

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tekstiili- ja vaateustekniikka  
Sari Myllynen

Opinnäytetyö

## **Testausmenetelmien kehittäminen lisätarvikkeille**

Työn ohjaaja  
Työn tilaaja

Diplomi-insinööri Marja Vanhatalo  
Puolustusvoimat LSHR, Hämeenlinna, Insinööri Raija  
Ketola

Tampere 01/2011

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tekstiili- ja vaateustekniikka  
Sari Myllynen

Tekijä	Sari Myllynen
Työn nimi	Testausmenetelmien kehittäminen lisätarvikkeille
Sivumäärä	24
Valmistumisaika	01/2011
Työn ohjaaja	Diplomi-insinööri Marja Vanhatalo
Työn tilaaja	Puolustusvoimat, LSHR, Hämeenlinna, Insinööri Raija Ketola

---

## Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli Puolustusvoimien Länsi-Suomen Huoltorykmentin tarpeisiin soveltuvien laatuvaatimusten kehittäminen. Tutkimuskohteena olivat tarra- ja kuminauhat. Tarranauhojen ongelmana oli reunojen rispaantuminen käytössä. Kuminauhoille taas ei ollut käytettävissä menetelmää, jolla olisi saatu määriteltyä nauhan jäykkyys.

Molempia nauhoja testattiin pääasiassa vetokoneella. Kaikki tehdyt testit tehtiin standardeja soveltaen.

Työ ei antanut selviä vastauksia esitettyihin kysymyksiin, mutta se pyrki selvittämään, mitä mahdollisesti tulisi tehdä, että ratkaisut saataisiin. Työssä on esitelty vaihtoehtoja ja tehty ehdotuksia testausmenetelmille joita voitaisiin ottaa käyttöön. Varsinaisia tuloksia ei tässä työssä esitellä, sillä niitä ei pidetty tämän työn kannalta olennaisina. Tulosten ja eri testimenetelmien eroavaisuuksista tehdyt päätelmät katsottiin tärkeämmiksi.

---

Avainsanat

tarranauhat, kuminauhat, laatuvaatimukset, testaus

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tekstiili- ja vaateustekniikka  
Sari Myllynen

Tekijä	Sari Myllynen
Työn nimi	Development of Testing Methods for Clothing Accessories
Sivumäärä	24
Valmistumisaika	01/2011
Työn ohjaaja	M.Sc.(Eng) Marja Vanhatalo
Työn tilaaja	Finnish Defensive Forces, West Finland Logistics Regiment, Hämeenlinna, B. Sc.(Eng) Raija Ketola

---

## Abstract

The purpose of this thesis was to create specifications for hook and loop fasteners and elastic bands. For hook and loop fasteners a method of measurement of fraying of silt selvages was needed. Ordeder of the thesis didn't have a way of demanding elastic bands of specific stretch.

Both products were mainly tested with tensile testing machine and all of the tests conducted were done adapting official standards.

The thesis didn't give clear answers to questions asked but it does give hints of where to go from here. The results of the tests are not presented in this thesis for they were seen unimportant. The differences between different test methods were interpreted more relevant.

Like stated before this thesis doesn't give results that were hoped for. It just goes through options and gives suggestions.

---

Keywords

Hook and loop fasteners, elastic bands, specifications, testing

## Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	7
2 Teoria .....	6
2.1 Kuminauhat .....	6
2.1.1 Valmistus .....	6
2.1.2 Laatustandardit .....	7
2.1.3 Luonnonkumi vs. elastaani .....	8
2.2 Tarranauhat .....	10
2.2.1 Valmistus .....	11
2.2.2 Laatustandardit .....	12
2.2.3 Koukku vs. sieni .....	13
2.2.4 Tarranauhatekniikan mahdollisuuksia .....	14
3 Lisätarvikkeet .....	15
3.1 Yleistä .....	15
3.2 Lisätarvikkeiden vaaditut ominaisuudet .....	15
4 Testaus .....	16
4.1 Teoria .....	16
4.1.1 Kuminauhat .....	16
4.1.2 Tarranauhat .....	18
4.2 Havaintoja .....	19
4.2.1 Kuminauhat .....	19
4.2.2 Tarranauhat .....	20
5 Päätelmät .....	22
Lähteet .....	24

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehtiin Puolustusvoimien Länsi-Suomen huoltorykmentin Hämeenlinnan varikolle. Työn tarkoituksena oli luoda menetelmiä, joissa asetettujen vaatimusten mukaisuus pystytään mittaamalla todentamaan. Myös vaatimusten asettamiseen haluttiin selkeyttämistä.

Teoriassa kuminauhojen testimenetelmä pitäisi olla yksinkertainen, mutta mitä pidemmälle työssä edettiin, sitä enemmän huomattiin seikkoja, jotka saattavat vaikuttaa testituloksiin ja hankaloittaa yksiselitteisten testaustulosten käytön laadun varmentamista. Oli menetelmänä sitten manuaalinen nauhojen ripustaminen telineeseen tai vetokone, ensimmäisenä ongelmana oli kummassakin tapauksessa käytetty rasitus. Kymmenen millimetriä ja neljäkymmentä millimetriä leveitä kuminauhoja ei voida rasittaa samalla voimalla. Voima, joka venyttää kymmenen millimetriä leveän kuminauhan nauhan ääripituuteensa ei luultavasti liikautakaan leveämpää kuminauhaa.

Tarranauhoille ei ollut yhtä yksinkertaista ratkaisua edes teoriassa. Standardi SFS-EN 1415:en, Tarranauhan leikatun reunan liestyminen, ei olekaan kelvollinen sellaisenaan. Tarranauhoista ei ole yleisesti juurikaan tietoa tarjolla. Työtä tehtäessä selvisi, että tärkeimmät tiedot ovat liikesalaisuuksia, joita ei opinnäytetyön tekijälle paljasteta. Standardin SFS-EN 24959:en, Tarranauhojen rispaantumisvastus, mukaan tehty testi, jossa tarranauhan reuna leikataan ja kiinniomeltu tarranauha pestään, ei tuottanut tuloksia.

Koko tämä työ olisi saattanut olla helpompi toteuttaa, jos käytettävissä olisi ollut kelvottomia tarranauhoja. Huonoiksi tiedettyjen tarranauhojen puuttuessa testit suoritettiin eri yrityksistä näytteiksi toimitetuilla tarranauhoilla.

## 2 Teoria

### 2.1 Kuminauhat

Kuminauhoja voidaan valmistaa kutomalla, punomalla ja loimineulomalla. Elastinen materiaali voi olla kumia tai elastaania.

Kumikuituja, jotka valmistetaan leikkaamalla kumimatoista, on käytetty tekstiileissä yli vuosisadan. Polymeerinen materiaali saadaan *hevea*-puusta Etelä-Amerikasta leikkaamalla kaarnaa ja laskemalla paksu, maidonvalkea neste keräysastioihin. (*Hatch, Kathryn L. 1993, 246*) Elastaanikuidut keksittiin 1960-luvulla (*Steuber, Walter 1955*).

#### 2.1.1 Valmistus

##### Kudotut nauhat

Kudottavaan tekstiiliin voidaan lisätä elastista materiaalia kudesuunnassa, loimisuunnassa tai sekä kude- että loimisuunnassa. Loimisuunnassa elastiset ja molemmissa suunnissa elastiset tekstiilit ovat erityisen kriittisiä, sillä ne reagoivat erittäin herkästi pitkittäiseen rasitukseen viimeistytyn aikana. Reunat voivat myös rullautua ennen viimeistystä, ja ne saadaan stabiloitua vain lämmöllä. (*Paffgen, Thomas 2003*)

Kumilankoja esikristetään kutomisvaiheessa tietty määrä. Kun tuote tulee ulos kutomakoneesta, pyrkivät kumilangat vetämään itsensä mahdollisimman lyhyeksi. Venyvyyteen vaikuttavat kudelangon paksuus ja kudetiheys – mitä harvempi kudetiheys ja ohuempi kudelanka on sitä suurempi on venymä. (*Ronkainen, Kauko. 2010*)

##### Neulotut nauhat

Loimineulonassa elastinen materiaali lisätään joko kude- tai loimi-inlaynä. Vaatetuskäytössä käytetään loimi-inlaytä. Lisäksi voidaan käyttää kudeinlaynä tavallista lankaa, jotta nauha ei jousta sivusuunnassa. Lääketieteellisiin tarkoituksiin elastinen materiaali voidaan lisätä kudeinlaynä. (*Horppu, Matti 2010*)

Joustoa voidaan hallita neuleissa silmukkamuotojen avulla. Neuleen, myös neulottujen nauhojen, vertikaalijousto on puhtaasti kiinni siitä, miten silmukoita pystytään käyttämään hyväksi: jokaisesta silmukasta ”varastetaan” lankaa, jos mahdollista. Tämä ”varastettu” lanka sallii jouston. Langan ”varastamisella” tarkoitetaan sitä, että silmukka ottaa lankaa viereisiltä silmukoilta. (*Horppu 2010*)

Biaksiaalirakenteissa eli rakenteissa, joissa käytetään sekä kude- että loimi-inlaytä, peruslangan tarkoitus on jouston hallinta. Peruslangan platinalenkin suunta, määrä ja pituus määrittävät

jouston. Jos platinalenkki kulkee pidemmän matkan kudesuunnassa kuin loimisuunnassa, langalla on enemmän varaa liikkua pituussuunnassa venytettäessä ja nauha joustaa enemmän. Perussilmukan rakenteella eli sillä, käytetäänkö avointa vai suljettua silmukkaa, ei ole tutkittua merkitystä jouston kannalta. Kuitenkin avoimessa silmukassa on vähemmän kitkamomenteja kuin suljetussa silmukassa. Silmukkamuotoja tarkastelemalla voidaan teorisoita, että suljettu silmukka rajoittaa joustoa enemmän, sillä kitka on suurempi kuin avosilmukassa. *(Horppu 2010)*

Toinen keino jouston hallintaan neuloksessa on elastisen materiaalin päällystykseen määrä ja suunta. Jos päällystyslanka kulkee jyrkässä kulmassa, lanka pääsee joustamaan huomattavasti vähemmän, kuin jos kulma on loiva. Peruslangan materiaaliousto on viimeinen tekijä joustossa, eikä sillä ole merkittävää vaikutusta. *(Horppu 2010)*

### **Punotut nauhat**

Punotussa kuminauhassa peruslangan salliman jouston periaate on sama kuin neulonnassa: joustamattomien lankojen tiheydestä ja kulkusuunnasta riippuu, kuinka paljon nauha joustaa. *(Horppu 2010)*

## **2.1.2 Laatustandardit**

Tekstiilistandardien piiristä ei löydy standardeja pelkille kuminauhoille. Muoviteollisuuden piiristä löytyy kumille standardi SFS-EN ISO 527 -1 – Muovit. Veto-ominaisuuksien määrittäminen. Osa1: Yleiset periaatteet, johon sisältyy muun muassa vetomoduulin, venymän myötörajalalla ja murtovenymän määrittäminen. *(Raaka-ainekäsikirja 4: Muovit ja kumit 2001)* Nämä muoviteollisuuden standardit eivät kuitenkaan sovellu tämän työn kumeille, sillä tämän työn kumit ovat sisällä rakenteessa, eivätkä käytetyn kumin ominaisuudet ole ainoa merkitsevä tekijä kuminauhan ominaisuuksille.

Kapeiden kankaiden elastisuuden määrittämiselle on olemassa standardi SFS-EN 14704-3. Tässä standardissa kapeata kangasta venytetään määrättyllä voimalla. Tämä voima määräytyy nauhan metrimassan mukaan. Standardin avulla nauhasta määritellään venymä, lujuuden heikkeneminen ajan myötä ja rasitettuna, palautumaton venymä, palautunut venymä ja elastinen palautuminen. Tämä standardi on tarkoitettu nimenomaan kapeille nauhoille, eikä se erittele missään, että se olisi kelvollinen kuminauhoille.

SFS 5231 ”Tekstiilit. Kankaiden elastiset ominaisuudet. Kertakuormitus vakiovenymärajaan” määrittää myös tekstiilin elastisuutta. Siinä rasitetaan nauhamuotoisia kankaita joko vetokoneella tai telineessä. Esikuormituksen määrään vaikuttaa kaksi tekijää, testattavan materiaalin rakenne ja neliömassa. Standardinmukaisessa testissä määritellään lisäksi venymäraja, johon asti koepalaa venytetään. Esikuormitettu koepala venytetään määritellylle

venymärajalalle, sitä pidetään venytettynä määrääjan, jonka jälkeen venyttävä kuorma poistetaan ja palautumisaika mitataan, minkä jälkeen koepala esikuormitetaan uudelleen.

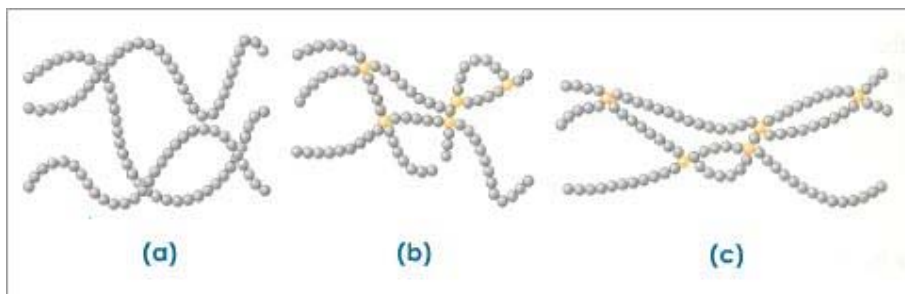
### 2.1.3 Luonnonkumi vs. elastaani

ASTM:n (American Society of Testing and Materials) määritelmän mukaan elastomeeri on ”materiaali, joka voidaan huoneenlämmössä venyttää toistuvasti vähintään kaksi kertaa alkuperäiseen mittaansa ja joka rasituksen loputtua palautuu heti alkuperäiseen mittaansa”. Kumi ja elastaani ovat yleisnimet kahdelle kaupallisesti tärkeimmälle elastomeerikuidulle. (Hatch. 1993, 245)

Elastaanikuidut ovat synteettisiä kuituja, jotka muodostuvat lineaarisista makromolekyyleistä. Näiden painosta vähintäänkin 85 % on segmentoitua polyuretaania, joka muodostuu kovasta ja pehmeästä osasta. Kova osa on polyuretaania. Elastaanien kaksi pääryhmää ovat polyesteri- ja polyeetteri. Kuidun pehmeä osa määrittää kumpaan ryhmään se kuuluu. Polyesteriryhmän jäsenet ovat elastaanikuituja, jonka pehmeässä osassa on esteriryhmiä, polyeetteriryhmissä eettereitä. Pehmeä osa ja sen suhteellinen määrä määrittää erityiset kuituominaisuudet, kuten moduluksen, repeämisenkeston, rasituksenkestovoiman (load-bearing strength) ja käyttäytymisen altistettuna pesuaineille ja homeelle. Pehmeä osa muodostaa 65–90 % kuidun painosta. (Hatch. 1993, 247) Polyeettereillä on hyvät matalan lämpötilan ominaisuudet ja sienien- ja pesuaineidenkesto. Polyesterit kestävät hapettumista, polttoainetta, öljyjä ja hiilivetyliuottimia. TPU (Polyurethane Thermoplastic Elastomers) termoplastiset elastomeerit ovat sitkeitä, ja niillä on hyvät repeämisen- ja hankauksenkesto-ominaisuudet. (Harper, Charles 2002 s 196)

Raaka luonnonkumi on elastinen vain 10 ja 60 celsiusasteen välillä. Sillä on myös alhainen vetolujuus eikä se kestä hankausta. Siitä saadaan kestävämpää vulkanisoimalla. Charles Goodyear kehitti menetelmän 1839. (Hatch. 1993, 246) Vulkanisoinnissa kumi kuumennetaan rikin, sinkkioksidin ja kiihdyttimen (Accelerator) avulla. Kun rikin määrä lisääntyy, kumista tulee vahvempaa.

Kumin luontaiset tuplasidokset sallivat rikkisiltojen muodostumisen ketjujen välille kuten kuviossa 1. Nämä silloitukset parantavat raan kumin ominaisuuksia. (Tutorvista.com)



Kuvio 1: Rikkisilloitusten muodostuminen kumin vulkanisoinnissa (Tutorvista.com)



Kumikuitujen on määritelty olevan valmistettuja kuituja, joissa kuidun muodostava aine on luonnonkumia tai synteettistä kumia. Kumikuituja on kolme pääryhmää: kyllästetyt hiilivedyt, lastriilit ja kloropreenit. Luonnonkumi kuuluu ensimmäiseen ryhmään. Toisen ryhmän kumikuiduille ei tällä hetkellä ole kaupallista käyttöä.

Kumikuidut ovat poikkileikkaukseltaan pyöreitä tai suorakulmaisia, yleensä valkoisia, monofilamentteja. (*Hatch. 1993, 246*) Yksi keino erottaa luonnonkumikuitu elastaanikuidusta on poikkileikkaus. Luonnonkumia ei voida kehrätä, joten se on aina hieman kulmikas poikkileikkaukseltaan. (*Horppu, 2010*) Hienoin tekstiilikäyttöön kelvollinen kumikuitu on noin 1260 tex. Kumikuidun venymä ja palautuvuus riippuu sen päällystystavasta. (*Hatch. 1993, 246*)

Elastomeeristen kuitujen kesto on riittävä, mutta elastaani on huomattavasti kestävämpää kuin kumi. Elastaanin vetomurtolujuus on alhainen verrattuna muihin yleisessä käytössä oleviin tekstiilikuituihin, mutta on kaksi tai kolme kertaa samanpaksuista kumia vahvempaa. Elastaani kestää myös jatkuvaa taivuttelua huomattavasti paremmin kuin kumi. (*Hatch. 1993, 249*) Sekä elastaanin että kumin ominaisuudet huonontuvat huomattavasti matalissa lämpötiloissa. (*Hatch. 1993, 251*) Raakakumin pesunkestävyys on huono. Sen käyttöikä on mahdollisesti vain muutamia vuosia, kun taas elastaani on öljypohjaisena tuotteena pitkäikäistä. (*Ronkainen, Kauko 2010*) Kumi kellastuu ajan myötä. Elastaani saattaa kellastua, jos se on kosketuksissa höyryjen, ihon rasvojen, kloorivalkaisun tai auringonvalon kanssa. (*Hatch. 1993, 249*)

Luonnonkumiin verrattuna elastaanilla on sekä korkeampi repeämislujuus että kesto, ja se sietää jännitystä kaksi tai kolme kertaa paremmin. Elastaanikuitu voidaan venyttää jopa seitsemän kertaa omaan mittaansa ilman että se menettää muotonsa. (*Industrievereinigung Chemiefaser E.V.*) Elastaanin moduuli on noin kaksi kertaa kumin moduuli. Elastaanikuidun venytys vaatii kaksi kertaa niin paljon voimaa kuin samanvahvuisen kumikuidun. (*Hatch. 1993, 245*)

Elastaanilla on laajemmat markkinat kuin kumilla, koska se on hienompaa ja kevyempää kuin kumi. Kumia käytetään hinnan vuoksi elastaania enemmän nauhoissa, missä suuremmat textit ovat tavallisia. Elastaanin pääasiallinen käyttökohde on joustavissa kankaissa. (*Hatch. 1993, 245*)

Kumpikaan kuitu ei ole hydrofiilinen tai ole mukava ihoa vasten käytettäessä. Lämpöfysiologiset ominaisuudet ja ihoa vasten tuntuva mukavuus riippuu sen vuoksi muista käytetyistä kuiduista. Kumikuidut päällystetään yhdellä tai kahdella kerroksella ennen käyttöä. Elastaania käytetään kolmessa muodossa: paljaana filamenttina, päällystettynä lankana ja ydinkehrättynä lankana. Suurin osa elastaanista käytetään paljaana filamenttina. (*Hatch. 1993, 245*) Kumia ei voida värjätä, elastaanikuiduilla on affiniteetti laajaan skaalaan erityyppisiä värejä. (*Hatch. 1993, 249*)

Kumin ja elastaanin resistanssi biologisia organismeja ja kuumuutta vastaan on samankaltainen. Elastaani kestää yleensä hikeä, ihon rasvoja, pesuaineita ja kemiallisen pesun liuottimia paremmin kuin kumi. Kumpikaan ei kestä kloorivalkaisua, mutta elastaani kestää uima-altaissa käytetyt klooripitoisuudet. Auringonvalo tai otsoni ei tuhoa elastaania ja elastaani säilyy varastoituna huomattavasti paremmin kuin kumi.

Kumpaakaan elastomeeriä ei tulisi altistaa korkeille lämpötiloille. Elastaani on termoplastinen materiaali, ja sen sulamispiste on 230–290 °C. Elastaania sisältävät tekstiilit voidaan rumpukuivata varovasti, ja ne voidaan silittää matalilla lämpötiloilla. Kumia sisältäviä tuotteita ei tulisi rumpukuivata lainkaan. (*Hatch 1993, 251*)

Lateksi on luonnonkumia, ja sitä saadaan ensisijaisesti kumipuusta. Joillekin ihmisille kehittyi allergisia reaktioita jos he joutuvat jatkuvasti kosketuksiin lateksin kanssa, erityisesti lateksikäsineiden. Lateksiallergia on yleistynyt terveysongelma. Lateksiallergian oireet vaihtelevat pienistä hengenvaarallisiin tai ne voivat edetä lievästä reaktiosta vakavampaan. Esimerkkejä allergian oireista ovat erilaiset ihoreaktiot, yskä, vuotava nenä, kurkun turpoaminen ja hengityksen vaikeutuminen tai allerginen astma. Anafylaktinen shokki on myös mahdollinen. Lateksiallergiset ihmiset ovat useimmiten niitä, jotka joutuvat jatkuvasti kosketuksiin kumituotteiden kanssa. Tällaisia ovat esimerkiksi terveysalan työntekijät ja kumiteollisuuden työntekijät sekä henkilöt, joille on tehty useita leikkauksia tai lääketieteellisiä toimenpiteitä, joissa on käytetty lateksivälineitä ja -tarvikkeita. Riskiä sairastua lateksiallergiaan lisää ruoka-aineallergiat, esimerkiksi banaani-, avokado-, persikka- ja tomaattiallergia. Henkilöille, joilla on lateksiallergia, saattaa kehittyä allergia näille ruoka-aineille, koska näiden ruokien proteiini on samankaltainen kumin proteiinin kanssa. Tietty lääkitys saattaa auttaa helpottamaan allergian oireita, mutta täydellinen lateksin välttäminen on tehokkain hoitokeino. (*WebMD*)

## **2.2 Tarranauhat**

Vuonna 1941 sveitsiläinen amatööriverkkojen kehittäjä ja -keksijä George de Mestral huomasi, että takiaiset tarttuvat vaatteisiin ja koiran turkkiin lujasti. Hän tutki takiaisen rakennetta mikroskoopilla ja näki, että niiden tarrautumiskyky perustui pieniin hakasiin. Tästä hän sai idean kehittää vetoketjun korvaavan kiinnitysmekanismen. Hän oli niin varma keksintönsä suosiosta, että vuonna 1952 hän lopetti insinöörin työssään ja vakuutti sveitsiläisen pankkiirin lainaamaan hänelle 150 000 dollaria hioakseen vuotta aiemmin patentoimaansa Velcro-konseptia. Velcro on yhdistelmä ranskankielen sanoista "velour" ja "crochet". Osan saamastaan 150 000 dollarista hän käytti matkustaakseen Ranskan tekstiilipääkaupunkiin Lyoniin, jossa hän työskenteli professorin kanssa. Yhdessä he tekivät kokeita polyamidilla, synteettisellä kuidulla joka oli ollut saatavilla vuodesta 1938. Polyamidin lujuus aiheutti kuitenkin ongelman. Mestral ja professori eivät keksineet millä koukut saisi leikattua lujasta materiaalista. Idea ratkaisuun tuli lopulta parturin saksista.

De Mestral aloitti tarranauhan tuotannon Sveitsissä 1950-luvun puolivälissä. Velcron patenti raukesi 1978, ja markkinoille alkoi ilmestyä halpoja kopioita Aasiasta. Itse nimi Velcro® on kuitenkin rekisteröity tavaramerkki, eikä sitä saa käyttää muiden valmistamien tarranauhojen yhteydessä. (*Freeman, A; Golden, B, 1997*)

### 2.2.1 Valmistus

Tarranauha muodostuu kahdesta osasta. Tarttuvan puolen väkäset voivat olla muodoltaan koukkuja, sieniä tai harpuunoita. Tämä puoli valmistetaan kutomalla, suulakepuristamalla tai ruiskuvalamalla. (*Aplix*)

Aplix, maailman toiseksi suurin tarranauhan valmistaja, käyttää tekstiilikäyttöön tarkoitetuissa tarranauhoissa kiinnittyvänä elementtinä vain koukkuja ja sieniä. Aplixin sienipäiset tarranauhat valmistetaan polypropeenistä polyesteripohjalla ja koukkupäiset polyamidista, polyesteristä, inoxista tai polyfenyylisulfidista (PPS). (*Aplix*)

Lenkkipuoli muodostuu silmukoista, ja se valmistetaan kutomalla, neulomalla tai non-woven-menetelmällä. Valmistaja suosittelee kudottua lenkkipuolta käytettäväksi sovelluksiin, jotka vaativat pitkää käyttöikää ja erinomaista suorituskykyä. Valitun materiaalin mukaan kudottua lenkkipuolta voidaan käyttää vaativissa olosuhteissa. Materiaalivaihtoehtoja ovat esimerkiksi polyamidi, polyesteri ja aramidi. (*Aplix*) Lenkkipuoli voidaan sekoittaa, jolloin lenkit asettautuvat satunnaisesti. Tämä tuo kiinnityslujuuteen lisävahvuutta. Sekoittamaton lenkkipuoli näyttää paremmalta kuin sekoitettu, mutta se ei ole yhtä pitävä. (*HookandLoop.com*)

Lenkkipuoli voidaan myös neuloa kude- tai loimineulonnalla. Harjattu neulos tehdään polyamidista ja se sopii kohteisiin, jotka vaativat ohuen ja pitävän kiinnityksen. Neulotut lenkinauhat ovat erittäin taipuvia ja sopivat erinomaisesti kohteisiin, jossa kiinnityskohteessa on jyrkkiä mutkia, esimerkiksi penkinpäällisten asentamiseen. Lenkinauhat tehdään polyesteristä. Loimineulotut lenkit voidaan laminoida kalvolla. Ne sopivat vaippateollisuuteen; ne voidaan valmistaa polyamidista tai polyesteristä. Non-woven-tekniikalla valmistetut lenkkipuolet ovat erittäin pehmeitä. Ne on tehty polypropyleenistä ja soveltuvat myös vaippoihin. (*Aplix*)

Yhteen painettuna nämä kaksi osaa, koukku- ja lenkkipuoli, muodostavat säädettävän kiinnityksen. Kiinnityksen ominaisuudet, kuten pitkäikäisyys, pito ja vastustus avaamiselle, vaihtelevat tarttuvan elementin muodon ja lenkkipuolen silmukan rakenteen mukaan: tiheys, filamenttien koko ja se, onko lenkit sekoitettu vai ei. Tarranauhasta saadaan materiaalivalinnalla tehtyä esimerkiksi tulenkestävää, infrapunaheijastamatonta tai kuumuudenkestävää. (*Aplix*)

Tarranauhojen valmistus kapeakudontamenetelmällä rajaa tarranauhojen leveyksien vaihtoehdot tarjolla olevaan konekantaan. On edullisempaa kutoa nauha leveänä ja sitten

leikata tarvittuun leveyteen. Reunat voidaan vahvistaa esimerkiksi pinnoittamalla leveänä kudotun nauhamaton alapuoli termoplastisella resiinillä ja leikkaamalla nauhamatto nauhoiksi kuumuuden tai ultraäänen avulla. (*Okawa, Mitsuhsa 1994*) Valmistajan käyttämä menetelmä on kuitenkin tarkoin varjeltu liikesalaisuus. Siksi on mahdotonta tietää, mikä on paras vaihtoehto. (*Lehtonen, Mauri 2010*)

Hyvin tehty tarranauha ei valmistusmenetelmästä huolimatta rispaannu. Siitä pitävät huolen viimeistelyaineet ja -menetelmät, jotka nekin ovat liikesalaisuuksia. Kuitenkin on mahdollista, että laadukas tarranauhakin rispaantuu, jos valmistuserä on virheellinen. Rankat pesut kuluttavat tarranauhaa enemmän. Siksi tarranauha tulisi aina sulkea ennen pesua. Suljettuna nukka, lika ja muut roskat, jotka pyörivät pesukoneessa, eivät tartu tarranauhan koukkupuoleen, eikä tarranauha pääse hakkaamaan pesukoneen rumpua vasten. Lisäksi vaate tulee aina pestä nurin päin käännettynä hankauksen minimoimiseksi. (*Lehtonen, Mauri 2010*)

Leikatun tarranauhan hulpion leveys riippuu koneen asetuksista. Leveys saattaa olla muutettavissa tilauksesta, mutta tilausten minimimäärät voivat olla hyvinkin suuria. (*Lehtonen, Mauri 2010*)

## **2.2.2 Laatustandardit**

SFS-Standardikokoelmassa on 12 eri standardia tarranauhojen ominaisuuksien määrittämiselle. Nämä standardit sisältävät lähinnä tarraus- ja aukaisuvoiman määrittämistä uutena ja toistuvan käytön jälkeen. Muita vaatimuksia ovat kaarevuuden, mittamuutosten ja kokonaisleveyden määrittäminen sekä tässä työssä olennaiseksi nouseva leikatun reunan käyttäytyminen.

### **Valmistelevat standardit**

Standardit SFS-EN 12240:en, SFS-EN 12241:en ja SFS 1414:en sisältävät testeihin valmistavia menetelmiä.

Eurooppalaisessa standardissa SFS-EN 12240:en esitetään menetelmä, jolla määritetään tarranauhojen nauhaosan kokonaisleveys ja tehollinen leveys sekä tarrakiinnityksen muodostavan osan tehollinen leveys.

SFS-EN 12241:en määrittelee tarranauhojen sulkemismenetelmän ennen pesua ja kuivausta tai kemiallista pesua.

Standardissa SFS -EN 1414:en esitetään laite ja menetelmä, joilla jäljitellään tarranauhojen käytössä tapahtuvia avaamisia ja sulkemisia.

Koska näiden standardien tarkoitus on olla muita testejä varten valmistelevia, ne on pidettävä mielessä aina tarranauhoja testattaessa. Näistä kaksi viimeistä ovat oleellisempia tätä työtä ajatellen kuin ensimmäinen, mutta eivät kuitenkaan välttämättömiä.

### **Tarraus- ja aukaisuvoiman määrittäminen**

Standardit SFS-EN ISO 22776:en, 22777:en, SFS-EN 12242:en ja SFS-EN 13780:en sisältävät menetelmät tarranauhojen tarraus- ja aukaisuvoiman määrittämistä varten.

Puolustusvoimilla on jo olemassa käyttökelpoiset vaatimukset aukaisuvoimille, joten nämä standardit eivät ole oleellisia tämän työn kannalta.

### **Muut**

Tasossa suorana olevan tarranauhan kaarevuus määritetään standardilla SFS-EN 1416. SFS-EN 12243:en eli mittamuutosten määrittäminen pesussa ja kuivauksessa ja kemiallisessa pesussa. Prosentuaalinen muutos määritellään tarranauhasta pesun ja kuivauksen, tai kemiallisen pesun jälkeen.

Tarranauhojen kaareutuvuus ei ole tämän työn ongelma, kuten eivät myöskään mittamuutokset pesussa, joten nämä standardit eivät ole tärkeitä tässä työssä.

Tarranauhojen rispaantumisvastus määritetään standardissa SFS-EN14959:en ja lankojen liestymisen leikatusta reunasta standardissa SFS-EN 1415:en. Nämä kaksi standardia ovat tärkeimmät tämän työn kannalta, ja niitä sovelletaan testeissä.

## **2.2.3 Koukku vs. sieni**

Koukun ei välttämättä tarvitse olla koukku. Kiinnittävän osan muoto voi olla myös esimerkiksi sienen, harpuunan tai nuolenpään muotoinen. Sienen muotoinen koukku on vahvin kiinniketyyppi aukaisulujuuden kannalta, mutta se ei kestä jatkuvia avaamisia kuten koukun muotoinen. (*Perfectex*) Esimerkiksi Velcro Group Corporationin, johon tästedes viitataan lyhenteellä VGC, internetsivuilla sienikoukkuiselle tarranauhalle luvataan 3 psi:n (2.07 N/cm<sup>2</sup>) avauslujuus, mutta vain lyhyt käyttöikä. Normaalikoukkuisten tarranauhojen avauslujuudet vaihtelevat 0,35 ja 1,2 psi:n (0,24– 0,83 N/cm<sup>2</sup>) välillä, mutta käyttöä luvataan olevan pitkä. (*Velcro Industries B.V.*) Sienipäistä koukkuja käytetään esimerkiksi huonekalutekstiileissä, joissa tarranauhaa ei tuotteen elinaikana avata montaa kertaa (*Lehtonen, Mauri 2010*)

VGC patentoi sienikoukkuisen tarranauhan vuonna 1981 tuotenimellä VEL-LOC®, mutta sitä käytettiin ensimmäisen kerran jo vuonna 1972. (*Trademarkia*)

## 2.2.4 Tarranauhatekniikan mahdollisuuksia

Perinteinen tarranauha ei ole ideaalinen kaikkiin tarkoituksiin. Koukkupuoli kerää helposti pölyä, nukkaa, karvoja ja hiuksia, jotka estävät pitävän kiinnityksen ja vaativat säännöllistä puhdistusta. Lisäksi tarranauhan avaamisesta kuuluu kova ääni, ja tästä voi olla haittaa joissain tilanteissa, esimerkiksi hiljaisissa luentosaleissa, sotatilanteissa ja metsästettäessä.

Jos tarranauhan lenkki puoli korvataan toisella koukkupuolella, ja koukkuja suurennetaan, saadaan kiinnittävän elementin muotoon entistä enemmän vaihtelevuutta. Näin liian kerääntymisen hallinta helpottuu. Tämän tyylisten ratkaisujen käyttö vaatetusikässä ei kuitenkaan ole kaikissa tapauksissa ihanteellista muun muassa taipuisuuden puutteen vuoksi.

Yhdysvaltalainen Leonard Duffy patentoi vuonna 1999 liukuvasti kiinnittyvän kiinnikkeen (Slidingly Engaging Fastener). (Duffy, Leonard A. 1997) Tämä sulkeutuu helposti ja hiljaisesti, ei kulu ajan mittaan ja kantaa kahdeksan kertaa sen painon kuin tavallisissa käytettävät tarrat. Tämän kiinnikkeen toiminta perustuu sen muodostavien kappaleiden yhteenlomitukseen. Nämä yhteenlomituneet osat irtoavat toisistaan vain yhteen suuntaan siirrettäessä. Duffy on korvannut keksinnöllään mm kengännauhoja ja rannekellojen ja hiihtokäsineiden kiristysriihioja. (Mone, Gregory 2007)

Vastaavanlaiseen periaatteeseen perustuvia tarranauhatyylisiä ratkaisuja käytetään vaatetuksen ulkopuolella esimerkiksi kuljetuksessa, elektroniikassa ja lääketieteessä. Näiden ratkaisujen murtolujuus on tarpeeksi korkea korvataksaan mekaanisia kiinnitysvälineitä monissa tilanteissa, mutta ne voidaan avata ja sulkea satoja kertoja. Nämä voidaan kiinnittää esimerkiksi ultraäänihitsauksella, tekstiiliin ne voidaan kiinnittää nitomalla tai jopa ompelemalla. (Velcro Industries B.V.)

Metaklett on tuotenimi teräksestä valmistetulle tarranauhatyypiselle kiinnikemekanismissa, joka kykenee kannattamaan jopa 35 tonnin painon neliometriä kohti 800 °C:seen asti. Metaklettin koukut on tehty joustavasta teräksestä, jotka liukuvat rei'itettyyn vastakappaleeseen ja palautuvat muotoonsa toisella puolella estäen poisliukumisen tehokkaasti. Tämä on suunniteltu käytettäväksi erityisesti niissä kohteissa, jossa olosuhteet ovat liian kuumat perinteiselle tarranauhalle tai jos kiinnike joutuu käytössä kosketuksiin aggressiivisten aineiden kanssa. (ScienceDaily 2009)

## **3 Lisätarvikkeet**

### **3.1 Yleistä**

Tuotteissa käytetyt kuminauhat voitaisiin jakaa karkeasti kolmeen tai neljään ryhmään. Kolmeen ryhmään jaettaessa ryhmäjaot olisivat napakat kuminauhat, tukevat kuminauhat ja jäykät kuminauhat. Helpoimmin venyviä, napakoita kuminauhoja käytetään alushousuissa, takkien helmoissa, housujen lahkeissa, ja huppujen, hanskojen yms. kiristimissä. Tukevia kuminauhoja käytetään käsineissä ja takeissa rakenteissa, joiden tarkoitus on pitää tuote muodossa ja napakasti päällä, sekä päällihousujen vyötäröllä. Jäykkien kuminauhon käyttökohteena on ne tuotteiden osat, joissa käytetään ns. resinka-nauhaa. Tällaisia ovat esimerkiksi sadehousujen olkaimet. Resinka-nauhan vanha nimi on kenkävenyke. Se on jäykkää kuminauhaa, jonka ei tarvitse venyä. (*Finn-nauha 2010*).

Käytetyt nauhat voitaisiin myös lajitella neljään ryhmään, jossa oman ryhmänsä napakoiden ja tukevien nauhojen väliin muodostaisivat repuissa ja muissa asusteissa käytetyt pyöreät kuminauhat. Mahdollisesti tämä ryhmä voisi sisältää kaikki pyöreät kuminauhat ja kuulua tukevien ja jäykkien kuminauhon ryhmien väliin.

### **3.2 Lisätarvikkeiden vaaditut ominaisuudet**

#### **Kuminauhat**

Kuminauhat joutuvat käytössä jatkuvalle rasitukselle, eivätkä niiden ominaisuudet saisi kadota tuhansienkaan venytyksien jälkeen. Tässä työssä tärkein ominaisuus kuminauhoille on sen moduuli eli se, miten kuminauha käyttäytyy venytettynä. Puolustusvoimilla ei tällä hetkellä ole mitään selkeätä ja varmaa keinoa vaatia juuri oikeanlaista kuminauhaa. Käytössä vaadittava moduuli riippuu käyttökohteesta, toisiin kohteisiin tarvitaan tukevaa ja joustamatonta ja toisiin tarvitaan kevyempää kuminauhaa.

#### **Tarranauhat**

Tarranauhoihin on tähän asti vaadittu kudottua reunaa. Koska näiden tarranauhojen saanti on kuitenkin vaikeutunut, pyritään Puolustusvoimilla sallimaan tarranauhat, joissa on leikattu reuna. Leikattujen reunojen on kuitenkin kestettävä, eivätkä ne saa purkaantua normaalissa käytössä.

## 4 Testaus

### 4.1 Teoria

#### 4.1.1 Kuminauhut

Kumin kimmokerroin ei ole vakio, toisin kuin esimerkiksi metallien, vaan se muuttuu olosuhteista riippuen. Kimmokerroin on vakio, joka kuvaa aineen kykyä vastustaa sitä muovaavia voimia.

Lämpötilan laskiessa huoneenlämpötilasta kimmomoduuli kasvaa. Kumin kimmomoduuli riippuu myös muodonmuutosamplitudista ja aikaisemmasta muodonmuutoksesta. (*Raaka-ainekäsikirja 4: Muovit ja kumit. 2001, 143*)

#### Testi vetokoneella

Kuminauhoja haluttiin testata koneellisesti, sillä koneettomasti tehdessä mukana on aina tekijänä inhimillinen erehdys. Mittausvirheitä voi syntyä esimerkiksi mittavälineen väärästä kiinnipidosta, väärästä tarkastelukulmasta, valaistuksesta, testaajan mielentilasta, nälästä tai väsymyksestä, yms. Koneella testattaessa nämä tekijät ovat mukana vain leukojen kiristyksessä ja testikkapaleen asetuksessa. Näitä muuttujia voidaan hallita esimerkiksi pneumaattisilla leuoilla.

Kuminauhojen käyttäytymistä testattiin standardia EN 14704 soveltaen, sillä käytössä ei ollut oikeanlaista standardin määrittelemää vetokonetta. Sovelletussa menetelmässä nauhojen metrimassa punnittiin, ja saadun punnitustuloksen perusteella nauhat jaettiin yhdeksään ryhmään. Mitä suurempi massa on, sitä suuremmalla voimalla kuminauhaa vedettäisiin. Ryhmien massarajat otettiin taulukosta 1, joka on peräisin standardista EN 14704.

Taulukko 1: Standardin EN14704 mukaiset kuormitukset

Metrimassa (g/m)	Voima (N)
> 2,0	7,5
2,01 – 3,75	12,0
3,76 – 5,00	15,0
5,01 – 7,50	25,0
7,51 – 11,0	34,0
11,01 – 17,00	42,0
17,01 – 25,00	53,0
25,01 – 36,00	61,0
36,00<	74,0

Sovelletussa menetelmässä 150 millimetriä pitkä koepala asetettiin leukojen väliin, vetonopeus standardinmukaiseen 500 millimetriin minuutissa, alkurasitus 0 newtoniin. Vetävä voima riippuu testattavasta nauhasta. Voima, johon asti vedettiin, asetettiin standardinmukaiseksi, ja suurin



pituus, johon nauhaa tulitaisiin venyttämään, 700 millimetriin. Näiden vetojen jälkeen vedon maksimipituus vaihdettiin 150 millimetriin, joka oli 100 % lisää alkuperäiseen pituuteen. Kuitenkin huomattiin, että tämä menetelmä ei ole paras mahdollinen sovellettava tätä työtä varten, sillä käytössä olevilla laitteilla ei saatu tarpeeksi luotettavia tuloksia. Pääsyy tähän oli se, että nauhat luistivat vetokoneen leuoista.

### Vaihtoehtoista sovellusta

Seuraavaksi pohdittiin mahdollisuutta käyttää standardissa EN 14704 annettuja rasitusvoimia siten, että nauhat laitettaisiin roikkumaan ja niiden irtonaiseen päähän kiinnitettäisiin oikean voiman tuottama paino. Kuitenkin tällä menetelmällä tavalliseen 20 mm leveään kuminauhaan tulisi lisätä painoksi 4,28 kilogrammaa. On selvää jo ilman testejäkin, että se olisi aivan liikaa lähes mille tahansa kuminauhalle.

### Koneeton testi

Vaikka aiemmin todettiin, että koneellisesti testaus olisi haluttavampaa inhimillisen erehdyksen karsimiseksi, päätettiin silti kokeilla standardin SFS 5231 soveltamista. Tällä standardilla määritellään kankaiden elastiset ominaisuudet. Tämän standardin soveltamisala on venyvien kankaiden elastinen käyttäytyminen, kun niitä kuormitetaan yhden kerran vakiovenymärajaan. Tässä työssä ei kyseinen vakiovenymäraja kuitenkaan ole oleellista, vaan standardista käytetään vain menetelmää ja esikuormitusta. Kyseinen esikuormitus määräytyy neliömassan perusteella taulukon 2 mukaan

Taulukko 2: Neliömassarajat ja niiden mukainen esikuormitus

Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )	Esikuormitus (cN)	Esikuormitus (kg)
$m \leq 200$	200	0,204
$200 < m \leq 300$	300	0,306
$300 < m \leq 400$	400	0,408
$400 < m \leq 500$	500	0,510
$500 < m \leq 600$	600	0,612
$600 < m \leq 700$	700	0,714
$700 < m \leq 800$	800	0,815
$800 < m \leq 900$	900	0,917
$900 < m \leq$	1000	1,019

Esikuormitus laskettiin kaavalla

$$G = mg \quad (1)$$

Tästä ratkaistaan  $m$  jolloin kaavaksi saatiin

$$- \quad (2)$$

jossa  $m$  on esikuormitus kilogrammoina,  $G$  esikuormitus newtoneina ja  $g$  maan putoamiskiihtyvyyden  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Tässä testissä kuminauhat ripustettiin roikkumaan tauluun, kuvion 2 osoittamalla tavalla. Kuminauhojen toiseen päähän ripustettiin esikuormituksen mukaiset painot. Nauhojen venymistä tarkkailtiin apuviivojen ja mittanauhan avulla.



Kuvio 2: Testimenetelmä

#### 4.1.2 Tarranauhat

Työssä haluttiin selvittää keino vaatia yksiselitteisesti tarranauhan leikatun reunan kestävyyttä. Parhaat tuotemerkit tiedettiin, mutta laatuvaatimuksiin ei voida nimetä, mitä halutaan, vaan on vain kerrottava, millaiset ominaisuudet tahdotaan.

Tarranauhan oikea liestyvyys on tärkeää, sillä liian heikko reuna voi aiheuttaa sen, että nauha repeää normaalissa käytössä, mikä lisää huollon tarvetta ja mahdollisesti vähentää tuotteen elinikää. Sotilaskäyttö on raskasta käyttöä ja sitä pitää verrata mieluummin työvaatteissa tarvittaviin kestovaatimuksiin.

### Testi vetokoneella

Tarranauhojen reunojen liestyvyyttä testattiin SFS-EN 1415:en -standardia soveltaen. Standardia sovellettiin virallisen testilaitteiston puutteen vuoksi.

Sovelletussa menetelmässä testipää asetettiin vetolaitteen leukojen väliin, vetonopeus asetettiin standardinmukaiseen 100 millimetriin minuutissa, vetävä voima 1000 newtoniin, ja alkurasitus 0 newtoniin.

### Pesutesti

Tarranauhat valmistettiin standardin EN 14959 mukaan. Viisi senttimetriä pitkät, keskeltä poikkileikatut tarranauhat ommeltiin kiinni kankaaseen, ja niiden vastakappaleet asetettiin niiden päälle. Testikappale pestiin 60 °C:ssa ja kuivattiin kuivausrummussa. Pesutestin tarkoituksena on määrittää tarranauhan reunojen rispaantuminen

## 4.2 Havainnot

### 4.2.1 Kuminauhat

#### Testi vetokoneella

Testit suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiilentestauslaboratorion tiloissa syksyllä 2010.

Osa nauhoista napsahti irti leuoista ennen vaaditun newtonmäärän saavuttamista, ja suurin osa näistä testituloksista hylättiin. Kuitenkin jotkut nauhat, joiden tulokset olivat irtoamisesta ja luistamisesta huolimatta tasaisen ja luotettavan näköisiä ja joista oli tarjolla enemmän testimateriaalia, hyväksyttiin. Kaikissa hyväksytyissä testeissä tulokset ovat tarjolla olevilla tarkkailumenetelmillä yhdenmukaisia, ja siksi niitä voidaan pitää luotettavina. Pitkän varastointiajan vuoksi saatuja tuloksia ei voida pitää luotettavina tietyn nauhan tai nauhanvalmistajan laadusta, mutta koska kaikkia nauhoja on varastoitu sama aika samoissa olosuhteissa, ovat tulokset tätä työtä varten kelvollisia.

Vedosta saadusta käyrästä nähdään, miten kuminauha käyttäytyy venytettynä. Suurimmalla osalla edellä mainitun tavoin tutkituista kuminauhoista ensimmäinen myötöpiste oli heti alussa Vedon loppupuolella kuminauhan venyminen väheni huomattavasti ja käyrä jyrkkeni taas. Loppupään jyrkkyydellä ei kuitenkaan ole merkitystä, sillä venymä oli tällä kohti jopa 200 %. Kuminauhoja ei normaalissa käytössä venytetä näin paljoa. Käyrän jyrkkyyden saa numeerisesti määritettyä kulmakertoimella. Käyrän oikeasta kohdasta on löydettävä mahdollisimman suora linja, jonka päiden avulla voidaan määritellä kulmakerroin tälle linjalle. Mitä suurempi kulmakerroin on, sitä jäykempi nauha on. Kulmakerroin lasketaan kaavalla

$$kk = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (3)$$

Arvioitiin, että kuminauha venyy esimerkiksi alushousukäytössä 33–50 %. Jotta löydettäisiin mahdollisimman tarkasti suora linja tältä väliltä, olisi testituloksia pystyttävä tarkastelemaan lähempää. Tämän vuoksi tehtiin vielä edellistäkin sovelletumpi testi, jossa venytettävä maksimipituus asetettiin 200 %:iin alkuperäisestä. Ajateltiin, että pienemmällä skaalalla tarkasteltuna kuvaajasta saisi luotettavamman suoran viivan, jolta kulmakerrointa voisi tarkastella. Kuitenkin tällä menetelmällä rasitetun nauhan tarkastelupisteiden arvot eivät täsmänneet standardinmukaisesti testattujen kanssa. Koska molemmat menetelmät olivat sovellettuja ja koska standardia ei ylipäätään ole tarkoitettu kuminauhoille, tuloksista ei tiedetty, kumpaan tulisi luottaa. Tämä johti vaihtoehtoisten testimenetelmien suunnitteluun.

### Koneeton testi

Kuminauhojen neliömassat laskettiin kaavalla

$$\frac{1000 \text{ mm}}{x \text{ mm}} \cdot m_{nmm} \quad (4)$$

jossa x on nauhan leveys ja  $m_{nmm}$  nauhan metrimassa grammoina.

Kuminauha ei kuitenkaan ole saman paksuinen, eikä siksi myöskään saman massainen, jokaisesta kohdasta kuten kankaat. Siksi saatu neliömassa ei ole täysin täsmällinen, vaan hieman liian suuri, jos kuvitellaan, että nauha olisi leveänä kudottu kangas. Tämä voidaan mahdollisesti ottaa huomioon esikuormituksia määriteltäessä siten, että jos jokin nauha on hyvin lähellä ryhmänsä alarajaa, se voidaan sijoittaa alempaan ryhmään.

Tähän testiin otettiin seitsemän mahdollisimman erilaista kuminauhaa, jokaisesta 20 cm:n mittainen testipala. Kuminauhoja tarkkailtiin esikuormitettuna, ja tulosten perusteella määriteltiin rajat kuminauhojen eri käyttöryhmille.

Standardissa on määritelty erikseen esikuormitukset kudoksille ja neuloksille, mutta kuminauhoja varten käytettiin valmistusmenetelmästä riippumatta kudoksille tarkoitettua taulukkoa.

## 4.2.2 Tarranauhat

### Testi vetokoneella

Kokeellinen testipää teetettiin ja testit suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun omistuksessa olevalla Zweigle-vetokoneella keväällä 2010. Kokeet sujuivat ajoittain hyvin, mutta eivät missään tapauksessa ongelmitta. Teetetyistä testauspäästä oli pian katkennut lähes puolet piikeistä, joten saatujen tulosten luotettavuuteen ei voinut enää luottaa. Piikit vaihdettiin, mutta uudet piikit eivät kestäneet kolmeakaan vetoa, ennen kuin puolet piikeistä oli jälleen

katkennut ja testit keskeytettiin. Lisäksi tällä toisella kerralla tehdyissä testeissä tulos huononi huomattavasti joka kerta ja käyrä näytti aina erilaiselta, joten tulokset piti hylätä. Tämän jälkeen piikit vaihdettiin kolmannen kerran. Tällä kertaa ne vaihdettiin millimetrin kymmenesosaa paksumpiin neuloihin, ja testit saatiin näillä neuloilla suoritettua loppuun.

Sovelletun standardin englanninkielinen nimi on "Behaviour of slit selvages", eikä testillä selviä ainoastaan tarranauhan reunan kestävyys. Kiinnostavaa onkin se, miten eri tavoin tarranauha voi revetä ja miten se vaikuttaa käyttöön. Rasiituksen alla oleva reuna voi antaa periksi joko kude- tai loimisuunnassa. Niiden tarranauhojen, joiden loimet katkesivat, voidaan ajatella olevan reunan rispaantumisen kannalta parempia kuin niiden, joista loimet luistivat pois.

### **Pesutesti**

Testituloksia esiteltäessä selvisi, että vetokoneella sovellettu standardi ei ole käyttökelpoinen suoraan, sillä ongelmana ei ole tarranauhojen repeäminen ompeleen kohdasta, josta testipää nauhoja repi, vaan reunojen rispaantuminen. Reunat rispaantuvat käytössä ja pesuissa, joten uusien, käyttämättömien tarranauhojen testaus ei anna luotettavaa tulosta. Lisäksi vetokoneella tehdyillä testeillä saadut voimat ovat niin suuria, etteivät tarranauhat joudu käytössä niin suurille rasiituksille.

Tämän vuoksi tarranauhat päätettiin pestä standardia EN 14959 soveltaen. Standardin tarkoituksena on määrittää tarranauhan reunan liestyminen. Siinä testikappale ommellaan pieneen kangaspalaan ja pakataan pussiin, jonka tarkoituksena on suojella tarranauhaa pesussa. Alan asiantuntijan kanssa käydyn keskustelun tuloksena pääteltiin kuitenkin, että pesussa kohdattavat rasiitukset ovat tärkeä tekijä rispaantumisessa. Siksi tarranauhat ommeltiin yhdelle isolle kankaalle ja kangas pestiin siten, että se joutui alttiiksi hankaukselle muiden koneessa olevien kankaiden ja pesukoneen rummun kanssa. Vertailun vuoksi mukaan laitettiin toinen samanlainen testikappale, jossa tarranauhat olivat kankaan sisässä, kuten ne olisivat nurin päin käännettyssä vaatteessa. Samaan pesuerään lisättiin tarranauhoja irrallisina nauhoina, koukku- ja lenkkipuolet yhteen painettuina. Täyttökankaiksi valittiin mahdollisimman karkeita kudoksia.

Tällä menetelmällä tarranauhojen reunoista ei kuitenkaan irronnut lankoja, vaikka ne oli leikattu keskeltä halki, eikä suojattuna pestyissä ja hankauksen alla pestyissä nauhoissa ollut selkeätä eroa. Testituloksista ei sen tähden saanut selville mitään lopullista.

Pestyjä tarranauhoja käsiteltäessä kuitenkin huomattiin, että kun ensimmäiset loimet oli irrotettu reunasta, toisista nauhoista sai pienellä vaivalla purettua lisää loimia, kun taas toisissa nauhoissa reunaloimien irrotuksella ei ollut merkitystä. Ensimmäiset loimet irrotettiin ratkojalla, ja testatuista tarranauhoista sai poikkeuksetta loimet irti ehjinä.

## 5 Päätelmät

### Kuminauhat

Standardin SFS 5231 mukaan testatuille kuminauhoille voitaisiin asettaa seuraavat rajat:

- napakat kuminauhat, venymä esikuormitettuna < 15 %
- tukevat kuminauhat, venymä esikuormitettuna 5-10 %
- jäykät kuminauhat, esikuormitettuna ei silminnähtävää muutosta pituudessa.

Mukaan voisi liittää tarkennukseksi maksimivenymävaatimuksen, sillä testatuista nauhoista ne, jotka eivät venyneet paljaalla silmällä huomattavasti, venyivät kuitenkin noin 100 % käsin venytettäessä. Maksimivenymärajat eivät kuitenkaan muissa ryhmissä tunnu niin oleelliselta kuin jäykissä kuminauhoissa. Jäykille kuminauhoille maksimivenymärajan voisi asettaa 10 ja 50 %:n välille.

On mahdollista, että standardin SFS 5231 käyttämät massat ovat kuminauhoille liian heikkoja, ja tarkempia tuloksia voisi saada jos standardien SFS 5231 ja EN 14704 massarajojen väliltä löytyisi kuminauhoille sopiva kultainen keskitie.

Uudemmallalla vetokoneella, jonka asetukset ovat säädettävissä tarkemmin kuin käytössä olleen, saattaa saada varmempia ja luotettavampia tuloksia kuin tässä työssä käytetyllä vetokoneella. Näitä asetuksia ovat muun muassa mahdollisuudet vetää kuminauhoja maksimivenymärajaan ja venymäkäyrän halutun välin tarkastelu, jolla saa määritettyä tarkan kulmakertoimen. Tärkeätä on lisäksi löytää menetelmä saada kuminauha kiinni vetokoneen leukoihin siten, että sen päät eivät pääse irtomaan vedon aikana. Kuminauhaan voi mahdollisesti liimata hiekkapaperia tai muuta karkeata materiaalia kitkan suurentamiseksi. Lisäksi voidaan pyrkiä käyttämään testileukoja, joissa itsessään on pinta, joka aiheuttaa mahdollisimman suuren kitkan, esimerkiksi kumi.

Tätä menetelmää ei saa suoraan sovellettua pyöreisiin kuminauhoihin, sillä niiden metrimassaa ei saa laskettua samalla tavalla kuin litteiden nauhojen. Pyöreitä kuminauhoja varten olisi tämän vuoksi kehitettävä omanlaisensa menetelmä.

**Tarranauhat**

Tarranauhoille ei saatu määritettyä menetelmää, jolla pystyttäisiin määrittämään reunan liestyvyys. Nauhoista ja niiden reunan kestävydestä saa kuitenkin yleiskuvan, kun tarranauhan pesee irrallisena, koukku- ja lenkkipuolet yhteen painettuina. Pestyn nauhan reunasta irrotetaan terävällä piikillä muutama loimilanka, jonka jälkeen lisää loimia yritetään irrottaa sormin. Jos sormin saadaan irrotettua lankoja, tarranauha luultavasti rispaantuu helposti tai melko helposti. Jos terävällä piikillä ei saada irrotettua loimilankoja ehjinä, voidaan päätellä, että reuna on kestävä, eikä mitä luultavimmin tule rispaantumaan. Useimmista tarranauhoista, joissa on leikattu reuna, kuitenkin saanee irrotettua piikillä loimilankoja ilman että ne katkeavat.

Yksi mahdollisuus, mitä tarranauhoilta voisi vaatia, on se, että standardin SFS-EN 1415:en mukaan tai sitä soveltaen testatuilta tarranauhoilta vaadittaisiin, että loimet eivät saa luistaa irti kuteiden väleistä. Tämä saattaa kuitenkin karsia tarranauhatarjontaa merkittävästi.

## Lähteet

- Aplix. Fastening System, APLIX product range. Clinging, loop, principle. Hook & loop fastening, closure.[www-sivu] [viitattu 5.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.aplix.com/en/products>
- Duffy, Leonard A 1997. Interlocking Device [online] [viitattu 5.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.freepatentsonline.com/5983467.pdf>
- Finn-nauha oy Haastattelu kevät 2010
- Freeman, Allyn; Golden, Bob 1997. Why didnt I Think of That: Bizarre Origins of Ingenious Inventions We Couldn't Live Without. Canada. John Wiley & Sons, Inc [online] [viitattu 4.10.2010]  
<http://books.google.com/books?id=EVafPNDvWIYC&pg=PA99#v=onepage&q&f=false>
- Harper, Charles A. 2002. Handbook of Plastics, Elastomers, & Composites. Fourth Edition. New York: McGraw-Hill Publishing
- Hatch, Kathryn L. 1993. Textile Science. Minneapolis: West Publishing Company
- HookandLoop.com. Overview of VELCRO ® Brand Products and Definitions [www-sivu] [viitattu 5.10.2010] Saatavissa:  
[http://www.hookandloop.com/site/product\\_definitions.cfm](http://www.hookandloop.com/site/product_definitions.cfm) 5.10.2010
- Horppu, Matti, lehtori. Haastattelu 8. ja 10. 11.2010 Tampereen ammattikorkeakoulu Industrievereinigung Chemiefaser E.V. Elastane fibres [www-sivu] [viitattu 6.10.2010] Saatavissa:  
[http://www.ivc-ev.de/live/index.php?page\\_id=73](http://www.ivc-ev.de/live/index.php?page_id=73)
- Lehtonen, Mauri. Haastattelu 16.11.2010. SNT-Group oy
- Mone, Gregory.2007. INVENTION AWARDS The new Velcro [www-sivu][viitattu 5.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.popsoci.com/scitech/article/2007-05/invention-awards-new-velcro>
- Okawa, Mitsuhisa 1994. Weave structure for preventing woven tape selvedge from fraying [online] [viitattu 8.11.2010] Saatavissa:  
<http://www.freepatentsonline.com/5454404.html>
- Paffgen, Thomas 2003. Finishing of woven and knitted fabrics with elastane fibers [www-sivu] [viitattu 6.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.allbusiness.com/asia/972221-1.html>
- Perfectex. Hook and Loop– Industrial [www-sivu] [viitattu 4.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.perfectex.com/hookloopspecialty.html>
- Raaka-ainekäsikirja 4: Muovit ja kumit .2001. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus oy
- Ronkainen, Kauko. 2010. Kuminauhat. S-posti. Kauko.ronkainen@harmannauha.fi. Tulostettu 1.12.2010
- ScienceDaily 2009. Metaklett, A Steely Hook and Loop Fastener [www-sivu] [viitattu 5.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.sciencedaily.com/releases/2009/09/090903163904.htm>
- Steuber, Walter 1955. Elastic filaments of linear segmented polymers [online] [viitattu 15.1.2010] Saatavissa:  
<http://www.freepatentsonline.com/2929804.pdf>
- Trademarkia. VEL-LOC – Trademark by VELCRO INDUSTRIES, B.V. Curacao [www-sivu] [viitattu 4.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.trademarkia.com/vellloc-73304768.html>
- Tutorvista.com. Natural rubber, Properties of Natural Rubber [www-sivu] [viitattu 8.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.tutorvista.com/content/chemistry/chemistry-ii/carbon-compounds/natural-rubber.php>
- Velcro Industries B.V. Self Engaging Fastener [www-sivu] [viitattu 5.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.velcro.com/index.php?page=innovation-new-self-engaging-fastener>
- Velcro Industries B.V. 2010 Woven Products [online] [viitattu 4.10.2010] Saatavissa:  
<http://www.velcro.com/uploads/pdf/Woven%20Products.pdf>
- WebMD. Allergy to Natural Rubber (Laterx)-Topic Overview [www-sivu] [viitattu 8.11.2010] Saatavissa:  
<http://www.webmd.com/allergies/tc/allergy-to-natural-rubber-latex-topic-overview>