



Kauno technologijos universitetas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Kojinaičių sandaros įtakos vartojamosioms
savybėms tyrimas**

Baigiamasis magistro projektas

Rugilė Gavrilčikienė

Projekto autorė

Lekt. Ginta Laureckienė

Vadovė

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Kojinaičių sandaros įtakos vartojamosioms savybėms tyrimas

Baigiamasis magistro projektas
Tekstilės inžinerija ir apdaila (6211FX007)

Rugilė Gavriličikienė

Projekto autorė

Lekt. Ginta Laureckienė

Vadovė

Prof. Daiva Mikučionienė

Recenzentė

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Rugilė Gavrilčikienė

Kojinaičių sandaros įtakos vartojamosioms savybėms tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Rugilės Gavrilčikienės, baigiamasis projektas tema „Kojinaičių sandaros įtakos vartojamosioms savybėms tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir 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.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Studijų programa: 6211FX007 Tekstilės inžinerija ir apdaila

MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studentei

Rugilei Gavrilčikienei

(Vardas, Pavardė)

1. Baigiamojo Projekto tema –

Kojinaičių sandaros įtakos vatomajoms savybėms tyrimas

(Lietuvių kalba)

Investigation of Influence of Socks Structure on End-Use Properties

(Anglų kalba)

2. Darbo tikslas ir uždaviniai –

Darbo tikslas – ištirti skirtingos pluoštinės sudėties ir struktūros įtaką kojinaičių vartojamosioms savybėms.

Darbo uždaviniai:

1. Suprojektuoti ir pagaminti skirtingos pluoštinės sudėties kojinaites.
2. Apskaičiuoti pagrindinius mezginių sandaros rodiklius.
3. Nustatyti pluoštinės sudėties įtaką megztų medžiagų atsparumui dilinimui.
4. Nustatyti pluoštinės sudėties ir struktūros įtaką megztų medžiagų laidumui orui.
5. Įvertinti mezginių paviršiaus pasikeitimą po atsparumo dilinimui bandymo.

Studentas

Rugilė Gavrilčikienė

(Vardas, Pavardė)

(Parašas)

2020-04-07

(Data)

Baigiamojo
projekto vadovas

Ginta Laureckienė

(Vardas, Pavardė)

(Parašas)

2020-04-06

(Data)

Gavrilčikienė, Rugilė. Kojinaičių sandaros įtakos vartojamosioms savybėms tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė lekt. dr. Ginta Laureckienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Polimerų ir tekstilės technologijos (F02), Technologijų mokslai (F)

Reikšminiai žodžiai: mezginys, atsparumas dilinimui, laidumas orui, kojinaitės.

Kaunas, 2020. 60 p.

Santrauka

Kojinių gaminiams keliami pagrindiniai reikalavimai – patogumas, ilgaamžiškumas ir gera išvaizda visame dėvėjimo laikotarpyje. Šiuo metu rinkoje vartotojams siūlomas platus įvairių žaliavų kojinių gaminių asortimentas. Tenkinant vartotojų poreikius, stengiamasi kojinių gamybai pasiūlyti geriausius siūlų pluoštinės sudėties variantus.

Šio darbo tikslas yra ištirti skirtingos pluoštinės sudėties ir sandaros įtaką kojinaičių vartojamosioms savybėms.

Tyrimams suprojektuotos kojinaitės, numegztos lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu iš skirtingos pluoštinės sudėties verpalų 14E klasės kojinių automatu „Sangiaco 6 Cus“ (Italija). Vartojamųjų savybių nustatymui buvo numegzti septyni kojinaičių variantai iš bambuko viskozės, vilnos, organinės medvilnės, medvilnės, poliamido, poliamido ir poliesterio “Thermolite” siūlų derinio bei medvilnės ir metalizuoto siūlo derinio.

Tyrimo metu buvo išmatuoti pagrindiniai mezginių sandaros rodikliai: kilpos ilgis, vertikalusis ir horizontalusis tankumai, apskaičiuotas kilpos žingsnis ir kilpų eilutės aukštis, mezginių paviršinis tankis, dengiamumo koeficientas, mezginio storis. Nustatyta pluoštinės sudėties ir sandaros įtaka megztų medžiagų atsparumui dilinimui ir laidumui orui. Įvertintas mezginių paviršiaus pokytis po atsparumo dilinimui nustatymo. Visiems atliktiems tyrimams apskaičiuoti statistiniai rodikliai.

Gauti rezultatai parodė, kad mezginių pluoštinė sudėtis ir sandaros rodikliai turi įtakos atsparumui dilinimui ir laidumui orui. Nustatyta, kad didinant dilinimo sūkių skaičių, megztų medžiagų masės nuostoliai taip pat didėja. Mažiausi masės nuostoliai po atsparumo dilinimui, esant 50 000 dilinimo sūkių poveikiui, nustatyti kojinaitėms iš poliamido ir poliesterio “Thermolite” siūlų derinio. Taip pat nustatyta, kad mezginiai iš natūralių pluoštų pasižymi didžiausiu laidumu orui, o mažiausiu – mezginiai iš sintetinių pluoštų. Kilpos ilgis, paviršinis tankis ir pluoštinė sudėtis turi įtakos mezginio laidumui orui – didėjant kilpos ilgiui ir mažėjant mezginio paviršiniam tankiui, mezginio laidumas orui didėja. Tyrimo metu nustatyta, kad didėjant dilinimo sūkių skaičiui, laidumas orui mažėja. Didžiausiu laidumu orui po 50 000 dilinimo sūkių pasižymi mezginiai iš medvilninių ir metalizuotų siūlų, mažiausiu – medvilniniai mezginiai. Atlikus tyrimus gauta, kad mezginių, numegztų iš poliamido ir poliesterio “Thermolite” siūlų derinio, paviršiaus pokytis po 50 000 dilinimo sūkių buvo nežymus ir penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje įvertintas 5 – 4 balais.

Gavrilčikienė, Rugilė. Investigation of Influence of Socks Structure on End-Use Properties. Master's Final Degree Project / supervisor lect. Ginta Laureckienė; Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Polymer and Textile Technologies (F02), Technological Sciences (F).

Keywords: knit, abrasion resistance, air permeability, socks.

Kaunas, 2020. p. 60

Summary

Main requirements for sock products are comfort, longevity, and good looking exterior during the entire wear period. A wide range of different raw sock products is currently offered to consumers in the market. In order to meet the needs of consumers, efforts are made to offer the best variants of fiber composition in the production of socks.

The research aims to investigate the influence of different fiber compositions and structures on the wear products of socks.

The socks designed for the research were knitted in a plain layered weave of yarns of different fibrous compositions, using the 14E class sock machine “Sangiaco 6 Cus” (Italy). In order to determine the consumable properties, seven variations of socks were knitted using bamboo viscose, wool, organic cotton, cotton, polyamide, combination of polyamide and polyester “Thermolite” yarn, and a combination of cotton and metallized yarn.

The main indicators of knit structure, such as loop length and vertical and horizontal densities were measured during the research; loop step and row height, knit surface density, coverage factor, and knit thickness were calculated. The influence of fiber composition and structure on the abrasion resistance and air permeability of knitted materials. The change of the surface of the knits after the determination of abrasion resistance was evaluated. Statistical calculations were performed for all parts of the research.

The results of the research showed that the fibrous composition and structure characteristics of knits affect abrasion resistance and air permeability. It was found that increasing the abrasion speed also increases the mass loss of knitted fabrics. The lowest mass loss after the abrasion resistance at 50.000 revolutions was found for socks made of a polyamide and polyester “Thermolite” yarn combination. It was also determined, that the knits made from natural fibers have the highest air permeability, while the knits made from synthetic fibers have the lowest. Loop length, surface density, and fiber composition affect the air permeability of a knit – as the loop length increases and the loop surface density decreases, the air permeability increases. The research showed that the air permeability decreases with increasing abrasion speed. At the effect of 50.000 abrasion revolutions, knitwear made of cotton and metallized yarn had the highest air permeability, while cotton knitwear had the lowest. The surface change of knits made of the polyamide and polyester “Thermolite” yarn combination after 50 000 abrasion revolutions was insignificant, and, on a five-point surface change scale, was rated 5-4 points.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Literatūros apžvalga.....	13
1.1. Kojinių gaminių istorija ir raida	13
1.2. Kojinių gaminių asortimentas.....	13
1.3. Kojinių gamybai naudojami pluoštai ir jų savybės	15
1.4. Mezginių sandaros įtaka fizikinėms savybėms	19
1.5. Mezginių vartojamųjų savybių tyrimas	20
1.5.1. Mezginių atsparumo dilinimui apžvalga.....	20
1.5.2. Mezginių laidumo orui apžvalga	24
1.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas	28
2. Tyrimo objektas.....	29
3. Metodologinė dalis.....	31
3.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymo metodika.....	31
3.1.1. Kilpos ilgio nustatymas.....	31
3.1.2. Dengiamumo koeficiento apskaičiavimas	31
3.1.3. Mezginio tankumo nustatymo metodika.....	31
3.1.4. Mezginio paviršinio tankio nustatymo metodika.....	32
3.1.5. Mezginio storio nustatymo metodika.....	32
3.2. Kojinių gaminių vartojamųjų savybių nustatymas	33
3.2.1. Mezginių atsparumo dilinimui nustatymo metodika	33
3.2.2. Mezginių laidumo orui nustatymo metodika	35
3.2.3. Mezginių paviršiaus pokyčio nustatymo metodika	36
3.3. Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika	37
4. Tyrimo rezultatai.....	39
4.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymas	39
4.2. Mezginių atsparumo dilinimui tyrimas	40
4.3. Mezginių laidumo orui tyrimas	44
4.4. Mezginių paviršiaus pokyčio nustatymo tyrimas	49
Išvados	56
Literatūros sąrašas	57
Priedai.....	61
1 priedas. Tyrimų rezultatų publikavimas	61

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Skirtingos žaliavos mezginių laidumas orui	26
2 lentelė. Skirtingos pluoštinės sudėties mezginių laidumas orui	27
3 lentelė. Bandinių pluoštinė sudėtis ir siūlų ilginis tankis	29
4 lentelė. Masės nuostolio bandymo intervalai	34
5 lentelė. Apžiūrimasis įvertinimas	36
5 lentelė. Bandinių sandaros rodikliai	39
7 lentelė. Masės nuostoliai po mezginių atsparumo dilinimui tyrimo	41
8 lentelė. Merginių storis prieš ir po atsparumo dilinimui bandymo	44
9 lentelė. Merginių laidumo orui tyrimo rezultatai	44
10 lentelė. Laidumo orui rezultatai po dilinimo	47
11 lentelė. Išvaizdos pokyčių vertinimo rezultatai	50
12 lentelė. Skirtingos pluoštinės sudėties mezginių vaizdų analizė po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	52

Paveikslų sąrašas

1 pav. Pirmasis kojinių gaminyš.....	13
2 pav. Kojinių gaminiai pagal ilgį	15
3 pav. Medvilnės pluošto SEM nuotrauka.....	16
4 pav. Vilnos pluošto SEM nuotrauka.....	16
5 pav. Bambuko viskozės pluoštas	17
6 pav. „Thermolite“ siūlų struktūra ir veikimas	18
7 pav. Kojinės iš metalizuoto siūlo.....	19
7 pav. Dažytų mezginių atsparumas dilinimui	22
8 pav. Medvilninių ir mišrių medvilninių verpalų atsparumas dilinimui	23
9 pav. Poliamidinių ir jų mišinių verpalų įtaka kojinių atsparumui dilinimui.....	23
10 pav. Mezginių pynimai	24
11 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo mezginio storio.....	25
12 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo paviršiaus akytumo.....	25
13 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo paviršinio tankio.....	27
15 pav. Skaitmeninis storio matavimo prietaisas DPT 60	32
16 pav. Martindale'o dilinimo prietaisas	33
17 pav. Svarstyklės „KERN EW 150-3M“	34
18 pav. L14DR laidumo orui matavimo prietaisas	35
19 pav. Mezginio paviršiaus vizualinis vertinimas.....	36
20 pav. Mezginių masės priklausomybė nuo sūkių skaičiaus	40
21 pav. Mezginių masė prieš dilinimo bandymą ir po 50 000 abrazyvo sūkių poveikio	40
22 pav. Mezginių masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus	42
23 pav. Tiriamųjų mezginių paviršinis tankis.....	43
24 pav. Tiriamųjų mezginių storis prieš ir po atsparumo dilinimui tyrimo	43
25 pav. Mezginių pluoštinės sudėties ir kilpos ilgio įtaka mezginių laidumui orui	45
26 pav. Mezginių pluoštinės sudėties ir paviršinio tankio įtaka mezginių laidumui orui.....	45
27 pav. Mezginių pluoštinės sudėties ir dengiamumo koeficiento įtaka mezginių laidumui orui.....	46
28 pav. Korealiacija tarp laidumo orui ir mezginių pluoštinės sudėties.....	47
29 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo dilinimo sūkių skaičiaus.....	48
30 pav. Mezginių pluoštinės sudėties ir mezginio storio įtaka laidumui orui esant 50 000 abrazyvo sūkių dilinimo poveikiui.....	49

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

BV – bambuko viskozės pluoštas;

V – vilnos pluoštas;

OM – organinės medvilnės pluoštas;

M – medvilnės pluoštas;

PA – poliamidinis pluoštas;

PT – poliamidinio ir poliesterinio pluoštų derinys;

MM – medvilnės ir metalizuoto siūlo derinys.

Įvadas

Tekstilės medžiagos ir gaminiai kasdieniniame žmogaus gyvenime vaidina svarbų vaidmenį. Tekstilės gaminiams, atsižvelgiant į jų paskirtį, keliami vis aukštesni funkcinių savybių bei komforto reikalavimai. Kojinių kokybė ir dėvėjimo laikas – svarbus gamybos planavimo rodiklis. Kita labai aktuali kojinių gaminių savybė yra jų higieniškumas, kurią didele dalimi lemia naudojama žaliava.

Kojinių gaminių dėvėjime svarbu ilgamažiškumas, gera išvaizda ir patogumas. Vis daugiau gaminių gaminama iš įvairių, skirtingos kilmės pluoštų, todėl reikia žinoti, kuris pluoštas užtikrins reikiamas savybes. Kojinių išvaizdos pokyčio ir masės nuostolių po atsparumo dilinimui tyrimo rezultatų analizė leidžia parinkti pluoštus, labiausiai tinkančius kojinių gamybai, kurie užtikrins keliamus reikalavimus dėvint gaminius.

Tekstilės medžiagų dilimas vyksta nuo jų vartojimo pradžios, juos dėvint, skalbiant. Atliekant medžiagų atsparumo dilinimui tyrimą, pirmiausia pasikeičia medžiagos paviršius, vėliau ir vidinė medžiagos sandara. Dilinimo metu tekstilės gaminyje praranda formą, pluošto plaukeliai ištraukiami, iš jų formuojasi pumpurėliai, kurie, tęsiant procesą, pašalinami nuo paviršiaus. Mezginys praranda savo masę, pasikeičia tankumas, eksploatacinės savybės bei išvaizda. Atsparumas dilinimui labai priklauso nuo gaminio žaliavos, mezginio pynimo ir sandaros.

Dėvint drabužį, tame tarpe ir kojines, kiekvienas žmogus nori, kad jis būtų patogus, lengvai priglustų prie kūno, nevaržytų judesių, o kojinių kraštelis nespaustų kojos. Todėl labai svarbi tekstilės gaminių galimybė „kvėpuoti“, tai yra, praleisti orą ir prakaito garus. Ši savybė leidžia dėvinčiajam gerai jaustis, neperkaisti. Lyginant austas medžiagas su mezgtomis, laidesnė orui bus mezgta medžiaga, kadangi jos struktūra sudaryta iš kilpų. Kilpinėje sistemoje susidaro daugiau oro tarpų, ko pasekoje oras lengviau praeina per kilpose susidarančias poras.

Apjungti mezginių atsparumo dilinimui ir laidumo orui bandymus yra aktualu, kadangi tiek laidumas orui, tiek atsparumas dilinimui dėvint drabužius ir kojines yra labai svarbi problema.

Nors atskirai atsparumas dilinimui ir laidumas orui yra pakankamai plačiai ištirti, tačiau šiame darbe kompleksiskai tiriama skirtingos pluoštinės sudėties mezginių dilinimo proceso įtaka laidumui orui. Taip pat vizualiai pateikiamas mezginių paviršiaus pokytis po atsparumo dilinimui tyrimo, nes tai labai svarbi informacija vartotojui.

Dėl visų išvardintų priežasčių, tyrimui pasirinkti skirtingos kilmės pluoštai: natūralūs (vilna, medvilnė, organinė medvilnė), dirbtiniai (bambuko viskozė) ir sintetiniai (poliamidas, poliesteris ir metalizuotas siūlas). Sintetiniuose mezginių deriniuose panaudoti nauji siūlai – poliesteriniai „Thermolite“ ir metalizuoti siūlai, kurių atsparumo dilinimui ir laidumo orui tyrimų literatūros šaltiniuose neaptikta. Rezultatų palyginimui pasirinkti plačiai ištirti ir žinomi natūralūs ir dirbtiniai pluoštai, skirti kojinių gaminių mezgimui.

Tikslas – ištirti skirtingos pluoštinės sudėties ir sandaros įtaką kojinaičių vartojamosioms savybėms.

Darbo uždaviniai:

1. Suprojektuoti ir pagaminti skirtingos pluoštinės sudėties kojinaites.

2. Apskaičiuoti pagrindinius mezginių sandaros rodiklius.
3. Nustatyti pluoštinės sudėties įtaką megztų medžiagų atsparumui dilinimui.
4. Nustatyti pluoštinės sudėties ir struktūros įtaką megztų medžiagų laidumui orui.
5. Įvertinti mezginių paviršiaus pasikeitimą po atsparumo dilinimui bandymo.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Kojinių gaminių istorija ir raida

Pirmieji mezgti gaminiai buvo pagaminti 1500 m. pr. Kr. Jutlandijoje (dabartinėje Danijos dalyje). Maždaug prieš 500 m. į kojines panašūs mezgti daiktai buvo rasti Egipto kapuose Antinopolyje (1 pav.). Ilgą laiką kojines buvo tik turtingųjų privilegija, todėl jų gamyba buvo slepiama [1]. Per visą istoriją tiek vyrų, tiek moterų kojines keitėsi ir tobulėjo. Pavyzdžiui, senovės Egipte kojines buvo pagamintos iš ryškiaspalvės vilnos ir pritaikytos dėvėti su sandalais. Viduramžiais buvo gaminamos ilgesnės kojines tam, kad visa koja būtų apgaubta ir apsaugota. Viršutinėje kojines dalyje pritvirtintos petnešos neleido kojinėms smukti. Dėvimos moteriškos šilkinės kojines demonstravo turtinę padėtį, jas mūvėjo tik aukštuomenės nariai [2].



1 pav. Pirmasis kojinių gaminytis [3]

1589 m. Anglijos dvasininkas Williamas Lee (gimęs 1550 m. Notingeme) sukūrė pirmąją mezgimo mašiną, kuri paspartino mezginių gamybą [1]. Pirmieji mezgimo mašinų gamybos principai pritaikyti ir šiuolaikinėse mezgimo mašinose, kurios leidžia masiškai gaminti kojines [2]. Šiuo metu kojinių gaminių įvairovė daug platesnė ir įvairesnė nei anksčiau [1]. Bėgant metams sukuriami nauji pluoštai, kurie pasižymi geresnėmis savybėmis nei tie, kurie žinomi nuo senų laikų.

Šiandieninės kojines dėvimos kasdien, suteikia komfortą avint batus ir turi šildomųjų savybių. Taip pat rinkoje galima rasti įvairių kojinių, turinčių specialią paskirtį. Pavyzdžiui, sportinės kojines, turinčios kompresiją tam tikroje pėdos ar blauzdos dalyje. Tokios kojines palengvina raumenų darbą, padeda pasiekti geresnių rezultatų fizinio krūvio metu, po aktyvios veiklos, praėjus parai ar net daugiau, atstato raumenų funkciją [4].

1.2. Kojinių gaminių asortimentas

Kojinių gaminiai – tai baigtiniai gaminiai, kuriems nereikalinga sukirpimo operacija, o kai kuriais atvejais, esant visiškam automatizavimui, nereikalingas ir siuvimas. Kojinių gaminiai dažniausiai klasifikuojami pagal gaminamą asortimentą, papildomą apdailą, paskirtį ir t. t. Pagal asortimentą kojines skirstomos į vyriškas, moteriškas, vaikiškas ir *unisex*, tinkančias abiem lytims.

Vyriškos kojines yra keturių pagrindinių rūšių – kostiuminės, kasdieninės, sportinės ir darbinės. Kostiuminės kojines mūvimos dėvint verslo kostiumą dienos metu ar ypatingomis progomis.

Paprastai jos būna lygios, vienspalvės, plonos. Kojinių ilgis gali būti iki blauzdos arba šiek tiek virš blauzdos.

Įprastos, kasdieninės kojinės dėvimos su sportiniais ar neformaliais drabužiais. Jos yra minkštos ir patogios, dažniausiai pagamintos iš vilnionių ar medvilninių verpalų. Dėl didesnio tamprumo ir ilgaamžiškumo jos mezgamos kartu su elastomeriniais siūlais. Kasdieninės kojinės, neatsižvelgiant į konstrukciją, paprastai yra iki blauzdos.

Sportinės kojinės mezgamos su tam tikra kompresija, kurią suteikia elastomeriniai siūlai. Tokios kojinės padeda palaikyti raumenis, pagerina kraujotaką, sumažina kojų tinimą bei nuovargį. Jos mezgamos lygios arba su pliušinio rašto intarpais. Dėl tokios mezginio konstrukcijos sumažėja avalynės trintis ir pūslių bei nuospaudų atsiradimas. Sportinės kojinės gali būti įvairaus ilgio ir skirstomos pagal sporto šakas.

Darbinės kojinės pasižymi ilgaamžiškumu ir dideliu atsparumu dilinimui. Šios paskirties kojinių gamybai dažniausiai naudojamas medvilnės pluoštas, kuris gerai sugeria drėgmę, šaltuoju sezonu – vilnos pluoštas. Kojinių kulno ir pirštų sustiprinimui mezgimo metu naudojami elastomeriniai siūlai.

Moterims skirtos kojinės dažniausiai skirtomos į kasdienes ir sportines. Jos gali būti patrumpintos, iki blauzdos ar iki kelių. Moteriškos kojinės paprastai mezgamos vienspalvės ar keliomis kontrastingomis spalvomis, įvairiais raštais ir pynimais [5].

Vaikiškų kojinių gaminių gamybai naudojamos aukščiausios kokybės medžiagos. Parenkamos tokių savybių žaliavos, kurios neleidžia kojoms prakaituoti, pašalina drėgmę, laidžios orui, nesukelia alergijos ir užtikrina patogų dėvėjimą. Vaikiškam asortimentui gaminti tinkamiausi medvilniniai, merino vilnos arba vilnoniai verpalai. Reikia atkreipti dėmesį, kad vaikiškiems kojinių gaminiams naudojamos sertifikuotos žaliavos, pavyzdžiui, „Oeko Tex 100“ sertifikate konstatuojama, kad kojinese nėra kenksmingų medžiagų, GOTS (tarptautinis ekologiškos tekstilės standartas) užtikrina ekologišką ir socialiai atsakingą tekstilės medžiagų gamybos procesą, kuris nekenkia aplinkai ir vartotojui [6, 7].

Medicininės kojinės skirtos žmonėms, turintiems sveikatos problemų, tokių kaip diabetas, sutrikusi kraujotaka ir kitos pėdų bei širdies kraujagyslių sistemos ligos [8]. Plačiausiai žinomos medicininės kojinės – tai kojinės diabetikams ir kompresinės kojinės. Diabetikams skirtos kojinės apsaugo pėdas nuo išorinių pažeidimų, sumažina sudirginimą, nespaudžia ar tik lengvai suspaudžia, atlieka terapijos funkciją, sumažina slėgio taškus ir suteikia kojoms komfortą. Kompresinė terapija yra ne tik efektyvus būdas gydyti kojų venų sutrikimus, bet yra ir profilaktinė priemonė, užkertanti kelią venų varikozės atsiradimui. Suspaudimo metu sumažėja venų dydis, kraujas teka greičiau, todėl išvengiama kraujo kaupimosi ir trombo susidarymo. Pasyvus gyvenimo būdas, sėdimas darbas turi įtakos kojų kraujotakos sutrikimams, todėl nuolat dėvint kompresines kojines galima šiek tiek sulėtinti šios ligos progresavimą. Taip pat kompresines kojines siūloma mūvėti asmenims, turintiems kokių nors sveikatos rizikos veiksnių, dažnai skrendantiems lėktuvu [9].



2 pav. Kojinių gaminiai pagal ilgį [10]

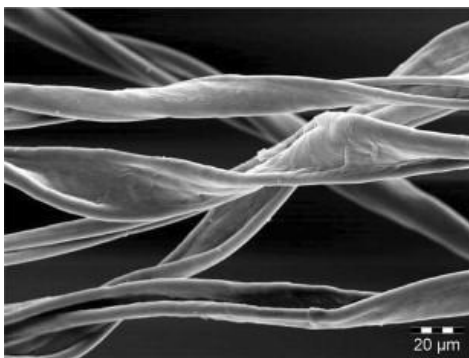
Kojinių gaminių ilgis dažnai nusako jų paskirtį ir aplinką, kurioje jie tinkami dėvėti (2 pav.) [11, 12]:

- Pėdutės – apgaubia pėdą, dažniausiai dėvimos šiltuoju sezonu, avalynėje nesimato.
- Patrumpintos kojinės – matomas tik kojinės kraštelis, skirtos bėgimui ar kitoms sporto šakoms.
- Trumpos kojinės – kraštelis baigiasi virš kulkšnies, skirtos sportui.
- Kojinaitės – kraštelis baigiasi ties blauzdos viduriu, skirtos visoms vartotojų kategorijoms kasdieniam naudojimui.
- Kojinės iki kelių – kraštelis baigiasi ties keliais, skirtos moteriškam ir vaikiškam asortimentui, sportui, apsaugai.
- Kojinės virš kelių – ilgos kojinės, labiau skirtos moteriškam asortimentui.
- Pėdkelnės – tai gaminyš nuo pirštų iki liemens, skirtos vaikiškam ir moteriškam asortimentui.
- Tamprės – panašus gaminyš į pėdkelnės, tik be pėdų, skirtos sportui, laisvalaikiui.

1.3. Kojinių gamybai naudojami pluoštai ir jų savybės

Medvilnės pluoštas

Medvilnės pluoštas– vienas iš populiariausių natūralių augalinės kilmės tekstilės pluoštų. Medvilnės pluoštas auga medvilnės augalo sėklos paviršiuje. Šiame pluošte yra 90 – 95 % celiuliozės [13].



3 pav. Medvilnės pluošto SEM nuotrauka [14]

Medvilnės pluoštas (3 pav.) yra žinomas kaip „kvėpuojantis“ ir gerai drėgmę sugeriantis pluoštas. Pavyzdžiui, vandens jis gali sugerti 24 – 27 kartus daugiau nei pats sveria. Tai stiprus, sugeriantis dažus ir dalinai atsparus dilinimui bei aukštai temperatūrai pluoštas. Dėl gero laidumo orui medvilnės pluoštas labiausiai paplitęs kojinių gamyboje. Tačiau medvilnės pluoštas turi ir trūkumų. Medvilniniai gaminiai gan greitai nusidėvi, linkę susitraukti ir raukšlėtis. Siekiant pagerinti šias savybes, medvilniniams gaminiams atliekama apdaila, t. y., jie apdorojami tam tikromis cheminėmis medžiagomis, suteikiančiomis norimas gaminio savybes. Šiuo metu medvilnės pluoštas dažnai derinamas su kitais pluoštais tam, kad būtų gaunamos kuo geresnės medžiagos savybės [15].

Vilnos puoštas

Vilnos pluoštas – vienas seniausių ir universaliausių pluoštų, naudojamų drabužių gamyboje. Vilnos pluoštas yra minkštas, patvarus, saugus, puikiai šildo, mažai glamžosi ir pasižymi dideliu atsparumu dilinimui. Šis pluoštas atsparus rūgštims, turi izoliacinių savybių, sunkiai užsidega [16]. Vilna skiriasi savo pluoštų storiumi ir ilgiu, spalva, plaušų tvirtumu, todėl skiriasi ir pačios vilnos savybės (4 pav.). Pats svarbiausias rodiklis yra vilnos plauko ilgis, nuo kurio priklauso vilnos panaudojimas ir vartojamosios savybės.



4 pav. Vilnos pluošto SEM nuotrauka [17]

Plonesnė vilna naudojama aukštos kokybės drabužiams gaminti, o storesnė, pavyzdžiui, naudojama kilimų gamyboje. Vilna, apdorota cheminėmis medžiagomis, tinkama apsauginių medžiagų gamybai, kurios atitinka visus saugos keliamus reikalavimus. Iš tokių vilninių medžiagų gaminama apranga ugniagesiams – gelbėtojams, naftos platformų darbuotojams, kariams ir kitų profesijų

atstovams, dirbantiems atšiauriuose, pavojingose sąlygose. Dėl savo savybių natūralus vilnos pluoštas tinkamas sporto ir laisvalaikio aprangai [18]. Kojinės, pagamintos iš vilnonių verpalų, gerai sugeria ir išgarina drėgmę, puikiai leidžia odai „kvėpuoti“ bei palaiko pastovią kūno temperatūrą [5].

Bambuko viskozės pluoštas

Išskirtinis regeneruotas bambuko pluoštas pasižymi tokiomis savybėmis: dideliu drėgmės absorbcijos pajėgumu, minkštumu, ryškumu, greitu džiovimu, laidumu orui, taip pat turi natūralių antibakterinių ir apsauginių nuo UV spindulių savybių. Dėl savo unikalios mikrostruktūros bambuko pluoštas užtikrina komfortiškumą įvairiose srityse. Šiuo metu regeneruotas bambuko celiuliozės pluoštas yra naudojamas drabužių, tame tarpe ir kojinių, gamybai. Pirmenybė teikiama vasaros sezono drabužiams, taip pat drabužiams, skirtiems nėščioms moterims bei vaikams, siekiant apsaugoti juos nuo UV spindulių [19]. Dėl nedidelės kainos bambuko pluoštas dažnai naudojamas deriniuose su kitais pluoštais.

Vienas iš populiariausių regeneruotos celiuliozės pluoštų yra viskozės pluoštas. Tai pirmasis komercinis regeneruotas pluoštas, pagamintas iš modifikuotos celiuliozės / medienos plaušienos [13]. Gaminiai iš viskozės pluošto vizualiai panašūs į šilkinis gaminius (5 pav.).



5 pav. Bambuko viskozės pluoštas [20]

Šis pluoštas savo savybėmis labai artimas kitiems natūraliems celiulioziniams pluoštams. Tam įtakos turi pluošto kilmės ir sandara. Viskozės pluoštas gerai sugeria drėgmę, laidus orui ir malonus dėvėti [21].

Organinės medvilnės pluoštas

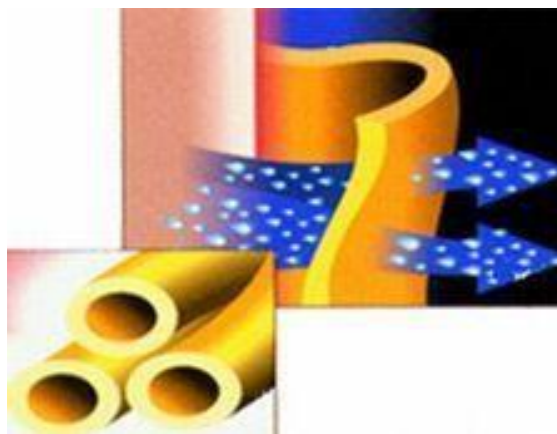
Ekologiška (organinė) medvilnė – tai natūraliai auginama medvilnė, nenaudojant jokių chemikalų, tokių kaip trąšos, pesticidai ar transgeninės technologijos. Tokia medvilnė auginama tik nuo devintojo dešimtmečio. Tai buvo bandymas užtikrinti tvarų, ekologišką ir biodinaminį žemės ūkį. Organinės medvilnės pluoštas skatina ir didina biologinę įvairovę bei biologinius ciklus, yra naudingas žmonių sveikatai ir aplinkai, sukelia mažiau alergijų, lengviau perdirbamas. Organinė medvilnė pasižymi tokiais pačiomis savybėmis kaip ir įprasta medvilnė [22]. Tačiau sunku užtikrinti klimatinės sąlygas, kad ekologiškos medvilnės augimo vietose pakaktų kritulių, drėgmės, reikalingos augalo augimui. Be to, svarbu apsaugoti augalus nuo kenkėjų, nenaudojant cheminių medžiagų [23].

Poliamido pluoštas

Poliamidas – tai sintetinis pluoštas, atsparus trinčiai, nesiglamžo, elastingas ir tvirtas, tačiau labai elektrinasi ir greitai blunka nuo ryškios šviesos. Poliamido pluoštas dažniausiai derinamas su natūraliais ar dirbtiniais pluoštais. Kojinių gamyboje šis pluoštas dažnai naudojamas derinyje su kitais siūlais. Toks siūlų derinys suteikia gaminiui tvirtumo, o kojinės iš tokių siūlų yra elastingesnės, atsparesnės dėvėjimui. Gaminiai iš poliamido gerai transportuoja drėgmę, greitai džiūsta, todėl šis pluoštas plačiai naudojamas kojinių gamyboje. Gijiniai siūlai yra lygūs, minkšti, atsparūs dilinimui, taip pat lengvai dažomi įvairiausiomis spalvomis. Taip pat poliamido pluoštas yra tinkamiausia žaliava gaminti tamprus tvarsčius ir kompresines kojines, skirtas kojų veninių ligų gydymui ir profilaktikai. Įprastoms kojinėms šis pluoštas naudojamas kaip pagrindo siūlas visame gaminyje arba kojinių pirštų ir kulno sutvirtinimui. Pluoštas taip pat naudojamas pintų, kombinuotų siūlų gamyboje [5, 24].

Poliesteris „Thermolite“

„Thermolite“ siūlai – tai siūlai, pagaminti iš poliesterio pluošto su tuščiaviduriu kanalu gijos viduryje. Gaminiai iš šių siūlų vėsesniais metų laikais suteikia šilumą ir komfortą. Tuščiaviduris kanalas sulaiko orą, todėl sukuriama papildoma šilumos izoliacija. „Thermolite“ siūlų struktūra pateikta 6 paveiksle.



6

pav. „Thermolite“ siūlų struktūra ir veikimas [25]

Dėl tokios pluošto sandaros gijos masė yra 20 % mažesnė nei įprasto poliesterio pluošto masė. Papildomas gofruotas paviršius lengvai praleidžia orą, tuo pačiu ir pagerina šilumos sulaikymą gaminyje. Poliesteriniai „Thermolite“ siūlai naudojami apatinių drabužių, pirštinių, kojinių gamyboje. Be to, tinka ir marškinėliams, kuriuos aktyvūs žmonės dėvi šaltuoju metų laiku. Šie siūlai pagerina kojinių ilgaamžiškumą ir atsparumą dilinimui [5].

Metalizuoti siūlai

Metalizuoti siūlai dažniausiai gaminami ant poliesterinės plėvelės, išgarinant atitinkamą metalą (dažniausiai aliuminį). Norint gauti tam tikrą spalvą, papildomai dedamas spalvotas pigmentas, o po to plėvelė supjaustoma juostelėmis. Metaliniai pluoštai yra lengvi, stiprūs ir elastingi. Jie atsparūs vabzdžių ir mikroorganizmų puolimui. Metaliniai pluoštai paprastai derinami su kitais pluoštais.

Tokie deriniai dažniausiai naudojami drabužių mezgimui, tokių kaip vakarinės suknelės, chalatai, maudymosi kostiumėliai, kojinės (7 pav.).



7 pav. Kojinės iš metalizuoto siūlo [27]

Taip pat šie siūlai naudojami ir buitinės tekstilės gaminiams – baldams, užuolaidoms, apmušalams ir staltiesėms – gaminti [26].

Elastanas

Elastanas (spandeksas) – tai tamprus pluoštas, kuris naudojamas įvairios paskirties mezginių gamyboje. Elastano siūlai naudojami ir sportinei aprangai gaminti, kai reikia atsižvelgti į gaminio patogumą, formą, judėjimo laisvę, palaikymą ir suspaudimą. Pavyzdžiui, sportinėms kojinėms šie siūlai padidina tįsumą, kojinės tinkamai priglunda prie kojos, nesmunka. Paprastai elastano siūlai kojinėse sudaro tik 2 % – 5 % [28].

1.4. Mezginių sandaros įtaka fizikinėms savybėms

Mezginių sandara nusako gaminio paskirtį, dėvėjimo būdą ar sezoną. Įvairūs megzti gaminiai yra populiarūs dėl lankstumo, gebėjimo prisitaikyti prie tam tikros formos ir dėvėjimo paprastumo. Megztų konstrukcijų, dažniausiai pagamintų iš įprastinių verpalų, matmenų stabilumas ir kitos fizikinės savybės labai svarbios vartojimui [29].

Mezgimo pramonėje naudojamas elastanas dažniausiai derinamas su medvilnės pluoštu, gaminant sportinę aprangą, apatinius drabužius ir kt. Tamprūs siūlai pasižymi dideliu elastingumu, geru formos išlaikymu, minkštu ir lygiu paviršiumi, mažesne drėgmės sugertimi, yra atsparus dilinimui ir pumpuravimuisi, atsparus daugumai chemikalų ir įprastam saulės spindulių poveikiui [30].

Dauguma autorių tyrė mezginius su elastomeriniais siūlais. Jie pažymėjo, kad medvilniniai mezginiai, savo sudėtyje turintys elastomerinį komponentą, išlaiko geresnį matmenų stabilumą nei medvilniniai mezginiai be šių siūlų [29 – 32].

Abramavičiūtė, Mikučionienė ir Čiukas atliko tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti pluoštinės sudėties įtaką kojinių, pagamintų iš medvilnės, bambuko, sojos pluošto siūlų, struktūrinėms savybėms ir jų deriniui su tekstūruotais poliamido ir elastano siūlais. Šiame tyrime nustatyti mezginių sandaros parametrai, tokie kaip kilpos ilgis, tankumas, storis, paviršiaus tankis, dengiamumo koeficientas. Bandydams buvo naudojami du pavyzdžių rinkiniai, megzti lygiuoju skersiniu ir lygiuoju sluoksniuotiniu pynimais. Lygiojo skersinio pynimo kontroliniai mezginiai

buvo megzti iš grynų medvilnės, bambuko ir sojos verpalų, naudojant vieną (14 tex ilginio tankio), du (14 tex × 2) ir tris (14 tex × 3) siūlus. Viena dalis sluoksniuotinių mezginių buvo numegzta iš 14 tex × 2 ir 14 tex × 3 medvilnės, bambuko ir sojų verpalų, apvytų 10 tex poliamido siūlais. Kita dalis sluoksniuotinių mezginių buvo numegzta iš 14 tex × 2 ir 14 tex × 3 medvilnės, bambuko ir sojos verpalų, apvytų 20 tex poliamido siūlais. Mezginiai buvo numegzti 3 ¼ colių skersmens „Matec-Techno New“ kojinių mezgimo automatu. Megzti bandiniai 20 minučių buvo laikomi garų dėžutėje [29].

Nustatyta, kad mezginių, turinčių elastomerinius siūlus, storis ir tankumas yra 50 % didesnis nei mezginių be elastomerinių siūlų. Palyginus mezginių iš grynųjų verpalų ir platuruotų mezginių skirtumus, šaltajam metų laikui siūlomos kojinės, numegztos iš poliamido ir elastano siūlų derinio. Tokiems mezginiams būdingas didesnis tankumas ir storis. Kojinės iš grynųjų verpalų dėl mažesnio tankumo labiau tinkamos dėvėti šiltuoju metų laiku [29].

Mezginių ir kojinių gaminių savybėms daug įtakos turi mezginio pynimas. Tantawy'is tyrė tos pačios pluoštinės sudėties, tačiau skirtingų pynimų, kojinių savybes. Bandymams, skirtingu santykiu, buvo numegztos dvi sportinių kojinių struktūros lygiuotu sluoksniuotiniu ir lastikiniu pynimais iš medvilnės (30 tex) ir celiuliozinio bambuko pluošto (30 tex) mišinių su poliamidiniu pluoštu ir elastanu. Kojinės buvo numegztos 14E klasės „Lonati“ kojinių mezgimo automatu. Nustatyta, kad didesnę paviršinių tankį, storį ir tempimo jėgą turi lastikinio pynimo kojinės. Kojinių, numegztų lygiuotu sluoksniuotiniu pynimu, laidumas orui buvo didesnis, nes atviresnė mezginio struktūra suteikia galimybę orui praeiti be jokių kliūčių. Geresnė vandens absorbcija pasižymi raštuotos kojinės. Tam įtakos turi mezginio konstrukcijos gebėjimas veikti kaip kapiliarinė sistema, greitai pašalinanti ir transportuojanti vandenį [28]. Gauti rezultatai padeda lengviau pasirinkti pynimą, projektuojant gaminį pagal būsimą dėvėjimo tipą.

1.5. Mezginių vartojamųjų savybių tyrimas

Tekstilės medžiagų dėvėjimasis – tai vienas iš nedaugelio veiksnių, kai veikiant įvairiems išoriniams mechaniniams veiksniams, medžiaga laipsniškai suyra, o atsparumas dėvėjimui rodo medžiagų pasipriešinimą šiems veiksniams. Svarbiausi gaminių dėvėjimo veiksniai yra šie:

- mechaniniai – dilinimas, tempimas, lankstymas ir kt.;
- fizikiniai ir cheminiai – šviesa, vanduo, prakaitas, skalbimo priemonių poveikis ir kt.;
- biologiniai – mikroorganizmai bei kandys.

Struktūros, mechaniniai poveikiai, estetiškos, komfortiškos bei kitos vartojamosios savybės lemia medžiagų naudojimo galimybes ir rodo jų tinkamumą tam tikrai sričiai. Medžiagos savybės priklauso nuo pluošto, siūlų struktūros, molekulių orientacijos, deformacijos [33].

1.5.1. Mezginių atsparumo dilinimui apžvalga

Starevičienė ir Treigienė tyrė skirtingos sandaros kojinių atsparumą dėvėjimuisi. Bandymui buvo numegzti keturi skirtingi variantai: I variantas – 60 % medvilnė ir 40 % PA, II – 80 % medvilnė ir 20 % PA, III – 62 % vilna ir 38 % PA, IV – 83 % vilna ir 17 % PA. I ir II medvilninių ir III ir IV pusvilninių kojinių variantai vienas nuo kito skyrėsi pynimais bei tankumais. Autorės atliko tempimo, atsparumo dilinimui ir pumpuravimuisi bandymus. Atlikus atsparumo dilinimui bandymą

buvo įvertinta, kad viena iš pagrindinių dilinimo priežasčių yra pluoštų ištraukimas iš siūlų. Nustatyta, kad visi kojinaičių variantai yra atsparūs 35 000 abrazyvo sūkių dilinimo poveikiui [34].

Tekstilės medžiagų dilimas vyksta gaminius dėvint, valant ar skalbiant. Todėl gaminys praranda formą, pluošto plaukeliai ar siūlai ištraukiami arba pašalinami nuo paviršiaus [35, 36]. Be to, dilinant medžiagas prarandamos jų eksploatacinės savybės, pasikeičia išvaizda. Pagrindiniai veiksniai, mažinantys drabužio dėvėjimo laiką, priklauso nuo jo naudojimo ir priežiūros. Tekstilės gaminių nusidėvėjimas yra svarbus ir namų tekstilei (kilimai bei baldų apmušalai), techninei tekstilei bei kojinių gaminiams [21]. Reikia pažymėti, kad atsparumas dilinimui labai priklauso nuo gaminio žaliavos, mezginio pynimo ir sandaros.

Tekstilės medžiagų dilinimo metu pirmiausia pasikeičia mezginio paviršius, o po to pažeidžiama ir vidinė medžiagos sandara. Medžiagų atsparumas dilinimui labiau priklauso nuo plyšimo jėgos, o ne nuo atsparumo trūkimui [37, 38]. Atsparumas dilinimui parodo, kad pluošto sanglauda medžiagoje yra stipri. Tai priklauso nuo pačių pluoštų šlyties jėgos. Trinties jėgos, atsirandančios siūluose dėl dilinimo, pasiskirsto pluoštuose didėjant tempimo ir šlyties įtempiams. Kartojant tokius įtempius, atsiranda pluošto nuovargis bei pakinta pluošto mechaninės savybės, todėl po tam tikro laiko medžiaga plyšta [39].

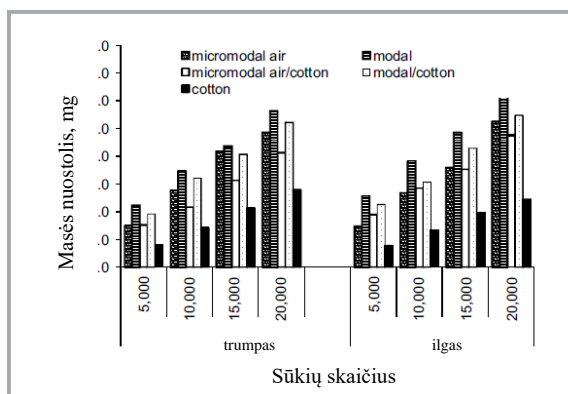
Kojinių kokybė ir dėvėjimo laikas – svarbus gamybos planavimo rodiklis. Todėl atliekamais tyrimais siekiama surasti geriausius pluoštus ir jų derinius, kad būtų pasiektas kuo ilgesnis kojinių gaminių dėvėjimo ciklas [21]. Kita labai aktuali kojinių gaminių savybė yra jų higieniškumas, kurią didėle dalimi lemia naudojama žaliava [40].

Özdi'is, Marmarali'is ir Oğlakcioğlu'us tyrė skirtingos pluoštinės sudėties kojinių atsparumą dilinimui. Bandymams buvo numegzti mezginiai lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu, kurių pagrindo siūlas – poliamidinis, o dengiantysis verpalas – gryna vilna ir vilnos mišiniai (vilna su poliamidu, poliakrilnitrilas su poliamidu, vilna su poliakrilnitrilu), medvilnė ir medvilnės mišiniai (medvilnė su poliamidu, medvilnė su viskoze ir poliamidu). Atsparumo dilinimui tyrimo metu nustatyta, kad visi bandiniai yra atsparūs 50 000 abrazyvo sūkių dilinimo poveikiui. Tyrimo metu nustatyta, kad mezginiuose iš vilnos mišinio esantis poliakrilnitrilo pluoštas pagerina atsparumą dilinimui. Mezginių iš medvilnės ir jos mišinio atsparumas dilinimui buvo geresnis nei iš vilnos. Kojinių atsparumą dilinimui galima padidinti keliais būdais: didinant verpalų ilginį tankį, didinant poliamido ir elastomerinių siūlų kiekį [41].

Vartotojai pageidauja, kad kojinės būtų dėvimos kuo ilgiau ir išliktų kokybiškos. Dėvėjimo metu didžiausi pokyčiai atsiranda kojinių kulne, pėde ir pirštų dalyje. Jei kojinės pagamintos iš sintetinių ir natūralių pluoštų, tai dilinimo metu greičiau pasišalina natūralūs pluoštai. Dėl to kojinės netenka pradinės išvaizdos, sumažėja mezginio storis.

Gun'as, Demircan'as ir Acikgo'as tyrė dažytų skirtingos pluoštinės sandaros mezginių atsparumą dilinimui ir spalvos pokytį po dilinimo. Bandymams buvo naudojami lygiojo skersinio pynimo mezginiai iš 100 % modalinio pluošto, 50 % modalinio ir 5 % medvilnės, 100 % mikromodalinio pluošto, 50 % mikromodalinio ir 50 % medvilnės, 100 % medvilnės pluošto. Medžiagų atsparumas dilinimui buvo vertinamas masės nuostoliais po pasirinkto poveikio skaičiaus – nuo 5000 iki 20 000 sūkių (7 pav.). Mezginių atsparumas dilinimui ir spalvos pokytis buvo analizuojamas bandinius

suskirstant į dvi grupes pagal kilpos ilgį – ilgas (nuo 0,273 iki 0,280 cm) ir trumpas (0,258 iki 0,267 cm) [42].



7

pav. Dažytų mezginių atsparumas dilinimui [32]

7 paveiksle pateikta masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus – didėjant sūkių skaičiui, didėja ir masės nuostoliai. Lyginant mezginius iš mikromodalinio pluošto ir modalinio pluošto, pastebėta, kad bandinių iš mikromodalinio pluošto masės nuostolių vertės yra mažesnės nei modifikuotų mišinių. Lyginant bandinius iš medvilnės pluošto, nustatyta, kad didesnis medvilnės pluošto kiekis mišinyje sumažina masės nuostolius, t. y., atsparumas dilinimui didėja, didėjant medvilnės kiekiui. Taip pat nustatyta, kad verpalų stiprumas neturi tiesioginės įtakos mezginių masės nuostoliams po dilinimo, t. y., didinant medvilnės pluošto kiekį mišinyje, verpalų stiprumas mažėja [43, 44]. Medvilniniai verpalai pasižymi mažiausiu trūkimo stiprumu. Šiuo atveju stipriausi verpalai yra mikromodaliniai ir modaliniai be medvilnės pluošto.

Gun'as savo darbuose nustatė [43, 44], kad mezginių iš medvilnės ir medvilnės mišinių tankumas po dažymo yra didesnis nei mezginių, kuriuose nėra medvilnės pluošto. Tankumas padidėja dėl medvilnės pluošto susitraukimo ir padidėjusio kilpos ilgio. Todėl pakinta ir mezginio sandara. Galima teigti, kad didesnis tankumas ir kilpos ilgis turi įtakos mezginių atsparumui dilinimui [42].

Montazer'is ir Ramin'as tyrė apdailos įtaką mezginiams iš vilnos pluošto. Tyrimui buvo parinkti 100 % Irano merino vilnos verpalai, kurių ilginis tankis 30/2 Nm. Megztų medžiagų atsparumo dilinimui nustatyti naudojo Martindale'o dilinimo įrenginį. Tyrimui parinkti tokie bandymo parametrai: sūkių skaičius – 2 000, prispaudimo jėga – 12 kPa. Atlikus tyrimus nustatyta, kad vilnos pluoštą paveikus proteaze (bet koku fermentu), paviršiuje pumpurėlių kiekis mažėja, tačiau ir atsparumas dilinimui mažėja. Todėl tyrėjai pasiūlė proteazės koncentracijos kiekį mažinti iki tiek, kad būtų išlaikytos tinkamos ir atsparumo pumpuravimuisi, ir atsparumo dilinimui savybės [45].

Coldea ir Vlad'as tyrė lygiojo skersinio pynimo mezginių iš vilnos, medvilnės, poliamido 6.6 pluošto ir jų mišinių atsparumą dilinimui. Nustatyta, kad priklausomai nuo mezginių pluoštinės sudėties, masės nuostolių vertės yra didesnės medvilniniuose nei vilnoniuose mezginiuose, o mezginio struktūroje net ir nedidelis poliamido 6.6 procentas padidina jo atsparumą dilinimui [46].

Sivakumar'is ir Pillay'us atliktuose tyrimuose pastebėjo, kad dilinimo metu ant paviršiaus susiformuoja pumpurėliai. Tai priklauso nuo gaminių pluoštinės sudėties, t. y., verpalų kuokštelių ilgio. Medžiagos paviršiuje susivėlę pluoštų kuokšteliai gadina gaminio išvaizdą ir suteikia nemalonų pojūtį [47]. Abdullah'as ir kt. savo tyrimuose taip pat nustatė, kad dėl daugkartinio

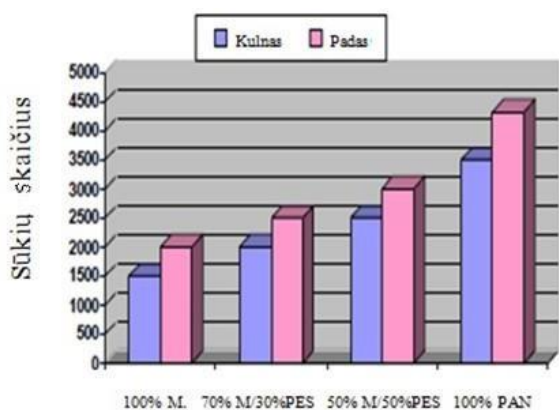
tekstilės gaminio dilinimo į abrazyvinę medžiagą atsiranda skylės, blizgesys, atsiskiria pluošto dalelės, sumažėja mezginio stiprumas ir ant paviršiaus susidaro pumpurėliai [48].

Sridharan'as mezginių pumpuravimąsi apibūdino kaip fizinį procesą, atsirandantį ant drabužio paviršiaus ir pasireiškiantį mažų pumpurėlių, sudarytų iš pluošto, kartais turinčių teršalų, pavidalu [49]. Pumpurėlių susidarymas yra neigiama medžiagos savybė. Tam įtakos turi daugybė veiksnių: siūlų ir verpalų ilginis tankis, jų suverpimo būdas, siūlų sukrumas, gaminio pluoštinė sudėtis, gaminio tankumas, atliktos apdailos operacijos.

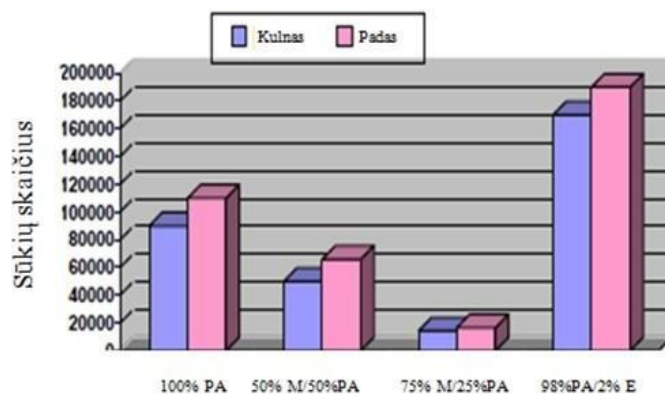
Atliekant atsparumo dilinimui tyrimą, iš pradžių paviršius pašiaušiamas, o laisvi pluošto plaukėliai galai ištraukiami iš medžiagos. Gintis ir Mead'as nustatė, kad pašiaušto paviršiaus plaukėliai turi pasiekti tam tikrą aukštį, kad galėtų formuotis pumpurėliai. Kaip ir atsparumas dilinimui, taip ir atsparumas pumpuravimuisi priklauso nuo pluošto savybių [50].

Savo tyrimuose Jasinska nustatė, kad medžiagų dilumas skiriasi priklausomai nuo pluoštinės verpalų sudėties. Autorė vertino mezginių iš medvilninių, vilnonių, lininių, lyocelio, polipropileninių siūlų pumpuravimąsi. Rezultatai parodė, kad geriausiomis savybėmis, t. y., atsparumu pumpuravimuisi, pasižymi mežginys iš lyocelio siūlų [51].

El-Dessouki tyrė kojinių sandaros įtaką atsparumui dilinimui ir pumpuravimuisi. Bandymui buvo numegzti aštuoni skirtingos pluoštinės sudėties kojinių variantai iš 100 % medvilninių (M), 100 % poliakrilnitrilinių (PAN) verpalų, 100 % poliamido (PA), skirtingų medvilnės / poliesterio (M / PES) ir medvilnės / poliamido (M / PA) mišinių. Visi bandiniai numegzti lygiuoju skersiniu pynimu. Atsparumo dilinimui nustatyti buvo naudojamas Martindale'o įrenginys, o atsparumo pumpuravimuisi – „Roll Box“ įrenginys [52].



8 pav. Medvilninių ir mišrių medvilninių verpalų atsparumas dilinimui [52]



9 pav. Poliamidinių ir jų mišinių verpalų įtaka kojinių atsparumui dilinimui [52]

8 ir 9 paveiksluose pateikta kojinių kulno ir pėdos pluoštinės sudėties įtaka atsparumui dilinimui. Iš 8 paveikslo matoma, kad atsparumą dilinimui pagerina didesnis poliesterinio pluošto kiekis derinyje su medvilne (50 % M / 50 % PES), nes poliesterinis pluoštas turi geresnes mechanines savybes ir atsparus lenkimui. Didžiausiu atsparumu dilinimui pasižymėjo mežginiai iš poliakrilnitrilinių verpalų tiek kulno, tiek pėdos dalyje. Iš 9 paveiksle pateiktų rezultatų matoma, kad mežginiai iš poliamidinių siūlų ir elastano mišinio (98 % PA / 2 % E) net 80 % atsparesni dilinimui nei kiti

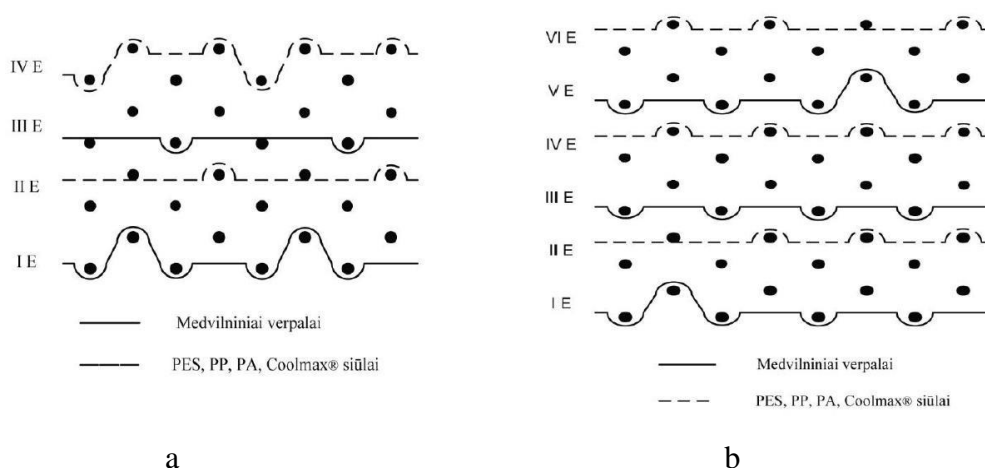
mezginiai. Masės nuostoliai mažėjo proporcingai naudojamam poliamido kiekiui. Mažiausias masės nuostolis buvo mišriapluoščiams mezginiams iš 98 % PA / 2% E, didžiausi masės nuostoliai buvo mezginiams iš 75% M / 25% PA [38]. Nustatyta, kad kojinės, pagamintos iš poliesterinių siūlų, yra labai aukštos kokybės, atsparios pumpuravimuisi. Kojinių, pagamintų iš poliamidinių siūlų, atsparumas pumpuravimuisi buvo įvertintas 4 balais, o kojinių, pagamintų iš medvilninių verpalų, atsparumas pumpuravimuisi įvertintas 3 balais [52].

1.5.2. Mezginių laidumo orui apžvalga

Kojinių gaminių komfortabilumas apibūdinamas trimis pagrindiniais aspektais: termofiziologiniu, jutiminiu ir psichologiniu komfortu. Apranga turi padėti taip sureguliuoti žmogaus kūno šiluminį pojūtį keičiantis jo fiziniam krūviui, kad organizmo šilumos ir drėgmės valdymas būtų subalansuotas. Laidumas orui nustatomas norint įvertinti ir palyginti įvairių tekstilės gaminių suteikiamą galimybę kūnui „kvėpuoti“ [53, 54].

Medžiagos laidumas orui apibrėžiamas kaip oro kiekis, praleidžiamas per nustatyto ploto paviršių, esant tam tikram slėgio skirtumui per vienetą. Megzti gaminiai yra kilpinės struktūros, todėl jie turi daugiau porų nei austos medžiagos. Dėl medžiagų poringumo paprastai megztų medžiagų laidumas orui yra didesnis nei audinių. Taip pat laidumas orui priklauso ir nuo mezginių sandaros parametrų: siūlų ilginio tankio, pynimo, tankumo, pluoštinės sudėties. Pavyzdžiui, kojinės turi lengvai praleisti prakaitą, o filtrams naudojama medžiaga – skysčius. Laidumo orui rodiklis įvertinamas projektuojant gaminius, priklausomai nuo jų paskirties [55]. Pavyzdžiui, vasarinių drabužių medžiagos turi būti laidesnės orui lyginant su žieminių drabužių medžiagomis.

Bivainytė, Čiužaitė ir Mikučionienė dvisluoksnių skersinių mezginių laidumo orui tyrimui parinko mezginius, numegztus lygiuoju skersiniu sluoksniuotiniu bei kombinuotaisias pynimais. Bandinių pluoštinė sudėtis buvo medvilnės, bambuko, poliesterio, poliamido, polipropileno ir Collmax® siūlai. Nustatyta, kad didžiausiu laidumu orui pasižymėjo mezginiai, numegzti kombinuotuoju pynimu I (pike), o mažiausiu – mezginiai, numegzti kombinuotuoju pynimu II (10 pav.).



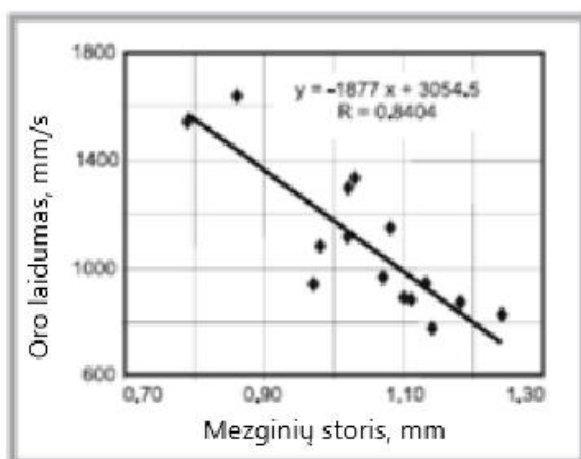
10 pav. Mezginių pynimai: a – kombinuotasis pynimas I (pike), b - kombinuotasis pynimas II [55]

Geresnį laidumą orui nulėmė mezginio elementų išsidėstymo mezginyje tvarka. Autorės, ištyrusios 16 skirtingos pluoštinės sudėties bandinius, nustatė, kad to paties pynimo bandinių laidumas orui priklauso nuo kilpų ilgio. Kuo kilpos ilgis didesnis, tuo laidumas orui didesnis, dėl susidarančių

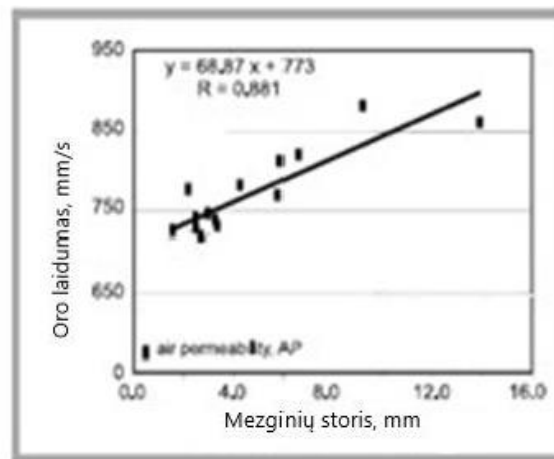
didesnių porų medžiagoje. Nustatyta, kad mezginių, numegztų iš bambuko verpalų ir sintetinių siūlų derinių, laidumas orui yra didesnis nei mezginių, numegztų iš medvilninių verpalų ir atitinkamų sintetinių siūlų derinių. Mezginiai iš medvilninių verpalų ir polipropileningų siūlų derinio pasižymėjo didžiausiu laidumu orui. Sintetinio siūlo rūšies įtaka laidumui orui gauta mažesnė nei natūralaus ar dirbtinio pluošto verpalų kilmės [55].

Laidumas orui yra svarbi savybė sportinei aprangai, apatiniams trikotažui, kojinių gaminiams ir kt. Laidumas orui – biofizikinė tekstilės medžiagų funkcija, kuri kūnui suteikia šilumos komfortą, užtikrina kūno temperatūrą, apsaugą nuo vėjo, leidžia odai kvėpuoti, perneša drėgmės garus į išorę. Karaguzelas nustatė, kad drėgmės garai praeina pro tarpus iš vienos mezginio pusės į kitą [55, 56].

Megztų gaminių laidumui orui didelę įtaką turi mezginių tankumas ir akytumas. Kuo mezginys retesnis, tuo daugiau oro gali praeiti iš vienos paviršiaus pusės į kitą. Wilbik-Hałgas kartu su kitais mokslininkais tyrė megztų medžiagų biologinės ir fizinės terpės laidumui orui priklausomybes nuo mezginio sandaros ir paviršiaus akytumo parametrų. Laidumo orui priklausomybė nuo mezginio storio bei paviršiaus akytumo pateikta 11 ir 12 paveiksluose.



11 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo mezginio storio [57]



12 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo paviršiaus akytumo [57]

Šiai priklausomybei aprašyti gerai tinka tiesinė lygtis (apibrėžties koeficiento vertės gautos pakankamai aukštos: mezginio storio – 0,8404, paviršiaus akytumo – 0,881). Nustatyta, kad didėjant mezginio storiui, laidumas orui mažėja ir laidumas orui didėja, kai mezginio paviršiaus akytumas yra didesnis [57].

Tinkamas laidumas orui labai svarbus funkcinėms kojinioms. Tansiongco‘as ir kiti tyrė kojines iš bananų pluošto derinyje su poliesteriu, dažytas gvajavos ekstraktu (GuaBaNIKA) ir medvilnines kojines, skirtas žmonėms su negalia. Šio tyrimo tikslas – parinkti tinkamiausią pluoštą specialios paskirties kojinioms, kuris gerai praleistų drėgmę. Kaip parodė tyrimo rezultatai, GuaBaNIKA dažytų mezginių laidumas orui buvo žymiai didesnis nei medvilninių (atitinkamai 295,5 ir 112,7 $\text{dm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$). GuaBaNIKA dažyti megzti gaminiai gali būti alternatyva medvilninėms medicininėms kojinioms. Manoma, kad tokiems rezultatams įtakos galėjo turėti ir pati mezginio struktūra, nes bananų – poliesterio kojines buvo mezgamos iš vienagijų siūlų, o medvilninės – iš kelių verpalų. Todėl tyrimai turėtų būti patikslinti, suvienodinus bandinius ir sąlygas [58].

Pastaruju metu sukuriama nauji pluoštai, kurių savybės, tame tarpe ir laidumas orui, lyginamas su jau žinomais pluoštais. Akaydin'as ir Gül'is tyrė kojines, megztas iš tradicinių pluoštų, tokių kaip medvilnė, viskozė ir iš regeneruotų pluoštų, tokių kaip bambukas, Modal[®], Promodal[®], Micromodal[®], Linen-modal[®], Lyocell[®]. Tyrimo metu buvo tiriamas pluoštinės sudėties poveikis kojinių patogumui ir fizikinėms savybėms. Kojinės, numegztos iš to paties ilginio tankio (30 Ne) verpalų, bet skirtingos žaliavos kilmės buvo mezgamos tais pačiais 18E klasės „Lonatti“ kojinių mezgimo automatais, laikantis vienodų sąlygų. Kojinėms panaudota apdaila – skalbimas ir lyginimas. Platiravimui buvo naudojami 70 denjė poliamidiniai ir 20 denjė Lycra[®] siūlai. Laidumas orui nustatytas naudojant „Textest FX3000“ testavimo mašiną pagal TS 391 EN ISO 9237 standartą. Kiekvienam mėginiui atlikta po 10 matavimų skirtingose mezginio vietose ir iš gautų rezultatų apskaičiuotos jų vidutinės vertės (1 lentelė.).

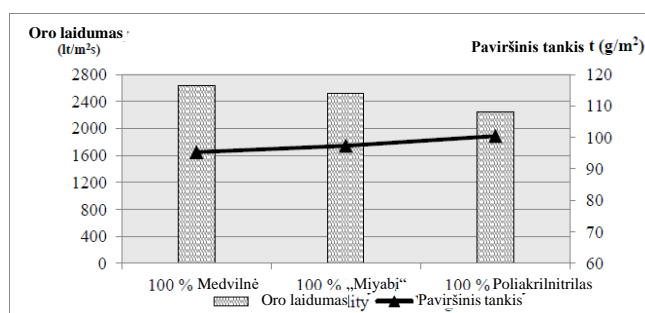
1 lentelė. Skirtingos žaliavos mezginių laidumas orui [59]

Mezginių pluoštinė sudėtis	Vidutinis oro laidumas, dm ³ / (m ² ·s)
Medvilnė	368
Bambukas	490
Modalas	550
Promodalas	520
Mikromodalas	500
Lininis modalas	540
Lyocelis	450
Viskozė	480

Nustatyta, kad kojinių, numegztų iš medvilninių verpalų, laidumas orui buvo mažiausias, o iš modalinio pluošto – didžiausias [59]. Akivaizdu, kad tam įtakos turėjo pluoštų kilmė: medvilnės pluoštas yra natūralus celiuliozinis, tuo tarpu modalinis pluoštas yra cheminis.

Galima teigti, kad kojinių charakteristikos gali skirtis priklausomai nuo daugelio veiksnių, tokių kaip verpalų rūšis, mezgimo procesas, pynimas ir apdailos būdas. Medvilnė, vilna, viskozė, poliakrilnitrilas, poliesteris, poliamidas, elastomeriniai siūlai ir jų mišiniai – tai pluoštai, kurie dažniausiai naudojami kojinių gamyboje. Kojinių gamyboje medvilniniai pluoštai keičiami į sintetinius pluoštus, tokius kaip poliakrilnitrilas ir poliesteris, kurie pasižymi geresnėmis drėgmės transportavimo savybėmis. Medvilnės pluoštas mažiau laidus drėgmei ir turi ilgesnį džiūvimo laiką [60].

Ertekin ir Marmaralı'is tyrė kojinių gamyboje naudojamų verpalų – medvilninių, poliakrilnitrilinių ir naujo tipo „Miyabi“ verpalų – fizikines ir šilumines komforto savybes. Mezginiai buvo numegzti lygiuoju skersiniu pynimu iš aukščiau išvardintų verpalų, kurių ilginis tankis 36 Ne, apskritojo mezgimo mašinomis „Lab Knitter“, vienodu tankumu. Gauti rezultatai pateikti 13 paveiksle.



13 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo paviršinio tankio [60]

Nustatyta, kad laidumas orui didėja, kai medžiagų paviršinis tankis yra mažesnis. 100 % medvilninių ir 100 % „Miyabi“ mezginių laidumas orui yra labai panašus. Taigi, galima teigti, kad laidumas orui priklauso nuo mezginio paviršinio tankio. Medžiagas, pagamintas iš „Miyabi“ verpalų, siūloma naudoti vasariniams ir didelio aktyvumo drabužiams [60].

Hashanas ir kiti mokslininkai tyrė mezginių pynimo ir struktūros įtaką laidumui orui. Mezginiai buvo pagaminti iš įvairios žaliavos, tokios kaip medvilnė, viskozė, bambukas, vilna, poliakrilnitrilas ir jų mišinių. Tiriamieji pluoštų deriniai ir sandaros rodikliai pateikti 2 lentelėje. Bandiniai numezgti lygiuoju skersiniu pynimu arba sluoksniuotiniu pynimu „Matec“ – „Tecno New“ 14E klasės kojinių mezgimo automatu. Visi dengiantieji siūlai buvo vienodo ilginio tankio (30Ne), kai kurių kojinių pagrindo siūlai buvo Lycra (40D) ir poliesteris (150D). Laidumas orui nustatytas L14DR (Karl Schroder KG, Vokietija) įrenginiu, tyrimas atliktas pagal EN ISO 9237:1997 standartą, naudojant 5 cm² matavimo plotą [61].

2 lentelė. Skirtingos pluoštinės sudėties mezginių laidumas orui [61]

Band. Nr.	Bandinių pluoštinė sudėtis	Kilpos ilgis, mm	Tankumas	Laidumas orui, mm/s
1	Vilna	6,2	7,21	2460
2	Poliakrilnitrilas	6,2	7,21	1786
3	Vilnos-poliakrilnitrilo mišinys	6,2	7,21	1800
4	Medvilnės- poliakrilnitrilo mišinys	6,2	7,21	1653
5	Medvilnė-poliesteris	6,2	7,21	296
6	Viskozė- Lycra	6,2	7,21	226
7	Medvilnė/bambukas-poliesteris	6,2	7,21	293
8	Melanžas	6,2	7,21	223

Nustatyta, kad lygiojo skersinio pynimo mezginiai turi didesnę laidumą orui, negu sluoksniuotinio pynimo mezginiai. Mezginiai, platuruoti poliesterio siūlais, pasižymėjo geresnėmis laidumo orui savybėmis, nei mezginiai, kurie platuruoti Lycra siūlais [61].

Čiukas ir Abramavičiūtė tyrė kojinių iš sojų baltymo, bambuko, medvilnės / „seacell“ (jūros dumblių ir eukalipto puoštas) ir bambuko/ lino pluoštų laidumo orui priklausomybę nuo mezginio paviršinio tankio, siūlų ilginio tankio, dengiamumo koeficiento, storio bei kilpos ilgio. Nustatyta, kad grynapiuoščiai mezginiai, lyginant su mišriapiuoščiais, yra laidesni orui. Kojinės, numezgtos iš to pačio ilginio tankio bambuko pluošto, turi geresnę laidumą orui nei bambuko pluošto derinys su linu [62].

1.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Išanalizavus kitų tyrėjų atliktus tyrimus ir gautus rezultatus matoma, kad gaminant megztus gaminius, reikia atsižvelgti ne vien tik į gaminio dėvėjimo sąlygas, bet ir į tekstilinių medžiagų mechanines ir fizikines savybes.

Mezginiai mezgami iš verpalų, vienagijų ir daugiagijų siūlų bei įvairių verpalų derinių. Plačiai naudojami medvilnės, vilnos, viskozės, poliesterio, poliamido pluoštai. Šių pluoštų gaminiai pasižymi gera skysčių absorbcija, higieniškumu, lengvu perdirbimu. Pastaruoju metu išaugo poreikis sveikesnių, patogesnių ir ekologiškai draugiškų aplinkai tekstilės gaminių. Todėl pradėti naudoti sojų, bambuko, jūros dumblių pluoštai, kurie teigiamai veikia žmogaus organizmą. Bambuko pluoštas pasižymi geromis fizikinėmis ir mechaninėmis savybėmis, greitu atsinaujinimu. Nuo verpalų, naudojamų megztų gaminių gamybai, priklauso žmogaus komforto jausmas, pačio gaminio fizikinės ir vartojamosios savybės.

Mezginiai naudojami elastanas dažniausiai derinamas su medvilne, gaminant sportinę aprangą, apatinius drabužius, kojines ir kt. Tamprūs siūlai pasižymi dideliu elastingumu, geru formos išlaikymu, minkštu ir lygiu paviršiumi, mažesne drėgmės sugertimi, yra atsparus dilinimui ir pumpuravimuisi, atsparus daugumai chemikalų ir įprastam saulės spindulių poveikiui.

Tekstilės gaminių atsparumui dilinimui įtakos turi pluošto tipas ir jo savybės, mezginio pynimas ir sandaros rodikliai. Viena iš dilinimo pasekmių – pluoštų ištraukimas iš siūlų. Todėl yra labai svarbi siūlų sandara. Ilgesni pluoštai geriau laikosi drauge verpaluose, susidaro didesnės sankabos jėgos, kai verpalo skerspjūvyje esti didesnis plaukelių skaičius. Tyrimų metu nustatyta, kad mezginiai, numegzti iš sintetinių ir natūralių pluoštų, dilinimo metu greičiau netenka natūralių pluoštų. Todėl gaminiai praranda pradinę išvaizdą, sumažėja mezginio storis.

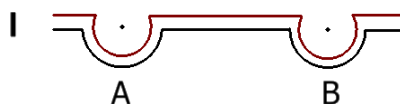
Megzti gaminiai, tame tarpe ir kojinės, turi būti patogūs, o svarbiausia – laidūs orui. Laidumas orui – labai svarbus parametras, nusakantis gaminio komfortiškumą, nes jis atlieka pagrindinį vaidmenį transportuojant drėgmę nuo odos per tekstilinę medžiagą į atmosferą, atiduodant į aplinką šilumos perteklių. Mezginių laidumas orui priklauso nuo tokių faktorių: siūlų ilginio tankio, pluoštinės sudėties, pynimo tipo, mezginio storio, paviršiaus akytumo ar porų dydžio. Didesnis laidumas orui būdingas mezginiams iš natūralių verpalų.

2. Tyrimo objektas

Kojinaičių vartojamųjų savybių tyrimui suprojektuoti ir pagaminti septyni skirtingos pluoštinės sudėties mezginiai, kurie numegzti tuo pačiu pynimu. Kojinaitės numegztos 14E klasės, 132 adatų „Sangiaco 6 Cus“ (Italija) vieno cilindro, kurio skermuo – 3 ¾“, kojinių automatu UAB „Vegateksa“ įmonėje. Visame gaminio ilgyje – blauzdoje, pėdoje, kulne ir pirštuose – mezginio tankumai yra vienodi. Tirtųjų bandinių pynimas – lygusis sluoksniuotinis.

Skersinis mezginys, kurio visos ar kai kurios kilpos sudarytos iš dviejų ar daugiau siūlų, išsidėsčiusių kilpos pagrinde taip, kad dengiantysis siūlas yra dešininėje, o pagrindo – kairinėje pusėje, vadinamas sluoksniuotiniu. Mezginio principinė siūlo klojimo schema pateikta 14 paveiksle. Toks mezginys gali būti viengubas arba dvigubas, taip pat lygusis arba raštuotas. Lygiojoje medžiagoje visos kilpos sudarytos iš dviejų siūlų – pagrindo ir dengiančiojo [63].

Mezginiai platuruoti tuo pačiu elastomeriniu siūlu, kurio ilginis tankis 8,6 tex, o pagrindo siūlas – kiekviename variante skirtingas.


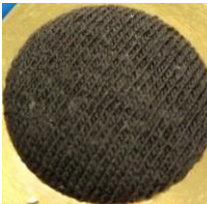


14 pav. Lygiojo sluoksniuotinio pynimo schema






Kojinaitės numegztos iš skirtingos kilmės pluoštų: natūralių – vilnos, medvilnės ir medvilnės derinio su metalizuotais siūlais, organinės medvilnės, dirbtinių – bambuko viskozės, sintetinių – poliamido, poliamido ir poliesterio „Thermolite“ derinio. Pluoštai, tokie kaip vilna, medvilnė, organinė medvilnė, bambuko viskozė, eksperimentams pasirinkti dėl jų didelio populiarumo, gaminant kojinių gaminius. Poliamido ir poliesterio „Thermolite“ siūlų derinys dažniausiai naudojamas specialios paskirties kojinių gamybai. Šiuos siūlus sudaro tuščiavidurės, persipynusios gijos, kurios užtikrina greitesnę laidumą orui ir lengvumą, tarsi izoluoja koją nuo išorės veiksnių.

Skirtingos pluoštinės sudėties mezginių vaizdas ir pluoštinė sudėtis pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė. Bandinių pluoštinė sudėtis ir siūlų ilginis tankis

Bandinio nr.	Pagrindo siūlas	Dengiantysis siūlas (žymėjimas)	Kojinių bandinių pluoštinės sudėtis	Bandinio vaizdas
1	Elastomerinis siūlas (lycra)	Bambuko viskozė (BV)	80 % bambuko viskozės 18 % poliamido 2 % elastano	
2	Elastomerinis siūlas (lycra)	Vilna (V)	85 % vilnos 12 % poliamido 3 % elastano	

3 lentes tēsinys

3	Elastomerinis siūlas (lycra)	Organinė medvilnė (OM)	80 % organinės medvilnės 15 % poliamido 5 % elastano	
4	Elastomerinis siūlas (lycra)	Medvilnė (M)	80 % medvilnės 15 % poliamido 5 % elastano	
5	Elastomerinis siūlas (lycra)	Poliamidas (Pa)	95 % poliamido 5 % elastano	
6	Elastomerinis siūlas (lycra)	Poliamidas ir poliesteris „Thermolite“ (PT)	75 % poliamido 20 % „Thermolite“ 5 % elastano	
7	Elastomerinis siūlas (lycra)	Medvilnė ir metalizuotas siūlas (MM)	65 % medvilnės 25 % metalizuoto siūlo 8 % poliamido 2 % elastano	

3. Metodologinė dalis

Visi bandiniai paruošti ir bandyti KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakulteto Medžiagų tyrimo laboratorijoje, kurioje išlaikytos standartinės klimato sąlygos – temperatūra $t = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ir santykinis drėgnis $\varphi = (65 \pm 4) \%$ – pagal LST EN ISO 139:2005 standartą [64]. Bandiniai prieš tyrimą standartinėse klimato sąlygose išlaikyti 24 val.

3.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymo metodika

- **Kilpos ilgio nustatymas**

Skirtingos pluoštinės sudėties mezginių kilpos ilgis nustatytas remiantis standartu LST EN 14970:2006 „Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpos ilgio ir siūlo ilginio tankio skersiniame mezginyje nustatymas“ [65].

Faktinis kilpos ilgis nustatomas taip: mezginio vienoje eilutėje pažymima verpalų atkarpa ir suskaičiuojama joje esantis kilpų skaičius. Pažymėtas verpalas išardomas ir išmatuojamas jo ilgis, kuris padalinamas iš kilpų skaičiaus toje verpalų atkarpoje.

- **Dengiamumo koeficiento apskaičiavimas**

Mezginio peršviečiamumas apibūdinamas dengiamumo koeficientu. Dengiamumo koeficientas TF – tai siūlo išlankstyto į vieną kilpą, ir iš šios kilpos užimamo ploto santykis [63]:

$$TF = \frac{P_v}{P_h} \quad (1)$$

čia: T – siūlo ilginis tankis, tex ;

l – kilpos ilgis, cm .

- **Mezginio tankumo nustatymo metodika**

Megztos medžiagos tankumas – tai mezginio savybė, apibūdinanti jo kilpų ilgį ar kilpų skaičių, kiekybiškai išreiškiama tankumo koeficientais P_h ir P_v [64]. Bandinių tankumas buvo nustatomas vadovaujantis LST EN 14971:2006 „Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpų skaičiaus vienetiniame ilgyje ir plotyje nustatymas“ standartu [66].

Tankumo koeficientai buvo matuojami penkiose skirtingose mezginio vietose, naudojant kalibruotą liniuotę, ir suskaičiuojant mezginio ilgyje ir plotyje esančias kilpas. Horizontalusis tankumo koeficientas P_h – tai kilpų stulpelių skaičius mezginio 1 cm plotyje horizontalia (kilpų eilučių) kryptimi, o vertikalusis P_v – kilpų eilučių skaičius mezginio 1 cm ilgyje vertikalia (kilpų stulpelių) kryptimi [67]. Matuojant tankumus, mezginys privalo būti horizontalioje padėtyje, laisvame būvyje, neištemptas, be ydų.

Po penkių matavimų, kiekvieno bandinio varianto atskirai, apskaičiuojamas vertikalojo tankumo koeficiento P_v aritmetinis vidurkis ir horizontaliojo tankumo koeficiento P_h aritmetinis vidurkis. Remiantis gautais duomenimis, apskaičiuojamas kilpos žingsnis A ir kilpos aukštis B [63]:

Kilpos žingsnis A , mm , apskaičiuotas pagal formulę:

— (2)

čia P_h – horizontalusis mezginio tankumas, cm^{-1} ;

Kilpos aukštis B , mm , apskaičiuotas pagal formulę:

— (3)

čia P_v – vertikalusis mezginio tankumas, cm^{-1} ;

- **Mezginio paviršinio tankio nustatymo metodika**

Mezginių paviršinis tankis M nustatomas pagal standartą LST EN 12127:1999 „Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Paviršinio tankio nustatymas naudojant mažus bandinius“ [68]. Iš skirtingų mezginio vietų buvo iškirpti penki $1 \text{ cm}^2 \pm 1 \%$ dydžio bandiniai. Bandiniai sverti elektroninėmis svarstyklėmis „KERN EW 150-3M“ (Vokietija), 0,001 g tikslumu.

- **Mezginio storio nustatymo metodika**

Mezginių storis h nustatomas vadovaujantis standartu LST EN ISO 5084:2000 „Tekstilė. Tekstilės medžiagų ir gaminių storio nustatymas“ [69]. Mezginių storio nustatymo tyrimas atliktas naudojant firmos „Hans Schmidt & Co“ skaitmeninį storio matavimo prietaisą DPT 60 (Vokietija), kurio matavimo tikslumas – $0,01 \text{ mm} \pm 0,020 \text{ mm}$, bandinio prispaudimo jėga – 1,0 kPa (15 pav).



15 pav. Skaitmeninis storio matavimo prietaisas DPT 60

Mezginys ištiesiamas tarp dviejų įrenginio plokštelių ir prispaudžiamas pastovia jėga. Matavimo prietaiso ekrane parodomas mezginio storis milimetrais. Megztos medžiagos storis išmatuojamas penkiose skirtingose bandinio vietose, iš šių rezultatų apskaičiuojamas vidurkis.

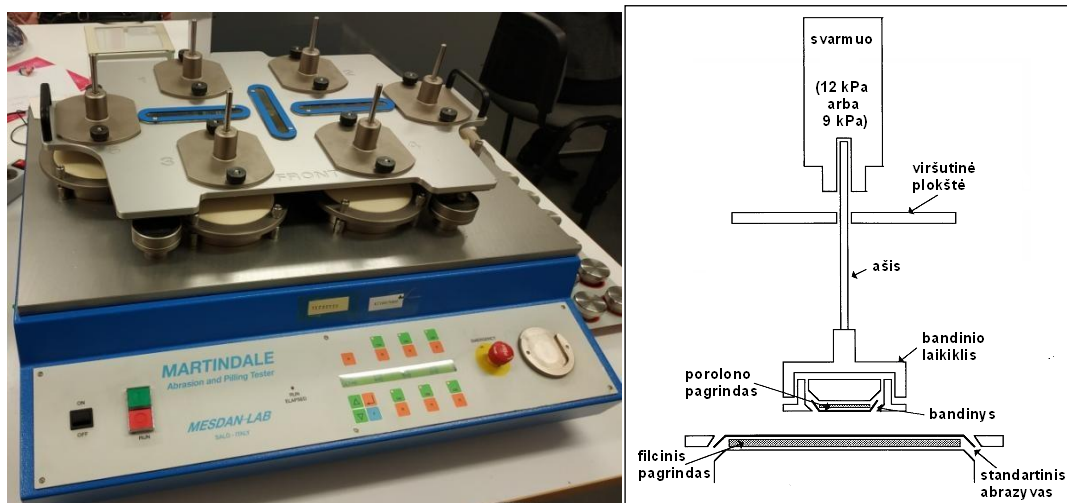
3.2. Kojinių gaminių vartojamųjų savybių nustatymas

Didelę įtaką kojinių gaminių kokybei eksploatacijos metu turi šios savybės: atsparumas dilinimui, laidumas orui, atsparumas pūkavimuisi ir pumpuravimuisi. Dėvint bet kokį drabužį, tame tarpe ir kojines, svarbu, kad gaminyje kuo ilgiau išlaikytų savo funkcionalumą ir būtų patvarus ilgalaikiam dėvėjimui.

- **Mezginių atsparumo dilinimui nustatymo metodika**

Kojinaičių atsparumas dilinimui nustatomas pagal LST EN ISO 12947-3:2001 „Tekstilė. Tekstilės medžiagų atsparumo dilinimui nustatymas Martindale'o metodu. 3 dalis. Masės nuostolio nustatymas“ standartą [70].

Apskritas bandinys, įtvirtintas bandinio laikiklyje ir veikiamas nustatytos apkrovos, trinamas abrazyvu (t. y., standartine medžiaga) Lissajous figūrą sudarančiais slenkamaisiais judesiais. Bandinio laikiklis papildomai gali laisvai sukis apie savo ašį statmenai bandinio plokštumai (16 pav.).



16 pav. Martindale'o dilinimo prietaisas: a – bendras vaizdas, b – bandinio užtaisymo brėžinys

Tekstilės medžiagos atsparumas dilinimui įvertinamas nustatant bandinio masės nuostolį ir jį pateikiant miligramais arba procentine išraiška.

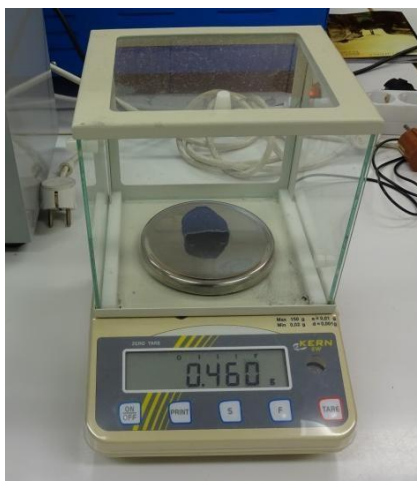
Vienas iš dilinimo apkrovos parametrų – bendra naudinga dilinimo apkrovos masė, t. y., bandinio laikiklio sąrankos ir atitinkamo svarmens masė buvo parinkta (595 ± 7) g (vardinis slėgis 9 kPa) atsižvelgiant į mezginių pobūdį, t. y., skirta drabužių ir buitinės paskirties medžiagoms, išskyrus apmušalus ir patalynę.

Atsižvelgiant į abrazyvo sūkių skaičių, bandinio masės nuostolis nustatomas kiekvienam pasirinktam sūkių skaičiui, kuriam esant bandinys su ra arba atsiranda skylės (4 lentelė).

4 lentelė. Masės nuostolio bandymo intervalai

Bandymo serija	Sūkių skaičius, po kurių bandinys suyra	Masės nuostolio nustatymas, esant sūkių skaičiui
a	~ 1 000	100, 250, 500, 750, 1 000, (1 250)
b	> 1 000 ~ 5000	500, 750, 1 000, 2 500, 5 000, (7 500)
c	>5000~10000	1 000,2500,5000,7500, 10000, (15 000)
d	> 10 000 ~ 25 000	5000, 7500, 10 000, 15 000, 25 000, (40000)
e	> 25 000 ~ 50 000	10 000, 15 000, 25 000, 40 000, 50 000, (75 000)
f	> 50 000 ~ 100 000	10 000, 25 000, 50 000, 75000, 100 000, (125 000)
g	> 100000	25 000, 50 000, 75 000, 100 000, (125 000)

Masės nuostolių nustatymui buvo naudojamos elektroninės svarstyklės „KERN EW 150-3M“ (Vokietija), sveriančios 1 mg tikslumu (17 pav.).



17 pav. Svarstyklės „KERN EW 150-3M“

Tyrimui naudojamų bandinių matmenys: bandinių skersmuo 38 mm, abrazyvo skersmuo ne mažesnis kaip 140 mm, bandinio laikiklio aktyvios medžiagos pagrindo skersmuo 38 mm.

Dilinami šeši tos pačios medžiagos žinomos masės bandiniai pagal „e“ bandymo seriją, kuri nurodyta 4 lentelėje. Bandymas nutraukiamas, jeigu atsiranda pokyčių (pumpurėlių, skylių) arba bandinys su ra.

Iš bandinių masių skirtumo prieš ir po dilinimo, praėjus tam tikram sūkių skaičiui, nustatomas kiekvieno bandinio masės nuostolis miligramais.

Iš bandinių, dilintų tuo pačiu sūkių skaičiumi, apskaičiuojamas masių nuostolių vidurkis, jo pasiklivimo rėžiai ir standartinis nuokrypis, suapvalintas 1 mg tikslumu. Apskaičiuojami santykiniai pasiklivimo rėžiai ir variacijos koeficientai 0,1 % tikslumu.

- **Laidumo orui nustatymo metodika**

Kojinaičių laidumo orui tyrimas atliktas remiantis LST EN ISO 9237:1997 standartu, aprašančiu tekstilės medžiagų laidumo orui matavimo būdą, kuris taikomas daugumai orui laidžių medžiagų [71]. Bandymo metu matuojamas oro srauto, prasiskverbiančio per nustatytą medžiagos plotą, esant nustatytam slėgių skirtumui, debitas.

Laidumo orui bandymai atlikti naudojantis prietaisu L14DR (Karl Schroder KG, Vokietija) (18 pav.). Žiedo formos bandinio laikikliai turi 5 cm², 20 cm², 50 cm² ar 100 cm² kiaurymę. Slėgio matuoklis, sujungtas su bandymo galvute, turi 50 Pa, 100 Pa, 200 Pa ar 500 Pa matavimo skalę slėgių skirtumui nustatyti ne mažiau kaip 2 % matavimo tikslumu.



18 pav. L14DR laidumo orui matavimo prietaisas

Bandymo metu buvo naudotas 5 cm² kiaurymės žiedo formos bandinio laikiklis. Įtemptas bandinys įtvirtinamas žiedo formos bandinio laikiklyje, įjungiamas oro siurbimo ventiliatorius ir oro išsiurbimas pamažu didinamas tol, kol pasiekiamas pasirinktas slėgių skirtumas, esant stabilioms sąlygoms. Matuojamas oro srauto debitas esant 200 Pa slėgių skirtumui.

Laidumas orui R , dm³/(m²·s) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$— \tag{5}$$

čia: – oro srauto debito aritmetinis vidurkis, dm³/min (l/min);

A – bandomasis plotas, cm²;

167 – perskaičiavimo iš dm³/cm²min arba l/cm²min į dm³/(m²·s) koeficientas.

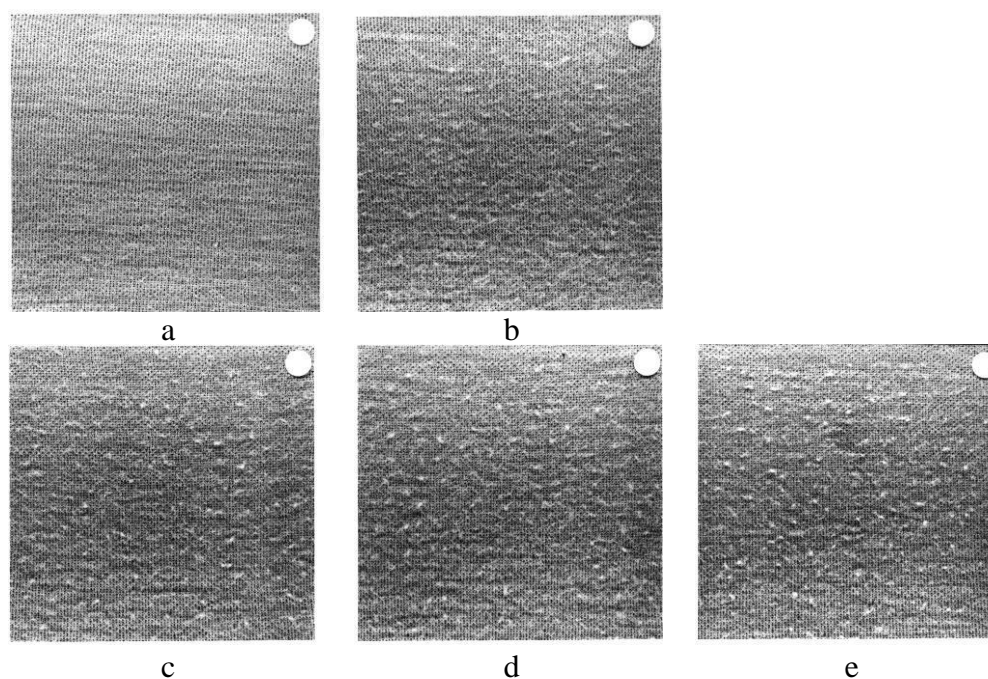
- **Mezginių paviršiaus pokyčio nustatymo metodika**

Atliekant atsparumo dilinimui bandymą, po kiekvieno sūkių ciklo buvo vertinamas medžiagų paviršiaus pokytis penkiabalėje skalėje pagal standartą LST EN ISO 12945–2:2001 „Tekstilė. Tekstilės medžiagų polinkio pūkuotis ir pumpuruotis nustatymas: modifikuotas Martindale‘o metodas” [72]. Kiekvienam bandiniui suteikiamas laipsnis pagal laipsnio suteikimo schemą, pateiktą 5 lentelėje.

5 lentelė. Apžiūrimasis įvertinimas

Laipsnis	Aprašymas
5	Nepasikeitė
4	Nežymus pūkavimas paviršiuje ir (arba) dalinai susiformavę pumpurėliai
3	Vidutinis pūkavimas paviršiuje ir (arba) vidutinis pumpuravimas. Įvairaus dydžio ir tankumo pumpurėliai dalinai dengia bandinio paviršių
2	Ryškus pūkavimas paviršiuje ir (arba) ryškus pumpuravimas. Įvairaus dydžio ir tankumo pumpurėliai dengia didelę bandinio paviršiaus dalį
1	Ypač ryškus pūkavimas paviršiuje ir (arba) ypač ryškus pumpuravimas. Įvairaus dydžio ir tankumo pumpurėliai dengia visą bandinio paviršių

Jeigu vertinamasis laipsnis atsiranda tarp dviejų gretimų laipsnių, užrašomas tarpinis laipsnis („pusė“), nurodant skaičių intervalą, pavyzdžiui 3 – 4. Mezginių paviršiaus išvaizdos pokyčius vertino du stebėtojai.



19 pav. Mezginio paviršiaus vizualinis vertinimas: a – 5 laipsnis, b – 4 laipsnis, c – 3 laipsnis, d – 2 laipsnis, e – 1 laipsnis

Bandinių paviršiaus pokyčio nustatymui buvo naudojami fotografuoti atsparumo pumpuravimuisi įvertinimo standartai nuo 5 balų (nėra pokyčio) iki 1 balo (tankus paviršiaus pūkavimasis, visą mėginio paviršių dengia įvairaus dydžio ir tankio pumpurėliai) (19 pav.).

Kiekvieno individualaus stebėtojo atveju bandymo rezultatas yra nustatytų laipsnių vidurkis. Laboratorinio ėminio bandymo rezultatas yra stebėtojo laipsnių vidurkis [72].

Mezginių paviršiaus pasikeitimo vaizdiniam tyrimui ir įvertinimui bandiniai buvo papildomai skenuojami Epson Perfection V330 Photo skeneriu (parinkta vaizdo skyra 1200 dpi).

3.3. Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika

Gauti rezultatai apdorojami, gautos vertės tikslinamos skaičiuojant jų statistines reikšmes. Konkrečiam rezultatų įvertinimui darbe naudojamos apskaičiuotos statistinės charakteristikos apibūdinančios: vidutinę atliktų bandymų savybės vertę, t. y. aritmetinis vidurkis (\bar{X}), absoliutinę rezultatų sklaidą nusakant vidutine kvadratine nuokrypa (S), įvertinama sklaida atsižvelgiant ir į elementariųjų bandymų skaičių ir į vidutinę bandymų vertę – variacijos koeficientas (V), atsitiktinė absoliutinė (Δ) ir santykinė paklaidos (δ) [73].

Aritmetinis vidurkis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (6)$$

čia x_i – i-ojo bandymo rezultatas;

n – elementariųjų bandymų eksperimento viename taške skaičius.

Vidutinės kvadratinės nuokrypos vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}; \quad (7)$$

čia \bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis;

$n-1$ – vadinamasis laisvės laipsnių skaičius;

x_i – i-ojo bandymo rezultatas.

Variacijos koeficientas apskaičiuojamas iš vidutinio kvadratinio nuokrypio ir aritmetinio vidurkio santykio:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%; \quad (8)$$

čia S – vidutinė kvadratinė nuokrypa;

\bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis.

Atsitiktinės paklaidos dydis priklauso nuo Stjudento kriterijaus vertės (tai bandinių skaičius bei pasikliaujama tikimybės vertė), vidutinės kvadratinės nuokrypos ir elementariųjų bandinių skaičiaus. Stjudento kriterijaus vertė esant pasikliaujamajai tikimybei $\alpha = 0,95$ parenkama pagal bandinių skaičių. Ši paklaida apskaičiuojama:

$$\Delta = \frac{t_{\alpha} S}{\sqrt{n}}; \quad (9)$$

čia t_{α} – Stjudento kriterijus, priklausantis nuo pasirinktosios pasiklovimo tikimybės α ir bandymų skaičiaus n ;

S – vidutinė kvadratinė nuokrypa;

n – elementariųjų bandinių skaičius.

Absoliutinės atsitiktinės paklaidos ir aritmetinio vidurkio santykis aprašo santykinę atsitiktinę paklaidą, kuri apskaičiuojama pagal formulę:

$$\delta = \frac{\Delta}{\bar{X}} \cdot 100\%; \quad (10)$$

čia δ – atsitiktinė absoliutinė paklaida;

\bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis.

4. TYRIMO REZULTATAI

4.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymas

Siekiant nustatyti skirtingos pluoštinės sudėties ir sandaros įtaką atsparumui dilinimui ir laidumui orui, buvo pagaminti septyni kojinių variantai iš natūralių ir dirbtinių verpalų bei sintetinių siūlų. Pagal 2.1 skyriuje pateiktą metodiką, apskaičiuoti visų mezginių sandaros rodikliai. Siūlų ilginio tankio, vertikalojo ir horizontaliojo tankumų, kilpos ilgio ir paviršinio tankio rezultatai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Bandinių sandaros rodikliai

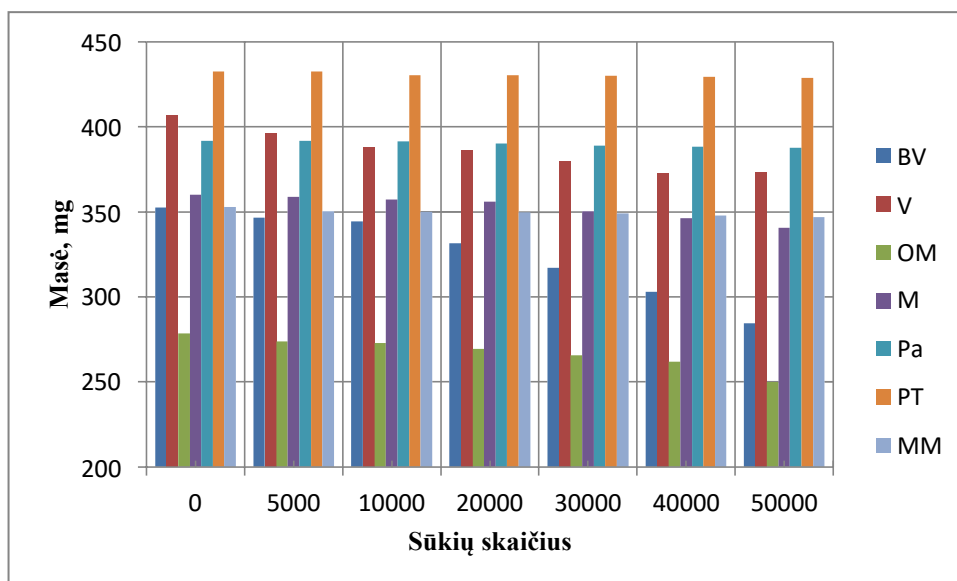
Rodiklis	Bambuko viskozė (BV)	Vilna (V)	Organinė medvilnė (OM)	Medvilnė (M)	Poliamidas (PA)	Poliamidas ir poliesteris „Thermolite“ (PT)	Medvilnė ir metalizuotas siūlas (MM)
Dengiančiojo siūlo ilginis tankis $T_{pagr, tex}$	29	36	29	29	15,6x2	15,6x2+25,6	29+8,6
Pagrindo siūlo ilginis tankis $T_{deng, tex}$	8,6						
Vertikalusis tankumas P_v, cm^{-1}	12	13	10	13	12	12	10
Horizontalusis tankumas P_h, cm^{-1}	10	10	9	9	11	8	8
Kilpos žingsnis A, mm	0,83	1,00	1,11	0,91	1,10	1,25	1,25
Kilpos aukštis B, mm	1,00	0,77	1,00	0,83	0,77	0,83	1,00
Pynimas	Lygusis sluoksniuotinis						
Kilpos ilgis l_k, mm	3,02	2,78	3,28	2,92	2,78	3,16	3,42
Mezginio paviršinis tankis $M, g/m^2$	136,26	161,18	110,99	135,97	137,98	198,09	127,22
Dengiamumo koeficientas $TF, \%$	17,83	21,58	16,41	18,44	20,09	20,31	18,00
Mezginio storis h, mm	1,23	1,61	1,20	1,36	1,14	1,21	1,46

5 lentelėje pateikti skirtingos pluoštinės sudėties mezginių sandaros rodikliai apibūdina jų savybes. Šie rodikliai bus reikalingi ir naudojami tolimesnėje tyrimo eigoje, nustatant mezginių sandaros įtaką atsparumui dilinimui ir laidumui orui.

4.2. Mezginių atsparumo dilinimui tyrimas

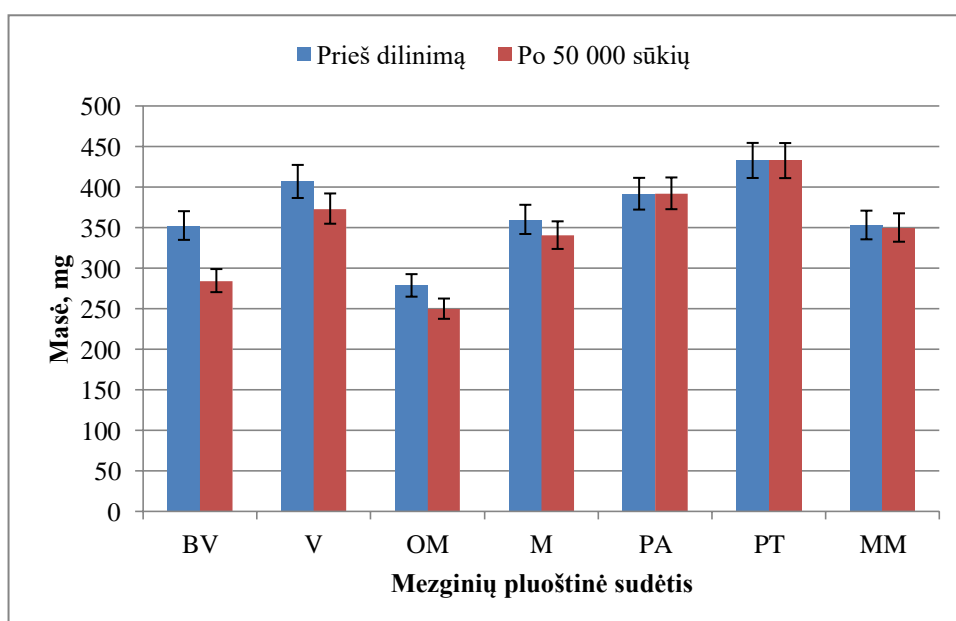
Kasdien dėvimi kojinių gaminiai trinasi į įvairius paviršius, todėl pastoviai ardoma jo sandara. Gaminio nusidėvėjimui įtakos turi daug veiksnių, tačiau vienas svarbiausių – atsparumas dilinimui. Šio proceso metu dilinama vieta palaipsniui praranda pluošto kiekį, to pasekoje, gaminio paviršiuje atsiranda skylė, susiformuoja ryškūs pumpurėliai.

Tiriant skirtingos pluoštinės sudėties mezginių atsparumą dilinimui, buvo užsiduota, kad mezginiai bus dilinami iki 50 000 sūkių. 20 paveiksle pateikti rezultatai rodo, kad visos tiriamosios medžiagos atlaikė pasirinktą maksimalų sūkių skaičių.



20 pav. Mezginių masės priklausomybė nuo sūkių skaičiaus

Kaip matyti iš 21 paveikslo, visų septynių variantų bandinio masė tiesiogiai priklauso nuo sūkių skaičiaus, t. y., atsparumo dilinimui bandymo metu, didinant sūkių skaičių, bandinių masė mažėja.



21 pav. Mezginių masė prieš dilinimo bandymą ir po 50 000 abrazyvo sūkių poveikio

Pastebėta, kad mažiausias masės kitimas yra mezginių iš poliamidinių (PA) bei poliamido ir poliesterio „Thermolite“ (PT) derinio. Jų masė sumažėjo tik 0,1 %. Taip pat mažas 1 % masės kitimas nustatytas mezginiams iš medvilnės su metalizuotais siūlais derinio. Mezginiai iš organinės medvilnės (OM) ir grynios medvilnės (M) po 50 000 sūkių neteko atitinkamai 10 % ir 5 %, grynviliniai mezginiai neteko 9 % savo masės. Lyginant pradinę masę su galutine po atsparumo dilinimui bandymo, didžiausius masės pokyčius patyrė mezginiai iš bambuko viskozės (BV) pluošto – 19 % .

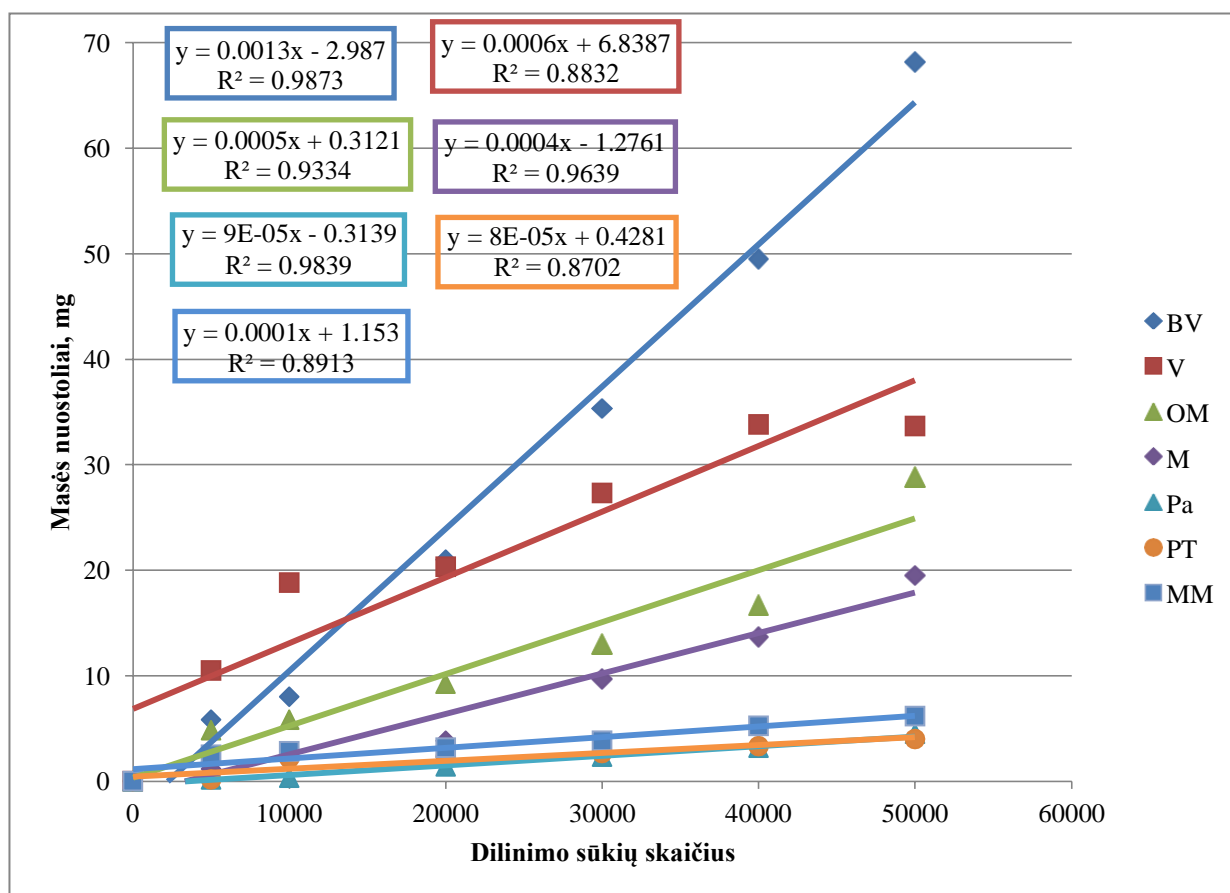
Medžiagų atsparumo dilinimui nustatymo metu vertinamas net tik sūkių skaičius, prie kurio bandinys suyra, bet taip pat įvertinami ir masės nuostoliai, t. y., dilinimo metu, didinant sūkių skaičių, mezginiai praranda tam tikrą pluošto masę. Vadovaujantis standartu [70] atsparumas dilinimui nustatomas skaičiuojant masės nuostolius po dilinimo. Masės nuostolių rezultatai ir variacijos koeficientai pateikti 7 lentelėje.

7 lentelė. Masės nuostoliai po mezginių atsparumo dilinimui tyrimo

Mezginio pavadinimas		5 000 sūkių	10 000 sūkių	20 000 sūkių	30 000 sūkių	40 000 sūkių	50 000 sūkių
Bambuko viskozė	m_a , mg	5,83	8,00	21,00	35,33	49,5	68,17
	V, %	19,53	19,35	17,30	16,28	12,44	11,82
Vilna	m_a , mg	10,50	18,83	20,33	27,33	33,83	33,67
	V, %	14,44	11,833	11,49	10,52	9,79	9,88
Organinė medvilnė	m_a , mg	4,83	5,83	9,27	13,00	16,67	28,83
	V, %	8,45	20,04	27,38	9,73	6,20	8,61
Medvilnė	V, mg	1,17	2,67	3,83	9,67	13,67	19,50
	m_a , %	6,45	5,65	4,18	16,89	9,99	8,42
Poliamidas	m_a , mg	0,17	0,33	1,40	2,33	3,17	4,50
	V, %	6,08	4,20	7,33	8,59	4,85	9,08
Poliamidas ir poliesteris „Thermolite“	m_a , mg	0,17	2,17	2,33	2,67	3,33	4,00
	V, %	13,9	7,39	5,86	5,65	4,09	3,54
Medvilnė ir metalizuotas siūlas	m_a , mg	2,50	2,83	3,17	3,83	5,25	6,17
	V, %	4,20	3,47	5,44	4,49	16,77	18,96

Pagal 7 lentelėje pateiktų rezultatų variacijos koeficientus matoma, kad rezultatų sklaida yra tarp ≥ 5 % iki daugiau nei 15 %. Tai parodo, kad bandinių rezultatų sklaida varijuoja nuo labai mažos iki didelės, kadangi keletas vieno tipo pluošto bandinių tyrimo metu dilo nevienodai. Vieni bandiniai masę prarado greičiau, kiti lėčiau. Tam įtakos galėjo turėti bandinių paruošimas, kadangi bandiniai buvo kerpami iš kojinaičių kulno ir pėdos dalies, mezginio paviršiaus pokyčiai, kai susiformuoja nevienodo dydžio pumpurėliai, kurie vėliau galėjo nukristi. Taip pat įtakos galėjo turėti prietaiso nusidėvėjimas. Norint rezultatus patikslinti, reikėtų didinti bandinių skaičių.

Masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus parodyta 22 paveiksle. Didinant dilinimo sūkių skaičių, megztų medžiagų masės nuostoliai taip pat didėja.

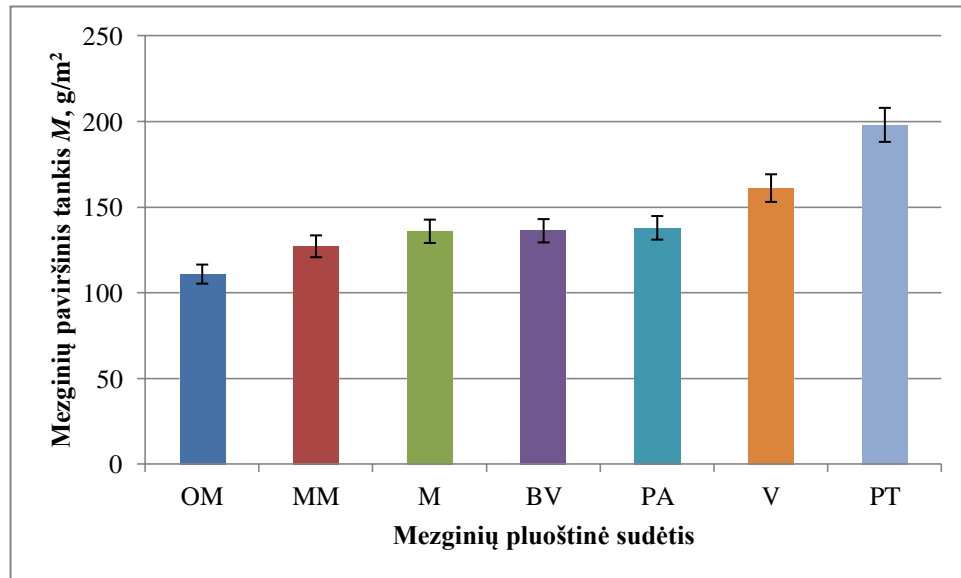


22 pav. Mezginių masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus

Šiai priklausomybei aprašyti gerai tinka tiesinė lygtis. Apibrėžties koeficiento vertės gautos pakankamai aukštos: bambuko viskozės mezginių – 0,9873, vilnionių mezginių – 0,8832, mezginių iš organinės medvilnės – 0,9334, medvilninių mezginių – 0,9639, poliamidinių mezginių – 0,9839, mezginių iš poliamido ir poliesterio „Thermolite“ derinio – 0,8702, medvilninių su metalizuotais siūlais mezginių – 0,8913.

Dilimo metu iš mezginio iškrentantys plaukeliai jį plonina. Iš 22 paveiksle pateiktos diagramos matoma, kad mažiausius masės nuostolius 4,00 mg patyrė mezginiai iš poliamido ir poliesterio „Thermolite“ derinio, o didžiausius – 68,17 mg bambuko viskozės pluošto mezginiai. Medvilnės ir organinės medvilnės pluoštų mezginių masės nuostoliai kito tarp 19,50 mg ir 28,83 mg o vilnos 33,67 mg.

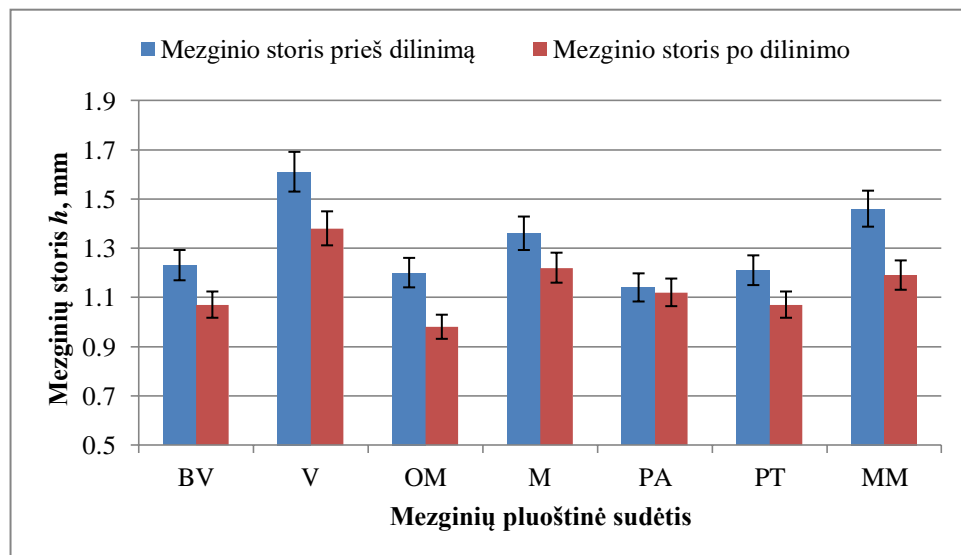
Gauti rezultatai šiuo atveju paneigė Coldea ir Vlad'o tyrimo rezultatus, kad masės nuostolių didesnės vertės yra medvilninių mezginių negu vilnionių [46]. Tačiau sutapo su El-Dessouki išvadomis. Jis teigė, kad mezginiai iš poliamidinių siūlų ir elastano mišinio (98 % PA / 2 % E) net 80 % atsparesni dilinimui, lyginant su medvilniniais mezginiais, kurių masės nuostoliai didžiausi [52].



23 pav. Tiriamųjų mezginių paviršinis tankis

Galima teigti, kad tokį rezultatą lėmė mezginių paviršinis tankis, kuris parodytas 23 paveiksle. Nustatyta, kad didesnio paviršinio tankio mezginių atsparumas dilinimui yra didesnis, o masės nuostoliai – mažesni. Taip pat iš gautų rezultatų matoma, kad pluoštinė sudėtis turi įtakos mezginių atsparumui dilinimui. Gauti rezultatai gerai koreliuoja su kitų tyrėjų rezultatais.

24 paveiksle ir 8 lentelėje pateikti mezginio storio matavimo rezultatai, t. y., kaip pasikeitė mezginių storis po atsparumo dilinimui bandymo.



24 pav. Tiriamųjų mezginių storis prieš ir po atsparumo dilinimui tyrimo

Iš 24 paveiksle pateiktų rezultatų matoma, kad storiusias mezginys yra numegztas iš vilnionių verpalų, o ploniausias mezginys – iš poliamidinių siūlų. Mezginių atsparumo dilinimui bandymo metu po 50 000 abrazyvo sūkių poveikio vilnionių mezginių storis sumažėjo 14 %, tuo tarpu mezginių iš poliamidinių siūlų storis sumažėjo tik 1,75 %.

8 lentelė. Mezginių storis prieš ir po atsparumo dilinimui bandymo

Mezginio pavadinimas	Bandinio storis prieš dilinimą, mm	Variacijos koeficientas, %	Bandinio storis po dilinimo, mm	Variacijos koeficientas, %
Bambuko viskozė	1,23	1,71	1,07	4,60
Vilna	1,61	1,75	1,38	4,32
Organinė medvilnė	1,20	0,96	0,98	4,49
Medvilnė	1,36	0,79	1,22	2,97
Poliamidas	1,14	1,86	1,12	3,58
Poliamidas ir poliesteris „Thermolite“	1,21	1,37	1,07	4,93
Medvilnė ir metalizuotas siūlas	1,46	1,73	1,19	4,88

Iš 8 lentelėje pateiktų rezultatų matoma, kad visų bandinių storio matavimo variacijos koeficiento vertės V neviršija 5 %. Tai galima teigti, kad rezultatų sklaida yra labai maža. Vienodo tipo pluošto bandinių storis buvo labai panašus, gautos vertės artimos viena kitai.

Mezginių paviršiaus pokyčių analizė po dilinimo pateikta 4.5 skyriuje.

4.3. Mezginių laidumo orui tyrimas

Laidumas orui apibrėžia mezginių savybes, tokias kaip šilumos palaikymas ir galimybė kūnui „kvėpuoti“. Pastarasis parametras yra labai svarbus, nes nusako mezginio komfortiškumą, kadangi jis atlieka pagrindinį vaidmenį transportuojant drėgmę nuo odos per mezginį į atmosferą ir atiduodant į aplinką šilumos perteklių. Šis parametras ypatingai svarbus kojinių gaminiams.

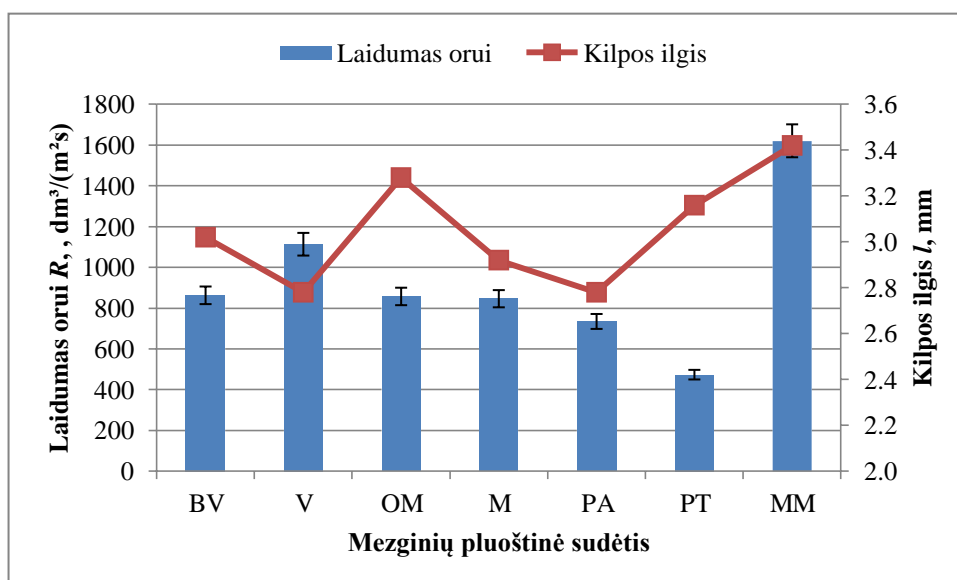
Mezginių laidumo orui tyrimo rezultatai pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Mezginių laidumo orui tyrimo rezultatai

Mezginio pavadinimas	Laidumas orui R , $\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$	Variacijos koeficientas V , %
Bambuko viskozė	862,83	3,81
Vilna	1113,33	3,10
Organinė medvilnė	857,27	3,18
Medvilnė	846,13	3,22
Poliamidas	734,80	5,75
Poliamidas ir poliesteris „Thermolite“	473,17	5,31
Medvilnė ir metalizuotas siūlas	1619,90	1,73

Atliekant laidumo orui tyrimą, buvo pasirinktas 200 Pa slėgių skirtumas. Oro srauto debitas per 5 cm^2 ploto apskritimo formos bandinį matuotas penkiose skirtingose bandinio vietose. Mezginių laidumas orui apskaičiuotas pagal (5) formulę.

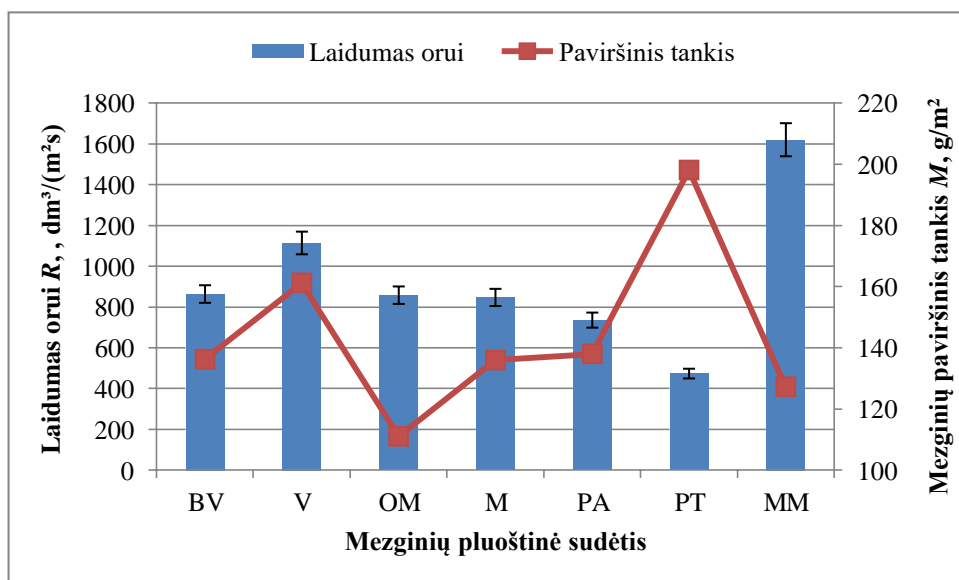
Dauguma autorių savo darbuose nustatė, kad mezginių laidumas orui priklauso nuo mezginio sandaros rodiklių ir pluoštinės sudėties. Mezginių laidumo orui priklausomybė nuo mezginio pluoštinės sudėties ir kilpos ilgio parodyta 25 paveiksle.



25 pav. Mezginų pluoštinės sudėties ir kilpos ilgio įtaka mezginų laidumui orui

Iš 25 paveiksle pateiktų rezultatų matoma, kad lyginant mezginius, numegztus iš natūralių ir sintetinių siūlų, didžiausiu laidumu orui pasižymėjo mišrūs medvilnės ir metalizuoto siūlo mezginiai, kai tuo tarpu mezginiai iš poliamido ir poliesterio „Thermolite“ derinio – mažiausiu. Didžiausiu laidumu orui pasižymi mezginiai su didžiausiu kilpos ilgiu. Didesnės kilpos lemia mezginio retumą ir, kuo retesnis mežginys, tuo oras lengviau praeina pro mežginį. Taip pat mežginio akytumą lemia svarbūs mežginio struktūros rodikliai – kilpų žingsnis ir kilpų eilutės aukštis, kurie tiesiogiai susiję su horizontaliuoju ir vertikaliuoju mežginio tankumu.

Mezginų laidumas orui priklauso ir nuo mežginio paviršinio tankio, kuris parodytas 26 paveiksle.



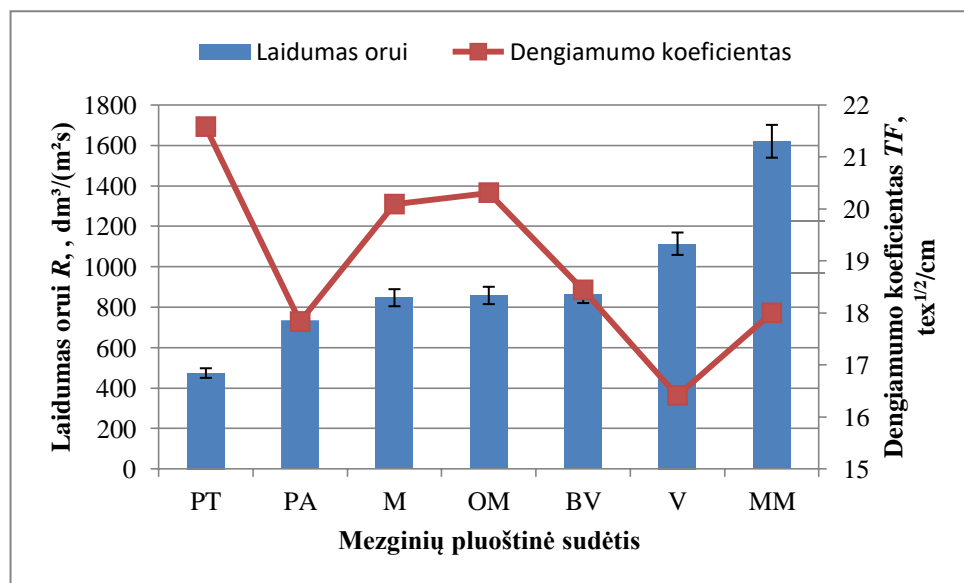
26 pav. Mezginų pluoštinės sudėties ir paviršinio tankio įtaka mezginų laidumui orui

Iš 26 paveiksle pateiktų rezultatų matyti, kad, didėjant mežginio paviršiniui tankiui, jo laidumas orui mažėja. Mezginų iš organinės medvilnės paviršinis tankis yra mažiausias, tačiau didžiausiu laidumu orui pasižymėjo mezginiai iš medvilnės ir metalizuotų siūlų, kurių paviršinis tankis 12 %

didesnis. Tai galima paaiškinti tuo, kad gryno medvilninio verpalų paviršius pūkuotesnis, nėra toks lygus kaip medvilnės ir metalizuoto siūlo derinio. Didžiausio paviršinio tankio, poliamido ir poliesterio „Thermolite“ derinio, mezginiai yra mažiausiai laidūs orui. Tam įtakos turi sintetinių pluoštų kilmė ir savybės.

Gauti rezultatai sutampa su Ertekin ir Marmaralı'is išvada. Jie tyrė kojinių, numegztų lygiuoju skersiniu pynimu iš medvilninių, poliakrilnitrilinių ir naujo tipo „Miyabi“ verpalų, fizikines ir šilumines komforto savybes. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad laidumas orui didėja, kai medžiagų paviršinis tankis yra mažesnis [60].

Nustatyta, kad mezginio laidumui orui įtakos turi tiek kilpos ilgis, tiek siūlo ilginis tankis. Abu šiuos faktorius apjungiantis dažniausiai naudojamas rodiklis yra mezginio dengiamumo koeficientas TF .



27 pav. Mezginių pluoštinės sudėties ir dengiamumo koeficiento įtaka mezginių laidumui orui

Mezginių, numegztų iš skirtingos kilmės siūlų, laidumas orui priklauso nuo mezginio dengiamumo koeficiento, kuris parodytas 27 paveiksle. Matoma, kad didėjant dengiamumo koeficientui, mezginių laidumas orui mažėja. Tokias pačias išvadas gavo Mavruzas ir Ogulata [74] atliktame tyrime su lygiojo skersinio pynimo bandiniais. Tačiau šį teiginį paneigė mezginių iš medvilnės ir metalizuotų siūlų gauti rezultatai, kurių dengiamumo koeficientas yra didesnis lyginant su vilninių mezginių. Mezginių iš vilninių verpalų dengiamumas koeficientas yra mažiausias, tačiau mezginių iš medvilnės ir metalizuotų siūlų laidumas orui yra didžiausias. Tai būtų galima paaiškinti tuo, kad šių mezginių sandara yra specifinė, t. y., sandaroje yra metalizuotas siūlas.

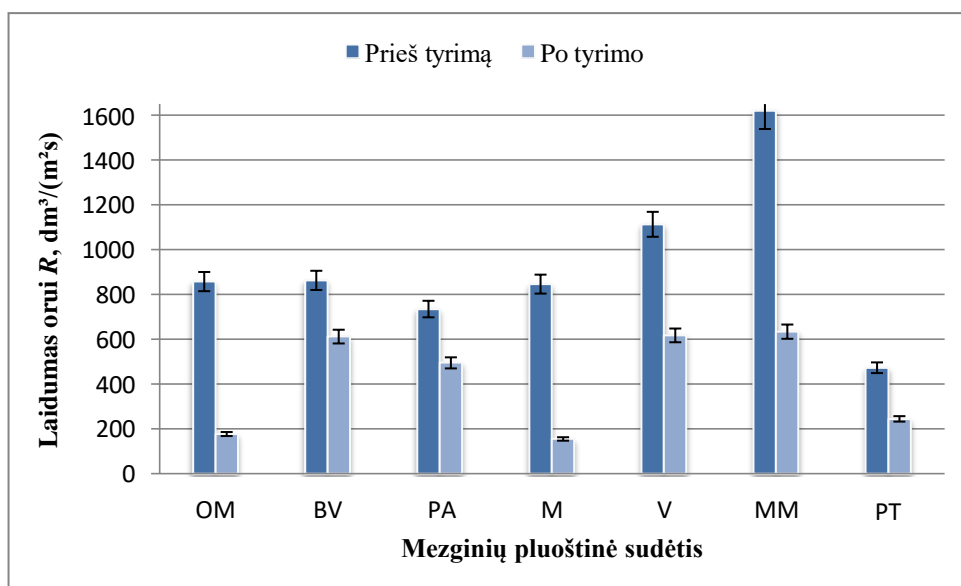
Dengiamumo koeficientas TF išreiškiamas siūlo, išlankstyto į vieną kilpą, ir šios kilpos užimamo ploto santykiu [63]. Taigi, kuo tarpeliai tarp į kilpas išlankstytų siūlų yra didesni, tuo didesnis oro srautas gali per mezginį praeiti. Tačiau mezginiui tankėjant, dengiamumo koeficiento vertės įtaka laidumui orui mažėja, kol mezginio paviršius užsipildo maksimaliai. Nebelikus mezginyje siūlais neuždengtų tarpelių, pro kuriuos oras skverbiasi be didesnio pasipriešinimo, oras gali praeiti tik per siūlų sistemas.

Mezginių atsparumo dilinimui bandymo metu bandiniams po kiekvieno dilinimo sūkių ciklo buvo matuotas laidumas orui. Laidumo orui vertės ir variacijos koeficientai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Laidumo orui rezultatai po dilinimo

		Prieš tyrimą	5000 sūkių	10000 sūkių	20000 sūkių	30000 sūkių	40000 sūkių	50000 sūkių
Bambuko viskozė	Vidurkis	862,83	590,07	484,30	450,90	478,73	506,57	612,33
	Variacijos koef., %	3,81	7,73	7,23	4,06	7,21	4,96	8,91
Vilna	Vidurkis	1113,33	846,13	768,2	694,83	651,30	645,73	617,90
	Variacijos koef., %	3,10	5,39	4,76	7,07	9,03	9,06	7,45
Organinė medvilnė	Vidurkis	857,27	595,63	478,73	300,60	233,80	211,53	178,13
	Variacijos koef., %	3,18	4,22	7,21	12,17	12,78	21,57	22,71
Medvilnė	Vidurkis	846,13	623,47	601,20	278,33	222,67	161,43	155,87
	Variacijos koef., %	3,22	2,77	3,51	9,80	15,49	20,34	17,49
Poliamidas	Vidurkis	734,80	629,03	601,20	562,23	545,53	512,13	495,43
	Variacijos koef., %	5,75	4,00	3,51	4,47	5,00	3,37	2,75
Poliamidas ir poliesteris „Thermolite“	Vidurkis	473,17	322,87	300,6	295,03	261,63	250,5	244,93
	Variacijos koef., %	5,31	5,34	0,27	4,62	9,61	5,96	5,57
Medvilnė ir metalizuotas siūlas	Vidurkis	1619,90	985,30	823,87	773,77	668,00	645,73	634,60
	Variacijos koef., %	1,73	7,03	9,48	8,38	5,48	5,34	7,44

Pagal 10 lentelėje pateiktų rezultatų variacijos koeficientus matoma, kad rezultatų sklaida yra tarp $\geq 5\%$ iki daugiau nei 15% . Matuojant oro laidumą bandinių rezultatų sklaida varijuoja nuo labai mažos iki didelės. Manoma, kad tam įtakos turėjo nevienodas bandinių dilimas, padidėjęs mezginio kilpų tankumas, pasikeitęs mezginio paviršius, t. y., plaukelių susivėlimas mezginio paviršiuje.



28 pav. Koreliacija tarp laidumo orui ir mezginių pluoštinės sudėties

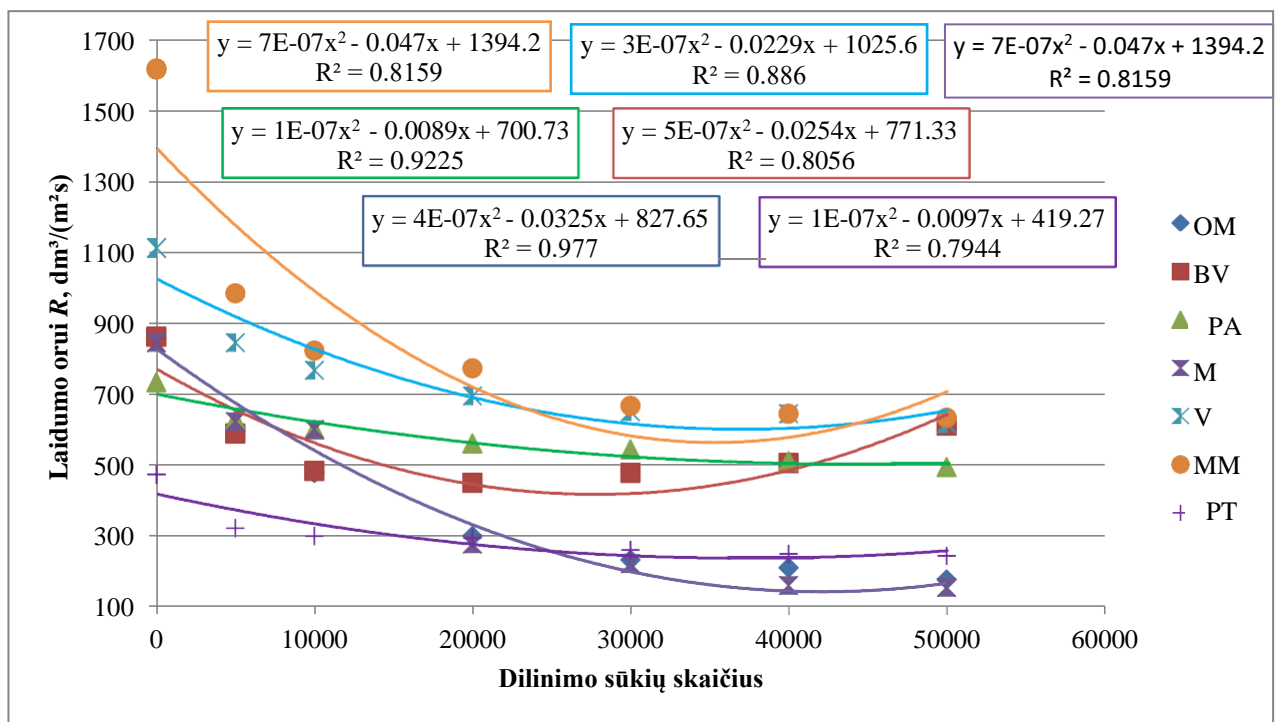
28 paveiksle grafiškai parodyta koreliacija tarp mezginių pluoštinės sudėties ir laidumo orui prieš atsparumo dilinimui tyrimą ir po 50 000 abrazyvo sūkių poveikio. Matoma aiški laidumo orui

priklausomybė nuo dilinimo sūkių skaičiaus – didėjant sūkių skaičiui, laidumas orui mažėja. Tarp bandinių geriausiu laidumu orui prieš dilinimą pasižymėjo mežginiai iš medvilninių ir metalizuotų siūlų ($1619,9 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$), o mažiausiu laidumu orui pasižymėjo mežginiai iš poliamidinių ir poliesterinių „Thermolite“ siūlų ($473,17 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$).

Atlikus atsparumo dilinimui tyrimą, didžiausiu oro laidumu, kaip ir prieš tyrimą, pasižymėjo mežginiai iš medvilninių ir metalizuotų siūlų ($634,60 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$), mažiausias oro laidumas nustatytas medvilniniams mežginiams ($155,87 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$). Lyginant rezultatus prieš ir po tyrimo, laidumas orui sumažėjo nuo 32 % iki 81 %.

Tito, Čiuiko, Abramavičiūtės ir Svetnickienės atliktame tyrime taip pat pastebėta laidumo orui priklausomybė nuo mežginio atsparumo dilinimui. Jie nustatė, kad po dilinimo mežginiai suplonėjo, susispaudė kilpų stulpeliai ir eilutės, sumažėjo paviršiaus poringumas. Dilinimo proceso metu, mažėjant bandinių masei, siūlai susiplojo, užspaudė mežginio ertmes. Mežginių laidumas orui sumažėjo, nes sumažėjo ertmių kiekis ir plotas, pro kurias gali patekti oras [75].

29 paveiksle grafiškai parodyta skirtingos pluoštinės sudėties mežginių laidumo orui priklausomybė po tam tikro sūkių skaičiaus.



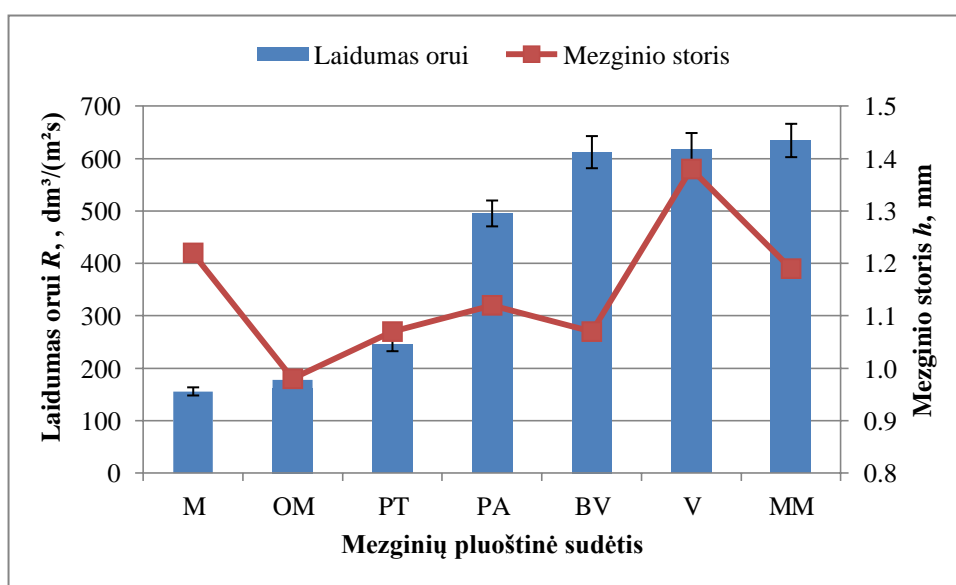
29 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo dilinimo sūkių skaičiaus

Šiai priklausomybei aprašyti pritaikyta antro laipsnio polinominė lygtis. Apibrėžties koeficiento vertės gautos pakankamai aukštos: bambuko viskozės mežginių – 0,8056, vilninių mežginių – 0,886, mežginių iš organinės medvilnės – 0,977, medvilninių mežginių – 0,8159, poliamidinių mežginių – 0,9225, mežginių iš poliamido ir poliesterio „Thermolite“ derinio – 0,7944, medvilninių su metalizuotais siūlais mežginių – 0,8159. Nustatyta, kad laidumo orui priklausomybė nuo dilinimo sūkių skaičiaus yra stipri beveik visiems tirtiems mežginiams, išskyrus poliamido ir poliesterio derinio, kurių priklausomybė yra vidutinė ($R^2 = 0,7944$).

Dilinimo proceso metu natūralių pluoštų paviršiuje atsiranda iš verpalų ar siūlų išpešti pluošto plaukeliai. Plaukeliai ir jų galai veliasi tarpusavyje sudarydami paviršiuje pumpurėlius ar pūkinę dangą, kuri sumažina oro kiekį, galintį pereiti per bandinio paviršių.

Iš 29 paveiksle pateiktos diagramos matoma, kad mezginių iš bambuko viskozės po 20 000 abrazyvo sūkių dilinimo poveikio laidumas orui didėja. Tai parodo, kad prie tam tikro sūkių skaičiaus, bandinys pradeda retėti, pasišalina ant mezginio paviršiaus susidarę pupurėliai. Tęsiant atsparumo dilinimui bandymą, tikėtina, kad ir kitų mezginių laidumas orui gali didėti dėl pasikeitusios mezginio sandaros ir mezginio plonėjimo.

Nustatyta, kad egzistuoja priklausomybė tarp mezginio storio ir laidumo orui. Kuo mezginys storesnis, tuo laidumas orui yra mažesnis. Kaip jau buvo minėta [75, 57], lengviausiai oras praeina pro kiaurymę tarp siūlų. Kuo mezginio storis mažesnis, tuo didesnis jo akytumas, t. y., kuo plonesnis mezginys tuo jo laidumas orui yra didesnis.



30 pav. Mezginių pluoštinės sudėties ir mezginio storio įtaka laidumui orui esant 50 000 abrazyvo sūkių dilinimo poveikiui













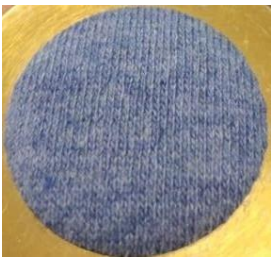



30 paveiksle pateikta mezginių laidumo orui priklausomybė nuo mezginio storio po 50 000 abrazyvo sūkių dilinimo poveikio. Gauta, kad mezginių iš medvilninių ir metalizuotų siūlų, storio ir laidumo orui rezultatų priklausomybė išsiskiria iš kitiems mezginiams nustatytų tendencijų. Nors šio mezginio storis tarp tiriamųjų mezginių yra vidutinis (1,19 mm), jo laidumo orui koeficientas yra didžiausias ($1619,9 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$). Manoma, kad šie ar panašūs rezultatai gali būti paaiškinami pirmiausia verpalų sandaros ypatybėmis.

4.4. Mezginių paviršiaus pokyčio nustatymo tyrimas





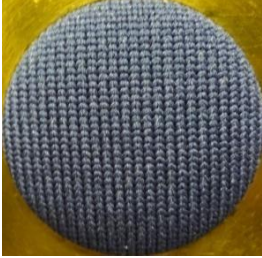







Atliekant mezginių atsparumo dilinimui bandymą, pagal 3.2.3. poskyryje aprašytą metodiką po kiekvieno sūkių ciklo buvo įvertinamas medžiagų paviršiaus pokytis penkiabalėje skalėje pagal standartą LST EN ISO 12945-2:2001 [72]. Bandinių išvaiždos pokytis buvo įvertinamas prieš atsparumo dilinimui nustatymą, po 5 000, 30 000 ir 50 000 abrazyvo sūkių dilinimo poveikio. Bandinius įvertino du stebėtojai, jų vertinimo balų vidurkis su komentarais pateiktas 11 lentelėje. Šioje lentelėje vertinimo rezultatai pateikti nuo bandymo pradžios iki 40 000 abrazyvo sūkių

dilinimo poveikio, įvertinant laipsniais kas 10 000 sūkių. 12 lentelėje pateikti paviršiaus pasikeitimo įvertinimo rezultatai po 50 000 sūkių.

11 lentelė. Išvaizdos pokyčių vertinimo rezultatai

	Prieš tyrimą	Po 5000 sūkių	Po 30 000 sūkių	Po 40 000
BV				
	Paviršius be defektų	5 – jokių pokyčių	3 - pavšiaus pūkavimasis, pumpurėliai	2 - bandinio paviršiuje susidarę įvairaus dydžio pumpurėliai
V				
	Paviršius be defektų	4 –paviršiaus pūkavimasis	3 – didžiojoje dalyje paviršiaus susidarę pumpurėliai	4 – pavšiaus pūkavimasis, pumpurėliai nudilo
OM				
	Paviršius be defektų	4 – nežymus pūkavimasis	3 – paviršiuje susidarę maži pumpurėliai	2 – susidarę įvairaus dydžio pumpurėliai bandinio paviršiuje
M				
	Paviršius be defektų	4 – nežymus pūkavimasis	2 – bandinio paviršiuje susidarę įvairaus dydžio pumpurėliai	2 - visame bandinio paviršiuje susidarę įvairaus dydžio pumpurėliai

11 lentelės tęsinys



PA				
	Paviršius be defektų	5 – jokių pokyčių	4 – pūkavimasis	4 – pūkavimasis
PT				
	Paviršius be defektų	5 – jokių pokyčių	5 – jokių pokyčių	5-4 – nežymūs pokyčiai
MM				
	Paviršius be defektų	4 – paviršiaus pūkavimasis, pumpurėliai	4 – paviršiaus pūkavimasis, pumpurėliai	3 - visame bandinio paviršiuje susidarę vienodo dydžio pumpurėliai

Pagal 11 lentelėje pateiktus vaizdus matoma, kad po atsparumo dilinimui tyrimo bandinių paviršiuje atsirado pokyčių. Dažniausi pokyčiai – paviršiaus pūkavimasis, pumpurėlių susidarymas. Sintetinių pluoštų bandinių paviršiuje matomi nežymūs pokyčiai, natūralių ir dirbtinių pluoštų paviršiuose – pokyčiai ryškesni.



Tikslesniam mezginių paviršiaus išvaizdos pokyčių įvertinimui reikalinga papildoma įranga. Mezginių vaizdų analizei buvo naudojamas skeneris Epson Perfection V330 Photo, parinkta vaizdo skyra – 1 200 taškų.

12 lentelėje pateikti bandinių, esant 50 000 dilinimo sūkių poveikiui, vaizdai, kurie suteikia galimybę geriau įvertinti ir parodyti mezginių paviršiaus pažeidimus.



12 lentelė. Skirtingos pluoštinės sudėties mezginių vaizdų analizė po 50 000 dilinimo sūkių poveikio

Mezginio iš bambuko viskozės verpalų vaizdas po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	
	<p>Penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje šie mėginiai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 1 balu, nes bandinio paviršiuje susidarė įvairaus dydžio ir tankio, ryškūs pumpurėliai. Matomas paviršiaus pūkavimasis</p> <p>Galima prognozuoti, kad tęsiant tyrimą, šių bandinių paviršius gali pradėti retėti iki pagrindo siūlo ar net skylės.</p>
Mezginio iš medvilninių verpalų vaizdas po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	
	<p>Penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje šie mėginiai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 1 balu, nes visame bandinio paviršiuje susidarė įvairaus dydžio ir tankio, ryškūs pumpurėliai, kilpos susiploję, pakitusi mezginių spalva.</p> <p>Tęsiant tyrimą, šių bandinių paviršiuje gali atsirasti praretėjimai ar net skylės.</p>


12 lentelės tęsinys (1)

Mezginio iš organinės medvilnės verpalų vaizdas po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	
	<p>Penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje šie mezginiai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 2 balais.</p> <p>Pateiktame organinės medvilnės bandinio vaizde matoma, kad paviršiuje susiformavo įvairių dydžių pumpurėliai. Susidaręs didelis paviršiaus pūkavimasis, per kurį sunku išžiūrėti kilpas. Bandinio paviršius susiplojęs, tuo pačiu ir suplonėjęs.</p>
Mezginio iš medvilnės ir metalizuoto siūlo derinio vaizdas po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	
	<p>Penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje šie mezginiai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 3 balais, nes visame bandinio paviršiuje susidarė vienodi pumpurėliai.</p> <p>Šio mezginio išvaizdos pokytis labai ryškus, panašus į medvilnės ar kitų tiriamų natūralių pluoštų bandinių. Susidarę nedideli pumpurėliai paviršiuje pasiskirstė gana tolygiai. Taip pat matomas paviršiaus pūkavimasis.</p>

12 lentelės tęsinys (2)

Mezginio iš vilnionių verpalų vaizdas po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	
	<p>Penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje šie mežginiai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 4 balais.</p> <p>Vilnionių mežginių bandinio paviršiuje pumpurėlių nėra, matomi tik ištraukti pluošto plaukeliai. Tyrimo metu pumpurėliai, kurie pradėjo formotis nuo dilinimo pradžios, tarp 30 000 ir 40 000 sūkių nudilo. Pumpurėlių pasišalinimas vartotojui gali reikšti gaminio atnaujinimą, tačiau šis reiškinys parodo mežginio plonėjimą. Pateiktame vaizde galima tam tikrose vietose matyti dengiančiojo siūlo praretėjimą ir pagrindo siūlo vaizdą (spalvų kontrastas).</p>
Mezginio iš poliamido siūlų vaizdas po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	
	<p>Penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje šie mežginiai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 4 balais.</p> <p>Pateiktame vaizde matomas paviršiaus pūkavimasis visame dilintame bandinio paviršiuje. Kitų pakitimų nėra.</p>

12 lentelės tęsinys (3)

Mezginio iš poliamido ir poliesterio „Thermolite” siūlų vaizdas po 50 000 dilinimo sūkių poveikio	
	<p>Penkiabalėje paviršiaus pasikeitimo vertinimo skalėje šie mezginiai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 5 – 4 balais.</p> <p>Iš mezginio vaizdo matoma, kad dviejų sintetinių siūlų – poliamidinio ir poliesterinio „Thermolite” derinio – bandinys po 50 000 dilinimo sūkių neturi jokių paviršiaus išvaizdos pokyčių</p>

Paviršiaus išvaizdos pokyčio tyrimas labai gerai koreliuoja su kitų mokslininkų išvadomis. El-Dessouki tyrė kojinių sandaros įtaką atsparumui dilinimui ir pumpuravimuisi. Po 20 000 dilinimo sūkių kojinių, pagamintų iš poliamidinių siūlų, atsparumą pumpuravimuisi mokslininkas įvertino 4 balais, o kojinių, pagamintų iš medvilninių verpalų, atsparumas pumpuravimuisi buvo įvertintas 3 balais. Jis nustatė, kad kojinės, pagamintos iš poliesterinių siūlų, yra labai aukštos kokybės, atsparios pumpuravimuisi [52]. Šiuo tirtu konkrečiu atveju, užteko nedidelės dalies poliesterinio pluošto, kad atsparumo pumpuravimuisi rezultatai būtų geresni nei gryno pluošto.

Išvados

1. Nustatyti ir apskaičiuoti mezginių sandaros rodikliai, nuo kurių priklauso megztų medžiagų atsparumas dilinimui ir laidumas orui. Verpalų ir siūlų ilginis tankis, mezginio pynimas, horizontalusis ir vertikalusis tankumai, kilpos ilgis, paviršinis tankis, dengiamumo koeficientas ir mezginio storis yra pagrindiniai veiksniai, lemiantys medžiagų savybes.
2. Atlikus atsparumo dilinimui tyrimą, nustatyta, kad didinant sūkių skaičių, bandinių masė mažėja. Skirtingos pluoštinės sudėties mezginių masė kito nevienodai – po 50 000 dilinimo sūkių bandinių masė sumažėjo nuo 1 % iki 19,34 %.
3. Nustatyta, kad mažiausiai masė kito mezginių iš poliamidinių siūlų ($m_a = 4,50$ mg) bei poliamido ir poliesterio „Thermolite“ siūlų derinio ($m_a = 4,00$ mg), o daugiausiai – bambuko viskozės pluošto mezginių ($m_a = 68,17$ mg). Nustatyta, kad didesnio paviršinio tankio mezginių atsparumas dilinimui yra didesnis, o masės nuostoliai – mažesni.
4. Nustatyta, kad mezginiai iš natūralių pluoštų pasižymi didžiausiu laidumu orui ($846,13 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s}) - 1619,90 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$), o mažiausiu – mezginiai iš sintetinių pluoštų, poliamido ir poliesterio „Thermolite“ siūlų derinio ($734,80 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$ ir $473,17 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$). Tam įtakos turi sintetinių pluoštų kilmė ir savybės. Didžiausią įtaką laidumui orui turi megztinių medžiagų pluoštinė sudėtis.
5. Nustatyta, kad didėjant kilpos ilgiui ir mažėjant mezginio paviršiniui tankiui, mezginio laidumas orui didėja. Didžiausią kilpos ilgį ($l_k = 3,42$ mm) turintis medvilnės ir metalizuoto siūlo mezginys pasižymi didžiausiu laidumu orui ($1619,90 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$). Didžiausio paviršinio tankio ($M = 198,09 \text{ g/m}^2$) poliamido ir poliesterio „Thermolite“ siūlų derinio mezginiai yra mažiausiai laidūs orui ($473,17 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$).
6. Išanalizavus mezginių laidumo orui priklausomybę nuo dilinimo sūkių, nustatyta, kad didėjant dilinimo sūkių skaičiui, laidumas orui mažėja, t. y., laidumas orui sumažėjo nuo 32 % iki 81 %. Didžiausiu laidumu orui po 50 000 dilinimo sūkių pasižymi mezginiai iš medvilninių ir metalizuotų siūlų ($634,60 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$), mažiausiu – medvilniniai mezginiai ($155,87 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$).
7. Atlikus mezginių paviršiaus vaizdų analizę, nustatyta, kad po atsparumo dilinimui tyrimo, labiausiai savo išvaizdą pakeitė bambuko viskozės ir medvilniniai bandiniai. Šie bandiniai po 50 000 dilinimo sūkių buvo įvertinti 1 balu. Visame bandinio paviršiuje atsirado įvairaus dydžio ir tankio pumpurėliai. Poliamido ir poliesterio „Thermolite“ siūlų derinio mezginių paviršius viso tyrimo metu nepasikeitė ir buvo įvertintas 5 – 4 balais.

Literatūros sąrašas

1. Prieiga per internetą: <https://www.blacksocks.com/ch/en/historyofsocksen> [žiūrėta 2019 12 29];
2. Prieiga per internetą: <https://thesockbutler.co.uk/blog/history-of-socks> [žiūrėta 2019 12 29];
3. Prieiga per internetą: <https://shosett.com/history-of-socks/> [žiūrėta 2020 04 17];
4. ARMSTRONG, Stuart A.; TILL, Eloise S.; MALONEY, STEPHEN R.; HARRIS, GREGORY, A. *Compression Socks and Functional Recovery Following Marathon Running*. The Journal of Strength & Conditioning Research, , vol 29 (2), 2015: p. 528 – 533.
5. SMITH, J., PITTS, N. *Selecting Socks*. 2009: www.ohioline.osu.edu/hygfact/5000/5544 [žiūrėta 2020 01 15];
6. Prieiga per internetą: <https://www.sockstock.net/en/blog/select-baby-socks-right-size> [žiūrėta 2020 03 28];
7. Bureau of Agricultural Economics. *Mothers' Opinions of Fibers in Selected Items of Children's Clothing*. U.S. government printing, Washington, United States, 1951: p. 32-36.
8. Prieiga per internetą: <https://www.mongrelsocks.com/health-socks/> [žiūrėta 2020 04 01];
9. Prieiga per internetą: <https://www.healthyfeetstore.com/health-socks-and-hosiery.html> [žiūrėta 2020 03 29]
10. Prieiga per internetą: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/types-socks-collection-invisible-extra-low-cut-vector-26531589> [žiūrėta 2020 04 17];
11. Prieiga per internetą: <https://sockdrawer.com/pages/sock-heights> [žiūrėta 2018 05 05];
12. Prieiga per internetą: <https://sewguide.com/types-of-socks/> [žiūrėta 2020 04 05];
13. GRISHANOV. S. *2-Structure and properties of textile materials*. Handbook of Textile and Industrial Dyeing Principles, Processes and Types of Dyes: vol. 1, 2011: p. 28 - 63.
14. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cotton-fibre> [žiūrėta 2020 04 17];
15. HOSSEINI RAVANDI, S.A., VALIZADEH, M. *Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort*. Improving Comfort in Clothing, 2011: p. 61 - 78.
16. BHARATH, K.N., MANJUNATHA, G., B. , SANTHOSH, K. . *5 - failure analysis and the optimal toughness design of sheep–wool reinforced epoxy composites*. Failure Analysis in Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites and Hybrid Composites: 2019; p. 97-107.
17. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com> [žiūrėta 2020 04 16];
18. ŠVEGŽDIENĖ V. *Technologinių parametrų įtakos vilnonių mezginių kokybei tyrimas*. Magistro projektas. Kauno Technologijų universitetas. 2017.
19. PAVKO-ČUDEN, ALENKA; KUPLJENIK, ANŽE. *Knitted Fabrics from Bamboo Viscose*. Tekstilec: vol. 55(1), 2012: p. 5 – 11.
20. Prieiga per internetą: <http://www.populustex.com/bambootop.html> [žiūrėta 2020 04 17];
21. ERTEKIN, G., MARMARALI, A. *Performance and thermal comfort properties of knitted fabrics produced by cotton, acrylic and miyabi yarns*. XIIIth International Izmir Textile and Apparel Symposium April 2-5, 2014.
22. YU C. *Natural Textile Fibres: Vegetable Fibres*. Textiles and Fashion Materials, Design and Technology: 2015: p. 29 - 56.

23. CHOUDHURY, A. R.. *Sustainable chemical technologies for textile production*. Sustainable Fibres and Textiles: 2017: p. 267 – 322.
24. GUPTA B.S. *Manufacture, Types And Properties Of Biotextiles For Medical Applications*. Biotextiles as Medical Implants: 2013, 3-47p.;
25. Prieiga per internetą: <https://www.tradeindia.com/fp5547773/Shrink-Resistant-Thermolite-Fiber.html> [žiūrėta 2020 04 17];
26. Prieiga per internetą: <https://www.britannica.com/technology/metallic-fiber> [žiūrėta 2019 12 29];
27. Prieiga per internetą: <https://www.mysupplier.pt/lurex-socks-woman/> [žiūrėta 2020 04 17];
28. EL TANTAWY, S. A. *The Influence of Sports Socks Structures on Its Functional Properties*. American Journal of Engineering Research (AJER), vol. 9(01), 2020: p 01-10;
29. ABRAMAVIČIŪTĖ, J. , MIKUČIONIENĖ, D., ČIUKAS. R. *Structure Properties of Knits from Natural Yarns and their Combination with Elastane and Polyamide Threads*. Materials Science (Medžiagotyra). Vol. 17, No. 1. 2011. ISSN 1392–1320.
30. HERATH, C. N., KANG, B. *Dimensional Stability of Core Spun Cotton/Spandex Single Jersey Fabrics undern Relaxation*. Textile Research Journal 78 (3) 2008: p. 209 – 216.
31. BECEREN, Y., CANDAN, C., CIMILLI, S., ULGER, K. *Properties of Plain Knits from Siro-Spun Viscose/Spandex Yarns*. Fibres & Textiles in Eastern Europe 18 (1) 2008: p. 41 – 46.
32. MARMARALI, A., B. *Dimensional and Physical Properties of Cotton/Spandex Single Jersey Fabrics*. Textile Research Journal 73 (12), 2003: p. 11 – 14.
33. ČIUKAS, R., MIKUČIONIENĖ, D. *Specialiosios paskirties mezginių technologija*. VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, 2007.
34. STAREVIČIENĖ, J., TREIGIENĖ, R. *Skirtingos sandaros kojinių atsparumo dėvėjimui palyginamoji analizė*. Kauno technologijos universitetas, Gaminių technologijos ir dizainas, Konferencijos pranešimų medžiaga, Kaunas: Technologija, 2012: 249, 253 psl. ISSN 1822-492X.
35. HU, J. *Fabric testing*. Woodhead Publishing Series in Textiles: No. 76, 2008.
36. KADOLPH, S.J. *Quality Assurance for Textiles and Apparel*. Fairchild Publication, 2007. ISBN:156367-144-1.
37. MANICH, A.M., CASTELLAR, M.D.D., SAURI, R.M., MIGUEL, R.A., BARELLA, A. *Abrasion Kinetics of Wool and Blended Fabric*. Textile Research Journal, Vol.71, 2001: p. 469-474.
38. KALOĞLU, F., ÖNDER, E., ÖZIPEK, B. *Influence Of Varying Structural Parameters On Abrasion Characteristics of 50/50 Wool/Polyester Blended Fabrics*. Textile Research Journal, Vol. 73, No. 11, 2003: p. 980-984.
39. ABDULLAH, I., BLACKBURN, R.S., RUSSELL, S.J., TAYLOR, J. *Abrasion Phenomena in Twill Tencel Fabric*,. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 102, 2006: p.1391–1398.
40. ARBATAITIS, E., MIKUČIONIENĖ, D. *Siūlo pluoštinės sudėties ir siūlų skaičiaus įtakos kilpos geometrijai tyrimas*. Kauno technologijos universitetas, Gaminių technologijos ir dizainas, Konferencijos pranešimų medžiaga, Kaunas: Technologija, 2012: 249- 253 psl. ISSN 1822-492X.

41. ÖZDİL, N., MARMARALI, A., OĞLAKCIOĞLU, N. *The Abrasion Resistance of Socks*. International Journal of Clothing Science and Technology, Vol: 21, No: 1, 2009: p. 56-63.
42. GUN, A., D., DEMIRCAN, B., ACIKGO, A. *Colour, abrasion and some colour fastness properties of reactive dyed plain knitted fabrics made from modal viscose fibres*. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, Vol. 22, 5(107), 2014.
43. GUN AD. *Fibers and Polymers* 2011; No. 12 (2): 258-267.
44. GUN AD. *Fibers and Polymers* 2011; No. 12 (8): 1083-1090.
45. MONTAZER, M., RAMIN, A. *Influences of Proteases and Trans-glutaminases on Wool*. Amirkabir University of Technology, Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 18, No. 2 (79), 2010: pp. 98 – 101.
46. COLDEA, A.M., VLAD, D. *Research Regarding the Physical-Mechanical Properties of Knits for Garments–Abrasion Resistance*. Procedia Engineering, 2017: p. 181, 330-337. ISSN 1877-7058.
47. SIVAKUMAR, V. R., & PILLAY, K. P. R. *Study of pilling in polyester/cottonblended fabrics*. Indian Journal Textile Research, 1981: No: 6, p. 22.
48. ABDULLAH, I., BLACKBURN, R.S., RUSSELL, S.J., TAYLOR, J. *Abrasion Phenomena in Twill Tencel Fabric*. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 102, 2006: p.1391–1398.
49. SRIDHARAN, V. *Ways to eliminate pilling*. Man - made Textiles in India, No. 25, 1982: p. 445.
50. GINTIS, D. and MEAD, E.J. *The Mechanism of Pilling*, Text Res J, 1959: p. 578-585.
51. JASINSKA, I. *The influence of raw material on the tendency to knitted fabrics pilling*. Autex 2012: Innovative Textile for High Future Demands: 12th World Textile Conference, Zadar, Croatia: book of proceedings, 2012: p.1111-1116.
52. EL-DESSOUKI, H., A. *A Study on Abrasion Characteristics and Pilling Performance of Socks*. International Design journal, volume 4 (2).
53. OĞLAKCIOĞLU, N., MARMARALI, A. *Thermal Comfort Properties of Some Knitted Structures*. Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 15, No. 5-6, 2007: p. 94 – 96.
54. BIVAINYTĖ, A., ČIUŽAITĖ, J. ir MIKUČIONIENĖ, D. *Dvisluoksnių skersinių mezginių laidumo orui tyrimas*. Kauno technologijos universitetas, Gaminių technologijos ir dizainas, Konferencijos pranešimų medžiaga, Kaunas: Technologija, 2010: 228-232 psl. ISSN 1822-492X.
55. OGULATA, T., R., MAVRUZ, S. *Investigation of Porosity and Air Permeability Values of Plain Knitted Fabrics*. Fibres & Textiles in Eastern Europe 2010, Vol. 18, No. 5 (82).
56. KARAGUZEL, B. *Characterization And Role Of Porosity In Knitted Fabrics*. MSc Thesis, North Carolina State University, Department of Textile Engineering, Chemistry and Science, 2004.
57. WILBIK-HAŁGAS, B, DANYCH, R., WIĘCEK, B., KOWALSKI, K. *Air and Water Vapour Permeability in Double-Layered Knitted Fabrics with Different Raw Materials*. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, July / September 2006, Vol. 14, No. 3 (57)
58. TANSIONGCO, K., K., ABELLON, A., AMBATALI, I. C., CANTIGA N., S., and CASTRO, M. *Comparative study: Banana-polyester fiber*. UERM Health Sciences Journal, 2019, p: 108-114.

59. AKAYDIN, M., GÜL, R. *Survey Of Comfort Properties Of Socks Produced From Cellulose-Based Fibers* *Tekstil*. Konfeksiyon 2014, 24(1): p. 37-46.
60. ERTEKIN, G., MARMARALI, A. *Performance And Thermal Comfort Properties Of Knitted Fabrics Produced By Cotton, Acrylic And Miyabi Yarns*. XIIIth International Izmir Textile and Apparel Symposium, April 2-5, 2014.
61. HASHAN, G., FARIDUL, H., KHANDAKER F.R., KARMAKER, K., ZHONGMIN, D., ZILANI, M., J. *Functional Properties Improvement of Socks Items Using Different Types of Yarn*. International Journal of Textile Science 2017, 6(2): p. 34-42.
62. ABRAMAVIČIŪTĖ, J., ČIUKAS, R. *Investigation of the Air Permeability of Socks Knitted from Yarns with Peculiar Properties*. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2010, Vol. 18, No. 1 (78).
63. TVARIJONAVIČIENĖ, B. *Mezginių sandara ir analizė*. Technologija, Kaunas. 2009 ,
64. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 139:2005]. *Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Standartinė kondicionavimo ir bandymo aplinka*.
65. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN 14970:2006]. *Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpos ilgio ir siūlo ilginio tankio skersiniame mezginyje nustatymas*.
66. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN 14971:2006]. *Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpų skaičiaus vienetiniame ilgyje ir plotyje nustatymas*.
67. ČIUKAS, R. ir kiti. *Aiškinamasis tekstilės terminų žodynas*. Kaunas: Technologija, 2001
68. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN 12127:1999]. *Tekstilė. Megztinės medžiagos. Paviršinio tankio nustatymas naudojant mažus bandinius*.
69. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 5084:2000]. *Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Tekstilės medžiagų ir gaminių storio nustatymas*.
70. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 12947-2:2001]. *Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Tekstilės medžiagų atsparumo dilinimui nustatymas Martindale'o metodu. 3 dalis. Masės nuostolio nustatymas*.
71. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 9237:1997]. *Tekstilė. Megztinės medžiagos. Medžiagų laidumo orui nustatymas*.
72. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 12945-2:2001]. *Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Tekstilės medžiagų polinkio pūkuotis ir pumpuruotis nustatymas: modifikuotas Martindale'o metodas*.
73. MILAŠIUS, R. *Tekstilės eksperimento teorija ir praktika*. Kaunas: Technologija, 2011
74. MAVRUZ, S., OGULATA, R.T. *Investigation of air permeability of single jersey fabrics with different relaxation states*. The journal of the textile institute, 2011. Vol. 102, No. 1, p. 57-64.
75. TITAS, E., ČIUKAS, R., ABRAMAVIČIŪTĖ, J., SVETNICKIENĖ, V. *Kojinėms skirtų mezginių laidumo orui ir masės pokyčių po dildymo tyrimas*. *Gaminių technologijos ir dizainas*, 2010: 233–236 psl.

Priedai

1 priedas. Tyrimų rezultatų publikavimas

Magistro baigiamojo darbo tematika paskelbta publikacija „Influence of Socks Structure on Abrasion Resistance“ KTU Jaunųjų tyrėjų konferencijos „Pramonės inžinerija 2020“ pranešimų medžiagoje (el. leidinyje).



This is to certify that

Rugilė Gavrilčikienė

has submitted a publication

Influence of Socks Structure on Abrasion Resistance

to conference proceedings book "Industrial Engineering 2020".

Nr. V24-11-31

Dean of the
Faculty of Mechanical
Engineering and Design
dr. Andrius Vilkauskas



faculty of mechanical
engineering
and design