

Pekka Rauhala

TELAHIONNAN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä				
Tekijä(t) Pekka Rauhala	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma				
Nimeke Telahionnan kehittäminen					
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin UPM-Kymmene Oyj:n Jokilaakson tehtaille kevään 2010 aikana. Työn tarkoituksena oli kehittää tehtaiden telahiontaa UPM-Kymmene Oyj:n Kaipolan telahiomossa ja tutkia uusinta on-site hiontatekniikkaa.</p> <p>Työssä käsitellään kolmea eri hiontamenetelmää ja näille menetelmille sopivia hionta-arvoja. Nämä menetelmät ovat kuitutelojen hionta, on-site hionta ja nippitelojen hionta. Työssä tutustutaan myös hiottaviin telatyyppeihin ja telapinnoitteisiin.</p> <p>Työ suoritettiin tiiviissä yhteistyössä Jokilaakson tehtaiden kanssa ja työn onnistumisen kannalta oleellista oli hyvät vuorovaikutusmahdollisuudet tehtaiden työntekijöiden kanssa. Työstä suurin osa perustuu tehtailla tehtyihin henkilöhaastatteluihin ja tutkimustyöhön.</p> <p>Työn lopputuloksista käy ilmi kuitutelan hiontaprosessi vaihe vaiheelta, softkalanterin telojen hionta ennen ja jälkeen on-site menetelmää ja nippitelojen hionta-arvot sekä hiontataulukot.</p>					
Asiasanat (avainsanat) telahionta, kuitutela, on-site hionta, nippitela					
Sivumäärä 46 + 15	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Kieli</td> <td style="width: 33%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä)					
Ohjaavan opettajan nimi Markku Kemppi	Opinnäytetyön toimeksiantaja UPM-Kymmene Oyj Jokilaakson tehtaas				

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Pekka Rauhala		Degree programme and option Machine and industrial technology	
Name of the bachelor's thesis The development of roll grinding			
Abstract <p>This thesis was done for UPM-Kymmene's River mills during the spring of 2010. The main goal of this thesis was to improve the roll grinding in the Kaipola's main grinding shop and to do research of the latest on-site grinding technology.</p> <p>The thesis deals with three different grinding methods and optimum grinding parameters of those methods. The methods are paper roll grinding, on-site grinding and nip roll grinding. The thesis also tells a little bit about roll types and roll coatings.</p> <p>The work was done in a tight collaboration with employees of the River mills and one of the most important things in this successful thesis was a good opportunities to interact with employees. The main part of this work rests on interviews and research work in the mills.</p> <p>The results of this thesis gives information about paper roll grinding part by part, softcalender roll grinding before and after on-site technology and nip rolls grinding parameters and grinding charts.</p>			
Subject headings, (keywords) roll grinding, paper roll, on-site grinding, nip roll			
Pages 46 + 15	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Markku Kemppi		Bachelor's thesis assigned by UPM-Kymmene Oyj River mills	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	UPM-KYMMENE OYJ.....	2
2.1	UPM-Kymmene Oyj Jokilaakson tehtaot	2
2.2	UPM-Kymmene Oyj Kaipola	3
2.3	UPM-Kymmene Oyj Jämsänkoski	3
3	JOKILAAKSON TEHTAIDEN TELAHIOMAKONEET	4
3.1	Kaipolan tehdas	4
3.1.1	Safop Leonard 40R	4
3.1.2	Herkules P100 WSB 450	5
3.2	Jämsänkosken tehdas	6
3.2.1	Herkules P30.....	6
3.2.2	Safop Leonard 40R	6
3.2.3	Waldrich WST 2000/50	7
4	HIOMALAIKAT	9
4.1	Laikan karkeus	10
4.2	Laikan kovuus.....	10
5	HIOMANAUHAT	10
6	KUITUTELAT	11
6.1	Kuitutelan toiminta superkalanterissa.....	12
6.2	Kuitutelan rakenne.....	13
6.3	Kuitutelan hiontaprosessi.....	14
6.3.1	Rouhintahionta.....	17
6.3.2	Muotohionta.....	17
6.3.3	Pintahionta	18
6.3.4	3D-hionta.....	18
6.4	Kuitutelan hiontaohjeistus	19
6.4.1	Telan valinta ja kiinnitys.....	19
6.4.2	Telan mittaus.....	19
6.4.3	Rouhinta.....	20
6.4.4	Välimittaus.....	21

6.4.5	Muoto-ajo.....	21
6.4.6	Toinen välimittaus	22
6.4.7	Pinta-ajo	22
6.4.8	Kevennykset.....	23
6.5	Kuitutelojen hiontataulukko	23
6.6	Kuitutelojen hionta Jämsänkoskella	23
7	ON-SITE HIONTA	25
7.1	On-site menetelmällä hiottavat softkalanterin telat	26
7.2	Softkalanterin telojen hionta ja vaihto	27
7.2.1	Ennen on-site menetelmää	27
7.2.2	On-site menetelmän käyttöönoton jälkeen.....	28
7.3	On-site hiontalaitteisto.....	29
7.4	On-site hionnan testiajo	30
8	NIPPITELAT	32
8.1	Nippitelatyypit	33
8.1.1	SYM-telat.....	34
8.1.2	Imutelat	37
8.1.3	Keskitelat	38
8.1.4	Termotelat	39
8.2	Nippitelojen hionta	40
8.2.1	Polymeeritelat	40
8.2.2	Polyuretaanipintaiset imutelat.....	40
8.2.3	Kokillivaletut terästelat.....	41
8.2.4	Kumipintaiset telat.....	41
8.2.5	Keraamipintaiset keskitelat.....	42
9	TULOKSET	43
9.1	Kuitutelat	43
9.2	On-site hionta.....	43
9.3	Nippitelat	43
10	POHDINTA	45

LÄHTEET

SANASTO

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tässä työssä laaditaan selkeä telahionnan ohjeistus kolmelle eri hiontamuodolle. Työ on jaettu karkeasti kolmeen pääkohtaan, jotka käsittelevät eri telatyyppeiden hiontaa Jokilaakson paperitehtailla. Hiontamuodot ovat kuitutelojen hionta, on-site telahionta ja nippitelojen hionta.

Kuituteloja joudutaan hiomaan noin 100 käyttötunnin välein eli ne kuormittavat telahiomoa ja telahiojia liikaa. Tässä työssä on tarkoituksena laatia selkeät ja yksiselitteiset kuitutelojen hiontaohjeet niin, että teloja voisi hioa myös tuotantohenkilöstö eikä vain telahiojat. Vuonna 2008 Kaipolan tehtaassa telahiomossa hiottiin 836 kuituteloa Safop-nauhahiomakoneella ja työtunteja kyseisen 836 telan hiontaan kului 3 344h. Määrällisesti kuituteloja hiotaan ylivoimaisesti eniten johtuen tiheästä hiontavälistä ja telojen suuresta kappalemäärästä. Kuitutelojen hionta on suhteellisen nopeaa ja se on telahionnoista yksinkertaisin ohjeellistaa myös muille työntekijöille kuin varsinaisille telahiojille. Kuitutelojen osalta työssä pyritään mahdollisuuksien mukaan selvittämään myös teloissa havaittuja profiiliongelmia sekä mahdollisesti hionnan aiheuttamia mitamuutoksia telojen päädyissä. /1./

On-site telahionta on uusi telahiontateknikka, joka on käytössä Jokilaakson tehtailla. Kyseisessä hionnassa telaa ei tarvitse ottaa pois paperikoneesta vaan hionta voidaan suorittaa paikan päällä telan ollessa omassa positiossaan. Tämä lyhentää paperikoneen seisokkiaikoja ja poistaa telan vaurioitumisriskin kuljetuksissa. Tässä työssä on tarkoituksena tutkia on-site telahiontaa ja mahdollisuuksien mukaan selvittää optimaaliset hionta-arvot ja sopivat nauhat karheuksineen hiottaville teloille.

Nippitelojen osalta työssä on tarkoituksena laatia yksiselitteiset hiontatyömääräimet sekä hiontaohjeet. Ohjeet olisi tarkoitus myös kirjata tehtaiden toimintajärjestelmään sähköiseen muotoon. Näillä toimenpiteillä selkeytetään ja mahdollisesti myös nopeutetaan nippitelojen hiontaan, kun tietoa ei tarvitse etsiä useasta eri paikasta, vaan se on helposti kaikkien luettavissa sähköisessä muodossa.

2 UPM-KYMMENE OYJ

UPM-Kymmene Oyj on metsäyhtiö, jolla on tuotantolaitoksia 14 maassa ja kattava maailmanlaajuinen myyntiverkosto. UPM-Kymmenen palveluksessa työskenteli noin 24 000 työntekijää 2008 ja koko yrityksen liikevaihto samana vuonna oli 9,5 miljardia euroa. /2./

UPM-Kymmene jakautuu kolmeen pääliiketoimintaryhmään, jotka ovat (henkilöstömäärä, prosentuaalinen osuus ulkoisesta liikevaihdosta):

- Energia ja sellu (5 000, 11 %)
- Paperi (12 000, 72 %)
- Tekniset materiaalit (7 000, 15 %)

2.1 UPM-Kymmene Oyj Jokilaakson tehtaat

Jokilaakson paperitehtaot sijaitsevat eteläisessä Keski-Suomessa Jämsänjoen jokisuussa (Kaipola) ja joen yläjuoksulla (Jämsänkoski) noin 15 kilometrin etäisyydellä toisistaan. Lyhyt välimatka mahdollistaa tehtaiden tiiviin ja joustavan yhteistyön, mistä molemmat tehtaot hyötyvät. Esimerkiksi osa henkilökunnasta työskentelee joustavasti jokilaakson alueella. Henkilökuntaa Jokilaakson tehtailla on yhteensä 1 159 (1.1.2010) eli kyseessä on Jämsän talousalueelle varsin merkittävästä työnantajasta. /2./

Jokilaakson tehtaiden vuosittainen tuotantokapasiteetti on noin 1 600 000 tonnia paperia, mikä saavutetaan seitsemän paperikoneen voimin. Neljä koneista sijaitsee Jämsänkoskella ja kolme Kaipolassa. Tehtaiden tuotannosta yli 90 % menee vientiin. /2./

UPM on investoinut 2000-luvulla molempiin Jokilaakson tehtaisiin. Kaipola on saanut mm. uuden kantojen murskaus laitteen jolla tuotetaan ympäristöystävällistä polttoainetta tehtaan voimalaitokselle. Jämsänkosken suurin investointi viimevuosilta on PK4 tuotantosuunnan muutos tarrapaperiin. Molemmat tehtaot ovat tällä hetkellä hyvin moderneja tuotantolaitoksia.

2.2 UPM-Kymmene Oyj Kaipola

Kaipolan tehtaan historia ulottuu 1950-luvulle, jolloin tehdas aloitti sanomalehtipaperitehtaan. Nopeaan tahtiin tehdas laajeni aikakauslehtituotantoon ja kevyen painopaperituotantoon. Seuraava merkittävä askel tehtaan historiassa otettiin 1980-luvun loppuun ja 1990-luvun alun tienoilla, kun konekanta uudistettiin ja myös valmistusmenetelmät uudistuivat. Uudet koneet ja laitteet mahdollistivat uusien raaka-aineiden käytön jonka seurauksena syntyi uusia tuotteita (mm. LWC-paperi). Samoihin aikoihin Kaipolassa aloitettiin keräyspaperin hyötykäyttö siistauksen avulla. Nykyään Kaipolan siistaamo käyttää noin 66 % koko Suomen talteen otetusta keräyspaperista. /2./

Kaipolan tehtaan historian aikana on käynnistynyt yhteensä seitsemän paperikonetta, joista tällä hetkellä kolme on käytössä (käynnistysvuosi):

- Luettelopaperikone PK4 (1961)
- LWC-paperikone PK6 (1987)
- Sanomalehtipaperikone PK7 (1989)

Näiden kolmen koneen tuotantokapasiteetti on yhteensä noin 700 000 tonnia puupitoisia painopapereita per vuosi. /2./

2.3 UPM-Kymmene Oyj Jämsänkoski

Jämsänkosken tehtaan historia ulottuu aina vuoteen 1888 jolloin paikkakunnalle perustettiin neljäs Suomessa tuolloin toiminut sellutehdas. 1800-luvun loppupuolella Jämsänkoskella aloitettiin paperin valmistus sanomalehti- ja hienopaperilajeilla. PK1 ja PK2 käynnistettiin tuottamaan kyseisiä paperilajikkeita ja nämä koneet olivat työnsä tehneet vuonna 1975. /2./

Tällä hetkellä Jämsänkoskella on neljä paperikonetta, joista kaksi on erikoistunut valmistamaan tarrapapereita (PK3 ja PK4) ja kaksi korkealaatuista SC aikakauslehtipaperia (PK5 ja PK6). Näiden neljän koneen yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti on noin 880 000 tonnia paperia per vuosi. /2./

3 JOKILAAKSON TEHTAIDEN TELAHIOMAKONEET

Jokilaakson tehtaissa on yhteensä neljä telahiomoa, joissa on viisi telahiomakonetta. Kolme yhden hiomakoneen telahiomoa sijaitsee Jämsänkosken paperitehtaassa ja Jokilaakson kahden hiomakoneen päätelahiomo sijaitsee Kaipolan paperitehtaassa PK6:n yhteydessä. Kaipolan telahiomossa on yksi nauhahiomakone (Safop) ja yksi nauha- ja laikkahiomakone (Herkules). Safopilla hiotaan pääasiassa Kaipolan superkalanterin kuituteloja ja Herkuleksella suoritetaan Kaipolan muiden telojen hionnat sekä suurin osa Jämsänkosken nippitelojen hionnoista.

Jämsänkosken telahiomot ovat yhden koneen telahiomoja ja jokaisesta hiomosta löytyy erilainen hiomakone. PK5:n telahiomosta löytyy vastaavanlainen Safop-nauhahiomakone kuin Kaipolastakin, millä keskitytään pääasiassa kuitutelojen hiontaan. PK6:n telahiomossa on nauha- ja laikkahiontavaruksella varustettu Herkules, mutta kyseessä ei kuitenkaan ole samanlainen kone kuin Kaipolassa vaan hieman pienempi ja ohjelmistoltaan yksinkertaisempi hiomakone. PK3:n ja PK4:n yhteydessä sijaitsevasta telahiomosta löytyy Jokilaakson vanhin telahiomakone Waldrich, jolla hiotaan satunnaisesti kuituteloja. /3./

3.1 Kaipolan tehdas

Kaipolan tehtaassa on yksi nauhahiomakone kuitutelojen hiontaan ja yksi nauha-/laikkahiomakone millä voidaan hioa kaikkia telatyyppejä.

3.1.1 Safop Leonard 40R

Safop-nauhahiomakone on hankittu Kaipolan tehtaaseen vuonna 1987 hiomaan PK6:n superkalanterin kuituteloja. Hiomakoneen alkuaikojen jälkeen siihen on tehty investointeja ja ohjelmisto päivityksiä, jotka ovat helpottaneet ja nopeuttaneet telahiojien työskentelyä. Safop-nauhahiomakoneella hiottiin vuonna 2009 yhteensä 510 kuitutela, joihin kului 2 040 työtuntia /1/. /4./

Hiomakoneen varustuksiin kuuluu nykyään:

- Rollcontrol-ohjausjärjestelmä (ohjausjärjestelmän akselit liitteessä 5)
- Rollcall2-monipistemittalaite
- Rollcall 3D-ympyrämäisyyden korjausohjelma
- hiomanauha
 - o pituus 3 315 mm
 - o leveys 150 mm
 - o nopeus 11 – 33 m/s

Hiomakoneen tekniset tiedot:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| - kärkekorkeus | 630 mm |
| - hiomakelkan pituusliike | 10 000 mm |
| - suurin työkappaleen Ø | 1 050 mm |
| - suurin työkappaleen pituus | 12 000 mm |
| - suurin työkappaleen paino | 20 000 kg |

3.1.2 Herkules P100 WSB 450

Herkules-telahiomakone hankittiin Kaipolaan vuonna 1990, jonka jälkeen hiomakoneeseen on tehty ohjelmistopäivityksiä ja hankittu myös Superfinish-viimeistelylaite. Superfinish-laitteen tarkoituksena on viimeistellä erityisesti kovien telojen hiontoja. Kovien telojen pinnankarheusarvo (Ra) vaatimukset voivat olla luokkaa 0,05 ja tällaisiin arvoihin ei päästä ilman edellä mainittua laitetta. Superfinish-laitteessa käytetään erittäin sileää timanttifilmiä hiomanauhana. Herkuleksella hiottiin vuonna 2009 yhteensä 211 telaa joihin kului 5 251 työtuntia /1/. /4./

Hiomakoneen varustuksiin kuuluu nykyään:

- Rollcontrol-ohjausjärjestelmä (ohjausjärjestelmän akselit liitteessä 5)
- RollCall3-monipistemittalaite
- Rollcall 3D-ympyrämäisyyden korjausohjelma
- Superfinish-attachement Farros Blatter Type SF 100 –viimeistelylaite
- nestesuodatuslaitteisto

- hiomanauha
 - o pituus 3 500 mm
 - o leveys 100 mm
 - o kontaktipyörän pyörimisnopeus 400 – 1 200 r/min

- hiomakivi
 - o mitat 750 mm (ulkoØ) x 75 mm (leveys) x 305 mm (sisäØ)
 - o pyörimisnopeus 400 – 1 200 r/min

Hiomakoneen tekniset tiedot:

- | | |
|--------------------------------------|-----------|
| - kärkiväli | 13 500 mm |
| - hiontapituus | 13 500 mm |
| - suurin työkappaleen Ø | 2 000 mm |
| - suurin työkappaleen paino | 75 000 kg |
| - työkappaleen paino kärkien välissä | 15 000 kg |

3.2 Jämsänkosken tehdas

Jämsänkosken tehtaassa on kolme yhden koneen telahiomoa. Kaksi hiomakoneista on aktiivisessa käytössä ja Waldrich-konetta käytetään enää satunnaisesti.

3.2.1 Herkules P30

Herkules P30 on lähes vastaava kone kuin Kaipolan Herkules P100 WSP 450. Suurimpana erona koneiden välillä on koko ja Herkules P30:ssä ei ole työkappaleen joh-teita. Jämsänkosken Herkules P30 on pienempi kuin Kaipolan Herkules P100 ja tämä asettaa kokorajoituksia myös hiottaville teloille. Herkules P30 on varustettu sekä nauhahionta- että laikkahiontalaitteilla, mutta käytännössä sitä käytetään vain nauhahiomakoneena, koska suurimmaksi osaksi hiottavat telat ovat kuituteloja. /3./

3.2.2 Safop Leonard 40R

Jämsänkosken Safop-nauhahiomakone on vastaava kuin Kaipolan Safop Leonard 40R. Kone on myös varustettu samoilla lisävarusteilla.

3.2.3 Waldrich WST 2000/50

Waldrichilla hionta on hyvin vähäistä nykyään, koska aika alkaa hiljalleen ajaa ohi kyseisestä koneesta. Kuitenkin koneella hiotaan vielä satunnaisesti PK3:n ja PK4:n kuituteloja. /3./

Hiomakoneen tekniset tiedot:

- suurin hiontapituus 8 000 mm
- suurin työkappaleen pituus 9 000 mm
- suurin työkappaleen Ø 2 000 mm
- suurin työkappaleen paino 50 000 kg

Hiomakivi:

- mitat 700 (ulko Ø) x 70 (leveys) x 305 (sisä Ø)
- pyörimisnopeus 650 – 1 300 r/min



KUVA 1. Safop-nauhahiomakone.



KUVA 2. Mittalaite ja kuitutela.



KUVA 3. Safop-nauhahiomakone, kuitutela ja mittalaite.

4 HIOMALAIKAT

Hiomalaikoissa on kaksi päätekijää: hioma-aine ja sideaine. Hioma-aineen päätehtävä on lastuta työstettävää kappaletta ja sideaineen tehtävä on sitoa hiomajyvät toisiinsa. ISO-standardin mukaan hiomalaikan merkinnästä pitää selvittää hioma-aine, raekoko, kovuusaste ja sideaine. Näiden pakollisten merkintöjen lisäksi hieman valmistajasta riippuen voidaan ilmoittaa myös laikan rakenne, raeyhdistelmä ja sideainetyyppi. Yleisimmät hioma-aineet ovat piikarbidi (SiC), alumiinioksidi (Al₂O₃) ja timantti. Sideaineena käytetään useimmiten bakeliittia, kumia tai keraamista sideainetta. /5./

Piikarbidin terävillä särmillä on hyvä leikkuukyky, mutta se on myös haurasta eli rakeet rikkoutuvat helposti. Rakeiden rikkoutuminen on hionnassa etu, koska silloin hiomalaikka pysyy kokoajan terävänä ja tapahtuu ns. itseteroittumista. Piikarbidi soveltuu hyvin aineille joilla on alhainen vetolujuus kuten valurauta, kokillivalurauta, messinki, alumiini ja useat ei-metalliset aineet. Piikarbidilla hiotaan mm. kumipintaisia teloja ja kalanteriosan teloja. /5./

Alumiinioksidi on sitkeämpää ja kimmoisampaa kuin piikarbidi. Kovuutensa ja sitkeytensä ansiosta alumiinioksidi soveltuu hyvin materiaaleille joilla on korkea vetolujuus. Esimerkiksi rauta, erilaiset teräkset, taokset, pronssi ja synteettiset materiaalit hiotaan alumiinioksidilla. Telapinnoitteista mm. polyuretaanin ja epoksin hionnassa käytetään alumiinioksidilaikkaa. /5./

Timantti on kovin tunnettu hioma-aine ja se soveltuu hyvin kovien telapinnoitteiden hiontaan. Timanttilaikat ovat kalliita, pitkäikäisiä, tehokkaita ja anteeksiantamattomia. Yleensä timanttilaikka tasapainotetaan ja keskitetään vain kerran, koska laikassa on suhteellisen ohut hioma-ainekerros. Timantilla hiottaessa telan viimeistelyhionta on vaativaa hyvien puruominaisuuksien ja terävien reunojen vuoksi. /5./

4.1 Laikan karkeus

Laikan karkeudella tarkoitetaan sen raesuuruutta. Karkeuden numero ilmoittaa käytetyn raeseulan reikäluvun tuumaa kohti /5/.

- karkea: 10 – 12 – 14 – 16
- keskikarkea: 20 – 24 – 30 – 36
- keskihieno: 46 – 54 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100
- hieno: 120 – 150 – 180 – 220 – 240
- hyvin hieno: 280 – 320 – 400 – 500 – 600

4.2 Laikan kovuus

Laikan kovuus ei koske hioma-ainetta, vaan sitä voimaa, millä sideaine pitää kiinni hiomajyvistä /5/.

- hyvin pehmeä: A – G
- pehmeä: H – K
- keskikova: L – O
- kova: P – S
- hyvin kova: T – Z

5 HIOMANAUHAT

Hiomanauhat on valmistettu joko paperista, kankaasta, kangasvahvisteisesta paperista tai kuitupahvista. Kankaasta valmistettujen nauhojen lujuus ja taipuisuus vaihtelee kankaan paksuuden ja kudontatavan mukaan. Hiomatuotteet ja varsinkin hiomanauhat ovat erittäin herkkiä ilman lämpötilan ja kosteuden muutoksille. Tästä syystä nauhojen varastointi on hoidettava huolella sellaisessa paikassa, jossa ei tapahdu suuria lämpötilan ja kosteuden muutoksia. Hiomanauhojen yleisimmät teräaineet ovat alumiinioksidi, piikarbidi ja timantti.

6 KUITUTELAT

Superkalanteroinnin tehtävänä on paperiradan kiillotus ja tähän tehtävään soveltuvat mm. kuitutelat. Superkalanterissa on useita eri telatyyppejä, jotka voidaan karkeasti jaotella pehmeisiin ja koviin teloihin. Pehmeät telat voidaan vielä jaotella selkeästi kahteen eri alalajiin telan pinnoitteen mukaan: kuituteloihin ja polymeeriteloihin. Tehaat ovat pyrkineet vähentämään kuituteloja ja lisäämään polymeeriteloja, koska polymeeritelojen hiontaväli on huomattavasti pidempi kuin kuitutelojen. Tulevaisuudessa kuitutelojen osuus tulee todennäköisesti vähenemään ja niitä pyritään korvaamaan polymeeriteloilla, kunhan polymeeriteloihin saadaan riittävän hyvät ominaisuudet superkalanterointiin.

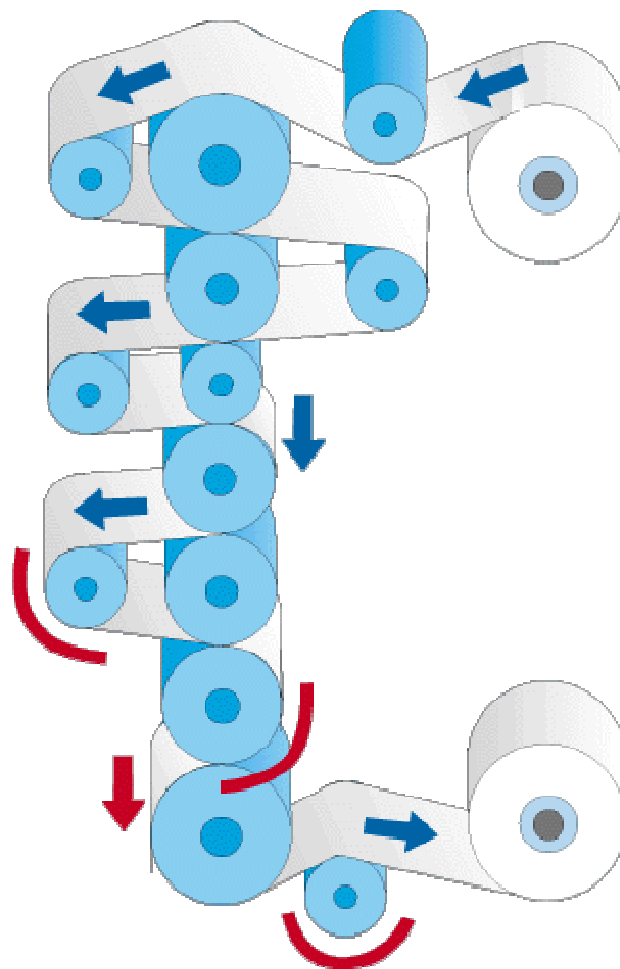
Kuitutelojen pahimmat puutteet ovat tiheä hiontaväli (noin 100 tuntia), suuri pinnoitteen kulutus ja tiheä uudelleen pinnoittamisen tarve. Runsaasti puuvillaa sisältäviin teloihin tulee helposti pysyviä muodonmuutoksia paperiradasta tai muusta ulkoisesta tekijästä johtuvista kuormituspiikeistä /6/. Kuormituspiikkejä voivat aiheuttaa mm. pastaviirut, rypyt ja paperiradankatkot joista telan pintaan jää helposti pysyviä jälkiä ja tela niin sanotusti markkeerautuu /6/. Telan pinnan markkeerauksesta seuraa se, että telan pinnassa olevat epäkohdat siirtyvät paperiin ja aiheuttavat paperiradassa laatu- poikkeamia.

Superkalanteroinnissa joudutaan tekemään kompromisseja telan kovuuden suhteen, sillä niin kovilla kuin pehmeilläkin teloilla on omat hyvät puolensa. Esimerkiksi pehmeillä teloilla saavutetaan haluttu laatu suhteellisen helposti, koska tela tuottaa enemmän lämpöä ja näin ollen muokkaa paperirataa paremmin kuin kovempi tela. Toisaalta taas liiallinen lämpeneminen aiheuttaa myös ongelmia ja lyhentää telan käyttöikää. Kovemmat telat ovat pidempi ikäisiä, mutta niiden elastisuus on huomattavasti pienempi kuin pehmeillä teloilla. Tästä syystä koviin teloihin jää pysyviä muodonmuutoksia tuotannosta aiheutuvien häiriöiden seurauksena ja iskujen jättämät virhe jäljet ovat terävämpi reunaisia kuin pehmeämmillä teloilla. Telan tulisi siis olla yhtä aikaa pehmeä ja kova. Tämä ei tietenkään ole mahdollista joten kompromisseja on tehtävä.

6.1 Kuitutelan toiminta superkalanterissa

Superkalanterin tarkoituksena on kiillottaa paperirataa. Paperirata kiillottuu kun se ohjataan useiden nippien läpi superkalanterissa. Nipin muodostavat yleensä kovempi terästela ja pehmeämpi kuitutela. Telojen väliin syntyy nippipaine, joka mahdollistaa paperin kiillottumisen. Paineen lisäksi lämpötilalla on oleellinen vaikutus kiillotus tapahtumassa. Nippipaine saadaan luotua sitten, että terästela painautuu pehmeämmän kuitutelan sisään. Kalanteroinnin onnistumisen kannalta oleellisinta on, että paperirata joutuu nipissä voiman ja lämpötilan vaikutuksen alaiseksi.

Kuitutelat ovat herkkiä lämpenemään liikaa kalanteroinnissa pehmeän pintansa vuoksi. Toisaalta sama pehmeä pinta mahdollistaa kuitutelojen hyvät paperin kiillotus ominaisuudet ja suuren nippipaineen. TELA siis puolustaa vielä hyvin paikkaansa varsinaisessa kalanteroinnissa polymeeriteloja vastaan vaikka huonoja puoliakin siitä löytyy.



KUVA 4. Superkalanterin toimintaperiaate [7].



KUVA 5. Superkalanteri /7/.

6.2 Kuitutelan rakenne

Kuitutelat koostuvat:

- teräsakselista
- telanpäädyistä
- kiinnittimistä (pultit, mutterit)
- päätyjen väliin puristetusta kuitumateriaalista

Kaipolan superkalanterin kuitutelan fyysiset mitat ovat /8/:

- ulkohalkaisija: 760 mm ; minimi 630 mm (hiontavara 130 mm)
- vaipan pituus: 8 620 mm
- laakeriväli: 9 700mm
- paino: 15 500 kg

Kuitutelan toleranssit (liite 2) /9/:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| - ympyrämäisyys | $< \pm 25 \mu\text{m}$ |
| - lieriömäisyys, muoto | $< \pm 25 \mu\text{m}$ |
| - pinnan karheus, Ra | $< 1,3 \mu\text{m}$ |

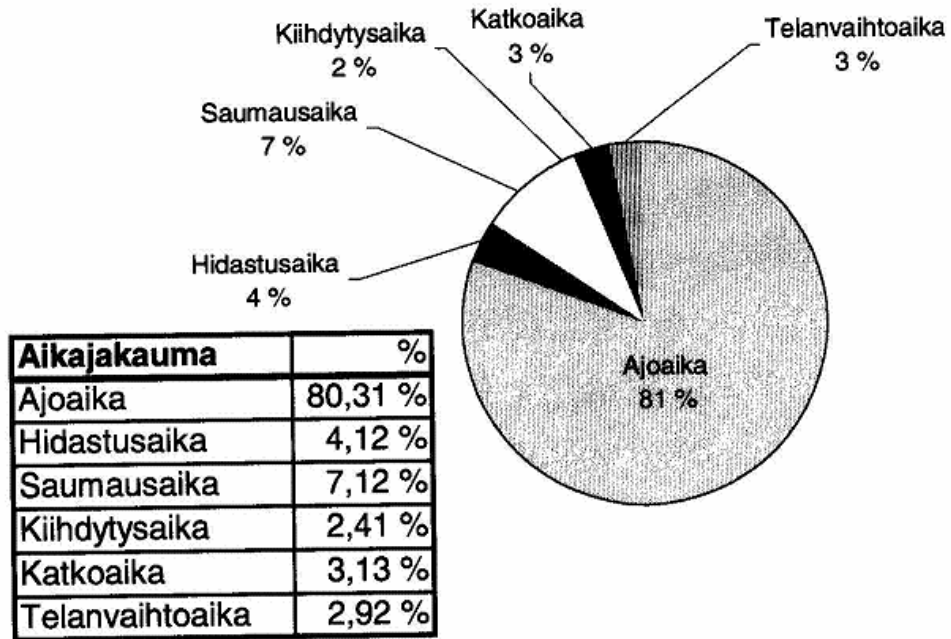
Telan kuitumateriaaleina käytetään villaa ja puuvillaa yleensä niin, että 15 – 30 % villaa ja loppu kuitumateriaali on puuvillaa. Villan osuus on suhteellisen pienestä määrästä huolimatta tärkeä, koska villakuidun avulla telasta saadaan elastisempi kuin pelkällä puuvillalla. Elastisuudella pystytään vähentämään telan pysyviä muodonmuutoksia ja pintavaurioita. Telan kyky toipua ajossa tapahtuvista kuormituspiikeistä paranee myös huomattavasti kun telaan saadaan hieman elastisuutta. /6./



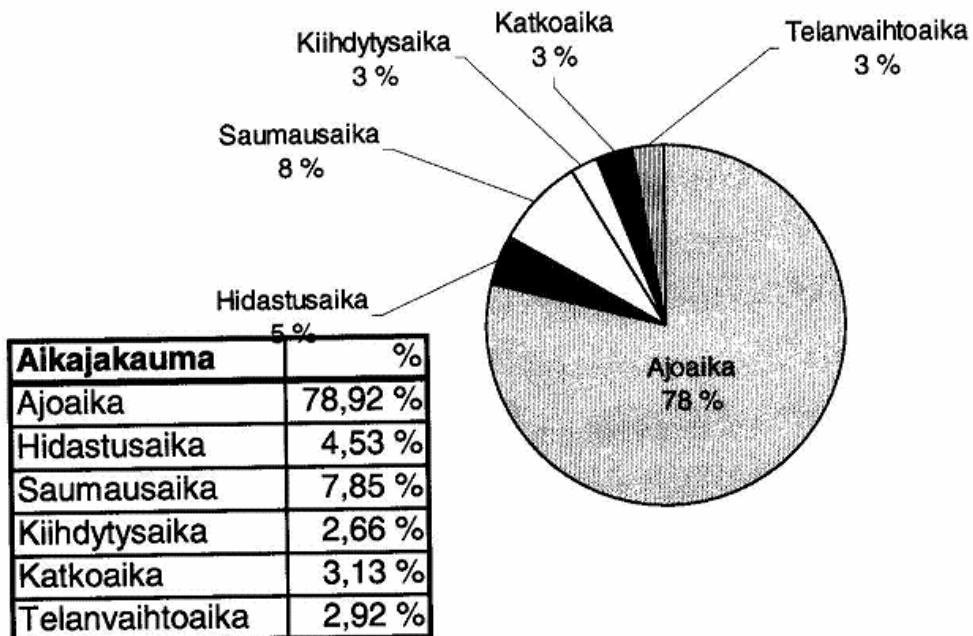
KUVA 6. Kuitutelan rakenne /6/.

6.3 Kuitutelan hiontaprosessi

Kuitutelan varsinainen hionta on suhteellisen nopea ja yksinkertainen suorittaa. Yhden telan hionta kestää 3 – 4 tuntia, mutta koko prosessissa aikaa kuluu huomattavasti enemmän. Telan irrottaminen, kuljetus, jäähditys ja takaisin kiinnittäminen vievät normaalisti yli vuorokauden. Tästä syystä paperin valmistuksen pullonkaula vaiheena voidaan pitää superkalanterointia, jonka tehokkaat käyttötunnit ovat liian vähäiset ja ajoaika lyhentää muun muassa useat kuitutelojen vaihdot.



KUVA 7. Superkalanterin aikajakauma kokonaistilanteessa /10/.



KUVA 8. Superkalanterin aikajakauma pullonkaulatilanteessa /10/.

Ennen kuin kuitutelaa päästään hiomaan työvaiheita ja aikaa on mennyt runsaasti. Ensimmäinen työvaihe on tietenkin telan irrotus omasta positioistaan ja sen kuljettaminen telahiomoon. Kaipolan paperitehtaan telahiomon sijaitsee PK6:n yhteydessä superkalantereiden vieressä joten tässä tapauksessa kuljetukseen käytetty aika on suhteellisen lyhyt koko prosessia ajatellen.

Seuraavaksi tela täytyy jäähdyttää saman lämpöiseksi kuin telahiomon ilma, ettei hionnassa aiheutuisi mittavirheitä telaan. Telan jäähdytys kestää yleensä noin vuorokauden. Jäähdytyksen aikana telan on pyörittävä kokoajan, koska jos telan annetaan jäähdyä paikallaan telaan jää taipuma jota on vaikea ja kallis korjata. Kuitutelojen tulisi siis käytännössä aina olla pyörimisliikkeessä sen jälkeen kun superkalanteri on pysähtynyt ja telojen välinen nippi aukaistaan. Nipin aukaisun jälkeen telaa tulee pyörittää niin välivarastoissa, kuljetuksissa kuin jäähdyttämisessäkin.

Pasi Piittalan mukaan superkalanterit, välivarastointipisteet ja telojen kuljetusvaunut tulisi varustaa pyörityskäyttöillä, jotta telojen yhtäjaksoinen pyöriminen ei pysähtyisi missään vaiheessa. Uuden kuitutelan sisäänajo pitäisi tehdä hallitusti helpoimmassa telapositionissa, joka yleensä on ylin kuitutelapositionio. Telojen hiontavaiheessa täytyy muistaa, että suuri aineenpoisto ei pidennä telojen hiontaväliä eli ylimääräistä aineenpoistoa pitäisi pystyä välttämään. Piittala toteaa myös, että hionnan 3D-kompensoinnilla kuitutelat tunnetaan paremmin ja teloista saadaan parempilaatuisia.
/11./

Jäähdytyksen jälkeen tela voidaan siirtää hiomakoneeseen, joka Kaipolan tehtaan tapauksessa on Safop-nauhahiomakone. Telahioja huolehtii telan oikeasta ja tarkasta kiinnityksestä, jonka jälkeen hän voi aloittaa itse hiontatapahtuman. Hiontatapahtuma alkaa kuluneen telan mittauksella, jonka jälkeen mittaustulosten perusteella hioja päättää millä arvoilla hän ryhtyy telaa hiomaan. Hionta-arvoihin vaikuttaa pääasiassa kuinka hyvässä tai huonossa kunnossa tela on hionnan alussa.

6.3.1 Rouhintahionta

Hionnan ensimmäinen vaihe on telan rouhinta, joka suoritetaan karkealla hiomanauhalla. Kaipolan tehtaassa käytetyt nauhan karheusarvot rouhinnassa ovat 24 ja 40. Rouhinnan tarkoituksena on poistaa telan pinnasta ylimääräiset partikkelit sekä tasoittaa pinnoitteeseen käytössä tulleita vaurioita. Pinnoitteessa olevat suuremmat kuopat tai painaumat edellyttävät myös pinnoitteen ”terveen” pinnan poistoa. Tämä siitä syystä, että pinnoitteessa oleva painauma voi hionnan jälkeen nousta ylös ja aiheuttaa telaan mittavirhettä. Heti hionnan jälkeen tehdyissä mittauksissa tela voi vielä mahtua sallittujen toleranssien sisään, mutta myöhemmin voi tapahtua merkittäväkin muutos. Tämän takia pinnoitteesta otetaan tällaisissa tapauksissa myös hyvältä näyttävää pintaa pois.

Rouhinnassa ongelmaksi voi muodostua hiomanauhan telan pintaan jättämä nauhan jälki. Varsinainen nauhan jälki ei tässä vaiheessa hiontaa ole mikään ongelma, mutta joskus nauhan jälkeä voi olla vaikea erottaa telan pinnassa olevasta tärinäjäljestä, joka täytyisi saada rouhinnassa pois. Telahiojan kokemus ja ammattitaito poistaa yleensä edellä mainitun ongelman. /12./

6.3.2 Muotohionta

Rouhintavaiheen jälkeen tela mitataan uudestaan ja hiomakoneeseen vaihdetaan siileämpi nauha, joka Kaipolan tehtaassa tapauksessa on karheudeltaan joko 120 tai 150. Telan muotohionnassa tela hiotaan nimensä mukaan halutun muotoiseksi, koska rouhinnan jälkeen telassa saattaa olla vielä huomattaviakin muotovirheitä. Mittausten tulosten perusteella tietokoneohjelma tekee telasta muotokäyrän jonka pohjalta tela ryhdytään ajamaan halutun muotoiseksi. Tietokoneohjelma korjaa automaattisesti muotokäyrässä olevat virheet ja telan hionta oikean muotoiseksi voi alkaa. Muotohionta kannattaa yleensä aloittaa sieltä päästä, missä telan pinnoite on paksumpi. Tämä siitä syystä, että uusi nauha voi ensimmäisillä vedoilla ottaa liikaa pintaa pois ja pinnasta ei saada halutun muotoista. /12./

6.3.3 Pintahionta

Kuitutelan hionnan viimeinen vaihe on hioa telalle pinta. Muotohionnan jälkeen suoritetaan telan mittausta, jonka jälkeen voidaan aloittaa telan pintahionta. Pintahionta voidaan suorittaa samalla nauhalla (150) kuin telan muotohionta, jos muotohionta on suoritettu nauhankarheudella 120, on syytä vaihtaa sileämpään nauhaan jotta päästäisiin pinnankarheus toleranssialueen sisään. Jokaisella telahiojalla on omat tapansa ja omat hionta-arvonsa tehdä kyseistä työtä. Nämä asiat perustuvat yleensä kokemuspohjaiseen tietoon ja samaan lopputulokseen päästään useampaa eri reittiä.

Tietokone laskee mittaustulosten perusteella virtakäyrän, joka määrittelee kuinka suurta kuormaa hiomakone käyttää pintahiontavaiheessa. Hiomakone seuraa laskettua virtakäyrää ja nostaa tai laskee sen mukaan koneen ampeereja. Ampeerien määrittämisen kuorman mukaisesti hiomanauha puristuu telan pintaa vasten. Mitä suuremmat ovat ampeerit, sitä kovemmin nauha puristuu telan pinnoitteeseen.

Pintahionnan jälkeen pinnoitteen päätyihin ajetaan vielä noin 70 – 100 mm leveät ja noin 20 – 40 µm syvät kevennykset. Kevennyksien tarkoituksena on vähentää telan päätyalueiden liiallista kuumenemistä. Kevennykset jäävät paperiradan ulkopuolelle ja viilentävät telan päätyjä. Ilman kevennyksiä telan päädyt ylikuumentuvat superkalanteroinnissa ja aiheuttaisi ongelmia niin paperirataan kuin myös itse telaan. Kuumenemisen seurauksena paperiin tulisi laatupoikkeamia ja itse telan käyttöikä putoaisi. /12./

6.3.4 3D-hionta

Kuitutelojen hiontaprosessissa voidaan hyödyntää 3D-mittausta ja -hiontaa, jotka koostuvat mittalaitteella mitatusta informaatiosta ja sen mukaan ohjatusta työstöelimen liikkeestä. Mittausten perusteella tietokonepohjainen ohjelmisto mallintaa telasta 3-ulotteisin mallin ja varsinainen työstöohjelma ohjaa työstöä kyseisen 3-ulotteisin mallin mukaan.

3D-mittauksella mitataan telasta halkaisijaprofiili ja ympyrämäisyysprofiili. 3D-mittauksen ansiosta tela tunnetaan paremmin ja em. profiileista saadaan tarkemmat arvot kuin, että se tehtäisiin normaalin mittausmenetelmän mukaan. Hiontaprosessissa

saavutetaan paremmat muoto- ja ympyrämäisyysprofiilit, joiden seurauksena telan värähtely superkalanterissa pienenee ja telan hiontaväli pitenee jolloin kunnossapito kustannukset luonnollisesti laskevat. 3D-hiolla tehdään myös korjaus hiontoja joilla voidaan poistaa suhteellisen huonokuntoisenkin telan ympyrämäisyysvirhe. Normaalien kuitutelojen hionnassa 3D-järjestelmää käytetään suhteellisen vähän, koska se vie hieman enemmän aikaa ja tavallisillakin hiontamenetelmillä päästään usein riittävän hyvään lopputulokseen. /13./

6.4 Kuitutelan hiontaohjeistus

Kuitutelan hiontaohjeistus koostuu kahdeksasta eri vaiheesta joissa kerrotaan vaihe vaiheelta hionnassa huomioon otettavista seikoista.

6.4.1 Telan valinta ja kiinnitys

Hionnan ensimmäinen vaihe on telan valinta. Telaksi valitaan kylmin telahiomon kuituteloista. Telan lämpötilan on oltava jäähtynyt sopivaksi, ettei hionnassa tule mittavirheitä. Kun oikea tela on valittu, tela kuljetetaan Safop-hiomakoneeseen ja kiinnitetään kyseiseen koneeseen. Telan linjauksessa kannattaa käyttää apuna mittakelloa, jotta tela saataisiin linjattua mahdollisimman suoraan koneeseen. Telan linjaus tapahtuu siten, että telan päätyyn tehdään kevyt kosketus hiomanauhalla ja nollataan mittakello. Seuraavaksi käsipyörästä käännetään nauha irti telasta ja ajetaan telan toiseen päähän jossa tehdään samanlainen kevyt kosketus telaan hiomanauhalla. Tämän jälkeen tarkistetaan mittakellon lukema. Lukeman ollessa nolla tela on suorassa. Jos lukemissa on eroa, tela on vinossa ja sitä on siirrettävä mittakellon osoittama määrä, että hionta onnistuisi.

6.4.2 Telan mittaus

Seuraavaksi suoritetaan telan mittaus Rollcall-monipistemittalaitteen avulla. Ennen mittauksen aloittamista täytyy muistaa poistaa vanhat mittaustulokset ohjelmasta. Itse mittaustapahtumassa on huomioitava seuraavia asioita:

1. Tietokoneelta avataan mittaus tiedosto
2. Kiinnitetään mittakello

3. Säädetään mittakaaren anturit oikealle halkaisijalle
4. Lasketaan mittalaite telan päälle
5. Käynnistetään laser
6. Haetaan laserilla nollapiste -> kuitataan -> ajetaan mittakaari mittauksen aloituspisteelle (150 mm telan päästä)
7. Valitaan tietokoneelta KP tai HP sen mukaan kummassa päässä telaa ollaan (KP = käyttöpää ; HP = hoitopää) -> painetaan hyväksy
8. Käynnistetään mittaus tapahtuma
9. Linjataan tela
10. Kuitataan ja tallennetaan mittaus
11. Nostetaan mittalaite ylös
12. Tarvittaessa linjataan tela uudelleen

6.4.3 Rouhinta

Rouhinta aloitetaan mittaustulosten perusteella. Seuraavassa rouhintahionnassa huomioitavia asioita:

1. Käynnistetään hiontaohjelma -> luetaan mittaustiedosto
2. Asetetaan käänköpisteet (-120 mm vasen ; 8720 oikea)
3. Laitetaan tela pyörimään 15 – 20 kierrosta/minuutti
4. Annetaan kelkan Z-liikkeelle arvo 60 – 90 mm/kierros
5. Käynnistetään hiomanauha tietokoneesta -> G ON (nopeus 1050 – 1150 kierrosta/min, karheus 40)
6. Ajetaan U-liike lähelle
7. Tehdään hipaisu telan pintaan 8 – 10 ampeerin kuormalla
8. Kuorma rouhinnassa muuten 10 – 50 ampeeria
9. Laitetaan muoto päälle tietokoneesta
10. Valitaan Z-liikkeeksi oikea tai vasen riippuen kummassa päässä telaa ollaan
11. Käynnistetään rouhinta

Rouhintahionnassa ajetaan yleensä 10 – 12 iskua ja nauhan syöttöä alennetaan 150 mikrometrinä nollaan (150 – 100 – 60 – 30 – 15 – 0).

6.4.4 Välimittaus

Tela pysäytetään rouhinnan jälkeen ja aloitetaan rouhinnan jälkeinen välimittaus. Välimittauksessa huomioitavia asioita:

1. Tarkista aloituspää
2. Aseta pyörähdyskulma nollassi
3. Tarkista kelkan suunta
4. Mittauksen valmistuttua tallenna tulos
5. Lue mittaustiedosto
6. Painamalla F 5 saadaan telan muotokäyrä
7. Laita 100 % virhekompensointi ja paina OK
8. Valitse perustila ja aseta samat kääntopisteet kuin rouhinnassa, minkä jälkeen voit siirtyä muoto-ajoon

Mittausten perusteella tietokone tekee telasta muotokäyrän, jonka perusteella telaan ryhdytään ajamaan muotoa.

6.4.5 Muoto-ajo

Muoto-ajossa huomioitavia asioita:

1. Muoto-ajo kannattaa aloittaa telan korkeammasta päästä
2. Muoto-ajoa varten vaihdetaan sileämpi nauha (karheus: 120 tai 150)
3. Telan kierrokset kahden ensimmäisen iskun aikana 16 kierrosta/ minuutti
4. Kahden – kolmen seuraavan iskun aikana 18 kierrosta/ minuutti ja loput iskut 20 kierrosta/ minuutti (kaikkiaan noin 10 iskua)
5. Kelkan Z-liikkeen arvo 60 – 90 mm/ kierros
6. Muoto päälle ja käynnistetään nauha 1020 – 1080 kierrosta/ min
7. Ajetaan lähemmäksi ja noin 10 ampeerin hipaisu
8. Kuorma muuten noin 15 ampeeria
9. Kelkka liikkeelle ja aloitetaan muoto-ajo

Muoto-ajossa ajetaan noin 10 iskua ja nauhan syöttöä muunnellaan 45 mikrometrinä nollaan (45 – 30 – 25 – 20 – 15 – 10 – 5 – 0). Telan kierrokset iskujen mukaan kuten edellä mainittiin.

6.4.6 Toinen välimittaus

Suoritetaan kuten ensimmäinen välimittaus.

6.4.7 Pinta-ajo

Kuitutelan hionnan seuraava vaihe on ajaa telalle riittävän sileä pinta. Pinnanajossa huomioitavia asioita:

1. Luetaan mittaustiedosto tietokoneelta
2. Painamalla F2 saadaan virtakäyrä (laske käyrä -> paina valitse -> F1 perustila)
3. Aseta kääntopisteet (vasen 120, oikea 8500)
4. Pinta voidaan ajaa samalla nauhalla kuin muotoajo (jos nauha on joku muu kuin 150 vaihda 150 nauha)
5. Kelkan Z-liikkeen arvo 30 mm/kierros
6. Nauhan kierrokset noin 1100 kierrosta/min
7. Telan kierrokset aluksi 60 kierrosta/min (2 iskua), 95 – 105 kierrosta/min (2 iskua), 127 kierrosta/min (3 iskua)
8. Kallistetaan kelkkaa X-suunnassa (kontaktipyörän ollessa noin 20 mm päässä telasta kallistetaan kunnes nauha ottaa telaan kiinni)
9. Muoto päälle ja nauhan käynnistys
10. Kelkka liikkeelle Z-suunnassa
11. Kuorma noin 10 ampeeria

6.4.8 Kevennykset

Lopuksi telan päätyihin ajetaan kevennykset (leveys: 70 – 100 mm ; syvyys 20 – 40 µm). Kevennysten ajossa huomioitavia asioita:

1. Telan nopeus noin 60 kierrosta/min
2. Nauhan nopeus noin 1000 kierrosta/min
3. U-asema nollataan hipaisulla
4. Kuorma noin 10 ampeeria

6.5 Kuitutelojen hiontataulukko

Kuitutela	Telan Kierrokset (kier/min)	Nauhan kierrokset (kier/min)	Poikittaiskelkan nopeus (Z-liike) (mm/kier)	Ampeerit	Iskut	Nauha karheus
Rouhinta	15 - 20	1050 - 1150	60 - 110	10 - 50	10 - 12	24 - 40
Muoto-ajo	16 - 20	1020 - 1080	60 - 90	15	10	120 - 150
Pinta-ajo	60 - 127	1100	30	10	6	150

6.6 Kuitutelojen hionta Jämsänkoscikella

Kuituteloja hiottiin vuonna 2009 Kaipolassa 510 kappaletta ja Jämsänkoscikella PK5:n ja PK6:n osalta 3 474 kappaletta. Suuren eron selittää se, että Jämsänkoscikella superkalantereja on enemmän. Jämsänkosciken tehtaassa on jo aloitettu kuitutelojen hionnat tuotannon työntekijöillä. Pääasiassa superkalantereiden työntekijät hiovat kuituteloja PK5:n ja PK6:n yhteydessä olevilla telahiomoilla. PK6:n telahiomossa telat hiotaan Herkules-hiomakoneella, jossa on mahdollista ohjelmoida koneen muistiin telojen hiontaohjelmat. Hiontaohjelmien johdosta kuitutelojen hionta Jämsänkosciken Herkules-hiomakoneella toimii erittäin hyvin ja tuotantohenkilöstön kuitutelojen hiontaprosessi on lähtenyt mallikkaasti käyntiin. Superkalanterin työntekijöiden koulutukseen kuului lyhyt kirjallinen testi, jossa käytiin läpi kuitutelan hionnan tärkeimmät vaiheet ja testin läpäisseet henkilöt pääsivät suorittamaan varsinaista telahiontaa. PK6:n yh-

teydessä sijaitseva telahiomo toimi ennen seitsemänä päivänä viikossa kahdessa vuorossa ja tämän uuden systeemin johdosta hiomo toimii nykyään seitsemänä päivänä viikossa yhdessä vuorossa kunnossapito henkilöstön osalta. Tuotannon työntekijät hiovat teloja nykyään muina aikoina. /3./

PK5:n yhteydessä sijaitseva Safop-hiomakoneen hiontatapahtuma vastaa Kaipolan telahiomon kuitutelojen hiontatapahtumaa joten tehtaiden välistä yhteistyötä voisi tehdä kyseisten telahiontojen ohjeistuksen osalta. Kuitutelojen hionta Safop-hiomakoneella on hieman monimutkaisempaa kuin Herkuleksella, koska Safopin ohjausjärjestelmässä ei ole muistia. Herkules-hiomakoneeseen voidaan tallentaa kuitutelojen hiontaohjelmat, kun taas Safop-hiomakoneeseen joudutaan tekemään ohjelmat aina uudestaan. Mahdollisuuksien mukaan Jämsänkosken ja Kaipolan Safop-hiomakoneisiin voisi harkita uuden ohjelmistopäivityksen asentamista, mikä mahdollistaisi ohjelmien tallentamisen hiomakoneen muistiin. Tällä toimenpiteellä säästettäisiin aikaa ja helpotettaisiin telojen hiontaa. Hiomakoneen hiontakapasiteetti myös nousisi hieman.

Safop-hiomakoneella hiontatapahtuman valvonta voitaisiin suorittaa etävalvontana kameroiden avulla. Tällöin hiomakoneella ei tarvitsisi olla henkilöä valvomassa hiontatapahtumaa, koska kameran ja näyttöpäätteen avulla hiontaa seurattaisiin esimerkiksi superkalanterin valvomosta. Valvomoon vietäisiin myös hätä seis –nappi jolla hionta voitaisiin pysäyttää ongelmatilanteissa. Yleisin nauhahionnan ongelma on hiontanauhahan katkeaminen.

7 ON-SITE HIONTA

UPM-Kymmene Oyj on kehittänyt uutta on-site hiontatekniikkaa yhteistyössä Wintech Oy:n kanssa. Tuotekehitys prosessi on nyt edennyt siihen vaiheeseen, että on-site – tekniikka on käytössä kahdella Jämsänkosken paperikoneella (PK3 ja PK4). Tällä hetkellä on-site tekniikalla tehdään edellä mainittujen koneiden softkalanterien telojen hoitohiontoja, mutta tulevaisuudessa on tarkoituksena laajentaa on-site hiontamenetelmää myös muihin paperikoneen teloihin. Tällä menetelmällä hiottavia teloja voivat tulevaisuudessa olla muun muassa keramipintaiset keskitelat, pehmeäpintaiset pituusleikkureiden kantotelat ja pehmeäpintaiset rullaussylinterit. /14./

On-site hiontamenetelmä mahdollistaa paperikoneen tiettyjen telatyyppeiden hoitohionnan omassa positiossaan ilman, että telaa tarvitsee ottaa pois koneesta. Usein kunnossapitoseisokkien pituuden määrittävät telan vaihdot, koska ne ovat suuria ja monivaiheisia operaatioita. On-site menetelmän avulla telan vaihdot vähenevät huomattavasti ja näin ollen paperikoneen seisokkiaikakin lyhenee. On-site hionnalla pystytään käytännössä vain puhdistamaan telan pinta ja ehkä korjaamaan pieniä naarmuja, mutta telan muotovirheet on edelleen korjattava telahiomossa /14/. Telan vaihtoväli kuitenkin pitenee tämän uuden tekniikan ansioista.

On-site hionnalla tehdään pääasiassa telan hoitohiontoja eli telan pinta puhdistetaan siihen tarttuneista ylimääräisistä partikkeleista, mitkä vaikuttavat paperin laatuominaisuuksiin. Telan pinta voidaan hioa sileäksi tai tarpeen mukaan pintaa voidaan myös karhentaa riippuen siitä, mikä on telan tehtävä valmistusprosessissa (kalanterin telojen pinnat hiotaan aina sileiksi). On-site hiomakoneella on päästy vastaaviin pinnankarheusarvoihin kuin varsinaisellakin hiomakoneella /14/. On-site hionnalla pystytään siis pidentämään konelinjojen häiriötöntä tuotantoaika, kun telapinnat pysyvät puhtaina ja hyvälaatuisina. Hionta on myös nopea toteuttaa suunniteltujen pesuseisokkien tai lyhyiden kunnossapitoseisokkien yhteydessä jolloin telanvaihdot eivät määrittele seisokkien pituutta.

7.1 On-site menetelmällä hiottavat softkalanterin telat

Paperiradan muokkaamiseen vaikuttaa kolme eri telaa: kaksi polymeeripintaista SYM CD-telaa ja yksi teräs- tai volframikarbidipintainen termotela.

Erään SYM CD-telan fyysiset mitat /8/:

- ulkohalkaisija: 630 mm ; minimi 611,50 mm (hiontavara 18,50 mm)
- vaipan pituus: 4 880 mm
- laakeriväli: 5 780 mm
- kokonaispituus: 6 780 mm
- paino: 5000 kg

SYM CD-polymeeritelan toleranssit (liite 2) /9/:

- säteisheitto < 50 μm
- kartiokkuus < 20 μm
- muotovirhe < 30 μm vaipan pituudelta
< 10 μm 500 mm:n matkalla
- pinnankarheus, Ra 0,6 – 0,8 μm

Erään termotelan fyysiset mitat /8/:

- ulkohalkaisija: 967,77 mm
- vaipan pituus: 4 520 mm
- laakeriväli: 5 780 mm
- kokonaispituus: 6 980 mm
- paino: 21 800 kg

Termotelan (teräs) toleranssit (liite 2) /9/:

- muotovirhe $\pm 5 \mu\text{m}$ vaipan pituudelta
 $\pm 3 \mu\text{m}$ 500 mm:n matkalla
- säteisheitto < 5 μm
- ympyrämäisyys < 5 μm
- kartiokkuus < 5 μm
- pinnankarheus, Ra < 0,5 μm

7.2 Softkalanterin telojen hionta ja vaihto

Softkalanterin telojen hiontaa ja vaihtoa käsitellään ennen ja jälkeen on-site menetelmän käyttöönottoa.

7.2.1 Ennen on-site menetelmää

Ennen on-site menetelmää softkalanterin termoteloja vaihdettiin noin kolme kertaa vuodessa ja polymeeriteloja noin 15 kertaa vuodessa /14/. Kyseessä on vielä niin uusi menetelmä, että ei ole tiedossa kuinka usein teloja tarvitsee vaihtaa on-site menetelmän käyttöönoton jälkeen. Telan vaihdot suoritetaan joko kokemukseen perustuvan vaihtovälin vuoksi tai tuotannossa ilmenneiden ongelmien takia. Ongelmia voivat olla esimerkiksi likaantuminen, muotoutuminen ja pinnankarheuden muutokset.

Softkalanteri koostuu kolmesta eri telasta ja kahdesta eri telatyypistä. Kalanterissa on keskellä yksi öljylämmitteinen termotela sekä sen ala- ja yläpuolella polymeeripintaiset SYM CD-telat. Polymeeripintaisten telojen vaihto tapahtuu neljän henkilön työryhmällä, jotka saavat telan vaihdettua noin kahdessa tunnissa. Telan vaihtoon käytetään tämän johdosta kokonaisuudessaan kahdeksan henkilötyötuntia. Vaihdon jälkeen hiottava tela kuljetetaan Jämsänkoskelta Kaipolan telahiomoon (n. 15 km) ja varsinaisen polymeeritelan hionta kestää noin 18 tuntia. Kokonaisuudessaan hiottavan telan teoreettinen matka omasta positiostaan takaisin omaan positioon kestää kaiken kaikkiaan noin vuorokauden, jos kyseessä on kiireellinen tapaus ja kaikki menee niin kuin on suunniteltu. /13./

Vastaavasti raskasrakenteisemmän termotelan vaihto tapahtuu myös neljän henkilön työryhmällä, mutta vaihtoaika on viisi tuntia eli kokonaisuudessaan 20 henkilötyötuntia. Termotela kulkee saman matkan Jämsänkoskelta Kaipolaan kuin polymeeritela, mutta varsinainen hionta kestää noin 24 tuntia. Termotelan raskaasta rakenteesta johtuen telan jäädyttäminen hionnan kannalta sopivan lämpöiseksi kestää hieman pidempään kuin polymeeritelan jäädytys. Mittavirheiden minimoimiseksi telan tulisi olla saman lämpöinen kuin telahiomon ympärillä. Telan ollessa lämpimämpi kuin telahiomon tapahtuu telan jäähtyminen hionnan aikana päädyistä nopeammin kuin keskeltä ja mittaukset eivät päde. Termotelan teoreettinen matka kokonaisuudessaan

omasta positiosta takaisin omaan positioon kestää noin puolestatoista vuorokaudesta kahteen vuorokauteen. /13./

Todellisuudessa teloilla on tietenkin varatelansa, eikä tela mene suoraan koneeseen hionnan jälkeen vaan se varastoidaan. Telan vaihdossa ja hiontaprosessissa on kuitenkin monta pitkäkestoista työvaihetta ja ne vievät valtavan määrän työntekijöiden aikaa ja resursseja. Pienemmillä telan vaihto- ja hiontamäärillä työntekijöitä ja koneita vapautuu muiden kunnossapitotehtävien tekemiseen. Tästä syystä kunnossapidon kokonaiskustannukset myös pienenevät.

7.2.2 On-site menetelmän käyttöönoton jälkeen

Telat kuljetetaan Kaipolan telahiomoon ainoastaan, jos teloihin on tullut muotovirheitä tai pahoja pintavirheitä, mitkä haittaavat telan ajettavuutta ja laskevat paperinlaatua. Varsinaisen on-site hionnan toteuttaminen on suhteellisen yksinkertaista ja se on tarkoitettu ohjeistaa niin, että hiontatapahtuman voi suorittaa joko kunnossapitohenkilö tai tuotantopuolenhenkilö. Aluksi hionnan suorittaa tehtävään koulutettu kunnossapitohenkilö, mutta menetelmän vakiinnuttua ja selkeiden ohjeiden valmistuttua hionnan voi suorittaa myös tuotantohenkilöstö. Tämä taas vapauttaa huoltoseisokkien aikana varsinaisia kunnossapitohenkilöitä tekemään muita kunnossapitopuolen tehtäviä minä johdosta toimintaa pystytään tehostamaan. /14./

On-site menetelmän myötä telojen ylimääräinen liikuttelu jää pois, kun telat voivat olla omassa positiossaan ja tämä vähentää telojen vaurioitumisriskiä. Aina kun telaa lähdetään vaihtamaan ja kuljettamaan paikasta toiseen on olemassa riski telan vaurioitumiselle. Tästä syystä itse telan korjaus- ja kunnossapitokustannukset pienenevät, koska teloja ei tarvitse siirrellä yhtä useasti kuin ennen. Lisää kustannus säästöjä saadaan aikaan, kun teloja ei tarvitse kuljettaa isoilla autoilla Jämsänkosken ja Kaipolan väliä.

On-site menetelmällä pystytään pitämään telan pinta puhtaana ja paremmassa kunnossa kuin ilman on-site hiontaa. Tämä pidentää telan ja pinnoitteen käyttöikää. On-site menetelmällä ei oteta varsinaista telan pintaa pois kuin hieman, mikä tietenkin pidentää telan pinnoitusväliä. Telaa hiottaessa Kaipolan Herkules-hiomakoneella telasta

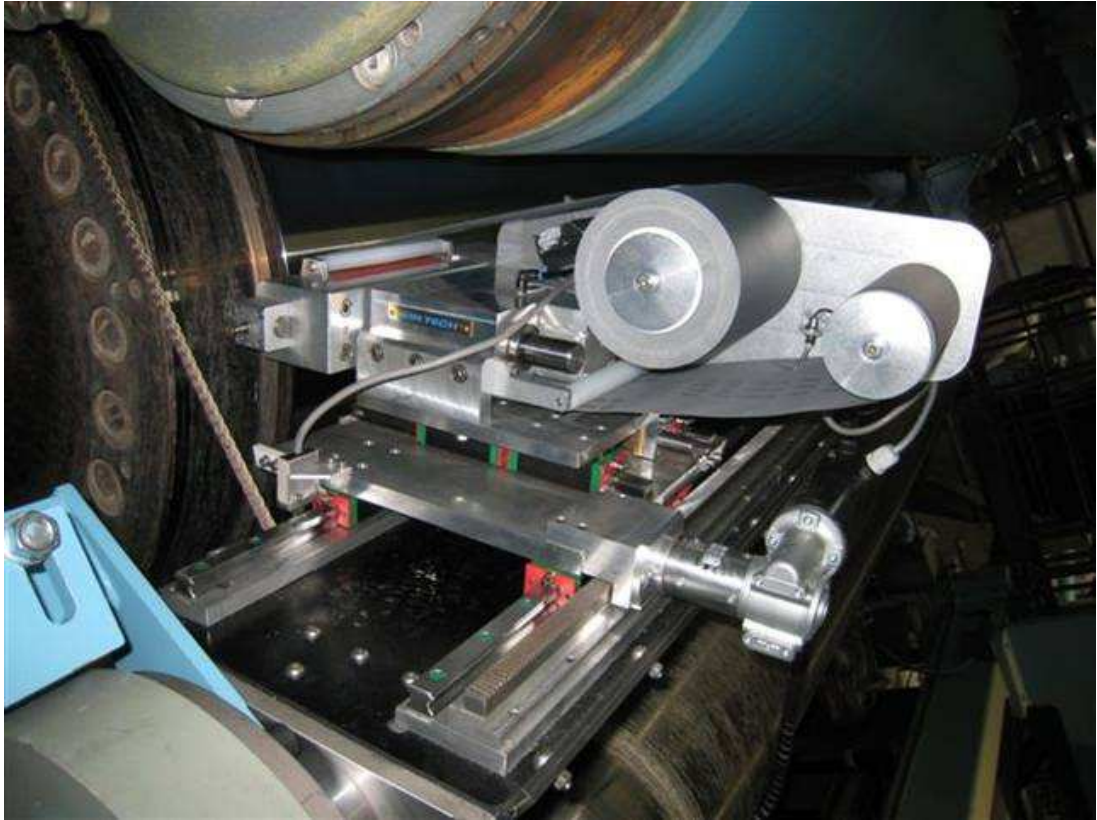
hiotaan pinnoitetta pois tarpeen mukaan, mutta yleisesti ottaen aina enemmän kuin on-site hionnassa. Tämä johtuu tietenkin siitä, että telan tullessa hiomoon siinä on yleensä suurempia virheitä kuin mitä on-site menetelmällä pystyttäisiin korjaamaan. On-siten etu on kuitenkin siinä, että tällaiset virheet käyvät harvinaisemmiksi telan pinnan pysyessä puhtaana ja pinnankarheudeltaan sopivana.

7.3 On-site hiontalaitteisto

Materiaalikehityksen myötä hiontayksiköstä on onnistuttu kehittämään pieni ja kompakti paketti. Yksikössä on käytetty erittäin lujia alumiiniseoksia sekä johdepalkeissa hyvin värähtelyä vaimentavaa hiilikuitua. Alumiiniseosten myötä tuotteesta on pystytty pienestä koosta riippumatta tekemään hyvin luja ja jäykkärunkoinen. Hiilikuitu taas on hyvä materiaali käyttää johdepalkkeihin, koska sen lämpölaajeneminen on lähes olematonta ja värähtelyn vaimennusominaisuudet ovat hyvät. /15./

Koko laitteistossa on seuraavat osat:

- hiontayksikkö ja siihen kiinnitettävä hiomanauha
- johdepalkki, jossa on hammaskiskot
- ohjausyksikkö
- sähkökaappi
- johdepalkin kannattimet



KUVA 9. On-site hiontalaitteisto /15/.

7.4 On-site hionnan testiajo

On-site hiontamenetelmällä suoritettiin testiajo Jämsänkosken paperitehtaan PK3:n softkalanterin termotelalle. Ennen testiajoa tela oli suhteellisen hyvässä kunnossa, mutta telan pinnassa oli hieman paperinlaatuun vaikuttavaa raitaisuutta. Juuri tällaisiin telan pinnan pieniin ongelmiin on-site menetelmä sopii mainiosti. Testiajo sujui ongelmitta ja hionnassa pystyttiin poistamaan telan raitaisuus. Pinnanlaadussa päästiin samoihin arvoihin kuin telahiomon superfinish –laitteella eli telan pinnankarheusarvo (Ra) hionnan lopussa oli 0,04 – 0,05.

Hionta suoritettiin piikarbidinauhalla, joka soveltuu hyvin teräs-, polymeeri- ja kumi-pinnoitteisille teloille. Nauhan karheus voidaan valita tarpeen mukaan. Tällä hetkellä on-site hiontaan on hankittu Jämsänkosken tehtaaseen karheudeltaan viisi erilaista nauhatyyppiä: 9, 15, 30, 45, ja 60. Nämä viisi nauhaa riittävät varsin hyvin edellä mainittujen telojen hiontaan, mutta jos on-site menetelmällä ryhdytään hiomaan volframi-karbi- tai keraamipinnoitettuja teloja hiontaan tarvitsee hankkia kovempia timanttinauhoja johtuen pinnoitteiden kovuudesta.

Hiontakertojen vähäisestä määrästä johtuen on-site hiontaan ei ole vielä määritetty telakohtaisia optimaalisia hionta-arvoja. Hionta-arvot tulisi määrittää niin hiottavalle telalle kuin hiontayksiköllekin. Testiajossa telan kehänopeus oli 250 m/min ja hiontayksikössä käytettiin 200 mm levyistä nauhaa. Kyseiselle nauhan leveydelle voidaan hakea erilaisia teknisiä arvoja seuraavien rajojen sisältä:

- nauhan oskillointi ± 4 mm
- oskillointinopeus 0 – 800 1/min
- nauhan nopeus 0 – 55 mm/min
- kelkan aksiaalinen nopeus 0 – 125 mm/min

Optimaaliset hionta-arvot muokkautuvat kohdilleen hiontakertojen lisääntyessä. Tällä hetkellä laitetta on päästy käyttämään suhteellisen harvakseltaan joten vielä ei tiedetä tarkkaan mitkä ovat kullekin telalle parhaat hionta-arvot. Termotelan kohdalla päästiin kuitenkin jo ensimmäisessä testissä hyviin tuloksiin.

Testiajossa havaittiin myös ongelmia, jotka eivät varsinaisesti liittyneet itse hiontapahtumaan ja ne ovat helposti ratkaistavissa. Ongelmat olivat sähkökaapin ja ohjausyksikön sijoittaminen sekä hiontayksikön syöttökaapelin roikkuminen hionnan aikana. Ohjausyksikölle ja sähkökaapille tulisi suunnitella sopivat ripustimet, etteivät kyseiset laitteet kuljeksi hoitotasolla työntekijöiden jaloissa. Hiontayksikön syöttökaapelin kanssa ongelma oli taas se, että kaapelin roikkuessa vapaasti hionnan aikana se jäi helposti kiinni kaikenlaisiin ulokkeisiin. Tämäkin ongelma pystytään ratkaisemaan kiinnittämällä kaapeli esimerkiksi erilliseen kiskoilla liikkuvaan alustaan.

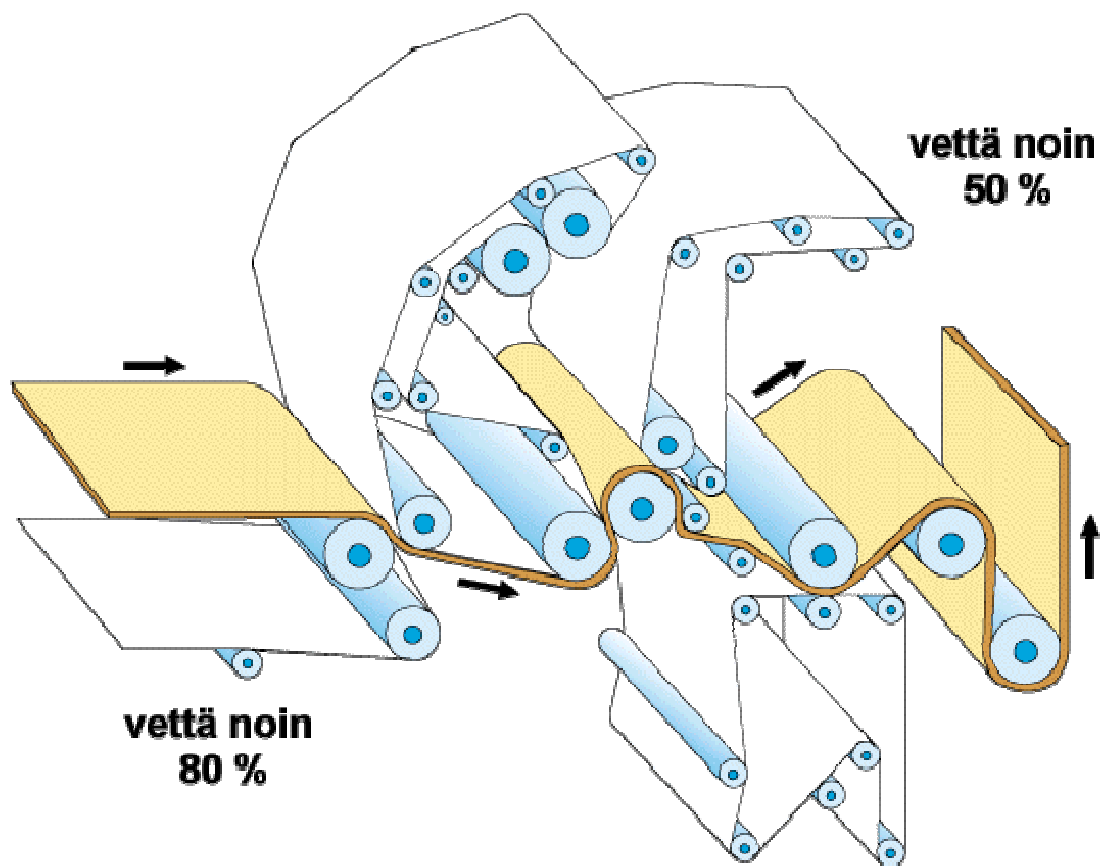
8 NIPPITELAT

Nippiteloilla on karkealla jaottelulla kaksi tehtävää: veden poisto paperirainasta ja paperin ominaisuuksien muokkaus. Kalantereissa olevat telat muokkaavat paperiradan ominaisuuksia ja puristinosalla olevat nippitelat poistavat vettä paperirainasta. Veden poisto tapahtuu useassa eri vaiheessa paperirainan kulkiessa usean telanipin läpi. Tästä syystä on olemassa erilaisia teloja ja pinnoitteita, mitkä hoitavat vedenpoistoa omalta osaltaan omassa positiossaan. Kalanterointia on käsitelty jo aikaisemmin joten keskittään nippitelojen osalta enemmän puristinosan teloihin.

Paperikoneen puristinosan nippiteloja ovat esimerkiksi keskitelat, imutelat ja taipumakompensoidut uratelat (SYM-telat). Jokainen paperikone on yksilö ja tästä johtuen paperikoneiden telat voivat hieman erota toisistaan, koska eri konelinjoilla tehdään eri paperilaatuja ja ajetaan eri nopeuksilla. Paperikoneen ominaisuuksista riippumatta jokaisessa koneessa on oltava tietyt telatyypit, jotta paperinvalmistaminen olisi yleensä mahdollista. Keskitela on yksi paperikoneen tärkeimmistä yksittäisistä teloista. Keskitela on yleensä keraamipintainen ja se voi muodostaa nipin esimerkiksi imutelan kanssa ja imutela voi olla nipissä uratelan kanssa. /7./

Puristinosalla paperiraina kohtaa puristinhuovan ja ne ohjataan saman telanipin läpi. Puristinhuopa imee nippipaineen ansiosta paperirainasta ylimääräistä vettä pois samalla kun paperiraina ja huopa kulkevat telanippien läpi. Usein ensimmäiselle puristimelle tulevan paperirainan vesipitoisuus on niin suuri, että joudutaan käyttämään niin sanottua kaksoishuopapuristinta eli paperiraina kulkee kahden huovan välissä telanipin läpi. Tällöin vedenpoistuminen paperirainasta on tehokkaampaa, koska kahdella huovalla on luonnollisesti enemmän imukykyä kuin yhdellä. /7./

Imu- ja urateloilla pyritään myös tehostamaan veden poistumista paperirainasta. Imutelan reikiin imetään alipaineen avulla vettä puristinhuovasta. Telan alipaine ei kuitenkaan ole niin suuri, että vesi jäisi telan reikiin vaan keskipakovoiman ansiosta vesi poistuu telasta. Uratelan pinnoite on nimensä mukaisesti uritettu G-nauha volframi-karbidi-pinnoite. Puristinosalla uratelan pinta on puristinhuopaa vasten ja oikean kokoisella urituksella vettä pystytään tehokkaasti poistamaan puristinhuovasta.



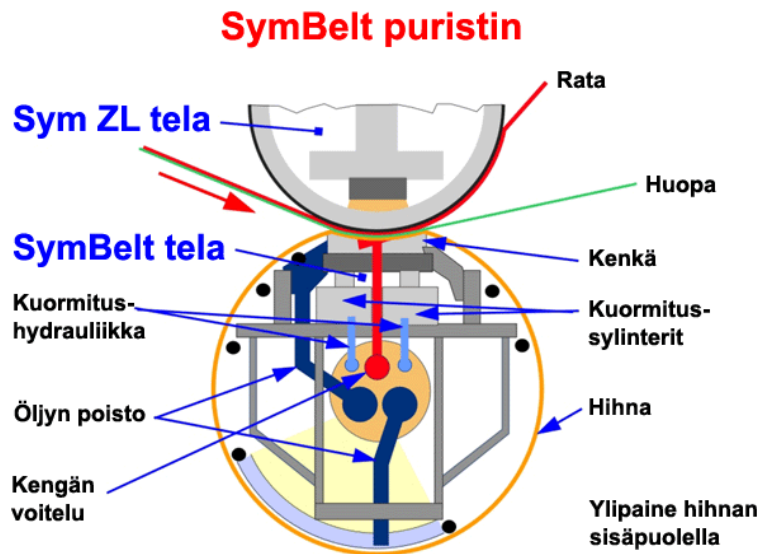
KUVA 10. Puristinosa /7/.

8.1 Nippitelatyypit

Kalantereissa ja puristinosaalla käytetään neljää erilaista nippitelatyyppiä jotka ovat: imutela (puristinosa), keskitela (puristinosa), termotelat (kalanterit) ja erilaiset SYM-telat (puristinosa ja kalanterit). SYM-teloja on olemassa useampi alalaji ja myös telojen pinnoitteet vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Puristinosaalla käytetyissä SYM-teloissa on yleensä volframikarbidi pinnoite ja kalanteriosan teloissa käytetään kokillivalettua teräspinoitetta. Massiiviset kalanteriosan termotelat ovat myös kokillivalettuja terästeloja. Puristinosan imutelat on pinnoitettu polyuretaanilla ja keskitelat ovat keraamipintaisia. Nämä kaikki molempien Jokilaaksontehtaiden telat hiotaan Kaipolan Herkules-hiomakoneella. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että Herkules-hiomakoneella hiottavien telojen pinnoitteet ovat kovempia ja toleranssit tiukempia kuin Safop-nauhahiomakoneella hiottavien telojen vastaavat suuret.

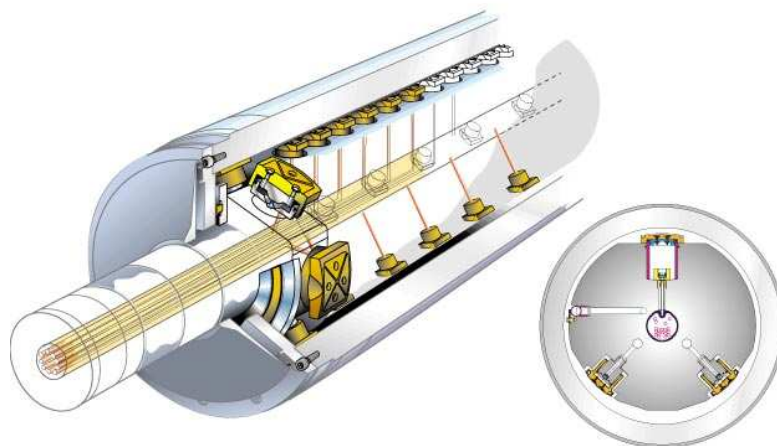
8.1.1 SYM-telat

Jokilaakson tehtailla on käytössä neljä erilaista SYM-telan runkoratkaisua ja lisäksi teloissa on eripinnoite riippuen siitä missä vaiheessa prosessia telaa käytetään. Puristinosan SYM-telat ovat edellä mainittuja urateloja ja toimivat usein keskitelan vastatelojana. SYM-telan pinta ei ole suoranaيسessa kosketuksessa paperirainan kanssa puristinosalla. Seuraavassa havainnollisia kuvia eri telarungoista:



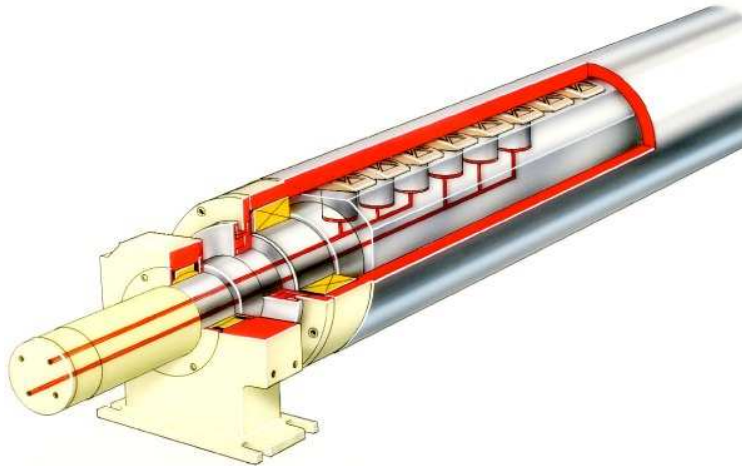
KUVA 11. Jämsänkoskella käytössä oleva SYMBelt puristin /7/.

Monivyöhykesäädettävä tela (SymCDS)



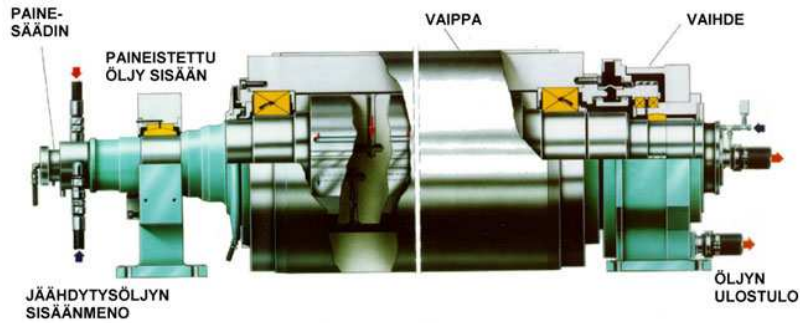
KUVA 12. Yleisemmin käytössä oleva SYM-CD-tela sopii niin puristinosalle kuin kalanterointiinkin /7/.

TAIPUMAKOMPENSOITU VYÖHYKESÄÄDETTÄVÄ TELA (SYM-Z)



KUVA 13. Puristinosalla käytössä oleva SYM-Z-tela /7/.

Sym tela



KUVA 14. Niin sanottu uiva taipumakompensoitu SYM-tela sopii puristinosalle ja kalanterointiin /7/.

Puristinosan SYM-telojen (volframikarbidi) toleranssit (liite 2) /9/:

- muotovirhe $\pm 15 \mu\text{m}$ koko vaipan pituudella
 $\pm 10 \mu\text{m}$ 500 mm matkalla
- säteisheitto $< 50 \mu\text{m}$
- ympyrämäisyys $< 50 \mu\text{m}$
- kartiokkuus $< 15 \mu\text{m}$

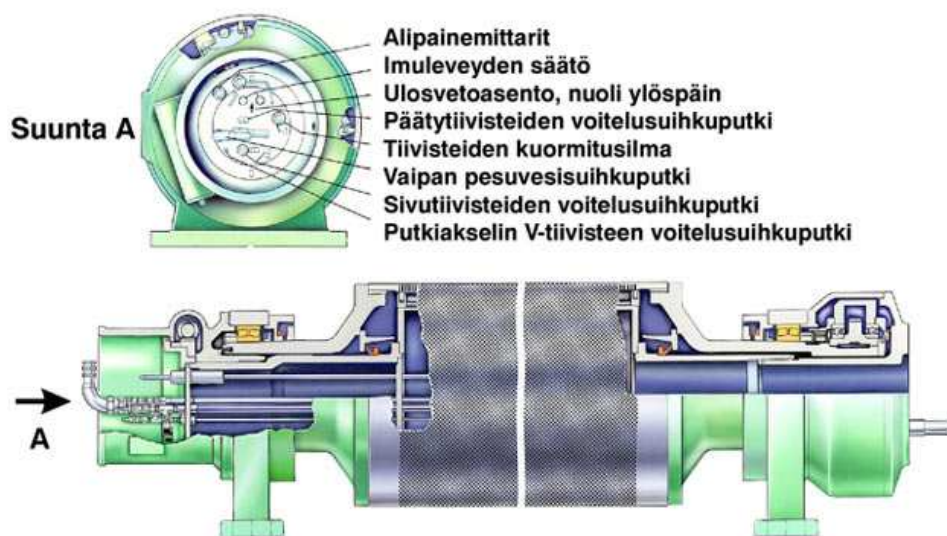
Kalanteriosan SYM-telojen (kokillivalettu teräs) toleranssit (liite 2) /9/:

- muotovirhe $\pm 5 \mu\text{m}$ koko vaipan pituudella
 $\pm 3 \mu\text{m}$ 500 mm matkalla
- säteisheitto $< 5 \mu\text{m}$
- ympyrämäisyys $< 5 \mu\text{m}$
- kartiokkuus $< 5 \mu\text{m}$
- pinnankarheus, Ra $< 0,5 \mu\text{m}$

8.1.2 Imutelat

Imutelat ovat usein polyuretaanipintaisia teloja joita käytetään puristinosalla vedenpoistoon. Imutelat ovat kohtalaisen usein hiottavia teloja, joiden muototarkkuus määrittää puristinhuovan vedenpoistoa ja sitä kautta vaikuttaa koneen ajettavuuteen. Puristinosalla on imuteloja, jotka alipaineen avulla imevät vettä puristinhuovasta. Imutela toimii yleensä SYM-telan ja keskitelan kanssa nipissä.

Vaihteella varustettu Imutela



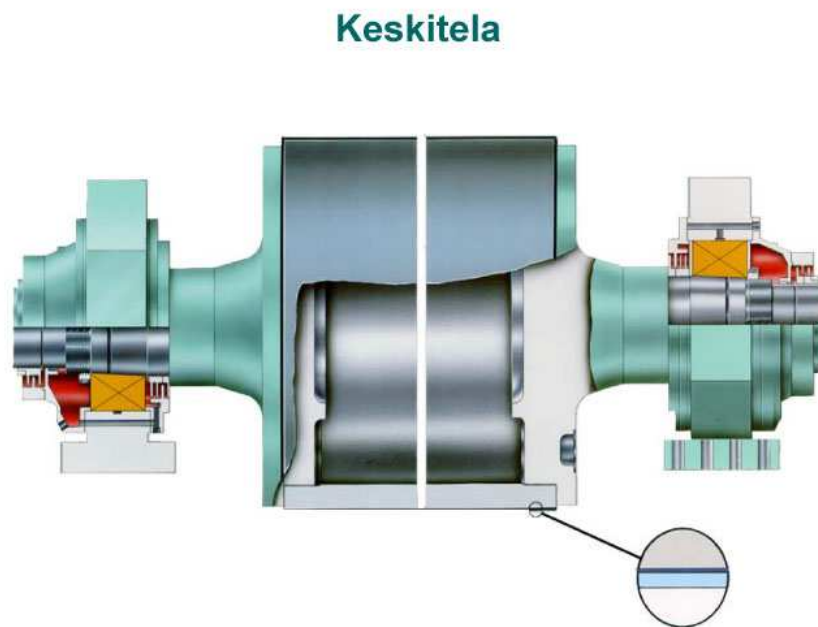
KUVA 15. Imutela /7/.

Imutelan toleranssit (liite 2) /9/:

- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| - bombeerausvirhe | ± 25 µm koko vaiipan pituudella |
| | ± 10 µm 500 mm matkalla |
| - säteisheitto | < 50 µm |
| - ympyrämäisyys | < 50 µm |
| - kartiokkuus | < 50 µm |

8.1.3 Keskitelat

Keskitela on keraamipintainen puristinosan tela, jota voidaan pitää yhtenä tärkeimmistä yksittäisistä paperikoneen teloista. Keskitelat olivat hitaampien paperikoneiden aikaan tehty graniitista, mutta koneiden nopeuksien noustessa graniittitelat eivät kestäneet ja nykyään tela koostuu teräsrungosta ja keraamipinnoitteesta. Keskitelan pinta on suorassa kosketuksessa paperirainan kanssa, joten tästä syystä telan pinnankarheudellekin asetetaan toleranssit.



KUVA 16. Keskitela /7/.

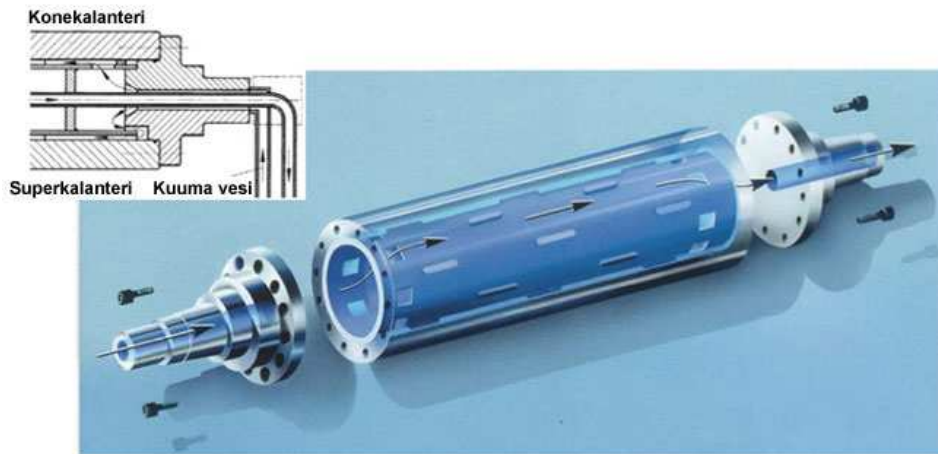
Keskitelan toleranssit (liite 2) /9/:

- bombeerausvirhe	$\pm 15 \mu\text{m}$ koko vaipan pituudella
	$\pm 10 \mu\text{m}$ 500 mm matkalla
- säteisheitto	$< 20 \mu\text{m}$
- ympyrämäisyys	$< 20 \mu\text{m}$
- kartiokkuus	$< 15 \mu\text{m}$
- pinnankarheus, Ra	$0,7 \pm 0,1$

8.1.4 Termotelat

Termotelat ovat nimensä mukaisesti lämpöteloja, joita käytetään kalanteriosalla lämmöntuojina paperirataan. Termotelat ovat tärkeässä roolissa kalanteritapahtumassa, koska lämmön avulla pystytään parantamaan kalanteroinnin tulosta oleellisesti. Termotelan sisällä kiertää vesi, öljy tai kuuma höyry joka lämmittää telan pinnan oikean lämpöiseksi. Telan pinnan lämpötila voi kuumimmissa sovelluksissa ylittää 200 °C ja tällöin paperirata muokkautuu huomattavasti helpommin ja paremmin kuin matalammissa lämpötiloissa.

Termotela



KUVA 17. Termotela /7/.

Termotelan toleranssit esitetty sivulla 26.

8.2 Nippitelojen hionta

Nippitelojen hiontaan suoritetaan niin nauha- kuin laikkahiontanakin ja Kaipolan Herkules-hiomakoneella on mahdollista hioa molemmilla hiontamenetelmillä. Telan pinnoitteesta ja toleransseista riippuen hiomalaikkana käytetään joko timanttilaikkaa tai perinteisempää kivilaikkaa. Joidenkin telatyypin pinta viimeistellään vielä superfinish-laitteella, jossa käytetään timanttinauhaa ja näin päästään tiukkoihin pinnanlaatu toleransseihin. /16./ Nippitelojen hiontataulukot esitetty liitteessä 1. Nippitelojen hionnassa käytetyt hiomalaikkatyypit on esitetty liitteessä 4.

Liitteessä 2 Kaipolan PK4:n imutelan bombeerauskuva, josta käy ilmi mitä tarkoittaa 1. viiste, 2. viiste, 1. bombeeraus, 2. bombeeraus, 1. bombeerauskulma, 2. bombeerauskulma, 1. bombeerauspituus, 2. bombeerauspituus ja 3. bombeerauspituus.

8.2.1 Polymeeritelat

Polymeeritelat hiotaan timanttilaikkahiontana ja viimeistellään superfinish-laitteella. Timanttilaikan leveys on 60 mm ja rouhintahionnassa Z-liikkeen arvo eli tässä tapauksessa kelkan nousu voidaan pitää yhtä suurena kuin hiomalaikan leveys (60 mm). Z-liikkeen arvo tiputetaan puoleen (30 mm), jos rouhinnan jälkeisessä mittauksessa havaitaan esimerkiksi muotovirheitä. Virheet on helpompi korjata pienemmällä kelkan liikkeellä ja päästään paremmin haluttuun lopputulokseen.

Laikan nopeus pidetään yleensä rouhintahionnassa noin 600 r/min ja telaa pyöritetään noin 10 – 12 r/min. Hiomalaikkaa painetaan telan pintaa vasten 5 – 6 ampeerin kuormalla ja kyseisellä kuormalla telasta lähtee 50 – 70 µm pinnoitetta halkaisijasta per isku. Polymeeritelan viimeistelyssä eli pinnanajossa superfinish-laitteella käytetään timanttinauhoja, joiden karheudet ovat 15 µm ja 30 µm.

8.2.2 Polyuretaanipintaiset imutelat

Yleensä kaikki imutelat bombeerataan ja tästä syystä myös hiomalaikka täytyy bombeerata ennen hionnan aloittamista, että bombeeruksen tekeminen olisi ylipäättään mahdollista. Laikkaan ajetaan noin 30 – 35 µm bombeeraus. Laikan leveys on 75 mm

ja rouhinnan alussa laikka timantoidaan karheaksi ja vastaavasti viimeistely vaiheessa timantoinnilla laikkaa tehdään sileämmäksi.

Rouhinnan aloitusvaiheessa Z-liikkeen arvoa voidaan pitää tässäkin tapauksessa yhtä suurena kuin hiomalaikan leveys (75 mm) ja loppua kohti arvoa pienennetään 30 mm:iin ja vielä tarpeen mukaan 15 mm:iin. Suurella syötöllä telan reikien ympärille tahtoo jäädä jäystettä, joka yleensä saadaan pois kun syöttöä pienennetään 15 – 30 mm:iin. Imutelojen kierrosnopeus on noin 8 -10 r/min ja hiomalaikan nopeus noin 550 r/min. Hiontakuorma vaihtelee 5 – 6 ampeerin välillä ja aineen poisto kuormasta riippuen on noin 30 – 80 µm halkaisijasta per isku.

8.2.3 Kokillivaletut terästelat

Rouhinnassa käytetään 75 mm levyistä hiomakiveä ja kiven karheudet ovat yleensä 60, 80 ja 100. Telan nopeus asetetaan 7 -10 kierrokseen minuutissa ja hiomakiven nopeus on 450 – 650 kierrosta minuutissa. Kokillitelojen hionnan voi tehdä niin, että Z-liikkeen arvo eli nousu pysyy koko hionnan ajan yhtä suurena kuin hiomakiven leveys (75 mm). Kuormaa vaihdellaan rouhinnassa 10 – 25 ampeerin välillä ja viimeistelyssä käytetään 2 – 3 ampeerin kuormaa. Kivihionnalla voidaan joskus päästä riittäväan pinnan laatuun eikä telaa tarvitse viimeistellä superfinish-laitteella. Jokainen tela on oma yksilönsä ja joskus taas viimeistelyä tarvitaan.

8.2.4 Kumipintaiset telat

Kumipintaiset telat hiotaan Herkules-hiomakoneella märkänä nauhahiontana ja hiomanesteenä käytetään vettä. Kumi menettää hionnassa helposti ominaisuuksiaan ja siksi hiomanesteen käyttö on välttämätöntä, ettei kumi esimerkiksi kuumene liikaa hionnan aikana. Kumipintaisten telojen hionnassa nauhan karheudet ovat 60, 80, 120, 150, 180 ja 240. Hiontakuorma pidetään pienenä juuri kumin ominaisuuksien muokautumisen takia. Kuorma on yleensä 2 – 4 ampeeria ja Z-liike vaihtelee 50 – 20 mm:n välillä. Aloitetaan suuremmalla nousulla ja pienennetään loppua kohti. Kumipintaisilla teloilla telan kierrokset hionnassa ovat noin 10 kierrosta minuutissa ja kontaktipyörän nopeus 550 – 600 kierrosta minuutissa.

8.2.5 Keraamipintaiset keskitelat

Keskiteloille suoritetaan harvoin varsinaista timanttilaikkahiontaa, koska telan pinnoite paksuus on erittäin pieni. Keskitelat voidaan tarpeen vaatiessa hioa kertaalleen timanttilaikalla kuten muutkin telat, mutta huomattavasti yleisempää on pinnan hoito- ja muotohionta superfinish-laitteella. Laikkahionnassa pinnoitetta joudutaan aina poistamaan suhteellisen paljon ja tästä syystä pinnoite voi helposti kulua puhki. Muista teloista poiketen keskitelat silenevät käytössä ja superfinish-hionnalla telaa pyritään hieman karhentamaan. Timanttinauhan karheus superfinish-laitteessa on yleensä 60 μm . /16./

9 TULOKSET

Seuraavissa kappaleissa esitetään työssä suoritettut toimenpiteet ja tulokset hiontakoh-
taisesti.

9.1 Kuitutelat

Kuitutelojen osalta työn pääasiallinen tavoite saavutettiin, mikä tässä tapauksessa oli hiontatapahtuman ohjeistus. Telojen profiiliongelmia ja hionnan aiheuttamia mitta-
muutoksia telojen päädyissä ei ehditty tämän työn puitteissa käsittelemään. Työn kulu-
essa kävi ilmi asioita, jotka olisi hyvä suorittaa ennen kuin tuotantohenkilöstö voi
aloittaa varsinaisen kuitutelojen hionnan. Esimerkiksi henkilöstölle pitäisi pitää koulu-
tusta hionnasta ja koulutuksen jälkeen testata kirjallisella kokeella opittuja asioita.

9.2 On-site hionta

Optimaalisia hionta-arvoja ei voida määrittää yhden koeajon perusteella vaan ne syn-
tyvät useampien käyttökertojen ja kokemusten myötä. Tästä syystä on-site hionnalle ei
määritetty varsinaisia hionta-arvoja tässä työssä. Useampien käyttökertojen myötä
tiedetään paremmin miten itse laitteisto käyttäytyy eri tilanteissa ja miten hiottavat
telat ja pinnoitteet käyttäytyvät on-site hionnassa. Menetelmän taloudellista ja tuotan-
nollista hyötyä on myös liian varhaista ryhtyä arviomaan, mutta ensimmäiset testitu-
lostukset ovat olleet hyvin lupaavia ja laitteisto todennäköisesti maksaa itsensä takaisin
nopeasti.

9.3 Nippitelat

Nippitelojen hionta on huomattavasti monimutkaisempaa ja haasteellisempaa kuin
kuitutelojen hionta. Tästä syystä nippitelojen osalta ei laadittu samanlaista hiontaoh-
jeistusta kuin kuitutelojen osalta. Nippitelojen hionnasta tällaisten ohjeiden laatiminen
olisi lähes mahdotonta, koska jokainen tela on hieman erilainen ja jopa sama tela voi
käyttäytyä hionnassa erilaisilla eri hiontakerroilla. Työssä määriteltiin ainoastaan karke-
at tekniset raja-arvot erilaisille nippiteloille ja telapinnoitteille.

Edellä mainitusta syystä myös hiontatyömäärien teko osoittautui kannattamattomaksi. Sen sijaan nippiteloista taulukoitiin muun muassa telatietoja ja hionnan muotoarvoja (bombeerukset, viisteet ym.). Nämä taulukot on tulevaisuudessa helppo siirtää myös tehtaan toimintajärjestelmään. Tällä hetkellä siirtäminen on turhaa, koska parhaillaan Jokilaakson tehtaat ovat siirtymässä uuteen materiaalinhallintajärjestelmään. Silloin kun uusi järjestelmä on saatu kokonaisuudessaan käyttöön, voidaan myös nämä hiontataulukot lisätä sähköiseen muotoon työntekijöiden käytettäväksi.

10 POHDINTA

Kuitutelojen osalta tuotantohenkilöstölle olisi hyvä pitää kirjallinen testi, joka pitäisi läpäistä ennen kuin henkilö pääsisi aloittamaan kuitutelojen hionnan. Testissä käsiteltäisiin hionnan erivaiheiden ongelmakohtia ja ongelmien ratkaisua. Kameravalvonnan tarpeellisuutta telahiomoon tulisi myös miettiä, koska kameran avulla hiontatapahtumaa voitaisiin valvoa etävalvontana ja näin ollen työntekijän ei tarvitsisi päivystää telahiomossa koko hiontatapahtumaa. Näyttöpäätteet voitaisiin asettaa esimerkiksi superkalanterin valvomoon johon tulisi vetää myös hiomakoneen hätä seis –nappi, että ongelmatilanteissa (esimerkiksi nauhan katketessa) hiomakone voitaisiin pysäyttää. Kameravalvonnan lisäksi yksi harkinnan arvoinen asia mielestäni voisi olla ohjelmistopäivityksen asentaminen Safop-nauhahiomakoneeseen. Ohjelmistopäivityksen avulla hiomakoneeseen saataisiin muistia johon voisi tallentaa telojen hiontaohjelmia. Tämä yksinkertaistaisi ja helpottaisi varsinaista hiontatapahtumaa, kun hionta-arvot olisivat valmiina koneen muistissa. Ohjelmistopäivityksen avulla telahiontaa voitaisiin automatisoida ja työntekijöiden ei tarvitsisi käydä hiomakoneella asettamassa hiontaohjelmia niin usein kuin nykyään.

Lopulta tuotantohenkilöstö voisi itse hoitaa koko hiontaprosessin eli telojen siirrot, mittaukset, hionnan, nauhanvaihdot ja nauhatilaukset. Prosessin sujuessa moitteettomasti varsinaisia telahiojia vapautuisi muihin tehtäviin ja toimintaa pystyttäisiin tehostamaan.

On-site hionta tulee todennäköisesti yleistymään tulevaisuudessa huomattavasti nykyisestä, koska laitteiston käytölle ei ole muita rajoituksia kuin koko. On-site hiontaa voidaan käyttää kaikissa hoitohionnoissa mihin vain itse laitteisto voidaan kokonsa puolesta asentaa. On-site hionnan rajoittavia tekijöitä tulee todennäköisesti olemaan mittausjärjestelmän puute ja laitteiston ohjausjärjestelmän yksinkertaisuus.

On-site hionta voitaisiin tulevaisuudessa käyttökertojen lisääntymisen myötä suorittaa tuotantohenkilöstön voimin ja näin ollen kunnossapito henkilöstöä vapautuisi muihin kunnossapidollisiin tehtäviin. Tämä saavutettaisiin siinä vaiheessa kun laitteiston käytöstä on tullut ensin rutiinia osalle kunnossapitohenkilöstöä ja sen jälkeen he voisivat siirtää tietotaitonsa tuotantohenkilöstölle.

Nippitelojen osalta työssä ei saavutettu aloituspalaverissa suunniteltuja asioita joten tätä työn kohtaa muutettiin työn edetessä. Lopputuloksissa suurimmaksi osaksi muodostui telakohtainen tekninen tieto ja hionta-arvot. Hionta-arvoja ei ole ennen kirjattu ylös vaan ne ovat kulkeutuneet hiojalta toiselle suullisesti. Näiden karkeiden raja-arvojen avulla hiojat saavat työnsä raamit joiden sisällä on pysyttävä, että lopputuloksista saataisiin mahdollisimman hyviä. Tulevaisuudessa hionta-arvot ja hiontataulukot tulevat todennäköisesti löytymään tehtaiden sähköisistä järjestelmistä, mikä tulee helpottamaan ja nopeuttamaan työntekoa.

LÄHTEET

- 1 UPM-Kymmene Oyj Kaipola. Telatilastot 2008 – 2009.
- 2 UPM-Kymmene Oyj. Jokilaakson tehtaiden esittely 2009. Power Point-dokumentti. UPM-Kymmene intranet. Ei päivitystietoja. Luettu 9.2.2010.
- 3 Helminen, Ville. Kunnossapitoinsinööri UPM-Kymmene Oyj Jämsänkoski. Haastattelu helmikuu 2010.
- 4 UPM-Kymmene Oyj. Toimintajärjestelmä: mekaaninen kunnossapito. Tekninen asiakirja. UPM-Kymmene intranet. Päivitetty 29.3.2007. Luettu 16.2.2010.
- 5 Kaukonen, Aimo DI. Telojen hionta – tekniset vaatimukset. Tekninen asiakirja. Telojen kunnossapito kansio.
- 6 Ilves, Leena. Superkalanterin polymeeritelojen vaikutus LWC-paperin laatuun. Opinnäytetyö. Tampere 2009.
- 7 VTT Tuotteet ja tuotanto 2005. KnowPap versio 7.0. Paperitekniiikan ja automaation oppimisympäristö.
- 8 JOKUMA. Jokilaakson tehtaiden kunnossapito- ja materiaali järjestelmä.
- 9 UPM-Kymmene Oyj Kaipola. Toleranssit. Asiakirja.
- 10 Martikainen, Ilkka. Superkalantereiden tuotantotehokkuuden parantaminen. Diplomityö. Espoo 2000.
- 11 Piittala, Pasi. Superkalanterin kuitutelojen koneistuksen kehittäminen. Diplomityö. Oulu 2002.

- 12 Rantanen, Harri. Mekaanisen kunnossapidon telahioja UPM-Kymmene Oyj Kaipola. Haastattelu helmikuu 2010.
- 13 Rämänen, Risto. Kehityspäällikkö UPM-Kymmene Oyj Jokilaakson tehtaat. Haastattelut helmikuu ja maaliskuu 2010.
- 14 Virkki, Pentti. Työsuunnittelija UPM-Kymmene Oyj Jämsänkoski. Haastattelu helmikuu 2010.
- 15 Viitanen, Sampo. Toimitusjohtaja Wintech OY. Sähköpostikeskustelu maaliskuu 2010.
- 16 Vestu, Jouko. Mekaanisen kunnossapidon telahioja UPM-Kymmene Oyj Kaipola. Haastattelu maaliskuu 2010.
- 17 Lapinleimu, Ilkka PROF. Toleranssit, sovitteet ja pinnan karheus. Tekniikan käsikirja 8. K.J Gummerus OY. 1975.

SANASTO

µm	0,001 mm
Ø	Halkaisija
Bombeeraus	Telan tynnyrimäisyys
Elementti	Toleroitava ja mitattava pinta tai viiva
HP	Hoitopää
Isku	Telan ajo päästä päähän
JAM	Jämsänkoski
KAI	Kaipola
KP	Käyttöpää
LWC-paperi	Päällystetty aikakausilehtipaperi
Nimelliselementti	Teoreettisesti oikea elementti
Nippi	Vastakkain olevista teloista käytetty termi
On-site hionta	Hiontamenetelmä, jolla voidaan hioa tela sen ollessa kiinni paperikoneessa
Oskillointi	Tässä tapauksessa hiomanauhan edestakainen liike
PK	Paperikone
Positio	Laitepaikka
r/min	Kierrosta minuutissa
Ra	Pinnankarheus mitta
Softkalanteri	Paperiradan muokkauslaite
Sotu	Telan tunniste numero
Superkalanteri	Aikakausilehtipaperin kiillotuslaite
Timantointi	Hiomalaikan teroitus / silottaminen timantin avulla

LIITE 1 (1).**Hiontataulukot**

KAI PK4, Puristimen imutela	
Positio / sotu	2462202 / T8665, T8666
Pinnoite	Polyuretaani
Vaipan pituus (mm)	7 700
1. Viiste	185 mm x 1,331°
2. Viiste	35 mm x 0,327°
Kokonaisbombeeraus pituudelle 7 200 (mm)	0,77
Bombeeraus mittapituudelle 7 150 (mm)	0,74
1. Bombeeraus (mm)	0,63
2. Bombeeraus (mm)	0,642
1. Bombeerauskulma	70°
2. Bombeerauskulma	70°
1. Bombeerauspituus (mm)	7 150
2. Bombeerauspituus (mm)	2 628,10
3. Bombeerauspituus (mm)	1 650
Uritus	
Syvyys (mm)	2,00
Leveys (mm)	0,70
Kannas (mm)	2,50

KAI PK4, Keskitela	
Positio / sotu	2462241 / T3, T4
Pinnoite	Keraami
Vaipan pituus (mm)	7 500
Vaipan Ø (mm)	1 369
1. Bombeeraus (mm)	0,98
1. Bombeerauskulma	70°

LIITE 1 (2).

KAI PK4, SYM-CD	
Positio / sotu	2464402 / T8631, T8632, T8636, T8637
Pinnoite	Polymeeri
Vaipan pituus (mm)	7 820
Vaipan Ø (mm)	870
1. Viiste	160 mm x 2° tela T8636 30 mm x 2°

KAI PK4, 1.pr. SYM-tela	
Positio / sotu	2462211 / TT48, TT50
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan pituus (mm)	7 800
Vaipan Ø (mm)	760
1. Viiste	50 mm x 3°

KAI PK4, 3.pr. SYM-ZS-tela	
Positio / sotu	2462231 / T8628, T8629
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan pituus (mm)	8 100
Vaipan Ø (mm)	735
1. Viiste	50 mm x 3°

LIITE 1 (3).

KAI PK6, Puristimen imutela	
Positio / sotu	3662152 / T6244, T6238
Pinnoite	Polyuretaani
Vaipan pituus (mm)	9 200
Vaipan Ø (mm)	1 636
1. Viiste	170 mm x 1,62°
2. Viiste	35 mm x 0,33°
Kokonaisbombeeraus pituudelle 8 730 (mm)	1,0
Bombeeraus mittapituudelle 8 680 (mm)	0,96
1. Bombeeraus (mm)	0,790
2. Bombeeraus (mm)	0,721
1. Bombeerauskulma	70°
2. Bombeerauskulma	70°
1. Bombeerauspituus (mm)	8 680
2. Bombeerauspituus (mm)	2 467
3. Bombeerauspituus (mm)	1 550
Uritus	
Syvyys (mm)	2,00
Leveys (mm)	0,60
Kannas (mm)	2,50

KAI PK6, Keskitela	
Positio / sotu	3662151 / T8063, T8065, T8689
Pinnoite	Keraami
Vaipan pituus (mm)	9 150
Vaipan Ø (mm)	1 570
1. Bombeeraus (mm)	1,2
1. Bombeerauskulma	70°

LIITE 1 (4).

KAI PK6, 1. SYM-tela	
Positio / sotu	3662154 / T6237, T6241
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan pituus (mm)	9 450
Vaipan Ø (mm)	975
1. Viiste	50 mm x 3°

KAI PK6, 3. SYM-ZS-tela	
Positio / sotu	3662155 / T8574, T8066
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan pituus (mm)	3 450
Vaipan Ø (mm)	945
1. Viiste	50 mm x 3°

KAI PK6, välikalanterin SYM-tela	
Positio / sotu	3664290 / T193, T194
Pinnoite	Kokillivalettu teräs
Vaipan pituus (mm)	10 040
Vaipan Ø (mm)	865

KAI PK6, Superkalanterin polymeerite- la	
Positio / sotu	
Pinnoite	Polymeeri
Vaipan pituus (mm)	8 620
Vaipan suora osuus (mm)	8 290
1. Viiste	50 mm x 0,2°
2. Viiste	115 mm x 2°

LIITE 1 (5).

KAI PK7, Puristimen imutela	
Positio / sotu	1162152 / T8057, T8058, T8059, T8060, T8549
Pinnoite	Polyuretaani
Vaipan pituus (mm)	9 200
Vaipan Ø (mm)	1 370
1. Viiste	170 mm x 5 mm
2. Viiste	
1. Bombeeraus (mm)	1,115
2. Bombeeraus (mm)	0,358
1. Bombeerauskulma	70°
2. Bombeerauskulma	110°
1. Bombeerauspituus (mm)	8 800
2. Bombeerauspituus (mm)	771
3. Bombeerauspituus (mm)	500
Uritus	
Syvyys (mm)	2,00
Leveys (mm)	0,70
Kannas (mm)	2,50

KAI PK7, Keskitela / 4.pr. ylätela	
Positio / sotu	1162153, 1162158 / T8065, T8540, T6075, T8689
Pinnoite	Keraami
Vaipan pituus (mm)	9 150
Vaipan Ø (mm)	1 570
1. Bombeeraus (mm)	1,2
1. Bombeerauskulma	70°

LIITE 1 (6).

KAI PK7, SYM-ZS-tela	
Positio / sotu	1162155, 1162156 / T8067, T8068, T8534
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan pituus (mm)	9 450
Vaipan Ø (mm)	945
1. Viiste	50 mm x 3°

KAI PK7, Konekalanterin SYM-tela	
Positio / sotu	1164271, 1166301 / T8251, T8252, T8253
Pinnoite	Kokillivalettu teräs
Vaipan pituus (mm)	9 010
Vaipan Ø (mm)	915
1. Viiste	50 mm x 0,2°

KAI PK7, Konekalanterin ylä-SYM-tela	
Positio / sotu	1166302 / T8254, T8255
Pinnoite	Kokillivalettu teräs
Vaipan pituus (mm)	9 010
Vaipan Ø (mm)	820
1. Bombeeraus (mm)	-0,5
1. Bombeerauskulma	70°
1. Bombeerauspituus (mm)	8 550
1. Viiste	50 mm x 0,2 mm halkaisijalle

KAI PK7, 1. SYM-tela	
Positio / sotu	1162154 / T8061, T8062
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan pituus (mm)	9 450
Vaipan Ø (mm)	970
1. Viiste	50 mm x 3°

LIITE 1 (7).

JAM PK3, Puristimen imutela	
Positio / sotu	JAM 233232 /
Pinnoite	Polyuretaani
Vaipan pituus (mm)	4 850
1. Viiste	130 mm x 3,5 mm
2. Viiste	35 mm x 0,2 mm
Kokonaisbombeeraus pituudelle 4 460 mm (mm)	0,80
Bombeeraus mittapituudelle 4 410 (mm)	0,76
1. Bombeeraus (mm)	0,610
2. Bombeeraus (mm)	0,690
1. Bombeerauskulma	70°
2. Bombeerauskulma	70°
1. Bombeerauspituus (mm)	4 410
2. Bombeerauspituus (mm)	1 719,2
3. Bombeerauspituus (mm)	1 200

JAM PK3, Keskitela, (SYM ZLC)	
	(huom. tela ajetaan suoraksi)
Positio / sotu	JAM 233235 / 100245
Pinnoite	Keraami
Vaipan pituus (mm)	5 100
Vaipan Ø (mm)	1 100
1. Bombeeraus (mm)	-
1. Bombeerauskulma	-
1. Bombeerauspituus (mm)	-

JAM PK3, puristimen SYM-tela	
Positio / sotu	JAM 233233 / 100229
Pinnoite	Kumi
Vaipan pituus (mm)	4 850
1. Viiste	160 mm x 0,73°

LIITE 1 (8).

JAM PK3, softkalanterin ylä-SYM-tela	
Positio / sotu	JAM 236210 / 225295
Pinnoite	Polymeeri
Vaipan pituus (mm)	4 880
1. Viiste	45 mm x 0,5°
2. Viiste	75 mm x 1,5°

JAM PK4, Keskitela, (SYM ZLC)	(huom. tela ajetaan suoraksi)
Positio / sotu	JAM 243201 / 228523
Pinnoite	Keraami
Vaipan pituus (mm)	6 150
Vaipan Ø (mm)	1 200
1. Bombeeraus (mm)	-
1. Bombeerauskulma	-
1. Bombeerauspituus (mm)	-

JAM PK4, softkalanterin ala-SYM-tela	
Positio / sotu	JAM 2462323 / 227692
Pinnoite	Polymeeri
Vaipan pituus (mm)	6 010
Pinnoitteen pituus (mm)	5 670
Suoraosuus (mm)	5 370
1. Viiste	20 mm x 0,2°
2. Viiste	80 mm x 2°
Kevennykset	50 mm päihin

LIITE 1 (9).

JAM PK4, 3.pr.-SYM-tela	
Positio / sotu	JAM 243207 / 477880
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan pituus (mm)	6 250
Suoraosuus (mm)	5 770
1. Viiste	50 mm x 3°
2. Viiste	190 mm x 0,15°

JAM PK5, Puristimen imutela	
Positio / sotu	JAM 253209 / 200908, 201640
Pinnoite	Polyuretaani
Vaipan pituus (mm)	9 200
Vaipan Ø (mm)	1 360
1. Viiste	135 mm x 1,82°
2. Viiste	35 mm x 0,33°
Kokonaisbombeeraus	1,250
1. Bombeeraus (mm)	1,110
2. Bombeeraus (mm)	0,955
1. Bombeerauskulma	70°
2. Bombeerauskulma	70°
1. Bombeerauspituus (mm)	8 750
2. Bombeerauspituus (mm)	2 899
3. Bombeerauspituus (mm)	1 500

JAM PK5, Keskitela	
Positio / sotu	253225 / 206200, 208777
Pinnoite	Keraami
Vaipan pituus (mm)	9 150
Vaipan Ø (mm)	1 600
1. Bombeeraus (mm)	1,3
1. Bombeerauskulma	70°
Bombeerauspituus (mm)	8 820

LIITE 1 (10).

JAM PK6, Puristimen imutela	
Positio / sotu	JAM 263207 / 400164, 400163, 221698
Pinnoite	Polyuretaani
Vaipan pituus (mm)	10 200
Vaipan Ø (mm)	1 646
1. Viiste	170 mm x 1,95°
2. Viiste	35 mm x 0,33°
Kokonaisbombeeraus pituudelle 9 730 (mm)	1,50
Bombeeraus mittapituudelle 9 680 (mm)	1,45
1. Bombeeraus (mm)	1,19
2. Bombeeraus (mm)	1,110
1. Bombeerauskulma	70°
2. Bombeerauskulma	70°
1. Bombeerauspituus (mm)	9 680
2. Bombeerauspituus (mm)	2835,2
3. Bombeerauspituus (mm)	1 700

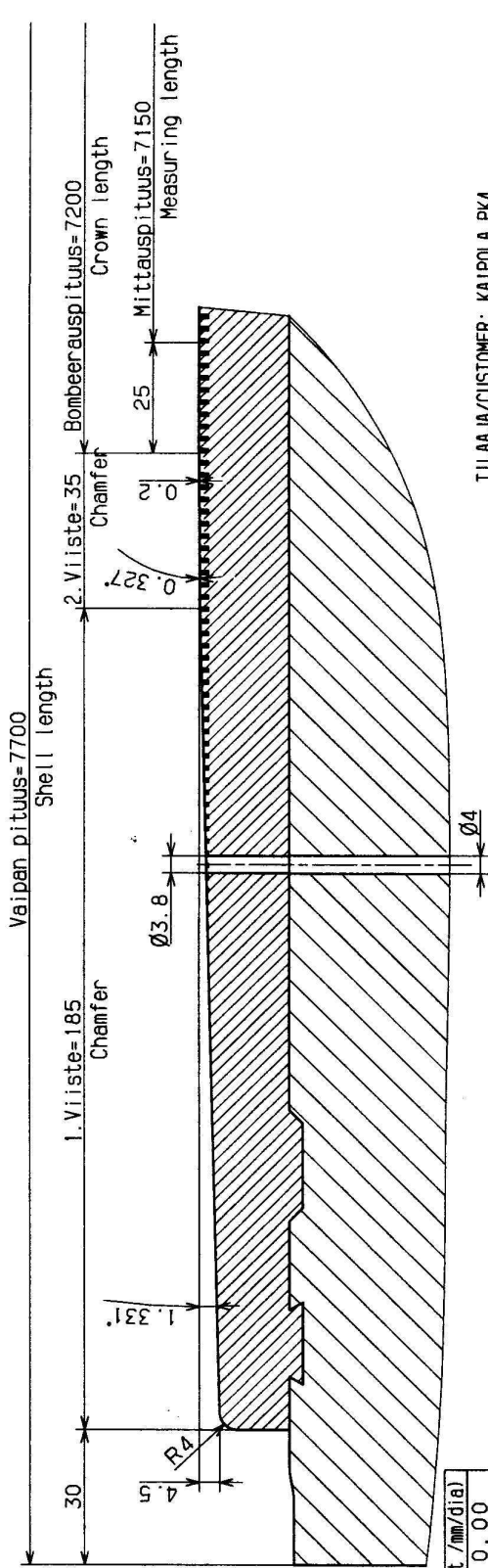
JAM PK6, Keskitela, (SYM ZLC)	(huom. tela ajetaan suoraksi)
Positio / sotu	263216 / 931092, 931093
Pinnoite	Keraami
Vaipan Ø (mm)	1 700
1. Bombeeraus (mm)	-
1. Bombeerauskulma	-
1. Bombeerauspituus (mm)	-

LIITE 1 (11).

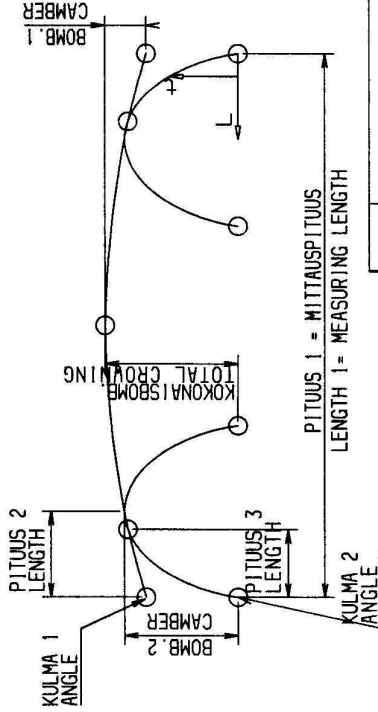
JAM PK6, SYM-ZS-tela	
Positio / sotu	JAM 263201 / 400002, 400003, 400004, 208639
Pinnoite	G-nauha/volframikarbidi
Vaipan Ø (mm)	1 005
1. Viiste	50 mm x 3°
2. Viiste	165 mm x 0,17°

Viiisteet ohjeelliset perustuen Metso Paper -standardin
 Chamfers are directive and based on Metso Paper standard

PÄIHIN TEHDÄÄN LISÄKSI KUVAAN MUKAISET VIIISTEET
 CHAMFERS ALSO AT THE ENDS AS ILLUSTRATED IN FIGURE



L (mm)	t /mm/dia)
0	0.00
50	0.02
100	0.04
150	0.05
200	0.08
250	0.10
300	0.12
350	0.14
400	0.16
450	0.18
500	0.20
550	0.22
600	0.24
650	0.26
700	0.28
750	0.29
800	0.31
850	0.33
900	0.34
950	0.36
1000	0.38



TILAJA/CUSTOMER: KAIKOLA PK4
 TELA/ROLL: PURISTIMEN IMUTELA/PRESS SUCTION ROLL
 NIPPIPAINEET/NIP LOADS: 105/120/130 KN/m
 KOKONAISBOMBEEAUS PITUUDELLE 7200=0,77 mm/
 TOTAL CROWNING TO LENGTH 7200=0,77 mm
 BOMBEEAUS MITTAUSPITUUDELLE=0,74 mm
 CROWN TO MEASURING LENGTH=0,74 mm
 KULMA/ANGLE 1= 70°
 KULMA/ANGLE 2= 70°
 PITUUS/LENGTH 1= 7150 mm
 PITUUS/LENGTH 2= 2628,1 mm
 PITUUS/LENGTH 3= 1650 mm
 BOMBEEAUS/CAMBER 1= 0,63
 BOMBEEAUS/CAMBER 2= 0,642

GENERAL TOLERANCES: DIMENSIONS WITHOUT INDIVIDUAL TOLERANCE INDICATIONS: (SF5-EN 22768-2) TOLERANCE INDICATIONS: (SF5-EN 22768-2) SURF FINISH: (SF5-EN 130 13500) WELDING: (SF5-EN 130 13500) CASTING: (SF5-EN 130 13500) FLAME CUTTING: (SF5-EN 130 13500)	DESCRIPTION	DIMENSIONS	MATERIAL	REF ID	NOTES
PART		KAIKOLA PK4		DESIGNER	H. Huovinen (EM)
PROJECT		IMUTELAT/SUCTION ROLLS		DATE	06-03-10
PRODUCT		BOMBEEAUSTIEDOT		DATE	06-03-15
COMPOUND CROWN		REF: RAU3813576		APPRO	T. Nuuti (IMB&I)
FILE		A3		DRAWING ID	RAU3813642.00
DRAWING NO		221497		SCALE	1
CHECKED		CATIA		SHEET	1

VAIPAN PIIRUSTUSNUMERO/SHELL DWG NO RAU1806151
 AIIHION NO/SHELL BLANK ID NO A-1192.A-1193

THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY TO METSO PAPER AND IS NOT TO BE REPRODUCED, DISCLOSED TO A THIRD PARTY, MODIFIED OR USED WITHOUT A PRIOR PERMISSION OF METSO PAPER OR ITS DULY AUTHORIZED REPRESENTATIVE. ALL RIGHTS RESERVED.

LIITE 3**Toleranssit**

Säteisheitto ei saa olla suurempi kuin ilmoitettu toleranssi missään toleroidulla pinnalla kappaleen pyörähtäessä useita kierroksia keskiviivan ympäri ja mittauslaitteen liikkussa aksiaalisesti kappaleen suhteen. Liikkeen on seurattava teoreettisesti oikeaa pinnanmuotoa ja oltava oikean suuntainen perusakselin suhteen. /17, s.115./

Muototoleranssi on alue, jolla elementti saa olla. Kun toleranssin t halkaisijainen pallo (tasoviivojen tapauksessa ympyrä) vierii siten, että keskipiste on nimelliselementillä, pallo sivuaa kahta verhopintaa, jotka ovat toleranssialueen rajat. /17, s.115./

Ympyrämäisyyden ja lieriömäisyyden toleranssialue on kahden ympyrän tai lieriön väli eli toleranssi on säteiden erotus. /17, s.116./

Pinnankarheuden suurena käytetään yleisesti profiilin keskipoikkeamaa R_a , joka ei kuitenkaan kuvaa hyvin pinnan toimintaominaisuuksia esim. liukuvassa kosketuksessa. R_a ilmoittaa, kuinka paljon profiilikäyrä keskimäärin poikkeaa keskiviivasta. Pinnan profiilisyvyys R_z on mittausjakson pituudella olevan mitatun profiilin viiden korkeimman huipun keskiarvon ja viiden syvimmän laakson keskiarvon etäisyys toisistaan kun perusviivana on jokin keskiviivan suuntainen suora. /17, s.122-123./

LIITE 4**Kaipolan telahiomon hiomalaikkatyypit**

Hiottava materiaali	Hiomalaikkatyypit
Pinnoittamattomat kokillitelat	NAXOS15 C 80 H 10 B, PACER C100/11 PM2
Pinnoittamattomat G-nauhatelat	Rappold 3 C 60 G10 V201
Kumi-, kovakumi-, polyuretaani- ja kuitutalapinnat	EKD/KU – 36H – 34 KE 197 – 97
Keraami- ja polymeeripinnat	D181 C60 B702 3M 663X 30MIC

Kaipolan telahiomon hiomanauhatyypit

- **Safop Leonard 40R (150 x 3315)**
 - STARCKE 141 XP 24
 - STARCKE 141 XP 40
 - STARCKE 942 XP 120
 - STARCKE 942 XP 150
- **Herkules P100 WSB 450 (100 x 3500)**
 - STARCKE 051 XP 60
 - STARCKE 141 XP 80
 - STARCKE 141 XP 120
 - STARCKE 981 X 150
 - STARCKE 641 X 180
 - STARCKE 981 X 240
 - STARCKE 981 X 320
 - STARCKE 981 X 400

RollControl - suorituskykyä telahiomakoneisiin

RollControl on integroitu telanmittaus- ja -hionnanohjausjärjestelmä, joka on asennettavissa kaikkiin telahiomakoneisiin. CNC-ohjauksen ansiosta hiomakiven liikettä ohjataan tarkasti ja kompensoidaan hiomakoneesta ja työkappaleesta aiheutuvat virhelähteet. RollControl-järjestelmän ansiosta manuaaliset telahiomakoneet

voidaan päivittää viimeisimmälle CNC-telahiomakoneiden tasolle. RollControl lisää hionnan laatua ja tuloksellisuutta. Sen avulla saadaan merkittäviä kustannussäästöjä hionnattavien organisoimissa ja kunnossapidossa hiomakoneen vähentyneen mekaanisen huoltotarpeen vuoksi.

ROLLCONTROL-JÄRJESTELMÄ

RollControl on telahiontaa varten suunniteltu ohjausjärjestelmä, jonka graafinen käyttöliittymä on helppokäyttöinen.

RollControl ohjaa tai mittaa seuraavia liikkeitä ja aksleita:

- X = telan halkaisija/hiomakiven asema telan pintaa kohti
- Z = kelkan telansuuntainen pituusliike
- C = telan pyörittysasema (kulma)
- P = hiomakiven hetkellinen leikkunehto
- U = hiomakiven syöttö (X:n suuntainen hiomasuorittin liike)

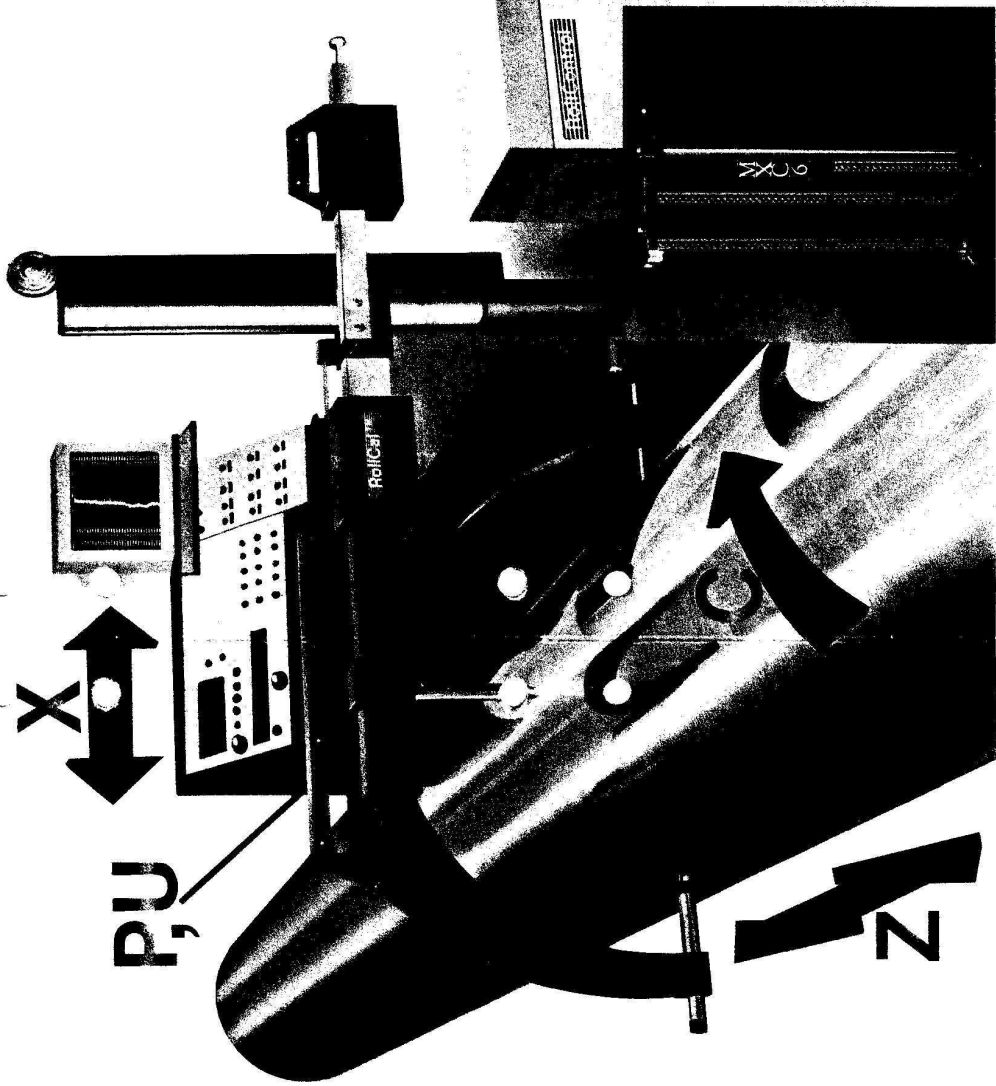
RollCal mittaa telan muodon sekä laskee RollControl-ohjaukselle muoto- ja muoto- virhekäyrän.

ROLLCONTROL-OHJAUKSEN OMINAISUUDET

- Muotohionta, Tehohionta, Timantointi tai käsi- ajo, ajotapa on vaihdettavissa kesken hionnan.
- Runkovirheen korjauskäyrä voidaan syöttää ohjelmaan graafisella näytöllä.
- Telan sijainnista hiomakoneen johteisiin nähden aiheutuva telan kartiokkuus voidaan kompensoida RollControl-ohjauksella ilman telan siirtoa. X (µm)
- RollControl kompensoi hiomakiven hionta- prosessin aikana tapahtuvaa kulumista. U (µm/min).
- Timantointikäyrä on vapaasti ja helposti ohjelmoitavissa ja muokattavissa graafista näyttöä käyttäen.

MÄÄRITELTÄVÄT HIONTAISKUT

- Hiontaisikujen lukumäärä (kpl)
- Hiomakiven kääntöpisteet Z (mm)
- Kääntöpisteessä tehtävä kiven sisäänsyöttö (µm)
- Telaan hiottavat päätyviisteet ovat vapaasti ohjelmoitavissa Z (mm) X (µm)



INFORMAATIO MONITORINÄYTÖLLÄ

- Graafiset lasketut ja ajettut muoto- ja tehoprofiilit
- Kelkan ja hiomakiven asemat koneen ja telan suhteeseen pituus- ja poikkittaisuunmassa Z (mm) ja X (µm)
- Syöttönopeus eli hiomakelkan liikenopeus Z (mm/min)
- Telan pyörimisnopeus (l/min)
- Z-nousu (mm/telan kierros)

RollControl-ohjauksen laskema hiontaprofiili vähitään hiomakiven fyysisiksi liikkeeksi BH120-tarkkuuspaikoitusyksikön avulla, jonka lineaarinen, tasainen ja joustoitetaan vakioitu liikealue ohjaa hiomakiveä mikrometrin murto-osien tarkkuudella.

RollControl-ohjauksen pääkomponentti on MXC-6 moniakseliohjain, jonka tehokkuus perustuu INMOS-in 32-bittiseen Transputer-RISC-mikroprosessorin (Reduced Instruction Set Computer).