

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Paperitekniikan koulutusohjelma

Tutkintotyö

Kalle Kylkilahti

PITUUSLEIKKURIN LEVITYSTELET ERI PAPERILAJEILLA

Työn valvoja  
Työn teettäjä

Tampere 2007

TkL Päivi Viitaharju  
Quattroll Oy  
Kehitysjohtaja Pauli Luomala

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Paperitekniikan koulutusohjelma

Kylkilahti, Kalle Pituusleikkurin levitystelat eri paperilajeilla

Tutkintotyö 37 sivua

Työnvalvoja TkL Päivi Viitaharju

Työn teettäjä Quattroll Oy

Toukokuu 2007

Hakusanat: levitystelat, pituusleikkaus, rainan levitys

TIIVISTELMÄ

Paperin laatuvaatimukset kasvavat koko ajan samassa tahdissa kuin painokoneet ja muut paperinjalostusprosessit kehittyvät. Koko ajan vaaditaan suurempia ajonopeuksia, leveämpiä rullia ja virheettömämpää laatua. Näin ollen myös pituusleikkurin tulee toimia moitteettomasti.

Tässä työssä perehdytään pituusleikkurin levitysteloihin ja niiden tehtäviin sekä pyritään selvittämään parhaat sovellukset mahdollisimman monille eri paperilajeille. Työ tehtiin keräämällä tietoa kirjallisuudesta sekä haastattelemalla paperitehtaiden henkilökuntaa ja laitevalmistajia.

Kirjallisuudesta ja haastatteluista saatujen tietojen perusteella kaareva levitystela soveltuu parhaiten esilevittimeksi useimmille paperilajeille. Esilevittimen moitteeton toiminta on edellytys onnistuneen leikkausjäljen saavuttamiseksi. Lisäksi sillä voidaan paikata mahdollisia profiilihäiriöistä aiheutuvia ongelmia rullauksessa.

Osarainojen erotteluun voidaan paperilajista ja sen vaatimuksista riippuen valita joko levitysrauta, kaareva levitystela tai kaksoislevitin. Levitysrauta on nykyään harvinainen valinta sen laahaavasta toiminnasta aiheutuvien laatuongelmien takia. Kaksoislevitin valitaan usein päällystetyille paperilajeille.

Telan pinnan vaatimukset riippuvat paperilajista ja sen ominaisuuksista. Esimerkiksi heikosti ilmaa läpäisevät paperilajit vaativat telan pintaan urituksen. Telan pinnoitteella voidaan vaikuttaa ainakin kitkaominaisuuksiin ja kestävyYTEEN.

Oikein valitut ja asennetut levitystelat vähentävät merkittävästi laatuongelmia ja parantavat pituusleikkurin tehokkuutta tehtaalla.

TAMPERE POLYTECHNIC-UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

The degree program of paper technology

Kylkilahti, Kalle Winder Spreader Rolls for Different Paper Grades

Final Thesis 37 Pages

Examiner Lic.Tech. Päivi Viitaharju

Commissioned by Quattroll Ltd

April 2007

Keywords spreader rolls, winding, web spreading

ABSTRACT

Quality requirements of paper products are increasing at the same time than printing machines and paper converting processes develop. New speed records, wider reels and better quality are demanded every day by customers. Therefore winder operations must operate in the best matter.

This thesis work concentrates on the winder spreader rolls and their functions. Target was to find out the best applications for as many different paper grades as possible. The thesis work was done by reading literature study and by interviewing personnel of the paper mills and spreader roll manufacturers.

Based on the information from literature and interviews it was found out that for the most of the paper grades bowed spreader roll is often the most suitable spreading device before slitters. To achieve high quality slitting at the winder it is very important that spreading before slitting works well. This spreader roll can also be used to fix problems caused by profile variations of the paper web.

For cut slit separation available spreading devices are D-bar spreader, bowed spreader roll or dual spreader. D-bar spreader is rare application now days at the mills because of the quality problems it often causes. The dual spreader is quite often the best application for coated paper and board grades.

Quality demands of the spreader rolls surface materials and surface treatments are dependent on the paper grade and its qualities. For example the grades which have poor air permeability require grooved rolls. By different surface treatments rollers coefficient of friction and surface wearing can be improved.

By choosing the best suitable spreading application the amount of quality problems can be reduced and winder efficiency can improve.

## Sisällysluettelo:

1 JOHDANTO .....	5
2 PAPERIRAINAN LEVITYS PITUUSLEIKKURILLA .....	5
2.1 Yleistä .....	5
2.1.1 Täysleveän leikkaamattoman rainan levitys .....	6
2.1.2 Leikattujen rainojen levitys.....	7
2.2 Levityslaitteet.....	8
2.2.1 Levitysrauta (D-bar spreader) .....	8
2.2.2 Kaareva ilmavoideltu levityspotki .....	9
2.2.3 Kaareva levitystela .....	9
2.2.4 Kaksoislevitin .....	12
3 TELAMATERIAALIT .....	19
4 LEVITYKSESTÄ JOHTUVIA ONGELMIA PITUUSLEIKKAUKSESSA .....	22
4.1 Banaanireuna.....	24
4.2 Reunarisa.....	25
4.3 Pölyäminen .....	26
4.4 Epätasainen reuna (scalloped edge) .....	26
4.5 Yhteen punoutuminen .....	27
4.6 Poikkisuuntainen jännitysrepeämä.....	28
4.7 Hylsyheitto .....	28
4.8 Konerullan aaltoilu.....	29
4.9 Ryppy, rynkky tai vekki.....	29
4.10 Patapää .....	30
4.11 Ilmapussitus .....	31
5 LEVITYSTELAT ERI PAPERILAJEILLE .....	32
5.1 Sanomalehtipaperi.....	32
5.2 Taivekartonki (FBB).....	32
5.3 Irrokepaperi.....	33
5.4 Hylsykartonki.....	33
5.5 Pehmopaperi .....	34
6 YHTEENVETO .....	34
LÄHDELUETTELO.....	36
Painetut lähteet.....	36
Sähköiset lähteet .....	36
Painamattomat lähteet.....	37

## 1 JOHDANTO

Quattroll Oy on 1990 perustettu yritys, joka tuottaa koneita paperiteollisuuden ja paperinjalostuksen tarpeisiin ympäri maailmaa. Yrityksen pääkonttori ja tuotantolaitos sijaitsevat Valkeakoskella. Tuotevalikoimaan kuuluu muun muassa erilaiset pituusleikkurit, kiinni-, auki- ja uudelleenrullaimet sekä kokonaiset paperin jalostuslinjat. Quattroll Oy tarjoaa myös pituusleikkureiden modernisointeja. /10/

Työn tavoitteena oli selvittää eri paperilajeille parhaiten soveltuva paperirainan levitystapa pituusleikkurilla ennen ja jälkeen leikkaustapahtuman tuotannon ja kustannustehokkuuden kannalta. Työssä pyrittiin myös selvittämään eri telatyyppeiden sekä pinnoitemateriaalien soveltuvuus eri paperilajeille. Selvitys tehtiin haastatteleamalla paperitehtaiden ja telatoimittajien henkilöstöä sekä kirjallisuuden pohjalta. Tehtaiden ja telatoimittajien tuotantopäälliköitä tai heidän delegeoimiaan henkilöitä haastateltiin saman kaavan mukaan täysin vapaamuotoisesti ja luottamuksellisesti. Yksittäisten tehtaiden antamat tiedot eivät erotu työstä.

## 2 PAPERIRAINAN LEVITYS PITUUSLEIKKURILLA

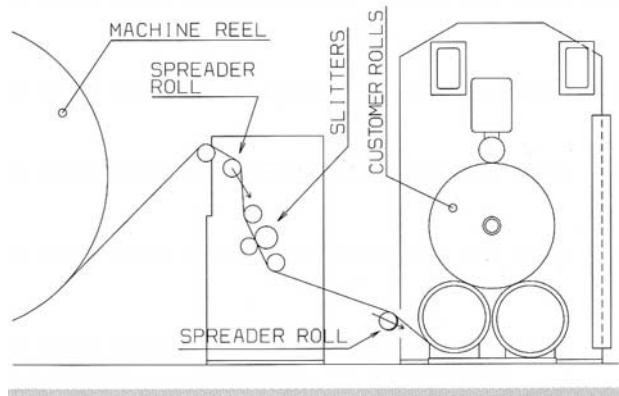
### 2.1 Yleistä

Paperikoneen tai kartonkikoneen sekä päällystyskoneen ja/tai kalanterin jälkeen paperiraina on rullattuna konerullaksi tampo-uriraudan ympärille. Konerullan raina on täyslevyinen ja jopa yli 90 km pitkä, siksi raina täytyy leikata asiakkaalle sopivan levyisiksi ja pituisiksi osarainoiksi ja rullata hylsyjen ympärille ennen tehtaalta lähettämistä. Lisäksi rainan heikkolaatuiset reunat täytyy leikata pois. Nämä tehtävät suoritetaan pituusleikkurilla. Samalla myös rainan ajettavuus tulee testatuksi.

Puhuttaessa paperirainan levityksestä pituusleikkauksen yhteydessä on syytä erottaa käsite levitys kahteen eri kohteeseen (kuva 1):

1. Levitys ennen leikkausta, jolloin kyseessä on koko koneen levyinen raina (spreader roll, kuvassa 1 ylhäällä)

- leikkauksen jälkeen tapahtuva levitys, jonka tarkoituksena on erotella pituussuunnassa leikatut kapeat osarainat toisistaan ja näin mahdollistaa laadukkaiden asiakasrullien muodostuminen (spreader roll, kuvassa 1 alhaalla) /5/.



**Kuva 1** Kantotela pituusleikkurin poikkileikkaus /5/

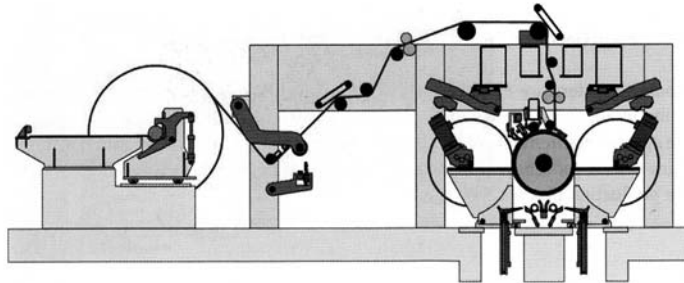
Rainan levitys tapahtuu joko viuhkamaisesti (fan type) tai taittavalla (folding type) levitystavalla levityslaitteista ja niiden toimintaperiaatteen mukaan. Taittava levitys tapahtuu kaksoislevittimellä. Muilla laitteilla levitettäessä kyseessä on viuhkamainen levitystapa. /5/

### 2.1.1 Täysleveän leikkaamattoman rainan levitys

Esilevityksellä tarkoitetaan täysleveän paperirainan kireyden poikkisuuntaista (CD) hallintaa. Paperirainaan kohdistuvat poikkisuuntaiset puristusvoimat voivat aiheuttaa rainan taittumista tai rypistymistä rainan elastisen rakenteen vuoksi. Rainan levityksellä pyritään tuottamaan rainaan poikkisuuntaista vetoa ja näin estämään taittuminen ja rypyjen syntyminen sekä ohjaamaan suoristettu kireä raina pituusleikkurin terien väliin niin, että syntyy siisti ja suora leikkausjälki. Konerullan ja terien välillä levitysteloja on vähintään yksi, mutta muutkin rakenteet ovat mahdollisia. /5/

Laadukkaan leikkausjäljen aikaansaamiseksi onnistunut levitys on välttämätöntä riippumatta pituusleikkurin tyypistä. Keskiörullainleikkureilla (kuva 2) rainan matka konerullalta terille on varsin pitkä verrattuna kantotelaleikkureihin (kuva 1). Sen vuoksi levitystelojen tulee myös varmistaa rainan vakaa ajettavuus.

Kantotelaleikkureilla taas ennen leikkausta tapahtuva rainan levitys vaikuttaa merkittävästi myös leikattujen rainojen erotteluun. /5/



**Kuva 2** Keskiörollainleikkuri /3/

## 2.1.2 Leikattujen rainojen levitys

Kun leveä raina on leikattu osiksi, pitää kapeat rainat erottaa toisistaan onnistuneen rullaustapahtuman mahdollistamiseksi. Pituusleikkurilla raina on koko ajan poikkisuuntaisen jännityksen alainen. Rullauksessa tämä jännitys muuttuu puristavaksi voimaksi rullan sisällä ja johtaa rullien poikkisuuntaiseen leviämiseen. Tämä taas johtaa siihen, että valmiit rullat ovat joko patapäisiä tai yhteen punoutuneita, mikäli rainoja ei ole levitetty riittävästi. /5/

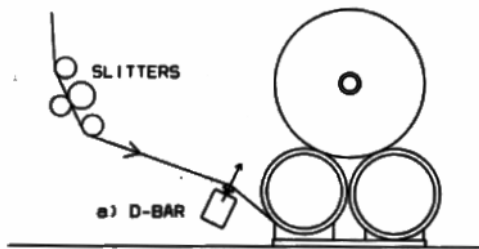
Kuten jo aiemmin mainittiin, rainan levitys ennen leikkausta on tärkeätä, että leikattujen rainojen erottelu onnistuu toivotulla tavalla. Rainan poikkisuuntaisen kireyden on oltava tasainen ennen leikkausta, sillä leikkaus vapauttaa rainan jännitykset. Näin syntyvät myös välit leikattujen rainojen välille. Mikäli rainan poikkisuuntaisen jännityksen ennen teriä on ollut epätasainen, myös välit leikattujen rainojen välillä ovat epätasaisia, ja se vaikuttaa myös valmiiden rullien väleihin. Terien jälkeen tapahtuvan levityksen tarkoitus on erotella leikatut rainat toisistaan, mutta tässä vaiheessa aiemmista kireysvaihteluista johtuvia epätasaisia välejä ei enää voida korjata. /5/

## 2.2 Levityslaitteet

Erilaisia rainan levityslaitteita on olemassa paljon. Seuraavissa luvuissa pyritään esittelemään yleisesti käytössä olevia laitteita ja sovelluksia sekä mainitaan muutamia vanhempia, pääasiassa jo käytöstä poistettuja laitteita.

### 2.2.1 Levitysrauta (D-bar spreader)

Levitysrauta (kuva 3) on laahaava levitin, jonka hyviä puolia ovat yksinkertainen rakenne ja edullinen hinta. Levitysrauta on kaareva tanko, joka on asennettu kohtisuoraan tai lähes kohtisuoraan rainaa vasten. Levitysraudan kaareva muoto lisää poikkisuuntaista jännitystä rainan keskellä. Fysiikan lakien mukaan raina pyrkii kulkemaan energiataloudellisinta reittiä, eli tässä tapauksessa se leviää keskeltä pois päin. /5/



**Kuva 3** Levitysrauta /5/

Levitysrauta sopii parhaiten käytettäväksi kapeisiin pituusleikkureihin, joilla leveä raina leikataan vain muutaman osaan. Tällöin laahaava levitysmekanismi ei aiheuta niin vakavaa pölyämistä kuin leveillä rainoilla. Leikattujen osarainojen levitykseen soveltuvassa levitysraudassa on oltava kaarevuuden säätömahdollisuus (kuva 4). /5;7/



**Kuva 4** Levitysrauta sivusta. Kuvassa näkyy myös säätötukki. /7/



Osarainojen erotteluun levitysrauta levittimellä vaikuttavat ainakin seuraavat muuttujat:

- 1) sijainti edeltävän telan ja kantotelan välillä
- 2) palkin kaarevuus
- 3) kosketuskulma
- 4) kaaren suunta /5/

Kosketuskulma ja kaarevuus riippuvat paperilaadusta ja muiden telojen sijainnista, joten yleispäteviä ohjeita näistä on mahdoton antaa.

Levitysraudan levitysteho paranee tiettyyn pisteeseen saakka kasvattamalla kosketuskulmaa tai kaarevuutta, mutta samalla se lisää pölyämistä. Normaalisti kosketuskulma on alle 20 astetta. /5/

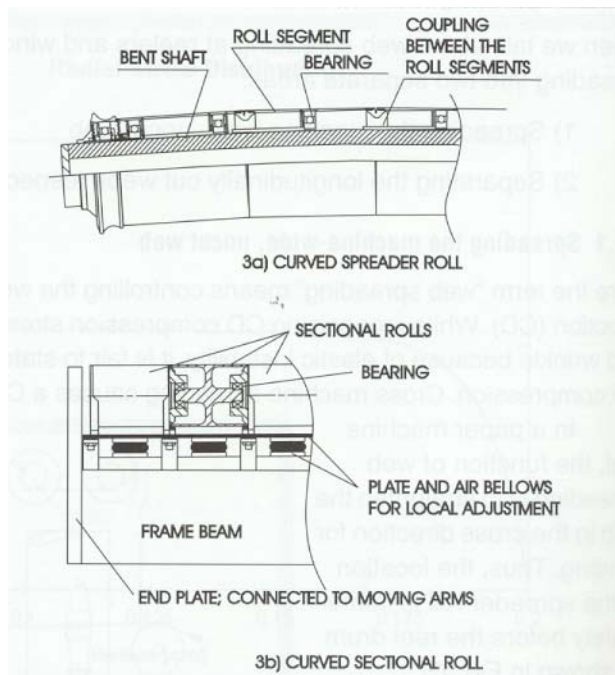
Nykyään levitysraudan kaltaiset laahaavat levityslaitteet alkavat olla harvinaisia niiden aiheuttamien laadullisten ongelmien (pölyäminen, viirut) ja yhä kasvaneiden ajonopeuksien vuoksi. Uusissa leikkureissa malli on täysin hylätty.

## **2.2.2 Kaareva ilmavoideltu levityspotki**

Kaareva levityspotki toimii vastaavasti kuin levitysrauta, mutta siinä on ilmavoitelu, minkä avulla rainan kosketus levityspotkeen pyritään pitämään minimissä. Huonoja puolia ovat epätasainen kosketus rainaan, mikä aiheuttaa ongelmia kireyksien ja ajettavuuden hallinnan kanssa. Ilmavoitelun vuoksi laite on myös varsin äänekäs. Levityspotki alkaakin olla jo harvinainen näky tehtailla. /4/

## **2.2.3 Kaareva levitystela**

Kaareva levitystela (banaanitela) on kenties yleisimmin esiintyvä levitin, sillä se soveltuu mainiosti erilaisiin kohteisiin. Kaareva levitystela voi koostua kokonaisesta vaipasta tai lyhyistä vaipan pätkistä, jotka on asennettu kaarevan akselin ympärille. /5/ Kuvasta 5 nähdään kaarevan levitystelan rakenne.



**Kuva 5** Kaarevan levitystelan yleisimmät rakennemallit: ylempänä on kaareva tela ja alempana kaareva pätkätela rakenne. /5/

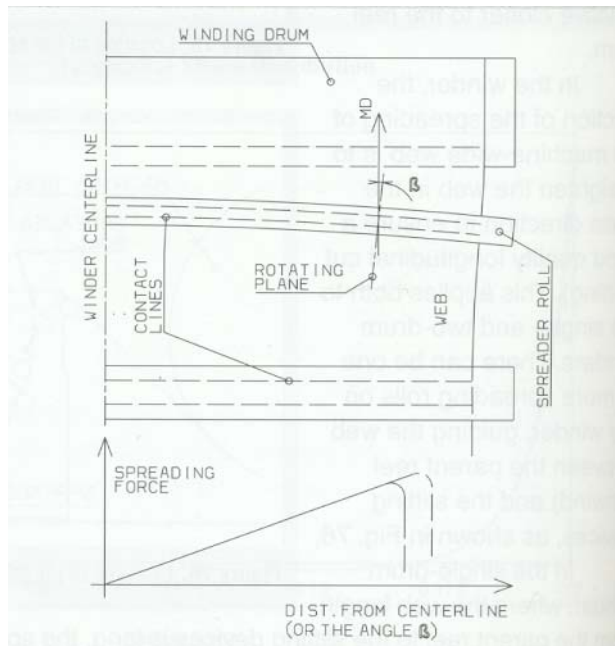
Telan kaarevuuden suunta on lähes sama kuin rainan. Rainan leviäminen johtuu pienestä kulmasta  $\beta$ , joka syntyy rainan ja telan pyörimistason välille kaarevuuden takia (kuva 6). Tela ohjaa rainaa tangentin suuntaan kitkan avulla ja noudattaa näin ollen fysiikan lakeja. Raina ei saa luistaa telalla tai muuten levitystä ei tapahdu. Leveillä koneilla luistaminen on yleinen ongelma rainan reunoilla. /1/

Telan optimaalinen kaarevuus riippuu seuraavista tekijöistä:

1. paperilaji
2. telan pintamateriaali
3. rainan kireys
4. kosketuskulma /5/

Tavallisesti telan kaarevuus on 0.05 % - 0.5 % rainan leveydestä. Teoriassa parhaan levitystuloksen tuottaa tela, jonka kaarevuus on mahdollisimman pieni. Käytännössä ongelmaksi voi kuitenkin koitua telan kaarevuuden epätarkkuus, minkä johdosta levitysteho voi puuttua joltakin kohtaa rainaa. Suuremmilla telan kaarevuuksilla

ongelmaksi muodostuu paperin pidon katoaminen rainan reunoilta, jos kulma telan pyörimistason ja paperin konesuunnan välillä kasvaa liian suureksi. Nykyään levitystelojen kaarevuutta voidaan kuitenkin säätää samoin kuin niiden suuntaa rainaan nähden. /5;11;14/



**Kuva 6** Levitysvoiman muutos rainan keskeltä reunaa kohti /5/

Kuten kuvasta 6 nähdään, rainan keskellä kulma  $\beta$  konesuunnan ja levittävän telan välillä on  $0^\circ$ . Telan reunaa kohti mentäessä kulma  $\beta$  kasvaa. Samoin kasvaa levittävä kitkavoima, kunnes se saavuttaa ääripisteen, missä levitystä ei enää tapahdu, kuten kuvan 6 alaosan diagrammi osoittaa. Diagrammiin on katkoviivalla merkitty ääripisteessä tapahtuva kitkavoiman romahdus. Telan käyryys tulee määrittää siten, että kyseistä kulman ääripistettä ei saavuteta. /5/

Kaarevia levitysteloja valmistetaan eri tavoin. Yksi tapa esitetään kuvassa 5 a, jossa hydraulisesti taivutetun akselin ympärille on asennettu pätkestä koottu vaippa. Toinen tapa on kuvassa 5 b, jossa kehyspalkkiin on asennettu pätkäteloja säädettävien ilmapalkein. Silloin puhutaan pätkätelasta. Nykyään valmistetaan kaarevia levitysteloja myös yhdestä vaipasta, jolloin tela on yhtenäinen koko rainan matkalta eikä aiheuta merkkäantumista vaippojen tai pätkien välikohdissa. /5;11/

Nykyisin kaarevat levitystelat on pääsääntöisesti varustettu sähköisillä käytöillä. Näin pyritään varmistamaan, että telan ja rainan välinen nopeusero on hallittavissa.

Tehokkain levitystulos saavutetaan, kun rainan ja telan nopeus on sama. Toisinaan levitysteloa ajetaan jopa 5 % rainaa nopeammin tai hitaammin. On kuitenkin syytä huomioida, että pakotettu nopeusero vaikuttaa mm. seuraaviin seikkoihin:

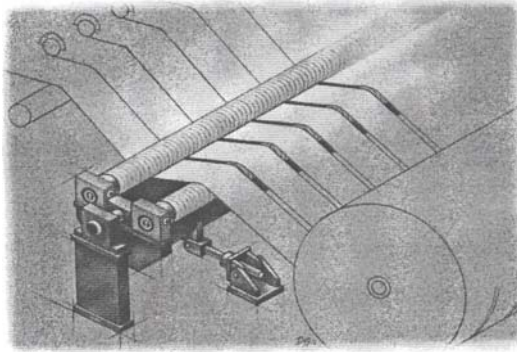
- rainan kireys ennen ja jälkeen levitystelaa
- pölyäminen (syntyy enemmän kitkaa)
- telan pinnoitteen kuluminen /5/

Pätkäteloilla käyttöä ei välttämättä tarvita, koska tehokkaan laakeroinnin ja kevyen alumiinirakenteen ansiosta telojen pyörintävastus on huomattavasti pienempi kuin kaarevilla levitystelolla. Siksi jopa hyvin pieni kosketuskulma (alle 5°) riittää pyörittämään pätkäteloja ongelmitta. Rainan kosketuskulma, rainan kireys, paperin huokoisuus, paperin pinnan karheus, telan pinnan karheus ja telan uritus vaikuttavat siihen, missä nopeudessa tarvittava kitka telan ja paperirainan väliltä katoaa rainavetoisilla pätkäteloilla. Modernisointien yhteydessä koneisiin onkin viime vuosina usein asennettu käytöt. Yleisesti voidaan sanoa, että mitä korkeampi ajonopeus koneella on, sitä vaativampaa on saavuttaa tarvittava pito levitystelojen ja rainan välillä. /5;14/

#### **2.2.4 Kaksoislevitin**

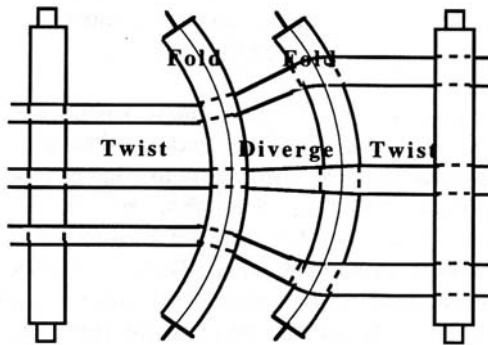
1970-luvulla ensimmäinen kaksoislevitin asennettiin päällystettyä paperia leikkaavalle pituusleikkurille. Kaksoislevitin todettiin nopeasti todella tehokkaaksi ja luotettavaksi sovellukseksi. Sen käyttö levisi nopeasti myös muihin paperilajeihin, ja nykyään kaksoislevitin onkin käytössä valtaosassa pituusleikkureita. Päällystetylle paperille kaksoislevittimen keksiminen oli kauan kaivattu parannus. Ensimmäiset kaksoislevittimet oli varustettu kiinteillä teloilla ilman säätömahdollisuutta. Kun levitettävien rainojen määrä muuttui, levitysteho ja asetukset säilyivät samoina. Myös pyörimätöntä kaksoislevitintä kokeiltiin päällystetyillä paperilajeilla, mutta siitä jäi jälkiä paperiin ja se piti kovaa ääntä. /2/

Kaksoislevittimen todellinen läpimurto tapahtui, kun keksittiin asentaa telat kääntyvään telineeseen. Näin tuli mahdolliseksi säätää kosketuskulmaa telojen ympärillä. Säättämällä kosketuskulmaa voidaan vaikuttaa levitystehtoon ja säätää leikattujen rainojen välejä. Kuvassa 7 nähdään tyypillinen kaksoislevitin pituusleikkurilla. /2/



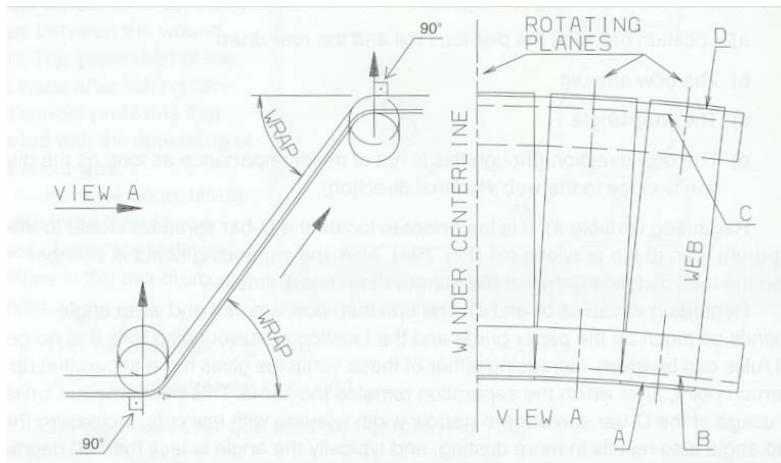
**Kuva 7** Kaksoislevitin pituusleikkurilla /2/

Kaksoislevitin koostuu kahdesta levittävästä telasta tai tangosta (kuva 8). Leikatut rainat erotetaan toisistaan kuvan 8 mukaisesti. Ensimmäinen tela muuttaa leikattujen rainojen suuntaa ja erottaa rainat toisistaan. Toinen tela taas taittaa rainat takaisin konesuuntaiseksi jättäen syntyneen raon rainojen väliin. /7/



**Kuva 8** Perinteinen kaksoislevitin kahdella kaarevalla levitystelalla /7/

Kuva 9 selventää pätkäteloista koostuvan kaksoislevittimen toimintaperiaatetta. Sivuprofiilista on nuolilla osoitettu molempien telojen kaaren suunta. Ensimmäisellä telalla kaaren suunta on kohtisuoraan rainasta pois päin ja toisella telalla kohtisuoraan rainaa vasten. Kuvan 9 oikeassa reunassa on kuvattu kaksoislevittimen toimintaperiaate edestäpäin. Kuvassa näkyy rainan oikea puolisko. Siitä nähdään rainan kosketuspinnat teloilla sekä telojen pätkien pyörimistasot. Ne on merkitty kuvaan katkoviivoin (rotating planes). Onnistuneen, tasaisen levityksen aikaansaamiseksi on tärkeää, että raina kohtaa levitystelan kohtisuorassa ja koskettaa telaa tasaisesti (linja A kuva 9 oikea reuna).



**Kuva 9** Rainan levitys kaksoislevittimellä /5/

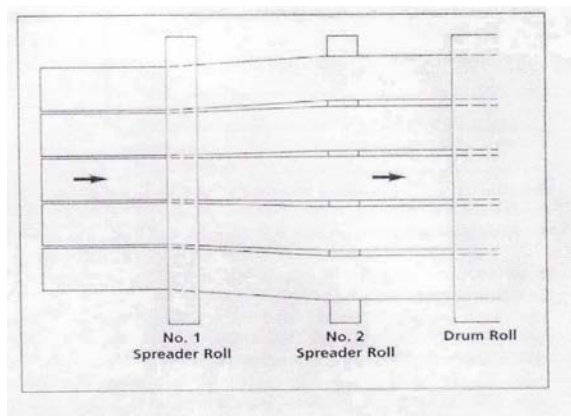
Kun raina saavuttaa ensimmäisen telan (linja A, kuva 9, oikea reuna), leikatut rainat kääntyvät sen myötä (linja B, kuva 9, oikea reuna) ja jatkavat matkaa kohti toista levitystelaa katkoviivoin merkittyyn suuntaan ja näin eroavat toisistaan. Toinen levitystela on tavallaan ensimmäisen vastakohta. Sen kaarevuus on sama kuin ensimmäisen telan, ja se on asennettu siten, että rainat lähtevät telalta kohtisuoraan telan kaareen (linja D) nähden. Kosketuslinja C (kuva 9) on siten, että kosketuskulma on sama molemmille levitystelaille (kuva 9, vasen reuna). Toisen levitystelan jälkeen leikatut rainat kulkevat jälleen konesuuntaan toisistaan tasaisin välein eroteltuna. /5/

Leikattujen ja levitettyjen rainten väli riippuu levitystelojen säteestä, leikattujen rainten leveydestä sekä levittimen ”Z-fold” rakenteen korkeudesta ja geometriasta. Rainan levitys häiriintyy, mikäli raina jostakin syystä ei kohtaa neljää kosketuspintaa A, B, C, D (kuva 9) oikeassa kohdassa ja kulmassa. /5/

Kaksoislevittimien suunnittelussa tärkeimmät lähtötiedot ovat koneen leveys ja leikattujen rainojen leveydet. Seuraavat muuttujat vaikuttavat merkittävästi kaksoislevittimen toimintaan ja ne tulee myös huomioida suunnittelussa:

1. levitystelojen etäisyys toisistaan: Yleisohje on, että mitä enemmän etäisyyttä, sitä enemmän levitystä.
2. kaarevuuden määrä tai telan käyrän säde: Käyrä tela (pieni säde) levittää enemmän.
3. levitystelojen kiertokulma. Suurempi kulma levittää enemmän. /5/

Kaksoislevitin on teknisesti toimiva valinta kaiken tyyppisille pituusleikkureille, mutta ei välttämättä taloudellisin vaihtoehto. Levitystelojen valmistuksessa ja suunnittelussa toleranssit usein kasvavat, kun koneiden leveydet kasvavat. Kuten jo aiemmin on tullut selväksi, levitystapahtuma on herkkä kaikille epätarkkuuksille. Siksi hyvä ja tarkka rainojen erottelu on hankalampaa leveillä koneilla. /5/



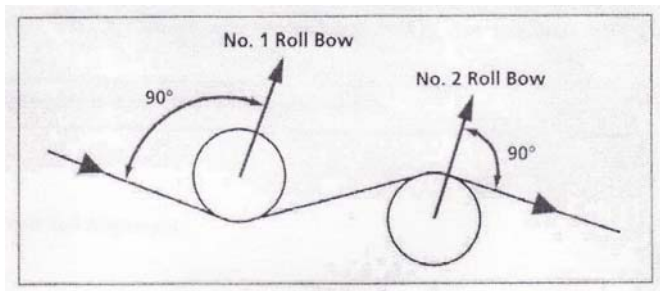
**Kuva 10** Rainan levitys kaksoislevittimellä ylhäältäpäin kuvattuna /2/

Kaksoislevittimen oikeilla säädöillä saavutetaan äärimmäisen tasaisesti toimiva levitystulos, johon pituusleikkurin nopeuden ja rainan kireyden muutokset eivät merkittävästi vaikuta. Kolme merkittävää seikkaa tulee kuitenkin huomioida, jotta toivottu lopputulos saavutetaan:

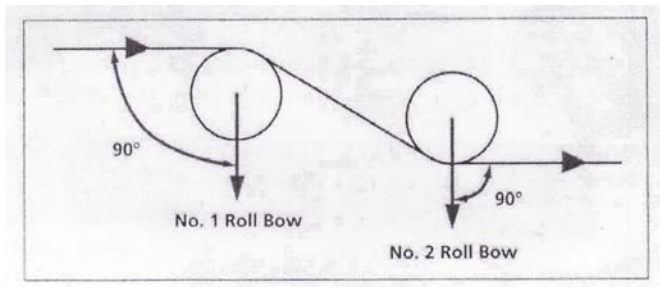
1. Teriltä tulevien rainojen on kuljettava samansuuntaisesti toisiinsa nähden. Esilevittimen merkitys ja toiminta korostuu tässä kohtaa.
2. Levitystapahtuma tapahtuu kahden kaarevan levitystelan välissä.
3. Kaksoislevittimeltä poistuvat rainat ovat yhdensuuntaisia niiden saapumissuuntaan nähden, mutta eroteltuina toisistaan. /2/

Poikkileikkaus tavallisesta kaksoislevitinratkaisusta nähdään kuvassa 10 ja vaihtoehtoinen ratkaisu kuvassa 11. Vaihtoehtoinen ratkaisu johtaa samaan lopputulokseen kuin perinteinenkin edellyttäen, että telojen etäisyys toisistaan, telojen kaarevuus ja kosketuskulma ovat samat molemmissa ratkaisuissa. Tärkeintä on, että molemmissa ratkaisuissa raina kiertää ensimmäisen telan koveralta puolelta ja toisen kuperalta puolelta. Vaihtoehtoista ratkaisua ei käytetä kovin yleisesti, koska se ei mahdu useimpiin kantotelaleikkureihin yhtä helposti kuin perinteinen ratkaisu. /2/

Levityksessä on tärkeätä, että rainan kireys on sama koko koneen leveydeltä. Kaksoislevittimellä tämä saadaan aikaiseksi asentamalla sekä ensimmäisen että toisen levitystelan kaaren suunta samaksi (kuvat 10 ja 11). Näin telojen etäisyys (rainan veto) koko koneen leveydellä pysyy samana ja kireys säilyy läpi levityksen. /2/



**Kuva 10** Tyypillinen rainanvienti kaksoislevittimellä /2/



**Kuva 11** Vaihtoehtoinen rainanvienti kaksoislevittimellä /2/



Edellä kuvattujen asetusten ja laiteiden avulla saadaan aikaan taittava levitys, joka toimii todella vakaasti, mikäli leikatut rainat eivät luista radaltaan levitysteloilla ja mahdollistaa yksittäisten rainojen tasaisen erottelun nopeuden ja kireyden muuttuessa. Oikeiden asetusten avulla kaksoislevittimellä saadaan laadukkaita, tasareunaisia asiakasrullia. /2/

Asennettaessa kaksoislevittimen teloja on tärkeätä huomioida, että telojen kaaren suunta ei saa missään tapauksessa ylittää  $90^\circ$  ensimmäisellä telalla eikä alittaa sitä jälkimmäisellä telalla, vaan niiden tulee olla kuvien 10 ja 11 mukaisesti. Muussa tapauksessa taittavaan levitykseen yhdistyy viuhka tyyppinen levitys (katso luku 2.2.3), johon vaikuttaa rainan nopeuden ja kireyden muutokset. /2/

Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia asiakasrullien reunojen kanssa etenkin päällystetyillä ja liukaspintaisilla paperilajeilla. Kaksoislevittimellä paperirainan on pysyttävä levitysteloissa kiinni koko levityksen ajan laadukkaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tämä saattaa olla ongelmallista, jos rainoja ajetaan matalilla kireyksillä tai paperilajin pinnan kitka (coefficient of friction) on matala. /2/

Levitysteloille voidaan asentaa omat käytöt, joiden avulla telojen ja paperirainan nopeusero voidaan minimoida. Päällystämättömillä paperilajeilla, joita ajetaan korkeammilla kireyksillä, käyttöjä ei välttämättä tarvita, vaan ne voivat olla rainavetoisia. Mikäli levitin on varustettu käytöillä ja asiakasrullissa esiintyy reunaongelmia, syy löytyy usein nopeuseroista telojen ja rainan välillä. /2/

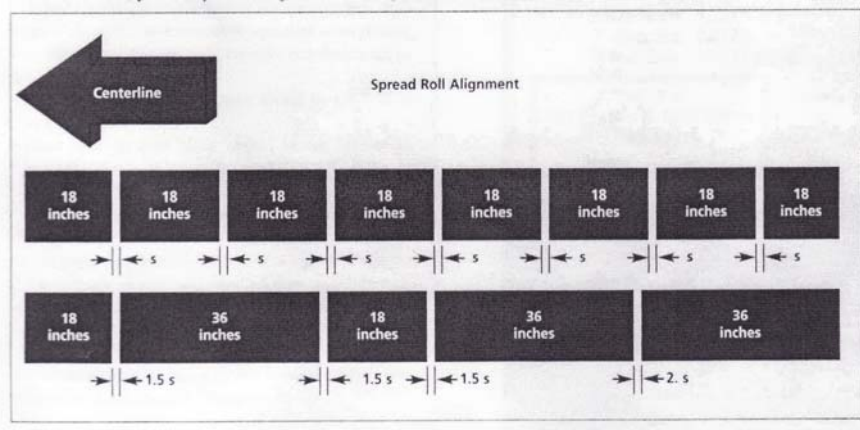
Parhaan mahdollisen rainan levityksen aikaansaamiseksi myös esilevitin ennen leikkurin teriä on välttämätön. Esilevityksessä käytetään yleensä kaarevaa levitysteloa, jonka tehtävänä on levittää raina tasaiseksi sekä tasoittaa rainan kireys mahdollisimman tasaiseksi sen koko leveydeltä. /2/

Kiertokulman säätömahdollisuus on kaksoislevittimen tärkeimpiä ominaisuuksia, sillä sen avulla voidaan säätää leikattujen rainojen väli halutuksi. Kaksoislevittimessä rainojen erotteluun vaikuttavat levitystelojen etäisyys toisistaan, telojen käyryys ja

rainan kiertokulma telojen ympäri. Lisäksi on huomioitava rainan leveyden vaikutus levitykseen ja leikattujen rainojen erotteluun. Kuva 12 selkeyttää rainojen leveyden vaikutusta levityksen lopputulokseen. /2/

Rainojen ollessa saman levyiset ja täyttäessä alla luetellut vaatimukset väli rainojen välillä on sama.

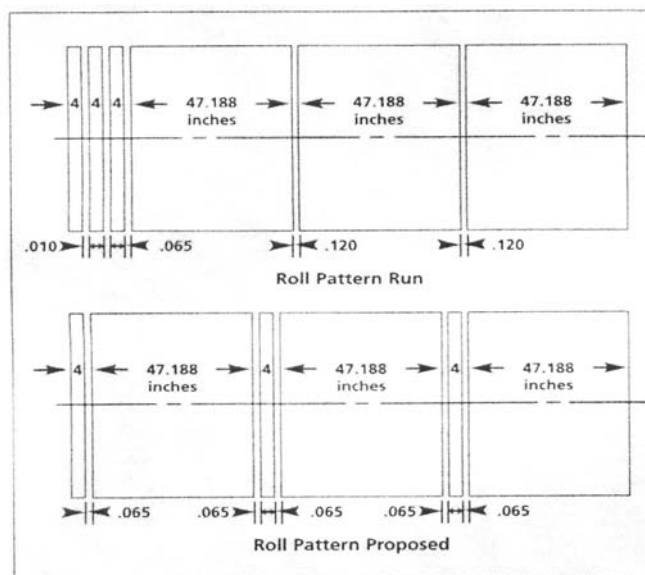
1. Paperi on tasalaatuista
2. Rainan kireys on tasainen koko leveydeltä
3. Rainat eivät pääse luistamaan levityksen aikana sivusuunnassa. Levitystelojen käyryys on oikea ja sama molemmilla teloilla
4. Telojen kaarevuudet on asennettu oikein. /2/



**Kuva 12** Kuvasta selviää leikattujen rainojen leveyden vaikutus verrattuna rainojen leveyteen. /2/

Kun osa rullista levenee kaksinkertaisiksi ja muut muuttujat pysyvät samoina, nähdään kuvan 12 alaosasta muutoksen vaikutus rullien väleihin. Kuvasta nähdään, että sijoittamalla erilevyiset rullat asetteeseen sekaisin, saavutetaan tasaisemmat välit rainojen levityksessä. Välillä tämä ei kuitenkaan ole kovin käytännöllistä johtuen rainan epätasaisuudesta tai rullien jatkokäsittelystä. Esimerkiksi kapeat rullat täytyy usein pakata yhteen jo leikkurilla, etteivät ne kaadu kuljettimella. Tällaiset toimet vaativat usein kikkailua pituusleikkurin operaattoreilta ja saattavat aiheuttaa vaaratilanteita. /2/

Leikattaessa todella kapeita asiakasrullia riittävän ja tasaisen levityksen toteuttaminen voi olla ongelma, jos rullat halutaan asetteeseen vierekkäin. Riski rullien yhteen punoutumisesta on merkittävä esimerkiksi kuvan 13 yläosan tilanteessa. Ongelma johtuu siitä, että varsinkin pätkätelojen ollessa kyseessä kapeat rainat menettävät pitoa ja pääsevät näin luistamaan telan holkkien välikohdissa. Ongelma on kuitenkin ratkaistavissa vaihtamalla rullien positiot asetteessa, kuten kuvan 13 alareunassa on tehty. Kuvasta voi myös havaita sen, että levityksen kokonaismäärä ei muutu, vaikka rullien paikkoja vaihdellaan, vaan ainoastaan rullien väliin jäävät välit muuttuvat. /2/



**Kuva 13** Kuvasta näkyy kapeiden rullien sijoittelun vaikutus rullien väleihin. /4/

Kaksoislevittimellä saavutetaan yleensä suurempi levitystulos kuin muilla levitystavoilla, joita tässä työssä on käsitelty. Tämä tulee huomioida, kun pituusleikkurin modernisoinnin yhteydessä esimerkiksi kaareva levitystela korvataan kaksoislevittimellä. Levityksen muutos vaikuttaa mm. hylsyjen sijoitukseen. Kaksoislevittimellä varustetussa koneessa hylsyjen tulee olla hieman leikattavia rullia pidempiä. /2/

### 3 TELAMATERIAALIT

Pituusleikkurin levitysteloa valmistetaan eri materiaaleista käyttökohteesta riippuen. Teräs, ruostumaton teräs ja kromattu teräs sekä erikoiskumi ovat yleisiä telojen vaippamateriaaleja niiden kestävyuden, työstettävyyden, jäykkyyden ja hinnan takia.

Ne eivät kuitenkaan kestä kovin hyvin hankausta, jolle telat ovat koko ajan alttiina. Siksi telat tarvitsee pinnoittaa kuluttavimmille paperilajeille. Mahdollisesti jo lähitulevaisuudessa hiilikuitu tulee valtaamaan alaa, mutta toistaiseksi sen työstäminen vaadittavaan muotoon ei ole onnistunut. /7;9/

Telapinnoitteen yleisiin tehtäviin kuuluu mm. vähentää kulumista, suojella korroosiolta ja likaantumiselta, omata matala tai korkea kitkakerroin sekä antaa telalle uusittava pinta. Jotkut paperilajit ovat teloja kohtaan äärimmäisen kuluttavia ja vaativat kovan ja kestävä pinnoitteen. Tällaisista lajeista mainittakoon hylyskartonki. Toiset paperilajit, kuten päällystetyt, kiiltävät hienopaperit, joiden pinnan karheus on matala, vaativat telapinnoitteelta oivallisia kitkaominaisuuksia. /6/

Yleisesti käytettyjä levitystelojen pinnoitemateriaaleja ominaisuuksineen ovat ainakin kova kromi, volframikarbidi ja teflon. /7/

Kovakromia käytetään laajasti kovaa kulutusta ja korroosiota kestävä pinnoitteena kohteissa, joissa tarvitaan sileää ja likaa hylkivää pintaa. Kovakromiin on mahdollista seostaa pieniä määriä muita metalleja tai partikkeleita. Näillä voidaan vielä entisestään parantaa pinnoitteen kulutuksen ja korroosion kestoja. /11/

Paperiteollisuus on yksi suurimpia volframikarbidin kuluttajia, koska se on äärimmäisen hyvin hankausta ja kulutusta kestävä kova materiaali. Volframikarbidi pinnoite räätälöidään tapauskohtaisesti halutun pinnankarheuden mukaan. Pinnankarheus saadaan työstettyä helposti tarkkoihin ja sileimpiinkin pintoihin. Sileämpiä pintoja käytetään, kun pinnoitteen ensisijainen tarkoitus on kestää kulutusta. Karheampia pintoja käytetään, kun tarkoitus on parantaa rainan ja telan välistä kitkaa. On kuitenkin huomioitava, että karhea pinnoitus saattaa aiheuttaa kuitujen pölyämistä (picking), aiheuttaa merkkausta pehmeillä materiaaleilla ja kerätä telan päälle pölyä ja täyteaineita. Liian karhea pinnoitus saattaa siis jopa vähentää kitkaa sileillä paperilajeilla. Taulukossa 1 on mainittu yleisiä arvoja käytössä olevista karheuksista joillakin paperilajeilla. Pinnoitteen voi uudelleen karhentaa hiekkapuhaltamalla 1–2 kertaa riippuen pinnoitevahvuudesta. /7;13/

**Taulukko 1** Volframikarbidi pinnoitteen ohjeellisia pinnankarheusarvoja eri paperilajeilla viitteen /13/ tietojen pohjalta.

<b>Paperilaji tai kuvaus paperista</b>	<b>Tela</b>	<b>Pinnankarheus (Ra)</b>
Hienot paperilajit kuten, taidepainopaperi	Pätkätelat tai taittotelat, joilla pieni halkaisija	3-4
Kevyesti päällystetyt paperit, sanomalehtipaperit ja muut pintaherkät paperilajit		6-8
Päällystämättömät paperit, kopiopaperi, sellu ja muut keskipainoiset lajit		8-11
Päällystämätön kartonki, laineri, fluting ja muut raskaat paperilajit		11-13

Muita käytössä olevia pinnoitteita ovat kromiteflon ja jotkin erikoiskumit. Erikoiskumipinnoite on sopiva hitaille ja kapeille koneille, joilla kosketuskulma paperiin on pieni ja joilla leikataan liukasta paperia. /7;13/

#### 4 LEVITYKSESTÄ JOHTUVIA ONGELMIA PITUUSLEIKKAUKSESSA

Pituusleikkurilla konerullat leikataan asiakasrulliksi, joiden tulee olla mahdollisimman virheettömiä niin visuaalisesti kuin kaikilta paperiteknisiltäkin ominaisuuksiltaan. Pituusleikkurilla syntyvä hylky on kallista hylkyä, sillä onhan kyseessä jo valmis paperi. Siksi on järkevää valita kuhunkin prosessiin parhaiten soveltuvat laitteet hyllyn minimoimiseksi.

Eri paperi- ja kartonkilajien rullautuvuutta voidaan tarkastella kyseisten lajien paperitekniisten ominaisuuksien avulla (neliömassa, paksuus, kosteus, lujuudet yms.). Mitään yksittäistä radan rullautuvuutta kuvaavaa suuretta ei ole, vaan rullautuvuus muodostuu eri ominaisuuksista. Yleisesti ottaen rullattavan materiaalin ominaisuuksiin pohjautuvat rullausongelmat johtuvat joko jonkin ominaisuuden liian alhaisesta tai korkeasta tasosta tai useimmiten paikallisesta profiilihäiriöstä. Tällaiset ongelmalähteet tulisi korjata jo aikaisemmassa vaiheessa prosessia eikä olettaa rullaimen selviytyvän mistä tahansa. Toisaalta kyseiset häiriöt aiheuttavat laatuhylyä rullausongelmien lisäksi ja tilanne kärjistyy. Taulukoissa 2 ja 3 on esitelty karkea paperi- ja kartonkilajien jako rullautuvuuden ja neliömassan mukaan. /12/

**Taulukko 2** Paperilajien rullautuvuus neliömassan mukaan /12/

Neliömassa-alue	Tyypillinen laji	Tyypilliset ongelmat
< 40 g/m <sup>2</sup>	Luettelopaperi, LWC-pohja	Satikat, rynkyt, murtumat
40 g/m <sup>2</sup> > < 60 g/m <sup>2</sup>	Sanomalehti, SC-pohja	Satikat, rynkyt, murtumat
60 g/m <sup>2</sup> > < 160 g/m <sup>2</sup>	MWC, hienopaperi	Harvoin ongelmia
> 160 g/m <sup>2</sup>	Kartonki päällystämätön	Harvoin ongelmia
> 100 g/m <sup>2</sup> päällystetty	Hienopaperi, kartonki	Naarmut (markkeeraus)

**Taulukko 3** Paperilajien ominaisuuksia /12/

Paperilaji	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )		Tiheys (kg/m <sup>3</sup> )		tyypillinen
	min	max	min	max	
Sanomalehti	40	52	600	700	620
Sanomalehti, pigmentoitu	40	60	750	950	850
SC pohja	48	60	650	800	750
LWC pohja	28	40	650	750	700
Luettelo	28	40	750	900	800
SC	48	60	1150	1300	1200
MFC	60	80	850	1100	1000
LWC päällystetty	40	90	900	1000	950
LWC offset, kalanteroitu	40	90	1150	1250	1200
LWC gravure, kalanteroitu	40	80	1200	1300	1250
MWC	70	115	1100	1250	1150
WF	50	150	700	900	800
Release pohja	60	150	700	900	800
Release kalanteroitu	55	130	1000	1300	1300
WFC	70	250	900	1100	1000
WFC kalanteroitu	70	250	1000	1300	1250
Liner-kartonki	100	200	700	1000	800
kartonki- päällystämätön	140	600	500	700	600
kartonki- päällystetty	160	600	750	1000	800

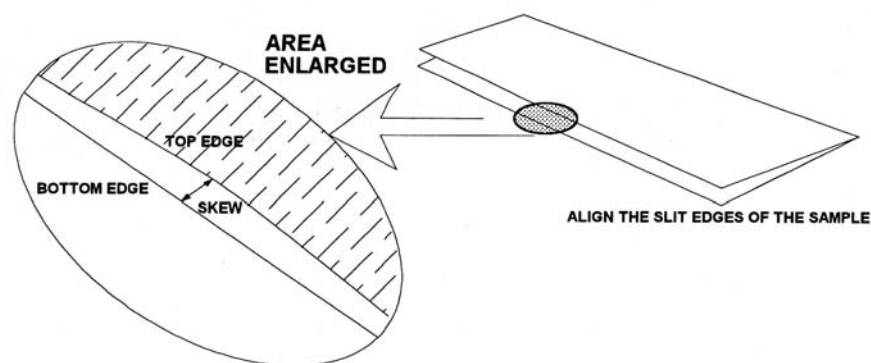
Levitystelat ovat pituusleikkurilla yksi mahdollinen ongelmakohta ja tärkeä osa onnistunutta rullausta. Seuraavissa luvuissa käsitellään ongelmia, jotka mahdollisesti liittyvät rainan levitykseen pituusleikkurilla. Taulukossa 4 on myös rainan levitykseen liittyviä mahdollisia ongelman aiheuttajia.

**Taulukko 4** Paperin ominaisuus ja sen vaikutus rullaukseen /12/

Ominaisuus	Häiriön vaikutus rullauksessa
Paksuus	Profiilivirheet, nippivaikutus
Kokoonpuristuvuus	Profiilivirheet, nippivaikutus, kovuustaso
Pituus	Profiilivirheet, rynkyt
Venymä, elastisuus	Nippivaikutus, kovuustaso, katkoherkkyys, levitys
Ilmanläpäisy	Sivuheitot, teleskooppisuus, ilmarynkyt, kitka
Kitka	Kovuustaso, rynkyt, levitys
Tiheys	Rullan massa, nippivaikutus
Jäykkyys	Rynkyt, levitys

#### 4.1 Banaanireuna

Banaanireuna (cambered edge, banana edge, Dog leg, Hook, Skew, Curved edge) on ongelma, jossa leikatun paperin reuna ei ole suora vaan sarja pitkiä kaaria (kuva 13). Tämä ongelma saattaa johtua esilevittimen epätasaisesta toiminnasta, jolloin kireydet heittelevät eikä raina mene tasaisesti terille.



**Kuva 13** Banaanireuna /8/



Muita mahdollisia syitä banaanireunalle ovat:

1. aläterä ei pysy vakaana ajossa
2. aläterän huono kiinnitys istukkaan /8/

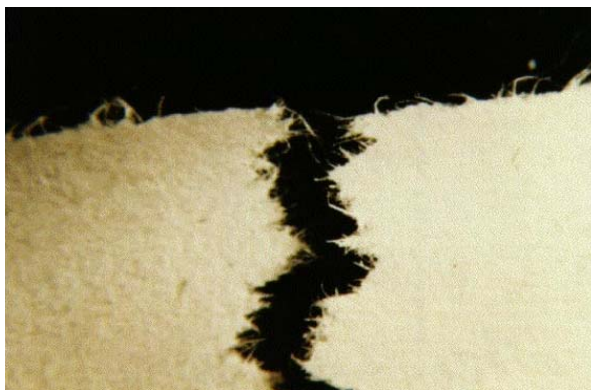
## 4.2 Reunarisa

Joskus paperi voi pituusleikkurilla revetä hieman reunasta (kuva 14). Tämän voi aiheuttaa leikattujen rainojen viuhkamainen levitystapa, joka aiheuttaa etenkin paperin reunimmaisten rainojen leikkauspisteisiin (terille) voimakkaan sivuttaisvedon. Mikäli tämä varmistuu ongelman syyksi, on syytä harkita taittamalla toimivan kaksoislevittimen asentamista. /8/

Muita mahdollisia ongelman aiheuttajia ovat:

- Paperi lepattaa terillä tai siihen kohdistuu sivuttaisvetoa johtuen terien jälkeisistä rainanvienti elementeistä
- Teräasema on virheellisesti suunniteltu tai asennettu. Mikäli yläterä on liian kaukana aläterästä rainan kulkusuunnassa, niin se uppoaa liian syvään rainaan. Kyseisessä tilanteessa ainoastaan yläterän puolella esiintyy repeämiä.
- Terät pyörivät liian hitaasti /8/

Reunarisaa esiintyy yleisimmin alle 40 g/m<sup>2</sup> luettelopapereilla ja LWC-pohjapaperilla tai 40 - 60 g/m<sup>2</sup> sanomalehti- ja SC-papereilla. /12/



**Kuva 14** Reunarisa /12/

### 4.3 Pölyäminen

Pölyäminen voi johtua levityksestä, kun käytössä on laahaava levitystapa tai telojen ja rainan välillä on merkittävä nopeusero. Silloin on syytä asentaa pyörivä levitystela pituusleikkuriin tai käyttöjen avulla tasoittaa nopeusero, jolloin ongelma yleensä ratkeaa. /7/

Muita mahdollisia pölyn aiheuttajia pituusleikkurilla ovat

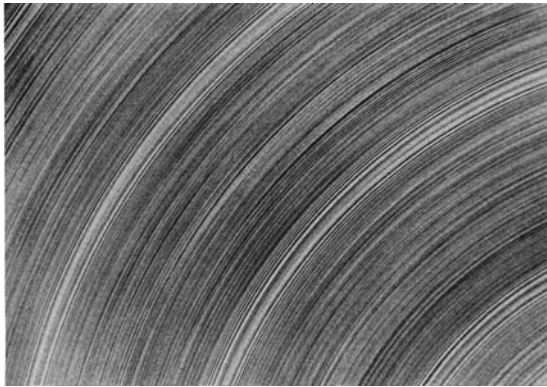
- tylsät terät
- terien liiallinen uppoama paperiin
- alaterien liian suuri nopeusero rainaan nähden
- huonolaatuiset terät
- huono terien laakerointi
- teräväli ei säily oikeana tärinästä tai muista syistä johtuen
- teräaseman virheellinen suunnittelu
- rainan lepatus terillä. /8/

### 4.4 Epätasainen reuna (scalloped edge)

Rullan reunan epätasaisuus (kuva 14) johtuu yleensä reunanauhan epävakaasta kulusta. Kun rainan leikkauskohdissa esiintyy ryppyjä tai löysää ja kun sellainen kohta leikataan, syntyy epätasainen jälkeä. Rainan epävakaan kulku voi johtua mm. seuraavista asioista:

- reunanauhan epävakaata tai hallitsematonta kireyttä
- reunanauhan huono tukeminen tai reunanauhaimureiden väärä sijainti
- reunaltaan löysä raina tai ilmapussista johtuva rynkky reunaterillä, jotka voivat johtua mahdollisesti paperin huonosta profiilista tai kohteeseen sopimattomasta levityslaitteesta. /8/

Syynä voivat olla viuhkamaisesti toimivat levitystelat (esim. banaanitela), jotka kääntävät leikatut rainat vinoon sivusuunnassa heti teriltä alkaen. Kun useita rainoja levitetään sivusuunnassa viuhkamaisesti, se saattaa johtaa rainan reunojen löystymiseen ja näin rainasta tulee epävakaata. Myös pituusleikkurin ajonopeudella voi olla vaikutusta kireyden vaihteluun levitysosalla. Mikäli nopeuden säädöstä ei löydy apua, on taas syytä harkita taittavatoimisen kaksoislevittimen hankintaa. /8/



**Kuva 14** Epätasainen reuna /8/

## 4.5 Yhteen punoutuminen

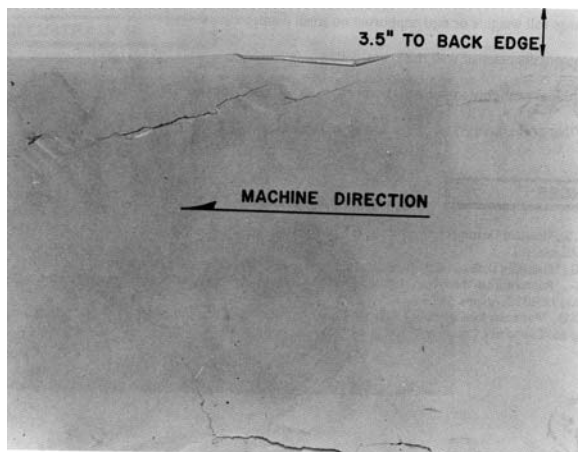
Pituusleikkurilla valmiit rullat saattavat kiinnittyä toisiinsa eli punoutua yhteen. Kyseinen ongelma voi riippua myös rainan levityksestä. Yhteen punoutumisen estämiseksi levitysteloa tulee säätää niin, että rainoja levitetään enemmän, mikäli se on mahdollista. Jos kyseessä on viuhkamainen levitystapa, kannattaa pudottaa leikkurin nopeutta ja näin lisätä leikattujen rainojen levitysefektiä. Muita mahdollisia ongelman aiheuttajia voivat olla

- rainan leveyden vaihtelu
- kireyden vaihtelut
- hylsyjen halkaisijan vaihtelu
- rullan pomppiminen kantoteloilla
- rullan luistaminen kantoteloilla
- rainan luistaminen kiihdytyksen tai hidastuksen aikana teloilla /8/

## 4.6 Poikkisuuntainen jännitysrepeämä

Rainassa on konesuuntaisia repeämiä epäsäännöllisin välein (kuva 15). Myös tämä ongelma saattaa johtua rainan levityksestä pituusleikkurilla, jos käytössä on kaareva levitystela ennen teriä. Kaareva tela on silloin liian käyrä tai kaaren suunta on liikaa kohti rainaa. Muita mahdollisia ongelman syitä ovat

- rainan poikkisuuntainen paksuusvaihtelu
- tehdään liian kireitä rullia, kun poikkisuuntaista paksuusvaihtelua esiintyy
- ongelmia leikkurin teräaseman alueella. /8/



**Kuva 15** Poikkisuuntainen jännitysrepeämä /8/

## 4.7 Hylsyheitto

Rullan reuna ei ole samassa tasossa hylsyn kanssa. Ongelma voi johtua seuraavista syistä:

- huono rainan levitys
- väärän pituinen hylsy, usein liian lyhyt
- leikatun rainan reuna ei ole samassa kohtaa hylsyn reunan kanssa.

Hylsyn pituudessa tulee huomioida levityksen vaikutus rainan sijoittumiseen rullaimella. /8/

## 4.8 Konerullan aaltoilu

Pituusleikkurille saattaa tulla paperikoneelta viallisia rullia, joista voidaan oikein toimimalla saada kelvollisia asiakasrullia ja näin vähentää syntyvän hyllyn määrää. Aaltoilu (kuva 16) on yksi tällaisista ongelmista. Lisäämällä levitystä ennen teriä pituusleikkurilla ongelma voi selvitä. /8/



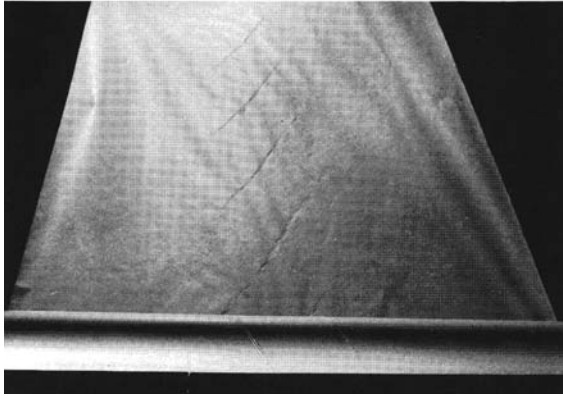
**Kuva 16** Aaltoja konerullassa /8/

## 4.9 Ryppy, rynkky tai vekki

Pituusleikkurilla paperirainaan voi tulla ryppyjä, jotka eivät oikene ennen rullausta, jos kone ei toimi oikein. Silloin ongelman syynä voi olla jokin seuraavista:

- huono poikkisuuntainen kireys
- raina menettää kosketuksen (kitkan) teloihin
- pituusleikkurin kohdistusvirhe
- ilmapussitus. /8/

Poikkisuuntaiseen kireyteen voidaan vaikuttaa asentamalla levitystela ennen teriä, mikäli sitä ei ole tai tehostamalla sen toimintaa. Metallisten levitystelosten toiminta heikkenee usein ajan myötä, joten on syytä harkita esimerkiksi kumipinnoitteista telaa tähän positioon. Hyvien kitkaominaisuuksien saavuttamiseksi telan pinnan tulee olla uritettu. /8/



**Kuva 17** Ryppyjä rainalla /8/

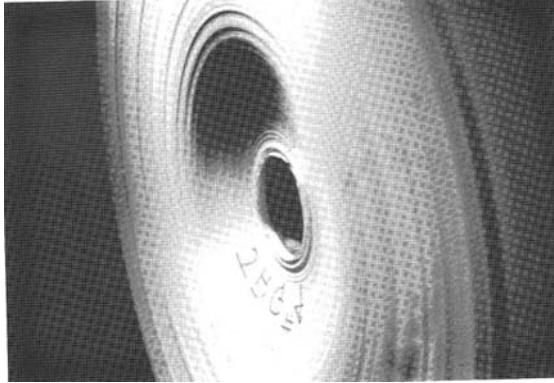
#### **4.10 Patapää**

Joskus rullasta tulee ns. patapää; kuten kuvassa on käynyt. Rullan patapäisyys saattaa johtua monista eri tekijöistä, joista osa liittyy levitykseen ja levitysteloihin.

Patapäisyyden syitä ovat muun muassa:

- epätasainen tai tehoton rainan levitys
- heikko poikkisuuntainen kireys ennen teriä
- hylsyjen liike rullauksen aikana
- kiristetään pohjalta löysäksi jäänyttä rullaa pintaa kohti
- raina tulee epäsuorasti rullaimelle kohdistusvirheen takia
- rainan merkittävä paksuusvaihtelu
- liikaa puristusta painotelalta rullan reunoille
- raina kiristyy leikkauksen aikana. /8/

Levitystelojen moitteeton toiminta on syytä varmistaa tasaisen levityksen takaamiseksi. Mikäli sekään ei auta, levitystä voidaan lisätä. /8/

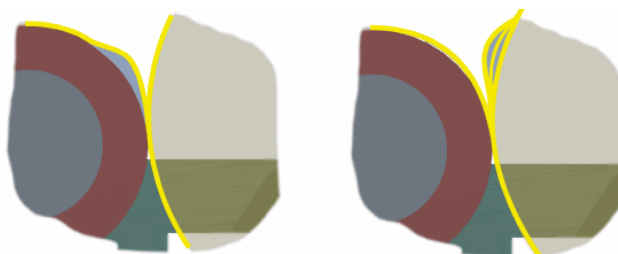


**Kuva 18** Patapäinen rulla /8/

#### 4.11 Ilmapussitus

Rullaussylinterin ja/tai konerullan puolelle muodostuvat ilmapussit (kuva 19) ovat yleensä päällystettyjen tai muuten erittäin huonosti ilmaa läpäisevien paperilajien ongelma. Esimerkiksi hyvin ilmaa läpäisevällä sanomalehtipaperilla ei ilmapussitusta esiinny kovillakaan ajonopeuksilla (1600 m/min), mutta päällystetyillä papereilla pussitusta havaitaan jo alle 800 m/min nopeudessa. Ilmapussitus aiheuttaa vekkaantumista. /12/

Syynä on yleensä telojen urituksen toimimattomuus. Levitystela saattaa olla myös vinossa, jolloin uritus ei toimi toivotusti. /12/



**Kuva 19** Ilmapussitus /12/

## 5 LEVITYSTELAT ERI PAPERILAJEILLE

Paperilajit ovat hyvin erilaisia toisiinsa verrattuna niin fyysisiltä kuin ulkoisilta ominaisuuksiltaan. Myös niiden käyttötarkoitus ja vaatimukset lopputuotteena ovat toisistaan poikkeavia. Tässä esitellään lyhyesti joitakin erilaisia paperilajeja sekä lopputuotteen niille asettamia vaikutuksia, joihin voidaan vaikuttaa joko negatiivisesti tai positiivisesti valitsemalla oikea levitystapa pituusleikkurille.

Haastatteleamalla paperitehtaiden henkilöstöä saatiin selvitettyä sanomalehtipaperilla, taivekartongilla, irrokepaperilla, hylsykartongilla ja pehmopaperilla käytössä olevia levitysteloja, ja niiden käytössä esiintyviä ongelmia. Saatujen tietojen pohjalta tehtiin ehdotuksia sopiviksi levitysteloiksi kyseisille paperilajeille.

### 5.1 Sanomalehtipaperi

Sanomalehti on tyypiltään bulkkituote. Sitä käytetään suuria määriä, ja se on sekä raaka-aineeltaan, neliömassaltaan että laatuominaisuuksiltaan pitkälti standardisoitu. Tärkeimmät ominaisuudet ovat hyvä painettavuus nopeissa painokoneissa ja ajettavuus paperikoneella ja painossa. Sen tulee olla myös edullista. Neliömassaltaan se on  $40 \text{ g/m}^2$  -  $50 \text{ g/m}^2$ . Yleisimmät grammapainot ovat  $45 \text{ g/m}^2$  ja  $42,5 \text{ g/m}^2$ . /4/

Teräspintaiset pätkätelat ovat todennäköisesti parhaiten sanomalehtipaperin levitykseen soveltuvat levitystelat sekä esilevitykseen, että rainojen erotteluun. Paperi läpäisee hyvin ilmaa, joten uritusta ei tarvita. /14/

### 5.2 Taivekartonki (FBB)

Taivekartonkia käytetään mm. elintarvike-, kosmetiikka-, alkoholi-, lääke- ja tupakkapakkauksiin. Kartongin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat hyvä ulkonäkö, puhtaus sekä jäykkyys. Pintakerroksen massan korkea jauhatusaste ja moninkertainen päällystys tekevät taivekartongista varsin herkän tuotteen. /5/

Taivekartongille kaksoislevitin kahdella metallipintaisella ja uritetulla kaarevalla levitystelalla on varmasti toimiva ratkaisu osarainojen erotteluun. Kapeillakin koneilla



on syytä asentaa käytöt teloille jälkikiillottuman estämiseksi. Pätkätelojen käyttö saattaa aiheuttaa aralle pinnalle merkkautumista ja siksi ei ole välttämättä toimivin ratkaisu. /4;14/

### 5.3 Irrokepaperi

Irrokepaperia käytetään tarran taustapaperina. Jalostuksessa irrokepaperi päällystetään silikonilla, jonka päälle liima ja tarran pintapaperi laminoidaan. Silikonipäällystyksen takia on ehdottoman tärkeää, että irrokepaperin pinta on todella sileä. Siksi sen toinen puoli pintaliimataan ja superkalanteroidaan. Näin saavutetaan korkea sileys ja tiheys paperille. Nämä ominaisuudet taas vaikuttavat paperin kitkaominaisuuksiin mm. levitysteloilla. /4/

Irrokepaperin tiheydestä johtuvan heikon ilmanläpäisyn vuoksi sekä esilevityksessä että osarainojen levityksessä käytettävien telojen on oltava uritettuja. Toimiva ratkaisu voisi olla kaareva metallipintainen levitystela esilevitykseen ja raintojen erottelua varten kaksoislevitin laadukkaan lopputuloksen varmistamiseksi. /14/

### 5.4 Hylsykartonki

Hylsykartonkia käytetään kierrehylsyjen valmistukseen. Sen raaka-aineena käytetään aaltopahvi- ja kraftjätettä sekä nestepakkauskartonkijätettä. Sen tärkeimmät ominaisuudet ovat hyvä palstautumislujuus ja puristusjäykkyys, eikä sen ulkonäöllä ole juuri merkitystä. Hylsykartongin neliöpaino vaihtelee välillä 250 - 500 g/m<sup>2</sup>. Lisäksi täyteaineena voidaan käyttää hyvinkin kuluttavia aineita, kuten lasia. Siksi tuote on äärimmäisen kuluttava prosessilaitteita kohtaan ja siksi levitystelojen pintamateriaali joutuu äärimmäisen kovalle koetukselle. /4;14/

Levitysteloilta vaaditaan hylsykartongin kovan kuluttavuuden vuoksi kovaa ja kulutuksenkestävää pintaa. Volframikarbidi voisi olla varteenotettava vaihtoehto telapinnoitteeksi. /14/

## 5.5 Pehmopaperi

Pehmopaperin neliöpaino on matala. Viiralla 12 - 27 g/m<sup>2</sup>. Pituusleikkurilla neliöpaino muuttuu hyvinkin paljon, koska tuote krepataan ennen pituusleikkuria ja monikerrosrajit yhdistetään pituusleikkurilla. /4/

Ratakatkon sattuessa pituusleikkurilla pehmopaperiraina, usein monikerroksinen, kiertyy toisinaan levitystelan ympärille. Paperin irrottaminen telalta on aikaa vievä ja hankala työ, joka vähentää pituusleikkurin tehokkuutta. /14/

Sileäpintainen, metallinen kaareva levitystela toimii hyvin sekä esilevittimenä että osarainojen levityksessä terien jälkeen. Säädettävä kaarevuus on tärkeä ominaisuus, koska neliöpainot pehmopaperilla saattavat vaihdella huomattavasti. Koska pehmopaperin ilmanläpäisy on hyvä, tela saa olla sileä. Sileys on hyvä myös pölyämisen kannalta. /14/

## 6 YHTEENVETO

Kirjallisten lähteiden ja haastattelujen perusteella on selvää, että kullekin paperilajille ja pituusleikkurille parhaiten soveltuvien levityslaitteiden valinta on yksilöllinen prosessi.

Osarainojen erotteluun voidaan paperilajista ja sen vaatimuksista riippuen valita joko levitysrauta, kaareva levitystela tai kaksoislevitin. Levitysrauta on nykyään harvinainen valinta sen laahaavasta toiminnasta aiheutuvien laatuongelmien takia. Kaksoislevitin valitaan usein päällystetyille paperilajeille.

Kaareva levitystela voi olla mm. pätkätela-tyyppinen, joiden ongelma on laakerointi. Pätkäteloissa niitä on paljon, ja ne kuluvat käytössä melko nopeasti ja mahdollisesti eri tahtiin eri kohdissa rainaa. Myös huoltojen jälkeinen laakereiden jäykkyys aiheuttaa toisinaan ongelmia. Tämä tosin koskee muitakin kuin pätkäteloja. Heikko

laakerointi aiheuttaa markkeerausta, joka ei ole toivottava ominaisuus paperille.

Näyttääkin siltä, että pätkätelojen käyttö vähenee tulevaisuudessa.

Kaarevilla levitysteloilla kaaren suunta on usein säädettävä. Sen avulla voidaan säätää levityksen vaikutusta rainan eri kohdissa. Säättämällä kaaren suuntaa rainaa kohti raina kiristyy keskeltä ja säättämällä kaaren suuntaa rainasta poispäin, raina kiristyy reunoilta. Tämä ominaisuus on tärkeä etenkin esilevittimen toiminnan kannalta, sillä laadukkaan leikkaustuloksen saavuttamiseksi rainan on oltava tasainen leikattaessa. Paperikoneella rainaan tulee toisinaan erilaisia rainan poikkisuuntaisia ja konesuuntaisia profiilivirheitä, jotka aiheuttavat rainan kireysvaihtelua aukirullauksessa. Ensisijaisesti tällaiset profiilivirheet tulee korjata siellä, missä ne syntyvät. Toimivalla esilevittimellä kyseisiä virheitä voidaan kuitenkin paikata, eikä hylkyä synny.

Kaarevien levitystelojen käyryyteen vaikuttaa paperilajia enemmän neliöpaino. Yleensä telat on varustettu kaarevuuden säädöllä, mikä onkin välttämätöntä, jos neliöpainot vaihtuvat paljon. Korkeammalla neliöpainolla vaaditaan enemmän kaartaa saman levityksen aikaansaamiseksi.

Haastattelujen perusteella levitysteloille kannattaa asentaa käytöt. Niitä on asennettu jälkikäteen useisiin eri kohteisiin ja eri lajeille vaihtelevista syistä. Esimerkiksi jälkikiillottumaa, markkeerausta ja rullan pohjan kireysongelmia on ratkaistu käyttöjen asennuksella.

Seuraava levitysteloihin liittyvä selvityksen aihe voisi käsitellä ongelmaa, joka esiintyy ainakin pehmopaperilla ratakatkon yhteydessä. Eli miten voidaan estää paperin rullautuminen banaanitelan ympärille ratakatkon yhteydessä.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

- 1 Gronewold, Jan, Winders–The Complete Guide for Paper Mills and Converters. Atlanta, Tappi Press, 1998
- 2 Hadlock, Al, Proper Setup and Practises Ensure Stable Dual Roll Spreader Operation. P&P April 2006, s. 32–37
- 3 Holik, Herbert, Handbook of Paper and Board. Weinheim: Wiley-Vch Verlag Gmbh & Co., 2006, s. 391
- 4 Häggblom-Ahnger, Ulla – Komulainen, Pekka, Paperin ja kartongin valmistus. Jyväskylä, Opetushallitus, 2001
- 5 Jokio, Mikko, Papermaking part 3, Finishing. Helsinki, Fabet Oy, 1999.
- 6 Partanen, Juhani, Nykyaikaiset telapinnoitteet paperiteollisuudessa. Kunnossapito 8, 2006, s. 22–25
- 7 Roisum, David R, The Mechanics of Rollers. Atlanta, Tappi Press, 1996.
- 8 Smith, Duane R, Roll and Web Defect Terminology. Atlanta, Tappi Press, 1995.

### Sähköiset lähteet

- 9 Arumet. [www-sivu]. [viitattu 25.4.2007] Saatavissa: [www.arumet.fi/sivut/kkromi.htm](http://www.arumet.fi/sivut/kkromi.htm)
- 10 Quattroll Oy. [www-sivu]. [viitattu 19.2.2007] Saatavissa: [www.quattroll.fi](http://www.quattroll.fi)
- 11 Metsopaper Oy. [www-sivu]. [viitattu 9.4.2007] Saatavissa: [www.metsopaper.com/MP/Marketing/mpv2store.nsf/BYWID/WID-030117-2256C-AC98F/\\$File/32012\\_V1\\_EN.pdf?openElement](http://www.metsopaper.com/MP/Marketing/mpv2store.nsf/BYWID/WID-030117-2256C-AC98F/$File/32012_V1_EN.pdf?openElement)
- 12 Knowpap 8.0, Paperitekniiikan ja automaation oppimisympäristö. Prowledge Oy, 2006.

### **Painamattomat lähteet**

- 13 Westerlund, Jani. Haastattelu 12.4.2007. Pikoteknik Oy. Parhalahti.
- 14 Tehdashaastattelut