

Walteri Lehtonen

VALSSAAMON LAATUPOIKKEAMIEN KUVAAMINEN JA
LUOKITTELU

Konetekniikan koulutusohjelma
2019

VALSSAAMON LAATUPOIKKEAMIEN KUVAAMINEN JA LUOKITTELU

Lehtonen, Waltteri Ilmari
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Ohjaaja: Leena Nolvi
Joulukuu 2019
Sivumäärä: 49
Liitteitä: 0

Asiasanat: Laatu, Visuaalinen laadunvalvonta, Laatupoikkeama, Tarkastus

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata ja luokitella Aurubis Finland Oy:n valssaamon laatupoikkeamat. Laatupoikkeamat dokumentoitiin ja niistä kerättiin informaatiota. Kerätystä materiaalista luotiin laatuvirhekatalogi, josta ilmenee virhetyypit. Jokaisen virhetyypin kohdalla on kuvaus mahdollisista virheeseen johtavista syistä, sekä muutama havainnollistava esimerkkikuva jokaisesta virhetyypistä. Laatuvirhekatalogin tarkoitus on olla apuna tuotantokoneilla, suoritettaessa visuaalista laadunvalvontaa.

Työssä keskityttiin keräämään tietoa ja kuvia visuaalisesti havaittavista virheistä. Mukaan otettuja virhetyyppejä kertyi kaikenkaikkiaan 22. Virheet luokiteltiin niiden ominaisuuksien mukaan omiin yläluokkiinsa, joita kertyi yhteensä kolme. Jokaisen virhetyypin määriteltiin, luokiteltiin ja kuvattiin erikseen. Virhekatalogissa myös ohjeistettiin, mihin asioihin virheessä pitää kiinnittää huomiota ja mitä virheestä on syytä tarkastaa, sekä kerrottiin, minkälaisiin toimenpiteisiin poikkeama saattaa johtaa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin ja pohdittiin yleisesti, mitä on laatu ja mitä se merkitsee eri asiayhteyksissä. Laatua käsiteltäessä syvennyttiin laadunhallintaan ja etenkin visuaaliseen laadunvalvontaan liittyviin asioihin, niiden ollessa tärkeässä asemassa myös työn luonteen kannalta.

DESCRIPTION AND CLASSIFICATION OF QUALITY DEVIATIONS IN THE ROLLING MILL

Lehtonen, Waltteri Ilmari

Satakunnan Ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Supervisor: Leena Nolvi

Degree Programme in Mechanical Engineering

December 2019

Number of pages: 49

Appendices: 0

Keywords: Quality, Visual quality control, Quality defect, Inspection

Aim of this thesis was to describe and classify the quality defects of Aurubis Finland Oy's rolling mill. The quality deviations were documented and information was collected from them. A quality defect catalog was created from the collected material, showing the deviation types. Each type of deviation has a description of what possible causes the defect, as well as a few illustrative example picture of each defect type. The purpose of the quality defect catalog is to assist production performing visual quality control.

The work focused on collecting information and images of visually detectable defects. Overall 22 defects were accumulated. Defects were classified according to their characteristics into their upper classes, where they belong. There were totally three upper classes. Every defect was defined, classified, and described separately. The quality defect catalog also provided instructions on what issues should be minded and what things should be checked for the defect, as well as what kind of actions the deviation might lead to.

The theory part of the thesis was dealt and discussed generally, what is quality and what does it mean in different contexts. When dealing the quality, issues related to quality management, especially visual quality control, were deepened, because they played an important role in the nature of the project.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TOIMINNALLINEN YMPÄRISTÖ.....	7
2.1	Aurubis AG	7
2.2	Aurubis Finland Oy.....	8
2.2.1	Valssaamon tuotantoprosessi lyhyesti	9
3	MITÄ LAATU ON	10
3.1	Laatukäsitteen ominaisuuksia	10
3.2	Henkilöstö laadun tekijänä.....	12
4	LAADUNVALVONTA	12
4.1	Laadunvalvonta osana laadunhallintaa	12
4.1.1	Laadunvalvonnan tarkoitus ja merkitys	13
4.1.2	Laadunvalvonnan suorittaminen	14
5	VISUAALINEN LAADUNVALVONTA.....	14
5.1	Historiaa.....	14
5.2	Silmämääräinen tarkastus	15
5.2.1	Tarkastuksen käyttäminen	15
5.2.2	Tarkastusprosessi.....	16
5.3	Laadunhallinnan standardeja	17
5.3.1	ISO 9000	17
5.3.2	SFS-EN ISO 17637	18
5.3.3	SFS-EN 1652	19
6	VALSSAAMON LAATUPOIKKEAMAT	20
7	LAATUVIRHEKATALOGI.....	21
7.1	Pintavirheet	23
7.1.1	Hilse	23
7.1.2	Naarmu	24
7.1.3	Reikä	25
7.1.4	Lika/Öljy	26
7.1.5	Kupla	27
7.1.6	Jyrsinjälki	28
7.1.7	Painuma	29
7.1.8	Raita	30
7.1.9	Säännöllinen jälki.....	31
7.1.10	Kolo/Kuoppa.....	32
7.1.11	Hiertymä	33
7.1.12	Terän jälki	34

7.1.13 Hapettuma	35
7.1.14 Kiinnitartunta	36
7.1.15 Ryppy	37
7.1.16 Lokinjätös	38
7.2 Tasomaisuusvirheet.....	39
7.2.1 Jäyste	40
7.2.2 Reunanousu	40
7.2.3 Tasomaisuus	42
7.2.4 Poikittaistaipuma.....	43
7.3 Muut.....	44
7.3.1 Vieras aine	44
7.3.2 Kelausheitto	45
8 POHDINTA JA YHTEENVETO	47
LÄHTEET	48
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata ja luokitella Aurubis Finland Oy:n valssaamon tuotteiden laatupoikkeamat. Kerätystä materiaalista ja tiedosta luodaan laatuvirhekuvasasto, joka sisältää valssaamon tärkeimmät laatupoikkeamat kuvineen ja kuvauksineen. Työn toimeksiantajana on Aurubis Finland Oy.

Tuotteen laatu voidaan määrittellä monella tavalla. Se ei tarkoita ainoastaan tuotteen tai palvelun kykyä täyttää asiakkaan tarpeet niin kuin helposti saatetaan ymmärtää. Myös muut yrityksessä tapahtuvat asiat, esimerkiksi markkinointi ja myynti, niin kuin kaikki muutkin osa-alueet yrityksessä pyrkivät laadukkaaseen toimintaan ja välttämään virheitä, jotta lopputulos olisi kaikilla osa-alueilla mahdollisimman laadukas.

Projektin liikkeelle laittamisen syynä voidaan pitää yrityksen halua luoda laatuvirhekuvasasto, josta löytyy kuva jokaisesta virhetyypistä sekä kuvausta niiden muodoista, syistä ja aiheuttavista toimenpiteistä. Tällä tavoin tuotantokoneille saataisiin järjestelmä, josta koneenkäyttäjät pystyvät tarkastamaan ja tunnistamaan laatupoikkeamia sekä poistamaan mahdollisuuksien mukaan niiden syitä.

Työn sisältönä on kerätä tietoa erilaisista laatupoikkeamista sekä niiden syistä valssaamon tuotannosta. Laatupoikkeamatyypit myös dokumentoidaan ja luokitellaan niille tyyppisten ominaisuuksien mukaan. Laatuvirhekuvasaston luomisessa keskitytään visuaaliseen arviointiin ja virheistä otetaan mukaan vain tärkeimmät, silmällä nähtävät virhetyypit. Virhetyyppejä (yläluokkia) kertyy yhteensä 22. Osa yläluokista saattaa pitää sisällään joitakin alaluokkia tai erikoistapauksia kyseisestä virhetyypistä.

2 TOIMINNALLINEN YMPÄRISTÖ

Tämän projektin toiminnallinen ympäristö on Porin Kupariteollisuuspuiston (kuva 1) alueella ja toimeksiantaja Aurubis Finland Oy:n valssaamossa. Kupariteollisuuspuistossa (kuva 1.) toimii useita kansainvälisiä, huipputekniikan ja osaamisen omaavia yrityksiä sekä heidän alihankkijoitaan, kuparin jalostamisen parissa. Henkilöstöä alueella on noin 1400 ja kooltaan se on noin 100 hehtaaria tehden siitä yhden suurimmista ja merkittävimmistä teollisista toimijoista Porin alueella. (Kupariteollisuuspuisto www-sivut 2019)

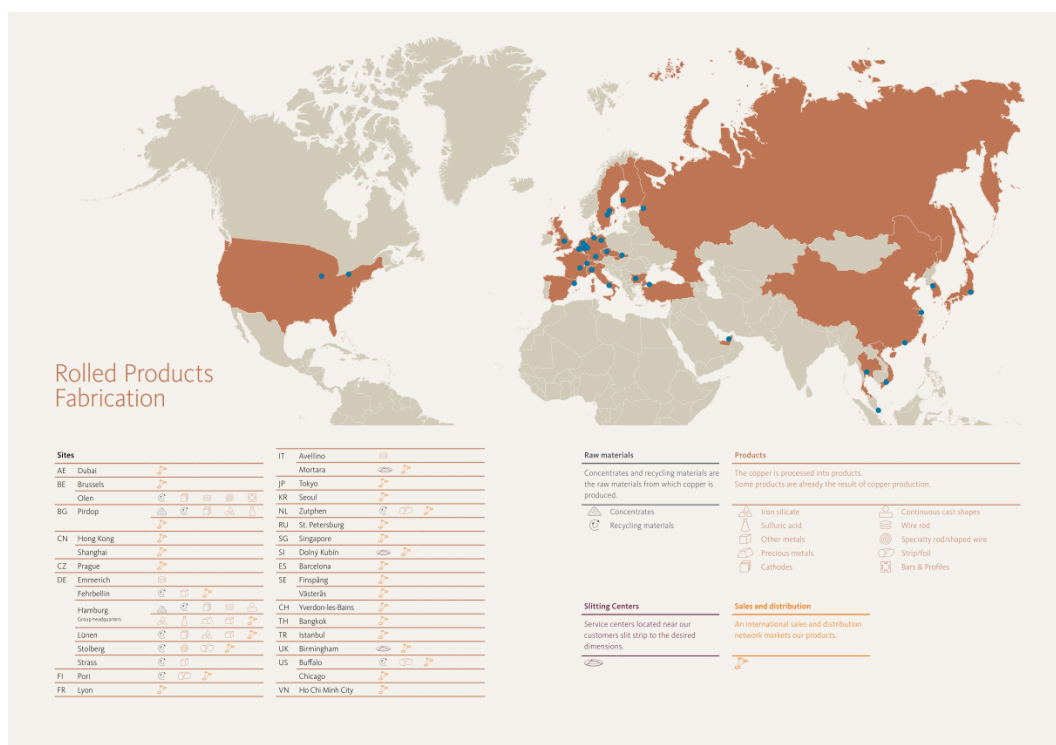


Kuva 1. Kupariteollisuuspuisto (Kupariteollisuuspuisto www-sivut 2019)

2.1 Aurubis AG

Aurubis AG on vuonna 1866 perustettu saksalainen kuparialan pörssiyritys. Yritys työllistää noin 6700 henkilöä yli 20:ssä eri maassa, kolmessa eri maanosassa. Yhtiön tuotantolaitoksien sijainnit näkyvät kuvassa 2. Aurubis AG on maailman suurin kuparin kierrättäjä. Se valmistaa vuodessa yli miljoona tonnia kuparikatodia romukuparista, kierrätetystä raaka-aineesta sekä rikasteesta. Katodeista valmistetaan erilaisia kuparituotteita, esimerkiksi laattoja, levyjä, nauhoja, kaapeleita, profiileja ja lankoja. Lisäksi yritys tuottaa arvometalleja, kuten kultaa ja hopeaa, sekä muita tuotteita, kuten kuparin

tuotannon sivutuotteena syntyvää rikkihappoa. (Aurubis AG:n www-sivut 2019)



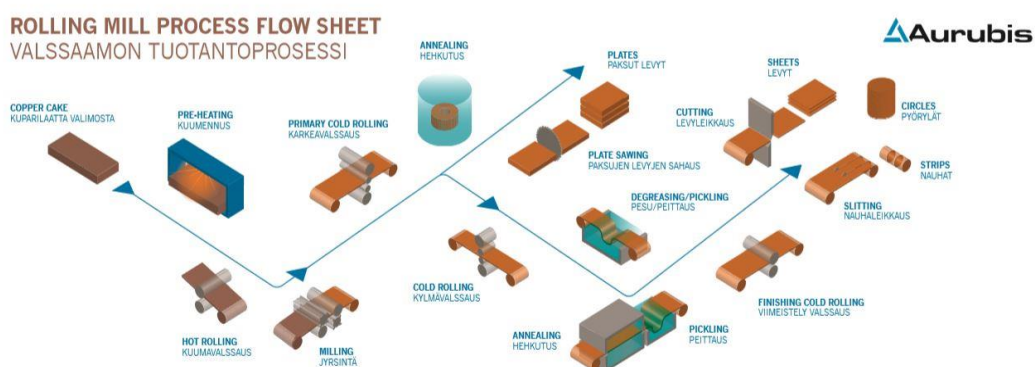
Kuva 2. Aurubiksen tuotantolaitokset ja toimipaikat (Aurubis Finland Oy:n www-sivut 2019)

2.2 Aurubis Finland Oy

Aurubis Finland Oy sijaitsee Porissa, Kokemäenjoen vierellä sijaitsevassa kupariteollisuuspuistossa. Yritys työllistää Porissa noin 200 henkilöä erilaisissa tehtävissä. Porin yksikköön kuuluu valimo, valssaamo ja Nordic center, joka tuottaa arkkitehtuurituotteita, kuten patinoitu julkisivukupari. Aurubis Finland Oy:n päätuotteita ovat nauhat, levyt, laatat ja pyörylät. 90 prosenttia tuotteista menee ulkomaanvientiin. Yrityksen pääajatuksena on tuottaa asiakkaalle mahdollisimman laadukkaasti ja joustavasti asiakkaan pyytämää tuotetta. (Aurubis Finland Oy www-sivut 2019)

2.3 Valssaamon tuotantoprosessi lyhyesti

Aurubis Finland Oy:n valssaamon tuotantoprosessi (kuva 3) alkaa laattauunilta, jossa valimosta tullut kuparilaatta hehkutetaan punahehkuikeksi kuumavalssausta varten. Kuumavalssaamisen jälkeen laatat ja rulla lähetetään eteenpäin jyrsimille, jossa pinnasta poistetaan oksidi. Jyrsimeltä tuote lähtee eteenpäin jatkovalssaukseen vähintään yhden kerran, riippuen millaisiin mittoihin tuote halutaan. Ennen laattojen leikkaamista levyiksi ja rullien nauhoiksi tai pyörylöiksi, tuotteet hehkutetaan halutun mekaanisten ominaisuuksien saamiseksi sekä peitataan ja pestään pesukoneella pois hapettumista, liasta ja valssausemulsiojämmistä. Osa tuotteista, esimerkiksi julkisivu ja kattomateriaali, voidaan hapettaa tai patinoida erikseen, asiakkaan halutessa tuotteelta tiettyä väriä ja ominaisuuksia.



Kuva 3. Valssaamon tuotantoprosessi (Aurubis Finland Oy)

3 MITÄ LAATU ON

”Asiakkaan tarpeiden täyttämistä laadun avulla.” (Deming)

”Ostajan tarpeiden täyttämistä” (Akyama)

”Asiakkaan arviointeihin ja päätöksiin vaikuttava ominaisuus” (Lillrank)

”Tuotteen tai palvelun kykyä täyttää odotukset ja tuottaa valmistavalle yritykselle voittoa” (Harry)

”Soveltuva käyttöön tai tarkoitukseen” (Juran)

”toiminnan ja tuotteiden virheettömyyttä eli vaatimustenmukaisuutta” (Crosby)

”Pienin mahdollinen tuotteen aiheuttama kokonaishävikki” (Taguchi)

Laadun määrittäminen ei ole kovin yksiselitteinen asia. Laatukäsitteellä on monia erilaisia tulkintoja, riippuen mistä tarkastelunäkökulmasta asiaa katsotaan. Laadulla tarkoitetaan yleisesti asiakkaan tarpeiden täyttämistä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Puhuttaessa laadusta, siihen liittyy myös useasti tarve tuotteen tai suorituksen jatkuvaan parantamiseen kehityksen sallimien puitteiden rajoissa. Uusien innovaatioiden, kilpailijoiden toiminnan, markkinoiden ja yhteiskunnan muutosten ja kehityksen myötä laadulle asetetaan uusia vaatimuksia ja mittapuita. Laadun määrittämiseen on jo alusta alkaen kuulunut se, ettei virheitä tehdä. (Lecklin 2006, 18.)

3.1 Laatukäsitteen ominaisuuksia

Kuten aiemmin todettiin, laatuun liittyy useita ominaisuuksia ja tyypillisiä tunnusmerkkejä tarkastelukulman mukaan. Nämä ominaisuudet eivät yleensä poissulje toisiaan, vaan pikemminkin täydentävät toisiaan. Niiden painoarvo kuitenkin määräytyy jokaisen yrityksen kulttuurin mukaan. Paul Lillrankin

(2006, 20) mukaan on olemassa kuusi erilaista tarkastelunäkökulmaa, joita ovat:

1. Valmistuslaatu, joka keskittyy valmistusprosessiin ja tuotteen valmistukseen määritysten mukaan. Tämä näkökulma kulkee yleensä käsi kädessä perinteisen laadunvalvonnan kanssa.
2. Tuotelaatu korostaa suunnittelun merkitystä tuotteen laadun määrityksessä. Tuotelaatu tuodaan yleensä mukaan tuotesuunnittelun toimesta.
3. Arvolaadusta puhuttaessa korkein laatu on tuotteella, jonka hinta-laatusuhde on paras, eli tuote, joka antaa sijoitetulle rahalle parhaan käyttöarvon.
4. Kilpailulaadulla tarkoitetaan, että laadun ollessa yhtä hyvä, kuin kilpailijalla, se on riittävän hyvä. Laadun parannus olisi vain resurssien tuhlausta ja täten ylilaatua.
5. Asiakaslaatu on sitä, että tuotteen ominaisuudet tyydyttävät asiakkaan tarpeet ja odotukset tuotteesta ja on täten hyvää laatua. Asiakaslaatu on tärkeässä asemassa, koska se sovittaa muita laadun näkökulmia yhteen, eikä korosta vain yhtä tiettyä näkökulmaa.
6. Ympäristölaatu. Nykyään ympäristölaadun huomioiminen on trendikästä ja sen merkitys kasvaa jatkuvasti. Ympäristön ja yhteiskunnan näkökulmasta laatua mitattaessa, tulee huomioida tuotteen elinkaari, resurssien ja luonnonvarojen käyttö sekä tuotteen hävittäminen ja kierrätysmahdollisuudet.

3.2 Henkilöstö laadun tekijänä

Laatu ei synny ainoastaan hyvän johtamisen, toimivan prosessin ja hyvien tekniikoiden yhteenlaskettuna summana. Laadun takana ovat aina inhimilliset tekijät. Laadukkaan toiminnan paras tae on koulutettu ja motivoitunut, työnsä osaava henkilöstö, jonka yritysjohto mieltää tärkeänä voimavarana. Organisaation laatu syntyy yhteistyön tuloksena. Henkilöstön tulee asennoitua niin, että tavoiteltu, korkea laatutaso saavutetaan. Laadun nostaminen vaatii usein muutoksia vanhoihin käytäntöihin ja tottumuksiin. Virheettömyyden saavuttamiseen on vaikea päästä, jos esimerkkinä aikaisemmin tuotannossa sai syntyä 10 % virhekappaleita. Henkilökohtaiseen laatuun liittyy yrityksen laatupolitiikan tunteminen, miten työ vaikuttaa kokonaisuuteen ja kuinka omalla työpanoksellaan voi nostaa yrityksen laatua. (Lecklin 2006, 213.)

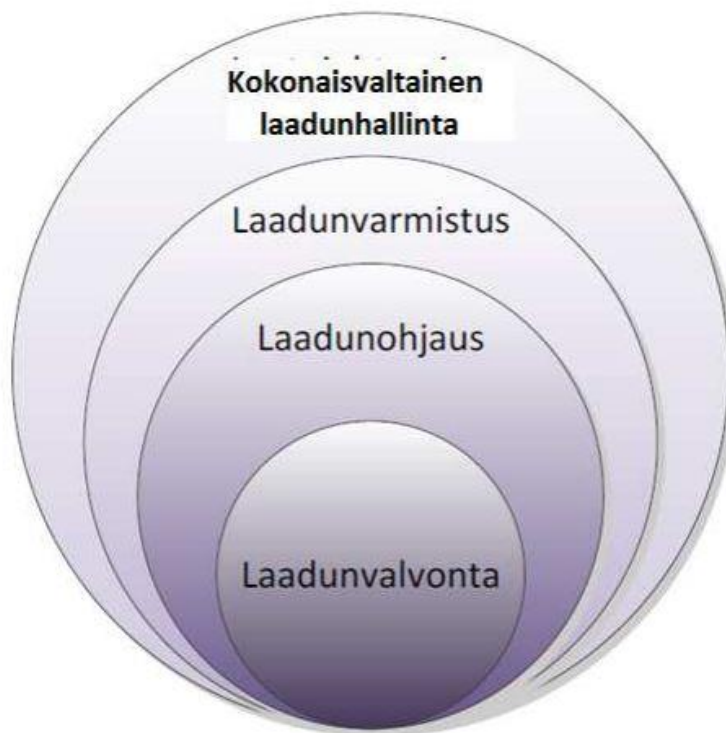
4 LAADUNVALVONTA

4.1 Laadunvalvonta osana laadunhallintaa

Kokonaisvaltainen laadunhallinta pitää sisällään koordinoituja toimenpiteitä organisaation suuntaamiseksi laatuun liittyvissä asioissa. Kokonaisvaltainen laadunhallinta soveltuu nykyään myös julkiseen hallintoon tai palveluyrityksiin, siinä missä ennen sitä pidettiin vain teollisuuden asiana. Laadunhallinta voidaan nähdä jatkumona siitä, miten laatuun liittyvät tavat ja ajattelumallit ovat vuosien varrella kehittyneet. Nykyään kokonaisvaltainen laadunhallinta pitää sisällään useampia käsitteitä ja asioita (kuva 4).

Ennen laadunvalvonnalla karsittiin vain huonoja ja virheellisiä tuotteita pois, jotta ne eivät päätyisi asiakkaalle ja tuotteen laatu ei täten kärsisi asiakkaan silmissä. Kun prosessiin lisättiin laadunohjaus, ei keskitytty enää pelkästään huonoihin virheellisiin tuotteisiin, vaan myös syihin, miksi virheitä tapahtui. Laadunvarmistuksessa vastuuta laatuasioista laajennettiin useammalle

portaalle. Tilastollisen laatu seurannan käyttö osana laadunvarmistusta toi myös lisäarvonsa laatu virheiden syiden ja määrän seurannassa. (Lecklin O 2006: 29; Slack N.)



Kuva 4. Laadunvalvonnan kehitys (Hannukainen T)

4.1.1 Laadunvalvonnan tarkoitus ja merkitys

Valvonta on yksi neljästä päätoiminnosta, yhdessä suunnittelun, organisoinnin ja johtamisen kanssa. Erilaisten toimintojen joukossa, tuotantoyhtiöiden laadunvalvonta on erityisen tärkeässä asemassa. Sen tavoitteena on tarkastaa, täyttääkö prosessi tai tuote, sille asetetut sisäiset ja ulkoiset vaatimukset, eli onko tuote vaatimustenmukainen ja kelpaako se täten asiakkaalle lähetettäväksi. Laadukkuudella saavutettavan asiakastyytyväisyyden merkitys on merkittävä, yrityksen menestyksen kannalta. (Härmälä 2017, 11.)

4.1.2 Laadunvalvonnan suorittaminen

Laadunvalvonta koostuu tuotteen yhden tai useamman ominaisuuden arvioinnista, ja tulosten vertaamisesta odotuksiin. Laadunvalvontaa voidaan suorittaa laitteilla, ihmisen aistien avulla tai näiden yhteistyönä. Koneellisessa laadunvalvonnassa käytetään laitteita ja järjestelmiä, jotka on opetettu tunnistamaan ja raportoimaan laatueroja. Ne tunnistavat tuotteesta kameroiden ja anturien avulla esimerkiksi jonkin kuvion, muodon, värin tai kontrastieron, jonka perusteella automaattisesti luokittelevat tuotteet.

Toinen vaihtoehto on ihmisen aistein suoritettava laadunvalvonta. Visuaalinen laadunvalvonta on tärkein ihmisen aistein suoritettava tarkastelumenetelmä. (Kujawińska & Vogt 2015: 25.)

5 VISUAALINEN LAADUNVALVONTA

5.1 Historiaa

Visuaalisen laadunvalvonnan historian voidaan ajatella ulottuvan aina vaihdantatalouden aikaan. Silloin tehtäessä kauppaa, ostaja ja myyjä tutustuivat kaupan kohteeseen ja tuotteen laatu arvioitiin visuaalisella eli silmämääräisellä tarkastuksella, kaupantekohetkenä. Hinta määräytyi esimerkiksi oravannahkoina lopputuotteen laatuominaisuuksien perusteella. Laadulla on siis ollut merkityksensä kaupanteossa jo ennen modernin yhteiskunnan syntyä. (Lecklin 2006, 15.)

1900-luvulle tultaessa ihmisen suorittamaa visuaalista tarkastusta pidettiin yhtenä luotettavimmista menetelmistä laadunvalvonnassa. Näkemys kuitenkin haastettiin, tultaessa 1950-luvulle, kun ymmärrettiin, että ihminen onkin laadunvalvontaprosessin heikoin lenkki. Siten visuaalisen laadunvalvonnan kehitys on suuntautunut automaattisten järjestelmien suorittamaan valvontaan, korvaamaan ihminen koneella. (Kujawińska, Vogt, 2015, 26.)

5.2 Silmämääräinen tarkastus

Visuaalinen tarkastus eli silmämääräinen tarkastus on tärkeä ja paljon käytetty menetelmä pintavirheiden tarkastamiseksi. Vuonna 1993 AEL:n (Ammattienedistämislaitos.) arvion mukaan silmämääräinen tarkastus oli maailman eniten käytetty tarkastusmenetelmä laadunvalvonnassa. Silmämääräisessä tarkastuksessa kokenut ja koulutettu tarkastaja arvioi tuotteen laatua vertaamalla sitä tai standardin/ohjeen antamiin raja-arvoihin. Silmämääräisessä tarkastuksessa korostuu tarkastajan kokemus ja ammattitaito. Yleensä visuaalinen tarkastus tehdään valmiille tuotteelle, mutta tarvittaessa tarkastus voidaan tehdä myös muiden työvaiheiden aikana. Tarkastuksessa voidaan käyttää erilaisia apuvälineitä virheiden ja poikkeamien vakavuuden määrittämiseksi. (NDT-Team Oy www-sivut, 9/2019; AEL 1999.)

5.2.1 Tarkastuksen käyttäminen

Visuaalista tarkastusta voidaan käyttää useiden erityyppisten tuotteiden tarkastukseen. Esimerkkinä paineastiat, putkistot, säiliöiden sisä- ja ulkopinnat, maalatut pinnat, ruiskuvaletut muoviosat, ja myös kuparinauhan pinnanlaatu leikkausvaiheessa Aurubiksella. Visuaalisen tarkastuksen suosio perustuu sen yksinkertaisuuteen ja kustannustehokkuuteen. Menetelmä on helposti suoritettavissa, eikä se vaadi laitteita, vaan ainoastaan koulutetun tarkastajan suorittamaan tarkastuksen. Ihminen on tällä hetkellä tehokkain yleiskäyttöinen virheiden havaitsemisen väline. Ihmisen aistit, sopeutumiskyky ja tietojenkäsittelyominaisuudet ovat omassa luokassaan. Lisäksi ihmiset ovat helposti koulutettavissa ja mukautuvia, sekä pystyvät toimimaan oman harkinnan mukaan ristiriitaisissa, tilannetajua vaativissa tilanteissa. Koulutettu tarkastaja pystyy havainnoimaan useita vikoja tai poikkeamia tuotteesta, osassa tapauksista jopa laitetta paremmin, mikä tekee menetelmästä yhden luotettavimmista tekniikoista laadunvalvonnassa. Ihmisen suorittamassa visuaalisessa tarkastuksessa on huonot puolensa verrattuna automaattisten laitteiden suorittamaan tarkastukseen.

Näitä ovat ihmisyksilöiden erot luotettavuudessa ja ammattitaidossa. Ihmiset tarvitsevat myös taukoja ja väsyvät, mikä johtaa helposti keskittymisen herpaantumiseen, jolloin virheitä on hankalampi havaita ja poistaa. Riski myös virheiden tekemiseen kasvaa. Näissä asioissa kone pystyy toimimaan ihmistä luotettavammin. Nykyinen huima laitteiden ja tekoälyn kehitys syrjäyttää varmasti tulevaisuudessa osittain ihmisen suorittaman visuaalisen tarkastuksen. (Borrer 2008, 229. Inspectioneering www-sivut, 10/2019)

Visuaalista tarkastusta tapahtuu käytännössä joka kerta, kun valmistettavaa tuotetta käsitellään ja prosessin kulkua seurataan. Käsiteltäessä valmistettavaa tuotetta, ihminen saattaa vahingossa havaita tuotteessa poikkeamia ilman, että edes etsii niitä. Visuaalisella tarkastuksella on ensisijaisesti tarkoitus havaita esteettisesti kriittisiä asioita tuotteen ulkonäön perusteella. Tyypillisiä tarkastuskohteita on tuotteiden pinnat ja pintavirheet tai kuvan/kuvion olemassaolo ja tunnistaminen. Osalla tuotteista on kovia esteettisiä vaatimuksia laadun suhteen, jolloin tuotteelle voidaan suorittaa lopullinen visuaalinen tarkastus, kun tuote on valmis. (Borrer 2008, 229.)

5.2.2 Tarkastusprosessi

Visuaalisen tarkastuksen rakenne on yksi tärkeimmistä tarkastusprosessin tehokkuuteen vaikuttavista ominaisuuksista. Työprosessin näkökulmasta, visuaalinen tarkastus koostuu useista vaiheista. Näitä ovat:

- silmämääräisesti tehtävä seulonta, jossa etsitään mahdollisia vikoja.
- vian löytäminen/havaitseminen
- havaitun vian luokittelu
- päätöksen tekeminen, luokitellaanko tuote hyväksytyksi vai hylätyksi.

Jokaisella vaiheella on vaikutus tarkastuksen tehokkuuteen. Ensimmäisessä vaiheessa, eli seulonnassa, kun ihminen tarkastelee kohdetta visuaalisesti, vaatii se valppautta ja kohonnutta näköherkkyyttä, sekä hyvää vireystilaa

mahdollisten virheiden havaitsemiseksi. Tarkastuksen ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa, havainnointikyky, asianmukaiset työolot ja tarkastajan tietämys mahdollisista virheistä ovat ehdottoman välttämättömiä. Kolmas vaihe perustuu tarkastajan tietoon virheistä ja luokitteluperusteista. Tarkastaja tekee päätöksen, mihin luokkaan sijoittaa havaitsemansa vian. Tarkastusprosessin viimeisessä vaiheessa tarkastaja taas päättää meneekö tuote hyväksytysti laatuluokituksista läpi ja se voidaan lähettää eteenpäin tuotannossa tai asiakkaalle, vai onko tuote hylättävä ja romutettava, tai erotettava laadukkaista tuotteista, riippuen minkä tyyppisestä tuotantoprosessista on kyse. (Kujawińska & Vogt 2015, 26-27.)

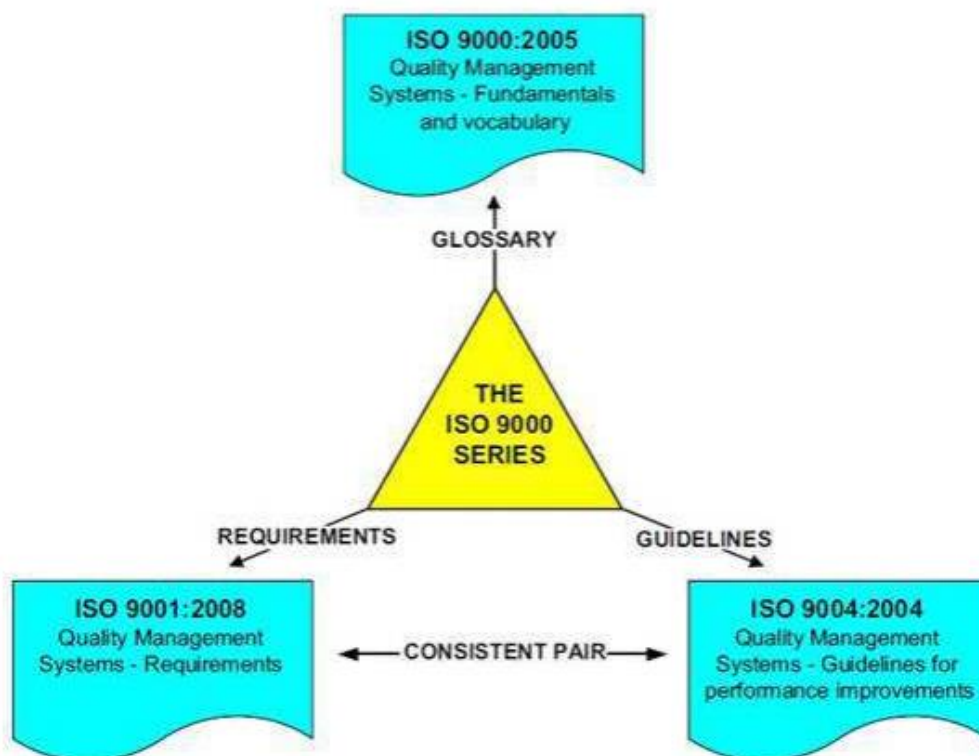
5.3 Laadunhallinnan standardeja

Laadunhallinnan tärkein päämäärä on täyttää asiakkaan vaatimukset ja tavoitella ylittämään asiakkaiden odotukset. Laadunhallinnalle on luotu kansainvälinen standardiperhe, jossa määritellään esimerkiksi laadunhallintajärjestelmiä koskevat vaatimukset, joita jokainen organisaatio voi hyödyntää, osoittaakseen pystyvänsä tuottamaan asiakasvaatimukset täyttäviä tuotteita tai palveluja, niin että ne täyttävät myös viranomaisten vaatimukset. Mikä tahansa organisaatio voi hyödyntää tämän standardiperheen standardeissa esitettyjä vaatimuksia, riippumatta organisaation tyypistä, koosta ja sen tuottamista tuotteista tai palveluista. Puhuttaessa kuparin pinnanlaatuvaatimuksista Suomen standardisoimisliitto SFS on vahvistanut vuonna 1998 standardin, joka määrittelee ja esittää vaatimukset yleiseen käyttöön tarkoitetuille kupari – ja kupariseoslevyille, - nauhoille ja –pyörylöille. (SFS [www-sivut](http://www.sfs.fi).)

5.3.1 ISO 9000

Puhuttaessa ISO 9000 standardista, tarkoitetaan sillä ISO organisaation (International Organization for Standardization) standardiperhettä (kuva 5), joka antaa eväät laatujärjestelmän luomiseen ja sertifiointiin (Kolunsarka 2016). ISO 9000 standardia voidaan pitää yleisstandardina, joka määrittelee

sanaston ja käsitteet, joita kyseinen standardiperhe käyttää. ISO 9001 on luotu puolestaan laatujärjestelmää varten. Se määrittelee laatujärjestelmään kuuluvat elementit, joita edellytetään, jotta tuotteen vaatimukset ja laatu pystytään täyttämään. ISO 9004 on apuväline laatujärjestelmän jatkuvaan kehitykseen. ISO 9004 määrittelee missä yrityksessä toimitaan, miten asetettuihin tavoitteisiin on mahdollista päästä ja mitä yrityksessä on entuudesta tapahtunut. (ISO, Tricker R; De Feo 2017, 327.)

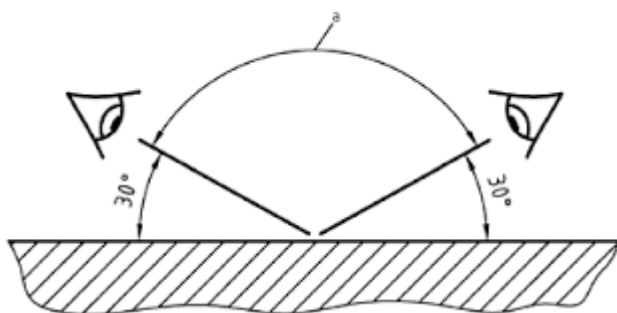


Kuva 5. ISO 9000 standardiperhe (Tricker R.)

5.3.2 SFS-EN ISO 17637

Visuaalinen tarkastus on silmämääräistä tarkastusta, joka perustuu kohteesta paljalla silmillä tai apuvälineillä saatavaan visuaaliseen tietoon. Silmämääräisestä tarkastuksesta on olemassa standardi. Standardi on SFS-EN ISO 17637 ja se on alun perin laadittu hitsien rikkomattomalle aineenkoetukselle ja sulahitsiliitosten silmämääräiselle tarkastukselle. Standardia voidaan myös soveltaa ennen hitsausta suoritettavaan silmämääräiseen tarkastukseen. (SFS www-sivut 2016.)

Aurubiksen tapauksessa standardia pystytään soveltamaan tuotannon eri vaiheissa tehtäessä tuotteisiin visuaalista tarkastelua. Kyseinen standardi määrittelee silmämääräiselle tarkastukselle vaadittavat olosuhteet, laitteet ja henkilöstön pätevyttämiseen vaadittavat seikat. Esimerkkinä standardin mukaan pinnan valaisuvoimakkuuden tulee olla vähintään 350 luxia, mutta kuitenkin mieluiten 500 lx. Valovoimakkuuden laskiessa tämän tason alle, virheherkkyys kasvaa ja tarkastuksen luotettavuus laskee. Myös tarkastettavan kohteen luokse pääsyn tulee olla esteetön, kun tarkastelussa ei käytetä apuvälineitä. Standardin mukaan tarkastusetäisyyden tulee olla maksimissaan 600 mm ja tarkasteltavan kulman suuruus vähintään 30 astetta pinnan suhteen (Kuva 6) (Aaltonen 2016, 2).



Kuva 6 (Aaltonen, 2016, s. 2)

5.3.3 SFS-EN 1652

SFS-EN 1652 on eurooppalainen standardi, joka on tehty määrittelemään kupari- ja kupariseoksista valmistettujen levyjen, nauhojen ja pyörylöiden ominaisuuksia sekä vaatimuksia koskien mitta- ja muototoleransseja, sekä kyseisten tuotteiden kemiallisia ominaisuuksia. Standardissa esitetään myös näytteenoton ja testaukseen koskevat vaatimukset, sekä tuotteiden toimitusehtoja koskevat vaatimukset. Standardin luvussa 6.6 määritellään tuotteiden pinnanlaatu. Tuotteiden pintavirheisiin ja likaisuuteen liittyen standardi ei määrittele esimerkiksi virheen koolle tai tyypille rajoja, vaan tuotteiden on oltava näiltä osin ostajan ja tilauksen tekijän yhdessä tekemän

sopimuksen mukaisia. Kylmävalssatussa tuotteessa saa kuitenkin olla valssausemulsion jäämiä, ellei sitä toisin sovita. (SFS www-sivut.)

6 VALSSAAMON LAATUPOIKKEAMAT

Aurubis Finland Oy:n valssattujen tuotteiden kohdalla yleisimmät laatu poikkeamat ovat visuaalisesti havaittavissa, joten huolellinen silmämääräisen tarkastuksen suorittaminen eri tuotantovaiheiden aikana vähentää huonolaatuisten tuotteiden päätymistä asiakkaalle.

Valssaamon laatu poikkeamat voidaan luokitella neljään eri yläluokkaan. Yläluokkia ovat pintavirheet, muotovirheet, mittavirheet ja muut. Virheet luokitellaan kategorioihinsa muodon, sijainnin ja syntyvän mukaan. Luokitteluun mukaan otettuja, tärkeimpiä visuaalisesti havaittavia ja mitattavia alaluokkia, laatu poikkeamatyyppinä on 22.

Yläluokista suurinta osaa laatu virheistä edustaa pintavirheet, jotka sisältävät valssaamon laatu poikkeamista yleisimmät ja merkittävimmät laatu poikkeamatyyppit. Tärkeimpiä pintavirheiden alaluokkia on otettu katalogin tekoon mukaan 16 kappaletta. Ne ovat prosessin aikana tuotteen pintaan syntyviä virheitä, poikkeamia. Ne voivat olla esimerkiksi yhtä hyvin tuotantokoneen vian tai ominaisuuden, kuin ulkopuolisen tekijänkin aiheuttamia. Tässä yläluokassa kaikilla virheillä yhteistä on, että virheet sijaitsevat tuotteen pinnassa. Tuotteen pinta voi olla rikki, esimerkiksi naarmussa, siinä voi olla likaa tai öljyä, esimerkiksi valssiemulsiota, siinä voi olla hilsettä, reikiä, kaasukuplaa tai "lokinjätöstä", joka ei suinkaan tarkoita lokin ulostetta, vaan on kutsumanimi prosessissa syntyvälle suolatahralle. Muita pintavirhetyyppejä ovat kiinni tartunta, hapettuma, hiertymä, teränjälki, raita, jyrsinjälki, ryppy, painuma, säännöllinen jälki sekä kuoppa/kolo.

Seuraavana luokittelussa tulevat tasomaisuusvirheet. Niistä mukaan otettiin vain sellaiset poikkeamat, jotka ovat silmällä, ilman apuvälineitä havaittavissa.

Näistä tärkein on jäyste ja muita virheitä ovat reunanousu, poikittaistaipuma ja tasomaisuus, jonka alaluokkina pussitus ja reunavenymä.

Mittavirheillä tarkoitetaan tuotteesta mitattavien suureiden tavoitearvon ja todellisen arvon eroa. Mittavirheitä ei pystytä silmällä näkemään. Näitä virheitä on pituus, leveys ja paksuus. Kyseisiä mittoja tarkasteltaessa tarvitaan aina mittavälineitä. Esimerkiksi tuotteen ollessa 0,1 mm nimellismittaa ohuempi, se ei kelpaa asiakkaalle ja johtaa romutukseen. Tällaista 0,1 mm virhettä ei kuitenkaan näe paljaalla silmällä, vaan todetakseen paksuuden, tarvitaan aina mikrometriä. Tämän takia mittavirheitä ei ollut järkeä ottaa mukaan tähän visuaalisen laadunvalvonnan työkaluun.


Viimeisenä yläluokkana on muut. Nämä virheet eivät sijoitu suoraan muihin yläluokkiin. ”Muut” luokkaan päätettiin luokitella virhetyypeistä merkittävimpinä kelausheitto ja vierasaine ja muut kategorioihin sopimattomat poikkeamat.

7 LAATUVIRHEKATALOGI







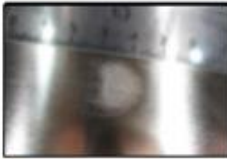





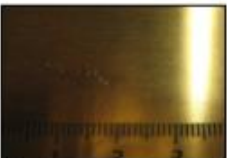









Laatuvirhekatalogiin otettiin mukaan kaikki yleisimmät ja tärkeimmät virheet ja poikkeamat. Nämä poikkeamat dokumentoitiin, luokiteltiin omiin kategorioihinsa ja niistä selvitettiin kullekin virheelle tyypilliset syyt, syntytavat ja tyypilliset piirteet. Virhetyyppien visuaaliseen arvioimiseen luotiin myös ohjeita jokaisen virhetyypin kohdalla erikseen. Visuaalisen arvioinnin ohjeissa neuvotaan, mihin asioihin missäkin virheessä tulisi kiinnittää huomiota ja mitä toimenpiteitä kyseinen virhe aiheuttaa. Laatuvirhekatalogia varten kerätty aineisto kerättiin Exceliin, johon katalogi luotiin ja josta se saadaan siirrettyä tuotantokoneille. Laatuvirhekatalogia tehtäessä otettiin huomioon myös kuvaston halppo päivitettävyyys tarvittaessa. Katalogin käytettävyyden helpottamiseksi tehtiin linkit viirhetyypeille ja virheistä takasin etusivulle (kuva 7).

Seuraavaksi esitellään laatuvirhekatalogiin mukaan otetut 22 virhetyyppiä.

LAATUOHJE W. Lehtonen 17/12/2019

Visuaalinen laadunvalvonta => Virhetyypit 

LAATUPOIKKEAMAT 1

			
Hapettuma	Hiertymä	Hilse	Jyrsinjälki
			
Jäyste	Kelausheitto	Kiinnitartunta	Kolo
			
Kupla	Lika	Lokinjätös	Naarmu
			
Painuma	Poikittaistaipuma	Raita	Reikä
			
Reunanousu	Ryppy	Säännöllinen jälki	Tasomaisuus
			
Terän jälki	Vieras aine		

Kuva 7. Laatuvirhekatalogin etusivu.

7.1 Pintavirheet

Pintavirheet sijaitsevat nimensä mukaisesti tuotteen pinnassa ja niitä esiintyy neljästä virheyläluokasta eniten. Pintavirheitä on paljon erilaisia ja laatuvirhekuvastoon niitä otettiin mukaan 16. Pintavirheet voivat olla tuotteen mekaanisiin ominaisuuksiin vaikuttavia poikkeamia tai ainoastaan kosmeettisia virheitä, joilla ei ole vaikutusta tuotteen mekaanisiin ominaisuuksiin tai sähkönjohtavuuteen. Esimerkiksi raidat ovat virheitä, jotka haittaavat ainoastaan tuotteissa, joiden tulee olla ulkoisesti virheettömiä. Tällaisia tuotteita on esimerkiksi julkisivu ja kattomateriaalit.

7.1.1 Hilse

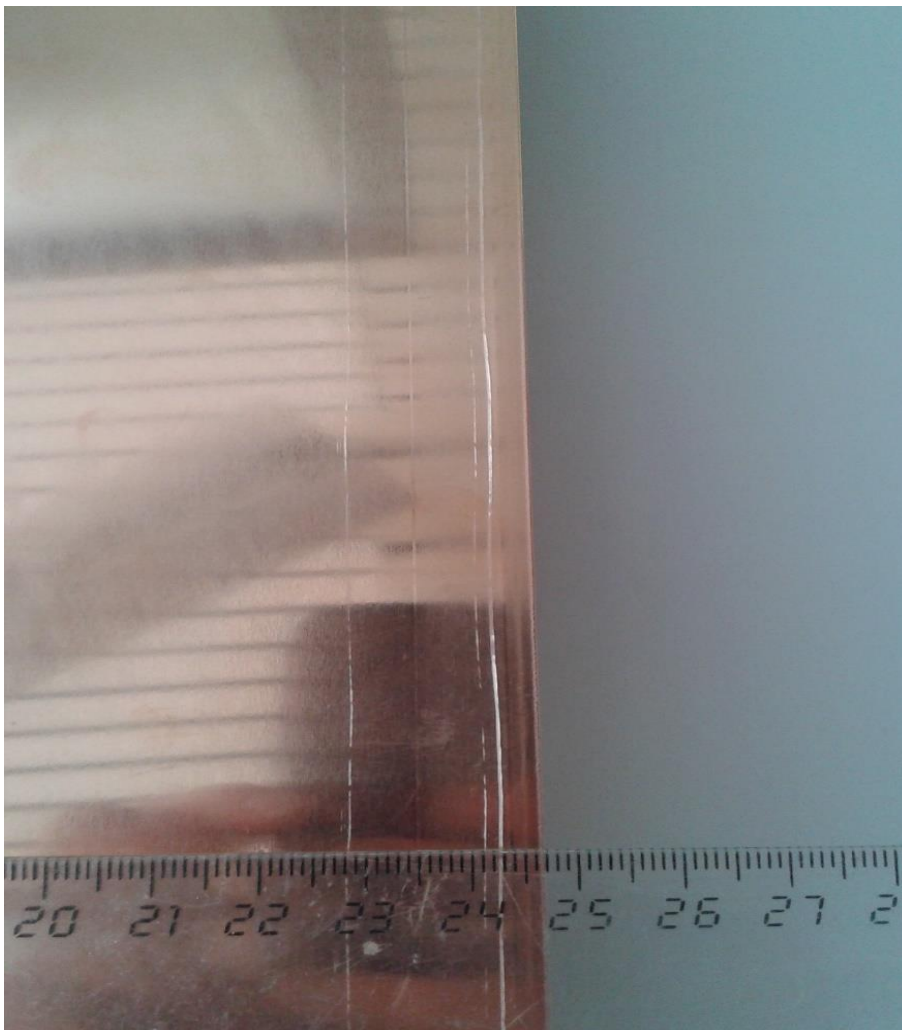
Hilseessä tuotteen pinta on rikki. Hilse syntyy usein jysinkoneella ja sen aiheuttaa yleensä tuotteeseen kuulumaton, irtonainen kuparinkappale, kuten jysinlastu. Prosessin edetessä jossain vaiheessa lastu saattaa irrota ja kohtaan muodostuu reikä. Hilsettä arvioitaessa tulisi tarkastaa sen leveys ja syvyys ja mitata sen sijainti. Hilse on yleensä paikallinen virhe (kuva 8).



Kuva 8. Tavanomainen hilse. Pinta irtoaa lastuna.

7.1.2 Naarmu

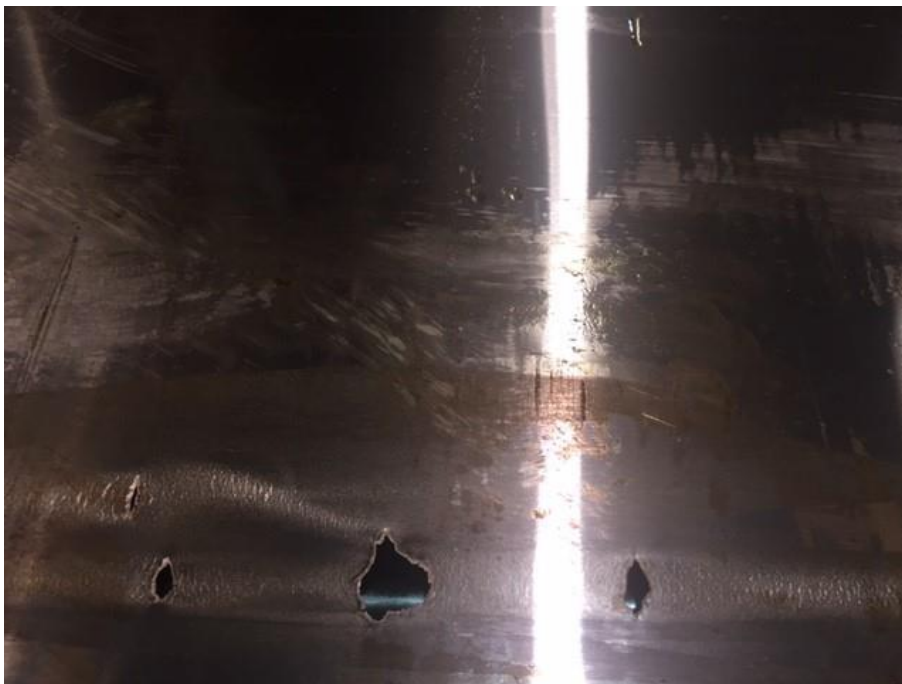
Naarmu on terävän esineen aiheuttama jälki tuotteen pinnassa. Naarmussa tuotteen pinta on rikki paikallisesti. Naarmu voidaan Aurubiksella jakaa alaluokkiin, sen syntyvän perusteella. Näitä erikoistapauksia ovat uuninaarmu ja huopajarrunaarmu. Kuvassa 9 esiintyy uuninaarmua, joka syntyy nauhan ylä- tai alapinnan osuessa läpivetouuni (2:)lla uunin rakenteihin, aiheuttaen naarmuja. Tämä johtuu usein vääristä ajoparametreista kyseiselle tuotteelle. Huopajarrunaarmu puolestaan syntyy nauhaleikkurilla, jossa se johtuu kuluneesta tai likaisesta huovasta. Huopaan jää kiinni likaa ja kuparinkappaleita, jotka alkavat piirtää tuotteeseen naarmua tai voimakasta raitaa.



Kuva 9. Nauhan reunaan piirtynyttä uuninaarmua.

7.1.3 Reikä

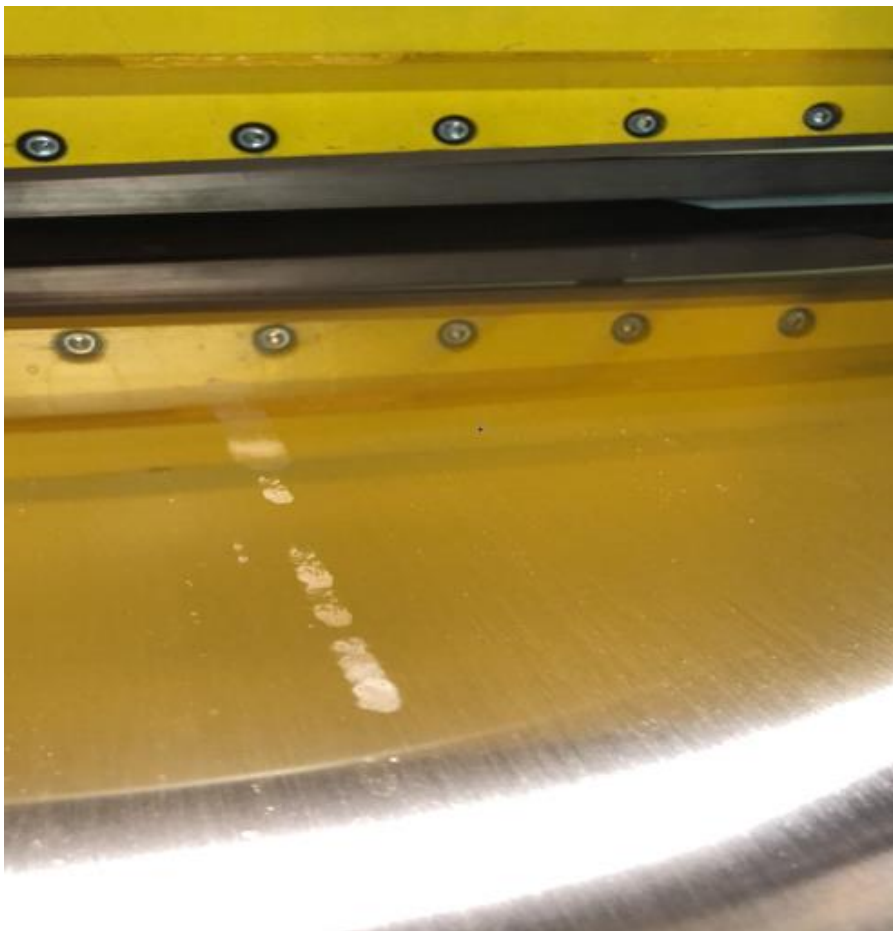
Reikä voi olla esimerkiksi hilseen, vierasaineen tai kaasukuplan aiheuttama repeämä tuotteessa. Valssatessa tuotetta ohuemmaksi vierasaine tai kuparilastu irtoaa tuotteesta tehden kohtaan reiän (kuva 10). Reikiä tarkastaessa tulee katsoa, onko reikiä yksi vai useampia. Myös reikien sijainti tuotteessa tulee tarkastaa. Reiät eivät ole tuotteessa sallittuja ja johtavat lähes poikkeuksetta tuotteen romutukseen (reikäkohta).



Kuva 10. Valssausvaiheessa revennyt laatta.

7.1.4 Lika/Öljy

Lika ja öljy luokitellaan Aurubiksella samaan virheluokkaan. Lika/öljy tarkoittaa jossain tuotannon vaiheessa tuotteeseen päätyvää epäpuhtautta, joka voi olla valssausemulsion jäämiä tai pesukoneelta pudonnutta likaa (kuva 11). Alaluokkana on ”mustat pisteet” tuotteen pinnassa. Mustat pisteet päätyvät valssausemulsion vaihdon jälkeen tuotteen pintaan, koska puhdas valssausemulsio irroittaa ja liuoittaa epäpuhtauksia tehokkaammin. Mustat pisteet ovat kuparioksidista ja valssausemulsioista peräisin olevaa hiiltä, joka päätyy valssausvaiheessa tuotteen pintaan. Mustat pisteet aiheuttavat tuotteen pintaan painumia. Likaisuutta arvioitaessa tulee tarkastaa kuinka paljon likaa/öljyä tuotteessa on. Tuote, jossa mustia pisteitä, ei kelpaa pinnan painumien takia useille asiakkaille. Likainen rulla voidaan tarvittaessa lähettää uudelleen pesuun.



Kuva 11. Pesukoneelta nauhaan tippunutta likaa.

7.1.5 Kupla

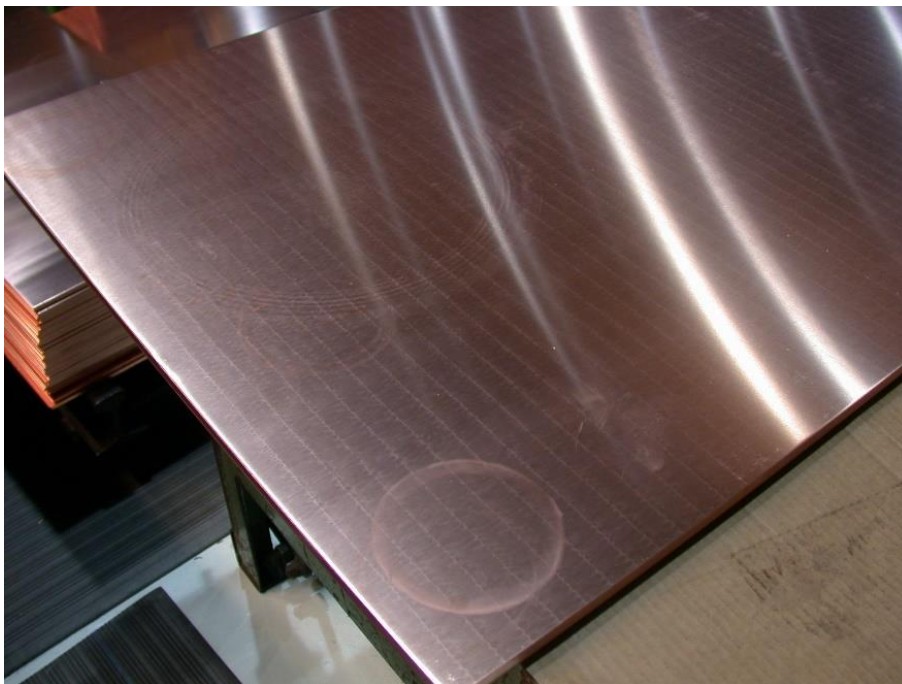
Tuotteeseen jää valuvaiheessa kaasukuplia, jotka muokatessa tuotetta aiheuttavat materiaalin pintaan paikallisen kohoaman (kuva 12). Valssatessa tuotetta ohuemmaksi, kupla puhkeaa ja aiheuttaa tuotteeseen reiän tai repeämän. Kuplat puhkeavat yleensä vasta tuotteen ollessa ohut. Kaasukuplaa ilmenee useiten ETP-kuparissa (tough pitch copper, happipitoinen kupari), mutta joskus sitä saattaa esiintyä myös muilla seoksilla. Kuplia arvioitaessa tulisi huomioida kiinnittää kuplien määrään. Suurimmassa osassa tuotteita ei salita lainkaan kuplia.



Kuva 12. Kuvan nauhassa runsaasti kuplaa.

7.1.6 Jyrsinjälki

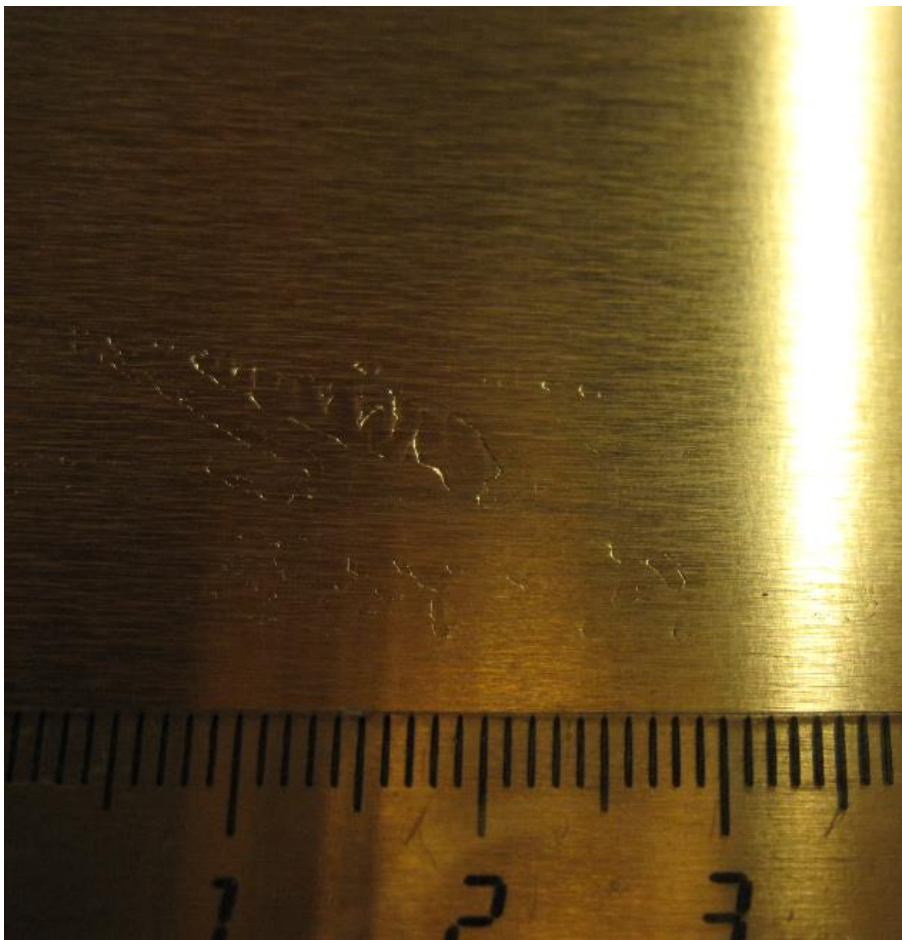
Rullan tai levyn pintaan syntyy jyrsintävaiheessa tuotteen poikkipinnan suuntainen, aaltomainen kuvio, joka näkyy usein myös valssauksen jälkeen (kuva 13). Jyrsinjälki johtuu pinnan karheuseron aiheuttamasta eroavaisuudesta hapettumisessa. Jyrsinjälki on ainoastaan visuaalisesti havaittava virhe. Jälki ei tunnu sormeen. Jyrsinjälki saattaa haaleta peittaamalla, joskaan ei poistu. Jälki on voimakkaampaa paksuissa ainevahvuuksissa. Jyrsinjälki johtaa vain harvoin tuotteen romutukseen.



Kuva 13. Jyrsinjäljen erottaa aaltoilevasta poikittaisjäljestä.

7.1.7 Painuma

Painuma voi olla hilseen tai vierasaineen aiheuttama kuoppamainen pintavirhe (kuva 14). Useimmissa tapauksissa kuitenkin painuma johtuu lastun tai jonkun ulkopuolisen partikkelin päätyemisestä tuotteen väliin. Painumasta saattaa muokkautua reikä tuotetta muokatessa. Painumaa tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon painuman toistuvuus. Painuma on usein säännöllinen jälki. Mikäli painumia havaitaan, tulisi kone (telat, rullat) tarkastaa ja puhdistaa niiltä välttymiseksi jatkossa.

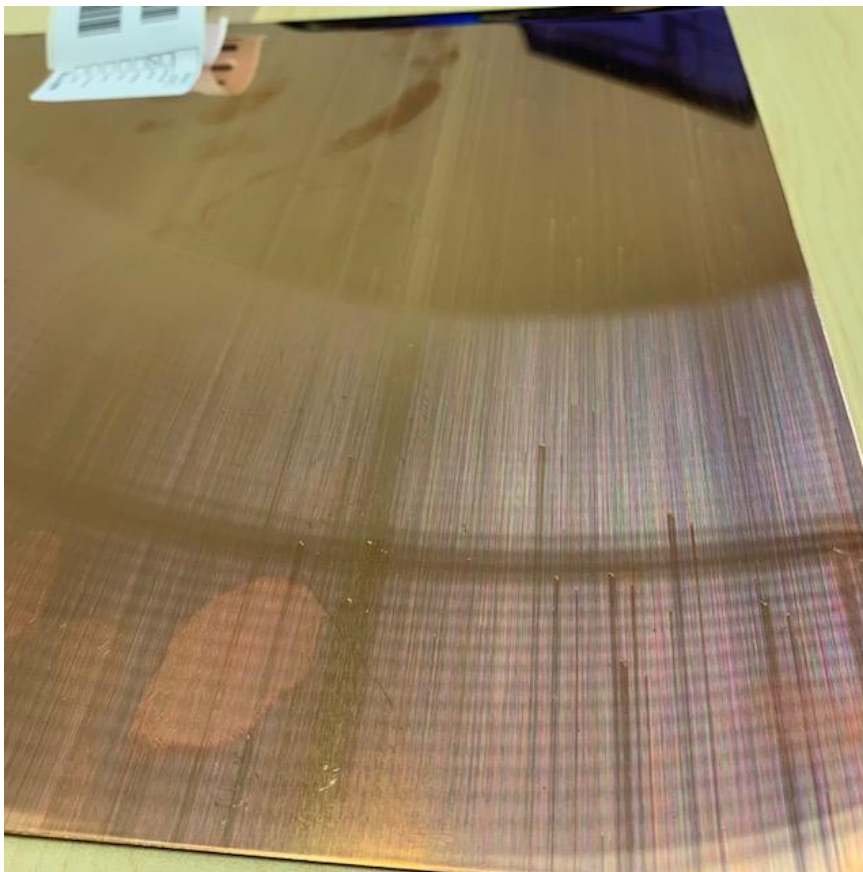


Kuva 14. Painumajälkiä tuotteessa.

7.1.8 Raita

Raidat ovat materiaalin pinnassa olevia sävyeroja ja ne aiheutuvat eroavaisuuksista pinnankarheudessa. Erikoistapauksina voidaan mainita huopajarruraita sekä valssiraita. Huopajarruraidassa (kuva 15) kuluneeseen huopajarruun kiinni jäänyt roska tai kuparinkappale kiillottaa nauhan pintaan raidan/raitoja, jotka erottuvat selkeämmin ympäröivästä pinnasta. Raidan tuntuessa kynteen se luokitellaan naarmuksi.

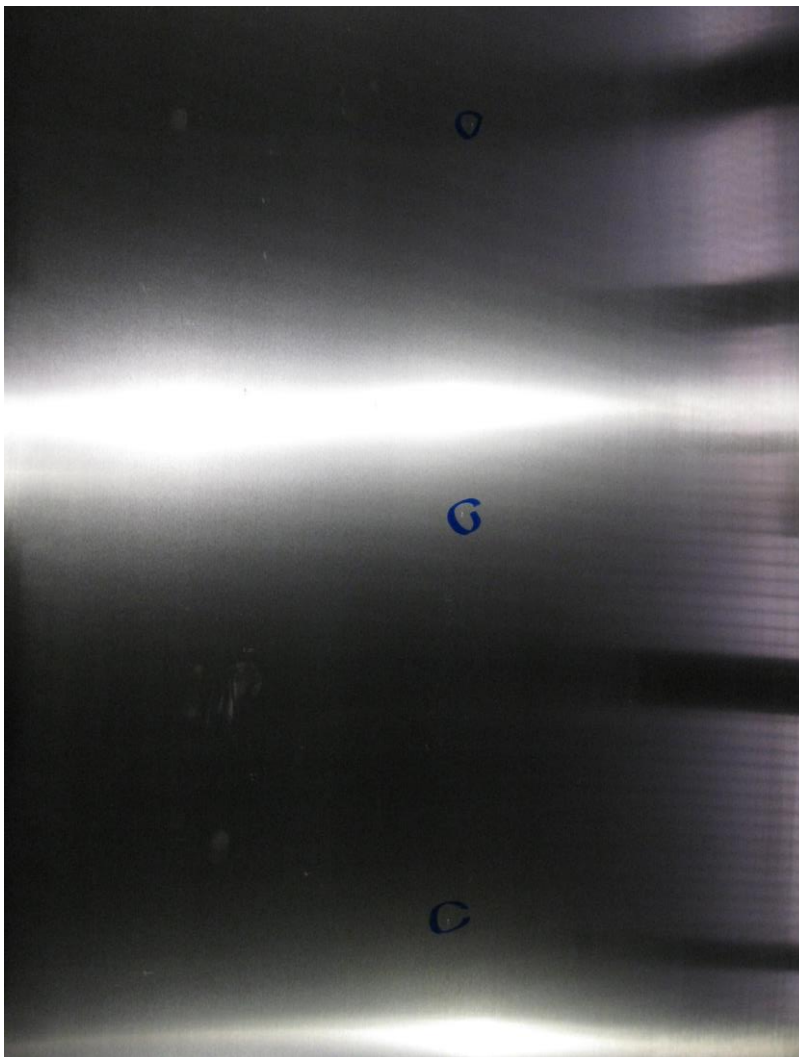
Valssiraita johtuu valssien epätasaisesta kulumisesta. Valssatessa pitkään kapeita rullia, jonka jälkeen vaihdettaessa leveämpään mittaan, syntyy kapean rullan rajakohtaan raitaa (tukivalssien kautta leimaamalla). Raidoista on haittaa ainoastaan tuotteissa, joilta vaaditaan virheetöntä kosmeettista pintaa.



Kuva 15. Huopajarrun aiheuttamaa raitaa nauhassa

7.1.9 Säännöllinen jälki

Säännöllinen jälki (kuva 16) on samalla matkalla toistuva pintavirhe, joka voi olla esimerkiksi painuma tai naarmu. Likaa tai öljyä ei lasketa säännölliseksi jäljeksi. Jälkiä arvioitessa on tärkeä löytää jäljen aiheuttaja. Se voi olla usein jokin rulla tai tela. Jälkien etäisyydestä saadaan piillä jakamalla telan tai vassin halkaisija. Jäljen voimakkuus on tärkeää varmistaa. Säännöllisen jäljen ollessa pieni, esimerkkinä kevyt painuma, se ei yleensä johda tuotteen romutukseen.



Kuvassa 16 näkyvä pistejälki toistuu 43 cm välein.

7.1.10 Kolo/Kuoppa

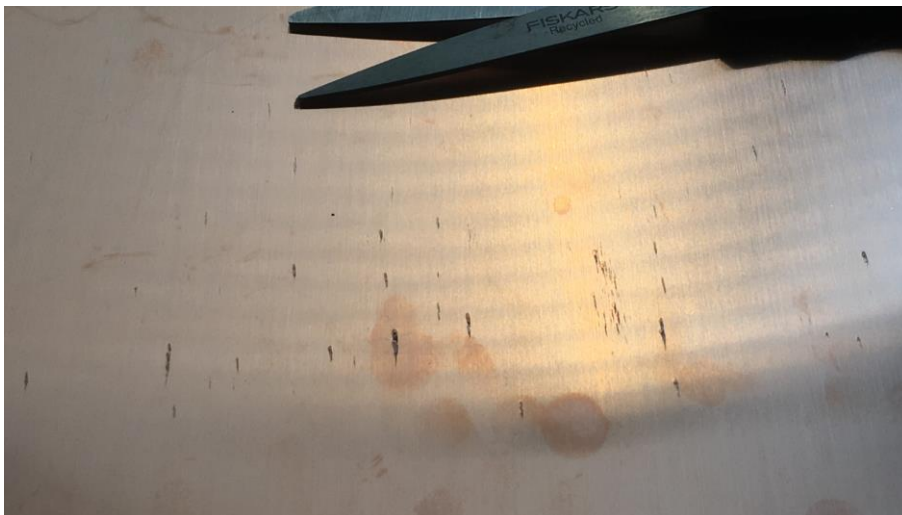
Kolot ovat tuotteissa esiintyviä teräväreunaisia pintavirheitä. Painumiin verrattuna kolot tai kuopat ovat syvempiä ja teräväreunaisia (kuva 17). Erikoistapauksena voidaan mainita oksidikolot. Ne ovat valuvikoja ja ilmenevät koloina OF-nauhoissa (oxygen free, hapeton kupari). Tunnuksenomaista oksidikoloille on terävät reunat ja kolon pohjalla tummana näkyvä oksidi. Kolot tai kuopat eivät ole sallittuja lopputuotteessa. Ne johtavat usein tuotteen romutukseen.



Kuva 17. Koloja ETP-laatussa (tough pitch copper, happipitoinen kupari)

7.1.11 Hiertymä

Virhetyypissä hiertymä, tuotteen pinta on rikki. Kuvassa 18 olevia hiertymäjälkiä ilmeni rullan alussa ja lopussa, kummallakin pinnalla. Kyseessä on siis pintojen tarttuminen toisiinsa kiinni. Syynä usein löysä pohja eli liian pienet vedot kelauspäässä, joka saa pinnat liikkumaan toisiaan vasten. Myös hankaava rulla tai muovin puuttuminen jyrsimellä tuotteen välistä voi aiheuttaa hiertymää tuotteeseen. Hiertymää arvioitaessa tulee tarkastaa hiertymäalueen laajuus ja kuinka pahasti pinta on rikki.



Kuva 18. Nauhan pinnat hiertyneet toisiaan vasten.

7.1.12 Terän jälki

Terän jäljellä tarkoitetaan leikkausvaiheessa terän nauhaan piirtämää, yleensä hyvin kevyttä naarmua nauhan pinnassa reunan läheisyydessä (kuva 19). Se aiheutuu väärästä naaraskumin valinnasta tällissä, liian suuresta terien ristikkyydestä ja teräkselin taipumasta. Kevyt teränjälki on vain silmällä havaittavissa, kun taas voimakas terän jälki on selkeä naarmu, joka tuntuu myös kynteen.

Terän jälki on usein mahdollista välttää leikkurilla, tehtäessä mahdollisuuksien mukaan uuden tällin (teräpaketin), jossa on halkaisijaltaan pienempi naaraskumi tai avotällin, jossa ei ole lainkaan naaraskumia terän vieressä. Avotällissä halkaisijaltaan vakio, huomattavasti kumirengasta pienempi teräsholkki korvaa naaraskumin terän vierestä.



Kuva 19. Liian tiukka naaraskumi aiheuttanut nauhaan teränjäljen.

7.1.13 Hapettuma

Tuotteen hapettuessa sen reunat värittyvät tummemmiksi. Hapettuminen lähtee rullan reunoilta keskelle päin (kuva 20). Tuotteen pinta on voinut jäädä myös paikallisesti märäksi. Esimerkkinä kahden laatan väliin jää kosteutta, jolloin vesi aiheuttaa laattaan tummaksi hapettuneita alueita, läiskiä. Hapettuma haittaa vain harvoin kesken prosessin. Lopputuotteessa sitä ei kuitenkaan sallita. Tarvittaessa tuote voidaan lähettää uudelleen peittaukseen, hapettuman poistamiseksi.



Kuva 20. Hapettuma etenee nauhan reunoilta keskelle.

7.1.14 Kiinnitartunta

Kiinnitarttunut pinta on kevyesti rikki. Sille tyypillistä ovat erittäin pienet kuopat tuotteen pinnassa. Poikkeama aiheutuu öljyisen rullan pintojen tarttuessa toisiinsa kiinni kupu-uunilla. Kiinnitarttunut pinta rikkoutuu rullan auetessa seuraavassa työvaiheessa. Kiinnitarttunut, rikkinäinen pinta saadaan usein häivytettyä valssaamalla tuote ohuemmille tuotteille. Pinnan rikkonaisuus on tunnistettavissa tuotteen pinnan himmeydestä (kuva 21). Pienet kiinnitartunnan jäljet eivät yleensä johda tuotteen romutukseen.



Kuva 21. Kiinnitarttuneen pinnan erottaa hyvin himmeydestä.

7.1.15 Ryppy

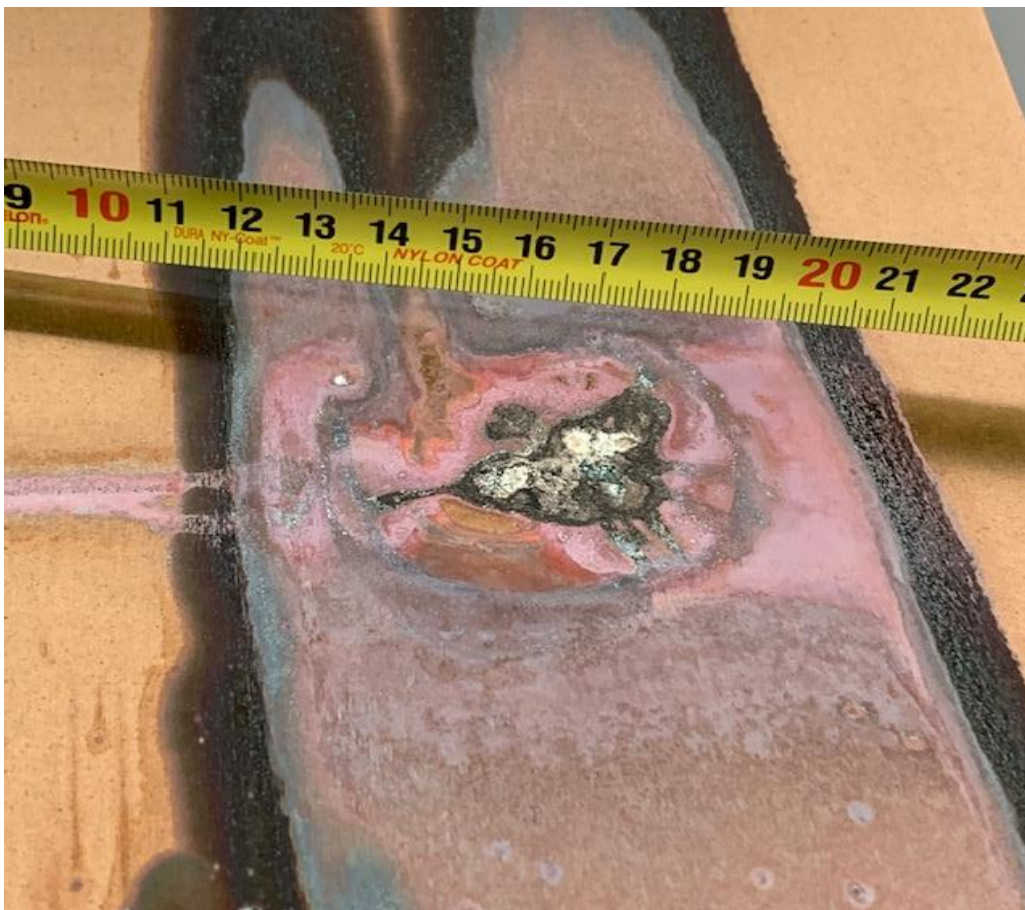
Ryppy on pintavirhe, jossa tuote on päällekkäin tai limittäin ja se aiheutuu esimerkiksi leikkausvaiheessa nauhan hypätessä erotusveitsen päälle tai läpivetouunila uunin reunaohjauksen vetäessä nauhaa ryppyyn. Ryppy on lähinnä ohuiden tuotteiden ongelma (kuva 22). Ryppy rullatavarassa leimaa jäljen tai painuman tuotteeseen. Mikäli ryppy ei ole ”terävä”, se on mahdollista saada oikaistua Schmitzin oikaisukoneessa. Rypyt eivät ole sallittuja lopputuotteessa.



Kuva 22. Rypyt ovat etenkin ohuiden tuotteiden ongelma.

7.1.16 Lokinjätös

Kuuman nauhan kulkiessa kylmän prosessiliuoksen läpi, lämpötila-erosta aiheutuva höyry tiivistyy uunin pinnoille ja sieltä tippuu nauhan päälle. Tämä aiheuttaa virheen, joka näkönsä vuoksi on nimetty "lokinjätökseksi" (kuva 23). Lokinjätös syntyy 1-läpivetouunilla ja se voi tulla nauhan ylä -tai alapintaan. Arvioinnissa tulee tarkastaa nauhan molemmat pinnat sekä jäljen säännöllisyys. Lokinjätös leimaa pitkälle rullaan ja aiheuttaa lähes poikkeuksetta tuotteen romutuksen.



Kuva 23. Kuvassa näkyvä lokinjätös on poikkeuksellisen suuri.

7.2 Tasomaisuusvirheet

Tasomaisuusvirheet sisältävät kaikki virhetyypit, jotka liittyvät tuotteen muotoon ja sen tasomaisuuteen. Näitä ovat huono, jäysteinen reuna ja erilaiset pussitukset ja aatoilevat muodot tuotteen pinnassa. Tähän virhekkategoriaan mukaan otettiin jäyste, reunanousu, poikittaistaipuma ja tasomaisuus, joka sisältää reunavenymän ja pussituksen. Poikittaistaipuman lisäksi muita taipumia ovat sivuvääryys ja twist, joita ei otettu mukaan, koska yleisesti esiintyvää sivuvääryyttä on hankala havaita silmällä. Twistillä tarkoitetaan "propellin" muodon kaltaista tasomaisuusvirhettä. on puolestaan Aurubis Finland Oy:n tuotteissa todella harvinainen virhe.

7.2.1 Jäyste

Jäysteellä tarkoitetaan terävää, huonosti leikkautunutta nauhan reunaa (kuva 24). Jäyste johtuu yleensä leikkausvaiheessa huonoista teristä tai tällin välyksien virheellisyydestä. Jäystettä tarkastettaessa tulee katsoa sen voimakkuutta eli korkeutta ja esiintymistiheyttä. Tarvittaessa jäysteen korkeutta voi kokeilla kynnellä. Huono kohta terässä aiheuttaa tasaisen välimatkan välein nauhan reunaan jäysteen. Helpoin tapa havaita silmällä jäyste, on katsoa nauhan reunaa tummaa, tasasävyistä pintaa vasten.



Kuva 24. Jäysteen korkeus nuolen kohdassa yli 100 μm .

7.2.2 Reunanousu

Reunanousu voi muodostua reunavenymän, huonon tasomaisuuden tai liian kovien kelauspään vetojen takia. Tämän seurauksena nauha venyy reunoista aiheuttaen reunanousua. Myös jäysteen kertyminen joka kierrokselta aiheuttaa kyseistä ongelmaa. Pahimmassa tapauksessa voimakas reunanousu voi aiheuttaa kelausheittoa ja nauhojen kelautumisen toistensa

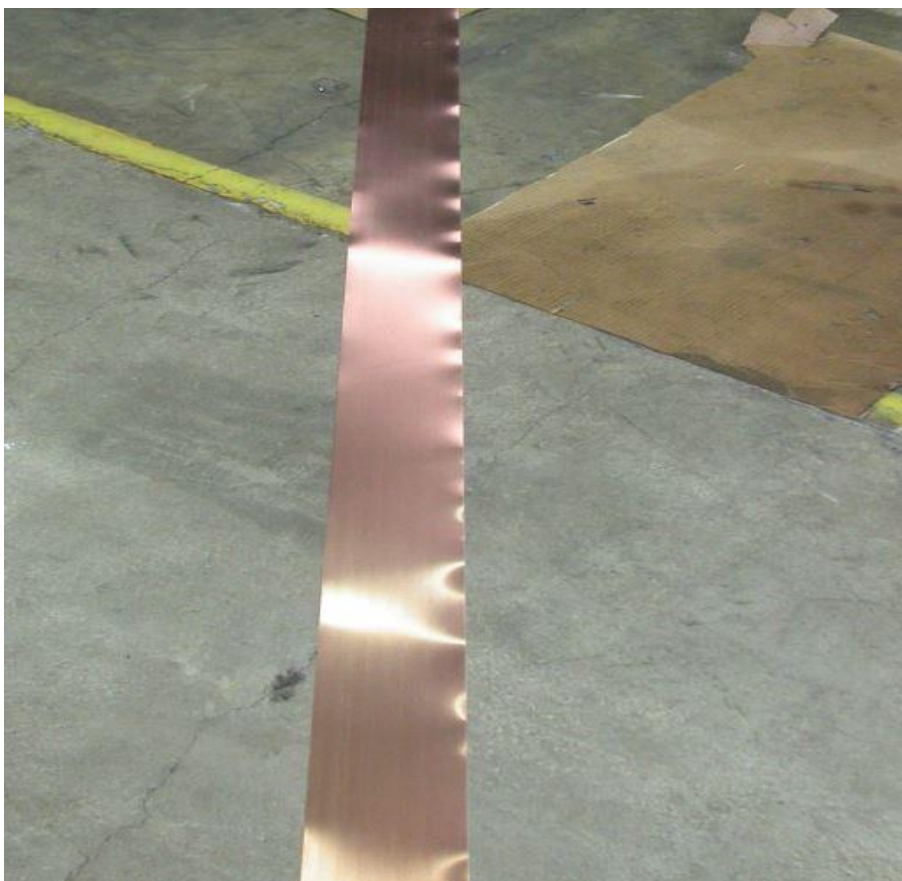
päälle (kuva 25). Reunamousua tulee pehmeihin tuotteisiin kovia helpommin. Pehmeät nauhat tulee kääntää nauhaleikkurilla niin, että jäysteet ovat alaspäin. Lopputuotteessa ei sallita kuin kevyttä reunamousua.



Kuva 25. Voimakas reunamous on aiheuttanut nauhojen tarttumisen toisiinsa.

7.2.3 Tasomaisuus

Tärkeimpiä visuaalisesti havaittavia tasomaisuusvirheitä Aurubiksen valssatuissa tuotteissa ovat pussitus ja reunavenymä. Pussitus on valssausvirhe, jossa tuotteen keskiosa on valssautunut reunoja pidemmäksi. Tämä aiheuttaa tuotteen keskelle ”pussin”. Reunavenymä (kuva 26) johtuu nimensä mukaisesti reunojen välisestä pituuserosta. Reunavenymä syntyy valssauksessa ja sen syynä on joko väärin säädetty valssaustapahtuma tai kiilaprofiili kuumavalssuksesta tai jyrsimeltä. Pidempi reuna aaltoilee ja kelautuu usein löysästi kelalle. Tasomaisuusvirheet ovat liikkeessä helpommin havaittavissa ja näkyvät selvästi aaltoilevana pintana. Osassa tuotteita tasomaisuuseroa ei sallita.



Kuva 26. Pidempi reuna näkyy aaltoilevana tasomaisuutena.

7.2.4 Poikittaistaipuma

Nauhan poikittaistaipuma eli kuperuus tarkoittaa mitta, jonka valmis nauha taipuu kaarelle poikittaissuunnassa, ollessaan vapaa ulkoisista jännityksistä. Poikittaistaipuma syntyy leikkaustapahtuman ja alkuperäisen nauhan tasomaisuuden summana ja sitä ilmenee yleensä paksuissa nauhoissa. Poikittaistaipuman visuaaliseen arviointiin kuuluu arvioida silmämääräisesti taipuman suuruus. Tarvittaessa poikittaistaipuma voidaan mitata siihen tarkoitettulla mittavälineellä (kuva 27). Tällaisia tilanteita on esimerkiksi mittapöytäkirjaan vaadittava poikittaistaipuman suuruus. Poikittaistaipuma ilmaistaan millimetreissä.



Kuva 27. Kyseisen nauhan poikittaistaipuma on 1,24 millimetriä.

7.3 Muut

Virheluokkaan muut kuuluvat kaikki ne poikkeamat, joita ei voida ominaisuuksien takia luokitella pinta-, mitta- tai tasomaisuusvirheisiin. Muut -kategoriaan luokitellaan mukaan otetuista poikkeamatyypeistä vieras aine ja kelausheitto. Kelausheitto kuuluu muut-kategoriaan, koska esimerkiksi tuote, jossa on kelausheittoa, voi siitä huolimatta olla tasomaisuudeltaan hyvä, täysin virheetön pinnaltaan sekä oikeissa mitoissa. Tuotteen kelaus on vain epäonnistunut. Vieras aine taas on nimensä mukaan tuotteessa oleva, muuta kuin kuparia sisältävä partikkeli ja sen takia se on sisällytettynä muut -kategoriaan.

7.3.1 Vierasaine

Vierasaine tarkoittaa tuotteeseen kuulumatonta, ulkopuolista, muuta materiaalia kuin kuparia olevaa kappaletta (kuva 28). Tyypillisimmillään se on terästä tai messinkiä ja päätyy yleensä tuotteeseen, työkalun tai muun osan hajotessa jossain vaiheessa prosessia. Vierasaine saattaa päätyä tuotteeseen myös valun mukana kiinteänä kappaleena.

Vierasaine ilmenee yleensä pienellä alueella. Vierasainetta havaitessa tulee tarkastaa, leimaako vierasaine tuotteeseen jälkeä ja huomioida kovan materiaalin aiheuttamat vauriot tuotantokoneille (valssit, terät yms.). Vierasaineesta tulisi aina ottaa näytepala analysoitavaksi, jotta saadaan tietää, miksi ja mistä vierasaine on joutunut tuotteeseen. Tuotetta, joka sisältää vierasainetta, ei saa lähettää asiakkaalle. Kyseinen kohta romutetaan lähes poikkeuksetta.



Kuva 28. Laattaunin eristyksen kiinnitykset pudonneet tuotteeseen.

7.3.2 Kelausheitto

Kelausheitto ilmenee, jos nauha tai rulla on kelautunut epätasaisesti kelalle. Vika on yleensä reunaohjauksen toiminnassa tai väärissä ajoparametreissa koneella. Esimerkiksi liian pienet nauhaan kohdistuvat vedot nauhaleikkurilla voivat johtaa kelausheittoon lopputuotteessa (kuva 29). Kelausheitto arvioidaan silmämääräisesti. Mikäli rullan kelausheitto on niin paha, ettei sitä saada leikattua sellaisenaan, voidaan rulla lähettää uudelleenkelaukseen. Valmistuotteessa ei sallita, kuin hyvin pientä kelausheittoa.



Kuva 29. Lopputuotteessa olevaa kelausheittoa.

8 POHDINTA JA YHTEENVETO

Vastaavaa kuvastoa, joka sisältää virhetyypit ja niiden syntyvät ja kuvat poikkeamista, ei ole ennen tehty Aurubis Finland Oy:lla. Laatuvirhekatalogi toimii tuotannon laatuohjeena ja sen sisältöä pystytään hyödyntämään tuotantokoneilla kohdatessa jotain poikkeavaa tuotteessa. Materiaali soveltuu oivasti myös uusille työhön perehdytettäville työntekijöille. Aineiston avulla heidän on helpompi ja nopeampi oppia tunnistamaan virhetyyppejä. Työn haasteet liittyivät poikkeamien määrittämiseen: Missä kohtaa esimerkiksi painumasta tulee kolo, koska raita muuttuu naarmuksi, naarmu hiertymäksi tai toisinpäin? Koska poikkeamat tuotteissa ovat harvoin täysin samanlaisia, jää luokitteluun hieman tulkinnanvaraa, riippuen kuka virheitä tarkastelee, varsinkin kun niitä tarkastellaan silmämääräisesti. Myös poikkeamien nimeämisessä tarvitsi ottaa huomioon useat eri nimitykset samalle virheelle.

Projektin lopputulos oli molempien osapuolien kannalta kiitettävä ja asetettuihin tavoitteihin päästiin sekä työn sisällön, että aikataulun kanssa. Laatu poikkeamia saatiin kerättyä loppujen lopuksi 22 kappaletta. Luku pitää sisällään yleisimmät ja tärkeimmät valssaamon laatu poikkeamat, joskaan ei kuitenkaan kaikkia. Jokainen mukaan otettu poikkeama saatiin luokiteltua ja liitettyä kuvauksien, informaation ja esimerkkikuvien kanssa katalogiin. Katalogista tuli helppokäyttöinen ja ulkoasutaan selkeä laatuohje. Päätöksessä tehdä katalogista yksinkertainen, huomioitiin käyttäjien näkökulma katalogin rakenteesta. Rakenteen tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä "palikkamalli", joka sisältää hyvät kuvat sekä kaiken oleellisen informaation virheistä, muttei mitään ylimääräistä. Katalogia luodessa otettiin huomioon myös sen päivitettävyyden tulevaisuudessa. Katalogiin voidaan lisätä uusia virhetyyppejä tai muokata tarvittaessa jo olemassa olevia. Arvioitiin, että laatu virhekatalogia olisi hyvä pitää ajan tasalla ja päivittää aina noin puolen vuoden välein.

LÄHTEET

- Aaltonen, K. 2016. Silmämääräisen tarkastuksen merkitys hitsauksen tarkastuskokonaisuudessa ja tarkastuksen optimointi. AMK-opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 21.10.2019.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/112335/Silmamaa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AEL (Ammatinedistämislaitossäätiö) 1999. silmämääräinen tarkastus. Koulutusmateriaali. Viitattu 4.11.2019.
- Aurubis AG:n www-sivut. 2019. Viitattu 20.9.2019.
<https://www.aurubis.com/en>
- Aurubis Finland Oy:n sisäinen verkko. 2019: Viitattu 10.11.2019.
- Aurubis Finland Oy www-sivut. 2019. Viitattu 18.9.2019.
<https://finland.aurubis.com/home/>
- Borrer, C. T. 2009. The Certified Quality Engineer Handbook. Milwaukee: Quality Press.
- De Feo, J. T. 2017. Juran's Quality Handbook. The United States: McGraw-Hill Education.
- Härmälä, I. 2017. Laadunvalvonta Tuotantoprosessin Vaiheissa. AMK-opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Viitattu 29.10.2019.
<https://core.ac.uk/download/pdf/161415879.pdf>
- Inspectioneering www-sivut. 2019. Viitattu 12.10.2019.
<https://inspectioneering.com/>
- Kolunsarka, J. 2016. Laatu järjestelmän ja laadunhallinnan kehittäminen pk-yrityksessä. Aalto-yliopisto. Viitattu 19.11.2019.
https://aalto.doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/23625/master_Kolunsarka_Joonas_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kujawińska, A. Vogt, K. 2015. Human Factors In Visual Quality Control. mper 2, 25-27. Viitattu 7.10.2019.
<http://mper.org/mper/images/archiwum/2015/nr2/3-kujawinska.pdf>
- Kupariteollisuuspuisto www-sivut. 2019. Viitattu 18.9.2019.
<https://www.kupariteollisuuspuisto.fi/>
- Lecklin, O. T. 2006. Laatu Yrityksen Menestystekijänä. Helsinki: Talentum
- NDT-Team Oy www-sivut. Viitattu 10.10.2019. <https://www.ndt-team.fi/>
- Ojanen, S. Quality Control Specialist, Aurubis Finland Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 19.10.2019.

Slack N, Chambers S, Johnston R. 2010. Operation Management. Pitman Publishing

SFS-EN ISO 17637. Hitsien rikkoman aineenkoetus. Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus. 2016. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

SFS-EN 1652. KUPARI JA KUPARISEOKSET. LEVYT, NAUHAT JA PYÖRYLÄT YLEISEEN KÄYTTÖÖN. 1998. . Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

SFS www-sivut. 2016. Viitattu 21.10.2019. <https://www.sfs.fi/>

Tricker R. (2010). ISO 9001:2008 for Small Businesses. Elsevier Ltd. ISBN 978-1-85617- 861-7 Viitattu 20.11.2019.

