

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**  
**POLÜMEERMATERJALIDE INSTITUUT**  
**TEKSTIILITEHNOLOOGIA ÕPPETOOL**

**VILDITUD MATERJALI OMADUSED JA KVALITEEDI**  
**TESTIMINE**  
**Magistritöö**

**Triin Altmäe**

Juhendaja:

Anti Viikna, tekstiilitehnoloogia õppetool, professor

Kaasjuhendaja:

Küllike Tuvikene, Kyllike OÜ

Materjalitehnoloogia õppekava KAOM 02/09

2014

Deklareerin, et käesolev magistritöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli magistrikraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

.....

Ees- ja perekonnanimi

# SISUKORD

1.	AJALUGU .....	7
2.	LOOMSED KIUD .....	9
2.1.	Vill ja karvad .....	9
3.	LAMBAVILL (WO) .....	10
3.1.	Lambavilla tootmine ja tootjad .....	11
3.2.	Villalammaste tõud .....	12
3.3.	Lambakasvatus .....	12
3.4.	Lambavilla pügamine, sorteerimine ja pesemine .....	13
3.5.	Villakiu kasv .....	14
3.6.	Kiu ehitus .....	14
3.7.	Villamolekuli ehitus .....	16
3.8.	Lambavilla omadused .....	19
	Füüsikalised omadused .....	19
	Keemilised omadused .....	24
	Bioloogilised omadused .....	25
	Vastupidavus päikese ultraviolettkiirgusele .....	25
	Füsioloogilised omadused .....	25
3.9.	Lambavilla määramine .....	26
3.10.	Lambavilla kasutamine .....	27
3.11.	Hooldamine ja säilitamine .....	27
4.	TEISTE LOOMADE VILL .....	29
4.1.	Kitsevill .....	29
	Angoorakitse vill ehk mohäärvill (WM) .....	29
	Kašmiirvill (WS) .....	31
4.2.	Kaamellaste sugukonna loomade vill .....	33
	Alpakavill (WP) .....	33
	Laamavill (WL) .....	35
5.	VILLA KIUDUDE (KANGASTE) TÖÖTLUSVIISID .....	37
5.1.	Villaste kangaste (villa) ettevalmistus .....	37
5.2.	Villaste kangaste pesemine .....	37
5.3.	Villaste kangaste vanutamine .....	38
5.4.	Villaste kangaste (kiudude) keetmine (fikseerimine) .....	39
5.5.	Villaste kiudude (kangaste) karboniseerimine .....	39
5.6.	Villa ja villaste kangaste pleegitamine .....	40

6.	PILLINGUVASTANE VIIMISTLUS .....	42
6.1.	Pilling .....	42
6.2.	Pillingu mehanism .....	42
6.3.	Mõned pillinguvastased viimistlused .....	45
7.	VILT JA VILTIMINE .....	47
7.1.	Defineerimine .....	47
7.2.	Ajaloost.....	47
7.3.	Kyllike OÜ valmistatava materjali kirjeldus .....	48
8.	KATSED .....	50
8.1.	Eesmärk ja hüpoteesid .....	50
8.2.	Katsete teoreetiline osa.....	51
	Pilling .....	51
	Tõmbetugevus .....	51
	Kokkumine .....	61
8.3.	Katse praktiline osa, tulemused ja järeldused.....	63
	Martindale pillingu test.....	63
	Tõmbetugevus .....	67
	Kokkumine .....	68
9.	KOKKUVÕTE.....	70
	KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	72
	Resümee .....	73
	Lisa 1. Kyllike OÜ valmistatud mantel .....	74
	Lisa 2. Kyllike OÜ valmistatud mantel .....	76
	Lisa 3. Kašmiir (30%-se sisaldusega) .....	78
	Lisa 4. Laama (30%-se sisaldusega).....	80
	Lisa 5. Alpaka (30%-se sisaldusega).....	82
	Lisa 6. Jakk (30%-se sisaldusega) .....	84
	Lisa 7. Angoor (30%-se sisaldusega) .....	86
	Lisa 8. Alpaka (30%-se sisaldusega), Tussah siid.....	88
	Lisa 9. Tõmbekatse katsekeha 1 .....	90
	Lisa 10. Tõmbekatse katsekeha 2 .....	91
	Lisa 11. Tõmbekatse katsekeha 3 .....	92

## SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö üldiseks eesmärgiks on õppida põhjalikult tundma loomseid kiudusid (nii lamba villa kui ka teistelt loomadelt saadavat kiudu, mida ettevõtte Kyllike OÜ kasutab) ning läbi katsetuste määrata Kyllike OÜ valmistatava vilditud liitmaterjali kvaliteet.

Kyllike OÜ eesmärgiks on vastata kliendi ootustele ning tagada antud töös uuritavast materjalist valmistatud toodete kvaliteet. Uuritava vilditud materjali valmistamise eripärast tulenevalt ei saa materjalile laiendada üldiseid materjalidele ja/või rõivastele kehtestatud nõudeid.

Selleks, et ükskõik millise materjali kvaliteeti määrata, peab määrama esmalt kiud, millest vastav materjal koosneb ning välja selgitama nende kiudude omadused. Samal ajal tuleb arvestada, kuidas materjal on valmistatud ning milliseid omadusi annab vastav valmistusviis materjalile tervikuna. Eesmärgiks on otsida seoseid materjali koostise, väliskeskkonna mõjutuste suhtes reageerimise ning kvaliteedi vahel.

Käesolevat tööd kirjutades lähtub autor tõdemusest, et kõik loomsed kiud on oma olemuselt sarnased ning erinevate villa kiudude omadusi võib üldistavalt iseloomustada lamba villa kiu näitel. Kuna villa kiu omadusi mõjutavad erinevad detailid, on villakiu uurimisel oluline pöörata tähelepanu erinevate kiuduandvate loomade kasvatamisele, kiudude sorteerimisele ja töötlemisele ning kasutamisele ja hooldamisele, mis kõik suuremal või vähemal määral mõjutavad saadava kiu kvaliteeti ja omadusi.

Peamised valikud käesoleva töö kvaliteedimääramismeetodite osas lähtuvad otseselt uuritavast materjalist ja selle omadustest ning ettevõtte vajadustest. Katsetusi viiakse läbi Kyllike OÜ-s, Tallinna Tehnikaülikooli tekstiilitehnoloogia õppetooli katselaboris ning Tallinna Tehnikakõrgkooli katselaboris.

Materjali füüsiliselt nähtavaks probleemiks on kandmisel tekkiv pilling. Käesoleva töö eesmärgiks on seatud läbi katsetuste kindlaks teha materjali pillingusse mineku kiirus,

võrrelda erinevate kiudude pillingukalduvust ning leida teoorias pillingu vältimiseks või vähendamiseks kasutatavad meetodid. Olulisel kohal materjali valmistamise juures on materjali kokkumine vanutamise protsessis.

Eesmärk on katsetada ka materjali tõmbetugevust ning võrrelda saadud tulemusi mantliriidele kehtestatud normidega. Katsetada materjali tõmbetugevust liimtugevdatud materjaliga ja ilma, saadud tulemusi võrrelda.

# 1. AJALUGU

Ajaloolised daatumid lambakasvatusest:

- 1) Esimesed kodustatud lambad Kagu-Aasias ja Zargos'i mäe nõlvadel ligikaudu 9000 aastat e.m.a;
- 2) 4000 aastat e.m.a (noorem kiviaeg): neoliitiline inimene kodustab lamba, esimesed leiud väljakaevamiselt Šveitsis aastal 1861;
- 3) Mesopotaamias, Eufrati jõe rannal kasvatatakse lambaid, kedratakse villast lõnga ja kootakse villast riiet;
- 4) babüloomlased ja assüürlased kannavad villaseid rõivaid;
- 5) 3500 aastat e.m.a lambakasvatusteemalised mosaiiktööd Pärsia lahe rannalt;
- 6) 3000 aastat e.m.a esimesed lambad Briti saartel;
- 7) aastal 1788 esimesed lambad Austraalias. [1, lk 71-72]

Lammas on üks vanimatest koduloomadest. Lambast on saadud liha, karusnahka ja villa juba üle 10 000 aasta. Lambavill on teatavasti vanim teadaolev loomne tekstiilkiud. Lõuna-Türgist on leitud umbes 6500 e.m.a pärinevaid lambavillast kootud esemeid. Ajast 5000-4000 e.m.a pärinevat lambavillast tekstiili on leitud nii Hiinast kui ka Egiptusest. Taanist on leide ajast umbes 3500 e.m.a. Babülooonias toimus villa kudumine tööstuslikes mahtudes ja villa sorteerimine kvaliteedi järgi umbes 4000 aastat tagasi.

Ürglamba tõugu meenutavad praegustest lambatõugudest enim šoti *Blakface*-lammas ja põhja-ameerika Navajo-lammas. Hea kvaliteediga villa andva merino lamba algvorm on pärit Hispaaniast. See lambatõug levis Väike-Aasiast esmalt Kreekasse ja sealt foiniiklaste vahendusel Hispaaniasse.

18. sajandi esimesel poolel kuulus merino lammaste monopol Hispaaniale, neid oli hoolikalt aretatud peenvilla tootmiseks. Samal ajajärgul viidi Hispaaniast merino lambaid tõuloomadeks mitmesse riiki, sh Inglismaale, Rootsi ja Soome. Ebasobiva kliima tõttu merino lammaste kasvatamine neis riikides aga ei edenenud. Inglismaal ristati merino lammas kohaliku maatõugu lambaga ning saadi *crossbred*-tõugu lammas.

Inglismaast sai maailma juhtiv villatööstusmaa tänu mitmetele tööstuslikele leiutistele. Lambakasvatust aretati ka Inglismaa asumaades. Väga häid tulemusi saadi Austraalias, Kaledoonias, Uus-Meremaal ja Lõuna-Aafrikas. Nendest riikidest on saanud maailma juhtivad lambavillatootjad. [1, lk. 121-122]



## 2. LOOMSED KIUD

Loomsete kiudude ehk looduslike proteiinkiidude peamiseks koostisaineks on lihtvalgud ehk proteiinid. Võrreldes tsellulooskiududega on proteiinkiidude ehitus palju keerulisem. Proteiini molekulid võivad omavahel suuresti erineda, isegi ühes ja samas kius. [1, lk 119]

### 2.1. Vill ja karvad

Mitmesuguste loomade karvkatet saab kasutada tekstiilsel otstarbel. Ühe ja sama looma karvade kvaliteet varieerub olenevalt sellest, milliselt kehaosalt on kiud pärit. Jämeduse järgi võidakse karvad jaotada villaks, karvadeks, harjasteks ja jõviks. Sõna “vill” kasutatakse üldiselt koos looma nimega (lambavill, kitsevill jne). Villa ja karvade rühma võidakse tinglikult liigitada ja suled ja udusuled, mis samuti koosnevad valkainetest.

EL tekstiilinimetuste direktiiv (2008/121/EÜ), looduslikud proteiinkiid.

*Tabel 1.*[1, lk 119]

Nimetus	Kiu kirjeldus
lambavill	Lamba ( <i>Ovis aries</i> ) või lambatalle villaku villast saadav kiud
alpaka, laama, kaamel, kasšmiir, mohäär, angoora, vikunja, jack, guanaco, kašgoora, kobras, saarmas, millele järgneb või ei järgne nimetus “-vill” või “-karv”	Järgmiste loomade karv: alpaca, laama, kaamel, kašmiirkits, angoorakits, angooraküülik, vikunja, jack, guanaco, kašgoorakits (kašmiirkitse ja angoorakitse ristand), kobras, saarmas
loomakarvad või hobusejõhv, kas looma liigile osutamise või osutamise (nt veisekarvad, kitsekarvad, hobusejõhv)	Mitmesuguste eelmistes jaotistes nimetamata loomade karv
siid	Üksnes siidi eraldavatelt putukatelt saadav kiud

### 3. LAMBAVILL (WO)

EL tekstiilnimetuste direktiiv (2008/121/EÜ) järgi on lambavill lamba (*Ovis aries*) või lambatalle villaku villast saadav kiud. [1, lk 120]

Kasutatav termin „vill“ peab alati tähistama n-ö uut villa, mis ei koosne eelnevalt töödeldud või kasutatud villa kiududest. [2, lk 238]

Lambavillaga seotud terminid ja määratlused.

*Tabel 2.*[1, lk 120-121]

Termin	Määratlus
Tallevill (ingl k.: <i>lambs wool</i> )	Vill, mis saadakse kuni kaheksa kuu vanuse lambatalle esimesel pügamisel
Noorlamba vill (ingl k.: <i>hog wool</i> )	14 kuu vanuselt lambalt pügatud vill
Nahavill (ingl k.: <i>skin wool</i> )	Tapetud looma vill
Kitkevill	Nahavill, mis eemaldatakse lubjavees leotatud nahalt kitkumise teel
Mezamet-vill	Nahavill, mis eemaldatakse nahalt pärast frementeerimist kaapimise teel
Saastasvill e toorvill (ingl k.: <i>greasy wool</i> )	Pesemata vill
Enne pügamist pestud vill	Vahetult pärast lamba pesemist pügatud vill
Pestud vill	Pärast pügamist pestud vill
Taasvill	Korduvkasutatud vill
<i>IWS</i>	<i>International Wool Secretariat</i> ehk rahvusvaheline villaorganisatsioon, praegu <i>The Woolmark Company</i>
<i>Woolmark</i>	rahvusvahelise villaorganisatsiooni poolt puhtast lambavillast tootele antav märgis. Lambavilla ei ole segatud muude kiududega ja tegu on uue, varem kasutamata lambavillaga. Muid kiude võib olla kuni 5 %. Teatavad nõuded on kehtestatud ka tugevusele ja värvipüsivusele

<i>Woolmark blend</i>	rahvusvahelise villaorganisatsiooni poolt villa ja mõne muu kiu segust tootele antav märgis. Toode peab olema peamiselt lambavillast ning muu kiu lisamine peab olema põhjendatud kasutusomaduste parandamisega
Uus puhas vill	<i>Woolmark</i> märgise andmise eelduseks olev nõue
Masinpestav vill (ingl k: <i>superwash wool</i> )	lambavill, mida võib pesta pesumasinaga ( <i>IWS</i> )
Uus vill (ingl k: fleece wool või virgin wool)	EL direktiivi 96/74/EÜ järgne nimetus, mida võib kasutada lambavillasel tootel üksnes juhul, kui see on valmistatud valmistootes varem kasutamata kiust, mis on osalenud ainult selle toote valmistamiseks vajalikes ketrus- ja/või vildistusprotsessides ning ei ole töötlemisel ega kasutamisel kahjustunud

### 3.1.Lambavilla tootmine ja tootjad

Lambavilla toodetakse praegu umbes 1,44 miljonit tonni aastas (1997). Lambavilla osatähtsus tekstiilkiuna on pidevalt vähenenud, kuigi lambavilla toodangumahud on jätkuvalt suurenenud. 20. sajandi alguses oli lambavilla osatähtsus maailma kiutoodangust 19%. Kuigi lambavilla toodangumaht on selle ajaga võrreldes suurenenud kaks ja pool korda, on lambavilla osatähtsus langenud umbes kolme protsendini maailma kogutoodangust.

Suurimad lambavilla tootjad on Austraalia, SRÜ rigid, Hiina ja Uus-Meremaa. Maailmas on praegu umbes 1,1 miljardit lammast, sh Soomes umbes 50 000, Rootsis 150 000, Norras 900 000 ja Taanis 90 000.

Olulised lambavilla tootjad on lisaks eespool nimetatutele veel Argentiina, Lõuna-Aafrika, Uruguay, Suurbritannia, Türgi, India, Pakistan, USA ja Brasiilia. Lambaid kasvatatakse ka liha ja naha saamiseks, kõrvalproduktidena saadakse piima, villarasva ja kaaliumsoolasid.

[1, lk. 122]

### 3.2. Villalammaste tõud

Maailmas on ligikaudu 200 villalambatõugu, need liigitatakse vastavalt saadavale villale nelja eri rühma:

- 1) alusvilla andvad tõud. Alusvill ehk udekiud on 50-150 mm pikkune, peen ja säbar. Alusvilla andvad villalambatõud on muuhulgas merino, inglise *down*-tõug (*Oxford down*, *Southdown*) ja saksa *electoral*-tõug.
- 2) pealivilla andvad tõud. Pealivill ehk ogakiud on pikkusega 300-400 mm, karm, lauge säbarusega ja läikiv. Nende tõugude hulka kuuluvad *Lincoln*, *Leicester* ja *Cotswold*.
- 3) eelmiste tõugude ristandid. Neilt saadav vill on nn ülemineku- ehk vahepealne kiud. Kiu pikkus varieerub 50-150 mm. Neid villalambatõugusid nimetatakse: *crossbred*-tõugudeks.
- 4) segavilla andvad tõud. Segavillaks nimetatakse ühelt ja samalt lambalt saadavat lambavilla, mis koosneb nii peenest, säbarast alusvillast kui ka jämedast, läikivast ja lauges säbarusega pealivillast. Segavilla andvad tõud on muuhulgas inglise *Blackface*, ungari *Zackel* ja norra *Spelsau*.

Austraalias toodetavast lambavillast on 75% meriinovill, ülejäänud vill on saadud mitmesugustelt *crossbred*-tõugudelt. Uus-Meremaal toodetakse peamiselt *crossbred*-villa. Lõuna-Aafrika päritoluga nn Kap-vill on peamiselt meriinotüüpi, kuid sellest veidi peenem ja lühem. Lõuna-Ameerika lambavillast on suurem osa saadud pealivilla andvatelt tõugudelt ja *crossbred*-tõugudelt. Venemaal toodetakse põhiliselt segavilla. Hiinas toodetakse jämedatvilla, Indias ja Pakistanis toodetud lambavill on pikk ja jäme ning sobib eriti hästi vaibatööstusele. Suurbritannias ja Iirimaal toodetakse nii peent alusvilla (*down*-tõug), *crossbred*-villa kui ka jämedat pealivilla. Saksamaal toodetavast lambavillast moodustab umbes poole meriinovill ja ülejäänud on *crossbred*-vill. Prantsusmaal, Ungaris ja Hispaanias toodetakse põhiliselt meriinotüüpi villa. [1, lk. 123-124]

### 3.3. Lambakasvatatus

Lambaid kasvatatakse nii villa, liha, karusnaha kui ka naha saamiseks. Villa saamiseks tööstuslikus mastaabis kasvatatakse lambaid suurtes, mitmetuhandepealistes karjades. Austraalias on ilmastikutingimused head ja lambad saavad väljas olla aastaringselt.

Lambavilla kvaliteedi seisukohalt on väga oluline, et lamba sööt on tasakaalustatud ning nad ei alistu haigustele ja parasiitidele. Need asjaolud mõjutavad suuresti karvkatte kasvu ja villa kvaliteeti. [1, lk. 124-125]

### **3.4.Lambavilla pügamine, sorteerimine ja pesemine**

Lambavilla pikkus oleneb peale lamba tõu veel pügamise sagedusest. Lambaid pügatakse kas üks või kaks korda aastas. Esimest korda pügatakse lambaid tavaliselt 8 kuu vanuselt. Pügamine toimub elektrilise pügamismasina abil. Villa säbaruse tõttu püsib põetud karvkate tervikuna, seda nimetatakse villakuks. Olenevalt tõust kaalub villak 1-6 kg. Villakarvade koospüsimine villakus hõlbustab lambavilla sorteerimist.

Pärast pügamist lambavill sorteeritakse. Villakus on mitmesuguse kvaliteediga villa: peenem vill on esiabaluude kohal, jämedam – taguosas ja jalgadel. Ühest villakust saadakse 5-7 eri partiisse sobivat villaliiki. Kahjustunud, vildistunud jm väheväärtuslik vill eemaldatakse tavaliselt juba pügamisel.

Eri lammastelt saadakse erineva kvaliteediga villa, ka utelt ja jäävalt saadav vill ei ole ühesugune. Lambavilla tõusiseseid erinevusi mõjutavad veel lamba söötmine ja muud pidamistingimused. Villa sorteerivad selle ala asjatundjad, kes valivad villakust välja ühesugused osad, mis lähevad ühte partiisse.

Partiide koostamisel arvestatakse:

- a) lamba tõugu
- b) villa peenust ja selle ühtlust
- c) villa säbarust ja selle ühtlust
- d) villa puhtust
- e) villa pikkust ja selle ühtlust
- f) villa tugevust
- g) värvust (mõnikord ka läiget)
- h) villa vigu

Pärast sorteerimist lambavill tavaliselt pestakse. Toorvillas on lisaks villarasvale ja higile ka mitmesuguseid võõrlisandeid. Villa pestakse ja kuivatatakse masinatega. Pärast pesemist jääb villakiusse mingil määral villarasva, mis ketramisel vähendab kiudude hõõrumiat ja hõlbustab ketramist. Kiududesse jääb ka villa külge takerdunud taimeosi. Need saab eemaldada karboniseerimise teel: villa leotatakse nõrgas happelahuses, mis

lahustab tselluloosi. Tavaliselt karboniseeritakse riidekangaid kuna happelahu nõrgendab lambavilla. [1, lk. 125-126]

### **3.5.Villakiu kasv**

Karvad moodustavad nahkkoe pealmise kihi ehk marrasnaha kasvukihi sarvainest. Karvajuure ümber on karvatasku, mis moodustub marrasnaha alumisest kihist. Karvatasku läheduses paikneva rasunäärme juhad viivad otse naha pinnale. Looma karvades ja villas on alati mingi kogus rasva ja higi, mis võib moodustada üle 60% pügatud villa kaalust. Karvatasku juures on karvanäsa, kuhu tuleb veresoontest toitaine, millest karv kasvab. Karvanäsa jääb pügamisel naha sisse. Vaid surnud loomadel eemaldatakse karv koos karvanäsaga (nt nahavill).

Lisaks tavalisele villale on lamba karvkattes olenevalt tõust erinevas koguses jämedamaid pealiskarvu ja lühikesi, eriti jäiku ja jämedaid nn surnud karvu. Nendes karvades on tavaliselt selgesti eristatav südamikuõõs, mis teeb kiu rabedaks. Surnud kiudude värvumisomadused on tunduvalt halvemad. [1, lk. 127]

### **3.6.Kiu ehitus**

Villakiud on tekstiilkiududest kõige keerukama ehitusega. Villakarva kasvades moodustuvad erisugused kiukihid. Villa ehituselementideks on kolme liiki villarakud. Katterakud moodustavad soomuselise välispinna ehk kutiikula. Soomuskihi all paikneb koorkiht ehk korteks, mille moodustavad pärisrakud. Südamiku- ehk säsirakud moodustavad südamiku ehk medulla. Villakiu ristlõikepinna vaatlemisel mikroskoobi all eristuvad kõik nimetatud kolm kihti: väliskiht, koorkiht ja südamik.

Väliskiht ehk kutiikula jaguneb omakorda:

- a) pinnakiht ehk epikutiikula. Epikutiikula sisaldab proteiine ja polüsahhariide ning on väga õhuke (5-10 nm). Epikutiikulat katab rasunäärmetest eritunud vahakiht, mille ülesandeks on kaitsta villakiudu ilmastiku mõjude eest. See kiht laseb niiskust läbi vaid auruna;
- b) välimine pinnakude ehk eksokutiikula;
- c) sisemine pinnakude ehk endokutiikula.

Ekso- ja endokutiikula moodustuvad soomuselistest rakkudest, mis katavad karva pinna.

Rakkude kuju oleneb nii karva east kui ka lamba tõust. Soomuselised rakkud võivad:

- 1) ümbritseda kiudu rõngakujuliselt (peen meriinovill)
- 2) asetseda kõrvuti (keskmise peenusega, samuti läikivad ja pikad villakiud)
- 3) asetseda sarnaselt kalasoomustega (jäme pealisvill).

Soomused avanevad kiu ladva suunas. soomuste keskmine suurus on: kõrgus 28  $\mu\text{m}$ , laius 36  $\mu\text{m}$  ja paksus 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ .

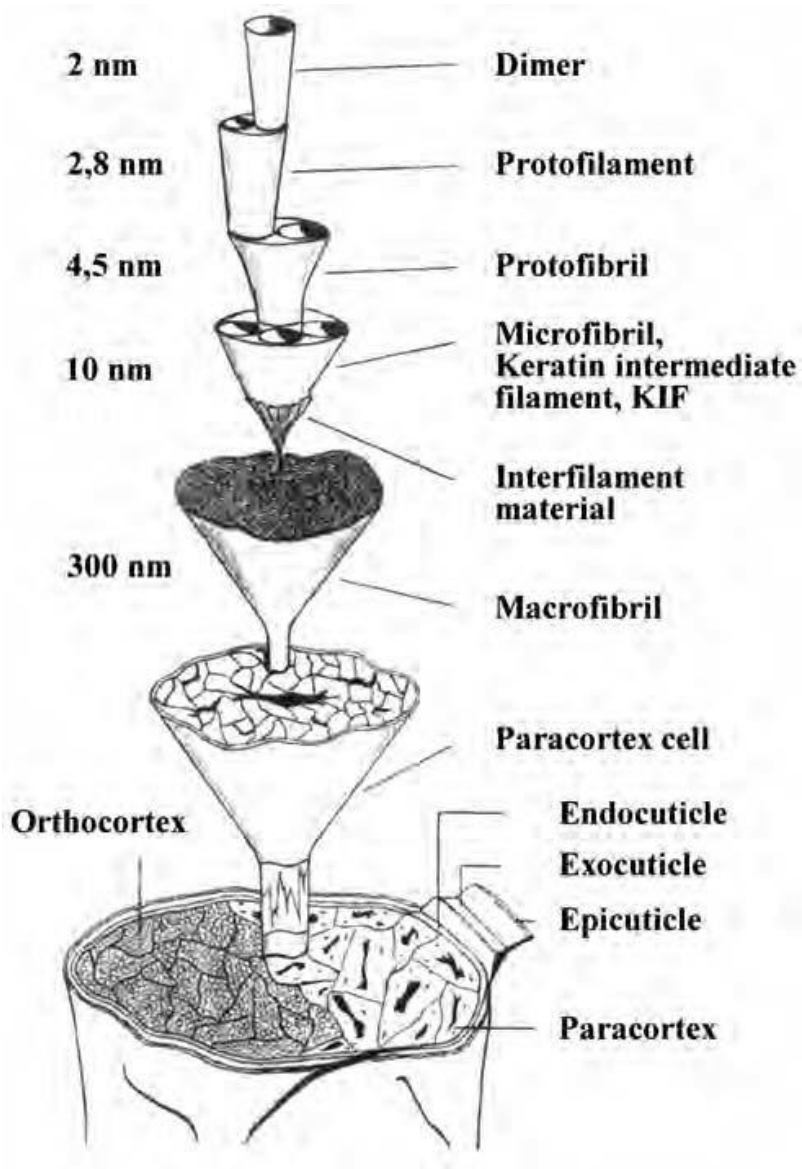
Kutiikula kihid on üksteise külge kinnitunud teatava valguliimiga. Soomuskiht moodustub amorfsetest proteiinidest.

Koorikiht ehk korteks moodustud kahest osast: parakorteks ja ortokorteks.

Villakarv kasvab ebasümmeetriliselt: parakorteksi kõvastumine algab ortokorteksist varem. Parakorteksis toimub keratineerumine elavate rakkude aeglase eemaldumisega ja selle fibrilliline ehitus muutub kristalliliseks. Ortokorteks keratineerub kiiremini ning kristalliseerumise aste jääb väiksemaks. Ka kihtide keemilises ehituses täheldatakse vähest erinevust.

Villa sisekihtide erilisest ehitusest on tingitud kihtidevaheline pinge, mis põhjustab kiu säbardumise. Säbaras villas asetub ortokorteks kiu pinnale. Hõredama ehituse tõttu imab ortokorteks rohkem vett kui parakorteks. Kui kiud saab märjaks, siis ortokorteks tursub rohkem ning kiu säbarus suureneb. Para- ja ortokorteksi määrad vahelduvad olenevalt lamba tõust ja villa liigist. Sirges villakarvas moodustab sisemise kihi peamiselt parakorteks; jämedas, lauge säbarusega villakarvas on para- ja ortokorteksit võrdselt.

Südamik ehk medulla esineb tavaliselt vaid jämedatel karvadel. See võib olla pidev või katkendlik. [1, lk 127-129]



*Joonis 1. Villa kiu ehitus*

[3, lk 68]

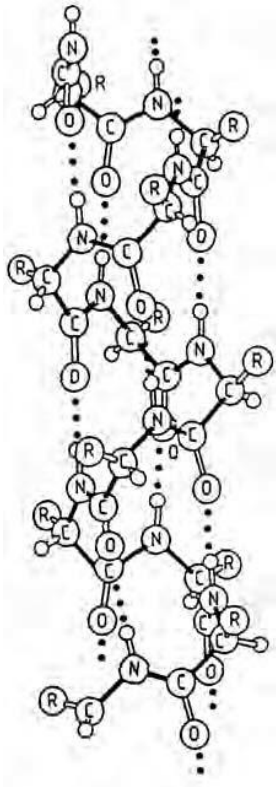
### 3.7. Villamolekuli ehitus

Villamolekul on nn polüpeptiidi molekul. Villamolekuli valem üldkujul:



Valemis on R-ga tähistatud aminohapperühmad.

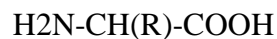




*Joonis 2. Villa molekuli ehitus*  
[3, lk 61]

Villamolekul paikneb ruumiliselt vedrukujulisena. Kõrvutiste molekulide vahelised sidemed võivad esineda ka sama molekuli kõrvutiste keerdude vahel. Keerdumine teeb lambavilla elastseks. Lambavillas keerduvad omavahel kolm polüpeptiidmolekuli, moodustades algühiku ehk nn algfibrilli. Üksteist algfibrilli fibrillidest moodustub lõplik makrofibrillaarne struktuur. [1, lk 130]

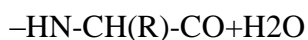
Villa keratin on heteromakroahelatega kõrgmolekulaarne aine, mis sünteesitakse loomses organismis. Tema makromolekul koosneb suurest hulgast kindlas järjestuses meenilisel teel ühinenud erinevate aminohapete



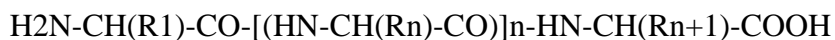
molekulidest, millest on tuvastatud 18 enam esinevat.

Keratiini moodustavad aminohapped erinevad omavahel radikaali R ehituse poolest. Tüüpilisemad aminohapped keratiinis on tsüsteiin-, lüsidiin-, arginiin-, glutamiin- ja

aspartaamhape. Biosünteesi käigus toimub aminohapete polükondensatsioonireaktsioon. Eraldub vesi ja tekib makromolekul korduva aminohappelise jäägiga



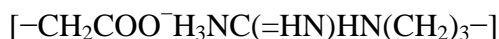
Valgu makromolekul on üldkujul järgmise ehitusega:



Seal tekkinud regulaarset korduvat lüli ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) nimetatakse peptiidsidemeks ning radikaale  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$ ,  $\text{R}_3$  jne aminohappe jääkideks.

Valgu makromolekuli ja aminohapete jääkide ( $\text{R}$ ) otstes ja mõnikord ahelas paiknevad nii amino  $-\text{NH}_2$  kui ka karboksüülrühmad  $-\text{COOH}$ . Seega peptiidsideme ( $-\text{HN}-\text{CO}-$ ) ja vabade  $-\text{NH}_2-$  ja  $-\text{COOH}$ -rühmade olemasolu valgu makromolekulis määrab osaliselt ära tema keemilised omadused ja vastupidavuse mitmesuguste reagentide (hapete, leeliste, oksüdeerijate, taandajate) toimele.

Valgu makromolekule ühendavad omavahel H-sidemed, mis tekivad amino- ja karbonüülrühmade vahele ( $-\text{NH}\cdots\text{O}=\text{C}-$ ) peamiselt peptiidsidemete osavõtul. Samuti võivad tekkida ioonsed sidemed primaarse aminorühma ja karboksüülrühma vahele, näiteks aspargiinhappe jäägi ja arginiinhappe jäägi kohakuti sattumisel



Keratiinis on makromolekulide vahel ka kovalentsed sidemed, mis ühendavad polüpeptiidseid ahelaid. Kovalentse sideme tekkes osalevad kaks aminohappe tsüsteiin  $[\text{HOOC}-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2-\text{SH}]$  molekuli

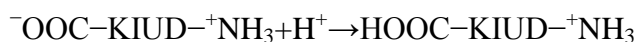


andes järgmise ehitusega tsüsteiinsideme:  $-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-$ .

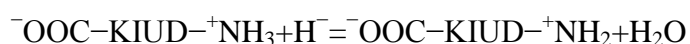
Just tsüsteiinside on tundlik mitmesuguste villakiu keemiliste reagentidega mõjutamise suhtes. Tsüsteiinside laguneb kergelt leeliste, oksüdeerijate ja taandajate toimel. Seega, villakiu keemiline püsivus erinevate reagentide toimele on vahetult seotud tema keemilise

ehitusega, kusjuures keratin võib kius olla kas mitteioniseeritud HOOC-KIUD-NH<sub>2</sub> või ioniseeritud <sup>-</sup>OOC-KIUD-<sup>+</sup>NH<sub>3</sub> olekus.

Happelises lahuses on keratiini karboksüülrühmade dissotsiatsioon tagasi surutud ja kiud omandab positiivse laengu:



Vees või leelistes on alla surutud keratiini aminorühmade ionisatsioon ja kiud omandab negatiivse laengu:



Lahjade hapete ja leelistega villakiu lühiajalisel töötlemisel tema tugevusomadused ja muutu. Suurendades leelise kontsentratsiooni, eriti tõstes samaaegselt lahuse temperatuuri, tekib keratiinis ionsete, tsüsteiin- ja peptiidsidemete lagunemine. Näiteks keetes villakiudu 3%-lise leelise (NaOH) lahuses, hüdrolyüsib keratin kiiresti. Hapete toimele on villakiud vastupidavam. Nii võib villa lühiajaliselt töödelda isegi kontsentreeritud happega madalal temperatuuril, ilma et tema omadused märkimisväärselt muutuksid. Küll aga täheldatakse villakiu karedamaks muutumist, mis hakkab mõjutama ketrust ja kudumist. Kui aga töödelda villa pikema aja jooksul kõrgendatud temperatuuril keskmise kontsentratsiooniga mineraalhapete vesilahustega, võib tekkida ionsete ja peptiidsidemete lagunemine. Vill ei ole püsiv oksüdeerijate toimele. Taandajate toimele on tundlik villa keratin, milles esmalt lahunevad tsüsteiinsidemed. [4, lk 10-12]

### **3.8.Lambavilla omadused**

#### **Füüsikalised omadused**

##### **Pikkus ja peenus**

Villakiu pikkus varieerub vahemikus 25-400 mm. Kiu pikkust mõjutavad lamba tõug ja pügamise sagedus. Peenemad villakiud on lühemad. Kammlõnga tooraineks kasutatava lambavilla (nt merino või crossbred) pikkus on 35-150 mm, kraaslõngaks kasutataval lambavillal (cheviot, crossbred ja mõned maatõud) – 120-250 mm.

Villakiu ristlõikepind on peaaegu ümmargune. Seetõttu saab kiu peenust lisaks kiu joontihedusele teksides väljendada ka kiu läbimõõduga mikromeetrites. Villa läbimõõt varieerub 10-70  $\mu\text{m}$  piirides:

- meriinovillal 16-26  $\mu\text{m}$ ,
- crossbred-villal 24-36  $\mu\text{m}$ ,
- cheviot-villal 32-40  $\mu\text{m}$ .

Villa ketramisel omab suurt tähtsust villakiu mõõtmete ühtlus. Mida ühtlasem on kiumaterjal, seda ühtlasemat lõnga saab kedrata. [1, lk 130]

## Säbarus

Lambavilla säbarus tuleneb kiu koorkihi osade (orto- ja parakorteksi) vahelise pinge erinevusest. Olenevalt nende osade vahekorrast kius on kiud säbaram või laugema säbarusega. Säbarust hinnatakse kiharate arvuga pikkusühiku kohta (kiharat/cm) või sirgestatud ja loomulikus olekus kiu pikkuse suhtega. Tavaliselt on peenvill säbaram kui jämevill.

Villatüüpide säbarusi:

- a) vaibavill 2-4 kiharat/cm
- b) cheviot-vill 4-6 kiharat/cm
- c) crossbred-vill 6-9 kiharat/cm
- d) meriinovill 9-12 kiharat/cm
- e) peen meriinovill üle 12 kihara/cm

Säbaruse hindamisel pööratakse tähelepanu ka säbaruse ühtlusele. Põetud haigused ning lamba halb söötmine-jootmine mõjutavad karva kvaliteeti, mis ilmneb ebahütlase säbarusena. Selline lambavill on üldiselt ebahütlane ja nõrgenenud kohtadega, kust kiud võib katkeda.

Lamba nahk jaguneb genotüübi järgi aladeks, kus villakarvad on ühesuguse säbarusega ning kiud püsivad koos villatupsuna, mida nimetatakse säuguks. See kiukimp kirjeldab hästi villa kvaliteeti: peenust ja ühtlust.

Säbarus annab kiule elastsuse ja korvab osaliselt villa vähese tugevuse. Tänu säbarusele on lambavillast valmistatud tooted kohevad. Kohevus lisab villasele tootele soojapidavust. [1, lk 130-131]

## **Värvus**

Suurem osa lambatõugudest annab valget villa, mis varieerub lumivalgest kollakas- ja hallikasvalgeni. Värvipigment on villakiu korteksrakkudes ja südamikus. Värvus on geneetiline ja tõule iseloomulik. Siiski esineb vähesel määral värvilise villaga lambaid: halle, prune ja musti. Värvilist villa andvaid lambaid kasvatatakse mõnedes lambafarmides. Värvilist lambavilla pleegitada on väga raske. [1, lk 131]

## **Läige**

Villakiu läige oleneb kiu pinna soomuselisusest ehitusest ja kiu säbarusest. Läiget mõjutab soomuste kuju ja seotus, pinna tihedus ning soomuste paigutus. Tavaliselt muutub säbaruse suurenedes läige tugevamaks. Läige oleneb muuhulgas lamba tõust. Läikivat villa on raskem ketrata kui vähemläikivat villa. Villase toote läige võib olla põhjustatud ka toote viimistlusest, aga samuti kulumisest. Kui soomuseline kiht kulub, siis hakkab vill läikima – valgust peegeldav kiupind muutub siledaks. [1, lk 131]

## **Tugevus ja venivus**

Lambavilla tõmbetugevus on väga väike, umbes 10-15 cN/tex. Üldiselt peetakse tekstiilkiu minimaalseks tugevuspääriks 20 cN/tex. Villa suurepärase elastsus korvab siiski väikese mehhanilise tugevuse. Kui villast tahetakse valmistada kulumiskindla pinnaga tooteid, siis tuleb tähelepanu pöörata villa kvaliteedile, lõnga keerumusele ja sidusele. Rõivaste valmistamiseks ettenähtud riidele võib kulumiskindluse parandamiseks lisada sünteetskiude, tavaliselt kasutatakse selleks polüestrit. Hõõrdekindluse poolest on vill üsna nõrk materjal. Lambavilla katkevenivus on suur, 30-40%. Märjalt lambavilla tugevus väheneb ja venivus suureneb: Lambavilla märgtugevus on umbes 70% ja katkevenivus märjalt umbes 130%.

Lambavill on väga elastne kiud. Villa paindetugevus on suur, villakiud katkeb umbes 20 000 painutuse järel. Samuti on lambavill hea vetruvusega, mistõttu vill kortsus vähe ja sirgestub pärast kortsumist. Villa niiskussisaldus mõjutab kiu tugevus- ja venivusomadusi. Muuhulgas sõltub niiskussisaldusest väändetugevus ehk jõud millega vill vastustab väänet. Villa ketramisel on kasulik kiu niiskussisaldus pidada võimalikult suurena. Veel mõjutab niiskussisaldus kortsumist, seda saab rõivastes täheldada higistamise puhul. [1, lk 132]

## **Tihedus**

Lambavill on looduslikest tsellulooskiududest kergem. Villa tihedus on  $1,3 \text{ g/cm}^3$ . Kiu niiskussisaldus kiu tihedust eriti ei mõjuta, kuna niiskust imades vill tursub umbes samavõrra kui selle kogumass suureneb. Võrreldes poliakrüülnitriilkiuga on lambavill siiski raskem. [1, lk 132]

## **Vormitavus**

Proteiinkiude iseloomustab nende vormitavus niiskuse ja temperatuuri koosmõjul. Seda omadust kasutatakse villaste toodete viimistlemisel: viltkübarate vormimisel, pükste pressimisel, pintsakutele vormi andmisel jne. Lambavilla molekulide vahelised ja molekuli fibrillide vahelised vesiniksidemed katkevad niiskuse ja temperatuuri tõusuga. Lambavill muutub plastiliseks ja kergesti vormitavaks. Kui niiskust ja temperatuuri vähendatakse, siis uued tekkivad vesiniksidemed säilitavad vormitud kuju, mis ei ole aga püsiv. Ioonsidemete või disulfiidsidemete mõjutamisel samalaadse protsessiga saadakse püsivaid muutusi, näitena permanentviimistles. Nimetatud sidemed saab katkestada pikaajalisemal töötlemisel kuuma vee või auruga. [1, lk 132]

## **Vanuvus**

Lambavillale ja muudele soomuselise pinnaga loomsetele kiududele on iseloomulik kiudude omavaheline takerdumine teatavas olukorras. Seda omadust nimetatakse vanumiseks ja tavaliselt kaasneb sellega materjali kokkutõmbumine. Vanumisvõime kuulub nii kasulike kui ka kahjulike omaduste hulka.

Villane vilt valmistatakse vanumise teel. Teatud riidematerjalides kasutatakse vanumist viimistlusmenetlusena, millega antakse riidele teatav välisilme, tundmus, tihedus jms. Villaste toodete hooldamisel on vanuvus kahjulik nähtus. Vaid eriviimistletud villaseid tooteid saab pesumasina probleemideta pesta.

Vanumisel mõjutatakse materjali happelises või aluselises lahuses mehaaniliselt, seda hõõrudes ja muljudes. Kiudude soomused avanevad aluselise (või happelise) lahuse toimel ning mehaaniline töötlemine põhjustab kiudude liikumist. Avanenud soomuste tõttu kiud takerduvad omavahel. Materjal tõmbub kokku ja muutub paksemaks ehk vill vanub.

Villa vanumisvastane töötlemine toimub kahel eri viisil. Villakiu pinnasoomused saab kas täielikult või osaliselt eemaldada. See muudab aga niigi väikese tugevusega kiu veelgi

nõrgemaks ja ei ole seetõttu eriti soovitud töötlusviis. Teine võimalus on kiupinna töötlemine selliselt, et pinnasoomused suletakse erisuguste keemiliste sidemetega või pinda katva polümeerkihiga.

Vanumisvastased viimistlusmenetlused on enamasti registreeritud kaubamärgina nagu nt Basolan, Wurlan, Zeset TP jt. Käsitöö- ja kudumislõngad on sageli vanumiskindlaks viimistletud. Vanumisomadused olenevad villa kvaliteedist. Vanumist mõjutavad muuhulgas:

- 1) kiu pinna ehitus,
- 2) kiu elastsus,
- 3) kiu peenus,
- 4) kiu pikkus,
- 5) säbarus,
- 6) rasvasisaldus,
- 7) niiskus,
- 8) pH, temperatuur ja mehaaniline töötlemine.

Kõige paremini vanuvad peamiselt suhteliselt peened kiud pikkusega 25-50 mm, mis on lauge säbaruse ja väikese rasvasisaldusega. [1, lk 133]

### **Termiline püsivus**

Lambavillaseid tooteid triigitakse temperatuuril 140-170 °C. Tavaliselt soovitatakse triikida pahemalt poolelt ja läbi niiske lapi. Kuiv kuumus muudab lambavilla nõrgemaks ja vähendab elastsust.

Lambavill tõmbub kokku kuivas kuumuses temperatuuril 200-230°C, märjas kuumuses temperatuuril 130°C. Kuumusega väheneb lambavilla niiskussisaldus ning kiud muutub jäigaks ja rabedaks. Temperatuuril 130°C hakkab kiud muutuma kollaseks ja seejärel lagunema. Lõplikult laguneb lambavill temperatuuril 300°C.

Põlemisomaduste poolest on lambavill turvaline kiud. Villa LOI-arv on 25. Lambavill on raskesti süttiv, põleb aeglaselt, kustub leegist eemaldamisel; põlemisel levitab põlevate juuste või sarve lõhna. [1, lk 133-134]

## **Keemilised omadused**

### **Villakiu keemiline koostis**

Villakiud koosneb peamiselt keratiinist. Villakius on keskmiselt: 50% süsinikku, 20-25% hapnikku, 16-17% lämmastikku, 7% vesinikku ja 3-4% väävlit.

Villakiu molekulide ehitus ei ole keemiliselt ega molekulide suuruse poolest ühtlane ehk homogeenne. See mõjutab mitmeid kiuomadusi, nt hügrooskoopsust. Villakiu omaduste kohta ei saa seetõttu esitada üheselt mõistetavaid arvvaartusi, vaid need väljendatakse teatavate keskmiste väärtustena või vahemikuna. [1, lk 134-135]

### **Mõnede ainete toime lambavillale**

1. Vesi - niiskudes moodustuvad villas želatiiniks nimetatavad proteiinid ja vesiniksidemed katkevad; villakiud saavad üksteise suhtes liikuda, molekulide vaheline liikumine hõlpsustub. Temperatuuri tõustes eelnimetatud nähtused võimenduvad; seda kasutatakse ära nt aurpressimisel. Töötlemine kuuma veega või auruga katkestab molekulide disulfiidsidemed, seda kasutatakse lambavilla viimistlemisel mõõdu- ja vormipüsivaks.
2. Leelised - lahjad leelised katkestavad disulfiidsidemed, kuid pärast leelise väljaloputamist moodustuvad sidemed uuesti. Kanged leelised lagundavad kiu täielikult; ioonsidemed, disulfiidsidemed ja peahela peptiidsidemed katkevad. Pesta tuleb väikese leelisesisaldusega pesulahusega, madala pesemistemperatuuriga, lühikese pesemis-kestusega.
3. Happed – vill talub happeid hästi, need ei mõjuta disulfiidsidemeid. Seda omadust kasutatakse ära värvimisprotsessis.
4. Pleegitamisvahendid - võib pleegitada nii oksüdeeriva kui ka redutseeriva reaktsiooniga pleegititega. Oksüdeerimine katkestab disulfiidsidemed lõplikult ning võib muuta villa hapraks.
5. Orgaanilised lahustid - talub hästi kõiki kemopuhastuses ja plekkide eemaldamiseks kasutatavaid lahusteid.
6. Värvained - villapolümeerid on olemuselt polaarsed ning nende ehitus on väga amorfne, mis tuleb värvitavusele kasuks. Lambavilla värvimiseks sobivad eriti hästi happevärvid, metallkompleks värvid ja aktiivvärvid. [1, lk 135-136]



## **Bioloogilised omadused**

Lambavill on vastupidav bakterite ja hallituse toimele. Kestev niiskus ja soojus soodustavad siiski hallituse tekkimist ja suurendavad hallituse lagundavat mõju. Võrreldes puuvillaga on lagunemisprotsess aeglasem. Mikroorganismide kahjulikku mõju täheldatakse eelkõige kinnistes ruumides soojuse ja niiskuse mõjul. Lambavilla tuleks hoida kuivas ja jahedas. Rohkem kahjustuvad villakiudu koiliblika tõugud ja mitmesugused mardikad, kes kasutavad villas sisalduvat keratiini toiduks. Kahjurputukate kahjustuste vastu kasutatakse putukamürki või muudetakse villas sisalduvat keratiini keemiliselt selliseks, et see ei sobi enam tõukude ja mardikate söödaks. Tänapäeval kasutatavad koivastased töötlusained (nt Eulan, Mitin) on pesukindlad ega muuda oluliselt lambavilla omadusi. [1, lk 136]

## **Vastupidavus päikese ultraviolettkiirgusele**

Lambavill talub päikesevalgust halvasti. Päikese ultraviolettkiired katkestavad villa disulfiididemeid, reageerimine hapnikuga omakorda villa molekulahelaid. Kuid muutub kollaseks, rabedaks ja villa tugevus väheneb. Võrreldes puuvillaga talub lambavill päikesevalgust mõnevõrra paremini. [1, lk 136]

## **Füsioloogilised omadused**

### **Termiline püsivus**

Vill on väga soe kiud. Proteiin on halva soojusjuhtivusega. Villakiu võime siduda endaga suurel hulgal niiskust vabastab soojust ning kiud tundub soojana. Niiskus eemaldub kiust suhteliselt aeglaselt. Säbarusest johtudes seob vill palju õhku, mis tootes toimib soojapidavana. Villaste toodete pinna karvastamisega saab suurendada seotud õhu kogust ja parandada toote soojapidavust. [1, lk 137]

### **Niiskuse toime**

Lambavill ja viskoos on hügrokoopseimad tekstiilkiud. Villakiu konditsiooniline niiskus on 14-19%. EL direktiivi 96/74/EÜ järgi on kammitud lambavilla konditsiooniline niiskus 18,25% ja kraasitud lambavillal vastavalt 17%.

Lambavilla niiskussisaldus mõjutab mitmeid villaomadusi nagu tugevust, elastsust, jäikust jm. Kui õhu suhteline niiskus tõuseb 100%-ni, siis võib lambavill imada 33% niiskust ilma märjana tundumata.

Villakiu pinnakiht – kutiikula toimib kaitsekihina. Arvatakse, et kutiikulas on väga väikesed mikropoorid, mis teeb kiust õhku läbilaskva. Poorid on nii väikesed, et tilgakujuline vesi neist läbi ei lähe. Seevastu veeaur (nt higi) mahub pinnakihi pooridest läbi. Seega on villane toode osaliselt mittemärguv, kui kiupinna kaitsekiht on piisav ja toode on tihe. [1, lk 137]

### **Õhuläbilaskvus**

Lambavillased tooted lasevad õhku suhteliselt hästi läbi, olgugi et villakiu õhuläbilaskvus on tselluloosikiududest väiksem. Lambavillaste toodete õhuläbilaskvust vähendatakse viimistlemisega, nt vanumisega. [1, lk 137]

### **Elektrilised omadused**

Lambavilla elektrijuhtivusvõime on väike. See põhjustab probleeme just väikese suhtelise õhuniiskuse puhul. Hõõrdumisel võib tekkida staatiline elekter, mis nii tekstiili töötlemisel kui ka kasutamisel on ebasoovitav nähtus. Tekstiilitööstuses püütakse seetõttu õhk niiskena hoida. Lambavillaste toodete loputamisel soovitatakse vette lisada pehmenusainet, mis vähendab elektriseeruvust. [1, lk 137]

### **Tekstiilsed omadused**

Tekstiilsete omaduste poolest on lambavill meeldiv kiud: tundub pehme ja soojana. Väikese tugevuse korvavad suurepärased elastsusomadused. Lambavill on kergvärvitav ja -viimistletav. [1, lk 137]

## **3.9.Lambavilla määramine**

Lambavilla väliseks tunnuseks on kiu pikkus, kuju, säbarus ja käega katsudeski tuntav soomuseline pind.

Mikroskoobi all on villakiule iseloomulik pinnaehitus selgesti näha. Villakiul ei ole tavaliselt südamikku, mille poolest saab seda eristada loomakarvadest. Villakiu ristlõikepind on peaaegu ümmargune. Soomuselise pinna järgi saab villakiudu eristada selle sünteeskiududest valmistatud imitatsioonidest.

Lambavill põleb proteiinkiududele iseloomulikult: süttib raskelt, leegist eemaldamisel kustub, eritab teravat põlenud juuste lõhna ning põlemisjäagiks on hõlpsasti katkimuljutav söestunud kera. Põletusproovi abil saab villa hõlpsasti eristada polüakrüülnitriilkiust või muudest sünteeskiududest. Lahustuvuskatse abil saab villa eristada ka muudest kiududest. [1, lk 138]

### **3.10. Lambavilla kasutamine**

Lambavilla kasutatakse nii puhtal kujul kui ka segatuna. Sellest valmistatakse riidet ja trikootaazi, pitsi, vilti, tekke, lausriidet jms.

Lambavilla head kasutusomadused on soojapidavus, hea niiskusimavusvõime, mittekoortsuvus ja sirgestuvus, pehmus, elastsus ja vetruvus, aga samuti tulekindlus. Lambavill on ka hõlpsasti puhastatav ja värvitav.

Lambavilla kasutamist piiravad väike tugevus ja võimalik vanumine pesemisel. Lambavilla ketrussüsteemid on kammketrus ja aparaatketrus (kraasketrus). Kammlõnga valmistamiseks sobivad peened meriino- või *crossbred*-tüüpi villakiud. Kammlõngast valmistatud riide on õhuke, pehme ja hea langusega. Kraaslõnga ketramiseks sobivad karmimad pealishillakiud. Kraaslõngast valmistatakse jämedakoeliset riidet (nt tviid) ja kudumeid.

Rohkesti kasutatakse lambavilla kudumite ja käsitöölõnga valmistamisel. Müügil olevad kudumid on sageli viimistletud vanumiskindlaks ning on masinpestavad. Käsitöölõngad on enamasti töödeldud koikindlaks.

Villast riidet kasutatakse veel kardinat ja tekkide, aga samuti vaipade valmistamiseks. Tehnilisel otstarbel kasutatakse lambavilla nt masinavildi tootmisel. [1, lk 139]

### **3.11. Hooldamine ja säilitamine**

Villaseid tooteid tuleb vanumisohu tõttu pesta ettevaatlikult. Maksimaalne pesemistemperatuur on 40°C, pesta soovitatakse ilma hõõrumata ja pehmetoimeliste, villaste toodete pesemiseks ettenähtud pesemisvahenditega. Kudumitele tuleb kasuks

lühiajaline tsentrifuugimine – see taastab toote kohevuse. Veel soovitatakse kasutada loputusvahendeid elektriseeruvuse vähendamiseks.

Villaste toodete hooldamisel ei tohiks unustada tuulutamist ja rõiva korralikku riputamist riidepuule. Villaseid tooteid ei soovitata kloorpleegitada. Kemopuhastus villastele toodetele sobib.

Pärast pesemist soovitatakse villaseid tooteid, eriti kudumeid, vormida märjalt ja kuivatada tasapinnal; päikese käes kuivatamine ei ole soovitatav. Triikida temperatuuril mitte üle 150°C pahemalt poolelt läbi märja lapi või aurutriikrauaga. Villaseid tooteid saab aurpressimisega vormida (nt pükste viikimine).

Villaste toodete säilitamisel tuleb pöörata erilist tähelepanu kahjurputukate, aga samuti võimalike hallitus- või kõdunemiskahjustuste vältimisele. Kuiv, jahe ja õhurikas ruum on villaste toodete säilitamiseks parim. [1, lk 140]

## 4. TEISTE LOOMADE VILL

Lisaks lambavillale kasutatakse tekstiilisel otstarbel ka teiste loomade villa. Kiukaubanduses ei ole teiste loomade villal suurt tähtsust, küll on see oluline piirkondlikult nii tekstiilitootmise kui ka rahvamajanduse seisukohalt. Euroopa Liidu põllumajandustoodete (v.a toiduained) soosimine on muuhulgas tekitanud huvi mohäär- ja kašmiirvilla tootmise vastu Euroopas. Aeg-ajalt on neil villakiududel suur osatähtsus moemaailmas.

Mõnede villa andvate loomade villakiu mõõtmed ja saagised.

*Tabel 3. [1, lk 142]*

Loom	Saagis, kg/aastas	Kiu pikkus, cm	Kiu läbimõõt, µm	Looma mass, kg
Lammas	1,5 – 6	5 – 30	10 – 70	40 – 120
Angoorakits	2 – 5	20 – 30	14 – 90	40 – 70
Kašmiirkits	0,4	5 – 12	15 – 20	
Kaamel	2,5	3 – 15	10 – 40	
Laama	1,5 – 3,5	25 – 30	30 – 100	105
Alpaka	1,5 – 5	10 – 30	15 – 40	85
Guanako	1 – 2	10 – 15	10 – 100	90
Vikunja	1 – 3	4 – 8	8 – 15	50
Angooraküülik	0,2 – 0,4 (-1,0)	20 - 30	10 - 15	

### 4.1. Kitsevill

#### Angoorakitse vill ehk mohäärvill (WM)

Nimetus “mohäär” on pärit arabi keelsest sõnast “Mukhay”, mis tähendab “riiet, mis on valmistatud läikivast kitsekarvast”. Nimetus “angoorakits” on tulnud Türgis asuva Angoora maakonna järgi. [1, lk 143]

## **Ajaloost**

Angoorakits on pärit Himaalaja nõlvadelt Tiibetist. Sealt levis angoorakits Türgi, kus türklased pidasid mohäärkiudu oma monopoliks ja hoidsid seda levimast kujale. Toorvilla ja angoorakitse eksport oli rangelt keelatud.

Eurooplased said mohäärist teada 1550ndatel aastatel, mil türklased hakkasid mohäärlõnga ja -riiet turustama. Angoorakitse püüti 1750ndatel kasvatada muuhulgas Itaalias ja Rootsis, kuid see ebaõnnestus. Türklaste monopol murdus alles 1830ndatel aastatel. Lõuna-Aafrikasse viidi esimesed angoorakitsed 1893. Aastal, USAsse aastal 1849. [1, lk 143]

## **Angoorakits**

Angoorakits (*Capra hircus angorensis*) on pidamistingimuste osas väga nõudlik: suvel peaks olema kuiv ja kuum, talvel külm. Karjamaa peab olema puhas, pinnas kaljune ja joogivesi hõlpsasti kättesaadav. Niiskus on angoorakitsele kahjulik, kuna ta külmetub kergesti. [1, lk 143]

## **Mohääritoojad**

Ameerika Ühendriigid toodavad 47% ja Lõuna-Aafrika 42% mohäärkiududest. Veel toodetakse mohäärvilla Türgis, Austraalias, Argentiinas, Hispaanias, Suurbritannias, Šotimaal ja Taanis. Angoorakitsi arvatakse olevat üle 6 miljoni. Mohäärvilla toodeti 1988. Aastal 25 000 tonni, 1995. aastal umbes 30 000 tonni. Taanis hakati angoorakitse kasvatama 1987. Aastal ja praegu on seal umbes 500 kitse. Euroopa riikidest on suurim mohääritootja Šotimaa. [1, lk 144]

## **Pidamistingimused ja tootmine**

Angoorakitse karjatatakse kõrgetel (500-1200 m) tasandikel. Kitse pügatakse kaks korda aastas. Esimene pügamine tehakse kaheksa kuu vanusele kitsele. Angoorakits annab ketruskõlbulikku villa umbes kuus aastat. Mohäärvill on kallis ja raskesti kättesaadav tekstiilkiud. [1, lk 144]

## **Kiuomadusi**

Mohäärkiud on väga pikk. Kiud on iseloomuliku läikega, värvuselt valge, vahel hallikas või pruunikas, harvem must. Mohäärkiud meenutab omadustelt lambavilla, kuid on tuntavalt siledama pinnaga. Sellest johtub kiu libedus ja läige. Mohäärkiud on tugev, hästi sirgestuv, ei elektriseeru ning seda on hõlbus puhastada. [1, lk 144]

## **Mohäärisegud**

Mohäärkiudu kasutatakse kiusegudes tootele pehmuse ja karususe andmiseks ning läike lisamiseks. Juba 15-25% mohäärvilla lisamine annab tootele mohäärile omase loomuse. Tavaliselt segatakse mohääri lambavillaga. Mohääri kasutatakse ka segatuna alpaka- ja kaamelivillaga ning puuvilla ja keemiliste kiududega. [1, lk 144-145]

## **Mohääri kasutamine**

Mohääri kasutatakse ka puhtal kujul, kuid selle kasutamine segus muude kiududega on tavalisem. Mohääri kasutatakse läikivas ülikonnariides, siidjas mantliriides, käsitöölõngades, kardinaplüüsis ja vaibalõngas. Kuna mohäärkiud ei elektriseeru, siis kasutatakse seda ravipesuks, allergikutele sobivad mohäärtooted peenuse ja pehmuse tõttu. Tehiskarusnahale ja reisitekkidele annab mohäär läiget ja kohevust. Türgist pärit läikivat mohääri kasutatakse ka pitsi valmistamisel. [1, lk 145]

## **Hooldamine ja säilitamine**

Mohääri hooldatakse nagu lambavilla: pestakse jahedas vees villa pesemiseks ette nähtud pesemisvahenditega, kuivatada soovitatakse tasapinnal. Triikimine võib toote kvaliteeti halvendada. Pestud toote kerge tsentrifuugimine taastab toote kohevuse. [1, lk 145]

## **Kašmiirvill (WS)**

Indias kasutatakse kašmiiri kohta ka nimetusi pashmina ja shamina.

*Pure Chasmere* märgist võib kasutada toodetel, mis sisaldavad 100% kašmiirvilla.

Kašmiiri nimetust kasutatakse kiudude kohta, mille jämedus on alla 19 mikromeetri (peene meriinovilla jämedus on umbes 21 mikromeetrit), pashmina-kiu peenuseks on tavaliselt 10-14 mikromeetrit. [1, lk 145]

### **Ajaloost**

Kašmiirkits on pärit Himaalaja nõlvadelt Tiibetist. 16. Sajandist teatakse hindude poolt kootud õhukesti sale kammitud kašmiir villast. [1, lk 146]

### **Kašmiirkits**

Kašmiirkits (*Capra hircus laniger*) on koduloom. Kašmiirvill on segavill, see koosneb eriti peenest ja lühikesest alusvillast ning pikast ja jämedast pealisvillast. Kašmiirkiudu andvaid kitsetõuge on maailmas 68, kokku kaheteistkümnes riigis. [1, lk 146]

### **Tootjad/kasvatajad**

Tänapäeval kasvatatakse kašmiirkitsi Hiinas, kus saadakse umbes pool maailmas toodetavast kašmiirvillast (11 000 tonni aastas). Veel toodetakse kašmiir villa Iraanis, Mongoolias, Türgis ja Afganistanis, vähesel määral ka Euroopas (Prantsusmaal, Hispaanias, Itaalias ja Šotimaal), Ameerika Ühendriikides ja Lõuna-Aafrikas.

Kasvutingimused ja tootmine. Kašmiirvill kammitakse välja kevadel, karvaajamise ajal. Kiud sorteeritakse: peen alusvill ja karm pealis vill eraldi. Ühelt kitselt saadakse aastas umbes 400-500 g kiudu. Kašmiirvilla toodeti aastatel 1970-1980 umbes 5000 tonni aastas. Hiina on suurendanud kašmiirkiu tootmist ning 1990ndate lõpul toodeti seda vedi üle 10 000 tonni. [1, lk 146]

### **Omadused**

Kašmiirkitse alusvilla pikkus on 40-90 mm, pealisvillal – 50-130 mm. Kiu pind on soomuseline, soomuste ehitus on ebakorrapärane. Peenes kašmiirkius ei ole selgelt eristatavat südamikku. Värvuselt on kašmiirvill tavaliselt hallikas, pruunikas, isegi must, harvem valge. Kašmiirkiu ristlõikepind on ümmargune või veidi ovaalne. Korteks kihis võib selgelt eristada kiu värvipigmente. Kašmiirkiud on väga peen, palju peenem isegi eriti peenest meriinovillast. Pealisvill meenutab karmuse ja selgelt eristatav südamiku poolest lambavilla. Kašmiirvill meenutab lambavilla ka vastupidavuselt keemilistele mõjutustele,



kuid on siiski tundlikum – isegi soodalahus kahjustab kiudu. Kašmiirkiud vanub lambavillast kiiremini; niiskusimamisvõime on suurem kui lambavillal. [1, lk 146-147]

### **Kašmiirvillasegud**

Tavaliselt segatakse kašmiirvilla lambavillaga. Peent alusvilla segatakse meriinovillaga toodete pehmuse rõhutamiseks. Veel segatakse kašmiirvilla siidiga, puuvillaga ja sünteeskiududega. [1, lk 147]

### **Kasutamine**

Kašmiirkiudu kasutatakse nii puhtal kujul kui ka segatuna. Kasutamise seisukohalt on kašmiirvilla parimateks omadusteks pehmus, soojus ja hea langevus. Kuna kašmiirkiud on väga kallis, siis kasutatakse seda vaid kvaliteettoodetes, Kammlõnga kasutatakse käsitöölõngana, lipsude ja käsitsikootud sallide valmistamiseks; kraaslõngast toodetakse kostüümi- ja mantliriiet naiste rõivaste valmistamiseks. [1, lk 147]

### **Hooldamine ja säilitamine**

Kašmiirvillast toodete pesemisel tuleb olla hoolikam kui lambavillast toodete pesemisel. Pesta tuleb neutraalsete, villa jaoks ettenähtud pesemisvahenditega, mehaanilist hõõrumist ja muljumist tuleb vältida. [1, lk 147]

## **4.2. Kaamellaste sugukonna loomade vill**

### **Alpakavill (WP)**

Rahvusvaheline Alpakaliit *IAA (International Alpaca Association)* asutati 1983. aastal Peruu. *IAA* annab välja rahvusvahelist alpakamärgist alpakavillast valmistatud toodetele: märgise kasutajad kohustuvad järgima liidu poolt kehtestatud kvaliteedinõudeid.

Kuldne alpakamärk (must kujutis kuldsel põhjal) – tootes on 100% alpakavilla.

Hõbedane alpakamärk (must kujutis, hõbedane taust) – 50% alpakavilla või 50% kõrgkvaliteedilist laamavilla.

Valge alpakamärk – tootes on vähemalt 10% alpakavilla või kõrgkvaliteedilist laamavilla. [1, lk 151]

## **Ajaloost**

Laamade esivanemaid kasutati peamiselt veoloomana raskesti läbitavatel mägiteedel. Arvatakse, et ürglaama või –kaamel on pärit Põhja-Ameerikast, kust osa loomi rändas Lõuna-Ameerikasse. [1, lk 152]

## **Alpaka**

Alpaka (*Auchenia pacos*) elab pooleldi metsikuna. Inkade ajal peeti alpakat ka koduloomana, nii saadava villa kui ka väga maitstva liha pärast. Tänapäeval peetakse alpakat ka farmides. Vabaduses elavad alpaked püütakse pügamise ajaks kinni, seda tehakse iga kahe aasta tagant. Farmis peetavaid loomi võidakse pügada kaks korda aastas.

Alpakat on kahte liiki:

*huyacaya* – loom, kes on võimeline elama Andide raskeimatel aladel ja kelle vill (*Alpaca Fleece*) on tugev ja säbar, tundub lambavillana, saadaval 22 värvitooni.

*suri (Alpaca Suri)* – on kiuna läikiv, tavaliselt valge ja üsna sirge, tundub siidisena. [1, lk 152]

## **Tootjad**

Alpaka elab Lõuna-Peruus ja Põhja-Boliivias. Peruus on umbes 1-2 miljonit looma, Boliivias 250 000 ning Tšiilis ja Argentiinas kokku umbes 100 000 looma. Peamine alpakaavilla tootja on Peruu – umbes 4 000 tonni aastas (1998). Peruus on tootmine koondunud Arequipasse ja selle ümbrusesse.

1983. aastal hakati alpakat kasvatama ka Ameerika Ühendriikides. Mõnevõrra kasvatatakse alpakat ka Austraalias, Kanadas, Uus-Meremaal, Suurbritannias, Prantsusmaal ja Jaapanis. [1, lk 152]

## **Omadused**

Alpakaavill on kaamellaste sugukonna loomadelt saadavatest kiududest väärtuslikeim. Seda kutsutaksegi inkade kullaks. Alpakaavilla on musta, tumepruuni, kastanpruuni, kaneelipruuni ja valget. Tavaliselt kasutatakse loodusliku värvusega alpakaavilla. Valge alpakaavill saadi ristamise tulemusena. Valget alpakaavilla andvate loomade villas on alati ka muu värvusega kiude, mis eraldatakse käsitsi. Valge alpakaavill värvub hästi ja on nõutavaim.

Villakiud on 200-300 mm pikk, see on elastne ja hea soojapidavusega. Peenuselt vastab alpakavill keskmise peenusega ja peenele lambavillale. Kiu pinna soomuseliskus ei ole peaaegu nähtav, kiu ristlõikepind on ovaalne või ümmargune.

Mikroskoobi all võib jämedamates kiududes selgesti näha katkendlikku medullat, peentes aluskiududes on medulla nähtav väikeste täpikestena. Tänu medullas olevale liikumatule õhule on alpakavill lambavillast parema soojapidavusega. [1, lk 152]

### **Kasutamine ja hooldamine**

Alpakavillast valmistatakse kamm- ja kraaslõnga. Parima kvaliteediga vill on *Arequipa Fleece*, seda kasutatakse peamiselt silmkoelõnga, sallide, kalevi, voodririide, aluspesu ja troopikarõivaste valmistamiseks.

Alpakavilla kasutatakse nii puhtal kujul kui ka segatuna lambavilla või teiste loomade kõrgekvaliteedilise villa ja siidiga. Peruus kasutatakse loodusliku värvusega alpakavilla pontšode, peakatete ja kinnaste valmistamiseks. Alpakakiu kvaliteeti on parandatud alpaka ristamisega vikunjaga. Hooldustingimustelt vastab alpakavill lambavillale. [1, lk 153]

### **Laamavill (WL)**

#### **Laama**

Laama (*Auchenia glama*) on nn Andide kaamel ja kuulub kaamellaste sugukonda. Laamat kasutatakse Ecuadoris, Peruus, Boliivias, Tšiilis ja Kirde-Argentiinas veoloomana. Boliivias on laamasid umbes 2 miljonit, Peruus 1 miljon ja Tšiilis 100 000. Isane laama leiab kasutust just veoloomana, emastelt laamadelt saadakse tekstiilkiuna kasutatavat villa. [1, lk 150]

#### **Pidamine ja tootmine**

Laama elab kõrgel mägedes ja ülangutel. Laamavilla pügatakse iga kahe aasta tagant detsembri alguses. Laamasid on villa andmise seisukohalt kahesuguseid: Ka'ra – kerge vill, millest valmistatakse rõivariiet ja Ch'aku – raske vill, mida kasutatakse vaipade, köite, mütside, kottide jm tekstiiltoodete valmistamiseks. Laamavilla toodetakse enim Boliivias, umbes 600 tonni aastas (1998). [1, lk 150]

## **Omadused**

Laamavill koosneb nii jämedast, mitteelastsest ja läiketa pealiskiust kui ka peenest ja pehmest aluskiust. Laamavill on musta, pruuni või valget värvi. Värvipigment asetseb villakiu selgelt eristatavas südamikus. Laamavill ei ole nii peen kui kaamelivill, kuid selle tõmbetugevus on suhteliselt suur. Pinnakude on ebaselge ja mikroskoobi all vaevalt nähtav. Laamavill on kauni tuhmi läikega. Laamavilla head kasutusomadused on soojus, kergus, tugevus. [1, lk 150-151]

## **Kasutamine ja hooldamine**

Laamavilla kasutatakse peamiselt piirkondlikult. Sellest valmistatakse suhteliselt paksu, tugevalt karvastatud materjali: pontšosid, pleede, vaipu. Laamavillast valmistatud tooteid hooldatakse nagu villaseid tooteid. [1, lk 151]

## **5. VILLA KIUDUDE (KANGASTE) TÖÖTLUSVIISID**

### **5.1. Villaste kangaste (villa) ettevalmistus**

Toorvillasel kangal olevad ained, mis tuleb ettevalmistusprotsessi käigus eemaldada, on:

- a) villarasv,
- b) määrdeained,
- c) mett,
- d) tselluloossed lisandid.

Rasvad ja määrdeained ning mett eemaldatakse kangaste (villa) pesemise käigus.

Tselluloosse päritoluga ained (lehtede ja rohu tükikesed) esmalt lagundatakse mineraalhappega kõrgendatud temperatuuril, seejärel eemaldatakse nad mehaanilisel teel kangast (villast). Tselluloosete lisandite eemaldamisprotsessi nimetatakse karboniseerimiseks.

Teatud villaseid, näiteks kalevist, kangaid allutatakse erilisele, ainult villastele kangastele rakendatavale töötlemisprotsessile – vanutamisele.

Vanumise käigus villane kangas tiheneb, kanga mõõtmed tõmbuvad kokku ning kanga pinnal tekib vildistunud kiht.

Selleks, et vähendada kangas vanumisel tekkinud sisepingeid, kortsuvust, fikseerida tekkinud kiudude struktuur, suurendada kiudude värvitavust, villaseid kangaid keedetakse.

Vajadusel pleegitatakse villaseid kangaid (kiude). Seda tehakse vaid siis, kui on vaja toota absoluutselt valget, värvimata kangast. Seega, villase kanga korral enne värvimist kangast ei pleegitata, nagu seda tehakse puuvillase kanga korral. Juhul kui villa looduslik värvus takistab kanga värvimist heledatesse, pastelsetesse toonidesse, tuleb kangast ikkagi pleegitada. [4, lk 80]

### **5.2. Villaste kangaste pesemine**

Villaste kangaste pesemine põhineb rasvainete seebistamisel ja rasvade ning õlide emulgeerimisel pesulahusesse. Selleks kasutatakse Na- ja trietanoolseepe. Pesulahusesse lisatakse soodat. Viimasel ajal kasutatakse laialdaselt ka erinevaid sünteetilisi pesuaineid: nii ioonseid kui ka mitteioonseid. Kui villase lõnga mettimiseks on kasutatud veeslahustuvaid mette, siis mingeid erimeetodeid pesemisel rakendada ei ole vaja. Need

metid lahustuvad villase kanga pesemisel. Kui aga on kasutatud tärklise baasil mette, tuleb sooritada lahtimettimine, kasutades selleks tärklis lagundavaid ensüüme.

Villa ja villast kangast pestakse temperatuuril 40-50 °C. Kasutatakse ka orgaaniliste lahustitega pesemist, näiteks perklooretüleeniga. [4, lk 81]

### **5.3. Villaste kangaste vanutamine**

Drapp- ja kalevist kangaste vanutamisprotsessi sisuks on nende sihipärane tihendamine (vähenevad pikkus ja laius, suureneb kanga paksus/tihedus), mille käigus toimub üheaegselt kanga struktuuri tihenemisega kanga pindmise kihi kiudude vildistumine. Vanutamine toimub mehaanilisel teel vanutamismasinas.

Survevõllide abil surutakse kangas reguleeritava kõrgusega kanalis (klappi), milles kangas volditakse kokku ja toimub tema kiulise struktuuri tihendamine. Kanga struktuuri tihenemine saab võimalikuks tänu villakiu soomuselisele ehitusele. Soomused võimaldavad villakiudude ühesuunalist liikumist, kuid takistavad kiudude tagasi nihkumist.

Teiseks tähtsaks näitajaks on villa kiu elastsus. Villakius peab olema piisavalt elastne, et säilitada tekkinud olukorda.

Vanumisprotsessi mõjutab tugevalt keskkonna pH, samuti abiained, mis vähendavad kiududevahelist hõõrdumist ja kergendavad nende ümberpaiknemist. Kõige vähem muutuvad villakiu elastsusomadused ja kokkumine pH väärtustel 6-8, s.o villa isoelektrilise täpi piirkonnas. Nõrgalt happelises ja nõrgalt aluselises keskkonnas kasvab järsult kiudude võime punduda ja välja venida. PH väärtusel üle 10 muutuvad villakiudude venitamisel tekkinud deformatsioonid pöördumatuteks ja vanumisvõime halveneb tunduvalt.

Villase kanga vanumisvõimet hinnatakse vanutamise käigus kokkuminemise alusel.

Parimaks abiaineks vanutamisprotsessis on osutunud tavaline seep. Vanutamist võib edukalt sooritada nii happelises kui ka aluselises (pH < 10) keskkonnas. Happelises keskkonnas toimub vanutamine kiiremini, kuid tekkinud vanutatud kangas on jäigem. Seetõttu kasutatakse happelises keskkonnas vanutamist vaid paksude, jäikade kangaste valmistamiseks. Enamik teisi kangaid töödeldakse seebi/sooda keskkonnas pH väärtusel alla 10. Lahuse temperatuur hoitakse 40 °C, sest kõrgemal temperatuuril võib villakiud

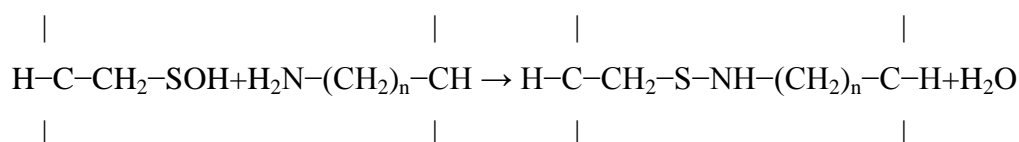
muutuda plastseks, hakata välja venima. Seebi sisaldus lahuses on 0,3-0,4%, vanni moodul 1,0-1,25. Protsessi kestus on 30 minutist kuni mõne tunnini (olenevalt materjalist). [4, lk 81-83]

#### 5.4. Villaste kangaste (kiudude) keetmine (fikseerimine)

Villaste kangaste keetmisel töödeldakse kangast veeauruga või keedetakse vees.

Sellises olukorras toimuvad villa keratiini ehituses muudatused: keratiin läheb lähte  $\alpha$ -modifikatsioonist üle fikseeritud olekusse.

Arvatakse, et keeva vee või auru toimel katkevad esmalt keratiini makromolekulis disulfiidsed sidemed, seejärel reageerib tekkinud väävliühend teise keratiini makromolekuli külghelas oleva aminorühmaga, mis on kohakuti sattunud villakiu venitamisel:



Niimoodi tekivad keratiini makromolekulide vahele uued kovalentsed sidemed, mis fikseerivad kiu struktuuri uues olekus ja tagavad kogu kanga vormipüsivuse.

Teise arvamuse kohaselt kovalentseid sidemeid keetmisel ja venitamisel siiski ei teki, vaid makromolekulide nihkumisel laguneb teataval määral nendevaheline H-sidemete süsteem ja tekib uus, veelgi püsivam. Need uued H-sidemed fikseerivadki keratiini uues olukorras. Uus olukord on üpris püsiv ja teda võib lagundada vaid veelgi karmimates keetmistingimustes, näiteks kõrgendatud temperatuuril. [4, lk 83]

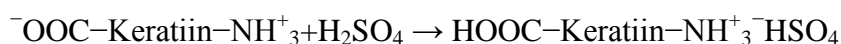
#### 5.5. Villaste kiudude (kangaste) karboniseerimine

Karboniseerimiseks nimetatakse villaste kangaste töötlemist kõrgendatud temperatuuril mineraalhapetega, mille toimel lõngas sisalduvad tselluloosse päritoluga lisandid (heina ja lehtede tükikesed) muundatakse rabadaks, kergesti purunevateks tselluloosi hüdrolyüsi produktideks. Need tekkinud jääkained eemaldatakse hilisemal kanga mehaanilisel

töötlemisel harjadega. Heina ja lehtede tükikesed, kui neid mitte eemaldada, põhjustavad kanga hilisemal värvimisel värvidefekte, sest nad ei värvu nii nagu vill.

Karboniseerimiseks niisutatakse kangast 20-25 °C juures väävelhappe lahusega (40-50 g/l), lisatakse mitteioonset pindaktiivset ainet kui märgajat (1-2 g/l) ja seejärel pressitakse liigne vedelik välja. Kangas kuivatatakse, alustades temperatuurist 50 °C ja jätkates 80 °C juures. Vesi aurub, väävelhappe kontsentratsioon (väävelhape ei ole lenduv hape) kasvab ja selle tulemusel tselluloos hüdrolyüsib edasisel kuumutamisel temperatuuril 95-100 °C. Hüdrolyüs toimub umbes 5 minuti jooksul.

Enamik hapest moodustab villases kangas villa keratiiniga soolalaadse ühendi:



Selle tulemusel osa hapest desaktiveerub ega toimi villakiudu lagundavalt. Karboniseerimise protsess on tundlik kanga niiskusesisalduse suhtes, mistõttu viimast tuleb kontrollida.

Pärast harjamist pestakse villased kangad (kiud) külma veega ning seejärel neutraliseeritakse happejäägid kas ammoniaagi või sooda vesilahusega. [4, lk 84]

## 5.6. Villa ja villaste kangaste pleegitamine

Villaste kangaste pleegitamiseks kasutatakse kõige rohkem vesinikperoksiidi aluselise (pH=8-9) või happelise lahuse (pH=5-6). Aluselises keskkonnas hoitakse villast kangast 40-50 °C juures 1 tunni kestel ja edasi jahtuvas vannis veel 8-12 tundi. Pleegituslahust tsirkuleeritakse pidevalt. Lahusele lisatakse Na-pürofosfaati (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), mis stabiliseerib peroksiidi lahuse.

Kõrvuti peroksiidi pleegitava toimega võivad kulgeda ka keratiini oksüdeeriva destruktsiooni reaktsioonid, mis kulgevad peamiselt disulfiidsete ja peptiidsete sidemete kaudu.

Selleks, et villast kiudu edukamalt pleegitada, töödeldakse kiudu raua soolade lahusega. Käesolevas protsessis kiirendavad rauasoolad pleegitamist. Häid tulemusi annab ka mitme



pleegitusainega järjestikune töötlemine: esmalt vesinikperoksiidiga ja siis Na-bisulfitiga.  
[4, lk 84-85]

## 6. PILLINGUVASTANE VIIMISTLUS

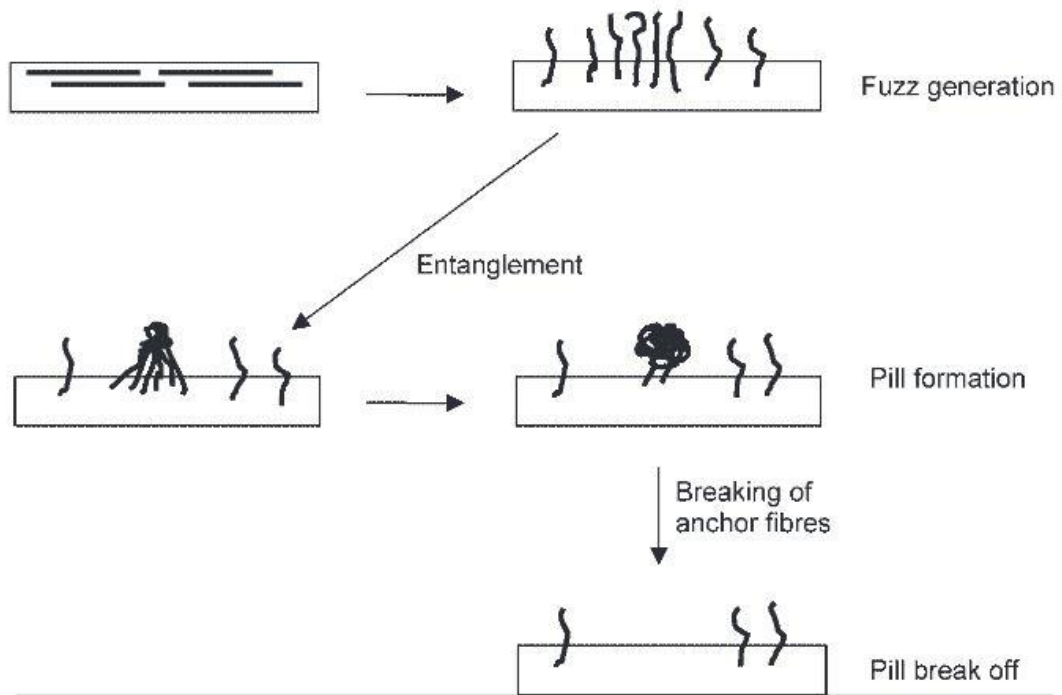
### 6.1. Pilling

Pilling on nähtus, mis tekib kedratud lõngast valmistatud materjalidel. Pillid on kiududest tekkinud sasikägarad, mis ilmnevad kanga pinnale kanga kandmisel või kanga hooldamisel. Pillingus materjal näeb inetu välja ja on katsudes ebameeldiv. Kulumisel tekkiv hõõrdejõud vormib lahtised kiuotsad mahulisteks pallideks (sasikägarateks). Need moodustunud kiukägaraid kinnituvad materjali pinnale pikkade nn ankurkiudude abil. Pillide teke sõltub otseselt materjali valmistamisel kasutatud kiudude tugevusest. Puuvilla, villa ja raioni kiududest materjalid ei oma tavaliselt pillingu probleemi. Seda seetõttu, et ankurkiud on piisavalt nõrgad ning tekkinud pillid eemalduvad kergesti materjali pinnalt. Erinevate kiudude segamisel on võimalus pillingu tekkeks aga suurem, kuna kokku võivad sattuda nii nõrgad kui ka tugevad kiud, mis moodustades tugevaid ankurkiude ei lase tekkinud pillil materjali pinnalt eemalduda. Selline efekt on ka sünteetiliste ja villa kiudude segamisel. Pillid ühe kanga pinnal võivad sisaldada ka kiude mõnelt teiselt kangalt, mis on hõõrdumisprotsessi kaasatud. Näiteks pillid, mis on tekkinud pidžaamale võivad sisaldada kiude voodipesu kangastelt.

Kanga ja kiu ehitus mängib suurt rolli pillingu tekkel kangale. Tugevama ja tihedama sidusega või keeretega kangas või lõng omab palju väiksemaid võimalusi pillingu tekkeks. Kuigi pillingu teke mõjutab ainult kanga välja nägemise omadusi ning mitte funktsionaalseid, siis mõjutab see suuresti kliendi rahulolu vastava tootega. [11, lk 129]

### 6.2. Pillingu mehanism

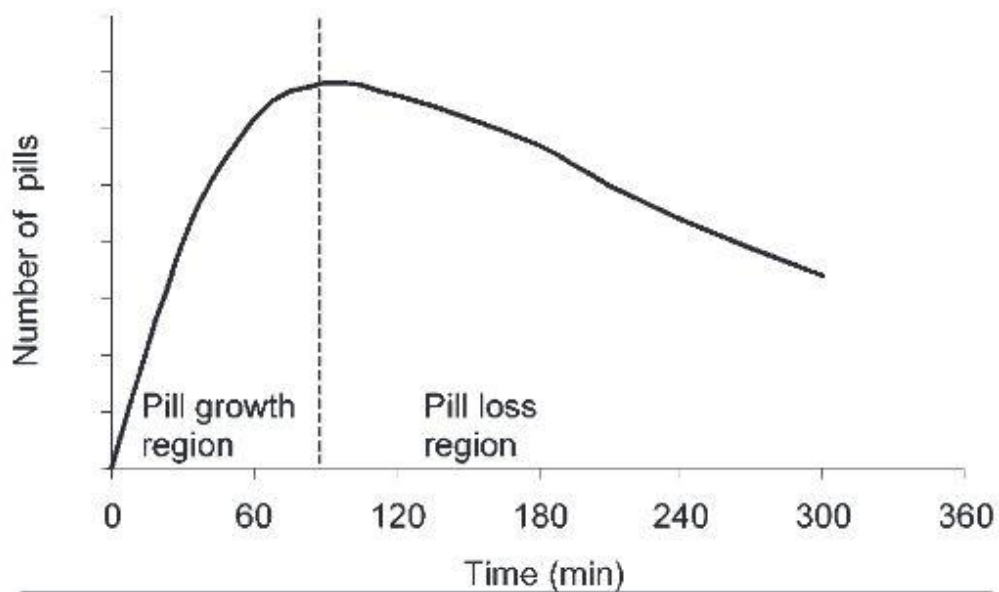
Pillide arv kanga pinnal on igal ajahetkel kahe vastandliku efekti, pillide teke ning nende eemaldumine kanga pinnalt, dünaamilise tasakaalu tulemus. Hõõrdumise käigus tõmmatakse lahtised kiud kanga pinnale ning tekib n-ö säbruline (ingl k. *fuzz*) kanga pind, kus tänu hõõrdumisele sasitud kiud moodustavad pillid.



*Joonis 3. Pillingu mehhanism.*

[11, lk 130]

Kui hõõrdumine jätkub, siis lõpuks ankurkiud katkevad ning pillid eemalduvad kanga pinnalt. Kui tekkivate ja kangapinnalt eemalduvate pillide tase on võrdne, siis materjali dünaamiline tasakaal säilib. Kui hõõrdumine kestab piisavalt kaua, siis kangapinnale tõmmatavate kiudude arv väheneb ning sellega koos väheneb ka tekkivate pillide arv. Seda on näha järgmiselt graafikult:



*Joonis 4. Pillingukõver.*

[11, lk 130]

Peale teatavat aega hõõrdumist on tekkivate pillide arv saavutanud maksimumi ning sellele järgneb pillide eemaldumise protsess. Võtmeomadus, millest sõltub pillide eemaldumine kanga pinnalt on ankurkiudude ühenduvus eluiga. Mida pikem on ankurkiu ühenduvuse eluiga seda rohkem pille jääb kanga pinnale. Selliste graafikute spetsiifilisemad detailid sõltuvad kanga ja kiu omadustest ning samuti sellest, missugune mehaaniline jõud mõjutab kanga pinda.

Järgmine tabel näitab kolmes pilli tekke etapis pillide käitumise ja kiuomaduste vahelist seost:

Pill step	Involved fibre property
1. Fuzz formation	Surface roughness, structured profile Flexing resistance, rigidity, stiffness Tear strength Abrasion resistance Staple length Crimp
2. Entanglement	Count (denier) Stiffness, rigidity Elongation Recovery power Surface roughness, structured profile Crimp
3. Pill break off	Flexing and bending break resistance Tear strength Staple length Crimp

Keemiliste viimistlusainete toime pillingu vähendamiseks on suhteliselt väike. Esimeses pillingu tekke astmes pillinguvastane viimistlus võib vähendada kiudude omavahelist külgetõmmet ja takerdumist. Viimases pillingu tekke astmes võib vähendada kiudude omavahelist abrasiooni. Kõik ülejäänud pillingu tekke parameetrid sõltuvad otseselt kiu omadustest ja struktuurist. Parim lahendus pillingu vähendamiseks on koostöö kanga tootjate, disainerite ja viimistlejate vahel. [11, lk 129-132]

### 6.3. Mõned pillinguvastased viimistlused

Esiteks: viimistlused, mis aitavad kaasa lõtvade kiudude püsimisele kangas nii, et ei tekiks karvasust. Selleks rakendatakse kiudude (materjali) pinna töötlemist polümeeridega, mis liimivad lahtised kiud tekstiilmaterjali pinna külge. Sellised viimistlusained on ühtlasi hõõrdumist vähendavad määrdeained. Enamkasutatavad polümeerid on akrüülkopolümeerid.

Teiseks: pillinguvastase viimistluse eesmärk on tekitada olukord, kus tekkinud pill võimalikult kiiresti pärast formeerumist irdub materjali pinnalt. Selleks kasutatakse

nõrgemaid kiude. Näiteks võib polüesterkiudu selle valmistamise käigus modifitseerida nii, et sellest tekkinud ankurkiud osutub piisavalt nõrgaks ja tekkinud pillid irduvad kergesti. Selle tulemusel jääb riide pind puhtaks ja siledaks.

Kolmandaks võimaluseks on materjali pinda kuumutada või põletada, mille käigus eemaldada materjali pinnalt lahtised kiu otsad.

Üldise reeglina vähendavad viimistlused, mille tulemusel kiudusid määratakse, nende omavahelist hõõrdumist, mille tulemusel pilling suureneb. Eriti kehtib see pehendusainete ja silikoonide kohta. Kui aga kombineerida omavahel pehendusaineid ja polümeerseid pinnakatteid, võib saavutada nii hea pehmuse kui ka kontrollitava pillingu. Kui pilling on kangale/tootele tekkinud, on ainuke vahend selle eemaldamiseks pügamine. Selleks on olemas spetsiaalsed pillingupügamise masinad. [5, lk 118-120]

Erinevate viimistluste mõju pillingukalduvuse suhtes

*Tabel 5.[11, lk 136]*

Effects and combinability	Type of finish
Usable for anti-pilling	Hand building finishes, for cellulose easy-care Durable press finishes Cellulase finishes
Supporting anti-pilling	Non-slip finishes Fluorocarbon finishes, if not too smooth (they may concentrate the anti-pilling products near the fibre surface) Flame retardants (large amounts are often stiffening, crosslinkers reduce the tear and abrasion strength)
Almost no effect	Soil-release finishes Antistatics, if not softening and smoothing Finishes to improve colour fastness Finishes for protection from UV or insects Antimicrobial finishes
Unsuitable (increased pilling)	Most softeners, especially silicones Silicone elastomers and repellents Paraffin water repellents Antistats, if softening

## **7. VILT JA VILTIMINE**

### **7.1. Defineerimine**

Vilt on mittekootud materjal, mis saadakse kuuma niisutatud lambavilla või karusnahka pressides. Kuumus ja niiskus avavad karvakiu pealmised soomused ning seebi- või leelisvesi soodustavad kiudude omavahelist haakumist. Märja viltimise kõrval tuntakse ka nõeltehnikas viltimist ehk kõnekeeles kuivviltimist.

Põhimaterjali kõrval võib viltimisel kasutada ka lisandeid nagu villast lõnga, mohäärlõnga, tekstiilijäätmeid, marlit jm. [8]

Vilt on mittekootud tekstiilmaterjal. Villa viltimine ja vanutamine toimub soojuse, niiskuse, aluselise keskkonna ja mehhaanilise hõõrdumise toimel. Tänu oma ehitusele ja omadustele on vill plastiliselt vormitav nii tasapindseks viltkangaks kui mahuliseks vormiks. Lisaks harjumuspärasele, käsitsi või tööstuslikult loodud tihedale ja paksule vildile võib materjali varieerimise ja tehnikaarenduste tulemusel luua ka õhulisi kangaid, nunovilti, ažuurseid pitse ning filigraanseid miniatuurvorme. [9]

### **7.2. Ajaloost**

Millal inimesed hakkasid vilti valmistama, pole täpselt teada. Vanimaks näiteks peetakse Türgi seinamaalilt pärit viltkaunistuse motiivi, mille vanuseks arvatakse olevat 8000 aastat. Lõuna-Siberist Altai piirkonnast on leitud värvitud vildist sein- ja sadulakatte aplikatsioonide jäänused, mis pärinevad 5. sajandist eKr.

Ka vanad roomlased ja kreeklased on tundnud vilditegemist - Rooma sõdurid kandsid vildist rinnakatteid, tuunikaid, saapaid ja sokke. Põhjamaades ulatub vildi ajalugu rauaaega. Ühest hauast Norras Hordalandis välja kaevatud vildist surilina arvatakse pärinevat umbes aastast 500 pKr. [10]

### 7.3. Kyllike OÜ valmistatava materjali kirjeldus

Kyllike OÜ valmistab nn. liitmaterjali, mis koosneb peamiselt erinevatest villa kiududest, alusvillast ja pitsist ning mis on valmistatud kuiv- ja märgviltimise protsessi käigus.

Tsiteerides Küllike Tuvikest, nunoviltimise tööprotsess ja selle eesmärk:

“Sõna "nuno" on pärit Jaapanist ja tähendab tõlkes kangast. Rullimise teel ühendatakse omavahel vill ja kangas (kangad). Viltimise ja vanutamise protsessis läbivad villakiud kangakihte, haakudes sellesse, mille tulemusena tekib uus liitmaterjal. Minu eesmärgiks ongi saada see huvitavate faktuuride ja värvilahendustega liitmaterjal, mille faktuur tekib kanga (pitsi) ja villa erinevast kokkutõmbumisest. Ülerõivasteks sobiva vastupidavuse annab valmistatavale materjalile selles olev kangas (pits).”

Küllike valmistab materjali algusest peale vatsava toote lõike järgi. Esialgne lõige on vanuvus protsessi käigus kokkuminevuse võrra suurem, see tagab tootele ilusad ja korrektsed ääred (esikinnis, varruka servad, krae äär, allserv). Valmis saanud lõigetele lisab ta liimiriide ning hiljem juba valmis õmmeldud tootele voodri.

Järgneval lühiülevaade nuno-materjali valmistamise protsessist:

1. Alusvildi ja pitsi (või kanga) väljalõikamine, selle paigutamine alusvildile. Siinjuures tuleb arvestada viltimisprotsessis materjali kahanemist umbes kolmandiku võrra.
2. Villa lisamine alusvildile ja pitsile (kangale) soovitud mustrisse.
3. Mustri fikseerimine kuivviltimise meetodil.
4. Toote servade töötlus- tugevdamine kahtepidi villakiudude ladumisega ja villa ümber servade tõstmisega.
5. Lahtise villa kinnitamine toote servades kuivviltimise meetodil
6. Asetamine mullikillesse märgviltimis-protsessiks
7. Seebitamine, rullimine
8. Viltimine masinas
9. Vanutamine- kanga tugev laual kloppimine
10. Loputamine



11. Venitamine lõikesse (rõhknaeltega), servade tihendamine (puuhaamriga koputamine)
12. Kuivatamine
13. Viimistlemine aurutriikrauaga

Edasi läheb materjal rätsepa kätte, kes toote valmis õmbleb (vt. Lisa 1 ja Lisa 2)

Saadav materjal on kaalult väga kerge, samal ajal väga heade soojapidavus näitajatega, mis muudab materjali ka külmematel ilmadel kandmissobilikuks. Materjal on mittekortsuv ja sirgestuv, pehme, elastne ja vetruv.

Villa kiu omadustest lähtuvalt on materjal osaliselt mittemärguv, kiud aga on hästi õhku läbilaskev.

## 8. KATSED

### 8.1. Eesmärk ja hüpoteesid

Käesoleva töö uurimusliku osa eesmärgiks on katsetada materjali füüsilisi omadusi ja seeläbi määrata ning kirjeldada katsealuse materjali kvaliteeti. Materjali spetsiifilisusest tulenevalt ja ettevõtte vajadustest lähtuvalt on materjali kvaliteedi määramiseks kasutatud antud töö uurimuslikus osas vaid teatud katsemeetodeid. Katsealuse materjali valmistamisel on lähtunud teadmisest, et juba 15-25% kiu lisamisel annab see kogumaterjalile kiule iseloomulikud omadused. Autor uurib antud töös materjali vastupanuvõimet pillingu tekke suhtes (arvestades ja võrreldes katsekehade kiulist koostist), materjali vastupanuvõimet mehaanilisele tõmbele ning materjali kokkuminevust töötlemise protsessi käigus. Autorit huvitab erinevate kiudude omadustest sõltuvalt pillingu tekke ulatus hõõrdumisel ning materjali käitumise erinevused. Vaatluse alla tuleb ka liimiriidega tugevdatud ja ilma liimiriideta katsekehade tõmbetugevuse erinevused ning töötlemisel kokkuminevuse ulatuse mõõtmine.

Tekstiili katsetused üldiselt on vajalikud selleks, et kontrollida, säilitada ja võimalusel parandada toote kvaliteeti.

Hüpoteesid lähtuvad töös eelnevalt kirjeldatud teoreetilistest lähenemistest ning samuti Kyllike OÜ tähelepanekutest katsealuse materjali pikaajalise valmistamise tulemusel.

Töös on püstitatud järgmised hüpoteesid.

1. Pikemaajalisel kandmisel tekib materjali pinnale pilling.
2. Erineva kiulise koostisega materjalid reageerivad pillingu suhtes erinevalt.
3. Liimiriidega tugevdatud materjal osutab tugevamat vastupanu mehaanilisele toimele, kui ilma liimiriideta materjal.
4. Materjali kokkuminevus vanumise ja viltimise protsessis ei tohi ületada kummaski materjali suunas 35%.

## 8.2.Katsete teoreetiline osa

### Pilling

Pillingu katse viiakse läbi EVS-EN ISO 12945-2:2000 Textiles – Determination of fabric propensity to surfake fuzzing and to pilling – Part 2: Modified Matrindale method, alusel.

Lühidalt katsest:

Spetsiaalse lõikuri abil lõigatakse ringikujulised katsekehad. Need asetatakse abiseadmega testimismasina otsikute külge. See järel alustatakse testimist. ISO standardist tulenevalt asetatakse katsekehade otsikutele ka lisa raskused ning iga teatava hõõrdearvu järel viiakse läbi vaatlus valguskapis. Märkatavad muutused kirjutatakse üles.

Miinimumnõuded pillingukalduvuse hindamisel (hinnete skaala on 5-1, hinne 5 tähendab parimat pillingukalduvust ja hinne 1 halvimat)

*Tabel 5. [7, lk 41]*

Toode	Pillingu hinne	Pöörete arv
1. Pikad ja lühikesed püksid	3-4	2000
2. Seelikud	3-4	2000
3. Pintsakud, jakid	3-4	2000
4. Mantlid, joped	4	2000
5. Trikootooded	3-4	2000
6. Anorekid	4	2000
7. Pidžaamad ja ööpesu	3-4	2000
8. Päevasärgid, kleidid ja pluusid	3-4	2000
9. Korsett-tooted	3-4	2000
10. Supelrõivad	3-4	2000
11. Vooder	3-4	2000

### Tõmbetugevus

Kõige sagedasem katse liik. Seda deformatsiooni liiki on kõige rohkem uuritud. Selleks on terve rida põhjusi, millest peamised oleksid:

- a) arvutusskeemi kindlaksmääratus, mis võimaldab üheselt anda ette ja arvutada katsekeha tugevus- ja deformatsioonikarakteristikuid
- b) meetodi realiseerimise suhteline lihtsus tõmbemasinal
- c) katsetulemuste hea taasteostatavus
- d) võimalus real juhtudel modelleerida materjalide (nt niitide, kiudude) tööd tootes
- e) katsekeha lihtne kuju, milles paljudel juhtudel on arvesse võetud materjalide omadused (nt kiudude väike läbimõõt ja suhteliselt suur pikkus)
- f) meetodi suur informatiivsus

Tavaliselt tõmbekatsetused sooritatakse purunemiseni. Nende katsetuse tulemuste järgi otsustatakse materjalide võime üle osutada vastupanu pidevalt toimivatele välisjõududele. Neid kasutatakse materjali kulumiskindluse ja kestvuse prognoosimisel.

### **Tõmbe pooltsüklikarakteristikud**

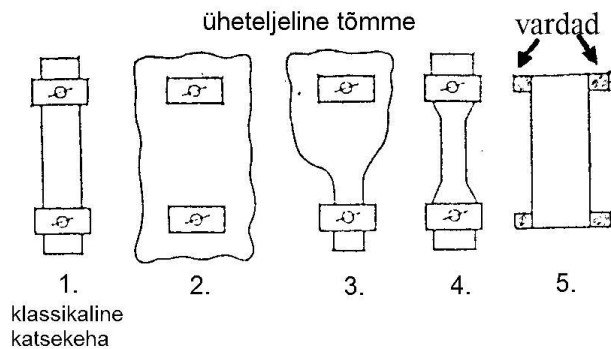
Nende järgi hinnatakse materjalide võimet osutada vastupanu pidevalt toimivatele välisjõududele. Tõmbe pooltsüklikarakteristikute saamiseks kasutatakse moodust kus mingi välisjõu mõjul kutsutakse esile proovikeha venimine, mis pidevalt suureneb vastavalt ühele või teisele-seadusele. Venimise tulemusena suhteliselt lühikese aja jooksul, mis ulatub sekund murdosadest kuni mõne kümne sekundini kasvavad järsult sisepinged ja materjal puruneb.

Katse sooritatakse tõmbemasinatel e dünamomeetritel. Kõige sagedamini tehakse üheteljeline tõmme.

Üheteljeline tõmme

Tõmme toimub ühes suunas ja tasapinnas.

Aegade jooksul on väljatöötatud terve rida katsekehade vorme, mida katsetatakse.



Klassikaline katsekeha (*strip*-meetod) on ribakujuline, ettenähtud mõõtmetega (50x350mm, pikkus sõltub tõmbemasina iseärasustest).

Tavaliselt venitatakse alumise klambri tõmbega. Venitus toimub suhteliselt lühikese aja jooksul, mis ulatub sekundi murdosadest mõnekümne sekundini. Venimise tulemusena kasvavad järsult materjali sisepinged ja materjal puruneb.

Materjali venitamisel katkemiseni määratakse materjali tugevuse ja deformatsiooni karakteristikud:

**Tõmbetugevuseks e katketugevuseks** nimetatakse materjali võimet vastustada venitavale jõule kuni katkemiseni. Tõmbetugevust hinnatakse absoluutsete ja suhteliste näitajatega.

**Tõmbekoormus e katkekoormus,  $P_t$** , on koormus, mida talub materjal katkemishetkel. (Tõmbekoormus on tõmbejõud, mille toimel proovikeha puruneb. Konkreetse katsekeha tugevus.) Katkekoormus määratakse tõmbemasina skaalal vahetult katkemismomendil. Katkekoormus on põhiline kriteerium riide mehaaniliste omaduste hindamisel ja tema kvaliteedi standardnäitaja. Mõõdetakse N, cN või kN.

**Suhteline katkekoormus,  $P_0$  (Nm/g)**, on keskmise katkekoormuse  $P_t$  (N) ja pindtiheduse  $G_s$  (g/m<sup>2</sup>) ning proovi laiuse B (mm) suhe. Ühik Nm/g

$$P_0 = \frac{P_t \cdot 1000}{B \cdot G_s}.$$

Valemisse kuulub materjali pindtihedus ja see annab võimaluse võrrelda erinevate materjalide tugevust. Riide valmistamisel ja kvaliteedi hindamisel arvutatakse ka nende sõltuvus lõime ja koeniitide massiosast.

**Absoluutne tõmbevenivus e katkevenivus,  $l_t$** , mm, on katsekeha pikkuse muutumine katkemismomendiks.

$$l_t = L_k - L_0, \text{ kus}$$

$L_k$  – proovi/katsekeha pikkus purunemise momendil

$L_0$  – katsekeha algpikkus.

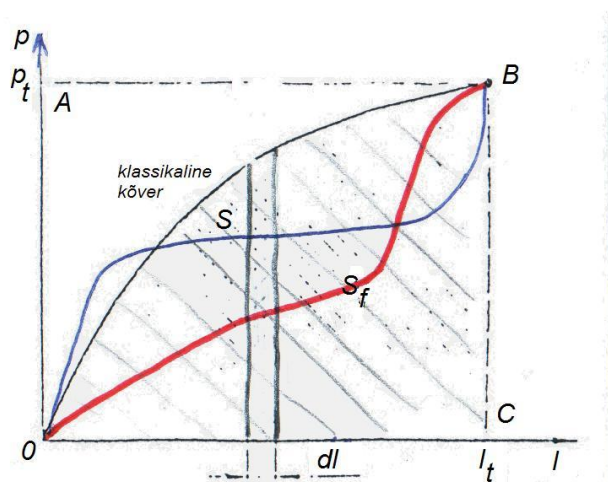
Klassikalise katsekeha algpikkus on 200mm, aga vahel kasutatakse ka väiksemaid katsekehi tööpikkusega 100mm.

Tööpikkus on klambrite vaheline kaugus.

**Suhteline tõmbe- e katkevenivus,  $\varepsilon_t$ , %**, on absoluutse tõmbevenivuse ( $l_t$ ) ja proovi algpikkuse ( $L_0$ ) suhe.

$$\varepsilon_t = l_t \cdot 100 / L_0, \%$$

Üsna sageli kasutatakse ka pikenemise määramist standardse tõmbekoormuse juures e siis määratakse venitatava proovi pikkuse juurdekasv momendiks, kui tõmbemasinal saavutatakse standardis ettenähtud tõmbekoormus. Kõigi tekstiilmaterjalide jaoks on tõmbekoormus ja tõmbevenivus tähtsateks normatiivseteks näitajateks. Nende näitajate tegelike väärtuste mittevastavus normatiivsetele on materjalide mittekvaliteetsuse tunnuseks.



Joonis 7. Tõmbediagramm

Riidele tõmbejõu iseloomustamiseks kasutatakse kompleksnäitajaid: absoluutne ja suhteline tõmbe- e katketöö. Nende määramiseks kasutatakse **tõmbediagrammi**, mis joonistatakse katse sooritamise käigus fikseerides üheaegselt nii tõmbetugevust kui sellele vastavat tõmbevenivust. Mehaaniliste omaduse hindamisel on oluline teada ka tõmbekoormuse ja –tugevuse vahelise sõltuvuse iseloomu. Koormuse ja venivuse vahelise sõltuvuse graafilise kujutise saab diagrammiga mida nim „koormus-pikenemine“.

Selliseid diagramme saadakse tõmbemasinatel, millel on olemas vastav seade. Nagu joonisest näha tekstiilmaterjalide põhiliikidele on iseloomulik pikenemise oluline kasv koormuse mitteolulisel suurenemisel. Värviliste joontega on näidatud, et erinevad materjalid võivad erineda teoreetilisest graafikust.

**Absoluutne tõmbetöö  $R_t$**  , J - iseloomustab energia hulka, mis kulutatakse materjali struktuurielementide vaheliste seoste energia ületamiseks ja materjali terviklikkuse purustamiseks. Absoluutne katkemistöö arvutatakse valemi järgi:

$$R_t = \eta P_t l_t, \text{ kus}$$

$\eta$  – diagrammi täielikkuse koefitsient.  $\eta$  leidmiseks joonistatakse graafik väga ühtlase tihedusega diagramm paberile lõigatakse välja ABCO ja kaalutakse ära. Lõigatakse graafiku alune osa ja kaalutakse ära ja saadakse  $\eta$  – diagrammi täielikkuse koefitsient,

$$\eta = s_f / s = m_f / m, \text{ kus } m_f \text{ – viirutatud osa mass, } m \text{ – kogu mass}$$

**Suhteline tõmbetöö** määratakse tõmbetöö ja proovi mahu suhtega:

$$r_v = R_t / V, \text{ J/m}^3.$$

**Eritõmbetöö  $r$**  kujutab endast aga tõmbetöö ja massi suhet:

$$r_m = R_t / m, \text{ J/g.}$$

Kasutatakse ka karakteristikut **katkepinge**, mis kujutab endast tõmbetugevuse suhet proovi ristlõike pindalaga:

$$\sigma_t = P_t / S.$$

Et tekstiilmaterjalid on poorsed, määratakse nende ristlõike pindala arvutuslikult, lähtudes massist, mahumassist ja ruumalast.

$$S = m / L \delta, \text{ st } \sigma_t = P_t L \delta / m, \text{ kus}$$

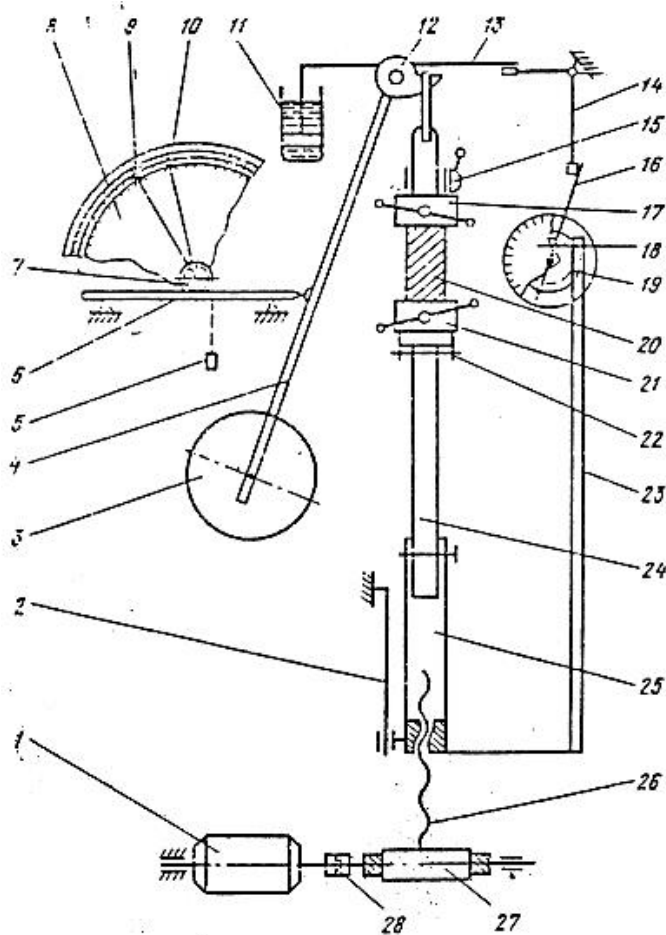
$m$  – proovi mass, g,

$\delta$  – materjali mahumass, g/mm,

$L$  – proovi pikkus, mm.

Standardkatsete sooritamiseks kasutatakse püsiva liikumiskiirusega alumise klambri **dünamomeetrit e. tõmbemasinat**. Juuresoleval joonisel on kujutatud tõmbemasina PT-250M-2 skeem. Materjali elementaarproovi 20, mis on kinnitatud ülemise klambri 17 ja alumise klambri 21 vahel, deformeeritakse alumise klambri ühtlase allalaskumisega. Liikumine kantakse alumisele klambri üle kruvilt 26 varraste 24 ja 25 vahendusel. Kruvi 26 saab liikumise alalisvoolu elektrimootorilt 1 muhvi 28 ja tigureduktori 27 kaudu. Alumise klambri liikumiskiirust reguleeritakse pinge ja järelikult elektrimootori pöörlemise sageduse muutmisega 25-250 mm/min piires. Nuppudele “Alla” ja “Üles” vajutamise muudetakse alalisvoolu suunda elektrimootori ahelas ja seega elektrimootori rootori ja kruvi 26 pöörlemis-suunda. Vastavalt sellele liigub varras 25 üles või alla mööda suunajat 2. Katsekehale mõjuva tõmbe tugevuse mõõtmine toimub pendeljõumõõtu abil. Deformeerudes nihutab proov ülemist klambrit 17 alla, mis pöörab koormuse hooba 12, mis omakorda kutsub esile pendli 4 (millel asetseb koormus 3) kõrvalekaldumise. Seejuures nihutab pendel oma toega hammaslatti 6 ja pöörab hammasratast 7. Hammasratta teljele on kinnitatud juhtosuti 9 ja kontrollosuti 10, mille abil skaalal 8 fikseeritakse proovile mõjuv jõud. Proovi purunedes naaseb pendel algasendisse, ja juhtosuti koormuse 5 mõjul – jõuskaala nullpunkti. Kontrollosuti jääb purunemispunkti. Pendli sujuvaks naasmiseks algpunkti on masin varustatud õliamortisaatoriga 11, mille varras on ühendatud koormuse kangiga 12.





Joonis 8. Tõmbemasin

Jõu skaalal on kolm võõndit: A 0-0,5 kN, jaotise väärtusega 0,001 kN; B 0-1,00 kN jaotise väärtusega 0,002 kN; C 0 – 2,50 kN jaotise väärtusega 0,005 kN. Üleminekul skaala võõnditele B ja C lisatakse pendlile vastavad lisakoormused.

Elementaarproovi absoluutse pikenemise suurus saadakse millimeetrites ja protsentides skaalal 18. Skaalale annab liikumise hammasratas 19, mis on lati 23 abil ühendatud alumise klambri vardaga 25. Osuti 16 on ühendatud koormushoovaga 12 kompensatsiooniseadme 13-14 abil. Pendli kõrvalekaldumisel vertikaalasendist pöörab kompensatsiooniseade osutit skaala liikumise suunas ülemise klambri siirde suuruse võrra. Tõmbemasin PT-250M-2 on varustatud seadmega masina automaatseks peatamiseks proovi katkemisel.

ISO 13934-1 standardi järgi kasutatakse katsekehasid, mille laius on väiksem klambrite huulte laiuusest. Kõigi materjaliliikide jaoks on kehtestatud üks laius – 50 mm. Prooviriba tööpikkus  $L$  arvutatakse valemiga:

$$L = l + 2a + c ,$$

kus l – klambrite vaheline kaugus, mm;  
a – klambrite huulte kõrgus, mm;  
c – eelpingutuse riputamiseks vajalik lisapikkus.

Katsekehade tööpikkus on üldiselt 200 mm. Eelpingutuse riputamiseks vajalik lisapikkus on olenevalt masina konstruktsioonist 100-150 mm.

Standardmetoodika järgi lõigatakse prooviribad lausega 60 mm ja piki prooviriba harutatakse mõlemalt poolt võrdselt niipalju niite, et laius oleks 50 mm. Riitel, millel katsekeha laiusesse mahub vähem kui 30 niiti, tuleb jälgida, et kõigil prooviribadel oleks ühepalju niite.

Enne katsetuste algust pannakse alumine klamber ülemisse asendisse ning ülemine klamber kinnitatakse kinnituslukuga 15, et proovi oleks mugavam kinnitada. Liigutades varrast 24 varda 25 suhtes, fikseeritakse klambrite vaheline kaugus, mis on võrdne proovi tööpikkusega. Sõltuvalt katsetatava materjali eeldatavast tugevusest valitakse koormusskaalal võõnd nii, et keskmine katkemiskoormus moodustaks 20-80 % skaala maksimaalväärtusest.

Tõmbemasina alumise klambri laskumiskiirus valitakse kui pikenemise funktsioon tõmbekoormuse juures vastavalt tabelile:

Tööpikkus, mm	Materjali venivus tõmbekoormusel, %	Deformatsiooni kiirus, %/min	Tõmbe kiirus, mm/min
200	<8	10	20
200	8...75	50	100
100	>75	100	100

Paigutades proovi tõmbemasina klambrite vahele, viiakse prooviriba üks ots ülemise klambri huulte vahele nii, et servad puutuksid jaotisi klambri huultel ja surutakse servad kergelt kokku. Proovi teine ots viiakse alumise klambri huulte vahelt läbi. Et proovid tõmbemasina klambrite vahel oleksid võrdse pingega, riputatakse nende alumisse otsa raskus. Selleks otstarbeks on masinal PT-250 M-2 komplekt eelpingutusraskusi 15-1500 g, mis riputatakse proovi alumise otsa külge vedruga klambri abil.

Eelkoormuse mass valitakse sõltuvalt materjali pindtihedusest.

Pindtihedus, g/m <sup>2</sup>	Eelkoormuse mass, N
200 (k.a.)	2 N
>200 - 500	5 N
üle 500	10 N

Pärast eelpingutusraskuse riputamist ülemise klambri kinnitussurvet lõdvendatakse pisut, lastakse proovil allapoole nihkuda, seejärel suletakse kõvasti ülemine ja alumine klamber. Et vältida proovi väljalibisemist klambrist või klambri huultega "katkihammustamist", võib kasutada vaheplaate tingimusel, et nende pesad asuvad klambri huulte servade tasemel. Edasi vabastatakse ülemine klamber kaitseriivist 15 ja lülitatakse masin tööle, s.t. alumine klamber hakkab allapoole liikuma. Proovi purunemisel määratakse koormuste

skaalal katkekoormus  $P_t$  ja venivuse skaalal katkevenivus  $I$ , Muud karakteristikud arvutatakse kasutades saadud andmeid.

Miimumnõuded materjalidele, kui katse on tehtud ribameetodiga (ISO 13934-1)

Tabel 8. [13]

Toode	Katkevuskoormus, daN		Katkepikenemine, %	
	Tavalise tegumoega rõivastel	Liibuva tegumoega rõivastel	Tavalise tegumoega rõivastel	Liibuva tegumoega rõivastel
1. Pikad ja lühikesed püksid;	25	30	12,5-55	12,5-55
2. Seelikud;	25	30	12,5-55	12,5-55
3. Pintsakud, jakid;	20	-	12,5-40	-
<b>4. Mantlid, joped;</b>	<b>20</b>	-	<b>12,5-40</b>	-
5. Trikootooded;	-	-	-	-
6. Anorakid;	25	-	12,5-55	-
7. Pidzaamad ja ööpesu;	18	22	12,5-40	12,5-55
8. Päevasärgid, kleidid ja pluusid;	18	22	12,5-40	12,5-55
9. Korsett-tooded;	18	22	12,5-40	12,5-55
10. Supelrõivad;	22	-	12,5-40	-
11. Vooder.	18	22	7,5-32,5	7,5-32,5

Kui lepingus on esitatud miimumnõue, siis sellest väiksem katkevuskoormus või katkepikenemine ei ole lubatud. Muul juhul võib vastav näitaja olla 10% lepingus teatatust või näidiseist väiksem. [13][14]

## Kokkuminek

Kokkutõmbumine on kanga pindala vähenemine märgumisel, pesemisel, ja kuumniiskel töötlemisel. Kokkutõmbumine on negatiivne omadus, sest see põhjustab riide kadusid, toote deformatsiooni ja mõõtude muutust. Samas kuumniiskel töötlemisel tootele vormi andmiseks on kokkutõmbumine vajalik, sest vastasel juhul ei saaks tootele anda soovitud kuju.

Kokkutõmbumise põhjusteks on kiudude ja lõngade vabanemine ketramisel, kudumisel ja kanga viimistlemisel tekkinud deformatsioonidest ning kiudude paisumisega kaasnev lõnga ristlõikepinna suurenemine.

Lõngad, eriti lõimelõngad on kudumisel pinguldatud olekus. Hiljem, kangaste hoidmisel, kandmisel, eriti aga pesemisel püüavad nad lõdvestuda. Eriti tugevalt tõmbuvad kokku kreppkeeruga niitidest kangad

Tekstiilmaterjalide kokkuminek näitab nende joonmõõtmete muutumist niiskuse ja soojuse või teiste tegurite mõjul.

Enamikul juhtudel toimub materjalide joonmõõtmete vähenemine (positiivne kokkuminek), harvemad on mõõtmete suurenemise juhtumid (negatiivne kokkuminek).

Tekstiilmaterjalide lineaarkokkuminek määratakse %-des ja arvutatakse valemiga

$$U = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \cdot 100 = \left(1 - \frac{L_2}{L_1}\right) 100,$$

kus  $L_1$  – materjali pikkus või laius enne töötlemist, mm;

$L_2$  – materjali pikkus või laius pärast töötlemist, mm.

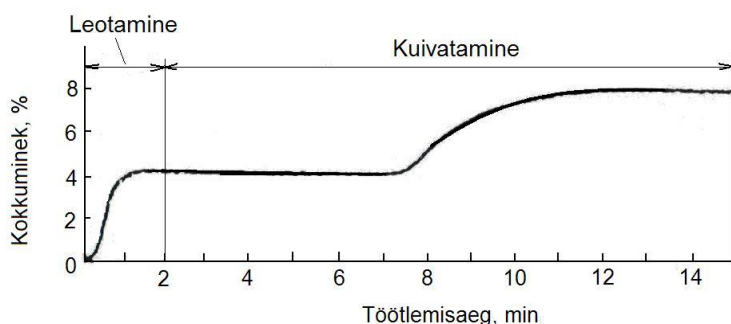
Materjalide mõõtmed muutuvad niiskuse ja soojuse mõjul kahel põhjusel:

- a) pöörduva relaksatsiooniprotsessi ning
- b) tekstiilikiudude ja –niitide paisumise tõttu.

Kokkuminek on keerukas protsess. Kangastes on jälgitavad kaks faasi:

- a) kokkuminek märgumisel;
- b) kokkuminek kuivamisel, suurem kui märjalt, teises faasis toimub 50-60% üldkokkuminekust.

Riide kokkumineku muutumise tsüklogramm ajas leotamisel ja kuivatamisel



Joonis 9. Riide kokkumineku muutumise tsüklogramm

Mõnedel juhtudel toimub niiskuse ja soojuse mõjul materjalide struktuuri muutumine (riietes – lõimeniitide loogete kõrguse suurenemine, trikotaažis – silmusrea kõrguse vähenemine), mis tekitab materjali laiuse suurenemise.

Kokkumine ei ilmne esimesel töötlemisel täielikult ning sõltub materjali kiulisest koostisest (kiudude hüdrofiilsusest või hüdrofoobsusest), materjali struktuurist (tihedusest: mida väiksem on tihedus, seda suurem on kokkumine).

Kokkumine avaldab mõju toodete vormipüsivusele. Õmblustoodete konstrueerimisel tuleb ette näha vastavad lisad, et arvestada kokkuminekut valmistootes ja tootmisprotsessis. Materjalid peavad tootes sobima kokkumineku poolest ja see näitaja peab olema tehnilistes dokumentides piiratud.

Kokkumineku vähendamise viise:

- a) Kiusegusse lisada väiksema hüdrofiilsusega kiudusid;
- b) dekateerida materjalid;
- c) kasutada kiudude hüdrofiilsust vähendavaid eritötlusi.

Kokkumineku suurusest sõltuvalt võib materjalid jagada mittekokkuminevateks, vähese kokkuminekuga ja kokkuminevateks.

Praktika ja uuringud on näidanud, et valmistada garanteeritud vormipüsivusega rõivatooteid, tuleb kasutada koos materjale, mille kokkumine kihistus eksploatatsioonitingimustes oleks 1...1,5%.

Kokkumineku määramiseks kasutatavate meetodite katsetustingimused peavad maksimaalselt imiteerima nende eksploatatsioonitingimusi. Seetõttu on pestavate ja

mittepestavate toodete materjalide katsetusmeetodid erinevad. Pestavate materjalide kokkumine määratakse pesu- või vibromasinas pesemise ja järgneva kuivatamisega. Tavaliselt mittepestavaid villaseid riideid leotatakse toasoojas vees, seejärel kuivatatakse.

Kokkumine on enamasti suurem lõime suunas. [15]

### 8.3. Katse praktiline osa, tulemused ja järeldused

#### Martindale pillingu test

Katse viidi läbi Tallinna Tehnikakõrgkooli katselaboris.

Standard: ISO 12945-2:2000

Testi läbiviimisel kasutati alumisel katsekehal hõõrdekangast.

Testi läbiviimiseks kasutati raskust  $415 \pm 2$ g.

Katselabori tingimused:

- a) Temperatuur: 21°C
- b) Õhuniiskus: 30%

Katsekeha 1:

Nimetus:	<b>Kašmiir</b> (30%-lise sisaldusega)		
Testide arv:	3		
Kategooria:	2		
Hindamise etapp	Pöörete arv	Muutuste kirjeldus	Hinnang
1	125	Kolmest katsekehast kahel on tekkinud ühtlane pillingu kogu pinna ulatuses, pillid on väikesed ja paiknevad tihedalt. Teistest erineval katsekehal on pindmises kihis rohkem kiudu, pillingut on vähem tekkinud, võiks hinnata isegi 3-4 hindegaga.	3
2	500	Ühtlaselt pillingus, pillid paiknevad tihedalt (v.a kohad, kus pinda katab peamiselt pits ja kiudu pole). Suuremad ja väiksemad pillid.	2
3	1000	Võrreldes eelmise vaatlus hetkega suuri muutuseid pole tekkinud, pilling on veidi süvenenud, pillid on konkreetsemalt eristatavad.	2
4	2000	Ühtlaselt üle materjali pinna on erineva suurusega pillid. Kohtadel, kus materjali pinda katab ainult pits, võib vaatluse põhjal järeldada, et pillid on tekkinud	1

		alusvilla kiududest. (vt Lisa 3)	
--	--	----------------------------------	--

### Katsekeha 2:

Nimetus:	<b>Laama</b> (30%-lise sisaldusega)		
Testide arv:	3		
Kategooria:	2		
Hindamise etapp	Pöörete arv	Muutuste kirjeldus	Hinnang
1	125	Tekkinud on kerge pilling, peamiselt on lahtised kiuotsad materjali pinnal.	4-5
2	500	Erinevat värvi kiud on käitunud erinevalt: must- vähe pille; pruun- konkreetsed, võrreldes teistega suuremad pillid, arvuliselt rohkem; valge- pillid on pigem ära „kadunud“, pillid on pinnale lähemal ja vähem konkreetsed. Pillid on moodustanud pigem pikemad kiu otsad.	3-4
3	1000	Kohtadel, kus erinevat värvi kiud on segunenud, tekkinud suuremad ja tihedamad pillid. Katsekehal kus erinevat värvi kiud on jaotatud pigem seksioonidena, on tulemused palju ebahütlasemad (valge, must- väiksed ja madalad pillid; pruun- suuremad, kõrgemad pillid.	3-4
4	2000	Võrreldes eelmise vaatluspunktiga väga palju muutunud ei ole, pillid on suuremad ja konkreetsemad. (vt Lisa 4)	3

### Katsekeha 3:

Nimetus:	<b>Alpaka</b> (30%-lise sisaldusega)		
Testide arv:	3		
Kategooria:	2		
Hindamise etapp	Pöörete arv	Muutuste kirjeldus	Hinnang
1	125	Tekkinud on mõned pillid, kogu pinnal on ühtlaselt kiud lahti tulnud. Pillide arv sõltub laotatud kiudude hulga suurusest.	4-5
2	500	Märgatavad pillid, asetsevad korrapäraselt ja ühtlaselt üle materjali pinna (v.a kohad, kus on ainult pits). Valgel kiul on vähem pille kui pruunil.	3-4
3	1000	Pilling on süvenenud, olenevalt kohast on pillid pigem suured.	3
4	2000	Ühtlaselt suured pillid, asetsevad tihedalt üle materjali pinna. (vt Lisa 5)	2



Katsekeha 4:

Nimetus:	<b>Jakk</b> (30%-lise sisaldusega)		
Testide arv:	3		
Kategooria:	2		
Hindamise etapp	Pöörete arv	Muutuste kirjeldus	Hinnang
1	125	Pigem isegi hinne 5. On näha mõned pillid. Võrreldes eelmiste katsematerjalidega on lahtiseid kiude märgatavalt vähem. Pillid on tekkinud pigem pruuni kiuga kaetud alal.	4-5
2	500	Muutusi on veidi näha, aga need on väikesed. Hall kiud on peaaegu pilli-vaba, pruunil kiul on rohkem pille, aga need on vähe märgatavad.	4-5
3	1000	Halli kiuga osale on tekkinud pilling. Pilling on ühtlane ja pinnalähedane, on tekkinud ka väikesed ja konkreetsed pillid.	3
4	2000	Pilling on tihe, pillid on väikesed. Hallil kiul pinnalähedasemad kui pruunil. (vt Lisa 6)	3

Katsekeha 5:

Nimetus:	<b>Angoora</b> (30%-lise sisaldusega)		
Testide arv:	3		
Kategooria:	2		
Hindamise etapp	Pöörete arv	Muutuste kirjeldus	Hinnang
1	125	Tekkinud on suhteliselt tihe pilling. Pinnal on ühtlaselt lahtiseid kiude.	3
2	500	Pillid on suuremad ja konkreetsamad, pillide arv on suurenenud ning katavad ühtlaselt pinna.	2
3	1000	Pilling on veelgi süvenenud, tekkinud on erineva suurusega pille. Kohad, kus kiudu on hõredamalt laotatud, on kiud pitsi pealt lahti/ ära hõõrdunud.	1-2
4	2000	Palju pillingut, kui edasi katsetades võiks eeldada pillide eemaldumist pinnalt. (vt Lisa 7)	1

Katsekeha 6:

Nimetus:	<b>Alpaka (Tussah siid)</b> (30%-lise sisaldusega)		
Testide arv:	3		
Kategooria:	2		
Hindamise etapp	Pöörete arv	Muutuste kirjeldus	Hinnang
1	125	Mõned pillid, peamiselt on pindmine	4-5

		kiud lahti hõõrdunud.	
2	500	Rohkem pille, lahtiseid kiude on võrreldes eelmise vaatluspunktiga vähem või sama palju.	3-4
3	1000	Valge, säbruline kiud on madalama ja vähem silmapaistva pillinguga. Pitsilistel kohtadel on vähe pille tekkinud.	<b>3-4</b>
4	2000	Mõned kohad võib tugeva 3-ga hinnata. Pillid on suuremad (vastavalt kiule/asukohale). Valgel kiul on väiksemad ja tihedamalt paiknevad pillid kui pruunil.	<b>3-4</b>
5	5000	Muutuseid juurde ei tule. (vt Lisa 8)	3

Katsetuste läbiviimise järjekord erineb katsetulemuste esitamise järjekorrast. Katsekeha 6 katsetati kõige esimesena. Tulemusi üldistati ning leiti, et optimaalne katsetuste sooritamisel tehtavate pöörete arv on 2000 pööret, mis on ka miinimum nõue tulenevalt standardist [12].

### Järeldused

Katsealuse materjali pillingukalduvuse suhtes ei ole ettevõtte kehtestanud vastavaid miinimum nõudeid, seega on järelduste tegemisel lähtutud Eesti Rõiva- ja Tekstiililiidu koostatud miinimumnõuetest [7]. Sellest tulenevalt saab järeldada, et katsealune materjal ei vasta mantliriide miinimum pillinguhindele 4.

Katsematerjalide koostis mõjutab materjalide pillingukalduvust siiski vähesel määral. Oluliselt suurema pillingukalduvusega on katsekehad mille koostises on angoora ja kašmiiri kiudu. Samuti erineb ka nende pillingu teke, kus märgatavad muutused tekivad kohe esimeses vaatluspunktis ning viimases vaatluspunktis võib materjali hinnata juba kõige halvema hindega.

Ülejäänud katsekehad käituvad suhteliselt sarnaselt, rolli hakkab mängima kius sisalduv keratiin, st pillingu tekkemehanism ja pillingu tüüp erineb erinevat värvi kiududel.

Kohtades kus pinda katab pigem pits ning on vähesel määral kiudu lisatud, on pillingu teke väiksem (tekivad üksikud pillid). Suuremate pöörete arvujuures võib täheldada ka alusvildi kiududest tekkinud pille.

Seost kiu vanuvuse omaduste ning pillingu tekke vahel tuvastada ei õnnestu.

Soovitused pillingu vähendamise jaoks: esmalt katsetada kriitilistesse kohtadesse vähem pindmist kiudu lisada; teiseks leida materjali viimistlustehnoloogia, millega kinnitada lahtised kiutsad ning vähendada pillingukalduvust.

Samuti võib kasutada kiu töötlust, mille tulemusena kiud nõrgenevad ning mis omakorda nõrgestab ka pillide ankur kiude, et tekkinud pillid kiiremini materjali pinnalt eemalduksid.

### Tõmbetugevus

Standard: EVS-EN ISO 13934-1; ISO 9073

Katselabori tingimused:

- a) Temperatuur: 21°C
- b) Õhuniiskus: 65%

Katsekeha number	1 (Lisa 9)	2 (Lisa 10)	3 (Lisa 11)
Materjal koostis	Liimiriie, meriino alusvilt, pits (1)	Liimiriie, meriino alusvilt, pits (2)	Meriino alusvilt, pits (3)
Katsekeha keskmine pindtihedus, g/m <sup>2</sup>	$G=m \cdot 10^6/S=$ $4,282 \cdot 10^6/10\ 000=$ 428,2 g/m <sup>2</sup>	$G=m \cdot 10^6/S=$ $3,4 \cdot 10^6/10\ 000=$ 340 g/m <sup>2</sup>	$G=m \cdot 10^6/S=$ $4,187 \cdot 10^6/10\ 000=$ 418 g/m <sup>2</sup>
Eelkoormus, N	5N	5N	5N
Tõmbekoormus e katkekoormus, daN	0,73 kN=73 daN	0,59 kN= 59 daN	0,58 kN= 58 daN
Absoluutne tõmbevenivus, mm	96 mm	100 mm	150 mm
Suhteline tõmbevenivus, %	$96\text{mm} \cdot 100/250\text{mm}$ = 38,4%	$100\text{mm} \cdot 100/250\text{mm}$ = 40%	$150\text{mm} \cdot 100/250\text{mm} =$ 60%

### Järeldused

Katsetulemused näitavad, et rakendatava tõmbekoormuse suurus ei olene liimtugevduse olemasolust. Esimesele ja teisele katsekehale rakendatava tõmbekoormuse suuruse erinevus on tingitud kasutatavate pitside erinevusest. Katsetatav materjal vastab täielikult materjali kasutusvaldkonna materjalidele kehtestatud miinimum nõuetele, kus mantli ja jope riided peavad vastu pidama kuni 20 daN suurusele tõmbekoormusele.

Suhtelise tõmbevenivuse väärtused näitavad, et liimtugevdatud materjalil (olenevalt kasutatavast pitsist) jäävad tulemused materjalile kehtestatud miinimum nõuete piiridesse. Ilma liimtugevduseta on suhteline tõmbevenivus e katkepikenemine lubatust 20% suurem.

Üldistavalt võib järeldada, et liimtugevduse olemasolu ei suurenda materjali vastupanuvõimet tõmbekoormuse suhtes, küll aga vähendab see materjali protsentuaalset katkepikenemist (e suhtelist tõmbevenivust).

### **Kokkumine**

Kokkumine viltimisel (ingl k. *felting shrinkage*) on kokkumineku mehhanism, mis piirdub ainult villaste kangastega, ja on otseselt tulenev villa kiu pinnal asetsevate soomuste olemasolust. Selle efekti teadlik kasutamine vanutus protsessis muudab materjali struktuuri tihedamaks. Viltimine on seotud efektiga, kus ühesuunalistel liigutustel karva tipust juure poole on hõõrdumine palju suurem, kui vastupidisel liikumisel. [6, lk 173]

Proovilappide suurus: Enne viltimist 53x34 ja pärast viltimist 40x25.

Pikkuses e viltimise suunas on materjali kokku tõmbumine

$$\frac{13 \cdot 100}{53} = 24,5 \%$$

Materjali laiuses on kokkumine

$$\frac{9 \cdot 100}{34} = 26,5\%$$

### **Järeldused**

Materjali kokkumineku katsetamine käesoleva töö kontekstis on oluline materjali valmistamise protsessis. Sellest tulenevalt viidi katse läbi materjali valmistamise (vanutamise) protsessis. Katsetulemustest saab järeldada, et katsekeha kokkumine on võrdne mõlemas materjali suunas. Materjali valmistamise omapäraselt tulenevalt vanub materjal igakord veidi erinevalt, kõik oleneb kasutatavast pitsist, vanumisel kasutatavast aluselise keskkonnast jt keskkonnast tulenevatest põhjustest.

Materjali tootmisel peab keskmisel arvestama protsessi käigus 30 % kokkumineku.

Materjali valmistootekujul hooldamisel on tootja poolt äärmisel juhul lubatud kuivpuhastus (keemiline puhastus), et vältida valmistoote vanuvust või toote suurusnäitajate muutumist. Tootja ei vastuta toote pesemisel tekkinud kokkumineku eest, seega pole seda ka põhjust katsetada.

## 9. KOKKUVÕTE

Lamba villa ja teiste loomade villa omadused sõltuvad väga paljudest erinevatest asjaoludest: looma tõust, kasvukeskkonnast ja tingimustest, toidust, karvkatte geneetilistest omadustest ja struktuurist. Villast valmistatud materjali omadused aga sõltuvad kasutatavast villa sordist ja sellest kas materjali koostisesse on segatud ka teisi kiude.

Magistritöö eesmärgiks oli õppida tundma põhjalikult läbi villa kiu tundma nii lambavilla kui ka teiste villade omadusi ning käitumist erinevate muutuste toimele. Uuriti vilditud materjali omaduste sõltuvust tulenevalt materjalis kasutatud villast ning materjali üldist vastavust kvaliteedi nõuetele.

Töös püstitatud hüpoteesid leidsid suuremal või vähemal määral tõestuse.

Hoolimata sellest, et materjal on valmistatud nii kuiv- kui ka märgviltimise teel on materjali suurimaks puuduseks pillingukalduvus. Villa kiud on staapelkiud, pikkusega vahemikus 25-400 mm, millest tulenevalt jääb villa kiust valmistatud materjali pinnale piisavalt lahtiseid kiutsi, et soodustavad materjali pinnale pillide teket. Tööstuses aitaks olukorda lahendada materjali pinna kuumutamine või põletamine. Käsitöenduslikus mahus tootmises pole säärane töötlus otstarbekas.

Katsete tulemusel leiti, et antud materjalil on keskmisest suurem pillingukalduvus. Tekkinud pillide suurus ja struktuur sõltub vastavas materjalis kasutatud kiu liigist ning kiu joontihedusest. Peenemate kiududega materjali pinnale tekkinud pillid on oma suuruselt väiksemad ning asetsevad pinnal tihedamalt, võrreldes suurema joontihedusega kiududega. Väiksema joontihedusega kiududega materjali pinnale tekivad pillid koheselt, esimeses vaatluspunktis, suurema joontihedusega kiududega materjalil tekivad konkreetsed ja märgatavad pillid alles teises või kolmandas vaatluspunktis. Pillide teke sõltub ka materjali pindmise kiukihi all kasutatavast pitsist ning pitsi ja kiupuntide laotamise suhtest. Kohtadel, kus pealmisel kihil on ainult pits on tekkivate pillide arv väiksem.

Materjali vastupanuvõime mehaanilisele tõmbele ei sõltu asjaolust, kas materjali on tugevdatud liimiriidega või mitte. Materjali tugevdamine liimiriidega tagab aga materjali suhtelise tõmbevenivuse nõutud piiridesse jäämise (ehk materjali suhteline tõmbevenivus jääb 40 % piiresse).

Kuna tegemist on lausmaterjaliga, mida on disaini eesmärgil tugevdatud pitsiga, siis selle materjali vastupanu mehaanilisele tõmbele sõltub mingil määral ka kasutatava pitsi tugevusest.

Magistritöö tegemise käigus jõudis autor järeldusele, et villa kiudude kasutuse ja villaste toodete valmistamise valdkonnas ei ole viimaste aastate jooksul toimunud innovaatilisi muutuseid ning kõik teoreetilised tõekspidamised villa ja sellega seonduva suhtes on läbi aastakümnete jäänud samaks.

Töös uuritu annab võimaluse edasiseks uurimuseks ja katsetusteks. Leides sobivaid tehnoloogiaid materjali pinna töötlemiseks tuleks katsetada nende toimet pillingukalduvuse osas.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Boncamper, I. *Tekstiilkiud: Käsiraamat*. Tallinn : Eesti Rõiva- ja Tekstiililiit, 2000. lk 323.
2. Potter, M.D., Corbman, B.P. *Textiles: Fiber To Fabric*. New York : McGraw-Hill Book Company, 1967. lk 495.
3. Simpson, W.S. ja Crawshaw, G.H. *Wool: Science and technology*. Cambridge : Woodhead Publishing Ltd, 2002. lk 368.
4. Viikna, A. *Tekstiilikeemia I: Ettevalmistusprotsessid*. Tallinn : TTÜ Kirjastus, 2004. lk 87.
5. Viikna, A. *Tekstiilikeemia III: Tekstiilmaterjalide trükkimine ja viimistlus*. Tallinn : TTÜ Kirjastus, 2005. lk 131.
6. Saville, B.P. *Physical testing of textiles*. Cambridge : Woodhead Publishing Ltd, 1999. lk 310.
7. Eesti Rõiva- ja Tekstiililiit. *Rõivamaterjalide omadused ja vead: Soovituslikud miinimumnõuded ja katsemeetodid*. Tallinn : Eesti Rõiva- ja Tekstiililiit, 2001. lk 70.
8. [WWW] <http://www.erm.ee/et/Avasta/Rahvakultuur/Toovotted/Viltimine> (23.05.2014)
9. [WWW] [http://www.e-ope.ee/download/euni\\_repository/file/4004/viltimine.zip/sissejuhatus.html](http://www.e-ope.ee/download/euni_repository/file/4004/viltimine.zip/sissejuhatus.html) (23.05.2014)
10. [WWW] <http://www.erm.ee/et/Avasta/Rahvakultuur/Toovotted/Viltimine> (23.05.2014)
11. Schindler, W.D., Hauser, P.J. *Chemical finishing of textiles*. Cambridge : Woodhead Publishing Ltd, 2004. lk 213.
12. EVS-EN ISO 12945-2:2000 *Textiles – Determination of fabric propensity to surfake fuzzing and to pilling – Part 2: Modified Matrindale method*.
13. EVS-EN ISO 13934-1 Tekstiil. Riie. Tõmbekoormuse ja pikenemise määramine (*strip* meetod)
14. ISO 9073 Tekstiil. Lausmaterjalide katsetusmeetodid. Osa 3 Tõmbekoormuse ja – venivuse määramine.
15. EVS-EN 25077:2000 Tekstiil. Mõõtmete pesemis- ja kuivatusjärgse muutuse määramine.



## **Resümee**

The overall aim of this thesis is to study in depth of animal fibers (as well as the wool fibers derived from other animals, which the company Kyllike OÜ uses), and conducted tests to determine Kyllike OÜ's felted manufactured composite material quality.

The goal is to look for relations between material composition, subject to the influence of the external environment and the quality of the result. This work is based on the authors knowledge that all animal fibers are essentially similar and different animal fibers can be generalized to characterize the properties of the wool fiber as an example.

The main problem is that the material has pilling tendency. The aim of this work is to determine the time until pilling appears on the material surface. Also, to compare various fibers pilling tendency and find a theory: how to prevent pilling or minimize it. An important part of the preparation of the material is the material shrinkage in fulling process. It is important to test the tensile strength of the material and to compare the results with established norms for outwear cloth. To test the tensile strength of the adhesive strengthened and non-strengthened material and to compare the results.

It was found in experiments that this material has a higher pilling tendency than average. The formed pill size and structure, according to the material used, depends on the type of fiber and the fiber linear density. On the surface of material with finer fibers forms smaller pills and are located on the surface more closely, compared with larger linear density fibers.

Material tensile strength does not depend on whether the material is adhesive strengthened or not.

Since it is a non-woven material, which is enhanced with lace design purposes, then the the material tensile strength depends slightly on the mechanical strength of the lace.

During the Master's thesis the author came to the conclusion that the use of wool fibers and wool products in the field of manufacturing has had any innovative changes. All the theoretical beliefs of wool and the related subject has remained the same over the decades.

This provides an opportunity for further research for studies and trials. When a suitable technology for surface finishing is found, there should be a test how it influences the pilling tendency of the material.

**Lisa 1. Kyllike OÜ valmistatud mantel**



**Lisa 1.** Kyllike OÜ valmistatud mantel



**Lisa 2.** Kyllike OÜ valmistatud mantel



**Lisa 2.** Kyllike OÜ valmistatud mantel



**Lisa 3.** Kašmiir (30%-se sisaldusega)



**Lisa 3.** Kašmiir (30%-se sisaldusega)



**Lisa 4.** Laama (30%-se sisaldusega)





**Lisa 4.** Laama (30%-se sisaldusega)



**Lisa 5.** Alpaka (30%-se sisaldusega)



**Lisa 5.** Alpaka (30%-se sisaldusega)



**Lisa 6.** Jakk (30%-se sisaldusega)



**Lisa 6.** Jakk (30%-se sisaldusega)



**Lisa 7.** Angoora (30%-se sisaldusega)



**Lisa 7.** Angoora (30%-se sisaldusega)



**Lisa 8.** Alpaka (30%-se sisaldusega), Tussah siid





**Lisa 8.** Alpaka (30%-se sisaldusega), Tussah siid



**Lisa 9.** Tõmbekatse katsekeha 1



**Lisa 10.** Tõmbekatse katsekeha 2



Lisa 11. Tõmbekatse katsekeha 3

