

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Vilma Švėgždienė

**TECHNOLOGINIŲ PARAMETRŲ ĮTAKOS VILNONIŲ MEZGINIŲ
KOKYBEI TYRIMAS**

Magistro projektas

Darbo vadovas: doc. dr. D. Mikučionienė

Kaunas, 2015

MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
MEDŽIAGŲ INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėja
Doc. dr. Vaida Jonaitienė

**TECHNOLOGINIŲ PARAMETRŲ ĮTAKOS VILNONIŲ MEZGINIŲ
KOKYBEI TYRIMAS**

Magistro projektas

Tekstilės inžinerija (621J40002)

Vadovas

Doc.dr. Daiva Mikučionienė

Recenzentas

Doc dr. Vaida Jonaitienė

Projektą atliko

DT-3 gr. stud. Vilma Švėgždienė

KAUNAS, 2017

Bendrojo baigiamųjų projektų rengimo,
gynimo ir saugojimo aprašo
4 priedas



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

VILMA ŠVĖGŽDIENĖ

(Studento vardas, pavardė)

621J40002 Tekstilės inžinerija ir apdaila

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Technologinių parametru įtakos vilnonių mezginių kokybei tyrimas“

AKADEMINIO SAŽINGUMO DEKLARACIJA

2017 m. gegužės 8 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Vilmos Švėgždienės** baigiamasis projektas tema „Technologinių parametru įtakos vilnonių mezginių kokybei tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

Vilma Švėgždienė
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

[Signature]
(parašas)

Technologinių parametru įtakos vilnonių mezginių kokybei tyrimas/ Magistro baigiamasis darbas/ Autorius – V. Švėgždienė/ Vadovas – doc. dr. D. Mikučionienė/ KTU, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas, Medžiagų inžinerijos katedra. Kaunas, 2017. – 50 psl., 20 pav., 16 lentelių.

SANTRAUKA

Šio darbo tikslas buvo nustatyti plono (iki 18,7 μm) merino vilnos pluošto bei iš jo pagamintų 21 tex ilginio tankio verpalų kokybės rodiklių įtaką skersinių mezginių struktūriniais rodikliams ir vartojamosioms savybėms.

Norint išsiaiškinti kokybės rodiklių įtaką skersinių mezginių struktūriniais rodikliams ir vartojamosioms savybėms, buvo atlikti vilnos pluošto storio, verpalų ilginio tankio, sukrio, stiprio tyrimai. Taip pat atlikti lastikiniu pynimu numegztų mezginių palyginamieji struktūriniai matavimai, duobiamojo stiprio, santraukos skalbiant tyrimai. Atlikti matavimai pagrįsti rezultatų statistiniais rodikliais.

Skirtingų partijų merino vilnos plaukelių vidutinis skersmuo gautas nuo 18,1 μm iki 19,1 μm , tai yra, nuo tiekėjo deklaruojamo skersmens skyrėsi iki 2,1 %. Galima daryti prielaidą, kad tokie plaukelio skersmens svyravimai neturi įtakos verpalų charakteristikoms. Išmatavus iš skirtingų partijų merino vilnos suverptų verpalų ilginio tankio ir sukrio atitiktį atitinkamoms vardinėms vertėms gauta, kad, nors verpalų faktinis vidutinis ilginis tankis ir sukris artimas vardiniam, tačiau kinta labai nevienodose ribose: ilginio tankio vertės svyruoja nuo 0,8 tex (trečios partijos verpalai - neženkliai) iki 3,4 tex (pirmos partijos verpalai - ženkliai), o sukrio vertės – nuo 37 m^{-1} (trečios partijos verpalai) iki 80 m^{-1} (penktos partijos verpalai). Labai svarbu, kad verpalai būtų kuo stabilesnio sukrio. Dėl sukrio nestabilumo gali susidaryti garantystės. Nesigarankščiujantys verpalai mažiau trūkinėja, neišsikraipo mezginio kilpos, gaunamas lygesnis mezginio paviršius. Nustatyta, kad didžiausia trūkimo jėga yra didžiausio sukrio verpalų (34 sūkliais metre didesnio sukrio nei tiekėjo deklaruojamas), tačiau didžiausi sukrio nevienodumai verpale sąlygojo ir didžiausius trūkimo jėgos bei ištisos verčių svyravimus, t.y. variacijos koeficientai, atitinkamai, gauti 43 % ir 57 %. Didelė bandinių trūkimo charakteristikų sklaida rodo, kad verpalų sukrio svyravimai labai plačiose ribose (682-762 m^{-1}) turi įtakos ir verpalų stipruminių charakteristikų vienodumui. Nustatyta, kad tirtų vilnonių verpalų trūkimo jėgos vertės nekoreliuoja su trūkimo ištisos vertėmis, tačiau mažiausiai (14,8 %) trūkimo ištisa pasižymėjo tie verpalai, kurių ilginio tankio variacija buvo mažiausia (1,58 %), o didžiausia (20,99 %) trūkimo ištisa gauta verpalų, kurių ilginio tankio variacija didžiausia (8,28 %). Mezginių, numegztų iš mažiausios

trūkimo ištisos ir vienodžiausio ilginio tankio verpalų, kilpų tankumas gautas didžiausias, o tai nulėmė šių mezginių mažiausią kilpos ilgį ir didžiausią paviršinį tankį. Didėjant kilpos ilgiui, mezginio duobiamasis gylis bei santrauka skalbiant taip pat didėja. Duobiasis gylis tiesiogiai proporcingas kilpos ilgiui ir atvirkščiai proporcingas paviršiniam tankiui. Po apdailos duobiamojo stiprio vertės sumažėja iki 8,7 %, tačiau duobiamojo stiprio vertės, lyginant skirtingų partijų mezginius, suvienodėja, nes apdailos metu sudaromos sąlygos mezginiui relaksuoti, taigi mezginių struktūra, o taip pat ir savybės po apdailos suvienodėja.

Investigation of technological parameters influence on quality of woolen knits/ Master's thesis/ Author – V. Švėgždienė/ Supervisor – Assoc. Prof. Dr. D. Mikučionienė/ KTU, Faculty of Mechanical Engineering and Design. Kaunas, 2017. – 50 pages, 20 pictures, 16 tables.

SUMMARY

The aim of this work was to establish an influence of merino wool fibers quality indicators on the structural characteristics and end-use properties of weft knits made from 21 tex linear density yarns of a thin (up to 18.7 μm) wool fibers.

To find out the quality indicators influence on the structural characteristics and usage properties of a single jersey knits, the wool fiber thickness measurements, yarn linear density, twist, strength measurements were made. Also loop length, course and wale density, area density measurements, burst strength, shrinkage tests were performed. The measurements are based on the results of statistical indicators.

The average diameter of the merino wool fibers from different lots ranged from 18,1 μm to 19,1 μm . The difference was up to 2,1% from what the supplier declared. It appears, that these diameter variations don't influence the yarn characteristics. The linear density and twist conformity with the relevant nominal values of yarns produced from different merino wool lots was measured. It was found that yarn actual average linear density and twist changes in very uneven limits, even though they are close to nominal: linear density values range from 0,8 tex (third lot yarns – slightly) to 3,4 tex (first lot yarns – vastly); twist values range from 37 m^{-1} (third lot yarns) to 80 m^{-1} (fifth lot yarns). It is crucial, that the twist of yarns is as stable as possible. Burls can form due to twist instability. Yarns which do not burl fracture less, knit loops do not distort, a more even surface of the knit is obtained. It was found, that the most twisted yarns (34 twists per meter higher than the supplier's declaration) have the most breaking force, but the greatest yarn twist inequalities cause major breaking strength and elongation value fluctuations. Coefficients of variation, respectively, are 43% and 57%. Large dispersion of sample breaking characteristics shows that the yarn twist fluctuations on very wide limits (682-762 m^{-1}) affects yarn strength characteristic uniformity. It was shown that wool yarn breaking force values do not correlate with the breaking elongation values but yarns which had the smallest linear density variation (1,58 %) also had the smallest breaking elongation (14,8%). The biggest breaking elongation (20,99%) was found in yarns which had the biggest linear density (8,28%). The loops of knits, which were knitted out of yarns which had the smallest breaking elongation and the most even linear density, had the greatest density. It determined that these knits had the shortest

looplength and the biggest surface density. As the looplength enlarges, burst depth and shrinkage also grow. Burst depth is directly proportionate to looplength and contrary proportionate to surface density. After fabric finishing burst depth values decrease by up to 8,7%. But comparing fabrics from different lots, burst strenght values become more similar because during the finishing process the fabric relaxes.

TURINYS

ĮVADAS	3
1. LITERATŪROS APŽVALGA	4
1.1 Merino vilnos pluoštas	4
1.2 Vilnoniai verpalai	7
1.3 Mezginio savybės	8
Darbo tikslas ir uždaviniai	11
2. TYRIMO OBJEKTAS	12
3. TYRIMO METODIKA	14
3.1. Pluošto storio tyrimo metodika	14
3.2. Verpalų tyrimų metodikos:	16
3.2.1 Verpalų ilginio tankio nustatymo metodika	16
3.2.2. Verpalų sukrio nustatymo metodika	17
3.2.3. Verpalų stiprio nustatymo metodika	17
3.3. Mezginių kokybinių ir stiprumo rodiklių nustatymo metodikos	18
3.3.1. Kilpos ilgio nustatymo metodika	19
3.3.2. Mezginio vertikalo ir horizontalio kilpų tankumo nustatymo metodika	19
3.3.3. Mezginio paviršinio tankio nustatymo metodika	19
3.3.4. Mezginio duobiamojo stiprio charakteristikų nustatymo metodika	19
3.3.5. Mezginio santraukos skalbiant nustatymo metodika	20
3.3.6. Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika	21
4. TYRIMŲ REZULTATAI	23
4.1. Merino vilnos pluošto storio tyrimas	23
4.2 Verpalų charakteristikų nustatymas	23
4.2.1 Verpalų faktinio ilginio tankio ir sukrio tyrimas	23
4.2.2 Vilnionių verpalų stipruminių charakteristikų tyrimas	25
4.3 Mezginių sandaros rodiklių nustatymas	29
4.4 Mezginių duobiamojo stiprio charakteristikų tyrimas	30
4.5 Mezginių santraukos skalbiant tyrimas	35
5. IŠVADOS	39
6. LITERATŪROS SĄRAŠAS	41

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Mezgimo mašinos techninė charakteristika.....	12
2.2 lentelė. Standartinė dažymo Lanazol aktyviaisiais dažais receptūra.....	13
3.1 lentelė. Laserscan techninė charakteristika.....	14
3.2 lentelė. D302 sukromačio techninė charakteristika.....	16
3.3 lentelė. Tempimo mašinos Uster Tensorapid techninė charakteristika.....	17
3.4 lentelė. Autoburst M229 techninė charakteristika.....	20
4.1 lentelė. Merino vilnos plaukelio skersmuo	23
4.2 lentelė. Vilnionių verpalų faktinis ilginis tankis.....	24
4.3 lentelė. Vilnionių verpalų faktinis sukris.....	24
4.4 lentelė. Vilnionių verpalų stipruminės charakteristikos.....	25
4.5 lentelė. Netaurintų mezginių sandaros rodikliai.....	28
4.6 lentelė. Taurintų mezginių sandaros rodikliai.....	29
4.7 lentelė. Netaurintų mezginių duobimo charakteristikos.....	30
4.8 lentelė. Taurintų mezginių duobimo charakteristikos.....	32
4.9 lentelė. Netaurintų mezginių santraukos skalbiant tyrimo rodikliai.....	36
4.10 lentelė. Taurintų mezginių santraukos skalbiant tyrimo rodikliai.....	37

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Keratino baltymo cheminė struktūra.....	4
1.2 pav. Vilnos plaukelio struktūra.....	4
1.3 pav. Paprastos vilnos ir merino vilnos plaukelių struktūrų skirtumai.....	6
2.1 pav. Skersinio lastikinio 1+1 pynimo siūlo klojimo schema (a) ir mezginio vaizdas (b).....	12
2.2 pav. Temperatūrinis dažymo režimas.....	13
3.1 pav. Laserscan prietaisas.....	14
3.2 pav. Laserscan veikimo schema.....	15
3.3 pav. Giljotina.....	15
3.4 pav. Uster Tensorapid.....	18
3.5 pav. Autoburst M229 prietaisas.....	20
4.1 pav. Vilnionių verpalų priklausomybė tarp faktinio ilginio tankio ir trūkimo ištiesos.....	26
4.2 pav. Vilnionių verpalų trūkimo jėga (a) ir trūkimo ištiesa (b)	27
4.3 pav. Netaurintų mezginių kilpos ilgio l priklausomybė su paviršiniu tankiu M	29
4.4 pav. Netaurintų mezginių verpalų trūkimo ištiesos priklausomybė su duobimo gyliu	31
4.5 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių duobiamasis gylis.....	32
4.6 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių duobiamasis stipris.....	33
4.7 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių kilpos ilgio priklausomybė su duobimo gyliu.....	34
4.8 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių paviršinio tankio priklausomybė su duobimo gyli.....	35
4.9 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių matmenų pokytis išilgine kryptimi.....	38
4.10 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių matmenų pokytis skersine kryptimi.....	38

ĮVADAS

Seniausi mezgti gaminiai rasti senovės Egipto kapuose. Jiems daugiau kaip trys tūkstančiai metų. Tikriausiai, tai ne patys seniausi mezginiai, nes jie atlikti tobula mezgimo technika, pasižymintys subtilia raštų ir spalvų kompozicija. Surasti mezginiai beveik niekuo nesiskyrė nuo dabartinių, kurie iki šių dienų labai populiarūs. Nenuostabu, nes jie malonūs dėvėti, nevaržo judesį.

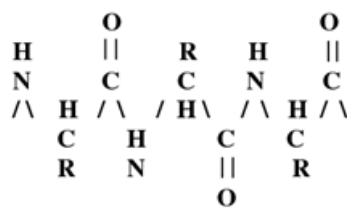
Mokslas ir technologijos įvairiose žmogaus gyvenimo srityse yra pažengę labai toli. Tekstilės kūrime taip pat. Yra sukurta įvairių naujos kartos dirbtinių ir cheminių pluoštų, tačiau neužmiršti ir visiems gerai žinomi natūralūs pluoštai. Vis didesnė dalis visuomenės, išbandžiusi naujoves, sugrįžta prie natūralių pluoštų, tokių kaip medvilnės, lino, kanapių, vilnos ir kitų pluoštų. Natūraliems pluoštams, kaip ir sintetiniams ar dirbtiniams, būdingos tiek teigiamos, tiek ir neigiamos savybės. Gamintojai turi užtikrinti gaminių, pagamintų iš natūralių pluoštų, ilgaamžiškumą, gerą/patrauklią išvaizdą, aukštą kokybę. Ypatingomis dėvėjimo savybėmis pasižymi drabužiai, numezgti iš vilnos pluošto ir jo mišinių su sintetiniais ar dirbtiniais pluoštais.

Vilna – natūralus gyvulinis pluoštas, gaunamas nukerpant ar nuskutant gyvūnų plaukus arba kailį (pvz., avių, ožkų, kupranugarių, triušių, kiškių) arba jiems šeriantis. Tekstilės pramonėje plačiausiai naudojama avių vilna; kiek mažiau populiarūs kupranugarių ir ožkų vilna. Ji pasižymi tamprumu, elastingumu, higroskopiskumu, neerzina odos, efektyviai reguliuoja kūno temperatūrą ir drėgmę. Vilnos pluoštas lengvai dažomas, todėl galima nudažyti įvairiomis spalvomis ir patenkinti įnoringiausią vartotoją. Tačiau vilnoniai tekstilės gaminiai paprastai reikalauja sudėtingos priežiūros, todėl aukštos kokybės gaminiams, ypač mezginiams, taikomi specialūs lengvos priežiūros apdailos metodai. Gaminiai iš aukštos kokybės vilnos pluošto yra sąlyginai brangūs, todėl jų kokybei skiriamas ypatingas dėmesys. Kadangi gamybinė eiga nuo pluošto paruošimo iki gatavo mezgto gaminio yra ilga, būtina nustatyti, kuriuose gamybiniuose etapuose veikiantys veiksniai gali turėti įtakos baigto gaminio kokybei, ir tuos veiksnius įvertinti užtikrinant gaminio kokybinius reikalavimus. Todėl šiame darbe nagrinėta merino vilnos pluošto ir siūlų parametrų įtaka vilnonių mezginių kokybei.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Merinosų vilnos pluoštas

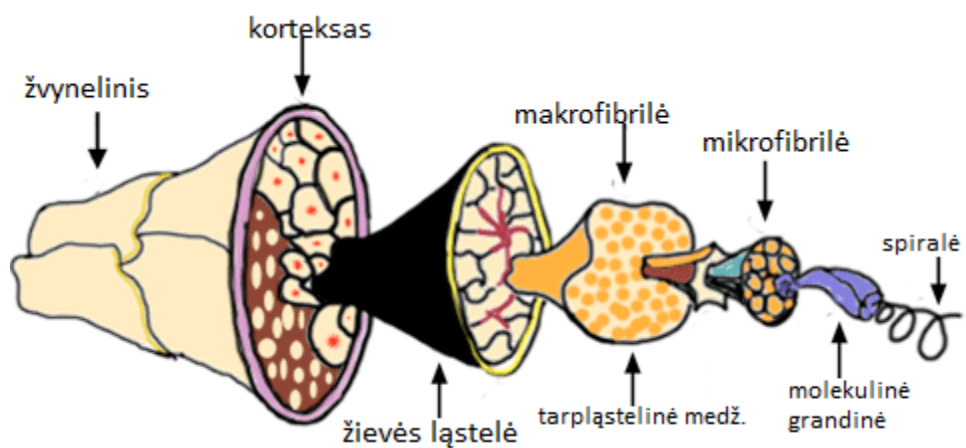
Pluoštai – tai, lankstūs, pailgi, plonyčiai kūnai. Visi pluoštai sudaryti iš polimerų, išskyrus neorganinius. Merino vilna priklauso gyvūniniams pluoštams. Vilnos pluošto plaukeliai sudaryti iš keratino. Chemiškai keratinas susideda iš penkių elementų: anglies, vandenilio, deguonies, azoto ir sieros. Keratino baltymo cheminė struktūra pateikta 1.1 paveiksle [9].



1.1 pav. Keratino baltymo cheminė struktūra

Pluoštuose polimerų grandinės išsitiesina pagal pluošto ilgį, t.y. orientuojasi gijų kryptimi. Tokia molekulių orientacija suteikia pluoštams stiprumą, todėl galima iš jų suverpti verpalus.

Vilnos plaukelio struktūra pateikta 1.2 paveiksle [40].



1.2 pav. Vilnos plaukelio struktūra

Vilną pagal plaukelius galime skirstyti taip [36, 28]:

- Vienalytė – iš pūkinių arba iš tarpinių, gana vienodo storio ir ilgio plaukelių;

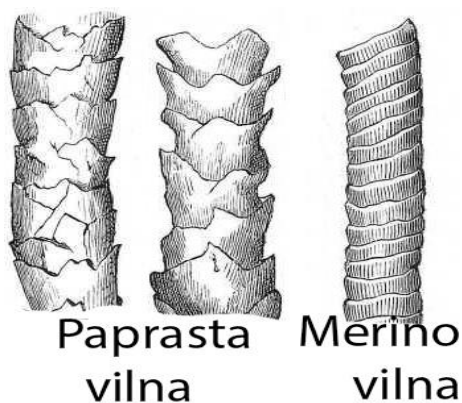
- Nevienalytė – iš įvairių (net ir negyvųjų) plaukelių, labai skirtingo storio ir ilgio.

Vienalytė vilna yra pati vertingiausia žaliava [36, 28]. Ji būna:

- Plona – plaukelio skersmuo vidutiniškai ($14 \div 25$) μm , ilgis ($50 \div 90$) mm; gaunama iš grynaveislių plonavilnių avių – merinosų;
- Pusplonė – plaukelio skersmuo vidutiniškai ($25 \div 31$) μm ; gaunama iš grynaveislių pusiau plonavilnių (ilgavilnių ar trumpavilnių) avių; ilgavilnių – ilgis ($150 \div 200$) mm, trumpavilnių – ($80 \div 100$) mm;
- Pusstorė – plaukelio skersmuo vidutiniškai ($31,5 \div 40$) μm ; ilgis ($90 \div 150$) mm; gaunama iš tam tikrų grynaveislių ir daugelio mišrūnių veislių avių.

Merino vilna – tai aukščiausios kokybės merinosų avių vilna. Merinosas – aukštų vietovių gyvūnas, kuris puikiai prisitaiko prie aplinkos sąlygų [41]. Šios avys yra labai paplitusios Australijoje, Naujojoje Zelandijoje, Tasmanijoje. Australija yra dominuojanti šalis pasaulyje merinosų vilnos gamyboje. Ji užima beveik pusę pasaulinės rinkos. Naujoji Zelandija į rinką patiekia apie 30% merino vilnos [39]. Stebimas ypač didelis Kinijos vilnos pramonės augimas. Remiantis Faostat 2010 metų duomenimis, Kinija rinkai pateikė 386,768 tūkst. tonų žaliavinės vilnos [10]. Iš vieno merinosų avino prikerpama $6 \div 12$ kg (įskaitant teršalus) vilnos per metus. Tai gerokai daugiau vilnos nei iš kitų veislių avinų. Iš pusiau plonavilnių avių prikerpama $4 \div 7$ kg, iš storavilnių – $1 \div 4$ kg. Kaip ir kitų avių vilna, merinosų vilna turi savyje natūralaus riebalų lanolino, kuris pasižymi antibakterinėmis savybėmis. Drabužiai, pagaminti iš šios vilnos, sugeria ir išgarina drėgmę, puikiai leidžia odai kvėpuoti, palaiko pastovią kūno temperatūrą. Taigi, merino vilna turi visas vilnai būdingas gerąsias savybes, o be to ji yra be galo švelni ir minkšta, todėl labai tinka vaikų ar šiaip jautrią odą turinčių žmonių drabužiams.

Kaip žinoma, dėl žvynuoto plaukelio paviršiaus vilnos pluoštas turi savybę veltis ir susitraukti skalbiant, taip pat tai suteikia nemalonų pojūtį vartotojui dėl savo šiukštumo ir perštėjimo dėvint. Kaip matyti iš 1.3 pav., paprastų avių vilnos plaukelis yra labiau žvynuotas nei merino vilnos. Taip pat akivaizdu, kad merino vilnos pluošto plaukelis yra plonesnis ir ilgesnis. Todėl merino vilnos gaminiai yra šiltesni, lygesni, švelnesni, todėl yra patogesni ir patrauklesni vartotojui [34].



1.3 pav. Paprastos vilnos ir merino vilnos plaukelių struktūrų skirtumai

J. Speijers, J. H. Stanton, G. R. S. Naylor, P. Ramankutty ir D. Tester [15] atliko tyrimą, kokią įtaką turi etninė kilmė ir komforto suvokimas dėvint vilnos pluošto drabužius. Tyrime dalyvavo kinų kilmės žmonės, gyvenantys Australijoje, ir kontrolinė 23 žmonių grupė. Jie dėvėjo skirtingų pluoštų, vilnos ir kašmyro, skirtingo pluošto diametro (15,5 – 20,3 μm), drabužius. Jie nustatė, kad po šio eksperimento nėra jokių įrodymų, kad kinų kilmės žmonės yra jautresni vilnos pluoštui. Abi grupės, dėvėjusios drabužius, pagamintus iš 20,3 μm pluošto, davė aukštus diskomforto balus.

Vilnos plaukeliai avies odoje laikosi sukibę kuokštais: cilindriniais, piltuvėliniais, kūginiais ir sruogeliniais. Kuokštai taip pat sukibę, todėl kerpant visa danga laikosi drauge, sudarydama plaką. Plakai yra išrūšiuojami pagal spalvą, švarumą, kuokštų dydį. Vilnos kokybė skirtingose plako vietose yra nevienoda, todėl ypač svarbu plakus išskirstyti pagal vienodos kokybės dalis. Kokybiniais rodikliais nustatyti atliekami įvairūs laboratoriniai tyrimai: pluošto storio (μm) ir ilgio (mm), ilginio tankio (tex), trūkimo stiprio (cN) ir trūkimo ištįsos (%). Vilnos pardavėjai kartu su parduodama preke pateikia kokybės sertifikatus, kuriuose nurodoma: švarios vilnos procentas, plaukelio skersmuo ir ilgis, augalinių priemaišų kiekis.

Vilnos pluoštas arba verpalai gali būti dažomi. Taip pat naudojama organinė, t.y. natūraliai spalvota vilna. Tai sertifikuota vilna, gaunama prižiūrint, kad avių auginime nebūtų naudojami antibiotikai, parazitus naikinantys chemikalai ir augimo hormonai.

Didelę įtaką vilnos pluošto kokybei turi jo sandėliavimas ir transportavimas. Norint taupyti sandėliavimo vietą ir mažinti transportavimo kaštus, vilnos pluoštas yra supresuojamas į gniutulus po 150 – 300 kg. Jeigu supresuojama per stipriai, vėliau, vilnos apdirbimo procesuose, gali atsirasti sunkumų apdorojant pluoštą. Sunkiai atsiskiriantys plaukeliai turi įtakos verpimo proceso kokybei bei verpalų kokybiniais ir kiekybiniais parametrams, padidėja atliekų kiekis. Taip pat buvo pastebėta, kad pakavimui naudojant polipropileno medžiagas užteršiamas pluoštas ir

vėliau pastebimos ydos gatavame produkte [39]. Dabar vilnos pluošto pakavimui naudojamos polietileno medžiagos, kadangi vilna ir nailonas pasižymi panašiomis dažymosi savybėmis.

1.2 Vilnoniai verpalai

Kadangi vilnos verpalo kokybinės savybės daug įtakos turi mezginio kokybiniams rodikliams, todėl verpimo operacijai skiriamas didelis dėmesys. Merino vilnos verpalų kokybinės savybės nusakomos šiais rodikliais:

- verpalų ištįsa;
- verpalų stipriu;
- verpalų sukriu;
- ydų skaičiumi: sustorėjimai, suplonėjimai, mazgai.

Vilnoniams verpalams pagaminti naudojamos dvi verpimo sistemos: šukuotinė vilnos verpimo sistema ir kočiotinė vilnos verpimo sistema. Pagrindiniai verpalų gamybos procesai yra:

- pluošto kedenimas, maišymas, valymas;
- pluošto kuokštų skaidymas į pavienius plaukelius, sluoksnos suformavimas;
- sluoksnos sandaros gerinimas, temptuvių sluoksnos pagaminimas;
- temptuvių sluoksnos ploninimas, pusverpalio gamyba;
- verpalų verpimas [35].

Merino vilnos pluošto verpalams suverpti naudojama šukuotinė verpimo sistema. Šukuotinės vilnos verpimo sistemos tikslas – įvairių augalinių ir mineralinių priemaišų išvalymas iš pluošto, trumpų ir susimazgiusių plaukelių tiesinimas ir lygiagretinimas. Šukavimo proceso minusai: susidaro daug atliekų, reikia papildomų technologinių įrenginių, didesnė verpalų savikaina. Šukuotinių verpalų savitoji trūkimo jėga 4,5 – 5,0 cN/tex, trūkimo ištįsa 5,0 – 7,0% [36].

Ruošiant merino vilnos pluoštą verpimui šioje sistemoje dažniausiai vykdomas kedenimas, augalinės kilmės priemaišų iš pluošto pašalinimas. Visa tai atliekama mechaniškai, naudojant išvarnalėšimo mašinas, kurių pagrindinės darbinės dalys yra peiliai, šepečiai, būgnai. Šio proceso metu gali būti pažeisti plaukeliai, juos nutraukiant, suveliant [35]. Vėliau tai turi įtakos verpalo ir mezginio kokybei. Norint sumažinti ydų ir atliekų kiekį, naudojamas ir cheminis apdirbimo būdas – vilnos karbonizavimas. Pluoštas įmirkomas silpname sieros rūgšties tirpale, po to džiovinamas ir kaitinamas, kad suanglėjusius teršalus galima būtų pašalinti mechaniškai. Taip pat didelę reikšmę verpalų kokybei turi pluoštų sumaišymo kokybė. Net ir verpiant vienos kilmės

pluoštą, jo savybės kuokšte yra skirtingos, nes plaukeliai yra skirtingo ilgio, storio, rangytumo spalvos.

Verpalų gamintojams ir vartotojams naudingos informacijos gali suteikti firma USTER®. Šios laboratorinių prietaisų gamintojos duomenų bazėje sukaupta daug statistinių duomenų, todėl tiek gamintojai, tiek vartotojai gali palyginti savo gautus rezultatus su pasauliniais rodikliais. Gamintojai gali būti tikri dėl gaminamo produkto kokybės, objektyviai įvertinti veiklos rezultatus. Vartotojas gali pasirinkti sau tinkamą produktą ir mokėti atitinkamą kainą už atitinkamą kokybę [11].

Tyrinėjant vilnos verpalų savybes atliekami įvairūs bandymai, naudojant skirtingus apdorojimo būdus. Dar 1973 metais K. S. Lee ir A. E. Pavlath atliko bandymą su vilnoniais verpalais, verpalų apdailai panaudoję žemos temperatūros plazmą. Buvo nustatyta, kad po apdorojimo pagerėjo verpalų stipris, traukumas, atsparumas dilinimui. Analizuojant bandinius elektroniniu mikroskopu nebuvo pastebėta jokių fizinių verpalų pasikeitimų. Manoma, kad pokyčiai, naudojant plazmą, galėjo atsirasti molekuliniam lygmenyje [16].

Ieškoma vis naujų būdų merino vilnai apdoroti. Woolmark kompanija Spin Expo parodoje pristatė naujoves ir tendencijas. Viena iš jų - tai „Vintage“ vilnos apdorojimo technologija. Verpalai suverpiami, sumaišius skirtingos kokybės vilnos pluoštus, kurie skirtingai reaguoja į dažymą. Taip sukuriama sendinimo efektas [19].

Verpalų gamyboje naudojamos tokios nanotechnologijos, kaip sidabro nanodalelių integravimas į pluoštą. Anot James Delattre, NanoHorizons marketingo viceprezidento, jų gaminamos antibakterinės sidabro nanodalelės yra sukurtos tam, kad tvirtai įsiterptų į vilnos pluoštą ir niekada neišsiplautų iš jo. Sidabro pagalba padidinama apsauga nuo ultravioletinių spindulių, naikinamos bakterijos, sukeliančios nemalonius kvapus. Vilnoniai gaminiai išlieka lengvai prižiūrimi, nepraranda gerųjų savybių [20].

1.3 Mezginio savybės

Mezginiumi vadinamas megztinis tekstilės gaminytis, sudarytas iš kilpomis išlankstytų ir tarpusavyje persipynusių siūlų. Mezginys gali būti sudarytas iš trijų pagrindinių sandaros elementų: kilpos, lanko, tāsos [43]. Kiekviena kilpa – tai, erdvinė kreivė, nuo kurios formos ir ilgio priklauso daugelis mezginio savybių. Mezginio sandaros elementų išsidėstymas ir jų sujungimo tvarka vadinami pynimu. Pynimas lemia mezginio išvaizdą ir savybes [44]. Mezginiai gali būti

numegzti įvairia mezgimo technika. Tam naudojamos skirtingos mezgimo mašinos, kurios klasifikuojamos pagal siūlo paklojimo būdą, adatinių skaičių ir adatinės formą [43].

Megztiems gaminiams yra svarbios šios savybės:

1. Sandaros ir fizikinės savybės – siūlų ilginis tankis, sukris, eilučių ir stulpelių skaičius ilgio vienetu, uždengimo koeficientas, paviršinis tankis, medžiagos storis, mezginio įstrižumas.
2. Mechaninės savybės – stiprumas, šlytis, atsparumas dildymui, plyšimui, pumpuravimuisi, nuovargis tempiant, lankstant.
3. Mažų mechaninių poveikių savybės (įvertinant grifą ir susiuvimą) – suspaudimas, lenkimas, susiraukšlėjimas, šiurkštumas, trintis.
4. Estetinės savybės – kritumas, neglamžumas, išsilyginimas.
5. Patogumo savybės – laidumas orui, prakaitui, vandens garams, atsparumas vandens prisiskverbimui, šilumos perdavimui, elektrinis laidumas.
6. Kitos vartojamosios savybės – matmenų stabilumas, degumas, atsparumas spinduliuotei, chemikalams, skalbimui, valymui, bakterijoms.

Visos šios savybės lemia medžiagų panaudojimo galimybes ir rodo jų tinkamumą tam tikrai sričiai [6].

Vilnonis mežginys pasižymi šiomis savybėmis: termoizoliacinėmis, drėgmės sugėrimo, laidumo orui, tamprumo, lankstumo, lengvai dažosi, atsparus prakaitui ir rūgštims, lengvai pažeidžiamas naudojant stiprius šarmus. Kadangi lengvai sugeria drėgmę, gali pradėti vystytis miltligė, jeigu gaminyje paliekamas drėgnose sąlygose.

Dr. P. Swan, AWI (Australian Wool Innovation) grupės rinkos tyrimo vadovas, Melburne vykusiame pasauliniame kongrese (IFHE), pažymėjo, kad moksliniai tyrimai rodo, jog vilnoniai patalai ir miego drabužiai gerina miego kokybę ir padeda žmonėms turintiems odos problemų. Taip pat AWI finansavo tyrimus, atliktus Kvinslando dermatologijos institute, kurie parodė, kad dėvint Merino vilnos mežginius silpnėja dermatito simptomai [21].

Vilnonių mežginių panaudojimo galimybės yra labai plačios. Pradedant nuo gaminių pramonei ir baigiant aukštąja mada. Kaip yra žinoma, vilna sunkiai užsiliepsnojantis pluoštas. Papildomai ją apdorojus cheminėmis medžiagomis, galima pagaminti aukštus saugos reikalavimus atitinkančius gaminius. Iš tokių vilnonių medžiagų bus pagaminti drabužiai ugniagesiams – gelbėtojams, naftos platformų darbuotojams, kariams ir kitų profesijų atstovams, dirbantiems atšiauriose, pavojingose sąlygose. Natūralus pluoštas mėgstamas sporto ir laisvalaikio aprangos gamintojų ir vartotojų.

Mezginio sandaros ir fizikiniai rodikliai (kilpos ilgis, paviršinis tankis, horizontalusis bei vertikalusis tankumai, mezginio storis,) tiesiogiai lemia mezginio struktūrą. Keletas autorių tyrinėjo kilpos ilgio įtaką kitiems mezginio sandaros rodikliams, tokiems kaip paviršinis tankis, horizontalusis ir vertikalusis tankumai. Kai padidėja kilpos ilgis l , tuomet kilpų horizontalusis P_h ir vertikalusis tankumai P_v , storis b , paviršinis tankis M sumažėja [33 – 17]. Mezginyje gaunamas laisvesnės struktūros. Naudojant tekstūruotus sintetinius siūlus ar naudojant daugiau siūlų mezginyje, kilpos ilgis gaunamas trumpesnis. Kuo trumpesnė kilpa, tuo storesnis ir standesnis mezginyje [27, 1].

Analizuojant literatūros šaltinius buvo rasti keli tyrimai, kuriuose pateikti duomenys ir išvados, kad mezginio struktūros poveikis duobimo stipriui yra labai reikšmingas [18, 7]. N. Emirhanova ir bendraautorai papildė, kad skalbtų mezginių duobimo stipris yra didesnis [7]. Tuo tarpu N. A. Abou Nassif analizavo įvairių struktūrų mezginius ir tyrimais įrodė, kad yra priklausomybė tarp mašinos klasės ir duobimo stiprio. Didėjant mašinos klasei, duobimo stipris taip pat didėja [32].

Skalbimo, apdailos įtaka mezginių sandaros rodikliams, matmenų stabilumui buvo analizuojama kelių autorių [29 - 2]. Autoriai nustatė, kad mezginių matmenų savybės po skalbimo labai pasikeičia, tai yra pirmiausia pakinta kilpos ilgis, o vėliau paveikiama ir kilpos forma [2]. Po keturių skalbimo ir džiovavimo ciklų kilpos ilgis kinta mažai, nes tuomet kilpos pasiekia pilnai relaksavusią formą, mezginyje tampa stabilesnis su nedidele galimybe susitraukti [29, 26].

Išanalizavus literatūros šaltinius suformuluotas šio tiriamojo darbo tikslas ir uždaviniai.

DARBO TIKSLAS

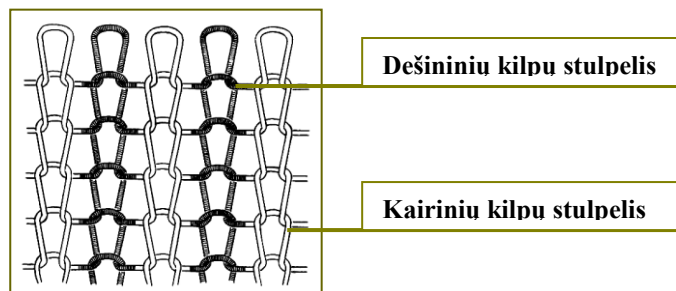
Nustatyti plono (iki 18,7 μm) merino vilnos pluošto bei 21 tex vardinio ilginio tankio verpalų iš jo kokybės rodiklių įtaką skersinių mezginių struktūriniams rodikliams ir vartojamosioms savybėms.

Uždaviniai:

1. Nustatyti merino vilnos pluošto skersmens vienodumą skirtingose pluošto partijose.
2. Nustatyti vilninių verpalų kokybinius ilginio tankio ir sukrio vienodumo rodiklius bei verpalų kiekybinį stiprumo rodiklį – stiprį.
3. Ištirti vilnos pluošto skersmens, verpalų ilginio tankio, sukrio ir stiprio rodiklių įtaką lastikiniu pynimu numegztos medžiagos struktūriniams rodikliams.
4. Nustatyti vilnos pluošto ir verpalų kokybinių rodiklių įtaką lastikiniu pynimu numegztos medžiagos vartojamosioms savybėms.

2. TYRIMO OBJEKTAS

Šiame magistro baigiamajame darbe tiriami mezginiai, numegzti skersiniu lastikiniu 1+1 pynimu iš vilnionių verpalų. Principinis lastikiniu 1+1 pynimu numegzto mezginių vaizdas pateiktas 2.1 paveiksle [1].



2.1 pav. Lastikinio 1+1 pynimo mezginių vaizdas

Mezginiai numegzti iš merino vilnos verpalų, suverptų iš aukštos kokybės plonos (iki 18,7 μm storio) vilnos pluošto.

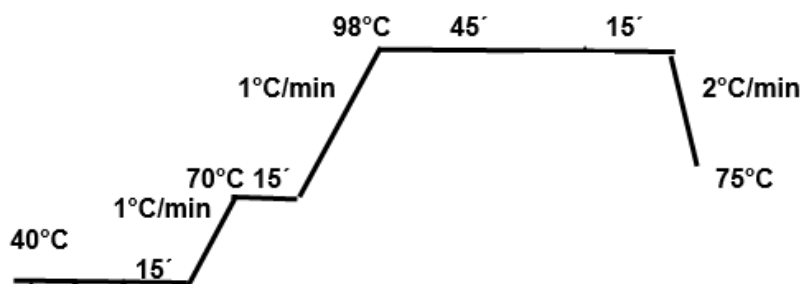
Tirtas vilnos pluoštas apdorotas TEC (Total Easy Care) apdaila, siekiant išvengti nepageidautino vilnionių gaminių traukumo skalbiant. TEC apdaila suteikia vilnos gaminių lengvos priežiūros galimybę. Drabužius galima skalbi ir džiovinti automatinėse skalbimo mašinose, o tai yra vienas iš pagrindinių vartotojų reikalavimų. Net ir po daugkartinio skalbimo iš tokių verpalų numegzti gaminiai nepraranda geros išvaizdos, nesusitraukia, išlaiko formą, neišblunka spalvos [45].

Tirtieji mezginiai numegzti UAB Devold. Mezginiai numegzti Orizio Paolo (Italija) firmos didelio skersmens 18E klasės apskritąja mezgimo mašina CMOAN. Mezgimo mašinos techninė charakteristika pateikta 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Mezgimo mašinos techninė charakteristika

Kilmės šalis	Italija
Gamintojas	Orizio Paolo
Modelis	CMOAN
Pagaminimo metai	2000
Adatinių skaičius	2
Siūlvedžių skaičius	60
Adatų skaičius	1680

Mezginių dažymas atliktas gamybinėmis sąlygomis, dažoma Lanazol (f. Huntsman) aktyviniais dažais. Dažymo temperatūrinis režimas pateiktas 2.2 paveiksle. Standartinė dažymo receptūra pateikta 2.2 lentelėje.



2.2 pav. Temperatūrinis dažymo režimas

2.2 lentelė. Standartinė dažymo Lanazol aktyviniais dažais receptūra

Lanasol dažų koncentracija	%	0-0,5%
Albegal B	ml/l	1
Albatex PS-35 arba acto r./amonio sulfatas	pH	8-7,5 7,5-7
Glauberio druska(Na_2SO_4)	g/l	8-10

Po dažymo mezginiai skalauti šiltu ir šaltu vandeniu. Neutralizacija skruzdžių rūgštimi atlikta 50°C temperatūroje 20 minučių, minkštinimas - priešskandinė apdaila atlikta 40°C temperatūroje 20 minučių. Medžiaga džiovinta 110°C temperatūroje, kalandruota-kompaktuota 98°C temperatūroje.

3. TYRIMŲ METODIKA

Šiame skyriuje pateiktos vilnos pluošto, vilnionių verpalų ir iš jų numegztų mezginių tyrimo metodikos.

3.1. Pluošto storio nustatymo metodika

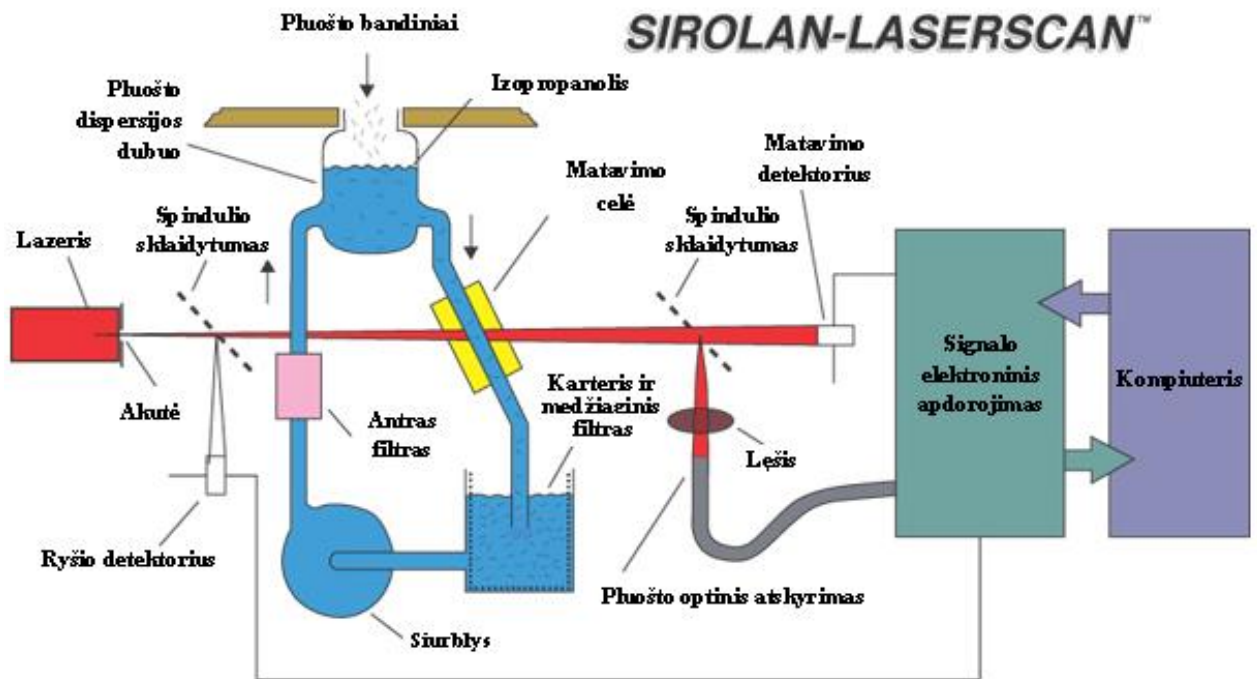
Vilnos pluošto storio nustatymas atliekamas Laserscan prietaisu (f. AWTA, Australija). Prietaiso nuotrauka pateikiama 3.1 paveiksle [5], techninė charakteristika pateikiama 3.1 lentelėje. Prietaiso veikimo schema pateikta 3.2 paveiksle [3].



3.1 pav. Laserscan prietaisas.

3.1 lentelė. Laserscan techninė charakteristika

Darbinė aplinka:	
Temperatūra	16 - 25°C
Drėgmė	20 – 80%
Galia	110/220/240 V
Matavimai:	
Diapazonai	0–80, 160 ar 240 μm
Tikslumas	Tiksliau nei 0.1 μm
Matavimo lygis	>3000 matavimų/min
Bandinys	0,03g 2mm ilgio pluošto karpiniai 2000 matavimų
Prietaisas sujungtas su kompiuteriu, kuriame instaliuota programa, kuri automatiškai įvertina bandymų rezultatus.	



3.2 pav. Laserscan veikimo schema.

Giljotinos (gamintojas AWTA) pagalba yra paruošiami vilnos pluošto bandiniai, kurių ilgis 2 mm. Prietaiso nuotrauka pateikiama 3.3 paveiksle [14].



3.3 pav. Giljotina

Jeigu vilnos pluošto storis yra mažesnis nei $30 \mu\text{m}$, atliekami 8 bandymai. Vieno bandymo metu atliekama 2000 matavimų. Laserscan prietaisas susistemina visų bandymų rezultatus ir pateikia matavimo verčių vidurkį.

3.2. Verpalų tyrimų metodikos

3.2.1 Verpalų ilginio tankio nustatymo metodika

Verpalų ilginis tankis nustatomas sruogų metodu pagal LST EN ISO 2060 standartą [24]. Sruogų metodo principas yra tas, kad privyniojamos tam tikro vienodo ilgio siūlų sruogos, o po to jos pasveriamos. Bandymams paimta po 10 bandinių iš kiekvienos tiriamos verpalų partijos, privyniojant sruogas po 100 m ilgio. Siūlo ilgis sruogoje (l_s) parenkamas atsižvelgiant į vardinį siūlo ilginį tankį (T_v):

- kai $T_v < 12,5 \text{ tex}$, $l_s = 200 \text{ m}$
- kai $12,5 \text{ tex} \leq T_v \leq 100 \text{ tex}$, $l_s = 100 \text{ m}$

Ilginis tankis T , tex, apskaičiuotas pagal formulę:

$$T = m/l, \quad (1)$$

čia m – siūlų sruogos masė, mg;

l – siūlų sruogos ilgis, m

3.2.2. Verpalų sukrio nustatymo metodika

Verpalų sukris nustatomas tiesioginiu vijų skaičiavimo metodu pagal LST EN ISO 2061 standartą, suskaičiuojant vijų (sūkrių) skaičių 1 metro ilgio verpale [25].

3.2 lentelė. D302 sukromačio techninė charakteristika

Gamintojas	Zweigle Textilprüfmaschinen GmbH
Kilmės šalis	Vokietija
Pagaminimo metai	1988
Bandymų apimtis	20 (24) ritės
Verpalų tipas	< 200 tex
Greitis	2150/min = const.
Pavara	24 V DC variklis
Magnetai	24 V DC, bekontaktė kontrolė, dalinė apsauga nuo perkrovos
Komputerinė sistema	Z80 įrenginio valdymo sistema, duomenų apdorojimas ir eksplotavimas
Testų metodai	- viengubo atsukimo – susukimo - dvigubo atsukimo – susukimo - tiesioginio skaičiavimo
Testų rezultatai	Atspausdinami sunumeruoti individualūs testų įvertinimai

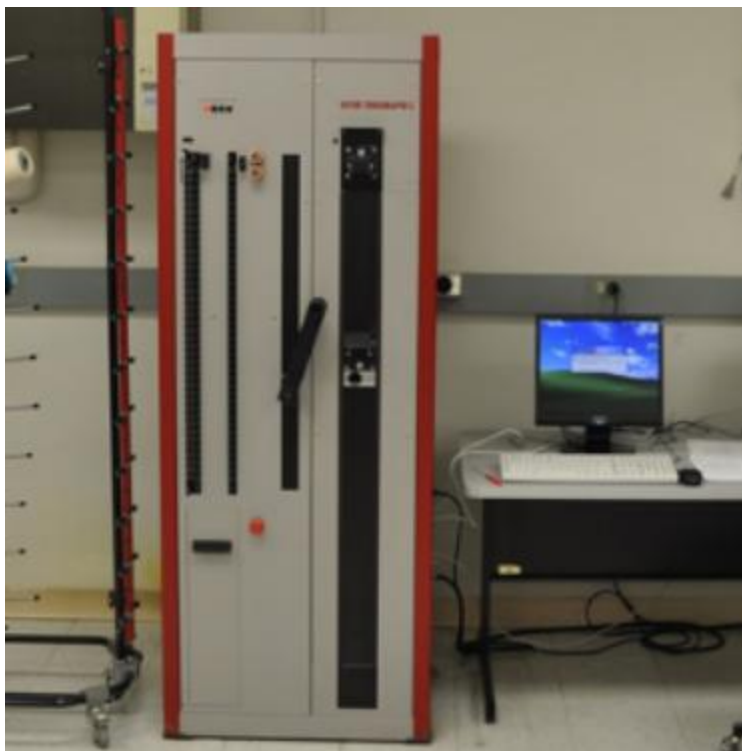
Bandant šiuo metodu sukromačio spaustuvoje įtvirtintas siūlas atsukamas tol, kol jo sandaros elementai visiškai išsitiesina ir susilygiagretina, o po to tiesiogiai suskaičiuojama, kiek buvo padaryta sūkių. Bandymams paimta po 10 bandinių iš kiekvienos tiriamos verpalų partijos. Bandymai buvo atlikti su automatinio sukromačiu D302 (Vokietija). Prietaiso techninė charakteristika pateikiama 3.2 lentelėje.

3.2.3. Verpalų stiprio nustatymo metodika

Verpalų stipris nustatomas tempimo mašina Uster Tensorapid (Šveicarija). Prietaiso techninė charakteristika pateikiama 3.3 lentelėje, prietaiso nuotrauka pateikta 3.4 paveiksle [42].

3.3 lentelė. Tempimo mašinos Uster Tensorapid techninė charakteristika

Gamintojas	Zellweger Uster Ltd
Kilmės šalis	Šveicarija
Pagaminimo metai	1987
Tempimo greitis	50 ... 5000 mm/min
Ištisos matavimas	Elektoninis
Tempimo jėgos matavimo intervalai	Keitiklis kW 50: 0,1 ... 50 N Keitiklis kW 100: 0,2 ... 100 N Keitiklis kW 500: 1,0 ... 500 N
Ištisos matavimo intervalai	100 mm ilgio bandinys: 0 ... 990% 160 mm ilgio bandinys: 0 ... 615% 200 mm ilgio bandinys: 0 ... 470% 500 mm ilgio bandinys: 0 ... 128%
Matavimų paklaida	± 1%
Funkcijų kontrolė	Įmontuota tikrinimo programa
Bandinių ilgis	Vertikalus: 100, 200 arba 500 mm Horizontalus: 160, 200 arba 500 mm
Suspausto oro jungtis	Min 6 bar, max 10 bar
Maitinimas	Įtampa 110/220 V Dažnis 50/60 Hz Energijos sąnaudos apie 950 VA
Aplinkos temperatūra	20°



3.4 pav. Uster Tensorapid

Laboratoriniam verpalų ėminiui sudaryti buvo paimta 10 verpalų ričių iš kiekvienos tiriamos partijos. Nuo kiekvienos ritės nuvyniojamas viršutinis verpalų sluoksnis (apie 10 metrų verpalo). Tempimo mašina paruošiama darbui, suprogramuoti visi bandymo parametrai:

- $V = 500$ mm/min,
- $FV = 10,4$ GF,
- $LH = 500$ mm.

3.3. Mezginių kokybinių ir stipruminių charakteristikų nustatymo metodikos

Tirtų mezginių sandaros rodikliai nustatyti kondicionavus juos 24 h standartinėse klimatinėse sąlygose (esant $T = (20 \pm 2)$ ° C temperatūrai ir $\varphi = (65 \pm 4)$ % santykiniam oro drėgnumui, pagal standartą ISO 139:2002 [12]. Buvo išmatuotas faktinis kilpos ilgis l (mm), vertikalūs P_v (cm⁻¹) ir horizontalūs P_h (cm⁻¹) mezginio tankumai, mezginio paviršinis tankis M (g/m²).

Taip pat šiame darbe buvo nustatytas mezginių duobiamasis stipris ir santrauka skalbiant.

3.3.1. Kilpos ilgio nustatymo metodika

Faktinis kilpos ilgis nustatytas remiantis BS 5441:1998 standartu . Faktinis kilpos ilgis l nustatytas ardant mežginį. Mežginyje išardoma 10 kilpų verpalo atkarpa, išmatuojamas atkarpos ilgis, kuris padalinamas iš 10 (išardytų kilpų skaičiaus). Taip gaunamas vienos kilpos faktinis ilgis. Bandymas kartojamas 5 kartus skirtingose mežginio vietose. [4].

3.3.2. Mežginio vertikaliojo ir horizontaliojo kilpų tankumo nustatymo metodika

Vertikalusis P_v ir horizontalusis P_h mežginio tankumai nustatyti remiantis LST EN 14971:2006 standartu [23]. Mežginio kilpos skaičiuojamos išilgine ir skersine kryptimis 10 cm atkarpoje ir išreiškiamos kilpų skaičiumi centimetre. Kilpos skaičiuojamos naudojantis tekstilininko lupa. Bandymas kartojamas 5 kartus skirtingose mežginio vietose.

Skaičiuojant kilpų eilutes ir stulpelius, medžiaga patiesiama ant lygaus paviršiaus neįtemptoje padėtyje, be raukšlių, lūžių ar defektų, kas galėtų turėti įtakos matavimo rezultatams. Matavimai atliekami ne mažiau kaip 1 metro atstumu nuo medžiagos gabalo krašto ir ne mažiau kaip 5 cm atstumu nuo medžiagos gabalo lenkimo vietos.

3.3.3. Mežginio paviršinio tankio nustatymo metodika

Mežginių paviršinis tankis nustatytas pagal LST EN 12127:1999 standartą, sveriant išpjautus medžiagos apskritimus, kurių plotas 10 cm^2 , skersmuo 100 mm. Buvo išpjauta 10 bandinių iš skirtingų mežginio vietų ir pasverti elektroninėmis svarstyklėmis [22].

3.3.4. Mežginio duobiamojo stiprio charakteristikų nustatymo metodika

Mežginio duobiamasis stipris buvo nustatomas remiantis EN ISO 13938 – 2 : 1999 standartu [8]. Bandymams atlikti buvo paimta po 5 (50 cm^2) mežginių bandinių iš kiekvienos tiriamos partijos. Bandymai atlikti skaitmeniniu prietaisu Autoburst M229 (Jungtinė Karalystė). Prietaiso nuotrauka pateikta 3.5 paveiksle, techninė charakteristika pateikta 3.4 lentelėje.



3.5 pav. Autoburst M229 prietaisas [38]

3.4 lentelė. Autoburst M229 techninė charakteristika.

Gamintojas	SDL
Kilmės šalis	Jungtinė Karalystė
Testuojamos medžiagos	Tekstilė, popierius
Siurbimo lygis	Iki 170 ml/min
Slėgis	Iki 7000 kPa
Oro padavimas	Suspaustas oras (min 8 bar)

3.3.5. Mezginio santraukos skalbiant nustatymo metodika

Remiantis standarto ISO 3759:2011 reikalavimais buvo atrinkti medžiagos bandiniai traukumui skalbiant nustatyti. Bandiniai buvo iškirpti ne mažiau kaip 1 m atstumu nuo gabalo pradžios ar galo [13].

Bandiniai padedami ant matavimo stalo išilgine kryptimi ir pažymimos 500 x 500 mm žymos vertikalia ir horizontalia kryptimis.

Bandiniai išskalbti buitinėmis sąlygomis, remiantis ISO 6330:2000 standartu, automatinėje skalbimo mašinoje, naudojant skalbimo priemonę, skirtą vilnioniams mezginiams skalbti [18]. Skalbimo trukmė 40 min, skalbimo temperatūra 30 °C, centrifugavimo dažnis 1000 min⁻¹. Bandiniai džiovinami automatinėje džiovykloje – džiovinimo trukmė 2 × 40 min, džiovinimo temperatūra 50 °C. Atlikus bandymą, bandiniai paliekami 4 valandoms standartinėse klimatinėse sąlygose (pagal ISO 139:2002 standartą).

Vidutinis matmenų pokytis po skalbimo išilgine ir skersine kryptimis apskaičiuojamas pagal ISO 3759:2011 standartą taip:

$$\lambda = \frac{L_a - L_p}{L_p} \cdot 100, \% \quad (2)$$

Čia λ – matmenų pokytis po skalbimo, mm;

L_a – bandinio matmenys po skalbimo, mm;

L_p – bandinio matmenys prieš skalbimą, mm.

Matmenų pokytis žymimas minuso (-) ženklu, jeigu matmuo sumažėjo (bandinys po skalbimo susitraukė) arba pluso (+) ženklu, jei matmuo padidėjo (bandinys po skalbimo ištįso).

3.3.6. Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika

Eksperimentinių duomenų statistinei analizei atlikti, buvo apskaičiuoti tokie statistiniai rodikliai: aritmetinis vidurkis \bar{x} , vidutinė kvadratinė nuokrypa S , variacijos koeficientas V ir santykinė absoliutinė paklaida δ_a [31].

Prieš atliekant eksperimentinių duomenų analizę, apskaičiuojama vidutinė atliktų bandymų savybės vertė, t.y. aritmetinis vidurkis [31]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (3)$$

čia \bar{x} – aritmetinis vidurkis;

n – elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

Rezultatų sklaida apibūdinama vidutine kvadratine nuokrypa, kuri įvertina elementariųjų bandymų verčių nutolinimą nuo aritmetinio vidurkio [31]:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad (4)$$

čia \bar{x} – aritmetinis vidurkis;

$n-1$ – laisvės laipsnių skaičius.

Variacijos koeficientas V ir santykinė absoliutinė paklaida δ_a įvertina rezultatų sklaidą atsižvelgiant ir į elementariųjų bandymų skaičių ir į vidutinę bandymų vertę [31]:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} 100\% ; \quad (5)$$

čia V – variacijos koeficientas, %;

S – vidutinė kvadratinė nuokrypa;

\bar{x} – aritmetinis vidurkis.

$$\delta_a = \frac{\Delta_a}{\bar{x}} = \frac{t_\alpha S}{\bar{x}\sqrt{n}} 100\% ; \quad (6)$$

čia δ_a – santykinė atsitiktinė paklaida, %;

Δ_a – absoliutinė atsitiktinė paklaida;

t_α – Stjudento kriterijus;

S – vidutinė kvadratinė nuokrypa;

\bar{x} – aritmetinis vidurkis;

n – elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

4. TYRIMŲ REZULTATAI

4.1. Merino vilnos pluošto storio tyrimas

Tiriamųjų bandinių mezgimui naudotos penkios merino vilnos partijos, kur tiekėjo deklaruojamas vilnos plaukelio skersmuo yra 18,7 μm . Atlikus vilnos plaukelių skersmens tyrimus penkiose partijose, gauti rezultatai pateikti 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Merino vilnos plaukelio skersmuo.

	Partija 1P	Partija 2P	Partija 3P	Partija 4P	Partija 5P
Vilnos plaukelio storis, μm	18,7	18,1	19,0	19,1	18,9
Variacijos koeficientas, %	5,6	5,8	6,6	6,1	6,8

Iš 4.1 lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad tik 1P partijoje vilnos plaukelių vidutinis skersmuo yra būtent toks, kokį deklaruoja tiekėjas – 18,7 μm . Skirtingose partijose vidutinis vilnos plaukelio skersmuo varijuoja nuo 18,1 μm (nuo deklaruojamo skiriasi 3,2 %) iki 19,1 μm (nuo deklaruojamo skiriasi 2,1 %). Galima daryti prielaidą, kad tokie plaukelių storio skirtumai neturėtų turėti reikšmingos įtakos verpalų charakteristikoms.

4.2 Verpalų charakteristikų nustatymas

4.2.1 Verpalų faktinio ilginio tankio ir sukrio tyrimas

Nuo verpalų kokybinių rodiklių priklauso mezginių kokybinės savybės. Tiekėjas įvardija, kad verpalų ilginis tankis yra 21 tex, sukris 720 m^{-1} . Šiame darbe buvo nustatytas faktinis vilnionių verpalų, suverptų iš penkių skirtingų partijų to paties artikulo merino vilnos pluošto, ilginis tankis ir sukris. Vilnionių verpalų ilginio tankio tyrimo rezultatai pateikti 4.2 lentelėje.

Iš 4.2 lentelėje pateiktų rezultatų matome, kad verpalų vidutinis faktinis ilginis tankis varijuoja nuo 20,3 iki 20,7 tex, t.y. faktinio ilginio tankio vertės yra labai artimos vardiniam ilginiam tankiui (vertės skiriasi paklaidų ribose). Tačiau svarbus yra ne tik vidutinis verpalų ilginis tankis, bet ir jo svyravimo ribos verpalų ilgyje. Tyrimo metu didžiausi verpalų storio svyravimai

buvo nustatyti partijos „1V” verpalams – nuo 17,9 tex iki 21,3 tex. Tai leidžia daryti prielaidą, kad iš šios partijos verpalų numegztas mežginys gali turėti daugiau ydų dėl verpalų sustorėjimų ir suplonėjimų. Tai gali lemti struktūrinius rodiklius, o tuo pačiu ir vartojamąsias mežginio savybes.

4.2 lentelė. Vilnionių verpalų faktinis ilginis tankis

Bandinių variantas	Faktinis ilginis tankis, tex	Faktinio ilginio tankio ribos (min – max), tex	Variacijos koeficientas, %
Partija 1V	20,3	17,9 – 21,3	8,28
Partija 2V	20,6	20 – 21,3	2,15
Partija 3V	20,6	20 – 20,8	1,65
Partija 4V	20,6	19,6 – 21,7	3,94
Partija 5V	20,7	20 – 21,3	1,58

Vilnionių verpalų sukrio tyrimo rezultatai pateikti 4.3 lentelėje.

4.3 lentelė. Vilnionių verpalų faktinis sukris

Bandinių variantas	Sukris, m ⁻¹	Faktinio sukrio ribos (min-max), m ⁻¹	Variacijos koeficientas, %
Partija 1V	719 Z	705 – 753	6,91
Partija 2V	754 Z	729 – 776	6,75
Partija 3V	720 Z	699 – 736	6,37
Partija 4V	711 Z	686 – 733	5,73
Partija 5V	724 Z	682 – 762	5,83

Skirtingų partijų verpalų vidutinis sukris varijuoja nuo 711 iki 754 m⁻¹. Iš 4.3 lentelėje pateiktų rezultatų matome, kad tik 3V partijos verpalų faktinis vidutinis sukris yra toks, koks yra nurodytas tiekėjo. 1V ir 4V partijų verpalų faktiniai sukriai yra šiek tiek mažesni nei nurodyta tiekėjo, tačiau artimi vardiniam (svyruoja paklaidų ribose). 5V partijos verpalų faktinis

vidutinis sukris artimas vardiniam, tačiau svyruoja labai plačiose ribose: nuo 682 iki 762 m⁻¹. Tuo tarpu 2V partijos verpalų sukris viršija vardinį ~34 m⁻¹, ir tai jau yra ženklus nuokrypis nuo vardinio sukrio vertės. Labai svarbu, kad verpalai būtų kuo stabilesnio sukrio. Dėl sukrio nestabilumo gali susidaryti garankštys. Nesigarankščiuojantys verpalai mažiau trūkinėja, neišsikraipo mezginio kilpos, gaunamas lygesnis mezginio paviršius, stabilesnė kilpos geometrija.

4.2.2 Vilnionių verpalų stipruminių charakteristikų tyrimas

Yra žinoma, kad vilnionių verpalų stipruminės charakteristikos – trūkimo jėga ir trūkimo ištįsa – pastebimai turi įtakos iš tokių verpalų numegzto mezginio struktūriniam rodikliams, o tuo pačiu ir mechaninėms bei vartojamosioms savybėms.

Pagal 3.3.4 skyrelyje aprašytą metodiką nustatytos tirtųjų penkių partijų vilnionių verpalų stipruminės charakteristikos pateiktos 4.4 lentelėje.

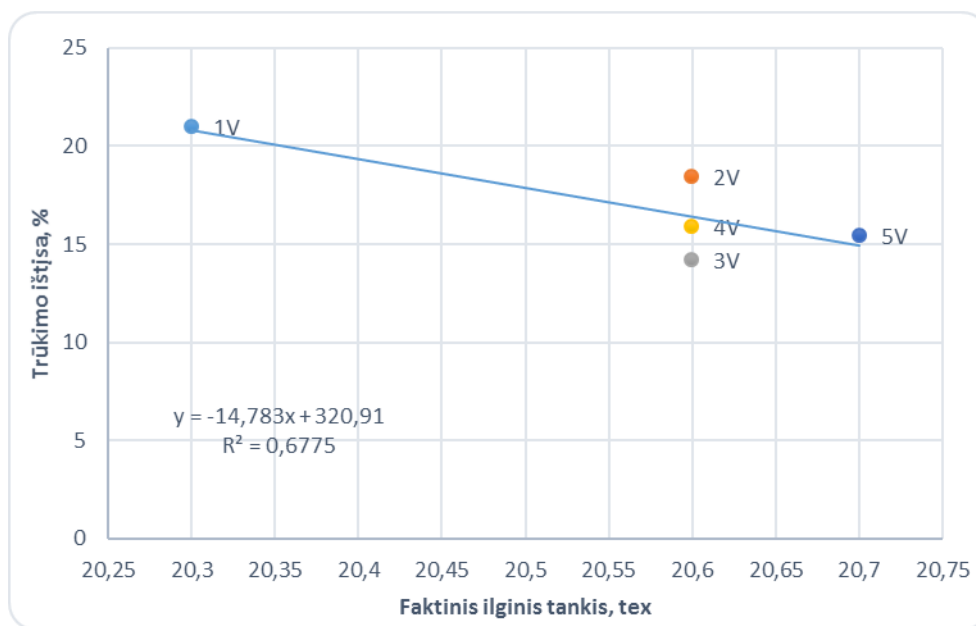
4.4 lentelė. Vilnionių verpalų stipruminės charakteristikos

Bandinių variantas	Trūkimo jėga, cN	Trūkimo jėgos variacijos koeficientas, %	Trūkimo ištįsa, %	Trūkimo ištįsos variacijos koeficientas, %
Partija 1V	143,0	13,50	20,99	28,24
Partija 2V	149,7	8,66	18,43	27,63
Partija 3V	142,9	12,13	14,18	28,29
Partija 4V	145,0	10,20	15,89	35,13
Partija 5V	150,9	43,53	15,41	57,01

Iš pateiktų rezultatų matyti, kad tirtų penkių partijų verpalų trūkimo jėgos vertės skiriasi paklaidų ribose. Tačiau iš pateiktų trūkimo jėgos tyrimo rezultatų matyti, kad didžiausia trūkimo jėga pasižymėjo tų partijų verpalai (2V ir 5V), kurių sukris buvo didžiausias. Taigi, nors verčių skirtumai nėra reikšmingai dideli, tačiau galima pastebėti koreliaciją tarp verpalų sukrio ir trūkimo jėgos didėjimo. Tačiau didelė 5V partijos bandinių trūkimo charakteristikų verčių sklaida

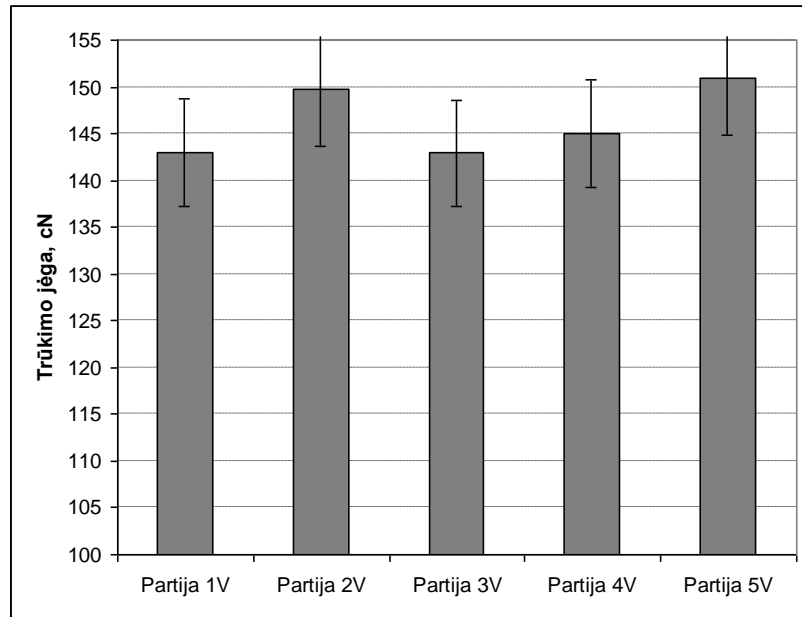
taip pat rodo, kad didelis verpalų sukrio nevienodumas, t.y. svyravimai labai plačiose ribose (žr. 4.3 lentelę), turi įtakos ir trūkimo stipruminių charakteristikų nevienodumui.

Siekiant nustatyti ryšį tarp faktinio ilginio tankio ir trūkimo ištisos, buvo sudaryta tiesinė lygtis, grafiškai pateikta 4.1 pav. Apibrėžties koeficientas yra $R^2 = 0,6775$. Tai rodo, kad egzistuoja ryšys tarp šių dviejų parametru, t.y. didėjant faktiniam ilginiui tankiui, trūkimo ištįsa mažėja.

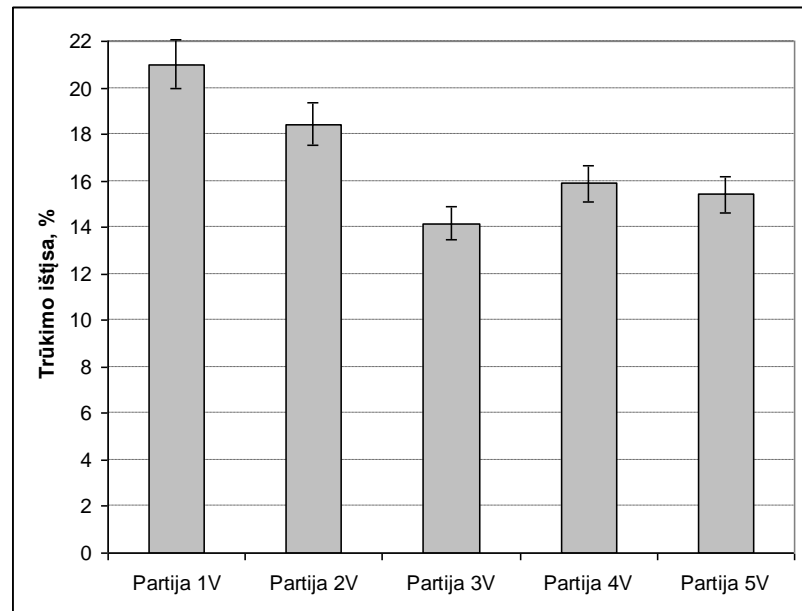


4.1 pav. Vilnonių verpalų trūkimo ištįsos priklausomybė tarp faktinio ilginio tankio

Iš 4.2 paveiksle pateiktų rezultatų matome, kad trūkimo ištįsos verčių skirtumai yra reikšmingi (ne paklaidų ribose). Lyginant tirtų partijų verpalų trūkimo ištįsos tyrimo rezultatus pastebėta įdomi tendencija. Trūkimo ištįsos vertės nekoreliuoja su trūkimo jėgos vertėmis (atitinkamai 4.3 b ir a pav.), tačiau įdomu tai, kad mažiausia trūkimo ištįsa pasižymėjo tų partijų verpalai (3V ir 5V), kurių faktinio ilginio tankio verčių variacija buvo mažiausia (atitinkamai 1,65 ir 1,58 %), o didžiausia trūkimo ištįsa gauta 1V partijos verpalų, kurių faktinio ilginio tankio verčių variacija buvo didžiausia – 8,28 %.



a)



b)

4.2 pav. Tirtų vilnionių verpalų trūkimo jėga (a) ir trūkimo ištįsa (b)

Mezginio struktūrinėms charakteristikoms svarbesnė yra ne trūkimo jėga, o trūkimo ištįsa. Kadangi mezgimo metu, lankstant kilpą, siūlas patiria dideles dinamines apkrovas, nuo siūlo tįsimo priklauso kilpų geometrijos vienodumas [30].

4.3 Mezginių sandaros rodiklių nustatymas

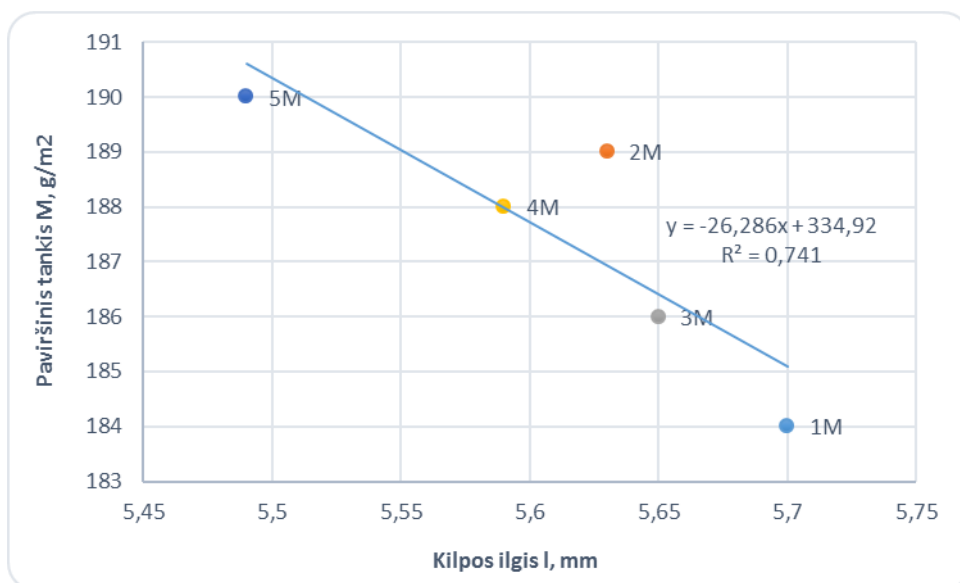
Mezginių sandaros rodikliai, kurių vertės pateiktos 4.5 lentelėje, buvo nustatyti pagal metodiką, aprašytą 3.3.2 ir 3.3.3 skyreliuose. Nustatyti netaurintų ir taurintų mezginių sandaros rodikliai.

4.5 lentelė. Netaurintų mezginių sandaros rodikliai

Bandinio žymėjimas	Kilpų tankumas (cm^{-1})		Kilpos ilgis l , mm	Paviršinis tankis M , g/m^2
	P_v , cm^{-1}	P_h , cm^{-1}		
Partija 1M	17,5	10,0	5,70	184
Partija 2M	17,0	10,5	5,63	189
Partija 3M	18,0	10,5	5,65	186
Partija 4M	17,0	9,5	5,59	188
Partija 5M	18,0	10,5	5,49	190

Iš pateiktos 4.5 lentelės matyti, kad skirtingų partijų mezginių kilpų tankumas eilučių kryptimi (horizontalusis tankumas) bei stulpelių kryptimi (vertikalusis tankumas) bendroju atveju skiriasi 1 kilpa centimetre. O tai jau yra reikšmingas skirtumas, įvertinant tai, kad pagrindinių pynimų mezginiai (šiuo atveju lastikinio pynimo) pasižymi kilpų tankumo vienodumu. 3M ir 5M partijos išsiskyrė didžiausiu vertikaliuoju tankumu P_v ir horizontaliuoju P_h tankumu, atitinkamai šioms partijoms megzti naudoti verpalai pasižymėjo mažiausia trūkimo ištįsa ir didžiausiu ilginio tankio vienodumu. Mažesnis verpalų tūsumas galėjo lemti didesnes vertikaliojo tankumo vertes. Nuėmus mezginį nuo mezgimo mašinos adatų, kilpos geometrija dėl tampruminių-relaksacinių procesų pakinta, dėl to gaunami ne tik vertikaliojo, bet ir horizontaliojo tankumo skirtumai. Kilpos ilgio ir mezginio paviršinio tankio vertės yra panašios, išsiskiria tik 5M partijos mezginiai (turintys didžiausias kilpų tankumo vertes), kurių kilpos ilgis yra mažiausias, o paviršinis tankis, atitinkamai, didžiausias.

Siekiant nustatyti ryšį tarp kilpos ilgio l ir mezginio paviršinio tankio M , buvo sudaryta eksperimento rezultatus aprašanti tiesinė lygtis (4.3pav.).



4.3 pav. Netaurintų mezginių kilpos ilgio l priklausomybė su paviršiniu tankiu M

Gautas apibrėžties koeficientas $R^2 = 0,741$ rodo, kad egzistuoja ryšys tarp šių dviejų parametų. Didėjant kilpos ilgiui l , mezginio paviršinis tankis M mažėja, t.y. gaunami laisvesnės struktūros mezginiai. Apie tai rašė ir [33 – 19] literatūros šaltinių autoriai.

4.6 lentelėje pateikti ištaurintų mezginių sandaros rodikliai.

4.6 lentelė. Taurintų mezginių sandaros rodikliai

Bandinio žymėjimas	Kilpų tankumas (cm ⁻¹)		Kilpos ilgis l , mm	Paviršinis tankis M , g/m ²
	P_v , cm ⁻¹	P_h , cm ⁻¹		
Partija 1MT	18,0	11,5	5,40	189
Partija 2MT	17,5	12,0	5,50	191
Partija 3MT	18,5	11,5	5,48	190
Partija 4MT	17,5	11,5	5,15	195
Partija 5MT	18,0	11,5	5,11	193

Analizuojant taurintų mezginių rezultatus matome, kad po apdailos mezginių tankumai gauti didesni: vertikaliojo tankumo P_v vertės didesnės 3%, o horizontaliojo tankumo P_h

vertės didesnės iki 21 % (4MT partijos). Apdailos metu mežginiai patiria įvairias deformacijas tiek sausame, tiek šlapiame būvyje, taip pat, veikiant šilumai, drėgmei ir kinetinei judėjimo energijai, vyksta relaksaciniai procesai tiek verpale, tiek mežginio struktūroje, dėl to pakinta kilpos orientacija erdvėje, persislenka siūlų sankirtos taškai, galima vilnonio verpalo santrauka dėl vėlimosi. Visa tai lemia mežginio struktūros rodiklių pokyčius. Tačiau minėtų veiksnių poveikis tirtiesiems mežginiams buvo nevienodas – 5MT partijos mežginių, iki apdailos pasižymėjusių didžiausiu tankumu ir paviršiniu tankiu, kilpų tankumai pakito mažiausiai – vertikalusis tankumas išliko toks pat, horizontalusis padidėjo 9,5 %. Ir po apdailos 5MT partijos mežginių kilpos ilgis l išliko mažiausias, o paviršinis tankis M - didžiausias. [33 – 17] literatūros šaltinių autoriai taip pat minėjo, kad ir horizontalusis P_h bei vertikalusis P_v tankumai tiesiogiai susiję su kilpos ilgiu l (t.y. didėjant kilpos ilgiui l , tankumai P_h bei P_v mažėja).

4.4 Mežginių duobiamojo stiprio charakteristikų tyrimas

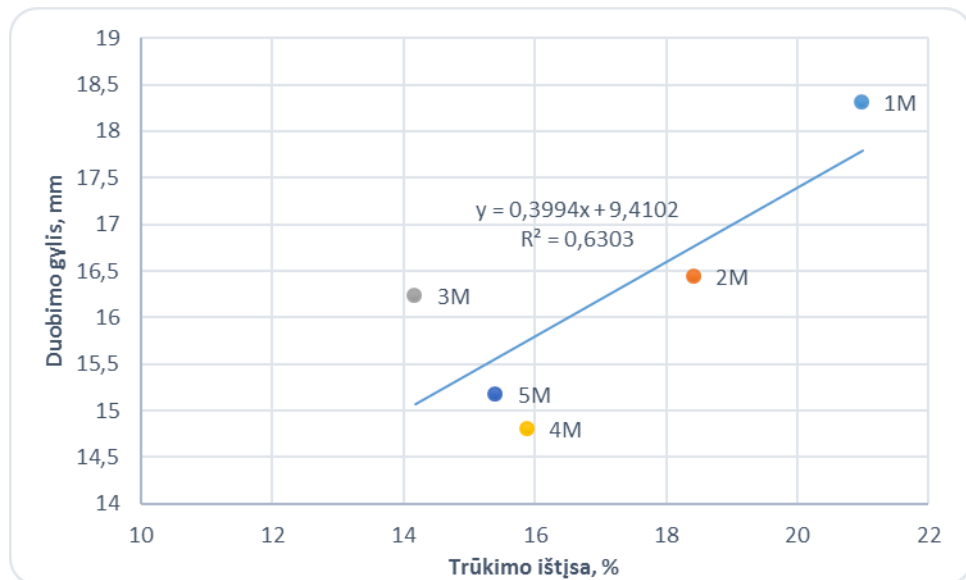
Mežginių duobiamojo stiprio charakteristikoms nustatyti buvo atliktas mežginio duobimo tyrimas, pagal 3.3.4 skyrelyje aprašytą metodiką. Tirtų penkių netaurintos medžiagos partijų duobimo charakteristikų rezultatai pateikti 4.7 lentelėje.

4.7 lentelė. Netaurintų mežginių duobimo charakteristikos

Bandinio žymėjimas	Duobimo gylis, mm	Faktinio išduobimo ribos (min – max), mm	Variacijos koeficientas, %	Slėgis, kPa	Faktinio slėgio ribos (min – max), kPa	Variacijos koeficientas, %
Partija 1M	18,31	17,96 – 18,83	1,97	340,04	320,91 – 356,31	4,06
Partija 2M	16,44	15,15 – 17,34	5,11	356,51	332,19 – 358,31	5,12
Partija 3M	16,23	16,01 – 16,90	2,40	349,74	325,55 – 362,97	8,33
Partija 4M	14,80	12,95 – 15,79	7,43	356,40	345,59 – 365,11	2,20
Partija 5M	15,18	11,86 – 16,59	12,52	351,77	340,65 – 390,63	6,19

Analizuojant netaurintų mezginių duobiamojo stiprio tyrimo rezultatus matome, kad rezultatų vertės skiriasi, nors reikšmingai išsiskiria tik 1M partijos mezginiai, kurių duobiamasis gylis yra didžiausias, t.y. didesnis nuo 10 % (už 2M partijos mezginius) iki 20 % (už 4M partijos mezginius). 1M partijos mezginiams naudoti 1V partijos verpalai taip pat pasižymėjo didžiausia trūkimo ištįsa. Atitinkamai šių mezginių duobimui reikalingas mažiausias duobiamasis slėgis: nuo 2,5 % iki 5 % mažesnis nei kitų partijų mezginiams. Tai rodo, kad siūlų savybės taip pat lemia ir mezginių mechanines savybes.

Buvo sudaryta eksperimento rezultatus aprašanti tiesinė duobimo gylio priklausomybės nuo verpalų trūkimo ištįsos lygtis (4.4 pav.), apibrėžties koeficientas $R^2 = 0,6303$. Galima matyti tendenciją, kad, didėjant verpalų trūkimo ištįsai, mezginių duobimo gylis didėja taip pat.



4.4 pav. Netaurintų mezginių verpalų trūkimo ištįsos priklausomybė su duobimo gyliu.

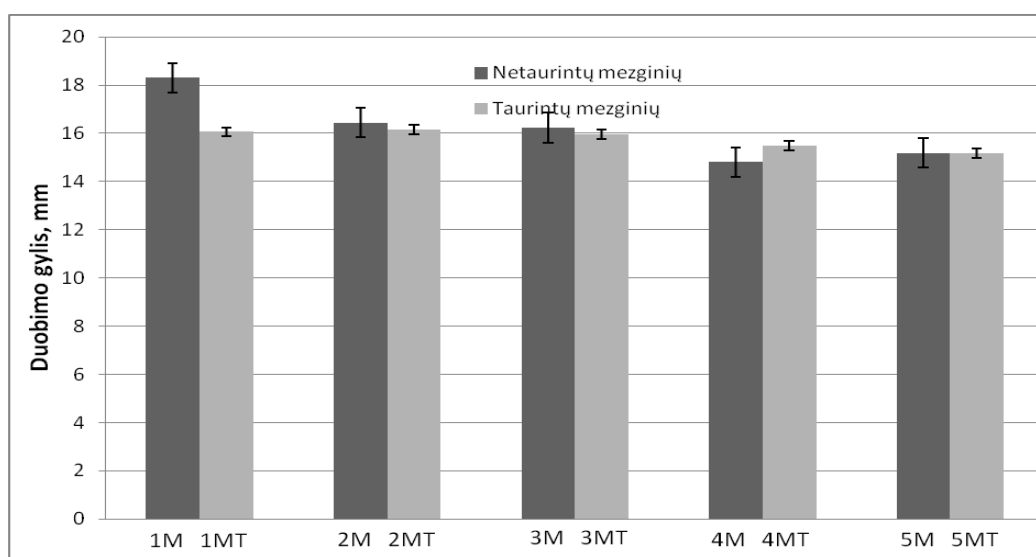
Norint išsiaiškinti, kokią įtaką medžiagos apdaila turi medžiagos duobimo charakteristikoms, medžiagos duobimo tyrimas buvo atliktas ir taurintai medžiagai pagal tą pačią metodiką, kaip ir netaurintai medžiagai. Tyrimų rezultatai pateikiami 4.8 lentelėje.

4.8 lentelė. Taurintų mezginių duobimo charakteristikos

Bandinio žymėjimas	Duobimo gylis, mm	Faktinio išduobimo ribos (min – max), mm	Variacijos koeficientas, %	Slėgis, kPa	Faktinio slėgio ribos (min – max), kPa	Variacijos koeficientas, %
Partija 1MT	16,06	14,87 – 17,19	5,48	335,74	319,36 – 353,60	4,71
Partija 2MT	16,16	15,07 – 17,02	4,52	325,36	297,17 – 347,72	6,11
Partija 3MT	15,96	15,22 – 16,72	3,88	323,16	298,74 – 340,39	4,97
Partija 4MT	15,48	14,41 – 16,14	4,33	347,76	326,34 – 365,60	4,24
Partija 5MT	15,17	14,53 – 15,91	4,02	337,06	283,65 – 367,27	10,22

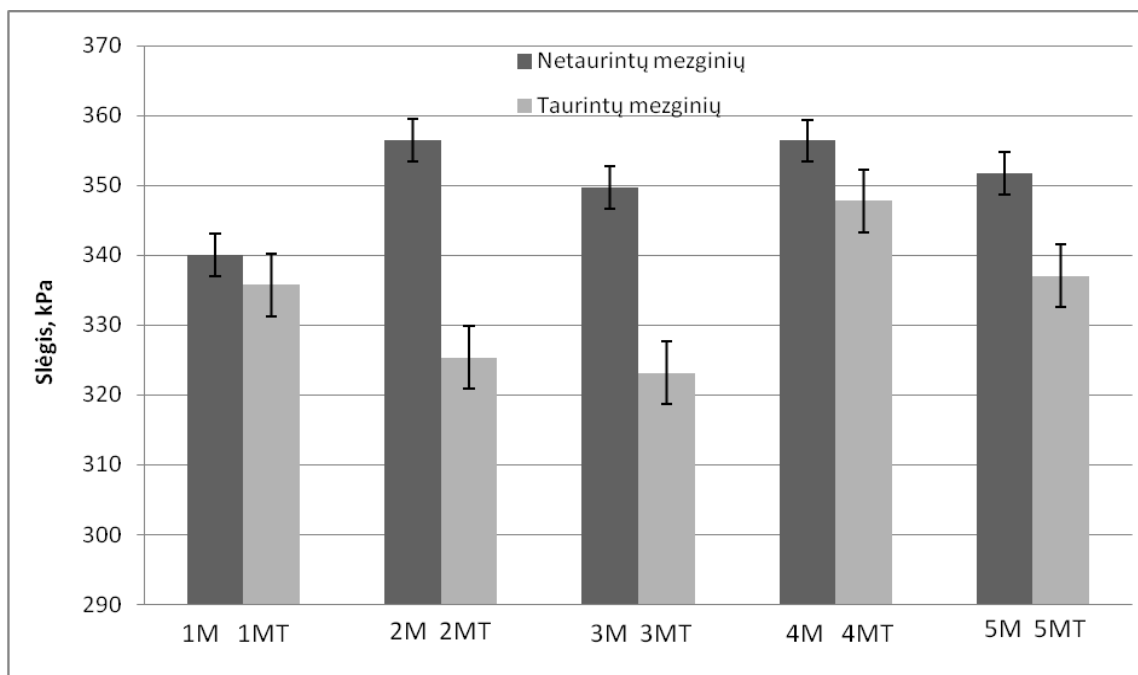
Analizuojant taurintų mezginių duobiamojo stiprio tyrimo rezultatus matome, kad visos rezultatų vertės svyruoja paklaidų ribose. Tai reiškia, kad apdailos metu vykstantys relaksaciniai procesai suvienodina mezginio struktūrą.

Lyginant tarpusavyje netaurintų ir taurintų mezginių duobimo gylį (4.5 pav.), matome, kad visų, išskyrus 1M partiją, rezultatų vertės prieš ir po taurinimo labai artimos. 1M partijos netaurintų mezginių duobimo gylis apie 12% didesnis nei taurintų, o 4M partijos netaurintų mezginių duobimo gylis apie 5% mažesnis nei taurintų.



4.5 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių duobiamasis gylis

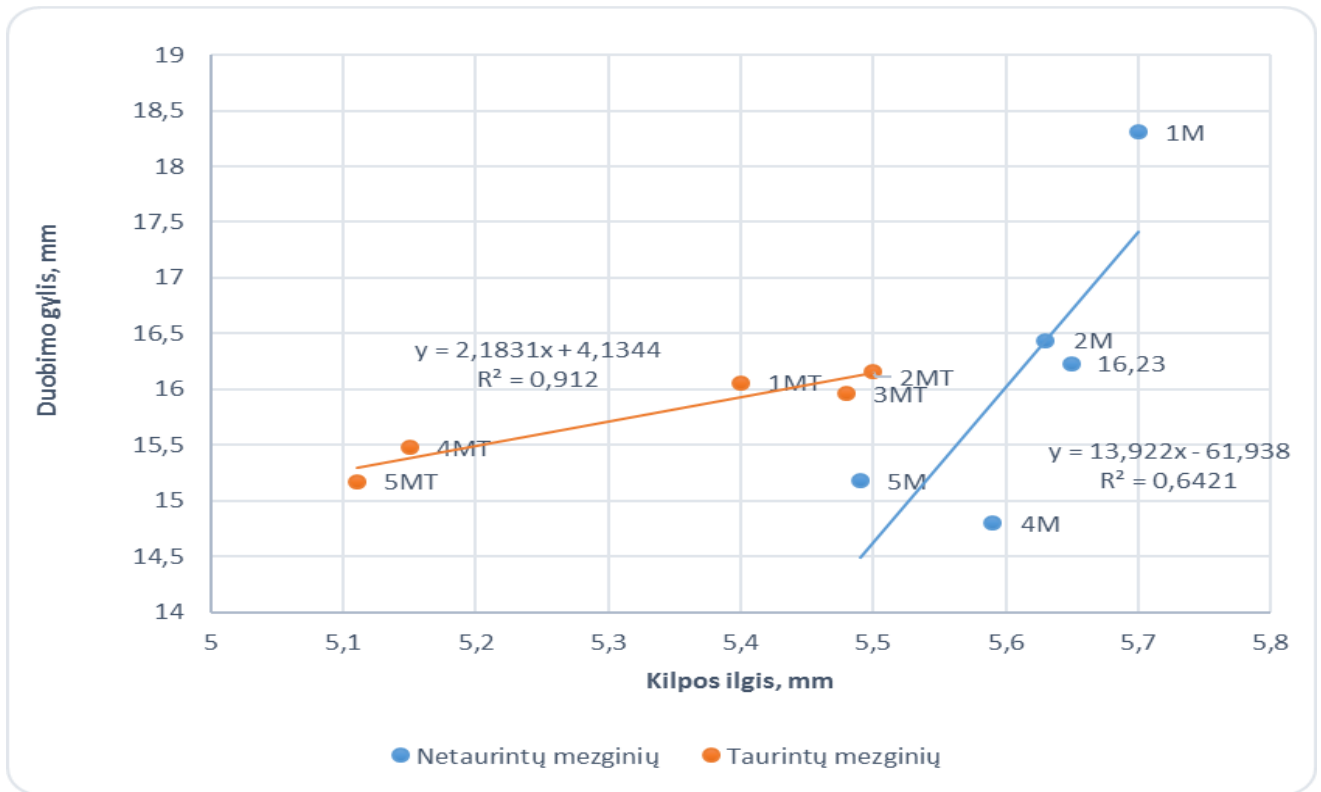
Tuo tarpu lyginant slėgio vertes (4.6 pav.), matome, kad duobimo slėgio vertės skiriasi labiau. Šiuo atveju visos netaurintų mezginių slėgio rezultatų vertės yra didesnės už taurintų mezginių. Galima spėti, kad apdailoje naudojamos minkštinančiosios medžiagos sumažina trintį kilpų sankirtos taškuose, dėl to mezginių kilpos duobimo metu lengviau persislenka viena kitos atžvilgiu.



4.6 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių duobiamasis stipris

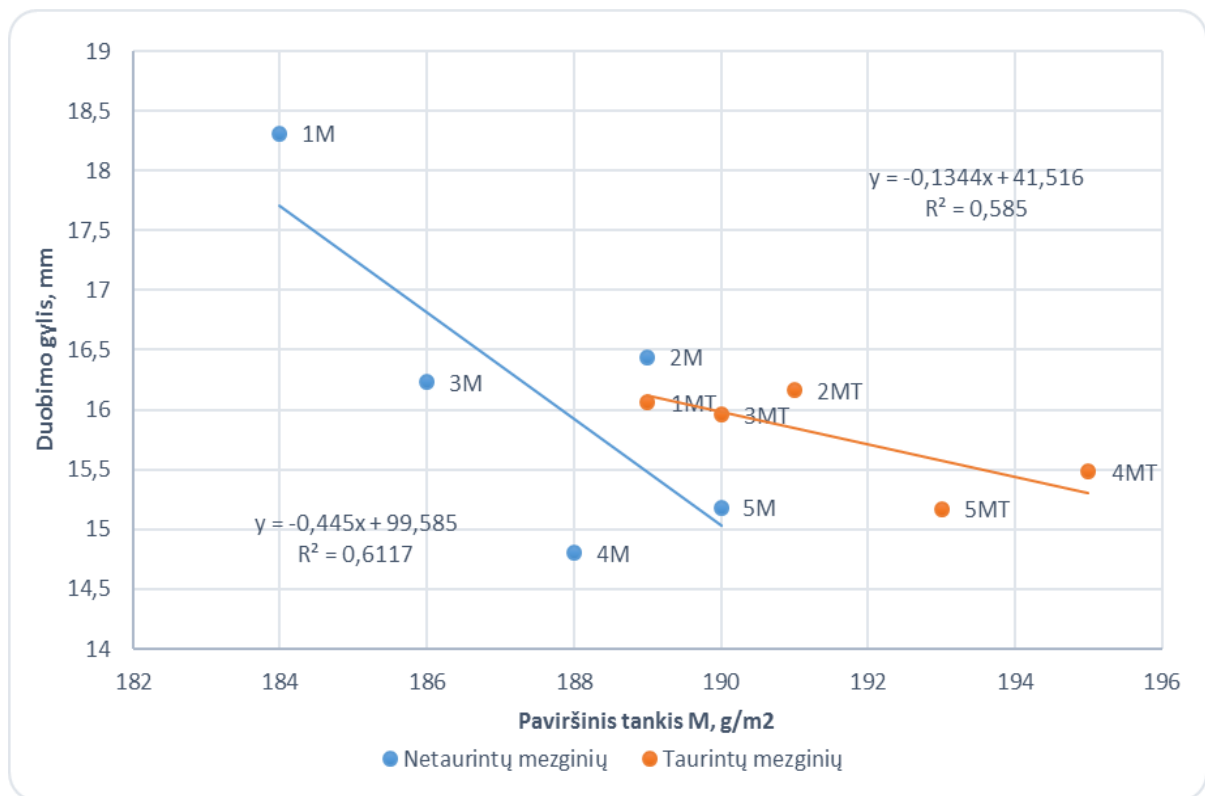
Atlikus mezginių duobimo charakteristikų tyrimą, galime teigti, kad mezginių taurinimas turi įtakos duobimo stipruminėms savybėms. Didžiausias mezginių duobimo gylio mažėjimas 12 % stebimas 1M partijoje, o 4M partijoje - 5% padidėjimas. Slėgio sumažėjimas po apdailos didžiausias 2M ir 3M partijose (atitinkamai 8,74 % ir 7,6 %).

Norint nustatyti kaip mezginių struktūriniai parametrai lemia mezginių duobimo savybes, buvo sudarytos eksperimento rezultatus aprašančios tiesinės lygtys – duobimo gylio priklausomybė nuo taurintų ir netaurintų mezginių kilpos ilgio (4.7 pav.) ir duobimo gylio priklausomybė nuo taurintų ir netaurintų mezginių paviršinio tankio (4.8 pav.)



4.7 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių kilpos ilgio l priklausomybė su duobimo gyliu

Gautas priklausomybės tendencijas rodantis apibrėžties koeficientai netaurintiems mezginiams - $R^2 = 0,6421$, ir aukštas apibrėžties koeficientas taurintiems mezginiams - $R^2 = 0,912$ mezginiams. Egzistuoja tendencija, kad didėjant kilpos ilgiui, mezginių duobimo gylis didėja taip pat. Vadinasi laisvesnės struktūros mezginiai pasižymės didesniu duobimo gyliu. Kaip matome iš paveikslo, taurintų mezginių ryšys tarp šių dviejų parametru yra žymiai stipresnis. Nors kilpos ilgiai didesni netaurintų mezginių, tačiau taurintų mezginių rezultatų kitimo sklaida mažesnė – apdailos metu relaksavusių mezginių struktūra vienodesnė, sumažėja silpnų vietų skaičius.



4.8 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių paviršinio tankio M priklausomybė su duobimo gyliu

Taigi, kaip ir minėjo savo darbuose [18, 7] literatūros šaltinių autoriai, mezginių struktūriniai parametrai turi didelės įtakos mezginių duobiamajam stipriui. Be to, galima papildyti, kad taurinimo operacijos taip pat turi įtakos mezginių duobimo savybėms. Taip pat ateities darbuose būtų įdomu pasižiūrėti, kaip keičiasi duobimo savybės po vienos ar net kelių skalbimo operacijų.

4.5 Mezginių santraukos skalbiant tyrimas

Netaurintų mezginių santraukoms skalbiant nustatyti buvo atliktas tyrimas pagal 3.3.5 skyriuje aprašytą metodiką. 4.9 lentelėje pateikiami tyrimo rezultatai. Šis tyrimas buvo atliktas, siekiant nustatyti, kokią įtaką mezginių traukumui turi anksčiau atliktų tyrimų rezultatai.

4.9 lentelė. Netaurintų mezginių santraukos skalbiant tyrimo rodikliai.

Bandinio žymėjimas	Matmenų pokytis išilgine kryptimi, %	Faktinės santraukos ribos mm, (min – max)	Variacijos koeficientas, %	Matmenų pokytis skersine kryptimi, %	Faktinės santraukos ribos mm, (min – max)	Variacijos koeficientas, %
Partija 1M	0	500 – 500	0	-10,2	435– 455	2,33
Partija 2M	-3,2	480 – 485	0,6	-7,2	445 – 480	4,70
Partija 3M	- 2,2	480 – 500	2,37	-8,2	440 – 470	3,77
Partija 4M	-2,8	480 – 490	1,19	-8,2	445 – 470	2,91
Partija 5M	-2,8	480 – 490	1,19	-5,2	455 – 490	3,72

Iš 4.9 ir 4.10 lentelėse pateiktų duomenų matyti, kad po skalbimo visi meginiai susitraukė tiek išilgine, tiek skersine kryptimi. Nors [29 – 2] literatūros šaltinių autoriai minėjo, kad po skalbimo meginys labiau sutrumpėja išilgine kryptimi, tačiau iš rezultatų akivaizdžiai matyti, kad skersine kryptimi matmenų pokytis didesnis nei išilgine kryptimi. Šis pokytis svyruoja 1,5 – 4 karto netaurintiems meginiams ir 1,7 – 7 karto taurintiems meginiams. Išilginė mezginių (netaurintų) santrauka praktiškai neviršija leistinos ± 3 % ribos. Tokio dydžio santraukos vartotojas nepastebi. Tačiau skersine kryptimi mezginių santrauka po skalbimo yra reikšminga, tai yra nuo 5,2 % iki net 10,2 %. Kaip matyti iš netaurintų mezginių santraukos skalbiant tyrimo rodiklių, didžiausiu matmenų pokyčiu skersine kryptimi pasižymėjo 1M partijos meginiai. Jų struktūra taip pat lengviausia pasidavė ir duobimui.

Tuo tarpu taurintų mezginių santraukos skalbiant tyrimo rodikliai (žr. 4.10 lentelę) parodė, kad partijos 1MT bandiniai pasižymėjo mažiausiu matmenų pokyčiu skersine kryptimi. Ši grupė pasižymėjo ir mažiausiu variacijos koeficientu ir absoliutine paklaida, nes abiejų matmenų pokyčių faktinės santraukos ribos visuose matavimuose buvo tokios pačios. Tačiau taurintų 1MT mezginių matmenų pokytis išilgine kryptimi buvo didžiausias. Kadangi partijos 1M meginiai pasižymėjo didžiausiu kilpos ilgiu l , meginys gaunamas laisvesnės struktūros, todėl jį labiau

galima deformuoti. Taurintų mezginių matmenų pokytis po skalbimo išliko neleistinai didelis, tačiau santraukos vertės išsidėstė kitokia tvarka, t.y. apdailos metu mezginiams nebuvo sudarytos palankios sąlygos relaksuoti, o jų struktūra patyrė papildomų deformacijų, kurių relaksacija skalbimo ir džiovavimo metu sukėlė matmenų pokyčius.

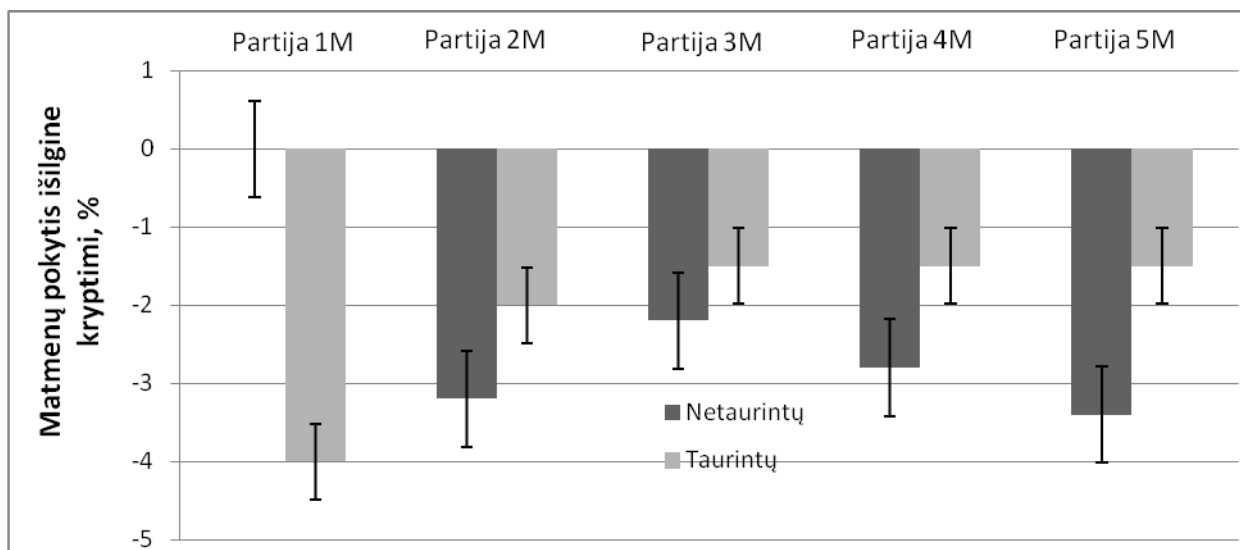
4.10 lentelė. Taurintų mezginių santraukos skalbiant tyrimo rodikliai.

Bandinio žymėjimas	Matmenų pokytis išilgine kryptimi, %	Faktinės santraukos ribos (min – max), mm	Variacijos koeficientas, %	Matmenų pokytis skersine kryptimi, %	Faktinės santraukos ribos (min – max), mm	Variacijos koeficientas, %
Partija 1MT	-4	480 - 480	0	-7	465 – 465	0
Partija 2MT	-2	490 - 490	0	-7,5	460 – 465	0,63
Partija 3MT	-1,5	490 - 495	0,58	-10,5	445 – 450	0,64
Partija 4MT	-1,5	490 - 495	0,58	-10	450 – 450	0
Partija 5MT	-1,5	490 - 495	0,58	-7,5	460 – 465	0,63

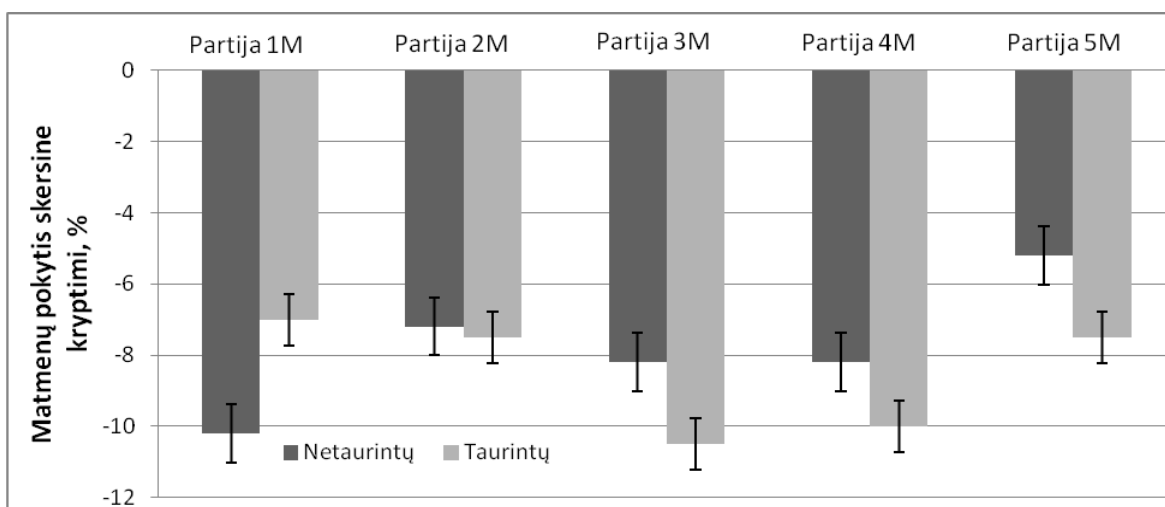
Nors taurinimo metu mezginys buvo apdorojamas vandeniu ir šiluma, tačiau matome, kad po skalbimo jo matmenų pokyčiai yra pakankamai dideli, nors ir mažesni nei netaurintų mezginių. Vadinasi, galėtume daryti išvadą, kad taurinimas didelės įtakos mezginio mažesniai susitraukimo pokyčiui neturėjo. Kadangi išilgine kryptimi matmenys kito leistinose ribose, o skersine kryptimi smarkiai traukėsi, vadinasi apdailos metu mezginys patyrė perteklines deformacijas. Vadinasi, nebuvo sudarytos sąlygos pilnai mezginių relaksacijai.

Tačiau analizuojant rezultatų variacijos koeficientus ir absoliutines paklaidas matome, kad taurintų mezginių rezultatų absoliutinės paklaidos ir variacijos koeficientai gauti žymiai mažesni nei netaurintų, kai kuriais atvejais net iki 8 kartų mažesni. Faktinės santraukos ribos labai mažos. Nors ir taurintuose mezginiuose matmenų pokytis yra didelis, tačiau rezultatų sklaida matavimuose yra vienodesnė. Vadinasi, galėtume teigti, kad taurinimas suteikia vienodumo visų partijų rezultatuose, kad ir kokie svyravimai būtų pradedant vilnos pluošto storio,

verpalų ilginio tankio ir baigiant mezginių sandaros rodikliais. Mezginiai numegzti iš skirtingų partijų verpalų pasižymės panašiomis vartojamosiomis savybėmis.



4.9 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių matmenų pokytis išilgine kryptimi



4. 10 pav. Netaurintų ir taurintų mezginių matmenų pokytis skersine kryptimi

Lyginant netaurintų ir taurintų mezginio matmenų pokytį išilgine kryptimi pagal 4.9 pav., matome, kad netaurintų mezginių matmenų pokytis yra 1,5 – 2 karto didesnis, išskyrus partija 1M. Tuo tarpu matmenų pokytis skersine kryptimi (4.10 pav.) yra 0,7 – 1,5 karto didesnis taurintų mezginių, išskyrus ir vėl partiją 1M. Nors pokytis ir nedidelis, tačiau čia netaurinti mezginiai susitraukė labiau nei taurinti.

5. IŠVADOS

1. Skirtingų partijų merino vilnos plaukelių vidutinis skersmuo gautas nuo 18,1 μm iki 19,1 μm , tai yra nuo tiekėjo deklaruojamo skersmens skyrėsi iki 2,1 %. Galima daryti prielaidą, kad tokie plaukelio skersmens svyravimai neturi įtakos verpalų charakteristikoms.
2. Išmatavus iš skirtingų partijų merino vilnos suverptų verpalų ilginio tankio ir sukrio atitiktį vardinėms vertėms gauta, kad, nors verpalų faktinis vidutinis ilginis tankis ir sukris artimas vardiniam, tačiau kinta labai nevienodose ribose: ilginio tankio vertės svyruoja nuo 0,8 tex (trečios partijos verpalai) iki 3,4 tex (pirmos partijos verpalai), o sukrio vertės – nuo 37 m^{-1} (trečios partijos verpalai) iki 80 m^{-1} (penktos partijos verpalai).
3. Nustatyta, kad didžiausia trūkimo jėga yra didžiausio sukrio verpalų, tačiau didžiausi sukrio nevienodumai verpale sąlygojo ir didžiausius trūkimo jėgos bei ištisos verčių svyravimus. Didelė bandinių trūkimo charakteristikų sklaida rodo, kad verpalų sukrio svyravimai labai plačiose ribose (682-762 m^{-1}) turi įtakos ir verpalų stipruminių charakteristikų vienodumui.
4. Nustatyta, kad tirtų vilnionių verpalų trūkimo jėgos vertės nekoreliuoja su trūkimo ištisos vertėmis, tačiau mažiausia (14,8 %) trūkimo ištisa pasižymėjo tie verpalai, kurių ilginio tankio variacija buvo mažiausia (1,58 %), o didžiausia (20,99 %) trūkimo ištisa gauta verpalų, kurių ilginio tankio variacija didžiausia (8,28 %).
5. Mezginių, numegztų iš mažiausios trūkimo ištisos ir vienodžiausio ilginio tankio verpalų, kilpų tankumas gautas didžiausias, o tai nulėmė šių mezginių mažiausią kilpos ilgį ir didžiausią paviršinį tankį.
6. Nustatyta, kad duobiamasis gylis tiesiogiai proporcingas kilpos ilgiui ir atvirkščiai proporcingas paviršiniam tankiui. Po apdailos duobiamąjį stiprio vertės sumažėja iki 8,7 %, tačiau duobiamąjį stiprio vertės, lyginant skirtingų partijų mezginius, suvienodėja, nes apdailos metu sudaromos sąlygos mezginiui relaksuoti, taigi mezginių struktūra, o taip pat ir savybės po apdailos suvienodėja.
7. Didesnio kilpos ilgio ir mažesnio kilpų tankumo mezginių (1 partijos) santrauka skalbiant gauta didžiausia. Tiek taurinti, tiek netaurinti mezginiai po skalbimo susitraukė skersine kryptimi ženkliai – iki ~10%, o išilgine kryptimi – leistinosiose ribose, t.y. iki ~3% (išskyrus 1 partijos taurintą mezginį, kurio išilginė santrauka gauta -4%).
8. Taigi, nustatyta, kad verpalų savybės nulemia mezginių struktūrą bei savybes, kadangi mezginių, numegztų iš didžiausios ištisos merino vilnos verpalų, kilpų tankumas yra

mažiausias, kilpos ilgis didžiausias, duobiamasis gylis bei santrauka skalbiant taip pat didžiausi. Apdailos procesų metu mezginio struktūra relaksuoja, todėl skirtumai tarp atskirų mezginių partijų duobiamosios stiprio charakteristikų ir santraukos skalbiant verčių sumažėja.

LITERATŪROS SĄRAŠAS:

1. Abramavičiūtė, J., Mikučionienė, D., Čiukas, R. Structure Properties of Knits from Natural Yarns and their Combination with Elastane and Polyamide Threads. *ISSN 1392–1320 MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA)*, 2011, Vol. 17, No. 1, p. 43 – 46.
2. Anand, S.C.; *et.al.* Effect of laundering on the dimensional stability and distortion of knitted fabrics. *AUTEX Research Journal*, 2002, Vol. 2, No. 2, p. 85-100.
3. Awtawooltesting. Internetinė prieiga:
http://www.awtawooltesting.com.au/index.php/en/component/edocman/laserscan-technology-brochure/edocman_sef_document_download [žiūrėta 2015.04.19].
4. BS 5441:1998 kilpos ilgis
5. Csiropedia. Internetinė prieiga: <http://www.csiropedia.csiro.au/display/CSIROPedia/Objective> [žiūrėta 2015.04.19].
6. Čiukas, R.; Mikučionienė, D. Specialios paskirties mezginių technologija. Mokomoji knyga. VŠĮ Šiaulių universiteto leidykla, 2007. 192 p.
7. Emirhanova, N., Kavuşturhan Y., Effects of Knit Structure on the Dimensional and Physical Properties of Winter Outerwear Knitted Fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2008, Vol. 16, No. 2 (67), p. 69-74.
8. EN ISO 13938 – 2 : 1999 duobiamasis stipris.
9. Internetinė prieiga: <http://www.docstoc.com/docs/94183232/CHARACTERISTICS-OF-WOOL> [žiūrėta 2015.05.03]
10. Internetinė prieiga: <http://www.iwto.org> [žiūrėta 2015.05.01]
11. Internetinė prieiga: <http://www.uster.com/en/service/uster-statistics/> [žiūrėta 2015.05.01]
12. ISO 139:2002 kondicines sąlygos.
13. ISO 3759: 2011 mezginio santrauka skalbiant.
14. ITEC Innovation Internetinė prieiga:
<http://www.itecinnovation.com/productDetails.php?id=52> [žiūrėta 2015.04.19].
15. Jane Speijers, John H Stanton, Geoffrey RS Naylor, Padmaja Ramakutty, David Tester. *Textile Research Journal*, 2015, 85 (11), p. 1167 – 1180.
16. Kay Sue Lee, Attila E. Pavlath. Low temperature plasma treatment of wool. II. Effects of variables on shrinkage and yarns strength. *Journal of polymer chemistry edition*. Vol. 12, Issue 9, September 1974, p. 2087-2090.

17. Kane, C.D.; Patil, U.J.; Sudhakar, P. Studies on the influence of knit structure and stitch length on ring and compact yarn single jersey fabric properties. *Textile Research Journal*, 2007, Vol. 77, No. 8, p. 572-582.
18. Kavuşturun Y., The Effects of Some Knit Structures on the Fabric Properties in Acrylic Weft Knitted Outerwear Fabrics, *Tekstil Maraton*, 2002, p. 40-46.
19. Knitting international, November 2012, p.20.
20. Knitting international, October 2008, p. 19.
21. Knitting international, October 2012, p.19.
22. LST EN 12127:1999. Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Paviršinio tankio nustatymas naudojant mažus bandinius. 1999.
23. LST EN 14971:2006 Textiles – Knitted fabrics – Determination of number of stitches per unit length and unit area. 2006.
24. LST EN ISO 2060 ilginis tankis.
25. LST EN ISO 2061 verpalų sukris.
26. Mackay, C.; *et.al.* Effects of laundering on the sensory and mechanical properties of 1x1 rib knitwear fabrics. *Textile Research Journal*, 1999, Vol. 69, No. 4, p. 252-260.
27. Marmarali, A.B. Dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics. *Textile Research Journal*, 2003, Vol. 73, No. 1, p. 11-14.
28. Matukonis, A., Palaima, J., Vitkauskas, A. Tekstilės medžiagotyra. Vilnius, 1989.
29. Mikučionienė, D.; Laureckienė, G. The influence of drying conditions on dimensional stability of cotton weft knitted fabrics. *Materials Science*, 2009, Vol 15, No. 1, p. 64-68.
30. Mikučionienė, Daiva; Arbataitis, Edgaras. Comparative analysis of the influence of bamboo and other cellulose fibres on selected structural parameters and physical properties of knitted fabrics // *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. Lodz : Institute of Chemical Fibres. ISSN 1230-3666. 2013, Vol. 21, no. 3(99), p. 76-80.
31. Milašius, R. Tekstilės eksperimento teorija ir praktika, Mokomoji knyga, Technologija, Kaunas 2011, p. 16 – 18.
32. Nagwa Ali Abou Nassif, A Study of the Effects of Machine Gauge and Some Knit Structures on the Physical Properties of Weft Knitted Fabrics, *Journal of Applied Sciences Research*, 2013, No. 9(11), p. 5643-5649.
33. Oinuma, R. Effect of stitch length on some properties of cotton 1x1 rib knitted fabrics. *The Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 1990, Vol. 36, No. 3, p. 91-95.

34. Outersports. Internetinė prieiga: <http://www.outersports.com/blog/merino-wool-the-standard-for-comfort-and-warmth/> [žiūrėta 2016.04.20]
35. Petruolytė, S. Tekstilės technologijų pagrindai ir dizainas. Mokomoji knyga. Kaunas, Technologija, 2012, p.37.
36. Pietaris, K. Verpalų gamybos procesai. Kaunas, Technologija, 1998.
37. Prakash. C. and Koushik, C. V. Effect of loop length on the dimensional properties of silk and model union knitted fabric. *Indian Journal of Science and Technology*, 2010, Vol.3, No.7, p. 752 – 754.
38. SDL Atlas. Textile testing solutions. Internetinė prieiga: <http://www.sdlatlas.com/product/123/Autoburst> [žiūrėta 2015.04.20]
39. Simpson, W. S., G. H. Crawshaw. Wool: science and technology. Corporate Blvd, NW Boca Raton FL 33431, USA, 2000, p. 2, 6.
40. Spinderellas. Internetinė prieiga: <http://www.spinderellas.com/moreaboutwool.html> [žiūrėta 2015.05.03]
41. Šiltas siūlas. Internetinė prieiga: <http://siltassiulas.com/apie-pluostus/vilna/> [žiūrėta 2015.05.03]
42. Texlabs. Internetinė prieiga: <https://www.tx.ncsu.edu/texlabs/equipment-detail.cfm> [žiūrėta 2015.04.19]
43. Treigienė, R. Mezgimo teorijos pagrindai, Paskaitų kompleksas, Mokomoji knyga, Technologija, Kaunas 2011, p. 10.
44. Tvarijonavičienė, B. Mezginių sandara ir analizė. Mokomoji knyga. Kaunas, Tecnologija, 2003.
45. Woolmark. Internetinė prieiga: <http://www.woolmark.com/total-easy-care> [žiūrėta 2015.03.10].