

Juuso Kemppainen

## **OIKAISUKONEIDEN RULLASTOJEN HIONNAN KEHITTÄMINEN**

# OIKAISUKONEIDEN RULLASTOJEN HIONNAN KEHITTÄMINEN

Juuso Kemppainen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

## ALKULAUSE

Tämä insinöörityö on tehty Raahessa, Oulun seudun ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyönä keväällä 2013. Työn toimeksiantaja on Ruukki Metals Oy. Työn valvojana toimii leikattujen kelatuotteiden tuotantopäällikkö Pekka Paganus ja ohjaajana Raahen tekniikan ja talouden yksikön lehtori Esa Törmälä. Aiheena työssä on oikaisukoneiden rullastojen hionnan kehittäminen, mikä tarkoittaa, että hiontasuoritusta ja hiontavälineitä pyritään kehittämään turvallisemmaksi, tehokkaammaksi sekä ergonomisemmaksi.

Tahdon kiittää avusta työn suorittamisessa Ruukki Metals Oy:n tuotantopäällikköä Pekka Paganusta, tuotantoteknikkoa Antti Koutosta ja kehitysteknikkoa Harri Kankaanpäästä sekä muuta Ruukki Metals Oy:n henkilöstöä, joiden kanssa olen ollut tekemisissä opinnäytetyöhöni liittyen. Kiitän myös lehtori Esa Törmälää avustamisesta ja ohjaamisesta opinnäytetyön tekemisessä.

Juuso Kemppainen

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

RKO9SN

## TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Juuso Kemppainen

Opinnäytetyön nimi: Oikaisukoneiden rullastojen hionnan kehittäminen

Työn ohjaajat: lehtori Esa Törmälä ja tuotantopäällikkö Pekka Paganus

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013

Sivumäärä: 42 + 5 liitesivua

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Ruukki Metals Oy:n kuumanauhavalssaamon leikattujen kelatuotteiden tuotanto-osastolle. Leikattujen kelatuotteiden tuotantolinjojen, oikaisurullien hionnassa on todettu olevan parantamista niin turvallisuudessa kuin tehokkuudessa. Työn tavoitteena oli selvittää oikaisukoneiden hionnan nykytilanne ja sen pohjalta määrittää jokaisen leikattujen kelatuotteiden tuotantolinjan oikaisukoneelle turvalliset toimintamallit ja kehittää työkaluja tehokkaammaksi ja käyttäjälle ergonomisemmaksi. Tavoitteena oli, että rullastoja voitaisiin hioa linjan sivusta ilman, että henkilöiden tarvitsisi mennä koneiden väliin.

Työssä selvitettiin nykytilanne, eli miten rullastoja hiotaan, kuinka usein ja millä työkaluilla. Työssä yksi osa nykytilanteen kartoituksen ohella oli kerätä ideoita käyttäjiltä hionnan kehittämiseen. Uusia hiontamenetelmiä testattiin ja ne todettiin käyttökelpoiseksi osana hiontaa. Työssä kehitettiin jatkovarsihiomalaitetta niin, että se saataisiin soveltumaan useille tuotantolinjoille ja tarkasteltiin muidenkin hiontamenetelmien käyttömahdollisuuksia.

Työn tuloksena jokaiselle tuotantolinjalle saatiin kehitystä hiontamenetelmiin ennen kaikkea turvallisuuteen. Tietolähteinä on käytetty Ruukki Metals Oy:n sisäistä materiaalia ja tietoa sekä yleisiä tietolähteitä.

---

Asiasanat:

oikaisukone, jatkovarsihiomalaitte, hilse

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme in Mechanical and Production Engineering

---

Author: Juuso Kemppainen

Title of thesis: Developing Rolls Grinding of Straightening Machines

Supervisors: Esa Törmälä, Pekka Paganus

Term and year of completion: Spring 2013

Number of pages: 42 + 5 appendices

---

This Bachelor's thesis was commissioned by Ruukki Metals Oy's hot rolling mill's department of Cut-to-length products. Some changes were needed to improve both the safety and efficiency of grinding the straightening rolls in the straightening machines. The aim of this thesis was to develop safer, more ergonomic and more efficient approaches for grinding of straightening rolls on each of the production lines in the department of Cut-to-length products. In order to do this, the current state of the grinding had to be examined. The aim was that the rolls could be grinded from the side of the production line so that workers would not have to work from inside the machines.

In this thesis it was figured out how the rolls were grinded, how often it was done and which tools were used. Another key-part of this thesis was to gather operators' ideas for developing the grinding process. New grinding methods were tested and they were found to be useful as part of the grinding. A grinding unit with an extended arm was developed in such way that it could be used on multiple production lines. The possibilities of using other grinding methods were also examined.

As a result of this thesis especially the safety of grinding methods has improved. The inner materials of Ruukki Metals Oy, as well as public sources of information, were used as source for this project.

---

Keywords:

straightening machine, a grinding unit with extended arm, metal dandruff

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
1.1 Tavoitteet	7
1.2 Rautaruukin historia	7
1.3 Ruukki Metals	8
2 RAAHEN TEHDAS	10
2.1 Kuumanauhavalssaamo	10
2.2 Leikatut kelatuotteet (LKT)	11
2.2.1 Peittauslinja	11
2.2.2 Nauhalevyleikkauslinja 2	12
2.2.3 Nauhalevyleikkauslinja 3	14
2.2.4 Rainaleikkauslinjat 1 & 2	15
3 HIONNAN TARVE	17
4 METALLIN HIONTA	18
5 HIOMAKONEET JA HIONTAMENETELMÄT	19
5.1 Jatkoarrellinen kulmahiomakone	19
5.2 Hiontamatto	20
5.3 Muut käsihiomakoneet	22
6. OIKAISUKONEIDEN NYKYISET HIONTAMENETELMÄT	23
6.1 Peittauslinja	23
6.2 Nauhalevyleikkauslinja 2	24
6.3 Nauhalevyleikkauslinja 3	27
6.4 Rainaleikkauslinja 1	28
6.5 Rainaleikkauslinja 2	28
7 TURVALLISUUS	31
8 KARAHIOMAKONEEN TESTAUS	32
8.1 Testauksen hiomapäät	32
8.2 Testauksen tulokset	33
9 TULOKSET	34
9.1 Jatkovarsihiomalaite	34
9.1.1 Putken materiaali	35

9.2 Hiontamatto	36
9.3 Linjakohtaiset tulokset	36
9.3.1 Peittäuslinja	36
9.3.2 Nauhalevyleikkauslinja 2	37
9.3.3 Nauhalevyleikkauslinja 3	38
9.3.4 Rainaleikkauslinja 1	38
9.3.5 Rainaleikkauslinja 2	39
9.4 Hiomalaitteiden mitat	40
10 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	42
11 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	45
LIITTEET	47

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena on selvittää Ruukki Metals Oy:n leikattujen kelatuotteiden tuotanto-osaston oikaisukoneiden rullastojen hionnan nykytilanne. Nykytilanteen selvityksen pohjalta oikaisukoneiden rullastojen hiontamenetelmiä pyritään kehittämään turvallisemmaksi, tehokkaammaksi ja ergonomisemmaksi.

## 1.2 Rautaruukin historia

Rautaruukki Oyj on erikoisterästuotteiden Pohjoismaiden johtava, kansainvälinen valmistaja, joka valmistaa muun muassa erikoislujia, kulutusta kestäviä ja erikoispinnoitettuja tuotteita. Rautaruukki Oyj on perustettu vuonna 1960 alun perin hyödyntämään kotimaisia malmivaroja ja turvaamaan telakka- ja muun metalliteollisuuden raaka-ainehuolto. Sitä olivat perustamassa Suomen valtio, Outokumpu, Valmet, Wärtsilä, Rauma-Repola ja Fiskars. Rakennustöiden jälkeen raudan valmistus alkoi Raahen tehtaalla vuonna 1964 ja terästuotanto vuonna 1967. Raahessa alettiin valmistaa terästä jatkuvavalumenetelmällä, jossa valumuotit korvattiin teräsaihioilla. Vuonna 1960 yritys työllisti kuusi ihmistä, mutta vuosikymmenen lopussa jo yli 1 700. (1.)

1970-luvulla Rautaruukki alkoi keskittyä tuotannon jatkojalostukseen. Kylmävalssauksen ja putkituotannon aloittamisella Hämeenlinnassa laajennettiin toimintoja, jotta kyetään palvelemaan asiakkaita monipuolisemmin. Raahen tehtaalla otettiin toinen masuuni käyttöön vuonna 1976, ja sen myötä henkilöstömäärä nousi yli 7 000 henkeen. (1.)

1980-luvulla Rautaruukki perusti myyntiyhtiöitä Länsi-Eurooppaan, ja sillä haettiin kasvumahdollisuuksia kyseiseltä seudulta. Länsi-Euroopassa tehtiin myös yritysostoja, kuten tanskalainen muovipinnoittamo Metalcolour A/S, norjalainen terästukkukauppa CCB-Gruppen sekä saksalainen putkitechdas Schmacke Rohr GmbH. Näiden yritysostojen myötä Rautaruukin henkilöstömäärä nousi vuosikymmenen lopulle lähelle 10 000 henkilöä. (1.)



1990-luvulla Rautaruukki ryhtyi kehittämään omia merkkituotteita ja investoi tuotannon jalostusasteen nostamiseen. Rautaruukki osti kattovalmistaja Rannilan, joka laajensi liiketoimintaa 1990-luvun alussa. Tällä vuosikymmenellä Rautaruukki kansainvälistyi. Yhtiölle avautuivat markkinat ensin Baltiassa ja Puolassa ja myöhemmin Venäjällä, Ukrainassa, Tšekissä ja Unkarissa. Vuosikymmenen lopussa Rautaruukilla henkilöstöä oli jo yli 12 000, joista lähes 5 000 Suomen ulkopuolella, muualla Euroopassa. (1.)

Vuodesta 2004 lähtien Rautaruukki-konsernin yhtiöt ovat käyttäneet markkinointinimeä Ruukki. Ruukki alkoi panostaa rakentamiseen ja konepajateollisuuteen. Teräsluokituksen painopisteeksi valittiin erikoisterästuotteet. Ruukki on kansainvälinen metalliin perustuvien komponenttien, järjestelmien ja kokonaisuuksien toimittaja. Ruukin strategia keskittyy rakentamiseen ja erikoisteräsluokituksen kehittämiseen. Painopisteinä rakentamisen liiketoiminnassa on kasvu Venäjällä ja kattoliiketoiminnassa. Teräsluokituksen painopiste on erikoisteräksissä. Rautaruukin liiketoiminta-alueisiin kuuluu rakennuspuolen Ruukki Construction ja teräsluokituksesta vastaava Ruukki Metals. Ruukin keskuksia sijaitsee Pohjoismaissa, Venäjällä, Puolassa ja Kiinassa. (1.)

### **1.3 Ruukki Metals**

Ruukki Metalsin vastuulla liiketoiminnassa ovat terästuotteet sekä niiden esikäsittely-, logistiikka- ja varastointipalvelut. Raahen terästehdas kuuluu Ruukki Metals divisioonaan. Vaikkakin Ruukki Metals on Pohjoismaiden ja Baltian yksi johtavista terästuotteiden valmistajista ja jakelijoista, sen yksi teräsluokituksen keskeisiä painopisteitä on vahvistaa markkina-asemaa kyseisillä alueilla sekä parantaa kustannustehokkuutta. Asiakkaita ovat rakennus-, konepaja-, kuljetusväline- ja kodinelektronikkateollisuuden yhtiöt sekä teräksen jakelijat. Ruukki Metalsin valikoimiin kuuluvat erikoislujat, kulutusta kestävät ja erikoispinnoitetut tuotteet. (1.)

Kulutusta kestäviä terästuotteita käytetään muun muassa kaivinkoneiden kauhojen, maansiirtokoneiden terien, kaivoskoneiden, betonimyllyjen ym. kulutusosien valmistukseen. Ne mahdollistavat tuotteen pidemmän käyttöiän, keveämmän rakenteen ja näiden myötä pienemmät elinkaarikustannukset. (1.)

Erikoislujien teräksien käyttökohteita ovat ajoneuvot, kuljetuskalusto, kuorma-autojen lavarakenteet, nostolaitteiden puomit ja kontit. Erikoislujat teräkset mahdollistavat kevyen ja kestäväen lopputuotteen, lisäävät turvallisuutta ja vähentävät polttoaineen kulutusta. (1.)

Ruukki Metalsin tavoitteena on kasvattaa erikoisterästuotteiden osuus koko liiketoiminnasta 60 prosenttiin. Keskeinen markkina-asema on Eurooppa, mutta kasvua haetaan myös nopeasti kehittyviltä markkinoilta, kuten Kiinasta, Brasiliasta, Intiasta ja Turkista. Pohjoismaissa vahvuutena on kattava palveluverkosto, jonka ansiosta tuotteet saadaan toimitettua nopeasti ja täsmällisesti. Vuodesta 2000 lähtien Ruukki on kehittänyt suorakarkaisuteknologiaa, millä saadaan erittäin lujia ja kulutusta kestäviä teräslaatuja valmistettua tehokkaasti. (1.)

## **2 RAAHEN TEHDAS**

Raahen Ruukki Metals vastaa suurimmaksi osaksi terästuotannosta. Raahen tehdas on Ruukin suurin terästuotantolaitos. Päätuotteina ovat kuumavalssatut nauhat ja levyt. Terästuotanto vuonna 2012 oli noin 2,3 miljoonaa tonnia. Teräksen valmistus lähtee rautamalmista ja kierrätysteräksestä, ja lopputuotteina ovat kuumavalssatut teräslevy- ja nauhatuotteet. (1.)

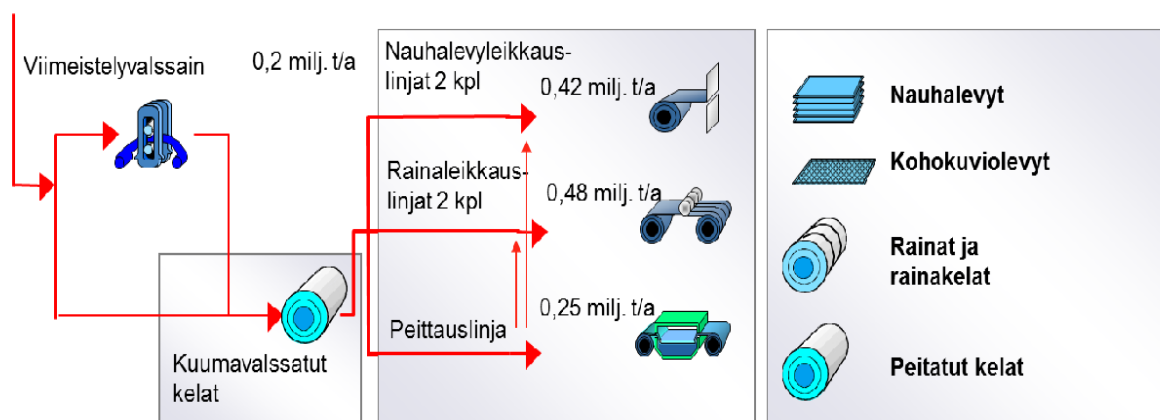
### **2.1 Kuumanauhavalssaamo**

Kuumanauhavalssaamoon valssattava materiaali tulee teräsaihiona, jota käsitellään muun muassa harjaamalla, pääty- ja sivuparran poistoilla ja mittauksilla. Sen jälkeen aihiot kuumennetaan askelpalkkiuuneissa. Kuumennuksen jälkeen aihio menee hilsepesuriin, joka poistaa aihion pinnasta irtoavan metallihilseen. Seuraavaksi tehdään esivalssaus, jonka jälkeen tehdään kela esinauhakelaimella. Esinauhakela aukaistaan, minkä jälkeen tapahtuu varsinainen nauhavalssaus. Ennen nauhavalssausta esivalssauksen jälkeen suoritetaan myös hilseenpoisto hilsepesurilla. Heti valssauksen jälkeen nauha jäädytetään vedellä, ja jäähdytyksen jälkeen se menee loppupään kelaimelle. Kelat siirretään viimeistelyvalssaimelle tai peittäus-, nauhalevyleikkaus-, rainaleikkauslinjoille tai suoraan keloina asiakkaille. (3.)

## 2.2 Leikatut kelatuotteet (LKT)

Leikatut kelatuotteet koostuvat viidestä tuotantolinjasta: peittaus, nauhalevyleikkauslinja 2, nauhalevyleikkauslinja 3, rainaleikkauslinja 1 ja rainaleikkauslinja 2. Kuvassa 1 on esitetty tuotteen kulkureitti punaisella nuolella. Oikeassa laidassa kuvaa näkyvät lopputuotteet.

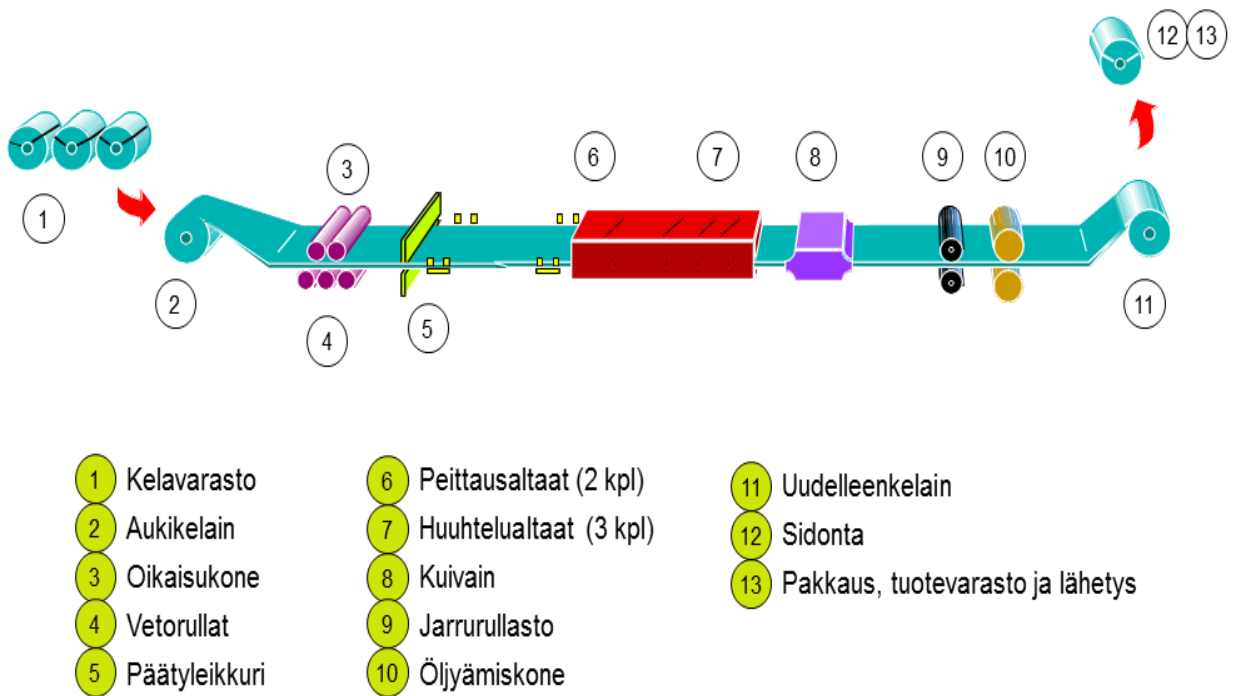
Nauhavalssain



KUVA 1. Leikatut kelatuotteet esittely (6)

### 2.2.1 Peittauslinja

Peittauslinjalla kuumavalssatut niukkaseosteiset teräsnauhat käsitellään suolahapolla (HCl), joka poistaa teräsnauhan pinnalta korkean lämpötilan hapettumisreaktion aiheutuneen valssihilseen teräksen jatkokäsittelyä varten (9). Kuten kuvassa 2 näkyy, peittauslinja sisältää nauhan aukikelaimen, oikaisukoneen ja sen vetorullat, päätyleikkurin, kaksi peittausallasta, kolme huuhteluallasta, nauhan kuivaimen, öljyämkoneen ja nauhan loppupään uudelleenkelaimen. Nämä kaikki ovat numeroituna kuvaan. Peittauslaitaiden pituus on 27 m, huuhtelulaitaiden 8 m ja kuivaimen noin 2 m. Peitattava nauha on leveydeltään 830–1 800 mm ja paksuudeltaan 1,5–12,0 mm. Peittauslämpötila on 85–90 °C. Peittauslinjan tuotantokapasiteetti on 250 000 tonnia vuodessa. (6.)



KUVA 2. Peittauslinja (6)

Kuvan 2 kohdassa 3 näkyvä peittauksen oikaisukone sijaitsee peittauslinjan alkupäässä. Oikaisukoneen rullat ovat ainoat, joille suoritetaan hiontaa peittauslinjalla. Peittauksen oikaisukoneen mitat ovat esitetty kuvina liitteessä 1. Oikaisukoneen rakoajomahdollisuus, mikä on liitteessä 1 peittauksella 68 mm, kertoo, kuinka suuri hiomapää mahtuu oikaisukoneen väliin linjan sivusta hiottaessa.

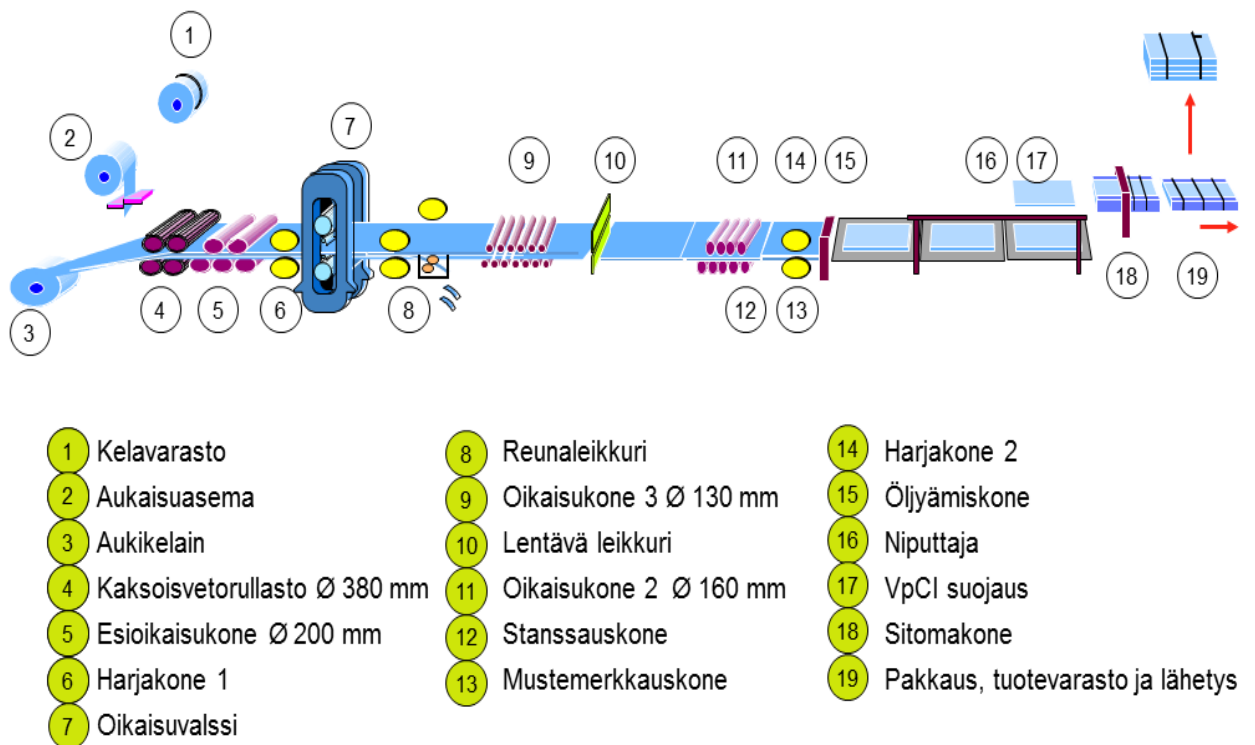
### 2.2.2 Nauhalevyleikkauslinja 2

Nauhalevyleikkauslinja 2:lla eli arkki 2:lla, nauhakelasta leikataan levyjä asiakkaan määrittelemiін mittoihin. Arkki 2:lla nauhakela aukaistaan, minkä jälkeen kela menee esioikaisukoneen läpi. Esioikaisun jälkeen harjakoneella poistetaan nauhan pinnasta irtoava hilse. Harjakone ei kuitenkaan poista kaikkia epäpuhtauksia, jotka saattavat myöhemmin tarttua oikaisukoneiden rullastoihin. Reunaleikkurilla nauhan leveys leikataan oikeaan mittaan.

Arkki 2 sisältää kolme oikaisukonetta, joita ovat esioikaisukone, oikaisukone 3 ja oikaisukone 2. Nauhasta leikataan levyjä lentävällä leikkurilla, joka sijoittuu oikaisukone 3:n ja oikaisukone 2:n

väliin. Tarvittaessa levyt öljytään, minkä jälkeen ne niputetaan tilatun kokosiin nippuihin. Nippujen reunoihin tulee tarvittaessa inhibiittiruiskutus eli VpCl-suojaus, joka suojaa nippuja korroosiolta (6). Nippuihin tulee metallivanteet sitomakoneella ja vanteiden lukumäärä vaihtelee nipun koon ja painon mukaan. Viimeisenä nauhalevyleikkauslinjalla on nippujen paketointi. Nippuihin tulee pakkausmateriaalit valitun pakkauskoodin mukaisesti, kuten reunakäärintäkalvo, ympärikäärintäkalvo, aluspuut, kulmasuojat ja metallivanteet. Kalvon tarkoituksena on eristää niput kosteudelta ja täten suojata nippuja varastoinnin ja kuljetuksen aikana korroosiolta.

Kuvassa 3 näkyy arkki 2:n prosessi kokonaisuudessaan. Tässä opinnäytetyössä keskitytään arkki 2:n osalta esioikaisukoneen, oikaisukone 3:n sekä oikaisukone 2 hionnan kehittämiseen. Nämä näkyvät kuvan 3 kohdissa 5, 9 ja 11.

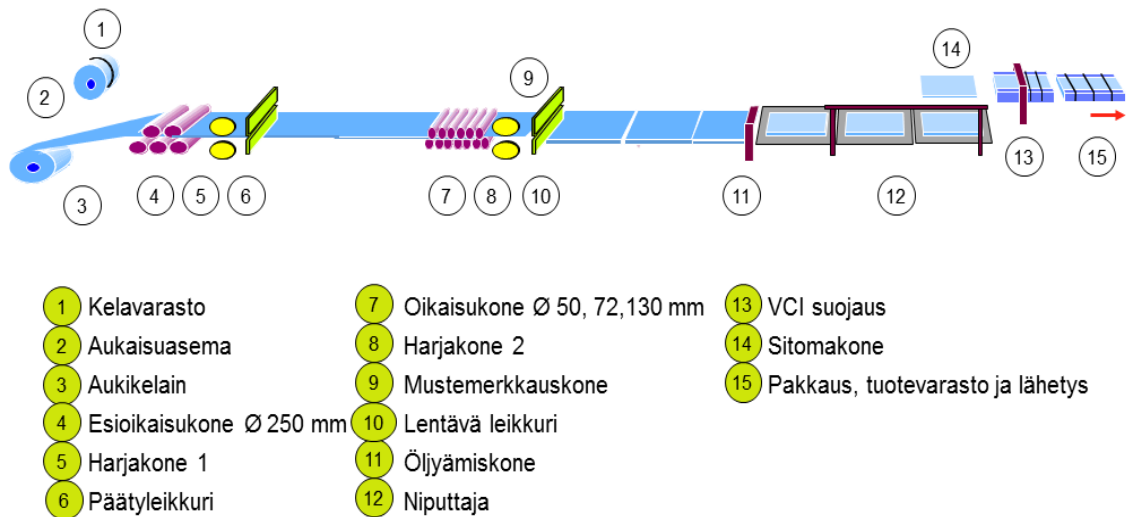


KUVA 3. Nauhalevyleikkauslinja 2 (6)

### 2.2.3 Nauhalevyleikkauslinja 3

Nauhalevyleikkauslinja eli arkki 3:lla on sama toimintaperiaate kuin arkki 2:lla. Nauhalevyleikkauslinja 3 on rakennettu vuonna 2009, ja virallinen käyttöönotto tapahtui vuonna 2010. Hiontaa tarvitsevia rullia arkki 3:lla ovat esioikaisukoneen oikaisurullat sekä vetorullat. Näiden lisäksi arkki 3 oikaisukoneella on 3 oikaisukasettia, joissa työrullahalkaisijat ovat  $\varnothing 50$ ,  $\varnothing 72$  ja  $\varnothing 130$ . Kasetit on merkitty kuvan 4 kohtaan 7. Näiden työrullien lisäksi oikaisukaseteissa on välirullat ja tukirullat. Välirullat vastaavat työrulliin, ja ne ovat vapaasti pyöriviä. Välirullissa on noin 3,5 mm syvät hilseenpoistourat, joiden tarkoitus on irrottaa tuotteesta irtoavaa hilsettä työrullien pinnasta. Välirullien hilseenpoistourien ansiosta työrullat eivät oikaisukonekaseteissa tarvitse hiontaa linjallaoloaikana, joten opinnäytetyössä arkki 3:ssa keskitytään esioikaisukoneen oikaisurullastoon ja vetorullastoon eli kuvan 4 linjan alkupäässä oleviin rullastoihin. (5.)

## Nauhalevyleikkauslinja 3

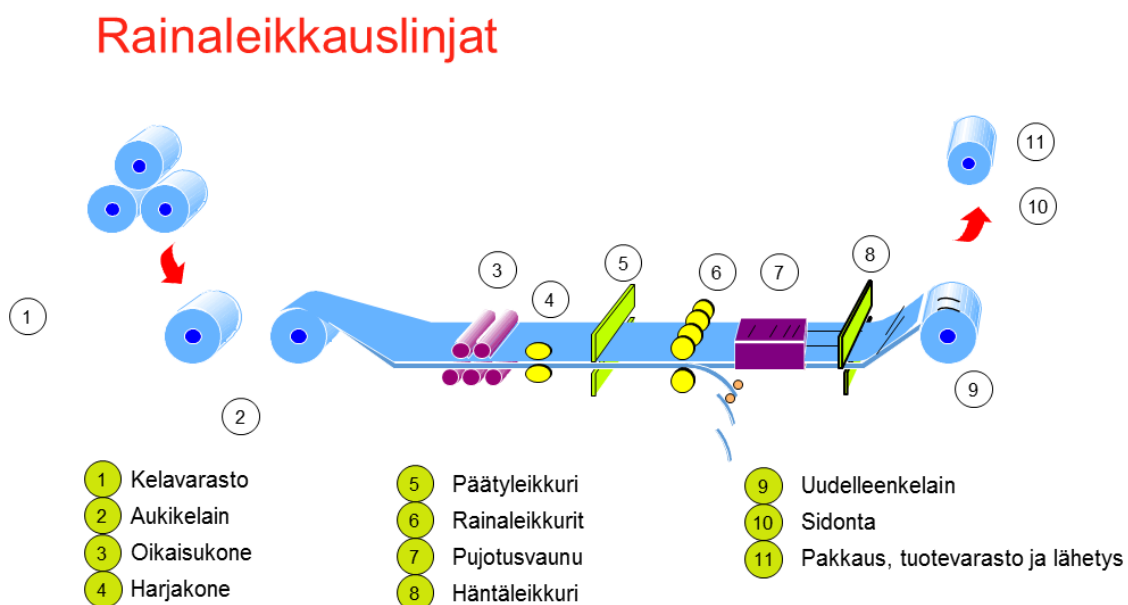


KUVA 4. Nauhalevyleikkauslinja 3 (6)

## 2.2.4 Rainaleikkauslinjat 1 & 2

Rainaleikkauslinjat 1 ja 2, joista sanotaan myös raina 1 ja raina 2, ovat toimintaperiaatteeltaan toistensa kaltaiset. Molemmilla linjoilla hiontaa suoritetaan oikaisukoneelle sekä vetorullaparille, jotka näkyvät kuvan 5 kohdassa 3. Oikaisukoneet koostuvat kolmesta alaoikaisurullasta ja kahdesta yläoikaisurullasta sekä kahdesta vetorullasta.

Rainalla kelat aukaistaan ohjaamalla häntä vetorullien ja oikaisukoneen väliin, mikä on kuvan 5 linjan alkupäässä kohdassa kolme. Ennen oikaisukonetta nauhan yläpintaa vasten pyörii puhdistusharja, joka poistaa nauhan pinnasta irtolian. Nauha oikaistaan oikaisukoneella ja oikaisukoneen jälkeen rainalinjalla on harjakone, joka poistaa nauhan pinnasta irtoavan hilseen. Irtohilsettä tulee nauhan pintaan valssauksen ja oikaisun myötä. Harjakoneen jälkeen päätyleikkurilla nauhan pää katkaistaan tasaiseksi. Päätyleikkurin jälkeen nauha menee rainaleikkureihin. Nauha voidaan leikata jopa 16 rainaan. Leikkurin jälkeen pujotusvaunusta rainat menevät uudelleenkelaimelle ja häntä katkaistaan tasaiseksi häntäleikkurilla. Uudelleenkelaimen jälkeen rainat ovat valmiina sidontaan, pakkaamiseen, tuotevarastoon ja asiakkaalle lähetykseen.



KUVA 5. Rainaleikkauslinjat 1 & 2 (6)



Rainaleikkauslinjojen tekniset tiedot ja tuotetiedot näkyvät kuvassa 6. Kuten tuotetiedoista näkee, raina 2:lla ajetaan paksumpaa materiaalia kuin raina 1 tuotantolinjalla. Nauhanpaksuudet ja rainanleveydet ovat myös suuremmat. Raina 2:lla oikaisukoneen ja vetorullien hionnan taajuus on suuri.

**Rainaleikkauslinja**

**1**

**2**

• Nauhan paksuus	1,5 – 6,5 mm	5 – 13 mm
• Rainan min. leveys	75 mm	145 mm
• Rainojen lkm.	1 – 16 kpl/kela	1 – 9 kpl/kela
• Max. kelapaino	20 t	30 t
• Kapasiteetti	240 000 t	240 000 t
• Leikkausnopeus	90 m/min	30–60–90 m/min

*KUVA 6. Rainaleikkauslinjojen tiedot (6)*

### 3 HIONNAN TARVE

Keloihin jää valssauksesta pintakerros, jossa on rasvaa, kosteutta ja valssihilsettä eli irtoavaa metallilastua. Suorasammutetussa teräksessä kosteuden ja pinnasta irtoavien epäpuhtauksien määrä on kaikkein suurin, joten suorasammutettuja keloja ajettaessa yhä enenevässä määrin hionnan tarve myös lisääntyy.

Hionnan merkitys näkyy lopputuotteen pinnanlaadussa. Kun tiedetään, milloin hiontaa tulee suorittaa, mitä hionnalla tulee saavuttaa ja miten hiotaan, voidaan vähentää turhien laatupoikkeamien aiheuttamia ylimääräisiä kustannuksia tuotantolinjoilla. Kun suoritetaan hiontaa silloin, kun sitä tarvitaan, saadaan nauhalle tasainen ja vaatimukset täyttävä pinnanlaatu. Jos hiontaa ei suoriteta, oikaisurulliin tarttuneet epäpuhtaudet painavat jälkiä ajettavaan nauhaan, ja tällöin tuotetta ei voida lähettää asiakkaalle, vaan se joudutaan hylkäämään.

Jokaisella leikattujen kelatuotteiden tuotantolinjalla eli peittauksella, nauhalevyleikkauslinja 2:lla, nauhalevyleikkauslinja 3:lla, rainaleikkauslinja 1:lla ja rainaleikkauslinja 2:lla, on kelojen aukaisupäässä vetorullat ja vetorullien jälkeen oikaisukoneet. Joillakin tuotantolinjoilla, kuten peittauksella ja Arkki 3:lla vetorullastot ovat uretaanipinnoitteisia, ja tämän takia vetorullia ei voida hioa kyseisillä linjoilla. Leikattujen kelatuotteiden viidellä tuotantolinjalla hiottavia oikaisukoneita on yhteensä seitsemän. Oikaisukoneiden ja vetorullastojen hionnan tarve määräytyy paljon työstettävästä materiaalista eli mitä enemmän keloja prosessoidaan, sitä enemmän rullastoja joudutaan hiomaan. Hiontaa suoritetaan aina, kun huomataan, että oikaisukoneesta jää painaamia nauhan pintaan ja yleensä aina viikkohuoltopäivinä. Hiontatavat ovat jokaisella oikaisukoneella erilaiset, johtuen oikaisukoneiden yksilöllisistä rullahalkaisijoista, rullaväleistä sekä ala- ja ylärullien rakoetäisyyden säätömahdollisuuksista.

## 4 METALLIN HIONTA

Hionta tarkoittaa sitä, että hiottavan materiaalin pinnalta poistetaan pieniä lastuja eli pölyä geometrisesti epämääräisellä terällä. Hiontatyöt voidaan jakaa kuiva- ja märkähiontaan. Hiontamenetelmät voidaan jakaa pyörö- ja tasohiontaan ja muihin sovelluksiin kuten katkaisuhiontaan, jäysteiden ja purseiden poistohiontaan, työkalujen valmistus- ja huoltohiontamenetelmiin. Hiontatyötä voidaan suorittaa automatisoiduilla koneilla tai käsityökaluilla. (4.)

Metallituotteiden valmistuksessa sekä tuotannon kunnossapidossa hionta on mukana aina jossain muodossa. Hiontavälineinä voidaan käyttää nauhoja tai laikkoja, joihin on liimattu hionta-ainetta tai ne ovat muovikomposiitteja. Hiontaa käytetään vaadittujen mittatarkkuuksien ja pinnankarheuksien rajattua muut mahdolliset aineenpoistomenetelmät pois. Hionnan seurauksena ilmaan sekoittuu hienojakoista pölyä, joka sisältää hiottavan aineen metalleja ja hiontamateriaalipölyä. Märkähionnassa ilmaan vapautuu nestesumua, joka koostuu erilaisista yhdisteistä. Näille kaikille ilmaan sekoittuville pölylle ja nesteelle ovat hiontatyön tekijät altistuneita. Hiontatyötä tekeillä se voi kulkeutua keuhkoihin ja tarttua ihoon, mikä aiheuttaa erilaisia ihottumia. Nämä altistumiset voidaan poistaa lähes kokonaan oikein tehdyllä koteloinnilla ja kohdepoistolla. (4.)

Hionnassa käytettävät teräaineet voidaan jaotella kolmeen pääluokkaan: luonnolliset teräaineet, perinteiset hioma-aineet ja superhioma-aineet. Luonnollisten teräaineiden joukko koostuu luonnosta löytyvistä hiontaan kelpaavista aineista. Luonnollisia teräaineita ei yleensä käytetä hiomalaikoissa, koska ne eivät täytä hiomalaikalta vaadittuja ominaisuuksia. Perinteiset hioma-aineet ovat käytetyin hioma-aineryhmä, jonka käytetyin aine on alumiinioksidi. Tätä voidaan seostaa myös muilla aineilla, kuten titaanioksidilla. Piikarbidi on myös yksi metallin hionnassa käytetty hioma-aine. Superhioma-aineiden ominaisuudet ovat ylivoimaiset muihin hioma-aineisiin verrattuna. Superhioma-aineita ovat timantti ja boorinitridi. Timantti on kovaa, mutta sillä on huono lämmönkestävyys, joten sitä käytetään lähinnä keraamien ja kovametallien hionnassa. (4.)

## 5 HIOMAKONEET JA HIONTAMENETELMÄT

Hiomakoneita ja hiontamenetelmiä on olemassa monenlaisia. Hiomakoneet voidaan jakaa karkeasti käsihiomakoneisiin ja automaattihiomakoneisiin. Käsihiomakoneissa voidaan käyttää käsin ohjattavia sähkö- tai paineilmakäyttöisiä koneita, jotka lisäävät hiovan materiaalin liikettä tehostaen tällä hiontaprosessia. Automaattihiomalaitteissa hiomakoneeseen on liitetty esimerkiksi sähköinen moottori, joka ohjaa automaattisesti hionnan suuntaa ja määrää.

### 5.1 Jatkovarrellinen kulmahiomakone

Ruukki Metals Oy:n valssaamon leikattujen kelatuotteiden nauhalevyleikkauslinja 2 käyttökäyttäjän Teijo Ruotsalaisen kehittämälle kuvan 7 jatkovarrelliselle paineilmakäyttöiselle kulmahiomakoneelle haettiin CE-hyväksyntä ja siitä tehtiin standardien mukainen hiomalaite. Hiomalaitteen kokonaispituus on 3 110 mm. Hiomalaitteessa on paperinen fiiberilaikka joustavalla alustalaikalla, jonka halkaisija on 180 mm. Tukirullan halkaisija on noin 125 mm. Tämä hiomalaite on suunniteltu arki 2:n oikaisukasetti 2:n rullaston yksittäisten hilsepattien hiontaan. Yksi työn tehtävistä on selvittää mahdollisuudet tämän kyseisen laitteen kehittämiseen niin, että sitä olisi mahdollista käyttää muillakin oikaisukoneilla. Piirros jatkovarsihiomakoneesta on liitteessä 2.

Jatkovarsihiomalaitteen kehittäminen on saanut alkunsa tarpeesta hioa rullia oikaisukone 2:n ollessa linjalla. Ajon aikana nauhasta tarttuu rullastoon rasvaa, märkää hilsettä ja muita epäpuhtauksia aiheuttaen satunnaisesti rullan pintaan kovia, ulkonevia patteja. Nämä pyörivät rullan mukana jättäen jälkiä nauhan pintaan, josta sanotaan, että rullat merkkäavat. Jatkovarsikulmahiomakoneessa on päässä tukirulla, joka asetetaan kahden alaoikaisurullan väliin hiottaessa yläoikaisurullia. Tällöin hiomalaikka on vaakatasossa hiekkapaperipinta ylöspäin. Hiomakonetta työnnetään oikaisurullia pitkin ja käännetään samalla, jolloin laikan pinta koskettaa rullan pintaa ja hioo ylärullaa samanaikaisesti.

Alaoikaisurullia hiottaessa käyttäjä joutuu enemmän kannattelemaan konetta käsin. Tukirulla asetetaan ylä- ja alaoikaisurullan väliin. Rullat ovat linjan sivusta katsottuna kolmioasetelmassa, joten tuenta hiomalaitteelle otetaan aina hiottavan rullan vastapäätä olevasta kahden rullan raosta. Fiiberilaikalla hiottaessa oikaisukone 2:n ylärullia epätasaisuudet saadaan poistettua tehokkaasti johtuen suuresta hiovasta pinta-alasta ja suurista kierrosnopeuksista.



*KUVA 7. Paineilmakäyttöinen jatkovarsihiomalaite, nauhalevyleikkauslinja 2*

## **5.2 Hiontamatto**

Peittauslinjalla hiontaa suoritetaan käyttäen kumista mattoa. Maton molemman puolen pinnan peittää hiomapaperi. Peittauksella on käytössä kaksi mattoa, joista toisessa on karkeudeltaan 80 ja toisessa 120 hiomapaperi. Maton toisesta päästä on sakkelilla kiinnitetty ketju. Ketjun toinen pää tulee kiinni esimerkiksi peittauksella pätyleikkuriin ja ketjussa on talja, jolla saadaan pitkittäistä liikettä matolle. Oikaisurullia painetaan mattoa vasten siten, että matto myötäilee rullia, jolloin saadaan painetta hiovan pinnan ja rullan välille, ja näin ollen hionta on tehokkaampaa.

Peittauksella käytetyssä hiontamatonissa, kuvassa 8 näkyy mattojen hiekkapaperipinta hionnan jälkeen. Kuten kuvasta näkyy, hilse, pöly sekä muut epäpuhtaudet jäävät matossa yhteen kohtaan, koska mattoa ei saada tarpeeksi liikutettua pitkittäissuunnassa hionnan aikana. Näissä matoissa ei myöskään pituus ole riittävä maton liikutettavuuteen. Epäpuhtauksien kerääntyessä yhteen kohtaan hiontavaikutus sillä kohdalla hiekkapaperia loppuu.



*KUVA 8. Peittauksen hiontamatot*

Hiontamaton käyttömahdollisuudet oikaisukoneiden hionnassa ovat rajalliset, koska matolla hiomisen edellytyksenä ovat oikaisurullien suuret pyörimisnopeudet hionnan aikana. Peittauksella oikaisurullia saadaan pyöritettyä 53 m/min, minkä takia matto soveltuu hyvin hiontaan peittauksella. Muilla linjoilla oikaisukoneiden pyöritysnopeus on noin 5 m/min turvallisuusstandardien mukaisesti. Oikaisukoneita, joiden läheisyydessä joudutaan työskentelemään rullastoa pyöritettäessä, täytyy rullastoa pyörittää sallintalaitteen avulla. Tällöin rullaston pyöritysnopeus on rajallinen. Kun oikaisurullien pyörimisnopeus on pieni, hiontamaton käyttö soveltuu ainoastaan rullaston puhdistamiseen eikä se poista rullista hilsepättejä.

### 5.3 Muut käsihiomakoneet

Muita käsihiomakoneita ovat muun muassa sähkökäyttöiset kulmahiomakoneet, joita käytetään nauhalevyleikkauslinja 2:lla, nauhalevyleikkauslinja 3:lla ja rainaleikkauslinjoilla. Näiden hiomalaitteiden käyttötarve pyritään minimoimaan, koska niiden käyttö edellyttää yleensä oikaisukoneiden väliin menemistä. Kuvassa 10, sivulla 26 näkyy virtajohdollinen sähkökäyttöinen kulmahiomakone. Kuvassa 9 on myös sähkökäyttöinen kulmahiomakone, jossa virtalähteenä toimii akku. Tässä hiomalaitteessa on käytössä liuskalaikka, toisin sanoen lamellilaikka, jonka hiekkapaperin karkeus on arvoltaan 60.

Kuvan 9 hiomalaitteen käyttötarkoitus on yksittäisten epäpuhtauksien eli hilsepattien poisto nauhalevyleikkauslinja 3:n esioikaisukoneella. Hiontajälki lamellilaikalla on karkea, joten se soveltuu huonosti koko rullaston hiontaan. Myös virran kesto aika akulla on liian pieni koko rullaston hiontaan.



*KUVA 9. Sähkökäyttöinen kulmahiomakone, jossa lamellilaikka. 10.4.2013*

## 6. OIKAISUKONEIDEN NYKYISET HIONTAMENETELMÄT

Hiontasuorituksen kestoaika ja hiontamenetelmä määräytyvät oikaisukoneilla sen mukaan, täytyykö koko rullasto hioa vai kohdistuuko hionta vain johonkin tiettyyn kohtaan rullaa, mistä on poistettava epätasaisuus. Linjoilla on eri menetelmät kahden eri hiontatarkoituksen suorittamiseen. Joissain kohteissa hionta suoritetaan aina samalla tavalla riippumatta siitä, joudutaanko rullastot hiomaan kokonaan vai onko se yksittäisen epätasaisuuden hionta. Tämä operaatio kestää liian kauan tarkoitukseen nähden, mutta työ on tehtävä laadun varmistamiseksi. Muun muassa tätä pyritään kehittämään niin, että tuotantolinjoilla ainakin yksittäisten hilsepattien poisto onnistuisi nopeammalla ja helpommalla hiontamenetelmällä kuin koko rullastojen hionta.

### 6.1 Peittauslinja

Peittauksen oikaisukone koostuu neljästä vetorullasta sekä seitsemästä oikaisurullasta ja niiden tukirullista. Hiottavia rullia peittauksella ovat vain oikaisurullat. Peittauksen oikaisukoneen mitat näkyvät liitteessä 1.

Peittauksen kaksi nykyistä hiontavälinettä ovat jatkovarrellinen hiomalaite, jonka päässä on paisuntarumpu ja sen ympärillä hiekkapaperinauha, sekä kuminen hiontamatto. Peittauksella suurin hiontaa vaikeuttava tekijä on ahtaat tilat, mikä tekee hionnan vaikeaksi jatkovarsihiontalaitteella. Ahtauden takia hiomapään tulee olla pieni ja hiomalaitteelle on vaikea saada tuentaa. Hiomalaitetta on vaikea pitää juuri oikeassa kohtaa ja oikeassa asennossa. Hiovan pinta-alan ollessa pieni jälki on epätasainen ja rulla kerää vastaisuudessa epäpuhtauksia herkemmin.

Peittauksella jatkovarrellista hiomalaitetta käytetään pääasiassa yksittäisten hilsepattien poistoon, koska koko rullaston hionta tällä laitteella on työläs suorittaa jatkovarsilaitteen hiomapään pienen hiovan pinta-alan takia. Koko rullaston hionta suoritetaan hiontamattoa käyttäen. Nykyään oikaisurullia saadaan pyöritettyä hiottaessa nopeudella 53 m/min, minkä ansiosta hiontamatto on peittauksella eniten käytetty ja parhaimmaksi koettu vaihtoehto. Rullien ahtaan välin takia matto soveltuu peittauksen hiontaan jatkovarrellista hiontalaitetta paremmin. Matto kiinnitetään ketjun avulla oikaisukoneen lähtöpuolelle päätyleikkuriin. Ketju on taljalla kiinni leikkurissa, millä



saadaan matolle pitkittäissuuntaista liikettä. Mattoa siirrellään käsin vetämällä sivuttaissuunnassa, millä saadaan koko oikaisurullan leveydelle hiontaa. Ongelmana hiontamattoa käytettäessä on se, että mattoa joudutaan käsin siirtämään eikä matolle saada aikaan pitkittäistä liikettä linjaan nähden hionnan aikana. Tämä aiheuttaa sen, että lika kerääntyy nopeasti hiontamatossa yhteen kohtaan ja maton hiova vaikutus loppuu.

Hiontatyötä suorittaa kaksi henkilöä, joista toinen suorittaa hionnan ja toinen pyörittää käsiohjauspaneelista oikaisukonetta. Tuolloin pyörimisliike on taaksepäin. (2.) Modernisointien myötä linjan laitteet suunnitellaan uusien turvallisuusstandardien mukaisesti, mikä tarkoittaa, että oikaisukoneiden rullaston pyöritysnopeuteen tulee muutos, ja se tulee olemaan hiottaessa jokaisella oikaisukoneella 5 m/min lukuun ottamatta oikaisukoneita, jotka ovat turva-aitojen sisällä (17). Hiontatyökalut tulee suunnitella myös tämän mukaan. Tämä rullaston pyörimisnopeus sulkee pois vaihtoehtoja käytettävistä hiontatyökaluista. Hiontamatolla hiottaessa rullien pyörimisnopeus on erittäin merkittävä tekijä, koska matto pysyy paikoillaan.

## **6.2 Nauhalevyleikkauslinja 2**

Linja tunnetaan myös nimellä Arkki 2. Hiontaa suoritetaan Arkki 2:lla esioikaisurullastolle ja sen vetorullastolle ja oikaisukone 3:n sekä oikaisukone 2:n rullastoille. Arkki 2 oikaisukoneiden oleelliset mitat hionnan kannalta näkyvät liitteessä 1. Liitteessä näkyy oikaisukoneen aukeavuus, rullahalkaisija ja rullarako. Mittojen avulla tiedetään, minkä kokoinen hiontapää mahtuu oikaisukoneiden väliin linjan ulkopuolelta hiottaessa jatkovarsihiomalaitteella. Esioikaisukoneen vetorullia on yhteensä neljä ja esioikaisukoneen oikaisurullia viisi. Oikaisukone 3:ssa on yhteensä 13 rullaa ja oikaisukone 2:ssa yhdeksän.

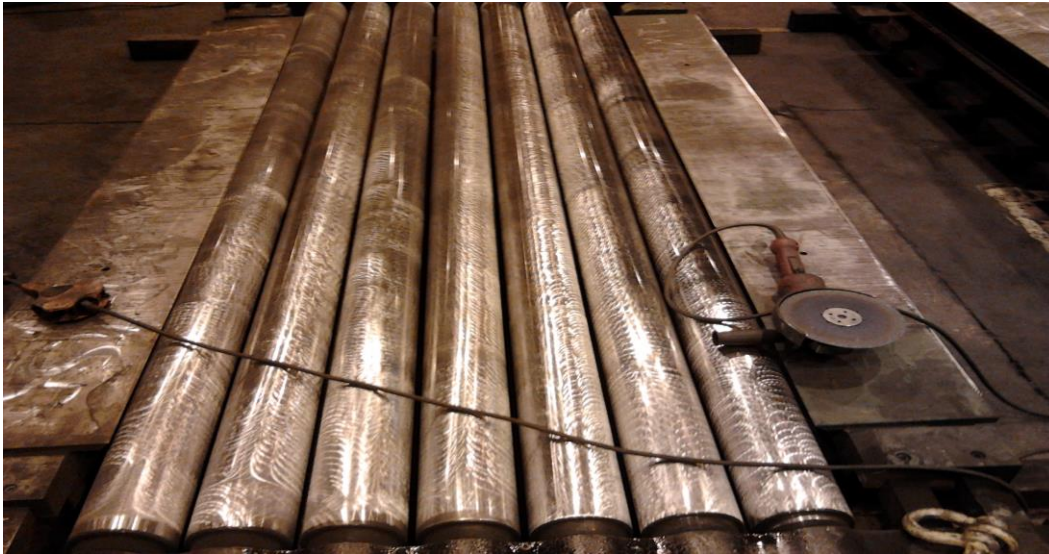
Arkki 2:lla esioikaisukoneen rullien hiontaa suoritetaan satunnaisesti eli silloin, kun nauhan pinnasta nähdään rullan pinnassa olevan epätasaisuuksia. Esioikaisukoneen oikaisurullastosta hiotaan tuolloin epätasaisuudet pois. Tähän hiontaan on kokeiltu muun muassa Arkki 2:n jatkovarsihiomalaitetta. Esioikaisukonetta ei hiota säännöllisesti aina viikkohuoltopäivinä niin, kuin muita oikaisukoneita, vaan hionnan taajuus on pienempi. Vektorullat hiotaan käsin kulmahiomakoneella. Laakeripesien väliin, rullien molempiin päihin tulee huoltotuet. Työtä suorittaa kaksi henkilöä. Toinen ajaa paikallishjauspulpetista rullan pyöritystä sallintalaitteen avulla, jolloin pyörimisnopeus on 5 m/min. Toinen henkilö suorittaa hiontatyön. Ylärullat hiotaan

rullien väliin tulevalta tasolta, jossa on kääntyvä suojalevy hiottavan rullan viereisen rullan peittämistä varten ja alarullat hiotaan rullien alapuolella olevassa tilassa. Esioikaisukoneen rullastoa hiottaessa hiontatapa on sama koko rullaston hionnassa ja yksittäisten hilsepattien poistossa.

Oikaisukone 3:n ja oikaisukone 2:n rullastojen hiontatarve määräytyy myös sen mukaan, miten paljon rullat keräävät hilsettä työstettävästä kelasta, eli oikaisukoneiden hiontaa suoritetaan aina, kun oikaistavaan nauhaan jää painaumuksia oikaisurulliin tarttuneen hilseen aiheuttamana. Oikaisukone 3:n rullasto joudutaan ottamaan tuolloin ulos linjasta. Kasetin ylälevyyn asetetaan nostosilmukat, joista ylärullasto nostetaan 4-haaranostokettingillä lattialle lankkujen päälle, jotka asetetaan kannattelemaan laakeripesien nurkkien kohdalta. Tämän jälkeen ylärullasto käännetään lattialla nostoen reunoille asetetuista kahdesta nostosilmukasta siten, että työrullat osoittavat ylöspäin. Alatyöruulat nostetaan lattialle lankkujen päälle. (8.)

Seuraavana hionta suoritetaan lattiatasolla paperilaikkakoneella, jossa on joustava, kuminen laikka. Kuminen laikka antaa periksi painettaessa sitä rullaa vasten, jolloin saadaan suurempi hiova pinta-ala. Hiomapaperi on karkeudeltaan 60, hiomalaikan halkaisija 180 mm ja maksimi pyöritysnopeus hiomapaperille on 80 m/s. Hionta täytyy suorittaa huolellisesti ja kulmahiomakonetta täytyy kuljettaa tasaisella nopeudella tasaisesti painaen rullia vasten, jolloin saadaan mahdollisimman tasainen hiontajälki. Jos jälki on epätasainen, seuraaviin ajettaviin arkkeihin jää oikaisurullista jälkeä ja oikaisurullat keräävät helposti uusia epäpuhtauksia epätasaiselle pinnalle. Tämä työ vie aikaa kokonaisuudessaan useita tunteja, minkä takia olisi tehokkaampaa, jos oikaisukone 3 voitaisiin myös hioa linjaan. Oikaisukone 3:n hionta joudutaan suorittamaan aina linjan ulkopuolella, joten hiontatyö on työläs.

Kuvassa 10 näkyy oikaisukasetin hiontaväline sekä oikaisukone 3:n hiotut alatyöruulat. Rullassa näkyy hiomalaikan jättämä kierrejälki. Rullan pinnasta on saatava mahdollisimman tasainen, jotta siihen ei tartu lika vastaisuudessa niin helposti.



*KUVA 10. Nauhalevyleikkauslinja 2, oikaisukone 3, oikaisurullien hionta*

Sama hiontakäytäntö on myös oikaisukone 2:n rullastolle, mutta oikaisukone 2 hiontaa voidaan suorittaa samanaikaisesti kun rullasto on linjalla paikoillaan. Arkki 2:lla on käytössä paineilmalla toimiva noin 3 metriä pitkä jatkovarrellinen kulmahiomakone. Kuvan 7 jatkovarsilaitteella oikaisukone 2:n rullista voidaan poistaa yksittäisiä, merkkeavia epäpuhtauksia tarvittaessa kasetin ollessa linjalla. Tämän mahdollistaa ala- ja ylärullien suurempi aukeavuus ja oikaisukone 2:lle suunniteltu jatkovarrellinen, paineilmakäyttöinen hiomalaite.

Oikaisukone 2 ei ole tukirullia samoin kuin oikaisukone 3:ssa. Sekä 2- että 3-oikaisukoneella kasettien ollessa lattialla auki hiontatyötä suorittaa kaksi henkilöä. Toinen pyörittää paineilmakäyttöisellä koneella yhtä rullaa kerrallaan, ja samaan aikaan toinen henkilö suorittaa hiontaa. Ennen hiontaa rullastosta pyyhitään irtoava lika ja rasva liuotinaineen avulla. Näin saadaan hiomapaperille pidempi käyttöikä, kun siihen ei tartu niin paljon likaa ja rasvaa. Tukirullat puhdistetaan myös liuotinaineella. Oikaisukone 3 ja 2 rullakasetit vedetään ulos linjasta aina viikkohuoltopäivinä, kasetit avataan ja työrullat hiotaan kulmahiomakoneella, jossa on fiiberilaikka karkeudeltaan 60.

Nauhalevyleikkauslinja 2:lla on tarvetta hiontatyökälulle, jolla voidaan hioa sekä 2-, että 3-oikaisukoneen työrullia ottamatta rullakasettia ulos linjasta. Työkälun tulisi mahtua rullien väliin silloin, kun rullat on aukaistu niin isolle raolle kuin on mahdollista. Tällaisella työkälulla oikaisukoneista voitaisiin poistaa hilsepatit, jotka merkkeavat nauhan pintaa.

### 6.3 Nauhalevyleikkauslinja 3

Nauhalevyleikkauslinja 3, eli arkki 3:lla rullastot, jotka tarvitsevat hiontaa, ovat esioikaisukone ja sen vetorullapari. Vetorullat ja esioikaisukone sijaitsevat linjan alkupäässä ja esioikaisijassa niin rullat, rullavälit kuin rakoajomahdollisuuskin ovat suurempia kuin arkki 3:n muilla oikaisukoneilla. Esioikaisukoneen laakeripesien välinen rako sekä muut oleelliset mitat ovat liitteessä 1. Suunniteltaessa oikaisukoneelle esimerkiksi linjan sivusta työnnettävää jatkovarrellista hiomalaitetta laakeripesien välinen rako määrää, minkä kokoinen hiontapää rullien väliin saadaan sopimaan.

Arkki 3:lla on lisäksi kolme oikaisukasettia, joissa on rullahalkaisijat  $\varnothing 50$ ,  $\varnothing 72$  ja  $\varnothing 130$ . Kutakin oikaisukonetta käytetään materiaalin ja levynpaksuuden mukaan. Arkki 3 oikaisukonekasettien rullat hiotaan ja huolletaan korjaamalla noin kerran vuodessa. Oikaisukoneiden apurullissa, jotka ovat ”vapaasti uivia”, on kierteet. Kierteiden tarkoitus on kerätä hilse pois työrullista. Tämän takia oikaisukasettien rullastoja ei hiota.

Esioikaisukone ja sen vetorullat, joihin arkki 3:n osalta tässä työssä keskitytään, hiontaa joudutaan suorittamaan eniten vetorullastolle. Vetorullastoa hiotaan kahdella eri tavalla, joihin molempiin on olemassa nykyään tarkoituksen mukaiset hiontavälineet. Yksittäisten hilsepattien poisto tapahtuu akkukäyttöisellä kulmahiomakoneella, jossa on lamelli- eli liuskalaikka, ja silloin kun pitää hioa koko vetorullasto, hiontaan käytetään sähkökäyttöistä kulmahiomakonetta, jossa on fiiberilaikka. Akkukäyttöisen kulmahiomakoneen käyttöaika on rajallinen, eikä yhden akun latauksella ehditä hioa koko rullastoa. Tämän takia koko rullaston hiontaan on käytetty sähköjohdollista hiomalaitetta. (7.)

Yksittäisien hilsepattien hiontaa joudutaan suorittamaan jopa 3 tai 4 kertaa yhden vuoron aikana ja vetorullastot hiotaan kokonaan noin kerran viikossa. Esioikaisukonetta on jouduttu aikaisemmin hiomaan enemmän, minkä jälkeen oikaisu-arvoja on muutettu vähemmän nauhaa muokkaavaksi, jotta se irrottaisi vähemmän hilsettä. Siitä syystä esioikaisukoneen oikaisurullaston hionnan tarve on vähentynyt. Linjan alkupäähän on suunniteltu hilsepuhallinta ja nauhankuivainta, joiden vastaisuudessa pitäisi vähentää hionnan tarvetta esioikaisukoneelle ja vetorullastolle ja näin ollen saadaan oikaisu-arvoja nostettua isommaksi. (7.)

Esioikaisukoneen rullat hiotaan käsin kulmahiomakoneella. Esioikaisukone on tilava nauhaleikkauslinjojen oikaisukoneisiin nähden, joten henkilö, joka hiontatyötä suorittaa, mahtuu koneen alle alarullia hiottaessa ja linjan päälle ylärullia hiottaessa. Esioikaisukoneessa poikkeuksena muiden linjojen oikaisukoneisiin nähden on alatyörullien välissä raon peittävä metallilevy, joka kulkee rullien välissä laakeripesästä toiseen laakeripesään. Tämä hankaloittaa suoraan nykyisen jatkovarsihiomalaitteen käyttöä arkki 3:lla. Esioikaisukoneen hiontaan on kokeiltu jatkovarrellista hiomalaitetta, mutta se ei ole ollut käyttökelpoinen menetelmä. (7.)

#### **6.4 Rainaleikkauslinja 1**

Rainaleikkauslinja 1:n, eli raina 1 oikaisukoneen hionnan taajuus ja tarve on pienempi, kuin muilla linjoilla. Oikaisurullien sekä vetorullien hionta tapahtuu nykyään samalla tavalla, kuin raina 2:lla. Raina 1 hionnan turvallisuudessa ja ergonomiassa on parantamista. Jatkossa raina 2:n hiontamenetelmää tulisi pystyä hyödyntämään myös raina 1:n hionnassa.

#### **6.5 Rainaleikkauslinja 2**

Rainaleikkauslinja 2:lla eli raina 2:lla tehdään tuotteita autoteollisuuteen, minkä myötä laatuvaatimukset ovat kiristyneet. Raina 2:lla on yksi vetorullapari ja vetorullan halkaisija on 380 mm. Oikaisurullia on yhteensä viisi, joista kaksi ovat ylärullia ja kolme alarullia. Raina 2 oikaisukoneen mitat ovat liitteessä 1.

Oikaisukoneen aukeavuus, mikä on merkitty kuvaan 11 nuolella, on suuri verrattuna muiden linjojen oikaisukoneisiin. Raina 2:n hiontatyötä suorittaa kaksi henkilöä. Oikaisukoneen rullastot ajetaan yläasentoon ja rullien ylhäällä pysyminen varmistetaan huoltotukia eli putkipalkkia käyttäen. Tuet asetetaan alarullien laakeripesien väliin ja tuetaan ylärullan laakeripesään. Toinen ajaa oikaisukoneen pyöritystä paikallishjauspulpetista, jolloin rullat pyörivät nopeudella 7 m/min. Toinen henkilö samanaikaisesti suorittaa hiontatyön paineilmakäyttöisellä kulmahiomakoneella, jossa on liuskalaikka karkeudeltaan 120. Ylärullien hionta tapahtuu rullaston yläpuolella olevassa tilassa, huoltotason päällä ja alarullien hionta rullien alapuolelta makuuasennossa. Rullaston hiontatyö vie aikaa noin kahdesta kolmeen tuntiin. Kulmahiomakone, jossa on liuskalaikka, aiheuttaa rullastoon hiottaessa kierrejälkeä. Rullaston hiomajäljen ollessa epätasainen siihen tarttuu vastaisuudessa helpommin epäpuhtaudet verraten tasaiseen hiomajälkeen.



KUVA 11. Raina 2, oikaisukone

Rain2:lla hiontatyötä suoritetaan myös siten, että merkkejä jälkiä hiotaan oikaisurullista pois. Tuolloin oikaisurullia ei hiota kokonaan, vaan ainoastaan ne kohdat, jotka ovat epätasaiset. Tällöin hiontatyö tehdään myös käsin kulmahiomakoneella. Hiomakone on sähkökäyttöinen ja rullia hiotaan fiiberilaikalla.

Raina 2 oikaisukoneen alaoikaisurullien hiontaan on kokeiltu myös paineilmakäyttöistä jatkovarsihiomalaitetta. Tämän hiontaan se ei vielä sovellu, koska tukirulla on liian pieni raina 2 oikaisukoneen suuremman rullavälin takia. Raina 2 oikaisukoneen rullaväli on huomattavasti suurempi, kuin arkki 2 oikaisukoneessa, johon jatkovarsihiomalaitte on kehitetty. Tämän takia rainalla hiottaessa nykyään ei saada hiomalaitteelle tuentaa. Jatkovarsihiomalaitteessa tulisi olla raina 2 oikaisukoneen mittoihin sopiva tuenta ja hiomalaitetta tulisi kehittää niin, että alarullat saataisiin myös hiottua. Raina 2 oikaisukoneen käsiohjauspulpetti ja kameratolppa ovat oikaisukoneen kohdalla. Nämä hankaloittavat nykyään jatkovarsihiomalaitteen käyttöä.

## 7 TURVALLISUUS

Aina, kun oikaisurullia joudutaan hiomaan linjalla oikaisukoneen välissä, on hiontatyössä tapaturmavaara. Työturvallisuus on tärkein huomioon otettava kriteeri alettaessa suorittamaan esimerkiksi hiontatöitä ja tapaturmavaaran sisältäviä töitä tulee kehittää turvallisemmaksi. Tapaturmilta pyritään välttymään kokonaan.

Hiontatyössä esiintyy melua, käsityökaluja käytettäessä värinää, palovaaraa tai palovammoja aiheuttavia kipinöitä, pölyä ja sähkötyökaluja käytettäessä suuria jännitteitä. Hiontatyön suorittamiseen kuuluu asianmukainen suojavaatetus. Hiontatyöntekijän tulee suojautua parhaalla mahdollisella tavalla kaikilta näiltä tekijöiltä, joille hionnan aikana on altistunut. (4.) Suojavarusteita ovat kuulosuojaimet, hengityksen suojaimet, hiontatyöhön tarkoitetut suojalasit sekä asianmukainen suojavaatetus, johon kuuluvat paloturvalliset vaatteet, käsineet ja turvakengät.

Työturvallisuutta hiontatöissä tulisi kehittää niin, että

- hiontatyön tekijälle ei aiheudu hiontasuorituksesta tarpeettoman suurta raskautta
- hiontatyöstä karsitaan pois tapaturmavaarat
- työergonomia olisi mahdollisimman hyvä.

Käsihiomalaitteiden materiaalinvalinnassa tulee ottaa huomioon materiaalin kestoikä ja massa. Kun on kyseessä esimerkiksi jatkovarsihiomalaite, joka on noin 3 m pitkä, tulee materiaalinvalinnalle tärkeä rooli hiomalaitteen kannettavuuden osalta. Hiontatyö tulisi aina suorittaa linjan ulkopuolelta niin, ettei työntekijällä ole vaaraa jäädä puristuksiin oikaisukoneen väliin. Linjan ulkopuolelta hiottaessa paranee myös ergonomia hiontatyötä suoritettaessa.



## 8 KARAHIOMAKONEEN TESTAUS

Oikaisukoneille jatkovarsilaitteella suoritettavan hionnan testausta varten on tilattu erikokoisia liuskalaikkoja. Tarkoituksena kokeilla paineilmakäyttöisen karakoneen soveltuvuutta oikaisurullastojen hiontaan. Liuskalaikkojen sekä paisuntarummun käyttö on mahdollista vain karakoneella. Työverstaalla on rakennettu testausta varten karakoneelle jatkovarsi. Jatkovarrellisen karahiomakoneen pituus on noin 235 mm, halkaisija 22 mm ja seinämän paksuus 2 mm. Putki on tehty alumiinista. Testauksessa käytettävä jatkovarsihiomalaite on huomattavasti keveämpi rakenteeltaan, kuin arki 2:lla käytössä ollut jatkovarsihiomalaite. Testausta varten rakennetussa jatkovarsihiomalaitteessa on karakone putken toisessa päässä ja toisessa päässä paineilman sulkuventtiilivipu.

Testaus tapahtui raina 1:n oikaisukoneelle. Oikaisukoneen rullan halkaisija on 225 mm, ja kahden rullan välissä on rako noin 10 mm. Testauksessa oli tavoitteena, että hiomakonetta voitaisiin työntää ilman tuentaa kahden rullan välissä, jolloin hionta tapahtuu kahdelle rullalle samanaikaisesti.

### 8.1 Testauksen hiomapäät

Testauksessa kokeiltiin kolmea kuvan 12 hiontapäätä. Oikeanpuolimmaisena kuvassa on paisuntarumpu, jonka ympärillä on hiomanauha. Kaksi muuta kuvan hiontapäätä ovat liuskahiomapäitä. Liuskahiomapäiden halkaisijat ovat 100 mm ja 80 mm. Paisuntarummun halkaisija on 60 mm. Paisuntarumpu saisi olla isompi raina 1 oikaisukoneen hionnassa.



*KUVA 12. Jatkovarrellisen karahiomakoneen hiontapäät testauksessa*

## **8.2 Testauksen tulokset**

Hionta jatkovarrellisella karahiomakoneella onnistui ilman tuentaa raina 1:n oikaisukoneelle. Hiomakonetta pystyi kuljettamaan tasaisesti kahden rullan välissä. Liuskahiomapäät näyttäytyivät hyväksi vaihtoehdoksi rullien puhdistamiseen. Testauksessa kokeiltu paisuntarumpu, joka näkyy kuvassa 12 oikealla, oli raina 1 oikaisukoneen hiontaan liian pieni. Hiovaa pintaa ei saada pidettyä tasaisesti rullan pintaa vasten, koska oikaisukoneen laakeripesät estävät jatkovarren laskemista alemmas. Todettiin, että aineenpoistossa kulmahiomakone on tehokkaampi, kuin karahiomakone.

Aineenpoistoon tehokkain menetelmä näistä kolmesta oli paisuntarumpu, jonka ympärillä on hiomanauha. Liuskahiomapäät olivat hyvä vaihtoehto rullien puhdistamiseen. Testauksessa todettiin, että ylärullaston hiontaan jatkovarrelle on saatava tuenta, koska hiomalaite on raskas pitää käsissä varsinkin silloin, kun sitä joudutaan painamaan ylärullaa vasten.

## 9 TULOKSET

Tulevat hiontamenetelmät eri tuotantolinjoilla poikkeavat toisistaan oikaisukoneiden mittojen mukaan. Joidenkin eri oikaisukoneiden hionnassa voidaan käyttää hiomalaitteita, jotka ovat toimintaperiaatteiltaan ja käyttötavoiltaan täysin toistensa kaltaisia. Arkki 2 -linjan lisäksi jatkovarsihiomalaitteen käyttö hyödynnetään muillakin oikaisukoneilla. Jatkovarsihiomalaitetta voidaan jatkossa käyttää kaikilla oikaisukoneilla. Koko rullaston hiontaan käytetään jatkossa jatkovarsihiomalaitetta vain tuotantolinjoilla raina 1, raina 2 ja esioikaisukoneet linjoilla arkki 2 ja arkki 3.

Jokaiselle linjalle tulee asettaa työkalu- ja suojavälinekaappi, joissa ovat hiontaan tarvittavat välineet ja hiontatyön suorittamisessa käytettävät suojavälineet. Näin ollen jokainen työntekijä tietää, missä sijaitsevat heille tarkoitetut hiontaan tarvittavat työkalut.

### 9.1 Jatkovarsihiomalaite

Jatkovarsihiomalaitteen rakennetta saadaan kevennettyä noin 5 kg sillä, että runko tehdään alumiinista. Jokaiselle tuotantolinjalle on mahdollista tehdä kaksi erimittaista jatkovartta. Pidemmällä saadaan hiottua kaukaisempi puoli rullasta ja lyhyemmällä lähempi puoli. Jatkovarrellisen karahiomakoneen tulee olla pidempi, kuin nykyisen kuvan 7 ja liitteen 2 jatkovarsihiomalaitteen, koska ylärullia hiottaessa tuenta tulee laakeripesien kohdalle linjan ulkopuolelle. Kulmahiomakoneellinen jatkovarsi tulee pituudeltaan mitoittaa tuotantolinjan oikaisukoneen rullan pituuden mukaan. (13.)

Jokaiselle tuotantolinjalle tulee myös vaihtoehtoisia hiomapäitä jatkovarrelliseen karahiomakoneeseen. Liuskahiomapäät puhdistusta varten ja paisuntarumpupäät hiontaan oikaisukoneille, joihin ei jatkovarrellinen kulmahiomakone mahdu. Hiontavälineiden tulee olla jokaisella tuotantolinjalla niiden säilytykseen tehdyissä paikoissa. Hiomalaitteessa tulee olla niin sanottu heikko kohta siltä varalta, että hiomalaite joutuu oikaisurullien nieluun ja rullasto pyöriessään vetää laitteen mukanaan (16). Tämän tapahtuessa hiomalaite katkeaa esimerkiksi hiomalaitteen ja jatkovarren liitoskohdasta eikä aiheuta tapaturmavaaraa käyttäjälle.

Paisuntarummun hiomakangasnauhan materiaalina kestävä sekä tehokkaan aineenpoistokyvyn omaava materiaali on 3M:n Cubitron 984F. Paisuntarummun halkaisijan täytyy olla suurempi kuin 50 mm, koska 3M ei valmista kyseistä hiomanauhaa pienemmille paisuntarummuille. Jos hiomanauha tehtäisiin pienemmällä halkaisijalla, sen liitoskohtaa ei saataisi kestäväksi ja nauha katkeaisi helposti. (18.)

Jatkovarrellisella karahiomakoneella ylärullia hiottaessa hiomakone tarvitsee tuennan. Tuenta otetaan putkesta, joka kiinnitetään vaakatasoon linjan ulkopuolelle laakeripesien kohdalle niin, että jatkovarren ollessa putkea vasten paisuntarummun hiomanauha koskettaa tasaisesti kahta ylärullaa yhtäaikaaisesti. Laakeripesien kohdalla oleva tuentaputki toimii akselina. Linjan ulkopuolella vartta painetaan alaspäin samalla, kun hiomapää hioo ylärullia. Näin saadaan painettua hiomapäätä rullia vasten (13). Tuolloin putki on vaakatasossa. Tuentaputkessa tulee olla korkeuden säätömahdollisuus. Alarullien hiontaan karahiomakoneella ei tarvitse tuentaa.

### **9.1.1 Putken materiaali**

Nykyisen jatkovarsihiomalaitteen runkoputki on tehty Ruukin pyöreästä rakenneputkesta EN 10219-2, jonka ulkohalkaisijaksi on valittu 48,3 mm ja seinämän paksuudeksi 2,5 mm. Runkoputki on pituudeltaan 2 700 mm, ja putken paino on 7,6 kg. (10.)

Valitaan vertailukohteeksi alumiini. Alumiini on kyseisessä hiontatyökalussa toimiva runkorakennemateriaali, koska se on riittävän lujaa käyttötarkoitukseen nähden ja etuna alumiinissa on keveys. Valitaan alumiiniputkelle samat mitat, kuin nykyisen jatkovarsihiomalaitteen runkoputkella 48,3 x 2,5 – 2 700. Alumiinin tiheys on 2,7 kg/dm<sup>3</sup> (11.). Runkoputken paino saadaan kertolaskulla, jossa tiheys kerrotaan rungon tilavuudella. Tämän laskukaavan avulla rungon painoksi saadaan noin 2,6 kg kun materiaalina on alumiini. Runkoputken materiaalia vaihtamalla saadaan kokonaispainosta pois 5 kg.

## **9.2 Hiontamatto**

Hiontamatto on käytössä peittauslinjan oikaisukoneen rullaston hionnassa. Peittauksella oikaisukoneen rullien pyöritysnopeuden ansiosta se on tehokkaaksi koettu menetelmä. Hiontamaton siirtämiseen linjan poikittaissuunnassa on tehtävä noin 2 m pitkä varsi, joka saadaan kiinnitettyä ketjuun. Toinen vaihtoehto on johde, joka kulkee linjan yli niin, että linjan sivusta saadaan liikutettua taljaa johdetta pitkin. Muilla tuotantolinjoilla hiontamaton käytön estää se, että rullastoa ei saada pyöritettyä sallintalaitetta käytettäessä tarpeeksi nopeasti. Hiontamatto vaatii tarpeeksi suuren hiottavan rullan kehänopeuden, jotta hiontamatto olisi tehokas aineenpoistoon.

## **9.3 Linjakohtaiset tulokset**

### **9.3.1 Peittauslinja**

Hiontamatto on peittauslinjan oikaisukoneella tehokkaaksi koettu menetelmä sivulla 23 mainitun pyörimisnopeuden ansiosta. Hiontamaton käyttöä tulee kehittää niin, ettei hiontatyön suorittajan tarvitse mennä linjalle hionnan aikana, koska siinä on turvallisuusriski. Käyttäjän ei tarvitse mennä linjalle hionnan aikana, jos käytössä olisi esimerkiksi noin 2 metriä pitkä varsi, joka saadaan kiinnitettyä ketjuun. Tällä varrella saadaan mattoa liikutettua sivuttaissuunnassa linjaan nähden. Kun tulee tarve liikuttaa mattoa pitkittäissuunnassa linjaan nähden, on oikaisukoneiden pyöritys pysäytettävä ja käyttäjä käy säätämässä taljalla maton sijaintia. Hiontamattoa ei voi käyttää muilla linjoilla hiontaan, koska oikaisukoneiden pyöritysnopeudet ovat liian alhaiset.

Peittauslinjalla on käytössä jatkovarsihiomalaitte, jossa on paisuntarumpu ja hiekkapaperinauha. Kyseinen laite soveltuu peittauksella lähinnä yksittäisten hilsepattien poistoon. Hiomapäiden tulee peittauksella olla pieniä ja paisuntarumpu tai liuskahiomapää on ainoita mahdollisia hiomapäitä käytettäväksi jatkovarsihiomalaitteella. Näitä tulisi lisätä myös peittauksen hiontavälineisiin.

### 9.3.2 Nauhalevyleikkauslinja 2

Esoikaisukoneen hiontaan voidaan jatkossa käyttää jatkovarsihiomalaitetta. Esoikaisukoneen ala- ja ylärullan rakoa ei voi säätää hionnan aikana, joten esioikaisukoneen hiontaan tulee käyttää kuvan 7 mukaista jatkovarrellista kulmahiomakonetta. Ylärullasto tulee nostaa ennen hiontaa oikealle korkeudelle, jotta saadaan tukirulla sopimaan ylä- ja alarullan väliin. Tukirullan koko tulee mitoittaa esioikaisukoneelle sopivaksi. Veturullien hionta tapahtuu jatkossa samalla tavalla, kuin raina 2:lla. Veturullien ja oikaisurullien hiontaan tarvitaan kaksi eri hiomalaitetta tai tuennan täytyy olla helposti irrotettavissa ja vaihdettavissa.

Oikaisukone 3 rullaston hiontaan linjalla voidaan käyttää jatkovarrellista kulmahiomakonetta. Kulmahiomakoneessa tulisi olla noin 80–90 mm halkaisijaltaan oleva tukirulla, ja 125 mm halkaisijaltaan oleva fiiberilaikka joustavalla alustalaikalla. Kulmahiomakone tulee olemaan rakenteeltaan ja käyttötavaltaan sivun 39 raina 2 oikaisukoneen jatkovarsihiomalaitteen kaltainen. Hionnan aikana oikaisukone 3:n ylärullastoa joudutaan nostamaan ja laskemaan samoin kuin raina 2 oikaisukoneen hionnassa.

Oikaisukone 3:n hiontaan lisäksi tulee olla jatkovarrellinen karahiomakone, johon on saatavilla vaihtopäitä kuten paisuntarumpu ja liuskahiomapää. Paisuntarumpu soveltuu karahiomakoneessa oikaisurullien hiontaan. Paineilmakoneen pyöritysnopeus tulee olla paisuntarumpua käytettäessä alhaisempi, kuin kulmahiomakoneella, koska pyöritysnopeuden ollessa liian suuri hiomanauha katkeaa keskipakoisvoiman takia. Karahiomakonetta voidaan käyttää arkki 2 tuotantolinjalla jokaisen oikaisukoneen hiontaan tai puhdistamiseen riippuen siitä, millaista hiomapäätä käytetään. Tuenta ylärullia hiottaessa karahiomakoneella on mainittu sivulla 35.

Oikaisukone 2 rullastojen hiontaan nykyaikana on kokeiltu kuvan 7 jatkovarsihiomalaitetta, ja se on todettu käyttökelpoiseksi menetelmäksi oikaisukone 2 suuren aukeavuuden ansiosta. Kyseisen jatkovarsihiomalaitteen putki tulee tehdä alumiinista, millä saadaan kevennettyä rakennetta huomattavasti. Jatkovarrellinen karahiomakone arkki 2 tuotantolinjalla soveltuu esioikaisukoneen, oikaisukoneiden 3 ja 2 rullastojen hiontaan ja puhdistukseen.

Viikkohuoltopäivinä arkki 2:n oikaisukone 2:n ja 3:n hiontaan lattiatasolla on nykyaikana paras mahdollinen hiontaväline kulmahiomakone, jossa on kuminen laikka ja hiekkapaperi karkeudeltaan 60, ø180, maksimi pyöritysnopeusarvo 80 m/s. Hiontaa lattiatasolla helpottaisi käsin siirrettävä teline, minkä päälle rullastot saadaan nostettua. Hiontatyötä suorittavan henkilön työasento parantuisi. Paineilmakoneella pyöritettäessä rullia hionnan aikana telineessä tulee olla taso, jonka päälle paineilmakone asetetaan.

### **9.3.3 Nauhalevyleikkauslinja 3**

Arkki 3:n esioikaisukoneelle suoritettavaa hiontaa helpottaisi jatkossa, jos oikaisukoneen rakenteellinen muutos olisi mahdollista. Alarullien välisen raon peittävät raudat tulisi poistaa. Ylärullien hionta onnistuu jatkovarsihiomalaitteella, jossa on kulmahiomakone, mutta käännettäessä fiiberilaikkaa alarullien hiontaan tuenta on mahdollista ottaa vain ylä- ja alarullan välisestä raosta raudan ollessa alarullien välissä.

Esiokaisukoneen vetorullien hiontaan on mahdollista käyttää jatkovarsihiomalaitetta samalla tavalla, kuin raina 2 vetorullien hionnassa. Kameratolpat ovat vetorullien kohdalla ja estävät jatkovarsihiomalaitteen käytön, joten ne tulee siirtää. Nykyinen vetorullien hiontatapa on nopeampi, kuin jatkovarsihiomalaitteen käyttö yksittäisten hilsepattien poistossa.

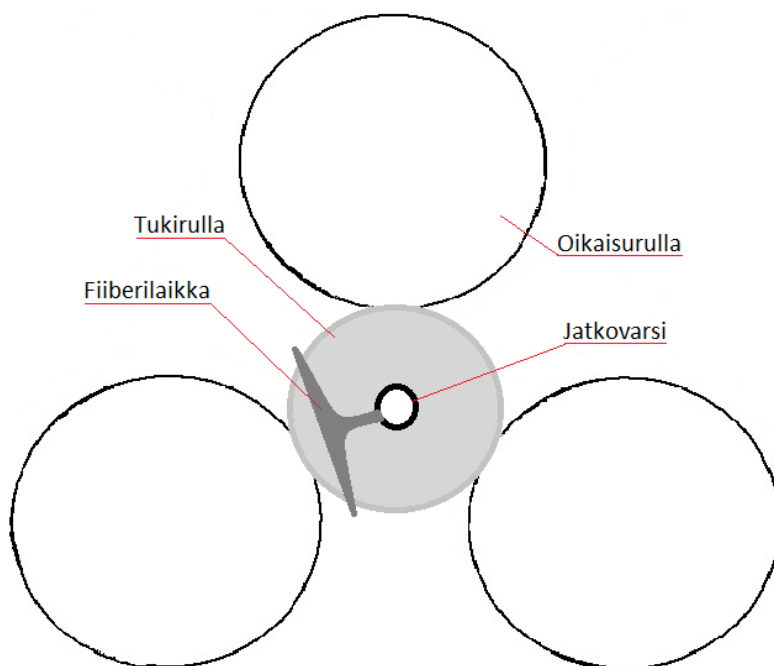
### **9.3.4 Rainaleikkauslinja 1**

Hiottaessa oikaisukonetta jatkovarsihiomalaitteella tulee siirtää kameratolppaa sekä käsiohjauspaneelia samoin, kuin raina 2 tuotantolinjalla. Raina 1 oikaisukoneelle tulee lisätä jatkovarrellinen karahiomakone. Karahiomakoneeseen täytyy olla vaihtoehtoisia hioma- ja puhdistuspäitä. Hionta tulee tapahtumaan jatkovarrellisella kulmahiomakoneella. Jatkovarrellinen kulmahiomakone tulee olemaan hiontatavaltaan nykyisen kuvan 7 jatkovarsihiomalaitteen tapainen.

### 9.3.5 Rainaleikkauslinja 2

Raina 2 oikaisukoneen hionnassa voidaan käyttää jatkovarsihiomalaitetta, jossa on kulmahiomakone. Tukirullan täytyy olla noin 200 mm halkaisijaltaan ja fiiberilaikan halkaisija 180 mm. Tukirullaa tulee siirtää kauemmas jatkovarren päästä, koska fiiberilaikan hiomapinnan etäisyys jatkovarren runkoputkesta tulee olla hieman pienempi, kuin tukirullan säde. Kun tukirullan säde on isompi, kuin fiiberilaikan etäisyys rungosta, saadaan oikaisukonetta hiottua kuvan 13 mukaisella tavalla.

Kuvan 13 mukaisesti hiottaessa hiomalaite tulee asettaa ensin kahden alarullan väliin. Sen jälkeen tulee laskea ylärulla niin lähelle tukirullaa, kuin mahdollista. Sitten voidaan hionta suorittaa kääntämällä jatkovarresta hiontalaitetta niin, että fiiberilaikka koskettaa rullan pintaa. Kun yksi rulla on saatu hiottua, ylärulla täytyy nostaa niin ylös, että saadaan laikka käännettyä seuraavan rullan hiontaan.



KUVA 13. Raina 2 oikaisukoneen hionta

Raina 2:lla tullaan suorittamaan koko rullaston hionta jatkovarsihiomalaitteella. Raina 2 oikaisukoneen rullaväli on niin suuri, että sen hiontaan ei sovellu karahiomakone. Jatkovarrellinen kulmahiomakone fiiberilaikalla on tehokas hiontamenetelmä. Hionnan jäljestä tulee tasainen ja



fiiberilaikan aineenpoistokyky on hyvä. Raina 2 oikaisukoneen suuren rullavälin takia hiomalaitteen tukirullan täytyy olla isompi, kuin nykyisessä jatkovarsihiomalaitteessa. Fiiberilaikan ja runkoputken välisen etäisyyden tulee olla suurempi, kuin tukirullan säde niin, että laikka ei vastaa tukirullaan sitä pyöritettäessä. Hiomapaperin alustalaikan tulee olla joustavaa materiaalia. Tällä saadaan hiomalaikka vastaamaan tasaisesti rullaan sitä vasten painettaessa. Raina 2 oikaisukoneen käsiohjauspulpetti ja kameratolppa tulee siirtää. Jatkovarsihiomalaitteella hiontaa on vaikea suorittaa näiden ollessa oikaisukoneen kohdalla linjan ulkopuolella.

Vetorullien hionta ei onnistu samanlaisella tuennalla, koska alavetorulla ja ylävetorulla ovat linjalla pystysuunnassa samassa kohti. Vetorullien tuenta täytyy ottaa rullan viereiseltä tasolta sekä alarullasta. Tuentana voi olla esimerkiksi muovipala, mikä myötäilee rullan pintaa sekä rullan vieressä olevan tason pintaa. Tuolloin tukipinta on osaksi kaareva ja osaksi tasainen. Tuki liikkuu hiomalaitteen mukana ja on kiinni jatkovarressa. Tätä tuentamenetelmää voidaan soveltaa kaikkiin hiottaviin vetorulliin.

#### **9.4 Hiomalaitteiden mitat**

Kuvissa 14 ja 15 on esitetty yhteenvetona oikaisukoneiden hiomapäiden mittoja. Jatkovarsihiomalaitetta on kahta erilaista käyttötavoiltaan, ja oikaisukoneille soveltuvat hiomalaitteet on esitetty aikaisemmissa linjakohtaisissa tuloksissa. Kuvassa 14 on jatkovarrellisen kulmahiomakoneen tukirullan ja fiiberilaikan mitat jokaiselle oikaisukoneelle, mihin kulmahiomakone soveltuu.

		Tukirullan $\emptyset$	Hiomalaikan $\emptyset$
<b>Arkki 2</b>			
	Esioikaisukone	125	180
	Oikaisukone 3	80-90	125
	Oikaisukone 2	125	180
<b>Arkki 3</b>			
	Esioikaisukone	125	180
<b>Raina 1</b>			
	Oikaisukone	125	180
<b>Raina 2</b>			
	Oikaisukone	200	180

KUVA 14. Jatkovarrellisen kulmahiomakoneen mitat

Karahiomakone soveltuu kaikilla taulukossa esitetyillä oikaisukoneilla rullaston puhdistamiseen ja hiontaan. Aikaisemmissa kohdissa tuloksissa on esitetty karahiomakoneelle tuleva tuenta sekä muut jatkovarsihiomalaitteen käyttöä edellyttävät muutokset tuotantolinjoilla. Kuvassa 15 on esitetty jatkovarrellisen karahiomakoneen paisuntarummun sekä liuskahiomalaikan halkaisija ja leveys.

		Hiomapään $\emptyset$	Hiomapään lev.
<b>Peittaus</b>			
	Oikaisukone	60	40
<b>Arkki 2</b>			
	Esioikaisukone	126	90
	Oikaisukone 3	86	72
	Oikaisukone 2	126	90
<b>Arkki 3</b>			
	Esioikaisukone	126	90
<b>Raina 1</b>			
	Oikaisukone	126	90

KUVA 15. Jatkovarrellisen karahiomakoneen mitat

## 10 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Oikaisukoneille, joissa on paljon tilaa rullaston välissä ja rullaston ympärillä, voidaan rakentaa automaattihiomalaitteita. Tällaisia oikaisukoneita on muun muassa raina 2, arkki 3 ja arkki 2 tuotantolinjoilla. Arkki 2:lla ainoana on esioikaisukone, johon voidaan asentaa automaattihiomalaite. Peittauksella käytettävälle hiontamattole on mahdollista kehittää linjan päälle johde, jota pitkin kulkee sähkömoottori. Moottorissa on kiinni ketju, jonka toisessa päässä hiontamatto. Moottori kulkee sivuttaissuunnassa linjaan nähden johdetta pitkin samalla vetäen ketjua, jolloin matto siirtyy rullaston välissä ja puhdas hiekkapaperipinta hioo rullastoa jatkuvasti.

Arkki 2 oikaisukoneiden viikkohuoltopäivinä suoritettava hiontalattiatasolla voitaisiin myös osaksi automatisoida. Tätä automatisoitaessa tulee ottaa huomioon, että hiomakoneen täytyy olla kahden miehen nostettavissa rullaston päälle. (12.)

Raina 2 oikaisukoneen rullien hionnassa voitaisiin käyttää automaattista hiomalaitetta, joka olisi jatkuvasti paikoillaan. Ylärullilla voisi olla nauhahiomakone, jota saadaan käännettyä hiomaan molempia rullia. Johde tulee laakeripesän päältä toiseen päähän, jota pitkin laite kulkee. Linjan alla on tilaa asettaa alarullien hiontaan myös automaattihiontalaite. Alarullien hiontaan automaattihiontalaitteelle tulee asettaa johteen lisäksi kiskot, joita pitkin laite kulkee linjan suuntaisesti.

Jatkossa modernisointien ja laitehankintojen yhteydessä linjoja tullaan eristämään turva-aidoilla, minkä myötä tuotantolinjojen automaatiojärjestelmät tulevat muuttumaan niin, että oikaisurullat saadaan kovempaan pyörimisnopeuteen. Tämä edellyttää hionnan suorittamista linjan ulkopuolelta. Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen oikaisukone tulee olla turva-aidojen ympäröimänä ja turvaporrtien ollessa kiinni oikaisurullia saadaan pyöritettyä kovempaa. Lisättäessä turva-aidat oikaisukoneiden ympärille tulee huomioida, että esimerkiksi peittauslinjalla suoritettava hionta täytyy olla tuolloin täysin automatisoitu.

Hiontamaton käytön muidenkin linjojen oikaisukoneilla, kuin peittauksella jatkossa mahdollistaisi se, että oikaisukoneen rullastojen pyörimisnopeus saataisiin suuremmaksi hionnan aikana, kuin nykyään. Hiontamaton käyttö oikaisukoneiden hionnassa tulisi automatisoida, jos rullastojen pyörimisnopeudet ovat suuremmat, kuin nykyään. Peittauksella oikaisurullien suuren pyörimisnopeuden ansiosta rullaston hionta on nopeaa ja tehokasta. Jos samat nopeudet saataisiin muillekin oikaisukoneille, hiontamatto olisi tehokkain, nopein ja turvallisin vaihtoehto hionnassa suurimmalla osalla oikaisukoneista. Hiontamatto on käyttötarkoitukseen sopivin silloin, kun sen pinta on mahdollisimman kova, mutta matto kuitenkin myötäilee oikaisurullia. Matto tulisi kiinnittää ketjun avulla johteeseen, joka on poikittaissuunnassa linjaan nähden oikaisukoneen lähtöpuolella. Johteen päästä linjan ulkopuolelta saataisiin mattoa liikutettua sivuttais- ja pitkittäissuunnassa linjaan nähden (13.).

Hionnan jälkeinen rullan pinnankarheus on merkittävä tekijä sen kannalta, miten paljon rullasto kerää epäpuhtauksia vastaisuudessa. Mitä karheampi hionnan jälki on, sitä helpommin hilse tarttuu rullaan hionnan jälkeen. On tärkeää saada hiova pinta pysymään suorassa rullaa vasten hionnan aikana, mikä ehkäisee kierrejäljen syntymisen rullan pintaan. Työssä ei ole tarkasteltu hionnan jälkeistä rullan optimaalista pinnankarheutta niin, että samalla hionta pysyy mahdollisimman tehokkaana. Tämä tarkastelu voisi olla osana jatkokehitystä. (16.)

## 11 YHTEENVETO

Tässä insinööriyössä on kerrottu Ruukki Metalsista yleisesti sekä siitä tuotanto-osastosta, johon insinööriyön aihe sijoittuu. Työssä on selvitetty oikaisukoneiden rullastojen hionnan nykytilanne. Nykytilanteen perusteellisen selvityksen mahdollisti se, että hiontasuorituksia pystyi seuraamaan silloin, kun niitä tuli eteen. Nykytilanteen selvityksen ohella on kerätty ideoita hionnan kehittämiseen Ruukki Metals Oy:n henkilöstöltä.

Nykytilanteen selvityksen ohella on kerätty erilaisia mahdollisuuksia suorittaa oikaisukoneiden sekä vetorullien hionta. Joitain esille tulleita vaihtoehtoja jouduttiin siirtämään jatkokehitysmahdollisuuksiin suoraan, koska niiden käytettävyyden mahdollistaisivat vain suuret muutokset koneiden automaatiojärjestelmissä ja rakenteessa. Nykytilanteen selvityksen jälkeen työ rajautui jatkovarsihiomalaitteen kehittämiseen. Jatkovarsihiomalaitteesta oli tarkoituksena tehdä soveltuva jokaiselle oikaisukoneelle. Jokaiselle oikaisukoneelle saatiin soveltuva, turvallinen hiontamenetelmä. Jatkovarsihiomalaitteen käyttö monipuolistettiin ja se saatiin soveltumaan usealle oikaisukoneelle ja vetorullille.

Työssä haasteena olivat hiontasuoritusten satunnaisuus. Yksittäisiä hiontasuorituksia oli vaikea päästä seuraamaan, koska niiden ajankohdasta ei tiedetä etukäteen. Työn aihe vaikutti aluksi suurelta ja sen etenemisessä oikeaan suuntaan auttoivat keskustelut Ruukki Metals Oy:n henkilöstön sekä ohjaajien kanssa. Työssä mielenkiintoista oli se, kun näki eroavaisuuksia eri vuorojen toimintatavoissa niin hionnan, kuin muunkin työn suorituksen osalta. Työn eteneminen vaati paljon kentällä olemista ja keskusteluja työntekijöiden kanssa, mikä vaikutti positiivisesti työn mielekkyyteen. Työssä pääsin tutustumaan koko leikattujen kelatuotteiden tuotanto-osastoon ja tuotantolinjojen toimintaan.

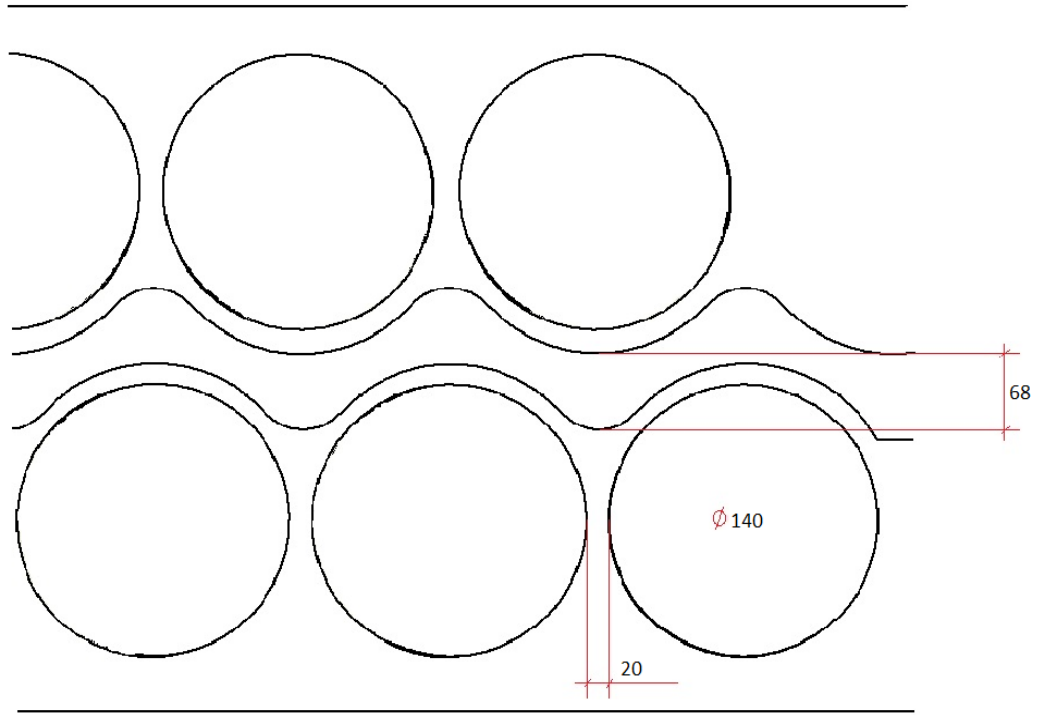
## LÄHTEET

1. Ruukki Metals Oy. 2013. Tietoa yhtiöstä. Hakupäivä 5.3.2013  
<http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Konsernirakenne/Ruukki-Metals>.
2. Heikkinen, J. Ruukki. Ohenoja, O. Alte Oy. Tuotannon ohjeisto. Raahen tehdas. Leikatut kelatuotteet (LKT). Peittauslinja. Turvallisuus- ja työohjeet. Hakupäivä 5.3.2013.
3. Ruukki Metals Oy. Intranet. Kuumanauha-valssaamo. Nauhavalssaamon esittely. Hakupäivä 13.3.2013.
4. KAMAT-tietokortti. Metallin hionta. 31.5.2007. Hakupäivä 13.3.2013  
<http://www.ttl.fi/partner/kamat/tietokortteihin/Documents/Metallinhionta.pdf>.
5. Nyberg, J. 2012. Nauhalevyleikkauslinja 3 oikaisukoneen oikaisurullaston huollon kehittäminen. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Hakupäivä 18.3.2013.
6. Paganus, P. Ruukki Metals Oy. Intranet. LKT esittely. 20.3.2012 (pps). Hakupäivä 19.3.2013.
7. Kallio, V-T. Käyttömies. 27.3.2013. Ruukki Metals Oy. Keskustelut nauhalevyleikkauslinja 3:n esioikaisukoneen hionnasta. Nauhalevyleikkauslinja 3.
8. Ruukki Metals Oy. Intranet. Tuotannon ohjeisto. Nauhalevyleikkauslinja 2. Oikaisu ja leikkaus. Kup työohje. 14.12.2012, Hakupäivä 27.3.2013.
9. Pulli, M. 2012 Peitattujen teräslevyjen korroosionsuojauksen kehittäminen. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

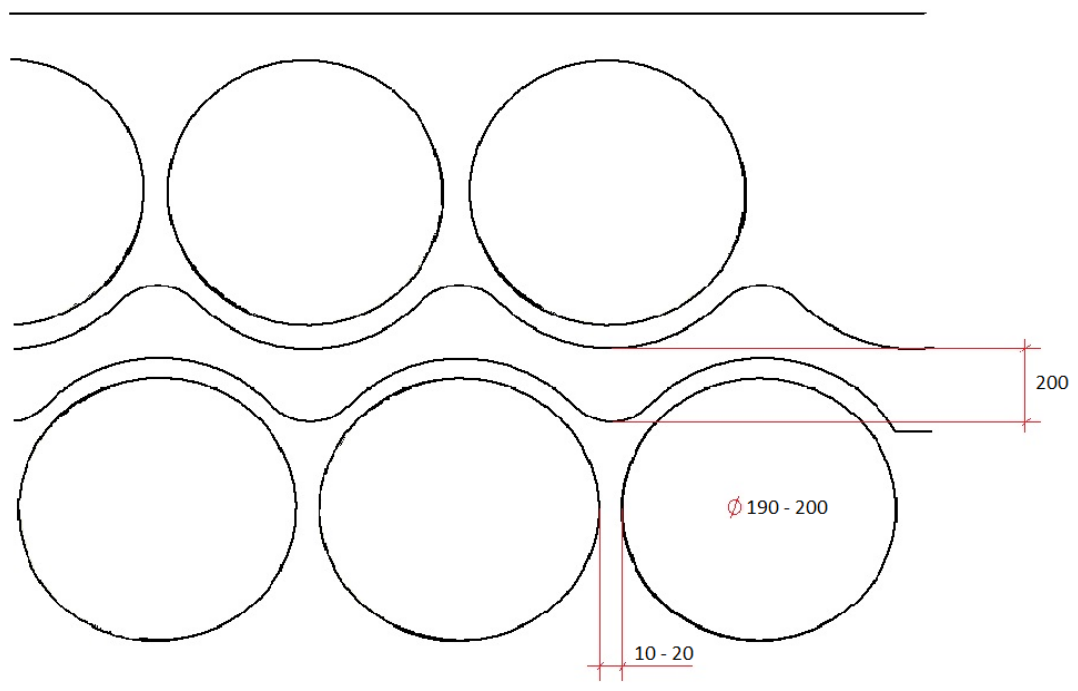
10. Ruukki Metals Oy. 2013. Pyöreät S355J2H- ja muut EN 10219 rakenneputket. Hakupäivä 9.4.2013.. <http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Terastuotteet/Rakenneputket/Pyoreat-rakenneputket/Pyoreat-S355J2H-ja-muut-EN-10219-rakenneputket>
11. Lehtinen, S. Makkonen, M. 2004. Metallit – Metallien ominaisuudet. Helsingin yliopiston kemian laitoksen kemia yhteiskunnan kurssin opetuspaketti. Hakupäivä 9.4.2013  
<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/metallinkierratys/metallienominaisuudet.htm>
12. Ruotsalainen, T. Käyttömies. 2013. Ruukki Metals Oy. Keskustelut nauhalevyleikkauslinja 2:n oikaisukasettien hionnasta. Nauhalevyleikkauslinja 2.
13. Kankaanpää, H. kehitysiteknikko. Ruukki Metals Oy. Koutonen, A. tuotantoteknikko. Ruukki Metals Oy. 2013. Keskustelut oikaisukoneiden hionnan kehittymismahdollisuuksista. 18.4.2013
14. Paganus, P. tuotantopäällikkö. Ruukki Metals Oy. 2013. Sähköpostiviesti, oikaisukoneiden rullien halkaisijamitat. 28.2.2013
15. Kankaanpää H. Kehitysteknikko. Ruukki Metals Oy. 2013. Sähköpostikeskustelu. Jatkovarsihiomalaitteen valmistuspiirustus. 21.4.2013
16. Törmälä E. Lehtori. OAMK. 2013. Keskustelut jatkovarsihiomalaitteen kehittymismahdollisuuksista. 25.4.2013
17. Paganus P. Tuotantopäällikkö. Koutonen A. Tuotantoteknikko. Ruukki Metals Oy. 2013. Opinnäytetyöpalaveri 8.5.2013
18. Helistén J. Myyntiedustaja. 3M. 2013. Puhelinkeskustelu hiomatarvikkeista. 8.5.2013

# LIITTEET

## LIITE 1

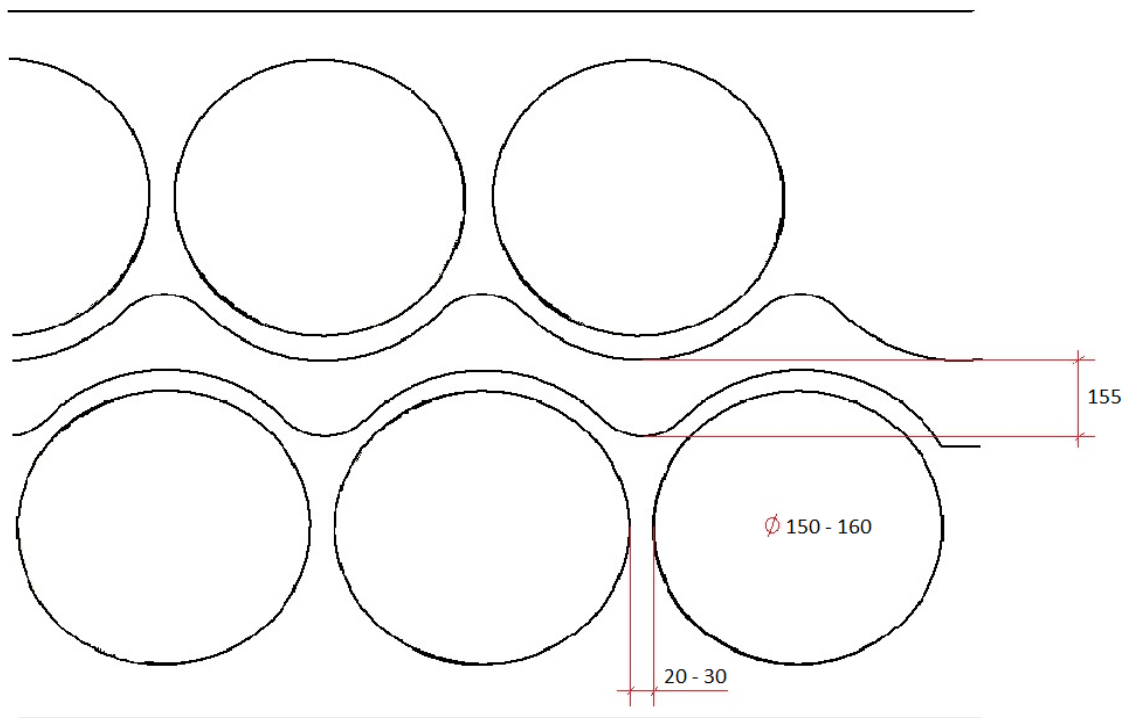


KUVA 1. Peittauksen oikaisukoneen mitat ja suurin rakoajomahdollisuus (68 mm).

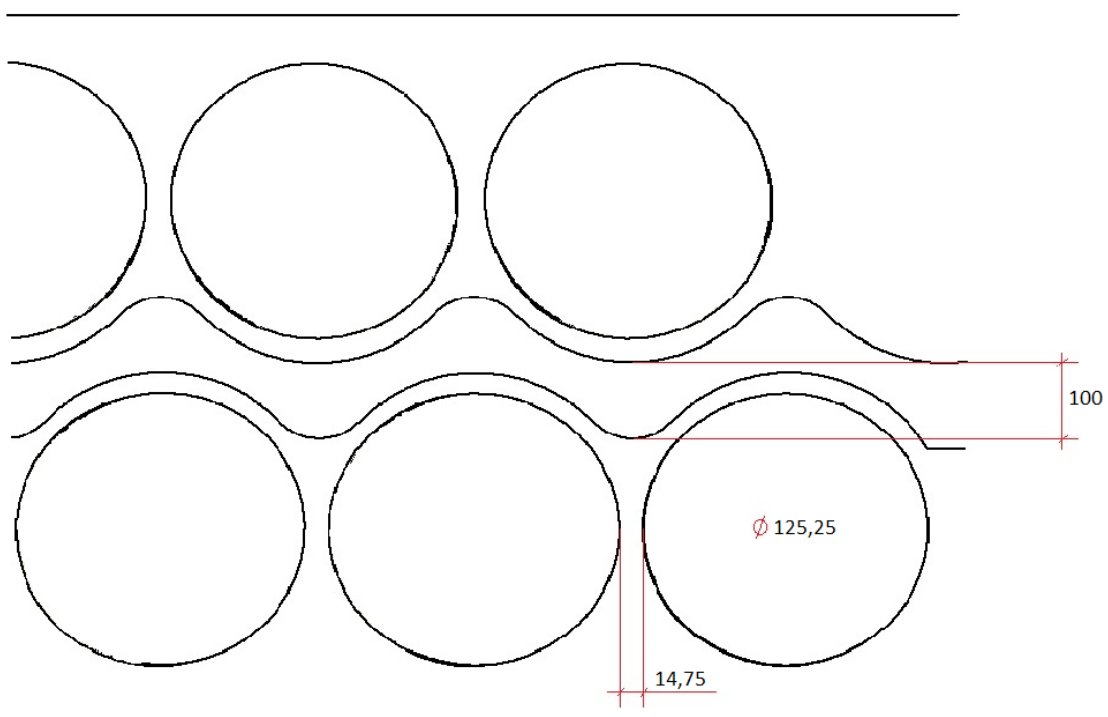


KUVA 2. Nauhalevyleikkauslinja 2 esioikaisukoneen mitat ja suurin rakoajomahdollisuus.

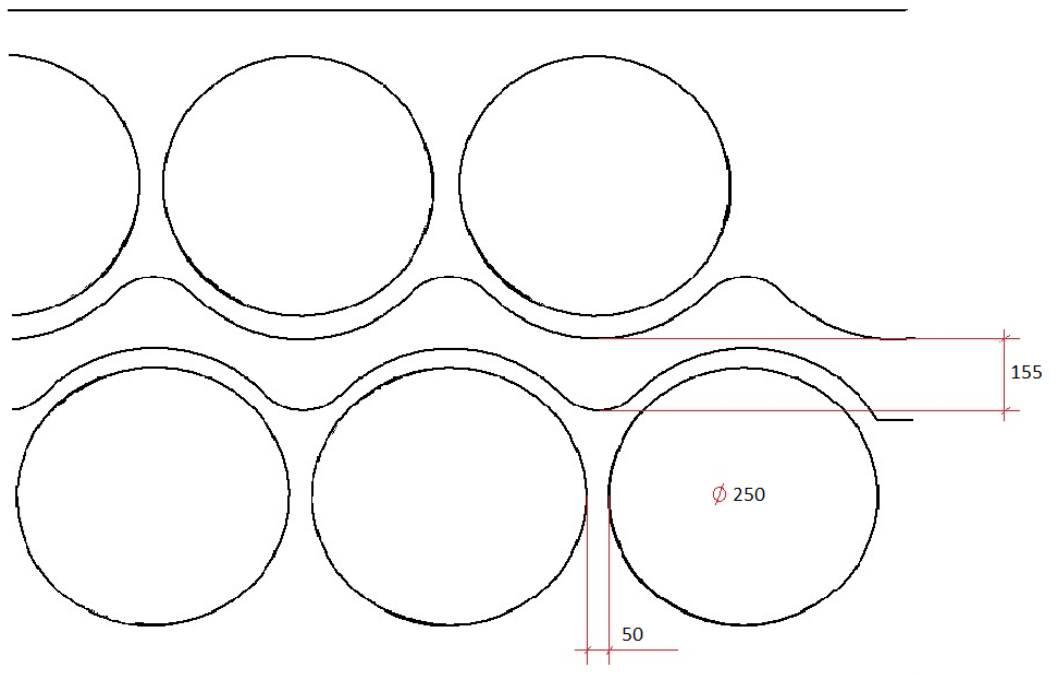




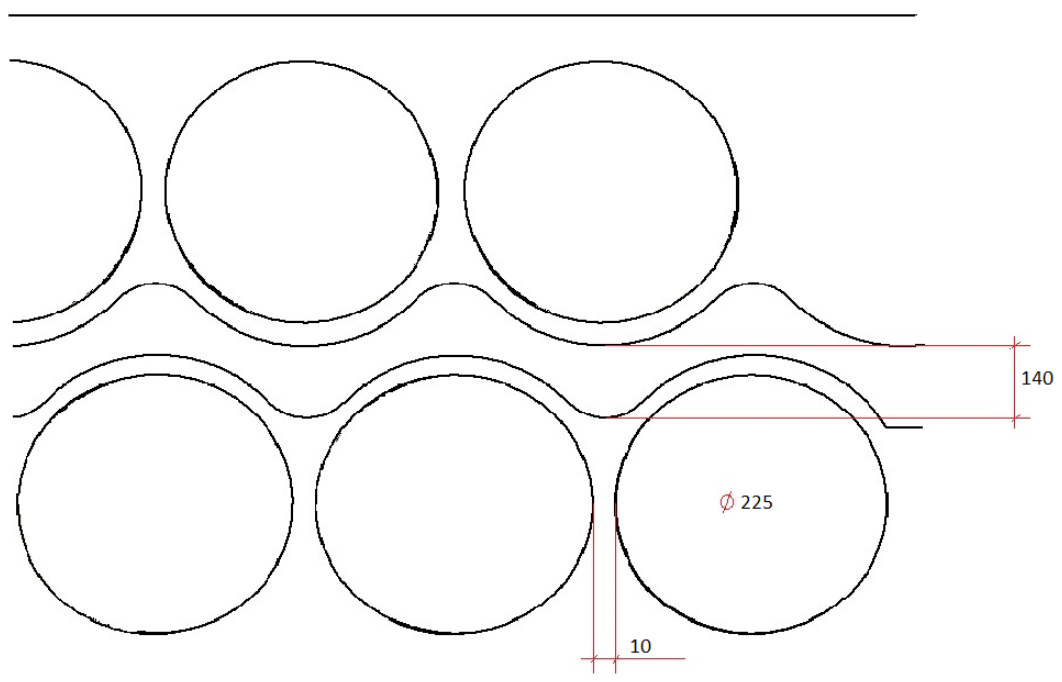
KUVA 3. Nauhalevyleikkauslinja 2, oikaisukone 2:n mitat ja suurin rakoajomahdollisuus.



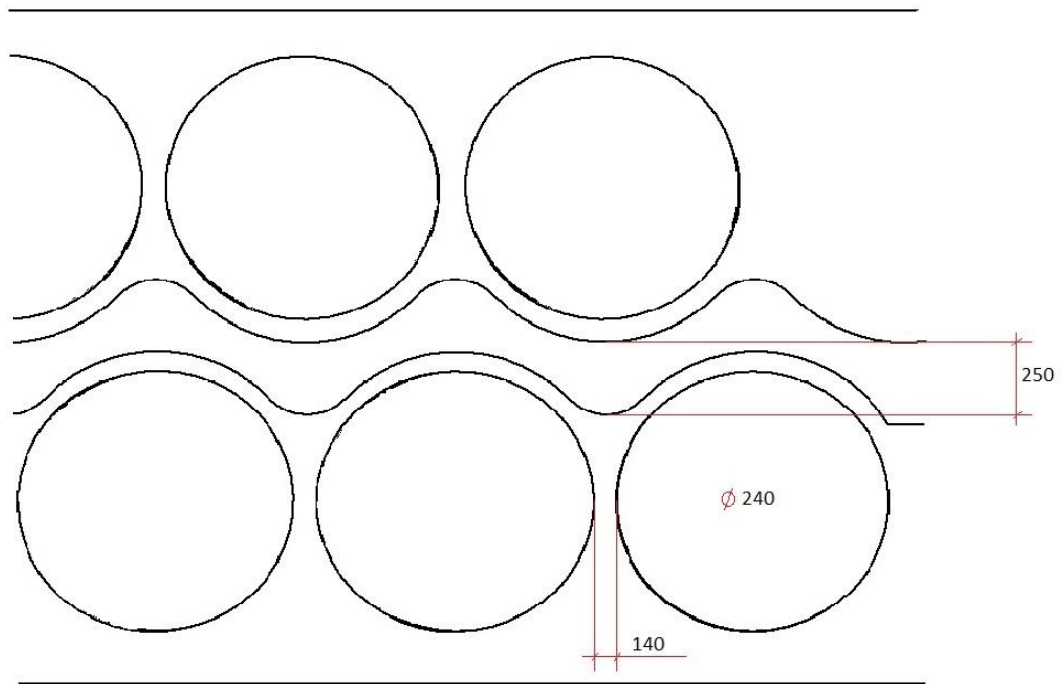
KUVA 4. Nauhalevyleikkauslinja 2, oikaisukone 3:n mitat ja suurin rakoajomahdollisuus.



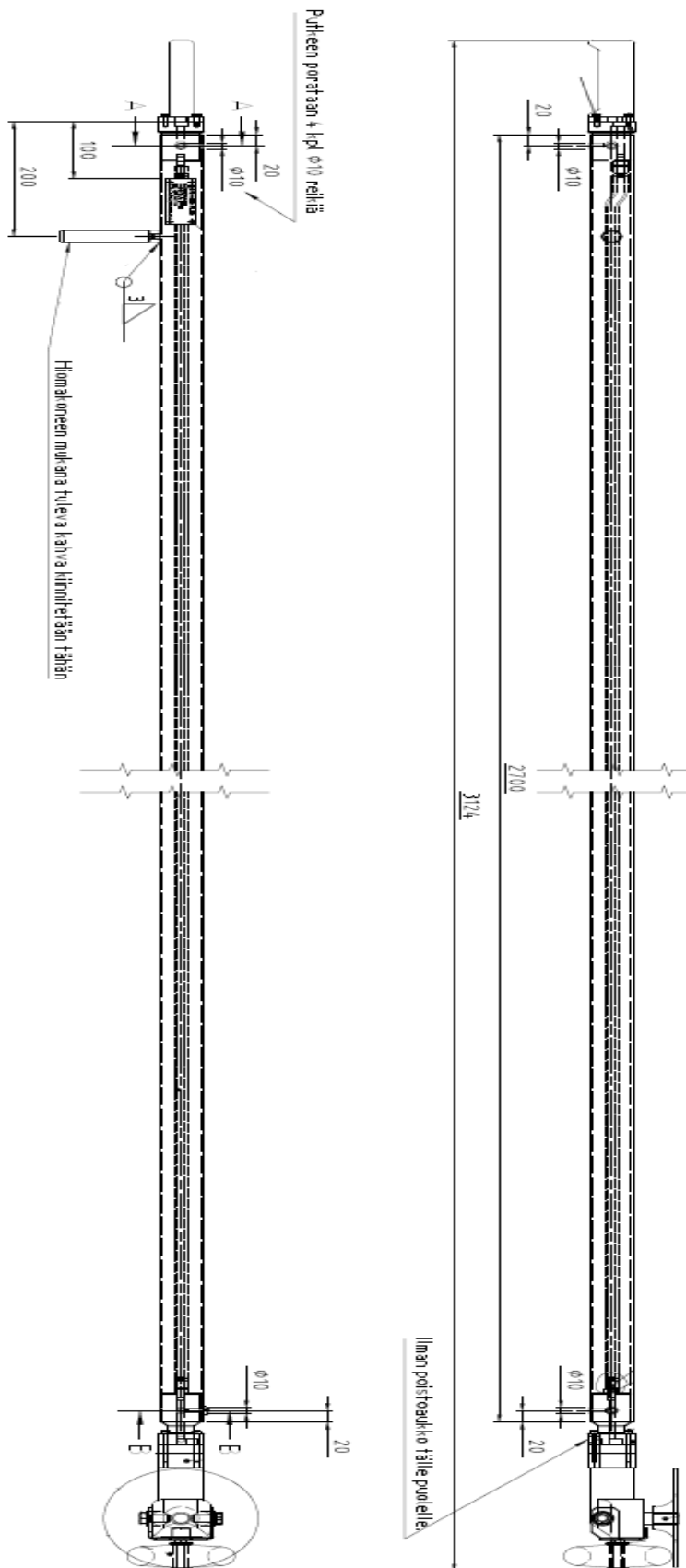
KUVA 5. Nauhalevyleikkauslinja 3, esioikaisukoneen mitat ja suurin rakoajomahdollisuus.



KUVA 6. Raina 1 oikaisukoneen mitat ja suurin rakoajomahdollisuus.



KUVA 7. Raina 2 oikaisukoneen mitat ja suurin rakoajomahdollisuus.



KUVA 1. Jatkovarrellisen kulmahiomakoneen piirustus (15)



