



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JUHO PALOJÄRVI

Kuparivalssaamon tuotannon kehittäminen koneanalytiikan avulla

Aurubis Finland Oy

KONETEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
2020

Tekijä(t) Palojärvi Juho	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 06/2020
	Sivumäärä 34	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Kuparivalssaamon tuotannon kehittäminen koneanalytiikan avulla		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikka		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää konedatan käyttöä kuparivalssaamossa.</p> <p>Työssä keskitytään Aurubis – organisaation, kuparin muokkaukseen, sekä konedatan käyttöön ja analysointiin. Tarkoituksena työssä on myös saatavilla olevaa dataa hyödyttämällä luoda uusia käyttötarkoituksia datalle.</p> <p>Työ suoritettiin tutustumalla dataa keräävään ohjelmistoon, sekä etsimällä virheitä käytössä olevasta logiikasta. Käytettävä logiikka on konekohtainen. Joillain koneilla järjestelmä toimi lähes virheettömästi, kun taas toisilla koneilla virheitä löytyi. Työssä keskitytään syvemmin paranneltaviin logiikkoihin, sekä koneiden toimintaperiaate käydään läpi konekohtaisesti. Loppupuolella työtä on luotu saatavilla olevalle datalle uusi mahdollinen käyttökohde, joka on todettu hyödylliseksi.</p> <p>Dataa pyritään keräämään jokaiselta koneelta, jotta koko tuotantoprosessi olisi selkeästi havaittavissa QF- järjestelmästä. Dataa seuraamalla pyritään havaitsemaan mahdollisia virhekohtia tuotannossa mahdollisimman ajoissa.</p> <p>Koneiden toimintaperiaatteet opittiin Aurubis Finland Oy:n intranetistä löytyvistä ohjeista, sekä seuraamalla koneiden toimintaa. Koneiden käyttäjiltä kyselemällä ja toimintaa seuraamalla pyrittiin kohdentamaan konedatan käyttöä.</p>		
Konetekniikka, valssaamo, konedata, kupari		

Author(s) Palojärvi Juho	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 06/2020
	Number of pages 34	Language of publication: finnish
Title of publication Improvement of rolling mill production using machine data		
Degree programme Bachelors degree of mechanical engineering		
<p>The goal of the thesis is to improve usage of mechanical data in rolling mill.</p> <p>The thesis focuses on Aurubis concern, Aurubis Finland, basics of copper processing, machine data usage and analyzing. The purpose is also to use available data to create new uses for the machine data.</p> <p>First thing in this thesis was to get to know the data analytics software and find possible point errors on data collecting logic. Data analyzing logic is different on each machine and machines must be focused on separately. Data is already well collected from some of the machines, so thesis focuses mostly on machines that have high failure rate. Towards of the thesis there has been developed new possible use for machine data, which was found to be useful.</p> <p>The goal is to collect data from each machine on rolling mill so that whole manufacturing process would be clearly traceable from QF-software. By following data the aim is to notice possible errors on manufacturing as soon as possible.</p> <p>Basics from different machines was learnt by reading guides on Aurubis Finland-intranet and by monitoring machines. Machine data was targeted by learning from machine operators and monitoring activities.</p>		
Mechanical engineering, rolling mill, technical data, copper		

SISÄLLYS

1 KÄSITTEITÄ	5
2 JOHDANTO	6
3 AURUBIS AG	7
3.1 Aurubis Finland Oy	8
4 KUPARIN MUOKKAUS	9
4.1 Yleistä.....	9
4.2 Valssaamo	11
5 DATAN KÄYTTÖ	12
5.1 Esimerkkitapaus: valanteiden laatuongelmat	13
6 DATAN SOVELTAMINEN TUOTTEISIIN	14
6.1.1 Kaikilta koneilta seurattavat arvot	16
6.2 Kuumavalssain ja askelpalkkiuuni	18
6.3 2-puolinen jysinkone	22
6.4 Kylmävalssaimet	22
6.5 Läpivetouuni.....	24
6.6 Hitsaus- ja reunauskone.....	26
6.7 Peittaus- ja pesukone	27
6.8 Rasvanpoisto- ja peittauslinja.....	28
6.9 Nauhaleikkurit	29
7 DATAN ENNAKOIVA HYÖDYNTÄMINEN	32
7.1 Kuumavalssaimen ajoarvoja tarkkaileva näyttö.....	32
8 YHTEENVETO	34

LÄHTEET

LIITTEET

1 KÄSITTEITÄ

Homogeeninen	Koostumukseltaan tasalaatuinen rakenne
Huokoinen kupari	Kupari, jonka rakenteessa on ilmaa sisältäviä huokosia ja tiheys on pienempi
Jousimaisuus	Materiaalin ominaisuus, joka määrittää, kuinka hyvin se palaa muotoonsa venytyksen jälkeen
Peittaus	Metalliin tehtävä kemiallinen hapolla suoritettava puhdistustoimenpide
Pinnoitettavuus	Kuinka hyvin materiaali voidaan suojata
Pisto	Yksi kappaleen läpimeno valssaimien välistä
Pyrometri	Lämpötilan mittauksessa käytettävä laite, joka pystyy mittaamaan lämpötilaa koskematta kohteeseen
Quva Flow	Työssä tutkittava datan seuranta ohjelmisto. Työssä käytetään lyhennettä QF
Valaminen	Valmistusmenetelmä, jossa sulaa ainetta muottiin kaatamalla saadaan aine haluttuun muotoon.
Valanne	Haluttuun muottiin valettu kappale
Valssain	Metallia valssaamalla muovaava laite
Valssaus	Metallien muokkausmenetelmä, jossa muokattava kappale kulkee valssaimien välistä

2 JOHDANTO

Opinnäytetyössä keskitytään konedatan hyödyntämiseen valssaamossa eri tuotantoprosessien aikana ja kehittämään datalähtöistä toimintaa.

Konodata on tärkeää tuotannon kannalta virheiden havaitsemisen, tuotannon optimoinnin, sekä kunnossapidon suunnittelun kannalta. Nykyinen konedatua hyödyntävä järjestelmä on otettu Aurubiksella käyttöön syksyllä 2019 ja tavoitteena on kehittää järjestelmää luotettavammaksi, kohdentaa tuotantoa ja konedatua, määritellä olennaisia mittauksia eri koneille, sekä saada uusia mahdollisia kehitysideoita järjestelmälle.

Työssä keskitytään valssaamon koneisiin. Työssä tutustutaan työympäristöön, kupariin ja sen muokkaukseen, konedatajärjestelmään, sekä kuparin muokkauksessa käytettäviin koneisiin. Työ keskittyy kuitenkin koneisiin vain perusteiden tasolla eikä työssä paneuduta syvällisemmin koneiden toimintaan. Lopuksi kehitetään datan ennakointia hyödyntämistä, sekä annetaan yhteenveto projektista. Järjestelmä yritetään saada mahdollisimman helppokäyttöiseksi, monipuoliseksi ja toimintavarmaksi.

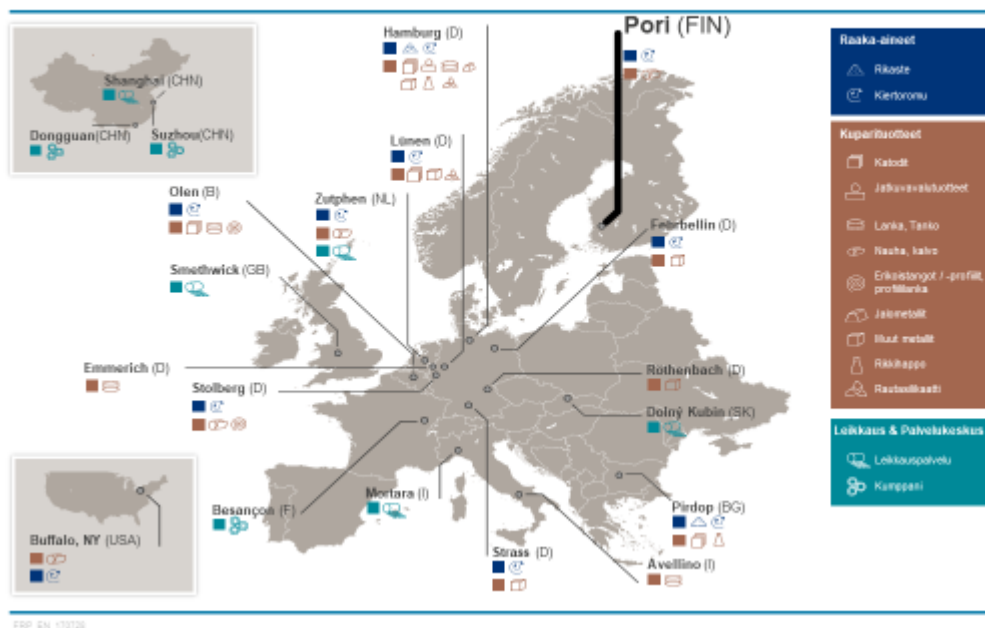
Haasteena työssä on saatavilla olevan datan suuri määrä ja sen kohdentaminen oikein. Työ aloitettiin tutustumalla seurattaviin tuotantokoneisiin, sekä Quva Flow-ohjelmistoon. Näiden perusteet opittua siirryttiin tutkimaan laitekohtaisia mittausarvoja ja järjestelmän epäkohtia. Epäkohtina voivat olla esimerkkinä mittausvirheet, taikka järjestelmävirheet. Työn inhimillisiin virheisiin ei paneuduta, ellei se ole selvästi toistuvaa ja tuotantoa vahingoittavaa. Itse mittauslaitteiden muutostoimenpiteisiin ei työssä tarkemmin keskitytä.

3 AURUBIS AG

Työn toimeksiantaja Aurubis Finland Oy on osa vuonna 1866 perustettua Aurubis konsernia. Aurubis valmistaa korkealaatuisia kuparituotteita, sekä on maailman suurin kuparin kierrättäjä. Tällä hetkellä kuparia valmistetaan yli miljoona tonnia vuodessa myytäväksi eteenpäin. Kuparista tehdään levyjä, nauhoja, sähköjohtoja, muotteja, valssattuja tuotteita, erilaisia listoja ja profiileita. Lisäksi yhtiö valmistaa ohessa kulta, hopeaa ja muita tuotteita, kuten rikkihappoa ja rautasilikaatteja. Työntekijöitä yhtiöllä on noin 6700 ympäri maailmaa. (Aurubis AG:n www-sivut 2020.)

Kuparin kysynnän lisääntymistä ajaa tällä hetkellä sähköverkon laajentuminen, etenkin Kiinassa. Muina kuparin lisääntyvän kysynnän ajureina toimivat kehittyvät maat, sekä uudenlaiset teknologiat. Esimerkiksi polttomoottoriautoissa on kuparia noin 20kg ja junassa noin 7 tonnia. (Aurubis AG:n www-sivut 2020.)

Toimipaikat



Kuva 1. Aurubis AG, (Aurubiksen sisäiset tiedostot, 2020)

3.1 Aurubis Finland Oy

Kupariteollisuuspuiston alueella toimii monia eri yrityksiä, joissa on yhteensä noin 1400 työntekijää. Teollisuusalue on noin 100 hehtaarin kokoinen alue Kokemäenjoen varrella. (Kupariteollisuuspuiston www-sivut 2020) Aurubis Finland Oy on osa saksalaista Aurubis-konsernia. Aurubis Finland Oy omistaa valimon, sekä pohjoismaiden ainoan kuparivalssaamon Porin Kupariteollisuuspuistosta. Outokumpu perusti tehtaan Poriin 1940. Tehdas siirtyi 2005 Luvatan omistukseen jonka jälkeen Aurubis AG hankki osan Luvatan toiminnoista vuonna 2011. Valssaamossa tuotteet käsitellään asiakkaan haluamiksi valmiiksi tuotteiksi. Työntekijöitä on noin 260 erilaisissa tuotanto- sekä asiantuntija tehtävissä. Kuparilaatujen valikoima on laaja ja tuotteet korkealaatuisia. Tuotanto on noin 45 000 tonnia vuodessa. (Aurubis Finland Oy vanhat www-sivut 2020.)

Tuotteita ovat valssatut kuparinauhat- ja levyt sekä pyörylät. Lisäksi Nordic Copper arkkitehtuurituotteet. Noin 90% tuotteista valmistetaan sähkö-, elektroniikka ja rakennusteollisuuden tarpeisiin. Porin uimahallin, sekä tornitalon julkisivut ovat Aurubiksen kuparia. (Aurubis Finland Oy uudet www-sivut 2020.)



Kuva 2. Kupariteollisuuspuisto, (Aurubis Finland uudet www-sivut 2020).

4 KUPARIN MUOKKAUS

4.1 Yleistä

Kuparia käytetään monipuolisesti, erityisesti johtimena sähkölaiteissa. Vain hopealla on kuparia parempi sähkönjohtavuus, mutta kuparin suurimpana haastajana toimii matalamman hinnan vuoksi kuitenkin alumiini, jonka sähkönjohtavuus on noin puolet kuparin sähkönjohtavuudesta. Sähkönjohtavuuteen vaikuttaa merkittävästi seosaineet ja valumenetelmät. Vertailuna Cu-OF seos (99,95 % Cu) johtaa sähköä %IACS mitaustavalla 100%, kun taas Cu-DHP (99,9 % Cu, 0,015-0,040 % P) johtaa 79 %IACS. Sähkönjohtavuuteen vaikuttaa merkittävästi lämpötila. Yleisarvona on pidetty, että kuparin vastus kasvaa 0,4 % yhtä Kelvin-astetta kohden. (Silvennoinen, S. 2001, 17). Erilaisia kuparilaatuja on luokiteltu liitteessä 1.

Kuparilla on myös hyvä lämmönjohtavuus, joten sitä käytetään usein jäähdytyskoneissa ja lämmönvaihtimissa. Kolmas kuparilta löytyvä hyvä ominaisuus on sen korroosiokestävyys johtuen kuparioksidin aiheuttamasta suojaavasta pintakerroksesta. Pintakerroksen ansiosta kuparia käytetään usein ränneissä, putkistoissa, katoissa, pintamateriaalina, sekä venttiileissä. Suurimpina käyttökohteina mainittakoon rakennus-, sähkö- ja elektroniikkateollisuus. (Silvennoinen, S. 2001, 8)

Kuparilla on hyvä muokattavuus. Sitä voi muokata sekä kylmänä, että kuumana ja oikealla käsittelyllä sille saadaan myös hyvä työstettävyys. Kuparia voidaan seostaa ja muokata eri menetelmillä erilaisten värien aikaansaamiseksi. Sitä voidaan käyttää pintamateriaalina rakennuksissa, sillä se kestää hyvin erilaiset sääolosuhteet. (Silvennoinen, S. 2001, 8)

Esimerkkinä kuparin käytöstä pintamateriaalina toimii Aurubis Finlandilla valmistetut esipatinoidut kuparipaneelit Porin uimahallin julkisivussa. Eteläpuolen paneeleihin lisättiin täysintegroitu aurinkolämpö, joka lämmittää altaita kesällä. Materiaaliksi valittiin kupari siksi, että sillä on erityisen hyvä lämmönjohtavuus. (Copperconcept [www-sivut](#), 2020)



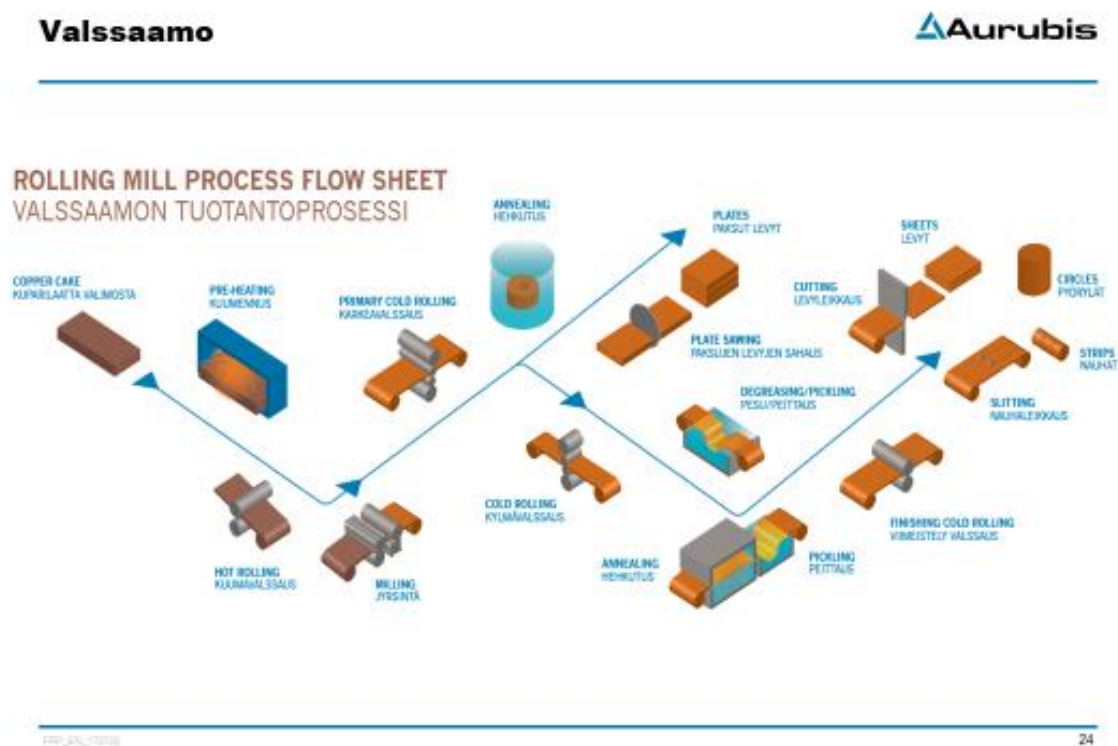
Kuva 3. Porin uimahalli, (copperconcept [www-sivut](#) 2011).

Kehittyvä teknologia luo jatkuvasti uusia vaatimuksia kuparille, kuten rakenteen homogeenisuus, jousimaisuus, pinnoitettavuus ja korkea puhtaustaso. Tästä syystä uusia seoksia kehitellään jatkuvasti ja tehtaiden tarjonta laajenee. Ympäristöystävällisyyden, sekä nollapäästö tavoitteiden yleistyessä on kuparin kysyntä lisääntynyt, sillä kuparin ominaisuuden eivät iän mukaan muutu ja materiaali on siksi helposti kierrätettävissä. Lisäksi sähköautojen suosion kasvaessa myös kuparin kysyntä kasvaa johtuen 4-ker-
taisesta kuparin määrästä sähköautoissa verrattuna polttomoottoriautoon. (Kriisimateriaalit [www-sivut](#), 2019)

4.2 Valssaamo

Porissa valssataan pyörylöitä, kuparilevyjä ja –nauhoja. Valmistuskapasiteetti on 45 000 tonnia vuodessa. Valssaamo on jaettu kolmeen eri osaa: ylävirta, tahdistin, sekä alavirta. Ylävirta kattaa askelpalkkiuunin, kuumavalssaimen, jyrsimet, sekä sahan. Uunin, sekä kuumavalssaimen läpi kulkee kaikki valssaamolle tuleva materiaali. Tahdistin kattaa kylmävalssaimet hehkutuksen, hitsauksen, peittauksen ja pesun. Kaikki materiaali ei kuitenkaan kulje jokaisen tahdistimen koneen läpi, vaan valmistusprosessi riippuu halutusta lopputuotteesta. Alavirta kattaa tuotteen leikkauksen, sekä pakauksen kuljetusta varten. (Aurubis Finland Oy www-sivut 2020)

Valssaamossa on 30 laitetta, joista suurimmasta osasta pyritään keräämään ja hyödyntämään dataa. Tällä hetkellä seurannassa on 13 laitetta, joista tuotetaan viikoittain koneisiin kohdennettu raportti. Pyrkimyksenä opinnäytetyössä on kehittää tuotantoa koneanalytiikan avulla kyseisellä 13 koneella.



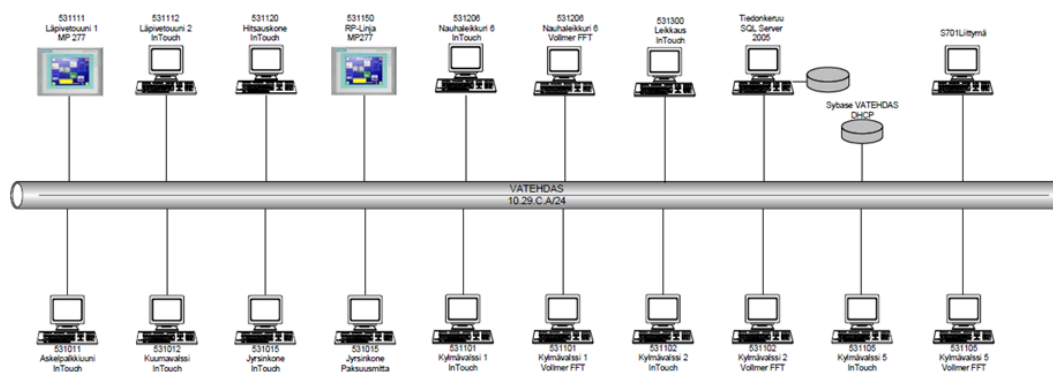
Kuva 4. Kuparivalssaamon toiminta, (Aurubiksen esittelymateriaali, 2020).

5 DATAN KÄYTTÖ

Saatavilla olevaa data pyritään hyödyntämään tuotannon suunnittelussa, ennaltaehkäisevässä kunnossapidossa, prosessikehityksessä, sekä laatuongelmien selvittämisessä.

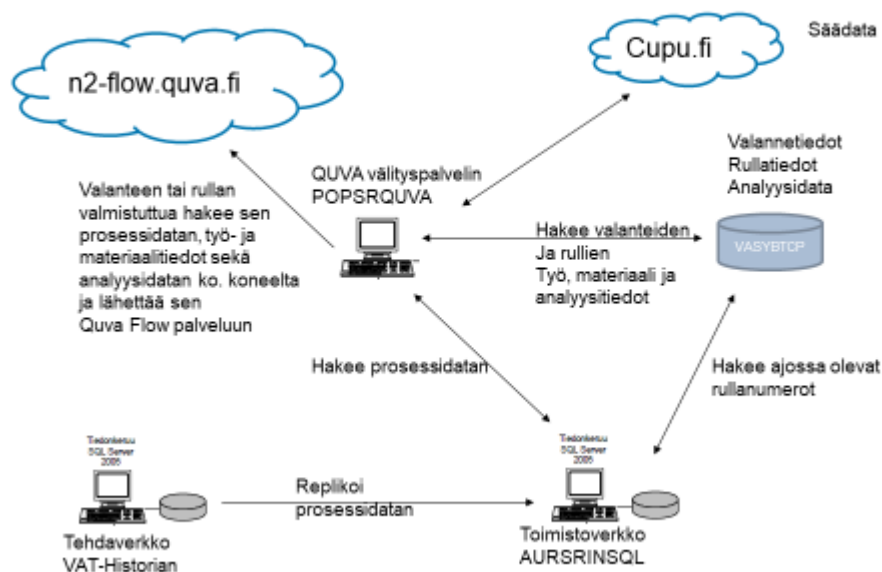
Data pyrkii antaman kaiken hyödyllisen tiedon prosessin eri vaiheista, jotta mahdolliset laatu- tai tuotantovirheet voidaan havaita ja korjata. Dataa tulee tuotantoprosessin aikana eri laitteilta ja rullanumeroiden avulla tiedot voidaan yhdistää tiettyyn tuotteeseen. Valssatulle tuotteelle tulee löytyä myös vastaava valanne valimon puolelta, jotta tietoja voidaan yhdistää. Kerätylle datalle on asetettu tiettyjä raja-arvoja, joissa on valmistuksen aikana pysyttävä. Raja-arvot ja kerätty data vaihtelevat konekohtaisesti sen mukaan, mitä on pidetty tärkeimpänä arvona tuotteen laadun näkökannasta.

Wonderware Historian kerää tehdasverkossa olevista laitteista prosessidataa ja lähettää sen toimistoverkkoon.



Kuva 5, Prosessidatan kerääminen, (Aurubiksen sisäiset tiedostot).

Toimistoverkko välittää prosessidatan Quva:n välityspalvelimelle, sekä hakee rullatiedot. Quva välityspalvelin kokoaa tiedot. Tietoa saadaan myös säädatasta Cupu.fi – verkkosivulta. Quva välityspalvelin kokoaa kaiken tiedon ja lähettää sen Quva Flow palveluun. Prosessi on helpommin havainnollistettavissa alla olevasta kuvasta.



2

25.03.2020

Kuva 6. Quva Flow toiminta, (Aurubiksen sisäiset tiedostot, 2020).

5.1 Esimerkkitapaus: valanteiden laatuongelmat

Valanteissa oli jo pidemmän aikaa havaittu ongelmia, ja tästä syystä laattoja oli hylätty. Laattojen pinnalle oli syntynyt kuplia, jotka aiheuttivat hylkäyksen. Mahdollisia toimenpiteitä kehittäessä todettiin hyödylliseksi Quva analytiikan pilottiprojekti, joka on menetelmiltä nykyisin käytettävän QF-ohjelmiston kanssa samanlainen. Viaksi osoittautui virheellisesti toimivat polttimet. Laatuongelman korjaamiseksi alettiin investoida polttimien toiminnan jatkuvaan seuraamiseen.

6 DATAN SOVELTAMINEN TUOTTEISIIN

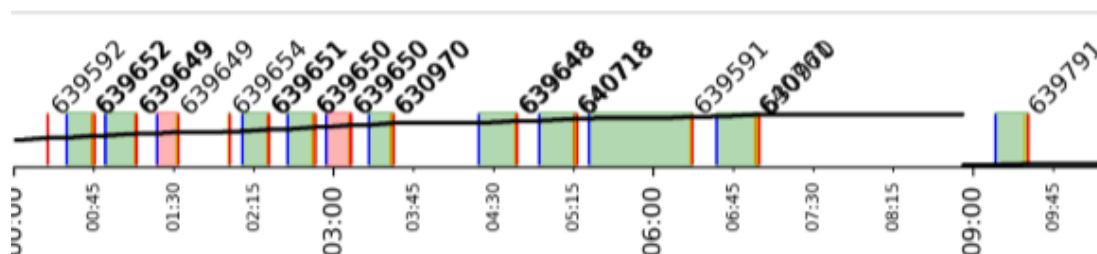
Saatu data tulee käyttäjälle näkyviin QF-ohjelmiston avulla. Ohjelmisto auttaa visualisoimaan datan, tekemään ongelmanratkaisua matemaattisilla menetelmillä, sekä suorittamaan muuttujien vaihteluanalyysia. Datasta on löydettävissä mahdolliset virhekohdat ja selitykset laatuvirheille. Ohjelma tarjoaa lisäksi mahdolliset virhedatat priorisoimalla ne. Tällä hetkellä ohjelmisto seuraa valssaamossa noin 1600 eri mittapistettä ja valimossa 350. Tarkoituksena ohjelmiston hankkimiselle oli laatuvirheiden vähentäminen, datan yksinkertaistaminen, prosessin yksinkertaistaminen ja selventäminen

Insinöörin näkökulmasta ohjelmisto auttaa havaitsemaan virhetilanteet nopeasti, sekä helpottaa kuvaajien tekemisessä. Koneet antavat dataa 1-30 sekunnin välein, riippuen datan reaaliaikaisuuden merkityksestä. Ilman ohjelmistoa kuvaajien ja analyysien tekemiseen kului paljon aikaa, eikä virheisiin välttämättä keretty reagoimaan ajoissa ja ongelman syy saattoi olla epäselvä.

Tällä hetkellä ohjelmalla ollaan saatu vähennettyä hylättyjen tuotteiden määrää, sekä rahallisia menetyksiä. Lisäksi haitallisia trendejä ja tapahtumia ollaan havaittu prosesseissa. Työn aiheena on saada enemmän ja tarkempaa dataa prosessin eri vaiheista ja oppia hyödyntämään sitä.

Työssä tarkastellaan kohdistettuja viikkoraportteja, ja niissä esiintyviä prosessivaiheiden hylkäyksiä, sekä hylkäyksiin johtaneita syitä. Kohdistetuissa viikkoraporteissa on konekohtaisesti määritelty, minkä muuttujan avulla saadaan tieto tapahtumasta. Tapahtuman alku on merkattu sinisellä viivalla, ja loppu punaisella. Työn läpi kulkeva musta viiva indikoi koneelle määrättyä muuttujaa, kuten esimerkkinä kuumavalsaimella pistoja ja hitsauskoneella linjan päällä oloa. Kohdistettu viikkoraportti on automaattisesti generoitu, ja kuvaa ainoastaan toistuvien rullanumeroiden ongelmaa. Raporteista havaittavissa olevat punaiset tapahtumat ovat niitä, joilla rullanumero ei ole vaihtunut. Näitä virhekohtia oli havaittavissa joiltakin koneilta suhteellisen paljon, joten työssä keskitytään niiden mahdollisiin syihin. Koneet, joissa rullanumeron vaihtumisen kanssa ei ole ongelmaa jätetään työn ulkopuolelle.

Alla oleva kuva toimii esimerkkinä automaattisesti generoidusta kohdennetusta viikkoraportista. Raportista on luettavissa virheellisinä rullat 639592, 639649, sekä 639550. Rullanumero ei ole kyseisissä rullissa vaihtunut, joten jälkimmäinen on hylätty. Kyseiselle koneelle rullien läpi kulkeva viiva on jatkuva, mikäli linja on ollut jatkuvasti päällä. Kello 09:00 on havaittavissa, että linja on välissä sammutettu.



Kuva 7. Automaattisesti generoitu viikkoraportti, (Aurubiksen sisäiset tiedostot, 2020).

QF-ohjelmisto on käytettävissä verkossa omilla käyttäjätunnuksilla. Ohjelmistosta löytää kaiken tuotantoprosessin aikana ylös kerätyn datan. Tavoitteena työssä on saada tietoa ylös mahdollisimman monelta mittauspisteeltä, tuoda tieto helposti käyttäjän ulottuville, sekä selvittää minkä takia osa datasta puuttuu järjestelmästä. Logiikan muutostoimenpiteillä pyritään saamaan aikaan toimiva logiikka konekohtaisesti. Järjestelmän konekohtaista toimintaa lähdettiin selvittämään tuotantoprosessin alusta, missä on kuumavalssain ja askelpalkkiuuni. Työn aikana järjestelmää pyrittiin muokkaamaan käyttäjien tarpeiden mukaisesti. Valannetietojen yhdistäminen valimon ja valssaamon välillä pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeäksi.

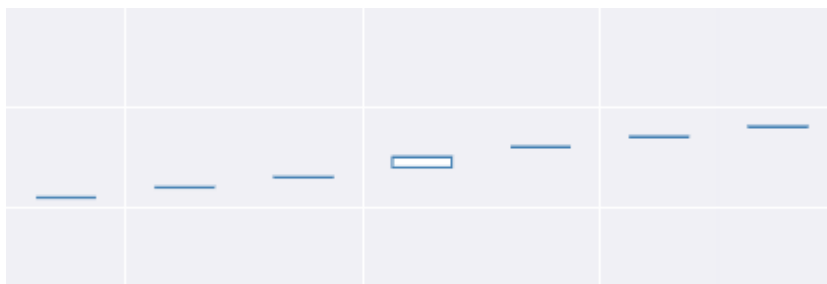
Lisäksi työn aikana kehitettiin uusi seurantajärjestelmä kuumavalssaimelle. Järjestelmää ei vielä otettu käyttöön, vaan se toimii esimerkkinä datan mahdollisena käyttökohteena.

6.1.1 Kaikilta koneilta seurattavat arvot

Työnumerot auttavat havainnollistamaan, mitkä laatat ovat samaa työtä, ja siihen koskevia tilaajan vaatimuksia. Työt saattavat olla yksittäisiä laattoja tai useamman laatan kokonaisuuksia. Samaa työnumeroa olevat työt pyritään ajamaan peräkkäin helpottaakseen tuotantoa.

Rullanumero on numerosarja, joka ei muutu kappaleen siirtyessä koneelta toiselle. Rullanumeron avulla voidaan hakea järjestelmästä siihen liittyvää dataa. Rullanumero kuitenkin voi muuttua hitsauskoneella, sillä eri rullanumeron omaavat rullat voidaan yhdistää. Tällöin käyttöön otetaan uusi rullanumero, johon ei liitetä vanhoilta emorullilta QF-ohjelmistoon kerättyä dataa. Emorulla on rulla, josta ollaan luotu uusi rulla tai rullia joko jakamalla emorulla useampaan osaan, tai yhdistämällä emorulla toisen emorullan kanssa.

Rulla ID on logiikalla toimiva laskuri, jonka arvo muuttuu jokaisen rullan ja koneen kohdalla. Oleellista Rulla ID:ssa on, että jokaisella rullalla on oma uniikki Rulla ID. Mikäli Rulla ID:n kanssa aiheutuu ongelmia, niin QF-järjestelmässä ei näy kyseisen laatan arvoja koneella, jossa virhe on tapahtunut. Tämä näkyy viikkoraporteissa hylkäyksinä, joissa on sama rullanumero peräkkäisissä laatoissa. Tästä esimerkki kuvassa 8, jossa keskimääräinen rulla on saanut kaksi eri Rulla ID – arvoa. Tämä on havaittavissa kuvaajassa näkyvästä vaaleasta alueesta. Mikäli Rulla ID olisi saanut oikean arvon, olisi kuvaajassa näkyvä merkintä muiden sinisten viivojen kaltainen. Kapea viiva tarkoittaa, että rulla ID arvo on tarkka, eikä ole muuttunut rullan aikana. Mikäli arvo muuttuu ajon aikana, tulee viivasta laatikkomainen. Tämä sen takia, että kuvaajan pystyakselilla on Rulla ID arvo. Tämän seurauksena jälkimmäisen rullan tiedot katoavat järjestelmästä, sillä järjestelmä tunnistaa datan vain ensimmäisen rulla ID:n mukaan.



Kuva 8, Esimerkki Rulla ID vaihtumisesta, (Quva Flow www-sivut 2020).

Jokaiselle seurattavalle laitteelle on työssä tehty oma kappaleensa, jossa käsitellään ensin koneen perustoimintoja, jonka jälkeen siirrytään datankeruulogiikkaan. Joillain koneilla datankeruussa ei ollut huomattavia puutteita, joten kappaleessa kerrotaan vain koneen perustoiminnot, sekä miten logiikka kerää tietoa kyseiseltä koneelta. Tavoitteena on parantaa ongelmallisten koneiden datankeruuta niin, että data saadaan kaikista tuotteista, sekä se on mahdollisimman tarkkaa. Työn aikana löytyneet virhekohdat ovat löytyneet koneiden toimintaa seuraamalla, sekä QF-ohjelmiston avulla. Virheellisten datankeruukohtien välille on pyritty löytämään yhtäläisyyksiä.

6.2 Kuumavalssain ja askelpalkkiuuni

Askelpalkkiuuni on valssaamon tuotantoprosessissa ensimmäinen laite. Tähän tulevat valetut laatat Aurubiksen valimolta, sekä muilta valimoilta. Uunin lämpötilaa säätelemällä laatat esilämmitetään noin 850 asteen lämpötilaan. Lämpötila on riippuvainen seosaineista, jotka yleisesti nostavat vaadittua lämpötilaa. Tämä voi esiintyä ongelmana, sillä tuotteita on monia erilaisia, joista osa tulee ajaa eri arvoissa. Uunin ajoon voi tulla paksu laatta, joka vaatii lähemmäs 900 asteen lämpötilan ja seuraava laatta voi olla huomattavasti pienempi ja vaatia 800 asteen lämpötilan.



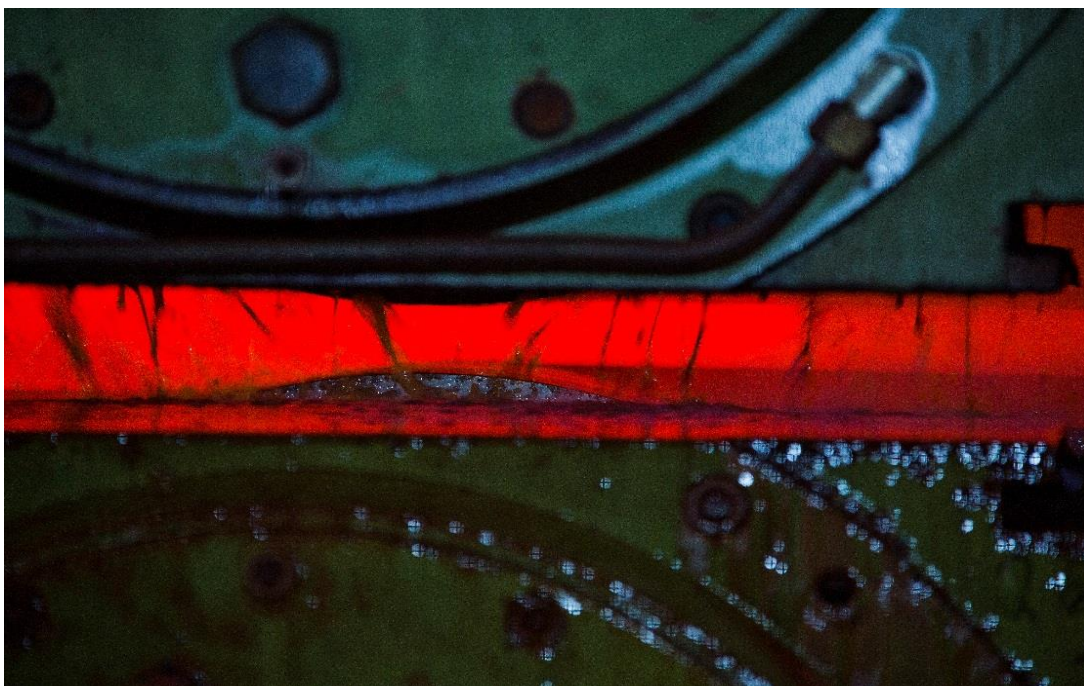
Kuva 9. Askelpalkkiuuni, (Aurubiksen esittelymateriaali, Aurubis sisäiset tiedostot 2020).

Huomioon tulee ottaa, että suurempi laatta lämpiää hitaammin. Liian korkea lämpötila voi aiheuttaa tarpeetonta hapettumista laatan pinnalla, ja liian pitkä hehkutusaika voi saada aikaan karkeita ”appelsiinipintoja”. Appelsiinipinta syntyy hapekkaassa atmosfäärissä, ja se on haitallinen tuotteen laadun kannalta. Oleellista on, että laatta on tasalämpöinen, jotta materiaalissa ei esiinny poikkeavaisuuksia. Laatan lämpötilan noustessa sen kimmomoduuli, murtovenymä, venymäraja, sekä murtolujuus pienenevät. Tästä johtuen kuumavalssaimella valssausvoimat ovat huomattavasti pienemmät, kun myöhemmin työssä vastaan tulevan kylmävalssaimen voimat.



Kuva 10, Appelsiinipinta.

Uunin jälkeen laatat etenevät kuumavalssaimelle. Kuumavalssaimella laatalle ajetaan pisto-ohjelma, jonka aikana laatta puristetaan sille haluttuihin mittoihin. Laattaa pääosin ohennetaan, eikä laatan leveyteen niinkään kosketa. Ajo-arvot ovat laattakohtaisia. Kuumavalssaimelta laatta jatkaa rataa pitkin jäähdytystunnelin kautta kelalle, joka leikkaa päädyt tasaiseksi ja kelaat laatan rullaksi. Kaikki laatat eivät päädy rulliksi vaan jatkavat laattoina. Nämä laatat päätyvät yksipuoleiselle jyrsinkoneelle tai sahalle.



Kuva 11. Laatta kuumavalssien välissä, (Aurubiksen esittelymateriaali, Aurubiksen sisäiset tiedostot 2020).

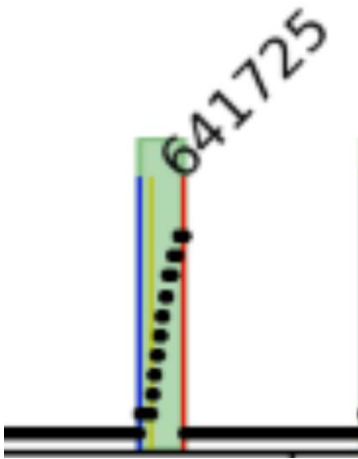
Kohdistettua dataa saadaan kuumavalssaimen logiikalla, joka paritetaan ”laatta valssauksen” muuttujan kanssa aikaleiman perusteella. Kyseinen muuttuja antaa tiedon, koska kuumavalssin käyttäjä on ottanut järjestelmän kautta laatan uunilta kuumavalssaimelle. Laatta on uunin luukkua lähempänä oleva laatta, joka seuraavaksi ajetaan. Laattoja saattaa olla vierekkäin kaksi, joten muuttuja kohdistetaan hakemaan laatta uunin vasemmalta/oikealta puolelta.

Rullanumero tallennetaan järjestelmään valssaimen toisella pistolla olevista arvoista, mutta rullan numeron haku kuitenkin suoritetaan joka pistolla.

Uuni tarkkailee jatkuvasti monia arvoja, kuten lämpötiloja ja paineita. Tarvittaessa järjestelmä antaa hälytyksen viasta. Ongelman tärkeysjärjestyksestä riippuen uuni joko sammuu heti, tai viisi minuuttia hälytyksen alkamisen jälkeen, mikäli hälytystä ei ole kuitattu.

Jatkuvaa tietoa välittää uunin tila, vyöhykkeiden lämpötilat, laattojen lämpötilat pyrometreilla, sekä ulkolämpötila. Tämä siksi, että laattojen laatua voidaan tarkkailla lämpötiloja seuraamalla. Lämpötilamuutokset vaikuttavat kuparin ominaisuuksiin, joten lämpötilan tulee olla jatkuvasti hallittuna. Rullanumeroiden seuraaminen koko tuotantoprosessin ajan on oleellista tuotantovirheiden paikallistamiseksi. Rullanumeroa ei kuitenkaan tule sekoittaa Rulla ID - arvon kanssa.

Kuumavalssaimelta dataa otetaan ylös 72 eri mittauspisteestä. Kohdistetuissa viikkoraporteissa tapahtuma alkaa kohdasta, jossa kuumavalssaimella oleva VA1012_Pisto_Act muuttuja poikkeaa ensimmäisen kerran perusarvosta 0 ja päättyvän kohtaan, jossa se palaa perusarvoon. Perusarvolla työssä tarkoitetaan arvoa, mikä on aina, kun ajo ei ole käynnissä. Rullanumero taas otetaan kohdasta, jossa VA1012_Pisto_Act muuttuja on suurempi, kuin perusarvo +1 ensimmäisen kerran. Pisto_Act muuttuja on piston järjestysnumero. Muuttujan siirtyessä isommaksi, kuin 1 on vuorossa toinen pisto, jonka aikana rullanumero haetaan. Tätä samaa järjestelmää noudattaa myös Kylmävalssaimet, mutta Konekohtaisilla ValXXX_Pisto_Act arvoilla. Toiminta on havainnollistettavissa kuvasta 12.



Kuva 12, Esimerkki pisto-ohjelman mukaisesta rullasta (Viikkoraportti 16).

Kuvasta 12 on havaittavissa muuttujan olevan ennen pisto-ohjelmaa perusarvossa 0. Laatalle ajetaan 10 pistoa, jonka jälkeen muuttuja palaa jälleen arvoon 0. Tämä on esimerkkitapaus onnistuneesta rullanumeron hausta.

Kuumavalssaimen toimintaa seuraamalla oli havaittavissa, että kelan automaattiajon äkillisesti katketessa rullan tiedot katosivat kuumavalssaimen osalta tietokannasta. Esimerkkeinä tällaisesta tapauksesta ovat laatan paksuuden mittaus ja kelaimen romulaatikoiden vaihto. Edellä mainitut toiminnat ovat turva-aidan sisällä tapahtuvia toimenpiteitä, jotka ovat välttämättömiä tuotannon kannalta. Lisäksi kelaimen valoverhon katketessa kesken ajon se pysäyttää koneen ja aiheuttaa tietojoen menetyksen.

Kelaimen valoverho on ihmisen turvallisuuden kannalta oleellinen laite. Päästäkseen koneen turva-aitojen sisäpuolelle on joko avattava jokin porteista, taikka kuljettava valoverhon ohitse. Mikäli ovi aukaistaan, tai valoverhon ohi kuljetaan, kone pysähtyy, jotta työtapaturmilta vältytään.

6.3 2-puolinen jyrsinkone

2-puoliselle jyrsinkoneelle kuumavalssilta tuleva rulla jyrsitään molemmin puolin, jotta hapettunut pintakerros saadaan poistettua. Jyrsinnän jälkeen rullan väliin ja päälle laitetaan suojaava välimuovi, jotta pinta ei vahingoitu. Valmiit rullat jatkavat 2-puoliselta jyrsinkoneelta seuraavaksi kylmävalssaimelle.

Dataa otetaan ylös 101 eri mittauspisteeltä. Kohdistetuissa raporteissa etsitään rullaindeksit, joille määritetään rullatapahtuman alku ja loppu. Määrittämisessä käytetään aikajaksoa, jossa kone on ollut yhtäjaksoisesti pisimpään päällä. Rullanumero otetaan kohdasta, jossa pituusmuuttujan arvo on mahdollisimman lähellä arvoa 50 m, mutta minimiarvo pituusmuuttujalle on 30 m.

Rullanumeroiden lukemisen kanssa tällä kyseisellä koneella ei ole ollut merkittäviä ongelmia. Viikolla 16 viivakoodikamera oli rikki, mikä aiheutti ongelmia datankeruuseen, sillä logiikka ei ymmärtänyt manuaalista syöttöä. Tästä voi ottaa huomioon, että mahdollisesti muillakin koneilla on ongelmia, mikäli toiminta on automaattista vaihdettu manuaaliseksi.

6.4 Kylmävalssaimet

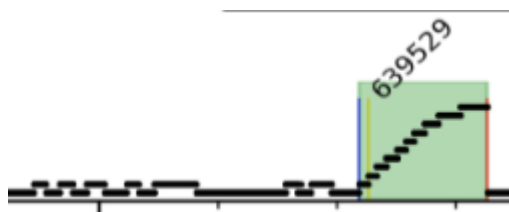
Kylmävalssaimella pyritään valssaamaan materiaali haluttuun paksuuteen. Valssausvoimat ovat huomattavasti kuumavalssainta korkeammat, sillä kupari lujittuu materiaalia muokattaessa. Lujittuminen on haitallista muokattavuuden kannalta. Mikäli materiaalia jatkojalostetaan, sitä on hehkutettava.

Laitteita on hallissa kolme erilaista, mitkä ovat periaatteeltaan hyvin samanlaisia. Työssä on koettu riittävänä tutkia Achenbach-kylmävalssainta, sillä datan kanssa on havaittavissa ongelmia. Hylkäysprosentti poikkeaa tällä koneella muista kylmävalssaimista. Tyhjästä aikaväleistä on havaittavissa, että kaikkea dataa tältä koneelta ei saada talteen. Poikkeavuudet muihin kylmävalssaimiin selittyvät osittain koneen alhaisemmasta automaatio-asteesta. Kohdistettua dataa viikkoraportteihin kerätään samalla periaatteella, kuin kuumavalssaimella.

Achenbach-kylmävalssain poikkeaa muista kylmävalssaimista siten, että koneen läpi ajetaan nauhan lisäksi myös laattaa. Koneen käyttö ei ole myöskään muiden kylmävalssaimien tapaan pitkälle automatisoitua. Pisto-ohjelmat vaihtelevat hyvin laatta-kohtaisesti, joka hankaloittaa datan keruuta. Lisäksi laatta-ajossa toimintaprosessi on hyvin erilainen verrattuna rullan valssaukseen. Laatta-ajossa toiminta on pitkälti manuaalista ajoa, sekä laatan pituus on huomattavasti rullaa lyhyempi ja laatta on huomattavasti paksumpi.

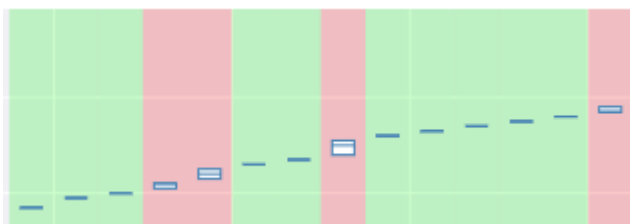
Saatavilla olevaa dataa analysoimalla voitiin todeta, että datan keräämiseksi tältä koneelta tulee muuttaa konekohtaista logiikkaa. Data oli ennen toimia kerätty kuuma-valssaimen tapaan, alkaen aina pisto-ohjelman alusta. Tässä kuitenkin oltiin havaittu ongelmallisuksia, joten logiikka muutettiin. Muutoksen myötä ohjelma luo laatta-ajossa myös pistonumerot, jolloin rullien erottelu toimii myös laatta-ajossa. Tällä toimenpiteellä saatiin dataa ylös myös laatta-ajosta.

Kuvasta 13 on havaittavissa laatta-ajon ja nauha-ajon ero kylmävalssaimella. Laatta-ajossa pistoja ei saada samalla tavalla kerääntymään porrasmaiseen sarjaan johtuen ajon eroavaisuudesta rulla-ajoon. Laatat eivät vaikuta seurattavaan hylkäysprosenttiin, mutta logiikkaa muuttamalla saatiin data ylös myös laatoista, joka on työssä oleellista.



Kuva 13 Kylmävalssaimen Laatta-ajo, (QF Viikkoraportti vko17).

Kylmävalssaimella oli myös rulla ID:n vaihtumisen kanssa ongelmia. Kuvassa 14 näkyy, kuinka punaisella pohjalla olevissa rullissa ID vaihtuu vasta kolmannella pistolla. Normaalisti tämän tulisi vaihtua jo ensimmäisen piston aikana. Mikäli rulla ID vaihtuu väärässä kohdassa prosessia se aiheuttaa datan katoamisen seuraavalta prosessiin tulevalta rullalta. Tietojen katoaminen taas ilmenee viikkoraportista kahtena peräkkäisenä samalla rullanumerolla ilmenevästä rullasta. Vihreällä pohjalla olevat rullat vaihtuivat jo ensimmäisen piston aikana ja rullien tiedot löytyvät järjestelmästä oikeilla rullanumeroilla.



Kuva 14, Rulla ID vaihtuu vasta kolmannella pistolla (QF ohjelmisto).

Mikäli koneelta kuitataan rulla valmiiksi ennen, kuin toinen pisto on ohi, aiheutuu rullanumeron kanssa ongelmia. Ongelma johtuu siitä, että toisen piston aikana on koneella kaksi eri rullanumeroa, eikä kone tiedä kumpaan se yhdistää datan. Kyseinen ominaisuus on tiedossa koneenkäyttäjillä ja varsinaista syytä merkata rulla valmiiksi ennen toista pistoa ei ole.

6.5 Läpivetouuni

Läpivetouunilla on tarkoitus saada muokkauksesta lujittunut kuparinauha uudelleen pehmeään tilaan lämpökäsittelyn avulla, jotta muovausta voidaan edelleen jatkaa. Hehkuttaessa jännitykset, lujuus ja raekoko muuttuvat. Hehkutusaikaa ja lämpötilaa säätelemällä voidaan vaikuttaa kappaleen mekaanisiin ominaisuuksiin. Käytännössä hehkutus suoritetaan jatkuvatoimisesti siten, että nauhaa kuljetetaan uunin läpi. Jotta pinnat eivät hapettuisi, on hehkutus tehtävä suojakaasussa tai hyvin matalassa ilmanpaineessa. Tehtaalla on käytössä suojakaasussa tehtävä hehkutus.

Kohdistettua dataa haetaan järjestelmään samalla tavalla, kuin 2-puolisella jysinkoneella. Rullanumero otetaan kohdasta, jossa pituusmuuttuja on mahdollisimman lähellä 50 m, mutta kuitenkin minimissään 30 m. Rullaindeksit otetaan kohdasta, jossa kone on ollut mahdollisimman pitkään yhtäjaksoisesti päällä.

Hylkäyksiä koneella tapahtui todella vähän, joten työssä ei pidetty oleellisena tutkia järjestelmän epäkohtia. Alhaisen hylkäysmäärän syynä voidaan pitää pitkälle automatisoitua ja helposti toistettavaa prosessia.

6.6 Hitsaus- ja reunauskone

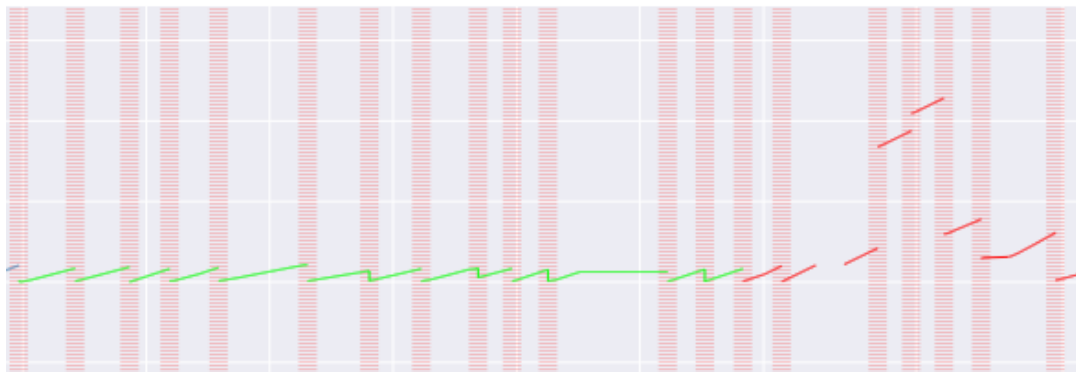
Koneella on tarkoitus leikata rullasta halutun levyisiä nauhoja ja yhdistää nauhoja toisiinsa hitsaamalla. Tämä siksi, että hitsaus yksinkertainen ja taloudellinen tapa liittää kupariosat toisiinsa. Kuparia hitsattaessa on otettava huomioon suuri lämmönjohtavuus ja lämpötilakerroin, mahdollisuus huokosiin, sekä kovuuden pieneneminen kuumennetulta alueelta. Ennen ajoa hitsauskoneelle syötetään hitsausvirta, polttimen nopeus, polttimen korkeus, sekä polttimen sivuttaissäätö. Hitsauksen jälkeen yhdistetään toisiinsa liitettyjen rullien rullanumerot yhdeksi uudeksi rullanumeroksi. Tämä on QF-järjestelmän kannalta poikkeavaa toimintaa ja monimutkaistaa datan keruuta.

Koneella on viikkoraporttien mukaan suurin hylkäysprosentti. Kohdistetuissa viikkoraporteissa data kerätään yhtäjaksoisesti ajan jaksolta jossa muuttuja VA1120_Linja_Paalla on 1. Rullanumero saadaan kohdasta, jossa VA1120_Nauha_Pituus_Act muuttuja on noin 10 metrin päässä nauhan loppupituudesta.

QF järjestelmästä puuttuu dataa koneelta 1120. Datan puuttuminen johtuu luultavasti virheellisesti toistuvista rullanumeroista. Mikäli rullanumero toistuu useamman kerran, vain ensimmäinen tapahtuma lähetetään järjestelmään. Lokeja tutkimalla oli havaittavissa, että tietokannasta ei löytynyt tiettyjen rullanumeroiden vastaavia tietoja toteutuspaikalle 1120, eli hitsaus- ja reunauskoneelle.

Prosessin osalta alkuprosessin dataa ei liitetä 1120 syntyneeseen uuteen rullanumeroon, joka voi sisältää 2-3 eri emorullaa. Näin ollen valimon dataa ei myöskään yhdistetä uusiin rullanumeroihin, vaan valannedata pysyy yhdistettynä emorulliin. Mikäli rullanumerolle löytyy useampi, kuin yksi valanne, ei haeta mitään dataa.

Kuvassa 15 on vihreällä viivalla merkattu nauhat, jotka ovat hyväksytyjä, kun taas punaisella olevat hylättyjä. Pystyakselilla muuttujana on nauhan pituus ja vaaka-akselilla muuttujana on aika. Dataa tutkiessa kävi ilmi, että mikäli nauhan pituus ei käy lähellä 0 m esiintyy ongelmia rullanumeroiden vaihtumisen kanssa.



Kuva 15, Nauhan pituus koneella 1120 (QF-ohjelmisto).

Työn aikana koneen logiikkaa vaihdettiin niin, että metrien nollaus lisättiin vetoke-
laan. Rullien välissä metrien nollaus on järjestelmän kannalta tärkeää, sillä rullanu-
mero otetaan pituusmuuttujan avulla. Ennen metrien nollauksen suoritti koneen käyt-
tāja. Muutoksen jälkeen seurannassa on, miten muutos vaikuttaa toistuvien rullanume-
roiden ongelmaan.

6.7 Peittaus- ja pesukone

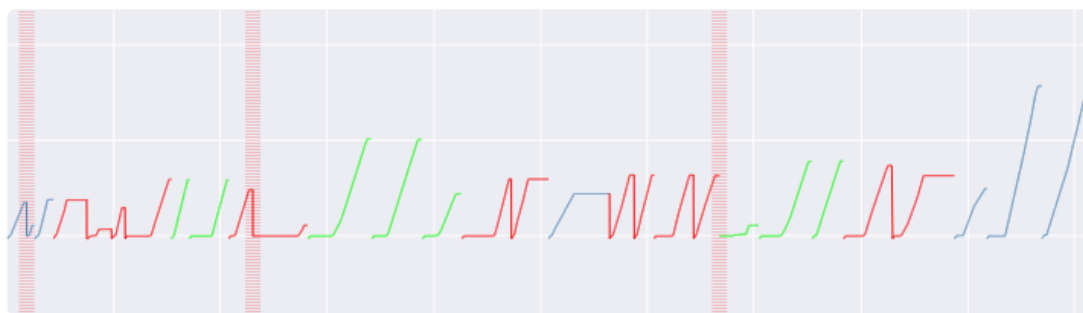
Prosessissa peitataan ja pestään kuparin pinta puhtaaksi. Jotta peittaus olisi mahdollista
on nauhan oltava puhdas öljystä yms. Peittauksen jälkeen nauha ajetaan pesukoneen
läpi.

Kohdistettua dataa kerätään samalla periaatteella, kuin 2-puoliselta jyrsinkoneelta.
Hylkäysten määrä ja datan puuttuminen koneelta on lähes mitätöntä, eikä havaittavissa
ole virheellisissä nauhoissa yhteisiä tekijöitä. Näin ollen työssä ei ole pidetty oleelli-
sena tutkia kyseistä konetta, vaan keskittyä koneisiin, joilla dataan keräämisessä on
havaittu ongelmia.

6.8 Rasvanpoisto- ja peittäuslinja

Tavoitteena on poistaa pinnalta rasvat, pestä ja kuivata nauha. Pesu suoritetaan alkalisella pesuaineella ja peittäus rikkihapolla. Tämän jälkeen pinta kuivataan.

Rulla ID etsitään koneelta määrittämällä tapahtuman alku ja loppu ajalta, jolloin kone on ollut pisimpään yhtäjaksoisesti päällä. Rullanumero taas saadaan pituusmuuttujan ollessa lähellä 50 m, mutta kuitenkin arvon ollessa minimissään 30 m.



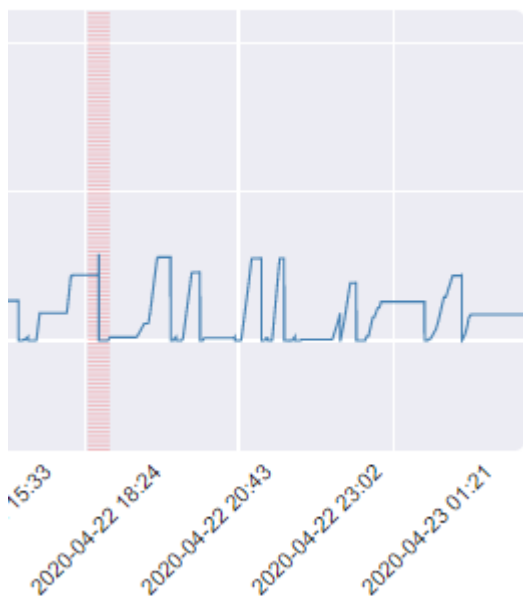
Kuva 16, 1150 pituustieto (QF-ohjelmisto).

Kuvassa 16 on näkyvissä koneen nauhan pituusmuuttujan tiedot. Kuvaajasta on havaittavissa, että mikäli rullan pituusmuuttuja ei katkea rullien välillä, rullanumeron tieto ei vaihdu. Tämä on havaittavissa punaisista viivoista kuvaajassa. Vihreät ovat oikein käyttäytyneitä rullia. Syytä miksi rullan pituustieto ei rullien välillä katkea selvitetään.

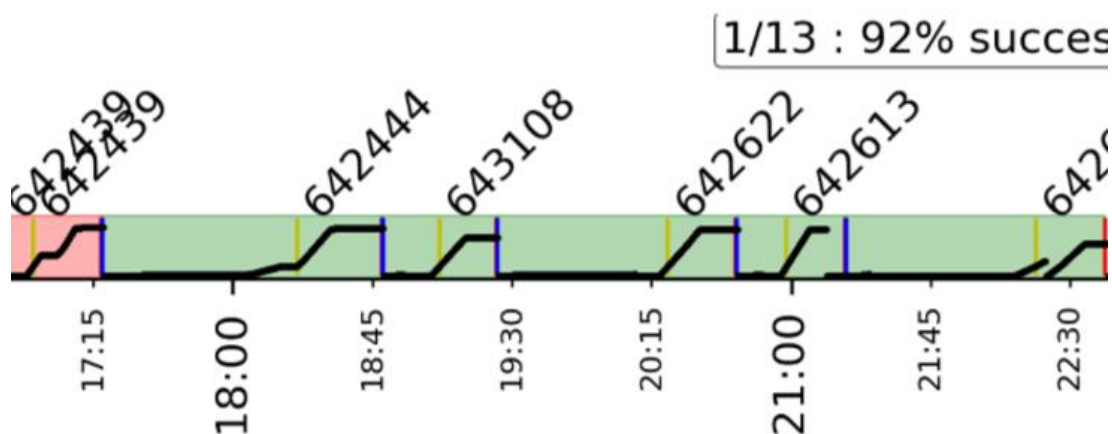
6.9 Nauhaleikkurit

Tavoitteena nauhaleikkureilla on leikata nauha kahteen tai useampaan kapeaan nauhaan. Nauhaleikkureita on valssaamossa neljä kappaletta, joista jokainen toimii hie-
man eri tavalla. Työssä käsitellään nauhaleikkureita, jotka on numeroitu numeroin
1201 ja 1206. Näitä koneita seurataan, sillä kyseisillä koneilla on paljon muuttuva ja
osan ajasta suuri hylkäysprosentti.

Nauhaleikkurilla 1201 on havaittavissa ajoittaista nauhan pituusdatan heittelyä, joka
poikkeaa normaalitoiminnasta. Kuvassa 17 on esimerkki tapauksesta, jossa nauhan
loppupäässä on tullut pituuteen pystysuora arvon vaihtelu. Tämä on aiheuttanut nau-
han hylkäyksen.

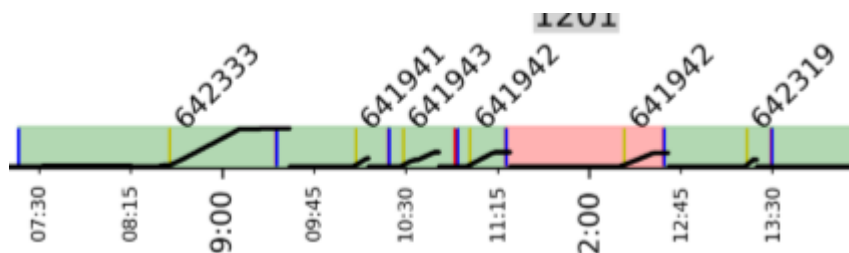


Kuva 17, Tiedon katkeaminen 1201 (QF-ohjelmisto).

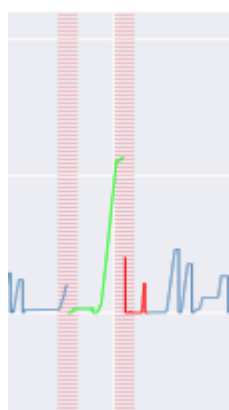


Kuva 18, Katkeaminen viikkoraportissa (Viikkoraportti 17).

Datasta oli myös havaittavissa kohtia, jolloin tieto katosi useamman nauhan ajalta. Tästä esimerkkinä kuvat 19 ja 20. Kuvassa 19 642333 ja 642319 välillä on havaittavissa neljä eri nauhaa. Dataa tarkastellessa kuitenkin käy ilmi, että töiden välillä tieto on katkenut. Kuvassa 20 rullanumero 642333 on merkattu vihreällä ja 642319 punaisella.

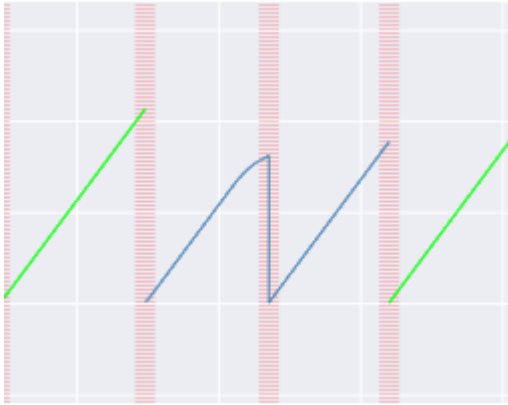


Kuva 19, Pituustieto katkenut 642333, tiedot puuttuvat 941,943,942 (Viikkoraportti 17).



Kuva 20, Datan katoaminen tietokannasta (QF-ohjelmisto).

Koneella 1206 ongelmalliseksi osoittautui nauhan pituustiedon kerääminen. Osassa nauhoista pituustieto ei katkennut nauhojen välillä aiheuttaen virheen rullanumeroiden keräämisessä. Kyseinen ilmiö on havaittavissa kuvasta 21, jossa vihreällä on merkattu oikein käyttäytyneet nauhat ja sinisellä kaksi eri nauhaa, joiden välissä nauhan rulla-numero ei ole päässyt vaihtumaan.



Kuva 21, 1206 nauhojen välillä ei pituustieto katkea=tuplarulla (QF-ohjelmisto).

7 DATAN ENNAKOIVA HYÖDYNTÄMINEN

Datasta on ajoittain havaittavissa merkkejä tulevista ongelmista. Tällaisesta esimerkkinä toimii valssausvoimien kasvaminen ennen, kuin tukivalssi hajoaa. Valssausvoimien kasvaminen on havaittavissa valssaaajan näytöltä, sekä QF-ohjelmistosta. Reaaliaikaisella datalla voidaan tämä nähdä etukäteen ja reagoida ennen, kuin ongelmia ehtii syntyä. Näin vältetään mahdolliset seisaukset ja pystytään suunnittelemaan kunnossapito-ohjelma optimoidusti. Tuotantolaitteiden dataa seuraamalla voidaan havaita normaalioloista poikkeavaa toimintaa ja tämän tiedon perusteella voidaan suunnitella mahdollisia kunnossapitotoimenpiteitä. Reaaliaikaista dataa pyritään hyödyntämään työn aikana kehiteltyssä kuumavalssaimen näytössä.

Ennakoivassa kunnossapidossa pyritään, ettei korjaustarvetta koskaan syntyisi. Tuotannosta havaittavissa oleviin normaalista poikkeaviin tapahtumiin pyritään reagoimaan mahdollisimman nopeasti. Tuotanto pyritään pitämään mahdollisimman optimoituna. Optimointi onnistuu aikatauluttamalla tuotantolaitteiden kunnossapitotoimenpiteet tuotannon kanssa yhteensopiviksi.

7.1 Kuumavalssaimen ajoarvoja tarkkaileva näyttö

Datalle pyrittiin etsimään mahdollisia uusia käyttökohteita. Tarpeelliseksi koettiin uudenlainen laatan lämpötilan ja toteutuneiden valssausarvojen tarkkailuun tarkoitettu näyttö. Tässä kappaleessa on havainnollistettu tähän tehtävään mahdollinen näyttö. Näytöstä on havaittavissa tietylle tuotteelle yleiset valssausarvot, sekä laatan lämpötila. Tämä hyödyttää koneen käyttäjää löytämään sopivan pisto-ohjelman ja havaitsemaan normaalista poikkeavan toiminnan.

Järjestelmä kokoaa dataan kertyneet lämpötila- ja valssausvoimatiedot ja tallentaa ne tulevaa käyttöä varten. Kertynyttä dataa verrataan valssattavissa olevan tuotteen arvoihin. Näin eri tuotteille saadaan tuotekohtaiset yleisarvot, joiden avulla voidaan havaita poikkeamia normaalista.

Kuumavalssaimen ajotietokone saa tiedon ajettavasta laatasta hakemalle laatan tiedot sen siirtyessä uunilta valssaukseen. Tällöin tulee näkymään tuotteelle aiemmin toteutuneet lämpötilat ja valssausvoimat. Mikäli arvot poikkeavat huomattavasti aiemmin toteutuneista arvoista järjestelmä maalaa kyseiset arvot punaisiksi, jotta poikkeavat arvot ovat käyttäjälle helposti havaittavissa.

Lämpötila on saatu kolmelta eri pyrometriltä, joista kaksi on uunissa ja yksi kuuma-valssaimen radan yläpuolella. Uunissa olevat pyrometrit ovat uunin suuluukun lähellä, eri puolilla uunia. Pyrometri lukee lämpötilan pinnalta, jonka se näkee. Tässä tapauksessa pinnat ovat laatan molemmat päädyt. Tämä ei kuitenkaan kerro laatan keskiosassa olevaa lämpötilaa. Mikäli laatta on tasaisesti lämmitetty ja ollut uunissa riittävän kauan on laatan lämpötila jakautunut tasaisesti. Jos laatta on nopeasti lämmitetty uunin etuosassa, on keskiosa vielä viileämpi ja näin ollen ominaisuuksiltaan erilainen kuin reunat. Etuosalla tarkoitetaan uunin osaa, josta kuuma laatta otetaan pois.

Radalla oleva pyrometri lukee lämpötilan laatan yläpuolelta. Lämpötilaan ei voi enää vaikuttaa tässä vaiheessa muuten kuin jäähdyttämällä laattaa radalla ennen valssausta.

Keskimäärin haluttu lämpötila laatoilla on noin 850C. Lämpötila voi olla matalampi tai korkeampi, riippuen laatan lisäaineista. Homogenisoidessa laattaa on lämpötilaa pidettävä tasaisena uunin pyrometriensä kohdalla pidemmän aikaa. Näin varmistetaan, että materiaali on erityisen korkealaatuista ja tasaista. Homogenisointi tehdään kuitenkin vain halutuille laatoille.

Näytössä näkyy yleisesti tuotteelle toteutuneet ajo-arvot. Saman tuotekoodin omaavat laatat ajetaan aina samanlaisilla arvoilla, joten niiden välillä voidaan vertailla ajo-arvoja. Näytössä näkyy lämpötilan muuttujat, sekä valssausvoima. Näille muuttujille haetaan tietokantaan kertyneet arvot aiemmista valssauksista. Tiedot yhdistetään aiemmin valssattujen saman tuotekoodin omaavien laattojen kanssa. Esimerkkinä tuotekoodin PCL0002 omaava laatta on yleisesti ajettu noin 800C lämpötilaan.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin, sillä yhtiö koki tarpeelliseksi kehittää konedatan käyttöä. Aurubiksella oli jo käytössä QF-ohjelmisto ennen opinnäytetyön aloittamista. Työn avulla ohjelmistoon kerääntyvää dataa saatiin kohdennettua paremmin eri koneilta. Oleellisenä pidettiin parantaa tiedon keruuta eri koneilta, ja luoda datalle uusia käyttökohteita.

Projektin aikana QF-ohjelmistoa saatiin kehitettyä käyttäjäystävällisemmäksi. Tehtyjä toimenpiteitä olivat mm. datan kohdentaminen tietyille koneille, valimon, sekä valsaamon datan yhdistäminen, datan löytyminen kaikille tuotteille, sekä konekohtaisten rullanumero-ongelmien selvittäminen.

Opinnäytetyö aloitettiin keväällä 2020 tutustumalla järjestelmän toimintaan, konekohtaisiin toimintaohjeisiin, sekä kuparin muokkauksen perusteisiin. Teoriaosuudessa käsiteltiin kuparin muokkausta ja erilaisia käyttötarkoituksia, ja Aurubiksen toimintaa. Konekohtaisissa kappaleissa käsiteltiin koneiden toimintaa, sekä konedatan keräämistä. Mahdollisia virhekohtia etsittiin QF-ohjelmistoon kerääntyneen datan avulla. Puuttuva tai virheellinen data pyrittiin etsimään tarkastelemalla eri muuttujien poikkeuksellista toimintaa. Koneen käyttäjiltä kyselimällä ja dataa tutkimalla selvitettiin datan käyttäytymistä poikkeuksellisissa tilanteissa. Poikkeuksellisia tilanteita ja datankeruun kanssa aiheutuneita ongelmia voitiin soveltaa osittain eri tuotantolaitteiden välillä. Työn aikana saatiin kerättyä mahdollisia syitä datankeruun ongelmiin, sekä luotua uusi käyttökohde kerätylle datalle.

Työn aikana hahmottui aihealueen rajaus osalle 13 seurattavasta koneesta ja datan keruuta pyrittiin parantamaan konekohtaisesti. Koneiden ongelmien selvittäminen auttoi havainnoimaan koneen-, sekä logiikan toimintaa. Logiikka oli osittain samanlainen kaikilla koneilla, joten koneiden logiikan virhekohtia voitiin soveltaa koneiden kesken.

Aurubis on ollut kesätyöpaikkani vuodesta 2017, joten työpaikka oli entuudestaan tuttu. Tuotantoprosessin toiminnan selvittäminen oli palkitsevaa ja opettavaista. Haasteena työlle esiintyi toimihenkilöiden saavutettavuus. Osa tuotantoprosesseista osoitautui haastaviksi ja vaativat selvästi muita prosesseja enemmän aikaa. Painotus työssä kuumavalssaimen ja askelpalkkiuunin logiikkaan johtuu aiemmasta kokemuksesta kyseisiltä koneilta. Lisäksi kuumavalssaimelle koettiin tarpeelliseksi kehittää uudenlainen kerättyä dataa hyödyntävä järjestelmä.

LÄHTEET

Silvennoinen, S. & Metalliteollisuuden keskusliitto MET 2001, Raaka-aine käsikirja 3: Kuparimetallit, Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy 2001

Aurubis AG:n www-sivut 31.03.2020. <https://www.aurubis.com/en>

Aurubis Finland vanhat www-sivut 31.03.2020. <https://finland.aurubis.com/>

Aurubis Finland uudet www-sivut, 27.05.2020. <https://www.aurubis.fi/about-us/>

Copperconcept verkkoartikkeli Porin uudesta uimahallista 29.09.2011 <https://copper-concept.org/fi/referenssit/kupari-taipuu-kauniisti-taeysintegroiduksi-aurinkolaem-pojulkisivuksi>

Kupariteollisuuspuiston www-sivut 31.03.2020 <https://www.kupariteollisuus-puisto.fi/>

Kriisimateriaalit www-sivut, Vähäpäästöinen yhteiskunta rohmuaa kuparia 2020. <https://www.kriittisetmateriaalit.fi/vahapaastoinen-yhteiskunta-rohmuaa-kuparia/>

Quva ohjeistusmateriaali 2020

Aurubis sisäiset tiedostot 2020

KUPARIMETALLIEN LUOKITTELU

Seos	Tyyppi	Ominaisuudet	Käyttökohteet
Kuparit	Hapeton kupari	Erinomainen lämmön ja sähköjohtavuus	Sähköjohtimet
	Happikupari	Hyvä sähköjohtavuus	Sähköjohtimet, katot ja julkisivut
	Deoksidoitu kupari	Hyvä muokattavuus	Putket
	Hopeakupari	Hyvä sähköjohtavuus, sekä hyvä virumislujuus	Sähköteollisuus
Niukkaseoksiset kuparit		Ominaisuudet riipuvat seosaineista. Seosaineita on enintään 5%	
Kupariseokset	Kupari – sinkki seokset	messingit, joissa on hyvät lujuusominaisuudet	Pellitykset, verhoukset, jouset, ruuvit, naulat
	Kupari - tinnaseokset	Erinomainen korroosiokestävyys	Jousi ja kosketinaineena
	Kupari- nikkeli – sinkkiseokset	Hyvä korroosionkestävyys, hyvä muokkauslujittuminen	Koriste-esineet, mitalit, astiastot, ruokailuvälineet, vetoketjut, silmälasisangat
	Kupari - nikkeli-seokset	Suuri korroosionkestävyys	Lauhduttimet ja lämmönsiirtimien putket, joissa vaaditaan suurta korroosionkestoa
	Kupari - alumiini-seokset	Hyvä lujuus, erinomainen korroosiokestävyys, hyvä kulumiskestävyys	Laakerit ja kulutuskappaleet
Kuparin erikoiseokset			

(Taulukko 1. Kuparimetallien luokittelu)