



Pituusleikkurin laadunvalvonnan tehostaminen

Sini Nurminen

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2024

Biotuotetekniikan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuotetekniikan tutkinto-ohjelma

NURMINEN, SINI:
Pituusleikkurin laadunvalvonnan tehostaminen

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Maaliskuu 2024

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli UPM Specialty Papers Oy Tervasaari. Työn tavoitteena oli luoda päivitetty ohjeistus ULMA-vianilmaisinjärjestelmällä havaittavista vioista ja vaadittavista toimenpiteistä operaattoreiden käyttöön pituusleikkureille 5 ja 8. Lisäksi ohjeistuksessa on käsitelty tyypillisiä pituusleikkurilla ilmenviä rullavikoja, laadunhallintaa sekä rullien jatkotoimenpiteitä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää pituusleikkurin laadunhallintaa ohjeistuksen avulla, jota erityisesti uudet operaattorit voisivat hyödyntää. Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli selvittää uudet hylkäysrajat huomioiden asiakkaiden erilaiset vaatimukset sekä määrittää, millaiset viat lähetetään uudelleenrullauskoneelle, giljotiinille tai lähetyskieltoon.

Työssä on hyödynnetty molempien pituusleikkureiden operaattoreiden haastatteluita, Citrix-ohjelmaa, aikaisempaa ohjeistusta sekä asiakasreklamaatioita hylkäysperusteiden päivittämiseen. Eri materiaaleja vertailemalla opinnäytetyön tuloksena syntyi ohjeistus, johon on sisällytetty yleisohjeet vikakartan tulkintaan sekä määritelty erilaisten vikojen hylkäysrajat. Ohjeistukseen on myös sisällytetty tyypillisiä esimerkkitapauksia. Lisäksi ohjeistukseen on laadittu käytänteet visuaalisten rullavikojen toimenpiteisiin sekä laadunhallintaan. Koska ohjeistus sisältää luottamuksellista tietoa, ohjeistus on erillisenä dokumenttina.

Opinnäytetyön tulosten ansioista pituusleikkureiden operaattorit saivat käyttöönsä ohjeistuksen, jota etenkin uudet operaattorit voivat hyödyntää perehdytyksen yhteydessä. Lisäksi ohjeistukseen on tarkennettu käytänteitä, jotka ovat olleet epäselviä molemmilla pituusleikkureilla. Haastatteluiden yhteydessä nousi myös esille, että laadunhallinnan parantamiseksi uusille operaattoreille olisi hyvä näyttää esimerkkimalleja paperirainan vioista.

Asiasanat: vianilmaisinjärjestelmä, hylkäysraja, uudelleenrullauskone, giljotiini, lähetyskielto, vikakartta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct Engineering

NURMINEN, SINI:
Improving the Quality Control of Winder

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 3 pages
March 2024

The commissioner of this thesis was UPM Specialty Papers Oy Tervasaari. The aim of this thesis was to create an updated instruction for paper web defects and their rejection limits. Additionally, the instruction includes the quality management of roll defects and their rejection criteria. The purpose of the thesis was to improve the quality control of the winder through instructions. Especially new winder operators could use the instruction. The research problem of the thesis was to determine the new rejection limits.

The instruction has utilized interviews with operators, the Citrix-program, customer complaints and the previous instructions for updating rejection criteria. The instruction includes general instructions for interpreting the defect map and defining rejection limits for various defects. The instruction provides various case examples illustrating which paper rolls are sent to the guillotine, rewinder or shipment ban. The instruction also includes a section on the quality management of roller defects and related measures. Because the instruction contains confidential information, the instruction is provided in a separate document.

As the result of the thesis, operators will receive an instruction that they can use during their orientation. The instruction has also clarified practices that have been unclear. In addition to the instruction, it would be useful to show new operators examples of paper web defects. This way new operators would have a better understanding of how the defects appear on paper compared to the defect map.

Key words: rejection limits, rewinder, guillotine, shipment ban, defect map

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VIKOJEN MUODOSTUMINEN PAPERIRAINAAN	7
	2.1 Saostumat.....	7
	2.1.1 Mikrobiologiset saostumat	8
	2.1.2 Kemialliset saostumat.....	8
	2.2 Saostumien muodostuminen.....	9
3	PAPERIRAINAN VIKOJEN HALLINTA.....	11
	3.1 Prosessiolosuhteiden hallintasuureet.....	11
	3.2 Saostumien hallintamenetelmät	12
	3.3 Laadunvarmistus pituusleikkurilla.....	13
4	PITUUSLEIKKURILLA ILMENEVIEN VIKOJEN LAADUNHALLINTA.	14
	4.1 Pituusleikkurin toimintaperiaate.....	14
	4.2 ULMA-vianilmaisinjärjestelmä	15
	4.3 Vikakartan tulkinta.....	16
	4.4 Visuaalisten rullavikojen hallinta.....	17
5	PAPERIRULLILLE TEHDYT JATKOTOIMENPITEET	20
6	KARTOITUS LAADUNHALLINNAN KÄYTÄNTEISTÄ.....	21
	6.1 Citrix-ohjelman hyödyntäminen	21
	6.2 Pituusleikkureiden 5 ja 8 operaattoreiden haastattelut.....	21
	6.3 Asiakasreklamaatioiden ja ohjeistuksen hyödyntäminen	23
7	PITUUSLEIKKURIN OPERAATTOREIDEN HYVÄT KÄYTÄNTEET ..	24
8	POHDINTA	27
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	31
	Liite 1. Haastattelukysymykset.....	31
	Liite 2. Operaattoreiden haastatteluiden vastaukset	32
	Liite 3. Ohjeistus	33

ERITYISSANASTO

Anioni	Negatiivisesti varautunut ioni
CCD-kamera	Puolijohde-elementtikamera
Giljotiini	Hylkyrullapulperi, jossa hylätyt rullat käsitellään
Karvi	Liitos, joka tehdään vian poistamisen yhteydessä
Kationi	Positiivisesti varautunut ioni
Märkäosa	Paperikoneen osa, joka sisältää perälaatikon, lyhyen kierron sekä viiraosan
Retentoitumaton aine	Häiriöainne, joka heikentää paperin laatua
Tampuuri	Täyslevyinen konerulla, josta leikataan paperiraina osarainoiksi
Trimmi	Määrittelee, minkä kokoisiksi osarainoiksi paperiraina leikataan
URK	Uudelleenrullauskone

1 JOHDANTO

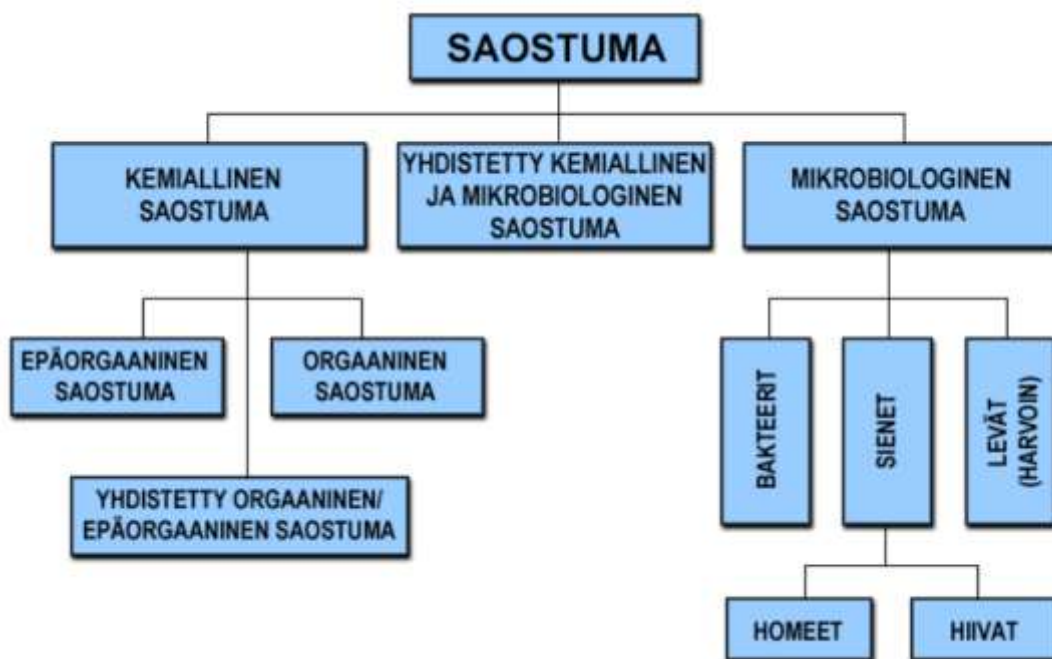
Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on UPM Specialty Papers Oy Tervasaari, joka on suomalainen paperiteollisuusyritys Valkeakoskella. UPM Tervasaassa on kaksi tuotantolinjaa paperikone 5 ja 8, joilla valmistetaan glassiini- ja tarran taustapaperia. Lisäksi paperikoneella 8 valmistetaan superkalanteroitua kraftia. Opinnäytetyön tavoitteena on saada ohjeistus etenkin uusien operaattoreiden käyttöön, jossa on käsitelty rullavikojen laadunhallintaa, vikakartan tulkintaa sekä hylkäysperusteita. Työn tarkoituksena on helpottaa viallisten rullien jatkotoimenpiteiden määrittämistä, jotta heikkolaatuisia paperirullia ei päätyisi asiakkaille. Ohjeistuksen avulla uudet operaattorit saavat mielikuvan paperirullien laatukriteereistä ja osaavat tehdä tarvittavat toimenpiteet laatuongelmien estämiseksi.

Opinnäytetyön teoriaosassa käsitellään paperirainan vikojen muodostumista ja niiden hallintaa paperikoneella. Koska opinnäytetyö painottuu pituusleikkurilla havaittaviin paperirainan ja -rullien vikoihin, teoriaosuudessa käsitellään pituusleikkurin toimintaperiaatteita, laadunvarmistusta sekä tyypillisiä vikoja ja niiden laadunhallintaa. Lisäksi teoriaosuudessa esitellään UPM Tervasaassa olevan ULMA-vianilmaisinjärjestelmän toimintaa, vikakartan tulkintaa sekä selitetään lyhyesti jatkotoimenpiteiden periaate. Lopputuloksissa ilmenee, millaisia paperirullia saa lähettää asiakasrulliksi, sekä millaisia rullavikoja tulee lähettää uudelleenrullauskoneelle, lähetyksieltoon tai giljotiinille. Lopputuloksissa on myös pyritty päivittämään hylkäysrajoja huomioiden asiakkaiden vaatimukset sekä konekohtaiset laatuvaatimukset. Työssä on haastateltu UPM Tervasaareen pituusleikkureiden operaattoreita sekä hyödynnetty asiakasreklamaatioita, vanhaa ohjeistusta ja Citrix-ohjelmaa hylkäysperusteiden määrittelemistä varten. Lopullinen ohjeistus on tehty yhteistyössä toimeksiantajan ohjaajien kanssa.

2 VIKOJEN MUODOSTUMINEN PAPERIRAINAAN

2.1 Saostumat

Suurin osa asiakkaiden valituksista johtuu paperirainan vioista, kuten rei'istä ja täplistä (Thorn & Au 2009, 7). Tässä osiossa keskitytään saostumiin, jotka ovat tyypillinen ongelma paperikoneella (BIM 2022a). Saostumien lisäksi viat voivat johtua huonosta kosteusprofiilista, epätasaisesta paperin kireysprofiilista, viiravioista sekä tippuvasta vedestä tai öljystä (KnowPap versio 25.0, n.d.a). Saostumat voidaan jakaa mikrobiologisiin ja kemiallisiin saostumiin sekä niiden yhdistelmiin kuvion 1 mukaan (KnowPap versio 25.0, n.d.b).



KUVIO 1. Saostumien jakautuminen (KnowPap versio 25.0, n.d.b).

Saostumien aiheuttama ongelma on paperinvalmistusprosessissa paperin laadun ja ajettavuuden heikkeneminen, joka johtaa paperirainan katkoihin haitaten tuotannon tehokkuutta (Hubbe, Rojas & Venditti 2006, 154; KnowPap versio 25.0, n.d.b). Jos asiakkaille päätyy heikkolaatuisia asiakasrullia, yrityksen tuottavuus kärsii ja asiakkaat laskuttavat viallisesta rullasta. Sen takia vikoja pyritään hallitsemaan erilaisin keinoin.

2.1.1 Mikrobiologiset saostumat

Mikrobiologisia saostumia ovat sienet, levät ja bakteerit, joista sienet voidaan jakaa homeisiin ja hiivoihin. Paperinvalmistusjärjestelmä on mikrobiologisille saostumille ihanteellinen kasvupaikka, koska järjestelmässä vallitseva lämpötila, pH ja suolapitoisuus edesauttavat niiden rikastumista prosessissa. (Thorn & Au 2009, 10–11.) Paperiteollisuudessa tyypillisimmät saostumien aiheuttajat ovat kuitenkin bakteerit (Alakomi ym. 2002, 20). Mikrobiologisten saostumien aiheuttamia ongelmia ovat esimerkiksi:

- Biofilmit eli limat, jotka paperirainaan tarttuessaan muodostavat vikoja, kuten tahroja sekä reikiä, jotka heikentävät paperirainan ajettavuutta ja laatua.
- Paperin laadun heikentyminen, kun täyteaineet tummuvat ja tärkkelyksen viskositeetti laskee.
- Pahat hajut paperirainassa tai lopputuotteessa.
- Räjähdysherkkien kaasujen muodostuminen.
- Paperinvalmistuslaitteistoon muodostuva korrosio. (Alakomi ym 2002, 26; Thorn & Au 2009, 10–11.)

Suurin ongelma paperin laadun kannalta ovat biofilmit, jotka voivat kasvaessaan ajautua prosessiveden mukana suodattimille, putkille ja erilaisille pinnoille vahingoittaen paperirainaa (Alakomi ym. 2002, 24). Mikrobiologisten saostumien hillitsemiseksi käytetään biohajoavia orgaanisia biosidejä, jotka ovat korvattu aiemmin käytössä olleilla elohopeapohjaisilla biosideillä. (Thorn & Au 2009, 18.)

2.1.2 Kemialliset saostumat

Kemialliset saostumat jaotellaan koostumuksen mukaan epäorgaanisiin ja orgaanisiin saostumiin sekä niiden yhdistelmiin. Saostumat ovat harvoin ainoastaan orgaanisia tai epäorgaanisia, ja niihin voi kiinnittyä mikrobikasvustoa joko liman tai rihmanmuodostuksen kautta. (BIM 2022b.)

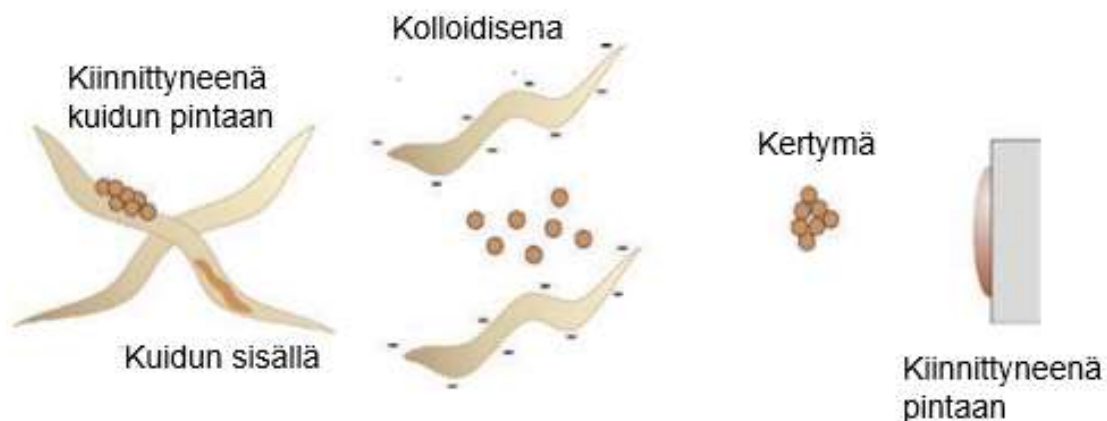
Orgaaniset saostumat voivat olla peräisin puusta, lisäaineista tai hylkypaperin mukana tulevasta epäpuhtauksista. Puusta peräisin olevaa häiriöainesta kutsutaan pihkaksi, joka aiheuttaa tarttuvia saostumia. (Thorn & Au 2009, 21.) Ne saavat aikaan lopputuotteeseen laaturvirheitä, kuten likapilkkuja tai suurempina kertyminä reikiä ja likäläiskiä. Tarttuvat saostumat syntyvät, kun pienet pihkapartikkelit pääsevät muodostamaan suurempia kertymiä. Saostuman kertymän suuruutta voi lisätä myös muut ainekset, kuten hydrofobiset lisä- ja apuaineet sekä kalsium ja alumiini. Paperikoneella tyypillisiä hydrofobisten kertymien komponentteja ovat vaahdonestoaineet, liimat ja öljyt. (BIM 2022a.)

Epäorgaaniset saostumat ovat tyypillisesti kationien, kuten kalsiumin tai bariumin kanssa reagoineita anioneja, joita ovat esimerkiksi karbonaatit ja sulfaatit. Yleensä saostuvat kationit ja joskus myös anionit ovat peräisin puusta. Puun lisäksi saostuvia ioneja voi liueta apu- ja lisäaineista, kuten pH:n säätöaineesta tai hapettavan valkaisukemikaalin ylijäämästä. Tyypillisesti paperitehtailla ongelmana ovat muut kuin puuperäiset ionit. Yleensä ongelmia aiheuttavat liuenneen kalsiumin epäorgaanisten suolojen saostuminen. (BIM 2022b.) Paperin epäorgaaniset epäpuhtaudet voivat esiintyä myös muina kuin saostumina, kuten kivenä, nokena, hiekkana tai ruosteena. Tällaiset epäpuhtaudet voivat tulla prosessiin esimerkiksi raaka-aineiden mukana. (Käpyaho 2020, 13.)

2.2 Saostumien muodostuminen

Usein saostumien muodostumisen syynä ovat mekaaniset syyt. Riskialttiita paikkoja saostumien muodostumiselle ovat karheat ja likaiset seinämät, venttiilit, pumpput, anturit tai hanat, jotka häiritsevät virtauksen kulkua. (BIM 2022a.) Saostumat aiheutuvat kuidun mukana tulevasta orgaanisesta häiriöaineesta, joka voi esiintyä paperinvalmistusprosessissa kuidun pinnalla, kuidun sisällä, kolloidisesti, kertymänä tai kiinnittyneenä pintaan kuvion 2 mukaan. (Thorn & Au 2009, 26.) Kuidun sisällä oleva häiriöaines johtuu massan joukkoon annosteltavasta aineesta, joka vedenkiertoon päästessään voi rikastua retentoitumattomaksi aineeksi. Toimivalla hylkyjärjestelmällä voidaan estää vedenkierron aiheuttamia saostumia. (BIM 2022a.) Häiriöaines voi myös kiinnittyä kuidun pintaan tahmaisen olomuotonsa ansiosta, joka voi johtaa kertymien muodostumiseen (Käpyaho

2020, 15). Tyypillisesti kertymien muodostumisen syynä ovat täyte- tai päällysteaineena käytetty kalsiumkarbonaatti tai kaoliini (BIM 2022b). Kertymien takia paperikoneen pintaan voi muodostua saostumia (Käpyaho 2020, 16).



KUVIO 2. Kuidun orgaanisen aineen esiintymismuodot (Thorn & Au 2009, 26, muokattu).

Prosessin olosuhteilla on myös suuri merkitys saostumien muodostumiseen, jonka takia prosessiolosuhteet on pidättävä mahdollisimman stabiilina. Lisäksi prosessin kohdat, joihin annostellaan lisäaineita ovat otollisia paikkoja saostumille. Usein saostuma muodostuu kemikaalin lisäyskohtaan, koska lisättävän aineen pitoisuus nousee hetkellisesti liian suureksi kyseisessä kohdassa prosessia. Kun aine ei pääse sekoittumaan, lisäaine voi saostua jo lisäysvaiheessa. Lisäksi varastointivaiheessa lisä- ja apuaineet voivat mikrobiologisesti pilaantua ja aikaansaada saostumista. (BIM 2022a.)

3 PAPERIRAINAN VIKOJEN HALLINTA

3.1 Prosessiolosuhteiden hallintasuureet

Kriittisimmät prosessiolosuhteet saostumien muodostumiselle ovat lämpötila ja pH (KnowPap versio 25.0, n.d.b). Sen takia prosessiolosuhteita on tärkeä seurata on-line-mittalaitteilla tai laboratoriomittauksilla, jotta olosuhteet pysyisivät mahdollisimman stabiilina. Nykyään useimmat mittaukset tapahtuvat automaattisesti, jotta tuloksia pystytään seuraamaan ajan tasalla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 147.)

Lämpötila on pH:n lisäksi yksi tärkeimmistä kemiallisen tilan perusmittauksista, millä mitataan massasulpun sekä prosessiin kuuluvien ainevirtojen olosuhteita. Lämpötilan lasku paperinvalmistusprosessissa aiheuttaa liunneenaineen saostumista. Sen sijaan lämpötilan nousu edistää kemiallisia reaktioita sekä aineen liukoisuutta. Jotta ongelmia ei ilmenisi, lämpötila on pidettävä mahdollisimman stabiilina koko prosessissa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 147–148.) Erityisesti äkilliset pH:n ja lämpötilan muutokset edistävät pihkaongelmien syntymistä (KnowPap versio 25.0, n.d.b).

Yleisin prosessin tasapainoa ohjaava menetelmä on pH:n säätäminen. Prosessissa pH:n kasvu edistää häiriöaineiden määrää sekä puunaineisosien liukenevista, minkä takia pihkan liukenevuus kasvaa ja bakteeritoiminta kiihtyy. Kun prosessissa pH alenee, syntyy usein saostumia. Lisäksi pH-tason vaihtelevuus voi vaikuttaa kemikaalien toimivuuteen. Jotta pH:n mittaus pysyisi mahdollisimman tarkkana, mittari täytyy olla asennettuna oikein ja siihen on tehtävä ennakkohoitoja. Lisäksi viirakaivon pH:n säädöllä voidaan tasapainottaa kemiallisia olosuhteita paperikoneen märkäosassa. pH-tasapainoa voidaan ohjata natriumhydroksidin avulla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 148, 189.)

3.2 Saostumien hallintamenetelmät

Paperikoneella syntyviä saostumia ja niiden aiheuttamia vikoja voidaan hallita vakaiden prosessiolosuhteiden lisäksi erilaisilla saostumisenestomenetelmillä.

Tyypillisimpiä saostumien ehkäisykeinoja ovat

- sisäiset puhdistusmenetelmät
- kiertopesut
- kiinnityskemikaalit
- mikrobintorjuntaohjelmat
- lisäaineet
- dispergointiaineet
- pinta-aktiiviset aineet. (Hubbe, Rojas & Venditti 2006, 158; KnowPap versio 25.0, n.d.b).

Mikrobiologisten saostumien ehkäisemiseen käytetään biosidejä, joiden tarkoitus on tuhota, torjua tai tehdä haitattomaksi mikrobeja. Eri mikrobikannoille käytetään useita erilaisia biosidejä, jotka ovat valittu mikrobitorjuntaohjelman mukaan. Biosidit vaikuttavat mikrobeihin kahdella tavalla, joko sen kasvua estäen tai kokoa pienentäen. Biosidin tulee olla turvallinen ja ympäristöystävällinen, toimia vaihtelevissa olosuhteissa sekä se ei saa vaikuttaa muiden kemikaalien toimintaan. Lisäksi mikrobiologisia saostumia voidaan ehkäistä paperikoneen puhtautta ylläpitämällä. (KnowPap versio 25.0, n.d.b.)

Orgaanisia saostumia pystytään ehkäisemään dispergoinnilla, passivoinnilla sekä kiinnittämällä. Dispergoinnissa anionisuutta pyritään lisäämään anionisilla aineilla, joita lisätään saostumisalttiisiin paikkoihin. Tyypillisesti dispergointiaineilla voidaan muodostaa pinnalle suojaava molekyylikerros, jolloin saostumia ei pysty muodostumaan. Passivoinnissa taas hydrofobiseen häiriöaineeseen kiinnitetään hydrofiilisiä aineita. Lisäksi kationisilla kiinnityskemikaaleilla, kuten fiksatiivilla, voidaan sitoa pihkasaostuma kuituun kationisten aineiden avulla. Jos pihkaa irtoaa kuidusta, se voi tukkia esimerkiksi puristinhuopia. Sen takia anioninen dispergointiaine tulee annostella ennen kiinnityskemikaalia, jotta se tehoaa paremmin. Lisäksi kiertopesuilla voidaan koneen pysäytysten aikana puhdistaa pesuaineliuoksen avulla putkistoja ja säiliöitä. Pesutulokseen vaikuttavat pesuaineen

koostumus ja väkevyys, joka valitaan prosessiolosuhteiden mukaan. (BIM 2022a; KnowPap versio 25.0, n.d.b.)

Saostumisenestoaineilla voidaan usein estää tai hidastaa epäorgaanisten saostumien muodostumista. Saostumisenestoaineet sisältävät esimerkiksi kelatointiaineita, anionisia polymeerejä sekä fosfanaatteja tai niiden yhdistelmiä. Kyseisillä saostumisenestoaineilla voidaan estää kationien toimintaa sekä häiritä suolakiteen muodostumista. Lisäksi kiteet ovat pieniä ja hauraita, joten ne ovat helposti pestävissä pois. Dispergointiaineilla pystytään pitämään muodostuneet kiteet erossa toisistaan, jolloin saostumaa ei pysty muodostumaan. Saostumisenestoaineen valintoihin vaikuttavat kiteen ionien pitoisuudet sekä vallitsevat prosessiolosuhteet. Lisäksi saostumisenestoaineen omalla pitoisuudella voidaan vaikuttaa saostumien muodostumiseen. Laboratoriotesteillä voidaan myös arvioida, kuinka paljon saostumisenestoainetta tarvitaan prosessissa. (BIM 2022b.)

3.3 Laadunvarmistus pituusleikkurilla

Toimeksiantajan tehtaalla on tapana tehdä näytteenotto kalanterilta saapuneesta tampusuurista ennen pituusleikkausta. Rullasta otettavat näytteet lähetetään laboratorioon analysoitavaksi. Vaikka paperin laatu ei enää parane testaamalla, voidaan näytteenotolla tehdä laadunvarmistusta. Yleensä ilmastoiduista näytteistä mitataan asiakkaalle luvatut suureet sekä oman toiminnan tason mittaamiseen hyödynnettäviä tietoja. (Karhuketo, Seppälä, Törn & Viluksela 2004, 27.)

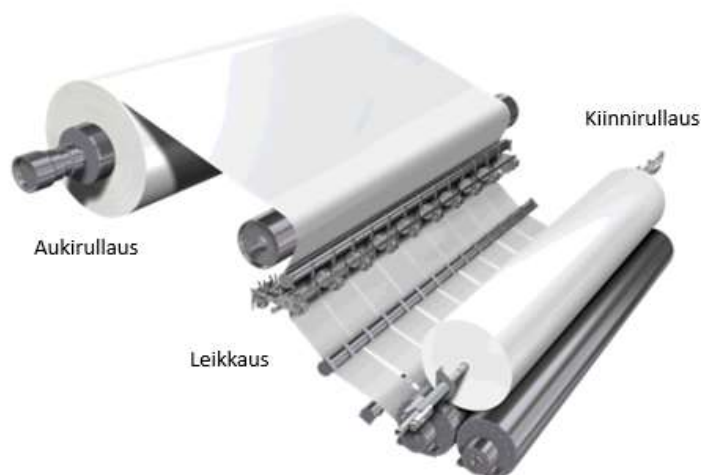
Ennen näytteenottoa tampusuurista leikataan kriittisin osa paperia pois, joka aiheuttaa rullausvikoja. Näytteenotossa konerullasta leikataan viisi kappaletta poikisuuntaisia paperiarkkeja, jotka lähetetään laboratorioon arvioitavaksi. Laatujärjestelmää varten käytetään etikettejä, jotka sisältävät viivakoodin näytteen tunnistamiseksi. Etiketti liitetään konerullasta otettuun laboratorionäytteeseen, jolloin näytteet voidaan yhdistää oikeaan ajoon ja konerullaan. (KnowPap 25.0, n.d.c.)

4 PITUUSLEIKKURILLA ILMENEVIEN VIKOJEN LAADUNHALLINTA

4.1 Pituusleikkurin toimintaperiaate

Pituusleikkauksen tavoitteena on leikata tietyn levyisiä ja pituisia asiakasrullia, jotka tuotannonsuunnittelu on määritellyt. Pituusleikkauksen tärkeimmät ominaisuudet ovat rullien kovuus sekä tasaisuus, jota voidaan ohjata pituusleikkurin käytöllä. (Puusta paperiin M-502 1999, 155.) Lisäksi rullien tulee olla pyöreitä sekä reunojen tulee olla hyvänlaatuiset ja pölyämättömät. (Rautiainen 2009, 178). Pituusleikkurilla paperirullat tulee tarvittaessa hylätä tai lähettää uudelleenrullauskoneelle, jos niissä ilmenee laatuongelmia. (KnowPap versio 25.0, n.d.c).

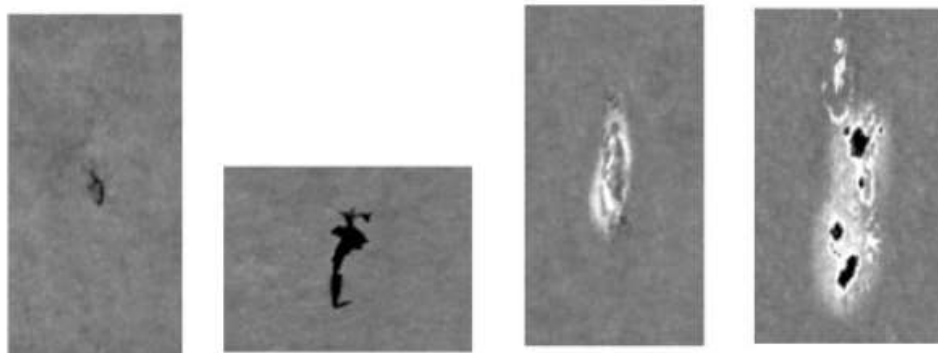
Pituusleikkauksen kolme päätehtävää ovat aukirullaus, leikkaus ja kiinnirullaus, jotka ovat esitelty kuviossa 3. Pituusleikkausprosessissa aukirullauspukilta tuleva paperiraina pujotetaan leikkausosien läpi kiinnirullaimelle, jossa asiakasrullat muodostuvat. Aukirullauspukilla paperirainan kireyttä voidaan säätää jarrugeneraattorilla tai mekaanisella jarrulla. Lisäksi aukirullauspukkia ohjaamalla sivusuunnassa, voidaan keskittää paperiraina. Leikkauslaitteistolla paperiraina leikataan osarainoiksi, jotka sijoitetaan manuaalisesti tai automaattisesti ajon asetteen mukaan. Leikkauslaitteistolla leikataan myös muuta rainaa ohuemmat reumat pois, jotka ohjataan hylkypulppiin. Kun paperirulla saavuttaa halutun halkaisijan ja pituuden, muotonvaihtolaitteisto leikkaa paperirainan leikkauslaitteistolla, työntää rullat kippiin ja laskee valmistuneen muuton laskutelineellä pois koneesta. Uudet hylsytyt, jonka ympärille rulla muodostuu, asetetaan pituusleikkuriin joko käsin tai automaattisesti hylsynlastauslaitteella. Valmiiden paperirullien hannot kiinnitetään teipin avulla rullaan ja hylsyjen päihin lyödään tapit. (Puusta paperiin 1999, 155; Rautiainen 2009, 231–233, 235, 243).



KUVIO 3. Pituusleikkauksen vaiheet (Valmet n.d., muokattu).

4.2 ULMA-vianilmaisinjärjestelmä

ULMA-vianilmaisinjärjestelmä on ABB Oy:n kehittämä paperiradan laadunvalvontajärjestelmä, joka on suunniteltu toimimaan reaaliajassa. Vianilmaisimen avulla voidaan havaita reiät ja täplät paperirainassa, paikantaa ne sekä analysoida ja luokitella vikatyypin ja koon mukaan. (ULMA Controls Tissue Production at Fripa Papierfabrik n.d, 1.) Vianilmaisimen periaatteena on paikantaa viat mittaamalla paperiradan läpäisevän tai heijastuvan valon muutoksia. Tyypillisimpiä vikoja ovat esimerkiksi reiät, täplät, kalanterihaavat, reunarisat, rynkyt sekä yhdistelmäviat. (KnowPap versio 25.0, n.d.a.) Kuviossa 4 on esitelty yhdistelmävikoja, jotka voidaan havaita vianilmaisimella.

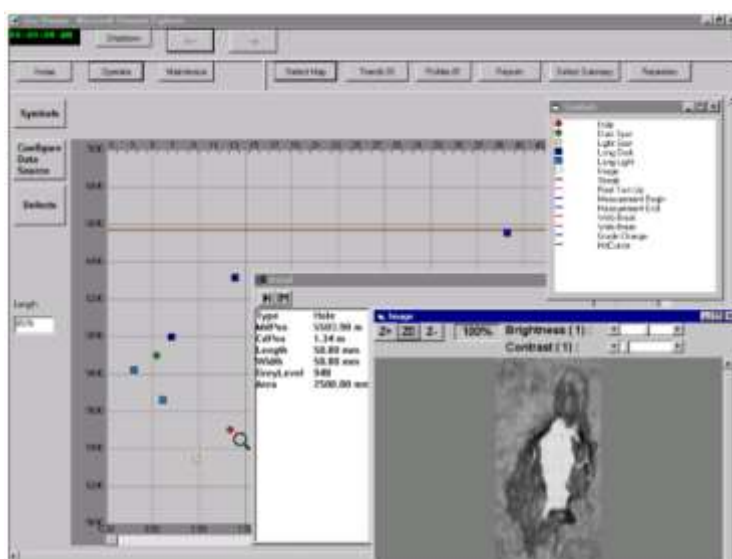


KUVIO 4. Yhdistelmäviat paperirainassa (KnowPap versio 25.0, n.d.a).

Vianilmaisinjärjestelmä koostuu pääasiassa valopalkista, kamerapalkista, tiedonkäsittely-yksiköstä sekä käyttöliittymästä, mitkä muodostavat vikakartan operaattoreiden käyttöön. Vianilmaisinpalkki sisältää paperirainan ylä- ja alapuolella olevan kamerapalkin sekä valopalkin. Kamerapalkki voidaan sijoittaa radan yläpuolelle heijastusta tai alapuolelle läpimittausta varten. Kamerapalkki voi sisältää useita kameroita, joiden tyyppi ja määrä riippuvat halutusta suorituskyvystä. Vianilmaisimen kamerrat ovat yleensä CCD-kameroita, joissa on objektiivi, CCD-elementti, signaalinkäsittely-yksikkö sekä liitäntä keskusyksikköön. Kameralta tullut data käsitellään tiedonkäsittely-yksikössä ja tiedot siirretään käyttöliittymälle. (KnowPap versio 25.0, n.d.a.)

4.3 Vikakartan tulkinta

Vianilmaisimen avulla paperiradassa olevat viat voidaan luokitella vikakarttaan eri värisiksi ja muotoisiksi pisteiksi kuvion 5 mukaan. Jokaista pistettä painamalla nähdään vian koko ja muoto, joka helpottaa vian tulkitsemista. Lisäksi vianilmaisimella voidaan nähdä vian tarkka sijainti kone- ja poikkisuunnassa. (KnowPap versio 25.0, n.d.a.) ULMA-vianilmaisinjärjestelmälle on myös asetettu tarkka hälytys- ja hylkäysraja, jonka ylittyessään ilmaisin ilmoittaa paperin puhtauden poikkeavuudesta (Hiltunen 2023, 10).



KUVIO 5. Vikakartta, jossa näkyy vianilmaisimen kameralla kuvattu reikä (KnowPap versio 25.0, n.d.d).

Jos hylkäysrajat ylittyvät, paperirullalle on tehtävä toimenpiteitä. Yleisimmät hylkäyssyyt ovat kartassa näkyvät kone- tai poikkisuuntaiset tiheet likajonot tai -rivit, jolloin rulla on ohjattava mahdollisuuksien mukaan uudelleenrullauskoneelle vian poistoon tai muuten se on hylättävä. Lisäksi jos yhden rullan kohdalla on poikkeuksellisen tiheästi vikoja, paperirullaa ei saa lähettää asiakkaalle ja rulla on hylättävä. Paperirullia, joissa reiän koko ylittää hylkäysrajan tulee lähettää mahdollisuuksien mukaan uudelleenrullaimelle vian poistoon. Vastaavasti jos rullassa on useampia reikiä, paperirulla täytyy hylätä. Osa paperirullan vioista on myös rajatapauksia, jolloin rullan laatukriteerit määräytyvät asiakas- ja loppukäyttökohteisesti. Rajatapauksissa on tärkeää huomioida paperirullien vikojen toistuvuus ja koko, minkä perusteella voidaan tehdä päätös paperirullan toimenpiteistä. Rajatapauksissa paperirulla voidaan lähettää lähetyskieltoon. (Hiltunen 2023, 10, 17.)

4.4 Visuaalisten rullavikojen hallinta

Paperirainassa olevien vikojen lisäksi pituusleikkurilla voi ilmetä useita rullavikoja, joita ei voida havaita vianilmaisinjärjestelmällä. Tällaisia vikoja ovat esimerkiksi patapäisyys, reunarisat, kovuus, pannat, paperirullien ristiin meneminen sekä leikkausjäljen ja reunan heikko laatu. Yleensä useimmat viat johtuvat vääränlaisesta levityksestä, rainan profiilista tai rullausparametreistä, joita voidaan säätää rullan laadun parantamiseksi. (KnowPap versio 25.0, n.d.e; Häggblom-Ahnger & Komulainen 2003, 231.)

Pituusleikkurin rullausparametreillä tarkoitetaan viivakuormaa, ratakireyttä sekä kehävoimaa, joilla ohjataan rullausprosessia. Rullausparametrit määräytyvät paperin ominaisuuksien, tampoerin koon, käsittelytavan, varastointiajan sekä ajonopeuden mukaan. Rullausparametreistä viivakuormalla voidaan vaikuttaa kovuuteen, joka on tärkeä ominaisuus paperirullassa. Ratakireydellä voidaan hallita rullien kireyttä säätämällä paperirainaa tiukemmaksi. Lisäksi ratakireydellä voidaan vaikuttaa vevkeihin ja reunan liikkuvuuteen säätämällä rainan kireystasoa hallitusti. Oikealla rainan kireydellä voidaan välttää suuresta jännityksestä aiheu-

tuvat katkot. Rullausparametreista kehävoima on tärkein, koska sillä voidaan vähentää katkoja ja tiukentaa tampuurin rakennetta. Se on rullan tiukkuuden kannalta viivakuorman ja ratakiireyden vaikutuksen välissä. Lisäksi kehävoimalla voidaan vaikuttaa tiukan pohjan muodostamiseen. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 223; Rautiainen 2009, 193, 195–198.)

Pituusleikkurilla rullan hyvä laatu voidaan varmistaa automatisoidulla reseptillä, joka valitaan paperilaadun mukaan. Resepti sisältää tiedot paperilaadulle sopivista rullausparametreista. Lisäksi oikeanlaisilla ajoarvoilla voidaan vaikuttaa rullan laatuun. Rullan laadun mittaukseen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä, kuten Tapio RQP-mittausta, jolla voidaan mitata rullankovuusprofiilia. Sen ideana on mitata mittalaitteen avulla rullan kovuutta niin sanotulla vasaralla, jonka palautumisvoima ja -nopeus kertoo rullan kovuuden. Lisäksi mittalaitteistolla voidaan myös saada tietoa rullan paksuudenvaihteluista. (Rautiainen 2009, 182, 246)

Pituusleikkurilla paperirullien leikkausjälkeä voidaan parantaa huolehtimalla leikkausterien terävyydestä, koska kuluneet terät aiheuttavat paperin repeytymistä leikkauspisteen siirtyessä. Sen takia leikkauspisteen tulee olla ylä- ja alaterän välissä. Lisäksi yläterien tulee pyöriä nopeammin kuin paperiraina, jotta raina ei pääse pomppimaan ylös ja aiheuttamaan katkoja pituusleikkurilla. (Rautiainen 2009, 233–234.) Leikkausterien laatu tai liiallinen uppoaminen paperiin voi aiheuttaa pölyämistä (Duane Smith 1995, 223). Paperirulliin voi myös tulla reunarisoja, jotka syntyvät tampuurin liian tiukasta rullauksesta. Löysäämällä tampuurin pohjaa voidaan välttää reunarisojen muodostuminen. (KnowPap versio 25.0, n.d.e.)

Pituusleikkurilla rullien ristiin meneminen tarkoittaa vierekkäisten paperirullien kiinnittymistä yhteen. Ongelma johtuu yleensä tärinästä tai vääränlaisesta levityksestä, jolloin paperirullat pääsevät liikkumaan kiinnirullauksen aikana toisiaan vasten. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 231.) Rullan patapäisyyttä eli rullien päätyjen kaareutumista voidaan arvioida silmämääräisesti. Patapäiset rullat johtuvat yleensä vierekkäisten rullien työntymisestä toisiaan vasten tai paperirainan vääränlaisesta tai liiallisesta levityksestä. Patapäisyyttä voidaan estää säätämällä rullausparametrien arvoja kohdalleen sekä parantamalla rainan paksuusprofiilia mahdollisimman tasaiseksi paperikoneella. (Hägglom-Ahnger &

Komulainen 2003, 231; KnowPap versio 25.0, n.d.e.) Lisäksi hylsyt tulee olla tiukasti paikoillaan, jotta paperirullat eivät pääse heilumaan istukan ympärillä (Duane Smith 1995, 33). Kuviossa 7 on esitelty patapäinen rulla.



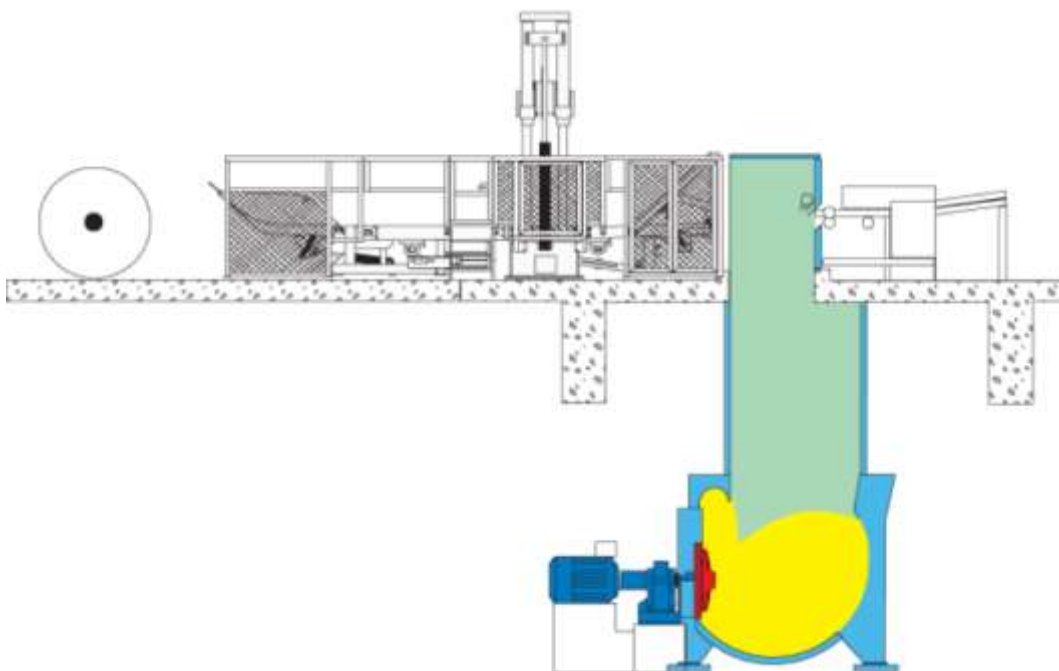
KUVIO 7. Patapäinen paperirulla (KnowPap versio 25.0, n.d.e).

Pituusleikkurilta lähtevissä paperirullissa voi myös ilmetä pintavaurioita. Usein syynä ovat kuljettimilla naarmuntumista aiheuttavat materiaalit ja liat, minkä takia pituusleikkurin ja kuljettimen ympäristö tulee pitää puhtaana. Lisäksi paperirullan vääränlainen kuljettaminen trukilla voi aiheuttaa paperirullaan pintavaurioita, kun puristinlevyt pääsevät puristamaan rullaa väärässä asennossa. (Duane Smith 1995, 5.)

5 PAPERIRULLILLE TEHDYT JATKOTOIMENPITEET

Kun paperirullat ovat valmistuneet, ne jatkavat matkaansa pakkaukseen. Vialliset paperirullat lähetetään joko uudelleenrullauskoneelle tai giljotiinille vian koosta ja toistuvuudesta riippuen. Vikojen lisäksi uudelleenrullauskoneella voidaan myös valmistaa suunniteltuja rullia. Uudelleenrullauskone on rakenteeltaan samanlainen kuin pituusleikkuri, mutta siinä valmistuu kerrallaan yksittäinen rulla, joka asetetaan aukirullauspukille. (Rautiainen 2009, 219.) Kun vika halutaan poistaa rullasta, kone pysähtyy vikaan ja paperirullasta poistetaan tarvittava määrä paperia.

Giljotiinille lähetetään paperirullat, jotka eivät täytä laatukriteereitä ja niitä ei voida korjata uudelleenrullauskoneella. Jos paperirulla lähetetään giljotiinille, hylätty rulla pyritään saamaan sopivaksi raaka-aineeksi uudelleenkäyttöön, jotta se ei aiheuta paperinvalmistusprosessissa ajettavuusongelmia tai katkoja. Sen takia hylkyjärjestelmä sisältää rejektinkäsittelyvaiheita, jotta paperimassa ei sisältäisi epäpuhtauksia. (KnowPap versio 25.0, n.d.e.) Kuviossa 7 on tyypillisen giljotiinin rakenne.



KUVIO 7. Giljotiinin rakenne (KnowPap versio 25.0, n.d.e).

6 KARTOITUS LAADUNHALLINNAN KÄYTÄNTEISTÄ

6.1 Citrix-ohjelman hyödyntäminen

Opinnäytetyön kokeellisessa osuudessa tutkittiin hylkäyskriteereitä Citrix-järjestelmällä, joka sisältää ABB WIS- ja GMES-järjestelmän. ABB WIS-järjestelmällä voidaan tutkia konerullien vikakarttoja, ja GMES-järjestelmällä voidaan katsoa pituusleikkureiden muuttolokia ja laatujärjestelmää. Muuttolokista voi tutkia, millaisia paperirullia on pituusleikkurilta lähetetty asiakkaalle, giljotiinille, uudelleenrullauskoneelle tai lähetyskieltoon. Muuttolokista pystyy selvittämään jokaisen muuton konerullan ja etsimään WIS-järjestelmällä konerullan vikakartan näkymää. Vastaavasti laatujärjestelmällä pystytään tutkimaan, millaisia vikoja konerullissa on ollut ja verrata niitä WIS-järjestelmässä näkyvään vikakarttaan. Vikoja klikkaamalla voidaan katsoa tarkemmin vikaa ja sen kokoa rullassa. ABB WIS-järjestelmällä pystyy myös tutkimaan, millaisia vikoja järjestelmään on määritetty.

ABB WIS-järjestelmästä saatiin liitettyä esimerkkejä havainnollistamaan, millaisia vikakartassa näkyviä vikoja lähetetään uudelleenrullauskoneelle, giljotiinille tai lähetyskieltoon. Lisäksi ohjeistukseen saatiin esimerkkejä, milliset paperirullat voidaan lähettää asiakkaalle. Järjestelmien avulla pystyi myös helposti vertailemaan, millaisia vikoja tyypillisesti paperissa on ollut.

6.2 Pituusleikkureiden 5 ja 8 operaattoreiden haastattelut

Opinnäytetyössä hyödynnettiin pituusleikkureiden 5 ja 8 operaattoreiden haastatteluita. Haastatteluiden tavoitteena oli kerätä tietoa, minkä kokoinen paperirainan vika, kuten reikä tai täplä, saa olla maksimissaan. Lisäksi haastatteluilla selvitettiin, millaisia vikoja lähetetään URK:lle, giljotiinille tai lähetyskieltoon. Haastatteluissa myös käsiteltiin, miten rullavikojen laatua voidaan hallita pituusleikkurilla, ja millaisia jatkotoimenpiteitä paperirullille tulee tehdä. Haastattelun kysymyksiin vastasivat operaattoreina jo pidempään työskennelleet henkilöt. Haastattelut toteutettiin ryhmäkeskusteluina viidessä eri vuorossa. Ryhmäkeskustelujen osallistujamäärä vaihteli pituusleikkurilla 8 kolmesta viiteen henkilöön ja pituusleikkurilla

5 kahdesta kolmeen henkilöön. Haastatteluissa hyödynnettiin vapaamuotoisia kysymyksiä, jotka olivat jokaiselle vuorolle samanlaiset. Liitteessä 1 on operaattoreiden kanssa käydyt kymmenen kysymystä. Tässä osiossa käydään läpi ainoastaan yleisellä tasolla haastatteluiden vastauksia, koska haastattelut sisältävät luottamuksellista tietoa.

Haastatteluissa käytiin ensimmäisenä läpi paperirainassa havaittavien vikojen toimenpiteitä ja hylkäysrajoja. Haastatteluiden perusteella vuorojen välillä oli melko samanlaiset kriteerit reiän hylkäysrajoista tai rajaa ei osattu täsmällisesti määrittellä. Paperikoneella 8 haastatteluissa painotettiin, että paras keino vian jatkotoimenpiteiden määrittämiseksi on hidastaa ajoa ja käydä katsomassa, onko vika silmin erotettavissa. Jos vikaa ei pysty erottamaan silmämääräisesti, paperirulla voidaan tässä tapauksessa lähettää asiakkaalle. Lisäksi haastatteluissa selvisi, että reiän hylkäysraja oli suurimmassa osassa vuoroja tiedossa, mutta esimerkiksi tummien tai vaaleiden täplien maksimikokoa ei osattu tarkemmin kertoa. Lisäksi keskusteluissa tuli ilmi, että reikiä katsotaan kriittisemmin kuin likoja.

Molemmilla pituusleikkureilla oli kokonaisuudessaan hyvin samanlaiset perusteet, millaiset rullat tulee lähettää uudelleenrullauskoneelle tai giljotiinille. Uudelleenrullauskoneelle tulee lähettää haastatteluiden mukaan samalla alueella sijaitsevat viat, kuten liimanapit, hyönteiset sekä yksittäiset reiät ja isot liat, jotka ylittävät hylkäysrajan. Lisäksi paperirullassa samassa kohdassa olevat lika-alueet tulee lähettää uudelleenrullauskoneelle vian poistoon. Pituusleikkureilla rynkkyjen ja läpinäkyvien kohtien toimenpiteissä oli eroavaisuuksia. Haastatteluissa otettiin esille myös hyvä esimerkki. Esimerkin tapauksessa paperirulla tulee lähettää uudelleenrullauskoneella, jos reiän koko on maksimirajaa pienempi ja sen ympärillä on esimerkiksi massatilsaa, joka laajentaa vian kokoa.

Haastatteluiden mukaan giljotiinille lähetetään paperirullat, joissa on vähintään kaksi hylkäysrajan ylittävää reikää eri kohdassa paperirullaa tai paperiradassa on pitkällä matkalla samassa kohtaa selkeää vikaa. Mahdolliset rajatapaukset ja epäselvät tilanteet laitetaan lähetyskieltoon tarkastettavaksi. Tällaisia tapauksia ovat haastatteluiden perusteella esimerkiksi rullat, joissa koko konerullan pituu-

della on useita täpliä tai epäselviä likajonoja. Lisäksi hieman vajaamittaiseksi jääneet paperirullat lähetetään lähetyskieltoon. Jos paperirulla on jäänyt vajaaksi esimerkiksi katkon takia, tulee rulla lähettää giljotiinille.

Seuraavana osiona haastatteluissa käytiin pituusleikkurilla havaittavia rullavikoja, jatkotoimenpiteitä sekä vikojen laadunhallintaa. Haastatteluissa tuli ilmi, että molemmilla paperikoneilla oli melko samanlaiset periaatteet ja hyvät käytänteet tiedossa. Vuoroissa painotettiin, että rullavikoihin pystytään vaikuttamaan muuttamalla reseptiä, parametrejä, nopeutta, levitystä sekä huolehtimalla leikkausterien kunnosta sekä alueen puhtaudesta. Kaikissa vuoroissa osattiin arvioida melko hyvin patapäisyyden raja, vaikka rajoissa oli pieniä eroavaisuuksia vuorojen välillä. Valmiista rullista tulee myös tarkastella trimmiä ja hylsyjen keskittämistä, jonka rajoissa oli myös pieniä eroja. Lisäksi haastatteluissa tuli ilmi, miten erilaisia vikoja voidaan tarkastella. Useimpia vikoja voidaan tarkastella silmämääräisesti. Leikkausjäljen laatu voidaan tarkastaa koskettamalla rullan päädyn pintaa, ja patapäisyyttä voidaan arvioida esimerkiksi vatupassin tai muun apuvälineen avulla.

6.3 Asiakasreklamaatioiden ja ohjeistuksen hyödyntäminen

Tuloksien selvittämiseksi aiempaa ohjeistusta ja asiakasreklamaatioita verrattiin operaattoreiden kanssa käytyihin haastatteluihin sekä muuttolokiin. Vanhassa viikakartan tulkinta ohjeistuksessa reikäviat olivat dimensioltaan puolet isompia kuin operaattorit itse määrittelivät. Lisäksi ohjeistukseen ei ollut määritelty lainkaan muille vioille hylkäysrajaa, jonka takia haastatteluiden ja asiakasreklamaatioiden perusteella pyrittiin löytämään sopivat rajat muille vioille. Operaattoreilla oli kuitenkin ohjeistuksen kanssa melko samanlaiset käytänteet rullien hylkäysperusteisiin, jota pystyi hyödyntämään ohjeistuksen tekemiseen.

Tervasaaren asiakasreklamaatioiden avulla selvitettiin, millaisista vioista asiakkaat ovat tyypillisesti valittaneet, ja minkä kokoisia viat saavat maksimissaan olla. Vuoropäiväkirjan asiakaspalautteissa ei kerrottu tarkempia vian kokoja, mutta niiden yhteyteen oli liitetty syyt ja toimenpiteet, kuinka vikoja voidaan tulevaisuudessa ehkäistä. Näitä esimerkkejä hyödynnettiin myös ohjeistuksessa rullavikojen laadunhallinnassa.

7 PITUUSLEIKKURIN OPERAATTOREIDEN HYVÄT KÄYTÄNTEET

Haastatteluiden, Citrix-ohjelman, aikaisemman ohjeistuksen sekä asiakasrekla-
maatioiden avulla muodostettiin ohjeistus pituusleikkurin rullavikojen laadunhal-
linnasta ja vikakartan tulkinnasta. Lopulliset hylkäysrajat määritettiin yhteistyössä
opinnäytetyön ohjaajien kanssa. Lopullinen ohjeistus koostuu seuraavista pää-
osioista:

- Yleisohjeet vikakartan tulkintaan
- Voidaan lähettää asiakkaalle
- Lähetettävä URK:lle
- Laitettava lähetyskieltoon
- Lähetettävä giljotiinille
- Rullavikojen laadunhallinta

Lopputuloksissa käsitellään ainoastaan yleisellä tasolla vikakartan vikojen hyl-
käysperusteita ja tarvittavia toimenpiteitä, jotka ovat kirjattu päivitettyyn ohjeis-
tukseen. Lisäksi osiossa käsitellään pituusleikkurin rullavikojen jatkotoimenpiteitä
ja niiden laadunhallintaa. Vikakartan vikojen hylkäyskriteereiden lopputulokseksi
voidaan todeta seuraavat asiat:

- Kaikki paperirullan viat, jotka ylittävät maksimi dimensiorajan joko kone-
tai poikkisuunnassa, ei tule lähettää asiakkaalle. Näissä tapauksissa vian
toistuvuus määrittelee rullan jatkotoimenpiteet.
- Uudelleenrullauskoneelle lähetetään tyypillisesti yksittäiset viat, jotka si-
joittuvat samalle alueelle paperirainassa. Tällaisia vikoja ovat usein liat,
reiät, hyönteiset, rynkyt, liimanapit ja tarttumet tapauskohtaisesti.
- Lähetyskieltoon laitetaan tarkastettavaksi paperirullat, joissa on paljon
täpliä tai rullat ovat jääneet hieman vajaamittaiseksi tavoitepituudesta.
Myös poikkeukselliset viat ja epäselvät likajonot tai -rivit laitetaan lähetys-
kieltoon. Myös vikakartassa näkyvät toistuvat liimanapit tulee laittaa lähe-
tyskieltoon tarkastettavaksi.
- Giljotiinille lähetetään sellaiset rullaviat, joissa on pitkältä matkalta sel-
keää vikaa tai vähintään kaksi hylkäysrajan ylittävää vikaa sijoittuu pape-
rirullassa eri halkaisijan kohtiin. Toimeksiantajan tehtaalla on määritelty,

että paperirullassa saa olla ainoastaan yksi karvi. Sen takia giljotiinille tulee lähettää viat, jotka sijoittuvat eri pituuksille rullassa. Myös erittäin vaajaamittaiseksi jääneet rullat, kuten katkorullat, tulee lähettää giljotiinille.

- Pituusleikkurin visuaalisia rullavikoja voidaan estää säätämällä reseptiä, parametreja, nopeutta, levitystä ja huolehtimalla terien kunnosta sekä kuljettimien ja lattian puhtaudesta.
- Reunarisaiset paperirullat pyritään ajamaan mahdollisuuksien mukaan reunanauhaan hiljaisella vauhdilla. Jos reunarisaa ei saada reunanauhaan, reunarisainen rulla lähetetään uudelleenrullauskoneelle. Yleensä tällaiset viat eivät johdu pituusleikkurista, jolloin on tärkeää tiedottaa asiasta joko paperikoneelle tai kalanterille.
- Jos rullassa on huono leikkausjälki tai pölyämistä, rullalle tulee tehdä toimenpiteitä. Huonoon leikkausjälkeen tai pölyämiseen vaikuttavat leikkausterien huono kunto. Näissä tapauksissa ensimmäisenä vaihdetaan yläterät ja sen jälkeen alaterät, jotta seuraavissa rullissa ei olisi samanlaisia laatuongelmia. Lisäksi jokaisessa vuorossa on tärkeää tarkastella rullien päätyjen pintaa silittämällä. Jos rullan pääty on epätasainen tai karvapäinen, reunan leikkaus ei ole hyvä. Vuoron aikana on myös hyvä puhdistaa terät pölystä paineilmalla. Paperirullat, joissa on huono leikkausjälki, tulee pääasiassa lähettää hylkyyn.
- Paperirullissa voi myös esiintyä patapäisyyttä, jota voidaan arvioida silmäämääräisesti, vatupassin tai muun apuvälineen avulla. Patapäisyydelle on myös määritelty tehtaalla raja, jonka ylittäessään rullalle on tehtävä toimenpiteitä. Patapäiset rullat tulee aina lähettää uudelleenrullauskoneelle, jossa rulla ajetaan uudelle hylsulle. Patapäisyyttä voidaan hallita levityksellä, hidastamalla nopeutta tai lisäämällä kireyttä.
- Paperirullissa hylsyty voivat olla myös asemoituneena huonosti, jolloin tulee tehdä toimenpiteitä maksimirajan ylittyessä. Tällaiset rullat tulee aina lähettää uudelleenrullauskoneelle, jossa rulla voidaan ajaa uudelle hylsulle. Laatuongelmaa voidaan hallita oikeanlaisella levityksellä tai vaihtamalla oikean kokoiset hylsyty. Vuorojen aikana on tärkeää jokaisen trimmin kohdalla varmistaa, että hylsyty sijoittuvat paikoilleen ja rullat näyttävät esteettisesti hyviltä.
- Paperirullat voivat myös rullanmuodostuksen aikana kiinnittyä toisiinsa. Rullien ristiin menemisen estämiseksi levitysteloja tulee säätää siten, että

paperirainaa levitetään enemmän. Kiilan avulla voidaan yrittää saada paperirullat irti toisistaan. Rullat lähetetään näissä tapauksissa pääasiassa uudelleenrullauskoneelle, jos rullassa ei ole pahempaa jälkeä.

- Rullan muut pintaviat johtuvat yleensä kuljettimien tai lattian epäpuhtaudesta, jolloin on tärkeää huolehtia vuoron aikana pituusleikkurin alueen siisteydestä. Pintaviallisista rullista poistetaan aina mahdollisuuksien mukaan paperia lusan avulla. Jos pintavika on syvä, paperirulla täytyy lähettää uudelleenrullauskoneelle.
- Pituusleikkurilla 5 tehdään lisäksi DUO-lajeille tussitestejä, joilla testataan paperin pintaliimausta. Tussitesteillä testataan jokaisesta paperirullasta musteen läpimenoa. Jos muste läpäisee paperin, pintaliiman peittävyys ja liimausaste on huono. Näissä tapauksissa tulee tarkastella paperin laatuarvoja, josta voidaan löytää ongelman lähde.

8 POHDINTA

Paperirullien laatuongelmat aiheuttavat asiakasreklamaatioita ja näin ollen kustannuksia yritykselle, minkä takia pituusleikkurin laadunhallinnan ohjeistus oli tärkeää saada käyttöön pituusleikkurin operaattoreille. Ohjeistuksen avulla operaattorit saavat hyvät käytänteet laatuksiteereihin sekä laatuongelmia aiheuttavien tekijöiden hallintaan. Vaikka ohjeistus antaa hyvän ymmärryksen edellä mainituista asioista, operaattoreiden täytyy ymmärtää pituusleikkurin toimintaperiaatteista, ohjelmistoista, rakenteesta ja parametreista laadunhallinnan parantamiseksi. Koska kaikki rullaviat eivät johdu pituusleikkurista, operaattoreiden on tärkeää ilmoittaa vioista myös paperikoneelle tai kalanterille, josta viat ovat todennäköisesti peräisin. Näin voidaan ehkäistä tulevien paperirullien laatuongelmat. Ohjeistus liitettiin molempien pituusleikkureiden vuoropäiväkirjaan, josta operaattorit pääsevät perehtymään rullavikojen laadunhallintaan sekä vikakartan vikojen tulkintaan ja hylkäysperusteisiin. Työn tuotos toimii myös hyödyllisenä materiaalina uusille operaattoreille. Koska ohjeistus sisältää luottamuksellista tietoa, ohjeistus on erillisenä dokumenttina.

Ohjeistuksen laatiminen vaati perehtymistä Tervasaaren laatuksiteereihin, Citrix-ohjelmaan, vanhaan ohjeistukseen sekä asiakasreklamaatioihin. Näiden lisäksi haastatteluissa ja palaverissa sai hyvän käsityksen pituusleikkureiden hylkäysperusteista ja rullien laadunhallinnasta. Näitä edellä mainittuja materiaaleja vertailtiin keskenään lopullisen ohjeistuksen määrittämiseksi. Lopputulokseksi saatiin kattava kokonaisuus erilaisista esimerkkitapauksista, joita tyypillisesti esiintyy molemmilla pituusleikkureilla. Haastavin osuus oli kehittää yhtenäinen ohjeistus hylkäysperusteista, koska pituusleikkureiden välillä oli eroja laatuksiteereissä. Sen takia muutamissa tapauksissa on määritelty konekohtaiset periaatteet, koska PK5:lla valmistetaan laadullisesti vaativampia DUO-lajeja, joihin tehdään molemmille puolille silikonointi. Lisäksi asiakkaiden laatuksiteereissä on eroja, jonka takia yhtenäinen ohjeistus oli haastavaa määrittellä. Opinnäytetyön tulosta voidaan kuitenkin pitää luotettavana, koska hylkäysrajat ja -kriteerit on määritelty yhteistyössä toimeksiantajan ohjaajien kanssa.

Operaattoreiden laadunhallinnan kehittämiseksi toimeksiantaja voisi toteuttaa vierailun asiakkaan tehtaalla, jossa operaattorit pääsisivät tutustumaan jatkojalostusprosessiin ja laadunhallinnan tärkeyteen. Haastatteluiden ohella tuli ilmi, että varsinkin uudet operaattorit olisivat kiinnostuneita tällaisesta mahdollisuudesta. Lisäksi perehdytyksen yhteydessä olisi hyvä tutustua uudelleenrullauskoneella oleviin malleihin, joista näkee, millaisia vikoja paperirainassa voi olla. Tällaiset esimerkkitapaukset havainnollistavat hyvin, miltä viat näyttävät paperissa verrattuna vikakarttaan. Usein viat saattavat näyttää pahemmilta vikakartassa kuin itse paperissa.

LÄHTEET

Alakomi, H.L., Kujanpää, K., Partanen, L., Suihko, M.L., Salo, S., Siika-aho, M., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T. & Raaska, L. 2002. Microbiological problems in paper machine environments. Espoo: Otamedia Oy.

BIM. 2022a. Orgaaniset saostumat ovat paperi- ja kartonkikoneilla tyypillinen ongelma mutta huolellisen analyysin ja oikean pesuaineen avulla haittaavista saostumista on mahdollista päästä kokonaan eroon. Verkkosivu. Viitattu 21.1.2024. <https://finland.bimkemi.com/orgaaniset-saostumat-ovat-paperi-ja-kartonkikoneilla-tyypillinen-ongelma-mutta-huolellisen-analyysin-ja-oikean-pesuaineen-avulla-haittaavista-saostumista-on-mahdollista-paasta-kokonaan-eroon/>

BIM. 2022b. Epäorgaaniset saostumat paperi- ja selluteollisuudessa – mistä ne johtuvat ja mitä niille voi tehdä. Verkkosivu. Viitattu 22.1.2024. <https://finland.bimkemi.com/epaorgaaniset-saostumat-paperi-ja-selluteollisuudessa-mista-ne-johtuvat-ja-mita-niille-voi-tehda/>

Duane Smith, R. 1995. Roll and web defect terminology. Atlanta: Tappi Press.
Hiltunen, H. 2023. Insinööriyön aloituspalaveri. Sähköpostiviesti 24.11.2023.
Hubbe, M.A., Rojas, O.J. & Vendiitti, R.A. 2006. Control of tacky deposits on paper machines – A review. Nordic Pulp & Paper Research Journal. Viitattu 19.1.2024. <https://www-degruyter-com.libproxy.tuni.fi/document/doi/10.3183/nprj-2006-21-02-p154-171/html>

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2003. Paperin ja kartongin valmistus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Karhuketo, H., Seppälä, M.J., Törn, T. & Viluksela, P. 2004. Paperin ja kartongin jalostus. 2. uudistettu painos. Opetushallitus.

KnowPap versio 25.0. n.d.a. AEL / Proledge Oy. Optinen vianilmaisuus ja vikadiagnosi. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 11.1.2024. http://www.know-pap.com.libproxy.tuni.fi/extranet/suomi/automation/9_quality_measurements/13_1_paperweb_fault_diagnosis/frame.htm?zoom_highlightsub=vianilmaisun

KnowPap versio 25.0. n.d.b. AEL / Proledge Oy. Kemikaalit saostumien torjuntaan. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 19.1.2024. http://www.know-pap.com.libproxy.tuni.fi/extranet/suomi/raw_materials/5_additives/10_precipitate/frame.htm?zoom_highlightsub=saostumat

KnowPap versio 25.0. n.d.c. AEL / Proledge Oy. Tuotannonohjaus. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 11.1.2024. http://www.knowpap.com.libproxy.tuni.fi/extranet/suomi/automation/2_production_management/4_production_control/frame.htm?zoom_highlightsub=tuotannosuunnittelu

KnowPap versio 25.0. n.d.d. AEL / Proledge Oy. Vikakartta. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 23.1.2024. http://www.knowpap.com.libproxy.tuni.fi/extranet/suomi/automation/9_quality_measurements/13_paperweb_fault_diagnosis/defect_map_img.htm?zoom_highlightsub=vikakartta

KnowPap versio 25.0. n.d.e. AEL / Proledge Oy. Rullaviat. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 25.1.2024. http://www.knowpap.com.libproxy.tuni.fi/extranet/suomi/paper-technology/9_reeling/5_roll_defects/frame.htm?zoom_highlightsub=rullaviat

KnowPap versio 25.0. n.d.f. AEL / Proledge Oy. Hylkyjärjestelmän toiminta. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 25.1.2024. http://www.knowpap.com.libproxy.tuni.fi/extranet/suomi/paper-technology/2_stock_system/4_broke_system/1_introduction/frame.htm?zoom_highlightsub=hylky

Käpyaho, L. 2020. Irrokepaperin epäpuhtauksien lähteet ja niiden hallinta. Materiaalitekniikka. Tampereen yliopisto. Diplomityö. Viitattu 24.1.2024.

Puusta paperiin M-502. 1999. Paperikoneet yleisesti. 2. muunnettu painos. Saa-rijärvi: Gummerus kirjapaino Oy.

Rautiainen, P. 2009. Papermaking science and technology. Papermaking part 3, Finishing. Helsinki: Paperi ja puu Oy.

Thorn, I. Au, C.O. 2009. Applications of Wet-End Paper Chemistry. E-kirja. Springer Netherlands. Viitattu 19.1.2024. <https://link-springer-com.lib-proxy.tuni.fi/book/10.1007/978-1-4020-6038-0>

ULMA Controls Tissue Production at Fripa Papierfabrik. n.d. ABB. Pdf-dokumentti. Viitattu 11.1.2024. <https://library.e.abb.com/public/9d1d4db3baab-dffdc2256af6002e2690/fripa.pdf>

Valmet. n.d. OptiWin Drum two-drum base winder. Verkkosivu. Viitattu 15.1.2024. <https://www.valmet.com/board-and-paper/board-and-paper-machines/winding/optiwin-drum-base/>

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

1. Mikä on hylkäysraja erilaisille vioille, esim. reiälle ja lialle?
2. Millaiset rullaviat tulee lähettää giljotiinille?
3. Millaiset rullaviat tulee lähettää uudelleenrullauskoneelle?
4. Millaiset rullaviat tulee lähettää lähetyskieltoon?
5. Millaisia toimenpiteitä tulee tehdä, jos rullassa on reunarisaa. Kuinka sitä voidaan hallita?
6. Millaisia toimenpiteitä tulee tehdä, jos rullassa on huono leikkausjälki. Kuinka sitä voidaan hallita?
7. Millaisia toimenpiteitä tulee tehdä, jos rullan hylsyt eivät ole keskittyneet oikein. Mikä on sen raja? Kuinka sitä voidaan hallita?
8. Millaisia toimenpiteitä tulee tehdä, jos rullassa on pintavaurioita. Kuinka sitä voidaan hallita?
9. Millaisia toimenpiteitä tulee tehdä, jos rullassa on patapäisyyttä. Paljonko rullassa saa olla patapäisyyttä? Kuinka sitä voidaan hallita?

Liite 2. Operaattoreiden haastatteluiden vastaukset

Luottamuksellinen aineisto poistettu

Liite 3. Ohjeistus

Luottamuksellinen aineisto poistettu