseisakeissa ja viikkoseisakeissa. Päiväseisakin aikana suoritetaan laitteis- tolle siirrettyjä korjaustöitä ja ennakkohuoltotöitä, jotka on päiväseisakille laadittu.

Vuosihuollossa ja yli vuorokauden kestävässä suunnitelluissa seisakeissa suoritetaan laajempia huoltotöitä, kuten lukituspään komponenttien vaihtoja ja muita pidempään kestäviä huoltotöitä.

### 5.1.3 Haastattelut

Haastatteluihin osallistui asiantuntija-, käyttö- ja kunnossapitohenkilöstö, jotka työskentelevät sitomakoneiden kanssa. Haastatteluissa kysyttiin yleisimpiä vikoja, niiden aiheuttajia, kehitysideoita ja laitteen toimintaa. Haastattelut suoritettiin syksyllä 2017 vuosihuoltoseisakin ohessa sekä kesällä 2018.

Haastatteluiden perusteella voidaan ennakoida ympäristön lämpötilan olevan merkittävä tekijä häiriöiden syntyyn. Etenkin sitomakone 1 altistuu kuumuudelle, koska sillä sidotaan tuplasidontoja. Tuplasidontoja tehdään 7 mm ja sitä paksummille kuumanauhoille, joiden osuus kokonaistuotannosta on 7,12 % (11). Jos tuplasidontoja tehdään useampia peräkkäin, syntyy niin sanottuja lämpöhalvauksia eli sidontahäiriöitä. Kuumuutta sitomakoneelle 1 altistaa myös martensiittisten laatujuen sidonnat, sillä ne kelataan rullaksi ilman jäähdytystä. Ympäristö missä lämpötila vaihtelee ei ole myöskään hyvä, sillä esimerkiksi koneen rullat säädetään tiettyyn säätöön ja lämpötilamuutoksien myötä säädöt muuttuu ja aiheuttaa häiriöitä. Toinen pinnalle tullut tekijä oli suuri pölyn muodostuminen valssauksesta valssaushallin puolella, missä sitomakone 1 sijaitsee. (12.)

Kunnossapitoasentajan haastattelusta kävi ilmi, että sitomakoneen sitomapään iskunvaimentajan vastapuolen liikkeenrajoitinkappale aiheuttaa häiriöitä. Liikkeenrajoitin ei ole kiinnitettynä missään, jolloin se voi asettua virheasentoon. Virheasento aiheuttaa sen, ettei sitomapää ole tällöin enää kohtisuorassa vannekehään, jolloin panta ei mene vannekehän uralle. Toinen yleinen ongelma on vetorullan ja hydraulimoottorin välisen akselin neulalaakeri, joka vikaantuu vuositasolla useasti. Muita ongelmia on pantakelan moottorin kiinnikkeiden murtuminen liian nopeasta käynnistymisestä, johon haastatellulla henkilöllä kehitysideana oli vahvikelaippojen teko, joka tukee kiinnikkeitä paremmin. (13.)

Asiantuntijahaastattelussa haastateltiin Cyclop-laitteiden asiantuntijaa, jota Outo-kumpu käyttää urakoitsijana sitomakoneiden vuosihuolloissa. Hänen kautta

saatiin vuosikohtaiset sidontamäärät molemmista sitomakoneista vuosilta 2015 - 2017. Vuosikohtaisten sidontamäärien perusteella voidaan todeta sidontamäärien olevan molemmilla laitteilla lähellä toisiaan. Sitomakone 1:llä on 4 % enemmän vuosittain sidontoja. (14.)

Rullankäsittelyalueen aluetyönjohtajan tiedon mukaan sitomakoneella 1 on suunnitteilla jäähdytysputkiston muutos. Tällä hetkellä sitomakoneen 1 vannekehän jäähdytysputkiston yläpuolelle jää ilmaa, joka ilmalukon seurauksena heikentää jäähdytystehoa ja aiheuttaa ruostumista putkiston sisäpuolelle. Suunnitteilla on tehdä ilmausreikä putkiston yläosaan, jotta ilmalukkoa ei synny. (15.)

## **5.2 Kehityskohteet**

Tässä luvussa käydään läpi ennakkohuoltoon liittyvän tiedonhaun tulokset ja yleisimmät vikaantumisilmiöt. Tulosten perusteella kehitetään uudet tai päivitetään vanhat ennakkohuollon mallityöt. Häiriötietokannan tiedon haun jälkeen auditoin tuloksia käyntivarmuuspäällikön ja rullankäsittelyalueen aluetyönjohtajan kanssa. Tulimme siihen tulokseen, että KUTI-järjestelmän häiriöilmoitukset ovat luotettavampi tiedonlähde, kuin QMato. QMato-häiriötietokantaa ei kuitenkaan jätetty merkityksettömäksi, vaan se on tukevana osana häiriötietokannan tulosten analysoinnissa. Tässä luvussa kaikki häiriömäärät ovat KUTI-järjestelmästä otettuja tietoja.

### **5.2.1 Vikaantumisilmiöt**

#### **5.2.1.1 Kelkka**

Sitomakoneella 1 on kelkkaan liittyviä häiriöitä kirjattu yhteensä kuusi, joista neljä on asennon tunnistimiin liittyviä häiriöitä. Kaksi muuta on sitomapään kääntö- ja kelkan sylinterin epäkunto.

Sitomakoneella 3 on kolme häiriötä, joista yhdestä ei saatu tarkkaa syytä ja kaksi muuta häiriötä oli sitomakone 1 tavoin johtunut kääntö- ja kelkan sylinterin epäkunnosta.

### **5.2.1.2 Pantakela ja pantavaraaja**

Sitomakoneella 1 on kirjattu 16 pantakelasta aiheutuvaa vikaa. Suurin vikojen aiheuttaja on moottorin ketjun irti lähtö tai katkeaminen. Toinen kriittinen toistuva vika on moottorin kiinnikkeiden murtuminen. Haastatteluiden perusteella ja omalla visuaalisella tarkastelulla molemmat viat johtuvat liian nopeasta käynnistyksestä tai äkillisestä pyörimissuunnan vaihdosta, jolloin moottorin kiinnikkeisiin aiheutuu liiallinen määrä voimaiskuja.

Sitomakoneella 3 pantakelasta on kirjattu yhteensä neljä häiriötä. Häiriöitä olivat yksi kontaktorivika, kaksi pantarullan kiinnitys vikaa ja yksi moottorin kiinnikkeen katkeaminen, joka aiheutui samasta ongelmasta kuin sitomakoneella 1.

### **5.2.1.3 Sitomapäät**

#### **Syöttö**

Pannan syöttö -osakokoonpanosta kirjattuja häiriöilmoituksia KUTI-järjestelmässä on sitomakone 1:llä yhdeksän ja sitomakone 3:lla viisi. Häiriöitä ovat aiheuttaneet laakerien kulumisen, pannan pään tunnistin S5, syöttörulla sekä syöttörullan hydraulimoottori. Haastatteluiden perusteella vanteen syötön vikaherkimpiä osia ovat rullat ja laakerit (13). Rullista aiheutuvien vikojen syy on muun muassa lian ja rasvan kertyminen rullien pintaan, rullien säätötarve ja kulumisen. Vetorullan kulumisen aiheuttaa vanteen luistamisen rullan pyöriessä.

#### **Lukitus**

Vanteen lukituksesta merkattuja häiriöitä sitomakoneelle 1 KUTI-järjestelmässä on kolmetoista ja sitomakoneella 3 ei ole kirjattuja häiriöitä, mutta yksi häiriö on merkattu QMatoon. Suurin esille tullut vian aiheuttaja on tunnistin anturit, joita on merkattu 7 kappaletta. Terien kulumisesta kolme kappaletta, ohjaus releestä kaksi ja yleisestä säädön tarpeesta yksi kappale.

Tunnistin antureiden vioista kuusi sijoittuu vuodelle 2017 ja yksi vuodelle 2015. Vuonna 2017 sitomakoneen 1 anturit uusittiin enemmän kuumuutta kestäviin, sillä kuumuuden todettiin olevan aiheuttaja tunnistimien häiriöihin.



## **Kiristys**

Kiristyksestä aiheutuneita häiriöitä oli kirjattu Sitomakoneelle 1 yhteensä kahdeksan ja Sitomakone 3 kaksi. Sitomakoneiden välillä häiriöt aiheuttajat ovat erilaiset. Sitomakone 3:lla häiriöt ovat johtuneet viallisesta tunnistin anturista ja lukitusnastan poikki menemisestä. Sitomakoneella 1:llä eniten häiriöitä on aiheuttanut liian suuri kiristyspaine, joka on johtanut katkeamiseen. Muita häiriöitä on aiheuttanut sylinterivika, rele, kiristyspintojen likaisuus ja löysä ruuviliitos.

### **5.2.1.4 Suoja-ovet**

Suojaovista aiheutuvia häiriöitä on kummallakin sitomakoneella kirjattu kaksi kappaletta. Sitomakone 1:llä häiriöt ovat aiheutuneet hydraulisynterin vuodosta ja asennon tunnistimen viasta. Sitomakone 3:lla häiriöt ovat aiheutuneet logiikkakortin ja asennon tunnistimen viasta.

### **5.2.1.5 Vannekehä**

Vannekehä aiheuttaa usein niin sanottua sylttyä kummallakin sitomakoneella, jossa vanteen pää tökkää vannekehässä oleviin epätasaisuuksiin, etenkin mutkien kohdalla tai kun vannekehän läpät eivät ole linjassa keskenään. Lisäksi vannekehän läpät syöpyvät sidontamäärän mukaan. Tämä johtuu vanteen ja kehän läppien välisestä hankauksesta, kun vanne irtoaa kehältä kiristyksen aikana. Haastatteluista on myös käynyt ilmi, että vannekehän lämmön vaihtelu aiheuttaa ei haluttua muodonmuutosta kourussa ja täten aiheuttaa häiriöitä, sekä ruuvi- ja mutteriliitosten löystymistä (16).

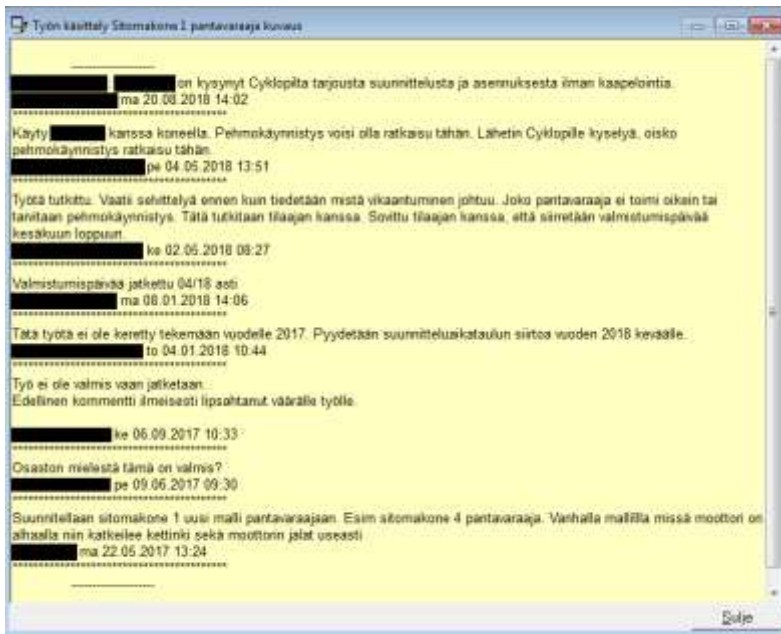
### **5.2.1.6 Jäähdytys**

Sitomakone 1:llä on kaksi kirjattua työtä jäähdytyksestä. Ensimmäinen on vannekehän jäähdytysputken vesivuoto, joka on johtunut putkiston sisällä syntyneestä korroosiosta. Toisessa työssä mainitaan useasta sitomapään jäähdytyspuhaltimen jäähdytysongelmasta. Haastatteluiden perusteella saatujen tietojen mukaan sitomakoneella 1 pölyisyys tukkii tuulettimen suodattimen, jolloin jäähdytysteho laskee (13).

Sitomakoneella 3 töitä on kirjattu kolme kappaletta. Yksi vannekourun vesivuodosta joka on syntynyt Sitomakone 1 tavoin korroosiosta sekä kaksi sitomapään jäähdytyspuhaltimen viasta.

### 5.2.2 Luodut ennakkohuoltotyöt

Ennakkohuoltotöiden uusimisessa keskityttiin kummankin sitomakoneen vikaantumislähtöjen neljään yleisimpään osakokoonpanoon, sekä haastatteluiden tuloksiin. Kuten edellisestä vikaantumislähtö osiosta ja taulukosta 3 (s. 33) voidaan todeta, on sitomakoneen 1 suurin kunnossapitotöiden aiheuttaja pantakela. Tähän ilmiöön on jo olemassa suunnittelutyö (kuva 8). Päiväseisäkin malliennakkohuoltotyöhön lisättiin työ, jossa tarkastetaan moottorin kettujen kireys ja moottorin kiinnikkeen kunto.



KUVA 8. Pantakelan suunnittelutyö (17)

Sitomakoneella 1 toiseksi suurin kunnossapitotöiden aiheuttaja on sitomapään lukitus. Eniten merkattuja häiriöilmoituksia on häiriöt, joissa epäilty aiheuttaja on induktiivinen anturi, joka ei aktivoidu tai aktivoituu vain hetkeksi ja näin ollen aiheuttaa sidontasyklin keskeytymisen. Häiriöiden todellisen aiheuttajan tutkiminen on vaikeaa, sillä häiriöistä ei jää vikahistoriaa koneiden logiikkaan. EH-töihin lisättiin varmuuslukitusterän tarkastus, sekä viimeisimmän rullan sidontajäljen tarkastus, sillä se on nopea ja hyvä tapa nähdä lukituspään kunto.

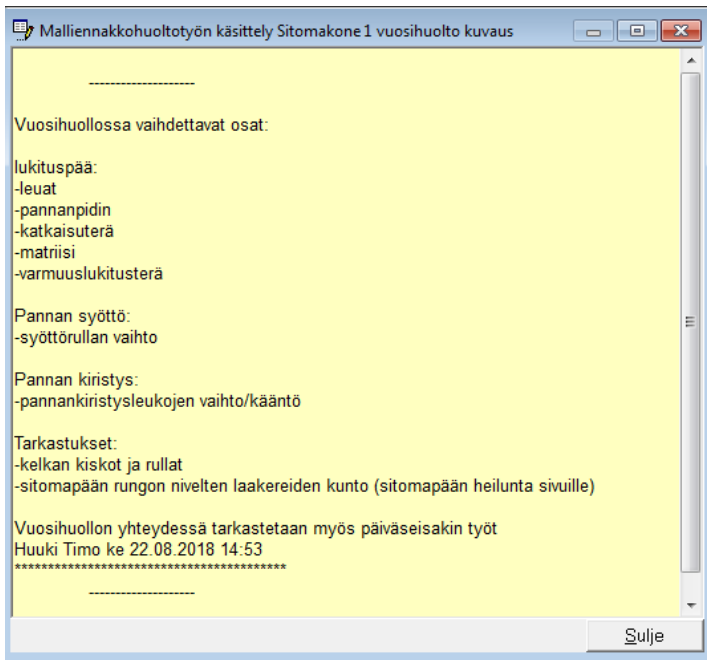
Sitomakoneella 3 suurin häiriöaiheuttaja on pannan syöttö ja vannekehä. Pannan syötössä mekaaniset häiriöt ovat johtuneet vetorullan kuluneisuudesta ja ohjausrullan säätötarpeesta. Vannekehän häiriöt ovat johtuneet läppien kulumisesta. Näistä tehtiin tarkastustyö päiväseisakin EH-työhön.

Pannansyöttöön liittyvä päiväseisakin EH-työ on kattava, mutta haastatteluista kävi ilmi, että syöttörullan ja sen hydraulimoottorin välinen akseli sekä sen neulaakeri on murtumisherkkä, joka vaatii päiväseisakissa tarkastuksen. Vetorullan kulumisen tunnistaa rullassa epätasaisesta pinnasta, joka laitettiin tarkistettavaksi päiväseisakin EH-työhön.

Monesta haastattelusta tuli ilmi lämmön vaikutus sitomakoneisiin. Liiallinen lämpö aiheuttaa vikoja, jolloin koneen toiminta häiriintyy. Suurin osa häiriöistä tapahtuu sitomakoneella 1, kun sidotaan tuplasidottavia rullia, eli kone tekee yhdelle rullalle kaksi sidontakertaa. Tämä altistaa sitomakoneen korkealle kuumuudelle pidemmäksi aikaa. Sidontapään lämpöpuhaltimelle luotiin päiväseisakille EH-työhön suodattimen vaihto ja tarkastus, sillä sen puhtaus on oleellinen vaikuttaja jäähdytyksen tehoon.

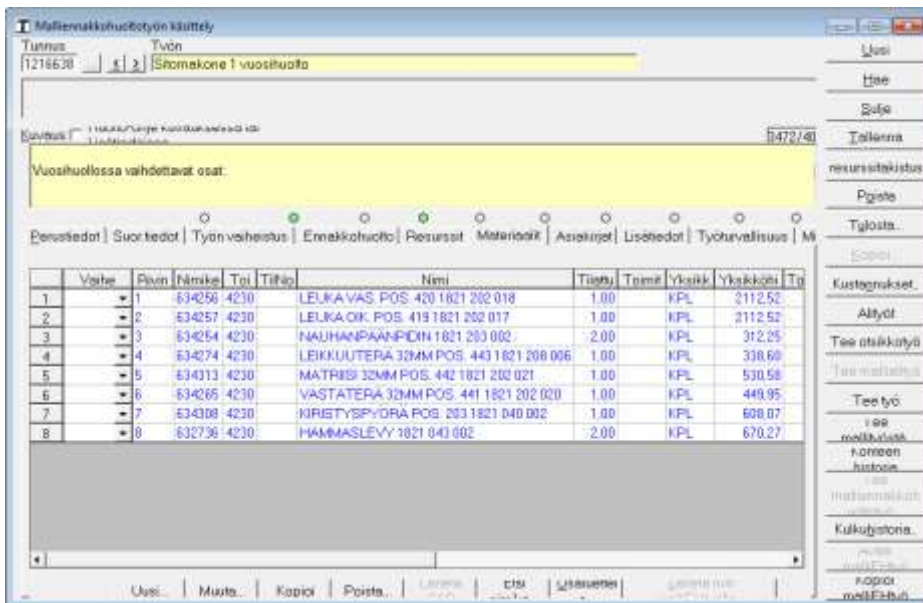
Päiväseisakin EH-työhön lisättiin koesidonnan teko, joka tulee tehdä aina huollon jälkeen. Näin saadaan varmistettua koneen toiminta ja tarpeelliset alkusäädöt tehtyä. Säätöjen teko on kokonaisuudessaan pidempi prosessi, koska lopulliset säädöt voidaan tehdä, kun kone operoi sen työskentelylämpötilassa.

Vuosihuollon ennakkohuoltotyössä ainoa nimikoitu työ on lukituspään vaihto, jossa vaihdetaan kaikki lukitusosakokoonpanon kulutusosat. Haastatteluista kävi ilmi, että kelkan rullat ja kiskot kuluvat ajan myötä, joka aiheuttaa sitomapään väärän asennon sidottavaan rullaan nähden, ja näin ollen aiheuttaa löysän sidoksen. Kyseiset osat kuluvat hitaasti, jolloin sen kunnon tarkastus suoritetaan kerran vuodessa vuosihuollon yhteydessä. Vuosihuollon seisakkiin lisättiin myös sitomapäiden rungon nivelten laakereiden kunnon tarkastus (kuva 9). Laakereiden kuluminen aiheuttaa sitomapäiden sivuttaisliikettä, jolloin sitomapäät ja vannekehä eivät ole oikein kohdistettuna. Tarkastus suoritetaan tarkastamalla sitomapäiden sivuttaisliike.



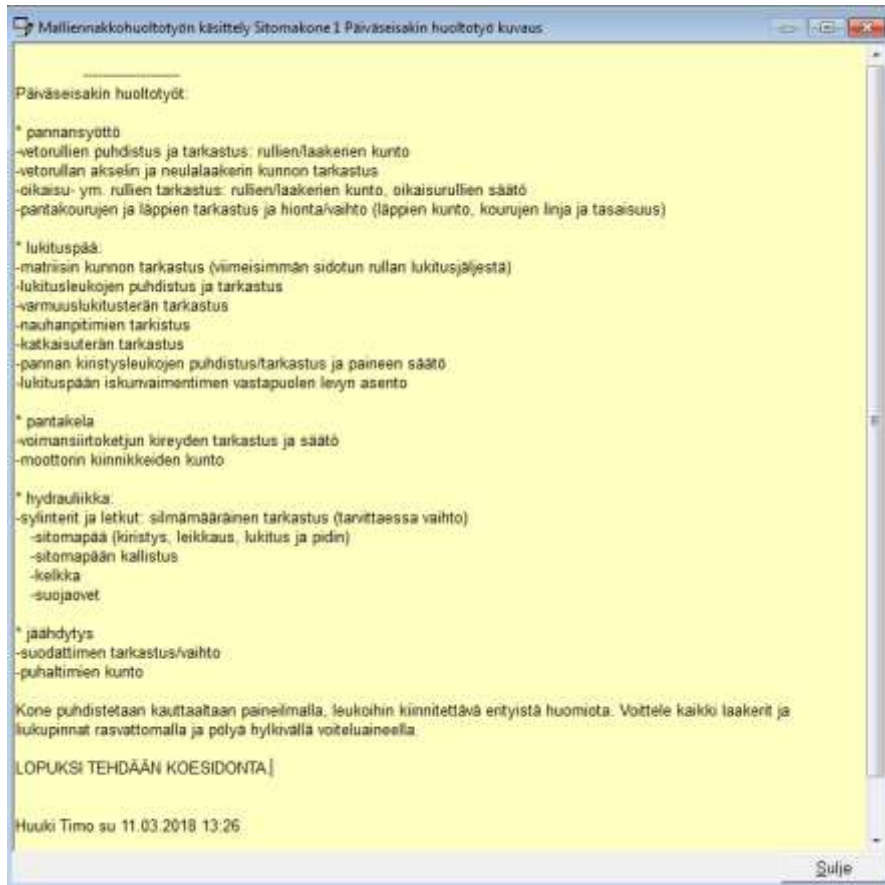
KUVA 9. Vuosihuoltoseisakin malliennakkohuoltotyö (18)

Malliennakkohuoltotyöhön listattiin kaikki työssä tarvittavat varaosat materiaalit -välilehdelle (kuva 10). Materiaalilista ennakkohuoltotyön suunnittelussa helpottaa varaosien tilausta ja työn aikana varaosien etsimistä varastosta.



KUVA 10. Vuosihuoltoseisakin malliennakkohuoltotyön materiaalit-välilehti (18)

Päiväseisakin malliennakkohuoltotyöhön lisättiin kuvan 11 mukaiset työt KUTI-järjestelmään, jotka on jaoteltu erikseen jokaiselle osakomponentille ja selostettu tarkasti, mitä komponentteja tarkastukseen kuuluu.



### *KUVA 11. Malliennakkohuoltotyöhön päivitettyt työt (19)*

Kaikki mahdolliset tarkastuksessa vaihtoa vaativat varaosat luetteloiitiin KUTI-työn materiaalit sivulle (kuva 12). Materiaalit -luettelo nopeuttaa ja helpottaa varaosien tilausta seisakin valmistelussa. Luettelolla saadaan myös helposti selville varaosien saatavuus.

Materiaalikaistayön käyttö

Tunnus: 111E132 Työn: Säätökone 1 Päivänsäkin huolto

Työ suoritetaan joka viikossa joka kerta väkiviikon alle 8 tunnin ja enintään yhden päivän. Työ näkyy huoltoilalle aikataulussa 8 päivän eteen työn lopettamisajankohdaksi. Ajokilometrit kopioidaan EH4546 16.2.2019 jälkeen. Työ on muutettu passiiviseksi 30.11.2019.

Käytetty: 1 materiaalia varastokäytöstä: 2093/4000

Päivänsäkin huollot:

Parasetat | Suoritetut | Työnvaiheita | Ennenkäsittö | Resurssit | Materiaalit | Asiakirjat | Lisä tiedot | Työvälineet | Muu

	Vaihe	Ruuv	Näppäin	To	Tähtä	Nimi	Tilast	Toim	Yksikkö	Työko
1	1	814285	4230			VETOPYÖRÄN AKSELI POS. 202 1837 031 882	1,00	KPL	6	
2	2	812653	4230			OKAISUPYÖRÄ 1837 831 007	1,00	KPL	2	
3	3	812766	4230			OKAISURULLA 1837 841 882 POS.385	1,00	KPL	4	
4	4	814106	4230			KIRITYSPYÖRÄ POS. 203 1821 848 002	1,00	KPL	5	
5	5	814113	4230			MATRIISI 32MM POS. 442 1821 202 021	1,00	KPL	5	
6	6	814257	4230			LEURA OK. POS. 419 1821 202 017	1,00	KPL	21	
7	7	814256	4230			LEURA VAS. POS. 420 1821 202 018	1,00	KPL	21	
8	8	814255	4230			VASTATERÄ 32MM POS. 441 1821 202 020	1,00	KPL	2	
9	9	814267	4230			VASTATERÄN PIDIN VASEN-414 1837 021 049	1,00	KPL	2	
10	10	814268	4230			VASTATERÄN PIDIN OIKEA-415 1837 021 050	1,00	KPL	2	
11	11	814254	4230			NALHANPÄÄNPIDIN 1821 203 602	1,00	KPL	2	
12	12	814274	4230			LEIKKULÄTERÄ 32MM POS. 443 1821 202 022	1,00	KPL	2	
13	13	814292	4230			PIDIN OSA 444 OSA NRO 1837 821 061	1,00	KPL	2	
14	14	814275	4230			TERÄ 32MM POS. 448 1821 202 822	1,00	KPL	12	
15	15	879578	4230			HAMMASLEVIYN PIDIN 1837 031 828	1,00	KPL	1	
16	16	879579	4230			HAMMASLEVIYN PIDIN 1837 031 823	1,00	KPL	1	
17	17	832736	4230			HAMMASLEVIY 1821 842 882	1,00	KPL	5	
18	18	834286	4230			HYDR. SYLINTERI 182 070 160 (V)	1,00	KPL	6	
19	19	834332	4230			TIVISTESARJA POS. 131LLE	1,00	KPL	2	
20	20	834286	4230			HYDR. SYLINTERI 182 030 151	1,00	KPL	6	
21	21	814328	4230			TIVISTE SARJA 1151 888 292	1,00	KPL	1	
22	22	861370	4230			LAPPA OK-694821/1-2 VALMINRO 21553	1,00	KPL	1	
23	23	861371	4230			LAPPA OK-694822/1-2 VALMINRO 21554	1,00	KPL	1	
24	24	861372	4230			LAPPA OK-694823/1-2 VALMINRO 21555	1,00	KPL	1	
25	25	862551	4230			LAPPA OK-699069-2 OSA 1	1,00	KPL	1	
26	26	862552	4230			LAPPA OK-699069-2 OSA 2	1,00	KPL	2	
27	27	862518	4230			LAPPA OK-10821221-2 OSA 1	1,00	KPL	1	
28	28	862519	4230			LAPPA OK-10821221-2 OSA 2	1,00	KPL	1	
29	29	861363	4230			JOUSIKUUPI OK-894884/2 VALMINRO 31286	1,00	KPL	1	
30	30	861364	4230			JOUSI OK-894951/1 VALMINRO 31735	1,00	KPL	1	
31	31	814866	4230			TIVISTESARJA TS A-50/28 NH-41958	1,00	KPL	1	
32	32	817765	4230			HYDRAULISEN LÄNTERÄSSÄ 50/528X188 D-DA-B (K)	1,00	KPL	1	
33	33	817763	4230			HYDRAULISEN LÄNTERÄSSÄ 50/528X188 D-DA-B (K)	1,00	KPL	1	
34	34	831780	4230			SYLINTERI 1821 125 007	1,00	KPL	24	
35	35	834328	4230			TIVISTESARJA 1821 125 813 SYLINTERI-480	1,00	KPL	1	
36	36	831781	4230			SYLINTERI 1821 125 014	1,00	KPL	17	

Uusi | Muuta | Kopio | Poista |  |  |  |

KUVA 12. Materiaalit välilehden varaosat (19)

Asiakirjat välilehdelle lisättiin sitomakoneiden manuaali, työkohteen turvallistaminen ja pannan irrotus koneesta työohje (kuva 13). Tämä helpottaa asentajaa töiden teossa ja turvallisuus parantuu, kun ohjeita ei tarvitse muistaa ulkoa.

Materiaalikaistayön käyttö

Tunnus: 111E132 Työn: Säätökone 1 Päivänsäkin huolto

Työ suoritetaan joka viikossa joka kerta väkiviikon alle 8 tunnin ja enintään yhden päivän. Työ näkyy huoltoilalle aikataulussa 8 päivän eteen työn lopettamisajankohdaksi. Ajokilometrit kopioidaan EH4546 16.2.2019 jälkeen. Työ on muutettu passiiviseksi 30.11.2019.

Käytetty: 1 materiaalia varastokäytöstä: 1111/4000

Päivänsäkin huollot:

Parasetat | Suoritetut | Työnvaiheita | Ennenkäsittö | Resurssit | Materiaalit | Asiakirjat | Lisä tiedot | Työvälineet | Muu

	Lähty	Nimi	Tiedosto
1	Ulkoinen CH1188	Manuaali 03.04 (Piv Co.)\manuaali\03.04\03.04\Documents\Oraasi\työkohtainen\Oraasi\CH1188\Manuaali 03.04	
2	Ulkoinen WEB-dokumentti	java:script:/java:script/New_Window?/Info2/Info2.asp?Oraasi=1749557	
3	Ulkoinen WEB-dokumentti	java:script:/java:script/New_Window?/Info2/Info2.asp?Oraasi=1749557	

Uusi | Muuta | Kopio | Poista |  |  |  |

KUVA 13. Asiakirja välilehden tiedostot (19)

### 5.3 Toimenpiteet

Suurin häiriöaiheuttaja sitomakoneilla 1 oli pantakela ja sitomakoneella 3 pannan syöttö ja vannekehä. Häiriökuvauksista ja haastatteluista kävi ilmi, että pantakelan moottorin kiinnikkeet murtuvat ja voimansiirtoketju katkeaa liian äkillisestä käynnistyksestä ja pyörimissuunnan vaihdosta (13.). Tähän häiriöilmiöön on luotu kehitystyö, jossa pantakeloihin asennetaan pehmeämpi käynnistys, jolloin iskulliset voimat poistetaan. Koska kuitenkin kehitystyön valmistuminen suoritetaan vuonna 2019 aikana, luotiin päiväseisakkiin työ, missä pantakelan moottorikiinnikkeiden ja ketjun kunto tarkastetaan. Lisäksi kehitysideana on, että tehdään moottorin kiinnikkeisiin vahvikkeet, jotka vahvistavat kiinnikkeiden rakennetta.

Toistuvien vikojen syyt sitomakoneella 3 on vanteen syöttö ja vannekehä. Syötön vian aiheuttajat olivat suurimmaksi osaksi laakerien kulumiset. Päiväseisakissa oli jo työ, missä tarkastetaan rullien ja laakerien kunto, mutta haastatteluista kävi ilmi, että vetorullan ja hydraulimoottorin välisen akselin neulalaakeri on vikaherkkä, joten sille luotiin nimikoitu tarkastustyö päiväseisakkeihin. Vannekehästä aiheutuvat viat olivat epätasaiset pinnat ja kuluneet läpät. Näistä on jo kattava tarkastustyö päiväseisakin malliennakkohuoltotyössä, mutta työhön lisättiin tarkentava selostus.

Sitomakoneilla muita häiriön aiheuttajia olivat sitomapään lukitus ja pannan kiristys. Sitomapään lukituksesta suurin osa häiriön aiheuttajaksi oli merkattu raja-anturit. Raja-anturit vaihdettiin vuonna 2017 kuumuutta kestäviin antureihin. Mekaanisen kunnossapidon ennakkohuoltotyöhön lisättiin jokaisen kulutusosan silmämääräinen tarkastus sekä lukitusjäljen tarkastus viimeisimmästä sidotusta rullasta, josta näkee lukituspään yleinen kunto. Kiristyksessä ei ole toistuvia yksittäisiä vian aiheuttajia. Kiristyksen kulutuspalat vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa ja tähän ei muutosta tarvinnut tehdä. Päiväseisakin ennakkohuoltotyöhön lisättiin työ, jossa tarkastetaan tai tarvittaessa vaihdetaan sitomapäiden jäähdytyspuhaltimeen suodattimet, koska etenkin sitomakoneella 1 suodatin tukkiintuu nopeasti pölyisen ympäristön vuoksi ja heikentää täten jäähdytystehoa.

## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli Outokumpu Oy:n Tornion tehtaan kuuma-  
valssaamon kehäsitomakoneiden 1 ja 3 käyntivarmuuden nostaminen päivittä-  
mällä tai luomalla uusia ennakkohuoltotöitä. Toinen tavoite oli tutkia syitä, miksi  
sitomakoneella 1 on enemmän häiriöitä verrattuna sitomakoneeseen 3, vaikka ne  
ovat identtisiä laitteistoja keskenään.

Työssä tiedonlähteenä käytettiin KUTI- ja QMato-järjestelmää häiriötiedon etsi-  
misessä sekä henkilöstöhaastatteluja yleistiedon hankintana. Työ alkoi QMato-  
häiriöhistorian tarkasteluna, joka oli hyvin työläs prosessi, sillä suurin osa tie-  
doista oli vajanaista tai täysin tyhjää. Puutteellisia tietoja pyrittiin täyttämään tuo-  
tannon päiväkirjasta ja KUTI-töistä, mutta tietoja saatiin vain osaan puutteellisista  
häiriöistä. Kokonaisuudessaan QMadon häiriöhistoria oli todettava tiedon läh-  
teeksi, josta ei voinut saada luotettavaa tietoa, jonka pohjalta kehittää ennakko-  
huoltoa. Heräsi myös epäily, että osa sitomakoneen 3 häiriöistä on merkattu si-  
tomakoneelle 1, koska etsittäessä puuttuvia tietoja QMadon häiriöihin sitomako-  
neelle 3 päiväkirjasta ei joskus löytynyt tietoja sitomakoneelle 3, mutta löytyi sito-  
makoneelle 1. Oman näkemykseni mukaan QMadon ongelma on se, että vain  
etuvalssaaja täyttää kaikkien tuotantoalueiden häiriökuvaukset, mikä johtaa tie-  
tojen vajanaisuuteen. Jos jokainen tuotantoalue kirjoittaisi oman alueensa häiriöt  
järjestelmään, häiriön kohdennus olisi oletettavasti tarkempaa, sillä tieto ei kul-  
keudu välikäsiä pitkin. QMadon häiriöhistorian täyttö ei vaadi pitkää koulutusta,  
koska käyttöjärjestelmä on hyvin yksinkertainen.

Häiriöhistorian tarkasteluksi otettiin KUTI eli kunnossapitotietojärjestelmä, johon  
on merkitty kaikki ennakkohuoltotyöt ja kunnossapitohenkilöstölle merkatut kor-  
jaavan kunnossapidon työt. Korjaavan kunnossapitotöiden historiassa tiedot oli-  
vat tarkempia, koska näiden työtilausten tiedon kautta kunnossapitohenkilöstö  
täytyy pystyä suorittamaan vaadittu kunnossapitotyö. Tätä historiaa käytettiin en-  
nakkohuoltotöiden tekemisessä sen tietojen luotettavuuden vuoksi. Kaikista kor-  
jauksista tehtiin kummallekin sitomakoneelle Excel-taulukko ja siitä luotiin Pivot-  
taulukko ja Pareto-diagrammi, josta nähtiin suurimmat häiriöaiheuttajat ja niiden  
pohjalta luotiin päivitykset sitomakoneiden ennakkohuoltotöihin.



Tässä työssä toinen päämäärä oli tarkastella sitomakoneiden välistä häiriömäärien eroa, joka on noin nelinkertainen sitomakoneella 1 verrattuna sitomakoneeseen 3. Koska sitomakoneet ovat identtisiä koneita myös ennakkohuolloltaan, tarkasteltiin sitomakoneiden työskentely-ympäristöjä. Sitomakone 1 sijaitsee valssaushallissa ja sitomakone 3 rullavarasto 1:ssä, joka on erotettu väliseinällä valssaushallista. Haastatteluiden perusteella on oletettavaa, että sitomakone 1 työskentelee merkittävästi kuumemmassa ja pölyisemmässä ympäristössä kuin sitomakone 3. Lisäksi sitomakoneella 1 suoritetaan tuplasidontoja, jotka altistavat koneen kuumuudelle pidempään.

Tällä hetkellä kunnossapidon henkilöstössä on vain yksi asentaja, joka on erikoistunut sitomakoneisiin. Kuumavalssaamolle on rekrytoitu kaksi uutta asentajaa, jotka tulevat työskentelemään rullankäsittelyalueella ja sitomakoneilla. Tässä tapauksessa osaavan asentajan perehdytys uusille asentajille on hyvin tärkeää, jotta tieto ja taito sitomakoneisiin ylläpidetään.

Hyvä ennakkohuoltosuunnitelma vaatii hyvän häiriötietokannan, jolla saadaan tarkasteltavan laitteen komponenttien vikaväli selville. Kun vikaväli on selvillä, pystytään ennakoimaan varaosien vaihto ennen kuin vika ilmenee. Tässä työssä vikaväliä ei saatu selville häiriöhistorian puutteellisuuden vuoksi ja näin ollen keskityttiin häiriöiden määrään osakomponentteittain. Osakomponentit, joissa oli eniten häiriöitä, pyrittiin laajentamaan tarkasteluja päivä- ja vuosihuoltoseisakeissa.

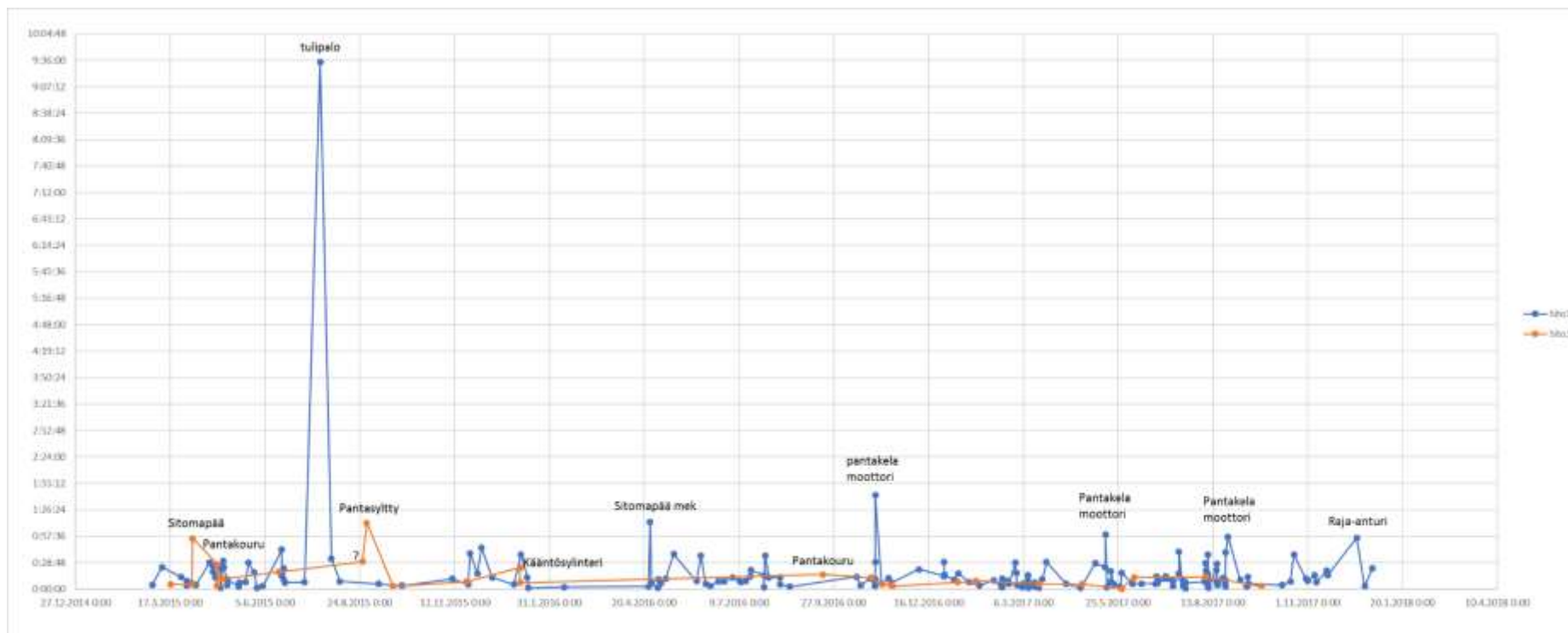
Projekti oli itselleni hyvin mielenkiintoinen ja innostava, sillä minulla oli tieto, että sitomakoneilla on hyvin paljon häiriöitä, jolloin näin tämän työn myös hyvin tarpeelliseksi ja hyödylliseksi. Tämä työ loi minulle sitomakoneista paljon tietoa, joka oli hyvin hyödyllistä vuoden 2018 kesätöissä, koska olin rullankäsittelyalueen aluetyöjohtajana. Tässä opinnäytetyössä oli myös paljon haasteita, joihin sain hyvin myös apua kuumavalssaamon henkilökunnalta. Kunnossapito on aiheena itselleni mielekäs ja parhaimpana siitä on sen kehitys.

Tämän työn pohjalta syntyviä mahdollisia kehityspolkuja voisi olla muun muassa sitomapäiden jäähdytyksen päivitys, jonka tarkoituksena olisi luoda paremmat olosuhteet sitomakoneille, kun kone tekee sidontoja, jotka aiheuttavat normaalia kuumemmat olosuhteet. Toinen kehitysmahdollisuus olisi pantakelojen uusinta.

## LÄHTEET

1. Tietoa Outokummusta. 2017. Outokumpu Oyj. Saatavissa: <https://www.outokumpu.com/about-outokumpu>. Hakupäivä 30.8.2017.
2. Kuumavalssaamon esittely. 2017. Powerpoint-diasarja. Outokumpu Stainless Oy.
3. Outokumpu WebDoha. 2017. Outokumpu sisäinen dokumentinhallintaohjelmisto.
4. Outokumpu Stainless Oy. 2018. Ajoparametritaulukko, Outokummun sisäinen tietoaasema. Hakupäivä 15.5.2018.
5. Cyclop. 1999. CH 1300 Manual 06.04. Cyclop Nederland B.V.
6. Magnus teräsvanteet. Signode Industrial Group. Packaging Systems Europe. Saatavissa: <https://www.signode.fi/media/1440/magnus-terasvanteet.pdf>. Haettu 24.8.2018.
7. PSK 6201:2011. Kunnossapito käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK.
8. Järviö, J. - Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito – tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.
9. SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapitosanasto. Helsinki: SFS.
10. KUTI-käsikirja (1.2.9.2). 2014. Powerpoint-diasarja. Outokumpu Stainless Oy.
11. Paksuudet. 2018. Excel-taulukko. Outokumpu Stainless Oy.
12. Nauhakelaajat. Käyttöhenkilöstö, Outokumpu Stainless Oy. Ryhmähaastattelu 21.11.2017.
13. Kunnossapitoasentaja, Outokumpu Stainless Oy. Haastattelu 14.5.2018.
14. Asiantuntijahaastattelu. 2017. Cyclop. Haastattelu 30.11.2017.
15. Aluetyöjohtaja, Outokumpu Stainless Oy. Haastattelu 20.8.2017.

16. Konepäivystäjä, Outokumpu Stainless Oy. Haastattelu 14.11.2017.
17. Outokumpu Stainless Oy. 2017. KUTI-järjestelmän suunnittelutyö pantakelasta. Hakupäivä 22.8.2018.
18. Sitomakone 1 vuosihuolto ennakkohuoltotyö. 2017. KUTI-järjestelmä. Outokumpu Stainless Oy. 2017.
19. Outokumpu Stainless Oy. 2017. KUTI-järjestelmä. Sitomakone 1 viikkoseisakin ennakkohuoltotyö. Hakupäivä 4.2.2018.



TAULUKKO. Sitomakoneiden tekniset tiedot. (5)

Sitomakoneiden tekniset tiedot:	
<b>Sähkö:</b>	
Käyttöjännite	3/PE 400V AC 50
Ohjausjännite	24V – DC
Teho	n. 2,5 kW
<b>Sitomapäät:</b>	
Vanteen syöttönopeus	säädettävissä, max 3 m/s
Kiristysvoima	säädettävissä, max 10kN
<b>Sidottava tuote:</b>	
Halkaisija	min 1000 mm max 2200 mm
<b>Pannan materiaali</b>	
Laatu	teräsvanne 80kP/mm <sup>2</sup> , venymä väh. 6%
Koko	32 mm x 0,8 mm

TAULUKKO. Sitomapään tekniset tiedot (5)

Tekniset tiedot:	
Mitat:	620x450x1200 mm
Paino:	225 kg
Kiristysvoima:	3–18 kN, säädettävissä
Vanteen syöttönopeus:	1–2 m/s, säädettävissä
Control voltage:	24 V DC (115 V AC) 50/60 Hz
Ympäröivä käyttölämpötila:	0-40°C
Max ilmankosteus:	90 %
<b>Vanne:</b>	
Vanteen laatu vaatimukset:	tasainen ja suuri vedonkestävyys
Vanteen leveys:	32 mm
Vanteen paksuus:	0.8–1.0 mm
<b>Hydrauliikka:</b>	
Paine:	80–100 bar
Virtausnopeus:	24 l/min