

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tekstiili- ja vaatetustekniikka
Johanna Valkonen

Opinnäytetyö

Loimausprosessien optimointi

Työn ohjaaja DI Jukka Nurmiaho
Työn tilaaja Ahlstrom Glassfibre Oy, Mikkeli, valvoja DI Minna Peltola
Tampere 6/2009

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tekstiili- ja vaatetustekniikka

Tekijä	Johanna Valkonen
Työn nimi	Loimausprosessien optimointi
Sivumäärä	28
Työn valmistumiskuukausi ja vuosi	6/2009
Työn ohjaaja	DI Jukka Nurmiaho
Työn tilaaja	Ahlstrom Glassfibre Oy, Mikkeli, valvoja DI Minna Peltola

TIIVISTELMÄ

Opinnäyteyössä optimoitiin Ahlstrom Glassfibren Mikkelin tehtaan loimausprosesseja sekä nauhaloimauksessa että leveänä loimauksessa. Tarkoitus oli tehostaa loimauksen materiaalin- ja ajankäyttöä sekä työskentelytapoja.

Työtä varten laskettiin nauhaloimauksessa tehtävien loimitukkien tiheydet ja selvitettiin lankamäärät. Niiden avulla voitiin laskea tehokkaimmat tukkien muodostustavat isommalla lankaraamilla. Leveänä loimauksen optimoimista varten täytyi kartoittaa tukki-versiot, tukkiaihioiden määrä ja tukkien menekki tuotannossa. Näiden tietojen avulla tehtiin loimaussuunnitelma.

Työssä on käytetty muutamien lyhyiden haastattelujen lisäksi laskennallisia menetelmiä tulosten saamiseksi. Tutkimusmenetelmiä tarkasteltaessa suoranaisesti sopivaa menetelmää ei löytynyt. Lähtötiedot ovat peräisin Ahlstromin Mikkelin tehtaan työntekijöiltä ja toimihenkilöiltä sekä tietokannoista.

Tuloksista nähdään uuden raamin kannattavuus nauhaloimauksessa sekä leveänä loimauksen suunnitelmallisuuden työtä tehostava vaikutus. Tulevaisuudessa yritys voi käyttää näitä tietoja hyväksi kehittäessään loimausyksikön tuottavuutta.

Opinnäytetyön luvut 5 ja 6 sekä liitteet ovat luottamuksellisia, joten ne eivät ole luettavissa julkaistavassa versiossa. Opinnäytetyön luottamuksellinen aineisto on salainen 5 vuotta.

Avainsanat loimaus, loimitukki, optimointi

Writer	Johanna Valkonen
Thesis	Optimization of warping processes
Pages	28
Month and Year of Completion	6/2009
Thesis Supervisor	MSc Jukka Nurmiäho
Co-operating Company	Ahlstrom Glassfibre Ltd, Mikkeli Plant, supervisor MSc Minna Peltola

ABSTRACT

This thesis describes the optimization of warping processes in Ahlstrom Glassfibre Ltd. at Mikkeli. The purpose of the thesis was to enhance the material planning and the usage of working time in the warping unit.

In sectional warping process the densities and the number of yarns per beam were examined to find out the optimal ways to manufacture the beams when using a planned bigger frame. In direct warping the beam versions, the number of blank beams and the beam consumption in the production were determined. The warping plan was made with help of this information.

The thesis was carried out using computational methods and short interviews. Initial data is from the employees and the database of Ahlstrom.

As a result the thesis shows that the sectional warping process would benefit from the use of a bigger frame. The direct warping unit could produce beams more effectively when the working methods are enhanced. The company can utilize this information when developing the productivity of the warping unit.

Chapters 5 and 6 and the appendices contain confidential information so they cannot be shown in the public version. Confidential material is kept classified for five years.

Alkusanat

Opinnäytetyö tehtiin Ahlstrom Glassfibre Oy:n Mikkelin tehtaan toimeksiantona keväällä 2009. Lähtötiedot laskennallisia suunnitelmia varten kerättiin Mikkelissä. Työn valvojana yrityksessä toimi kehitysinsinööri DI Minna Peltola ja ohjaajana koulutuspäällikkö DI Jukka Nurmiaho.

Haluan kiittää Ahlstrom Glassfibre Oy:tä mielenkiintoisesta aiheesta ja mukana olleita työntekijöitä tietojen ja ideoiden antamisesta. Erityiskiitos kuuluu Minna Peltolalle, joka opasti, neuvoi ja vastaili loputtomiin kysymyksiini. Kiitän myös Jukka Nurmiahoa työn ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää lähipiiriäni jatkuvasta kannustuksesta ja tuesta.

Tampereella 1. kesäkuuta 2009

Johanna Valkonen

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO.....	6
2 AHLSTROM OYJ.....	7
2.1 HISTORIA	7
2.2 NYKYPÄIVÄ	7
3 LASIKUITULUJITTEET.....	9
3.1 LASIKUITU	9
3.2 LASILUJITTEET	10
3.2.1 Multiakksiaalit	10
3.2.2 Kudotut tuotteet.....	11
3.2.3 Käyttökohteet.....	12
4 LOIMAUKSEN TEORIA.....	13
4.1 RAAMI	14
4.1.1 Raamin merkitys.....	14
4.1.2 Erilaiset raamityypit.....	14
4.2 LEVEÄNÄ LOIMAUS	17
4.3 NAUHALOIMAUS	17
4.4 MUUT KUTOMON ESITYÖT	19
4.5 LOIMAUKSEN LAADUNTARKKAILUN MAHDOLLISUUKSIA.....	19
5 NAUHALOIMAUKSEN OPTIMOINTI.....	22
6 LEVEÄNÄ LOIMAUKSEN OPTIMOINTI.....	22
7 TULOSTEN TARKASTELU JA ARVIOINTI	23
7.1 NAUHALOIMAUS	23
7.2 LEVEÄNÄ LOIMAUS	24
8 YHTEENVETO	27
LÄHTEET.....	28

1 JOHDANTO

Tämä työ käsittelee Ahlstrom Glassfibre Oy:n Mikkelin tehtaan loimausprosessien optimointia. Yritys on tähän mennessä loimitukkeja loimannut leveänä sekä nauhana silloin, kun niitä on tarvittu. Tämä tapa on koettu melko tehottomaksi, joten enemmän kuormitettu leveänä loimaus pyritään järjestämään niin, että loimitukkeja tehtäisiin varastoon, jolloin loimauksen kulku saataisiin tehokkaaksi. Lisäksi materiaalihukkaa pyritään pienentämään ja tähän tarvitaan loimauksen suunnittelua etukäteen.

Nauhaloimaukseen on hankinnassa uusi, isompi lankaraami, jolloin loimausprosessi nopeutuu. Uuden raamin myötä käsitellään lankanauhojen teko ja lankapuolien käyttö optimaalisemmaksi. Työn tavoitteena nauhaloimauksen osalta oli selvittää, kuinka tukit saataisiin tehtyä mahdollisimman tehokkaasti ja vähällä materiaalihukalla.

Leveänä loimauksessa valmistetaan useita erilaisia tukkityyppejä ja työssä on pyritty yhdistämään niiden lankalukuja niin, että tukkityyppien määrä vähenisi. Lisäksi tukkien tekojärjestys mietittiin menekin mukaan, jotta tukit voidaan tehdä ilman turhia lankapuolien vaihtoa mahdollisimman nopeasti. Eri lankamäärät aiheuttivat, että lankapuolista jäi paljon lankaa jäljelle. Lisäksi jäämät olivat hyvin erimittaisia eikä niitä voida hyödyntää tehokkaasti.

Työssä keskityttiin tehostamaan loimausprosessia laskennallisesti, joten lopputulosten testaaminen jää käytännössä yrityksen vastuulle työn valmistumisen jälkeen. Lisäksi työn taloudellinen osuus jää yrityksen tarkasteltavaksi.

2 AHLSTROM OYJ

2.1 Historia

Antti Ahlström perusti Ahlstrom Oyj:n vuonna 1851. Tuolloin yhtiön toiminta koostui puukaupasta, kuljetuksesta ja sahasta. (Glass nonwovens... 2008; Ahlstrom 2009)

Perustajansa kuoleman jälkeen yhtiö jatkoi toimintaansa ja perusti tuotantolaitoksia eri puolille Suomea 1900-luvun alkupuolella. Vuonna 1931 Ahlstrom oli Suomen suurin teollinen yritys yli 30 tuotantoyksiköllä ja yli 5000 työntekijällä. 1963 Ahlstrom osti enemmistön italialaisesta Cartiere Bosso S.p.A:sta ja oli näin ensimmäinen suomalaisyritys, joka teki merkittävän yritysoston ulkomailla. (Glass nonwovens... 2008; Ahlstrom 2009)

Ahlstrom laajeni tämä jälkeen huomattavasti kansainvälisille markkinoille. Vuonna 1985 työntekijöistä 17 prosenttia työskenteli ulkomailla ja vuonna 1998 tämä määrä oli jo 73 prosenttia. Tänä päivänä Ahlstrom on maailman suurin erikoispaperien ja nonwoven-tuotteiden tuottaja yli 40 tuotantolaitoksella ja yli 6500 työntekijällä kuudessa maanosassa. (Glass nonwovens... 2008)

2.2 Nykypäivä

Ahlstromin erikoispapereihin kuuluu mm. etikettipaperit, julisteet, elintarvikepakkaukset sekä lattialaminaattien osat. Nonwoven-tuotteiden puolelta mainittakoon suodatinpaperit ja -kankaat, erilaiset pyyhintäliinat, leikkaussalitakit ja jopa teepussit. (Glass nonwovens... 2008)

Ahlstrom Glassfibre Oy on osa Ahlstrom Oyj:tä ja koostuu Mikkelin ja Karhulan tehtaasta Suomessa sekä Bishopvillen tehtaasta Yhdysvalloissa ja Tverin tehtaasta Venäjällä. Lasikuitulujitteet ovat Ahlstrom Oyj:n suurin markkina-alue. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)

Lasikuitutuotteet tehdään pääosin Ahlstromin omasta lasikuidusta, osassa tuotteita käytetään tikkauslankana polyesteriä. Tuotteet ovat rullatavaraa, jota yrityksen asiakkaat käyttävät erilaisiin sovelluksiin. Mikkeliissä valmistetaan lasilujitteita multiakiaalitekniikalla sekä kutomalla. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritys esittely, Ahlstrom Glassfibre Oy)

3 LASIKUITULUJITTEET

Ahlstrom Glassfibre Oy:n päätuote on lasikuitu, jota valmistetaan Karhulan tehtaalla. Luvussa kerrotaan yleisesti lasikuidusta, sen valmistuksesta ja ominaisuuksista sekä Ahlstromin lasikuidusta valmistamista tuotteista.

3.1 Lasikuitu

Lasikuitua valmistettiin ensimmäisen kerran 1770-luvulla jäljittelemään silkkiä, mutta nykyisen kaltaista jatkuvaa lasikuitua alettiin valmistaa 1930-luvulla. Lasi on epäorgaaninen tekokuitu, josta käytetään lyhennettä GF. (Boncamper 2004, 333–334; Airasmaa, Kokko, Komppa & Saarela 1991, 102)

Lasikuidun valmistukseen tarvitaan kvartsihiekkää ja muita epäorgaanisia aineita. Nämä sulatetaan yhtenäiseksi massaksi. Tästä syntyvä kova ja hauras massa jäähdytetään lasikuuliksi valmistusprosessia varten. Lasikuitu valmistetaan puhaltamalla tai vetämällä lasimassasta kuituja. Myös lasisauvaa voidaan venyttää kuiduksi ja sulasta lasimassasta voidaan keskipakovoimaa hyväksikäyttäen saada lasivillaa. (Boncamper 2004, 332, 334)

Tarkemmin lasikuidut ovat alumiini-, kalsium- ja magnesiumborosilikaatteja. Lasikuituja on monenlaisia sekä koostumukseltaan että ominaisuuksiltaan ja useisiin eri käyttökohteisiin. Vanhin lasikuitutyyppe on A-lasi (alkali glass), joka on ns. soodakalkkilasia. Siitä valmistetaan ikkuna- ja pakkauslasia. (Boncamper 2004, 332; Airasmaa ym. 1991, 103)

C-lasi (chemically resistant glass) on käytössä erityisesti happamissa olosuhteissa, kuten korroosionkestävissä lujitemuovituotteissa. D-lasi on kemiallisesti kestävä ja sitä käytetään kemikaalien suodattimiin. K-lasia käytetään betonin lujitekuituna ja se kestää hyvin emäksiä. (Boncamper 2004, 333; Airasmaa ym. 1991, 103)

S-lasi (high strength glass) ja R-lasi on kehitetty erityisesti lentokoneteollisuutta varten, mutta ne ovat kalliita, joten niitä ei käytetä laajemmin. AR-lasi on (alkali resistant glass) on alkalinkestävä ja kehitetty sementin lujittamiseen. T-lasi on japanilainen, S-lasin tyyppinen lasikuitu. (Boncamper 2004, 333; Airasmaa ym. 1991, 103)

Ahlstrom Glassfibre käyttää tuotteissaan E-lasia (electrical glass), joka onkin yleisin lujitteissa ja muissa tuotteissa käytetty lasikuitu. Lujitemuovit ovat puolestaan suurin lasikuidun käyttöalue. (Boncamper 2004, 333; Airasmaa ym. 1991, 103)

Lasikuidut kestävät lämpöä, eivät pala ja useimmiten myös niiden kemiallinen kesto on hyvä. Tämän vuoksi ne sopivat mainiosti lujitteisiin. Lasikuitu sopii myös autonrenkaiden tukikudoksiksi ja syövyttävien kaasujen ja nesteiden suodattimiksi. Muita käyttöalueita ovat PVC-matot ja -tapetit. (Boncamper 2004, 334–335; Airasmaa ym. 1991, 104)

Varsinaisina tekstiilimateriaaleina lasia käytetään esimerkiksi julkisten tilojen verhoihin, tapetteihin ja pöytäliinoihin hyvän palonkeston vuoksi. Ainoaksi huonoksi puoleksi voi lukea niiden suhteellisen korkean massan. (Boncamper 2004, 335)

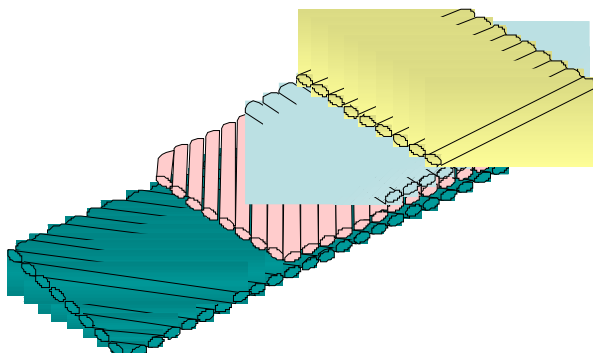
3.2 Lasilujitteet

3.2.1 Multiakksiaalit

Multiakksiaalit valmistetaan kerroksiin, joita voi olla yhdestä neljään. Yksi kerros muodostuu samaan suuntaan kulkevista lasikuitukimpuista ja yksi kerros on aina samansuuntainen kulkusuuntaan nähden, esimerkiksi 45 astetta. Kaikki kerrokset ovat erisuuntaisia toisiinsa verrattuna, jolloin rakenteeseen saadaan halutut ominaisuudet joka suuntaan. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritysesittely, Ahlstrom Glassfibre Oy)

Multiakksiaalirakenteessa lanka ei polveile, mikä parantaa rakenteen fyysisiä ominaisuuksia verrattaessa esimerkiksi kudontaan. Esimerkki multiakksiaalirakenteesta on

kuviossa 1 ja siitä nähdään, että kaikki kerrokset ovat erisuuntaisia. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)



Kuvio 1. Multiakksiaalirakenne (Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)

Multiakksiaalirakenne ei pysy koossa ilman sitovaa tekijää, joten se tikataan yhtenäiseksi. Tässä käytetään loimineulontatekniikkaa, jolloin rakenteen läpi pituussuuntaan neulotaan loimineulosilmukoita. Loimineuloslangat tulevat loimitukilta. Lisäksi multiakksiaalirakenteeseen voidaan lisätä katkottua lasikuitua, joka syötetään rakenteen päälle ennen tikkausta. (Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)

3.2.2 Kudotut tuotteet

Kutominen tapahtuu perinteisillä kutomakoneilla sekä lintuniisikutomakoneilla, materiaalina vain käytetään lasia. Lisäksi loimilanka tulee joissain tapauksissa suoraan raamista, jolloin loimausta ei ole ollenkaan tehty. Erilaisia tuotteita tehdään kutomalla leveillä ja kapeilla kutomakoneilla. Kudottuihin tuotteisiin voidaan laittaa lisäksi pinnoite ja käsittelyominaisuuksia saadaan muunneltua käyttämällä erilaisia sidoksia. Yleisin käytetty sidos on palttina, joka on melko jäykkä ja stabiili sidos. Toimikas ja satiini ovat muotoutuvampia; tätä ominaisuutta voidaan käyttää hyväksi joissakin tuotteissa. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)

Lisäksi valmistetaan myös nk. Combiflow-tuotteita, jotka koostuvat kahdesta katkokuiterkerroksesta, joiden välissä on huokoinen kerros. Tämä rakenne muotoutuu hel-

posti ja on siis monikäyttöinen useissa eri sovelluksissa. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)

3.2.3 Käyttökohteet

Ahlstromin multiakksiaali-tuotteiden yksi tärkeimmistä käyttökohteista on tuulivoimallisuus. Myös vene- ja laivarakenteet ovat suuri käyttöalue. Lisäksi urheiluvälineistä löytyy multiakksiaalirakennetta. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)

Kudottuja lasirakenteita käytetään myös veneteollisuudessa ja lisäksi niitä menee mm. piippujen ja säiliöiden korroosionkestäviin osiin sekä säiliöiden paneeleihin. Yhdistelmätuotteita käytetään veneiden laminaattirakenteisiin, tuuliturbiinin siipiin ja moottorinpäällysteisiin sekä antikorrosiotuotteisiin. (Glass nonwovens... 2008; Mikkelin yritysesitys, Ahlstrom Glassfibre Oy)

4 LOIMAUKSEN TEORIA

Loimaus on tärkeä, mutta ei välttämätön osa kutomista. Kutominen voidaan periaatteessa suorittaa ilman loimausta suoraan raamista esimerkiksi nauhakudonnassa tai joissakin erikoiskudonnoissa. Tämä tapa vie huomattavasti enemmän tilaa. (Nurmiaho 2006)

Loimauksella saadaan jatkuva oikea lankapituus tukille, lankojen lukumäärä oikeaksi ja niiden jännitykset halutunlaisiksi. Lisäksi loimilangat pysyvät järjestyksessä ja loimitukin leveys saadaan säädettyä halutuksi. Katkokuitulankojen heikot kohdat myös poistuvat loimauksessa, sillä ne katkeavat eivätkä joudu kudontaan heikkoina. (Nurmiaho 2006; Ormerod & Sondheim 1995, 60)

Loimaukseen tarvitaan loimiraami ja loimauskone. Koneita on kahta eri mallia, leveänä loimaukseen ja nauhaloimaukseen. (Nurmiaho 2006)

Loimauksen laatu on erittäin tärkeää. Tukin tehokas mitoitus on mahdotonta, elleivät kaikki langat ole sopivalla kireydellä ja suorassa. Lisäksi loimauksessa langan nopeus on useita satoja metrejä minuutissa, joten tämänkin vuoksi lankojen oikea kulku laitteissa on tärkeää. Loimauksessa tapahtuvat virheet ovat lähes mahdottomia korjata enää kutomakoneella. (Nurmiaho 2006; Ormerod & Sondheim 1995, 61)

Loimausta voidaan tehostaa pitämällä kahta raamia ja yhtä loimauskonetta. Tällöin loimauskonetta voidaan siirtää raamilta toiselle ja samaan aikaan toinen raami voidaan purkaa ja täyttää seuraavaa tukkia varten. Tätä käytetään loimauksen tehostamiseksi, kun kyseessä on kiinteät raamit. Muut raamimallit saadaan täytettyä loimauksen aikana. (Nurmiaho 2006)

4.1 Raami

4.1.1 Raamin merkitys

Raami on tärkeä osa loimausprosessia. Se on lankateline, jossa langat pysyvät järjestyksessä, ja se myös säätää lankojen kireyttä ja ohjaa niiden kulkua. Jokaiselle langalle säädetään perusjännitys. Raamin mallin ja tekniikan mukaan lankaa voidaan säätää erikseen myös kesken loimauksen. Myös etu- ja takaosaa säädetään erikseen, sillä takaosasta tulevat langat ovat eri kireydellä kuin etuosasta tulevat. (Nurmiaho 2006)

Raameja on hyvin erikokoisia ja niiden koko ilmoitetaan lankapuolien paikkalukuna, esimerkiksi 180 paikkaa tai 1100 paikkaa. Raamiin mahtuu määritellyn kokoinen lankapuola, joten liian isoa puolaa ei voi käyttää. Raameissa on lisäksi järjestyksessä numeroitua paikat, joiden avulla lankojen paikantaminen ja laskeminen helpottuu. (Nurmiaho 2006)

Raameja on erilaisia eri käyttökohteisiin, sillä lankamateriaalit ja -tiheydet sekä lopulliset sovellukset määrittävät parhaan mahdollisen raamin. Raamimallit ovat kiinteä raami, ketjuraami, vaunuraami, makasiiniraami ja automaattinen raami. (Nurmiaho 2006; Ormerod & Sondheim 1995, 61)

Tällä hetkellä Ahlstromin Mikkelin tehtaan nauhaloimauksen raamissa on noin 120 paikkaa ja siinä on käytössä rullajarrut. Hankinnassa olevassa raamissa on käytössä uutta tekniikkaa ja sen paikkaluku on 180. Leveänä loimauksessa on käytössä 560-paikkainen raami, josta käytetään enimmillään 505 paikkaa. Tämä raami on uudenaikaisempi ja siinä on käytössä lautasjarrut. (Jauhiainen 2009; Peltola 2009)

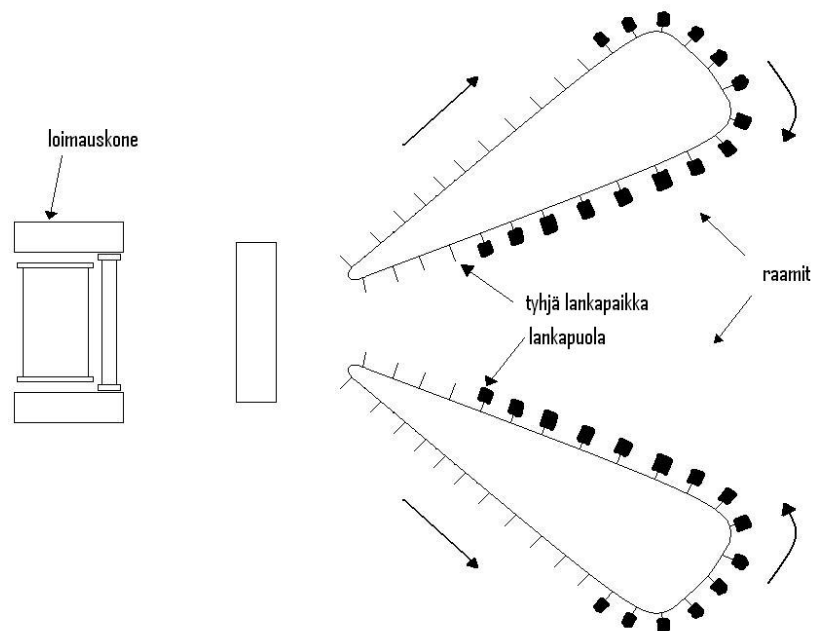
4.1.2 Erilaiset raamityypit

Kiinteä raami on raamin perusmalli, jossa lankapuolat ovat kiinteästi raamissa. Loimauskonetta ei voi sen vuoksi käyttää, kun lankapuolia vaihdetaan. (Nurmiaho 2006)

Tämä onkin huono puoli, joka hidastaa loimausta huomattavasti, sillä täyttö vie raamin

koon mukaisesti suhteellisen paljon aikaa. Hintansa puolesta tämä malli on varmasti halvin, sillä siinä ei ole puolienvaihtotekniikkaa. Raami sopii sellaiseen loimausyksikköön, jonka kuormitus ei ole suuri.

Ketjuraami toimii nimensä mukaisesti ketjuna. Raami on kuvion 2 mukaisesti V:n muodossa kahdessa eri ketjussa ja puolat voivat liikkua V:n sakaroiden toiselle puolelle eli täyttöasemaan, jossa purku ja täyttö tapahtuvat. Ketjun sisäpuolta kutsutaan ajoasemaksi. Lankapuolien vaihto voidaan suorittaa loimauskoneen ollessa käynnissä. (Nurmiaho 2006; Ormerod & Sondheim 1995, 61)



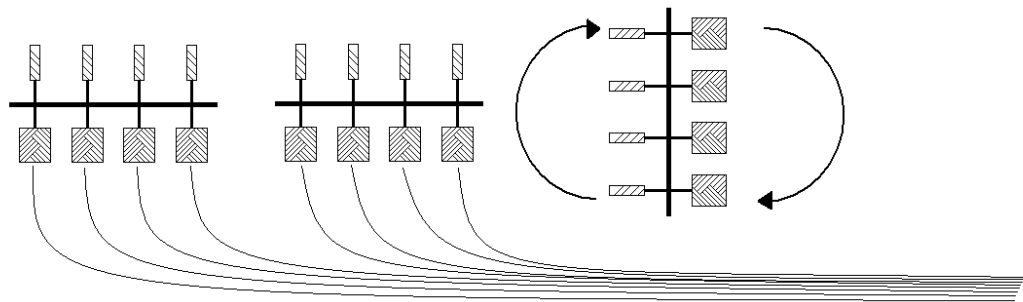
Kuvio 2 Ketjuraamin toimintaperiaate

Tämän mallin huonona puolena voi olla se, että kaikki lankapuolat täytyy vaihtaa kerralla, tai muuten ketjua joutuu siirtämään edestakaisin kesken loimauksen. Mikäli loimauksessa käytetään monia erilaisia tukkiversioita (eri lankalukuja), tämä malli ei ole paras vaihtoehto, sillä silloin lankapuolaa jää paljon käyttämättä. Sen sijaan samankokoisille loimitukeille ketjuraami on todella hyvä vaihtoehto.

Vaunuraameja on monia eri versioita, mutta perusideana ovat irtonaiset osat, jotka voidaan viedä täytettäväksi raamin ulkopuolelle ja tuoda täysinä takaisin. Koneessa on tarkat väylät ja rakenteet vaunuja varten. Tekniikka on melko vaativaa, joten tämä systeemi-

mi myös maksaa. Samaan kategoriaan kuuluu myös raami, jossa kokonainen yksikkö voidaan kääntää vaihdettaessa puolia. Tämä on hyvin samantapainen menetelmä kuin joissakin makasiiniraameissa. (Nurmiaho 2006; Ormerod & Sondheim 1995, 63)

Makasiiniraamiksi kutsutaan yleisesti raamia, jossa on raamin täyttömahdollisuus loimauksen aikana. (Nurmiaho 2006) Ahlstromilla käytetään luonnissa makasiiniraameja, jotka on jaettu yksiköihin. Kaikille lankapaikoille on raamin ulkopuolella parit, joita voidaan täyttää samalla, kun loimaus on käynnissä. Yksiköt kääntyvät itsensä ympäri, joten kun lanka loppuu puolilta, voidaan yksikkö kääntää ja täydet rullat ovat valmiina jatkamaan loimausta. Tätä makasiiniraamimallia kutsutaan kääntöraamiksi ja sen toimintaperiaate näkyy kuviossa 3. Kuviossa kapeat palikat ovat tyhjentyneitä lankapuolia ja paksut täysiä, jotka on vaihdettu loimattavaksi.



Kuvio 3 Makasiiniraamin toimintaperiaate yläpuolelta kuvattuna

Automaattiseksi raamiksi kutsutaan sellaisia raameja, joissa käytetään uudenlaista automatiikkaa. Esimerkiksi langan jatkaminen ja pujotus voi tapahtua automaattisesti. Muissa malleissa loimauskone täytyy aina pysäyttää uusien puolien paikalleen laittamista varten, mutta automaattiraamilla loimauskone käy periaatteessa koko ajan ilman keskeytyksiä. Korjaustöiden ajaksi kone täytyy tietenkin pysäyttää. (Nurmiaho 2006; Ormerod & Sondheim 1995, 65–66)

4.2 Leveänä loimaus

Leveänä loimaus eli suorana loimaus tapahtuu niin, että langat loimataan suoraan oikeaan leveyteen. Raami täytetään loimaussuunnitelman mukaisesti ja langat kulkevat järjestyksessä ohjainten ja kaiteen läpi tukille. Lankalukumäärä on alusta asti oikea. (Nurmiaho 2006)

Mikäli loimitukissa tulee olla esimerkiksi 5000 lankaa, mutta raamissa on vain 500 paikkaa, ei tukkia saada tehtyä oikealla lankaluvulla. Tällöin tehdään kymmenen tukkia, joissa on 500 lankaa. (Nurmiaho 2006) Ahlstromilla käytetään osassa koneita kahta tai jopa kolmea leveänä loimattua tukkia rinnakkain.

Usein lankapituuden tulee olla tarkka, koska lankojen määrä ja paksuus määräävät sen, paljonko lankojen pituutta voi tukilla olla. Tätä varten on kehitetty automaattisia laskentavälineitä, jotka laskevat lankamäärän tukilla ja jopa pysäyttävät koneen automaattisesti, kun lankaa on tarpeeksi. Tällaisia mittausvälineitä on mm. laser, joka mittaa tukin halkaisijan ja laskee sen perusteella lankamäärän. Ahlstromilla käytössä on myös tunustelijavalssi, joka laskee, kuinka paljon sen ohi kulkee lankaa. Nämä eivät ole täysin absoluuttisia mittausvälineitä, sillä esimerkiksi näiden kahden laskentavälineen ilmoittamat määrät voivat heitellä paljonkin. (Jauhiainen 2009)

Kun tukki on valmis, lankojen päät teipataan järjestykseen ja tukki voi lähteä seuraavaan työvaiheeseen.

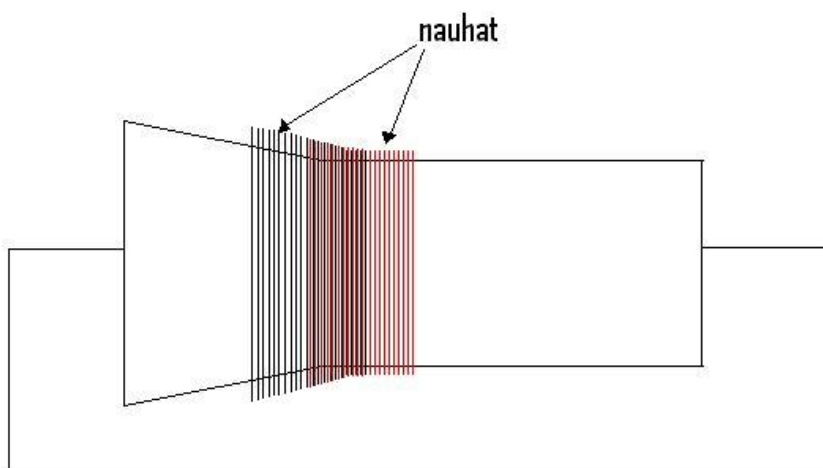
4.3 Nauhaloimaus

Nauhaloimauksessa loimitukki tehdään osista, joita kutsutaan nauhoiksi. Nauhat loimataan yksi kerrallaan ja yhdistetään myöhemmin yhdeksi loimitukiksi. Nauhat tehdään oikealla tiheydellä kartioluomakoneella, joka näkyy kuviossa 4. Nauhaloimauksen hyöty leveänä loimaukseen verrattuna on pienempi tilan- ja puolatarve, sillä raamin ei tarvitse olla lähellekään niin suuri kuin leveänä loimauksessa. Nauhaloimausta käytetään muun muassa monivärisillä loimilla. (Nurmiaho, luentomateriaali 2006; Nurmiaho 2006; Ormerod & Sondheim 1995, 76)

Langat kulkevat raamilta ohjainten, jarrujen ja ristoskaiteen läpi varsinaiselle kaiteelle ja siitä valssin kautta rummulle. Ohjainten ja ristoskaiteen tarkoitus on pitää langat järjestyksessä ja suorassa niiden mennessä kaiteelle. Ristoskaiteen avulla tehdään myös ristimys jokaisen nauhan loppuessa, jotta langat pysyvät järjestyksessä seuraavaa työvaihetta varten. Lankajarrut säätävät lankojen kireyttä. Langat ovat hyvin kireällä nauhan luontivaiheessa, jotta ne eivät pääse lipeämään mihinkään suuntaan. Kaide puolestaan määrää lankojen tiheyden. (Jauhiainen 2009)

Nauhat koostuvat tietyistä lankamäärästä tietyllä tiheydellä, joka määräytyy valmistettavan tuotteen mukaan. Nauhaluonti alkaa siten, että nauha kiinnitetään rummulla olevaan kiinnikkeeseen. Kaiteen ja rummun välissä oleva valssi auttaa kohdistamaan nauhan kartio-osan juureen. (Käyttöohje)

Tämän jälkeen rumpu pyörittää nauhan valmiiksi niin, että se muodostuu osittain kartio-osan päälle. Seuraava nauha aloitetaan samalla tavalla edellisen vierestä. Se muodostuu osittain edellisen nauhan päälle, kuten kuviossa 4 on esitetty. Jokaisen nauhan pää kiinnitetään teipeillä tai solmuilla, jotta langat eivät karkaa. Tähän on eri menetelmiä materiaalien mukaisesti, lasia ei haurautensa vuoksi voi solmia. (Jauhiainen 2009)



Kuvio 4 Kartioluomakoneen periaate, jossa kaksi valmistettua nauhaa.

Kun nauhoja on tehty tarpeeksi vastaamaan haluttua lankamäärää, tehdään tukitus. Jokaisen nauhan pää kiinnitetään leveälle tukkiaihiolle ja ahiota pyöritetään kuten leveänä loimauksessa. Nauhat asettuvat vierekkäin tukille. Tukkien leveys vaihtelee, käytössä on tukkiaihiota, joissa päätylaippojen etäisyyttä toisistaan voidaan säätää pyörittämällä. Näin ei tarvita jokaiselle leveydelle tukkiaihiota erikseen. (Jauhiainen 2009; Nurmiaho 2006)

4.4 Muut kutomon esityöt

Kutomossa tehtävät muut esityöt vaikuttavat loimauksen laatuun ja sen jälkeen tapahtuviin työvaiheisiin. Lankojen puolaus (vain katkokuiduille) voidaan tehdä samassa tuotantolaitoksessa tai tilata valmiiksi puolatut langat muualta. Liistaus eli lankojen liisteröinti kovettavalla liima-aineella tehdään yleensä samassa yksikössä loimauksen kanssa. (Nurmiaho 2006)

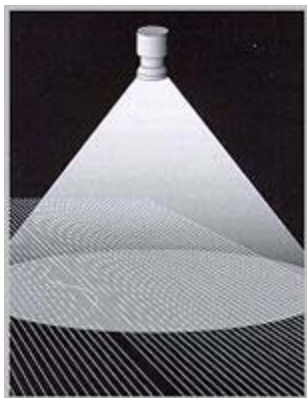
Ahlstromilla liistausta ei tehdä ollenkaan, sillä lasilanka ei tarvitse kovettavaa liimaa, jota esimerkiksi puuvilla kaipaa kestääkseen kutomisen rasituksen. Leveänä loimauksessa käytettävää polyesteriä ei myöskään tarvitse liistata, sillä se on interminglattu eli paikoin kiharrettu. Interminglaus tapahtuu puhaltamalla ilmaa lankaan, jolloin se sotkeutuu itsensä kanssa. Erona ilmakiharukseen on se, että interminglattu lanka on kiharrettu tietyistä kohdista, kun taas ilmakiharrettu lanka on kihara koko matkalta.

4.5 Loimauksen laaduntarkkailun mahdollisuuksia

Ahlstromilla ei tällä hetkellä ole muita loimauksen laatua tarkkailevia ja parantavia laitteita kuin raamin omat langanvartijat. Lisäksi loimauskoneen siksak-kaiteen edessä oleva ionisaattori tasaa sähköstaattista jännitystä ja antaa langoille varauksen, jolloin ne eivät sekoitu keskenään. Tässä on esitelty muutamia vaihtoehtoja, joita loimauksessa voidaan käyttää näiden menetelmien lisäksi.

Loimauksen laadun parantamiseen on olemassa valvontalaitteita mm. langan katkeamisen varalta, langassa olevien ylimääräisten kuitukimppujen varalta sekä lankajännityksen seuraamiseen. Laitteet reagoivat kaikkiin virheisiin koko lankakentältä ja pysäyttävät laitteen kulun virheen havaitessaan. (Protechna)

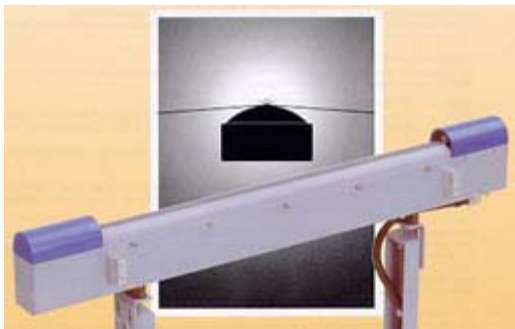
Langan katkeamiseen valmistettujen valvontalaitteiden reagointi voi olla valmistajasta ja mallista riippuen joko löystyneen langan huomaaminen laserin avulla, lankakentässä olevan kolon huomaaminen tai väärän lankamäärän havaitseminen. Laitteet ovat herkkiä, jotta pienimmätkin virheet huomataan. Kuviossa 5 oleva Camscan-laite havaitsee juuri nämä lankakenttään muodostuvat olot. (Protechna)



Kuvio 5 Camscan havaitsee lankakenttään langan puuttumisesta muodostuvat kolot (Protechna 2009)

Langan virheitä tarkkaileva kone toimii myös koko lankakentän leveydellä. Sen tarkkailupäät eivät herkisty sähkömagneettisille vaikutteille, sillä niiden sisällä ei ole elektroniikka osia. Näin esimerkiksi langan sähköistyminen ei ole tässä kohtaa ongelma. (Protechna)

Laitteissa käytetään mm. optisia tunnisteita ja tietokonetta, joka rekisteröi virheet ja paikantaa lankarullan, josta virhe on yleensä peräisin. Näin virhe saadaan korjattua mahdollisimman pian ja nopeasti. Lisäksi käytetään valoaltoja havaitsemaan virheitä, kuten kuviossa 6 olevassa Warpstop-laitteessa. Laitteet voidaan asentaa juuri oikeisiin asentoihin ja paikkoihin, jotta ne palvelevat mahdollisimman hyvin kaikkia käyttäjiä. (Protechna)



Kuvio 6 Warpstop-laaduntarkkailulaite (Protechna 2009)

Tensoscan mittaa lankajännityksiä automaattisesti ja jokaiselle yksittäiselle langalle luonnin aikana. Kone ilmoittaa selkeästi havaitun väärän jännityksen ja voi pysäyttää prosessin välittömästi. Nopea reagointi minimoi pituusvirheet ja parantaa tuottavuutta. Kuva Tensoscan-laitteesta on kuviossa 7. (Protechna)



Kuvio 7 Tensoscan-langanjännitysmittauslaite (Protechna 2009)

Laitteiden on myös otettava huomioon itse tuote, joten tekstiiliin ja lankaan ei saisi tulla merkittäviä jälkiä valvontalaitteista. Myös laitteiden käytettävyys otetaan huomioon. Työntekijän on pystyttävä käyttämään laitteita ilman suurempia vaikeuksia ja tuotannon hidastumista. (Protechna)

5 NAUHALOIMAUKSEN OPTIMOINTI

6 LEVEÄNÄ LOIMAUKSEN OPTIMOINTI

7 TULOSTEN TARKASTELU JA ARVIOINTI

7.1 Nauhaloimaus

Nauhaloimauksen optimoinnissa saatiin hyviä tuloksia ja mikäli uusi raami hankitaan, työ nopeutuu ja lankojen käyttö paranee, kun lankapuolille ei jää niin paljon ylimääräistä lankaa. Lisäksi loimaajien työ tehostuu, kun tukkien läpimenoaika pienenee.

Vanhalla raamilla ei paikkaluvun vuoksi ole voitu tehdä leveämpiä nauhoja. Uuden raamin myötä nauhojen määrä varsinkin tiheämmissä tukeissa vähenisi ja loimausprosessia saataisiin nopeutettua. Kuten taulukosta 1 huomataan, kaikkien tuotteiden loimaus ei nopeudu. Kuitenkin suurimmalla osalla tukeista nauhamäärä pienenee huomattavasti, parhaassa tapauksessa jopa puolittuu. Tämä vähentää työskentelyaikaa sekä vähentää loimauskoneen käyttöä vähintään 17,5 %, joten uuden raamin hankkiminen tehostaisi nauhaluontia huomattavasti.

Lisäksi taulukosta 1 huomataan, että suurimmassa osassa tukkeja myös nauhojen muodostus on parempi. Useassa uudella raamilla tehtävässä tukissa nauhat ovat samanlaisia, joten loimaajan ei tarvitse nauhan vaihtuessa poistaa lankoja. Toki joissakin tuotteissa joutuu tätäkin tekemään, mutta se koskee yleensä vain yhtä lankaa.

Tukkien pituuksia saatiin pääosin kasvatettua, mikä tehostaa työn kulkua. Tällöin ei tarvitse tehdä niin useita tukkeja ja niiden valmisteluja, joihin kuluu työaikaa. Tukit olisivat massansa puolesta saaneet olla pidempiäkin. Ainoastaan yksi tukki lyheni laskelmien tuloksena ja mikäli sitä tehdään jatkuvasti, on suunnitelmissa laskettu sillekin optimaaliset tukin pituudet sekä lankapuolien käyttö. 68 tex-lankaiset tukit eivät saaneet pituutta kovin paljon lisää.

Tukkien pituudet ovat laskelmien jälkeen optimaaliset langan kulumisen kannalta. Yhdet lankapuolat tukkia kohden mahdollistavat tukkien teon tarpeen mukaan, kun lankapuolat eivät ole sidoksissa seuraaviin tukkeihin. Tämä helpottaa usean erilaisen

lankalaadun käyttöä. Tällöin myös erilaisen lankalaadun siirtäminen leveänä loimauksesta olisi helppo toteuttaa eikä se veisi kapasiteettia enemmän kuormitetulta leveänä loimaukselta.

Ongelmia

Yksi ongelma tukkien pituuksissa on se, että lankapuolat eivät välttämättä tule tasapituuksina toimittajalta. Tämä aiheuttaa sen, että kun lankapuolien kulutus on laskettu tietyille metrimäärälle ja mikäli siitä poiketaan (varsinkin alaspäin), tukin viimeinen nauha jää vajaaksi.

Tämä ongelma voidaan poistaa tai ainakin minimoida siten, että selvitetään langan-toimittajalta puolien tekotapa ja lasketaan tietyistä puolamäärästä heittelyväli. Näin saadaan mahdollinen lankapuolan minimipituus, jota voidaan käyttää laskelmissa lankapuolan pituutena. Loput (keskimääräistä pidemmät) lankapuolat voidaan käyttää apulankoina.

7.2 Leveänä loimaus

Leveänä loimausta saatiin kehitettyä tukkien lankamääriä yhdistämällä ja tukkien tekojärjestyksen suunnittelemisella.

Lankamäärien yhdistäminen mahdollistaa osaltaan varaston ylläpitämisen. Varaston tuoma hyöty puolestaan näkyy koneilla, kun oikeanlaisen tukin voi käydä hakemassa varastosta. Lankamäärien yhdistämisellä saadaan myös loimaus tehokkaammaksi, sillä voidaan tehdä useita samanlaisia tukkeja peräkkäin. Tällöin ei tarvitse poistaa tai lisätä lankoja niin usein.

Varastoimismahdollisuus puolestaan antaa loimaukseen mahdollisuuden tehdä useita samanlaisia tukkeja peräkkäin. Tämä mahdollistaa lankapuolien optimaalisemman käytön, kun osaa puolista ei tarvitse poistaa puolityhjinä. Lisäksi puolia on tähän mennessä käytetty myös niin, että raamissa on useita eri tavalla kuluneita puolia ja kone on joutunut pysähtelemään puolien vaihdon vuoksi useaan kertaan. Tästä pysäh-

telystä päästään pois uusien loimaussuunnitelmien myötä. Vanha menetelmä on myös hidastanut loimaajien työtä, kun puolia on täytynyt koko ajan vahtia tyhjenemisen varalta ja vaihtaa eri aikaan.

Loimauskoneen v-kaiteen vaihto yhteen malliin nopeutti myös osaltaan loimaajien työtä ja työntekijät ovat olleet tyytyväisiä ratkaisuun. Lankapuolavaihdon toteutuminen materiaalintoimittajan vaihtuessa jää yrityksen päätettäväksi. Isompi lankapuola helpottaisi loimaajien työtä, kun lankapuolien vaihtoa ei tarvitse tehdä niin usein.

110 dtex-langan siirtäminen nauhaloimaukseen tulee kysymykseen vasta uuden raamin myötä. Tämä helpottaisi leveänä loimausta, sillä kaikki muut tukit tehdään 76 dtex-langalla. Nauhaloimauksessa käytetään jo nyt kolmea erilaista lankaa, joten yksi erilainen lankalaatu ei sekoittaisi yksikköä.

Työssä tarkasteltiin, riittääkö loimausyksikön kapasiteetti, kun tuotanto käy kolmessa vuorossa. Laskelmat on tehty täyden tuotannon kapasiteetin pyörittämiseen ja ne osoittavat, että mikäli loimausyksikkö nykyisellä tekotavalla ei pysy tuotannon tahdissa, ei investointeja tarvitse tehdä esimerkiksi ylimääräisen loimausyksikön hankkimiseksi.

Ongelmia

Tukkien vaihtovälit eivät ole absoluuttisia arvoja, joten suunnitelmien toteutuminen on vai suuntaa-antava eikä välttämättä toteudu täysin samalla tavalla tuotannossa. Työssä pyrittiin kuitenkin määrittämään arvot mahdollisimman tehokkaalle tuotannolle ja selvittämään, onko loimausyksikössä kapasiteettia tuotannon pyöriessä kokonaisuudessaan kolmessa vuorossa.

Lisäksi loimauksessa tapahtuvat työvaiheet ovat kovin summittaisia arvioita, joten ne pyrittiin määrittelemään melko suuriksi, jotta suunnitelmia ei tehtäisi liian vaativiksi ja aikatauluja kireiksi.

Kahden imuohjauksella tehtävän koneen tukit ovat myös vaativia suunnitella. Näille päädyttiin tekemään hieman tukkeja varastoon muiden samanlaisten tukkien ohella, mutta tiheämmät tukit täytyy tehdä erikseen, sillä niitä ei mene muille koneille. Kun

näiden koneiden tuotantoa ei voi ennustaa, jää nähtäväksi, kuinka tukit saadaan tehtyä.

Lankapuolien kulutus ei välttämättä onnistu näitä tukkeja tehdessä hyvin, sillä yksistä puolista tulee 9 tukkia, joista läheskään kaikki eivät välttämättä tule käytettyä. Tämä syö tukkiaihioiden määrää muilta tukkiversioilta.

Ongelmia optimointiin tuo myös lankapuolien epätasälliset pituudet. Lankapuolat tilataan kilomääräisinä ja kuten liitteestä 1 huomataan, ne eivät ole tarkalleen samansuureisia, joten langan määrä puolien välillä vaihtelee. Lisäksi toimittajien asettamat puolakoot lisäävät rajoituksia, kun ei voida tilata optimaalisen pituisia lankapuolia.

8 YHTEENVETO

Ahlstromin loimausprosesseja saatiin työn edetessä tehostettua. Tämä kuitenkin edellyttää, että yritys tekee investointeja.

Nauhaloimaukseen mahdollisesti hankittava uusi raami nopeuttaa nauhaloimausyksikön prosessia ja tehostaa lankapuolien käyttöä huomattavasti. Lisäksi lankapuolat eivät ole sidoksissa seuraaviin tukkeihin eikä lankoja tarvitse jatkaa. Uudet puolat voidaan vaihtaa raamiin ja aloittaa samalla uuden loimitukin tekeminen.

Leveänä loimauksen kapasiteettia tarkasteltaessa tultiin siihen tulokseen, että mikäli loimausyksikön tämänhetkinen kapasiteetti nykyisellä menetelmällä ei riitä, ei tarvitse turvautua esimerkiksi uusiin loimauskoneisiin. Huolellisella suunnittelulla ja varaston ylläpitämisellä saadaan tukit toimitettua koneille ajallaan.

Laskelmat eivät ole täysin absoluuttisia annettujen arvojen epätasällisyyksien vuoksi. Laskelmat on kuitenkin pyritty tekemään kiireisimmän mahdollisen tilanteen varalle.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Airasmaa, Ilkka; Kokko, Jukka; Komppa, Veikko ja Saarela, Olli 1991. Muovikompo-
siitit. Gummerus. Muoviyhdistys ry.

Boncamper, Irma 2004. Tekstiilioppi, kuituraaka-aineet. Toinen, korjattu painos Hä-
meen ammattikorkeakoulu.

Käyttöohje suoraluontiin. Ahlstrom Glassfibre Oy, Mikkeli.

Nurmiaho, Jukka 2006. Kutomatekniikka. TAMK.

Ormerod, Allan ja Sondheim, Walter S. 1995. Weaving Technology and Operations.
The Textile Institute.

Protechna tuote-esitteet.

Sähköiset lähteet:

Glass nonwovens presentation, diaesitys elokuu 2008. Ahlstrom Glassfibre Oy.

Ahlstrom Oyj 2009. [online] [viitattu 11.3.2009] <http://www.ahlstrom.com>.

Mikkelin yritysesitys, diaesitys. Ahlstrom Glassfibre Oy.

Protechna tuote-esittelyt [online] [viitattu 22.5.2009] www.protechna.de.

Julkaisemattomat lähteet:

Jauhiainen, Mari. Haastattelu 24.3.2009 Ahlstrom Glassfibre Oy Mikkeli.

Loimaustietolehdet. Tuotteiden loimaustiedot. Ahlstrom Glassfibre Oy, Mikkeli.

Nurmiaho, Jukka 2006. Luentomateriaali, Kutomatekniikka 2. TAMK

Peltola, Minna. Haastattelu 23.3.2009, Ahlstrom Glassfibre Oy Mikkeli.