

Markus Tihinen

**KYLMÄVALSSATUN NAUHAN NAARMUJEN AIHEUTTAJAT JA
NIISTÄ SYNTYVÄT LAATU- SEKÄ SAANTIKUSTANNUKSET**

**KYLMÄVALSSATUN NAUHAN NAARMUJEN AIHEUTTAJAT JA
NIISTÄ SYNTYVÄT LAATU- SEKÄ SAANTIKUSTANNUKSET**

Markus Tihinen
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotalous

Tekijä: Markus Tihinen

Opinnäytetyön nimi: Kylmävalssatun nauhan naarmujen aiheuttajat ja niistä syntyvät laatu- sekä saantikustannukset

Työn ohjaajat: Marko Dunder, Ilkka Rainto, Esa Törmälä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2017

Sivumäärä: 50 + 1 liite

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Outokumpu Stainless Oy:n valssainten alueen yhtä suurimmista laatuvirheistä, joka on vetonaarmu. Tavoitteena oli tutkia, voitaisiinko toimintatapoja tai prosessin parametrejä muuttamalla minimoida laatu- virhettä. Lisäksi tuli selvittää kyseisen laatuvirheen aiheuttamia laatu- ja saantikustannuksia.

Työssä tutustuttiin vetonaarmun historiatietoihin ja tutkimukset rajattiin yhteen prosessiin. Tätä kautta saatiin tietoja virheen esiintymisestä ennen erilaisia testejä. Lähtöoletuksena oli, että vetonaarmu syntyy Sendzimir-kylmävalssauksessa pujotusvaiheessa, kun tuotenuharulla pujotetaan 2-kelaimelta 1-kelaimelle. Siksi päädyttiin testaamaan erilaisia työtapoja prosessissa, johon myös tutustuttiin kauttaaltaan.

Laatuvirheen tutkimisessa saatiin uusia näkemyksiä siitä, missä vetonaarmu syntyy. Outokumpu Stainless Oy:n omien tutkimuksien mukaan virheen syntyoletuksena on edelleen Sendzimir 1 -valssain, mutta vetonaarmun synty on lisäksi paikannettu kylmävalssausta edeltävään työvaiheeseen. Tarkempaa syytä ei ollut vielä opinnäytetyön loppuvaiheessa selvillä, koska vetonaarmuun liittyvät testit olivat vielä kesken. Tämän vuoksi myös vetonaarmun laadulliset historiatiedot tulee kyseenalaistaa, joten työssä ei käsitellä vetonaarmun aiheuttamia laatu- ja saantikustannuksia. Tärkein työn tulos muodostui pohdinnasta laaduntarkastelun ja pinnantarkastuksen kehittämiseksi. Pohdittiin uusia menetelmiä, joilla saataisiin nopeampaa tietoa laatuvirheen paikantamiseksi. Pinnantarkastuksen osalta pohdittiin, voitaisiinko tulevaisuudessa siirtyä automaattiseen pinnantarkastukseen ja toimitaanko pinnantarkastuksessa tällä hetkellä maksimaalisilla resursseilla. Useat testit toteutettiin intuitioiden perusteella ja joillakin testeillä saatiin kumottua vanhoja uskomuksia siitä, miten vetonaarmua voitaisiin minimoida Sendzimir-valssauksessa.

Asiasanat: Sendzimir, vetonaarmu, laatu, saanti

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Machine and Production Technology, Production Economics

Author: Markus Tihinen

Title of thesis: Causes and costs of quality and supply of the scratch in cold rolling mills

Supervisors: Marko Dunder, Ilkka Rainto, Esa Törmälä

Term and year when the thesis was submitted: spring 2017

Pages: 50 + 1 appendice

This thesis was made for Outokumpu Stainless Oy Cold Rolling Mill 1. Thesis investigated one major quality defects of Sendzimir Cold Rolling Mill 1 which is called the scratch. Finding the correct working methods or process parameters to minimize this defect were the main objectives of this thesis. Researching the quality and supply costs of the scratch were also important issues.

Thesis started by studying the history of the scratch and the focus of this work was defined to a single process. Theory of how the scratches of Sendzimir mills are born were that it appears when the product is threated from exit coiler to entry coiler before second pass of the cold rolling mill. Therefore there were numerous of tests to decrease this quality defect whom leant on to the theory about the scratch.

Most important results were thoughts of quality control and the surface controlling and possibilities to develop them both. Main thoughts considered is there a possibility to locate quality defects faster and easier. As a result formed also a new assumption of how the scratch appears to the product in addition to Sendzimir 1. Outokumpu Stainless Oy's own researches noticed that the origin of the defect can possibly be Sendzimir 1 or another process before cold rolling while this thesis concentrated in cold rolling. Researches by Outokumpu Stainless Oy were still operating when this thesis was at the final point. That's why the history of this defect must call into question and the costs of quality and supply of the scratch must leave out of this thesis.

Keywords: Sendzimir, scratch, quality, supply

ALKULAUSE

Opinnäytetyö on tehty Outokumpu Stainless Oy:lle, joka sijaitsee Torniossa ja on ruostumattoman teräksen valmistaja. Työ suoritettiin Tornion tehtaisiin kuuluvalla kylmävalssaamo 1:llä.

Työn ohjaajana toimivat Outokumpu Stainless Oy:ltä valssainten alueelta käytönsinööri Marko Dunder ja vanhempi kehitysinsinööri Ilkka Rainto. Oulun ammattikorkeakoulun puolelta työn ohjaajana toimi lehtori Esa Törmälä. Heille kaikille haluan esittää kiitokset hyvistä ideoista, opastuksesta ja joustavuudesta työn aikana. Tämän lisäksi haluan kiittää koko Outokummun henkilöstöä yhteistyöstä. Kiitos kuuluu myös isälleni Matti Tihiselle, jonka yli 20 vuoden kokemus Outokumpu Stainless Oy:stä ja valssainten alueesta tuli tarpeeseen useaan kertaan pieninä vinkkeinä työtä tehdessäni.

Oulussa 20.2.2017

Markus Tihinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
MERKKIEN SELITYKSET	8
1 JOHDANTO	9
2 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA	10
2.1 Outokumpu Stainless Oy	10
2.1.1 Tornion tehtaot	11
2.1.2 Kylmävalssaamo 1	12
2.1.3 Valssainten alue	14
2.2 Sendzimir-valssaimet	15
2.2.1 Prosessin työvaiheet	16
2.2.2 Valssainten teräslaadut	20
2.3 Laatu	22
2.3.1 Laatujohtaminen	22
2.3.2 Outokumpu ja laatu	23
2.3.3 Laatuvirheet	23
2.3.4 Sendzimir-valssaimella syntyvät laatuvirheet	24
2.4 Vetonaarmu	25
2.4.1 Vetonaarmu Sendzimir 1 -valssaimella	27
2.4.2 Tämänhetkiset toimenpiteet vetonaarmun minimoimiseksi	30
2.4.3 Materiaalin romuttaminen ja vetonaarmu	32
2.5 Saanti kylmävalssaamalla ja valssainten alueella	34
3 TESTIT JA NIIDEN TULOKSET	36
3.1 Automaattipujotuksen onnistumisen merkitys tuotenauhan pujotuksessa kelaimelta toiselle	36
3.2 Tuotenauhan pujotus 1-kelaimelle valssipesän/minimivalssausvoiman avulla	37
3.3 Paksujen tuotenauhojen jatkopäät	39
3.4 PDA-piirtojen hyödyntäminen laatuvirheeseen	39

3.5 Pahvin tai välipaperin käyttäminen tuotenuhan pujotuksessa	39
3.6 Tulokset	40
4 EHDOTETUT JATKOTOIMENPITEET VETONAARMUN VÄHENTÄMISEEN	41
4.1 Paksujen tuotenuhojen jatkopään muutos	41
4.2 SZ1:n yläpainerullien ja alapainerullaston tarkastelu	41
4.3 Mahdolliset muutokset tuotenuhan pujotussekvenssiin	42
4.4 Laatuvirheen paikallistaminen ennen tai jälkeen SZ-valssauksen	42
5 LAADUN TARKASTELUN MAHDOLLISET TOIMINTATAPAMUUTOKSET	43
6 YHTEENVETO	45
LÄHTEET	48
LIITTEET	50
Liite 1 SZ1 Manuaalipujotuksen merkitseminen tuotenuhoille	

MERKKIEN SELITYKSET

252	vetonaarmu Sendzimir-valssaimella
HP	hehkutus- ja peittäus
K1	1-kelain
K2	2-kelain
KYVA	kylmävalssaamo
SK/AK	syöttökelain/aukikelain
SZ	Sendzimir

1 JOHDANTO

Outokumpu Stainless Oy kuuluu maailman johtaviin ruostumattoman teräksen valmistajiin. Tämä opinnäytetyö on tehty Outokummun Tornion tehtailla, joka on maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos. (Tornion tehtaat ja Kemin kaivos_esitykalvot_2016, 14.)

Työssä tutkitaan Sendzimir-valssauksessa syntyvää vetonaarmuvirhettä ja pyritään löytämään erilaisia työtapoja tai prosessin muutoksia, joilla vetonaarmua saataisiin vähennettyä. Vetonaarmu on jo kauan ollut yksi suurimmista laatuvirheistä valssainten alueella. Virhe on myös yksi merkittävimmistä saantihäviöiden aiheuttajista. Aihe oli minulle entuudestaan tuttu ja sitä kautta sopiva, koska olen työskennellyt Outokummun valssainten alueella Sendzimir 2 -valssaimella useana kesänä työntekijänä ja toiminut valssainten alueella myös työnjohtajana.

Työssä tutkitaan valssainten alueen vetonaarmun esiintymisen nykyinen tilanne ja pyritään minimoimaan vetonaarmun synty yhdessä prosessissa erilaisten testien avulla. Lisäksi tutkitaan vetonaarmun aiheuttamia laatu- sekä saantikustannuksia.

2 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA

Outokumpu Stainless Oy on lähtökohdiltaan ennen kaikkea laadukkaan ruostumattoman teräksen valmistaja. Seuraavat luvut käsittelevät opinnäytetyön kannalta tärkeitä lähtötietoja ja Outokumpua yrityksenä, tutkittavan aiheen rajausta ja teoreettista pohjaa tutkittavasta aiheesta ja siihen liittyvistä taustoista.

2.1 Outokumpu Stainless Oy

Outokumpu on metalliteollisuuden alan osakeyhtiö, jonka päätuote on nykyisin ruostumaton teräs. Yhtiö on perustettu 1930-luvulla. Nykyisenä toimitusjohtajana toimii hollantilainen Roeland Baan. Outokummun pääkonttori sijaitsee Suomessa, Espoossa. (Me olemme Outokumpu syyskuu 2016, 7 - 8, 14, 19.)

Outokumpu kuuluu maailman johtaviin ruostumattoman teräksen valmistajiin. Sen osuus Euroopan ruostumattoman teräksen markkinoista oli vuoden 2015 lopussa noin 30 prosenttia ja globaalissa mittauksessa osuus oli maailman markkinoista noin 8 prosenttia. Suomen lisäksi Outokummulla on toimintaa Ruotsissa, Saksassa, Hollannissa, Iso-Britanniassa, Yhdysvalloissa, Kiinassa ja Meksikossa (kuva 1). Yhtiössä työskenteli maailmanlaajuisesti vuoden 2015 lopussa noin 11 000 työntekijää. (Tornion tehtaot ja Kemin kaivos_ esittelykalvot_2016, 4, 7, 8.)

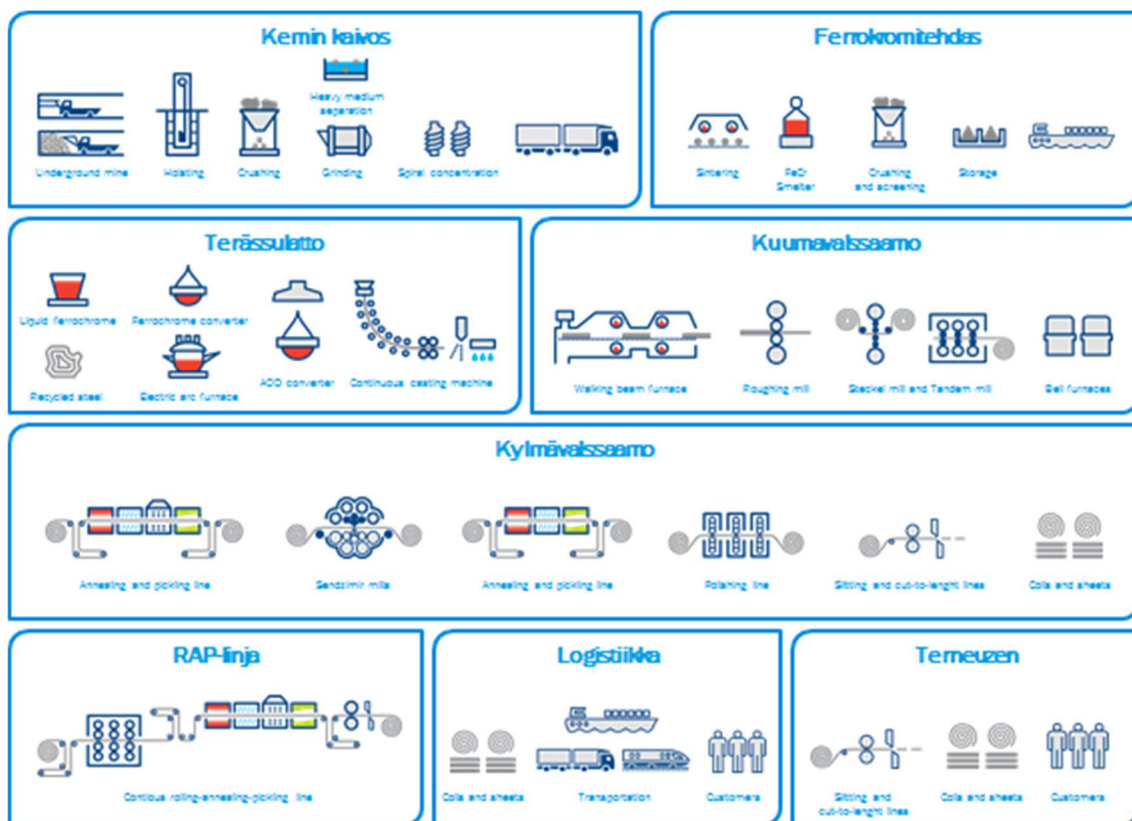


KUVA 1. Outokumpu globaalisti (Me olemme Outokumpu syyskuu 2016, 8)

2.1.1 Tornion tehtaat

Torniossa toimii maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos, johon kuuluvat ferrokromitehdas ja kaikki terästuotannon tarvittavat osastot: terässulatto, kuumavalssaamo, kylmävalssaamo 1 ja kylmävalssaamo 2 (RAP5). Tehdasalueella sijaitseva Röyttän satama mahdollistaa Tornion tehtaiden tuotteiden kuljetuksen ympäri maailmaa. (Tornion tehtaat ja Kemin kaivos_ esittelykalvot_2016.12, 14, 23.)

Outokummun Tornion tehtaan tuotteen tuotantoprosessi alkaa Kemin kaivokselta. Louhittu kromi kuljetetaan Tornioon ferrokromitehtaalle, jossa eri työvaiheiden jälkeen sulaa kromi on valmista. Sulaa kromi kuljetetaan terässulattolle, jossa kromisulasta valmistetaan mustia teräsaihoita, jotka kulkevat seuraavaan työvaiheeseen kuumavalssaamolle seuraavaan prosessiin. Kuumavalssattu tuote saapuu tämän jälkeen kylmävalssaamolle, jossa tuotenaualle tehdään viimeistelevät toimenpiteet: tuotenaualle valssataan loppupaksuuteen sekä haluttuun leveyteen ja pituuteen. Sen jälkeen tuote leikataan ja pakataan lopputuotteeksi. Kuva 2 esittää Outokummun Tornion tehtaiden tuotteen valmistusprosessia alusta loppuun. (Tornion tehtaat ja Kemin kaivos_ esittelykalvot_2016, 16, 18 - 21.)



KUVA 2. Outokummun Tornion tehtaaiten tuotantokaavio (Tornion tehtaait)

Kaksi kylmävalssaamaa (KYVA) mahdollistavat logistiikan puolesta toimivan prosessin. Kylmävalssaamo 1 sisältää useamman eri työvaiheen, jonka lopputuote käy läpi. Kylmävalssaamo 2 (RAP5) mahdollistaa tehokkaan prosessin, koska se on jatkuvatoiminen valssaus-, hehkutus- ja peittäuslinja. (Tornion tehtaait ja Kemin kaivos_esitykalvot_2016, 21 - 22.)

2.1.2 Kylmävalssaamo 1

Yksi Outokummun tärkeimmistä tuotantolaitoksista Torniossa on kylmävalssaamo 1. Se on jaettu useisiin eri osastoihin, joita ovat käsittelylinjat, valssaimet, leikkaus- ja katkaisulinjat, kuljetus- ja lähetys ja pakkaus. (Tornion tehtaait ja Kemin kaivos_esitykalvot_2016, 21.)

Kuumavalssatut mustat tuotenauhat kuljetetaan hehkutus- ja peittäuslinja 3:lle (HP3) esihehkutus- ja peittäus prosessiin. Prosessissa tuotenauhan musta pinta muuttuu kirkkaaksi, koska tuotenauha hehkutetaan hehkutusuunissa 1 050 – 1 150°C:ssa. Hehkutuksessa tuotenauhan sisäinen rakenne tasaantuu

ja kuumavalssauksessa syntynyt oksidikerros muuttuu helpommin poistettavaksi. Tämän jälkeen tapahtuu tuotenuhan jäähdytys ja puhdistus kuulapuhalluksella mekaanisesti. Jäljelle jäänyt oksidikerros poistetaan pinnasta tämän jälkeen elektrolyyttisekahappopeittauksella. (Hehkutus- ja peittäuslinjat, 11 - 19.)

Osa kuumanauhoista lähtee myös HP3:lta suoraan leikkaus- ja katkaisulinjojen kautta pakkaukseen ja suoraan asiakkaalle. Osa kuljetetaan valssaimille kylmävalssattaviksi tavoitteen mukaiseen loppumittaan. Kylmävalssaus tapahtuu suurella valssausvoimalla, jolloin tuotenuhassa tapahtuu muokkauslujittuminen. Jos kylmävalssatuissa tuotenuhoissa havaitaan pintavirheitä, ne kuljetetaan nauhahiontalinjalle korjaushiontaan. Kuvassa 3 on esitetty maksimikokoinen Outokummun teräsnauha, joka on menossa kylmävalssaukseen. (Tornion tehtaat ja Kemin kaivos_esitykalvot_2016, 21.)



KUVA 3. Kylmänauha SZ-etuvarastossa

Kylmävalssattu nauha kuljetetaan valssauksen jälkeen loppuhehkutus- ja peittäusprosessiin joko HP1-, HP2- tai HP4-linjalle. Loppuhehkutus- ja peittäuslinjat

ovat toimintaperiaatteeltaan samanlaisia HP3-linjan kanssa lukuun ottamatta kuulapuhallusta. (Hehkutus- ja peittäuslinjat, Oppisopimusluennot, 22 - 23.)

Loppujen lopuksi kylmävalssatut tuotenauhat menevät leikkaus- ja katkaisulinjoille, jossa tuotenauhoista leikataan joko levyjä tai kapeita kaistoja asiakkaiden tarpeen mukaan. Ennen leikkausta tuotenauhat tarkistetaan vielä viimeisen keran mahdollisten pintavirheiden vuoksi. Asiakkaalle lähtevät levyt ja rullat pakataan joko käsin tai automaattisissa prosesseissa. Lopputuote on tässä vaiheessa valmis ja se lähetetään lähettämöön, josta tuote kuljetetaan joko asiakkaalle tai jatkokäsittelyyn Hollannin Terneuzeniin. (Tornion tehtaat ja Kemin kirkkos_ esittelykalvot_2016, 21, 23.)

2.1.3 Valssainten alue

Valssainten alueeseen kuuluu kolme rinnakkain toimivaa Sendzimir-kylmävalssainta, kaksi viimeistelyvalssainta, venytysoikaisulinja, nauhahiontalinja sekä näihin prosesseihin liittyvät kiinteät tukiprosessit kuten SZ-valssainten valssihiomot. Valssainten alueella myös kunnossapito toimii omana tukiprosessinaan, eli mekaanisen ja sähköisen kunnossapidon työnjohtajat sekä asentajat toimivat samalla alueella päivittäin yhteistyössä prosessien operaattoreiden kanssa. (Valssaimet yleisesittely, 2, 3, 11.) Kuvassa 4 on esitetty SZ1-valssaimen valssihiomon hiottuja työvalsseja.



KUVA 4. SZ1-valssaimen hiottuja työvalsseja valssihiomossa

2.2 Sendzimir-valssaimet

Sendzimir-valssaus (SZ) tarkoittaa kylmävalssausta, ja tavoitteena valssauksessa on tuotenauhan tilauksen mukainen loppupaksuus. Kylmävalssauksessa tuotenauhaan tapahtuu muokkauslujittuminen siten, että tuotenauha voidaan valssata korkeintaan 80 prosentin muokkausasteeseen saakka. (Tornion tehtaat ja Kemin kaivos_esittelykalvot_2016, 21.)

Valssainten alueella toimii rinnakkain kolme SZ-valssainta ja niiden toimintaperiaatteet ovat hyvin samanlaiset. Eroavaisuuksia tulee paksuus- ja laatualueista, teknisistä eroista sekä tehokkuudesta. SZ-valssaimilla valssataan kolmea Outokummun nimellislevyettä, jotka ovat 1 000, 1 300 sekä 1 500 mm. Kylmävalssaimien tekniset eroavaisuudet käyvät ilmi taulukosta 1. (Valssaimet yleisesittely, 2, 7.)

TAULUKKO 1. SZ-valssainten eroavaisuudet (sz erot)

	Sz 1	Sz 2	Sz 3
Ulkohalkaisija min.	1000 mm, > 3,5 mm 800 mm, < 3,5 mm	1000 mm	1000 mm, > 3,5 900 mm, < 3,5
Ulkohalkaisija max.	2000 mm	1900 mm	2200 mm
Sisähalkaisija min.	585 mm	575 mm	570 mm
Nauhan leveys min.	800 mm	880 mm	800 mm
Nauhan leveys max.	1620 mm	1290 mm	1625 mm
Tötterörullan teleskooppi max./ rullan leveys			
< 1050 mm	100 mm	80 mm	100 mm
< 1320 mm	100 mm	30 mm	100 mm
< 1530 mm	80 mm		80 mm
< 1620 mm	30 mm		30 mm
Nauhan lähtöpaksuus max.	8,50 mm	3,50 mm	8,50 mm
Nauhan lähtöpaksuus min.	0,65 mm	0,40 mm	0,80 mm
Reduktio max.1)	75 %	75 %	75 %
Reduktio min./ kuumanauha tai välimitta			
nauhan paks. 2,00-3,00 mm	13 %	10 %	10 %
4,00-6,00 mm	13 %	9 %	10 %
6,00-8,00 mm	13 %		10 %
Rullan paino max.	26 000 kg	24 000 kg	28 000 kg
Jatkopäättömän nauhan paksuus max.	6,50 mm	6,00 mm	6,50 mm

2.2.1 Prosessin työvaiheet

SZ-valssaimella työskentelee viisi vuoroa, joissa jokaisessa kolme tai neljä operaattoria valssaimesta riippuen. Yksi operaattori toimii valvomossa kylmävalssaimen valssarina, yksi operaattori kenttämiehenä ja yksi tai kaksi operaattoria valssihiomossa valssaimesta riippuen. SZ-valssain on prosessina työntekijälle vaihteleva, koska samassa prosessissa tehdään kolmea erilaista työtä. Kuvassa 5 on esitetty SZ1-valssain etupuolelta.

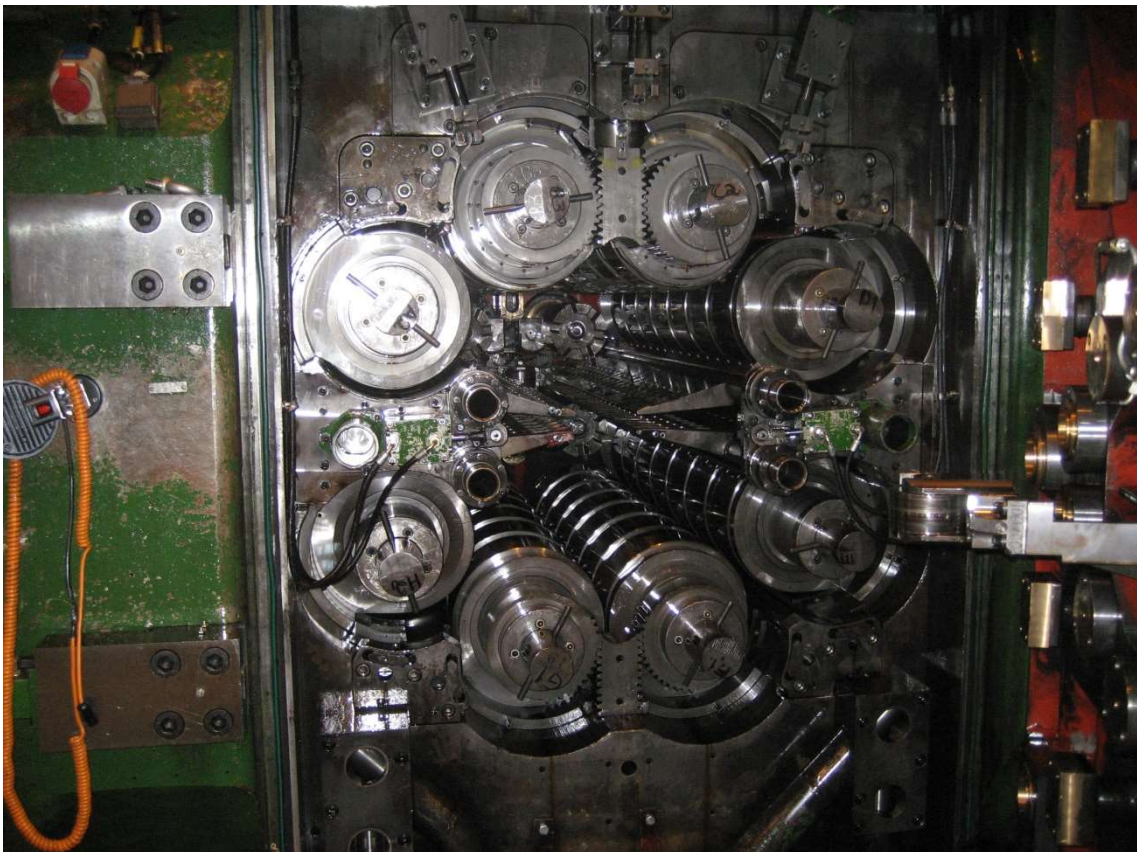


KUVA 5. SZ1-valssain etupuolelta.

SZ-valssaimella tuotenauharulla syötetään hydraulisesti toimivien askelpalkkien avulla syöttökelaimen (SK/AK) tuurnalle. Tämän jälkeen tuotenauharulla keskitetään automaattisesti, jonka jälkeen kelaimen tuurna paisutetaan. Kentällä työskentelevä operaattori aukaisee tuotenauhan kiinnitykset ja syöttää tuotenauhan alkupään eli keulan oikaisukoneelle, jossa keulaan tehdään helposti pujotettava pää. Tämä tehdään siksi, että tuotenauha on helppo pujottaa valssaimen läpi eikä tuotenauha tökkää valssaimen mekaanisiin rakenteisiin. (TOIMINTAKUVAUS_SZ, 2.)

Kun edellinen tuotenauha on saatu valssattua ja pujotettua ulos, laskeutuu 1-kelaimen rullapöytä alas ja tuotenauhan pää pujotetaan valssaimen läpi 2-kelaimelle (K2). Itse nauhan pää tai mahdollinen nauhan päässä oleva jatkopää ajetaan slitsirakoon, joka paisutetaan. Kelain pyörittää 1,5 kierrosta ja valssain on valssausvalmis. (TOIMINTAKUVAUS_SZ, 2 - 3)

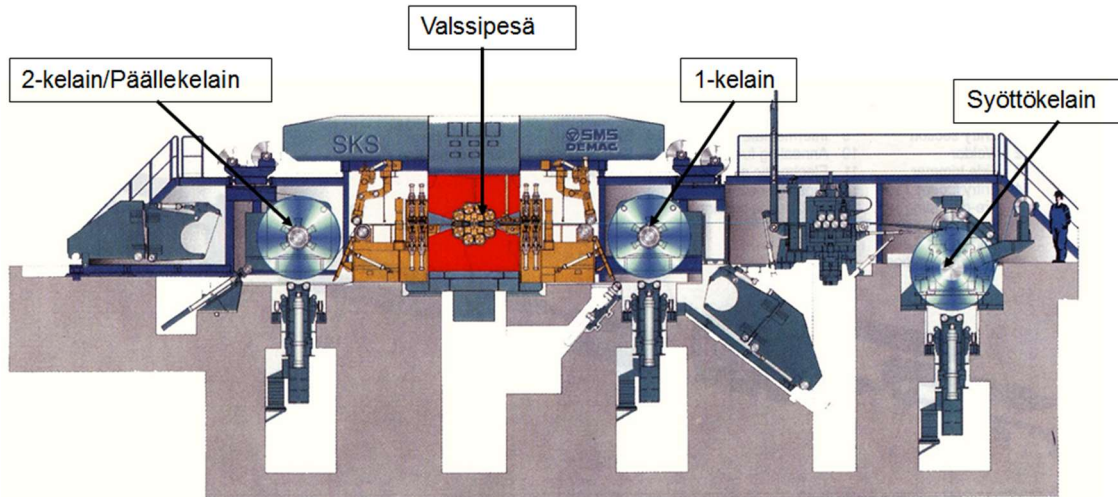
Operaattori käynnistää seuraavaksi valssaimen ja valssipesään (kuva 7) alkaa virrata öljyä, puristukset ja kelainten vedot menevät päälle ja öljynpyyhkijät sulkeutuvat. Valssaimen vedot ja puristukset toimivat tällöin automaattisesti saatavien tietojen avulla. Seuraavaksi valssain lähtee ensimmäiselle pistolle, joka tarkoittaa tuotenuhan valssausta kelaimelta kelaimelle. Valssaussnopeus ensimmäisellä pistolla syöttökelaimelta 2-kelaimelle on maksimissaan noin 200 m/min. (TOIMINTAKUVAUS_SZ, 2 - 3)



KUVA 6. SZ1-valssaimen valssipesä.

Ensimmäisen piston lopussa nauhan toinen pää irttoa syöttökelaimelta ja oikaisukone suoristaa nauhan loppupään eli hännän. Jos tuotenuhan hännässä on valssaamaton jatkopää, valssain pysähtyy ja valssipesä aukeaa pujotusasentoon juuri ennen kuin hitsaussauma saavuttaa öljynpyyhkijärullaston. Kun valssipesä on auki, pujotetaan tuotenuha 1-kelaimelle (K1) siten, että jatkopää tai muutoin valssaamaton osuus päättyy kokonaan 1-kelaimelle. Tässä kohtaa K2-alapainorullasto nousee 2-kelaimen takaa pitämään tuotenuhaa mahdollisim-

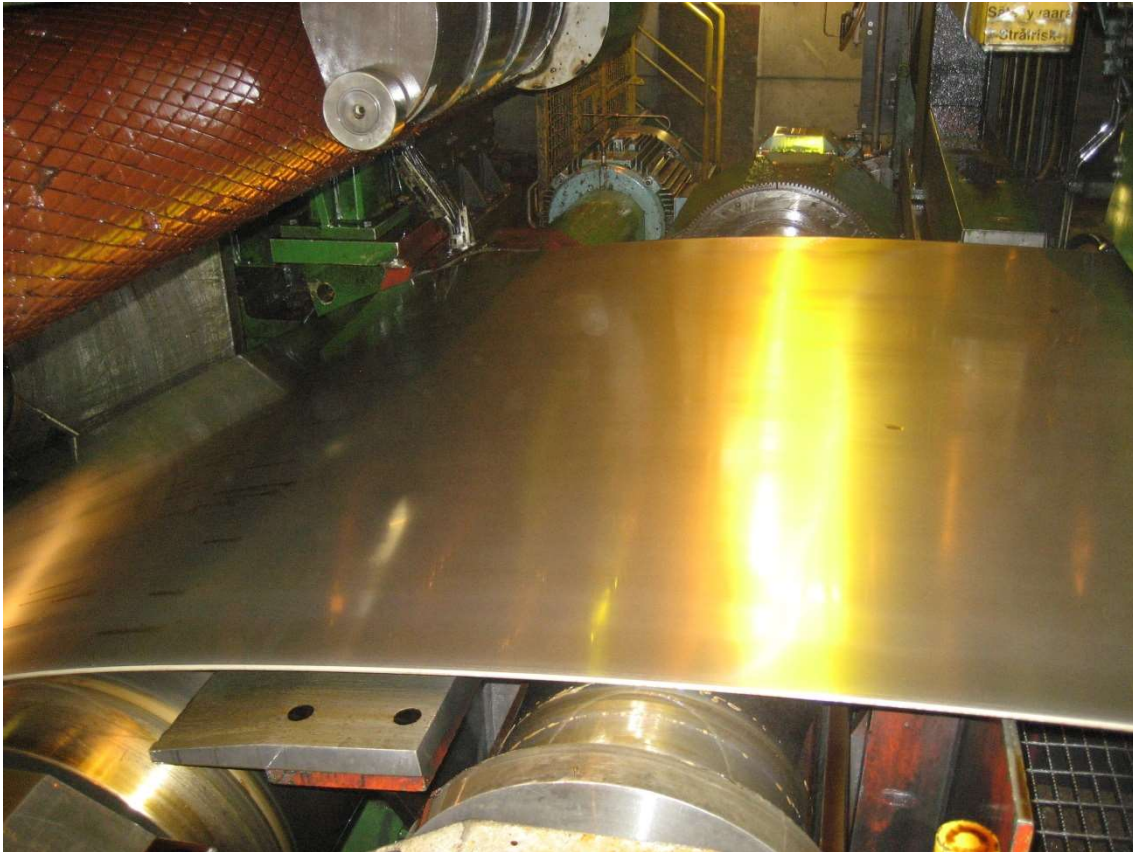
man kireänä pujotuksen ajaksi. Häntä ajetaan 1-kelaimen slitsirakoon ja paisutetaan, jolloin kelain pyörähtää 1,5 kierrosta ja valssain on valssausvalmis. SZ-valssaimen rakenne on esitetty pelkistettynä kuvassa 7. (TOIMINTAKUVAUS_SZ, 3.)



KUVA 7. SZ-valssilaitoksen rakenne (Valssaimet yleisesittely, 5.)

Valssaus jatkuu 1- ja 2-kelainten väliä parittoman määrän pistoja, kunnes haluttu muokkausaste eli reduktio on saavutettu. Yhden tuotenuhan pistomäärät vaihtelevat laadun ja paksuuden mukaan yhdestä pistosta yhteentoista. Maksimivalssausnopeus loppuisissa pistoissa on valssaimesta sekä tuotenuhan ominaisuuksista riippuen 550 - 800 m/min. (TOIMINTAKUVAUS_SZ, 3 - 4.)

Ennen kahta viimeistä pistoa valssain menee pujotusasentoon ja kentällä työskentelevä operaattori tekee valssipesään työvalssien vaihdon, jolla viimeistellään tuotenuhan pinta asiakkaan vaatimuksiin. Viimeisen piston alussa kentällä työskentelevä operaattori tarkistaa tuotenuhan valssatun osuuden pinnan. Tarvittaessa tässä vaiheessa vaihdetaan valssit tai muut virheen aiheuttavat mekaaniset osat, jos havaitaan valssauksesta aiheutuvaa pintavirhettä. Pintavirheen tunnistaa havaitun virheen virhevälistä ja sen mukaan voidaan päätellä virhettä aiheuttava valssi tai esimerkiksi valssaimen öljynpyyhkijä. Kuvassa 8 on esitetty valssatun kylmänauhatuotteen pintaa. (TOIMINTAKUVAUS_SZ, 4 - 5.)



KUVA 8. Valssattua tuotenauhaa SZ1-valssaimen pinnantarkastuspaikalla.

Kun pinta on todettu hyväksi, paperikelaimelta lisätään paperi tuotenauharullan väliin ja valssataan viimeinen pisto ulospujotukseen saakka. Ulospujotuksen jälkeen tuotenauha siirretään askelpalkkikuljettimella odottamaan seuraavaa työvaihetta. Kuljetus tapahtuu siltanosturilla tai vihivaunulla. (TOIMINTAKUVAUS_SZ, 4 - 5.)

2.2.2 Valssainten teräslaadut

SZ-valssaimen läpi ajetaan useita Outokummun eri teräslaatuja. Teräslaadut on jaoteltu numerokoodilla, jotta ne tunnistetaan jokaisessa Outokummun työvaiheessa eri laaduksi. Joissakin harvinaisemmissa teräslaaduissa kylmävalssaimella tulee tehdä tietyt toimenpiteet kylmämuokkauksen aikana. Vähemmän esiintyviä kiiltovalssauksia esimerkiksi valssataan tietynlaisilla työvalsseilla.

Käytännössä SZ-valssaimella kylmävalssataan austeniittista ja ferriittistä terästä. Taulukossa 2 käydään läpi, kuinka paljon mitäkin koodeilla jaoteltuja teräslaatuja kaikilla SZ-valssaimilla on kylmävalssattu vuonna 2016 ja nähdään, että numerokodeilla merkittyjä erilaisia teräslaatuja on yhteensä 19 erilaista.

TAULUKKO 2. SZ-valssainten kaikki kylmävalssatut tuotenauhat teräslajiryhmittäin aikavälillä 1.1.2016 - 1.10.2016.

SZ-valssainten kylmävalssatut tuotenauhat						
	Austeniittinen/ Ferriittinen	Teräslajiryhmä	SZ1	SZ2	SZ3	Yhteensä
1.	Austeniittinen	710-x	1	20	841	862
2.	Austeniittinen	711-x	40	0	95	135
3.	Austeniittinen	720-x	3778	2265	1369	7412
4.	Austeniittinen	725-x	801	1089	1108	2998
5.	Austeniittinen	726-x	32	0	15	47
6.	Austeniittinen	731-x	63	130	57	250
7.	Austeniittinen	735-x	58	35	136	229
8.	Austeniittinen	750-x	1292	751	554	2597
9.	Austeniittinen	757-x	7	3	9	19
10.	Austeniittinen	761-x	259	100	165	524
11.	Austeniittinen	781-x	26	0	1	27
12.	Ferriittinen	810-x	120	120	105	345
13.	Ferriittinen	811-x	30	2	51	83
14.	Ferriittinen	812-x	1008	243	442	1693
15.	Ferriittinen	814-x	34	0	32	66
16.	Ferriittinen	816-x	65	68	149	282
17.	Ferriittinen	822-x	5	5	14	24
18.	Ferriittinen	850-x	46	15	6	67
19.	Ferriittinen	853-x	227	7	85	319
		Yhteensä	7892	4853	5234	17979

Kolmesta SZ-valssaimesta eniten tuotenauhoja on mennyt läpi SZ1-valssaimella, koska siellä tuotenauhojen paksuudet ovat suurimpia. Läpimenoajat ovat nopeampia, koska paksummat tuotenauhat ovat pituudeltaan lyhyempiä. Joka valssaimella on valssattu eniten niin sanottuja yleislaatuja, joita ovat

austeniittiset teräkset 720-x, 725-x sekä 750-x. (Laatuanalyysi – Valssainten alue 2016.)

Pääasiassa SZ-valssaimilla valssataan austeniittista ja ferriittistä terästä. Austeniittiset teräkset voidaan jaotella normaaleihin teräksiin ja haponkestäviin teräksiin. Numerokoodien mukaan nimetyt teräslaadut ovat ominaisuuksiltaan ja muovattavuudeltaan hieman erilaisia. (Rainto 2017.)

2.3 Laatu

Yleisesti laatu ymmärretään asiakkaan tarpeiden täyttämisenä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Nykyisen laatuajattelun perustana ovat sidosryhmät, joista tärkein on asiakas. Laadun vertauksen ja mittauksen perusteena ovat usein asiakkaan tarpeet, odotukset ja vaatimukset. Toisin sanoen toiminta on laadukasta, jos asiakas on tyytyväinen tuotteeseen. Yrityksen sisäinen toiminta ja laadun virheettömyys eivät takaa automaattisesti korkeaa laatua, vaan edellytyksenä on ulkopuolisen arvioijan eli asiakkaan näkemys tuotteesta. (Lecklin 2006, 18.)

2.3.1 Laatujohtaminen

Yrityksen johtamiseen kuuluu myös laatujohtaminen (Lecklin 2006, 18). Laatujohtamisen avulla organisaatiosta pyritään tekemään laatua korostava (Laadunhallinta, laatujohtaminen ja -järjestelmät, 2014). Tärkeää johtamisen kannalta on, että laadun perusarvot ovat selkeästi määriteltä, eivätkä ne ole pelkästään johdon omia ajatuksia pään sisällä. Arvojen ja määriteltävien ohjeiden kirjauksella viestitään koko henkilöstölle. Silloin kaikille syntyy yhtenäinen käsitys siitä, mikä on tärkeää ja toiminta on sen mukaista. (Lecklin 2006, 36.)

ISO 9 000 -standardin mukaan laatujohtaminen ohjaa usein yrityksen julkituomaa laatuun liittyvää yleistä tarkoitusta tai suuntaa. Laatujohtamisella otetaan kantaa yleensä siihen, mikä on laadun merkitys yritykselle. Merkitys ilmenee suhteessa asiakkaisiin, henkilöstön toiminnassa ja johdon toiminnassa. (Lecklin 2006, 40.)

2.3.2 Outokumpu ja laatu

Outokummulla laatuajattelu perustuu asiakkaiden odotuksiin ja toiveisiin sekä palveluiden, että tuotteiden osalta. Konkreettiset osastokohtaiset laatumittarit, päivittäinen seuranta sekä nopea reagointi laatuvirheisiin mahdollistavat ajan-kohtaisen tietämyksen tämänhetkisestä laaduntuottokyvystä yhtiön sisällä. Koko henkilöstön osaaminen on jatkuvasti kehitettävissä erilaisilla tehtäväalueuu- toksilla ja koulutuksilla. Vuosittain järjestetään myös henkilökohtaisia kehitys- keskusteluita, joissa käydään läpi henkilön omakohtainen kehityssuunnitelma. Yhtiön perustana toimivat laatu-, turvallisuus- ja ympäristöjärjestelmät, jotka niin ikään ovat jatkuvan kehityksen alla.

2.3.3 Laatuvirheet

Outokummun jokaisessa työvaiheessa voi syntyä laatuvirheitä eli poikkeamia laadussa. Jos poikkeama tapahtuu, joudutaan tuotteesta joko tekemään 2-laa- tuista, etsimään tuotteelle kokonaan uusi asiakas laatuvaatimusten perusteella, tai pahimmassa tapauksessa tuote romutetaan. Korjauskäsittelyt ja romuksi menneiden tuotteiden uudelleensulatus lisäävät kuormitusta ja aiheuttavat lisä- kustannuksia turhaan. Laatuvirheet myös kasvattavat tuotteen läpimenoaika ja varastoja, jolloin toimitusvarmuus heikkenee. (OKTO-pintavirheet.)

Jokaisen Outokummulla valmistetun tuotenauhan laatuvirheet merkitään Outo- kummun omaan RETU-järjestelmään. Sieltä voidaan nähdä kaikki tietyn tuote- nauhan tiedot: laatuvirhekoodi, virheen sijainti tuotenauhassa pituussuunnassa sekä mitä työvaiheita ja prosesseja tuotenauha on käynyt läpi. Lisäksi järjestel- mästä pystytään lukemaan tuotenauhan ominaisuudet eli tuotenauhan paino, pituus, paksuus, leveys sekä teräslaatu. Yleisesti tietystä laatuvirheestä merki- tään vielä RETU-järjestelmän huomautussivulle laatuvirheen paikannus esimer- kiksi etureunasta ja myös onko laatuvirhe havaittu ylä- vai alapuolella.

2.3.4 Sendzimir-valssaimella syntyvät laatuvirheet

SZ-valssauksessa syntyvät virheet merkataan kolminumeroisella tunnistekoodilla. Nämä kyseiset virheet merkitään seuraavassa työvaiheessa HP-linjojen pinnantarkastuksessa SZ-valssauksen jälkeen ja niitä ovat

- 250 = painuma
- 251 = kiinnivalssautunut lika, rauta tai paperi
- 252 = vetonaarmu
- 253 = merkkejä valssihionnasta
- 254 = välipaperi palanut tai jättänyt jälkeensä vekin
- 255 = valssin pysäytysjälki
- 256 = näppyläjälki
- 257 = kelaustaite
- 258 = mittavirheet
- 259 = tasomaisuusvirheet
- 260 = valssinvaihtojälki
- 261 = iskujälki
- 263 = TR:n läpivetojälki (pyykkilauta)
- 264 = emulsiojälki valssihionnasta
- 269 = lyhyellä n. 1-2 cm jaksolla esiintyvä tasomaisuusvirhe (myhkyräisyys) (OKTO-pintavirheet.)

Taulukossa 3 on eriteltyä suurimpien virheiden esiintyminen aikavälillä 1.1.2016 - 1.10.2016. Tarkastelussa on otettu huomioon ne tuotenuhat, joissa laatuvirheet on havaittu. Huomioon ei ole otettu sitä, onko tuotetta romutettu tai onko tuotteelle tapahtunut käyttötarkoituksen alenema.

TAULUKKO 3. SZ-valssainten havaitut laatuvirheet aikavälillä 1.1.2016 - 1.10.2016.

SZ-valssainten havaitut laatuvirheet				
Virhekoodi	SZ1	SZ2	SZ3	Yhteensä
250	258	100	256	864
251	19	18	33	321
252	886	140	572	1850
253	1365	1457	1304	4379
254	153	28	84	519
255	17	3	23	298
256	2209	1256	1196	4917
257	12	38	17	324
258	12	7	9	286
259	1	5	5	270
260	327	78	110	775
261	172	114	58	605
263	1	0	0	264
264	15	11	25	315
267	3	10	9	289
269	794	989	624	2676

Tietojen perusteella yleisimmät laatuvirheet ovat vetonaarmu (252), valssihionnasta aiheutuva virhe (253), näppylä (256) sekä myhkyrä (269). Tarkastelu ei kerro milloin virhe on ollut merkitsevin ja tietyssä tuotenuhassa on voitu havaita useaa erilaista virhettä. (Laatuanalyysi – Valssainten alue 2016.)

2.4 Vetonaarmu

Valssainten alueen virhe 252 tarkoittaa niin sanotussa perusmuodossaan veto-naarmua. Virhe on kuitenkin jaoteltu neljään tarkempaan pintavirheeseen virheen tunnistamista varten:

1. pitkä (hankaus)naarmu
2. lyhyt vetonaarmu
3. läikkänaarmu, joka merkitään pinnantarkastuksessa koodilla 252L
4. välipaperin puuttumisesta aiheutuva naarmu, joka merkitään pinnantarkastuksessa koodilla = 252P.

Pitkä hankausnaarmu voi jatkua jopa koko tuotenauhan pituuden. Se voi syntyä jonkin valssaimen mekaanisen osan hangatessa pintaa valssauksen aikana. Yleinen esimerkki on valssaimen suihkuputken mekaaninen löysyys, jolloin suihkuputken suutin voi hangata tuotenauhaa aiheuttaen naarmua koko tuotenauhan pituudelta. Pitkä vetonaarmu esiintyy yleensä vain toisella puolella tuotenauhaa ja se voidaan havaita joko tuotenauhan päissä, tai keskellä tuotenauhaa. (Keto, 2016)

Lyhyet vetonaarmut syntyvät tuotenauhan kiristyksessä, kun tuotenauha pujotetaan kelaimelta toiselle. Pujotus tapahtuu ennen valssausta syöttökelaimelta 2-kelaimelle sekä ensimmäisen valssatun piston jälkeen 2-kelaimelta 1-kelaimelle. Yleinen uskomus on, että lyhyt vetonaarmu syntyy paksuimpien tuotenauhojen pujotuksessa K2:lta K1:lle. Tämän virheen tunnistaa siitä, että se esiintyy yleensä molemmin puolin tuotenauhaa. Lisäksi se havaitaan tuotenauhan päissä. (Keto, 2016)

Läikkänaarmu ja välipaperin puuttumisesta aiheutuva naarmu ovat nykyään vähemmän esiintyviä valssauksessa syntyviä pintavirheitä. Läikkänaarmu voi syntyä kovimmilla teräslaaduilla kun valssin ja tuotenauhan välillä syntyy metallinen kosketus. Toisin sanoen läikkänaarmun synnyssä valssauksen voitelu pettää. Yleensä tässä tilanteessa valssausöljyn lisäaineissa on puutteita. (OKTO-pintavirheet.)

SZ-valssaukseen kuuluu myös operaattoreiden osalta pinnan tarkastaminen, mutta vasta seuraavassa työvaiheessa HP-linjalla tuotenauhalle annetaan varsinainen laatuarvostelu ja päätetään, kelpaako tuote asiakkaalle, aleneeko tuotenauhan käyttötarkoitus vai meneekö tuote kokonaan tai osittain romuksi. (Hehkutus- ja peittäuslinjat, Oppisopimusluennot, 8.) Vetonaarmun osalta pinnan tarkastus SZ-valssaimilla on mahdollista, mutta suurimmassa osassa tapauksista virheelle ei voida enää kylmävalssaimella tehdä mitään. Yleisimmät kylmävalssainten pinnantarkastuksissa pois saatavat virheet ovat valssaimen pesästä syntyviä virheitä. (Jakola, 2016.) Outokummun prosesseissa syntyy myös muita naarmuksi kutsuttavia pintavirheitä. Ne on jätetty pois tarkastelusta,

koska tämä työ keskittyy nimenomaan SZ-valssauksessa syntyvään vetonaarmuun ja sen minimoimiseen.

2.4.1 Vetonaarmu Sendzimir 1 -valssaimella

Seuraavat taulukot kuvaavat vetonaarmun esiintymistä SZ1-valssaimella. Tarkasteluaikana 1.1.2016-1.10.2016 SZ1-valssaimella on valssattu yhteensä 7982 tuotenuuhaa. Näistä tuotenuhoista austeniittista terästä on valssattu 6378 kappaletta ja ferriittistä terästä 1514 kappaletta. Taulukossa 4 yhteensä kappalemäärä tarkoittaa valssattujen tuotenuhojen kappalemäärää. 252 havaittu kappalemäärä kertoo taas, kuinka monessa tuotenuhassa vetonaarmua on havaittu. Virheen osuus on jaoteltu teräslaaduittain. (Laatuanalyysi – Valssainten alue 2016.)

TAULUKKO 4. SZ1-valssaimella valssattujen tuotenuhojen teräslaadut ja valssattujen tuotenuhojen määrä aikavälillä 1.1.2016 - 1.10.2016 sekä 252-virheen osuus valssatusta teräslaadusta ja kaikista valssatuista tuotenuhoista yhteensä.

Linja	Teräslaaturyhmä	Teräslaatu	252 ha- vattu kpl	Yhteensä kpl	Virheen osuus teräslaadun mu- kaan %
SZ1	Austeniittinen	710-x	0	1	0,00 %
SZ1	Austeniittinen	711-x	4	41	9,76 %
SZ1	Austeniittinen	720-x	474	3799	12,48 %
SZ1	Austeniittinen	725-x	51	801	6,37 %
SZ1	Austeniittinen	726-x	3	34	8,82 %
SZ1	Austeniittinen	731-x	11	63	17,46 %
SZ1	Austeniittinen	735-x	0	56	0,00 %
SZ1	Austeniittinen	750-x	214	1293	16,55 %
SZ1	Austeniittinen	757-x	1	8	12,50 %
SZ1	Austeniittinen	761-x	36	260	13,85 %
SZ1	Austeniittinen	781-x	4	22	18,18 %
	Austeniittiset yht.		798	6378	12,51 %
SZ1	Ferriittinen	810-x	4	117	3,42 %
SZ1	Ferriittinen	811-x	3	30	10,00 %
SZ1	Ferriittinen	812-x	67	1026	6,53 %
SZ1	Ferriittinen	814-x	3	33	9,09 %
SZ1	Ferriittinen	816-x	2	64	3,13 %
SZ1	Ferriittinen	822-x		5	0,00 %
SZ1	Ferriittinen	850-x	2	35	5,71 %
SZ1	Ferriittinen	853-x	7	204	3,43 %
	Ferriittiset yht.		88	1514	5,81 %
SZ1	Kaikki tuotenuhat yht		886	7892	11,23 %

Taulukosta 4 havaitaan, että SZ1-valssaimen valssattavista nauhoista suurin osa on austeniittista terästä ja laadultaan joko 720-x tai 750-x. Austeniittisista tuotenuhoista 12,5 prosenttia on sisältänyt vetonaarmua tarkastelujakson aikana. Historiatietojen avulla pystyttiin todistamaan myös se oletus, että ferriittisten laatujuen tutkiminen kannattaa jättää pois ja keskittyminen tulee pitää austeniittisissa laaduissa.

SZ-valssauksessa pystytään valssaamaan kolmea eri nimellislevyettä. Leveydet on jaoteltu 1 000 mm, 1 300 mm sekä 1 500 mm leveisiin tuotenuhoihin. Taulukossa 5 on selvitetty, onko vetonaarmun esiintyminen yhteydessä tiettyyn nimellislevyteen yleisimmissä valssatuissa teräslaaduissa. (Laatuanalyysi – Valssainten alue 2016.)

TAULUKKO 5. Vetonaarmun esiintyminen yleisimmissä teräslaaduissa nimellislevyeden mukaan SZ1-valssaimella 1.1.2016 - 1.10.2016.

Linja	Teräslaaturyhmä	Nimellislevyeryhmä	252 havaittu kpl	Yhteensä kpl	Virheen osuus leveyksittäin %
SZ1	720-x	1 000 mm	36	333	10,81 %
		1 300 mm	60	502	11,95 %
		1 500 mm	378	2964	12,75 %
	750-x	1 000 mm	16	165	9,70 %
		1 300 mm	35	173	20,23 %
		1 500 mm	163	955	17,07 %

Taulukosta 5 nähdään, että prosentuaalisesti eniten 252-virhettä on esiintynyt 750-x-laadun teräksissä, jotka ovat leveydeltään 1300 mm. Tuloksena on myös se, että kapeimpia 1000 mm leveitä tuotenuhoja menee SZ1-valssaimen läpi huomattavasti vähemmän kuin leveämpiä tuotenuhoja. Tämän vuoksi laatuvirheen tutkiminen keskitettiin leveimpiin 1300 mm sekä 1500 mm tuotenuhoihin.

Taulukossa 6 tarkastellaan 252-virheen esiintymistä SZ1-valssaimella tuotenuhan lähtöpaksuuksien mukaan. Yleinen uskomus on, että varsinkin pujotuksessa aiheutuvaa kiristymänaarmua esiintyy paksuimmilla lähtöpaksuuksilla. (Rainto 2016.) SZ1-valssauksessa muokkaus tapahtuu yleisesti tiettyjen standardien mukaan ja paksuimmat tuotenuhat valssataan 8,50 mm lähtöpaksuudesta 6,00 mm:n loppumittaan. Tarkastelussa ovat vain tässäkin tapauksessa yleisimmät valssainten teräslaadut.

TAULUKKO 6. Vetonaarmun esiintyminen SZ1:llä lähtöpaksuusryhmittäin yleisimmissä teräslaaduissa välillä 1.1.2016 - 1.10.2016.

Linja	Teräslaatu-ryhmä	Lähtöpaksuusryhmä	252 ha-vaittu kpl	Yhteensä kpl	Virheen osuus leveysittain %
SZ1	720-x	1,8-2,39mm	0	13	0 %
	720-x	2,4-3,74mm	54	1210	4,46 %
	720-x	3,75-5,24mm	14	477	2,94 %
	720-x	5,25-10mm	406	2099	19,34 %
	750-x	1,8-2,39mm	0	14	0 %
	750-x	2,4-3,74mm	4	96	4,17 %
	750-x	3,75-5,24mm	8	326	2,45 %
	750-x	5,25-10mm	202	857	23,57 %

Taulukon historiatietojen mukaan vetonaarmua on merkitty vuonna 2016 eniten paksuimmille lähtöpaksuuksille eli 5,25-10,00 mm lähtöpaksuuksissa. SZ1-valssaimella se tarkoittaa, että 8,50 mm, 8,00 mm sekä 6,00 mm standardilähtöpaksuudet ovat virheen kannalta merkittävimpiä tuotenuhoja vetonaarmun tutkimisen kannalta. (Laatuanalyysi – Valssainten alue 2016.)

Lähtötilanteen perusteella isoimmat ongelmat ovat paksuimmilla lähtöpaksuuksilla ja koska SZ1-valssaimen läpi menee eniten leveimpiä tuotenuhoja, kannattaa tutkiminen pitää niissä. Tutkimuksesta saatavia tuloksia voidaan kuitenkin todennäköisesti käyttää kaikilla lähtöpaksuuksilla sekä nimellisleveyksillä. Tarkoitus on soveltaa tutkimustuloksia myös SZ3-valssaimella.

2.4.2 Tämänhetkiset toimenpiteet vetonaarmun minimoimiseksi

SZ1-valssaimella vetonaarmua on pyritty vähentämään pitämällä tuotenuha pujotuksien aikana mahdollisimman kireänä. Tätä on mahdollistanut K2 taakse asennettu alapainorullasto, joka pitää tuotenuhaa kireänä, kun valssaimella on valssattu ensimmäinen pisto ja pujotus toiselle pistolle ja samalla K1:lle alkaa (Jakola 2017.). Kuvassa 9 on esitetty alapainorullaston kokoonpano ja kuvassa 10 sen fyysinen sijainti 2-kelaimen nähden.

Tuotenuhan kireänä pitämisessä auttavat myös valssipesän molemmin puolin olevat ylävetorullat ja niiden kuntoa ja voimia onkin kyseenalaistettu linjan operaattoreiden toimesta. Ylävetorullat (kuva 12.) painetaan pujotusvaiheissa tuotenuhaan kiinni ja ohjataan niillä kelaimen slitsirakoon, jotta tuotenuha saadaan kiinni kelaimeen. Yksi mahdollinen lopputulos tässä työssä olikin alapainorullaston sekä ylävetorullien uudelleentarkastelu. Operaattorien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella SZ1-valssain on mekaanisilta ominaisuuksiltaan jo lähes maksimikäytössä ja on pohdittu, saako esimerkiksi ylävetorullista ja/tai alapainorullastosta enää enempää irti. (Jakola - Koivurova, 2017.)



KUVA 11. SZ1-valssaimen ylävetorulla yläasennossa.

2.4.3 Materiaalin romuttaminen ja vetonaarmu

Tuotenuhasta voidaan romuttaa tarpeen mukaan materiaalia, joka ei kelpaa asiakkaalle. Pääosin tuotenuhan romuttaminen tehdään HP-linjoilla sekä leikkaus- ja katkaisulinjoilla. Kylmänauhoissa ensimmäiset romutukset tehdään kyl-

mävalssauksen jälkeisessä työvaiheessa eli loppuvehkutuksessa. Tuotenuhurullasta poistetaan kylmävalssauksessa syntyneet pistopäät eli materiaali, joka on jäänyt valssaamatta tuotenuhan molemmista päistä. Suurimmaksi osaksi romutukset tapahtuvat, koska tuotenuhassa on tiettyä pintavirhettä, joka ei kelpaa asiakkaalle. Joissakin tapauksissa tuote myydään asiakkaalle 2-laatusa tai pintavirheelliseksi tuomittu materiaali myydään eri asiakkaalle laatuvaatimusten perusteella.

Taulukko 7 käsittelee SZ1-valssauksessa aiheutuvan 252 pintavirheen osuutta romutuksissa ajanjaksolla 1.1.2016 - 1.10.2016. Tämän taulukon vertaus ei ole täysin verrattavissa jokaiseen havaittuun 252 virheeseen, koska virheen takia ei aina tapahdu romutusta, vaan tuotenuha voidaan myydä esimerkiksi eri asiakkaalle laatuvaatimusten perusteella.

TAULUKKO 7. SZ1 tuotenuhojen romuttamistapaukset 252 virheen takia ajanjaksolla 1.1.2016 - 1.10.2016.

SZ1	Valssatut tuotenuhat
Romutusta tapahtunut	1267
Romutusta ei tapahtunut	6625
Yhteensä	7892
Romutusta sisältäneiden tuotenuhojen osuus	16 %

Romutusta on siis tapahtunut 16 prosentilla, eli noin joka kuudennessa tuotenuhassa, kaikista valssatuista tuotenuhoista 252-virheen vuoksi. Joissakin tuotenuhoissa romutusta on ollut jopa koko tuotenuhan pituudelta, kun taas suurimmassa osassa romutettu osuus on ollut hyvinkin pieni. Taulukko 8 taas kuvaa, kuinka paljon tuotenuhaa samalla tarkastusjaksolla on mennyt romuksi 252 virheen takia. (252 – naarmu SZ1 – romutustiedot 2016.)

TAULUKKO 8. 252 virheen vuoksi romutettu materiaalmäärä ajanjaksolla
1.1.2016 - 1.10.2016.

SZ1		Romutetun materiaalin osuus
Valssattu materiaali (kg)	190 120 129,00	0,23 %
Romutettu materiaali (kg)	430 666,00	
Romutettu materiaali/1 tuotenauha (kg)	339,91	

Taulukosta 8 huomataan, että 252 virheen takia romutetun tuotenauhan osuus ei ole prosentuaalisesti suuri. Jos oletuksena on, että yksi tuotenauha painaa noin 25 000 kg, niin romutuksen määrä tuotenauhoina tarkoittaa yhteensä hie-
man yli 17 kpl tuotenauhoja, joka on SZ1-valssaimella noin puolen vuorokauden
valssatut tuotenauhat. (252 – naarmu SZ1 – romutustiedot 2016.)

2.5 Saanti kylmävalssaamalla ja valssainten alueella

Yritystermein saannilla tarkoitetaan saavutettua hyötyä alkutuotteesta loppu-
tuotteeksi. Outokummulla saanti tarkoittaa sitä, että materiaalia on hyödynnet-
tyä mahdollisimman paljon. Saannilla siis verrataan ulos saatua materiaalmää-
rää prosessiin syötettyyn materiaalmäärään, ja mitä enemmän esimerkiksi Kyl-
mävalssaamo kykenee osastona tuottamaan prosessiin syötettyä materiaalia
lopputuotteeksi, sitä parempi saanti on. Se vaikuttaa suoraan tehokkuuteen ja
kustannuksiin ja saantia pyritään seuraamaan materiaalin eri ominaisuuksilla.
Kylmävalssaamon tapauksessa tärkeitä tunnuslukuja ovat pituus ja paino. (Li-
kamaa 2015, 32.)

Kylmävalssaamalla saannin seuraaminen aloitetaan kuumanauhan painosta.
Kylmävalssaamon pahimmat saantiongelmät liittyvät SZ-pistopäihin, eli valssaa-
mattomiin tuotenauhan päihin, sekä tuotenauhojen pintavirheisiin. Saannin ku-
vaus tapahtuu prosentuaalisesti. Verrattavia tietoja ovat kuumanauhan paino ja
lopputuotteen paino. (Liikamaa 2015, 32.)

Valssainten alueen saannissa otetaan huomioon valssainten omat pintavirheet
ja niistä aiheutuneet tuotenauhan romutukset. Seuranta on yksityiskohtaisempi
kuin koko kylmävalssaamon saanti. Valssainten alueen saantia parannetaan

operaattoreiden osalta tehokkaalla laatutyöllä. Esimiesten osalta seuranta ja reagointi poikkeamiin ovat keskeisiä asioita saannin parantamisessa (Liikamaa 2015, 32 - 33). Siinä mielessä laatu ja saanti kulkevat käsi kädessä, että jos yritys tekee hyvää laatua, niin yleensä myös saanti on hyvä. Laadukasta tuotetta ei tarvitse romuttaa ja kuormitus prosesseissa ja varastoissa vähenee.

3 TESTIT JA NIIDEN TULOKSET

Ohessa on esitetty tehtyjä tai tehtäväksi aiottuja testejä SZ-valssauksessa syntyvän vetonaarmun minimoimiseen. Testeissä on mietitty minimoimisen mahdollisuutta resurssien puitteissa, jotka ison yrityksen mittakaavassa ovat opinnäytetyön tekijällä hyvin minimaaliset. Toisin sanoen vetonaarmun minimoiminen tulisi onnistua jollakin hyvin yksinkertaisella tavalla, kuten esimerkiksi työtapojen muuttamisella. Joitakin mainittuja asioita voisi tosin käyttää jatkossa vetonaarmun tai muun pintavirheen tutkimiseen.

Työtapojen muuttamisen vaikutus vetonaarmuun taas oli erittäin haastavaa. Vuonna 2016 valssattujen tuotenauhojen sekä prosessin seuraamisen aikana en hahmottanut niin räikeitä eroja vuorojen välillä historiatietojen tai työtapojen perusteella. Toisin sanoen mikään vuoro ei tehnyt radikaalisti mitään erilaista, joka voisi mielestäni vetonaarmun syntyyn teoriapohjaisesti vaikuttaa.

Oletuksena on kuitenkin, että niin sanottu paksujen tuotenauhojen lyhyt vetonaarmu syntyy tuotenauhan käydessä löysällä, kun tuotenauha pujotetaan 2-kelaimelta 1-kelaimelle. Mahdollisena on pidetty myös, että vetonaarmu virhe tulisi toisesta prosessista kokonaan joko ennen tai jälkeen SZ-valssauksen. Löysänä käyvä osuus syntyy tässä tilanteessa 2-kelaimen ja 2-puolella olevan vetorullan välille (Rainto 2016.). Kaikki tehdyt testit tai mahdolliset jatkotoimenpiteet on otettu huomioon tämän oletuksen kautta.

3.1 Automaattipujotuksen onnistumisen merkitys tuotenauhan pujotuksessa kelaimelta toiselle

Operaattoreiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella pohdittiin, voisiko lyhyen vetonaarmun synty pujotuksissa johtua yksinomaan siitä, että pujotusautomaatti joudutaan jossakin vaiheessa keskeyttämään. Tällainen tilanne voi syntyä, jos tuotenauha esimerkiksi tökkää johonkin. Silloin tuotenauha on yleensä toisesta tai molemmista päistä kiero tai se on vetänyt itsensä reunaan eli ei mene keskitysautomaatin mukaisesti keskellä. Tämän tapahtuessa tuotenauha joudutaan usein ajamaan kelainten välillä vähintään toiseen suuntaan, jolloin tuotenauha käy löysänä. (Jakola – Koivurova – Rainto, 2016.)

Testiä kokeiltiin viemällä täytettävät paperit SZ1:n valvomoon (liite 1). Operaattorin tuli merkitä raksi ruutuun -periaatteella missä pujotuksen vaiheessa on käytetty mahdollisesti manuaalista pujotusta. Testi oli käytössä vain tietyllä tuotenuhan lähtöpaksuusalueella ja tietyillä teräslaaduilla. Ideana oli merkitä automaattipujotuksen epäonnistuminen. Tällä tavalla vetonaarmun yhteys pujotuksen onnistumiseen voitaisiin nähdä tuotenuhojen laatuarvostelun jälkeen helpoiten.

Testi oli lähes mahdotonta toteuttaa, koska opinnäytetyön tekijän aika ei riittänyt valvomaan jokaista valssattua tuotenuhaa ja monista muuttujista johtuen testipaperit eivät täytyneet toivotulla tavalla tarkastelujakson aikana. Näin ei saatu riittävästi tietoa sellaisista tuotenuhoista, joissa automaattipujotus olisi keskeytynyt.

3.2 Tuotenuhan pujotus 1-kelaimelle valssipesän/minimivalssausvoiman avulla

Normaalisti tuotenuha pujotetaan kelaimelta toiselle, kun valssipesä on niin sanotussa pujotusasennossa. Tällöin tuotenuhaan ei kohdistu valssipesässä minkäänlaista puristuvaa voimaa. Yksi mahdollisuus tuotenuhan kireänä pitämisessä oli kokeilun arvoinen. Testimielessä kokeiltiin, voisiko tuotenuhan pitää mahdollisimman kireänä pujotusten välissä antamalla tuotenuhalle valssipesässä minimivalssausvoiman antaman puristuksen. Tällä tavalla tuotenuha kävisi löysänä hieman pujotettavan kelaimen puolelta, mutta oletettavasti ei muualta. (Jakola – Koivurova – Rainto – Tihinen, 2016.) Tätä testattiin yhteensä viidellä tuotenuhalla 19.12.2016.

Jokainen tuotenuharulla valssattiin normaalisti ensimmäisen piston loppuun eli valssipesä avautui pujotusasentoon. Tämän jälkeen automaattisekvenssin pujotus keskeytettiin, jonka jälkeen minimivalssausvoima laitettiin päälle. Minimivalssausvoiman ollessa päällä, tuotenuhan pää pujotettiin K1:n slitsiin ikään kuin tapahtuma olisi normaalipujotus, mutta manuaalisesti. Tämän jälkeen minimivalssausvoima otettiin pois päältä ja automaattisekvenssiä jatkettiin normaalisti, jonka jälkeen valssain oli valmis toiselle pistolle.

Tärkein vaihe oli tuotenauhan minimivalssausvoimalla pujottaminen K1:n slitsiin. Tässä tarkoituksena oli, että tökätessään slitsirakoon, tuotenauha ei tekisi löysiä ollenkaan 2-puolelle. Myös 1-puolen löysä osuus tuli olla vähäinen eli ei tulisi olla isoa löysää kaarta valssipesän ja kelaimen väliin, vaan nauhan pää napsahtaisi kiinni jolloin löysää tulisi mahdollisimman vähän.

Kaikki tuotenauhat olivat 1 500 mm leveitä sekä 5,99 - 8,00 mm paksuja austeittisia tuotenauhoja. Ohessa on käyty läpi testattujen tuotenauhojen käyttäytymistä SZ1:llä ja samojen testattujen tuotenauhojen tulokset HP:n pinnantarkastuksessa:

1. Tuotenauharullaan 677082-00 syntyi pieni löysä osa valssipesän ja K1:n väliin, kun nauhan pää osui K1:n slitsirakoon. Minimivalssausvoima käytettiin pois ja automaattisekvenssi pujotti tuotenauhan kelaimen ympärille. HP:n pinnantarkastuksessa tuotenauhaan ei merkitty virheitä valssainten alueelta.
2. Tuotenauharulla 673702-00 meni pujotuksen osalta samoin kuin edellinen tuotenauha. HP:lla tuotenauhaan merkittiin lyhyttä vetonaarmua HP:n häntään, joka tarkoittaa SZ-valssaimella keulaa. Virhe oli merkitty 450 - 486 metrin kohdalle hännästä katsottuna. Tällaisessa tapauksessa oletuksena on, että naarmu syntyy pujotuksessa SK:lta K2:lle ennen ensimmäistä pistoa.
3. Tuotenauharulla 676066-00 pujotettiin myös samaan tapaan. HP:lla merkittiin 252 virhettä keulassa 60 metriä ja hännässä 9 metriä. Tällainen naarmu on oletuksena vetonaarmu, joka on syntynyt paksun tuotenauhan molempiin päihin pujotuksessa ennen ensimmäistä sekä ennen toista pistoa.
4. Tuotenauharullan 675862-00 pujotus samaan tapaan, mutta HP:lla ei merkattu SZ-laaturvirheitä.
5. Tuotenauharulla 676982-00 meni samaan tapaan kuin kaikki edelliset, mutta ilman laaturvirheitä SZ:ltä.

Otanta on tässä testissä lyhyt. Näiden tulosten perusteella kuitenkin vaikuttaa, että jos tuotenuha pysyy kireämpänä näin, mutta löysätään uudelleen automaattisekvenssillä pujotuksen loppuvaiheessa, löysä osuus tulee K2:n puolelle jättäen lyhyttä vetonaarmua. Oletuksena oli siis, että jos tuotenuhaa pitää kireämpänä pujottaessa, vetonaarmua ei jäisi.

3.3 Paksujen tuotenuhojen jatkopäät

Paksujen tuotenuhojen jatkopäät lisätään hitsaamalla tuotenuhaan Valmistelulinjalla. Tällä hetkellä jatkopäiden paksuudet vaihtelevat. Keskusteltiin, että voisiko jatkopäiden paksuutta pienentää mahdollisimman pieneksi, jolloin pujottaessa tuotenuha itsessään ei kävisi löysänä missään vaiheessa, vaan löysä osuus tulisi jatkopäähän. (Rainto 2016.)

Kehitysinsinööri Juho Keskitalon kanssa käytyjen keskustelujen (2016) perusteella jatkopäiden optimointi paksuihin tuotenuhoihin on kuitenkin vaikeaa. Jatkopäiden paksuuksien muutos aiheuttaisi ongelmia jatkopäiden hitsauksessa. Tuotenuhan paksuus ja jatkopään paksuus tulisi olla mahdollisimman lähellä toisiaan, koska muutoin jatkopään hitsaus tuotenuhaan vaikeutuisi huomattavasti ja prosessista tulisi Outokummun mittakaavalla huomattavasti hitaampi.

3.4 PDA-piirtojen hyödyntäminen laatuvirheeseen

Valssainten alueen sähköisen kunnossapidon työnjohtaja Pekka Vaaran opastuksella käytiin läpi ibaAnalyzer-ohjelmalla SZ1-valssaimen piirtoja. Piirroista pystyy tutkimaan SZ1-valssaimen tietoja monelta eri osa-alueelta. Tähän opinnäytetyöhön soveltuvaa tietoa oli kuitenkin erittäin haastava löytää, mutta ohjelmaa itsessään on varmasti jatkoa ajatellen mahdollista hyödyntää muiden laatuvirheiden tutkimiseen ja paikantamiseen.

3.5 Pahvin tai välipaperin käyttäminen tuotenuhan pujotuksessa

Kehitysinsinööri Ilkka Rainnon kanssa käytyjen keskustelujen vuoksi, pohdittiin, voisiko pahvin tai paperin palanen tuotenuhan pujotuksessa vaikuttaa positiivisesti naarmun syntymisen estämiseen. Tällä hetkellä oletuksena on se, että

tuotenuhan pinnat hankaavat toisiaan pujottaessa, ja se aiheuttaa vetonaarmun SZ-valssaimella. Pahvin tai paperin käyttäminen voisi ehkäistä kyseistä ilmiötä 1-kelaimella tuotenuhan sisäkehällä, kun valssain on lähdössä toiselle pistolle. (Jakola - Koivurova - Rainto, 2016.)

Testi koettiin liian työlääksi toteuttaa SZ-valssaimella. Molempien kelainten yläpuolella tulisi olla enemmän paperikelaimia ja pahvin palan käyttäminen taas tulisi jo alun perin lisäämään prosessin häiriöiden määrää. Näissä asioissa tulisi jatkossa laskea välipaperin ja/tai pahvin käytön hyödyt tuotantoon nähden, mikäli näillä asioilla saataisiin vetonaarmua tai muuta laatuvirhettä huomattavasti vähemmäksi.

3.6 Tulokset

Johtopäätöksenä voidaan eritellä testejä, joiden yrittäminen ei ole joko kannattavaa tai ne on nyt testattu, eivätkä vähentäneet vetonaarmua. Huomiot ovat seuraavat:

- Automaattipujotuksen onnistumisen merkitys olisi mielestäni edelleen vartenotettava vaihtoehto naarmun minimoimisen kannalta. Prosessi on resursseja vievä pitemmässä mittakaavassa. Yhden henkilön tulisi seurata milloin pujotus tapahtuu manuaalisesti prosessissa. Sitä tulisi tehdä johtopäätökset tuotteen laadun tarkastelussa, jos on saatu tieto manuaalipujotuksesta.
- Minimivalssausvoimalla pujottaminen ei tehtyjen testien mukaan ollut auttava tekijä vetonaarmun minimoimisessa.
- Paksujen tuotenuhojen jatkopään muutokseen ei tässä opinnäytetyössä ollut mahdollisuutta, koska kuormitus tietyillä prosesseilla olisi liian suuri.
- Pahvin tai välipaperin käytön mahdollisuus olisi niin ikään kuormittava tekijä prosessin kannalta, mutta mielestäni aiheellinen kokeilu, jos se olisi joskus mahdollista.

4 EHDOTETUT JATKOTOIMENPITEET VETONAARMUN VÄHENTÄMISEEN

Seuraavissa luvuissa on esitetty jatkotoimenpiteitä ja investointeja SZ-valssaimille 252 virheen minimoimista ajatellen.

4.1 Paksujen tuotenuhojen jatkopään muutos

Tällä hetkellä paksujen tuotenuhojen jatkopäät ovat myös hitsattavuuden vuoksi lähes yhtä paksuja. Jos SZ1:llä valssataan 8,00 mm lähtöpaksuudessa olevaa tuotenuhaa, on sen jatkopää noin 6,00 mm paksua. Tässä tilanteessa tuotenuhan löysänä käyminen vaikuttaa pujotuksessa koko pituussuunnassa oletettavasti useita kymmeniä metrejä. Muutos jota voisi harkita, liittyisi ohuempiin jatkopäihin. Jos jatkopää on huomattavasti ohuempi, tulisi löysä osa tuotenuhaa vain jatkopään kohdalle, jolloin valssattu osuus pysyisi kireänä.

4.2 SZ1:n yläpainerullien ja alapainerullaston tarkastelu

Useat SZ1-valssaimen operaattorit ovat kyseenalaistaneet pujotuksessa tarvittavia ylävetorullia. Ylävetorullat ovat siis valssaimen molemmin puolin ”pitämässä” tuotenuhaa kireänä pujotusvaiheessa. Valssaimen tuotenuhojen paksuudet ovat niin suuria, että ylävetorullien voima loppuu kesken. Tästä asiasta ei tähän työhön saatu faktoja ylävetorullien voimista tai muista mekaanisista ominaisuuksista ajan loppuessa kesken. Jatkotoimenpiteenä voisi harkita kuitenkin ylävetorullien uusimista mahdollisuuksien puitteissa.

Myös nimenomaan vetonaarmun minimoimiseen asennettu alapainerullasto voisi olla tutkimuksen kohteena. Voisiko alapainerullastosta saada jollakin tapaa niin sanotusti enemmän irti. Sekä yläpainerullien, että alapainerullaston pyöri-
vien rullien materiaalia ja kuntoa voisi tarkastella. Pyrkimyksenä tässä olisi löytää mahdollisimman hyvä materiaali ja tarpeeksi voimaa painorullille, jotta tuotenuha saataisiin pidettyä kireänä jokaisella tuotenuhan lähtöpaksuudella.

4.3 Mahdolliset muutokset tuotenuhan pujotussekvenssiin

Pujotuksessa tuotenuha käy lähes joka tapauksessa jossakin kohtaa löysänä. Muutoksia automaattipujotuksen sekvenssiin voisi harkita, kun on löydetty sellainen työtapa ensin manuaalisesti, jossa tuotenuha on SZ-valssauksessa mahdollisimman kireänä. Tätä haettiin testillä, jossa tuotenuha pujotettiin minimivalssausvoiman avulla. Otanta oli tässä tapauksessa pieni, mutta äkkiseltään työtapa ei voi olla kovin toimiva, jos 40 prosenttia tutkituista tuotenuhoista sisältää vetonaarmua tämän testin vuoksi.

4.4 Laatuvirheen paikallistaminen ennen tai jälkeen SZ-valssauksen

Tämä opinnäytetyö toteutettiin sillä ajatuksella, että tutkittu laatuvirhe aiheutuu SZ-valssauksessa eli on pyritty etsimään keinoja minimoida virhe ennen pintantarkastuksia HP:lla vain yhdessä teräksen valmistuksen prosessissa. Jatkossa toimenpiteitä tuotenuhojen löysänä käymiseen voisikin miettiä muissa työvaiheissa. Voisiko vetonaarmu mahdollisesti tulla jo kuumavalssatun aihion ominaisuuksista tai SZ-valssauksen jälkeen, vaikka laatuvirhe merkitäänkin SZ:n vetonaarmuksi ja siellä tapahtuvaksi. Mikäli tästä saataisiin varmuus, voitaisiin eri kehitysorganisaatioiden tutkimukset keskittää oikeaan prosessiin.

5 LAADUN TARKASTELUN MAHDOLLISET TOIMINTATAPAMUUTOKSET

Historiatiedot 252 virheen osalta olivat siinä mielessä selkeitä, että hyvin nopeasti saatiin selville, minkälaisiin tuotenuharulliin tutkimus SZ1-valssaimella keskittyi. Laatuvirheen merkitseminen vuonna 2016 saatiin jaoteltua useamman eri kategorian avulla. Teräslaadun, lähtöpaksuuden ja tuotenuhan leveyden tarkasteleminen olivat lähtötietojen kannalta oleellisimpia asioita.

252-laatuvirhe on jaoteltavissa useaan erilaiseen naarmuun. Naarmun merkitsemisessä ei kuitenkaan ole aina täysin johdonmukaista tapaa, vaan usein oletuksien kautta esimerkiksi tuotenuharullan päissä merkitty naarmu mielletään lyhyeksi pujotuksessa syntyväksi naarmuksi. Pinnantarkastukseen voisi harkita johdonmukaisempaa muutosta tiettyjen virheiden merkitsemiseksi. Tämä on luonnollisesti haastavaa jatkuvatoimisissa prosesseissa, joissa työskentelee viisi eri vuoroa ja jokaisessa vuorossa useampi eri työntekijä. Lisäksi tietty paikannettu laatuvirhe voi yhden tarkastajan silmään olla SZ:llä syntyvä naarmu ja taas toisen silmään jossakin muualla syntynyt naarmu tai jopa täysin eri laatuvirhe.

252-virheen merkitseminen ja sen paikantaminen voisivat olla kehityksen kohteena. Mahdollisuuksien mukaan virheelle voisi tehdä lisää erilaisia koodeja numerosarjan perään, josta nähtäisiin pienellä vaivalla, minkälainen SZ-naarmu tai muun prosessin synnyttämä naarmu on kyseessä. Työ helpottuisi näin jokaisessa prosessissa, jos laatuvirheeseen pystyttäisiin reagoimaan nopeammin pelkällä numerokoodin tarkastelulla. Luonnollisesti tällainen ruohonjuuritason analyysi tulisi olemaan pitkä ja resursseja vievä prosessi.

Inhimillisten tekijöiden vuoksi harkinnassa voisi olla myös jonkinlainen automaattinen pinnantarkastus. Toimiva automaattinen pinnantarkastus tunnistaisi tarkalleen, mistä virheestä on kyse ja merkitsisi tarkat paikat virheen esiintymiselle. Silloin pintavirhekoodeista voitaisiin olla varmoja ja tarvittavat toimenpiteet saataisiin tehtyä ajallaan. Luonnollisesti tällaisen teknologian kehittäminen on

pitkä prosessi ja luotto automaation näköön olisi varmasti kyseenalaista prosessin työntekijän omaan silmään ja ammattitaitoon verrattuna.

Merkittävää on myös koko yrityksen mittakaavassa pinnantarkastuksen olosuhteet laadun tarkasteluun. Pinnantarkastuksen olosuhteet ovat varmasti yrityksessä jatkuvan kehityksen kohteena, mutta luonnollisesti aina on asioita, joita voi parantaa. Öljyiset pinnat ja pinnantarkastuksen valaistukset tekevät joissakin prosesseissa virheen tunnistamisen erittäin hankalaksi. Tosin oma intuitioni on, että Outokummulla asiaan on paneuduttu tarpeeksi ja mielestäni tällä hetkellä ainakin pinnantarkastuksen osalta mennään jo maksimaalisilla avuilla.

6 YHTEENVETO

Laatuvirheen minimoiminen yhdessä prosessissa oli aiheena erittäin mielenkiintoinen ja haastava. Koin tietäväni SZ-valssauksesta tarpeeksi kesätöiden kokemuksien perusteella, jotta olisin valmis tekemään tällaisen tutkimuksen. Historiatiedot olivat helposti saatavilla ja ohjaus sekä Outokumpu Stainless Oy:n henkilöstö olivat hyödyksi päivittäin. Työssä käytettiin tietoja enimmäkseen Outokummun sisäisistä lähteistä. Sisäiset verkkolevyt ja intranet olivat päivittäin saatavilla ja käytössä.

Vetonaarmu on ollut valssainten alueen suurimpia virheitä jo kauan. Historiatietoja tutkimalla Outokumpu Stainless Oy:n materiaaleja huomasin, että samantyyppisiä testejä ja aatoksia on yritetty ja mietitty aiemminkin isoina ja pieninä projekteina. Työn haastavuus piilikin siinä, että 252-pintavirheen syntyminen perustuu lähinnä oletuksiin, eikä virheen synnylle ole varsinaista mittaria tai niin selvää virheväliä kuin esimerkiksi SZ-valssauksessa syntyvä valssinvaihtojälki, jonka virheväli on helppo mitata ja virhe helppo korjata jo samassa työvaiheessa. Toisin sanoen voidaan olla varmoja laatuvirheestä ja se voidaan samassa prosessissa korjata.

Työn tavoitteena oli löytää mahdollisimman hyviä työtapoja tai prosessin muutoksia vetonaarmun vähentämiseen resurssien puitteissa ja sen lisäksi tutkia vetonaarmun aiheuttamia laatu- sekä saantikustannuksia. Keskittyminen ajautui yhteen prosessiin, joka valikoitui lähtötietojen perusteella Sendzimir 1 -valssaimeksi. Vetonaarmu on virheenä erittäin hankala havaita valssauksen aikana, koska olosuhteet eivät ole samaa tasoa kuin varsinaisessa pinnantarkastuksessa, jossa tuotenauhalle annetaan laatuarvostelu. Siinä mielessä SZ-valssainten virheet jakautuvat virheisiin, joihin pystytään reagoimaan valssaimella samalla hetkellä, ja virheisiin, joista palaute tulee vasta jopa vuorokauden jälkeen. Silloin samantyyppisiä laatuvirheitä voi olla useammassa tuotenauharullassa peräkkäin, koska virheelliset tuotenauhat ovat voineet läpäistä SZ-valssaimen oman pinnantarkastuksen. 2-laaduksi tai jopa romuksi menevät rullat jäisivät silloin tehtaalle sen sijaan, että lähtisivät asiakkaille.

Testit olivat hankalia toteuttaa, koska lähtötilanteessa nojattiin oletuksiin ja ehdotetut ja tehdyt testit olivat lähinnä intuitioita ja tulokset sen mukaisia. Tämä johtui siitä, että vetonaarmun synnystä SZ-valssauksessa ei ole saatavilla tarpeeksi varmaa tietoa. Useat ajatellut testit jäivätkin toteuttamatta resurssien lopputtua. Toteutus aloitettiin vasta sitten, kun oli keskusteltu usean valssaimen alueen henkilöstöön kuuluvan kanssa ja todettu, että aiottua testiä olisi järkevää yrittää.

Tehdyt testit eivät minimoineet tai vähentäneet vetonaarmua valssainten alueella, mutta niistä saatu tieto ja Outokummun henkilöstön omat tutkimukset osoittivat, että 252-laaturvirheen minimoimiseen ei ole enempää tehtävissä valssainten alueella. Osa vetonaarmun lähteistä on paikallistettu muualle kuin SZ-valssaimille osoittaen, että virheen historiatiedot eivät ole kaikilta osin aukottomia. Virheen historiatiedot ovat tarkastajien tekemiä ja heidän silmin nähtyjä, jolloin ne eivät ole vääriä, vaan virheen tulkinnassa voi olla eroavaisuuksia. Tämän vuoksi työssä ei ole käsitelty työn tavoitteeseen kuuluvia vetonaarmun laatu- ja saantikustannuksia.

Opinnäytetyön konkreettinen tulos sai uuden näkökulman, kun Ilkka Rainnon ja Outokummun muun tutkimusryhmän tekemä tutkimus osoitti, että osa SZ:lle merkityistä naarmuista syntyy edellisissä prosesseissa ennen kylmävalssausta. Outokummun omat testit keskittyivät virheen analysointiin ja syntypaikan haakuun isommassa mittakaavassa (Rainto, 2017). Näitä Outokummun oman henkilöstön testejä ei ole saatu opinnäytetyöhön mukaan, koska virallista tietoa ei vielä ole ja tutkimukset ovat opinnäytetyön loppuvaiheessa vielä käynnissä. Tämä opinnäytetyö taas keskittyi pelkästään SZ1-valssaimeen.

Työn tulos muovautuikin pinnantarkastuksen kehittämis ehdotuksiin ja laaturvirheiden tunnistamisen ongelmiin vetonaarmun minimoimisen sijaan, vaikka tilastollisesti virhe tulee todennäköisesti vähenemään. Pinnantarkastus on ihmisen tekemää työtä, joka sisältää inhimillisiä virheitä. Lisäksi tulevien tutkimusten perusteella voidaan kyseenalaistaa oletus siitä, miten vetonaarmu syntyy. Tulevien johtopäätösten perusteella myös laaturvirheisiin ja niiden synnyn paikanta-

miseen ja laatuvirheen merkitsemiseen tulisi varmasti parannusta tulevaisuudessa. Tämä luonnollisesti myös vähentäisi tutkittua laatuvirhettä tulevaisuudessa.

Työn tuloksen kannalta tärkeää oli myös se, että saadaan helposti tietoa siitä, mitä on tehty ja miltä kannalta asiaa on ajateltu yksinomaan Sendzimir 1 -valsaimella. Työhön on myös saatu ylös eri oletuksia ja operaattoreiden omaa tietoa ja keskustelua siitä, mitkä tekijät ovat merkittäviä vetonaarmun synnyssä. Tämä tieto on yleensä sitä, mikä ei välttämättä ole kuin tietona tai omana oletuksena yksilön päässä. Ongelmanratkaisu sidosryhmien avulla on helpompaa, jos kaikki oletukset ja lähtötiedot ovat sidosryhmällä samat. Sitä kautta tutkimuksissa voidaan viivata yli tietyt ratkaisut, joita ei kannata alkuunkaan edes kokeilla.

Koin tämän opinnäytetyön erittäin opettavaiseksi ja uskon hyötyväni näistä kokemuksista myös tulevaisuuden työtehtävissä. Sain paljon uutta oppia laadukkaan tuotteen valmistuksesta, joka on aiheena tärkeää varmasti jokaisessa työympäristössä. Erilainen tilastointi ja sen vaikutukset historiatietoineen aukesivat myös uudella tavalla verrattuna lähtötietoihini kesäharjoittelujen aikana.

LÄHTEET

16990_SZ1_Alapainorullasto_kokoonpano. PDF-tiedosto. Outokummun sisäinen intranet, Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 19.10.2016.

252 – naarmu SZ1 – romutustiedot 2016. Excel-taulukko. Outokummun sisäinen K-asema. Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 2.12.2016.

Hehkutus- ja peittäuslinja. Oppisopimusluennot. PowerPoint-diasarja. Outokummun sisäinen K-asema. Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 15.12.2016.

Jakola, Pertti 2016 - 2017. SZ1-valssaimen operaattori, Outokumpu Stainless Oy. Keskustelut lokakuun 2016 - helmikuun 2017 aikana.

Keskitalo Juho 2016. Kehitysinsinööri, Outokumpu Stainless Oy. Keskustelut marraskuun 2016 aikana.

Keto, Marko 2016. Pinnantarkastuksen työhönopastaja, Outokumpu Stainless Oy. Keskustelut lokakuun 2016 aikana.

Koivurova, Jukka 2016 - 2017. SZ1-valssaimen operaattori, Outokumpu Stainless Oy. Keskustelut lokakuun 2016 - helmikuun 2017 aikana.

Laadunhallinta, laatujohtaminen ja -järjestelmät. 2014. Artikkelit, Logistiikan maailma. Saatavissa http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laadunhallinta,_laatujohtaminen_ja_-j%C3%A4rjestelm%C3%A4t Hakupäivä 15.12.2016.

Laatuanalyysi – Valssainten alue. Excel-taulukko. Outokummun sisäinen K-asema, Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 11.10.2016.

Lecklin, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uudistettu painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Liikamaa, Lari 2015. Valssainten saannin parantaminen kelaintaitteen kannalta. Kemi: Lapin ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma-Opinnäytetyö. Saatavissa https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90292/Liikamaa_Lari.pdf?sequence=1 Hakupäivä 16.11.2016

Me olemme Outokumpu syyskuu 2016. PowerPoint-diasarja. Outokummun sisäinen intranet. Outokumpu Stainless Oy Hakupäivä 15.11.2016.

OKTO-pintavirheet. Outokummun sisäinen pintavirhetietokanta. Outokummun sisäinen intranet. Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 10.1.2017.

Rainto, Ilkka 2016 - 2017. Vanhempi kehitysinsinööri, Outokumpu Stainless Oy Keskustelut lokakuun 2016 - helmikuun 2017 aikana.

sz erot. PNG-tiedosto. Outokummun sisäinen K-asema, Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 14.12.2016.

Tihinen, Matti 2016 - 2017. SZ3-valssaimen operaattori, Outokumpu Stainless Oy. Keskustelut lokakuun 2016 - helmikuun 2017 aikana.

TOIMINTAKUVAUS_SZ. PowerPoint-diasarja. Outokummun sisäinen K-asema, Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 14.12.2016.

Tornion tehtaat. PNG-tiedosto. Outokummun sisäinen K-asema, Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 16.11.2016.

Tornion tehtaat ja Kemin kaivos_esittelykalvot_2016. PowerPoint-diasarja. Outokummun sisäinen intranet, Outokumpu Stainless Oy. Hakupäivä 16.11.2016.

LIITTEET

Liite 1 SZ1 Manuaalipujotuksen merkitseminen tuotenaudoille

SZ1 Manuaalipujotuksen merkitseminen tuotenuhoille

Ohje liittyen opinnäytetyöhön 252-virheen tutkimisessa:

Useissa keskusteluissa on pohdittu, voisiko paksuissa esiintyvä kyseinen pintavirhe (252) olla yleisempi nauhoilla joissa pujotus joudutaan tekemään niin sanotusti käsin eli toiminnot eivät ole menneet automaattilla loppuun asti. Esim. tuotenuha tökkää pujotuksessa johonkin ja joudutaan kelaamaan itse. Tämä voi tapahtua esimerkiksi kun ennen 1. pistoa kun pujotetaan nauhaa AK->K2.

Tutkittavat tuotenuhat:

Laadut:	Leveydet:	Lähtöpaksuudet:
720	1500	6,00mm-8,50mm
750	1500	6,00mm-8,50mm

- Eli merkitään pelkästään leveimmillä sekä paksuimmilla nauhoilla ja vain 720- sekä 750-laatuihin.
- Merkitään paperille rullan numero ja rasti ruutuun -periaatteella jos automaatti ei ole pujottanut loppuun asti 1. pistolle lähdetessä tai 2. pistolle lähdetessä.
- Jos automaattipujotus ei töki missään vaiheessa, **EI** tarvita merkintää

Esimerkiksi näin:

Rullanumero:	Automaatti keskeytyi ennen AK->K2 :	Automaatti keskeytyi ennen K2->K1 :
123456-00	x	
454456-00		x
471368-00	x	
784981-00		x

Lisätietoja:

Markus Tihinen

Oulun ammattikorkeakoulu