



PEHMOPAPERIKONEEN KOSTEUSPROFIILIN HALLINTA

Ville Saarinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio

SAARINEN, VILLE:

Pehmopaperikoneen kosteusprofiilin hallinta

Opinnäytetyö 80 sivua, joista liitteitä 19 sivua
Joulukuu 2015

Työn taustana toimivat pehmopaperikoneen ajettavuusongelmat, jotka johtuivat valmistuvan paperin poikkiradassa olleista suurista kosteusvaihteluista. Ilmiö oli havaittavissa poikkiradan kosteutta mittaavan laitteiston mittauspisteistään piirtämästä profiilikuvajasta. Työssä oli tarkoituksena selvittää, mistä ilmiö johtui sekä minkä vuoksi tilanne on sittemmin parantunut ja hävinnyt lähes kokonaan.

Työssä prosessi esitetään niiltä osiltaan, jotka vaikuttavat muodostuvaan kosteusprofiiliin. Työ suoritettiin prosessia ja tehtyjen säätöjen vaikutusta tarkkaillen. Lisäksi kerättiin vertailutietoa itse prosessin antamasta tiedosta. Tätä verrattiin ulkopuoliselta tahoilta saatuihin mittaustietoihin. Tietoa kerättiin myös haastatteluista, konepiirustuksista sekä hydraulikkakaavioista.

Tutkimuksessa havaittiin, että pääsyyt kosteusprofiilipoikkeamiin löytyvät puristinhuovalta sekä jenkisylinteristä. Jenkisylinterissä ongelmat syntyivät tukkeutuneiden lauhdeurien aiheuttaessa sylinterin pintaan kylmempiä kohtia. Tukkeumien aiheuttajat, grafiittitiivisteiden kappaleet ja jouset, ovat peräisin sylinterin höyry-yhteestä. Huovan aiheuttamat ongelmat johtuvat huopatyypin sisärakenteesta. Rakenne sitoo epäpuhtauksia huopaan ja niiden aiheuttamat tukkeumat vaikeuttavat vedenpoistoa puristuksessa. Tämän lisäksi huovan kunnostuksessa käytettävän korkeapainesuihkun nopeus oli ennen sen käytön uusintaa liian nopea. Tutkimuksessa havaittiin profiiliongelmien poistuneen huoparakenteen muututtua ohuemmaksi ja korkeapainekunnostussuihkun oskilloivan liikkeen hidastuttua. Vanhalla käytöllä olleen suihkun täytyi pestä miltei kahdeksan minuuttia, jotta se saavuttaisi saman pesutuloksen kuin uudella käytöllä varustettu suihku 15 sekunnissa.

Päätelminä todettiin ongelmien kadonneen edellä mainituista syistä ja todettiin, että toimenpiteet ovat auttaneet. Lisäksi todettiin hyväksi jatkaa nykyisellä tavalla. Parannuskeinona ehdotettiin tutkia mahdollisuutta muuttaa suihkun liike vakionopeudellisesta koneen nopeudesta riippuvaiseksi. Lisäksi ehdotettiin koulutuksen lisäämistä operaattoreille, jotta ymmärrystä höyryjärjestelmän toiminnasta ja jenkisylinterin toimintakunnossa pysymisestä voitaisiin lisätä.

Asiasanat: kosteusprofiili, puristinhuopa, jenkisylinteri

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Machine Automation

SAARINEN, VILLE:

The Control of the Moisture Profile on the Tissue Machine

Bachelor's thesis 80 pages, appendices 19 pages

December 2015

The background of this thesis is about the problems in runnability of a tissue machine. These were caused by great changes in cross-direction moisture of papers. The phenomenon could be detected from a profile diagram which was drawn by a measuring unit from its measuring points. The aim of this thesis is to determine the main reasons for the phenomenon and why it has almost disappeared.

In the thesis the papermaking process is presented on those parts which have effects on the moisture profile. The thesis was produced by observing the process and effects on making adjustments. The necessary data were gathered from the process feedback. This was compared with the data acquired from an external source. One part of the data was also collected from interviews and mechanical blueprints.

This research revealed that the main influencing factors of cross-direction moisture changes can be found from the machine's felt section and in the yankee-dryer. The problems in the yankee-dryer occurred when little bits of graphite and springs from the steam couplings gasket blocking the dryer's inner condensation grooves and the pipes of the condensation unit caused low temperature areas on the dryer's surface. The felt section's problems were caused by the felt's inner structure. The structure has a feature that binds impurities inside the felt which complicated de-watering in the pressing process. Furthermore, the cross-direction movement cycle of the high-pressure water spray was too quick before the renewal of its operating unit. The research revealed that as the felt structure changed into a thinner structure and the high-pressure spray's operating unit was renewed, the problems in the moisture profile disappeared. The water spray with the old unit had to wash almost eight minutes in order to reach the washing effect that the new one gained in 15 seconds.

In conclusion, it was clear that the problems vanished due the amendments and procedures mentioned above. It was considered a good idea to continue working the same way. For improvement it was suggested that the spray's movement should be changed from standard velocity to machine dependent. It was also suggested that operators' training on steam and condensation system would be improved in order to increase understanding of the system and decrease possibilities of major damages in the yankee-dryer.

Key words: moisture profile, pressing felt, yankee-dryer

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	YRITYS.....	8
2.1	Mäntän tehtaat.....	8
2.2	Metsä Tissue Oyj	12
3	PEHMOPAPERIKONE 1	14
3.1	Prosessin yleinen kuvaus	15
3.1.1	Konemassalinja	15
3.1.2	Lyhyt kierto	17
3.1.3	Viiraosa	19
3.1.4	0-vesijärjestelmä	21
3.1.5	Huopa- ja puristinosa	22
3.1.6	Kuivatusosa	24
3.1.7	Kreppaus	24
3.1.8	Jälkikuivatusosa	26
3.1.9	Mittaraami	27
3.1.10	Konerullaus	27
4	PAPERIN KOSTEUS	30
4.1	Vaikutukset valmistuskustannuksiin.....	30
4.2	Vaikutukset ajettavuuteen sekä jalostettavuuteen.....	31
4.3	Kosteusmittaus.....	31
4.4	Kosteusprofiili	33
5	KOSTEUSPROFIILIIN VAIKUTTAVAT PROSESSINOSAT	35
5.1	Perälaatikko	35
5.2	Märkäviirat.....	36
5.3	Viirakemikaali	36
5.4	Puristinhuopa ja kunnostus	37
5.5	Puristus ja puristintelat.....	37
5.6	Jenkkisyylinteri ja höyry-yhteet.....	38
5.7	Kouttaus ja kouttauskemikaalit.....	41
6	HAVAINTOJA	42
6.1	Perälaatikon vaikutus	43
6.2	Viirajen ja viirakemikaalin vaikutukset.....	44
6.3	Puristuksen ja puristintelojen vaikutukset	45
6.4	Huovan vaikutukset	47
6.5	Huovan kunnostuksen vaikutukset	49
6.6	Jenkkisyylinteristä aiheutuvat vaikutukset	54

6.7 Kouttauksen aiheuttamat ilmiöt.....	56
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	57
LÄHTEET.....	60

ERITYISSANASTO

BCTMP	bleached-chemi-thermomechanical pulp, valkaistu kemihierre
pinteli	paperikoneen perälaatikon huuliaukon hienosäätöön kuuluva, mittakellon ja säätöpyörän sisältävä laite
oskillointi	edestakaisin tapahtuva liike
bombeeraus	telojen mykeväinti, keino jolla telojen välinen nippi saadaan kiinni
nippi	alue, jossa telat ottavat toisiinsa kiinni
siistaus	musteen ja painovärin poistoprosessi
flokki	kasauma, saostuma
kationinen	positiivisen varaustilan omaava
NaOH	natriumhydroksidi

1 JOHDANTO

Tämän työn keskiössä on yhden paperinvalmistusprosessin keskeisimmän muuttujan kuvaaja ja siihen liittyvät ongelmat. Pää tarkoituksena on esitellä Metsä Tissue Oyj:n Mäntän tehtaalla olevan pehmopaperikone 1:n prosessia sekä sillä valmistettavan paperin poikkiradan kosteusprofiiliin vaikuttavat prosessinosat. Samalla on tarkoitus löytää ja kirjata ylös profiilipoikkeamiin vaikuttavat syyt. Työn taustalla vaikuttavat profiiliin liittyvät ongelmat, joiden kanssa jouduttiin tekemisiin vuosikymmenen alkupuolella. Ongelmat liittyivät valmistuvan paperiradan poikkirataprofiilissa ilmenneisiin, kapealaisiin piikkeihin, joiden kosteus oli huomattavasti muita alueita korkeampi. Ilmiö aiheutti pahimmillaan huomattavia tuotannollisia vaikeuksia. Tällä hetkellä ongelman katsotaan painuneen jo taka-alalle ja siksi on ollut tärkeää selvittää, mitkä asiat ovat vaikuttaneet kosteuspiikkien syntymiseen sekä lisäksi minkä vuoksi niistä ja niiden aiheuttamista ongelmista on päästy ainakin toistaiseksi eroon.

Työhön käytettyä tietoa kerättiin itse prosessia sekä siihen tehtyjä muutoksia tarkkailemalla. Osa havaituista asioista on vanhoja, jo vuosia aikaisemmin havaittuja prosessinilmiöitä. Tämä osa työstä oli lähinnä oman työkokemuksen mukanaan tuoman, hiljaisen tiedon ylöskirjaamista. Tähän osaan kuului myös ajonaikaisien tietojen keräämistä liittyen jonkin havaitun ilmiön todentamiseen tai vertailutiedoksi jälkeenpäin käytettäväksi. Toisena puolena oli tiedon kerääminen asioista, joista ei ollut ensikäden tietoa eikä sitä ollut helposti saatavilla. Tämä suoritettiin haastatteluilla valmistajien ja tavaran toimittajien edustajien kanssa. Heiltä sai lisäksi lisää taustamateriaalia haastattelun tueksi. Tähän osaan kuuluivat olennaisena osana myös teknisten piirustusten etsiminen ja tulkitseminen. Työn suurimpana haasteena oli tuon hiljaisen tiedon hyväksi käyttäminen, sillä tämän tason tieteellisessä tutkimuksessa on ensiarvoisen tärkeää, että se tukeutuu jollakin tavalla jo aikaisemmin todettuun. Siksi lähteiden löytäminen aiheutti omat haasteensa.

Pehmopaperikone 1 on ollut allekirjoittaneen pääasiallinen työpiste viimeiset kymmenen vuotta ja siksi työ suorittaminen oli erityisen mielenkiintoista. Lisäksi työn aikana tekemäni havainnot ovat antaneet uutta ymmärrystä prosessia kohtaan ja kenties auttavat myös jatkossa suorittamaan työtehtävät vielä entistä paremmin. Työ sisältää luottamuksellista materiaalia, joka on esitetty erillisessä liiteosassa.

2 YRITYS

2.1 Mäntän tehtaot

Paperin valmistus Mäntässä sai alkusysäyksensä Tamperelaisen apteekkari G.A. Serlachiuksen saavuttua Mäntänkosken partaalleen Pegasus – veneellään, mukanaan muutamia kirvesmiehiä. Tämä tapahtui 17. syyskuuta 1868. Retki ei ollut ensimmäinen vaan hän oli jo aiemmin 1860-luvulla käynyt ”maaston tiedustelussa” ja todennut seudun olevan otollinen paikka puuhiomon perustamiseen. Seudulla oli kaksi valttia; käytännössä ilmainen energia koskesta ja halpaa työvoimaa tehtaan tarpeisiin. Lisäksi seutu sijaitsi suurten metsäsalojen keskellä, jolloin myös raaka – aineen saanti oli turvattu. Taitavana liikemiehenä Serlachius onnistui houkuttelemaan osaavaa, pääosin ruotsikielistä, työnjohtoa hiomolleen ja sai tuotannon alulle. Serlachiuksen merkittävästä liikemiehen taidoista ja peräänantamattomista luoteenpiirteistä saa varsin hyvän kuvan siitä, että hän sai taidoillaan rakenteilla olleen Vaasan radan kiertämään tehtaansa lähi-alueelta, Vilppulasta, jonne Serlachius perusti myöhemmin toisen puuhiomon vuonna 1882. (Keskisarja 2010.)

Alkuvaikeuksien helpotettua ja vuosien kuluessa Mäntänkosken tehdasalue laajeni ja tuotanto nousi uusien tuotteiden ja puuhiokkeen noustua paperivalmistuksen pääraaka-aineeksi. Tuotannon nousua auttoi myös paperin kysynnän raju kasvu 1870-luvun taloudellisen nousukauden vanavedessä Keski-Euroopassa ja Venäjällä. Vähitellen rakennettiin oma paperitehdas ja hankittiin ensimmäiset paperikoneet 1880-luvun alkupuoliskolla. Tehtaan vakavan tulipalon jälkeen yritys oli jo varsin lähellä vararikkoa. Kuitenkin jälleen kerran persoonallisilla kyvyillään ja kontaktiensa avulla Serlachius onnistui kääntämään tuulen suunnan, ja saamaan yrityksensä uudelle kasvu-uralle. (Keskisarja 2010.)

Vanhan mesenaatin kuolema vuonna 1901 oli isku koko yhteisölle, vaikka patruuna olikin jo muuttanut paikkakunnalta pois. Työ jatkui kuitenkin uusien voimin ja tuotantoon otettiin uusia tuotteita mukaan lukien 1908 tuotantoon tullut uutuus, WC-paperi (Metsä Tissue. Yritys historia. Merkkipaalu). 1900-luvun alkupuoliskolla tuotevalikoima käsitti kirjoitus-, paino-, kääre- sekä tapettipaperia. Lyhytaikaisesti 1920-luvun vaihteessa ajettiin paperia myös sanomalehtiä varten. Varsinaisen pergamiinin valmistus

aloitettiin tehtaalla 1925. Suurimpana tuotepalettia kehittäneenä seikkana voidaan pitää oman sulfiittiselluloosatehtaan käynnistymistä juuri maailmansodan kynnyksellä vuonna 1914. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

Tehtaan tuotanto muuttui pitkin vuosikymmeniä ja tuotteet kehittyivät siinä mukana, kuten tietysti kuuluikin. Laakereilleen lepäilemään jäänyt usein tulee muiden syömäksi tai siltä katoaa markkinat. Muuntautumiskyvytön kuolee, se on ollut kylmä tosiasia ja tulee aina olemaan. Oli kuitenkin syitä miksi 1920-luvun alku ei taloudellisesti ollut kovinkaan ruusuinen yhtiön taloudelle. Suurimpana syynä oli maailmansodan ja omien sisäpoliittisten ongelmien vaikutus Suomen markan arvoon, joka aiheutti yhtiölle suuria tappioita. Säästöohjelmilla talous saatiin kuntoon ja yhtiö selvisi hienosti läpi ongelmiansa ja 1930-luvun alun laman. Talouden vahva nousu sai investoinnit käyntiin myös Mäntässä. 1930-luvun jälkipuolisko olikin rakentamisen ja laajentumisen aikaa. Uusia tiloja rakennettiin ja kenties tärkeimpänä oli valkaisimon rakentaminen sellutehtaan yhteyteen. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

Sotien aikana yhtiö keskittyi sotatarviketuotantoon monien muiden yritysten ohella. Sodan jälkeen palattiin pikkuhiljaa normaaliin tuotantoon ja talouden uuden nousun vanavedessä alkoi jälleen uusien investointien aika. Samalla vanhoja, huonosti kannattavia, yksiköitä suljettiin. Konekantaa uudistettiin ja samalla tuotantokin tehostui, vaikka henkilöstö määrää jouduttiin lisäämään. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

Kylmän sodan alkuvuodet olivat yhtiölle voittojen aikaa muun muassa selluloosan hyvän menekin ansiosta. Uuden maailmanpalon pelossa valtioiden varautuminen ja sitä kautta räjähdetuotanto oli korkealla aiheuttaen piikin sellun menekkiin. tilanne oli kuitenkin hetkellinen ja palautui normaalille tasolle melko nopealla syklillä. Tuotteina oli lisäksi kattohuopaa, raakapahvia, erilaisia papereita erilaisiin käyttökohteisiin sekä talouspapereita. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

Seuraavien vuosikymmenten aikana yhtiö investoi taas perin voimakkaasti. Hankittiin uusia koneita, muun muassa paperikone 7, jonka ansiosta yhtiöstä tuli Suomen suurin pergamiinin tuottaja. Merkittävin uudistus tapahtui kuitenkin vuonna 1961, jolloin käynnistyi Suomen ensimmäinen, moderni, kreppipaperikone 8. Sen tuotteena oli paperi, jonka jokainen tuntee nykyään pehmopaperin nimellä. Lisäksi rakennettiin täysin uusi jalostusosasto.

Tehdas tiloja laajennettiin lisää ja pian paperikone 8:n vieressä oli paperikone 9:n, joka tuotti samanlaista tuotetta kuin edellinen. Vuosikymmenen lopulta, paperikone 10 käynnistymisen jälkeen, yhtiön imago pehmopaperin tuottajana vain vahvistui. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

1970 - 80-luvut olivat yhtiössä uudelleen organisoinnin aikaa, joka merkitsi eri tulosityksiköiden eriyttämistä toisistaan sekä keskushallinnon eriyttämiseen Mäntän tehtaasta. Lisäksi erilaisia yhtiöhankkeita virisi eri yritysten kanssa, osin laihoihin tuloksiin. Oli kuitenkin onnistuneitakin hankkeita, muun muassa Metsäliiton ja Nokian kanssa toteutettu Metsä – Botnia hanke. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

1970-luvun tärkeimpiä innovaatioita oli ruuanlaittoon tarkoitettujen, rasvatiiviiden, papereiden tuotekehitys sekä paperin ja jalosteiden valmistuksen aloittaminen. Huolimatta vuosikymmen öljykriisin vaikutuksista yhtiön taloudelle, se panosti silti edelleen investointeihin ja rakensi 1974 uudenlaisen musteenpoistolaitoksen, joka oli vastaus esiin nousseelle ympäristöajattelulle ja vähensi oleellisesti ensikuidun käyttöä pehmopaperin valmistuksessa. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

1980-luvulla yhtiö teki edelleen uudelleen organisointeja ja samalla se pyrki laajentamaan ulkomaille hankkimalla omistuksia Ruotsista ja perustamalla tytäryhtiöitä Norjaan ja Englantiin. Ehkä suurin, Mänttää koskettanut tapahtuma oli uuden jalostuksen laajennuksen valmistuminen. Vuosikymmen puolenvälin aikoihin yhtiössä tunnettiin yhä enemmän suurta uudistumisen tarvetta ja silloin aloitettiin tunnusteluja eri tahojen kanssa. Tuloksena vuonna 1986 yhtiö ilmoitti yhdistyvänsä Metsäliitto Osuuskunnan kanssa perustaen Metsä-Serla Oyj:n. Tällöin loppui eräs pitkä ajanjakso Mäntän historiassa. Fuusion jälkeen G.A. Serlachius Oy:n pehmopaperin tuotannosta vastanneet tuotantolaitokset siirtyivät Metsä-Serlan tytäryhtiöksi perustetun Metsä Tissueen alaisuuteen. Tuotanto jatkui Mäntässä. (Koikkalainen & Sievälä 2010.)

Tuotantoa kuitenkin tehostettiin konsernissa ja pitkään toiminut sellutehdas päätettiin lopettaa vuonna 1991 (Takanen 2006, 82–91). Vuosikymmen oli muuten kehittymisen aikaa erilaisten yrityshankintojen muodossa, lähinnä Ruotsista ja Saksasta (Metsä Tissue. Yrityshistoria. Merkkipaalu 2015).

2000-luvulla yrityshankinnat jatkuivat, keskittyen pääasiassa Puolan ja Slovakian suuntaan. Lisäksi yksi merkittävimmistä muutoksista, yhtiötasolla, tapahtui 2004, kun Metsäliittokonserni osti Metsä Tissuen osakekannasta 66 prosenttia M-Realiksi muuttuneelta Metsä-Serlalta. (Metsä Tissue. Yritys historia. Merkkipaalu 2015).

2010-luvun merkittäviä muutoksia Mäntässä ovat olleet paperikone 10:n uusinta sekä jalostusosaston merkittävä uudistaminen niin konekannan kuin tehokkuudenkin osalta. Tällä hetkellä Mäntän tehtaalla on käynnissä neljä paperikonetta. Kolme pehmopaperikonetta sekä yksi tiivispaperikone, jolla valmistetaan rasvatiivistä paperia. Lisäksi toiminnassa on useita jalostuslinjoja, joiden tuotevalikoima käsittää käsipyyhkeitä, WC-papereita, nenäliinoja, veto- ja teollisuuspyyhkeitä sekä talouspyyhkeitä.

2.2 Metsä Tissue Oyj

Tänään Metsä Tissue on yksi johtavista pehmopaperin valmistajista Euroopassa. Se on osa Metsä Groupia. Päämarkkina-alueellaan, Alppien pohjoispuoleisessa Euroopassa, sillä on markkinajohtajan asema Pohjoismaissa. Lisäksi se on johtava ruuanlaittopaperien valmistaja koko maailmassa. Päätuotteina ovat

- WC-paperit
- talouspyyhkeet
- käsipyyhkeet
- nenäliinat
- kasvopyyhkeet
- lautasliinat
- veto- ja teollisuuspyyhkeet
- ruuanlaittopaperit. (Metsä Tissue. Who we are. 2015).



KUVA 1. Mäntän paperitehdas (Kuva: www.panoramio.com)

Tärkeimpiä brändejä ovat Lambi, Serla, Katrin ja Saga sekä Tendo ja Mola. Lisäksi tuotannoissa on myös asiakkaiden omia tuotemerkkejä. Asiakaskuntana edellä mainituille tuotteille ovat kotitaloudet ja suurkuluttajat sekä erilaiset tukkuliikkeet. (Metsä Tissue. Who we are. 2015).

Vuosien saatossa tehtyjen yrityskauppojen myötä Metsä Tissuella on tuotantolaitoksia yhteensä yksitoista. Neljä tehtaista sijaitsee Saksassa, kolme Ruotsissa sekä Slovakiassa ja Suomessa, yksi molemmissa. Henkilöstön kokonaismäärä on noin 2800. (Metsä Tissue. Who we are. 2015; Metsä Group 2014).

Avainlukuina yrityksen tilanne näyttää hyvältä, kun otetaan huomioon globaalin talouden yleinen alavire. Vuoden 2014 liikevaihto oli 1012,8 miljoonaa euroa, parannusta edelliseen vuoteen oli tullut noin 0,9 prosenttia. Se ei kuulusta kovinkaan suurelta, mutta todellisuudessa puhutaan kuitenkin useammasta miljoonasta eurosta. Tämä on osoitus hyvin tehdystä työstä, kun liikevaihtoa on pystytty kasvattamaan huonoista suhdanteista huolimatta. (Metsä Group 2014).

3 PEHMOPAPERIKONE 1

Tämän työn keskiössä oleva paperikone 1 on käynnistynyt Mäntässä vuoden vaihteessa 1989. Voi sanoa, että se on rakennettu Suomen ensimmäisen pehmopaperikoneen, paperikone 8:n, raunioille. Toimittajana oli Valmet ja uusiminen tapahtui täydellisesti vuoden 1988 aikana (Takanen 2006, 78–79). Vanhasta koneesta jäi jäljelle vain sen erityispiirteenä pidettävä kuusisylinterinen jälkikuivausryhmä. Kone edustaa 1980-luvun lopun parasta suunnittelua ja sitä on vuosien saatossa uudistettu pikku hiljaa. Pääsääntöisesti nämä uudistukset ovat koskeneet lähinnä sähkökäyttöä sekä prosessinohjausjärjestelmiä.

Koneen rataleveys on 3550 mm ja sen pituus on noin 20 - 25 m. Tuotantonopeudet vaihtelevat hyvin paljon, riippuen ajetusta paperilajista. Tuotettavaa paperia jalostetaan eniten käsi- ja vetopyyhkeiksi, mutta lajikirjo pitää sisällään raakapaperilajit myös muutamille talouspyyhe- ja WC-paperijalosteille. Ajettavia paperilajeja on noin 30. Neliöpainot voivat vaihdella hyvinkin paljon eri lajien välillä. Pääraaka-aineina näissä tuotteissa käytetään ensikuituja sekä uusiomassakuituja. Ensikuituja ovat havu- ja lehtipuu-kuidut, näiden lisäksi käytössä on myös BCTMP – kuituja, jotka ovat kemihierreprosessissa tuotettua raaka-ainetta. Uusiokuituna käytetään omalla siistauslaitoksella tuotettua massaa. Sen raaka-aineena on käytetty pääsääntöisesti kotikeräyspaperia, joka koostuu kuva- ja sanomalehdistä. Edellä mainittuja massoja käytetään erikseen määriteltyjen reseptien antamien ohjeiden mukaan.

Konelinjan suorina asiakkaina toimivat oma jalostusosasto, yrityksen muiden tehtaiden jalostusosastot ja ulkopuoliset raakarulla-asiakkaat.

Konelinjaan kuuluu myös kahdella aukirullausasemalla varustettu pituusleikkuri, jolla valmiit paperikonerullat leikataan halutun kokoisiksi asiakasrulliksi.

Henkilöstöä koneella on yhdessä vuorossa kolme. Vuoroja on kaikkiaan viisi, lisäksi kesän ajaksi on yleensä perustettu erillinen lomittava kuudes vuoro. Tehtävät jakaantuvat siten, että linjalla kaikki operaattorit toimivat osaltaan sujuvan tuotannon aikaansaamiseksi. Luonnollisesti tämä tapahtuu henkilökohtaisen osaamisensa sallimissa rajoissa.

Varsinaiseen työskentelytmiin kuuluu myös samassa tuotantotilassa olevan toisen paperikoneen henkilöstö. Heidän kanssaan töitä tehdään osaamisen sallimissa rajoissa ja avustetaan puolin ja toisin äkillisissä henkilöstöresursseja vaativissa tilanteissa.

3.1 Prosessin yleinen kuvaus

Pehmopaperin valmistusprosessi ei eroa kovinkaan paljoa tavallisesta paperiprosessista. Pehmopaperin prosessissa on vain hieman erilainen kuivatustapahtuma. Teoriassa prosessi on tyypistetyssä muodossaan vain kuitumassan laimentamista, veden poistoa, kuivatusta sekä veden kierrätystä säiliöistä toiseen. Käytännössä se on kuitenkin huomattavasti monivivahteisempi tapahtuma. Tärkeimpänä eroavaisuutena tavalliseen paperinvalmistusprosessiin verrattuna, on kreppaustapahtuma. Kreppauksella pehmopaperiin saadaan sille tavanomaisia ominaisuuksia. Pehmeys ja pehmopaperille tyypillinen veltous ovat näitä ominaisuuksia.

3.1.1 Konemassalinja

Konemassalinja koostuu muutamasta oleellisesta komponentista. Ne ovat

- konesäiliö
- konesäiliön pumppu
- konejauhin
- paineensäätöventtiili
- neliöpainoventtiili.

Lisäksi linjaan kuuluu havukuidunlinjassa ennen konesäiliötä oleva levyjauhin. Jauhimen tarkoituksena on toimia esijauhimena antamaan lisälujuutta paperiin. Levytyyppisenä jauhimena se soveltuu parhaiten pitkän mäntykuidun jauhamiseen.

Prosessi alkaa massaosastolta, jossa raaka-aine on valmistettu joko kierrätysmateriaalista tai ensikuidusta. Raaka-aine annostellaan paperikoneen konesäiliöön prosenttisuhteella halutun reseptin mukaan. Massaosastolta tulevan raaka-aineen kiintoainepitoisuus on noin 4,5 prosenttia. Konesäiliöön annostellaan samalla osa kyseisen paperilajin valmistukseen tarvittavista kemikaaleista.

Ne ovat pääsääntöisesti värejä, mutta jotakin erikoiskemikaaleja myös annostellaan kone-säiliöön lisäämään esimerkiksi paperin veden kestokykyä. Paperille vedenkestoa antava märkälujaliima annostellaan massan sekaan heti säiliön jälkeen, konemassapumpun imupuolelle.

Konesäiliöstä massasekoitus pumpataan konemassapumpulla konejauhimelle. Tässä kohtaa, ennen pumppua, massa laimennetaan ensimmäisen kerran haluttuun sakeuteen. Konejauhimella saadaan aikaan kuituihin ”fibrilloituminen”. Tästä seuraa paperinlujuusominaisuuksien kasvu. Paperin lujuus perustuu kuivatuksessa syntyviin, kuitujen välisiin, vetysidoksiin. Sidoksia syntyy vain kun käytössä on kasviperäisiä kuituja, koska niillä on mikrorakenteessaan OH -ryhmiä. Koska vetysidos on aina samanlainen lujuudeltaan, niiden tehoa voidaan lisätä lisäämällä sidosten määrää. Sidosten määrää nostetaan kuidun pintaa hiertämällä, jolloin siihen syntyy säikeitä. Säikeet toimivat uusina tartuntapintoina uusille vetysidoksille. Konejauhin on kartiotyyppinen, joka on kaikkein eniten käytetty jauhin tyyppi. Syynä on sen hyvä soveltuvuus erilaisille massatyypeille. (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 58–59, 90–93,113-116).

Konejauhimelta massa saapuu, kahden ohjaavan venttiilin kautta, perälaatikon syöttöpumpun imupuolelle. Ohjaavat venttiilit ovat paineensäätö- ja nelipainoventtiili. Paineensäätöventtiilin tarkoituksena on tasata painevaihteluita nelipainoventtiilille ja toimia nopealiikkeisenä sulkuventtiilinä massavirralla häiriötilanteissa. Nelipainoventtiilin tarkoitus on säätää massavirta sellaiselle tasolle, että haluttu nelipaino saavutetaan. Sitä ohjataan askelmoottorilla, joka saa ohjauksensa prosessinohjausjärjestelmästä (Metso Automation. Neles 2015). Tästä eteenpäin massaa laimennetaan rajusti prosessinkier-tovedellä. Nelipainoventtiili on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä viisi, kuvassa 12.

3.1.2 Lyhyt kierto

Prosessin tärkeintä vesikierto-osiota kutsutaan lyhyeksi kierroksi. Sillä tarkoitetaan paperikoneen määränpään vesikiertoa ja konemassan laimentamiseen tarkoitettujen kiertoveden talteenottoa ja uudelleen kierrättämistä. Lyhyen kierron tärkeimpiä tehtäviä ovat

- laimentaa konemassa perälaatikkosakeuteen
- palauttaa viiraosalta poistuva vesi ja samalla kiinnittää veden sisältämä kiintoaine takaisin paperirataan
- puhdistaa massaa ja poistaa ilmaa
- vaimentaa ja tasata perälaatikkoon kohdistuvia paineiskuja. (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 125).

Lyhyen kierron komponentteja ovat

- viiravesiallas kanavineen
- perälaatikon syöttöpumppu
- painesihti
- perälaatikko
- perälaatikon paluukiertopumppu.

Konemassa syötetään lyhyeen kiertoon peränsyöttöpumpun imupuolelle. Pumppu on suuri, kolmekammioinen siipipyöräpumppu, jossa viira-altaan veden ja konemassalinjalta tuleva massansekoitus johdetaan pumpun sivukammioihin. Näihin tuleva vesi painetaan keskimmäisestä kammioista ulos (Mäntän pumppauspalvelu 2015). Näin saadaan aikaiseksi suuri vesivirtaus, jonka suuruusluokka on useita tuhansia litroja minuutissa, riippuen tuotantonopeudesta. Pumpun pääasiallinen tehtävä, perälaatikon syötön lisäksi, on säätää perälaatikon painetta. Tämä on tärkeää, koska paine on keskeisessä osassa säädettäessä laatikolta tulevan suihkun nopeutta suhteessa viiran nopeuteen. Suihkusuhteella vuorostaan säädetään paperin kone- ja poikkisuunnan lujuuksien suhdetta toisiinsa (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 133). Pumppu on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä viisi, kuvassa 13.

Sekoituspumppulla, jauhimelta tuleva massasekoitus laimenee kerralla noin 0,2 prosenttiin (Viitasaari 25.9.2015). Seuraavaksi vuorossa on painesihti, joka erottelee siitä epäpuhtaudet pois. Epäpuhtauksien poistaminen on erittäin tärkeää, etteivät ne pääsi prosessissa eteenpäin, jolloin ne voisivat aiheuttaa vakavia vaurioita prosessin laitteistoille.

Sihti on rumputyyppinen laite, jossa vesimassasekoitus johdetaan rummun yläosasta sisään ja alaosassa olevasta yhteestä ulos ja eteenpäin prosessissa. Laitteen sisällä on erillinen sihtirumpu, jonka sisään sekoitus ohjataan. Sihtirummun sisällä on myös eräänlainen paineroottori, jolla sekoitus painetaan sihtirummusta läpi. Läpipääsemättömät partikkelit johdetaan rejektinä ulos alakautta ja pumpataan erilliselle tärysihdille. Tärysihdillä rejektistä erotellaan sihtilevyllä vielä pienimmät partikkelit pois ja johdetaan takaisin viirakaivonveden sekaan uudelleen kiertoon. Tärysihdin rejekti johdetaan suoraan kanaalivesien kuljetettavaksi jätevedenpuhdistamolle.

Laimennetun massasekoituksen matka jatkuu kohti perälaatikkoa ja viiraosaa. Paperikone 1:en perälaatikko on eräänlainen perinteisen hydraulisen perälaatikon muunnos. Laatikko koostuu jakotukista, jakopillistöstä sekä eräänlaisesta tasauskammioista ja huu-liaukosta. Lisäksi laatikko on varustettu erillisillä säätökaroilla. (Konepiirustukset 1988).

Perälaatikon ja sen syöttöputkiston tarkoituksena on

- tasata syöttövirtauksen painevaihteluita
- saada aikaiseksi sopiva turbulenssi, jotta massan kuitukasaumat hajoaisivat ennen viiraa
- tuottaa tasainen massasuihku oikealla nopeudella. (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 131).

3.1.3 Viiraosa

Viiraosa on kitaformerikoneille hyvin tyypillinen kaksoisviiraratkaisuu, jossa massasulpu suihkutetaan kahden, lyhyen matkaa yhdessä kulkevan viiran väliin. Paperikone 1 edustaa niin sanottua telakitaformerin ratkaisua (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 140). Viirujen pyöryksestä vastaavat suuri, alipaineinen imumuodostustela sekä erillinen vetotela. Lisäksi molemmilla kudoksilla on erinäinen määrä muita johdoteloja. Imumuodostustelan alipaine muodostetaan koneen tyhjöjärjestelmällä. Toinen viiroista on niin sanottu sisäviira, jonka tehtävänä on kuljettaa muodostunut paperiraina eteenpäin. Ainoastaan sisäviiraa ohjaavat käytöt, joista vetotelalla on määräävä asema, imumuodostustelan seurattessa sitä mukana ”orjana”. Ulkoviiran tehtävänä on mahdollistaa hyvä vedenpoisto ja samalla tukea rainaa sen herkimässä vaiheessa eli juuri muodostusvaiheessa. Viiraosa on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä kuusi, kuvassa 14.

Viiraosan tärkein tehtävä on poistaa muodostuvasta rainasta mahdollisimman suuri määrä vettä. Massasuihkun tullessa ulos huuliaukosta se törmää ulkoviiraan, joka päästää mukana tulleesta vedestä noin 35 prosenttia lävitseen ja kuidut jäävät viiran pinnalle (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 142). Osa kuidusta kuitenkin läpäisee viiran, siksi tämä kuitupitoinen viiravesi otetaan talteen ja johdetaan viirakaivoon uudelleen kiertoön. Perälaatikko on asemoitu kuitenkin niin, että osa suihkusta törmää hivenen myös sisäviiraan ja imumuodostustelaan, jonka alipaine imee vettä pois noin 30 prosenttia muodostuneesta rainasta (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 142). Veden poistoon, tässä kohteessa, vaikuttavia asioita ovat juuri huulisuihkun törmääminen viiroihin pienessä kulmassa, imumuodostustelan imu sekä sisäviiran kulku-suunnasta johtuva suuri peittokulma. Peittokulmasta aiheutuu keskeisvoima, jonka vuoksi viirat läpäisevä vesi jatkaa matkaansa tangentiaaliseen suuntaan (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 140).

Edellä kuvattujen ilmiöiden aikana, rainasta poistuu vettä imumuodostustelan alipaineen vaikutuksesta koko tuon noin metrin matkan aikana, jolloin viirat kulkevat vielä yhdessä. Viirat erkanevat toisistaan miltei välittömästi muodostustelan irrottaessa otteensa sisäviirasta. Tähän kohtaan on sijoitettuna yksi raollinen imulaatikko. Siirtoimulaatikon tehtävänä on edelleen lisätä rainan kuiva-aine pitoisuutta ja samalla varmistaa rainan kiinni pysyvyys sisäviiran pinnalla. Laatikko saa alipaineensa koneen tyhjöjärjestelmästä.

Siirtoimulaatikon jälkeen raina kulkee sisäviiran mukana vielä muutamia metrejä, jonka aikana siitä sidotaan vielä vettä pois erillisellä foililistalla. Listan toiminta perustuu ajatukseen, jossa tietyssä kulmassa, viiran kulkusuuntaa vasten, lista hankaa viiran sisäpintaa aiheuttaen viiran jättöpuolelle matalamman paineen kuin tulopuolelle. Ilmiö saa aikaiseksi pienimuotoisen imuefektin viiran läpi. (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 138).

Tästä raina jatkaa vielä hetken viiralla, jonka jälkeen se napataan huopaosalle huovan matkaan. Koska viirat joutuvat kuljettamaan kuitumattoa, ja kun työ on jatkuvaa, viirojen kunnosta täytyy pitää huolta. Siksi viiraosalta löytyy joukko erilaisia vesisuihkuja, jotka puhdistavat viiroja kiinni jääneistä kuiduista ja likapartikkeleista. Molemmilla viiroilla ovat kiinteät viuhkasuihkut, jotka poistavat kiinni jääneet kuidut. Lisäksi ovat oskilloivat neulasuihkut, jotka terävällä, korkeapaineisella suihkullaan poistavat tahmot ja muut kiinteät likapartikkelit. Molemmat suihkut saavat käyttövetensä koneen suihkuvesijärjestelmästä. Viiraosan johtoteloilta löytyy myös muutamia voitelevia suihkuja, joiden tarkoituksena on vähentää telojen aiheuttamaa rasiitusta viiroihin. Viirojen kulkua ohjataan toisesta päästään paineohjatuilla teloilla, joiden ohjauksesta vastaavat viirojen sivussa kulkevat ohjausläpät. Ne tunnustelevat kaiken aikaa viirojen kulkua ja samalla säätelevät ohjaintelojen paineita siten, että viirat saadaan kulkemaan nätisti koneen raami-
en välissä.

3.1.4 0-vesijärjestelmä

Paperikoneen kuitu- ja vesitalouden parantamiseksi, on koneella myös toinen vesikierto. Sen tarkoituksena on luoda mahdollisuus lyhyestä kierrosta ylijäävän veden uudelleen käytölle. Näitä ovat pääsääntöisesti viira- ja huopaosan kunnostussuihkusta sekä voitelu-vesistä koostuvia tuorevesivirtauksia. Lisäksi massaosastolta tulevat saatevedet lisäävät viiraveden määrää koneella, joten ylimääräinen osa otetaan talteen viiravesisäiliön ylikaadosta.

Viiraosan alla on kuitupitoisen veden talteenottoon tarkoitettu vesisäiliö. Niin sanotusta likaisesta 0-vesisäiliöstä vesi pumpataan kiekkosuotimelle kuitujen talteenottoa varten. Samalla suotimelle pumpataan konemassasäiliöstä massaa niin sanotuksi apumassaksi. Sen tarkoituksena on saostaa suotimelle menevää vettä, jotta kuitujen talteenotto tehostuisi.

Kiekkosuodin on kookas, vaakasuuntainen säiliö, jonka sisällä pyörii suuri kokoinen akseli. Onttoon akseliin on kiinnitettyä putkilapoja, joiden toinen pää on päällystetty viirakankaalla. Lavoista muodostuu yhteensä kymmenen kiekkoa, jotka pyörivät akselin mukana laihassa massaseoksessa.

Suotimelta vesi saadaan kahdenlaisessa kirkkausasteessa. Ne ovat samea ja puhdas. Käytännössä puhdas on sekin hieman samea, mutta kuitujäämää on jo niin vähän, että vettä voidaan käyttää edelleen suihkuvesinä. Vesi kulkeutuu kiekkojen läpi akselin sisäosiin, aina vesisäiliöihin asti. Akseli on rakenteeltaan sellainen, että pyörähdysten alkuvaiheessa vesi kulkeutuu sameana suodoksena sameaan 0-vesisäiliöön. Kierroksen loppuvaiheessa, suodoksen kirkastuttua, vesi kulkeutuu puhtaaseen 0-vesisäiliöön (Seppälä, Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 124). Veden kulkeutuessa viirakankaan läpi, veden seassa oleva massa jää kakuksi viirakankaan pinnalle. Siitä massakakku poistetaan vesisuihkulla erillisiin massakaukaloihin. Kaukaloista massa putoaa suotimen alaosaan olevaan ränniin, josta se kulkeutuu ruuvikuljettimen avustuksella omaan massasäiliöönsä, konemassasäiliöön pumppausta varten.

Samean 0-vesisäiliön vettä käytetään sakeamassa laimennuksiin. Säiliön vedellä suoritetaan myös viiravesisäiliön sekä likaisen 0-vesisäiliön täyttö ja pinnankorkeuden säätö. Lisäksi säiliön vedellä pidetään myös suotimen pinnan korkeus vakiona.

Puhdasta 0-vettä käytetään moneen eri kohteeseen. Se pumpataan lämmön talteenottojärjestelmään lämmitettäväksi. Lämmön talteenottoon energia tulee kuivatuksen poistolämmöstä. Lämmityksestä vesi palaa, kaarisihti puhdistuksen jälkeen, takaisin säiliöön. Säiliöstä on ylikaato samealle puolelle, joten se lämpiää samalla kertaa. Puhdasta 0-vettä pumpataan suihkuvesiksi kiekkosuotimelle puhdistus- ja kakun irrotusvesiksi. Lisäksi vettä pumpataan kolmen kaarisihdin puhdistettavaksi, minkä jälkeen se menee suihkuvesisäiliöön käytettäväksi viira- ja huopaosan kunnostus- ja voitelusuihkuihin.

3.1.5 Huopa- ja puristinosa

Huovan mukaan lähtiessään raina kiintoainepitoisuus on noussut noin 15–20 prosenttiin (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 155). Raina sidotaan huovan pinnalle huovan läpi imevällä pick-up-telalla. Tässä tapauksessa nimitys tela on hieman virheellinen, sillä käytännössä kyseessä on paremminkin hydraulisesti nostettava ja laskettava siirtoimulaatikko. Alipaine myös tässä kohteessa muodostetaan koneen tyhjojärjestelmässä. Pick-upilla on myös laatikon kitaa voiteleva suihku, jonka tarkoitus on voidella ja suojella huopaa liialliselta kulumiselta. Huovan tarkoituksena on kuljettaa raina puristukseen sekä samalla tukea sitä kuljetuksen ja puristuksen aikana. Lisäksi huovan täytyy pystyä ottamaan vastaan puristuksessa siihen kohdistuvat voimat sekä läpäisemään rainasta puristuksessa siirtyvä vesi ja epäpuhtaudet (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 155–156).

Puristuksen tarkoituksena on poistaa edelleen rainaan sitoutunutta vettä, jotta rainan kiintoainepitoisuus nousisi ja se voitaisiin siirtää kuivatuksen. Lisäksi puristuksessa raina tiivistyy voimakkaasti, jolloin sen neliöpaino- ja kosteusprofiilit niin radan poikki kuin konesuuntaan paranevat. Puristustapahtuma on kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa huopa-raina yhdistelmä painetaan jenkkisylinterin pintaan ja samalla läpiporatun puristin telan vaipan läpi imetään rainasta huopaan puristuksessa hydraulisen paineen vaikutuksesta siirtynyttä vettä sekä huopaan sitoutunutta hienoainesta (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 155). Sekoitus ei kuitenkaan kokonaisuudessaan kulkeudu telan sisään, vaan telan pyörimisestä aiheutuva keskeisvoima aiheuttaa suuremman voima kuin telan imu. Tästä johtuen suurin osa vesisekoituksesta linkoutuu erilliseen ränniin pois johdettavaksi. Ilmiöstä johtuen, telan liikuteltavissa olevan imualueen asemointi on hyvin tärkeää.

Jos imualue on liian aikaisella puristukseen nähden, vesi kulkeutuu takaisin huopaan. Jos se on liian myöhäisellä, vesi alkaa pyöriä telan vaipan ympärillä. Optimitilanteessa telan pinta lennättää vesisuihkun suoraan telan jättöpuolen ränniin. Tässä vaiheessa raina tarttuu kuivaussylinterin kuumaan pintaan kiinni ja huopa irrottaa otteensa rainasta. Telan alipaineesta vastaa koneen tyhjöjärjestelmä. Toisessa vaiheessa rainaa puristetaan vielä sylinteriä vasten sokeaporatulla puristintelalla. Toisen vaiheen puristuksen tarkoituksena on tasata rainan poikkiratasuuntaista profiilia sekä vielä hivenen sitoa kosteutta huopaan telan reikien aiheuttaman paineen muutoksen vaikutuksen ansiosta (Seppälä, Häggblom-Ahnger & Komulainen 2001, 157–158). Tällä ilmiöllä on kuitenkin enää melko pieni vaikutus. Huopa erotetaan radasta puristusten välillä erillisellä mutkatelalla. Tela on varustettu suihkullisella vesikaavarilla, joka pitää telan pinnan puhtaana. Tela on strategisesti sellaisessa kohdassa, että sillä on taipumus tartuttaa huovasta itseensä epäpuhtauksia ja jollei niitä poisteta voi olla vaarana esimerkiksi kudoksen rikkoutuminen.

Puristuksesta huopa jatkaa matkaa kohti uutta kierrosta. Matkan aikana sitä huolletaan poistamalla siitä kosteutta sekä epäpuhtauksia. Huopaosalla on muutamia vesisuihkuja, joista kolmen tarkoituksena on kastella ja sitä kautta toimia voitelevina suihkuina telastolla. Yksi suihkuista on kuitenkin puhtaasti kunnostava oskilloiva neulasuihku. Sen tarkoituksena on avata huovan pintaa puristuksen jäljiltä, jotta suihkua seuraava alipaineinen reikäimulaatikko voisi poistaa huovan sisään sitoutuneen hienoaineksen mahdollisemman hyvin. Imulaatikon tulopuolen vieressä on vielä lisäksi huopaa voiteleva, viuhkatyyppinen suihku. Kaikki huopa- ja puristinosa suihkut saavat käyttövetensä koneen suihkuvesijärjestelmästä. Huovan kulkua ohjaa toisesta päästään ilmanpaine ohjattu ohjaintela. Ohjaus on toteutettu, telan toisessa päässä, kahdella rinnakkain olevalla ilmarenkaalla, joiden ilmanpainetta muutetaan. Telan toisen pään kiinnitys sallii telan ilmarenkailla tuetun pään liikkeen. Telan liike joko kiristää tai löysää huovan reunaa, jolloin se saadaan liikkumaan haluttuun suuntaan. Renkaiden ilmanpainetta ohjataan huovan reunassa kulkevalla ohjainlängällä. Huopa- ja puristinosa on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä kuusi, kuvassa 15.

3.1.6 Kuivatusosa

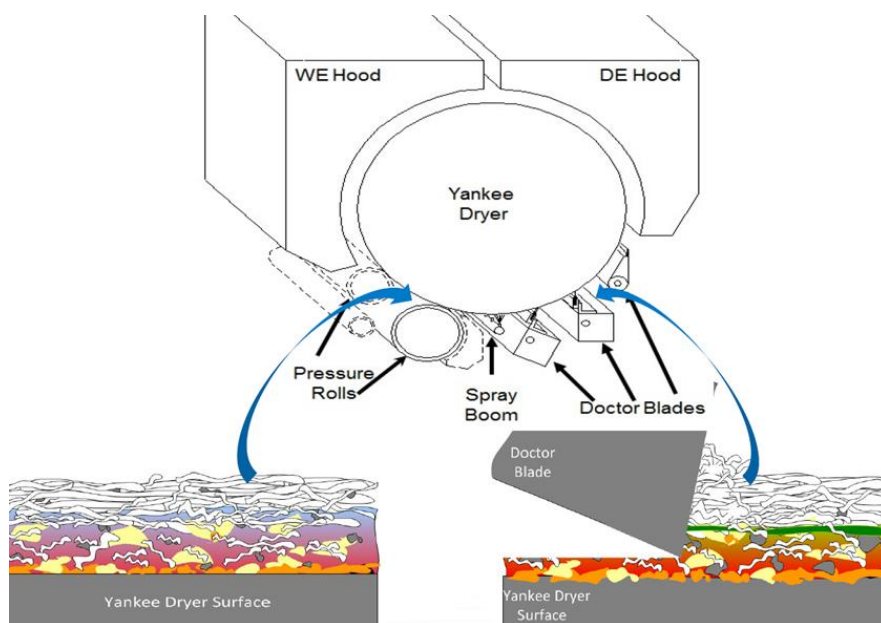
Puristuksessa rainan kiintoainepitoisuus on noussut riittäväksi kuivatusta varten. Kuivatusosalla rainaa kuivataan kahdelta suunnalta. Toiselta puoleltaan raina on kiinni valurautaisen jenkkisylinterin pinnalla, joka kuivattaa rainaa sen alapuolelta. Sylinteri on höyrylämmitteinen ja sen pintalämpötilaa, eli kuivaustehoa, hallitaan sen sisäistä höyrinpainetta säätämällä. Ulkopinnalta rainaa kuivattaa sylinterin ympärillä oleva kuivatushuuva. Huuvan toiminta perustuu kuumailman puhaltamiseen paperirainaa vasten. Tapahtuma saadaan aikaiseksi kahdella kiertoilmapuhaltimella, joiden kierrättämä ilma lämmitetään nestekaasupolttimilla. Huuva on jaettu kahteen eri lohkoon. Molemmissa lohkoissa on kaksi kanavaa, joista toisesta kuumailma puhalletaan sisään ja toinen, josta kuivatustapahtumassa syntynyt kostea ilma johdetaan pois. Huuvasta poistuvaa ilmaa käytetään edelleen prosessivesien ja suihkuvesien lämmitykseen lämmöntalteenottolaitteistolla. Huuvan lämmitystehoa hallitaan lähinnä kiertoilmapuhaltimien kierrosnopeutta muuttamalla sekä nestekaasupolttimien lämpötilamuutoksella.

3.1.7 Kreppaus

Pehmopaperin valmistukseen kuuluu olennaisena osana kreppaustapahtuma. Tämä on tapahtuma, jolla paperiin saadaan aikaiseksi sen tunnusomaiset ominaisuudet eli pehmeys, kuohkeus sekä velttous. Yksinkertaisuudessaan se tapahtuu kaavaamalla sylinterin pintaan tarttunut raina irti metallisella kaavarilla. Kaavari on teräksestä valmistettu lista, joka on yhdeltä särmältään pinnoitettu keramiikalla ja sen jälkeen hiottu teräväksi. Tämä särmä asetetaan sylinteriä vasten. Radan törmätessä listan reunaan, se irtoaa sylinterinpinnasta ja samalla painuen kasaan. Tällöin rataan ilmestyy pienen pieniä konesuuntaisia aaltoja, eli kreppiä. Kaavaus on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä seitsemän, kuvassa 16.

Tapahtuman onnistumisen kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että rata on koko matkaltaan mahdollisimman hyvin kiinni sylinterin pinnassa. Toisaalta liiallinen kiinnittyminen voi olla myös haitaksi. Siksi tartuntaa hallitaan kolmella erityyppisellä kemikaalilla.

Kaavaria kuormitetaan noin 4 baarin paineella sylinterin pintaa vasten. Tästä aiheutuu suuri mekaaninen rasitus sylinteriin. Sylinterin pinnalle muodostetaan perusainekemikaalilla tämän rasituksen vastaanottava, sylinteriä suojaava, kouttauskerros. Perusideana on, että kaavari painuisi pelkkään kemikaalikerrokseen uppoamatta kuitenkaan sylinterin pintaan asti. Perusaineella on myös tartunnan kannalta positiivinen ominaisuus toimia paperirainan tartuntaa parantavana aineena. Kaavari leikkaa kerroksesta hyvin ohuen siivun paperiradan mukaan. Mitä suurempi kaavarin uppouma on, sitä helpommin rata irtoaa sylinterin pinnasta. Kaavarin uppoumaa säädellään erillisellä irrotusaineella, jolla on pehmentävä vaikutus perusaineen luomaan kouttauskerrokseen ja siten säätelee radan irtoamista sylinterin pinnalta. (Nalco 2014). Radan tartuntaa voidaan myös parantaa prosessivesiin lisättävällä pH:n säätöliuoksella. Kouttauskemikaalit annostellaan erilliseen sekoitussäiliöön, jossa ne laimennetaan esilämmitetyllä vedellä ja pumpataan sylinterin alapuolella olevan suihkuputken kautta sylinterin pinnalle.



KUVA 2. Kouttaus (Kuva: Nalco 2014 <http://www.tissueworld.com/wp-content/uploads/2014/04/5.-Yankee-Coating-The-Functional-Interface-Nalco.pdf>)

Kreppaukseen liittyy myös olennaisena osana paperin venyvyyden hallinta. Venymä on yksi pehmopaperin tärkeimmistä laatuksista. On suurimmaksi osaksi venymästä johtuvaa, miltä paperi tuntuu. Jos venymä on kovin alhainen, koetaan paperi kovaksi ja jäykäksi. Venyvyyttä hallitaan kaavauksen jälkeen tapahtuvassa konerullauksessa rullaimen nopeutta muuttamalla. Nopeutta pudotetaan normaalisti noin 10 – 25 prosenttia verrattuna muun koneen nopeuteen nähden. Näin saadaan aikaiseksi paperiin haluttu venyvyys vetämättä kaavauksessa muodostunutta kreppiä kuitenkaan aivan suoraksi.

3.1.8 Jälkikuivatusosa

Pehmopaperikone 1:n erikoisuudeksi voidaan kutsua koneen loppupäästä löytyvää jälkikuivatusryhmää. Se koostuu kuudesta sylinteristä ja niitä kiertävistä kuivatusviiroista. Ryhmä on varustettu kahdella sylintereitä kiertävällä nylonköydellä, joiden tehtävä on viedä paperirata konerullaimelle.

Sylinteriryhmää lämmitetään 9 baarin tuorehöyrylinjasta tulevalla höyryllä. Normaalina ajopaineena käytetään noin 1,5 baarin painetta ja sekin vain kahdessa sylinterissä. Tämä johtuu siitä, että sylinteriryhmän lämpötilan noustessa, jenkkisylinterin huuva alkaa pudottaa polttimien lämpötilaan ja seurauksena voi olla rainan vajavainen kuivuminen. Vajavainen kuivuminen jenkkisylinterillä aiheuttaa vakavia ongelmia kaavauksessa ja tartunnan hallinnassa.

Jälkikuivatusryhmällä pidetään höyryjä päällä nykyään vain muutamalla paperilajilla, mutta ilman höyryjäkin jatkuvasti pyörivän sylinteriryhmän kuivatusteho on noin 2 prosentin luokkaa. Kuivatustarve perustuu suuremman neliömassa omaavan paperin kykyyn säilyttää jenkiltä tullessaan kosteutensa, jolloin kuivatus haluttuun loppukosteuteen vaatii lisäenergiaa. Jenkkisylinteriltä tullessaan paperi kulkee sylinteriryhmän läpi sylinterit kiertäen. Kulkua varmistamassa on kaksi muovista kuivatusviiraa, jotka kiristävät radan tiiviisti sylinterien pintaa vasten. Ryhmältä rata kulkee mittaraamin lävitse konerullaimelle.

3.1.9 Mittaraami

Mittaraami on prosessin ohjauksen kannalta tärkein prosessilaitte. Sen välittämän tiedon perusteella prosessinohjausjärjestelmä tekee muutoksia tiedon kannalta oleellisiin kohteisiin. Niitä ovat muun muassa konemassavirtaus sekä huuvan lohkojen lämpötilat. Mittaraami mittaa paperista neliömassan sekä kosteuden. Lisäksi muodostaa mittaustuloksista poikkirataprofiileja kuvaavia trendiviivoja. Mittaraami mittaa myös samalla radan leveyttä, joka on tärkeä tieto kaikilla lajeilla. Trendien pohjalta operaattorin on mahdollista tehdä muutoksia prosessin erivaiheisiin. Lähinnä muutokset ovat tiettyjen kentälaitteiden käynnistämisiä tai manuaalisia säätöjä kenttäolosuhteissa. Mittaraami on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä seitsemän, kuvassa 17.

Itse mittaus tapahtuu ajamalla raamissa olevalla kaksiosaisella kelkalla radan poikisuuntaan edestakaisin. Valmistuva paperi kulkee tämän aikana kelkan lohkojen väliin jäävästä raosta. Kelkan alapuolisko sisältää mittauksissa tarvittavat laitteistot eli painon mittauksessa tarvittavan säteilylähteen sekä kosteusmittauksen valon lähteen. Ylempi vastakappale sisältää vastaanottolaitteiston, jolla saatu mittaustulos siirretään eteenpäin analysoitavaksi. Mittaraamin kelkka on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä kahdeksan, kuvassa 18.

3.1.10 Konerullaus

Prosessin viimeisenä vaiheena on valmistuneen paperin kiinnirullaus. Rullaus tapahtuu kumipinnoitetulle tampuuritelalle konerullaimen sylinteriä vasten. Konerullain koostuu rullaussylinteristä, ensiö- ja toisiovarsista, tampuuritelan käynnistimestä, tampuuritela-varastosta, tampuuritelan laskuvarsista sekä tampuurin vastaanottokiskoista.

Konerullaimen rullanvaihto toimii automaattisesti, operaattorin annettua käskyn syklin aloittamiseksi. Alkuvaiheessa uusi tyhjä tampuuritela odottaa ensiövarsissa koukkukoilla kiinnitettynä. Se lepää toisesta päästään käynnistimen kumipyörää vasten. Sykli alkaa käynnistimen moottorin käynnistyksellä, joka saa tampuuritelan pyöriään. Sen vauhti kiihtyy kunnes sen kehänopeus saavuttaa saman nopeuden rullaimen sylinterin kanssa. Tässä vaiheessa ensiövarret alkavat kääntyä alas.

Tyhjän tampouritelan saavutettua noin 50 asteen kulman vaakatasossa oleviin vastaanottokiskoihin nähden, työntävät toisiovarret valmista konerullaa kiskoilla niin sanottuun väliasemaan. Samalla hetkellä sitä aletaan jarruttaa hieman ja paperiradan alle puhalletaan paineilmaa. Tämä aiheuttaa pussimaisen ilmiön, josta seuraa paperin kulkeutuminen uuden tampouritelan kitaan ja rullauksen jatkuminen uudelle telalle. Tämän jälkeen täysi konerulla luovutetaan kokonaan pois ja operaattori antaa syklille luvan jatkaa eteenpäin. Tämän jälkeen ensiövarret laskeutuvat alas ja toisiovarret palaavat takaisin kuormittamaan uutta tampouria. Samalla ensiövarsien lukot aukeavat ja varret nousevat ylös. Varsien saavutettua yläasemansa erilliset laskuvarret noutavat uuden tampouritelan konerullaimen yläpuolella olevasta varastosta ensiövarsiin odottamaan uutta vaihtosykliä.

Rullauksessa on muutamia onnistumisen kannalta tärkeitä muuttujia. Ensimmäinen ja kenties tärkein on, että rata on mahdollisimman hyvin tarttunut jenkkisynteripinnalle. Tällöin radassa on mahdollisimman vähän poikkisuuntaisia paksuusvaihteluita. Mikäli rata on jostakin kohdastaan heikommin kiinnittynyt, kreppiä ei muodostu samalla tavalla kuin kunnolla kiinnittyneeseen kohtaan. Tällöin kohdan paksuuskin on pienempi. Tästä aiheutuu ilmiö, jossa ohuen kohdan vieressä olevat paksummat alueet alkavat kulkea toisiaan kohden, jolloin ohuempi kohta painuu ”kurttuun”. Tämä niin kutsuttu rynkkyilmiö voi aiheutua myös jos neliömassaprofiili poikkisuunnassa on kovin epätasainen. Rynkky on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä kahdeksan, kuvassa 19.

Toinen tärkeä muuttuja on toisiovarsien puristusaine. Puristusaineen säädöllä vaikutetaan rullaussynteripinnan ja tampourin pinnan välillä vallitsevaan viivapaineeseen. Painetta lisäämällä saadaan rullien pohjista kireitä ja samalla rullista itsestään jäykkiä, jolloin ne pitävät muotonsa paremmin varastointiajan pidetessä. Löysästi rullatusta tampourista, jossa on isokreppistä paperia, tulee jonkin aikaa roikuttuaan soikea. Tämä pahimmillaan hidastaa pituusleikkurin nopeutta. Löysät pohjat aiheuttavat toisinaan paperin luistamista tampourin pinnalla, mikä aiheuttaa hävikkiä sekä alentaa oleellisesti pituusleikkurin nopeutta.

Toisinaan joitakin isokreppisiä lajeja ei voida puristaa tarpeeksi, koska nippivoiman noustessa liian kovaksi alkaa rulla työntää edellään rullauspöydässä aaltoa. Tästä voi olla seurauksena ei toivottua rynkkäämistä. Ilmiö on kompensoitavissa kolmannella muuttujalla. Normaalisti jälkikuivatusryhmä ja konerullain pyörivät samaa kehänopeutta. Valmistuvien rullien kireyttä voidaan säätää hidastamalla kuivatusryhmän nopeutta suhteessa rullaimen. Tästä aiheutuu paperin kiristyminen rullaimen ja jälkikuivatusryhmän välillä, jolloin valmistuvien rullien kireys nousee. Tällä voidaan kompensoida myös konerullien mahdollisia luistamisia aukirullauksessa.

4 PAPERIN KOSTEUS

Pehmopaperin valmistuksessa yksi tärkeimmistä prosessinmuuttujista on valmistuvan paperiradan lopullinen kosteusprosentti. Sillä tarkoitetaan paperissa vaikuttavan vesipainon suhdetta neliömassaan. Sillä on moninaisia vaikutuksia muun muassa itse valmistusprosessiin sekä jatkojalostettavuuteen. Kuitenkin kaikkein tärkein vaikutus sillä on vuositasolla valmistuksessa syntyviin kokonaiskustannuksiin.

4.1 Vaikutukset valmistuskustannuksiin

Pehmopaperin tärkein, valmistukseen liittyvä, muuttuja on neliömassa. Sen ansiosta paperiin saadaan muodostettua muita ominaisuuksia. Muun muassa paperin lujuusarvot sekä paksuus ovat vahvasti sidoksissa käytettyyn neliömassaan.

Neliömassa määrittyy kahdesta eri tekijästä eli kuitupainosta ja vesipainosta. Niillä on suora yhteys toisiinsa. Jos toinen muuttuu, myös toisessa tapahtuu muutos. Tästä johtuen radan kosteutta nostettaessa kuitumäärä vähenee, jolloin syntyy raaka-ainesäästöä. Jos ajatellaan, että vuositasolla valmistetun paperin määrä olisi esimerkiksi 1000 tonnia, ja paperin kosteutta nostetaan yhden prosentin kymmenyksen, se tarkoittaisi raaka-aine kuluihin noin 1000 kilon säästöä. Tämä kuulosta pieneltä, mutta todellisuudessa vaikutus on vieläkin suurempi. Paperiradan kosteutta nostettaessa säästöjä syntyy nimittäin myös kuivatustarpeen pienentyessä. Kuitumäärän vähentyessä, kosteus radalla nousee, jolloin jenkkisyylinterin höyryn tarve pienenee sekä samalla huuuvan nestekaasupolttimien kaasun tarve pienenee. Varsinkin kaasun virtauksen pienentyminen laskee kuivatuksen kustannuksia huomattavasti, koska nestekaasun hinta on korkeampi kuin tuorehöyryn (Motiva 2011). On kuitenkin huomioitava, että hinta suhteet voivat vaihdella hyvinkin paljon riippuen eri energian lähteiden sen hetkisestä markkinahinnasta.

4.2 Vaikutukset ajettavuuteen sekä jalostettavuuteen

Paperin loppukosteuden vaikutukset paperikoneen ajettavuuteen ovat lopulta melko pieniä. Voi sanoa, että kosteuden liikkessa välillä 4 – 8 % koneen ajettavuus säilyy vielä vähintäänkin kohtuullisena. Kosteuden noustessa liian suureksi, alkaa kreppausta- pahtuma kärsiä liiaksi. Lähinnä alkaa tapahtua niin sanottua pakettiin menoa, mikä tarkoittaa sitä, ettei kaavari pysty enää kaapimaan sylinterin pinnalta rataa irti vaan rata menee kaavarista läpi. Tämä voi pahimmillaan aiheuttaa huovan ja puristintelan rikkoutumisen. Lisäksi liiallinen kosteus voi aiheuttaa joissakin tapauksissa kiinnirullatun paperin luistamista tampuuritelalla. Kosteuden noustessa liian suureksi voi siitä aiheutua myös ongelmia pituusleikkauksessa. Leikkurin kiinnirullauksessa on vaarana syntyä poikittaisia rynkkyjä, jollei niiden syntymiseen puututa tarpeeksi nopeasti lisäämällä aukirullauksen vetoja leikkurin kantotela-alueella.

Liiallinen kuivattaminen voi aiheuttaa myös radan irtoamista sylinteristä, jolloin rullaus vaikeutuu rynkkyjen vuoksi. Kyseinen tilanne on kuitenkin pääsääntöisesti hyvin epäta- vallinen ilmiö. Liiallinen kuivatus lisää lähinnä paperin sähköisyyttä, joka korostuu var- sinkin talviaikaan. Liika sähköisyys aiheuttaa vuorostaan ongelmia jatkojalostuksessa.

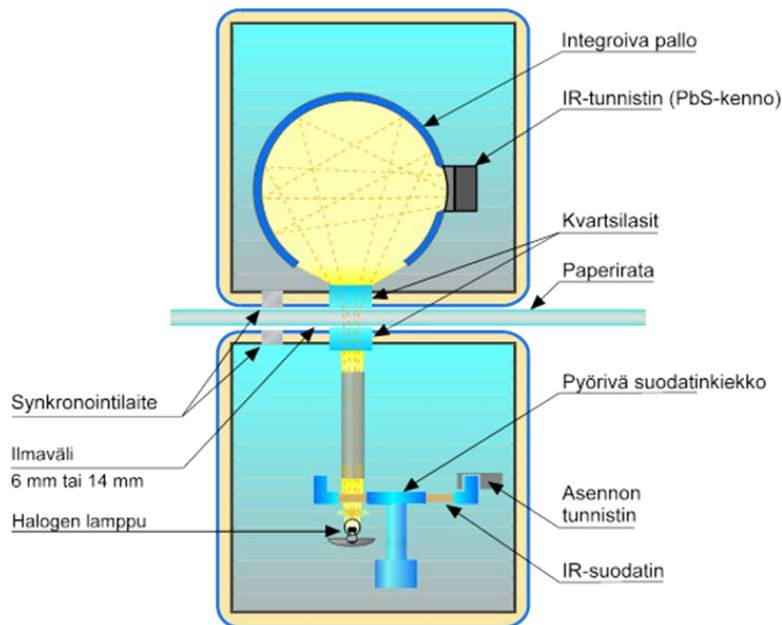
4.3 Kosteusmittaus

Kosteusmittaus ja neliömassamittaus suoritetaan paperikoneella online-mittauksena Metso PaperIQ – mittaraamalla. Mittaus tapahtuu poikkiratamittauksena. Se suoritetaan edestakaisin liikkuvalla anturikelkalla, jonka liikenoisuus on normaalisti 25 – 50 cm/s. (Seikkula 2014).

Kosteusmittaus suoritetaan johtamalla valoa radan lävitse ja mittaamalla sen eri aallon- pituudet. Perustana on mitata miten paljon valon eräs aallonpituus, 1940 nm, absorboi- tuu paperiradassa olevaan veteen ja sitä verrataan lähetettyihin 3-4 muuhun referenssi- aallonpituuteen. (Seikkula 2014).

Mittakelkan alapuoliskossa sijaitsee valoa lähettävä yksikkö. Se koostuu halogeenilam- pusta, pyörivästä suodatinkiekosta, kiekon asennontunnistimesta sekä induktiivisen synkrointilaitteen toisesta puoliskosta.

Suodatinkiekossa on 4 suodatinta, jotka päästävät lävitseen lähetettävän valon eri aallonpituuden. Yksi niistä on juuri tuo veden absorptio aallonpituus. Kierrosnopeus on noin 5000 kierrosta minuutissa. Kiekon asentotunnistimen tieto lähetetään vastaanotto-puoliskoon paperiradan läpi, jotta tieto lähtevästä aallonpituudesta välittyisi eteenpäin. (Seikkula 2014).



KUVA 3. Mittausperiaate (Kuva: Knowpap 2004)

Kelkan yläpuolisko koostuu valon aallonpituuden vastaanottoyksiköstä. Sitä hallitsee suuri valosignaalin vastaanottava integroivapallo. Pallo on mittalaite, jolla mitataan valon voimakkuutta. Pallon kyljessä on valon määrän tunnistava IR -tunnistin, joka muuntaa tiedon sähköiseksi signaaliksi. Signaali kulkee vahvistuksen ja suodatuksen jälkeen käsittely-yksikölle. Siitä signaali etenee A/D – muuntimelle muunnettavaksi digitaaliseen muotoon keskusyksikölle lähehtäväksi. (Seikkula 2014).

4.4 Kosteusprofiili

Kun kosteus mitataan edellä kuvatulla tavalla, on kosteusprofiilin saamiseksi mittausalue jaettu pisteisiin. Näitä mittauspisteitä on radalla tavallisesti senttimetrin välein. Mittauspisteiden lukumäärä vaihtelee koneen leveyden ja rullatun ratalevyyden mukaan. (Seikkula 2014).

Näistä mittauspisteistä sekä mittaraamin paikkatiedosta saaduista tiedoista prosessinohjausjärjestelmä piirtää kuvaajan, josta nähdään poikkiradan kosteuserot eri mittauspisteiden välillä. Samalla mittauspisteiden tuloksista saadaan laskennallinen keskiarvo radan kokonaiskosteudelle. Tätä kokonaisarvoa käytetään osoittamaan radan kokonaisloppukosteutta ja sitä käytetään lähtöarvona prosessin ohjaukselle määrittämään tarvittavia huuvan kaasupolttimien lämpötiloja. (Seikkula 2014).

Molemmat saadut arvot ovat prosessin kannalta tärkeitä ja nivoutuvat samalla toisiinsa vaikuttaen koneen ajettavuuteen ja tuotantokustannuksiin. Suuret poikkeamat profiilissa aiheuttavat vakavia ongelmia niin kuivatuksessa kuin kreppauksessakin. Aina pyritään tilanteeseen, jossa profiili olisi mahdollisimman suora. Tämä siksi, että tällöin prosessin hallinta helpottuu oleellisesti ja mahdollisesti tuotantonopeutta sekä radan kokonaiskosteutta on mahdollista nostaa. Ongelmia aiheuttavat yleensä profiilissa ilmenevät korkeat piikit, jotka ovat radan muita kohtia kosteammat. Usein ongelmat alkavat kun jokin tai jotkin radan kohdista alkavat olla noin 2-4 prosenttia muita kohtia kosteammat. Kosteusprofiilikuvaaja on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä yhdeksän, kuvassa 20.

Ensimmäisenä ongelman tyyppinä on valmistuvaan rullaan kostealle kohdalle ilmestyvä konesuuntainen kohouma. Ongelma ei vielä tässä vaiheessa ole paha, mutta se indikoi tulevasta. Ongelma sinänsä on pelkästään tässä vaiheessa puhtaan esteettinen, mutta voi aiheuttaa pituusleikkauksessa ikäviä rynkkyjä. Ongelman syynä on kreppauksessa tapahtuva kostean kohdan epätäydellinen ja liiallinen tartunta jenkkisylinterin pinnalle, jolloin krepistä tulee huomattavasti korkeampaa kuin paperiradan muissa kohdissa.

Toinen ongelmatyyppi on paperin rynkkääminen rullauksessa. Tiettyyn rajaan asti rynkyt saadaan suoristumaan jälkikäsitelyssä, mutta usein on myös niin, että ongelma vain pahenee ja estää paperin jatkojalostuksen. Syy rynkkyihin löytyy usein siitä, että kyseinen kostea kohta radassa on jonkin verran irti jenkkisynterinin pinnasta, jolloin kreppaus ei ole onnistunut täydellisesti. Tällöin paperi on myös muita radan kohtia ohuempi, jolloin se painuu ruttuun paksumpien kohtien pyrkiessä liikkumaan toisiaan vasten.

Kolmantena ilmiönä tulee jatkuva ”paketointi” jenkkisynterillä. Se tarkoittaa, että radan kostea kohta on täysin irti jenkkisynterinin pinnasta, jolloin paperirata ei enää krep-paudu vaan se menee märästä kohdastaan kaavarista läpi. Ilmiö aiheutuu radan kostean kohdan epätäydellisestä kuivumisesta ja siten liian matalasta kuiva-aine pitoisuudesta.

Neljäntenä ilmiönä on radan karkaaminen puristin huovan mukaan. Tämä tarkoittaa, että radan osa, tai koko rata, ei tarraudu puristuksessa jenkkisynterinin pinnalle vaan jatkaa-kin matkaansa huovan pinnalla. Ilmiö voi aiheuttaa pahimmillaan pahoja kudosvaurioita. Ilmiön aiheuttaa radan märän kohdan, muita radan kohtia suurempi vesipitoisuus. Tällaisen radan kohdan osuminen puristuksessa kuuman jenkkisynterinin pinnalle, aiheuttaa ylimääräisessä vedessä kiehumisefektin, jolloin höyrystyvä vesi puhaltaa radan takaisin huovan pinnalle.

Kolme ensimmäisenä mainittua ilmiötä ovat korjattavissa lisäämällä lämpöä prosessiin eli nostamalla radan kiintoainepitoisuutta jenkkin painetta nostamalla sekä huuvan lämpötilaa kohottamalla. Tästä johtuen tuotantokustannuksen nousevat huomattavasti tuotettua paperitonnia kohden.

Neljännän ilmiön kohdalla toiminta onkin hieman erilainen ja siinä on kaikkein eniten tuotantoon vaikuttavia osia. Kaikkein parhain ja nopein konsti on laskea jenkkin painetta, jolloin sen pintalämpötila laskee ja paperi kiinnittyy takaisin synterinin pinnalle. Usein kuitenkin tarvitaan myös koneen nopeuden laskemista, jotta vedenpoisto tehostuisi viira- ja huopaosalla. Lisäksi on käännettävä prosessin lämmön tuontia enemmän kuivaushuovan puolelle. Kaikki nämä toimenpiteet nostavat huomattavasti kustannuksia ja kai-ken huipuksi tuotantonopeus vielä laskee, mikä on erittäin haitallista tehokkuudelle.

5 KOSTEUSPROFIILIIN VAIKUTTAVAT PROSESSINOSAT

Kosteusprofiiliin vaikuttavat useat eri prosessinosaset. Ne ovat joko kuituprofiilisidonnaisia tai liittyvät vahvasti kuivatukseen. On myös havaittu, että radan tartunnalla on myös oma vaikutuksensa profiiliin erityisesti reuna-alueilla. Lisäksi on huomioitava, että kudosten kunnostuksella on merkittävä, ellei merkittävin rooli profiilin tasaisuuteen. Seuraavassa esitellään vaikutuksiltaan tärkeimmät prosessin osat hieman pintaa syvemmmältä.

5.1 Perälaatikko

Perälaatikko on rakenneteräksestä valmistettu komponenttikokonaisuus koneen märässä päässä. Perälaatikon tehtävänä on muuttaa syöttöputkiston kova, turbulenttinen virtaus viirojen väliin syötettäväksi, mahdollisimman tasaiseksi virtaukseksi. Tämä saadaan aikaiseksi johtamalla syöttövirtaus jakotukista jakopillistön läpi ja törmäyttämällä se tasauskammion peräseinään. Tasauskammioista suihkuvirtaus purkautuu viirojen väliin huuliaukon kautta. (Metsä Tissue. Konepiirustukset 1988). Perälaatikko on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä yhdeksän, kuvassa 21.

Perälaatikko koostu kahdesta, alaosastaan nivelöidystä puolikkaasta. Puolikkaat muodostavat yläpäästään huuliaukon, jonka aukon kokoa voidaan säätää toista puoliskoaa liikuttamalla ilmamoottorikäytöllä. Huuliaukon koolla säädetään veden määrää viiraosalla. Suuri vesimäärä parantaa paperin ulkonäköä sekä pienentää paperin lujuusvaihteluita paperissa. Tämä johtuu siitä, että suurella vesimäärällä ajettaessa kuituprofiili on tasaisempi kuin pienellä aukolla ajettaessa. On kuitenkin kustannustehokkaampaa ajaa pienellä vesimäärällä, jolloin kuivatuksen energian tarve on huomattavasti pienempi. (Metsä Tissue. Konepiirustukset 1988).

Kuituprofiilia voidaan säätää perälaatikon ylähuulta taivuttamalla. Huuli on teräslista, jonka suoruuteen voidaan vaikuttaa. Laatikossa on 18 kappaletta terässauvoja, jotka ovat yhteydessä huulilistaan. Säätosauvojen alapäässä on kierreosuus, jota pyöritetään käsipyörällä, jolloin sauva joko nousee tai laskee. Noustessaan sauva painaa huulilistaa mutkalle, tällöin suihkuvirtaukseen muodostuu kuoppa, joka näkyy kuituprofiilissa ohuempana kohtana. Sauvaa laskettaessa, eli kevennettäessä tapahtuu päinvastainen ilmiö profiiliin. Näillä pinteileillä kuituprofiili saadaan muodostettua hyvinkin tasaiseksi. (Metsä Tissue. Konepiirustukset 1988). Pintelit ovat kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä yhdeksän, kuvassa 22.

5.2 Märkäviirat

Tässä osiossa käsitellään luottamuksellista tietoa. Aihe on käsiteltyä luottamuksellisessa liitteessä 1.

5.3 Viirakemikaali

Usein raaka-aineena käytettävän siistausmassan mukana kulkeutuu koneelle siistausprosessista läpipäässeitä tahmoja. Tahmot ovat yleensä siistauksen raaka-aineessa olleita liimoja, jotka ovat muodostuneet isommiksi kasaumiksi (Viitasaari 25.9.2015). Tällaisella flokillalla on taipumus kiinnittyä viiran pintaan kiinni. Flokin ollessa riittävän suuri, aiheuttaa se ei toivotun reiän paperiin. Ilmiötä estetään muodostamalla viirojen pinnalle kemikaalilla suojaava kerros (Grönroos 25.2.2015). Viiransuojakemikaalina käytetään kationista polymeeriä, jota annostellaan vesiohenteisena (Pesonen 2009, 34). Annostelu toteutetaan viirojen kierroksen yhteyteen asennetuilla suihkupuutilla. Molemmilla viiroilla on oma suihkupuutensa.

5.4 Puristinhuopa ja kunnostus

Tässä osiossa käsitellään luottamuksellista tietoa. Aihe on käsiteltynä luottamuksellisessa liitteessä 2.

5.5 Puristus ja puristintelat

Puristuksessa raina puristetaan kahdella telalla jenkkisyylinteriä vasten, jolloin rata tarttuu sylinterinpinnalle kiinni. Puristimia on kaksi, joista ensimmäinen on niin sanottu imupuristin. Tela koostuu rei'itetystä teräsvaipasta, joka on pinnoitettu polyuretaanisella, rei'itettyllä pinnoitteella. Vaippa on kiinnitetty ruuviliitoksella päätyihin, jotka ovat laakeroituina telan kiinnityksiin. Vaipan sisällä on erillinen kelkka, jolla telan imu saadaan rajattua tietylle alueelle. Käyttöpuolelta kelkka on laakeroitu telan päädyn sisäpuolelle. Hoitopuolelta kelkka on kiinnitetty varsinaiseen erilliseen kelkan päätykappaleeseen, joka kulkee telan päätykappaleen läpi. Telan pyöriessä, kelkka pysyy paikallaan. Tela hoitopuolen päädyssä on imuyhde, johon kelkka on yhteydessä. Imuyhteen kautta tela on yhteydessä koneen alipainejärjestelmään. Kelkan imualueen reunat on tiivistetty telan vaipan sisäpintaa vasten. Tiivistepinnat ovat muovia ja niitä varten on kelkkaan kiinnitetty erilliset voitelusuihkut. Tiivistelistat on puristettu vaipan sisäpintaa vasten paineilmalla. Kelkan asentoa eli imualueutta voidaan säätää telan hoitopuolelta. Lisäksi imualueen poikittaisleveys on säädettävissä. Telan hoitopuolen päädyssä ovat yhteet niin suihkuvedelle kuin paineilmalle. (Konepiirustukset 1988; Metsä Tissue 2010).

Toisena puristintelana on niin sanottu sokeaporattu puristintela. Telan rakenne on lähempänä tavallista telaa. Vaippa on terästä, joka on pinnoitettu polyuretaanilla. Telan pinta on rei'itetty, mutta reiät eivät ole vaipan läpi asti. Telan toiminta perustuu puristus-paineen ja sokeaporatun pinnan reikien yhteisvaikutuksessa syntyvää hydrostaattiseen paineeseen, joka siirtää kosteutta radasta huopaan. (Konepiirustukset 1988; Metsä Tissue 2012). Sokeaporattu puristintela on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä 10, kuvassa 23.

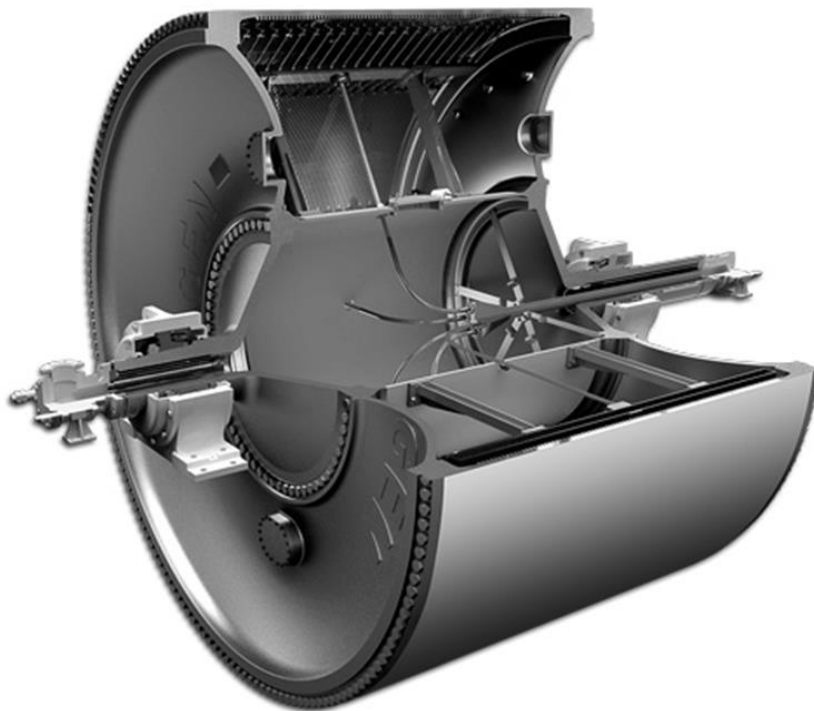
Puristuksen onnistumisen kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että se olisi mahdollisimman tasainen. Puristuksen viivapaine on saatu tasaiseksi koko leveydeltä muotoilemalla telat ja jenkkisyylinteri tietyllä tavalla. Ne on muotoiltu siten, että niiden läpimitta on päistä hieman pienempi kuin keskeltä eli halkaisija kasvaa tasaisesti keskelle tullessa. Tämä bombeeraus eli mykevänti on välttämätön, koska telojen kuormitus tapahtuu niiden päistä. Jos telat ja sylinteri olisivat profiililtaan aivan suorat, ei telojen välirako eli nippi olisi kiinni muualta kuin reuna-alueilta. Bombeerausta voikin hyvällä syyllä väittää eräänlaiseksi taipumakompensaatioksi, jolla nippi saadaan kiinni. (Helander 2010, 5-6; Valmet 2008). Telojen kuormituksesta vastaa paperikoneen hydraulikkayksikkö ja neljä sylinteriä eli kaksi sylinteriä telaa kohden. Järjestelmässä on lisäksi voima-anturit, joilla viivapaine saadaan säädettyä halutuksi ja pysymään mahdollisimman vakiona ajon aikana.

5.6 Jenkkisyylinteri ja höyry-yhteet

Koneen pääasiallinen kuivatuselin on jenkkisyylinteri. Materiaalina on valurauta sen hyvien ominaisuuksien vuoksi. Sen lämmönjohtavuus on hyvä, se sitoo itseensä lämpöä erinomaisesti ja sen värinöiden vaimennuskyky on erinomainen, mikä onkin tärkeää sylinterin suuren koon vuoksi. Sylinterin halkaisija on noin 4,9 metriä, leveys noin 4 metriä ja paino noin 90 - 100 tonnia. Sylinteri koostuu neljästä eri kappaleesta eli vaipasta, päädyistä sekä akselista, jotka on kiinnitetty toisiinsa pulttiliitoksilla. Sylinteriä lämmitetään höyryllä. (Konepiirustukset 1988).

Tulistettu höyry johdetaan sylinteriin akselin kautta. Luovutettuaan lämpöenergiaansa kuivatusprosessiin, osa höyrystä tiivistyy lauhdeksi sylinterin sisäpinnalle. Lauhde poistuu akselin sisällä olevan linjan kautta. Lauhteen poisto perustuu sylinterin ja laudejärjestelmän välillä vallitsevaa paine-eroon. Se luodaan termokompressorilla. Termokompressorin on laite, johon johdetulla korkeapaineisella höyryllä ilmiö saadaan aikaan. Paine-ero aiheuttaa, että osa jenkkisyylinteristä tulevasta lauhdesta höyrystyy uudelleen lauhdesäiliöissä matalamman paineen vaikutuksesta. Tämä paisuntahöyry johdetaan termokompressorin kautta uudelleen sylinteriin. Lauhteen talteenoton vuoksi sylinterin vaippa on uritettu sisäpuolelta. Uria on yhteensä 118 ja lisäksi vaipan päädyssä on hivenen isommat alueet, joilta lauhdetta poistetaan. Sylinterin sisällä on kuusi kappaletta haravamaisia kokoojaputkia, joihin varsinaiset lauhdepillit on kiinnitetty.

Kokoojaputket on kiinnitetty teräsrakenteella sylinterin akseliin. Lauhdeputkia on yhdessä kokoojaputkessa yhteensä 30. Tämä tarkoittaa sitä, että yhden kokoojaputken pillit on sijoitettu yhdestä kokoojaputkesta joka neljänteen uraan. Lisäksi kaikkien putkien päätypillit keräävät lauhdetta sylinterin päätyalueilta. Lauhdepillejä yhdessä urassa on kolme eli yhdet ovat molempiin suuntiin ja yksi on suoraan alaspäin. Lauhdelinja on yhdistetty kokoojaputkesta sylinterin akselin lauhteenpoistolinjaan nousuputkilla, joita myöten lauhde nousee kohti akselia ja lauhteenpoistojärjestelmää. (Konepiirustukset 2013).



KUVA 4. Jenkkisylinteri (Kuva: www.hergen.com.br)

Sylinteri joutuu ulkopinnaltaan kovan, mekaanisen rasituksen alaiseksi. Tästä johtuu sylinterin pinnan, tosinaan voimakas kuluminen. Ilmiötä estetään kouttauskemikaaleilla ja lisäksi sylinterin vaippa on pinnoitettu metallipinnoitteella. Pinnoitusmateriaali on erittäin kulutuksen kestävä ja sen korroosion kestävyys on myös huippuluokkaa. Pinnoitus tapahtuu plasmaruiskutuksella ja sen on tehnyt asiaan erikoistunut yritys. (Valmet 2015). Ruiskutuksen jälkeen pinta hiotaan muotoonsa vastaamaan telojen myrkyvöintejä eli bombeeruksia (Metsä Tissue 2010).

Pinnoite ei ole mitenkään herkkä naarmuuntumaan, mutta sillä on taipumus aiheuttaa hitsautumista joutuessaan hankaavaan kosketukseen teräksen kanssa. Osaltaan tämän vuoksi koneella onkin käytössä ainoastaan keraamipinnoitteiset kaavarit.

Jenkkisylinteri on suuri ja kovan paineen alainen pyörivä komponentti. Tämän vuoksi tuorehöyry johdetaan sylinteriin erillisen höyry-yhteen kautta. Tämä valurautarakenteinen kappale toimii tiivisteenä höyrylinjan ja sylinterin välillä. Rakenne koostuu rungosta ja laippaputkesta. Tärkein kohta on yhteen kiinnittyminen sylinteriin. Laippaputken yhteen puoleiseen päähän on kiinnitetty jousikuormitteinen tiivistelevy. Tiivistelevy on kaksiosainen, jossa toisessa puoliskossa on kiinni tiiviste, toisessa laippaputken pää ja näiden välillä kuormitusjouset. Levy puristaa tiivistysmateriaalina olevan grafiitin höyrylinjan puoleisessa puoliskossa olevaa tiivistepintaa vasten. Samalla laippaputkessa oleva kaulus vastaa höyry-yhteen runkoon estäen putkea painumasta sisälle yhteeseen. Lisäksi yhteen ollessa paineistettuna höyrypressio painaa laippaputkea ulospäin estäen kasaan painumista sekä samalla lisäten tiivistepintojen kireyttä. Rakenteen ansiosta sylinterin puoleinen laippa pääsee pyörimään sylinterin mukana tiivistepintojen liukuessa toisiaan vasten. Sen huonona puolena on, että grafiittitiivisteiden rikkoutuessa irto-osat kulkeutuvat sylinteriin sisälle. (Konepiirustukset 1988). Höyry-yhde on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä 10, kuvassa 24.

5.7 Kouttaus ja kouttauskemikaalit

Jenkki sylinterin pintaa suojellaan kulumiselta myös pinnoittamisen lisäksi ruiskuttamalla sen pintaan kemikaalikerros. Suojauksen ajatuksena on, että kaavari liukuisei kemikaalin muodostamassa kerroksessa eikä koskisi sylinterin metallipintaan. Kemikaalina käytetään yleensä polymeeripohjaista hartsia. Sitä tulisi annostella noin puolestatoista kahteen milligrammaa jokaista sylinterin vaipan neliometriä kohden. Tällä määrällä kerroksesta saadaan riittävän kattava. Kemikaali on vesiliukoinen ja se levitetään sylinterin pinnalle oskiloivalla suihkuputkella, jossa on 18 suutinta. Putkessa on jokaista suutinta kohti sihti. Suutinkoko on 0,015 millimetriä ja suihku on noin 110 asteen kulmassa suoraan suihkuputkesta ylös. Suihkuputken asemoinnilla on myös hyvin tärkeä osa kouttauksen onnistumisessa. Suihkuputken tulee olla juuri oikealla etäisyydellä puristimen nipistä, jotta vesi ehtisi haihtumaan kemikaalista. Lisäksi kemikaalin on ehdittävä reagoimaan ja muodostamaan polymeerisidoksensa sylinterin pinnalle. Suihkuputken oskilloinnista huolehtii hydraulisyylinteri, jonka liikesuuntaa säätelee kaksi painekeytkintä. Suihkuputki on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä 11, kuvassa 25. (Viitasaari 25.9.2015; Nalco 2014).

Koska kemikaalin sivutuotteena tulee voimakas kiinnittävä vaikutus rainaan, annostellaan mukana niin sanottua irrotusainetta. Kyseiset kemikaalit ovat erityyppisiä öljyjä, joiden tarkoituksena on pehmentää perusainekerroksen pintaa siten, että rata irtoaisi helpommin. (Nalco 2014).

6 HAVAINTOJA

Tästä eteenpäin työssä tarkastellaan niitä syitä, jotka johtavat jollakin paperiradan kohdalla paikalliseen kosteuden nousuun. Tutkimuksessa olen syventynyt edellisessä luvussa esitettyihin prosessin osa-alueisiin, koska työkokemuksen mukanaan tuoman prosessin tuntemuksen myötä, olen havainnut näiden asioiden eniten vaikuttavan kosteusprofiili häiriöihin.

Varsinainen tutkimus on toteutettu haastatteluin sekä itse prosessia ohjaamalla ja ohjauksen vaikutuksia havainnoimalla. Lisäksi tutkimusta on tehty työn tilaajan hallussa olevia huolto- ja tutkimusraportteja tutkimalla. Luonnollisesti prosessin ohjaus vaatii ammattitaitoa, jolloin tutkimus on ollut mahdollista tuotannon häiriintymättä. Haastateltavina on ollut niin prosessista vastaava insinööri kuin kudostoimittajan ja kemikaali-toimittajan edustajat. Haastatelluilta olen saanut materiaalia, josta on ollut suurin apu tämän tutkimustyön tekoon.

Yleisellä tasolla olen huomannut kosteusprofiilin paikallisten piikkien aiheutuvan kuumelta eri osa-alueelta eli

- perälaatikosta
- viiroista
- huovasta ja sen kunnostuksesta
- puristuksesta
- jenkkisylinteristä
- sylinterin kouttauksesta.

Tärkein osa-alue on koneen huopa ja sen kunnostus. Havainto perustuu siihen, että tilastollisesti ongelma on ainakin hetkellisesti ratkennut, kun kudokset on vaihtunut. Muutkin edellä mainitut osa-alueet ovat luonnollisesti tärkeitä, joten olen käsitellyt ne kaikki seikkaperäisesti omissa kappaleissaan.

6.1 Perälaatikon vaikutus

Perälaatikon rakenteesta huuliaukko on vaikutuksiltaan kaikkein suurin. Huuliaukon suoruus määrää, kuinka tasainen huulisuihku on viiralle tullessaan. Koska suihkun poikkiprofiili ei kuitenkaan koskaan ole täysin suora, se käytännössä määrää osaltaan millaisiksi poikkiradan neliöpaino- ja kosteusprofiili muodostuvat. Tämä tarkoittaa käytännön tasolla sitä, että jos jollakin kohdalla on muita kohtia enemmän kuituja, on sen kohdan kosteuskin muita kohtia suurempi. Ilmiö korostuu ajettaessa pienellä huuliaukolla. Profiileihin voidaan vaikuttaa huuliaukon taipumaa kompensoimalla. Käytännössä tämä tapahtuu huulen säätösauvoja, pinteitä, kiristämällä tai löysäämällä.

Profiilivirheitä huuliaukolla voivat aiheuttaa myös muut seikat. Lähinnä niitä voivat olla naarmut joko huulella tai tasauskammion seinämällä. Osansa vaikuttaa myös pillistön mahdolliset tukkeumat. Nämä ilmiöt ovat yleensä kuitenkin perin harvinaisia ja ne aiheuttavat profiilivikojen ohella myös selkeitä, visuaalisesti havaittavia vikoja paperissa.

Kokonaisuutena huulen taipuman vaikutusta kosteusprofiilissa oleviin poikkeamiin pidän verrattain suurena. Seuraavassa on esimerkki elävästä elämästä ja säädön vaikutuksesta. Lähtötilanteessa profiiliin ilmestyi kesken ajon yllättävä neliöpainopiikki. Piikki aiheutti myös valmistuvaan rullaan fyysisesti havaittavan jäljen, koska samalla se nosti alueen kosteutta. Pintelin kiristyksellä saatiin massamäärää painettua kyseiseltä alueelta alemmaksi. Tämä aiheutti paperin ohenemisen, joka helpotti alueen kuivamista sekä sitä kautta suoristi profiilia. Säädön vaikutuksen voi havaita luottamuksellisessa liitteessä 11 olevasta kuvasta 26.

6.2 Viirojen ja viirakemikaalin vaikutukset

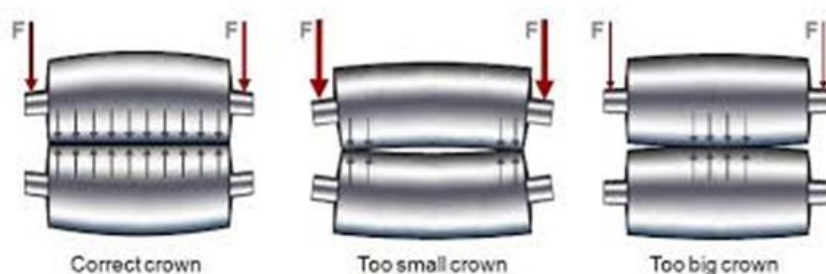
Viirojen vaikutukset kokonaisuuteen olen havainnut varsin pieniksi. On kuitenkin muutama seikka, joita on hyvä tarkastella. Viiroilta tulevat profiilimuutokset ovat yleensä hyvin laaja-alaisia, ei niinkään pistemäisiä. Viirojen toiminta perustuu läpäisyyn. Läpäisyä voidaan tutkia vertailemalla uuden ja ajetun viiran läpäisyä. Tämä suoritetaan poikkeuksetta valmistajan toimesta. Siinä johdetaan ilmaa viiran läpi ja mitataan sen määrä. Läpi mennyt ilman määrä kertoo viiran tukkoisuudesta. (Valmet Fabrics, käytetyn viiran tutkimus 2011; Valmet Fabrics, käytetyn viiran tutkimus 2014).

Viiran tukkeutumista aiheuttavat pääsääntöisesti sen kuluminen sekä viirakemikaalin määrä. Viiran kuluessa päällimmäisenä kulkevat langat kuluvat tasaisiksi, jolloin niiden välit pienenevät. Tämän vuoksi veden poistuminen käy vaikeammaksi kuin uudella viiralla. Kuluminen on yleisenpää telapuolella. On kuitenkin huomattava, että paikallinen, runsas, kuluminen on hyvin poikkeuksellista. (Valmet Fabrics, käytetyn viiran tutkimus 2011; Valmet Fabrics, käytetyn viiran tutkimus 2014).

Viirakemikaalin toiminta perustuu suojaavaan kalvoon viiralangan ja tahmapartikkelin välillä (Grönroos 2015). Kemikaalia annosteltaessa kemikaalikerroksesta tulee ajan kuluessa riittävän suuri tukkiakseen viiralankojen välit. Viirakemikaalin aiheuttamat tukkeumat voivat olla myös hyvin paikallisia. Tähän on syynä kemikaalin annostelujärjestelmä, jossa suihkuputken suuttimilla on taipumusta tukkeutua pitkällisessä käytössä. Suuttimet ovat joko kokonaan tukossa tietyltä matkalta tai suutin on osittain auki, antaen pistemäisen suihkun. Tällaiselle pistemäisen suihkun alueelle syntyy tukkoinen alue. Ajan kuluessa käy usein niin, että pistemäisesti tukkeutunut alue aiheuttaa myös visuaalisesti havaittavan vian paperissa. Ongelman esiintyessä ratkaisuna voisi olla viirojen pesu esimerkiksi 50 prosenttisella NaOH – liuoksella tai jollain muulla soveltuvalla kemikaalilla. Tämä vaatii kuitenkin tuotannon hetkellisen keskeyttämisen. Luottamuksellisessa liitteessä 12 olevassa kuvassa 27 on nähtävissä viirakemikaalin vaikutus ulkoviirassa. Saman liitteen kuvassa 28 on esitetty samat viiran alueet profiilikuvaajana.

6.3 Puristuksen ja puristintelojen vaikutukset

Puristus on yksi tärkeimmistä yksittäisistä muuttujista, joka vaikuttaa kosteusprofiiliin ja siinä havaittaviin ongelmiin. Puristuksen onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää, että nipissä vaikuttava viivapaine on mahdollisimman tasainen läpi koko poikkiradan. Tämä on saatu aikaiseksi telojen ja jenkkisynterinin positiivisella mykevöinnillä. Ilman sitä nippi jäisi käytännössä auki keskeltä, kun telan kuormitus on kohdistettu sen kauiloille. Liian voimakas bombeeraus, eli mykevöinti, aiheuttaa vastaavasti nipin aukeamisen reuna-alueilta. Mykevöinnistä johtuvia virheitä kosteusprofiilissa on havaittu harvakseltaan Mäntän pehmopaperikoneilla. (Metsä Tissue nippivoiman mittausraportti 2008).



KUVA 5. Mykevöinnin vaikutus (Kuva: imagesH3IBZTJX_www.diva-portal.org)

Suurin syy mykevöinnin virheisiin on jenkkisynterinin epätasainen kuluminen. Kouttauskemikaalikerroksesta huolimatta paperikone yhden synterillä on ollut taipumusta kuluu ajan kuluessa. Tällöin synterinin muoto ei ole enää teloja vastaava. Yhtenä syynä voidaan pitää itse puristuksessa ilmenneitä ongelmia. Telojen kuormituksesta vastaavassa järjestelmässä on sisäisiä kitkoja, jotka saavat toisinaan telat kuormittumaan eri tavalla kuin normaalisti. Tästä johtuen on syntynyt tilanteita, joissa jokin kohta paperirainasta on ollut normaalia kosteampi. Tällöin kyseisen kohdan kouttauskerros on ”peseytynyt” pois ja kaavari on ylettynyt synterinin metallipintaan asti. Tästä syntyy mekaanista rasiutusta ja synterinin pinta kuluu. On kuitenkin huomioitava, että useimmin kostea kohta johtuu jostakin muusta syystä kuin itse puristuksesta. Yleensä kuluminen on painotunut synterinin reuna-alueille, mutta osittaista kulumista on tapahtunut myös paperiradan alueella. Nykyisin paperiradan alueen kulumisesta on päästy eroon synterinin pinnan metalloinnilla, joskin päädyllä on pienoinen taipumus kulumiseen edelleen. (Metsä Tissue metallointi- ja hiontaraportti 2010).

Puristinteloista suurin vaikutus on ensimmäisenä olevalla imupuristimella. Ongelmia aiheuttaa yleisimmin telan imualueen väärä asemointi. Liian aikaisella olevasta imualueesta aiheutuu vääränlainen vedenpoisto, jolloin vesi jää käytännössä puristuksessa vain huovan sisään eikä pääse sen lävitse. Tästä aiheutuu nipissä varsin suuri kosteuden määrä ja paperin valmistus on käytännössä mahdotonta kreppauksessa ilmenevien ongelmien vuoksi.

Puristimen imualueen ollessa liikaa myöhäisellä vesi poistuu huovasta, mutta käytännössä liian myöhään. Tällöin vesi ei kulkeudu oikeaoppisesti telan ja huovan välistä keskeisvoiman ansiosta telan ränniin vaan alkaa pyöriä telan vaipan ympärillä. Tämä aiheuttaa negatiivisia muutoksia kosteusprofiiliin. Esimerkkinä on tapaus, jossa profiiliin oli ilmestynyt keskivaiheille kosteampi kohta. Asiaa tutkiessani huomasin puristintelan imualueen ryömineen, lukituksen puuttuessa, myöhäisemmälle. Epäily väärästä paikasta heräsi huomattuaani, että rännivedet eivät jääneet ränniin vaan kaatuivat yli rännin alaosaan. Käännettyäni alueen suurin piirtein kohdalleen, kosteampi alue alkoi hävitä profiilista pikkuhiljaa. Alla olevassa kuvassa on esitetty telan oikeasta asennosta kertova veden poistuminen huovasta. Puristimen vedenpoisto tapahtuma on kuvattuna luottamuksellisessa liitteen 12, kuvassa 29.

Puristuksessa tuleviin ongelmiin vaikuttavat myös luonnollisesti imupuristimen sisärakenteet ja niiden kunto. Varsinkin imukelkan tiivistelistejen kunto on tärkeä. Listojen epätasainen kuluminen aiheuttaa myös poikkeamia profiilissa. Kulumista aiheuttaa yleensä puutteellinen voitelusuihku tai sen täydellinen puuttuminen. Tästä aiheutuu lopulta listan täydellinen hajoaminen. Suihkusuutin voi olla joko kokonaan tai osittain tukossa. Tukoksen voi aiheuttaa veden mukana tulevat epäpuhtaudet tai huollossa telan vaipan sisään kulkeutuneet tai unohtuneet sinne kuulumattomat partikkelit. Imulistejen loppuun kuluminen käytännössä keskeyttää tuotannon kokonaan telan vaihdon ajaksi, koska koneella ei saada enää tuotettua virheetöntä paperia. Imupuristimen kelkka on kuvattuna luottamuksellisessa liitteen 13, kuvassa 30.

6.4 Huovan vaikutukset

Tärkein kosteusprofiiliin vaikuttava tekijä on koneen huopa ja sen toimivuus varsinkin puristuksessa. Tutkiessani kosteuspiikkien aiheuttajaa, havaitsin muutaman yhdistävän tekijän. Pääosa piikeistä ja vanoista oli muodostunut tietyn valmistajan huovilla. Toki täytyy mainita, etteivät muutkaan tuotteet olleet täysin ongelmattomia, mutta suurin osa osui saman valmistajan tietylle huopa tyyppille. Toinen huomio kohdistui ajoaikaan eli kosteuspiikkejä muodostui noin 30 - 40 vuorokauden ajon jälkeen. Kolmanneksi huomasi profiiliongelman poistumisen kahden muutoksen jälkeen. Ensinnäkin huopien valmistaja ja sitä kautta huopien rakenne hieman muuttui sekä toiseksi huovan kunnostukseen tarkoitettun korkeapainesuihkun käyttö muuttui hydraulisesta sähköiseksi. (Met-sä Tissue huopatilasto 2015).

Huovan rakenteessa tapahtui selkeä muutos varsinkin sen paksuudessa. Käytyäni keskustelua huopatoimittajan edustajan kanssa tuli ilmi, että mikäli huopa on ohut, niin siihen sitoutuvan epäpuhtauksien määrä on myös pieni. Lisäksi huovan sisäisen rakenteen havaitsin olevan huomattavasti erilainen verrattuna ongelmia aiheuttaneeseen huopatyyppiin. Tästä vedin johtopäätöksen, että epäpuhtauksien läpäisy on parempi, koska puristuksesta tulevalle, vettä ja epäpuhtauksia poistavalle hydrostaattiselle paineelle on vähemmän vastusta kuin toisella huopatyypillä. Lisäksi rakenteesta paljastui, että sen toisentyypinen pintanukka mahdollistaa sen, ettei epäpuhtauksia kulkeudu huovan sisäosiin aiheuttamaan tukkeumia. (Penttilä 25.6.2014). Samanlaisen pinnan nukkauksen on myös havaittu mahdollistavan huovan nopeamman startin.

Rakenteeltaan liian tiiviit huovat eivät käytännössä ala toimimaan normaalisti missään vaiheessa. Tämän ilmiön taustalla vaikuttaa huovan vesikylläisyyden puuttuminen. Huopa on vain niin tiivis, ettei vesisaturaatiota synny missään vaiheessa. (Viitasaari 7.5.2015). Edellä mainitun lisäksi olen havainnut liian tiiviin huovan aiheuttavan, hie-man yllättävää kyllä, tärinöitä imujärjestelmän pumpun laakereissa.

Huovasta johtuvat kosteuspiikit profiilissa kertovat huovan olevan tukossa kyseiseltä kohdata. Veden läpäisy on siis estynyt. Heti tuli mieleeni kysymys, mikä huovan sitten tukkii. Tähän kysymykseen ei voinut saada vastausta muualta kuin huovan toimittajalta. Huopatoimittajat haluavat yleensä katkaistusta, ajetusta huovasta poikkiratanäytteen, jota he tutkivat omissa laboratorioissaan. Käytyäni keskustelua huopatoimittajan edustajan kanssa, sain selville, että käytetyn huovan testeissä on havaittu, että nämä kosteat kohdat ovat todellakin läpäisyltään huonompia. Huovan sisältämän vieraan aineksen on havaittu olevan pääsääntöisesti orgaanista ainesta, käytännössä siis kuitua ja muita prosessista sekä sitä edeltävästä massan valmistuksesta tulleita epäpuhtauksia. Seuraavaksi sain selville miksi epäpuhtaudet tarttuvat juuri näille kohdille. Alueiden on havaittu olevan myös selkeästi muita alueita kuluneempia ja tämän vuoksi epäpuhtaudet jäävät herkemmin kiinni. (Penttilä 25.6.2014). Tälle ilmiölle tulikin myöhemmin käytännön todiste, jossa ajossa olleen paperiradan etureunaan ilmestyi ison kokoinen kostea alue. Kosteus muuttui alueella nopeuden muuttuessa eli profiili normalisoitui nopeuden laskiessa ja nousi nopeuden noustessa. Jälkeenpäin huopaa tutkittaessa havaittiin pintanukan kuluneen tuolta alueelta osittain pois. Tämän tulkitsin aiheuttaneen ilmiön, jossa nopeuden noustessa likaa tarttui huomattavasti enemmän kiinni kuin siitä ehti poistua. Nopeuden laskiessa lialla oli aikaa poistua ennen kuin uutta likaa tarttui uudestaan kiinni. Kuvaajat eri nopeuksilla on esitettyä luottamuksellisessa liitteessä 13, kuvassa 31.

Kysymykseen, mikä huopaa kuluttaa onkin useampi vastaus. Huovan kuluminen tapahtuu paperipuolelta, joten siihen vaikuttavat tekijät rajautuvat merkittävästi. Käytännössä tekijöitä voi olla vain neljä eli huopaosan imulaatikko, huovan kunnostussuihku, pick-up- telan alue sekä puristin alue. Merkittävin näistä on huovan kunnostussuihku. Vesisuihkulla pyritään aukaisemaan pinnan nukkausta, jolloin sisään sitoutuneet epäpuhtaudet poistuisivat imulaatikolla helpommin. Vaikka suihkun tarkoituksena on huovan ajettavuuden säilyttäminen mahdollisimman pitkään, on siinä käytettävällä korkeapaineisella vedellä taipumus irrottaa huovan pinnan nukkausta. Tämä tapahtuu varsinkin huovan eliniän loppuvaiheessa, jolloin käyttöpaine on suurimmillaan. Toiseksi merkittävin tekijä on imulaatikon alue, koska nopeasti pyörivä huopa imetään reippaalla imulla laatikon reikälevyä vasten. Tästä aiheutuu huopaan kohdistuvaa voimakasta mekaanista rasitusta.

Vaikka laatikko onkin varustettu huopaa voitelevalla matalapainevesisuihkulla, on kuluttava vaikutus silti huomattava. Mitä suurempi laatikoiden alipaine on, sitä suurempi on kuluttava vaikutus. Lisäksi on huomioitava, että voitelevan suihkun suuttimet tukkeutuvat ajoittain ja tästä aiheutuu lisää turhaa rasitusta huovan pintaan. Kulunut huovan pinta on kuvattuna luottamuksellisessa liitteessä 14, kuvassa 32.

Tärkeähuovan kulumiseen liittyvä asia on myös imupuristintelan oikean halkaisijan määrittäminen Damatic – järjestelmään. Tieto on tärkeä, koska järjestelmä laskee telan käytölle pyörimisnopeuden ohjearvon. Koska telan ja samalla huovan pyörimisnopeus on laskennallinen arvo, voi väärän arvon vuoksi telan todellinen nopeus olla periaatteessa vaikka miten väärä. Tästä aiheutuu tilanne, jossa puristinta kiinni ajettaessa telan ja jenkkisylinterin välinen todellinen kehänopeusero voi olla miten paljon tahansa. Tällöin jenkkisylinteri ruopaisee hieman puristimen ja jenkin välissä olevaa huopaa, jolloin siihen aiheutuu kulumaa. Kuluman ei tarvitse olla suuri, mutta ajan kuluessa ja ruopaisukertojen lisääntyessä, sillä voi olla vaikutuksensa huovan kulumiseen ja sitä kautta käytettävissä olevaan ajoaikaan.

6.5 Huovan kunnostuksen vaikutukset

Huopien muutoksen lisäksi toinen muutos oli korkeapainesuihkun oskillointimoottorin muutos. Muutos suoritettiin suunnilleen samoihin aikoihin kuin huopien muutokset tapahtuivat eli noin vuoden vaihteessa 2012–2013. (Metsä Tissue huopatilasto 2015). Merkittävin havainto oli, että uuden laitteiston oskillointinopeus oli mielestäni huomattavasti hitaampi kuin vanhan, hydraulisen. Nopeudeksi mittasin sekuntikellon ja rullamitan avulla noin 4 cm/min. Tulos oli käytännössä sama kuin valmistajan arvo 0,039 m/min (Oy Trial AB 2015). Iskunpituudeksi valmistaja ilmoitti 310 mm ja suutin väliksi suihkuputkessa mittasin 150 mm.

Seuraavaksi selvitin vanhan laitteiston nopeuden. Onneksi sain käsiini vanhan laitteiston hydraulikkakuvan, jossa näkyivät oskillointitunkin mitat sekä öljyn virtausnopeus. Lisäksi kuvassa näkyi järjestelmän syklin nopeus, joka oli 300 millimetrin varrella varustetulle tunkille 3 sykliä minuutissa. Eli karkeasti 180 senttimetriä minuutissa. Suutinten väli oli sama kuin uudessa, sillä itse suihkuputki säilyi muutoksessa samana. Laskin varmistukseksi todellisen nopeuden. Sen suoritin valmiilla kaavalla

$$v = \frac{Q}{A}, \quad 1$$

jossa v on sylinterin varren nopeus, Q on hydraulikkaöljyn tilavuusvirta ja A sylinterin männän pinta-ala. Aluksi oli kuitenkin muutettava hydraulikkakuvassa ollut öljyn massavirta, litraa minuutissa, edelliseen kaavaan sopivaksi, tilavuusvirran, kuutiota sekunnissa arvoksi. Sen sain määritettyä kaavalla

$$Q = \frac{v_m}{t \cdot 1000}, \quad 2$$

jossa Q on edelleen tilavuusvirta, v_m on massavirran nopeus, litraa minuutissa. Jakajassa t on laskussa käytettävä aikayksikkö. Massavirta joudutaan jakamaan vielä tuhannella, koska tulokseksi halutaan kuutiota sekunnissa ja yksi kuutiometri on tuhat litraa.

Lähdettäessä laskemaan sylinterin nopeutta, on huomioitava, että on laskettava nimenomaan sisäänpäin suuntautuva miinusliike. Tämä siksi, että sylinterin männän pinta-ala on huomattavasti pienempi miinusliikkeen puolella kuin ulospäin suuntautuvalla plusliikkeellä. Kun männän pinta-ala on pienempi, on nopeus myös korkeampi. Tämän vuoksi virtausta on kuristettava, jolloin sylinterin liike saadaan vakioitua samaksi molempiin suuntiin. Laskennassa käytin sylinterin plusliikkeen männän pinta-ala jonka sain kaavalla

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad 3$$

jossa A on sylinterin männän ala ja D männän halkaisija.

Saatuani kaikki tarvittavat muuttujat lasketuksi, oli sylinterin nopeus helppo laskea kaavaan sijoituksella

$$v = \frac{8,333 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}}{3.117 \cdot 10^{-3} m^2}, \quad 1$$

josta vastaukseksi sain 0,027 metriä sekunnissa. Käytännössä, jotta saa vertailu kohtaa uuden järjestelmän 3,9 senttimetriin minuutissa, vanha eteni miltei 180 sentin minuutti vauhdilla. Tämä oli muistikuvani mukainen vastaus sikäli, että muistin vanhan laitteen olleen huomattavasti uutta nopeampi. Mutta suuruusluokka oli silti pienoinen yllätys.

Suuri nopeusero sai minut myös miettimään sen vaikutusta pesutehoon. Ensimmäisenä ajatuksena oli tarkastella asiaa tuolta yhden senttimetrin matkalta paperiradalla, joka on mittaraamin mittauspisteiden välimatka. Lähdin miettimään sitä aikaa, jonka uusi suihku käyttää pestessään tuota matkaa. Lisäksi asiaan liittyi se, kuinka monta kierrosta huopa kiertää samaan aikaan. Aloitin homman laskemalla, kuinka pitkän matkan huopa kulkee koneen maksimi nopeudella yhdessä sekunnissa. Sen laskin kaavalla

$$v_h = \frac{1300 \frac{m}{min}}{60 s} = 21,67 \frac{m}{s}, \quad 4$$

jossa huovan nopeus minuutissa jaetaan käytetyllä aikayksiköllä. V_h kuvaa huovan nopeutta, metriä sekunnissa. Seuraavaksi laskin, kuinka kauan uudella suihkulla kestää kulkea, tuo yhden senttimetrin matka. Sen laskin jakamalla aikayksikön suihkun samassa ajassa kulkemalla matkalla.

$$t_{us} = \frac{60 s}{3,9 cm} = 15,4 s. \quad 5$$

Kaavassa t_{us} on uuden suihkun nopeus yhden senttimetrin matkalla. Tästä tuloksesta pääsin kiinni, kuinka pitkän matkan huopa kulkee suihkun pestessä yhden senttimetrin levyistä aluetta.

Lasku oli hyvin yksinkertainen, kerrotaan suihkun aika huovan nopeudella sekunnissa. Eli

$$l_h = t_{us} \cdot v_h = 21,67 \frac{m}{s} \cdot 15,4 s = 333,70 m. \quad 6$$

Kaavassa l_h kuvaa huovan kulkemaa matkaa, suihkun pestessä sitä yhden senttimetrin matkalta. Lopuksi selvitin kuinka monta kierrosta 32 metrin huopa kiertää tuon reilun 15 sekunnin aikana.

$$h_k = \frac{l_h}{h_l} = \frac{333,70 m}{32,00 m} = 10,40. \quad 7$$

Kaavassa h_k on huovan kierrokset ja h_l on huovan mitta. Eli huopa kiertää tuon noin 15 sekunnin pesuaikana yli 10 kertaa oman pituutensa.

Edellä esitetystä kokonaisuudesta ei olisi mitään hyötyä, jos sille olisi vertailukohtaa, joten suoritin samat laskutoimitukset myös vanhalle järjestelmälle. Niistä paljastui varsin erilaisia tuloksia, jotka vahvistivat jo vallinneita epäilyksiäni. Ensinnäkin aika, jonka vanha järjestelmä käytti tuon tarkastelussa olevan yhden senttimetrin pesuun, oli huomattavasti lyhyempi, ollen vain 0,33 sekuntia. Tämä tarkoitti sitä, että laskennallisesti huopa ehti edetä vain noin seitsemän metrin matkan tuossa ajassa. Eli ei lähellekään täyttä kierrostaan.

Tämän jälkeen heräsi epäily, että koska vanha suihku oli nopeampi, oliko se liian nopea ollakseen riittävän tehokas. Asian ratkaisuksi en keksinyt muuta kuin tarkastella ja vertailla pesuun kulunutta aikaa. Ensimmäiseksi totesin, että vanhan suihkun oli käytävä tuolla tarkastelussa olevalla sentin alueella ainakin viisi kertaa, jotta koko huovan kierros tulisi pestyksi. Lisäksi huomasin seikan, että vain yksi suutin pesi yhtä aluetta. Se oli asia, joka lopulta vain helpotti laskentaa. Totesin, että jos vanhan suihkun halusi, teoriassa, pesevän saman määrän huovan kierroksia, oli sen käytävä samalla huovan sentin levyisellä alueella noin 47 kertaa. Seuraavaksi laskin, kuinka kauan suihkulla kesti tehdä tuo 47 liikettä. Sen laskin jakamalla käyntikerrat syklien määrällä, joka oli kolme kertaa. Kolme kertaa siksi, että 180 sentin minuutti nopeudella liikkuva, 300 millimetrin sylinteri, on ääriarvoissaan kolme kertaa minuutin aikana.

Näin ollen on käyntikertoja samalla paikalla, ääriasetojen välillä, oli kuusi kappaletta minuutin aikana. Joten laskin keston siten, että

$$t_k = \frac{47 \text{ käyntiä}}{6 \frac{1}{\text{min}}} = 7,83 \text{ min.} \quad 8$$

Kaavassa t_k on käynteihin kulunut aika. Tästä tuloksesta sain selville, että vanhan järjestelmän suihkulla on kestänyt noin kahdeksan minuuttia kauemmin saavuttaa sama pesutulos kuin uuden järjestelmän suihku saavuttaa 15 sekunnissa. On myös huomioitava, että vanhassa järjestelmässä iskunpituus oli kaksinkertainen suutinvälin kanssa. Tästä aiheutui tilanne, jossa suutin oli äärilaidoissaan vain kolme kertaa minuutin aikana. Toisin sanoen äärilaidat jäivät puolet huonommalle pesulle kuin muu suuttimen pesemä alue. Tämä saattoi osaltaan olla ratkaisevassa asemassa siihen, miksi kosteuspiikit nousivat kapeina alueina profiiliin. Uuden järjestelmän 10 millimetriä pitemmällä iskunpituudella tätä ilmiötä ei pääse tapahtumaan.

Yhteenvetona yllä olevaan laskemaan teen vielä pienen selvennyksen. Uudella suihkujärjestelmällä kuluu aikaa 333 metriä pitkän ja yhden senttimetrin levyisen huovan alueen pesuun 15,4 sekuntia. Huovan kierroksiksi muutettuna tuo 333 metrin matka on noin 10 kierrosta. Vanha järjestelmä pesi yhden senttimetrin levyistä huovan aluetta vain 0,33 sekunnin ajan. Tämä tarkoitti, että suihku oli tuolla alueella vain seitsemän metrin pituisella matkalla. Jotta vanha järjestelmä olisi pessyt saman matkan huovan pituussuunnassa kuin uusi järjestelmä, oli sen tehtävä pesukertoja tuolla sentin levyisellä alueella noin 47. Vanha järjestelmä teki oskilloivia syklejä kolme minuutin aikana eli yhden senttimetrin levyisen alueen ylityksiä tuli kuusi minuutissa. Tämä tarkoittaa sitä, että 47 pesukerran saavuttamiseksi olisi kulunut aikaa noin kahdeksan minuuttia. Koska vanhan järjestelmän iskunpituus oli 300 mm, tuli 150mm suutin välillä käyntejä ääriasetoissa muuta aluetta vähemmän eli vain kolme minuutissa. Tämä aiheutti sen, että tietyt kapeat alueet peseytyivät vanhalla järjestelmällä vain puoliksi verrattuna muihin alueisiin. Tällä oli oma negatiivinen vaikutuksensa kosteusprofiiliin.

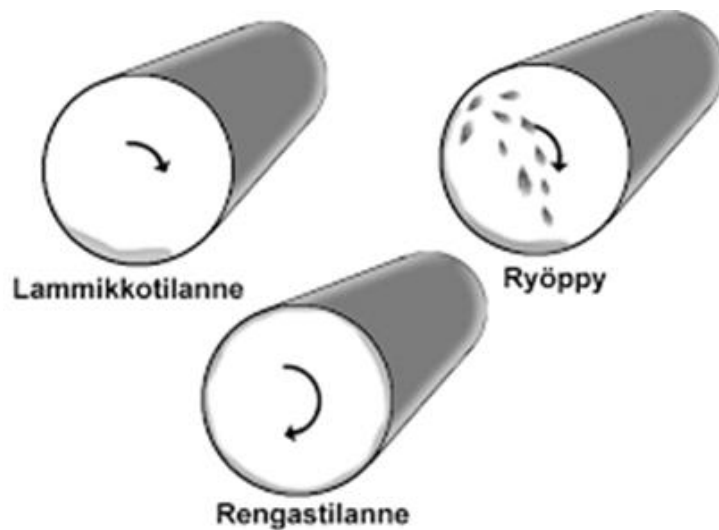
6.6 Jenkkisylinteristä aiheutuvat vaikutukset

Jenkkisylinteristä aiheutuvat ongelmat ovat yleensä hyvin paikallisia ja teräväpiirteisiä verrattuna muista prosessin osista tuleviin vaikutuksiin. Kokemuksesta voi sanoa, että kun jenkkiin tulee kosteusprofiiliin vaikuttava vika, se tulee vähitellen. Viikkojenkin ajoaika on mahdollinen. Kun vika lopulta kasvaa riittävän isoksi, keskeyttää se tuotannon. Tuotantohäiriöstä tulee pitkä, koska siinä joudutaan, lähes poikkeuksetta, tekemään sylinterin sisätarkistus.

Jenkkisylinteristä tulevien vaikutusten pääsyy löytyy lauhteen poiston ongelmista. Kosteusprofiiliin syntyy virhe, kun sylinterin sisällä olevista urista lauhteen poisto estyy joko osittain tai kokonaan. Tällöin nestepinta urassa nousee ja aiheuttaa eristävän nestevaipan kyseiselle kohdalle, jolloin lämmönsiirtyminen höyrystä sylinterin vaippaan vaikeutuu. Ongelman on havaittu aiheutuneen pääasiassa mekaanisista vaurioista joko sylinterin sisällä tai höyry-yhteissä.

Jenkkisylinterin sisäiset vauriot aiheutuvat lauhteen poistossa syntyvät ongelmat, jolloin sylinterin sisään kertyy liian paljon lauhdetta. Sylinterin pyöriessä kovalla nopeudella veden massahitaus aiheuttaa voiman, joka taivuttaa lauhdeurissa olevia pillejä. Pillin korkeuden muuttuessa, uran pohjalla olevassa pienessä laudekerroksessa tapahtuu muutos, joka vaikuttaa sylinterin pinnan lämpötilaan. Jos pilli taipuu sylinteriä kohden, urassa oleva lauhdekerros on minimissään ja samalla lauhteen muodostama eristävä kerros myös minimissään. Tällöin sylinterin pinnan lämpötila on kyseisellä kohdalla muita alueita korkeampi ja samalla paperin kuivuminen on tehokkaampaa kuin muilla kohdilla. Luonnollisesti päinvastainen taipuma aiheuttaa päinvastaisen ilmiön, eli kohta on sylinterin pinnalla hieman viileämpi ja kuivausteho pienempi, jolloin paperissa kyseinen kohta jää kosteammaksi.

Lauhdevesimassa on aiheuttanut pahimmillaan ollessaan koko haravarakennelman taipumisen, josta on aiheutunut nousuputken repeäminen. Tällöin on syntynyt höyryn ohivirtausta suoraa sylinteristä lauhdejärjestelmään ja lauhteenpoisto on häiriintynyt lauhdeurien pohjalla paine-eron laskettua putkirakennelmassa. Vaikutukset ovat samanlaisia kuin aiemmin esitetyssä tilanteessa, lisäksi riski sylinterin joutumisesta vesilastiin kasvaa.



KUVA 6. Lauhteen käyttäytyminen sylinterissä (Kuva: Knowpap 2004)

Yleisin ongelman aiheuttaja lauhteen poiston häiriintymiseen on sylinterin höyry-yhde. Rakenteestaan johtuen yhteen grafiittitiivisteeseen rikkoutuessa tiivisteiden kappaleet kulkeutuvat sylinterin sisälle. Kappaleet ovat grafiitin kappaleita ja niiden kuormitusjousia. Kappaleiden joutuessa uriin, ne kulkeutuvat lauhdepilleihin tukkien ne joko osittain tai kokonaan. Kyseinen tapahtuma keskeyttää tuotannon, pahimmillaan, muutamien tuntien kuluessa. Yhteen tiivisteeseen rikkoutuminen on yleensä tulos jostakin edeltäneestä tapahtumasta. Lähes poikkeuksetta rikkoutumista on edeltänyt jonkinlainen tuotantoseisokki, jossa sylinteri on otettu paineettomaksi. Tällöin tiiviste on joutunut mekaanisen rasituksen kohteeksi, kun höyryn voiteleva vaikutus on lakannut ja sylinteri on kuitenkin edelleen pyörinyt. Yleisin tällainen tuotantoseisokki, jossa sylinteri voi jäädä pyörimään tiivistekuivana, on ollut höyrypula voimalaitoksen suunnasta. Höyry-yhteen rakenne on kuvattuna luottamuksellisessa liitteen 14, kuvassa 33.

6.7 Kouttauksen aiheuttamat ilmiöt

Kouttauksesta aiheutuvat muutokset kosteusprofiiliin olen havainnut olevan verrattain harvinaisia. Kuitenkin kemikaalikerroksessa tapahtuvat muutokset vaikuttavat jossakin määrin siihen, kuinka tasaiseksi profiili muodostuu.

Kouttauskemikaalisuuttimen tukkeutuminen on pääsyy kouttauksesta tuleviin ongelmiin. Suuttimen tukkeutuessa, kaavari kaavaa kemikaalikerroksesta joka sylinterin kierroksella pienen siivun pois. Tästä syntyy tilanne, jolloin kyseisellä kohdalla ei ole enää kemikaalikerrosta, eikä paperiradalle ole enää olemassa tartuntapintaa. Kun kyseinen kohta radassa ei enää saa tartuntaa sylinteristä, on sen kuivuminen puutteellista ja samalla kyseisen kohdan kosteus korkeampi.

Yleensä ongelma on yleinen radan reuna-alueilla, mutta ei tyystin tuntematon muuallakaan. Radan keskivaiheilla ilmiöstä ei koidu kovin suurta ongelmaa, koska suihkuputken oskilloiva liike kompensoi tuomalla viereiseltä suuttimelta kemikaalia tukkeutuneen suuttimen alueelle. Reuna-alueilla ongelmaa lisää useiden suutinten tukkeutuminen. Tällöin oskillointi ei enää pysty korjaamaan kerrosta liikeradan rajallisuuden vuoksi.

Tukkeutumisen aiheuttaja on itse kemikaali, joka sekoitusveden lämpötilan laskiessa alkaa muodostua liman kaltaisiksi flokeiksi. Lima kulkeutuu suuttimiin tukkien ensivaiheessa suutinta edeltävän sihdin ja seuraavaksi itse suuttimen. Umpiperämällisen suihkuputken vuoksi limaa kertyy aina eniten putken takapäähän tukkien käyttöpuolen kaksi tai kolme viimeistä suutinta. Ratkaisuna on aina sihdin ja suuttimen vaihto.

Toinen, vähäisempi ongelma on suihkun oskilloinin pysähtyminen. Tästä johtuen, kemikaalikerroksesta tulee hieman epätäydellinen. Vaikutukset ovat samansuuntaisia kuin jos suihku olisi tukossa, mutta pienemmässä mittakaavassa. Erot eri alueiden välillä radassa ovat havaittavissa, mutta niistä ei vielä aiheudu mitään suuria ongelmia. Syy pysähtymiseen on yleensä sähköisessä ohjauksessa. Painekeytkin, joka ohjaa suunnan vaihdon on viallinen tai hydrauliiikan ohjausventtiilin kela rikkoontunut.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Kosteuspiikki ongelmat ovat viime aikoina painuneet taka-alalle. Tärkein syy tähän on toisen tyyppiseen huopa rakenteeseen siirtyminen. Ohuemman rakenteen tuomat edut ovat selkeät. Uusien huopien starttiajat ovat pääsääntöisesti lyhentyneet sekä toisen tyyppisen sisärakenteen vuoksi huovan kunnossapito on helpottunut eikä kuluttavaa korkeapainesuihkua tarvitse käyttää niin aikaisessa vaiheessa kuin ennen. Lisäksi huovan imulaatikon alipainetta on voitu laskea, jolloin tarpeetonta mekaanista rasitusta on voitu vähentää. Tämä jo käytössä oleva tyyli, ajaa mahdollisimman pienellä imulaatikon alipaineella on myös ollut syynä huopien pienempään kulumiseen. Huovan ohuempi rakenne ei sido enää itseensä epäpuhtauksia niin voimakkaasti kuin aikaisemmin käytössä ollut rakenne. Onkin varsin perusteltua esittää, että huopien tulisi jatkossa olla tämän kaltaisia.

Toinen yhtä painava syy ongelman poistumiseen on ollut huovan korkeapainesuihkun käytön muuttaminen hydraulisesta sähköiseksi. Tämä on hidastanut oskilloivaa liikettä, jolloin pesusta on tullut huomattavasti tehokkaampi, varsinkin koneen parhaimmalla ja yleisemmin käytössä olevalla nopeusalueella. Muutos on onnistunut ja sen edut ovat tulleet selkeästi esiin. On kuitenkin huomioitava muutamia seikkoja, joilla suihku tehokkuutta voisi lisätä. Ensimmäisenä korkeapainesuihkun oskillointinopeuden olisi hyvä olla riippuvainen huovan nopeudesta. Tällöin, varsinkin ajoajan loppuvaiheessa, huovalle olisi mahdollista saada maksimaalinen pesuteho käyttöön. On kuitenkin otettava huomioon, että kyseisen asian hyödyt eivät ole välttämättä riittävät, kun niitä verrataan muutoksen vaatimiin kustannuksiin. Muutos vaatisi oskillointimoottorin päivittämisen laitetoimittajan tarjoamalla optiolla, jolla liikenopeus voidaan optimoida paperikoneen käynnin mukaan. Toisena, hieman edullisempänä vaihtoehtona näkisin suihkusuuttimien määräaikaisen vaihtamisen. Suutinlevyn reiän kuluessa sen teho tulee kärkeen. Usein reikälevyt kuluvat hyvin epätasaisesti, jolloin osa suuttimista toimii kuitenkin vielä ihan hyvin. Olisi kuitenkin ajatteleminen arvoinen asia vaihtaa kaikki 18 suutinlevyä ainakin kerran tai kaksi kalenterivuoden aikana, esimerkiksi isoimpien tuotantoseisokkien yhteydessä. Lisäksi suuttimet olisi hyvä tarkistaa joka huovanvaihdon yhteydessä. Asia vaatisi kuitenkin ohjelmamuutoksen, jotta suihku olisi mahdollista saada päälle myös huopaosan seistessä.

Jenkkisylinterin kohdalla esiin tulleiden asioiden suhteen tulisi toimia jatkossa samalla tavalla kuin tähänkin asti. Sylinterin pinnan kouttauksesta johtuvat ongelmat itse profiiliin ovat hyvin poikkeuksellisia. Sylinterin reuna-alueiden kuluminen on kuitenkin aiheuttanut jonkin verran ongelmia ja siksi onkin haettu ratkaisuja yhdessä kouttauskemikaalien toimittajien kanssa. Tämän lisäksi yksi varteen otettava ja kokeilun arvoinen keino voisi olla imupuristimen imualueen levittäminen koko huovan levyiseksi, jolloin puristuksessa olisi myös puristintelan imu apuna poistamassa ylimääräistä vettä huovan reunoilta. Nykyisin päätylistat, jotka määrittävät imualueen leveyden, asemoidaan telan vaihdossa aina paperiradan reunan tasolle. Huovan reunat ovat kuitenkin ne alueet, joilta sylinteri kuluu, koska kouttauskemikaalit peseytyvät pois sylinterin pinnalta märän huovan vuoksi. Tällöin sylinteri on alttiina kaavarin mekaaniselle kulutukselle.

Jenkkisylinteriin liittyviä asioita ovat myös sen sisärakenteeseen liittyvät seikat. Vaikka lauhteenpoistoputkisto on kohtuullisen vankkarakenteinen ja se on uusittu alkuperäisestä ja on nykyisin lauhdetta poistava riippumatta pyörimissuunnasta, on se kuitenkin herkkä vaurioille varsinkin tilanteissa, joissa höyryn saanti häiriintyy. Äkillisten energiansaantihäiriöiden sattuessa, on suuri mahdollisuus sylinterin vesilastiin joutumiselle. Tästä johtuen lauhdeurien pillien korkeus muuttuu pillien taipuessa lauhdevesimassan vaikutuksesta. Tilanteen estämiseksi sylinteri olisi saatava mahdollisimman nopeasti täydestä nopeudesta ryöminnälle. Tällöin estetään sylinterissä jo mahdollisesti olevaa liiallista lauhdevettä aiheuttamasta vaurioita pillistölle. Energiakatkon pitkittyessä, tai jos kyseessä on ollut esimerkiksi tuotannonrajoitusseisokki, sylinteriä uudelleen lämmitettäessä, syntyy voimakkaasti uutta lauhdetta. Siksi näistä tilanteista uudelleen startattaessa olisi tärkeää pyörittää sylinteriä jonkin aikaa normaalia ajonopeutta huomattavasti pienemmällä nopeudella, jolloin annettaisiin lauhteelle tarpeeksi aikaa poistua. Höyryjärjestelmään liittyy lisäksi höyry-yhteisiin liittyvä asia. Pääasiallinen osa siitä romusta, joka kulkeutuu sylinterin sisään, on lähtöisin sylinterin höyry-yhteestä. Jotta yhteen ajoaikaa voitaisiin pidentää, jenkin pyörimisen kanssa pitää olla hyvin tarkkana. Grafiittiiviste saa voitelunsa höyryn kautta ja voitelun loputtua se joutuu suoraan kosketukseen teräspinnan kanssa. Tällöin kuluminen on erittäin nopeaa. Kun tiiviste kuluu tarpeeksi, ei jousikuormitus enää pidä tiivisteettä paikoillaan ja murenevat palaset kuormitusjousineen kulkeutuvat sylinterin sisään tukkien lauhdepillit.

Vaikkakin on kyseessä hyvin poikkeuksellinen ja harvinainen ilmiö, asiaan ei oikein voi vaikuttaa muilla tavoin kuin henkilöstön ajoittaisella koulutuksella. Sen järjestämiseksi olisi hyviä mahdollisuuksia esimerkiksi tuotannonrajoitusten yhteydessä. Ylipäänsä operaattorien höyrylaitteistokoulutus olisi aika ajoin paikallaan jo pelkästään sen vuoksi, että henkilöstössä on tapahtunut viime vuosina muutoksia, joiden vuoksi osaaminen esimerkiksi häiriötilanteissa voi olla hyvinkin kirjavaa. On hyvä muistaa, että jenkisylinteri on paperikoneen suurin yksittäinen osa, jonka huolto ja korjaaminen tarkoittavat aina pitkää tuotannon menetystä. Lisäksi vaurioiden muodostuessa poikkeuksellisen suuriksi, korjauskustannuksista voi muodostua hyvinkin suuria. Nämä asiat huomioiden lisäkoulutus ei ole koskaan hukkaa mennyttä aikaa.

LÄHTEET

Keskisarja, T. 2010. Vihreän kullan kirous. Helsinki: Siltala

Koikkalainen, N-V., Sievälä A. 2010. Tehtaan ja taiteen rinnakkaiselo. Mäntän lukio. Tutkielma. Tulostettu 24.1.2015.

<http://www.hyol.fi/assets/files/EUSTORY%20tutkielmat/Tehtaan%20ja%20taiteen%20rinnakkaiselo.doc>

Takanen, P. 2006. Vitosen viime vaiheet. Vilppula: M-Print Oy

Metsä Tissue. Yritys historia. Merkkipaalu. Luettu 26.1.2015.

<http://www.metsatissue.com/company/history/milestones/Pages/Default.aspx>

Metsä Tissue. Who we are. Luettu 26.1.2015.

<http://www.metsatissue.com/company/whoweare/Pages/Default.aspx>

Metsä Group. 2015. Vuosikatsaus 2014. Tulostettu 1.4.2015.

<http://www.metsagroup.com/Documents/Communications/Publications/FI/Metsa-Group-Vuosikatsaus-2014.pdf>

Seppälä, Markku J., Häggblom-Ahnger, U., Komulainen P. 2001. Kemiallinen metsäteollisuus II – Paperin ja kartongin valmistus. Jyväskylä: Gummerus.

Mäntän pumppauspalvelu. 2015. Andriz FP – peränsyöttöpumppu. Luettu 18.2.2015.

<http://mpp.fi/andritz01.html>

Metsä Tissue. 2014. Konepiirustukset. 1988.

Metsä Tissue. 2014. Konepiirustukset. 2013. Tulostettu 30.6.2014.

Viitasaari, T. prosessi-insinööri Metsä Tissue. 2015. Haastattelu 7.5.2015. Haastattelija Saarinen V. Mänttä-Vilppula.

Viitasaari, T. prosessi-insinööri Metsä Tissue. 2015. Haastattelu 25.9.2015. Haastattelija Saarinen V. Mänttä-Vilppula.

Metsä Tissue. 2015. Paperikone 1, huopatilasto – Excel taulukko. Luettu 13.8.2015.

Pesonen, J. 2009. OCC:n käytettävyys paperinvalmistuksessa. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Penttilä, S. myyntiedustaja Valmet Fabrics. 2014. Haastattelu 26.5.2014. Haastattelija Saarinen V. Mänttä-Vilppula.

Penttilä, S. myyntiedustaja Valmet Fabrics. 2014. Haastattelu 26.6.2014. Haastattelija Saarinen V. Mänttä-Vilppula.

Valmet Fabrics. 2014. Mänttä PK1 huoparakenne. Tulostettu 17.6.2014.

Valmet Fabrics. 2011. Mänttä PK9 käytetyn viiran tutkimus. Tulostettu 17.6.2014.

Valmet Fabrics. 2014. Mänttä PK9 käytetyn viiran tutkimus. Tulostettu 17.6.2014.

Albany International. 2014. Huopamittaukset. Tulostettu 6.2.2015.

Motiva. 2011. Höyry-lauhde-siirtojärjestelmä ohje käyttö- ja kunnossapitohenkilöstölle. Tulostettu 22.9.2015.

http://www.motiva.fi/files/8897/HOLA_kaytto-kunnossapito_ohjeistus_2011.pdf

Grönroos M. myytiedustaja Ashland Inc. 2015. Haastattelu 25.2.2015. Haastatteliija Saarinen V. Mänttä-Vilppula.

Nalco. 2014. Yankee coating systems. Tulostettu 8.10.2015.

<http://www.tissueworld.com/wp-content/uploads/2014/04/5.-Yankee-Coating-The-Functional-Interface-Nalco.pdf>

Metso Automation. 2015. Neles säätöratkaisut. Tulostettu 7.10.2015.

http://valveproducts.metso.com/documents/neles/Brochures/fi/CB027_FI_Lo.pdf

Seikkula, S. application specialist QCS. 2014. Neliöpaino- ja kosteusmittaukset. Sähköpostiviestin liite. sauli.seikkula@metso.com. Tulostettu 10.10.2015.

Metsä Tissue. 2010. Metso Paper –telahuolto raportti. Tulostettu 23.9.2015.

Metsä Tissue. 2012. Metso Paper –telahuolto raportti. Tulostettu 11.10.2015.

Metsä Tissue. 2008. Metso Paper –nippivoiman mittausraportti. Tulostettu 11.10.2015.

Metsä Tissue. 2010. Metso Paper –metallointi- ja hiontaraportti. Tulostettu 11.10.2015.

Helander, J. 2010. Nippivoiman mittauslaite. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Kandidaatin työ.

Valmet. 2015. Infinikote– reliable thermal coating for Yankee dryers. Luettu 11.10.2015.

<http://www.valmet.com/services/tissue-mills/yankee-service/infinikote/>

Oy Trial AB. 2015. Heseгава –tuote esite. Tulostettu 9.9.2015.