

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekstiili- ja vaateustekniikan koulutusohjelma
Tekstiili- ja vaateustekniikka

Opinnäytetyö

Riina Vesterinen

**KATKEAVAN NAUHANVALMISTUSPROSESSIN SISÄISEN
LOGISTIIKKAKETJUN KEHITTÄMINEN**

Työn ohjaaja DI Jukka Nurmi
Työn teettäjä Inka Oy, valvojana Mikko Haapaniemi
Tampere 2008

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekstiili- ja vaatetustekniikka

Vesterinen, Riina Katkeavan nauhanvalmistusprosessin sisäisen logistiikkaketjun kehittäminen

Opinnäytetyö 30 sivua, 4 liitettä

Työn ohjaaja DI Jukka Nurmi

Työn teettäjä Inka Oy, valvojana Mikko Haapaniemi

Huhtikuu 2008

Hakusanat nauhakudonta, elastinen nauha

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö tehtiin Inka Oy:n pyynnöstä ja se käsittelee nauhanvalmistusprosessin kehittämistä elastisten, kudottujen nauhojen osalta. Tutkimus- ja suunnittelutyö tehtiin Inka Oy:n toimitiloissa ja teettäjäyrityksen kapasiteetin huomioon ottaen. Tarkoituksena oli supistaa läpimenoaika yhden kriittisen osaproessin läpimenoajaksi ja siten alentaa tuotantokustannuksia.

Tutkimuksen alkuvaiheessa otettiin selville materiaalin logistinen ketju ja läpimenoaika lähtötilanteessa. Tietoja verrattiin yrityksessä annettujen työohjeiden mukaisiin tehollisiin tuotantonopeuksiin. Oleellisimpana seikkana logistisen ketjun parantamiseksi nähtiin välivarastoinnin eliminointi, mikä saataisiin toteutettua integroimalla kokonaisprosessi jatkuvaksi ja samalla luopumalla joistakin tuotetta jalostamattomista osaprosesseista.

Selvitettyjen logististen tietojen pohjalta suunniteltiin yksi nauhakutomakone jatkuvaan tuotantoon. Tällä koneella ja menetelmällä saadaan kudottua tuotantovolyymitään merkittävimpiä nauhalaatuja ympärivuotisesti. Osaproessien erisuuruisten tuotantonopeuksien vuoksi prosessia ei saatu täysin integroiduksi, mutta työssä tehty tutkimus ja siihen liittyvät kokeilut osoittivat, että menetelmää kannattaa edelleen kehittää.

Opinnäytetyön luku 4.5 sekä luvut 5, 6 ja 7 sekä liitteet 3 ja 4 ovat luottamuksellisia, joten ne eivät ole luettavissa julkaistavassa versiossa.

Vesterinen, Riina	Developing train of logistics in narrow fabric weaving
Engineering thesis	30 pages, 4 appendices
Thesis supervisor	MSc Jukka Nurmiäho
Commissioning Company	Inka Oy, supervisor Mikko Haapaniemi
April 2008	
Keywords	elastic tape, narrow fabric weaving

ABSTRACT

The final thesis was made on request of Inka Oy. It process developing of narrow fabric weaving of elastic tapes. Research and planning work was made in Inka Oy's factory in Killinkoski. The purpose of the work was reducing expences by cutting delivery cycle.

At the start of researching was taken measure of material's train of logistics and the delivery cycle. The details were compared with effective producing rates in company's working instruction. The most important thing to make better train of logistics is to eliminating intermediate storage. That would be possible to integrate breaking total process to continuous. At the same time could dispence with part of process which doesn't refine the product.

From this information deviced one non-stop weaving machine. By this machine and method can produce the most important tape articles during the year. The process hadn't worked out perfectly integrated because of differences of production rates in different parts of process. The research and demonstrations shows that the method does work and that's why development work should better to keep on.

Chapters 4.5 and 5, 6 and 7 of the thesis are confidential so there are not published in the public version. Also 3 and 4 of appendices are confidential and not published.

ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Inka Oy:n tilauksesta marraskuun 2007 ja huhtikuun 2008 välisenä aikana. Tutkimus- ja suunnittelutyö tehtiin pääasiassa teettäjäyrityksen Killinkosken toimipisteessä. Työn valvojana yrityksessä toimi Mikko Haapaniemi ja ohjaajana DI Jukka Nurmiaho.

Haluan kiittää Inka Oy:tä ja Mikko Haapaniemeä saamastani opinnäytetyön aiheesta sekä kaikkia tutkimukseen osallistuneita työntekijöitä. Haluan kiittää myös ohjaajaani DI Jukka Nurmiahoa saamastani kannustuksesta ja tuesta. Lisäksi kiitän ystäviäni ja lähipiiriä saamastani henkisestä tuesta ja kannustuksesta.

Tampereella 23. huhtikuuta 2008

Riina Vesterinen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANA

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Logistisen ketjun taustatietoja.....	6
1.2	Työn tavoitteet.....	7
2	INKA OY.....	7
3	NAUHANVALMISTUSPROSESSI.....	8
3.1	Yleisimmin käytetyt materiaalit.....	8
3.1.1	Kumi.....	9
3.1.2	Polyamidi.....	11
3.1.3	Polyesteri.....	11
3.2	Esikäsittely.....	12
3.3	Loimaus.....	12
3.4	Kutominen.....	15
3.4.1	Vireenmuodostuslaitteistot.....	16
3.4.2	Kuteenvientitavat.....	19
3.4.3	Sidokset.....	21
3.5	Jälkikäsittely.....	22
3.6	Pakkaus.....	23
4	KOKONAISPROSESSIN LOGISTIIKKA.....	23
4.1	Loimaus.....	24
4.2	Kutominen.....	25
4.3	Viimeistely.....	26
4.4	Pakkaus.....	27
4.5	Osaprosessien keskinäinen vuorovaikutus.....	27
5	LOGISTIIKKAKETJUN KEHITTÄMINEN.....	28
5.1	Ihannemalli.....	28
5.2	Lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä.....	28
5.3	Integroitu nauhanvalmistusprosessi.....	28
6	KOEAJON RAPORTTI.....	28
7	LOPPUTULOKSET.....	28
	LÄHDELUETTELO.....	29
	LIITTEET.....	30

1 JOHDANTO

Nauhaa voidaan valmistaa pääasiassa kolmella erityyppisellä tekniikalla: kutomalla, neulomalla ja punomalla. Kudotut nauhat voidaan edelleen jakaa venyviin ja venymättömiin sekä etiketteihin. Tässä työssä on keskitytty vain elastisten (venyvien), kudottujen nauhojen tuotantoprosessiin ja sen logistisen ketjun kehittämiseen.

1.1 *Logistisen ketjun taustatietoja*

Elastisten kudottujen nauhojen tuotantoprosessin tärkein osaprosessi on kutomisprosessi. Siinä tuote valmistetaan raaka-nauhaksi myöhempiä käsittelyjä varten. Lähtötilanteesta raaka-aineet eli loimi- ja kudelangat ovat lankakerillä, sekä tässä yhteydessä venyvänä lankana käytettävä luonnonkumi levymäisenä kumilankamattona. Kumilanka voidaan päällystää vaihtoehtoisilla tekstiililangoilla, esimerkiksi teksturoidulla polyesterilangalla. Ennen kutomista loimilangat saatetaan koota erillisille loimitukeille, joista ne kudotaan nauhakutomakoneilla. Viimeistelykäsittelyssä nauha muokataan siten, että spesifioidut, muun muassa asiakaskohtaiset ominaisuudet (esimerkiksi kutistuvuus) saavutetaan. Valmistusprosessin logistisen ketjun viimeisin osaprosessi on pakkaus ja varastointi, minkä jälkeen tuotepakkaus voidaan lähettää asiakkaalle.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli läpimenoaikaa supistamalla pienentää elastisten nauhojen valmistuskustannuksia työn tilaajan, Inka Oy:n kapasiteettia tehokkaasti hyödyntäen. Tavoitteisiin pyrittiin pääsemään siis ilman laiteinvestointeja. Tässä työssä tarkat kustannukset on jätetty käsittelemättä, mutta on kuitenkin kiinnitetty huomio eri tavoilla kustannuksiin vaikuttaviin tekijöihin. Niistä on pyritty jopa eliminoimaan ne, jotka eivät nosta tuotteen jalostusarvoa. Lisäksi työssä pyrittiin saamaan katkeavasta nauhanvalmistusprosessista jatkuva, mutta ilman investointeja tähän tavoitteeseen ei voitu käytännössä päästä.

2 INKA OY

Inka Oy:n juuret ovat jo 1800-luvun loppupuolella, jolloin Killinkosken vesivoima valjastettiin teollisuuden voimanlähteeksi ja samalla perustettiin Virtain Kehruu ja Kutomotehdas. Vuonna 1898 kehräämön vielä toimiessa perustettiin nauhatehdas, joka on eri vaiheiden jälkeen toiminnassa vielä 2000-luvulla. Vuonna 1967 Kutomo ja Punomo Oy:n (Lassila & Tikanoja Oy) ostettua P.G. Holm Oy:n osakekannan syntyi Inka Oy. Samalla tuotanto keskittyi Killinkoskelle ja Turkuun sekä muutoksia tapahtui tuotannossa: kevyiden nauhojen lisäksi ryhdyttiin valmistamaan raskaan teollisuuden käyttöön tarkoitettuja nostovöitä sekä teknisiä nauhoja. /3./

Tänä päivänä yritys on johtava nauhatuotteiden toimittaja Itämeren alueella. Inka Oy toimittaa vaateus-, harrastus- ja ammattiväline-teollisuuden tarpeisiin kevyitä nauhoja sekä raskaita materiaalinkäsittelytuotteita kuten nostovöitä. Yrityksen omaa erikoislujaa INKAFIL®-polypropeenilankaa käytetään

nauhanvalmistuksen lisäksi moniin muihin vaativiin sovelluksiin. Inka Oy:llä on nykyään kaksi toimipistettä: Killinkoskella ja Tallinnassa. /9./

3 NAUHANVALMISTUSPROSESSI

Nauhanvalmistusmenetelmät voidaan jakaa karkeasti neulottuihin, punottuihin ja kudottuihin nauhoihin. Kudotut nauhat voidaan edelleen jakaa venyviin ja venymättömiin sekä etiketteihin. /7./ Tässä työssä keskitytään elastisiin (venyviin) kudottuihin nauhoihin.

Kutomisprosessi koostuu muutamista tuotetta jalostavista avainprosesseista sekä tuotetta jalostamattomista valmistelevista prosesseista. Ydinprosessi on kutominen, missä tuote varsinaisesti valmistuu, mutta ilman muita osaprosesseja tuotteesta ei yleensä saada vaatimusten mukaista tuotetta

3.1 Yleisimminkin käytetyt materiaalit

Lukuisten tekstiilikuitujen joukosta on valittava kuhunkin tuotteeseen ja prosessiin sopivimman kuitumateriaalit. Valintaan vaikuttaa kuidun soveltuvuus käyttötarkoitukseensa, jolloin sillä tulee olla halutut ominaisuudet. Tuotannon kannalta prosessoinnin tulisi olla helppoa sekä kustannuksiltaan kohtuullista. /1./

Synteettisistä materiaaleista kuten polyamidista tai polyesteristä valmistettuja multi- sekä monofilamenttilankoja käytetään nauhakudonnassa niiden monipuolisen soveltuvuuden vuoksi. Tällaisia tarkoituksia ovat esimerkiksi langan kiinniotto ja lukinta neulasyöttöisellä kutomakoneella. Elastisille

nauhoille monofilamenttilangat antavat vaadittua poikittaista jäykkyyttä.
Kumilangan päällystämässä taas käytetään esimerkiksi polyesteriä. /2./

3.1.1 Kumi

Luonnonkumin raaka-aineena käytetään trooppisten vyöhykkeiden kasvien maitiaisnestettä, joista tärkein on kumipuu. Lateksi eli maitiaisneste kerätään puusta juoksuttamalla (kuva 1), ja se hyydytetään ja saostetaan, jolloin saadaan raakakumia eli kautsua. Raakakumin valmistuksen yhteydessä massaan voidaan lisätä stabilisattoreita pesun- ja/tai muiden kestojen parantamiseksi. Tekstiiliteollisuuteen tarkoitettua kumia saadaan lisäämällä raakakumiin rikkiä sekä vulkanoimalla seos. Kuitumaiseen muotoon kumi saadaan esimerkiksi leikkaamalla kumilevy ohuiksi suikaleiksi. Vulkanoidun kumin ominaisuudet säilyvät lämpötilojen vaihtelusta huolimatta. /1; 10./



Kuva 1: Kumin juoksutus kumipuusta /10/

Synteettisen kumin raaka-aineena on yleensä maaöljy, mutta on olemassa myös silikonipohjaisia kumeja. Yleisimpiä synteettisiä kumilaatuja ovat styreenibutadieeni- ja neopreenikumit. /10./

Luonnonkumin perusominaisuus on joustavuus. Sen muita ominaisuuksia ovat painoonsa nähden kohtalaisen suuri lujuus, mutta kosteus, valo, ilmassa tapahtuva hapettuminen haurastuttavat kumilankaa vähitellen. Lisäksi luonnonkumi saattaa aiheuttaa allergisia reaktioita joutuessaan ihokosketukseen. Synteettistä alkuperää oleva kumi onkin lähes täysin syrjäyttänyt luonnonkumin parempien kesto-ominaisuuksiensa sekä allergisoimattomuutensa vuoksi. /1./

Vaateusteollisuudessa käytettävät kumilangat usein päällystetään puuvilla- tai polyesterikuidulla. Tällöin kumista tulee helpompaa käsitellä. Lisäksi päällä oleva kuitu suojaa itse kumilankaa hankautumiselta ja samoin allergisia reaktioita aiheuttava ihokosketus saadaan eliminoitua. /1; 6./

Päällystämätön kumilanka toimitetaan yleensä nauhana, jossa on tietty määrä uurteita, josta yksittäiset kumilangat saadaan poikittaisella jännityksellä revittyä irti toisistaan. Tämän vuoksi kumilangan hienous ilmaistaan normaalista poikkeavalla tavalla: luku osoittaa kuinka monta poikkileikkausta mahtuu yhden tuuman levyiseen kumilankamattoon. /2; 7./

3.1.2 Polyamidi

Polyamidi on tekokuitu, jonka raaka-aineena käytetään öljyä. Kuitu valmistetaan sulakehruumenetelmällä, jonka jälkeen kuitu jäädytetään ilmvirrassa ja venytetään. Tässä prosessissa kuidun molekyylit puristuvat toisiaan vastaan, jolloin syntyy molekyylien välistä vetovoimaa. Tämä taas parantaa kuidun lujuutta, hankauksenkestoa sekä elastisuutta. Lisäksi haluttuja kuituominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä sulaan kehruumassaan erilaisia lisäaineita. /1./

Polyamidin kuituhienous monofilamentilla on 6,7 – 33 dtex (desiteksiä; tex = g/1000 m), katkekuiduilla 1,6 – 22 dtex ja multifilamenteilla 56 – 33000 dtex. Kuidulla on hyvät hankaus- ja taivutuslujuudet, mutta vetolujuus ja venymä riippuvat valmistusprosessin ohessa tehtävistä käsittelyistä. Polyamidin lujuus heikkenee UV-valon vaikutuksesta sekä kellastuttaa kuitua. /1./

3.1.3 Polyesteri

Polyesteri, samoin kuin polyamidi, valmistetaan sulakehruumenetelmällä mineraaliöljyä raaka-aineena käyttäen. Valmistusprosessissa voidaan vaikuttaa kuidun molekyylikokoon, joka vaikuttaa suoraan kuidun lujuuteen: mitä lyhempimolekyylinen kuitu, sitä alhaisempi lujuus. Valmistuksen yhteydessä kuituun saattaa jäädä prosessoinnin lisäaineita tai syntyneitä sivutuotteita, jotka saattavat heikentää kuidun värinkestoa. /1./

Polyesterin kuituhienous vaihtelee käyttötarkoitusten mukaan filamenttikuiduilla 22 – 167 dtex ja katkekuiduilla 1,3 – 22 dtex. Polyesteriä valmistetaan jälkikäsittelyllä joko normaalilujia tai erikoislujuja. Näistä jälkimmäisiä käytetään erikoisen suurta lujuutta vaativissa kohteissa. Normaalilujanakin polyesteri on puuvillaa lujempi, joten aikaisempi puuvillan käyttö nauhakudonnassa on korvattu polyesterillä. Lisäksi sen hankauslujuus on yhtä hyvä kuin polyamidilla ja se kestää hyvin UV-valoa – toisin kuin polyamidi. /1./

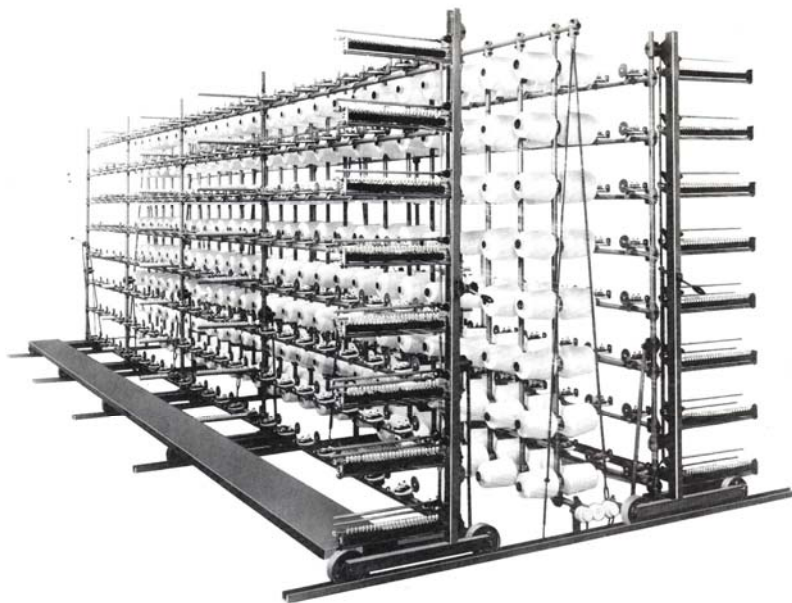
3.2 Esikäsittely

Ennen kutomista loimilangat usein liistataan, minkä tärkein merkitys on saada kutomisprosessissa toimivaksi. Liistauksessa pienennetään lankojen pintakitkaa, parannetaan hankauksenkestoa, antistaattisuutta sekä taivutuslujuutta. Nauhakudonnassa käytetään liistattuja loimia erittäin harvoin, vain erikoistapauksissa. /8./

Kumilangan päällystys vaikuttaa nauhan kudottavuuteen ja ominaisuuksiin sekä koko prosessin keston. Kumilangan päällystys on erillinen työvaihe, mikä jää raakakumia käytettäessä kokonaan pois. Kutomisprosessissa raakakumi katkeilee päällystettyä kumilointa herkemmin. Valmiilla, päällystämättömällä kumilangalla kudotulla nauhalla on suurempi venymä, mutta huonompi valonkesto verrattuna vastaavaan päällystetyllä kumilangalla kudottuun nauhaan. /6./

3.3 Loimaus

Loimauksella tarkoitetaan kutomisprosessissa tarvittavien loimilankojen kokoamista tukille. Loimaus voidaan myös jättää tekemättä, jolloin loimilangat tulevat suoraan loimiraamilta (kuva 2). Loimaus kutomakoneelle suoritetaan esimerkiksi seuraavista syistä: loimiluku on niin suuri, että raami vie liikaa tilaa, lankojen kuljetus tukeilla on helpompaa, loimitukille saadaan ajettua haluttu lankapituus, tukille ajetuille langoille saadaan tasainen jännitys, loimauksessa langasta saadaan heikot kohdat pois solmimalla. Raamilta kutominen on käytössä nauhakutomoiden lisäksi joissakin erikoistapauksissa. Loimaus ei varsinaisesti ole tuotetta jalostava prosessi. /2; 8./



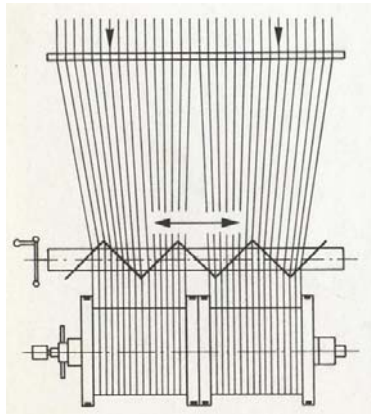
Kuva 2: Loimiraami /2/

Eri loimausmenetelmiä

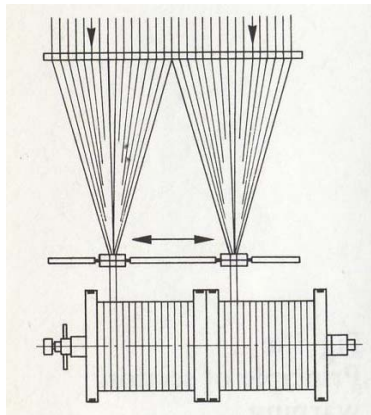
Leveäluonti (liite 1) on kaksivaiheinen prosessi. Sen ensimmäisessä vaiheessa ajetaan loimilangat raamilta ohjausraamin ja levityskaiteen kautta osatukille, jonka loimitiheys on pienempi kuin lopullisella tukilla. Loimauksen toisessa vaiheessa kaikkien osatukkien loimet tukitetaan. Samalla jokainen osatukki voidaan haluttaessa liistata tärkkelyspohjaisella liisterillä, jolloin loimen pinta saadaan tasaiseksi. /2./

Osatukkiloimaus (liite 2) on myös kaksivaiheinen. Loimauksen ensimmäisessä vaiheessa loimet ajetaan raamilta ohuina nauhoina oikealla tiheydellä loimikartiolle vieretysten. Nauhojen lukumäärä riippuu yhden nauhan lankaluvusta ja loimattavan tukin pituudesta. Toisessa vaiheessa kaikki kartiolla olevat loimet ajetaan loimitukille. Menetelmää käytetään pääasiassa monivärisiä, kohtuullisen pitkiä loimitukkeja tehtäessä. /2./

Suoraluonti on yksivaiheinen ja vastaa leveäluonnin ensimmäistä vaihetta. Suoraluonnissa loimet kootaan suoraan loimiraamilta tukille, joten menetelmän käyttö on mahdollista vain tapauksissa, jossa loimiluku on pieni. Kuvassa 3 on esitettyä suoraluonnin periaatekuva, kun loimet ajetaan tukille täyteen leveyteen. Loimen voidaan ajaa tukille myös nauhana (kuva 4), jolloin koko tukin leveys saadaan käytettyä siten, että loimilankojen rullauspaikka vaihtelee tasaisesti loimitukin reunojen välillä. Tätä menetelmää käytetään erityisesti reunalangoille. /2./



Kuva 3: Suoraluonti täyteen leveyteen /2/



Kuva 4: Suoraluonti nauhana /2/

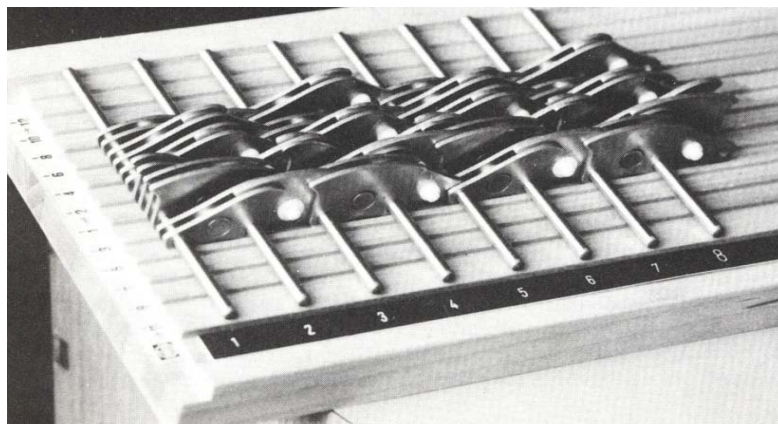
3.4 Kutominen

Nauhakudonnan kaksi käytössä olevaa konetyyppiä ovat syöstäväkutomakone ja neulakutomakone. Näistä jälkimmäinen on huomattavasti yleisempi sen ylivoimaisen nopeutensa vuoksi. Vireenmuodostuslaitteistoista nykyään käytössä ovat pääasiassa polkuskone, varsikone ja jacquard-kone. Tässä luvussa on käyty lyhyesti läpi vireenmuodostuslaitteistoita, molemmat kuteenvientitavat ja lyhyesti sidosoppia. /7./

3.4.1 Vireenmuodostuslaitteistot

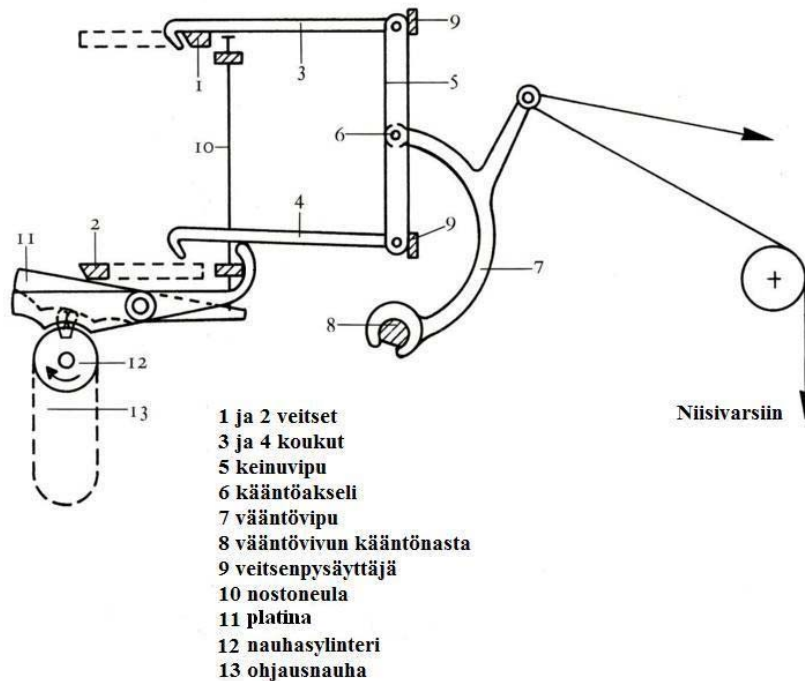
Kuteen vireeseen viemiseksi tulee muodostaa loimia nostamalla ja laskemalla aukko eli vire. Tämä saadaan aikaan viremekanismilla. Erilaisia vireenmuodostuslaitteita on neljää eri tyyppiä: kampikone, polkuskone, varsikone ja jacquard-kone. Kampikoneella varustetulla kutomakoneella voidaan kutoa vain kaksivartisia sidoksia, eikä sitä käytetä nauhakudonnassa lainkaan. Jacquard-konetta voidaan käyttää sekä erikseen että yhdessä polkuskoneen kanssa. /8./

Polkuskoneet ovat joko epäkeskoilla tai polkusketjulla (kuva 5) varustettuja koneita, joissa epäkeskojen muodot määräävät vireen ajoitukset ja sidoksen. Kaikilla varsilla on oma epäkeskonsa tai polkusketjunsä, jonka yhden pyörähdyksen aikana kyseinen varsi tekee määrätty liikkeen. Yhden epäkeskoakselin pyörähdyksen tai polkusketjun kierroksen aikana kone kutoo yhden kuderaportin. Loimiraportin suuruus riippuu epäkeskojen tai polkusketjujen määrästä. Kuvassa 5 olevilla epäkeskoketjuilla kudotaan kuusivartinen, kahdeksankuteinen sidos. /2; 8./



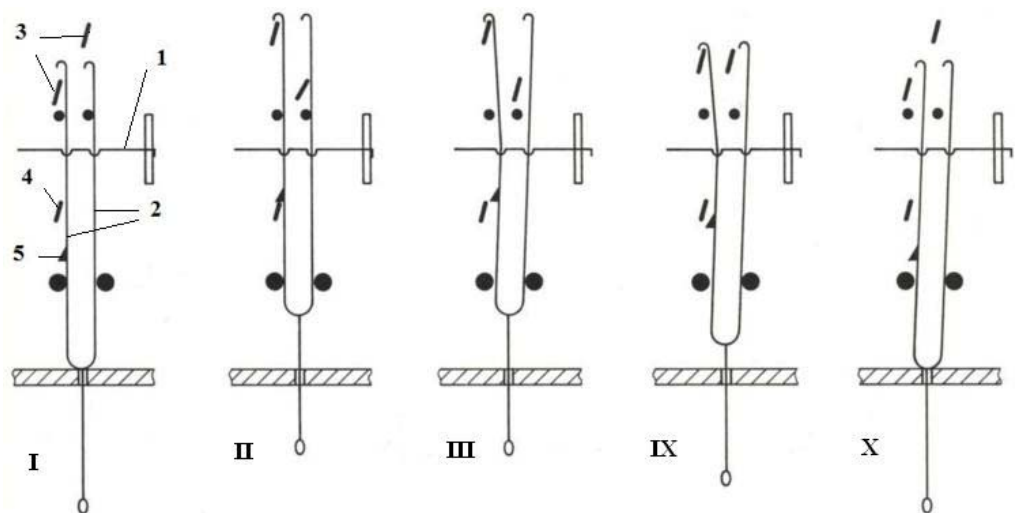
Kuva 5: Epäkeskoketju levitettynä vaakatasoon /2/

Varsikone on sidoksellisesti monipuolisempi ja sidoksen vaihdon kannalta helpompi ja nopeampi. Varsikoneet lukevat varsien liikkeen tappiketjulta, ohjausnauhalta tai levykkeeltä. Uusimmissa koneissa tunnustelu on korvattu digitaalisessa muodossa olevalla informaatiolla. Lisäksi varsikoneella voidaan ohjata myös muita asetuksia, kuten kuteenantelijoita tai kankaanvetoa. Kuvassa 6 on esitettyä erään kaksinostaisen suoran tunnustelun varsikoneen toimintamekanismia. Platina (11) lukee ohjausnauhaa (13), ja jos siinä on tappi, platina laskee nostoneulan (10) alas, jolloin koukku (3) putoaa veitsen (1) päälle. Tällöin veitsi (1) ottaa koukun mukaan liikkeeseen. Jos taas ohjausnauhassa ei ole tappia, platina nostaa tai pitää ylhäällä nostoneulan, jolloin koukku ei putoa veitsen päälle. /2; 8./



Kuva 6: Suoran tunnustelun varsikoneen toimintamekanismi /2/

Jacquard- koneiden yhteydessä puhutaan varsien sijaan koukkuluvuista. Muissa vireenmuodostuslaitteistoissa loimien liike annetaan varsien avulla, mutta jacquard- koneessa liike tulee niisinarujen ja koukkujen välityksellä. Loimiraportin suuruus voi olla jopa useita tuhansia, jolloin sidosvalikoima on lähes rajaton. Sen sijaan varsikoneella raportin suuruus rajoittuu noin kymmeneen loimeen. Jacquard- koneita käytetään joissakin tilanteissa varsi- tai polkuskoneen kanssa. Tällainen järjestely on kannattavaa tehdä esimerkiksi, kun asiakas haluaa, että tuotteeseen on kudottu oma logo tai nimi. Tällöin pohjasidos yleensä on yksinkertainen, varsikoneella kudottava. /8./



Kuva 7: Jacquard- koneen koukkujen asentoja /2/

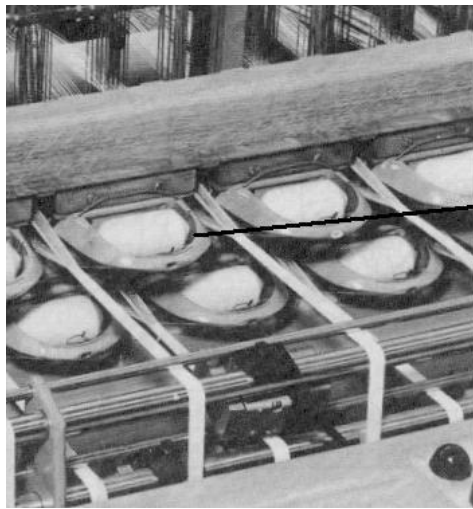
Kuvan 7 kohdassa I niisi on alavireessä. Tunnustelijaneula (1) joko tunnustelee mekaanista ohjausnauhaa tai saa signaalinsa elektronisesta järjestelmästä, jolloin se siirtää koukut (2) veitsien (3) ulottuville. Pysäyttävä (4) jää ulokkeen (5) alle, jolloin loimi pysyy ylävireessä. Kohdassa I loimi on alavireessä, mutta siirtyy seuraavaksi ylävireeseen. Kohdassa II loimi pysyy ylävireessä, kohdassa III loimi siirtyy alavireeseen ja kohdassa IX loimi on keskivireessä. Kohdassa X

loimi pysyy alavireessä. /2; 8./

3.4.2 Kuteenvientitavat

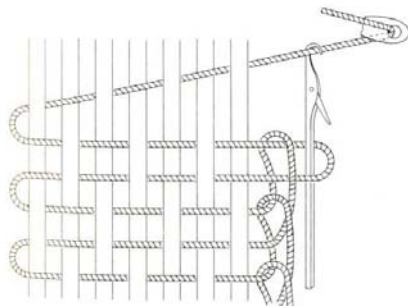
Nauhakudonnassa kaksi yleisintä kuteenvientitapaa ovat syöstäväkudonta ja neulakudonta. Nykyaikaisessa nauhakudonnassa neulajärjestelmä on huomattavasti yleisempi kuin syöstävä, koska se on kudottaessa huomattavasti parempi ja nopeampi. /2./

Syöstäväkudonnassa tärkein huomioitava asia on pitää kudejännitys tasaisena, koska sekä liian suuri että liian pieni kudejännitys tekevät reunoista epätasaista. Liian löysä kude aiheuttaa lenkkejä reunoihin, kun taas liian kireä kude vetää reunoja kasaan. Syöstävällistä kutomakonetta ei nykyaikaisessa kutomossa juurikaan ole käytössä. Kuvassa 8 nähdään syöstävällisen kutomakoneen kuteenantelujärjestelmää, jossa näkyy syöstäväkehikko (1), jonka sisällä on kudesukkula. /2./



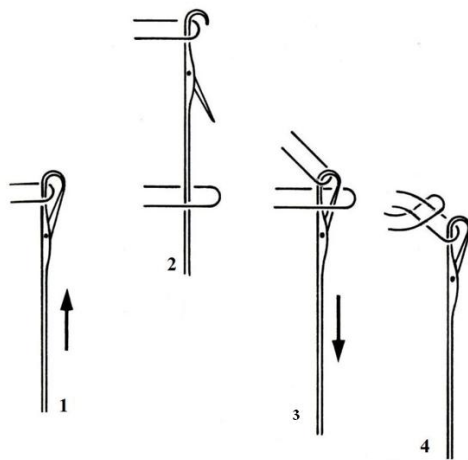
Kuva 8: Syöstävällinen kutomakone /2/

Neulajärjestelmällä kude viedään vireeseen kuteenantelijaneulalla. Kudoksen toisessa reunassa läppäneula ottaa kuteenantelijan päästä lankalenkin. Tämän vuoksi kudokseen tulee tuplakude jokaiseen vireeseen. Kudoksen reunoista tulee myös keskenään erilaiset: kuteenantelureuna on kudottu reuna, mutta läppäneulareuna on kuten neulottu. Kuvassa 9 on kuvattuna koko nauhan leveydeltä yksinkertaisin tapa sitoa nauhan reuna neulotuilla silmukoilla. Neulasyöttöisen nauhakutomakoneen teknisestä kehityksestä ja sen mukautumiskyvystä monia eri vaatimuksia vastaaviksi on ollut seurauksena räätälöidyt menetelmät eri tilanteisiin ja tarpeisiin. /2./



Kuva 9: Yksinkertainen periaatekuva reunan sitomisesta /2/

Kuvassa 10 on esitettyä silmukan muodostuminen. Alkutilanteessa neulan ollessa peruskorkeudella (1) silmukka on neulalla ja neulan läppä on kiinni. Kuteenviennin aikana neula nousee päästökorkeuteen (2) ja ottaa kuteenantelijaneulalta syötetyn kuteen. Kuteenantelijaneulan poistuessa vireestä läppäneula siirtyy takaisin peruskorkeudelle (3) sekä tekee silmukan (4). /2./

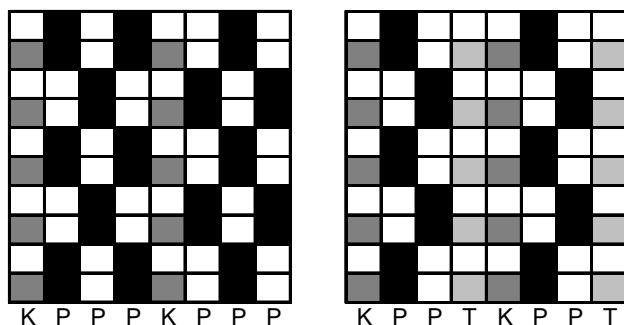


Kuva 10: Silmukan muodostuminen läppäneulalla /2/

3.4.3 Sidokset

Kutomatekniikan sidosoppi koostuu kolmesta yksinkertaisesta perussidoksesta ja niiden johdannaisista. Nämä perussidokset ovat palttina, toimikas ja satiini eli pomsii. Näistä sidoksista saadaan niisintää tai poljenta muuttamalla tai yhdistelemällä johdettua kaikki kutomisessa tarvittavat sidokset. Kudottavan nauhan sidosta suunniteltaessa on otettava huomioon, kudotaanko nauha syöstävällisellä vai neulakutomakoneella. Seuraavana on muutamia esimerkkejä sidoksista, joita käytetään elastisille kudotuille nauhoille. Ne sopivat kudottavaksi molemmantyyppisillä kutomakoneilla. /2; 4./

Elastisten nauhojen kudonnassa käytettyjen sidosten valikoima on hyvin laaja ja pohjasidoksena voi olla ripsisidoksen ohella palttina, erilaiset toimikas- ja satiini-sidokset. Kuvan 11 esimerkkisidosten pohjasidoksina on ripsi. Toisessa niistä on käytetty elastisten nauhojen kannalta välttämättömän kumiloimen lisäksi täytelointia. Vasemmanpuoleisessa sidoksessa on käytetty kolmea sitovaa loimilankaa yhtä kumiloiminta kohti, mutta täytelointia käytettäessä vastaava suhde on 2/1. Kuvassa on kunkin loimen alapuolella kerrottu kirjainsymbolein, mikä loimi on kyseessä: K = kumiloimi, P = pohjaloimi, T = täyteloimi. /2./



Kuva 11: Esimerkkisidoksia elastisille nauhoille

3.5 Jälkikäsittely

Kutomisen jälkeen nauhalle voidaan tehdä erilaisia jälkikäsittelyjä, kuten muillekin kudotuille tekstiilituotteille. Yleisimpiä käsittelyjä ovat pesu, värjäys ja lämpökäsittely. Pesuprosessin tärkeimpänä tarkoituksena on saada tuotteesta poistettua kehruuöljyt ja materiaalivirran eri tilanteissa tarttuneet epäpuhtaudet. Elastisten nauhojen kohdalla nauha yleensä käsitellään kuumen kosketuspinnan avulla. Ennen tätä nauha ajetaan vesidispersioon ja fulardin läpi. Vesidispersioon voidaan lisätä erilaisia kemikaaleja, joiden avulla nauhalle saadaan lämpökäsittelyssä halutut ominaisuudet. Elastisten kudottujen nauhojen lämpökäsittelyprosessista on tarkemmin kerrottu luvussa 4.3 kokonaisprosessin

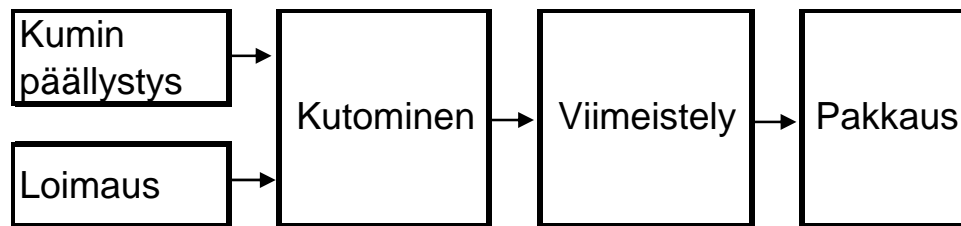
logistiikan yhteydessä. /5./

3.6 Pakkaus

Nauhanvalmistusprosessin viimeinen jalostava osaprosessi on nauhan pakkaaminen. Nauha-artikkelin mukaan se voidaan *katkoa lyhyiksi pätkiksi*, rullata kiekkoiksi tai laskostaa suoraan pakkauslaatikoihin. Joissakin tapauksissa nauhatuote voidaan jalostaa erikseen omaksi lopputuotteeksi. Elastiset nauhat pakataan yleensä määrämittäisinä kiekkoina yrityksen standardin mukaisiin laatikoihin.

4 KOKONAISPROSESSIN LOGISTIikka

Elastisten nauhojen valmistusprosessin lähtötilanteessa jalostettava materiaali on polyesterilankana sekä levymäisenä kumilankamattona. Kumi päällystetään haluttaessa polyesteri-kreppilangalla ja ajetaan loimitukille. Myös polyesteriloimi ajetaan loimitukille. Näistä kudotaan elastisia nauhoja, jotka kuljetetaan laatikoissa yhdessä tai useammassa erässä jälkikäsitteilyä varten viimeistelykoneelle. Nauhalle annetaan haluttu käsittely erikseen määritellyillä vesidispersiolla, lämmöllä ja nopeudella. Viimeistelyssä nauhasta saadaan tasaisen näköinen, ryhdikäs ja siisti. Lopuksi nauha rullataan määrätyn kokoisiksi kiekkoiksi ja pakataan yrityksen standardipakkauksiin. Nauhanvalmistusprosessin logistinen ketju on nähtävissä kuvan 12 prosessikaaviossa. /6./



Kuva 12: Prosessikaavio

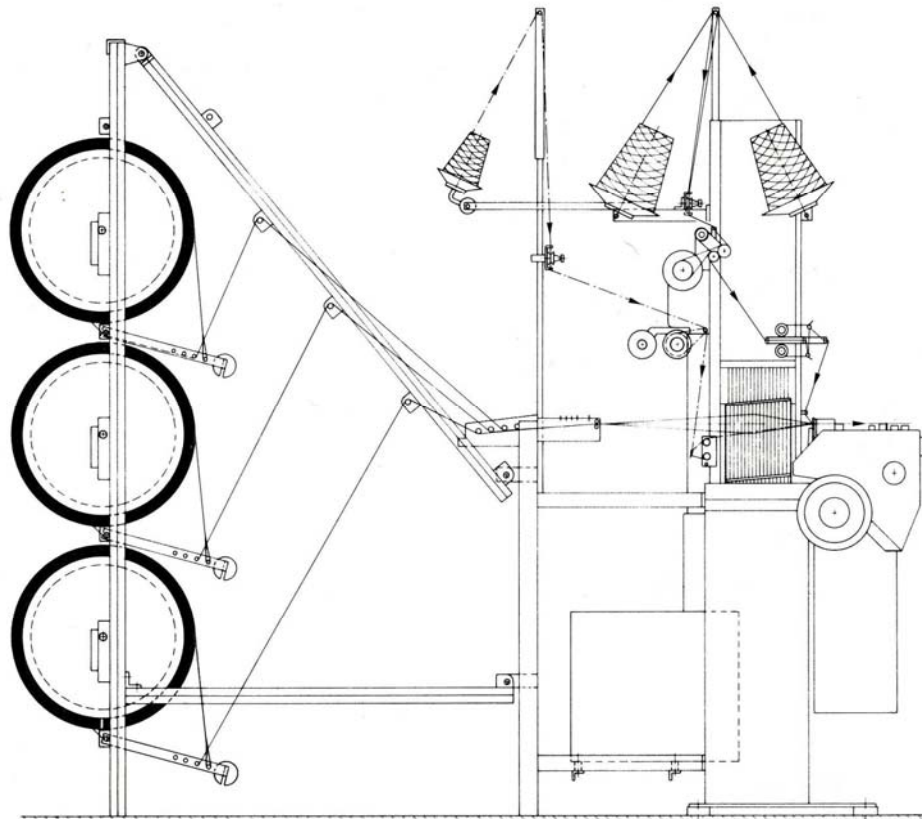
Prosessi oli tutkimuksen alkuvaiheessa katkeava, jolloin jokainen osaprosessi oli erillinen prosessinsa. Tällöin materiaalin logistisessa ketjussa oli tuotetta jalostamatonta työtä sekä runsaasti välivarastointia. Seuraavissa luvuissa on käsitelty tarkemmin katkeavan valmistusprosessin eri osaprosessit sekä niiden keskinäinen vuorovaikutus. /6./

4.1 Loimaus

Ennen kutomista kuminauhojen loimet ajetaan tukeille lukuun ottamatta raakakumia, jota käytetään tietyissä artikkeleissa. Mikäli nauha kudotaan raakakumilla, ei kumitukkeja tehdä lainkaan, vaan kumi syötetään kutomakoneelle suoraan toimittajan pakkauslaatikoista. Polyesterilangalla päällystetty kumi ajetaan loimitukille päällystykseen yhteydessä. Pohjaloimet luodaan suoraluontimenetelmällä, ja jokaisella tukilla on nauhalle tuleva pohjaloimien lukumäärä. Pohjaloimitukkeja määrä riippuu tuotantotilauksen suuruudesta, ja loimet kudotaan yksitellen yhdessä kumiloimen kanssa. Pohjaloimen kutoutuma on huomattavasti suurempi kuin kumiloimen, joten pohjaloimen tarvittava pituus on kumiloiminta huomattavasti suurempi. /6./

4.2 Kutominen

Kutominen on nauhanvalmistuksen tärkein osaprosessi, koska siinä nauhamainen tuote varsinaisesti valmistuu myöhempää jatkojalostusta varten. Kutomakoneille on jokaisen artikkelin kohdalla optimoitu kierrosnopeutensa, jolla koneen käyntivarmuus on mahdollisimman hyvä. /6./



Kuva 13: Nauhakutomakone /2/

Ennen kutomisprosessin aloittamista loimi niisitään, jos kudottavaksi tuleva nauha poikkeaa edellisestä kyseisellä koneella kudotusta artikkelista. Mikäli

nauha pysyy täysin samana sidokseltaan ja leveydeltään, riittää pelkästään loimenpäiden yhdistäminen solmimalla. Tämä esivalmistelu on välttämätön tuotannon kannalta, vaikka ei olekaan tuotetta jalostava työvaihe. Kuvassa 13 on samantyyppinen kutomakone, jolla kyseinen kutomisprosessi tapahtui. /6./

Kutomisprosessissa kumiloimi saatetaan haluttuun jännitystilaan ja samalla syötetään pohjalointa pienemmällä jännityksellä. Kuteenviennin ja vetovalssien jälkeen raakanauha palautetaan normaalitilaan, jolloin kumiloimi palauttaa nauhan mahdollisimman jännityksettömään tilaan. Kumiloimeen jää kuitenkin pieni jännitys, jotta nauha pysyisi ryhdikkäänä. Yhdellä koneella voidaan kutoa useita nauhoja rinnakkain. Yleensä ei kuitenkaan enempää kuin neljää. /6./

Kutomakoneen kierrosnopeudet vaihtelivat normaalituotannossa noin 500 r/min (kierrosta minuutissa) verran. Mittaukset tehtiin satunnaisella ajanhetkellä käynnissä oleville kutomakoneille, joilla oli kudottavana eri levyisiä elastisia nauhoja. Mitatut kierrosnopeudet jäivät jokaisella mitatulla koneella alle artikkelikortissa annetun ohjekierrosnopeuden. Nopeudet eivät olleet riippuvaisia kudotun nauhan leveydestä. /6./

4.3 Viimeistely

Viimeistelyssä nauha käsitellään lämmöllä haluttujen ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Elastisten nauhojen yleisin käsittely on kutistamiskäsittely. Tämä on tavallista viimeistelyprosessia hitaampi. Normaalilla viimeistelykäsittelyllä nauhasta saadaan jäykkä ja siistin näköinen, mutta nämä ominaisuudet pääosin poistuvat viimeistelyaineen mukana pesussa.

Kutistamiskäsittelyllä pyritään vähentämään nauhan kutistuvuutta asiakkaalla.

/6./

Prosessissa nauha ajetaan kahden rummun kautta liitteessä 3 olevan kuvan mukaisesti. Raakanauha (1) ajetaan vesidispersion (2) kautta fulardin (3) läpi. Nauha kiertää lämmitettävien rumpujen (4) ja niiden yläpuolella olevien kapenevien sylinterien ympärillä halutun kierrosmäärän. Kullekin nauhalle ja käsittelylle on annettu erikseen ohjeet viimeistelyä varten. Lämpökäsittelyn jälkeen nauha laskostetaan laatikkoon (5), josta se edelleen kiekotetaan ja pakataan. /6./

4.4 Pakkaus

Pakkaus tapahtuu rullaamalla nauha kiekoksi, joiden koko riippuu nauha-artikkelista. Kiekotus tapahtuu automaattisella koneella, joka rullaa nauhan määrämittaan, leikkaa, kiinnittää loppupään ja vaihtaa rullausakselille täyden rullan tilalle uutta kiekkoa varten tyhjän hylsyn sekä kiinnittää nauhan alkupään. Kone tiputtaa kiekot hihnalle, josta koneen käyttäjä pakkaa ne laatikoihin. /6./

4.5 Osaprosessien keskinäinen vuorovaikutus

5 LOGISTIIKKAKETJUN KEHITTÄMINEN

5.1 Ihannemalli

5.2 Lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä

5.3 Integroitu nauhanvalmistusprosessi

6 KOEAJON RAPORTTI

7 LOPPUTULOKSET

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

1. Boncamper, Irma, Tekstiilioppi, Kuituraaka-aineet. HAMK, Hämeenlinna 2004
2. Kipp, Hans Walter, Narrow Fabric Weaving; Verlang Sauerländer, 1989
3. Käppi, Jyrki, Sata vuotta nauhateollisuutta 1898-1998 (Inka Oy:n 100-vuotishistoriikki). Orivesi 1998
4. Sipala, Elsa, Sidoksia kankaisiin, Opetushallitus 2002 (6)

Painamattomat lähteet

5. Haapaniemi, Mikko. Keskustelut 22.11.2007 – 8.2.2008, Inka Oy, Killinkoski(7)
6. Inka Oy. palaverit, keskustelut sekä tutkimustyö yrityksessä 22.11.2007 – 8.2.2008
7. Lammenoja, Anna, Teknikkotyö, Nauhakutomakoneen rakenne ja toiminta, Tampere 1996
8. Nurmiaho, Jukka, Opintomoniste, 2002

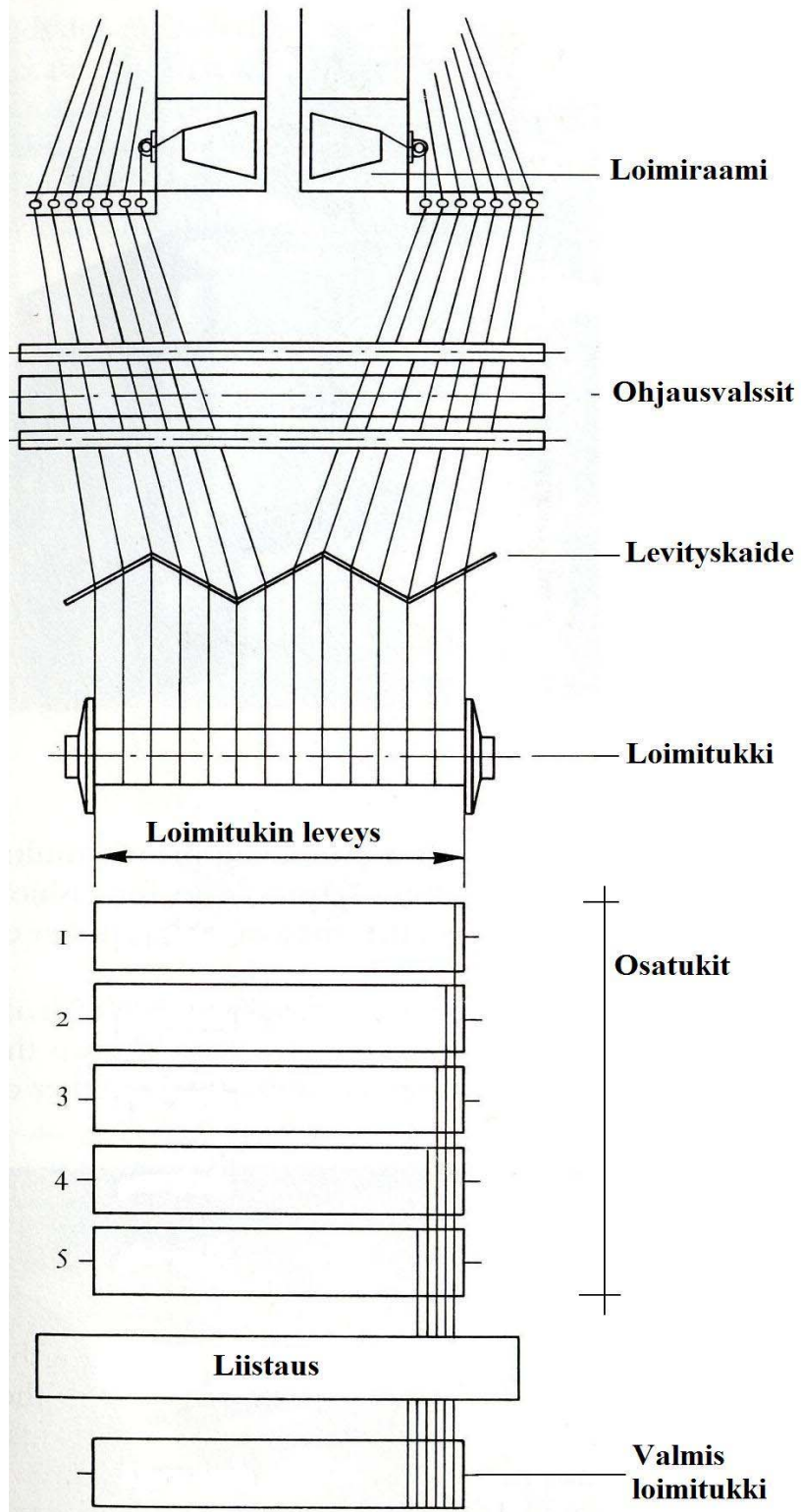
Sähköiset lähteet

9. Inka Oy. [www-sivu] <http://www.inka.fi> (viitattu 31.12.2007)
10. Wikipedia. [www-sivu] <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kumi> (muokattu 27.7.2007)

LIITTEET

- Liite 1: Leveäluonnin periaatekuva, 1 sivu
- Liite 2: Osatukkiluonnin periaatekuva, 1 sivu
- Liite 3: Viimeistelykoneen toiminta, 1 sivu
- Liite 4: Mittauspöytäkirja, 1 sivu

Liite 1: leveäluonnin periaatekuva



Liite 2: osatukkiloimauksen periaatekuva

