

Antti Nikka

VALSSITELOJEN HIONNAN TYÖOHJEISTUS JA RISKINARVIOINTI

VALSSITELOJEN HIONNAN TYÖOHJEISTUS JA RISKINARVIOINTI

Antti Nikka
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Kone- ja tuotantotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, koneautomaatio

Tekijä: Antti Nikka

Opinnäytetyön nimi: Valssitelojen hionnan työohjeistus ja riskinarviointi

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Work Instructions and Risk Assessment for Roll Grinding Machine

Työn ohjaaja: Kai Jokinen

Työn valmistuslukuksi ja -vuosi: kevät 2022

Sivumäärä: 41 + 7 liitettä

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Tornio Worksin kylmävalssaamon valssainten alueelle. Valssainten alueelle hankittu uusi valssihiomakone oli käyttööntovaiheessa, ja työn aiheena oli laatia riskinarviointi ja työohjeistus uuden valssihiomakoneen käyttäjille eli hiojille. Työn teoriaosuudessa esiteltiin Outokummun tehtaita, kylmävalssausta, valssihiomakonetta, pyöröhiontaa, turvallisuuslakia, riskinarviointia ja standardeja.

Työ aloitettiin kartoittamalla mahdolliset riskit ja seuraukset, joita pyritään hallitsemaan työohjeistuksella. Riskinarvioinnin havaintona tyypillisiä riskejä olivat käsien ja sormien litistyminen esimerkiksi hiomalaikan vaihtotyössä tai odottamattoman käynnistyksen estäminen huoltotilanteissa. Työohjeistukseen kuuluvat hiomakoneen ja käsivarsirobotin käyttäminen pääpiirteittäin sekä päivittäiset tarkastus- ja huoltotoimenpiteet laadullisen tuotannon takaamiseksi. Työhön saatiin paljon eksaktia tietoa koneen toimittajan työntekijöiltä, jotka olivat mukana käyttööntovaiheessa. Heidän kanssaan käytiin läpi koneen käyttämistä tarkoin siitä, miten konetta käytetään ja mistä erilaiset toiminnot löytyvät kuten parametrien muuttaminen hiomakoneen PC:llä. Samalla pystyttiin kysymään tarkentavia kysymyksiä hiojien kanssa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin riskinarviointi ja toimivat kuvalliset työohjeet hiomakoneen käyttämisestä, hiomalaikan vaihdosta ja valssirobotin käsiajosta. Ohjeet testattiin työvaiheittain hiojan kanssa. Ohjeiden testauksessa varmistettiin, että työvaiheistukset ovat oikeassa järjestyksessä selostettuna kuvineen ja tärkeimpänä helposti ymmärrettävät. Lisäksi tehtiin kolme vakio toimintamenettelyä hiomakoneen puhdistus- ja tarkistustehtävistä, pussisuodattimen vaihdosta hiontanestealtaalla ja hiontavirheestä. Vakio toimintamenettelyssä esimerkiksi eliminoidaan havaittu hiontavirhe tarkistamalla listatut kohdat ja korjaamalla havaitut viat tai puutteet hiomakoneella. Jatkotoimenpiteenä oli perehdyttäminen koneen käyttö hiojille viidessä vuorossa ja toiminnan seuranta. Jatkuvan kehityksen tavoitteena ohjeita päivitetään ja kehitetään ajan tasalle.

Asiasanat: kylmävalssaamo, valssihiomakone, riskinarviointi, työohjeistus

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	OUTOKUMPU OYJ	9
2.1	Outokummun historia	10
2.2	Outokummun organisaatio	11
2.3	Outokummun Tornion tehtaat	12
2.3.1	Kemin kaivos.....	13
2.3.2	Ferrokromitehdas	14
2.3.3	Jaloterässulatto.....	14
2.3.4	Kuumavalssaamo	15
2.3.5	Kylmävalssaamo.....	15
2.4	Turvallisuus Tornion tehtailla.....	17
3	KYLMÄVALSSAAMO SENDZIMIR-VALSSAINTEN ALUE.....	18
3.1	SZ-valssihiomot.....	19
3.2	SZ2-hiomon hiomakone 12	20
4	HIONNAN PERIAATE	23
4.1	Pyöröhionta	23
4.2	Pyöröhionnan hiontamenetelmät	24
4.2.1	Pituushionta	24
4.2.2	Pistohionta	24
4.2.3	Muotohionta	24
4.2.4	Kartiohionta.....	24
4.3	Hiomalaikat.....	25
4.4	Hiontavirheet	26
5	TYÖTURVALLISUUS	28
5.1	Työhjeistus	29
5.2	Riskinarviointi	30
5.3	Koneturvallisuus	34
6	TYÖOHJEIDEN LAADINTA KONEEN KÄYTTÄJILLE.....	35
6.1	Riskinarviointi HK12-hiomakoneelle	35
6.2	HK12:n työohjeet.....	35
6.3	HK12:n hiomalaikan vaihto.....	36

6.4	HK12 KUKA-robotin ajo-ohjeet.....	36
6.5	HK12 vakiotoimintamenettelyt SOP	37
7	POHDINTA	38
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET	41

SANASTO

HK12	hiomakone numero 12 SZ-valssihiomossa
KYVA	kylmävalssaamo
SOP	vakiotoimintamenettely (Standard Operating Procedure)
SZ	Sendzimir-valssain
SZ-hiomo	Sendzimir-valssaimen valssihiomo

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyön aiheesta ja kannustamisesta Outokumpu Stainless Oy:n, valssainten alueen käyttöpäällikköä Kimmo Rääviä, joka ehdotti minulle mielenkiintoista vastuualueeseen kuuluvaa lopputyön aihetta ollessani määräaikaisessa työsuhteessa.

Haluan myös kiittää valssainten alueen kollegoita ja työntekijöitä, jotka olivat mukana työn tekemisessä, sekä erityisesti työnohjaajaa yliopettaja Kai Jokista.

Torniossa 10.5.2022

Antti Nikka

1 JOHDANTO

Torniossa Outokummun kylmävalssaamalla kolmella rinnakkain toimivalla Sendzimir-valssaimella kylmävalssataan tuotenauha asiakkaan tilaamaan loppupaksuuteen. Valssaimen pesä muodostuu erikokoisista umpinaisista teräsvalsseista, jotka hiotaan määräajoin vähimmäisainemääräpoistoin aina minimihalkaisijaan asti uudelleen käyttöä varten valssaimessa. Valssauksen tärkein tavoite on, että tuotenauha on paksuustoleranssissa ja pinnanlaatu on hyvä. Yksi pinnanlaatuun vaikuttava tekijä on, että valssaimen tukitoiminnon muodostavista valssihiomojen valssihiomakoneilta tulee laadukkaita ja hiontavirheetöntä valsseja.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia valssihiomossa uudelle valssihiomakoneelle riskinarviointi ja työohjeistus koneen käyttäjille. Valssihiomakoneeseen kuuluvat valssirobotti, hiomakone ja aputoiminnot, hydraulikka- ja sähkökäytöt sekä hiontanestejärjestelmä.

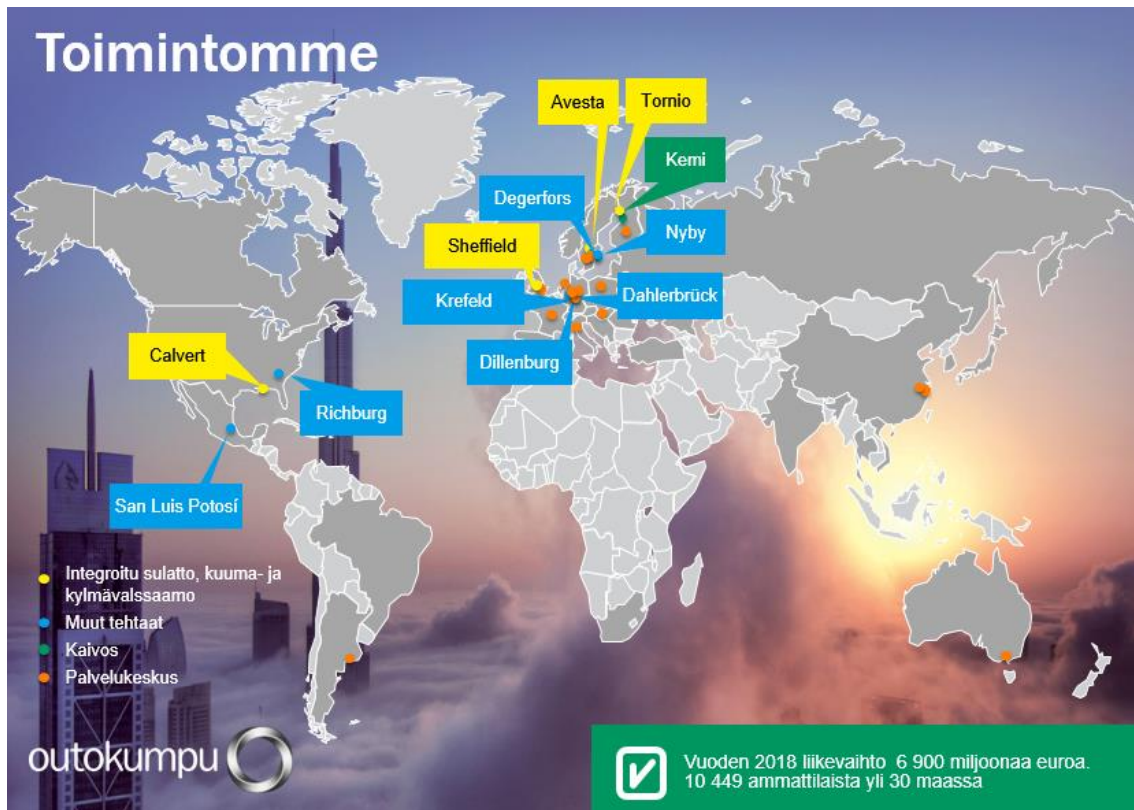
Työ suoritetaan tekemällä riskinarviointi ja tämän jälkeen kuvallinen työohjeistus koneen käyttäjille, jotta he kykenevät käyttämään konetta turvallisesti ja suorittamaan päivittäiset tarkastus- ja huolto-toimenpiteet. Myös työssä tehdään ohjeistus valssirobotin käsiajolle, jotta robottia osataan tarvittaessa operoida häiriötilanteissa, sekä ohjeistus hiomalaikan vaihtotyöstä. Lisäksi tehdään vakiotoimintamenettelyjä päivittäisistä koneen puhdistustyöstä, pussisuodattimen vaihdosta ja hiontavirheetöntä.

Kuvalliset työohjeet ja riskinarviointi hyväksytetään ja tallennetaan tietokantaan, josta se on työntekijöille näkyvillä. Lisäksi tulostetaan valssihiomakoneelle ohjeet, joista voi käydä tarvittaessa kertaamassa.

2 OUTOKUMPU OYJ

Outokumpu on metalliteollisuuden alalla toimiva monikansallinen pörssiyhtiö, joka on perustettu 1930-luvulla ja listattu Helsingin pörssiin vuonna 1988. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Suomessa, Helsingissä ja nykyisenä toimitusjohtajana toimii suomalainen Heikki Malinen toukokuusta 2020 lähtien. Outokumpu on alallaan maailman suurimpia ruostumattoman teräksen valmistaja 6 %:n osuudella kansainvälisesti, Euroopassa 28 %:n osuudella ja Pohjois-Amerikassa 23 %:n markkinaosuudella. Outokummun tavoite on olla maailman johtava ruostumattoman teräksen ja erikoismetalliseostuotteiden valmistaja, sekä edistää kestävä kehitystä 100 %:isesti kierrätettävällä teräksellä. (1.)

Kuvassa 1 näkyy Suomen lisäksi yhtiön tuotantolaitoksia Ruotsissa, Saksassa, Iso-Britanniassa, Hollannissa, Yhdysvalloissa ja Meksikossa. Tehtaiden tuotantokapasiteetti on 3,3 miljoonaa tonnia ja liikevaihto vuonna 2018 oli 6 900 miljoonaa euroa. Yhtiön palveluksessa työskentelee globaalisti palvelukeskuksineen yli 10 000 ammattilaista yli 30 maassa. (1.)



KUVA 1. Outokummun toiminta maailmanlaajuisesti (3)

2.1 Outokummun historia

Outokummun tarina alkaa vuodesta 1910, kun Itä-Suomesta Kuusjärven kunnassa sijaitsevasta Outokummun kukkulalta löydettiin rikas kupariesiintymä ja tästä hetkeä myöhemmin vuonna 1914 perustettiin avoin yhtiö Outokumpu Kopparverk vastaamaan kuparin sulattamisesta ja jalostamisesta sekä toiminnasta. Alusta saakka tuotantoa riitti jo tuolloin vientiin asti. 1950-luvulla kaivosten toiminta laajeni, jolloin alettiin jalostamaan myös nikkeliä ja sinkkiä sekä Suomessa käynnistettiin myös kobolttitehdas. (1.)

Ruostumattoman teräksen historia alkaa vuodesta 1959, kun tehtiin kromilohkarelöydös makeavesikanavasta Kemissä Outokummun etsiessä uusia käyttökohteita nikkeli- ja kromituotannolle. Löydöksen myötä yhtiö sai oikeudet tutkia esiintymää, ja kaivostoiminta aloitettiin valmistelevilla töillä vuonna 1964. Nyt Outokummulla oli hallussaan ruostumattoman teräksen kaksi tärkeää raaka-ainetta: kromi, joka tekee teräksestä ruostumattoman, ja nikkeli kestävän. Ruostumattoman teräksen kannattavuuden vuoksi Tornioon 20 km päähän kaivoksesta rakennettiin ferrokromisulatto, jossa ferrokromituotanto alkoi vuonna 1968. Vuonna 1976 valmistui ensimmäinen sulatuserä Tornion ruostumattoman teräksen tehtaalla, joka oli rakennettu viimeisimpien tuotantoteknologioiden mukaan olleen yksi maailman tehokkaimmista tehtaista. Tornion tehdas oli ainoa, jonka tuotantoketjuun kuuluivat oma kromikaivos ja ferrokromituotanto samalla tehdasalueella. Koko jaloteräskapasiteetti oli tuolloin 50 000 tonnia ruostumatonta terästä, joka oli pelkästään Tornion tehtaiden toimittama. Myöhemmin rakennettiin samalle tehdasalueelle kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo, jotka täydensivät integraatiota ja tuotevalikoimaa pystyttiin laajentamaan. (1.)

1980-luvulla Outokumpu jatkoi laajentumistaan hankkimalla ulkomailta haltuunsa kaivosyhtiöitä ja malmiesiintymiä. Tämän lisäksi yhtiö myi teräksen valmistukseen liittyviä innovaatioita ja teknologioita. Outokummun liiketoiminta 1990-luvulla jakautui perusmetalleihin, kupariin, ruostumattomaan teräkseen ja teknologiaan. Ruostumattoman teräksen kysynnän kasvun myötä Outokumpu investoi vuonna 1991 Tornioon tuotannon kaksinkertaistamiseksi, mutta muutaman vuoden kuluttua harkittiin uudelleen tuotannon tuplaamista, sillä ruostumattoman teräksen tuotanto oli yhtiön liiketoiminoista kaikkein kannattavin ja kysyntä kasvoi muita metalleja nopeammin. Vuonna 2001 Outokumpu yhdisti ruostumattoman teräksen toimintonsa AvestaSheffieldin kanssa, johon kuuluivat Ruotsin ja Iso-Britannian ruostumattoman teräksen tuottajat, uuden AvestaPolarit-yhtiön alle, sillä Polarit oli Tornion tuotemerkki. AvestaPolaritista tuli sopimuksen myötä maailman toiseksi suurin jaloteräsyhtiö, jonka edellä oli kahdesta kilpailijasta yhdistynyt ThyssenKrupp Saksasta. Vuonna

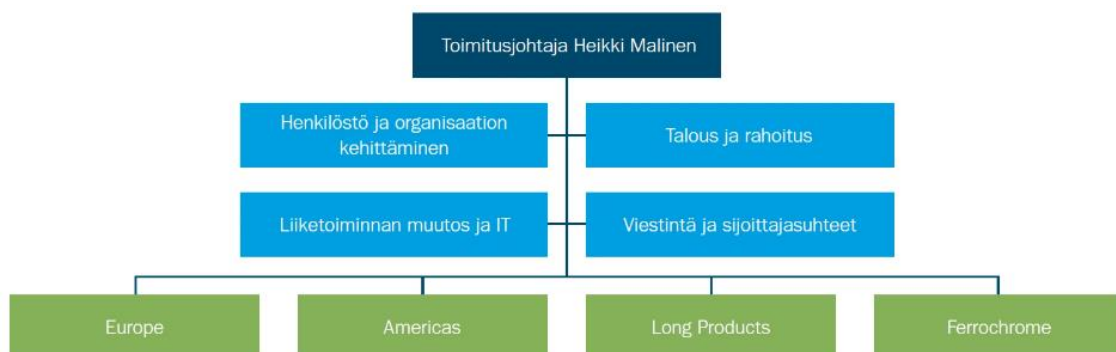
1997 yhtiön johto harkitsi jo ensimmäisen kerran keskittymistä pelkästään ruostumattoman teräkseen, johon päädyttiin vuonna lopulta 2004 aikaisemman yhdistymisen myötä, jotta yhtiö nousisi maailman johtavaksi ruostumattoman teräksen tuottajaksi. Tuolloin luovuttiin muista metalleista kuten kuparin jalostamisesta, kaivostoiminnasta ja teknologiasta. (1.)

Vuonna 2011 Outokumpu nousi maailman johtavaksi ruostumattoman teräksen valmistajaksi ostettuaan saksalaisen Inoxum GmbH:n ThyssenKruppin ruostumattoman teräksen toiminnot. Tämän jälkeen isoja toimijoita oli käytännössä vain kolme: Outokumpu, Acerinox ja Aperam. Outokummulla on kuitenkin markkinoiden laajin tuotevalikoima, kustannustehokkaat ja nykyaikaiset tehtaot, sekä oma kromikaivos. On myös kokemusta metalleista, kaivosteollisuudesta ja teknologiasta. (1.)

2.2 Outokummun organisaatio

Outokummun liiketoiminta on organisoitu neljään eri liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat Eurooppa, Amerikka, pitkät tuotteet ja ferrokromi. Eurooppa ja Amerikka vastaavat omilla markkina-alueillaan nauha- ja levytuotteista. Pitkät tuotteet sisältävät tangot, valssilangat, betoniteräkset ja puolivalmiit tuotteet. Ferrokromiin kuuluvat kromi- ja ferrokromitoiminnot. Euroopan liiketoiminta-alue on suurin, jonka osuus yhtiön liikevaihdosta on noin 60 %. Nämä neljä eri liiketoiminta aluetta vastaavat yhtiön tuotteiden tuotannosta, myynnistä ja toimitusketjusta. (2.)

Kuvassa 2 Outokummun johtoryhmän muodostavat liiketoiminta-alueiden ja tukitoimintojen vetäjät. Ylin vastuu konsernin hallinnosta ja toiminnasta on Outokumpu Oyj:n hallintoelimillä, eli yhtiökokouksella, hallituksella ja toimitusjohtajalla. (2.)



KUVA 2. Outokummun organisaatio (2)

2.3 Outokummun Tornion tehtaat

Outokummun Tornion tehtaat on yhtiön suurin ja maailman ainoa täysin integroitu tuotantolaitos, jossa samalta alueelta alusta loppuun saakka löytyy koko tuotantoketju kromimalmista valmiiksi ruostumattomaksi teräkseksi asiakkaalle. Tornion tehtaiden merkittävin raaka-aine on kierrätysteräs, jota on valmiissa tuotteessa yli 85 %. Tornion tehtaiden ja Kemin kaivoksen tuotantoketjussa työskentelee noin 2 100 henkilöä ja palveluntoimittajien työntekijöitä tehtaan alueella noin 300 henkilöä sekä saman verran kaivoksella. Arvioitu työllisyysvaikutus lähikuntien alueella on noin 7 000 henkilöä. Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaiden sijainti Perämeren pohjukassa mahdollistaa sujuvat ja monipuoliset logistiikkaratkaisut. Tornion Satama on auki ympäri vuoden, sekä itäiset ja läntiset raidelevydet ja E4-tieverkko ovat lähellä. (3.)

Kuvassa 3 on Tornion tehtaat ja sen pinta-ala on hieman yli 600 hehtaaria ja yli 56 hehtaaria pinta-alasta on rakennusten peitossa. Tehdasinfrastruktuuriin kuuluu tietä tehdasalueella noin 50 km ja kevyen liikenteen väyliä noin 10 km. (3.)

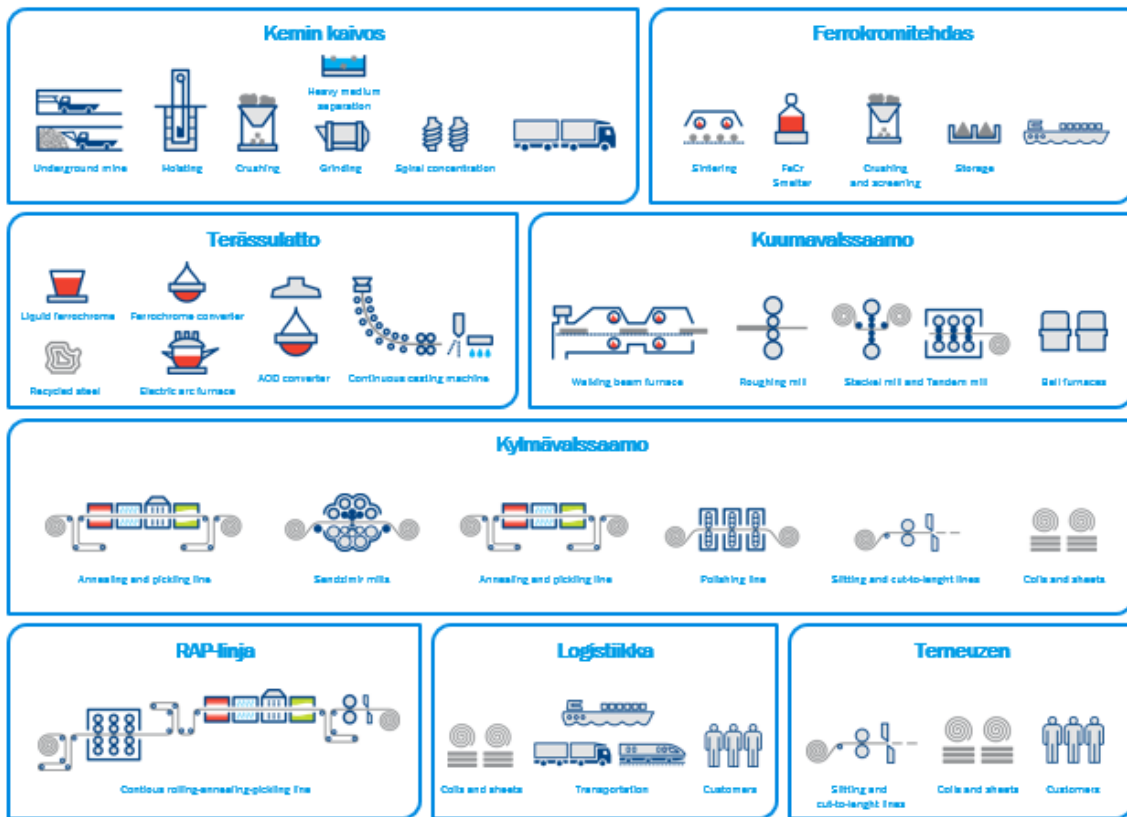


KUVA 3. Outokummun Tornion tehdasalue (3)

Tornion tehtailla toimivat Outokumpu Chrome Oy, Outokumpu Stainless Oy ja Outokumpu Shipping Oy, jotka kuuluvat Outokummun Eurooppa liiketoiminta-alueeseen. Chrome sisältää Kemin kaivoksen ja ferrokromitehtaan Tornion tehdasalueella. Stainlesiin kuuluvat jaloteräsulatto, kuuma- valssaamo ja kylmävalssaamo. Shipping vastaa ahtauspalveluista Röyttän satamassa. Satama on

keskeisessä roolissa toimintojen kannalta, sillä suurin osa raaka-aineista kuten kierrätysteräs, saapuu laivoilla. Myös suurin osa tuotteista lähtee viikoittain laivoilla asiakkaille ja Outokummun omaan jatkojalostukseen Saksaan sekä Hollantiin. (3.)

Outokummun Tornion tehtaat muodostuvat viidestä eri tuotantolaitoksesta, joita ovat kolme ferrokromisulattoa, kaksi terässulattolinjaa, kuumavalssaamo ja kaksi kylmävalssaamoja. Lisäksi tehdasalueella on keskuskonttori, tutkimuskeskus, henkilöstöhallinto, työterveysasema, keskuskorjaamo, kaksi henkilöstöravintolaa, palolaitos, rahtiterminaali, Röyttän satama ja paljon varastoaluita. Kuvassa 4 esitetään yleisesti Tornion tehtaiden tuotantoketjua. (3.)



KUVA 4. Tornion tehtaiden tuotantokaavio (3)

2.3.1 Kemin kaivos

Tuotantoketju käynnistyy maan alta Kemin kaivokselta, Euroopan ainoalta kromikaivokselta, jossa kromimalmi louhitaan, murskataan esimurskaamossa ja nostetaan maanpinnalle nostokuilun kautta noin 600 metrin syvyydestä. Maan pinnalla malmi murskataan uudelleen ja rikastetaan pala-

ja hienorikasteeksi. Tämän jälkeen ferrokromirikaste kuljetetaan Tornion ferrokromitehtaalle. Kaivoksen tuotantokapasiteetti on noin 2,7 miljoonaa tonnia malmia vuodessa. (3.)

2.3.2 Ferrokromitehdas

Ferrokromitehtaalla Kemin kaivokselta saapuvaan hienorikasteeseen sekoitetaan bentoniittiin ja koksiin ja syötetään sitten pelletointirumpuun. Pelletit syötetään sen jälkeen sintrausuuniin ja anostelujärjestelmä syöttää sulatusuuneihin kromipellettejä, kvartsiittia, koksia ja palarikastetta. Sulatusuunista tuleva ferrokromi lasketaan senkkaan ja kuona poistetaan. Sulatusprosessissa syntynyt häkäkaasu hyödynnetään polttoenergiana ferrokromitehtaalla sekä kuuma- ja kylmävalssausuuneissa. Tämän jälkeen sula ferrokromi siirretään junalla sijaitsevalle terässulatolle. Ylimääräinen sula ferrokromi, jota ei tarvita terässulatolla, kaadetaan valukouruihin, joissa se jäähdytetään ja murskataan. Kiinteä ferrokromi varastoidaan myöhempää käyttöä varten tai myydään kansainvälisille markkinoille. Ferrokromitehtaan tuotantokapasiteetti vuodessa on noin 530 000 tonnia. (3.)

2.3.3 Jaloterässulatto

Sulan ferrokromin saavuttua suoraan ferrokromitehtaalta terässulatolle käsitellään se ferrokromikonvertterissa, jossa sulasta poistetaan pii ja osa hiilestä. Terässulatolla valokaariuuniin panostetaan kierrätysterästä ja muita raaka-aineita, kuten nikkeliä molybdeeniä, ferrokromia ja koksia. Kun panos on sulanut ja kuona poistettu, sula sekoitetaan ferrokromisulaan ja siirretään AOD-konvertteriin. AOD-konvertterissa poistetaan rikki sekä hiili ja sulaan lisätään seosaineita, jotta saavutetaan haluttu asiakkaan tilaama ruostumattoman teräksen koostumus. (3.)

AOD-konvertterista sula siirretään senkka-asemalle, jossa tehdään lopulliset käsittelyt ennen valua. Teräslajeja ovat austeniittiset ja ferriittiset teräslajit sekä duplex, joka kuuluu ferriittisausteniittiset teräksiin. Tämän jälkeen sula siirretään jatkuvavalukoneelle, jossa teräs valun aikana jäähdytetään ja katkaistaan ruostumattomiksi teräsaihioksi. Aihiot ovat noin 14 metriä pitkiä ja painavat 16–26 tonnia. Jokainen aihio merkitään yksilöllisellä asiakastilauuskoodilla, joka myöhemmin kulkee rullanumerona prosessissa. Viisi ensimmäistä numeroa on sulatusnumero ja kuudes numero sulan aihion järjestysnumero. Terässulatton tuotantokapasiteetti on vuodessa noin 1,65 miljoonaa tonnia. (3.)

2.3.4 Kuumavalssaamo

Kuumavalssaamolla aihiot siirretään ensin askelpalkkiuuniin, jossa teräksen lämpötila nostetaan yli 1 200 C:seen. Kun haluttu lämpötila on saavutettu, punahehkusta aihiota valssataan edestakaisin etuvalssaimessa. Aihio ohenee ja pituus kasvaa, jolloin se muuttuu esinauhaksi. Esinauhaa ohennetaan entisestään valssaamalla sitä Steckel- ja Tandem-valssaimella. Tämän jälkeen nauha kelataan rullaksi ja siirretään jäähdytysaltaaseen. Jäähdytyksen jälkeen useimmat rullat kuljetaan kylmävalssaamolle tai satamaan, jolloin se myydään mustana kuumanauhana. Osa rullista siirretään kupu-uuneihin, joissa teräksen mikrorakenne homogenisoidaan ennen kylmävalssaamaa. Kuumavalssaamon tuotantokapasiteetti on vuodessa noin 1,65 miljoonaa tonnia. (3.)

2.3.5 Kylmävalssaamo

Kylmävalssaamo käsittää yli 20 tuotantolinjaa. Se sisältää neljä käsittelylinjaa, valmistelulinjan, kolme Sendzimir-valssainta, kaksi viimeistelyvalssainta, venytys-oikaisu-linjan, nauhanhiontalinnan, kolme katkaisulinjaa, neljä halkaisulinjaa, automaattiset rullan- ja levynpakkauslinjat, neutralisointi- ja regenerointilaitokset, lähettämön ja RAP5:n eli kylmävalssaamo 2. Jatkuvatöimisessä RAP-linjassa on samaan linjaan integroitu kylmävalssaus, hehkutus ja peittäus, viimeistelyvalssaus ja venytsoikaisu. Linjalla voidaan tuottaa sekä kuumanauhaa että kylmänauhaa riippuen ajetaanko teräsnauha linjan läpi yhden tai kaksi kertaa. Poikkeuksena kylmävalssaamo 1:n prosessiin, RAP5:llä voidaan mustaa kuumanauhaa valssata asiakkaan tilaamaan loppumittaan. (3.)

Kylmävalssaamolle kuumavalssaamolta saapunut kuumanauha prosessoidaan esihehkutuslinjalla, jossa nauha hehkutetaan teräksen sisäisen rakenteen tasaamiseksi, puhdistetaan kuulapuhalluksella hilseestä ja peitataan elektrolyttisesti neutraalissa natriumsulfaattiliuoksessa ja lopuksi sekahapolla, joka sisältää typpi-, fluorivety-, ja rikkihappoa. Peittäyksessä käytetyt hapot otetaan talteen ja kierrätetään neutralisointi- ja regenerointilaitoksella. Esihehkutuslinjan käsittelyssä teräksen pinta muuttuu samean mustasta hopeanharmaaksi. (3.)

Esihehkutuksen jälkeen teräsnauha kylmävalssataan yhdellä kolmella rinnakkain toimivalla Sendzimir-valssaimella tilauksen mukaiseen loppupaksuuteen. Kylmävalssauksessa nauhassa tapah-

tuu muokkauslujittumista niin, että nauha voidaan valssata korkeintaan 80- % reduktiolla teräslaadusta riippuen. Mahdolliset pintaviat poistetaan nauhanhiontalinjassa ja osa tuotannosta menee tässä vaiheessa myyntiin. (3.)

Valssattu kylmänauha käsitellään uudelleen rinnakkain toimivilla loppuvehkutuslinjoilla mekaanisten ominaisuuksien palauttamiseksi ja suoritetaan pinnanlaatu- ja mittatarkastus. Loppuvehkutuslinja on toimintaperiaatteeltaan sama kuin esivehkuslinja, mutta poikkeaa esivehkuksen ja kuulapuhalluksen osalta. Ennen vehkutusta nauhan pinnasta poistetaan öljy ja rasva alkaalisella pesuliuoksella ja vaihe ei sisällä kuulapuhallusta. (3.)

Loppuvehkutuksen jälkeen nauha valssataan kevyesti kahdella rinnakkain toimivalla viimeistelyvalssaimella, joka parantaa teräksen pinnan sileyttä ja tasomaisuutta. Näin saadaan tasomaisia ja kiiltäviä terästuotteita. Tarvittaessa tilauksen mukaiseen mittaan valssatulle kylmänauhalle suoritetaan ennen leikkausta venytysoikaisu, jolla saadaan teräksen tasomaisuutta vielä parannettua. (3.)

Seuraavaksi teräsnauha siirretään leikkauslinjoille, joissa teräs leikataan asiakkaan tilaamiin mittoihin, joko kaistoiksi tai levyiksi halkaisu- ja katkaisulinjoilla. Leikkauksen jälkeen tuote pakataan tilauksen mukaisiin pakkauksiin ja varastoidaan. Kylmävalssaamalla sisäinen materiaalin siirto tapahtuu vihivaunuilla, siltanostureilla ja trukeilla. (3.)

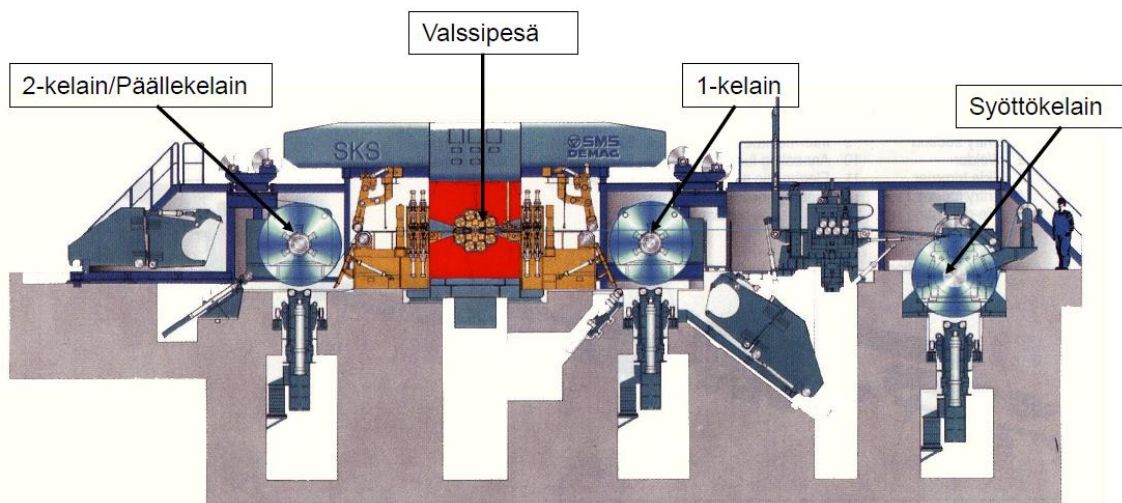
Varastoon sopivat paketit kuljetetaan kuljettimilla korkeavarastoon. Kuljetinjärjestelmän tehtävänä on siirtää tuotantokuljettimilta saapuvat paketit varaston syöttökuljettimille hyllystöhissin poimintaa varten edelleen vietäväksi hyllystölokerikkoihin. Varastossa robotit siirtävät tuotantokuljettimilta paketit jollekin varaston syöttökuljettimesta ja nostavat levypaketin ylös hyllystöhissin poimintaa varten. Lähettämöstä tuote toimitetaan tilauksen mukaisena toimitusaikana asiakkaalle. Lähetyksistä 39 % kuljetetaan autolla, 38 % konteissa ja 13 % junalla. Puolivalmista ruostumatonta terästä kuljetetaan myös Hollantiin Terneuzeniin jatkojalostukseen leikattavaksi viikoittain säännöllisellä laivayhteydellä. Näin valmiita terästuotteita toimitetaan Tornioista ja Terneuzenista asiakkaille eri puolille maailmaa kaikilla kuljetustavoilla. Kylmävalssaamon tuotantokapasiteetti vuodessa on noin 1,2 miljoonaa tonnia: 750 000 tonnia kylmävalssattuja tuotteita ja 450 000 tonnia kirkkaita kuumanauhvoja. (3.)

2.4 Turvallisuus Tornion tehtailla

Työturvallisuuteen panostaminen on tärkeä osa Outokummun nykypäivää, kaikessa toiminnassa tavoitteena on 0 tapaturmaa. Yhtiö järjestää turvallisuuskoulutuksia alueella toimiville työntekijöille sekä valvoo töiden turvallista suorittamista. Suurimpina huoltoseisokkipäivinä alueelle saapuu satoja aliurakoitsijoita ja useita eri yrityksiä tekemään kunnossapitotöitä. Tällaisina ajanjaksoina aluevalvonnalla on suuri merkitys, koska se vastaa siitä ketkä alueelle pääsevät työskentelemään. Luvat ja turvallisuuskoulutukset täytyy olla kunnossa, sillä niillä voi olla suora vaikutus työturvallisuuteen. Osana tätä turvallisuusstrategiaa on riskiarviontien ja työohjeiden tekeminen säännöllisin ja toistuviin työtehtäviin. (4.)

3 KYLMÄVALSSAAMO SENDZIMIR-VALSSAINTEN ALUE

Kylmävalssaamolla valssainten alueella on kolme rinnakkain toimivaa Sendzimir-valssainta, SZ1, SZ2 ja SZ3, joilla valssataan tuotenuha asiakkaan tilaamaan paksuuteen. Toimintaperiaatteiltaan valssaimet ovat samanlaisia. Ne koostuvat kolmesta kelaimesta: syöttökelain, 1-kelain ja 2-kelain eli päällekelaimesta sekä valssipesästä eli valssaimen rungosta kuvassa 5. Eroavaisuuksia tulee lähinnä paksuus- ja laatualueista, teknisistä eroista, tehokkuudesta ja valssattavista tuotenuhan leveyksistä. Outokummun tuotenuhan leveysalueet ovat 1000 mm, 1300 mm ja 1500 mm. Valsauksessa tuotenuhaa ajetaan edestakaisin kelainten välillä valssipesän lävitse pariton määrä pistoja. Pistoja on nauhan paksuudesta ja reduktiosta riippuen 1–11 pistoa. Ensimmäinen pisto ajetaan syöttökelaimelta 2-kelaimelle ja loput pistot 1- ja 2- kelaimen välillä. Ennen kahta viimeistä pistoa pesään vaihdetaan hiotut työvalssit ja viimeisen piston alussa tarkastetaan tuotenuhan pinta molemmin puolin. Tarvittaessa vaihdetaan valssit uudelleen, jos tuotenuhan pinnassa havaitaan valssaus- tai hiontavirheitä. Valssauksen lopussa rulla otetaan pois linjasta 2-kelaimelta.



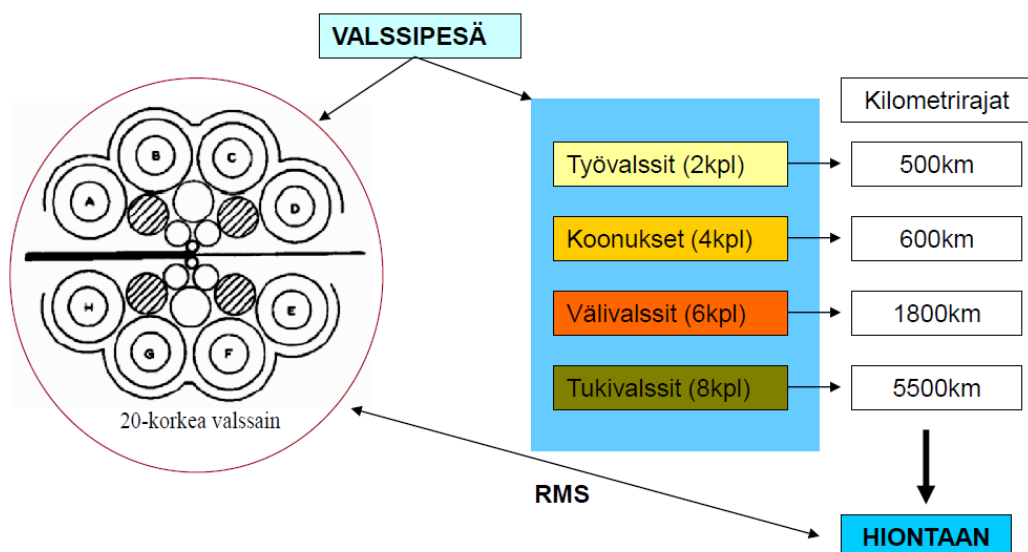
KUVA 5. Sendzimir-valssaimen rakenne (6)

Valssipesän molemmin puolin toimivat röntgensäteellä paksuusmitat, joilla mitataan pesään menevää ja pesästä lähtevää tuotenuhan paksuutta. Mittauksella valssaimen automaatio säätelee valssipesän valssausvoimaa MN. Myös pesän molemmin puolin ovat mittarullat, joiden avulla valssauksen aikana nähdään tuotenuhan tasomaisuus ja kireys, sekä öljynpyyhkijärullat.

Valssausöljy on olennainen osa kylmävalssausta, mikä jäähdyttää tuotenauhaa sekä muodostaa öljykalvon tuotenauhan ja työvalssien väliin. Kaikilla kolmella valssaimella on oma öljynkäsittelynsä, joissa puhdistetaan ja varastoidaan valssausöljyä. Pistosarjasta riippuen valssausöljyä syötetään valssipesään suihkuputkien kautta enintään 16 000 l/min.

3.1 SZ-valssihiomot

Valssihiomot muodostavat valssaimen tukitoiminnot, joissa pyritään hiomaan valssaimelle virheetömiä valsseja. Hiomoja ovat SZ1-hiomo, SZ2-hiomo, SZ3-hiomo ja SZ-laakeriasennus. Hiomoista riippuen ne sisältävät erimäärät NC-ohjattuja pyöröhiomakoneita, jotka ovat numeroitu hankintajärjestyksessä vanhimmasta uusimpaan numeroin 1–12:sta. Jokainen SZ-hiomo sisältää työvalssihiomakoneita ja lisäksi osassa hiomoissa on koonus- ja välivalssihiomakone. Tarpeen vaatiessa hiomakoneilla voidaan hioa toiselle valssaimelle valsseja esimerkiksi hiomakoneen huoltoseisokin ajan. SZ-laakeriasennuksessa huolletaan ja kasataan valssaimen tukilaakereita. Kuvassa 6 esitetään valssaimen valssipesän rakenne ja kilometriraja valssien määräaikaisvaihdolle.



Työvalssi = **Work roll**, 1. välivalssi eli koonus = **1st intermediate**
 2. välivalssi = **2nd intermediate**, Tukivalssi/tukilaakerit = **Bearings**

KUVA 6. Sendzimir 20-HI valssipesä (6)

Jokaista tuotenauhaa varten valssaimella vaihdetaan hiomakoneella hiotut työvalssit valssinvaihtovaunulla. Muut valssit kilometrimäärien täytyessä tai aikaisemmin, jos valssi jättää jälkeä tuotenauhaan tai nauhakatkon vuoksi. Valssaimesta riippuen työvalssit ovat halkaisijaltaan 74,00–130,00 mm, koonusvalssit 127,00–146,00 mm, välivalssit 227,00–240,00 mm ja tukilaakerit

404,20–406,38 mm. Työvalssit hiotaan profiililtaan suoriksi, koonusvalsseihin tietty kartio toiseen päähän valssia ja välivalssit keskeltä paksummiksi eli bompeeratuiksi. Valssaimen valssit ovat kovia karkaistuja umpinaisia teräksisiä valsseja, jotka omaavat tietyn HRC-kovuuden.

3.2 SZ2-hiomon hiomakone 12

SZ2-hiomossa on tällä hetkellä valssainten alueen uusiin Saksalaisvalmisteinen pyöröhiomakone, hankintavuosi on 2018. Koneella hiotaan pääasiassa SZ2:lle työvalsseja, jotka ovat 1 532 mm pitkiä, halkaisijaltaan 74,00–101,00 mm ja profiililtaan suoria valsseja 0,006 mm tarkkuudella. Tarvittaessa voidaan myös hioa työvalsseja SZ1:lle sekä koonusvalsseja SZ-valssaimille. Kuvassa 7 on esiteltynä uusi valssihiomakone edestäpäin.



KUVA 7. Hiomakone 12 kylmävalssaamalla Sendzimir 2-hiomossa

HK12 toimii automaattisesti käsivarsirobotin avulla ja sillä voidaan hioa kuusi työvalssia ilman käyttäjän toimenpiteitä. Yhden työvalssin hionta-aika on noin 15 min. Koneella on kaksi palettia ja KUKA -käsivarsirobotti, joka nostaa automaattisesti valssin paletilta hiomakoneelle hiontaan ja

poistaa hionnan valmistuttua valssin hiomakoneelta toiselle paletille. Lisäksi hiomakoneeseen kuuluvat hiontaneusteallas suodatinlaitteineen, hiontaneistemuri ja hydraulikka timantointilaitetta varten sekä öljyvoitelukoneikko johde- ja karavoiteluun. Koneen johteiden liikkeet hoidetaan servomootoreilla. Suodatinpaperiyksikössä puhdistetaan hiomakoneelta tuleva hiontaneuste hiontajätteestä suodatinpaperin ja pussisuodattimen avulla. Muihin kylmävalssaamon hiomakoneista tämä hiomakone poikkeaa siten, että se on täysin koteloitu, jolloin hiontaneustesumut eivät leviä hiomon työilmaan.

Ennen automaattihiontaa hioja nostaa työvalssit siltanosturilla paletille 1, sekä lisää valssit koneen järjestelmään valssinumeroineen ja tarkistaa halkaisijan, jonka jälkeen ajaa paletin sisään robotin automaattialueelle. Tämän jälkeen robotti nostaa pneumaattisella tarttujalla valssin hiomakoneelle ja automaattihionta alkaa. Paletti 2 on tyhjänä valsseista. Hiontaohjelmassa hionta etenee sekvensseittäin seuraavaan vaiheeseen kun tavoite on saavutettu ja lopulta tulee valmiiksi. Hionnan aikana hioja voi tarvittaessa lisätä iskuja tai muuttaa syöttöjä. Kone hioo automaattisesti paletille 1 laitetut valssit ja robotti siirtää ne paletille 2. Paleteissa on numeroidut paikat 1–6:een ja robotti siirtää valsseja ykköspaikalta ykköspaikalle, kakkospaikalta kakkospaikalle ja niin edelleen. Kun hiomakone on hionut paletti 1:n tyhjäksi, ajaa hioja paletti 2:n ulos automaattialueelta ja nostaa siltanosturilla hiotut työvalssit valssipöydälle tarkastettavaksi valssaimelle käyttöä varten. Valssin halkaisija kirjataan tussilla valssin päähän ja päivitetään järjestelmään. Jos huomataan hiontavirheitä, niin valssi otetaan uudelleen hiontaan koneelle siirtämällä se siltanosturilla paletti 1:lle.

HK12 hiomakoneen rakenne on seuraava:

- valssipaletit 1 ja 2
- Kuka-käsivarsirobotti
- hiomakone, jossa ovat
 - runko
 - hiomapää X-liike
 - timantointilaite
 - hiontapöytä Z-liike
 - karapylkkä ja kärkipylkkä
 - halkaisijan mittauslaite
 - hiontatuet 3 kpl
 - öljyvoitelukoneikko
- hiontaneustejärjestelmä

- hiontaneesteallas
- hiontanestepumput
- suodatinpaperikuljetin
- magneettierotin
- hiontanestesumuimuri
- sähkökäytöt
- HMI-paneelit
- aidat- ja turvasuojat.

4 HIONNAN PERIAATE

Hiominen on lastuava työstömenetelmä, jossa työstettävän kappaleen pinnasta poistetaan ainetta mittatarkkuuden tai pinnanlaadun vuoksi. Useimmiten työkaluna käytetään pyörivää hiomalaikkaa. Hiomalaikka koostuu lukuisista pienistä hiomajyvistä eli rakeista, jotka on sidottu yhteen sideaineella. Kun laikka syöttöliikkeen vaikutuksesta koskettaa työstettävää pintaa, hiomajyvät irrottavat pinnasta pieniä lastuja. (7, s. 87.)

4.1 Pyöröhionta

Pyöröhionta on jäykästi tuetun, oman akselinsa ympäri kiertävän kappaleen ulkopinnan hiontaa hiomalaikalla. Menetelmällä valmistetaan 0,001 mm tarkkuudella hyvälaatuisia sylinterimäisiä, mykeviä tai kartiomaisia pintoja työkappaleeseen. Pyöröhiomakoneeseen kuuluu värinättömän toiminnan takaamiseksi tukeva anturoitu runko, joka kannattaa hiontapöytää ja hiomakaran pylkkää. Rungon ja pöydän sekä hiomakaran pylkän välissä on johteet, joiden avulla tapahtuu tarkat liikkeet. Hiontapöydällä on karapylkkä, kärkipylkkä ja hiontatuet. Karapylkällä annetaan työkappaleeseen pyörivä liike vääntiön avulla ja liikkuvalla kärkipylkällä pidetään työkappale kärkien välissä. Kara ja kärkipylkässä on keskiökärjet, jotka voivat olla pyöriviä tai kiinteitä kärkiä. Kiinteillä kärjillä päästään tarkempaan mittatarkkuuteen. Hiontatuilla estetään työkappaleen taipuminen hionnan aikana. (7, s. 108.)

Hiomakaran pylkkä käsittää laakeroidun hiomakaran, johon suora hiomalaikka on kiinnitetty ja antaa laikalle pyörivän pääliikkeen. Hiomakara saa käyttöliikkeensä karapylkkään kiinteästi liitetystä moottorista. Koneesta riippuen pöytä tai hiomakaran pylkkä tekee sivuttaissyötön eli pitkittäisliikkeen hydraulisesti tai servomoottorin avustuksella. Teroitus- eli timantoimislaite on kiinnitetty kärki-, karapylkkään tai hiomakaran pylkkään, jonka avulla laikka oikaistaan ja teroitetaan koneellisesti. Laikka on malliltaan suora tai siinä on keskiösyvennykset ja tasapainotetaan omassa laikakeskiössä tai hiomakoneella hiomakaralle kiinnityksen jälkeen. Hiomalaikalla ja työkappaleella on sama keskiökorkeus ja pyörimissuunta yleensä vastakkainen. Lisäksi pyöröhiomakoneessa on jäähdytys eli hiontanestelaitteet suodattimiseen, tarvittavat ohjaus- ja mittalaitteet ja suojalaitteet. (7, s. 109.)

4.2 Pyöröhionnan hiontamenetelmät

Pyöröhionta on jaettu neljään eri menetelmään. Tornion tehtaiden kylmävalssaamalla käytetään näistä kolmea. Käytetyin on pituushionta, jossa valssi on kiinnitettynä kara- ja kärkipylkän keskiökärkien väliin ja hiontuilla tuettuna.

4.2.1 Pituushionta

Pituushionta on tavallisinta pyöröhiontaa, jossa työkappale on kiinnitettynä kärkien väliin ja koneen pöytä tai hiomapää tekee edestakaista liikettä. Pyörivä hiomalaikka hioo kappaleen pinnasta lastuamissyvyyden määräämää ohutta kerrosta. Pituushionnalla voidaan myös hioa muotoja valsseihin kuten pieniä kartiomaisuuksia työkappaleen päihin sekä keskeltä muotoa kuperaksi eli niin sanottu bompeeraus. (7, s. 110.) Pituushionta on menetelmänä käytetyin Outokummulla kylmävalssaamon valssainten alueella hiomakoneilla valssihionnassa.

4.2.2 Pistohionta

Pistohionta menetelmää käytetään silloin, kun hiottavat kohdat ovat erittäin lyhyitä. Hiomalaikkaa syötetään kohtisuorasti pyörivää työkappaletta vastaan ilman pituusliikettä. (7, s. 112.) Tämä menetelmä on käytössä silloin kun esimerkiksi nauhakatkovalssista määritetään vauriokohdan syvyys.

4.2.3 Muotohionta

Muotohionta on lähinnä pistohiontaa, mutta siinä tehdään työkappaleeseen haluttu lieriömäisesti poikkeava pinnanmuoto. Muotohionnan hiomalaikka on oltava samanmuotoinen kuin työkappaleelle halutaan. (7, s. 112.) Tämä menetelmä on myös käytössä, kun tukilaakereiden selkäpinnan reunoille hiotaan viisteet.

4.2.4 Kartiohionta

Kartiohionnassa erotetaan loivien ja jyrkkien kartioiden hionta. Loivien kartioiden hiomista varten yläpöytä käännetään kulmaan kartiokulman puoliskon verran. Pöydän päässä olevasta asteikosta

nähdään käänkökulman suuruus. Lyhyet ja jyrkät kartiot voidaan hiomakoneen rakenteen mukaan hioa kääntämällä työkappaleen tai hiomakaran pyykkää. (7, s. 112.)

4.3 Hiomalaikat

Hionnan lastuava terä on hiomalaikka eli tärkeä osa itse hiontaa. Hiomalaikka koostuu hiomajyvistä, sideaineesta sekä jyvasten väliin jäävistä huokosista ja jokainen hiontatyö asettaa laikalle omat vaatimuksensa. Hiomalaikkoja valmistetaan tyypiltään, reunamuodoltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisia. Yleisin käytetty tyyppi on suora reunamuoto. Laikat ovat helposti särkyviä ja niitä tulee säilyttää kuivassa paikassa, sekä tulee käyttää valmistajan ilmoittamaan päivämäärään (kk/vuosi) mennessä laikassa käytettävän sideaineen vanhentumisen vuoksi. Laikkojen valmistajilla on käytössä yhteinen standardisoitu laikkojen merkintäjärjestelmä. (7, s. 94.)

Hiomalaikkojen yleisimmät hioma-aineet ovat alumiinioksidi, boorinitridi, piikarpidi ja timantti. Ne merkitään kirjaimilla A, B, C ja D järjestyksessään. Hiomajyvasten karkeus ilmaistaan numeroina, jotka vastaavat jyvasten lajitteluun käytettävien seulojen aukkolukumäärää pituustuumaa kohti. Karkea laikka valitaan silloin kun hiomajälki saa olla karkea pinnanlaadultaan, halutaan suuri hiomateho ja hiotaan pehmeitä työkappaleita kuten esimerkiksi kumipinnoitteita. Hieno hiomalaikka valitaan taas silloin kun halutaan hieno pinnankarkeus, hiotaan kovia kappaleita ja kyseessä viimeistelyhionta. (7, s. 96.)

Hiomalaikkojen karkeus merkataan numeroin seuraavasti:

- karkea 12, 14, 16, 20 ja 24
- keskikarkea 30, 36, 46, 54 ja 60
- hieno 70, 80, 90, 100 ja 120
- erittäin hieno 150, 180, 200, 220, 240, 280, 320, 400, 500 ja 600. (7, s. 97.)

SZ-valssien koonus- ja väliavalssihionnassa käytetään 60 karkeaa ja työavalssihionnassa 120 karkeaa hiomalaikkaa. Hiomakoneella hiotaan valssi alusta loppuun saakka samalla laikalla rouhintasekä viimeistelyvaiheineen. Työavalssin pinnankarheustavoite on 0,10–0,20 µm ja koonus- ja väliavalssissa 0,50–0,80 µm.

Hiomalaikan hiomajyviä yhdistävä sideaine määrää laikan kovuuden. Kovuus merkitään kirjaimin A–Z:en. Kovassa laikassa hiomajyvät pysyvät kiinni suuressakin hiontapaineessa ja pehmeässä taas päinvastoin. Kirjaimet A–H tarkoittaa pehmeää, I–P keskikovaa ja Q–Z kovaa laikkaa. (7, s. 98.)

Hiomalaikan rakenteella tarkoitetaan sen huokoisuutta eli hiomajyvästen, sideaineen ja välitilojen keskinäistä jakautumista laikassa. Hiomalaikan rakenne on avoin, kun välitilat ovat suuria ja tiheä kun välitilat pieniä. Välitilat toimivat lastutiloina hiottaessa. Rakenne ilmaistaan numerolla 0–12:sta, tiheä 0–3, keskitiheä 4–6 ja avoin 7–12. (7, s. 98.)

Hiomalaikan sideaine on osoitettu laatumerkinnän lopussa kirjaimin V, B, R tai M. Näiden yhteydessä voi olla myös kirjaimia tai numeroita, jotka ilmaisevat käytetyt sideainemuunnokset. V=ke-raaminen sideaine, joka on yleisin ja käytetään myös tarkkuushionnassa sekä silloin, kun kehänopeudet ovat pieniä. B=bakeliittisideaine, jolle on ominaista suuri lujuus ja joustavuus ja sopii hyvin rouhintahiontaan. R=kumisideaine, jota käytetään silloin kun halutaan hyvä pinnanlaatu. M=metallisideaine, jota käytetään timantti- ja boorinitridilaikkoihin. (7, s. 98.)

4.4 Hiontavirheet

Valssien hionnassa on lopputuloksen kannalta ensiarvoisen tärkeää, että hiottu valssi on pinnanlaadultaan virheetön ja pinnankarheus tavoitteessa. Muutoin valssauksessa tuotenauhaan jää peilaamaan virhejälki, josta aiheutuu laatu poikkeamia. Yleisimpiä virheitä ovat tärinä- ja syöttöjäljet sekä naarmut. Tiheä tärinäjälki on hiomalaikasta peräisin ja harva tärinäjälki johtuu valssin pyöri-tyksestä. Naarmut tulevat yleensä liian kuluneista hiomatukien punametalliliukupalloista. Outokummulla on käytössä omat virhekoodit hiontaperäisille virheille.

Virhekoodi 253 tarkoittaa valssihiontavirheitä (merkkejä valssihionnassa), joka kätkee taaksensa tärinä-, laikan syöttöjälki-, naarmu- ja pinnankarheusvirheet. 253 koodi on tarkemmin jäsenneily seuraavasti:

- **253T = tärinäjälki:** Tärinä syntyy SZ-valssin hiomisessa tulevasta värähtelyilmiöistä. Tiheäjaksoinen tärinä johtuu useimmiten hiomakiven tukkeutumisesta, epätasapainosta tai

hiomapään pyörivien osien välyksistä tai kuluneisuudesta. Harvajaksoisemman tärinän aiheuttajia voivat olla valssin kiinnitys tai pyöritys eli valssinpyöryksestä johtuvia. (5.)

- **253M = matrinki:** Hiomalaikan reuna on jättänyt teräväpiirteistä nousujälkeä sivuttaisliikkeen aikana. Yleensä liian vähäisen viimeistelyn tai valssin huonon profiilin jälkeen jää rouhintavaiheessa syntynyt syöttöjälki näkyville. Virheen saa pois rouhintavaiheen aikana, kun laikan hiontapainetta kevennetään. (5.)
- **253K = karhea valssi:** Hiontanaarmut syntyvät valssihionnan aikana hiomalaikasta irtoavista hiomajyvistä. Hiomajyvien tasainen irtoaminen on välttämätöntä laikan toimivuuden kannalta, jotta laikka pysyy terävänä kulumatta liian nopeaa. Naarmuja syntyy normaalia enemmän jos hionta-arvot eivät ole oikein, tai laikan pyörimisnopeus on valssin pyörimisnopeuteen suhteessa liian alhainen, jolloin hiomajyvät murtuvat irti ennenaikaisesti. (5.)

Lisäksi Outokummulla on muitakin virhekoodeja, jotka voivat olla hiontaperäisiä:

- **261 = iskujälki:** Jälki näkyy valssauksessa tuotenauhan pinnalla iskuina tasaisin välein valssin pyörähtämisyksillä. Voi johtua esimerkiksi hiomalaikan jättämästä hiontaurasta, valssimurtumasta tai hiushalkeamasta valssin pinnalla.
- **264 = emulsiojälki valssihionnasta:** Valssi on laitettu pesään märkänä tai valssin pinnan alapuolelle on kerääntynyt tipoiksi hiontanestettä, joka leimaa tuotenauhaan roiskemaisia jälkiä valssauksessa.

5 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuutta ohjaa työturvallisuuslaki, jonka tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi. On myös ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä tai työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. Lakia sovelletaan työsopimuksen mukaan tehtävässä työssä. (8.)

Työturvallisuuslain 8 pykälän mukaan työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tarkoituksena työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön liittyvät asiat. Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhteiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet ja mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavin periaattein:

1. vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estäminen
2. vaara- ja haittatekijöiden poistaminen, jos ei mahdollista niin korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla tekijöillä
3. yleisesti vaikuttavien työsuojelutoimenpiteiden toteuttaminen ennen yksilöllisiä ja
4. tekniikan sekä muiden käytettävissä olevien keinojen kehittymisen huomioiminen. (8.)

Työnantajan on myös jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä, työyhteisön tilaa ja työtapojen turvallisuutta. Myös toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työn turvallisuuteen ja terveellisyyteen huolehtien, että näitä koskevat toimenpiteet huomioidaan tarpeellisella tavalla työnantajan koko organisaation toiminnassa. Kuvassa 8 esitetään työnantajan vastuut, joita ohjaavat direktiivit ja työturvallisuuslait. (8.)



KUVA 8. Työnantajan vastuu (4)

5.1 Työohjeistus

Työnantajan on annettava työntekijälle riittävät tiedot työpaikan haitta- ja vaaratekijöistä sekä huolehdittava, että työntekijän työkokemus ja ammatillinen osaaminen huomioidaan. Työntekijälle annettavassa opetuksessa ja ohjauksessa huomioitavia asioita ovat:

1. Työntekijä perehdytetään riittävästi työhön, työolosuhteisiin, työvälineisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin. Myös perehdytetään turvallisiin työtapoihin erityisesti ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista ja ennen uusien työvälineiden ja työ- tai tuotantomenetelmien käyttöön ottamista.
2. Työntekijä perehdytetään työn vaarojen ja haittojen estämiseksi sekä työstä aiheutuvan terveyttä tai turvallisuutta uhkaavan vaaran tai haitan välttämiseksi.
3. Työntekijä perehdytetään puhdistus-, säätö-, korjaus- ja huoltotöiden sekä poikkeus- ja häiriötilanteiden varalle.
4. Tarvittaessa työntekijälle annettua perehdytystä täydennetään. (8.)

Työntekijän velvollisuuksiin kuuluu noudattaa työnantajan antamia ohjeita ja määräyksiä, sekä ylläpitää siisteyttä ja järjestystä sekä huolellisuutta turvallisuuden ylläpitämiseksi. Myös työntekijän tulee huolehtia oman ja muiden työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä kokemuksen, pereh-

dytyksen ja ammattitaitonsa keinoin. Työntekijällä oikeus pidättäytyä työstä vakavan vaaran uhatessa omaa tai muiden terveyttä, kunnes työantaja on huolehtinut työn turvallisesta suorittamisesta vaaratekijät poistettuina. (8.)

5.2 Riskinarviointi

Riskinarvioinnin tarkoituksena vaarat tunnistetaan, sekä arvioidaan riskin suuruutta ja merkitystä. Tuloksena riskejä pienennetään ja parannetaan tehokkaasti työn turvallisuutta. Arviointia varten on käytettävissä monia työkaluja ja menetelmiä, joiden valinta riippuu yrityksen, teollisuuden tai henkilön mieltymyksistä. Arviointiprosessi on kuitenkin tärkeämpää kuin työkalun tai menetelmän valinta. Riskinarvioinnin hyöty saadaan käyttämällä systemaattista lähestymistapaa vaarojen tunnistamisessa, jotta riski pienenee kaikki sen osatekijät huomioituna. (9, s. 6.)

Arvioinnissa tarkastellaan myös aikaisemmin sattuneiden tapaturmien ja onnettomuuksien lisäksi sellaisia riskejä, jotka eivät ole vielä toteutuneet tai aiheuttaneet vahinkoa. Tämän tarkoituksena on havaita toiminnassa esiintyvät riskit ajoissa ennaltaehkäisten vahinkoja. Riskinarviointi on ennakkoivaa työsuojelua parhaimmillaan. (10, s. 7.)

Riskiin liittyviä määritelmiä ovat seuraavat:

- **vaara** = työssä ilmenevä tekijä, tapahtuma tai ominaisuus, joka voi aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle
- **vaaratilanne** = henkilöön kohdistuvia vaaratekijöitä
- **riski** = vaaratilanteessa aiheutuvien vahinkojen vakavuuden ja todennäköisyyden yhdistelmä, joka kuvaa vaaran suuruutta
- **turvallisuus** = varmuuden kuvaus siitä, että mahdollisia vahinkoja ei esiinny tai esiintyvät riskit ovat siedettäviä tai hyväksyttäviä työpaikalla
- **riskinarviointi** = systemaattinen prosessi, jossa arvioidaan laaja-alaisesti vaarojen tunnistamista ja niistä aiheutuva riskien suuruuden määrittäminen työntekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle
- **riskinhallinta** = järjestelmällistä työtä toiminnan jatkuvuuden varmistamiseksi ja työntekijöiden hyvinvoinnin takaamiseksi tarkoittaen kaikkea yrityksessä tehtävää toimintaa riskien poistamiseksi tai pienentämiseksi. (10, s. 6.)

Riskien arviointi toteutetaan ryhmätöinä, jossa arviointiryhmälle on nimettyä vetäjä. Tehokkaimmillaan riskien arviointiin osallistuvan ryhmän koko on 3–5 henkilöä, jossa on vähintään yksi työntekijöiden edustaja, jolla on riittävästi osaamista ja kokemusta tarkasteltavasta työtehtävästä ja työssä esiintyvistä riskeistä. Arviointiryhmä henkilöillä on hyvä olla riittävä tietämys riskien arvioinnin suorittamisesta ja lisäksi kuunnella muita kohteena olevan työtehtävän työntekijöitä. Tarvittaessa ryhmän vetäjä voi kutsua mukaan riskien arviointiin asiantuntijan esimerkiksi työterveyshuollon edustajan tai turvallisuusinsinöörin riittävän tiedon saamiseksi. (10, s. 16.)

Riskitaulukolla (kuva 9) arvioidaan riskin suuruutta siten, että ensimmäisen sarakkeen avulla määritetään tapahtuman todennäköisyys ja ylimmän rivin avulla tapahtuman aiheuttaman seurausten vakavuus. Riski on valittujen kohtien leikkauspisteessä olevan arvon suuruinen. Riskin suuruus saa pienimmillään arvon 1 eli merkityksetön ja suurimmillaan arvon 5 tarkoittaen sietämätöntä. (10, s. 28.)

TODENNÄKÖISYYS (T)	Vähäiset	SEURAUKSET (S) Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1x1 1 Merkityksetön riski	1x2 2 Vähäinen riski	1x3 3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2x1 2 Vähäinen riski	2x2 3 Kohtalainen riski	2x3 4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3x1 3 Kohtalainen riski	3x2 4 Merkittävä riski	3x3 5 Sietämätön riski

KUVA 9. Riskitaulukko (4)

Vaaratilanteesta voi aiheutua hyvin erilaisia tai eriasteisia seurauksia. Riskin suuruus muodostuu seurausten vakavuudesta ja haitallisen tapahtuman todennäköisyydestä. Seurausten vakavuudella tarkoitetaan haitallisen tapahtuman ihmisille aiheuttamien terveys- tai turvallisuushaittojen vakavuutta. Seurausten vakavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat seuraavat:

- haitan luonne, lievä tai vakava
- seurausten laajuus, montako henkilöä loukkaantuu tai altistuu
- haitan palautuvuus tai palautumattomuus
- haitallisten vaikutusten kesto, lyhyt- tai pitkäkestoinen. (10, s. 26.)

Seurausten vakavuutta arvioidessa voidaan käyttää tunnuslukuja tai eri menetelmiä. Haitallisesta tapahtumasta aiheutuneita seurauksia arvioidaan kriteerein 1–3 seuraavasti:

1. vähäiset = tapahtuma voi aiheuttaa lievän ohimenevän sairauden tai haitan

2. haitalliset = tapahtuma voi aiheuttaa suurempia tai pitkäkestoisempia seurauksia tai lieviä haittoja
3. vakavat = tapahtuma voi aiheuttaa pysyviä ja palautumattomia vahinkoja tai pitkäkestoisen vakavan haitan. (10, s. 27.)

Tapahtuman esiintymistodennäköisyyteen voi vaikuttaa moni asia. Yleisimpiä haitallisten tapahtumien todennäköisyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat seuraavat:

- haitallisen tapahtuman esiintymistiheys
- haitallisen tapahtuman kesto
- mahdollisuudet ennakoita haitallisen tapahtuman esiintyminen
- mahdollisuudet ehkäistä haitallinen tapahtuma. (10, s. 27.)

Yksiselitteisesti on hankalaa arvioida, miten todennäköisiä erilaiset haitalliset tapahtumat ovat. Kuitenkin yleisluontoisesti tapahtuman todennäköisyyden määrittämisen kriteerit 1–3 ovat seuraavat:

1. epätodennäköinen = tapahtuma, joka esiintyy harvoin ja epäsäännöllisesti
2. mahdollinen = tapahtuma, joka esiintyy toistuvasti, mutta ei kuitenkaan säännöllisesti
3. todennäköinen = tapahtuma, joka esiintyy usein ja säännöllisesti. (10, s. 28.)

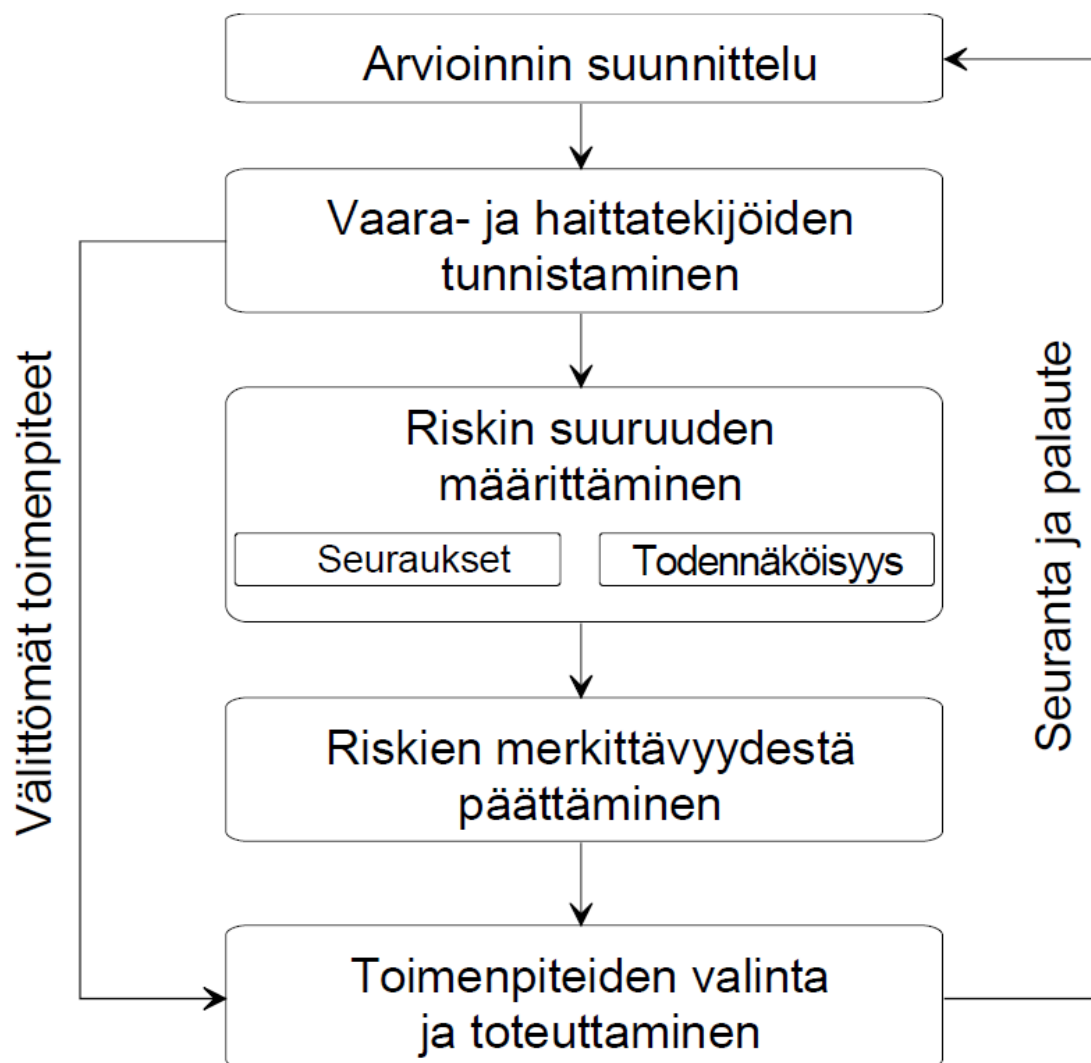
Riskin merkittävyyden määrittäminen tarkoittaa sitä, että onko riski hyväksyttävällä tasolla vai toteutetaanko sen pienentämiseksi tai poistamiseksi toimenpiteitä. Toimenpiderajana käytetään riskitaulukon mukaan määritettyä riskin suuruutta. Kun riskin suuruus on kohtalainen, merkittävä tai sietämätön, vaaditaan toimenpiteitä riskin pienentämiseksi. Merkityksetön tai vähäinen riskin suuruus ei edellytä toimenpiteitä. (10, s. 33.)

Toimenpiteet riskien poistamiseksi tai pienentämiseksi suunnataan kokonaisuuden kannalta parhaisiin mahdollisiin ratkaisuihin seuraavasti:

- poistetaan olemassa olevat vaara- ja haittatekijät
- estetään vaara- ja haittatekijöiden syntyminen
- korvataan vaaraa tai haittaa aiheuttavat tekijät vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla korvaavilla tekijöillä
- vähennetään haittatekijän määrää tai esiintymistiheyttä tai kestoja
- käytetään erilaisia teknisiä ratkaisuja ja suojarakenteita vaara- ja haittatekijöiden vähentämiseksi
- hallinnolliset toimenpiteet, kuten koulutus, valvonta, työhjeet, opasteet ja varoituskyltit

- henkilökohtaiset suojaruusteet. (10, s. 33.)

Riskien arviointi etenee systemaattisesti vaiheittain, noudattaen hyviksi havaittuja riskien arvioinnin vaiheita. Perustana arvioinnille on työssä esiintyvien vaarojen tunnistaminen. Jos havaittuja vaaroja ei voida poistaa, arvioidaan niiden merkitys työntekijöiden terveydelle tai turvallisuudelle. Tämän perusteella voidaan tehdä perusteltuja valintoja turvalliseen parantamiseksi, vahinkojen ja tapaturmien ehkäisemiseksi. Jotta arviointi johtaisi työturvallisuuden kehittymiseen käytännössä, tulee määrittää tärkeimmät kehittämistarpeet. Kohdistetut toimenpiteet suurimpien riskien poistamiseen saa aikaan tehokkaan turvallisuustason noston. Ehdotettujen toimenpiteiden tulee olla konkreettisia ja toteuttamiskelpoisia. Riskien arviointiin tuo jatkuvuutta toimenpiteiden vaikutusten arviointi, tilanteen jatkuva seuranta ja palautteen antaminen arvioinnin tuloksista työntekijöille. Kuvassa 9 esitetään kaaviossa riskien arvioinnin ja hallinnan vaiheet. (10, s. 7.)



KUVA 10. Riskien arvioinnin ja hallinnan vaiheet (10, s. 7)

5.3 Koneturvallisuus

Termillä kone tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, joka sisältää tai on tarkoitettu varustettavaksi voimansiirtojärjestelmällä. Koneessa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva, joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten. Myös voidaan tarkoittaa koneyhdistelmiä, jotka on järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena halutun päämäärän saavuttamiseksi. Muita termejä koneturvallisuuteen liittyen ovat luotettavuus, kunnossapidettävyys, käytettävyys, vaarat, riskit ja suoja- sekä turvalaitteet. (11, s. 12.)

Koneiden valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa CE-merkinnällä, että kone täyttää konetta koskevien EU:n direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset ennen markkinoille saattamista tai käyttöönottamista. Koneen tulee täyttää turvallisuus- ja terveysvaatimukset, koneen tekninen rakennetiedosto on käytettävissä, sekä tarvittava tieto kuten alkuperäiset ohjeet olla saatavilla lisäksi yhteisön virallisella kielellä. Myös pitää olla suoritettuna vaatimustenmukaisuuden arviointimenetely ja laadittuna EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus. Lopuksi tulee olla standardin mukainen CE-vaatimustenmukaisuusmerkintä, joka on kiinnitetty koneeseen näkyvästi luettavalla ja pysyvällä tavalla. Muita pakollisia merkintöjä ovat valmistajan täydellinen osoite, koneen kuvaus, sarja- ja tyyppimerkintä, sarjanumero sekä rakennusvuosi. (12, s. 6.)

6 TYÖOHJEIDEN LAADINTA KONEEN KÄYTTÄJILLE

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia riskinarviointi ja työohjeistukset HK12-hiomakoneelle SZ2-hiomossa. Työ aloitettiin laatimalla riskinarviointi, jonka jälkeen tehtiin tarvittavat työohjeistukset. Ohjeita tuli useampia erilaisia työtehtäviä ja hiomakoneen käyttämistä varten. Jatkuvan kehityksen tavoitteena ohjeita tarvittaessa päivitetään ja täydennetään.

6.1 Riskinarviointi HK12-hiomakoneelle

Opinnäytetyössä laadittiin riskinarviointi valssihiomakoneelle, johon listattiin kategorioittain eri työtehtävät ja niiden suorittamisesta aiheutuvat vaaratekijät kuvauksineen. Kategoriat olivat valssien hionta, ylläpito ja asennus sekä seisokkityöt HK12:lla. Tyypillisin vaara oli litistymisvaara, kun käsillä tehdään erilaisia asetustöitä, kuten hiomalaikan vaihtotyö tai siltanosturin käyttäminen. Listausten jälkeen kirjattiin ylös syy, joka vaaran aiheuttaa, sekä todennäköisyys vaaratilanteelle 1–3 ja sen aiheuttama seuraus 1–3. Näiden avulla saatiin määriteltyä riskin suuruus 1–5:een riskitaulukon avulla. Arvion tuloksena riskien suuruudet olivat ykkösiä tai kakkosia ja hallitsemiseksi laadittiin toimenpiteet, joita oikein käytettyinä riski hallitaan oleellisesti. Toimenpiteitä olivat esimerkiksi ohjeistettu turvallinen työtapa, tiedottaminen, suojavälineiden ja aputyökalujen käyttäminen. Huolto- ja seisokkitöissä yleisin riski on koneen odottamaton käynnistyminen, joka hallitaan odottamattoman käynnistyksen estolla, jolla energia laitteesta erotetaan esimerkiksi laittamalla turvakytkin 0-asentoon. (Liite 1.)

6.2 HK12:n työohjeet

Valssihiomakoneelle laadittiin hiojille kuvalliset työohjeet valssien hiontaa ja koneen käyttämistä varten. Ohjeissa kuvataan valssien valmistelua hiontaan, hiomista ja hionnasta pois ottamista eli koneen peruskäyttämistä. Myös hiomakoneen PC:n käyttöä, parametrien muutoksia ja valikkoja, josta esimerkiksi laikan tasapainottaminen löytyy. Lisäksi ohjeistettiin tarkastus- ja huoltotehtäviä, sekä ohjeistus hiontaneitejärjestelmän käyttämiselle, kuten uuden suodatinpaperin laittaminen altaalle tai mitä tulee tehdä, kun kone ilmoittaa öljysuodatinpatruunan vaihtotarpeesta koneikossa. Ohjeiden laatimisen aikana hiomakone oli käyttöönottovaiheessa, jolloin saatiin paljon tietoa, sekä

ohjeistusta koneen toimittajan insinööriltä ja asentajalta. Heiltä kysyttiin tarvittaessa tarkentavia kysymyksiä hiojan kanssa, sekä käytiin läpi koneen käyttämistä yksityiskohtaisesti, miten konetta käytetään ja mistä erilaiset toiminnot löytyvät, kuten pöydän suoruuden oikaisu koneen hioessa valssin profiilia kynämäiseksi. Ohjeistukset toimivat myös hyvin esimerkiksi kesätyöntekijöiden perehdyttämiseen. (Liite 2.)

6.3 HK12:n hiomalaikan vaihto

Hionnan aikana hiomalaikka kuluu pienemmäksi ja koneelle vaihdetaan uusi laikka saavutettuaan minimihalkaisijan. Laikan vaihtotyöstä tehtiin erillinen ohjeistus vaihe vaiheelta, koska on paljon tiedettävää työstä oikeassa järjestyksessään koneella turvallisuus ja riskinarviointi huomioiden. Hiojia on useita eri vuoroissa, joten hiojalla voi olla edellisen vaihtotyön suorittamisesta aikaa, mikä lisää ohjeen tarpeellisuutta. Laikan vaihdosta piti aluksi koulutuksen koneen toimittajan puolelta asentaja, jonka aikana otettiin yksityiskohtaisia kuvia muistiinpanoineen, miten vaihtotyössä tulee toimia. Lopuksi seuraavan laikan vaihtotyön yhteydessä käytiin hiojan kanssa ohjeet uudelleen läpi tarkistuksena tehden ohjeisiin pieniä korjauksia, joita olivat esimerkiksi kahden eri työvaiheen muuttaminen toisinpäin järkevämmäksi. Vaihtotyöhön kuuluvat uuden laikan kasaaminen ja vanhan purkamisen, nostotyökalun käyttäminen siltanosturilla, asetukset hiomakoneella, suojausten avaaminen ja kiinnittäminen, sekä laikan irrottaminen ja kiinnittäminen hiomakaralle. Lisäksi vaihtotyössä pitää muistaa siisteystaso ja poistaa kertyneet hiontajätteet etenkin laikan suojakotelosta, johon sitä voi kertyä huomattavasti. (Liite 3.)

6.4 HK12 KUKA-robotin ajo-ohjeet

Käsivarsirobottiin saatiin koneen toimittajalta perehdytys, jossa käytiin robotin toimintoja, ajotiloja, sekä käsiajoa läpi. Käyttöönottovaiheessa huomattiin, että robotti saattoi pysähtyä kesken valssin siirtotehtävän tuntemattomasta syystä. Tilanteen purkamiseksi täytyi käsiajolla poistaa valssi robotin tarttujasta ajaen lopuksi robotti kotiasemaan ja laittaa takaisin automaattitilaan. Tässä kohtaa on paljon tiedettävää ja muistettavaa robotin manuaalisesta ajamisesta, joten käsiajosta tehtiin vaiheittainen kuvallinen ohjeistus. Ohjeistuksessa kuvataan robotin ottamista haltuun automaattilta manuaalitilaan, resetoitua, painikkeita, ohjausnäytön valikkoja, käskyttämistä ja lopuksi robotin laittamista manuaalilta automaattitilaan. Ohjeistuksen jälkeen pidettiin vielä ajokoulutus hiojille osamisen varmistamiseksi, jotta vuorossa kyetään robottia käyttämään mahdollisessa häiriötilanteessa.

Häiriötilanteiden juurisyy johtuu useimmiten hiomakoneen ja robotin tietoliikenteestä, jota selvitetään edelleen hiomakoneen ja robotin toimittajan kanssa. (Liite 4.)

6.5 HK12 vakiotoimintamenettelyt SOP

Opinnäytetyöpalaverissa sovittiin ohjeiden lisäksi SOP (Standard Operating Procedure) laadinta vakiotoimintamenettelyistä, joissa on kuvattuna askel askeleelta käyttäjille Lean – ajattelutapaa hyväksi käyttäen. Nämä ohjeistukset ovat tulostettuna ja laminoituna tehtävässä työkohteessa. Kohteeksi valitsin hiontaneestealtaalla pussisuodattimen vaihtotyön, sekä päivittäiset puhdistus- ja tarkastustyöt. Pussisuodatin suodattaa pienet likapartikkelit koneelle tulevasta hiontaneesteestä ja suodattimen vaihtoväli on 1–2 kertaa viikossa. Päivittäiset puhdistus- ja tarkastustehtävät ovat tärkeitä suorittaa, koska laatu lähtee huolellisuudesta ja siisteydestä. Tarkastuksissa esimerkiksi tarkistetaan hiontaneesteen pitoisuus ja huomataan ajoissa mahdolliset kuluneisuudet, alkavat laitevauriot tai öljyvuo-dot hiomakoneella. Todennäköisimmin näiden laiminlyöminen ilmenee hiontavirheiden kasvuina, hionnan keskeytyksinä tai hiontaneesteen nopeana pilaantumisenä. (Liite 5 ja 6)

Kolmas SOP tehtiin hiontavirheestä 261 iskujälki poikkeamanhallinta. Tämä virhe ilmeni myöhemmin voimakkaasti, kun hiomakone oli ollut jo pidemmän aikaa käytössä. HK12-hiomakoneessa hiot-tavan kappaleen pyöritys poikkeaa muista valssainten alueen SZ-hiomojen hiomakoneista kärki-pylkän kiinteään keskiökärjen lisäksi automaattisuudellaan. Vanhemmilla manuaalisimmilla hioma-koneilla pyöritys tehdään lähinnä käsin kiinni ruuvatulla kyytipojalla tai tappivääntiöllä, sekä vanhemmissa koneissa on pyörivät keskiökärjet. Virhe syntyy työkappaleen eli valssin pyörityksen luis-taessa tai pysähtyessä hionnan aikana mahdollistaen hiomalaikan tekemään pitkittäistä uraa valssin pintaan. Jälki voi olla selvästi tai vaikeasti himmeämpänä vasta SZ2-valssaimella havaittavissa pinnantarkastuksen yhteydessä tuotenauhassa. Pahimmassa tapauksessa kaikissa kuudessa hio-tussa valssissa voi olla ura valssissa, jos hioja ei ole ollut päivystämässä HK12:lla automaattihion-takierron aikana. Kun virhe huomataan, käydään SOP kohta kohdalta läpi tarkastamalla ja korjaa-malla haivatut puutteet HK12:lla virheen aiheuttajan eliminoimiseksi. Yleisimmin syy johtunee valssin pyörittäjän kolmesta kädästä, jotka ottavat kiinnityksen valssin päästä ja ovat päässeet luis-tamaan hionnan aikana. (Liite 7)

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tekemisen aloitin töiden ohessa alkukesästä vuonna 2020 riskiarvioinnilla ja sitä myöten työohjeistuksilla hiojille. Työ liittyi vahvasti omaan vastuualueeseen työkokemuksineen, joten se oli luontevaa tehdä ja ohjeet sain laadittua jouhevasti. Mielestäni ohjeiden laatimisessa onnistuin hyvin, ja laatimisen aikana käytiin keskustelua hiojien kanssa, jotta ohjeista saatiin puutteet korjattua ja että ne ovat helposti ymmärrettävät. Muutoin työtä tuli tehtyä pääasiassa itsenäisesti. Teoriaa varten etsin tietoa työturvallisuuslaista, standardeista sekä hiontaa käsittelevästä kirjallisuudesta. Myös paljon tietoa löytyi Outokummun omista sisäisistä materiaaleista.

Ohjeiden laatimisen jälkeen hiojat pystyivät toimimaan itsenäisesti valssihiomakoneella ja selviytyivät häiriötilanteistakin. Koneen puhtaanapito joidenkin vuorojen osalta vaatii vielä parempaa suoritusta. Työn tekeminen oli mielenkiintoista, haastavaa ja opettavaista, sekä työssä tuli perehdyttyä varsin kattavasti työturvallisuuteen ylipäättänsä, josta on hyötyä jatkossa. Riskiarvioinnin tekemisen olisin nyt jälkeenpäin tehnyt hieman toisella tavalla, sillä olisin osallistuttanut käyttäjiä riskien arviointiin enemmän ryhmässä. Ryhmätyön merkityksen vaikutus riskien arvioinnissa on tärkeässä roolissa, jotta kaikki riskit ja mahdolliset seuraukset tulee huomioitua monipuolisemmin.

Outokummulla on suuresti esillä työturvallisuusasiat ja teemana 0 tapaturmaa, jota vuosia sitten pidettiin melkein pä saavuttamattomana. Paljon on ajattelutapa siitä muuttunut, sillä nykyään se on täysin saavutettavissa. Erilaisista työtehtävistä on olemassa ohjeistukset ja riskiarvioinnit ja niitä pidetään yllä sekä katselmoidaan säännöllisesti ajan tasalle vuosittain. Turvallisuushavaintoja ja vaaratilanteita tutkitaan, jotta jatkossa voidaan niiltä välttyä ehkäisevässä tai korjaavassa mielessä. Näissä tilanteissa monesti päivitetään riskiarviointia, ohjeistuksia ja tiedotetaan työntekijöitä. On hienoa työpäivän päätteeksi päästä terveenä kotiin, mitä tulee pidettyä itsestään selvytenä.

LÄHTEET

1. Outokumpu Oyj 2020. Outokummun historia. Hakupäivä 26.9.2020. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu> .
2. Outokumpu Oyj. 2020. Outokummun organisaatio ja johto. Hakupäivä 26.9.2020. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization> .
3. Outokumpu Stainless Oy. 2020. Outokumpu Tornion tehtaat ja Kemin kaivos. PowerPoint-esittelykalvot.
4. Outokumpu Stainless Oy. 2020. Sisäinen Intranet Tornio.
5. Outokumpu Stainless Oy. 2020. Quality handbook sisäinen tietokanta.
6. Outokumpu Stainless Oy. 2020. Valssaimet yleisesittely. Outokummun sisäinen K-asema.
7. Maaranen, Keijo 2012. Koneistus. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
8. Työturvallisuuslaki 2002/738. Hakupäivä 3.10.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738> .
9. SFS-ISO/TR 14121-2 2013. Koneiturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 4.10.2020. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/ISO/ID2/1/204610.html.stx> . Vaatii lisen-
sin.
10. Työturvallisuuskeskus 2020. Riskien arviointi työpaikalla -työkirja STM 2015. Hakupäivä 4.10.2020. https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyosuojelu_tyopaikalla/vastuut_ja_velvoitteet/tyon_vaarojen_selvittaminen_ja_arviointi#df39227a .

11. SFS-EN ISO 12100 2010. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 26.4.2022. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx> . Vaatii lisenssin.

12. Direktiivit 2006. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY, annettu 17 päivänä toukokuuta 2006, koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 9.6.2006. Hakupäivä 26.4.2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=FI> .

LIITTEET

HK12:n riskinarviointi liite 1

HK12:n työohjeet liite 2

HK12:n hiomalaikan vaihto liite 3

HK12 KUKA-robotin ajo-ohjeet liite 4

HK12 SOP päivittäiset puhdistukset liite 5

HK12 SOP pussisuodattimen vaihto liite 6

HK12 SOP uravalssi virhe 261 liite 7

Yritys: Outokumpu Stainless Oy	Tarkastelun kohde: SZ2 - hiomo HK12 (2020)	Laatijat: Antti Nikka	Päiväys: 09.06.2020
-----------------------------------	---	--------------------------	------------------------

TODENNÄKÖISYYS (T)	Vähäiset	SEURAUKSET (S) Haitalliset	Vakavat
--------------------	----------	-------------------------------	---------

Epätodennäköinen	1x1 1 Merkityksetön riski	1x2 2 Vähäinen riski	1x3 3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2x1 2 Vähäinen riski	2x2 3 Kohtalainen riski	2x3 4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3x1 3 Kohtalainen riski	3x2 4 Merkittävä riski	3x3 5 Sietämätön riski

Todennäköisyys vaaratekijän esiintymiselle (T): T = 1 Epätodennäköinen (esim. 1krt / 10v) T = 2 Mahdollinen (esim. 1krt / 1v) T = 3 Todennäköinen (esim. > 1krt / 1kk)	Vaaratekijän haitalliset seuraukset (S): S = 1 Vähäiset (esim. sairausloma max 1-2vrk) S = 2 Haitalliset (esim. sairausloma max 1-4 vko) S = 3 Vakavat (esim. sairausloma 1-12kk tai enemmän)
--	---

Nr	Työtehtävä	Vaaratekijöiden kuvaukset	Syyt	Riskin suuruus TxS	Toimenpiteet	Vastuu- henkilöt
----	------------	---------------------------	------	--------------------------	--------------	---------------------

1. VALSSIEN HIONTA HK12 HIOMAKONEELLA

1.	SZ- työvalssin tuonti HK12 hiomakoneen 1. paletille. (N149 - nosturi)	Nosturin väärä liike, litistyminen kolhiintuminen, puristumis- ja litistymisvaara	Valssin kallistuminen tippuminen Nosturin ohjausvirhe	1 x 2	Ohjeistettu N149 nosturin ja nostinten oikea käyttö. Nosturin käyttökoulutus.	
2.	Työvalssin päiden rasvaaminen	Roiskeet silmiin ja iholle	Huolimaton rasvaimen käyttö	1 x 2	Ohjeistettu oikea toimintatapa	
3.	Valssipaletin ajo sisään/ulos	Litistymisvaara	Raajat litistyvät paletin ja rakenteiden väliin	1 x 2	Ohjeistettu turvallinen työtapa	
4.	KUKA -valssirobotin liikkeet Valssi tippuu robotilta	Törmäysvaara Litistymisvaara	Henkilö jäänyt robotin työalueelle Häiriötilanne	1 x 2	Turva-aidat Ohjeistettu oikea työtapa	
5.	Hiomakoneen suojaovet	Litistymisvaara	Turvamatto ohitettu	1 x 1	Ohjeistettu turvallinen työtapa	
6.	Laikan- ja valssin pyörintä	Ei henkilöihin kohdistuvia vaaratekijöitä			Suojaovet kiinni hionnan aikana	
7.	Halkaisijan mittalaite	Ei henkilöihin kohdistuvia vaaratekijöitä			Suojaovet kiinni hionnan aikana	
8.	Hiontanestesuihkut	Ei henkilöihin kohdistuvia vaaratekijöitä			Suojaovet kiinni hionnan aikana	
9.	Hiontanesteimurin käyttö	Ei henkilöihin kohdistuvia vaaratekijöitä			Suojaovet kiinni hionnan aikana	
10.	Hionta (ohjelman mukaan)	Ei henkilöihin kohdistuvaa vaaraa				
11.	Häiriötilanne	Litistyminen Hiomakoneen liikkeiden ajovirheet käsiajossa	Hionta keskeytyy, kone menee häiriölle	1 x 2	Ohjeistetut toimenpiteet ko. tilanteessa	

12.	SZ- työvalssin poisto HK12 hiomakoneen 2. paletilta. (N149 - nosturi)	Nosturin väärä liike, litistyminen kolhiintuminen, puristumis- ja litistymisvaara	Valssin kallistuminen tippuminen Nosturin ohjausvirhe	1 x 2	Ohjeistettu N149 nosturin ja nostinten oikea käyttö. Nosturin käyttökoulutus.	
13.	Hiotun valssin pinnan tarkastaminen	Sormien litistyminen Viiltohaavat	Huolimaton valssien käsittely Valssien päät jääneet pyöristämättä	1 x 1	Ohjeistettu turvallinen työtapa	

3. YLLÄPITO JA ASENNUS HK12 HIOMAKONEELLA

1.	Laikan tarkastus	Litistymisvaara	Laikka kaatuu jalan päälle	1 x 2	Ohjeistettu tarkastus	
2.	Laikan keskiöinti	Litistymisvaara, venähdykset nyrjähdykset	Käsien ja sormien litistyminen asetettaessa laikkaa keskiölle	1 x 2	Ohjeistettu oikea työtapa	
3.	Laikan vaihto	Litistymisvaara, venähdykset nyrjähdykset.	Laikan tippuminen nostoissa Sormien litistyminen Otteen lipsahtaminen	1 x 2	Käytetään nostoon tarkoitettua nostovälinettä varmistaen kunto Ohjeistettu oikea työtapa	
4.	Laikan törmäys	Sinkoutumisvaara ja roiskeet	Laikan hajoaminen törmätessä tai timantoinnissa	1 x 2	Suojaovet / kotelointi estävät sirpaleiden lentämisen pois koneelta Ohjeistettu oikea työtapa	
5.	Laikan kuivaaminen	Sinkoutumisvaara	Suuri pyörimisnopeus	1 x 2	Suojaovet / kotelointi estävät sirpaleiden lentämisen pois koneelta Ohjeistettu oikea työtapa	
6.	Hiomakoneen puhdistus	Litistymis- ja liukastumisvaara nesteroiskeet	Käsien ja sormien litistyminen	1 x 2	Ohjeistettu oikea työtapa.	
7.	Keskikärkien vaihto (kiinteät kärjet)	Litistymisvaara	Käsien ja sormien litistyminen	1 x 1	Ohjeistettu oikea työtapa.	
8.	Liukupalojen vaihto (automaattiset valssituet)	Litistymisvaara	Käsien ja sormien litistyminen	1 x 1	Ohjeistettu oikea työtapa.	
9.	Valssinpyörittäjän vaihto (tarttuja)	Litistymisvaara, venähdykset nyrjähdykset.	Käsien ja sormien litistyminen Nosturin virheliikkeet	1 x 2	Ohjeistettu N149 nosturin ja nostinten oikea käyttö. Ohjeistettu oikea työtapa.	
10.	Hiontanestesuihkujen säätö	Roiskeet silmiin ja iholle	Liian voimakas suihku tai väärin suunnattu	1 x 1	Ohjeistettu suihkun säätö	
11.	Öljyjen tarkastukset	Litistymis- ja liukastumisvaara	Liikkumisen ahtaudet	1 x 1	Ohjeistettu KT- tiedotteiden käyttö ja jätelajittelut	

12.	Asetusten muutokset	Litistymis- ja liukastumisvaara	Käsien ja sormien litistyminen	1 x 2	Ohjeistettu oikea työtapa.	
13.	Suotonauhan vaihto hiontanestealtaalle	Litistymisvaara Kompastumisvaara	Sormien litistyminen kangasrullan akselin ja rungon väliin Altaan rakenteet	1 x 1	Ohjeistettu oikea työtapa	
14.	Sukkasuodattimen vaihto hiontanestealtaalla	Litistymisvaara, venähdykset nyrjähdykset, roiskeet	Käsien ja sormien litistyminen Selän venähtäminen	1 x 2	Ohjeistettu oikea työtapa	
15.	Hiontanesteen vaihto allas hiomon ulkopuolella (HP1- puoli)	Litistymisvaara, venähdykset nyrjähdykset, roiskeet	Käsien, jalkojen ja sormien litistyminen, nosturi-, trukki- ja säiliöautoajot	1 x 2	Työlupakäytäntö Ohjeistettu oikea työtapa	
16.	Absolent A-mist20 hiontanesteimuriyksikön suodattimien vaihto	Litistymisvaara, venähdykset nyrjähdykset, roiskeet	Käsien jalkojen ja sormien litistyminen	1 x 2	Odottamattoman käynnistyksen esto Ohjeistettu oikea työtapa	




4. SEISOKKI HK12 HIOMAKONE




1.	Hiomakoneen purku- ja kasaustyöt	Puristumis- ja litistymisvaara, liukastumisvaara	Nosturin ohjausvirhe, taakan heilunta tai putoaminen. Väärä viallinen nostin	1 x 2	Sähkökaapin kytkin 0 - asentoon koko huollon ajan ja lukituksen merkintä Ohjeistettu oikea työtapa ja odottamattoman käynnistyksen esto	
2.	Hiomakoneen puhdistustyöt	Puristumis- ja litistymisvaara, liukastumisvaara nesteroiskeet	Käsien jalkojen ja sormien litistyminen	1 x 2	Ohjeistettu oikea työtapa ja KT - tiedotteiden käyttö, jätelajittelu. Ohjeistettu odottamaton käynnistyminen	
3.	Suojapeltien irrotus / paikoilleen laitto	Litistymisvaara, venähdykset nyrjähdykset, roiskeet	Suojaseinä tipahtaa käsien tai sormien päälle	1 x 2	Ohjeistettu suojapeltien asennus/käyttö	



Liite 2 poistettu salassapitosyistä.

Liite 3 poistettu salassapitosyistä.

Liite 4 poistettu salassapitosyistä.

Vakiotyöohje (Standard Operating Procedure, SOP)				outokumpu 		
Kysy tarvittaessa apua!			Johtamisjärjestelmän/Notesin ohjenumero:		Sivu 1 of 1	
Osasto	Linja/Laite	Prosessikuvaus (Verbi & substantiivi)	Tuote (laatu, yms.)	C	Laatija	Julkaisu-päivä
KYVA	SZ2-hiomo	HK12 päivittäiset puhdistustyöt / tarkastukset		HUOM!	NNT	18.8.2020
Tee vaadittavat tarkastukset ja turvalukitukset ennen työn aloittamista!						
No	Työvaiheet	Valokuvat/Kaaviot	HUOM! no	HUOM! Erityistä huomiota vaativat kohdat		
1	Puhdista pöytä, hiontatuet sekä hiontanestekaukalot molemmiin puoliin sekä mittalaitteen johdesuoja ja tasot		CI	Laita hiomakone parkkiin ennen töiden aloittamista, kuivaa ja sammuta hiomalaikka		
2	Puhdista keskiokärjistä ylimääräiset rasvat pois rätillä			Käytä ohjeistettuja suojavaarusteita		
3	Puhdista suojaikkunat			Varo roiskeita		
4	Tarkasta tarttuvan kumon ja jarrun toimivuus			Ilmoita poikkeamista työnjohtajalle		
5	Mittaa hiontanesteen REF-Jukema ja tee tarvittavat lisäykset					
6	Tarkasta silmämääräisesti öljyvuodot ja öljyjen pinnantasot					
7	Säädi tarvittaessa hiontanestesuuttimet					
Lisää rivejä tarvittaessa!						
Työn suorittamiseen vaadittava		Kalibrointi vaaditaan <input type="checkbox"/>		<p style="color: red; font-weight: bold; margin: 0;">Henkilökohtaiset suojaimet</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Osaston normaalin suojavaatetuksen lisäksi tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet:</p>		
Tarkastaja: Päällikkö		Hyväksyjä: Johtaja				
Allekirjoitukset						

Vakiotyöohje (Standard Operating Procedure, SOP)				outokumpu 		
Kysy tarvittaessa apua!			Johtamisjärjestelmän/Notesin ohjenumero:		Sivu 1 of 1	
Osasto	Linja/Laite	Prosessikuvaus (Verbi & substantiivi)	Tuote (laatu, yms.)	C	Laatija	Julkaisupäivä
KYVA	SZ2-hiomo	HK12 pussisuodattimen vaihto		HUOM!	NNT	19.9.2023
						1.0
Tee vaadittavat tarkastukset ja turvalukitukset ennen työn aloittamista!						
No	Työvaiheet	Valokuvat/Kaaviot	HUOM! no	HUOM! Eriytyistä huomiota vaativat kohdat		
1	Avaa silmukkamutterit 4kpl		C1	Ennen töiden aloittamista sammuta hiomakoneen käytöt ja turvakytin 0-asentoon		
2	Avaa kansi ja nosta pidätin pois			Käytä ohjeistettuja suojavaarusteita		
3	Nosta pussisuodatin pois suodattimesta			Varo roiskeita		
4	Aseta uusi suodatin paikalleen			Huomio liikkaisen pussisuodattimen paino ja laita se asiaan kuuluviin jätteisiin		
5	Lukitse pidätin, tarkista että menee kunnolla kiinni					
6	Lukitse kannen silmukkaruuvit 4kpl, muista ristikiria					
7						
8						
9						
10						
<i>Lisää rivejä tarvittaessa!</i>						
Työn suorittamiseen vaadittava		Kalibrointi vaaditaan <input type="checkbox"/>		Henkilökohtaiset suojaimet		
				Osaston normaalin suojavaatetuksen lisäksi tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet:		
Tarkastaja: Paalnikko		Hyväksyjä: Johtaja		 Turvallisuus		
Allekirjoitukset						

Vakiotyöohje (Standard Operating Procedure, SOP)				outokumpu 		
Kysy tarvittaessa apua!			Johtamisjärjestelmän/Notesin ohjenumero:		Sivu 1 of 1	
Osasto	Linja/Laite	Prosessikuvaus (Verbi & substantiivi)	Tuote (laatu, yms.)		C	Versio
KYVA1	SZ2-hiomo HK12	Uravalssi, virhe 261 (iskujälki)	SZ 261 poikkeaman hallinta - hiomot ja toimintatavat		HUOM!	1.0
Tee vaadittavat tarkastukset ja turvalukitukset ennen työn aloittamista!						
No	Työvaiheet	Valokuvat/Kaaviot		HUOM! no	HUOM! Erityistä huomiota vaativat kohdat	
1	PYÖRISTÄ TERÄVÄT VALSSINPÄÄT MOLEMMISTA PÄISTÄ			ci	Ura syntyy hionnan aikana valssin pintaan, jos valssin pyörimä pysähtyy hetkeksi tai kokonaan hionnan aikana.	
2	Tarkista, puhdista ja rasvaa työvalssin keskiporaukset ja pyyhi mahd. vatssausöljy lunnssin selkäpinnalta pois			Hiomakone ei tunnista kyytipojan luistamista.		
3	Puhdista huolella keskiökärjet, myös kuivettunut rasva			Ura valssin pinnassa voi olla hionnan jälkeen erittäin vaikea havaita.		
4	Tarkasta kyytipojan kypälät ja karhennuspinnote, turtumakohdasta kuuluneet kypälät vaihdettava ebiin			Ole huolellinen valssin tarkastuksessa, lunnssin selkäpinnalla olevat jäljet voivat jo kertoa kyytipojan luistamisesta. Käytä lisävalaistusta, pyöritä valssia.		
5	Tarkasta kyytipojan toiminta -auki kiinni ajo			Tarkastustyössä ohjeistettujen suojavälineiden käyttöä.		
6	Tarkasta kyytipojan jarrun toiminta - jarrusylinterin isku ja kulutusosan kunto, sekä kiinnitys			Kyytipojan säännöllinen vaihtosykli 8-10vk jolloin vaihdetaan huollettu koneelle.		
7	Tarkasta valssitukien liukupalojen kunto, tarvittaessa vaihto			Hae tarvittaessa varastolta vakioikuttyölle tarveaineita varastolta ohjeistuksen mukaan.		
8	Kiinteät keskiökärjet, jos kuuma valssi, ota viileämpiä valsseja hiontaan/jäähdytä (valssin kutistuminen)			Poikkeamista ja vioista ilmoita työnjohtajalle!		
9	Tarkasta hiotut valssit HUOLELLA. Käytä tarvittaessa 2. paletilla olevaa lisävaloa					
10	Tarvittaessa tarkasta pesässä olevat koonukset					
11	Nosta pesästä/hionnasta tullut uravalssi sivuun kierrosta, kuten halkeama-, murtuma- ja lohkeamavalssit					
12	Merkaa tussilla vikakohta valssilla ja jätä ylöspäin vikapuoli, jotta se on helpompi havaita					
13	SZ2 vikatyövalssien rousintahionta ja käsittely HK5 tai HK6:lla					
Lisää rivejä tarvittaessa!						
Työn suorittamiseen vaadittava		Kallibrointivaaditaan <input type="checkbox"/>		Henkilökohtaiset suojaimet Osaston normaalin suojavaatetuksen lisäksi tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet:		
Tarkastaja: Paällikkö		Hyväksyjä: Johtaja				
Allekirjoitukset						