

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka

Tutkintotyö (Julkinen osio)

Katja Lumme

TUOTEVAIHDON OPTIMOINTI VESINEULAUKSESSA

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2007

DI Torolf Öhman
Suominen Kuitukankaat Oy, valvojana DI Piia Tiainen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikka

Lumme, Katja Tuotevaihdon optimointi vesineulauksessa
Tutkintotyö 20 sivua
Työn ohjaaja DI Torolf Öhman
Työn teettäjä Suominen Kuitukankaat Oy, valvojana DI Piia Tiainen
Syyskuu 2007
Hakusanat kuitukangas, vesineulaus, tuotevaihto

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli tutkia menetelmiä ja toimintatapoja, joilla voitaisiin pienentää tuotevaihtoon käytettävää aikaa sekä vähentää siinä syntyvän jätteen määrää. Tutkimuksen kohteena olivat kuitukangaslinjat L43 ja L44, joissa kangas sidotaan vesineulaamalla. Tuotevaihtoista tarkasteluun valittiin vaihdot, joissa joko leveydet, neliöpaino tai raaka-aine muuttuvat. Optimoinnin kohteena olivat myös linjojen ylös- ja alasajo ja niissä syntyvän jätteen määrä.

Teoriaosassa käsitellään kuitukankaan valmistusta, tuotevaihtojen osuutta tuotannossa sekä tuotevaihdon optimointia. Lisäksi tarkastellaan tuotannon suunnittelua ja tuotevaihtojen toteutusta tuotannossa tällä hetkellä. Linjoja verrataan keskenään vain leveyden vaihtojen kohdalla. Muutoin linjat ovat keskenään samanlaisia, jolloin menetelmiä ja toimintatapoja voidaan soveltaa molemmilla linjoilla.

Kokeellisessa tarkastelussa käsiteltiin leveyksien vaihtoa ja vertailun kohteena olivat murskaavat ja leikkaavat terät. Tuloksista todettiin jätteen määrä pienemmäksi ja vaihtoon käytettävä aika lyhyemmäksi murskaavia teriä käytettäessä. Eniten jätettä syntyy linjojen ylös- ja alasajossa laadun ja leveyksien vaihdoissa. Neliöpainon vaihtuessa jätteen määrä on näihin verrattuna vähäinen, eikä vaihtoon käytettävä aika ole pitkä. Tuotannon suunnittelun kohdalla tuotantoa pyritään suunnittelemaan mahdollisimman vähäisillä vaihdoilla, sekä ajoittamaan vaihdot arkipäiville. Säästölaskelmissa todettiin leveydenvaihto murskaavilta teriltä murskaaville tehokkaimmaksi.

TAMPERE POLYTECHNIC

Chemical Engineering

Lumme, Katja

Optimization of the Product Conversion in Hydroentanglement Process

Engineering Thesis

20 pages

Thesis Supervisor

MSc Torolf Öhman

Commissioning Company

Suominen Kuitukankaat Oy, Supervisor MSc Piia Tiainen

September 2007

Keywords

nonwoven, hydroentanglement, product conversion

ABSTRACT

The aim of this study was to search methods and operations models to reduce the amount of waste and used time in product conversion. The objects were nonwoven fabric lines L43 and L44, where are used hydroentanglement processes. For the inspection were selected conversions of width, grammage and raw material including starting and shutdown of the process line. In the theoretical part are dealt web forming, bonding and winding technologies, share of the web conversion of the production and the optimization of the conversion. This study also includes planning of the production and execution of the conversion. The production lines are similar to each other, excluding web slitting, so the searched operation models can be used in both production lines. There were compared two types of slitting processes in the roll winding. For experimental part were compared slitting processes where were used shear slitter and score (crush) slitter. The results show that the amount of waste is smaller and there were used less time in the conversion with score slitter. The most waste was produced in the starting and shutdown phases and because of that, it is tried to reduce by planning the production series longer. Conversion of grammage produces waste the least and the time used to this conversion isn't long.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO.....	6
1.1 SUOMINEN KUITUKANKAAT OY	6
1.2 TYÖN TARKOITUS	6
2 KUITUKANKAAT	7
2.1 KUITUKANKAAN MÄÄRITTELY	7
2.2 YLEISTÄ	8
2.3 KUIDUT	10
2.3.1 TEKOKUIDUT.....	10
2.3.2 LUONNONKUIDUT.....	12
2.4 KUITUKANKAAN VALMISTUS.....	12
2.5 KÄYTTÖKOHTEET	14
3 TARKASTELTAVAT OSA-ALUEET FIBRELLASSA	15
3.1 KANKAAN LEVEYS.....	15
3.2 NELIÖMASSA	17
3.3 LAATU.....	17
3.4 YLÖS- JA ALASAJO.....	18
LÄHTEET	19

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

Fibrella	tuotenimi Suomisen vesineulatulle kuitukankaalle
L43	Fibrellan tuotantolinja 43
L44	Fibrellan tuotantolinja 44
LOT	numerosarja yksilöi asiakasta ja tuotantoajankohtaa
Neliömassa	tuotteen massa pinta-alayksikköä kohden g/m^2
Nonwoven	kuitukangas
Novelin	tuotenimi Suomisen lämpösidotulle kuitukankaalle
Teräylitys	terillä huomioitu, kelauksesta johtuva kankaan kaventuma
TR	tuoteryhmä
Lyocell	tekokuitu

1 JOHDANTO

Kuitukankaita tuotettiin 4,75 miljoonaa tonnia koko maailmassa vuonna 2005, josta Euroopan osuus oli 29,5 %. Taulukossa 1 on kuitukankaan tuotanto eri tuotantomenetelmin. Näistä menetelmistä karstausta sekä kehruu ovat olleet eniten käytössä. /15./

Taulukko 1. Kuitukankaan tuotanto maailmassa vuonna 2004 /15/.

Prosessi	Milj. tonnia	%
Kehruumenetelmä	1,85	42
Märkämenetelmä	0,20	5
Kuivamenetelmä	2,39	53
Yht.	4,44	100

1.1 Suominen Kuitukankaat Oy

Suominen Kuitukankaat on kuitukankaita valmistava ja kehittävä yritys, joka on osa Suominen Yhtymää. Kuitukankaita valmistetaan rullatavarana ja toimitetaan pyyhkimis-, hygienia- ja terveydenhoitotuotteita valmistaville yrityksille pääasiassa Eurooppaan ja Pohjois-Amerikkaan. Viennin osuus koko tuotannosta on yli 95 % ja liikevaihto oli 67 miljoonaa euroa vuonna 2006. Nakkilan laitoksella valmistetaan polypropeenikuitua omaan käyttöön, sekä Fibrella ja Novelin kuitukankaita. Fibrella kuitukangas valmistetaan vesineulauksella ja Novelin lämpösidonnalla. Tehtaalla työskentelee noin 200 henkilöä. Yritys on perustettu vuonna 1898 ja ensimmäisten kuitukankaiden tuotanto on aloitettu vuonna 1965. /18; 21./

1.2 Työn tarkoitus

Kuitukankaan valmistuksessa tietyissä vaiheissa muodostuu jätekangasta, jonka kokonaismäärä vuodessa on huomattava. Vuonna 2006 Fibrellan tuotannosta noin

2 997 tonnia eli 11,6 % muodostui jätettä. Tuotevaihtoja oli 232 kappaletta. Tuotevaihdoissa syntyvän jätteen määrä vaihtelee vaihdon mukaan, mutta keskiarvona linjoilla L43 ja L44 voitaisiin pitää 850 kg/vaihto /19/.

Työssä tutkittiin tuotevaihtoa kuitukankaan valmistuksessa vesineulauslinjalla. Suominen Kuitukankailla on n. 130 työntekijää tuotannossa. Koneenhoitajia on 100, joista n. 60 työskentelee Fibrella-linjalla. Työtavat linjalla on ohjeistettu, mutta kuitenkin jokaisella koneenhoitajalla on oma tyykinsä toimia koneiden kanssa. Tuotevaihto kestää tällä hetkellä puolesta tunnista kuuteen tuntiin, tehtävän muutoksen mukaan. Jätteeksi tässä työssä luokitellaan kaikki muu tuotanto kuin priimatuotanto.

Tämän työn tarkoituksena oli minimoida ylös- ja alasajoon käytetty aika, löytää tehokkaammat toimintamallit, joilla voidaan vähentää jätekankaan syntymistä sekä nopeuttaa tuotannon uudelleen käynnistämistä. Työssä keskityttiin raaka-aineen, leveyden ja neliömassan vaihdossa syntyvän jätteen määrään vaikuttaviin tekijöihin kahdella eri linjalla, samoin keskityttiin vaihdoista aiheutuvien linjojen ylös- ja alasajoihin.

Työssä on haastateltu työntekijöitä, etsitty tehokkaampia työtapoja sekä yritetty miettiä uusia keinoja hävikin vähentämiseen. Yrityksessä on jo aikaisemmin pohdittu hävikkiosuuden pienentämistä, mutta tarkempaa vaihtoihin liittyvää tutkimusta ei viime vuosina ole tehty.

2 KUITUKANKAAT

2.1 Kuitukankaan määrittely

SFS, TEVASTAn suositus:

Suoraan kuiduista valmistettu kangas, jossa kuidut on sidottu toisiinsa mekaanisin, fysikaalisin tai kemiallisin menetelmin ja/tai niiden menetelmien yhdistelmin, ei kuitenkaan kutomalla, neulomalla tia

ompelemalla. Huom.: Perinteisesti huovuttamalla valmistettuja kankaita eli huopia ja langoilla vahvistettuja kuitukankaita ei Tullitariffin eikä EDANAn määritelmän mukaan lasketa kuitukankaiksi. /11./

ISO 9092:

Kuitukangas on toisiinsa nähden suuntautuneista tai sekaisin olevista kuiduista valmistettu matto tai vanu, jossa kuidut sitoutuvat toisiinsa kitkan ja/tai koheesion ja/tai adheesion avulla, lukuunottamatta paperia ja tuotteita, jotka on kudottu, neulottu, tuftattu, langoilla tikattu tai huovutettu. Kuidut voivat olla luonnonkuituja tai tekokuituja, katkokuituja tai jatkuvia filamenttikuituja tai integroidusti muodostettuja.

Huom. 1: ero paperin ja nonwovenin välillä: pituus/halkaisija suhde, tiheys.

Huom. 2: neulattu huopa/huovutettu tuote

Huom. 3: ero muovien ja kuitukankaiden välillä (verkkokalvot ym.) /11./

ASTM D 1117:

Tekstiilirakenne joka on valmistettu sitomalla tai kietomalla kuituja tai niiden yhdistelmällä, jota suoritetaan mekaanisella, kemiallisella, tai liuotinmenetelmällä tai niiden yhdistelmällä. /11./

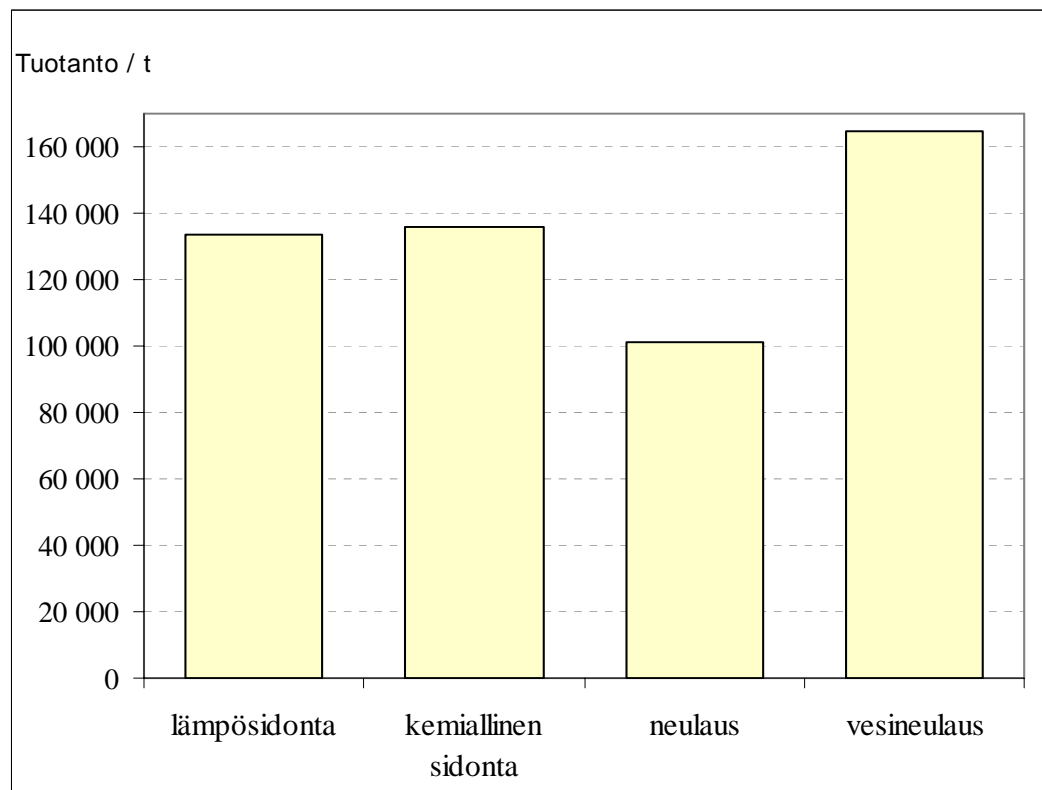
2.2 Yleistä

Kuitukankaat voidaan jaotella kerta- tai kestäkäyttöisiksi. Kertakäyttöisistä kankaista valmistetaan mm. lääkintä- ja hoitotuotteita, siivousliinoja, rullapyyhkeitä, ja kestäkäyttöisistä mm. välivuoria, siveltyjä ja laminoituja kuitukankaita sekä sisustuskankaita. /7, s. 13./ Raaka-aineena käytetään tekokuituja tai luonnonkuituja. Kuituharso voidaan muodostaa kuiva- (Drylaid), märkä- (Wetlaid) tai kehruu- (Spunlaid) menetelmillä ja se sidotaan fysikaalisesti, mekaanisesti tai kemiallisesti. /4, s. 264–265./ Kuituharson muodostuksessa kuivamenetelmä on yleisimmin käytetty, tätä tarkastellaan lähemmin luvussa 2.3. Fysikaalinen sidonta eli lämpösidonta tapahtuu kuumailmakalanterilla. Mekaaninen sidonta voi tapahtua neulaamalla tai vesineulaamalla, ja kemiallinen sidonta liima-ainesidonnalla, liuotinsidonnalla tai sisäisellä sidonnalla. Kuvassa 1 on esitetty vuoden 2004 kuitukankaan tuotanto Drylaid-menetelmällä eri sidontatavoin, jossa mekaanisen sidonnan osuus on suurin. Taulukossa 2 on kuitukankaan Drylaid-tuotanto prosentteina.

Taulukko 2. Kuivamenetelmällä tuotetun kuitukankaan sidonta Euroopassa vuonna 2004 /5/.

Menetelmä	Tonnia	%
Lämpösidonta	133 600	25
Kemiallinen sidonta	135 900	25
Mekaaninen sidonta	266 000	50
yht.	535 500	100

Suomisen Kuitukankaat muodostaa kuituharson karstaamalla (Carding) eli kuivamenetelmällä, ja työssä tarkastelluilla linjoilla harson sidonta tapahtuu vesineulaamalla.



Kuva 1. Kuivamenetelmällä valmistetun kuitukankaan sidontatavat Euroopassa vuonna 2004 /5/.

2.3 Kuidut

Kuidut voidaan jakaa teko- ja luonnonkuituihin raaka-aineen mukaan. Raaka-aineen valintaan vaikuttavat vaadittavat ominaisuudet. Näitä ovat mm. lujuus, venyvyys, taipuisuus ja pituus. Luonnonkuiduilla on tietty kuitupituus, ja tekokuiduilla kuitupituutta voidaan vaihdella käyttötarkoituksen mukaan. Luonnonkuiduissa kuitupituusvaihtelu on n. 40 %, kun taas tekokuiduilla se on n. 10 %. Tämä vaikuttaa osaltaan kankaan tasaisuuteen. /4./

2.3.1 Tekokuidut

Tekokuitujen käyttö kuitukankaissa on paljon yleisempää kuin luonnonkuitujen. Tekokuidut ovat halpoja, niiden ominaisuudet ovat tasaiset ja niitä voidaan muuttaa, toisin kuin luonnonkuitujen. Kun tuote vaatii tietyntylaisia ominaisuuksia, on mahdollista valmistaa kuitua, joka on sopiva juuri sille tuotteelle. /4, s. 82; 6./

Synteettiset kuidut

Synteettisten kuitujen osuus Euroopan kuitukankaan kuidun kulutuksesta oli n. 70 % vuonna 2004 /5/. Synteettiset kuidut valmistetaan pienimolekyylisistä lähtöaineista pääsääntöisesti kaksivaiheisesti. Ensimmäisessä vaiheessa muodostetaan kuitupolymeeri, joiden lähtöaineina käytetään yleisimmin öljyä, kivihiiltä, ilmaa ja vettä. Tämän jälkeen kehrätystä molekyyli­massasta valmistetaan kuitu. /1, s.254–257./

Synteettiset kuidut voidaan jakaa kolmeen ryhmään valmistusmekanismin mukaan. Valmistusmenetelminä käytetään polymeraatiota, polykondensaatiota sekä polyadditiota. Polymeraatiossa ei synny sivutuotteita, vaan yksittäiset molekyylit yhdistyvät paineen ja lämpötilan avulla suurmolekyyleiksi. Polykondensaatio eroaa polymeraatiosta vain lähtöaineiden osalta. Polykondensaatiossa voidaan käyttää erilaisia yksittäismolekyylejä, jolloin syntyy sivutuotteita esim. vettä tai alkoholia. Polyadditiossa syntyy suurmolekyylejä kahden eri lähtö­aineen reaktioiden avulla, jolloin ei myöskään synny sivutuotteita. /4, s.103,104./

Polypropeeni, PP

Polypropeeni on eniten käytetty synteettinen kuitu kuitukangasteollisuudessa. Sillä on matala lasittumis- ja sulamislämpötila, jonka vuoksi se soveltuu hyvin mm. lämpösidontaan. PP on halpa, se kestää hyvin kemikaaleja sekä hometta ja on reagoimaton. Polypropeenilla on hyvät venymäominaisuudet, ja se läpäisee hyvin vettä. Se on vahva kuitu ja sillä on hyvä kemiallinen kestävyys. Apuaineilla on mahdollista muokata PP:n ominaisuuksia mm. imukykyä, mekaanisia ominaisuuksia, pehmeyttä sekä värjättävyyttä. /6; 8; 9; 24./

Polyesteri, PES

Polyesteri on toiseksi yleisimmin käytetty synteettinen kuitu nonwoven- eli kuitukangasteollisuudessa. Polyesterikuidut ovat suoraketjuisia makromolekyylejä, jolla on monia hyviä fysikaalisia ominaisuuksia. Se on luja kuitu, vettä hylkivä, kimmoisa ja rypistymätön. Sitä käytetään paljon sekä filamenttina että katkokuituna, yksinään tai sekoitteena. Filamentti on yhtäjaksoinen, jatkuva kuitu ja katkokuitu on katkottu filamentti. Käytetyin polyesteri on polyteenitereftalaatti. Polyesteri soveltuu hyvin moniin tuotesovellutuksiin ja se on edullinen käyttökustannuksiltaan. Tämän vuoksi sitä käytetäänkin paljon karstauksessa. /3; 4; 6; 8; 24./

Polylaktidi, PLA

Polylaktidi on biologisesti hajoava kuitu. Sen hajoamistuotteet ovat myrkyttömiä, ja siksi se on erittäin tärkeä lääketieteellisissä sovelluksissa käytettävistä polymeereistä. Sitä käytetään mm. geotekstiileissä, pyyhkeissä, lääke- ja hygieniatuotteissa, vaipoissa sekä kuidun sitojana. Polylaktidin haittapuolena on sen matala sulamispiste. Sitä voidaan käyttää sekoitteena. /16; 23./

Viskoosi, CV

Euroopassa kuitukankaan raaka-ainekulutuksesta viskoosia oli n. 9 % vuonna 2004 /5/. Viskoosi on sileä ja kiiltävä kuitu, mutta heikko lujuudeltaan. Se imee hyvin kosteutta eikä sähköisty. Viskoosikuidun raaka-aineena käytetään yleensä koivusta tai männystä saatua selluloosaa, jonka selluloosapitoisuuden tulee olla vähintään

90 %. Tekstiilikuidut valmistetaan liukoselluloosasta viskoosimenetelmällä.

Viskoosikuidut voivat olla joko filamenttikuituina tai katkokuituina. /1, s. 216; 4; 24./

2.3.2 Luonnonkuidut

Luonnonkuituihin kuuluvat eläin-, kasvi- ja mineraalikuidut mm. villa, puuvilla ja pellava. Näiden osuus Euroopan kuitukankaiden kuidun kulutuksesta oli vuonna 2004 n. 4 %. Luonnonkuidut tarvitsevat enemmän kemiallisia käsittelyjä kuin tekokuidut ja ne rasittavat enemmän ympäristöä. /5; 24./

Puuvilla, CO

Puuvilla on eniten käytetty luonnonkuitu kankaissa ja kuduissa. Suuri osa puuvillasta on selluloosaa. Valkaistulla puuvillalla on erittäin hyvä märkäljuus, se on pehmeä, hengittävä sekä biologisesti hajoava. Kuitenkin puuvillan laatu, hinta ja sen työstettävyys ovat rajoittaneet sen käyttöä kuitukangasteollisuudessa. Vaikka puuvillan osuus kuituraaka-aineena on pieni, on sen osuuden arvioitu kasvavan tulevaisuudessa tällä alalla. Absorptiokyky, märkäljuus ja hengittävyys antavat sille luontaisen edun monissa tuotteissa. /2; 24./

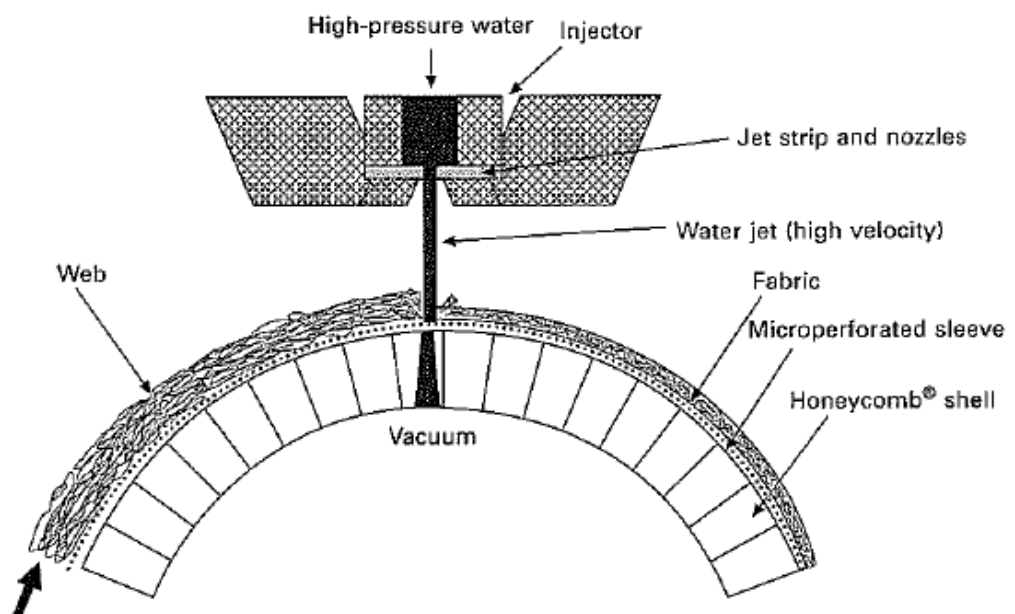
2.4 Kuitukankaan valmistus

Kuitukankaan tuotanto Euroopassa harson muodostuksen mukaan jaoteltuna vuonna 2004 on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Kuitukankaiden tuotanto Euroopassa vuonna 2005 /15/.

Prosessi	1000 tonnia	%
Kehruumenetelmä	619,1	44,1
Märkämenetelmä	101,5	7,2
Kemiallinen, lämpö- ja karstausten menetelmä	552,7	39,4
Kuivamenetelmä	130	9,3
Yht.	1 403,3	100

Kankaan valmistus Drylaid-menetelmällä alkaa kuidun syötöstä karstalle, jossa kuidusta muodostetaan harsomainen raina. Karsta järjestää kuidut pitkittäissuuntaisiksi, jolloin lujuusominaisuudet ovat paremmat pituussuunnassa kuin leveysuunnassa. Molemmilla linjoilla, sekä L43:lla että L44:lla, on käytössä kaksi karstaa, jotka syöttävät harsoja päällekkäin. Näin saadaan rainaan lisää paksuutta ja painoa. Vesineulauksessa harson neliömassa voi olla 30–80 g/m². Karstalta raina kuljetetaan rummulle vesineulaukseen, jossa vesisuihku ajetaan kovalla paineella harson läpi. Näin saadaan kuidut kietoutumaan toisiinsa ilman sidonta-aineita. /7, s. 14–24./

**Kuva 2.** Kankaan sidonta vesineulaamalla /8/.

Vesi painetaan pienten reikien läpi kohtisuoraan mahdollisimman läheltä kangasta rumpuun kuten kuvassa 2. Veden paine on 25–140 bar ja reiät lähellä toisiaan yhdessä tai kahdessa rivissä. Kangas voidaan neulata molemmilta puolilta sekä tarvittaessa kuvioida jo tässä vaiheessa. Fibrellassa neulaus tehdään aina molemmin puolin. Vesineulauksen jälkeen kangas kuivataan mekaanisesti tai alipaineella ja lopuksi vielä uunissa. Viimeisenä prosessissa on kankaan pituusleikkaus, katkaisu sekä kelaus rullalle. Pituusleikkurit leikkaavat kankaan haluttuihin leveyksiin ja katkaisussa määritetään rullien pituudet ja halkaisijat. Leikkaus voidaan suorittaa murskaamalla, leikkaamalla, repäisemällä, vesisuihkulla, laserilla tai kuumalla terällä.

Kelaus on viimeistelyn osalta hyvin tärkeää. Asiakas on määritellyt tietyt vaatimukset kelaukselle, jonka lisäksi rullan tulee olla suorassa ja sen on kestävä kuljetus asiakkaalle. Rullan laatuun vaikuttaa olennaisesti kelauskireys. Sen tulee olla säädetty kankaalle sopivaksi. /5./ Linjat L43 ja L44 ovat prosessiltaan käytännössä samanlaiset. Vain kelakoneissa on joitain eroja, kuten pituusleikkurit sekä valssien nopeuksien ohjaus ja säätö.

2.5 Käyttökohteet

Käyttökohteita kuitukankaille on useita. Suurimmat asiakkaat löytyvät hygieniatuotteita valmistavista yrityksistä sekä pyyhkimis- ja terveydenhuoltotuotteita valmistavista yrityksistä. Lopputuotteissa kuitukankaat näkyvät muun muassa vauvanvaipoissa, haavanhoitotuotteissa, kosteuspyyhkeissä ja kuivapyyhinnässä. Kuitukankaita käytetään myös kotitalous- ja teollisuuspyyhkeissä sekä geotekstiileissä.

3 TARKASTELTAVAT OSA-ALUEET FIBRELLASSA

Suominen toimittaa kuitukankaita eri kokoisena rullatavarana asiakkailleen. Asiakas on asettanut laatuvaatimuksia tuotteelle, joiden tulee pysyä tietyissä rajoissa. Laatu tarkkaillaan näytteillä, joista mitataan vaadittavat ominaisuudet.

3.1 Kankaan leveys

Asiakkailta saaduissa tilauksissa eritellään rullaleveys sekä halkaisija tai kankaan pituus. Näille arvoille on määritelty myös raja-arvot. Kankaan reunat viimeistellään leikkaamalla kangas suoraksi molemmilta puolilta puomia ennen kelausta. Tässä työssä tarkastellaan kahdenlaisia teriä, murskaavia ja leikkaavia. /12./

Murskaavat terät

Pyörivä terä murskaa kankaan vastaterää vasten, kuten kuvassa 3 /5/. Terät on otettavissa käyttöön ja pois käytöstä paineilman avulla myös ajon aikana. Leveyksien hienosäätö on helpompaa, ja teräylitykset ovat pienemmät kuin leikkaavilla terillä. Heikkoutena näillä on epätasainen leikkuujälki. Murskaavan terän leikkuujälki ei parhaimmillaankaan ole yhtä laadukas kuin hyvän leikkaavan terän leikkuujälki. Murskaavia teriä käytettäessä pölyn määrä on suurempi ja kankaan reunaan saattaa jäädä langan pätkiä tai nukkaa, jolloin rullat jäävät helpommin kiinni toisiinsa sekä saattavat aiheuttaa ongelmia asiakkaalla. Leikkuujäljen epätasaisuus johtuu terän leikkausperiaatteesta ja terän huonosta kunnosta. Murskaavat terät kuluttavat myös vastaterän pinnan epätasaiseksi, mikä osaltaan vaikuttaa leikkuujälkeen. Murskaavia teriä on teroitettava ja vaihdettava useammin kuin leikkaavia teriä. Yhtä terää vaihdettaessa on yleensä terän molempien puoleiset rullat jätettävä. /12; 13./

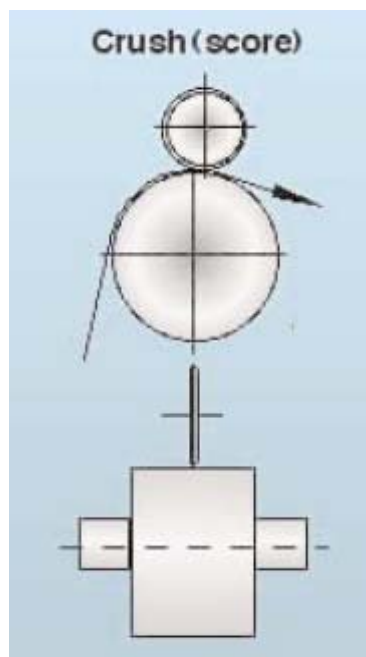
Leikkaavat terät

Leikkaavat terät ovat yleisimmät käytössä olevat pituusleikkurit. Leikkuutekniikka on verrattavissa tavallisiin saksiiin. Kankaan ylä- ja alapuolella on karkaistut levyt, joiden sivureunat säädetään lähelle toisiaan. Kangas kääntyy levyjen väliin sivujen kanssa yhdensuuntaiseksi, jolloin leikkaus tapahtuu. Kun terät ovat hyväkuntoiset,

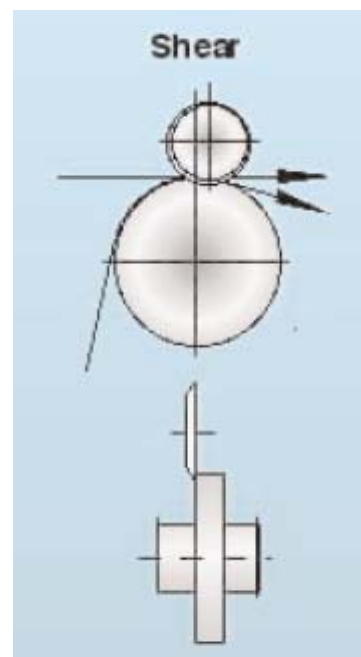
on leikkausjälki siisti. Leikkaustapa on esitetty kuvassa 4. /5./ Ala- ja yläteriä liikutetaan erikseen manuaalisesti, jonka takia leveyksien muuttaminen on hidasta. Alaterä akseli on moottoroitu ja sen nopeus on 110 % linjanopeudesta. Linja on pysäytettävä aina alaterien siirron ajaksi. Leikkaavilla terillä haittana on myös kankaan kietoutuminen terävalssin ympäri ja puomin käynnön jälkeen ensimmäiset kelatut kerrokset hylsillä. Kietoumat ovat ongelmana mm. aloituksissa, kun kankaan leveysvaihtelu on suurta sekä silloin, kun kangas ei ole koko leveydeltään ehjää. Leikkuuyksikön alaterät on teroitettava arviolta kaksi kertaa vuodessa ja yläterät viikoittain. Leikkaavien terien leikkuujälki voi myös olla nukkainen, mutta on kuitenkin parempi kuin murskaavien. /12; 13./

Off-line -leikkuri

On-line leikkuun lisäksi käytössä on myös off-line -leikkuu, jolla leikataan pääasiassa näyte- ja koetoimituksia asiakasleveyksiin. Sillä on mahdollista leikata myös epätasaiset reunat rullasta. Terät ovat leikkaavat ja kooltaan ne ovat pienempiä kuin tavallisesti. Ongelmana off-line -leikkauksessa on tuotteen venyminen ja siitä johtuva kaventuminen.



Kuva 3. Murskaava terä



Kuva 4. Leikkaava terä

Kankaan leveys muuttuu kelattaessa sitä leikkureilta rullaksi venytyksen johdosta. Mitä kevyempää ja joustavampaa tuote on, sitä enemmän kangas kapenee /12/. Osaksi leveyden muutokseen vaikuttaa rullan oma massa sekä kelakoneen painovalssi. Painovalssin tulee keventyä rullan kasvaessa, jotta reunat eivät muodostu kuperiksi. /20./ Myös leikkuukohta pituussuunnassa vaikuttaa huomattavasti kankaan kaventumiseen. Kangas venyy ja kaventuu, mitä kauempana leikkaus sijaitsee kelauksesta. Tämä vaikuttaa suoraan käytettäviin teräylityksiin. Teräylitys (teräennakko) on arvioitu kankaan kaventuma leikkauksesta kelaukselle, mikä huomioidaan teriä asennettaessa. Murskaavat terät sijaitsevat lähempänä kelausta kuin leikkaavat, joten leikkaavilla terillä on teräylitysten oltava suuremmat. Murskaavilla terillä kankaan hyötykäyttö tehostuu. /12./

3.2 Neliömassa

Kankaan grammapaino eli neliömassa vaikuttaa suoraan tuotteen lujuteen. Sillä on myös vaikutusta tuotteen pehmeeseen. Neliömassa vaihtelee tuotteiden välillä 18–68 g/m². Tuoteryhmää vaihdettaessa antaa resepti automaattisesti karstalle asetusravoksi tuotteen vaatiman neliömassan, jolloin kuidunsyöttö kasvaa tai pienenee. Grammapainon valvonnassa käytetään NDC-neliömassamittaria, jonka avulla sitä myös säädetään. Tämän lisäksi neliömassaa tarkkaillaan laboratoriomittauksilla, jonka mukaan syöttöä säädetään. Laboratoriomittauksilla osoitetaan asiakkaalle, että tuote vastaa tilausta. Neliömassamittari on apuna koneenhoitajalle nopeuttamaan mittaamista ja pitämään grammapainon asetusravossa.

3.3 Laatu

Laadunvaihto käsittää raaka-aineen, kalanterin ja/tai yhden tai useamman rummun vaihdon. Tässä työssä tarkastellaan vain raaka-aineen, raaka-aineiden välisen suhteen tai raaka-aineen valmistajan vaihtumista. Kun raaka-aine vaihtuu, on

tuotantolinja toisinaan puhdistettava edellisestä kuidusta, ennen kuin on mahdollista aloittaa uusi tuote. Tämä vaatii käytännössä linjan pysäyttämistä ja uudelleen käynnistämistä. Linjan puhdistaminen kuidusta kestää n. 45 min. Kun raaka-aineiden seossuhde muuttuu, se voidaan toteuttaa ajon aikana ja muutos varmistetaan ajamalla yksi jätepuomi vaihdon väliin. Raaka-ainevalmistajia on kaksi–kolme toimittajaa/raaka-aine. Laadun vaihdosta ilmoitetaan hyvissä ajoin avaamoon, josta kuitua toimitetaan linjoille. Vuoromestarin osuus laadunvaihdossa on merkittävä, jotta kuidun vaihto saadaan onnistumaan oikea-aikaisesti. Siten ei tarvitse ajaa ylimäärin edellistä tuotantosarjaa. Laadun vaihdossa tuotteen ominaisuudet muuttuvat kuidun muuttuessa, mikä on huomioitava myös teräasetusten kohdalla. /12./

3.4 Ylös- ja alasajo

Tuotannon ylös- ja alasajosta aiheutuu suoran tuotannon menetystä sekä huonolaatuista kangasta. Jätteen määrään vaikuttaa suoraan se onko pysäytys hallittu vai ennalta arvaamaton. Tässä työssä tarkastellaan vain suunniteltuja pysäytyksiä ja käynnistyksiä. Linjan käynnistäminen ja pysäyttäminen alkaa linjan ja tuotannon esivalmisteluista.

Linjan käynnistäminen tapahtuu hitaasti vaihe vaiheelta. Käynnistämässä on monia työvaiheita, jotka toteutetaan paikanpäältä käsin. Tästä johtuukin osaksi käynnistyksen pitkä aika. Yleisimpiä ongelmia ylösajossa ovat kietoumat valsseilla sekä tukkeumat kuidunsyötössä ja karstoilla. Osaksi nämä johtuvat käytettävästä raaka-aineesta, mutta yksi suurimmista vaikuttajista on koneenhoitajan ammattitaito.

Linjan pysäyttäminen kestää 10–40 min, sen mukaan että ajetaanko linja puhtaaksi kuidusta vai ei. Linjan puhdistaminen kuidusta tehokkaasti vaatii koneenhoitajalta ammattitaitoa. Molemmat masterit on mahdollista tyhjentää samanaikaisesti ja tuottaen näin vähemmän jätettä. Tällöin myös puhdistukseen käytettävä aika pienenee.

Lähteet

Painetut lähteet

- 1 Boncamper, Irma, Tekstiilioppi kuituraaka-aineet, 2. painos. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna 2004. 357 s.
- 2 S. Gordon and Y-L. Hsieh, Cotton: Science and technology. Woodhead Publishing Ltd. USA 2007. 525 s.
- 3 J. E. McIntyre, Synthetic fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin. Woodhead Publishing Ltd. USA 2005. 287 s.
- 4 Markula, Raija, Tekstiilitieto, 9. uudistettu painos. Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo 1999. 307 s.
- 5 Nonwovens training course, kurssimateriaali. EDANA (European Disposables And Nonwovens Association). Bryssel 2007.
- 6 Nurmi, Salme, Kuitukankaiden valmistusmenetelmät, kurssimateriaali. TTKK kevät 2000.
- 7 Nurmi, Salme – Tuomisto, Marja-Terttu, Kuitukankaat. TEKES. Helsinki 1993. 95 s.
- 8 S. J. Russel, Handbook of nonwovens. Woodhead Publishing Ltd. USA 2007. 502 s.
- 9 Salonoja, Niina, Pyyhkimismenetelmän kehittäminen ja tulosten vertailu huokoskokojakaumaan. Diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Materiaalitekniikan osasto. Tampere 2002. 118 s. + 14 liites.
- 10 Suominen Kuitukankaat Oy, kokonaishävikki kk/kumula huhtikuu 2007. Nakkila 2007.
- 11 VTT, Nonwovenin määritelmiä, moniste. Suominen Kuitukankaat Oy.

Painamattomat lähteet

- 12 Hakanpää, Juha, tuotantomestari. Haastattelu. 25.5.2007. Suominen Kuitukankaat Oy. Nakkila.

- 13 Isoniemi, Raimo, kunnossapidon päällikkö. Haastattelu. 28.6.2007. Suominen Kuitukankaat Oy. Nakkila.
- 14 Salovaara, Mika, tuotannon suunnittelija. Haastattelu. 4.6.2007. Suominen Kuitukankaat Oy. Nakkila.

Sähköiset lähteet

- 15 Edana. [www-sivu]. [viitattu 3.7.2007.] Saatavissa:
<http://www.edana.org/index.cfm>
- 16 New developments in biodegradable nonwovens, NF New fibres. [www-sivu]. [viitattu 6.6.2007.] Saatavissa: <http://www.technica.net/NF/NF3/biodegradable.htm>
- 17 Salovaara Mika, Tuotevaihtojen suunnittelu. [sähköpostiviesti.] 12.6.2007.
- 18 Suominen. [www-sivu]. [viitattu 15.5.2007.] Saatavissa:
http://www.suominen.fi/index.php?lang=fin&act=sc&tag=kk_first
- 19 Suominen kuitukankaat Oy, Katkojen vähentäminen. [sähköinen dokumentti.] 9.7.2007.
- 20 Suominen Kuitukankaat Oy, Kelakone ohjeistus 07. [sähköinen dokumentti.] 22.5.2007.
- 21 Suominen Kuitukankaat Oy, perehdytys aineisto. [sähköinen dokumentti.] 15.5.2007.
- 22 Suominen Kuitukankaat Oy, Umbrella. [sähköinen dokumentti.] 24.5.2007.
- 23 Tampereen teknillinen yliopisto. [www-sivu]. [viitattu 28.6.2007.] Saatavissa:
<http://www.tut.fi/public/index.cfm?mainsel=3591&sel=3749&show=3349&siteid=66>
- 24 Tekstiili ja vaatetusteollisuus ry, Finatex. [www-sivu]. [viitattu 28.5.2007.] Saatavissa: <http://www.finatex.fi/finatex.html>