



PITUUSLEIKKURIN PÖLYNPOISTOJÄR- JESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Matias Mäkelä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Paperi-, tekstiili-, ja kemian-
tekniikka
IPPT

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikka
IPPT

MATIAS MÄKELÄ:

Pituusleikkurin pölynpoistojärjestelmän kehittäminen

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 0 sivua

Toukokuu 2014

Työn tarkoituksena oli vähentää pölyn syntymistä mekaanisessa leikkauksessa pituusleikkurilla. Työ tehtiin Fastpap Oy:lle, joka suunnitteli laitteiston UPM Tervasaareen.

Paperin pölyävyyteen vaikuttavat asiat alkavat jo massanvalmistuksessa. Niihin vaikuttavat niin massalaji, kuin jauhatuksen määrä sekä täyteainepitoisuus. Yleisimmät ongelmat pölyävyyden takia ilmenevät pituusleikkurilla, jossa pölyävyys aiheuttaa ongelmia niin jatkojalustuksessa, kuin koneistossakin.

Pituusleikkuri on osa jälkikäsitteilyä, jossa leikataan isot paperirullat asiakasmittoihin. Leikkurilla on useita erilaisia toteutuksia, jonka takia leikkaustavat sekä rullien käsittely vaihtelee. Usein pituusleikkuri on paperi- tai kartonkikoneella tehtävälle tuotteelle paras mahdollinen.

Leikkauspöly syntyy, kun mekaanisesti leikataan paperia tai kartonkia. Tapahtumassa syntyy myös staattista sähköä, joka on pääosin hankauksen aiheuttamaa. Yleisesti pölyn määrään voidaan vaikuttaa myös pituusleikkurilla esimerkiksi käyttämällä mahdollisimman teräviä teriä, suhteuttamalla terien kehänopeutta rainanopeuteen sekä käyttämällä oikeanlaisista materiaaleista valmistettuja teriä.

UPM Tervasaareissa valmistetaan tarrapaperin taustapaperia, jossa on silikoonipinnoite auttamassa tarran helppoa irroittamista taustapaperista. Tervasaareen on kehitelty pölynpoistolaitetta, jonka toimitaperiaate on poistaa pöly jo leikkausvaiheessa. Tässä käytetään imuputkistoa imemään leikkauksessa syntyvä pöly vastaterän kautta pois. Testauksissa todettiin, että imumäärän on oltava suuri, jotta pöly saadaan poistettua tehokkaasti pois kohteesta. Myöskin laitteen säädettävyys oikeille terille toteutettaisiin imupäiden helpolla siirrettävyydellä.

Laite olisi investointina pieni hyötyyn nähden, sillä laitteen huolto olisi minimaalinen eikä ongelmatilanteissa leikkausprosessi olisi vaarassa. Imuteho saataisiin Tervasaaren tapauksessa reunanauhaimurin kautta, joka syöttäisi pölyn suoraan pulperiin.

Tätä laitesuunnittelua voidaan toteuttaa myös muualle paperikoneella, kuin vain pituusleikkurille. Paperikoneessa on muitakin pölyäviä kohteita, jonne voidaan suunnitella ja sijoittaa pölynpoistojärjestelmiä.

Asiasanat: pituusleikkuri, pölyäminen

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikka
IPPT

MATIAS MÄKELÄ:

Developing dust removal system for the winder section

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 0 pages

May 2014

The aim of this thesis was to decrease dusting in the winder when paper is mechanically cut. The work was commissioned by Fastpap Oy. Tests and planning was made for UPM Tervasaari.

The properties that affect the dusting of paper in paper making process start at the creation of the pulp. Dusting is also affected by refining and the filler content. Most of the dusting problems are present in the winder part of the paper machine. There dusting affects the end product and is a burden for the printing houses and other converting processes.

Winder is a part of the finishing. This is where the big paper rolls are cut for customers according to specific measures. Winders can differ a lot from each other and usually the winders are specified and unique to cut and roll a specific paper.

The dusting in winders happens when paper or paperboard is cut mechanically. Static charge is also formed in the process which is mainly because of the rubbing effect of paper and the blade. Generally the dusting can be reduced by having as sharp slitter blades as possible, proportioning the blade speed according to web speed and by having blades made of the right materials.

UPM Tervasaari is making release paper, which is silicon laminated for easy release of the label paper. Machine was designed for the slitting process of the winder. The machine sucks out the dust directly when the web is cut. The tests have shown that the suction power has to be strong. This is for efficient dust removal straight from the slitter blades. Also the suction heads would be easily adjustable, this is to ensure that the suction is at the right blade.

The investment would be small compared to the advantages this system gives. This system requires minimal maintenance and if problems occur with the dust removal system, the slitting process is in no danger. The suction power, in case of Tervasaari, could come from the broke handling system, which feeds the dust straight into the pulper.

This type of dusting is also present in different parts of the paper machine, not just the winder section. It is possible to design and install effective dust removal systems to different parts of the paper machine.

Key words: winder, slitting, dusting

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	FASTPAP OY	6
3	PAPERIN PÖLYÄVYYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT PITUUSLEIKKURILLA	7
3.1	Massalaji	7
3.1.1	Jauhatus	9
3.1.2	Täyteaineet	10
3.1.3	Tarrapaperi	11
3.2	Paperikoneen jälkikäsitteily	12
3.2.1	Yleistä	12
3.2.2	Pintaliimaus.....	12
3.2.3	Päällystys	12
3.2.4	Rullaus	13
3.2.5	Pituusleikkuri	14
4	Pituusleikkaustapahtuma	16
4.1	Eri leikkaustavat paperilajeille.....	17
4.1.1	Kiertoleikkaus	17
4.1.2	Tangentiaalinen leikkaustapa	17
4.1.3	Murskausleikkaus.....	19
4.1.4	Puhkaisuleikkaus.....	20
4.1.5	Teräleikkaus	21
4.1.6	Tankosahaleikkaus	22
4.1.7	Sulatusleikkaus.....	22
4.1.8	Vaihtoehtoisia keinoja.....	22
4.1.9	Pituusleikkurityypit.....	23
5	PÖLYÄMINEN PITUUSLEIKKURILLA	24
5.1	Yleistä	24
5.1.1	Pölyn syntyminen.....	24
5.1.2	Staattinen sähkö	24
5.1.3	Leikkauspölyyn vaikuttavat tekijät	25
5.1.4	Pölyn vähentäminen lopputuotteessa	25
	LÄHTEET.....	26

KONEKUVAT EIVÄT OLE JULKISESSA VERSIOSSA

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö kuuluu Tampereen ammattikorkeakoulun pakollisiin suoritettaviin tehtäviin. Tässä opinnäytetyössä käydään lävitse erilaisia paperin ominaisuuksia, jotka aiheuttavat paperin pölyämistä. Erityisesti tässä työssä keskitytään tarrapaperin pituusleikkurilla syntyvään pölyyn ja käydään läpi mahdollisia ratkaisuja kyseiseen ongelman eliminointiin. Ratkaisuihin keskitytään jo olemassa oleviin keinoihin, sekä mahdollisiin uusiin ratkaisuihin ja omiin pohdintoihin. Koska paperiteollisuudessa paperin pölyäminen on suuri ongelma, on kyseiselle tuotekehitykselle kysyntää.

Työn teoriaosuudessa käsitellään paperiteollisuuden yrityksistä Fastpap Oy:tä, joka on mahdollistanut minun kirjoittaa tästä aiheesta opinnäytetyö. Teoriassa käydään läpi myös raaka-aineita, joista erityisesti tarrapaperi. Teoriaosuudessa keskitytään enimmäkseen jälkikäsitteilyn esittämiseen, sekä pituusleikkuriin ja sen leikkaustapahtumiin. Työssä esitetään lopuksi Fastpapin kehittämä ratkaisu pituusleikkurille ja leikkauksen aikana tapahtuneita tuloksia UPM:n tehtaalla Tervasaassa.

Opinnäytetyö kirjoitetaan lukijoille siten, että he saisivat käsityksen paperin pölyämisestä ja siitä aiheutuvista ongelmista pituusleikkurilla, sekä niiden mahdollisista ratkaisuista ja ideoiden luomisesta.

Tässä työssä on luottamuksellista tietoa, jotka eivät ole esillä julkisessa versiossa.

2 FASTPAP OY

Fastpap Oy on suunnitellut ja valmistanut jo yli 20 vuoden ajan sellu- ja paperiteollisuudelle ratkaisuja tuotannon tehostamiseksi ja kustannusten vähentämiseksi. Fastpap on erikoistunut puhdistus- ja leikkauslaitteisiin, jotka perustuvat korkeapainesuihkuteknologiaan ja alipaineeseen. Fastpap oy toimii nykyään Nokian Kankaantaan teollisuusalueella, jossa toimivat sekä yrityksen hallinto, suunnittelu ja tuotantolinjat.

(Fastpap Oy kotisivut, www.fastpap.com)

3 PAPERIN PÖLYÄVYYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT PITUUSLEIKKURILLA

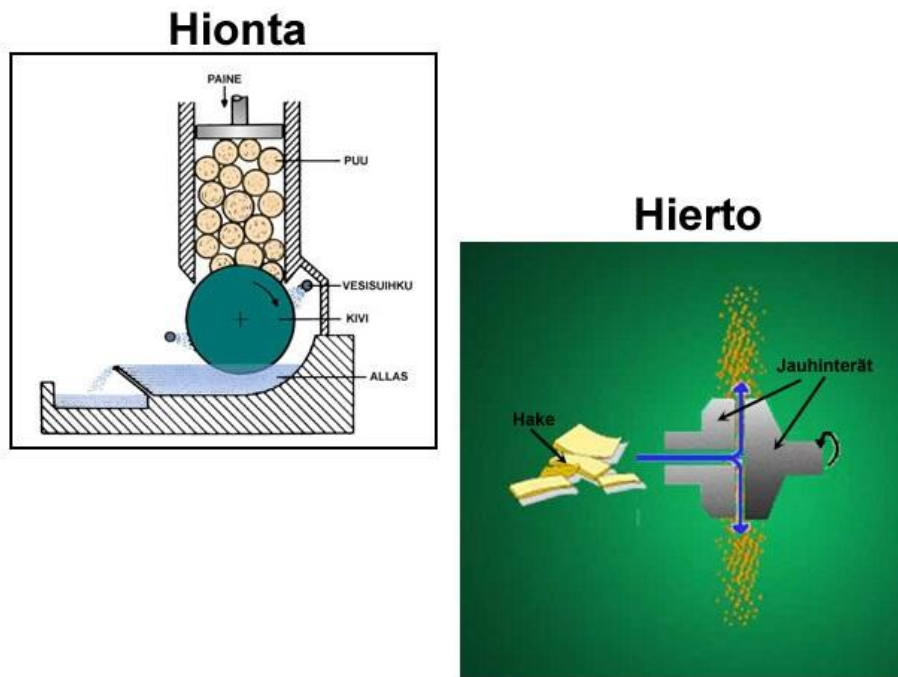
3.1 Massalaji

Mekaanisissa massanvalmistusmenetelmissä puussa oleva ligniini pehmitetään veden, lämmön ja toistuvan mekaanisen rasituksen avulla. Mekaanisilla kuidutusmenetelmillä ei pyritä liuottamaan puusta mitään pois, mutta silti muutamia prosentteja vesiliukoisia uuteaineita ja muita komponentteja liukenee prosessissa. Mekaanisessa massanvalmistuksessa saanto on todella korkea, yli 96%. (Knowpap, 2014 V. 15)

Mekaanisessa massanvalmistuksessa käytetään muutamaa eri tapaa, kuten hiontaa, hierontaa ja kemihiertoa. Hionnassa määrämittaan katkotut kuusipölkkyt prosessoidaan hiokkeeksi painamalla niitä pyörivää hiomakiveä vasten, kuten kuvassa 1. Hiontaa voidaan myös tehostaa lisäämällä painetta, jolloin saadaan painehionta, eli PGW massaa. (Knowpap, 2014 V. 15)

Hiertoprosessissa valmistetaan hierrettä. Prosessin aikana syötetään hakepalasia teräpin- taisten jauhinlevyjen väliin, kuten kuvassa 1, joista molemmat tai vain toinen pyörii. Jauhinlevyjen välit on pienempiä, kuin hakepalaset ja pienenevät materiaalin kul- kusuuntaan. Hakepalaset on tätä ennen esikäsitelty kuumalla höyryllä muutaman mi- nuutin ajan. Tämä esikäsitteleminen auttaa saamaan kuidut pidempinä talteen. Prosessin raa- ka-aineena on yleensä kuusihake, mutta myös mäntyhaketta käytetään. (Knowpap, 2014 V. 15)

CTMP prosessi, eli kemihierre, on sellujen ja mekaanisten massojen välimaastoa. Tässä prosessissa käytetään kemimekaanista massaa, joka ajetaan paineistettujen hierrejauhi- mien läpi ja jonka merkittävin ero on kemikaalikäsittely ennen hierrejauhimeen ajoa. (Knowpap, 2014 V. 15)



Kuva 1. Hionta- ja hiertoprosessit mekaaniselle massalle. (Knowpap, 2014 V. 15)

Kemiallisissa massanvalmistuksissa käytettävä laitteisto on selvästi monimutkaisempi ja kalliimpi. Toisekseen massan saanto on puolet mekaanisiin massoihin verrattuna, mutta kemiallisen massan lujuusominaisuudet ovat ylivertaisia verrattuna mekaanisiin massoihin. Kemiallisessa prosessissa käytetään erilaisia voimakkaita kemikaaleja ja lämpöä, jotta puussa oleva ligniini, joka sitoo kuituja toisiinsa, saataisiin poistettua. Tässä prosessissa käytetään siis erilaisia keittomenetelmiä (esim. eräkeitto ja jatkuva keitto), jotka vaativat usein monia tunteja, jotta saadaan valmistettua kemiallista massaa, eli sellua. (Knowpap, 2014 V. 15)

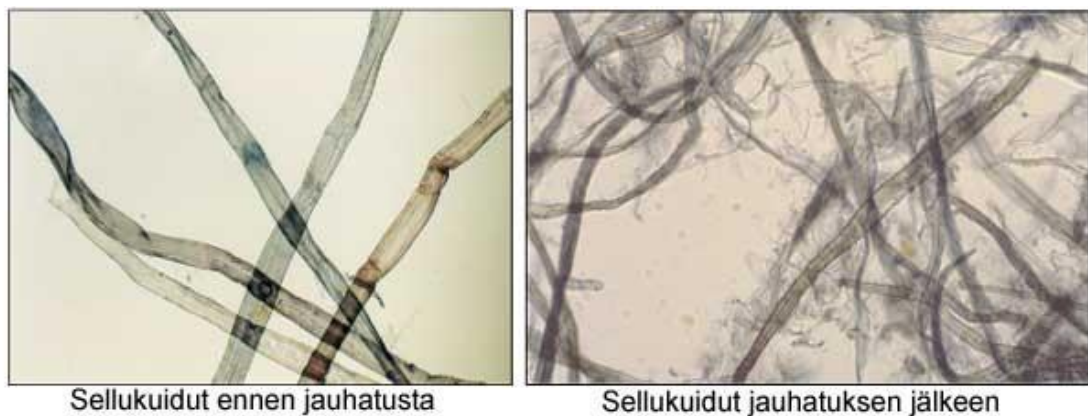
3.1.1 Jauhatus

Paperinvalmistuksessa yksi tärkeimpiä vaiheita on jauhatus. Massojen valmistuksessa irroitettujen kuitujen sidostenmuodostuskyky on huono, koska kuidut ovat jäykkiä ja liian sileäpintaisia muodostaakseen kunnollisia sidoksia. Jauhatuksessa käytetään mekaanista räsitusta, jossa kuituja notkistutetaan, löystytetään ja turvoitetaan. Tämä aiheuttaa kuitujen huomattavaa sitoutumiskyvyn paranemista, koska sitoutumispinta-ala kasvaa. Jauhatuksen vaikutukset näkyvät hyvin kuvassa 2.

Paperinvalmistuksessa käytetään jauhatusta tietyn jauhatusasteen saavuttamiseksi, lopputuotteesta riippuen. Jauhatus vaikuttaa paperin lähes kaikkiin ominaisuuksiin, kuten kasvattaen vetolujuutta ja heikentäen opasiteettia. Tästä johtuen jauhatusaste valitaan tarkasti tarvittavien ominaisuuksien mukaan. (Knowpap, 2014 V. 15)

Jauhatus toteutetaan yleisimmin särmäterillä kuitujen ollessa vesilietteessä. Kuidut kääntyvät jauhimen terän etureunalle jauhautuen särmien ohittaessa toisensa. Jauhatuksessa yleisesti ottaen käytetään sekä levy- että kartiojauhimia. (Knowpap, 2014 V. 15)

Jauhatuksen kokonaisvaikutuksen aiheuttama sidosten parempi muodostuminen, voimakkaammat sidokset ja pienimittaisemmat kuidut voivat aiheuttaa pölyyntymistä rai-naa leikattaessa pituusleikkurilla.

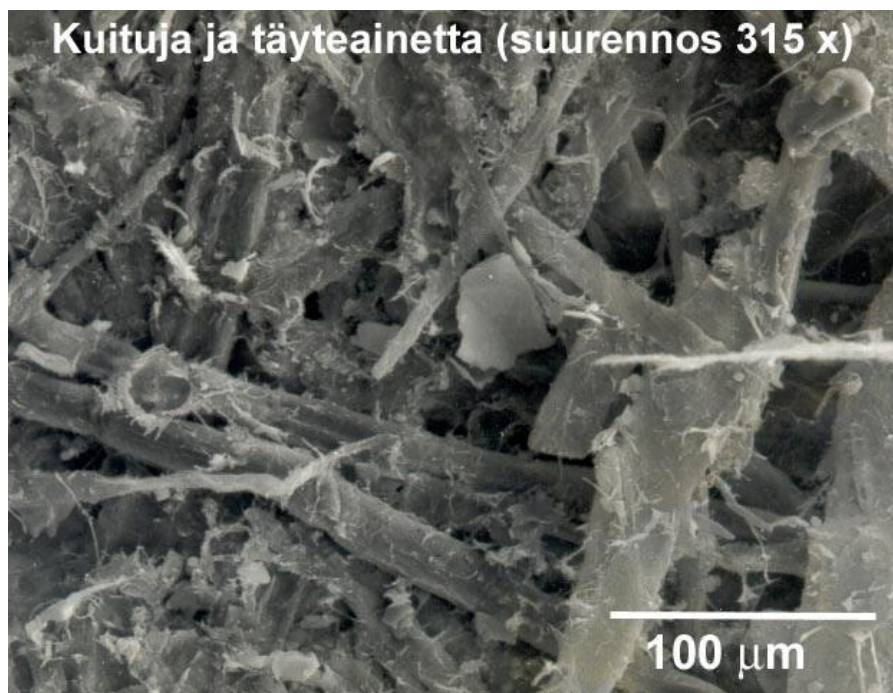


Kuva 2. Jauhatuksen vaikutus kuiduissa. (Knowpap, 2014 V. 15)

3.1.2 Täyteaineet

Täyteaineet ovat paperiteollisuudessa käytettäviä mineraaleja, jotka parantavat huomattavasti paperin paino-ominaisuuksia. Täyteaineiden käyttö on halvempaa, kuin kuituraaka-aineen käyttäminen paperin valmistuksessa. Käyttöaste riippuu merkittävästi tuotettavasta paperista ja halutuista ominaisuuksista, mutta viime aikoina käyttöaste on noussut, kun tavoitellaan maksimaalisia voittoja minimaalisilla kustannuksilla. (Knowpap, 2014 V. 15)

Täyteaineet tukkivat ja ajautuvat kuituverkoston koloihin, kuten kuvassa 3, parantaen näin optisia ominaisuuksia, mutta heikentäen lujuusominaisuuksia. Tästä johtuen täyteaineita ei voida käyttää määräänsä enempää, koska täyteaineet eivät muodosta sidoksia. Etenkin pintalujuus kärsii useimmiten täyteaineiden käytöstä. Tämä myös aiheuttaa jälkikäsittelyssä, kuten esimerkiksi pituusleikkurilla, pölyämistä. (Knowpap, 2014 V. 15)



Kuva 3. Täyteaineita paperimassassa.

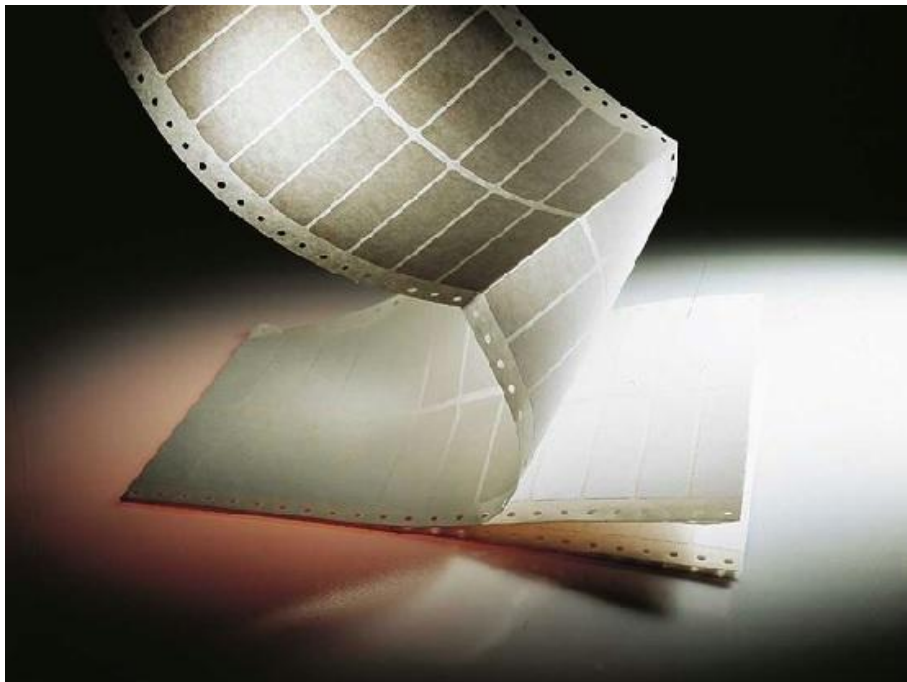
3.1.3 Tarrapaperi

Tarrapaperit koostuvat useista eri kerroksista joihin kuuluu pintapaperi, liimakerros, silikonikerros sekä tausta- eli irrokepaperikerros, kuten kuvassa 4, jossa on näkyvillä tarrapaperia.

Tarrapaperit ovat sellupohjaisia ja toispuoleisesti päällystettyjä papereita. Tarralaminointin toiminta perustuu siihen, että pintapaperiin on painettu haluttu informaatio, joka sitten irroitetaan ja liimataan kiinni haluttuun kohteeseen. Liimakerros pitää siis tarrapaperin taustapaperissa kiinni, sekä toimii kiinnittäjänä, kun tarrapaperi kiinnitetään haluttuun kohteeseen.

Tarrapaperin taustapaperi suojaa liimakerrosta ja tekee tarran irrottamisen helpoksi. Taustapaperina yleensä käytetään voimapapereita, jotka ovat joko superkalanteroitu tai pigmenttipäällystetty. Taustapaperille tehdään myös ohut silikonipäällyste laminoinnin yhteydessä tai erikseen. Tämä helpottaa tarran irrottamista taustapaperista.

Lopullinen tuote valmistetaan liimalaminointitekniikalla, jossa yhdistetään tarra- ja taustapaperi liimakerroksella toisiinsa. (Knowpap, 2014 V. 15)



Kuva 4. Tarrapaperia. (Knowpap, 2014 V. 15)

3.2 Paperikoneen jälkikäsitely

3.2.1 Yleistä

Tässä kappaleessa käsitellään paperinvalmistuksessa olevaa jälkikäsitelyä lyhyesti ja seuraavassa kappaleessa perehdytään pituusleikkurin rooliin ja leikkaustapoihin.

Paperin- ja kartongin valmistuksessa tehdään aina lajista riippumatta jälkikäsitely. Jälkikäsitelyn laajuus vaihtelee lajista ja sen vaatimuksista. Yleisimmin jälkikäsitelyn vaiheet ovat ainakin pituusleikkaus ja tarvittavat rullaukset. Lisäksi lajista ja vaatimuksista riippuen voidaan tehdä pintaliimaus, päällystys, kalanterointi tai päällystys muovitai alumiinikalvolla. (Knowpap, 2014 V. 15)

3.2.2 Pintaliimaus

Pintaliimauksessa on kysymys paperin lujuuksien parantamisesta. Usein pintaliimauksen kohteena ovat hienopaperit, päällystettävät raakapaperit sekä kartongit. Pintaliimaus nostaa sekä sisäisiä lujuuksia, että pintalujuutta. Prosessissa lisätään vesiliukoisia polymeerejä paperiin, jotka lisäävät kuitujen välisiä sidoksia. Usein pintaliimauksessa käytetään esimerkiksi tärkkelystä. Koneisto on sijoitettu pitkälle kuivatusosan loppuun, jossa paperi tai kartonki on tarpeeksi kuivaa kestääkseen liimausprosessin. Pintaliimaus suoritetaan usein filmiliimapuristimessa tai lammikkoliimapuristimessa. (Knowpap, 2014 V. 15)

3.2.3 Päällystys

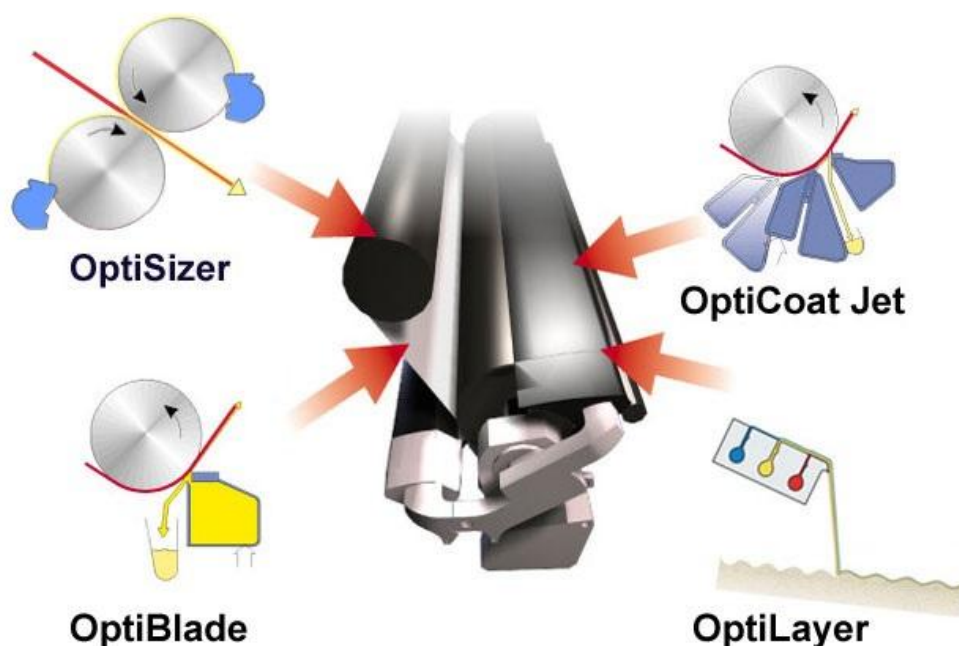
Päällystyksellä haetaan paperiin tai kartonkiin lisää ulkonäköä sekä painettavuutta. Näitä ulkonäkö suureita kuvaa esimerkiksi: vaaleus, kiilto ja opasiteetti. Painettavuutta saadaan lisää päällystykseen tuomalla sileydellä, pintalujuudella ja imeytymisominaisuuksilla. Lopputuotteen laatu vaihtelee riippuen pohjapaperista ja päällystys laadusta, sekä päällystystekniikasta ja painosta. (Knowpap, 2014 V. 15)

Päällystysprosessissa paperin tai kartongin päälle levitetään päällystyspasta. Tämä voidaan levittää, joko toiselle tai molemmille puolille, riippuen käyttökohteesta. Pastaa levitetään runsaasti paperin tai kartongin päälle, joka sitten tasataan poistamalla ylimää-

räinen pasta, jonka jälkeen se kuivataan. Päällystyskertoja voi olla yksi tai useampia, riippuen jälleen käyttökohteesta. Päällystysten määrä usein tuo paperille lisää optisia ominaisuuksia mutta lisää myös huomattavasti hintaa. Yleisimmin käytetty päällystysmetodi on teräpäällystys, erilaisine variaatioineen. Kuvassa 5 näkyy teräpäällystysten eri variaatioita. Päällystyskoneisto voi olla, joko on-machine tai off-machine, yleisesti ottaen nykyään käytetään on-machine laitteistoa.

(Knowpap, 2014 V. 15)

Päällystysasemat suurille nopeuksille



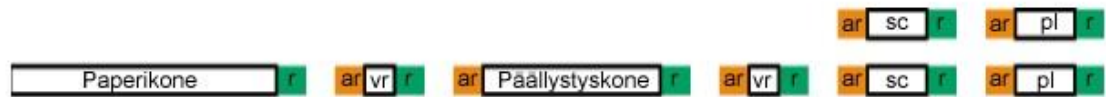
Kuva 5. Päällystystekniikoita. (Knowpap, 2014 V. 15)

3.2.4 Rullaus

Paperi- tai kartonkikoneella olevan rullauksen tehtävänä on muuntaa tasomaiseksi tehty materiaali helpommin käsiteltävään muotoon. Sadan kilometrin pituinen paperi on helpompi ja mukavampi käsitellä rullana, sekä tilan, että käytännöllisyyden nimissä. Koneen jälkeen paperia tai kartonkia saatetaan rullata auki, sekä kiinni, useita eri kertoja jaksottaisesti. Kuvassa 6 näkyy hyvin milloin paperi- tai kartonkirulla saatetaan auki- tai kiinnirullata. (Knowpap, 2014 V. 15)

Tyypillisiä tuotantolinjoja

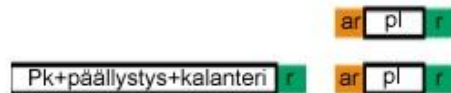
Off-machine päällystys



On-machine päällystys



On-machine päällystys ja/tai kalanteri



vr = välrullain
 sc = kalanteri
 pl = pituusleikkuri
 ar = aukirullain
 r = kiinnirullain/rullaus

Kuva 6. Rullaukset tuotantolinjoilla. (Knowpap, 2014 V. 15)

3.2.5 Pituusleikkuri

Pituusleikkuri on osa jälkikäsitteilyä. Liian usein pituusleikkuri jää oman onnensa nojaan, kun suurin mielenkiinto on perälaatikon tienoilla. Englanninkielestä sana finishing kuvaa paljon paremmin pituusleikkurin asemaa, joka sillä pitäisikin olla. Leikkuriin ja koko viimeistelyyn pätee asiat:

- kallein hylky syntyy prosessin lopussa
- viimeistelyssä tehdään varsinainen lopputuote
- viat ja erityisesti poikkiprofiiliviat pitäisi korjata siellä missä ne syntyvät

(Paperin ja kartongin valmistus, Häggblom-Ahgner, Komulainen, s.236)

Paperikoneen tai kartonkikoneen jälkeen, kun paperiraina on rullattuna tampo-uriraudan ympärille, voi sen pituus olla sata kilometriä. Tämä iso rulla kuljetetaan pituusleikkurille, jossa tapahtuu aukirullaus ja pituusleikkaus asiakasrulliksi, sekä leveys-, että pituus-suunnissa. Leikkurilla rullataan nämä tietyille mitoille leikatut osarainat ja lähetetään asiakkaille. Tämän prosessin aikana tulee myös testattua rullan ajettavuus. (Paperin ja kartongin valmistus, Häggblom-Ahgner, Komulainen, s.230)

Rullan ajettavuus ja laatu on tärkeätä asiakkaille, koska rulla voi olla menossa arkitukseen tai painotalolle. Rullan tulee kestää myös kuljetukset, sekä oltava helposti käsiteltävä ja varastoitava. Asiakasrullat tehdään tilaustiedoista, jotka saattavat sisältää tietoja leveydestä, pituudesta, halkaisijasta, liitosten merkintätavasta ja paperin puoleisuudesta. (Knowpap, 2014 V. 15)

4 Pituusleikkaustapahtuma

Itse leikkaus tapahtuu mekaanisesti käyttämällä kahta terää vastakkain, eli ylä- ja alaterät. Rainan reunat leikataan yleensä pois ja syötetään reunanauhasuuttimia pitkin pulperiin. Alaterä pyörii ja toimii myös voimana, joka pyörittää yläterää, jolloin ne muodostavat yhdessä teräparin. Näitä teräpareja voi olla useita kappaleita leikkurissa, ne voidaan asemoida halutusti nopeasti ja tarkasti. Leikkausjälkeen vaikuttavat useat tekijät, kuten terien kunto, rainan suoruus, terien pyörimisnopeus ja terien linjaus. Terien pyörimisnopeuden täytyy olla hieman rainaa nopeampi, jotta raina saadaan leikattua luotettavasti. (Knowpap, 2014 V. 15)

Leikkausmenetelmiä on useita erilaisia, joita sovelletaan sen mukaan millaisesta paperista on kyse.

Leikkausmenetelmät:

- Shear slitting (Saksileikkaus)
 - ◆ Wrap-around shear slitting (Kiertoleikkaus)
 - ◆ Tangential shear slitting kiss slitting or kiss cut (tangenciaalinen leikkaus)
 - ◆ Mandrel mounted top and bottom slitters (Istukoidut ylä- ja alaterät)
 - ◆ Individually mounted top slitters, mandrel mounted bottom slitters (Istukoidut alaterät)
 - ◆ Individually driven bottom slitters (Yksittäin kiinnitetyt alaterät)
 - ◆ Score slitting, crush slitting (Puhkaisuleikkaus)
- Burst slitting (Puhkaisuleikkaus)
- Razor slitting (Teräleikkaus)
 - ◆ Razor "in-groove" slitting (Urateräleikkaus)
 - ◆ Razor "in-air" slitting (Ilmateräleikkaus)
 - ◆ Rotating razor slitting (Pyörimisteräleikkaus)
- Log saw slitting, baloney slicer, single knife, or level slitter (Tankosahaleikkaus)
- Fusing/hot knife slitting (Sulatusleikkaus)
 - ◆ Stationary hot knife (Paikoitettu sulatusleikkaus)
 - ◆ Rotating hot knife (Pyörivä sulatusleikkaus)

- Alternative methods (Vaihtoehtoiset keinot)
 - ◆ Waterjet (Vesileikkaus)
 - ◆ Ceramic knife (Keraaminen teräleikkaus)
 - ◆ Static transfer (Staattinen leikkaus)
 - ◆ Laser slitting (Laser leikkaus)

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 55-61)

Yleisesti ottaen englanninkielisiä nimityksiä käytetään useimmiten. Suomenkieliset versiot ovat suoria käännöksiä englanninkielestä.

4.1 Eri leikkaustavat paperilajeille

Tässä esitellään eri leikkaustapoja, joita paperiteollisuudessa käytetään leikkaamaan paperia pituusleikkurissa. Nämä tavat ovat esillä edelliskappaleessa 4.

4.1.1 Kiertoleikkaus

Wrap-around shear slitting eli kiertoleikkausta käytetään lähinnä neliömassaltaan kevyisiin papereihin, joille ei sylinterin ympärille taivuttaminen tuo negatiivisia vaikutuksia. Menetelmää käytetään usein ongelmaherkille paperilajeille, kuten helposti tärinälle altistuville laaduille.

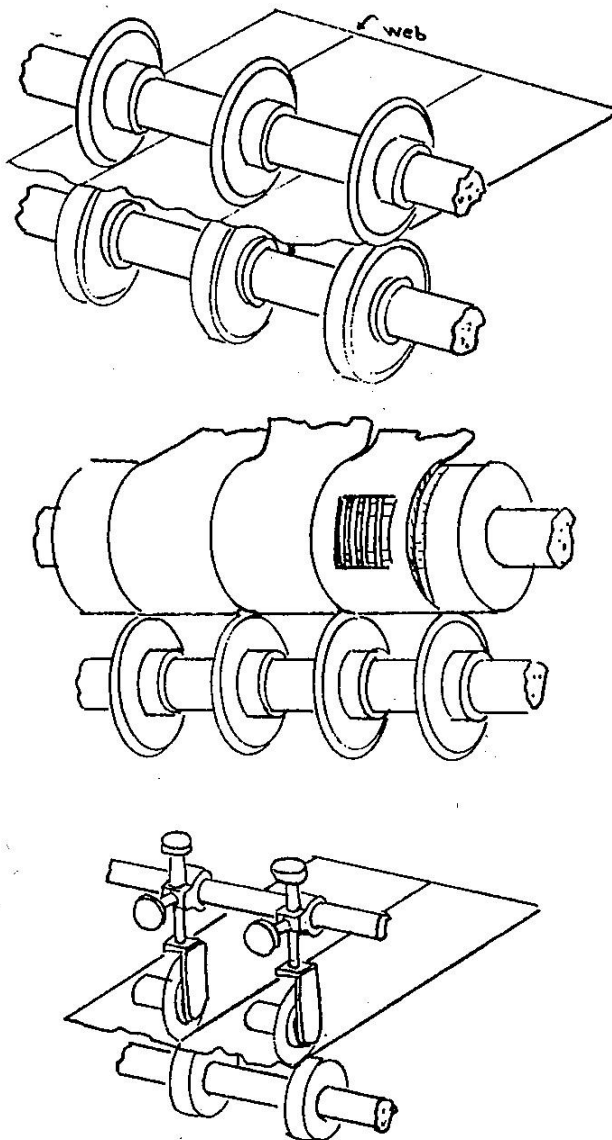
(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 55-61)

4.1.2 Tangentiaalinen leikkaustapa

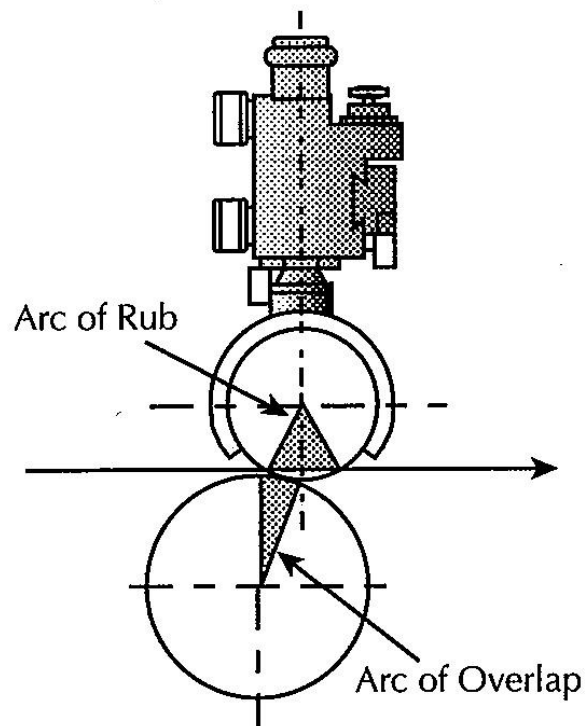
Tangential shear slitting eli tangentiaalinen leikkaustapa, jossa terät osuvat rainaan vain hipaisten sitä, kuten kuvassa 8. Tangentiaalinen leikkaustapa onkin kaikille materiaaleille varsin hyvä tapa ja sitä käytetään yleisesti paljon. Varsinkin sellaisissa tapauksissa, jossa materiaali on hieman vaikeaa leikattavaa. Käytetään usein leikattaessa tavallista paperia, kevyitä kartonkeja, muovipäällysteisiä papereita, kuitukankaita, kestäviä muoveja ja pehmopaperia. (Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 55-61)

Istukoidut leikkaustavat ovat tästä muokattuja versioita tietyillä säätömahdollisuuksilla. Kuvassa 7 näkyy kiertoleikkauksen ja tangentialisen leikkaustavan erot. Muokatuilla tangentialisilla leikkaustavoilla leikataan yleisesti tavallista paperia, kevyttä kartonkia, päällystettyä paperia ja kartonkia, laminaatteja ja paineherkkiä materiaaleja, kuten foliota.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 55-61)



Kuva 7. Tangentialinen- ja kiertoleikkaus. (Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 59)



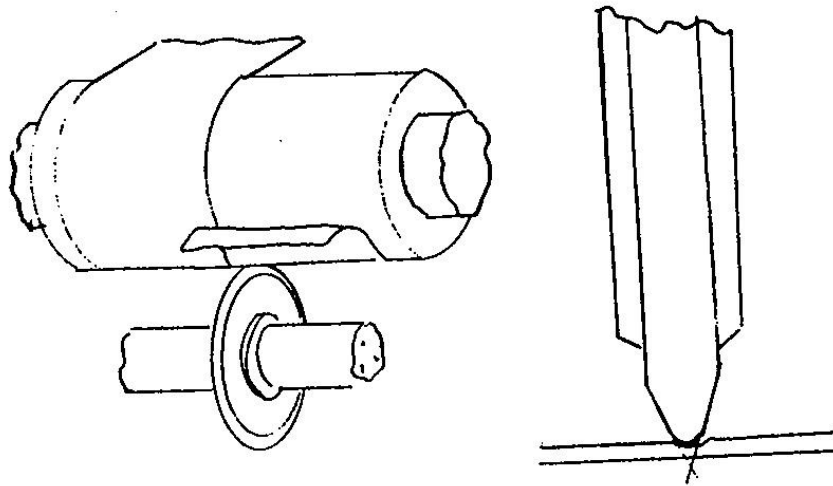
Kuva 8. Tangentiaalisen leikkaustavan kosketuspinnat.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 60)

4.1.3 Murskausleikkaus

Score slitting, crush slitting eli murskausleikkaus, jossa yläterää painetaan tasaista pintaa vasten jousella tai pneumaattisella sylinterillä, joka "murskaa" paperirainaa. Leikkauslaitteisto on yksinkertainen, kuten kuvassa 9 näkyy, mutta leikkaussauman laatu kärsii ja terät kuluvat nopeasti. Tämä leikkausmetodi on käytössä silti useassa pehmopaperi ja kartonkikoneessa. Yleisimmin tämä leikkaustapa on käytössä koneissa, joissa käsitellään paineherkkiä materiaaleja ja liimapintoja, kuten maalarinteippiä, hiilipaperia, viinyyliä, eristysnauhaa, peltiä, tiivisteitä, kuparia ja huopaa.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 56)



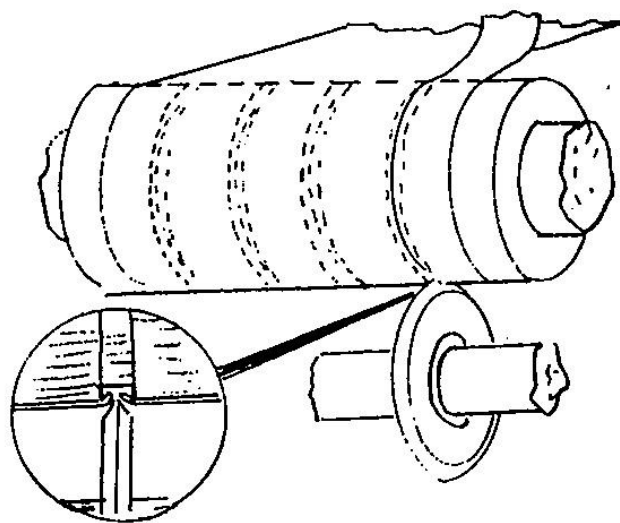
Kuva 9. Murskausleikkauksen periaate.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 60)

4.1.4 Puhkaisleikkaus

Burst slitting eli puhkaisleikkaus, joka perustuu samaan tekniikkaan kuin murskausleikkaus. Tässä tavassa terä kuitenkin pääsee puhkaisemaan rainan uritettua rullaa vasten, joten se ei koske itse metalliin, kuten kuvassa 10 näkyy.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 56)



Kuva 10. Puhkaisleikkauksen havainnollistaminen. (Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 61)

4.1.5 Teräleikkaus

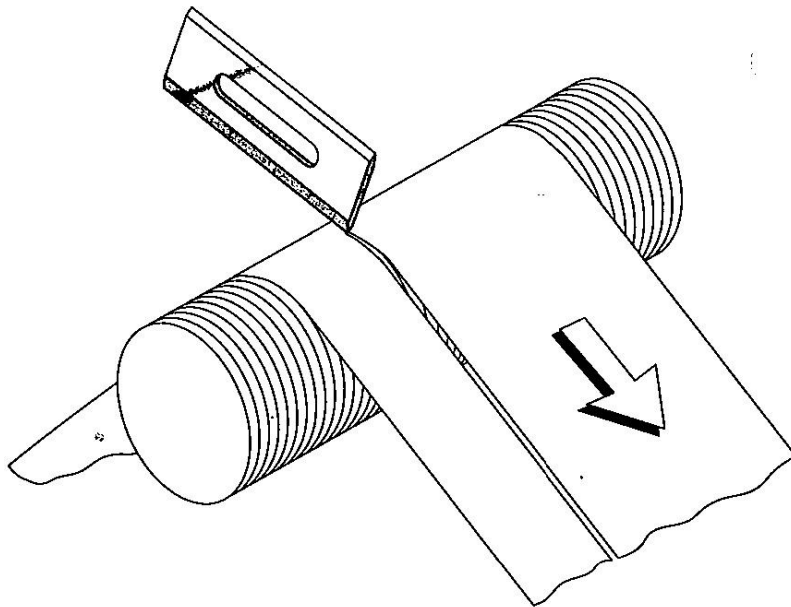
Razor slitting eli teräleikkaus, joka on halpa ja yksinkertainen tapa mutta kärsii reunaongelmista ja lyhyestä terän kestosta. Yksinkertaisesti raina kulkee asemoidun "partaterän" lävitse ja näin leikkautuen haluttuun leveyteen ja pituuteen, josta havainnollistava kuva 11. Teräleikkausta käytetään yleisesti leikattaessa foliota, muovikelmuja (PE, PP) ja vinyyliä.

Razor "in-groove" slitting eli urateräleikkaus, jossa terää painetaan läpi paperin uritettua rullaa vasten.

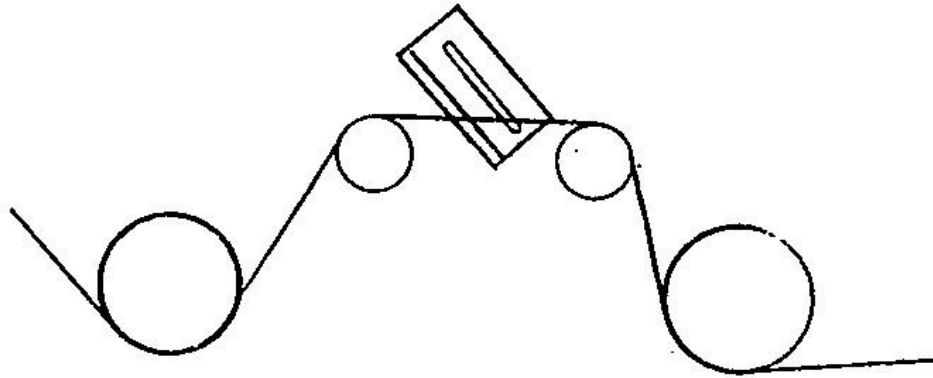
Razor "in-air" slitting eli ilmateräleikkaus, jossa terää painetaan paperirainan lävitse ilman rullan välitöntä tukea alapuolella. Rullat kuitenkin tukevat rainaa heti ennen ja jälkeen terän. Kuvassa 12 on havainnollistettu kyseistä tapaa.

Rotatin razor eli pyörimisteräleikkaus, jossa pyöreä pyörivä terä leikkaa paperirainaa, joka aiheuttaa vähemmän kitkaa, jonka ansiosta nopeuksia voidaan nostaa.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 56)



Kuva 11. Teräleikkaus tapahtuma. (Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 61)



Kuva 12. Razor "in-air" leikkaustapa, jossa siis terä leikkaa paperirainaa ilmassa.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 61)

4.1.6 Tankosahaleikkaus

Long saw slitting eli tankosahaleikkaus, jossa käytetään yhtä sahanterää leikkaamaan yhden rullan kerrallaan. Joitakin yhtäaikaisia leikkaustapoja on kehitelty tähän tapaukseen. Menetelmää käytetään yleensä leikkaamaan pienen halkasijan rullia. Yksi suuri heikkous on hyllyn määrä, kun leikataan paksulla sahanterällä.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 56)

4.1.7 Sulatusleikkaus

Fusing/hot knife slitting eli sulatusleikkaus, jossa käytetään hyväksi paineella ja lämmöllä käsiteltyä terää, joka leikkaa paperia. Usein käytetään kangasmateriaaleja leikatessa, jolloin se polttaa reunat samalla lämmön avulla. Tapoja on, paikoitettu terän käyttö tai pyörivän terän käyttö, jonka avulla voidaan vähentää kitkaa ja samalla pystytään ajonopeuksia nostamaan.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 56)

4.1.8 Vaihtoehtoisia keinoja

Vaihtoehtoisiin keinoihin lukeutuu vesileikkaus, keraamisen terän käyttö sekä laserleikkaus. Näillä kaikilla on pieni markkinarako hyvin konkreettisiin käyttökohteisiin. Jollain näillä on nopeusrajoituksia tai tarvitsevat tietyn leikkausnopeuden, asennuksen oi-

keuttamiseksi korkeiden kustannusten takia, mutta kaikilla on hyvät mahdollisuudet olla yksi tulevaisuuden käytetyistä menetelmistä.

(Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, Jan Groneworld, s. 56)

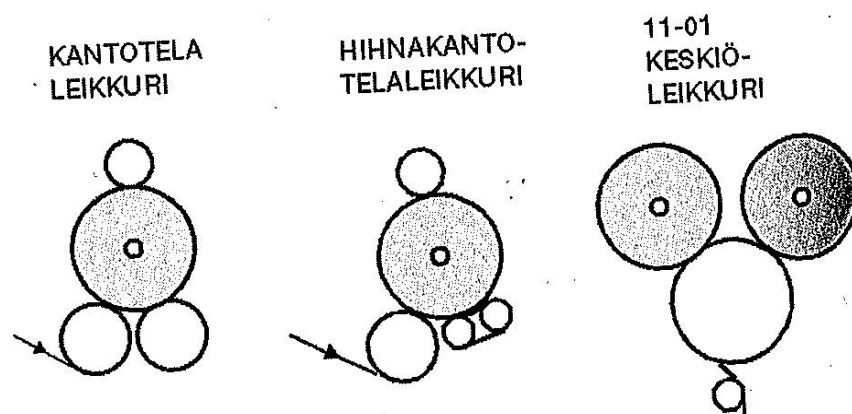
4.1.9 Pituusleikkurityypit

Pituusleikkurityypit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään, kuten kuvassa 13. Nämä ryhmät ovat kantotela-, hihnakantotela- ja keskiöleikkurit. Kantotelaleikkureissa rullasarja pyörii kahden kantotelan varassa. Kantotelat voivat olla identtisiä tai hieman eri kokoisia ja ne voivat olla vaakasuorassa tai hieman kallellaan. Näillä säädöillä pyritään vähentämään tärinää ja aiheutuvia ongelmia rainan ajettavuudessa.

(Paperin ja kartongin valmistus, Hägglom-Ahgner, Komulainen, s.230)

Hihnakantotelaleikkurissa rullausta tapahtuu hihnatelaston ja etutelan päällä. Rullan painoa jaetaan takatelan ja hinnan välillä, jottei nippipaine pääse kasvamaan liian suureksi. Tällä ehkäistään rullissa esiintyviä vikoja. Tämä tekniikka mahdollistaa rullan rakenteen ja kovuuden hallitsemista. (Knowpap, 2014 V. 15)

Keskiörollaimet ovat identtisiä silloin, kun rullan halkaisijan ja paperin tiheys on suuri, jonka takia paperin paksuus on pieni. Tässä tekniikassa kukin rulla pystytään rullaamaan omalla asemallaan, joka taas mahdollistaa rullakohtaisen säätämismahdollisuuden. Keskiörollaimissa on yhdistettynä keskiö- ja pintavetorullaukset. Pintavetorullauksessa rulla painetaan telaa vasten, joka näin pyörittää rullaa. Keskiövetorullauksessa kannatellaan rullaa, jolloin vetomomentti tulee hylsylvä. (Knowpap, 2014 V. 15)



Kuva 13. Eri pituusleikkurityypit. (Paperin ja kartongin valmistus, Hägglom-Ahgner, Komulainen, s.236)

5 PÖLYÄMINEN PITUUSLEIKKURILLA

5.1 Yleistä

Erilaiset leikkaustavat, joita esiteltiin kappaleessa 4, ovat yleisesti kaikki mekaanisia. Mekaanisessa leikkauksessa suurilla nopeuksilla leikattaessa paperia, syntyy leikkauspölyä. Tämä leikkauspöly tarttuu kiinni paperiin ja kulkeutuu näin asiakkaalle. Tämä vaikeuttaa painamisprosessia, sekä varsinkin tarrapaperin taustapaperissa heikentää liiman kontaktia tarrapaperiin. Tähän ongelmaan on yleisiä ohjeita, kuinka vähennetään syntyvää pölyn määrää, joita tässä kappaleessa käydään läpi.

5.1.1 Pölyn syntyminen

Pölyä syntyy kun leikkausterät murtavat paperirainan mekaanisesti, jolloin irtoaa kuituja ja pigmenttejä. Usein myös leikattaessa syntyy staattisia varauksia, jonka avulla pölypartikkelit kiinnittyvät leikattavaan materiaaliin ja ovat todella vaikeita irrottaa tehokkaasti pois rainasta. (How can slitting dust and static electricity be reduced ?, Dave Rumson, 2012, www.convertquarterly.com)

5.1.2 Staattinen sähkö

Staattista sähköä syntyy prosessissa kolmella eri tavalla, jotka ovat: lämpötilan vaihtelu, mekaaninen rasitus, sekä fyysisessä kontaktissa tapahtuva hankaus. Näistä suurimmassa roolissa on fyysinen hankaus, joka aiheuttaa suurimman osan varauksista prosessissa. (How can slitting dust and static electricity be reduced ?, Dave Rumson, 2012, www.convertquarterly.com)

5.1.3 Leikkauspölyyn vaikuttavat tekijät

Leikkauspölyyn vaikuttavia tekijöitä on monia jo ennen pituusleikkuria, mutta myös pituusleikkurilla voidaan vaikuttaa paljon rainan pölyävyyteen. Leikkauspölyn syntymisen estämiseksi on kiinnitettävä huomiota

- teräaineen sopivuus,
- terien terävyys,
- teroituskulman suuruus,
- terien läpimitta,
- terien kehänopeuden suhde rainanopeuteen,
- terien asento,
- yläterän ja alaterän muodostama kulma,
- yläterän kallistuma,
- terien limittäisyys,
- yläterän siirtymä alaterään nähden rainan kulkusuunnassa,
- rainan ja alaterän kosketuskohta,
- terien välinen sivusuuntainen puristus.

(Paperin valmistus, Kalle Parpala, 1974 s. 213-214)

5.1.4 Pölyn vähentäminen lopputuotteessa

Leikkauspölyn vähentämiseksi kiinnitetään huomiota edelliskappaleessa oleviin tekijöihin. Yksinkertaisuudessaan vähennetään syntyvää kitkaa, lämpöä sekä hankautumista leikkausprosessissa. Toisekseen voidaan staattisia sähköistymisiä vähentää tai poistaa markkinoilla olevilla laitteilla. Lopuksi raina tulisi puhdistaa leikkauksen jälkeen. Myös yksi tärkeimmistä tekijöistä on terien terävyys. Terien on oltava mahdollisimman terävät leikatakseen rainaa mahdollisimman pölyttömästi, sekä minimoidakseen staattisen sähköön syntymisen. (How can slitting dust and static electricity be reduced? Dave Rumson, 2012, www.convertingquarterly.com)

LÄHTEET

Hägglom-Ahlgner, Ulla & Komulainen, Pekka. Kemiallinen Metsäteollisuus II, Paperin ja kartongin valmistus 5. painos, Gummerus Kirjapaino Oy Jyväskylä, 2006. s. 230-236

Parpala, Kalle. Paperin valmistus 3. painos, Werner Söderström Osakeyhtiön laakapainossa Porvoossa 1976, s. 210-220

Groneworld, Jan. Winders, The Complete Guide for Paper Mills and Converters, TAPPI, 1998. s. 55-65.

R. Roisum, David, Ph.D. The Mechanics of Winding, TAPPI, 1994.

Koeajo pituusleikkurin pölynpoisto, raportti 18.2.2014, Fastpap Oy.

Fastpap Oy kotisivut, www.fastpap.com. Luettu 13.5.2014

Rumson, Dave. How can slitting dust and static electricity be reduced ? [verkkodokumentti], 2012 quarter 2, www.convertingquarterly.com. Luettu: 8.5.2014
http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&cad=rja&uact=8&sqi=2&ved=0CJMBeBYwDQ&url=http%3A%2F%2Fd27vj430nutdmd.cloudfront.net%2F16737%2F130886%2Fdd5f6f97d61e297b49e288be0aabf247c6f38f62.pdf&ei=P11rU6bJDqe7ygPqhYDYAg&usg=AFQjCNG0_RE4uKUzUXAVUjgmqVOERusjbQ&sig2=A-RSaL_D8fmTOhuWjHpNiA&bvm=bv.66330100,d.bGQ

Knowpap, Versio 15.0, 2013. AEL / Proledge Oy. Paperin valmistus. Luettu 13.5.2014.
http://www.knowpap.com.elib.tamk.fi/extranet/suomi/knowpap_system/user_interfaces/tuotantoprosessit/papvalm.htm

Knowpap, Versio 15.0, 2013. AEL / Proledge Oy. Paperit. Luettu 13.5.2014.
http://www.knowpap.com.elib.tamk.fi/extranet/suomi/knowpap_system/user_interfaces/paper_grades/papers.htm

Fastpap Oy henkilöstön haastattelut, 10-15.5.2014.