



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Aktyvaus laisvalaikio aprangos megztinių medžiagų matmenų
stabilumo ir fizikinių savybių tyrimas**

Baigiamasis magistro projektas

Urtė Gerulskytė
Projekto autorė

Lekt. Ginta Laureckienė
Vadovė

Kaunas, 2021 m.



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Aktyvaus laisvalaikio aprangos megztinių medžiagų matmenų stabilumo ir fizikinių savybių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas
Tekstilės ir aprangos technologija (6211FX007)

Urtė Gerulskytė

Projekto autorė

Lekt. Ginta Laureckienė

Vadovė

Prof. Daiva Mikučionienė

Recenzentė

Kaunas, 2021 m.



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Urtė Gerulskytė

Aktyvaus laisvalaikio aprangos megztinių medžiagų matmenų stabilumo ir fizikinių savybių tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Urtė Gerulskytė

Patvirtinta elektroniniu būdu



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Studijų programa: 6211FX007 Tekstilės ir aprangos technologija

MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studentui (-ei)

Urtei Gerulskytei
(Vardas, Pavardė)

1. Baigiamojo Projekto tema–

Aktyvaus laisvalaikio aprangai skirtų mezginių matmenų stabilumo ir fizikinių savybių tyrimas

(Lietuvių kalba)

Investigation of dimensional stability and physical properties of knitwear for active leisure

(Anglų kalba)

2. Darbo tikslas ir uždaviniai –

Darbo tikslas – nustatyti aktyvaus laisvalaikio aprangai skirtų skersinių mezginių sandaros ir pluoštinės sudėties įtaką jų matmenų stabilumui ir fizikinėms savybėms.

Uždaviniai:

1. Nustatyti skirtingos pluoštinės sudėties mezginių sandaros rodiklius.
2. Nustatyti pluoštinės sudėties ir sandaros rodiklių įtaką mezginių matmenų stabilumui.
3. Nustatyti pluoštinės sudėties ir sandaros rodiklių įtaką skalbtų ir nescalbtų mezginių laidumui orui.
4. Nustatyti pluoštinės sudėties įtaką skalbtų ir nescalbtų mezginių statinei vandens absorbcijai.
5. Atlikti tirtų skirtingos pluoštinės sudėties mezginių matmenų stabilumo ir fizikinių savybių lyginamąją analizę.

Studentas Urtė Gerulskytė 2021-03-31
(Vardas, Pavardė) *(Parašas)* *(Data)*

Baigiamojo
projekto vadovas Ginta Laureckienė 2021-03-31
(Vardas, Pavardė) *(Parašas)* *(Data)*

Gerulskytė, Urtė. Aktyvaus laisvalaikio aprangos megztinių medžiagų matmenų stabilumo ir fizikinių savybių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė lekt. Ginta Laureckienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: megztinė medžiaga, lygusis sluoksniuotinis pynimas, matmenų stabilumas, laidumas orui, vandens absorbcija.

Kaunas, 2021 m. 62 p.

Santrauka

Projektuojant aprangą, skirtą aktyviam laisvalaikiui, labai svarbu atsižvelgti į gaminio patogumą, stabilumą ir komfortiškumą jį dėvint. Dėl šios priežasties tokiems gaminiams projektuoti parenkami mezginiai, kurie priglunda prie kūno, yra elastingi ir patogūs užsiimant aktyvia veikla.

Darbo tikslas – nustatyti aktyvaus laisvalaikio aprangai skirtų skersinių mezginių struktūros ir pluoštinės sudėties įtaką jų matmenų stabilumui ir fizikinėms savybėms.

Šiame projekte analizuotos aštuonios skirtingos pluoštinės sudėties lygiojo sluoksniuotinio pynimo megztinės medžiagos, kurios skiriasi ne tik žaliava, bet ir struktūra. Tyrinėtos mišriapluoštės medžiagos, pagamintos iš medvilninių ir bambuko viskozės verpalų derinių su poliamidiniu, poliesteriniu, polipropileniniu bei „Coolmax[®]“ pluoštu. Megztinės medžiagos, pagamintos iš tokių pluoštų derinių, turi geras drėgmės pernešimo, laidumo orui ir greitas drėgmės išgarinimo savybes, kurios gali užtikrinti komforto jausmą dėvėtojui. Suprojektuoti lygiojo sluoksniuotinio pynimo mezginiai numegzti apskritąja didelio skersmens 22E klasės Monarch FXC-3S mezgimo mašina.

Tyrimo metu išmatuotas megztinių medžiagų kilpos ilgis, vertkalis ir horizontalusis mezginio tankumai, apskaičiuotas kilpos žingnis ir eilutės aukštis, medžiagos paviršinis tankis neskalbtiems ir skalbtiems bandiniams. Nustatytas megztinių medžiagų laidumas orui, matmenų stabilumas po penkių skalbimo procesų, statinė vandens absorbcija ir kapiliarumas.

Tyrimai parodė, kad megztinių medžiagų laidumui orui, matmenų pokyčiui po skalbimo procesų, vandens absorbcijai ir kapiliarumui turi įtakos mezginių pluoštinė sudėtis ir tankumas. Megztinių medžiagų pluoštinės sudėties įtaka matmenų stabilumui išryškėja jau po pirmojo skalbimo proceso. Taip pat nustatyta, kad mezginiai, numegzti iš bambuko viskozės verpalų, pasižymi didesniu matmenų stabilumu lyginant su mezginiais, numegztais iš medvilninių verpalų. Atlikus medžiagų laidumo orui tyrimą nustatyta, kad laidžiausios orui yra megztinės medžiagos, kurių sudėtyje yra polipropileninio pluošto. Megztinės medžiagos, kurių sudėtyje naudojamas poliamidinis pluoštas, pasižymi mažesniu laidumu orui. Vieną kartą skalbti mezginiai pasižymi didesne vandens absorbcija.

Gerulskytė, Urtė. Investigation of Dimensional Stability and Physical Properties of Knitted Fabrics for Activewear. 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): Technological Sciences (F), Polymers and Textiles Technologies (F02).

Keywords: knitted fabric, plated single jersey pattern, dimensional stability, air permeability, water absorption.

Kaunas, 2021 m. 62 p.

Summary

When designing clothing for active leisure, it is really important to take into account factors such as comfortability and stability and while in use. Due to this reason knitted fabric, which presses oneself to the body, is elastic and comfortable while doing active sports is chosen for it.

The purpose of this magister thesis is to determine the connection of weft knitted fabric structure and fiber composition to the stability of dimensions ant physical properties.

In this project eight different fiber composition plated single jersey knitted fabrics, which differ not only in material but also in structure, have been analyzed. Researched mixed fiber fabrics were made out of cotton and bamboo viscose yarns combined with polyamide, polyester, polypropylene and “Coolmax®” fiber. Knitted fabrics made out of such combinations have good moisture transfer, moisture evaporation and air conductivity characteristics, which can enhance the feeling of comfort for the wearer. Designed plated single jersey fabrics were knitted with circular, wide diameter 22E class “Monarch” FXC-3S knitting machine.

During research actual loop length, horizontal and vertical density of knits were measured also loop pitch, row height and surface density were calculated for washed and not washed samples. Air conductivity, dimension stability after wash process of five times, static water absorption and capillarity were identified.

Conducted research shows that air conductivity, changes in the dimensions after washing processes, water absorption and capillarity depends on fiber composition and density of knits. The connection between fiber composition and dimension stability can be seen after the first wash. Results also show that knits knitted out of bamboo viscose yarns distinguish in better dimension stability rather than those of cotton. Based on research data knitted fabrics which incorporate polypropylene fibre distinguish in best air permeability while those which incorporate polyamide distinguish in less air permeability. One time washed fabrics were more susceptible to water absorption.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Literatūros apžvalga	12
1.1. Specialios paskirties mezginiams skirtų pluoštų ir jų savybių apžvalga.....	12
1.2. Tekstilės medžiagų fizikinių savybių tyrimų apžvalga	19
1.3. Megztų medžiagų matmenų pokyčio po skalbimo apžvalga.....	27
1.4. Literatūros apžvalgos apibendrinimas	30
2. Tyrimo objektas.....	31
3. Metodinė dalis.....	33
3.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymas	33
3.2. Mezginių matmenų pokyčio ir fizikinių savybių nustatymas.....	34
3.3. Duomenų statistinių rodiklių skaičiavimo metodika	37
4. Tyrimų rezultatai.....	39
4.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymas	39
4.2. Laidumo orui tyrimas	39
4.3. Mezginių santraukos po skalbimo tyrimas	42
4.4. Mezginių statinės vandens absorbcijos tyrimas	46
4.5. Mezginių kapiliarumo tyrimas	50
Išvados	54
Literatūros sąrašas	55
Priedai.....	62
1 priedas. Tyrimų rezultatų publikavimas	62

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Tiriamieji mezginiai	31
2 lentelė. Tiriamųjų megztnių medžiagų pagrindiniai sandaros rodikliai.....	39
3 lentelė. Neskaltų mezginių laidumo orui tyrimo rezultatai	40
4 lentelė. Tiriamųjų mezginių sandaros rodikliai po pirmojo ir antrojo skalbimo.....	42
5 lentelė. Tiriamųjų mezginių sandaros rodikliai po trečiojo ir penktojo skalbimo	43
6 lentelė. Mezginių matmenų pokytis skersine ir išilgine kryptimi po skalbimo	43
7 lentelė. Mezginių santrauka po skalbimo	44
8 lentelė. Mezginių statinės vandens absorbcijos rezultatai	47
9 lentelė. Mezginių drėgnio kitimas.....	49
10 lentelė. Mezginių kapiliarumo tyrimo rezultatai	51
11 lentelė. Mezginių kapiliarumo proceso tiesinės priklausomybės lygtys.....	53

Paveikslų sąrašas

1 pav. Medvilnės pluošto skerspjūvio SEM nuotrauka	12
2 pav. Viskozinio bambuko SEM nuotrauka	14
3 pav. Poliesterinio „Coolmax [®] “ pluošto SEM nuotrauka	17
4 pav. Skersinių mezginių pynimo įtaka laidumui orui	20
5 pav. Mezginių laidumo orui rezultatai	22
6 pav. „Permatest“ matavimo modelis	24
7 pav. Šilkinių lygiojo skersinio pynimo mezginių SEM nuotraukos	28
8 pav. Lygiojo sluoksniuotinio pynimo siūlo klojimo schema	32
9 pav. Mezginio paviršiaus vaizdas	32
10 pav. Bandinių paruošimo schema	35
11 pav. Laidumo orui nustatymo prietaisas L14DR	36
12 pav. Kapiliarumo bandymo schema	37
13 pav. Neskaltų mezginių pluoštinės sudėties įtaka laidumui orui	40
14 pav. Megztinių medžiagų kilpos ilgio įtaka laidumui orui	41
15 pav. Mezginių paviršiaus tiesinio užpildymo koeficiento įtaka laidumui orui	41
16 pav. Mezginių pluoštinės sudėties įtaka medžiagų santraukai po skalbimo skersine kryptimi ...	45
17 pav. Mezginių pluoštinės sudėties įtaka medžiagų santraukai po skalbimo išilgine kryptimi	45
18 pav. Megztos medžiagos pluoštinės sudėties įtaka laidumui orui po skalbimo	46
19 pav. Mezginių pluoštinės sudėties įtaka statinei vandens absorbcijai.....	48
20 pav. Neskaltų ir skalbtų skersinių mezginių išgaravusio vandens kiekis.....	50
21 pav. Megztinių medžiagų kapiliarumas skersine kryptimi	52
22 pav. Megztinių medžiagų kapiliarumas išilgine kryptimi.....	52

Santrumpų sąrašas

M – medvilnės pluoštas

B – bambuko viskozės pluoštas

PES – poliesterinis pluoštas

PA – poliamidinis pluoštas

PP – polipropileninis pluoštas

„Coolmax[®]“ – specialaus profilio (keturių kanalų) poliesterinis pluoštas

Ivadas

Aktyvaus laisvalaikio aprangos projektavimui būtina atsižvelgti į projektuojamų drabužių patogumą juos dėvint. Patogumo sąvoka apima fiziologinį ir jutiminį komfortą, kuomet aktyviai atliekant įvairius veiksmus, nejaučiamas diskomforto jausmas. Didelę visų megztų gaminių dalį sudaro aktyviai fizinei veiklai skirti gaminiai. Mezginiai pasižymi puikiais elastinėmis ir dėvėjimo savybėmis. Dėl savo struktūros jie priglunda prie kūno ir nevaržo judesių aktyviai leidžiant laiką. Gaminių kokybę ir komfortiškumą apibūdina įvairios fizikinės, cheminės savybės.

Didelis dėmesys skiriamas žmogaus sveikatai, todėl kuriamos naujos megztinės medžiagos, pasižyminčios ypatingai išryškintomis fiziologinėmis savybėmis. Tai pasiekama projektuojant naujas tekstilines struktūras. Žinoma, norint užtikrinti gaminių komfortiškumą, tik megztinės medžiagos struktūros nepakanka. Svarbu parinkti pluoštus, kurie nekaupytų drėgmės ir užtikrintų sausumo pojūtį judant, būtų laidūs orui, kad kūnas galėtų „kvėpuoti“. Norint gauti geresnes fizikines savybes, tokiai aprangai naudojami mezginiai, pagaminti iš natūralių ir sintetinių pluoštų mišinio ar derinio. Reikia paminėti, kad nescalbti mezginiai pasižymi savitomis savybėmis, kurios po skalbimo pasikeičia, kintant ir pačiai mezginio struktūrai. Aktyviam laisvalaikiui skirtiems gaminiams labai svarbios tokios savybės: megztų medžiagų laidumas orui, vandens absorbcija ir šiluminės savybės.

Šiame tiriamajame darbe projektuojamos megztinės medžiagos, numegztos lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu. Aktyvaus laisvalaikio aprangai gaminti išoriniame mezginio sluoksnyje naudojami natūralių pluoštų ir natūralios prigimties dirbtiniai verpalai: medvilniniai ir bambuko viskozės, o vidiniame sluoksnyje – sintetinių pluoštų siūlai: poliamidiniai, poliesteriniai, polipropileningiai ir poliesteriniai „Coolmax®“.

Darbo tikslas – nustatyti aktyvaus laisvalaikio aprangai skirtų skersinių mezginių struktūros ir pluoštinės sudėties įtaką jų matmenų stabilumui ir fizikinėms savybėms.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti skirtingos pluoštinės sudėties mezginių sandaros rodiklius.
2. Nustatyti pluoštinės sudėties ir sandaros rodiklių įtaką mezginių matmenų stabilumui.
3. Nustatyti pluoštinės sudėties ir sandaros rodiklių įtaką skalbtų ir nescalbtų mezginių laidumui orui.
4. Nustatyti pluoštinės sudėties įtaką skalbtų ir nescalbtų mezginių statinei vandens absorbcijai.
5. Atlikti tirtų skirtingos pluoštinės sudėties mezginių matmenų stabilumo ir fizikinių savybių lyginamąją analizę.

1. Literatūros apžvalga

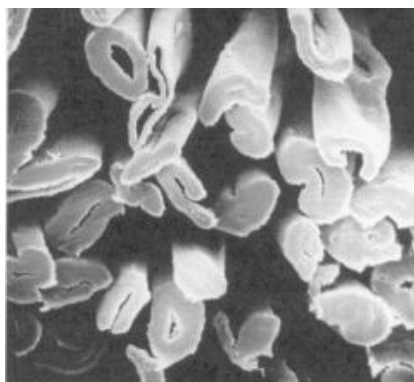
Žaliava yra vienas iš svarbiausių veiksnių, darančių įtaką fizikinėms ir cheminėms tekstilės medžiagų savybėms. Pluoštų mechaninės ir fizikinės savybės, pluoštų maišymo būdas, bei apdirbimas yra labai svarbūs veiksniai siekiant gauti numatytas savybes, reikalingas planuojamam tekstilės gaminiui pagaminti [1]. Pagrindinis reikalavimas – norint gaminti aukštos kokybės gaminius, reikia naudoti kokybišką žaliavą.

Prieš parenkant siūlus mezgimui reikia žinoti gaminio savybes, siūlų elgseną mezgimo ir apdailos metu, mezgimo mašinos tipą, klasę ir gamybos technologiją. Mezgamui naudojami gryniesi verpalai: medvilniniai, vilnoniai, mišriapluoščiai verpalai, vienagijai ar daugiagijai siūlai. Mišriapluoščiai verpalai – tai verpalai, sudaryti iš dviejų ar daugiau skirtingos sandaros ar kilmės pluoštų, sumaišytų prieš verpimo procesą. Skirtingi pluoštai maišomi tam, kad padidinti gaminių stiprumą, tąsumą, higroskopiškumą, sumažinti glamžumą.

1.1. Specialios paskirties mezziniams skirtų pluoštų ir jų savybių apžvalga

Aktyviam laisvalaikiui skirtai aprangai gaminti naudojami natūralių pluoštų verpalai: medvilniniai, vilnoniai, lininiai, natūralių pluoštų mišiniai, siūlai iš natūralių dirbtinių pluoštų: viskoziniai, bambukiniai, sojos, sintetiniai siūlai: poliamidiniai, poliesteriniai, polipropileniniai, poliuretaniniai. Plačiai naudojami įvairūs natūralių ir sintetinių pluoštų deriniai.

Medvilnės pluoštas yra vienas iš plačiausiai naudojamų natūralių augalinės kilmės pluoštų. Dėl gerų fizikinių, mechaninių ir kitų savybių medvilnė, kaip tekstilės žaliava, yra universali. Įvairių šalių mokslininkai nustatė, kad medvilnės pluoštas sudaro apie 35 proc. visos pasaulio drabužių pramonės [2]. Daugiausiai jos suvartojama aprangos gamyboje – apatiniams ir viršutiniams drabužiams, sporto gaminiams, mezziniams, buityje – rankšluosčiams, patalynei, nemažai – techniniams gaminiams (brezentams, transporteriams ir pan.). Medvilnės pluoštas taip pat naudojamas ir elektrotechnikoje, dirbtinių odų gamyboje ir medicinoje. Medvilnės pluoštas silpnesnis už linų pluoštą, bet atsparesnis už natūralų šilką, gerai praleidžia šilumą ir nekaupia elektros krūvio. Tačiau medvilnė mažai elastinga, dėvint gaminius susidaro raukšlės, kurios išnyksta tik karšto lyginimo metu. Išskalbta medvilninė medžiaga susitraukia, todėl turi būti specialiai apdorojama.



1 pav. Medvilnės pluošto skerspjūvio SEM nuotrauka [4]

Didėjantis medvilnės poreikis, dėl jos plataus naudojimo kasdieniame gyvenime, ir mažas gamybos tempas, paskatino dirbtinių ir sintetinių pluoštų panaudojimą bei mišinių su medvilne gamybą [3].

Medvilnės pluošto struktūra, pavaizduota 1 paveiksle, yra unikali savo lenkta plaukelio forma, dėl kurios šis pluoštas gerai sugeria drėgmę [4].

Gaminiai, pagaminti iš natūralių pluoštų, tokių kaip medvilnė, yra lengvi, malonu juos dėvėti normaliomis sąlygomis. Medvilnės pluoštas sugeria daug drėgmės, todėl atsiranda šlapumo ar lipnumo pojūtis, nes drėgmė iš vieno sluoksnio į kitą transportuojama labai lėtai [5]. Kai kurie mokslininkai nustatė, kad medvilnės savybes gali nulemti ir skirtingi jos gamybos būdai.

Hasani'is tyrė skirtingų gamybos procesų įtaką mechaninėms ir paviršinėms medvilninių mezginių savybėms. Mezginių mechaninėms savybėms: tempimo, šlyties, lenkimo, suspaudimo, matavimams naudota „Kawabata“ vertinimo sistema KES – FB. Bandymams atlikti buvo naudoti žiediniu verptuvu suverpti medvilniniai 20 tex ilginio tankio ir 750 m⁻¹ sukrio verpalai. Iš viso numegzta keturiolika panašaus tankumo lygiojo skersinio pynimo bandinių. Mezginiai numegzti apskritąja 28E klasės mezgimo mašina „Mayer & Cie“ (Vokietija). Mechaninės mezginių savybės buvo tikrinamos po apdailos procesų: balinimo, dažymo, minkštinimo. Mezginiams balinimo procesas atliktas dviem skirtingais būdais: paprastuoju ir intensyviuoju. Bandiniams dažymo apdaila atlikta po balinimo arba skalbimo procesų, naudojant aktyvųjį dažiklį. Minkštinimas atliktas po balinimo ir dažymo procesų, naudojant skirtingus 2 proc. ir 4 proc. minkštiklius. Megzti bandiniai, kurių matmenys 200×200 mm, buvo tirti skersine ir išilgine kryptimis. Bandymai atlikti standartinėmis klimato sąlygomis – temperatūra (20±2) °C, o santykinis drėgnis (65±4) %. Atlikus bandymus pastebėta, kad po balinimo mezginiai ištyso ir pagerėjo jų stipruminės savybės. Taip pat pastebėta, kad po minkštinimo mezginiuose sumažėjo paviršiaus nelygumų, padidėjo bendras mezginių lankstumas ir suspaudžiamumas [3].

Dėl hidrofiliųjų savybių medvilniniai audiniai netinkami naudoti prie odos intensyvaus fizinio krūvio metu. Aktyvaus laisvalaikio aprangai gaminti pirmenybė teikiama vienasluoksniams mezginiams iš medvilninių verpalų, nes mezginiai turi didesnę akytumą ir elastingumą nei austos medžiagos. Tačiau, esant dideliame fiziniame krūviui, kai megztas gaminys sušlampa, nes sugeria prakaitą ir lėtai perduoda jį į atmosferą, dėvėtojui atsiranda diskomforto ir nepatogumo jausmas. Šlapią aprangą gali sukelti stiprų peršalimą ir hipotermiją [5, 6]. Termofiziologinis komfortas iliustruoja tekstilės medžiagos gebėjimą reguliuoti kūno temperatūrą ir prakaitavimo lygį dėvėjimo metu. Paprastai žmogaus kūnas siekia išlaikyti apie 37 °C šilumą, taip užtikrindamas komfortabilumą ir sausumą. Užsiimant fizine veikla, žmogaus kūnas pradeda vėsintis, išskirdamas prakaitą. Jeigu vandens garai negali laisvai išgaruoti į aplinką, tai drėgmė lieka dėvimame drabužyje ir taip sukelia nepatogumo jausmą [7]. Tekstilinis gaminys, kuris pasižymi dideliu laidumu vandens garams, geriau išgarina prakaitą ir leidžia žmogaus kūnui vėsintis [8]. Galima teigti, kad medžiagos laidumas orui ir vandens garams, turi didelę reikšmę termo fiziologiniam komfortui [7]. Aktyvios veiklos aprangai patartina naudoti dvisluoksnius megztus gaminius, kuriuose vidinis sluoksnis perduoda drėgmę į išorinį sluoksnį bei sugeria ir išgarina drėgmę į aplinką. Dėl šios priežasties sintetiniai pluoštai plačiai naudojami gaminant aktyvaus laisvalaikio drabužius [5]. Derinant medvilnės pluoštą su kitais pluoštais, pagerinamas medžiagos laidumas orui, atsparumas dilinimui, stiprumas ir kitos savybės.

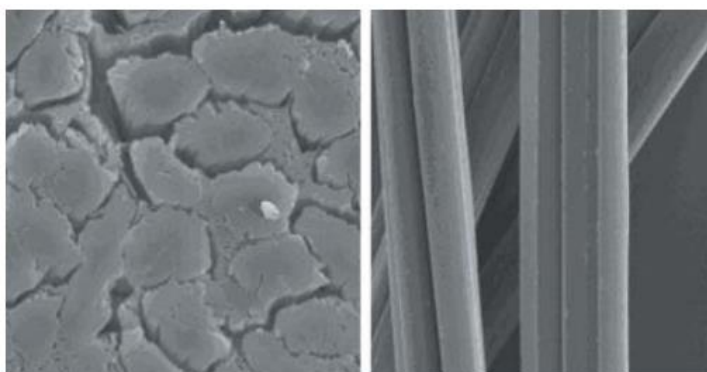
Bambukas – tai daugiametis, milžiniškas, sumedėjęs, amžinai žaliuojantis augalas [9, 10]. Šiuo metu pasaulyje žinoma iki 1500 bambuko augalo rūšių, kurios yra suskirstytos į tris gentis. Pluoštų gamybai šiuo metu naudojama apie 50 šio augalo rūšių. Bambuko augalų yra beveik visose pasaulio

dalyse, išskyrus tas vietas, kuriose vyrauja šaltas klimatas, pvz., Europoje [11]. Nors kai kurias rūšis galima sėkmingai introdukuoti švelniose vidutinio klimato Europos zonose [12].

Bambuko pluoštas yra natūralus lignoceliuliozės pluoštas, gaunamas iš bambuko plaušo. Jo cheminė sudėtis, struktūra bei savybės yra panašios ir dažnai lyginamos su lino, džiuoto savybėmis [13]. Natūralus bambuko pluoštas pasižymi geromis stipruminėmis savybėmis, bet yra šiurkštus, todėl retai naudojamas drabužių gamyboje [9].

Šiandieniniame kontekste natūraliai atsinaujinantys ištekliai vis labiau ieškomi dėl žmogaus įsipareigojimo saugoti gamtą. Kuriamos naujos, biologiškai skaidomos medžiagos gali sėkmingai pakeisti ar patobulinti esamas dirbtines ar natūralias medžiagas.

Bambuko viskozės pluoštas – tai regeneruotas celiuliozės pluoštas, gaminamas iš bambuko plaušo [14, 15]. Šis ekologiškas celiuliozinis pluoštas 99,5 proc. gali būti perdirbamas arba tirpinamas organiniais tirpikliais, todėl yra draugiškas gamtai [16]. Gaminiai, pagaminti iš bambuko viskozės pluošto, pasižymi geromis laidumo orui, vandens absorbcijos, minkštumo, antimikrobiškumo bei blizgumo savybėmis [16–18]. Nustatyta, kad tam pačiam atspalviui nudažyti, bambuko viskozės pluoštui reikia mažiau dažų nei medvilnės pluoštui, todėl naudojant mažiau dažų, gaunama mažiau atliekų ir tuo pačiu mažiau teršiama gamta [17]. Bambuko viskozės pluoštas naudojamas drabužių, sanitarijos, higienos [19, 20], geotekstilės, kompozitų ir filtravimo medžiagų gamybai [17, 18]. Bambuko viskozės pluoštas gali būti naudojamas slaugytojų ir chirurgų drabužiams bei ligoninių patalynnei gaminti. Jis taip pat gali būti naudojamas gaminant visų rūšių buitinius gaminius, tokius kaip kilimai, kilimėliai, žaislai, rankšluosčiai, lovatiesės [21–23]. Mokslininkai nustatė, kad bambuko viskozės pluoštas sugeria daugiau vandens nei kiti įprasti pluoštai [24]. Siekiant pagerinti bambuko pluošto savybes: stabilumą ir ilgaamžiškumą, pluoštas maišomas su kitais pluoštais [23]. Bambuko pluoštas tekstilės pramonėje dažnai naudojamas mišiniuose su medvilne [15]. Viskozinio bambuko vaizdas per mikroskopą pateiktas 2 paveiksle.



2 pav. Viskozinio bambuko SEM nuotrauka [25]

Karthikeyan'as su bendraautoriais tyrė bambuko viskozės ir tencelio pluoštų mišinio mezginių, numegztų lygiuoju skersiniu pynimu, drėgmės perdavimo savybes. Iš viso buvo pagaminti penki skirtingos pluoštinės sudėties bandinių variantai, iš kurių vienas – 100 % bambuko viskozės pluošto ir antras – 100 % tencelio pluošto. Likę bandiniai sumaišyti naudojant tokias bambuko viskozės ir tencelio pluoštų proporcijas procentais: 70:30, 50:50 ir 30:70. Bandymo metu tirtas mezginio abiejų pusių paviršiaus drėkinimo laikas, maksimalūs drėgmės absorbcijos koeficientai, sudrėkimo plotas, dėmės paskleidimo greitis. Atlikus bandymus pastebėta, kad didėjant tencelio

kiekiui mezginyje, sumažėja drėkinimo laikas, absorbcijos greitis, dėmės paskleidimo greitis, bendras drėgmės perdavimo pajėgumas, tačiau tokiems bandiniams nustatytas didžiausias dėmės plotas [26].

Prakash'as, Ramakrishnan'as ir Koushik'as tyrė mezginių iš bambuko viskozės šiluminės savybes, atsižvelgiant į mezginio kilpos ilgį ir verpalų ilginį tankį. Iš viso buvo numegzti devyni 100 % bambuko viskozės pluošto lygiojo skersinio pynimo bandiniai, kurių atitinkamai verpalų ilginis tankis – 19,6 tex, 23,6 tex ir 29,5 tex, o kilpos ilgis – 0,27 cm, 0,29 cm ir 0,31 cm. Numegztiems bandiniams tirtos laidumo orui savybės, taip pat šilumos laidumas, šiluminė varža ir santykinis laidumas vandens garams. Mezginių storis, šilumos laidumas ir šiluminė varža bei vandens garų laidumas buvo nustatyti vadovaujantis ISO 11092 standartu. Mezginių laidumas orui buvo matuotas pagal TS 391 EN ISO 9237 standartą, naudojant testerį FX 3300. Visi matavimai atlikti standartinėse klimato sąlygose. Atlikus visus bandymus buvo pastebėta, kad bandinių, numegztų iš mažesnio ilginio tankio verpalų ir didesniu kilpos ilgiu, laidumas orui ir santykinis vandens garų laidumas yra didesnis. Šilumos laidumas ir šiluminė varža turėjo tendenciją didėti priklausomai nuo verpalų ilginio tankio, tačiau mažėjo, ilgėjant kilpos ilgiui [27].

Tausif'as su bendraautorais tyrė mezginių iš bambuko viskozės ir medvilnės pluošto su poliesteriniu pluoštu derinio mechanines savybes. Tyrimamas buvo numegzti aštuoni bandiniai su skirtingu pluoštų kiekiu, verpalų ilginis tankis – 20 tex. Bandiniai numegzti lygiuoju skersiniu pynimu apskritąja mezgimo mašina. Naudotiems verpalams nustatyta maksimali trūkimo jėga pagal ASTM D 2256 standartą, naudojant tempimo mašiną „Uster Tensorapid“ (Šveicarija). Pirmiausia mezginiai buvo skalbti ir balinti. Taip pat mezginiams nustatytas trūkimo jėgos stiprumas, lenkimo ilgis, šiluminė varža ir drėgmės perdavimas. Tiriant mezginių mechanines savybes, bambuko viskozės deriniai su poliesteriniu pluoštu parodė didesnes vertes nei mišiniai su medvilne. Tyrimo metu šie bandiniai pasižymėjo mažesne šilumine varža, tačiau nustatyta, kad visų bandinių drėgmės perdavimo savybės panašios, kai mišinyje yra daugiau bambuko viskozės pluošto [18].

Poliesterinis pluoštas – tai sintetinis pluoštas, atsparus trinčiams, gerai skalbiamas ir greitai džiūstantis. Dažnai naudojamas deriniuose su medvilniniais ir vilnoniais verpalais. Šis pluoštas dažnai naudojamas aprangai, nes gaminius iš jo lengva prižiūrėti, nedidelė gamybos kaina. Taip pat poliesterinis pluoštas atsparus daugeliui cheminių medžiagų, laidus orui, neturi specifinio sintetinių siūlų kvapo.

Dėl pluošto smulkumo, kapiliarumo perduodant skysčius, poliesterinis pluoštas pasižymi geromis drėgmės transportavimo savybėmis ir užtikrina geresnę drėgmės kontrolę nei natūralūs pluoštai [28]. Poliesterinis pluoštas pasižymi maža drėgmės absorbcija, todėl gaminiai greitai džiūsta [29]. Mikro poliesteriniai gijiniai siūlai yra lengvi ir smulkūs, tačiau tarpas tarp siūlų yra pakankamai akytas, kad „kvėpuotų“ ir atitrauktų drėgmę nuo kūno. Toks drėgmės perdavimas kontroliuoja vandens garų ir prakaito judėjimą per medžiagą nuo odos paviršiaus į atmosferą. Poliesterinis pluoštas naudojamas gaminant aktyvaus laisvalaikio, sporto aprangą [28]. Gaminių iš poliesterinio pluošto paviršius yra lygus, malonaus grifo, o medžiagos atsparios dilinimui [29].

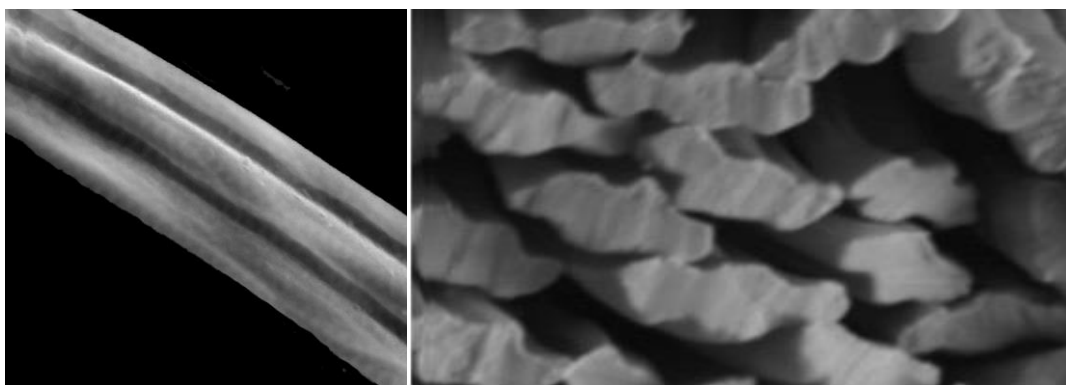
Sampath'as su bendraautorais tyrė mezginių, numegztų iš poliesterinių gijinių siūlų, gijų skaičiaus įtaką drėgmės judėjimui. Iš 16,6 tex ilginio tankio poliesterinių siūlų buvo pagaminti penki skirtingi bandiniai, sudaryti iš skirtingo gijų skaičiaus. Pirmame bandinyje buvo 34, antrame – 48, trečiame – 108, ketvirtame – 144 ir penktame – 288 gijos. Bandiniai numegzti 28E klasės apskritąja mezgimo

mašina lygiuoją skersiniu pynimu. Mezginių kilpų ilgis siekė 2,9 mm. Visiems bandiniams atlikta pirminė apdaila: plovimas ir balinimas. Vėliau visi penki pavyzdžiai apdoroti 2 proc. koncentracijos drėkinamąja medžiaga, laikant juos pusvalandį 60–70 °C temperatūroje. Bandiniai buvo džiovinti specialioje džiovinimo mašinoje 140 °C temperatūroje. Taip pat bandiniai buvo apdoroti cheminiu aminių silikono poliesterio kopolimero (ASPC) ir hidrofiliinio polimero (HP) derinio santykiu 1:2, kai pH lygus 5,5, temperatūra 60–70 °C. Vėliau bandiniai minkštinti, šlapiai praleisti tarp minkštinimo velenėlių ir vėl džiovinti džiovinimo mašinoje 160–170 °C temperatūroje. Tyrimų metu įvertintos tokios medžiagų savybės, kaip vilgumas, vertikalusis ir horizontalusis kapiliarumas bei drėgmės garų perdavimas. Kiekviename bandyme buvo ištirta po dešimt pavyzdžių ir skaičiuotos vidutinės rezultatų vertės. Pastebėta, kad padidėjus mezginio gijų skaičiui, vilgumas pirmiausia padidėja, o po to sumažėja. Bandymų metu pastebėta, kad mezzginys, kuriame buvo 108 gijos, turėjo geriausią vilgumą, kapiliarumą ir optimalų drėgmės garų perdavimą. Mezzginys, kuriame buvo 288 gijos, turėjo didžiausią vandens dėmės paskleidimo plotą. Palyginus visus pasirinktus mezzginius, buvo matyti, kad 108 gijų siūlas suteikė optimalų komforto lygį, kad būtų galima gaminti aktyvios veiklos aprangą. Nustatyta, kad siūlo plonumas ir paviršiaus plotas vaidina svarbų vaidmenį sprendžiant apie medžiagos komforto savybes [28].

Hussain'as su kitais mokslininkais tyrė mezzgtų medžiagų iš poliesterinio (PES) ir bambuko viskozės (B) pluoštų derinio bei poliesterinio (PES) ir medvilnės (M) pluoštų derinio verpalų mechanines ir komforto savybes. Abiejų verpalų variantai buvo maišomi keturiais skirtingais santykiais: 65 % PES/35 % B, 50 % PES/50 % B, 35 % PES/65 % B, 20 % PES/80 % B, 65 % PES/35 % M, 50 % PES/50 % M, 35 % PES/65 % M, 20 % PES/80 % M. Visi verpalai suverpti žiediniu verptuvu, verpalų ilginis tankis 29,5 tex. Bandiniai numezgti lygiuoją skersiniu pynimu skersinio mezzgimo mašina. Po mezzgimo operacijos visi bandiniai vieną valandą balinti 90 °C temperatūroje. Toliau pavyzdžiams buvo atliktas tempimo bandymas pagal standartinį atsparumo trūkimui bandymo metodą ASTM D 3787-07. Mezzginių drėgmės judėjimo savybės buvo įvertintos vadovaujantis standartu AATCC TM 195-2009, naudojant drėgmės valdymo testerį „M-290 SDL Atlas“ (Anglija). Mezzginių laidumas orui nustatytas naudojant standartinį tekstilės gaminių laidumo orui bandymo metodą ASTM D737-04-2008. Mezzginių standumas matuotas pagal standartinį medžiagų standumo bandymo metodą B.S. 3356–1961. Atlikus bandymus pastebėta, kad didžiausia trūkimo jėga ir savitąja tempimo jėga pasižymėjo bandiniai, kuriuose daugiausia yra poliesterinio pluošto: 65 % PES/35 % B ir 65 % PES/35 % M, tačiau lyginant vidutines vertes, bandiniai su bambuko viskozės pluoštu pasižymėjo didesnėmis tempimo jėgomis negu bandiniai su medvilnės pluoštu. Be to, pastebėta, kad duobiamasis stipris didžiausias mezzginių, kurių verpalų sudėtyje yra mažiausias medvilnės ir bambuko viskozės pluoštų kiekis. Galima teigti, kad bandiniai iš medvilnės pluošto turi didesnę atsparumą duobiamajam stipriui negu bandiniai iš bambuko viskozės pluošto. Atlikus laidumo orui tyrimą nustatyta, kad didžiausiu laidumu orui pasižymi mezzginiai, kuriuose yra didesnis kiekis medvilnės ir bambuko viskozės pluoštų. Tačiau šie gaminiai turi prasčiausią šilumos izoliaciją. Iš gautų rezultatų nustatyta, kad didesnę laidumą orui ir šilumos izoliaciją turi medvilniniai mezzginiai nei mezzginiai iš bambuko viskozės. Atlikus skysčių absorbcijos tyrimą nustatyta, kad poliesterinio ir medvilnės pluošto mišiniai turi geresnes absorbcines savybes nei mišiniai su bambuko viskozės pluoštu [30].

Poliesterinis „Coolmax®“ pluoštas yra pagamintas iš „Dacron®“ poliesterinio pluošto mišinio. Skirtingai nuo kitų pluoštų, šio pluošto skerspjūvis nėra apvalus – skerspjūvis yra šiek tiek ovalios formos su grioveliais išilgine kryptimi. Dėl šios skerspjūvio formos drėgmė ar skystis greitai

pasišalina nuo odos. Šiais kanalais drėgmė praeina pro medžiagą ir išeina į platesnį paviršiaus plotą, nes garavimo greitis yra didesnis. Pluošto struktūra taip pat turi įtakos medžiagų laidumui orui. Anksčiau medžiagos iš poliesterinių „Coolmax[®]“ siūlų buvo skirtos tik drabužiams, kurie dėvimi ekstremalių veiklų metu, tačiau dabar šis pluoštas naudojamas ir aprangos, ir kitų gaminių gamyboje. Maišant su kitais pluoštais, gaminama apranga alpinistams, aktyvaus laisvalaikio ir sporto apranga bei apatiniai drabužiai, o pastaruoju metu gaminami gatvės drabužiai ir patalynė [31]. Šis naujos kartos tekstilinis pluoštas sukurtas patenkinti šiandienos vartotojų poreikius ir yra skirtas pagerinti medžiagų laidumą orui bei drėgmės transportavimą lyginant su natūraliais pluoštais. Iš poliesterinio „Coolmax[®]“ pluošto pagamintos medžiagos yra specialiai sukurtos tam, kad užtikrintų vartotojui komfortą [7]. Poliesterinio „Coolmax[®]“ pluošto vaizdas per mikroskopą pateiktas 3 paveiksle.



3 pav. Poliesterinio „Coolmax[®]“ pluošto SEM nuotrauka [7]

Megztų medžiagų gamyboje svarbu žinoti pluošto termo–fiziologines savybes po apdailos. Mokslininkai Gabr, Salem‘as ir Hassan‘as tyrė mezginių iš poliesterinio „Coolmax[®]“ pluošto termo–fiziologines savybes po dažymo operacijos. Iš viso buvo naudoti penki bandiniai: keturi bandiniai dažyti skirtingais dažymo būdais ir vienas nedažytas. Mezginiai numegzti lygiu juo skersiniu pynimu, kurių horizontalusis tankumo koeficientas – 14, o vertikalusis tankumo koeficientas – 22. Bandymo metu tirtas mezginių laidumas orui, vandens absorbcija, šiluminės savybės, spalvos blukimas. Bandinių vandens absorbcija nustatyta naudojant mikroskopą ir matuojant skysčio pokytį kas 10 minučių. Laidumas orui tirtas testeriu „FX3300“. Šiluminės savybės tirtos mezginių padėjus ant stiklinės su šiltu 40 °C temperatūros vandeniu, temperatūros kitimas matuotas termometru. Atlikus bandymus nustatyta, kad nedažytas mezginys vandens lašelį absorbuoja per 130 sekundžių ir tokio mezginio kapiliarumas yra mažiausias. Taip pat nustatyta, kad dažymo operacijos turi labai mažai įtakos šilumos laidumui, tačiau medžiagų laidumą orui dažymo operacijos žymiai sumažina. Atlikus spalvos blukimo tyrimą pastebėta, kad mezginiai turi labai gerą arba puikų atsparumą skalbimui ir prakaitavimui [7].

Polipropileninis pluoštas– sintetinis hidrofobiškas pluoštas, pasižymintis geromis drėgmės transportavimo savybėmis, yra stiprus ir minkštas, tačiau sunkiai dažosi. Polipropileninis pluoštas suteikia gaminiams stiprumo, patvarumo ir tamprumo. Šis pluoštas dažnai naudojamas deriniuose su kitais pluoštais, siekiant pagerinti sporto ir laisvalaikio gaminių savybes [32].

Poliamidinis pluoštas – sintetinis pluoštas, pasižymintis geromis stiprumo savybėmis, mažą vandens absorbcija, greitu džiūvimu, puikiu matmenų stabilumu skalbiant, atsparus dilimui, turi antibakterinių savybių. Be to, mezginiai iš poliamidinių siūlų pasižymi geru laidumu orui,

tamprumu, atsparumu šviesai. Dėl savo hidrofobinių savybių poliamidinio pluošto tekstilės medžiagos efektyviai gali perduoti drėgmę ir šilumą nuo kūno, tačiau apranga gali kaupti statinį krūvį [33].

Jhanji, Gupta ir Kothari'is tyrė mezginių su kintančiais pluoštais mezginio viršutiniame ir apatiniame sluoksniuose drėgmės perdavimo savybes. Bandymams naudoti šeši vienspalviai dvisluoksniai lygiojo skersinio pynimo mezginiai, numegzti naudojant medvilninius verpalus, kurių ilginis tankis 29,5 tex, poliesterinius gijinius siūlus, kurių ilginis tankis 26 tex, polipropileninius gijinius siūlus, kurių ilginis tankis 24 tex ir poliamidinius gijinius siūlus, kurių ilginis tankis 23 tex, skirtingais deriniais viršutiniame ir apatiniame sluoksniuose. Visi pavyzdžiai buvo numegzti plokščiąja dviejų adatinių mezgimo mašina. Prieš tyrimą mezginiams atlikta pirminė apdaila. Mezginiai 30 minučių plauti nejoniniu plovikliu (lisapoliu) 40 °C temperatūroje. Po to mezginiai džiovinti būgninėje džiovyklėje dar 30 minučių. Atlikus bandymus nustatyta, kad mezginiai, numegzti iš hidrofobinių pluoštų – polipropileninio ir poliesterinio – viršutiniuose sluoksniuose yra tinkami naudoti prie odos, nes tokių mezginių paviršiuje gauti geriausi drėgmės perdavimo rezultatai. Nors abiejų variantų mezginius rekomenduojama naudoti prie odos, tačiau dėl geresnių viršutinio sluoksnio drėgmės pernešimo savybių, polipropileninių siūlų panaudojimas būtų efektyvesnis, norint užtikrinti sausumo pojūtį. Mezginiai, kurių viršutinis sluoksnis buvo numegztas iš poliamidinių siūlų, atlikus tyrimus, pasižymėjo prastomis skysčių perdavimo savybėmis. Mezginių viršutiniam sluoksniui naudojant medvilninius verpalus, nepaisant apatiniame sluoksnyje esančio hidrofobinio pluošto, bandiniai turėjo blogas drėgmės perdavimo savybes [32].

Babu'us su kitais tyrėjais analizavo dvisluoksnių mezginių, numegztų iš medvilninių ir polipropileninių verpalų derinio, ilginio tankio įtaką drėgmės judėjimo charakteristikoms. Šiame tyrime išanalizuoti devyni skirtingų ilginių tankių verpalais numegzti dvisluoksniai mezginiai, kurie palyginti su penkiais vienasluoksniais medvilniniais ir polipropileniniais mezginiais. Bandinių gamybai parinkti trys skirtingi medvilninių verpalų ir dažytų polipropileninių siūlų ilginiai tankiai: 13,3 tex, 20 tex ir 26,6 tex. Mezginiai numegzti interlokine mezgimo mašina. Kiekvieną bandinį sudarė šeši mezginio stulpeliai ir aštuonios eilutės. Numegzti pavyzdžiai vieną valandą balinti 2 proc. koncentracijos vandenilio peroksidu ir valandą dažyti reaktyviais dažais 90 °C temperatūroje. Vėliau bandiniai buvo skalbti, džiovinti ir sutankinti 95 °C temperatūroje. Bandiniams buvo tirtas išilginis ir skersinis kapiliarumas, išmatuojant vandens sugeriamumą pasirinktu laikotarpiu. Be to, buvo nustatyti mezginių pagrindiniai struktūros rodikliai, tokie kaip kilpos ilgis, storis, mezginio tankumas, akytumas. Atlikus bandymus nustatyta, kad bandinys, numegztas iš plonesnių medvilninių verpalų išoriniame sluoksnyje ir storesnių polipropileninių siūlų vidiniame sluoksnyje, pasižymi didesniu išilginiu kapiliarumu nei kiti atrinkti pavyzdžiai. Padidėjus polipropileninių mezginių laidumui, vandens absorbcijos laikas pailgėja. Tuo pačiu metu jis mažėja ir medvilniniams sluoksniams. Atliekant bandymus buvo nustatyta, kad polipropileninių siūlų sluoksnis turi mažiausią drėgmės pasiskirstymo plotą ir iš karto perkelia drėgmę į kitą sluoksnį. Kai drėgmė liečiasi su vidiniu medvilniniu sluoksniu, tai paviršiuje ji pasiskirsto visomis kryptimis. Todėl vyksta vidinė difuzija, o vidinis sluoksnis turi daugiau drėgmės paskleidimo ploto nei išorinis sluoksnis [5].

Supuren'as su bendraautorais tyrė dvisluoksnių mezginių drėgmės perdavimo ir šilumos sugerties savybes. Tyrimas atliktas dvisluoksnius mezginius mezgant iš tos pačios arba skirtingos pluoštinės sudėties verpalų: medvilninių, polipropileninių ir medvilninių derinyje su polipropileniniu. Dvisluoksnės mezgtos struktūros numegztos naudojant medvilninius verpalus, kurių ilginis tankis

19,7 tex, ir iš polipropilėninių gijinių siūlų, kurių ilginis tankis 16,7 tex. Visi pavyzdžiai numegzti apskritąja 28E klasės mezgimo mašina. Bandiniai numegzti presiniu pynimu. Taip pat bandiniai buvo kondicionuoti ir tirti standartinėse kondicionavimo sąlygose. Visi matavimai atlikti tiek sausoje, tiek drėgnoje aplinkoje. Mezginuose skysčių judėjimo galimybės patikrinti buvo naudojamas drėgmės valdymo testeris „MMT“. Šis matavimo įrenginys skirtas pajauti, matuoti ir registruoti skysčio drėgmės perdavimo elgseną keliomis kryptimis. Mezginių šiluminės sugerties vertės buvo patikrintos naudojant „Alambeta“ instrumentą tiek sausoje, tiek šlapioje aplinkoje. Atlikus bandymus nustatyta, kad mezginiai, kurių vidinis sluoksnis yra polipropilėninis, o išorinis sluoksnis – medvilnėnė, pasižymi geresnėmis drėgmės judėjimo savybėmis, suteikia aukštą komforto lygį ir gali būti suteikiama pirmenybė vasaros, aktyvaus laisvalaikio ir sporto aprangaigaminti [34].

Taigi, trumpai apibendrinant, galima teigti, kad aktyviai fizinei veiklai skirtiems gaminiams plačiausiai naudojama žaliava – natūralios kilmės pluoštų ir sintetinių siūlų deriniai. Gaminiai iš natūralių pluoštų pasižymi minkštumu, tvirtumu, geru drėgmės sugėrimu, laidumu orui, o sintetiniai siūlai suteikia gaminiui ilgaamžiškumą, patvarumą, matmenų stabilumą. Šiuo metu populiarūs naujos kartos natūralios kilmės dirbtiniai pluoštai, kurie pasižymi antibakterinėmis savybėmis, nesukelia alergijos, turi geras vandens absorbcijos savybes.

1.2. Tekstilės medžiagų fizikinių savybių tyrimų apžvalga

Aktyvaus laisvalaikio aprangos komfortabilumas gali būti apibūdinamas trimis pagrindiniais aspektais: termofiziologiniu, jutiminiu ir psichologiniu komfortu. Apranga turi padėti sureguliuoti žmogaus kūno šiluminį pojūtį keičiantis jo fiziniam krūviui, kad organizmo šilumos ir drėgmės valdymas būtų subalansuotas.

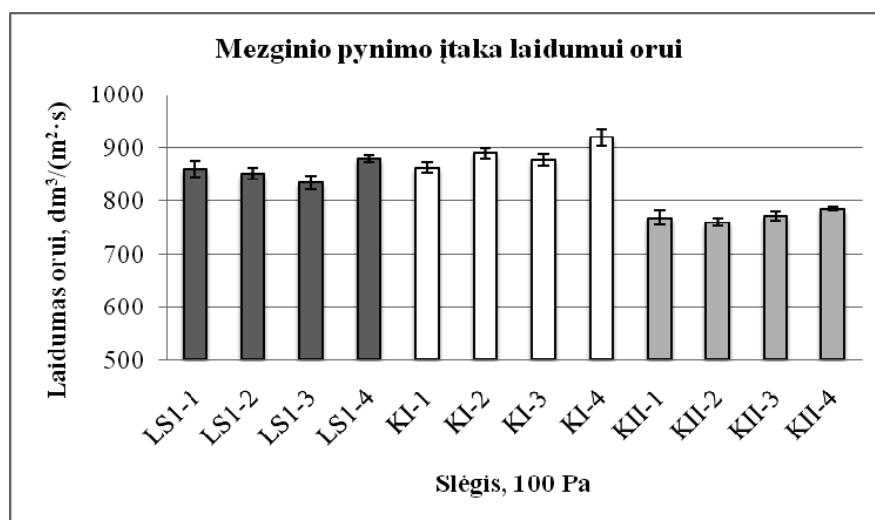
Komfortiškumas yra viena svarbiausių savybių renkantis drabužius, skirtus aktyviai veiklai. Tokių drabužių patogumą nulemia keletas veiksnių, tokių kaip šiluminis komfortas, minkštumas, lankstumas, drėgmės perdavimas ir džiūvimo laikas [35]. Gaminant aktyvios veiklos drabužius, labai svarbu sukurti stabilų mikroklimatą prie odos, kad būtų palaikoma žmogaus kūno temperatūra, pasikeitus oro sąlygoms ar suaktyvėjus fizinei veiklai [36]. Tekstilinių medžiagų šiluminėms komforto savybėms turi įtakos pluošto, verpalų ir medžiagos savybių spektras. Pasak kai kurių autorių, pluošto tipas, verpimo technologija, siūlų ir verpalų ilginis tankis, verpalų sukrumas, verpalų pūkuotumas, medžiagos storis, akytumas ir apdaila yra pagrindiniai veiksniai, lemiantys medžiagų komforto savybes [27, 37]. Mezginiai pasižymi puikiomis dėvėjimo savybėmis, nes yra tamprūs ir nevaržo kūno judesių bei palengvina vandens garų perdavimą nuo kūno [38, 39]. Dėl šių mezginių privalumų, jie dažniausiai pasirenkami sporto, laisvalaikio ir apatinių drabužių gamybai. Siekiama, kad megztos medžiagos būtų kuo patogesnės, todėl įtraukiami skirtingi pluoštai, keičiami verpalų ir mezginių parametrai bei atliekama skirtinga apdaila [27, 40].

Reikia paminėti, kad norint gaminiui suteikti komforto savybes, didelis vaidmuo atitenka ir mezginio pynimui, kuris atitiktų keliamus reikalavimus. Aktyvaus laisvalaikio aprangos gamyboje dažniausiai naudojami pynimai: lygusis skersinis, kiauraraščiai (*file*), presiniai, dvisluoksniai, pamušaliniai ir kt. Pynimas parenkamas priklausomai nuo to, kokia bus gaminio paskirtis ir kuriuo metų laiku bus dėvimas.

Megztų medžiagų laidumas orui

Laidumas orui – tai akytos medžiagos gebėjimas praleisti orą. Ši savybė turi reikšmingą įtaką šilumos komfortui, užtikrina tinkamą kūno temperatūrą. Oras prasiskverbia pro gaminio akutes dėl skirtingo slėgio abiejose medžiagos pusėse. Priklausomai nuo gaminio paskirties, vieniems gaminiams svarbu, kad laidumas būtų kuo didesnis, kitiems priešingai, reikia, kad būtų kuo mažesnis [41].

Dvisluoksnių megztų medžiagų laidumą orui ir vandens garams tyrė Bivainytė ir Mikučionienė. Medžiagos buvo numegztos skirtingais pynimais iš skirtingos pluoštinės sudėties verpalų. Iš viso buvo pagaminta šešiolika skirtingų bandinių, iš kurių aštuoni buvo numegzti lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu, keturi – kombinuotuoju *pikė* pynimu ir keturi kombinuotuoju pynimu. Bandiniams pagaminti buvo naudoti medvilnės, bambuko viskozės ir sintetinių pluoštų, tokių kaip poliamidinis, poliesterinis, polipropileninis ir „Coolmax[®]“ mišiniai. Visiems bandiniams atlikti laidumo orui ir vandens absorbcijos tyrimai prieš ir po skalbimo. Laidumo orui testas atliktas pagal EN ISO 9237:1997 standartą. Laidumo vandens garams tyrimai atlikti naudojant „puodelio“ metodą. Atlikus tyrimus nustatyta, kad mezginių laidumas orui ir vandens absorbcija priklauso nuo žaliavos ir mezginio struktūros. Laidumas orui labiausiai sumažėjo mezginiams iš bambuko viskozės ir sintetinių pluoštų. Didžiausias laidumo orui sumažėjimas pastebėtas bandiniams, numegztiems lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu, kai tuo tarpu kombinuotuoju pynimu megztų bandinių laidumas orui sumažėjo dvigubai mažiau. Gauti rezultatai pateikti 4 paveiksle [42, 43].



4 pav. Skersinių mezginių pynimo įtaka laidumui orui [43]

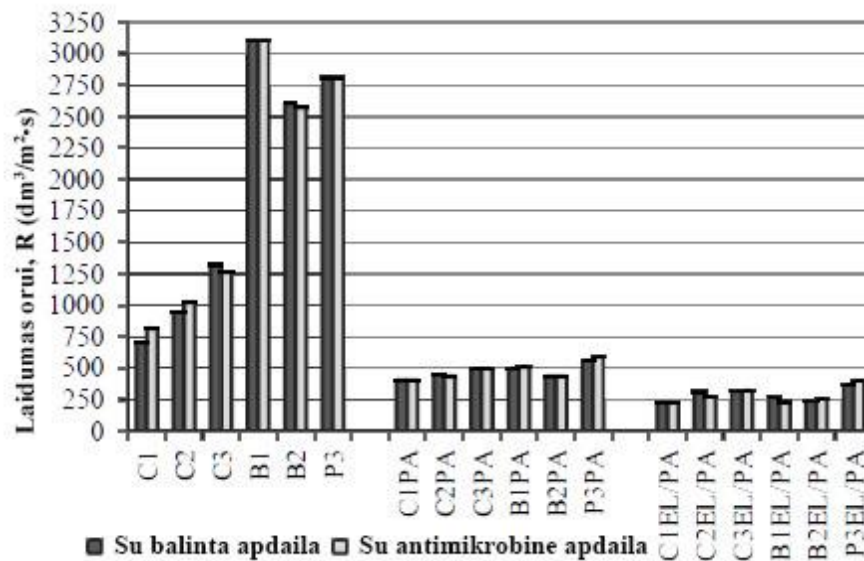
Atlikus tyrimus nustatyta, kad mezginiai iš bambuko viskozės ir sintetinių siūlų mišinio pasižymi didesniu laidumu orui nei mezginiai, numegzti iš medvilninių verpalų. Didžiausias laidumas orui, visiems pynimams, nustatytas mezginiams, numegztiems iš medvilninių verpalų ir polipropilėninių siūlų mišinio. Didžiausius laidumo orui rezultatus parodė mezginiai, numegzti kombinuotuoju I pynimu, o mažiausius – kombinuotuoju II pynimu [43].

Mickevičienė ir Mikučionienė atliko mokslinius tyrimus ir nustatė, kad didėjant mezginių kilpos ilgiui bei mažėjant paviršiaus užpildymo koeficientui, didėja mezginių laidumas orui. Teigiama, kad mezginiai iš grynpluoščių verpalų turi didesnius laidumo orui rodiklius nei mezginiai iš mišriapluoščių verpalų [44]. Tačiau kilpų ilgis negali būti naudojamas kaip bendras mezginių

laidumo orui palyginimo rodiklis [45]. Taip pat nustatyta, kad dvisluoksnių mezginių laidumas orui ne visada priklauso nuo dengiamojo koeficiento ar mezginio paviršinio tankio dydžio [43]. Medžiagų laidumo orui savybės priklauso ir nuo apdailos operacijų, tokių kaip skalbimas ir džiovinimas, atliekamų po mezgimo [46]. Mezginių laidumo orui tyrime nustatyta, kad mezginio storis negali būti naudojamas mezginių šiluminėms savybėms prognozuoti, nes tai yra nepakankamas metodas šioms savybėms nustatyti. Šiluminės savybės taip pat priklauso nuo mezginio struktūros [47].

Skirtingos žaliavos dvisluoksnių mezginių laidumą orui ir vandens garams tyrė ir Wilbik-Haļgas su bendraautorais. Tyrime buvo naudoti 24 dvisluoksniai bandiniai, kurie numegzti lygiuoju skersiniu ir dvisluoksniu pamušaliniu pynimu iš skirtingų pluoštų verpalų ir siūlų. Pagrindinė megztų mezginių grupė – dvisluoksniai lygiuoju skersiniu pynimu numegzti mezginiai, kurių vienas sluoksnis numegztas iš žaliavų, pasižyminčių laidumo orui ir difuzijos savybėmis, tokių kaip polipropilenas, poliamidas, „Coolmax®“, poliesteris ir „Trevira®“. Kitas sluoksnis visiems bandiniams buvo vienodas ir numegztas iš medvilninių 20 tex ilginio tankio verpalų. Megztų bandinių sluoksniai tarpusavyje buvo sujungti tekstūruotais poliamidiniais siūlais, kurių ilginis tankis 22 tex. Antroji megztų mezginių grupė – tais pačiais pluoštais pamušaliniu pynimu numegzti mezginiai. Savybių palyginimui buvo pagaminti medvilniniai ir poliesteriniai bandiniai. Visiems mezginiams apskaičiuoti pagrindiniai struktūros rodikliai, tokie kaip paviršinis tankis, horizontalusis ir vertikalusis tankumo koeficientai, bei atlikti paviršiaus akytumo tyrimai, naudojant kompiuterinį vaizdo vertinimo metodą. Megztiems bandiniams atlikti biofizinių parametru vertinimo tyrimai: megztų medžiagų laidumas orui pagal PN-EN ISO 9237:1998 standartą ir laidumas vandens garams pagal standartą BS 7209:1990. Remiantis kompiuterine vaizdo analize, megztų medžiagų paviršiaus akytumas nustatytas įvertinant tarpų dydį, susidariusį dvisluoksniuose mezginiuose. Gavus rezultatus nustatyta, kad medvilniniai mezginiai turi didesnę paviršiaus akytumo vertę. Atlikus laidumo orui tyrimus nustatyta, kad didžiausiu laidumu pasižymėjo bandiniai iš poliesterinių bei poliesterinių ir medvilnės pluoštų derinio. Mažiausios laidumo orui vertės gautos numegztiems bandiniams iš poliamidinio ir medvilnės pluoštų derinio. Nustatyta, kad laidumas orui, priešingai nei laidumas vandens garams, yra megztų medžiagų storio ir paviršiaus akytumo funkcija [48].

Mickevičienė su bendraautorais nagrinėjo antimikrobinio gydymo sąlygų įtaką dengtų mezginių laidumo orui ir vandens absorbcijos savybėms. Mezginiai tyrimui buvo suskirstyti į tris grupes. I grupės mezginiai buvo pagaminti iš 100 % medvilnės pluošto, dirbtinio bambuko ir poliesterinių siūlų. II grupės mezginių gamybai buvo naudojami medvilnės, dirbtinio bambuko ir poliamidinio pluoštų siūlai. III grupei – buvo naudojami tokie patys mišiniai tik su elastanu. Atliekant bandymą, dalis visų grupių mezginių buvo apdoroti antimikrobinium „iSys AG“ tirpalu ir organiniu–neorganiniu rišikliu „iSys MTX“ (CHT, Vokietija), kita mezginių dalis buvo apdorota tomis pačiomis sąlygomis kaip ir antimikrobinium tirpale, tačiau be antimikrobinės medžiagos ir rišiklio. Megztų medžiagų struktūros rodikliai buvo apskaičiuoti pagal Lietuvoje patvirtintą standartą LST EN 14971:2006. Visiems bandiniams buvo tirtos laidumo orui ir vandens absorbcinės savybės. Laidumo orui tyrimas atliktas pagal Europos standartą EN ISO 9237:1997, naudojant 5 cm² galvutės plotą ir 100 Pa slėgio skirtumą. Vandens absorbcija matuota pagal „Bureau Veritas Consumer Products Service“ bandymo metodą. Atlikus visus bandymus nustatyta, kad apdailos procesas su antimikrobinium poveikiu, neturi reikšmingos įtakos tiriamų mezginių laidumo orui savybėms (5 pav.) [49].



5 pav. Mezginių laidumo orui rezultatai [49]

Kitame straipsnyje Mickevičienė ir Treigienė pateikė nedengtų ir dengtų mezginių su antimikrobinėmis gydymo savybėmis struktūros charakteristikas ir laidumo orui tyrimą. Tyrimams naudotos dvi mezginių grupės: lygiojo skersinio ir platuruoto lygiojo skersinio pynimo mezginiai. Pagrindo siūlas buvo medvilniniai verpalai, bambuko viskozės ir poliesterinio „Dacron®“ derinio siūlai. Dengtų mezginių pagrindo siūlui buvo naudoti 10 tex × 2 ilginio tankio tekstūruoti poliamidiniai ir 20 tex ilginio tankio tekstūruoti poliesteriniai siūlai. Megzti bandiniai apdoroti antimikrobine medžiaga „Isys AG“ ir organiniu medžiagų rišikliu „Isys MTX“ (Vokietija). Visiems mezginiams buvo matuotas storis, naudojant automatinį mikrometrą „Louis Schopper Leipzig Automatic Micrometer“ (Vokietija), tyrimas vyko pagal Europos standartą EN ISO 5084:1996. Mezginiams atliktas laidumo orui tyrimas pagal EN ISO 9237:1997 standartą. Atlikus bandymus nustatyta, kad po antimikrobinės apdailos visi paruošti bandiniai nežymiai pakeitė struktūros, storio ir laidumo orui parametrus. Mezginių struktūros rodiklių, storio ir laidumo orui pokyčiai buvo labiau susiję su aplinkos sąlygomis (temperatūra, apdorojimu tirpale, mechaniniu poveikiu), o ne su antimikrobinėmis ir *sol-gelio* medžiagomis, kurios naudojamos gydymo tikslu [50].

Ilgą laiką daugelis mokslininkų tyrė tiek austų, tiek megztų medžiagų laidumą orui, kūrė teorinius proceso modelius, įrodančius ryšį tarp medžiagos laidumo orui ir medžiagos struktūros. Tyrimų rezultatai parodė, kad megztos medžiagos laidumas orui priklauso nuo įvairių parametrų: mezginio akytumo, storio, pynimo, tankumo, verpalų ilginio tankio. Tačiau daugumoje tyrimų nebuvo atsižvelgta į bandymų aplinką ir pluošto savybes, kurios turi didelę įtaką rezultatams [51, 52].

Megztų medžiagų absorbcinės savybės

Aktyvios veiklos drabužiams labai svarbus prakaito išgarinimas ir laidumas orui. Žmogus aktyviai judėdamas prakaituoja ir prie kūno prigludę drabužiai sušlampa. Todėl svarbiausia drabužių savybė yra išgarinti prakaitą nuo odos paviršiaus, kita svarbi savybė – transportuoti drėgmę į išorę ir suteikti dėvėtojiui sausumo pojūtį. Šlappumu vadinama medžiagos savybė sąlytyje su vandeniu sušlapti ir jį sugerti. Vilgymas – medžiagos drėkinimas, kad ji sušlaptų. Projektuojant fiziologiškai naudingus dvisluoksnius mezginius, vidiniame sluoksnyje naudojami sintetiniai pluoštai, tokie kaip

poliesterinis, polipropileninis, poliamidinis, o išoriniame – natūralios kilmės pluoštai, tokie kaip medvilnės, vilnos, viskozės, dirbtinio bambuko ar jų deriniai [48].

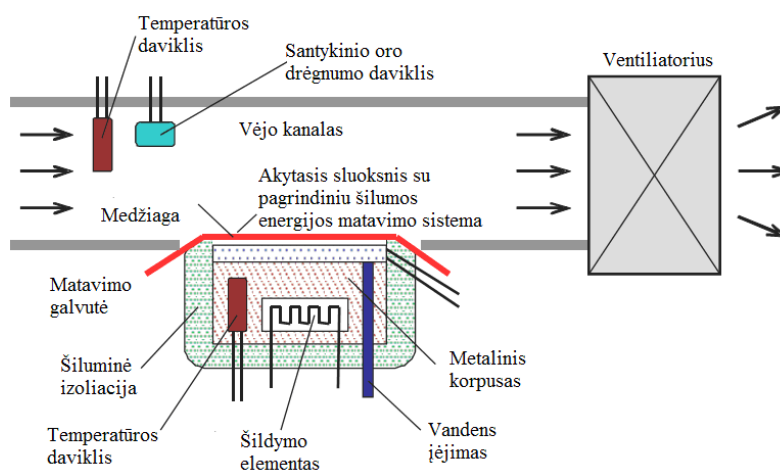
Tekstilės medžiagų laidumas vandens garams turi didelę reikšmę nustatant drabužių šiluminės komforto savybes, kurios būtinos aktyvios veiklos aprangai [8]. Tokių drabužių gamintojams sunku interpretuoti tiekėjų pateiktą techninę informaciją apie medžiagų „kvėpavimo“ savybes, nes skirtingos šalys gali naudoti skirtingus standartus, matuojant šiuos rodiklius. Be to, medžiagos su hidrofiliniais komponentais keičia savo savybes esant skirtingoms drėgmės sąlygoms [6]. Tekstilės medžiagų laidumas vandens garams dažniausiai nustatomas „puodelio“ metodu. Šis metodas yra paprastas ir patogus naudoti. Iš pradžių „puodelio“ metodas buvo skirtas tik medžiagų, pasižyminčių dideliu laidumu vandens garams, tyrimams. Tačiau šiuo metu šis metodas naudojamas vandens garų perdavimo greičiui nustatyti [8]. Atlikus mokslinius tyrimus buvo nustatyta, kad hidrofilinių polimerų garų perdavimo savybės didėja, didėjant vandens garų koncentracijai abiejose medžiagų pusėse. Taip pat nustatyta, kad kai kurių medžiagų vandens garų perdavimas tam tikru laipsniu priklauso nuo temperatūros, oro srauto krypties ir kiekio, kas gali labai paveikti medžiagos laidumą vandens garams [6, 53–55]. Vandens statinė absorbcija dar priklauso nuo medžiagos pluoštinės sudėties, sandaros parametrų ir siūlų pluoštinės kilmės [56–59]. Tyrejai nustatė, kad daugiau vandens garų sugeria skalbti didesnio tankumo mezginiai. Mažesnio tankumo, retesni mezginiai drėgmės sugeria mažiau, todėl jiems lengviau į aplinką išgarinti skysčius [60, 61].

Vasconcelos'as su bendraautoriais tyrė drėgmės judėjimo efektyvumą dvisluoksniuose mezginiuose, naudojant skirtingus pynimus – *šveicariškąjį pikė* ir *pikė*, ir pluoštus – medvilnę, poliamidinį ir poliesterinį. Visi bandiniai po mezgimo skalbti 30 minučių 90 °C temperatūroje, po to skalauti dvejose šilto vandens ir penkiose šalto vandens voniose. Pagal bandymo metodą AATCC 195–2009 paruošti bandiniai buvo tirti drėgmės valdymo testeriu „MMT“. Prakaito mėginys buvo paruoštas naudojant natrio chlorido tirpalą – 9 gramai NaCl viename litre distiliuoto vandens, kad būtų pasiektas 16±2 mS tirpalo laidumas. Gauti rezultatai parodė, kad dvisluoksniai mezginiai, turintys skirtingą pluoštą abiejose pusėse, pasižymėjo geresnėmis drėgmės judėjimo savybėmis. Gauta, kad *pikė* pynimu numegztų mezginių rezultatas buvo geresnis, palyginti su *šveicarišku pikė*, dėl kilpų išsidėstymo, kuris turi įtakos paviršiaus įtempiui ir palengvina vandens įsiskverbimą iš vidinės pusės į išorę [29].

Petrulytė ir Baltakyte tyrė skysčių sorbciją ir transportavimą austose konstrukcijose. Bandymai buvo atlikti su trimis skirtingais kilpinių audinių konstrukcijų variantais. Audiniai pagaminti naudojant lininius metmenų verpalus ir medvilninius arba lininius ataudų verpalus. Visiems bandiniams buvo atlikta skirtinga apdaila: merserizavimas, minkštinimas, tumbleravimas, plovimas, kondicionavimas ir centrifugavimas. Atlikus merserizavimo procesą, bandiniai 60 minučių skalbti 60 °C temperatūroje. Minkštinimo procesas atliktas naudojant silikoninį kondicionierių „Tubingal SMF“ (60 minučių, 40 °C temperatūroje). Vandens absorbcijos eksperimentai buvo atlikti naudojant „SMZ 800 Nikon“ stereoskopinį mikroskopą ir skaitmeninę kamerą „Coolpix 4500“. Absorbcijos procesas filmuotas nuo momento, kai distiliuoto vandens lašas (0,110 g) nukrito ant audinio paviršiaus, iki tol, kol audinys jį absoliučiai absorbavo. Kritimo aukštis nebuvo automatiškai reguliuotas, tačiau buvo stengtasi, kad jis būtų kuo mažesnis. Iš viso buvo atlikti du eksperimentai: filmavimas iš viršutinės audinio pusės ir filmavimas iš apatinės audinio pusės. Vandens dėmių plotai matuoti tiriant vaizdo įrašų nuotraukas, taip pat apskaičiuoti dėmės ploto pokyčiai. Atlikus bandymus nustatyta, kad kilpinio audinio, besiliečiančio su skysčio lašeliu ir

skysčio perdavimo per jį poveikis, priklauso nuo kilpinės medžiagos konstrukcinių savybių, smūgio ar apdailos operacijos rūšies ir jos intensyvumo. Sugerties procesas vyko greičiau audiniuose, paveiktuose intensyvesniu apdailos procesu. Nustatyta, kad absorbcijos procesas ilgiausiai tęsėsi 100 % lininiame kilpiniame audinyje. Merserizuotame audinyje ir audiniuose, skalbtuose vandenyje be cheminio apdorojimo (nepriklausomai nuo skalbimo trukmės) arba naudojant ploviklį ir minkštiklį, absorbcijos procesas buvo trumpesnis. Tumbleravimo operacija, neatsižvelgiant į jos trukmę, žymiai sutrumpino absorbcijos procesą – daugiau nei penkis kartus, palyginus su neapdorotu audiniu [62]. Panašius rezultatus gavo ir kiti mokslininkai, kurie tyrė kilpinių audinių sorbcines savybes [63, 64].

Bogusławska-Bączek ir Hes'as tyrė viloninių ir mišrių audinių vandens laidumo rodiklius, tuo pačiu pristatydami „Permetest“ matavimo modelį. Tyrimams atlikti buvo paruošti devyni skirtingos masės ir pluoštinės sudėties austi ruoželio 2/1 pynimu bandiniai. Penki bandiniai išausti iš 100 % vilninių verpalų, du bandiniai išausti iš 45 % vilninių ir 55 % viskozinių verpalų ir dar du bandiniai – iš 45 % vilninių verpalų ir 55 % poliesterinių siūlų. Visi bandymai buvo atlikti laboratorijoje, kai temperatūra ($21 \pm 0,5$) °C ir santykinis drėgnis (55 ± 1) %. Atlikus eksperimentinius „Permetest“ matavimus sausiems bandiniams, buvo pastebėta, kad didėjant sausų vilninių audinių masei, santykinis laidumas vandens garams sumažėjo. Padidėjus audinio masei, audinių iš vilnos pluošto laidumas vandens garams sausoje būsenoje padidėjo [65].



6 pav. „Permetest“ matavimo modelis [65]

Taip pat tyrimas parodė, kad sumažėjus vilnos pluošto procentui, sumažėjo galimybė perduoti vandens garus. Šis reiškinys labiau pasireiškė poliesteriniam pluoštams nei viskozės pluoštams. Atlikus RWVP matavimus per drėgnus audinius, rezultatai parodė, kad didėjant audinių drėgmei, RWVP taip pat padidėjo. Visuose bandytuose audiniuose šios priklausomybės buvo tiesinės, o tai patvirtino matavimo patikimumą. Eksperimentiniai rezultatai taip pat parodė, kad didelio higroskopiškumo audinio skirtumas tarp bendro šilumos srauto tankio, sukėlusio vėsinimo efektą, ir šilumos srauto tankio nuo audinio paviršiaus, kuris taip pat turėjo įtakos vėsinimo poveikiui, sumažėjo padidėjus drėgmės kiekiui. Mišraus audinio su dirbtiniais arba sintetiniais pluoštais atveju, šie skirtumai padidėjo, padidėjus drėgmės kiekiui audinyje. Deja, atlikus tyrimą nustatyta, kad visų tirtų audinių efektyvus drėgnų audinių laidumas vandeniui yra gana mažas ir yra lygus maždaug 20 procentų [65].

Čiužaitė su kitais bendraautoriais tyrė dvisluoksnių skersinių mezginių statinę vandens absorbciją ir jų džiūvimo greitį. Bandymui naudoti aštuoni skirtingos pluoštinės sudėties bandiniai, numegzti lygiuoju sluosniuotiniu pynimu. Visų bandinių pagrindui naudoti medvilniniai ir bambuko viskozės pluošto verpalai, o vidinis sluoksnis numegztas naudojant poliesterinius, polipropileningus, poliamidinius ir „Coolmax[®]“ pluoštų siūlus. Bandiniai numegzti 24E klasės skersine mezgimo mašina. Statinės vandens absorbcijos ir džiūvimo tyrimai atlikti skalbtiems ir neskalbtiems bandiniams. Bandiniai skalbti vadovaujantis ISO 6330 standartu. Atlikus tyrimus nustatyta, kad daugiausiai vandens garų sugeria bandiniai, kurių pagrindas numegztas iš bambuko viskozės pluošto verpalų. Atliekant medžiagų džiūvimo tyrimą, buvo gauta, kad greičiau džiūsta medvilniniai mezginiai, nes jie sugėrė mažiau vandens garų nei bambuko viskozės pluošto mezginiai. Greičiausiai drėgmę į aplinką išgarino bandiniai, kurių vidinis sluoksnis buvo numegztas naudojant poliesterinio „Coolmax[®]“ pluošto siūlus. Taip pat nustatyta, kad po skalbimo mezginių tankumas padidėja, todėl mezginiai sugėrė daugiau drėgmės, bet džiūvo lėčiau lyginant su neskalbtais bandiniais [60].

Savo tyrimuose Sharma su kitais mokslininkais tyrė verpalų gamybos būdų įtaką megztų medžiagų laidumui orui ir vandens absorbcijai. Eksperimento metu buvo tirtas megztų medžiagų vandens sugeriamumas, laidumas orui ir vandens garams, kai vieni verpalai buvo pagaminti „Vortex“ verpimo būdu, o kiti – žiediniu verpimo būdu. Mezginiai numegzti naudojant 100 % poliesterinius verpalus ir mišriapluoščius iš poliesterinių ir medvilninių verpalų derinio santykiu – 80 % poliesterinio ir 20 % medvilnės pluošto. Cheminiu būdu iš mišriapluoščių verpalų buvo pašalintas medvilnės pluoštas. Medžiagų savybėms nustatyti buvo lyginami tik skirtingu būdu suverptų poliesterinių verpalų mezginiai. Tyrėjai nustatė, kad dėl struktūrinių verpalų modifikacijų, padidėjo mezginių laidumas orui ir vandens garams bei bendras sugeriamumas. Lyginant dviejų skirtingų verpimo gamybos būdų verpalus, nustatyta, kad mezginiai iš „Vortex“ verpimo verpalų pasižymi geresniu laidumu orui ir vandens garams [66].

Didžiausią įtaką dvisluoksnių mezginių laidumui vandens garams turėjo naudojamos žaliavos rūšis, t. y., pluoštų drėkinamosios savybės [45]. Tyrimų analizė parodė, kad didžiausiu laidumu vandens garams pasižymėjo iš medvilnės pluošto numegzti mezginiai. Mažiausiu laidumu vandens garams pasižymėjo mezginiai, numegzti iš poliamidinio ir medvilnės pluoštų derinio. Atlikti vandens absorbcijos tyrimai parodė, kad antimikrobiniu būdu apdorotų mezginių absorbcija vandenyje buvo žymiai mažesnė – nuo 44 procentų iki 91 procento, atsižvelgiant į tiriamų mezginių pluošto sudėtį ir lyginant su neapdorotais mezginiais [50].

Galima teigti, kad tekstilės medžiagų vandens absorbcija priklauso nuo pluoštinės sudėties, sandaros parametrų, siūlų rūšies. Taip pat vandens sorbcijos rodikliams įtakos turi tekstilės medžiagų tankumas, storis, standumas, akytumas. Kuo mažesnis audinio ar mezginio tankumas ir standumas, tuo medžiaga geriau pasiekia didžiausią absorbcijos kiekį. Skysčių tekėjimas per tekstilės medžiagą kontroliuojamas dviem procesais, tokiais kaip medžiagos kapiliarumas ir vilgumas.

Megztų medžiagų šiluminės savybės

Aktyviai fizinei veiklai skirta apranga vertinama pagal komfortiškumo savybes ją dėvint. Svarbus ne tik mezginio minkštumas, lankstumas, laidumas drėgmei, bet labai svarbios ir šiluminės savybės,

kurios lemia šilumos ir vėsimo pojūtį. Gaminio dėvėjimo komfortas ar diskomfortas nustatomas tyrimais, kad dėvintysis tiek fiziologiškai, tiek psichologiškai jaustųsi patogiai.

Bivainytė su bendraautoriais tyrė dvisluoksnių mezginių struktūros parametrų įtaką šilumos perdavimo procesams ir nustatė, kad mezginio šilumos perdavimo procesas priklauso nuo mezginio pynimo, nes mezginio struktūra lemia jame esančio oro kiekį, kuris priklauso nuo mezginio kilpos ilgio. Pagal gautus rezultatus nustatyta, kad bandiniai, numegzti lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu, perdavė daugiau šilumos nei mezginiai, numegzti kombinuotuoju pynimu. Taip pat nustatyta, kad naudojama žaliava turi didelę įtaką gaminių šilumos perdavimo procesams [47].

Mezginių šiluminio komforto charakteristikos gali priklausyti nuo skirtingų klimato sąlygų. Klimato sąlygų įtaką nustatė Sampath su bendraautoriais. Tyrimui atlikti jie naudojo penkis megztus bandinius, kurie buvo pagaminti iš *mikrodenerio* poliesterinių gijų, poliesterinių, poliesterinių ir medvilninių, 100 % medvilninių verpalų ir gijinių poliesterinių siūlų. Bandiniams buvo nustatytos tokios šiluminės charakteristikos: šilumos laidumas, šiluminė varža, šilumos absorbcija, santykinis laidumas ir atsparumas vandens garams. *Mikrodenerio* poliesterinio, verptų poliesterinių ir gijinių poliesterinių mezginių pavyzdžiai pirmiausia buvo plauti karštame vandenyje, o vėliau balinti. Medvilninių bei poliesterinių ir medvilninių mezginių paviršius pirmiausia buvo nuskustas, po to balintas. Visi penki mezginių variantai padengti drėkinančia priemone ir acto rūgštimi 60–70 °C temperatūroje 15 minučių, parinktas medžiagos ir skysčio santykis 1:10. Po šio drėkinimo proceso visi bandiniai apdoroti „Ultraphil“ hidrofiline tirpia dispersija ir acto rūgštimi. Bandiniai 10 minučių buvo laikyti apdailos vonioje, kurios pH lygus 5,5, esant 60–70 °C temperatūrai. Mezginių pavyzdžiai buvo džiovinti 150 °C temperatūroje ir palikti atsigulėti 48 valandas. Šiluminė varža ir vandens garų atsparumas buvo matuoti naudojant ISO 11092:1993 standartą. Santykinis laidumas vandens garams buvo nustatytas „Permetest“ prietaisu, imituojančiu odos modelio principą, kaip nurodyta ISO 11092 standarte. Bandymo rezultatai parodė, kad megztos medžiagos, pagamintos iš skirtingos pluoštinės sudėties žaliavos, turi didesnę įtaką šiluminėms charakteristikoms. Taip pat nustatyta, kad paviršiaus apdorojimas daro didelę įtaką *mikrodenerio* pluošto mezginių šiluminiam elgesiui, atsižvelgiant į šilumos laidumą, šilumos absorbciją, laidumą ir atsparumą vandens garams. Atlikus bandymus pastebėta, kad *mikrodenerio* poliesterinio pluošto mezginiai greičiau perdavė šilumą, taip pat greičiau išgarino prakaitą nuo odos per mezginį ir suteikėve saumo jausmą [67].

Atlikus įvairius tyrimus su megztomis medžiagomis, buvo nustatyta, kad mezginio struktūra turi didelę įtaką šilumos perdavimo procesui, nes priklausomai nuo mezginio struktūros, jame esančio oro kiekis gali sumažėti arba padidėti [41, 68]. Remiantis tyrimų rezultatais, nustatyta, kad mezginių šilumos laidumas ir šiluminė varža priklauso labiau nuo sintetinių siūlų nei nuo natūralaus pluošto verpalų kilmės [69].

Apibenrinant fizikinių savybių tyrimus, galima teigti, kad aktyviai laisvalaikio aprangai skirti mezginiai turi pasižymėti geru laidumu orui ir greitu drėgmės sugėrimu ir greitu džiovimu. Atlikti tyrimai rodo, kad natūralių pluoštų mezginiai gerai sugeria drėgmę, todėl siūloma mezginius iš šių pluoštų verpalų naudoti išoriniam aprangos sluoksniui. Sintetinių pluoštų mezginiai užtikrina drėgmės perdavimą nuo kūno į aplinką, nes drėgmė greičiau išgarinama, ir geriau juos naudoti vidiniam drabužio sluoksniui. Medžiagų laidumas vandens garams labiau priklauso nuo verpalų ar siūlų pluoštinės sudėties, kuri turi vandens sugėrimo ir išgarinimo savybių, nei nuo mezginio

sandaros. Megztų medžiagų laidumui orui didžiausią įtaką turi mezginio sandaros elementų tarpusavio išsidėstymas, mezginio akytumas ir storis.

1.3. Megztų medžiagų matmenų pokyčio po skalbimo apžvalga

Perdirbamos, skalbiamos, lyginamos ar kitaip veikiamos fizinių bei cheminių veiksnių tekstilės medžiagos dažnai keičia savo matmenis – ištįsta arba susitraukia. Medžiagų savybė susitraukti vadinama traukumu [70].

Megztos medžiagos susitraukimas yra megztų gaminių problema, atsirandanti dėl mezginio, ypač kilpų, matmenų pokyčių. Su šia problema susiduriama dėvint kasdienes drabužius: pėdkelnes, kelnes, palaidines ir sporto aprangą. Susitraukimas yra bendras daugelio veiksnių poveikis, pavyzdžiui, relaksacijos, apdailos, džiovinimo rezultatas [71].

Todėl projektuojant megztus gaminius, svarbu iš anksto žinoti jų matmenų pasikeitimą po skalbimo ir džiūvimo operacijų. Gaminio matmenų stabilumas yra labai svarbus rodiklis, siekiant suprojektuoti estetišką, ilgaamžį bei patvarų produktą. Tinkamiausios dėvėjimui yra tos megztos medžiagos, kurių matmenys skalbiant nekinta arba jų pokytis yra nedidelis.

Viso skalbimo ciklo metu gaminiai veikiami ištiso komplekso įvairių veiksnių: skalbimo tirpalo, dildymo, glamžymo, šviesos, šilumos ir kt. Todėl vyksta intensyvi pluoštus sudarančių polimerų destrukcija, vadinasi, gaminiai intensyviai dėvisi. Greičiau susidėvi gaminiai iš trumpų pluoštų, nes šie skalbimo metu iš gaminių palaiptisui iškrenta.

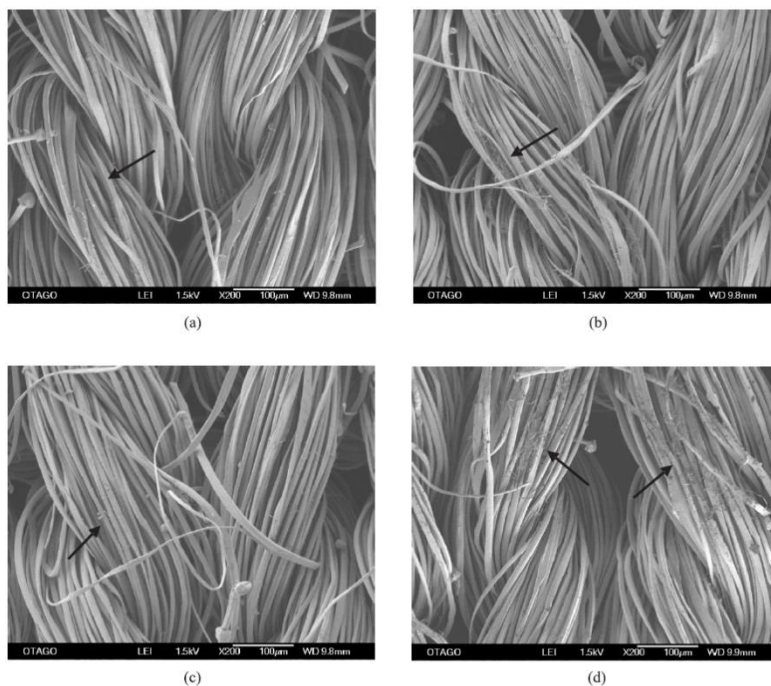
Mezginių santrauką lemia keletas faktorių – pluošto savybės, kilpos ilgis, mezgimo mšinos klasė, verpalų sukris, skalbimo ir džiovinimo būdai. Plačiau analizuojant, labiausiai medžiagų santrauką lemia verpalų ar siūlų brinkimas, nes absorbuojant drėgmę, pluoštai brinksta, o brinkstant pluoštams, didėja ir iš jų sudarytų verpalų ar siūlų skersmuo. Kitas lemiantis veiksnys – tai vidinės įtampos relaksacija, kuri pasireiškia verpalams ar siūlams mezgimo proceso metu [71, 72]. Mezginiai susitraukia po relaksacijos, apdailos, dažymo, skalbimo procesų. Iš kitų tyrėjų atliktų eksperimentų žinoma, kad nuo santraukos priklauso mezginių charakteristikos.

Çoruh'assavo darbe tyrė skalbimo ir džiūvimo procesų poveikį megztų medžiagų matmenų stabilumui, paviršiniam tankiui, storiui, atsparumui plyšimui ir laidumui orui. Tyrimui naudojo lygiojo skersinio ir *lacoste* pynimų mezginius, pagamintus iš mišriapluoščių modalinių ir šukuotinių medvilninių verpalų, kurie suverpti žiediniu verptuvu. Bandymai atlikti vadovaujantis standartais, o matmenų pokyčiai matuoti po kiekvieno skalbimo ir džiūvimo ciklo, t. y., bandiniai dešimt kartų buvo skalbti po 50 minučių esant 40 °C temperatūrai ir džiovinami plokščioje padėtyje. Įvertinus eksperimentinio tyrimo rezultatus, pastebėta, kad mezginių matmenų stabilumas, trūkimo jėga ir laidumas orui keičiasi reikšmingai, pasikeitus verpalų ilginiam tankiui ir mezginio tankumui. Lygiojo skersinio pynimo mezginių matmenų pokytis skersine kryptimi kito 5–25 proc., o išilgine kryptimi 5–10 proc. *Lacoste* pynimo mezginių matmenų pokytis po skalbimo ir džiūvimo kito labai panašiai: skersine kryptimi 5–15 proc., o išilgine kryptimi 10–20 proc. Tyrimų metu nustatyta, kad mezginių matmenų pokytį lemia daugybė veiksnių, tokių kaip pluošto kilmė, kilpos ilgis, verpalų sukris, mezgimo metu vykstantys įtempiai, skalbimo ir džiūvimo operacijos [72].

Anand'as kartu su bendraautorių kolektyvu tyrė trijų populiariausių pynimų: lygiojo skersinio, lastikinio 1+1 ir interlokinio, mezginių iš medvilninių verpalų matmenų pokytį po skalbimo ir

džiūvimo operacijų. Bandinių matmenų pokytis nustatytas keturiais skirtingais skalbimo ir džiūvimo ciklais, siekiant išsiaiškinti ploviklio poveikį. Eksperimento metu nustatyta, kad matmenų pokytis labiau priklauso nuo kilpos formos, nei nuo verpalų ilginio tankio ar kilpos ilgio susitraukimo. Mezginių matmenys stabilizavosi po penkių skalbimo ir džiūvimo ciklų. Autoriai pažymi, kad labiau susitraukė mezginiai, kurie buvo džiovinami džiovyklėje. Visų trijų mezginių struktūros turėjo panašias matmenų pokyčio tendencijas – išilgine kryptimi mezginiai susitraukė, o skersine kryptimi labiau išstjo lastikiniu 1+1 pynimu numegzti mezginiai nei kitų dviejų pynimų mezginiai [73].

Svarbius tyrimus atliko Van Amber su bendraautoriais. Mokslininkai tyrė šilkinį megztą gaminių, tinkamų dėvėti kasdien, priežiūros (skalbimo) savybes. Jų tikslas buvo nustatyti mezginių, numegztų lygiuoju skersiniu ir žakardiniu pynimu, matmenų stabilumą prieš ir po skalbimo. Šilkiniai ir šilko derinio su medvilnės ir vilnos pluoštais mezginiai pasiekė matmenų stabilumą po šešių skalbimo ciklų. Mezginių matmenų pokytis priklausė nuo skalbimo ciklų skaičiaus, mezginio spalvos ir pynimo [74]. 6 paveiksle pateiktose SEM nuotraukose galima matyti, kad skalbimo proceso temperatūra paveikė šilko pluoštą, tačiau neturėjo įtakos mezginių matmenų pokyčiui.



7 pav. Šilkinį lygiojo skersinio pynimo mezginių SEM nuotraukos: a – neskalbto mezginio, b – skalbto 20 °C temperatūroje, c – skalbto 35 °C temperatūroje, d – skalbto 50 °C temperatūroje [74]

Visų tirtų mezginių matmenys po skalbimo sumažėjo, o matmenų pokytis skyrėsi: mezginių, numegztų lygiuoju skersiniu pynimu iš šilko, medvilnės ir vilnos pluoštų derinio, bendras matmenų pokytis skersine kryptimi buvo –0,5 proc., šilkinį lygiojo skersinio pynimo mezginių – skersine kryptimi –2,7 proc, o šilko ir vilnos pluoštų derinio žakardinių mezginių – skersine kryptimi –4,5 proc. Galima teigti, kad tokiems rezultatams įtakos turėjo skirtinga mezginių struktūra – žakardinio pynimo ilgesnės kilpos labiau susitraukė. Išilgine kryptimi didžiausiu matmenų pokyčiu (–6,0 proc.) pasižymėjo lygiojo skersinio pynimo iš šilko, medvilnės ir vilnos pluoštų derinio mezginiai. Tirtų mezginių didžiausias matmenų pokytis fiksuotas po pirmojo skalbimo ciklo [74].

Szabo'as su kitais bedraautoriais tyrė interlokiniu pynimu numegztų medvilninių mezginių matmenų stabilumą po skalbimo, džiovinimo ir 72 valandų relaksacijos procesų. Mezginiai pagaminti 20E klasės mezgimo mašina „Monarch“ (Jungtinė Karalystė). Nustatyta, kad mezginių geriausios matmenų stabilumo struktūros yra tos, kurių matmenų pokyčiai po relaksacijos yra minimalūs. Didžiausios mezginių deformacijos atsiranda po skalbimo ir apdailos, nes šiuose procesuose mezginiai paveikti vandeniu ir aukšta temperatūra. Interlokinio pynimo mezginių matmenų stabilumas yra tinkamas dėl struktūros elementų erdvinio išdėstymo ir didelio kilpų tankumo. Autoriai teigia, kad mezgimo mašinoje parinkus teisingą mezginio horizontalųjį tankumą, mezgimo operacijos technologiniai parametrai turi mažesnę įtaką mezginių matmenų pokyčiams. Mezgimo metu vieną mezginio eilutę mezga dvi mezgimo sistemos, todėl gaunama subalansuota mezginio struktūra, kuri lemia geresnį matmenų stabilumą [75].

Sūlar'as ir Oner'as ištyrė skalbimo ciklų poveikį megzto medžiagų deformacijai. Eksperimentuose buvo panaudota dvylika mezginių, pagamintų iš skirtingo ilginio tankio verpalų – viskozinių (21 tex ir 16 tex) bei poliamidinių su elastanu (7,8 tex 20 gijų, 7,8 tex 40 gijų ir 7,8 tex 70 gijų). Mezginiai numegzti *Punto di Roma* pynimu apvaliaja 18E klasės mezgimo mašina „Mayer & Cie“ (Vokietija). Mezginių matmenų pokytis buvo vertinamas po 5, 15 ir 25 skalbimo ciklų, vadovaujantis M&S P15A bandymo metodu. Po kiekvieno skalbimo ciklo buvo matuotas ne tik matmenų pokytis, bet ir mezginių dengiamumo koeficientas ir paviršiaus tankis. Tyrimų metu nustatyta, kad mezginiai iš 21 tex ilginio tankio viskozinių verpalų ir 7,8 tex 20 gijų ilginio tankio poliamidinių siūlų, apverptų elastanu, pasižymi didesniu matmenų stabilumu. Taip pat nustatyta, kad 5 ir 15 skalbimo ciklai bei 30 minučių relaksacija yra reikšmingi megzto medžiagų matmenų pokyčiams [76].

Ahmed'o ir bendraautorių tyrimo tikslas buvo įvertinti apdailos proceso įtaką medvilninių mezginių matmenų stabilumui ir mechaninėms savybėms. Mezginiai numegzti lygiuoju skersiniu, kombinuotuoju *pike* ir pamušaliniu pynimais bei atlikta skirtingos koncentracijos apdaila. Eksperimento metu ryškiausias poveikis pastebėtas lygiojo skersinio pynimo mezginiams, kur santraukos po skalbimo procentas sumažėjo nuo 7 iki 1,1 procento stulpelių kryptimi esant 5 proc. apdailos koncentracijai. Mažesnis medžiagos susitraukimas užfiksuotas, kai apdailos koncentracija buvo 10 procentų. Panašūs rezultatai gauti ir kombinuotuoju *pike* pynimu numegztiems mezginiams. Pamušaliniu pynimu numegztų medžiagų santrauka abiem kryptimis buvo panaši – 4 ir 3,7 procento. Autoriai nustatė, kad dėl savo struktūros matmenų stabilumu geriausiai pasižymėjo pamušalinio pynimo mezginiai, lygiojo skersinio ir *pike* pynimų mezginiai pasižymėjo didesniu matmenų pokyčiu po skalbimo. Mezginių matmenų stabilumui įtakos turėjo ir apdailos procesas [77].

Daugumos autorių nustatyta, kad po skalbimo ir džiovinimo operacijų mezginiai susitraukė, tai rodo, kad padidėjo mezginių tankumas. Po skalbimo ir džiovinimo operacijų tiriant medžiagų vandens absorbciją gauta, kad daugiausiai abosorbicija sumažėjo mezginiams, numegztiems iš bambuko viskozės ir sintetinių pluoštų. Mezginių matmenų pokytis priklauso ir nuo mezginio pynimo. Po skalbimo ir džiovinimo operacijų mezginių, numegztų lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu, laidumas vandens garams sumažėjo labiau nei kitu pynimu megzto mezginių. Šiuo pynimu numegzti mezginiai pasižymi didesniu laidumu orui nei kombinuotuojo pynimo mezginiai [42].

Taip pat tyrimų metu nustatyta, kad didžiausi megzto medžiagų lemiami matmenų pokyčiai įvyksta po 4–5 skalbimo ciklų [71, 78]. Reikia pažymėti, kad po skalbimo ir džiovinimo operacijų medžiagų laidumas orui ypač sumažėja dėl mezginių santraukos.

1.4. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Apibendrinant visą literatūros apžvalgą galima teigti, kad aktyviam laisvalaikiui skirtą aprangą reikia projektuoti atsižvelgiant į žmogaus termofiziologinį ir jutiminį komfortą. Norint suprojektuoti patogų aktyvaus laisvalaikio drabužį, reikia atsižvelgti į medžiagos minkštumą, lankstumą, gebėjimą kontroliuoti šilumos ir drėgmės pojūtį bei patogumą. Tokiems gaminiams svarbu parinkti tinkamą žaliavą, pynimą, tankumą ir apdailą.

Atlikus kitų autorių tyrimų apžvalgą pastebėta, kad gaminti aktyviam laisvalaikiui skirtą aprangą galima naudojant visų tipų verpalus ir siūlus bei įvairius natūralių ir sintetinių pluoštų derinius. Vis didesnis dėmesys skiriamas naujos kartos natūralios kilmės dirbtiniams pluoštams, pavyzdžiui, bambuko viskozės, kurie pasižymi antibakterinėmis savybėmis, nesukelia alergijos, turi geras drėgmės sugėrimo savybes. Gaminiai iš natūralių pluoštų pasižymi minkštumu, tvirtumu, geru drėgmės sugėrimu, laidumu orui, o sintetiniai siūlai suteikia gaminiui ilgaamžiškumą, patvarumą, matmenų stabilumą. Taip pat nustatyta, kad mezginiai pasižymi puikiomis dėvėjimo savybėmis, nes yra tamprūs ir nevaržo kūno judesių bei palengvina vandens garų perdavimą nuo kūno į aplinką, todėl jie dažniausiai pasirenkami sporto, laisvalaikio ir apatinių drabužių gamybai.

Aktyvaus laisvalaikio aprangos gamyboje dažniausiai naudojami pynimai: lygusis skersinis, kiauraraščiai (*file*), presiniai, dvisluoksniai, pamušaliniai ir kt. Pynimas parenkamas priklausomai nuo to, kokia bus gaminio paskirtis ir kuriuo metu laiku bus dėvimas. Norint tinkamai parinkti mezginius, skirtus aktyviam laisvalaikiui, reikia atlikti megztinių medžiagų laidumo orui, drėgmės transportavimo bei matmenų pokyčio po skalbimo tyrimus, kurie užtikrins gaminio dėvėjimo komfortą.

2. Tyrimo objektas

Tinkamos žaliavos parinkimas projektuojamiems gaminiams yra labai svarbus, nes kiekvienas pluoštas pasižymi skirtingomis savybėmis, kurios nulemia tolimesnes mezginio ir gaminio savybes. Aktyviam laisvalaikiui skirtų mezginių projektavimui labai svarbu, kad pasirinktas pluoštas turėtų geras drėgmės pernešimo, laidumo orui ir greitas drėgmės išgarinimo savybes, kurios užtikrintų komforto jausmą dėvėtojui.

Nustatyta, kad megztinės medžiagos iš natūralių pluoštų gerai sugeria drėgmę, o sintetiniai pluoštai atvirkščiai, drėgmės beveik nesugeria, tačiau ją perneša į išorinius sluoksnius. Poliamidiniai ir poliesteriniai siūlai yra vieni populiariausių sintetinių siūlų gaminant aktyvaus laisvalaikio aprangą. Tokie gaminiai pasižymi geru laidumu orui, stiprumu, tamprumu. Specialaus profilio „Coolmax[®]“ poliesterinis pluoštas pasižymi ypatingu gebėjimu transportuoti drėgmę į išorę ir greitai išdžiūti, užtikrinant sausumo bei vėsumo pojūtį.

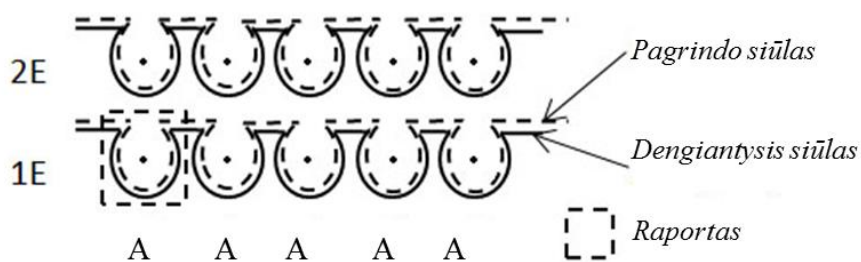
Todėl projektuojant aktyviam laisvalaikiui skirtus mezginius dažniausiai naudojami natūralių ir sintetinių pluoštų deriniai. Atsižvelgiant į minėtų pluoštų savybes, sintetinio pluošto siūlai turėtų būti vidinėje gaminio pusėje, o natūralių pluoštų verpalai – išorinėje gaminio pusėje.

Tiriamieji mezginiai numegzti lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu apskritąja didelio skersmens 22E klasės „Monarch“ FXC-3S mezgimo mašina. Išoriniam sluoksniui parinkti medvilniniai (M) ar dirbtiniai bambuko viskozės verpalai (B), o vidiniam – poliamidiniai (PA), poliesteriniai (PES), „Coolmax[®]“ („Dupont[®]“ firmos keturių kanalų skerspjuvio poliesterinis pluoštas) ar polipropileniniai (PP) siūlai. Iš viso numegzti aštuoni skirtingi bandiniai, kurių pluoštinė sudėtis ir žymėjimas pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Tiriamieji mezginiai

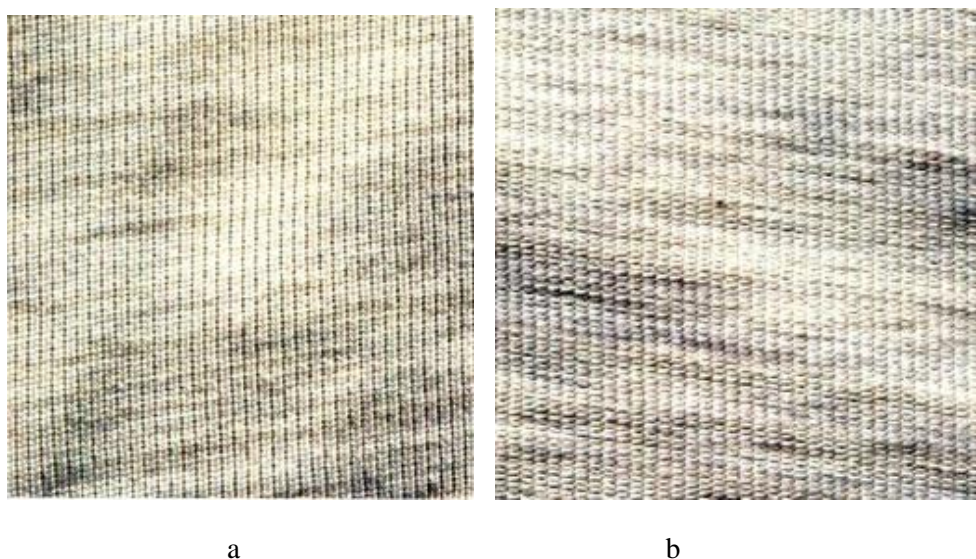
Eilės nr.	Pluoštinė sudėtis, ilginis tankis ir procentinė sudėtis	Žymėjimas
1.	Medvilnė, 20 tex, 71 % Poliamidas, 7,8 tex, 29 %	M+PA
2.	Medvilnė, 20 tex, 71 % „Coolmax [®] “, 7,8 tex, 29 %	M+Coolmax
3.	Medvilnė, 20 tex, 71 % Poliesteris, 8,3 tex, 29 %	M+PES
4.	Medvilnė, 20 tex, 71 % Polipropilenas, 8,4 tex, 29 %	M+PP
5.	Bambuko viskozė, 20 tex, 71 % Poliamidas, 7,8 tex, 29 %	B+PA
6.	Bambuko viskozė, 20 tex, 71 % „Coolmax [®] “, 7,8 tex, 29 %	B+Coolmax
7.	Bambuko viskozė, 20 tex, 71 % Poliesteris, 8,3 tex, 29 %	B+PES
8.	Bambuko viskozė, 20 tex, 71 % Polipropilenas, 8,4 tex, 29 %	B+PP

Lygiojo sluoksniuotinio pynimo siūlo klojimo schema pateikta 8 paveiksle.



8 pav. Lygiojo sluoksniuotinio pynimo siūlo klojimo schema

9 paveiksle parodytas mezginio paviršiaus vaizdas dešininėje ir kairinėje pusėse.



9 pav. Mezginio paviršiaus vaizdas: a – dešininė lygiojo sluoksniuotinio pynimo pusė, b – kairinė lygiojo sluoksniuotinio pynimo pusė

Kaip matyti iš 8 paveiksle pateiktos siūlo klojimo schemos ir 9 paveiksle esančio mezginio pavyzdžio, tiriamųjų megztinių medžiagų dešininėje pusėje visos kilpos sudarytos iš dviejų siūlų – pagrindo ir dengiančiojo. Dengiantysis siūlas gerai uždengia kilpos tiesiąsias dalis, o neuždengia adatų ir platinų lankų, todėl kairinėje mezginio pusėje matomos tašos. Derinant dešines ir kairines sluoksniuotines kilpas galima gauti netgi tam tikrą spalvinį efektą.

3. Metodinė dalis

Visi bandymai atlikti ir bandiniai paruošti standartinėse kondicionavimo sąlygose vadovaujantis LST EN 139:2005 standartu, kuomet temperatūra (20 ± 2) °C ir santykinis drėgnis (65 ± 4) % [79]. Tyrimai atlikti KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakulteteo Medžiagų tyrimų laboratorijoje.

3.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymas

Kilpos ilgio nustatymas

Tiriamųjų mezginių kilpos ilgis nustatomas pagal LST EN 14970:2006 „Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpos ilgio ir siūlo ilginio tankio skersiniame mezginyje nustatymas“ standartą [80].

Kilpos ilgis gali būti nustatomas eksperimentiniu būdu ardant skersinį mezginį arba apskaičiuojamas teoriškai. Šiame darbe kilpos ilgis apskaičiuotas teoriškai pagal formulę:

$$l = \frac{A \cdot B \cdot M}{T}, \quad (3.1.1)$$

čia A – kilpos žingsnis, mm

B – kilpos aukštis, mm

M – mezginio paviršinis tankis, g/m^2

T – siūlų ilginis tankis, tex

Mezginio tankumo nustatymas

Megztos medžiagos tankumas – tai mezginio savybė, apibūdinanti jo kilpų ilgį ar kilpų skaičių, kiekybiškai išreiškiama tankumo koeficientais P_h ir P_v [70]. Bandinių tankumas buvo nustatomas vadovaujantis LST EN 14971:2006 „Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpų skaičiaus vienetiniame ilgyje ir plotyje nustatymas“ standartu [81].

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 plotyje horizontalia (kilpų eilučių) kryptimi, o vertikalusis P_v – kilpų eilučių skaičius mezginio ilgyje vertikalia (kilpų stulpelių) kryptimi [70]. Matuojant tankumus, mezginys privalo būti horizontalioje padėtyje, laisvame būvyje, neištemptas, be ydų.

Kilpų stulpeliai ir eilutės skaičiuojamos sąlyginiame matavimo ilgyje ir išreiškiamos kilpų skaičiumi 1 centimetre. Kilpų skaičius skaičiuojamas penkiose skirtingose mezginio vietose, ne arčiau kaip 20 cm iki mezginio krašto. Nustačius vertikalųjį ir horizontalųjį tankumų koeficientus, apskaičiuojami kilpos žingsnis A ir kilpos aukštis B pagal formules [82].

Kilpos žingsnis A , mm , apskaičiuotas pagal formulę:

$$A = \frac{10}{P_h}, \quad (3.1.2)$$

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

Kilpos aukštis B , mm , apskaičiuotas pagal formulę:

$$B = \frac{10}{P_v}, \quad (3.1.3)$$

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

Mezgtinės medžiagos paviršinio tankio nustatymas

Mezginio paviršinis tankis M – tai gaminio masės ir paviršiaus ploto santykis, paprastai išreiškiamas g/m^2 . Jis gali būti nustatomas eksperimentiniu būdu arba apskaičiuojamas teoriškai.

Mezginio paviršinis tankis nustatomas pagal standartą LST EN 12127:1999 „Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Paviršinio tankio nustatymas naudojant mažus bandinius“ [83]. Iš įvairių mezginio gabalo vietų iškerpami penki $1\text{ cm}^2 \pm 1\%$ dydžio elementarūs bandiniai. Jie pasveriami elektroninėmis svarstyklėmis „KERN EW 150-3M“ (Vokietija), 0,001 gramo tikslumu. Apskaičiuojamas rezultatų aritmetinis vidurkis, o rezultatas apvalinamas gramo tikslumu.

Paviršiaus tiesinio užpildymo koeficiento nustatymas

Mezginio užpildymą siūlais sąlygiškai galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$E = \frac{l \cdot d}{A \cdot B} \quad (3.1.3)$$

čia l – kilpos ilgis, mm ;

d – vidutinis siūlo skersmuo, mm ;

A – kilpos žingsnis, mm ;

B – kilpos eilutės aukštis, mm

E – mezginio paviršinis tiesinio užpildymo koeficientas.

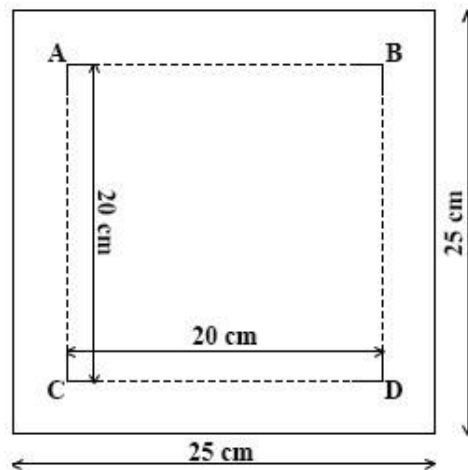
3.2. Mezginių matmenų pokyčio ir fizikinių savybių nustatymas

Mezgtų medžiagų matmenų pokyčio nustatymo metodika

Matmenų pokytis po skalbimo ir džiovinimo ciklo nustatomas pagal standartą LST EN ISO 5077:2008 [84]. Medžiagų bandinių paruošimas, ženklavimas, matavimas, nustatant matmenų pokyčius, atliekamas pagal LST EN ISO 3759:2011 standartą [85].

Bandinių ruošimui naudojami tokie įrankiai: liniuotė, nenuplaunamas rašalas, šablonas su matavimo grotelėmis, ploni kontrastinės spalvos siūlai.

Iš mezgtos medžiagos gabalo iškerpami 250×250 mm dydžio bandiniai, kurių kraštai lygiagretūs medžiagos stulpelių ir eilučių krypčiai. Bandiniai padedami ant matavimo stalo. Stulpelių ir eilučių kryptimi pažymimos mažiausiai trys poros žymių. Atstumas tarp žymių turi būti ne mažesnis kaip 200 mm, o žymė nebūtų arčiau kaip 50 mm iki bandinio krašto. Bandinių paruošimo schema parodyta 10 paveiksle.



10 pav. Bandinių paruošimo schema

Pradiniam kondicionavimui bandiniai laikomi standartinėse klimato sąlygose mažiausiai 4 valandas. Matavimui bandiniai patiesiami ant lygaus pagrindo, ištiesinamos raukšlės. Atstumai tarp žymių porų matuojami 1 mm tikslumu.

Bandiniai skalbiami vadovaujantis standartu LST EN 6330:2012 [86]. Naudojama buitinė automatinė skalbimo mašina „Indesit IWUD 41252 C ECO EU“. Skalbiama parinkus skalbimo režimą: 40 °C, 60 minučių, 800 aps/min. Bandiniai dedami į skalbimo mašiną, pridedamas reikiamas kiekis papildomų tekstilės medžiagų (balasto). Įdedamas reikalingas skalbimo priemonių kiekis. Bandiniai džiovinami ant horizontalaus tinklelio, prieš tai ranka išlyginami ir paliekami džiūti laisvame būvyje.

Išskalbus ir išdžiovinus bandinius atliekami matavimai tose pačiose pažymėtose vietose. Matavimai atlikti po vieno, dviejų, trijų ir penkių skalbimų.

Mezginių santrauka, išreikšta procentais, apskaičiuojama pagal formulę:

$$\Delta = \frac{x_t - x_0}{x_0} \cdot 100, \% \quad (3.2.1)$$

čia: x_0 – pradinis matmuo, mm;

x_t – matmuo po skalbimo, mm.

Kiekvieno matavimo matmenų pokyčiai išreiškiami procentais pradinės reikšmės atžvilgiu. Pluso (+) ženklas naudojamas pailgėjimui, o minuso (-) ženklas – susitraukimui žymėti. Matmenų pokytis po skalbimo matuojamas ir eilučių, ir stulpelių kryptimi.

Megztų medžiagų laidumo orui tyrimo metodika

Bandymai atlikti vadovaujantis LST EN ISO 9237:1997 standartu, kuris taikomas daugumai orui laidžių medžiagų [87].

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), kuris parodytas 11 paveiksle.



11 pav. Laidumo orui nustatymo prietaisas L14DR

Žiedo formos bandinio laikiklis turi 5 cm², 20 cm², 50 cm² ar 100 cm² kiaurymę. Slėgio matuoklis, sujungtas su bandymo galvute, turintis 50 Pa, 100 Pa, 200 Pa ar 500 Pa matavimo skalę, slėgių skirtumui nustatyti ne mažiau kaip 2 proc. matavimo tikslumu. 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 anksčiau minėtas slėgių skirtumas, pasiekiamos stabilios sąlygos [87]. Matuojamas srauto debitas esant 100 Pa slėgių skirtumui.

Laidumas orui R , dm³/(m²·s) apskaičiuojamas pagal formulę [87]:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} \times 167; \quad (3.2.2)$$

čia \bar{q}_v – oro srauto debito aritmetinis vidurkis, dm³/min (l/min);

A – bandomasis plotas, cm²;

167 – perskaičiavimo iš dm³/cm²min arba l/cm²min į mm/s koeficientas.

Mezginių statinės vandens absorbcijos tyrimo metodika

Mezginių statinė absorbcija buvo nustatyta pagal „BV S1008’ Bureau Veritas Consumer Products Service“ tyrimų metodiką. Iš pradžių mezginiai buvo kondicionuojami standartinėse kondicionavimo sąlygose. Tyrimui sukarpomi 100×100 mm dydžio bandiniai ir pasveriami elektroninėmis svarstyklėmis nustatant sauso bandinio masę gramais. Tyrimo metu bandiniai buvo 1 minutę mirkomi distiliuotame vandenyje, o po to 3 minutes laikomi pakabinti, kad būtų pašalintas vandens perteklius, ir dar kartą pasveriami. Vandens kiekis, kurį sugeria megztų medžiagų pavyzdžiai, buvo apskaičiuotas imant procentinį skirtumą tarp drėgno ir sauso bandinio masių. Statinė vandens adsorbpcija S_w buvo apskaičiuota pagal šią formulę:

$$S_w = \frac{m_w - m_d}{m_d} \cdot 100, \%; \quad (3.2.3)$$

čia, S_w – statinė vandens absorbcija, %;

m_w – šlapių bandinių svoris, g;

m_d – sausų bandinių svoris, g.

Aritmetinis vidurkis \bar{x} apskaičiuojamas iš trijų matavimų:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2.4)$$

čia x_i – i - tojo stebėjimo arba bandymo rezultatas;

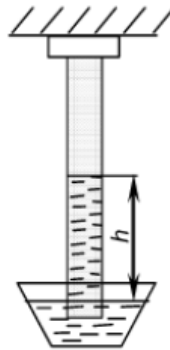
n – elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

Mezginių džiūvimo greičio nustatymas

Mezginių džiūvimo greitis nustatomas, kai bandiniai po vandens absorbcijos dar kartą pasveriami po 20, 40, 60, 80, 100 ir 120 minučių. Gauti rezultatai pateikiami grfiškai.

Mezginių kapiliarumas

Mezginių kapiliarumo nustatymui paruošiami 25×200 mm dydžio bandiniai, kurie iškirpti stulpelių ir eilučių kryptimi. Bandinio vienas galas įtvirtinamas į stovą taip, kad jo apatinis galas būtų įmerktas į distiliuotą vandenį su mėlynos spalvos rašalu (spalva naudojama, kad kylantis vanduo gerai matytųsi). Kas 10 minučių valandos tarpe matuojamas skysčio pakilimo aukštis mezginyje. Kapiliarumo nustatymo schema pavaizduota 12 paveiksle [91].



12 pav. Kapiliarumo bandymo schema [89]

3.3. Duomenų statistinių rodiklių skaičiavimo metodika

Darbe buvo apskaičiuotos šios matavimo rezultatų statistinės charakteristikos [90]:

- aritmetinis matavimo rezultatų vidurkis:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (3.3.1)$$

čia \bar{X} - rezultatų aritmetinis vidurkis,

x_i – i -ojo bandymo rezultatai;

n – bandymų skaičius.

- vidutinė kvadratinė nuokrypa

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}; \quad (3.3.2)$$

čia S – vidutinis kvadratinis nuokrypis;

\bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis;

n – bandymų skaičius;

x_i – i -ojo bandymo rezultatas.

- variacijos koeficientas:

$$v = \frac{S}{\bar{x}}; \quad (3.3.3)$$

čia V – variacijos koeficientas;

S – vidutinis kvadratinis nuokrypis;

\bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis.

- matavimo rezultatų absoliutinė atsitiktinė paklaida:

$$\Delta_a = \frac{t_\alpha \cdot S}{\sqrt{n}}; \quad (3.3.4)$$

čia t_α – Stjudento koeficientas, priklausantis nuo pasirinktosios pasikliovimo tikimybės α ir bandymų skaičiaus n ;

S – vidutinis kvadratinis nuokrypis;

n – bandymų skaičius.

- matavimo rezultatų santykinė pasikliautinė paklaida:

$$\delta_\alpha = \frac{\Delta_a}{\bar{x}} \cdot 100, \%; \quad (3.3.5)$$

čia δ_α – santykinė pasikliautinė paklaida;

Δ – atsitiktinė absoliutinė paklaida;

\bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis.

4. Tyrimų rezultatai

4.1. Mezginių sandaros rodiklių nustatymas

Siekiant nustatyti skirtingos pluoštinės sudėties ir mezginio sandaros įtaką megztinių medžiagų laidumui orui, matmenų pokyčiui po skalbimo ir vandens absorbcijai, buvo pagaminti aštuoni mezginių variantai iš natūralių ir dirbtinių verpalų bei sintetinių siūlų derinio. 2 lentelėje pateikti tiriamųjų megztinių medžiagų sandaros rodikliai, nustatyti ir apskaičiuoti pagal 3.1 poskyryje aprašytas metodikas.

2 lentelė. Tiriamųjų megztinių medžiagų pagrindiniai sandaros rodikliai

Eilės Nr.	Žymėjimas	Horizontalus tankumas P_h , cm^{-1}	Vertikalus tankumas P_v , cm^{-1}	Kilpos ilgis l , mm	Kilpų žingsnis A , mm	Kilpų aukštis B , mm	Mezginių paviršinis tankis M , g/m^2	Suminis ilginis tankis, T_s , tex	Paviršiaus tiesinio užpildymo koeficientas, E
1.	M+PA	12,5	24,5	2,66	0,80	0,41	226	27,8	1,52
2.	M+Coolmax	13,0	24,5	2,70	0,77	0,41	235	27,8	1,57
3.	M+PES	12,5	24,5	2,77	0,80	0,41	239	28,3	1,59
4.	M+PP	12,5	25,0	2,92	0,80	0,40	259	28,4	1,79
5.	B+PA	13,5	24,0	2,72	0,74	0,42	243	27,8	1,57
6.	B+Coolmax	13,5	24,5	2,65	0,74	0,41	243	27,8	1,49
7.	B+PES	13,0	24,0	2,73	0,77	0,42	239	28,3	1,52
8.	B+PP	13,0	24,5	2,76	0,77	0,41	249	28,4	1,64

Išmatuotų sandaros rodiklių variacijos koeficientas neviršijo penkių procentų.

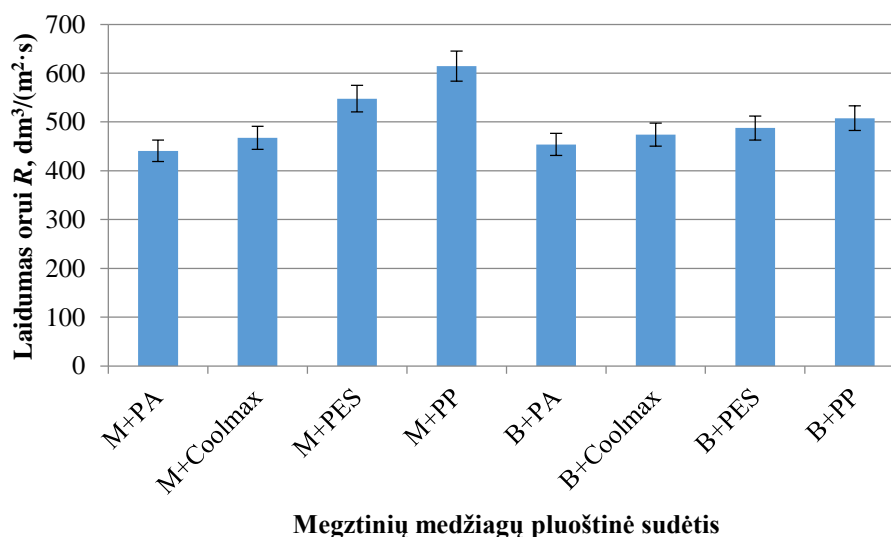
4.2. Laidumo orui tyrimas

Laidumo orui savybės svarbios tekstilės medžiagoms, nes tai lemia tarp kūno ir aprangos susidarantį mikroklimatą. Kadangi mezginių struktūra sudaryta iš kilpų, todėl mezginiai pasižymi didesniu akytumu ir laidumu orui. Šiame darbe mezginių laidumas orui buvo nustatytas tiek neskaltoms, tiek skalbtoms medžiagoms. Laidumo orui koeficientas R nustatytas vadovaujantis 3.2 poskyryje pateikta metodika. Neskaltų megztinių medžiagų laidumo orui koeficientas ir apskaičiuotas variacijos koeficientas pateiktas 3 lentelėje.

3 lentelė. Neskaltbtų mezginių laidumo orui tyrimo rezultatai

Žymėjimas	Oro srauto debito vidurkis	Laidumas orui R , $\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	Variacijos koeficientas V , %
M+PA	13,2	440,9	2,5
M+Coolmax	14,0	467,6	1,5
M+PES	16,4	547,8	2,7
M+PP	18,4	614,6	3,1
B+PA	10,6	454,0	5,3
B+Coolmax	14,2	474,3	2,7
B+PES	14,6	487,6	3,0
B+PP	15,2	507,7	1,6

13 paveiksle pateikta neskaltbtų lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu numegztų mezginių pluoštinės sudėties įtaka laidumui orui.



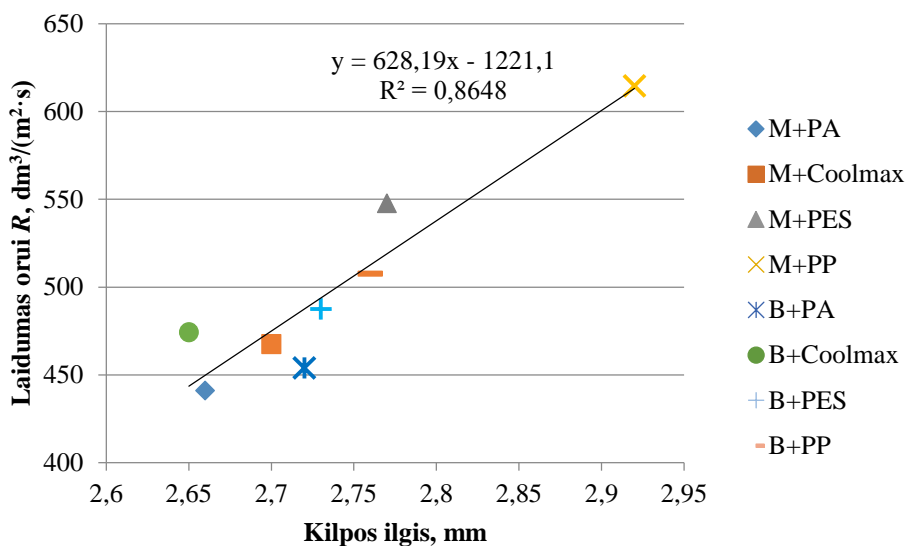
13 pav. Neskaltbtų mezginių pluoštinės sudėties įtaka laidumui orui

Lyginant mezginių iš medvilninių ir bambuko viskozės verpalų derinių su PA, „Coolmax[®]“, PES ir PP siūlais laidumą orui, matoma, kad sintetinių siūlų derinių su medvilniniais verpalais mezginiai pasižymėjo didesniu laidumu orui nei mezginiai iš bambuko viskozės verpalų derinių su sintetiniais siūlais. Lyginant tos pačios grupės mezginių laidumą orui, maksimalią vertę turi mezginiai iš medvilninių bei bambuko viskozės verpalų ir polipropileninių siūlų derinių, o minimalią – mezginiai iš medvilninių bei bambuko viskozės verpalų ir poliamidinių siūlų derinių.

Iš gautų rezultatų matoma, kad megztinės medžiagos laidumas orui priklauso nuo žaliavos pluoštinės sudėties. Tokius rezultatus lėmė polipropileno pluošto geros laidumo orui savybės. Taip pat medžiagų laidumui orui įtakos turėjo ir lygiojo sluoksniuotinio pynimo specifika, nes mezginyje kilpos išsidėstę vienoje eilėje ir kiekviena kilpa yra sudaryta iš dviejų siūlų. Todėl oro srauto judėjimas lengvesnis per neuždengtus tarpus, o per siūlų sistemas – apsunkintas.

Dauguma autorių savo tyrimuose nustatė, kad megztų medžiagų laidumas orui priklauso nuo įvairių mezginio sandaros rodiklių: kilpos ilgio, storio, paviršinio tankio [42, 43, 45, 46].

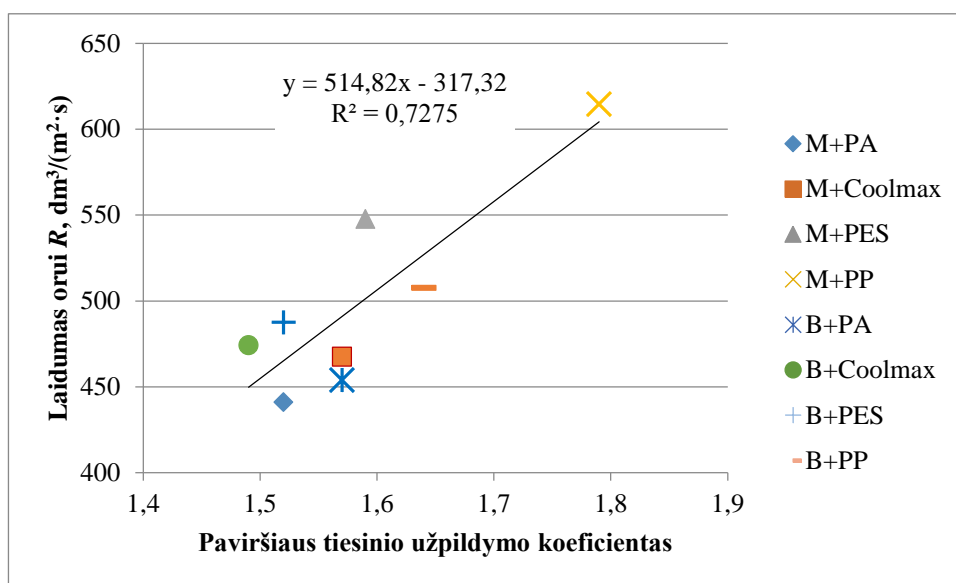
Mezginio kilpos ilgis – vienas iš pagrindinių struktūros rodiklių, kuris charakterizuoja mezginio tankumą. Tiriamųjų mezginių kilpos ilgio įtaka laidumui orui pateikta 14 paveiksle. Mezgtinėse medžiagose, kuriose kilpos ilgis yra didesnis, tarpai tarp siūlų padidėja, todėl oras gali laisviau judėti.



14 pav. Mezgtinių medžiagų kilpos ilgio įtaka laidumui orui

Gauti tyrimų rezultatai parodė, kad mezginių laidumas orui tiesiškai priklauso nuo kilpos ilgio: kuo kilpos ilgis didesnis, tuo mezginio laidumas orui taip pat didesnis. Lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu numegztiems mezginiams apibrėžties koeficientas gautas gana aukštas $R^2 = 0,8648$. Be to, gauti rezultatai gerai koreliuoja su kitų tyrėjų rezultatais [46, 47].

Remiantis kitų autorių atliktais tyrimais [43, 45], sluoksniuotinio pynimo mezginių laidumo orui negalima prognozuoti nei pagal mezginio dengiamumo koeficientą, nei paviršinį tankį, todėl buvo apskaičiuotas mezginio paviršiaus tiesinio užpildymo koeficientas. Tiriamųjų mezginių laidumo orui priklausomybė nuo paviršiaus tiesinio užpildymo koeficiento pateikta 15 paveiksle.



15 pav. Mezginių paviršiaus tiesinio užpildymo koeficiento įtaka laidumui orui

Taigi, kaip matoma iš pateiktos diagramos, didėjant paviršiaus užpildymo koeficientui, laidumas orui taip pat didėja. Laidumo orui priklausomybė nuo užpildymo koeficiento aprašyta tiesine lygtimi, kurios apibrėžties koeficientas gana mažas $R^2 = 0,7275$, todėl parodomas tik priklausomybės pobūdis.

Apibendrinant galima pasakyti, kad bandinių pluoštinė sudėtis turi reikšmingos įtakos laidumo orui tyrimui. Norint parinkti kuo geresnius mezginius projektuojamai aktyvaus laisvalaikio aprangai, būtina atsižvelgti į naudojamus pluoštus ir jų savybes. Todėl mezginio vidiniame sluoksnyje turi būti naudojami sintetiniai pluoštai, tokie kaip poliesterinis, polipropileninis, o išoriniame – natūralios kilmės pluoštai, tokie kaip medvilnės, viskozės, dirbtinio bambuko ar jų deriniai.

4.3. Mezginių santraukos po skalbimo tyrimas

Tekstilės medžiagų apdaila gali būti atlikta įvairiais būdais, vienas iš būdų – skalbimas. Skalbiant megztines medžiagas svarbu žinoti, kaip medžiagą veikia vienoks ar kitoks skalbimo ir džiūvimo procesas. Skalbimo metu mezginiai patiria vandens, mechaninį, šilumos ir cheminį poveikį. Net paprastas buitinis skalbimas keičia megztinių medžiagų kilpos formą ir išvaizdą. Taip pat skalbimo procesas susijęs su gaminių priežiūros reikalavimais.

Todėl projektuojant mezginius, svarbu iš anksto žinoti jų matmenų pasikeitimą po skalbimo, t.y., ar mezginiai linkę tįsti ar trauktis. Tokiam megztų medžiagų pokyčiui didelės įtakos turi mezgimui pasirinkta žaliava, jos ilginis tankis, mezginio tankumas, pynimas, struktūros elementai.

Siekiant nustatyti santraukos skalbiant įtaką megztinių medžiagų laidumui orui, buvo išmatuoti mezginių matmenų pokyčiai po vieno, dviejų, trijų ir penkių skalbimo ir džiovinimo ciklų. Mezginių santraukos po skalbimo tyrimas buvo atliktas pagal metodikoje aprašytus standartus. Po kiekvieno skalbimo ir džiovinimo ciklo bandiniams buvo išmatuoti sandaros rodikliai, kurie pateikti 4 ir 5 lentelėse.

4 lentelė. Tiriamųjų mezginių sandaros rodikliai po pirmojo ir antrojo skalbimo

Žymėjimas	Po 1 skalbimo						Po 2 skalbimų					
	P_h , cm ⁻¹	P_v , cm ⁻¹	l , mm	A , mm	B , mm	M , g/m ²	P_h , cm ⁻¹	P_v , cm ⁻¹	l , mm	A , mm	B , mm	M , g/m ²
M+PA	16	25	2,79	0,63	0,40	289	16	25	2,51	0,63	0,40	289
M+Coolmax	15	25	2,68	0,67	0,40	271	15	25	2,78	0,67	0,40	261
M+PES	14,5	26	2,53	0,69	0,38	277	14,5	25	2,24	0,69	0,40	267
M+PP	15	25	3,10	0,67	0,40	276	15	25	2,82	0,67	0,40	277
B+PA	16	25	2,79	0,63	0,40	289	16	26	2,93	0,63	0,38	301
B+Coolmax	16	26	2,85	0,63	0,38	300	16	26	2,76	0,63	0,38	301
B+PES	15	26	3,26	0,67	0,38	276	16	26	2,55	0,63	0,38	306
B+PP	15	25	3,10	0,67	0,40	277	15,5	26	2,71	0,65	0,38	309

5 lentelė. Tiriamųjų mezginių sandaros rodikliai po trečiojo ir penktojo skalbimo

Žymėjimas	Po 3 skalbimų						Po 5 skalbimų					
	P_h , cm ⁻¹	P_v , cm ⁻¹	l , mm	A , mm	B , mm	M , g/m ²	P_h , cm ⁻¹	P_v , cm ⁻¹	l , mm	A , mm	B , mm	M , g/m ²
M+PA	16	25	2,52	0,63	0,40	289	16	22,5	2,90	0,63	0,44	260
M+Coolmax	15,5	25	2,88	0,65	0,40	269	15,5	25	2,69	0,65	0,40	269
M+PES	14,5	25	3,12	0,69	0,40	267	15	26	2,62	0,67	0,38	287
M+PP	15	26	2,62	0,67	0,38	288	15	26	2,35	0,67	0,38	288
B+PA	16	26	2,51	0,63	0,38	301	16	26	3,11	0,63	0,38	300
B+Coolmax	16	26	2,51	0,63	0,38	301	16	26	2,94	0,63	0,38	300
B+PES	15,5	26	2,63	0,65	0,38	297	15,5	26	2,81	0,65	0,38	297
B+PP	15,5	26	2,53	0,65	0,38	309	16	26	2,62	0,63	0,38	319

Kaip matoma iš pateiktų rezultatų, mezginių sandaros rodikliai daugiausiai pakito po pirmojo skalbimo, t. y., pasikeitė horizontalusis ir vertikalusis tankumas, kilpos žingsnis ir eilutės aukštis, kilpos ilgis. Po antrojo ir trečiojo skalbimo sandaros rodikliai pakito nežymiai arba nekito visai. Didžiausias kilpos ilgio pokytis pastebėtas po penktojo skalbimo. Galima teigti, kad mezginių sandaros rodiklius lėmė pirmasis skalbimas.

Po kiekvieno skalbimo megztiems bandiniams buvo išmatuoti matmenų pokyčiai pagal 3.2 poskyryje aprašytą metodiką. Gauti duomenys pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė. Mezginių matmenų pokytis skersine ir išilgine kryptimi po skalbimo

Žymėjimas	Po 1 skalbimo		Po 2 skalbimų		Po 3 skalbimų		Po 5 skalbimų	
	skersine kryptimi	išilgine kryptimi	skersine kryptimi	išilgine kryptimi	skersine kryptimi	išilgine kryptimi	skersine kryptimi	išilgine kryptimi
M+PA	16,5cm	20,8 cm	16,4 cm	20,8 cm	16,4 cm	20,6 cm	16,3 cm	20,5 cm
M+Coolmax	17,4 cm	20,3 cm	17,3 cm	20,4 cm	17,2 cm	20,4 cm	17,1 cm	20,3 cm
M+PES	17,7 cm	20,4 cm	17,6 cm	20,4 cm	17,6 cm	20,4 cm	17,3 cm	20,3 cm
M+PP	16,7 cm	21,0 cm	16,5 cm	21,0 cm	16,5 cm	21,1 cm	16,3 cm	21,0 cm
B+PA	18,3 cm	19,1 cm	18,1 cm	19,3 cm	18,2 cm	19,1 cm	17,8 cm	18,9 cm
B+Coolmax	17,4 cm	19,4 cm	17,1 cm	19,5 cm	17,1 cm	19,4 cm	16,9 cm	19,3 cm
B+PES	17,8 cm	19,3 cm	17,4 cm	19,3 cm	17,3 cm	19,3 cm	17,3 cm	19,2 cm
B+PP	17,59 cm	19,77 cm	17,29 cm	19,79 cm	17,19 cm	19,82 cm	17,0 cm	19,61 cm

Naudojant gautus tyrimo rezultatus ir metodinėje dalyje pateiktą (3.2.1) formulę, apskaičiuota megztų medžiagų santrauka po kiekvieno skalbimo ir džiūvimo ciklo. Siekiant duomenų tikslumo, apskaičiuoti ir statistiniai santraukos rodikliai.

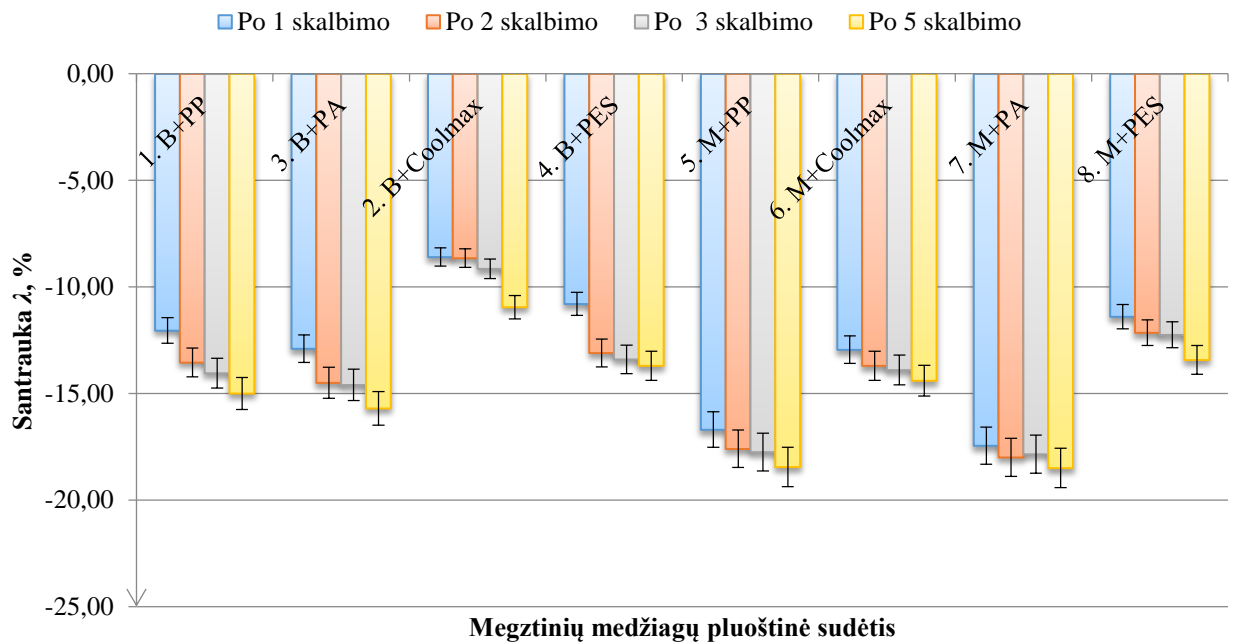
Mezginių santrauka po skalbimo kartu su apskaičiuotomis absoliutinėmis paklaidomis pateikta 7 lentelėje. Kaip ir buvo galima tikėtis, mezginiai skersine kryptimi daugiausiai susitraukė (viršija – 5 %), o išilgine kryptimi ištįso jau po pirmojo skalbimo.

7 lentelė. Mezginių santrauka po skalbimo

Žymėjimas		Mezginių santrauka, %							
		Po 1 skalbimo		Po 2 skalbimų		Po 3 skalbimų		Po 5 skalbimų	
		skersine kryptimi	išilgine kryptimi	skersine kryptimi	išilgine kryptimi	skersine kryptimi	išilgine kryptimi	skersine kryptimi	išilgine kryptimi
M+PA	λ_s , %	-17,45	3,85	-18,00	3,80	-17,85	3,15	-18,50	2,35
	Δ	$\pm 0,85$	$\pm 0,36$	$\pm 0,98$	$\pm 0,28$	$\pm 1,05$	$\pm 0,74$	$\pm 0,77$	$\pm 0,70$
M+Coolmax	λ_s , %	-12,95	1,40	-13,70	1,90	-13,90	1,85	-14,40	1,40
	Δ	$\pm 0,85$	$\pm 0,42$	$\pm 0,93$	$\pm 0,47$	$\pm 0,83$	$\pm 0,30$	$\pm 0,86$	$\pm 0,24$
M+PES	λ_s , %	-11,40	1,95	-12,15	2,15	-12,25	1,95	-13,43	1,60
	Δ	$\pm 0,32$	$\pm 0,56$	$\pm 0,46$	$\pm 0,67$	$\pm 0,43$	$\pm 0,53$	$\pm 0,49$	$\pm 0,45$
M+PP	λ_s , %	-16,70	4,75	-17,60	5,15	-17,75	5,55	-18,45	5,00
	Δ	$\pm 0,28$	$\pm 0,36$	$\pm 0,36$	$\pm 0,24$	$\pm 0,16$	$\pm 0,40$	$\pm 0,34$	$\pm 0,19$
B+PA	λ_s , %	-8,60	-4,40	-8,65	-3,55	-9,15	-4,60	-10,95	-5,35
	Δ	$\pm 0,97$	$\pm 0,61$	$\pm 0,69$	$\pm 0,88$	$\pm 1,38$	$\pm 0,70$	$\pm 1,03$	$\pm 0,71$
B+Coolmax	λ_s , %	-12,90	-2,90	-14,50	-2,65	-14,60	-2,80	-15,70	-3,65
	Δ	$\pm 0,73$	$\pm 0,47$	$\pm 0,50$	$\pm 0,36$	$\pm 0,69$	$\pm 0,32$	$\pm 0,70$	$\pm 0,42$
B+PES	λ_s , %	-10,80	-3,35	-13,10	-3,75	-13,40	-3,70	-13,70	-4,20
	Δ	$\pm 1,32$	$\pm 0,50$	$\pm 0,88$	$\pm 0,27$	$\pm 0,90$	$\pm 0,40$	$\pm 0,76$	$\pm 0,43$
B+PP	λ_s , %	-12,05	-1,15	-13,55	-1,05	-14,05	-0,90	-15,00	-1,95
	Δ	$\pm 0,64$	$\pm 0,47$	$\pm 0,13$	$\pm 0,43$	$\pm 0,43$	$\pm 0,28$	$\pm 0,62$	$\pm 0,34$

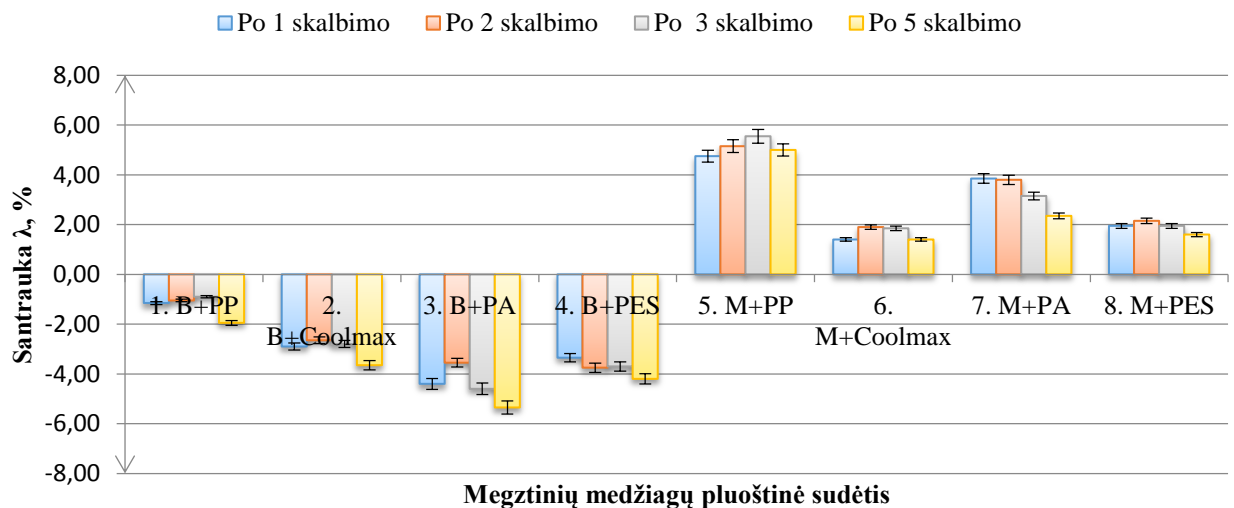
Tyrimo metu nustatyta mezginių santrauka skersine kryptimi svyravo nuo –8,60 iki –17,45 procentų, t. y., didžiausia santrauka po pirmojo skalbimo buvo mezginių iš medvilninių verpalų ir poliamidinių siūlų derinio, o mažiausia – mezginių iš bambuko viskozės ir poliamidinių siūlų derinio. Išilgine kryptimi po pirmojo skalbimo vieni mezginiai ištįso – nuo 1,40 iki 4,75 procentų, o kiti – susitraukė nuo –1,15 iki –4,40 procentų, t. y., labiausiai ištįso mezginiai iš medvilninių verpalų ir poliamidinių siūlų derinio, mažiausiai – mezginiai iš medvilninių verpalų ir „Coolmax[®]“ siūlų derinio, o daugiausiai susitraukė – mezginiai iš bambuko viskozės verpalų ir poliamidinių siūlų derinio. Lyginant rezultatus po penktojo skalbimo, mezginių santrauka skersine kryptimi padidėjo 3,5 proc., išilgine kryptimi – 10 proc. ištįso.

Analizuojant mezginių santraukos rezultatus po penkių skalbimų skersine kryptimi, labiausiai susitraukė bandiniai iš medvilninių verpalų ir polipropileninių siūlų bei medvilninių verpalų ir poliamidinių siūlų derinio, t. y., megztų medžiagų santrauka siekia 18 procentų. Taip pat matoma, kad skersine kryptimi daugiausiai susitraukė mezginiai, kurių pagrindo siūlas yra medvilninis verpalas. Tiriamųjų mezginių santraukos rezultatai po skalbimo skersine kryptimi grafiškai pateikti 16 paveiksle.



16 pav. Mezginių pluoštinės sudėties įtaka medžiagų santraukai po skalbimo skersine kryptimi

Gauti rezultatai parodė, kad išilgine kryptimi daugiausiai susitraukė mezginiai iš bambuko viskozės verpalų ir poliamidinių siūlų derinio, santrauka viršijo 5 procentus, tačiau šie bandiniai mažiausiai susitraukė skersine kryptimi. Tiriamųjų mezginių santraukos po skalbimo ir džiovinimo ciklo išilgine kryptimi rezultatai grafiškai pavaizduoti 17 paveiksle.



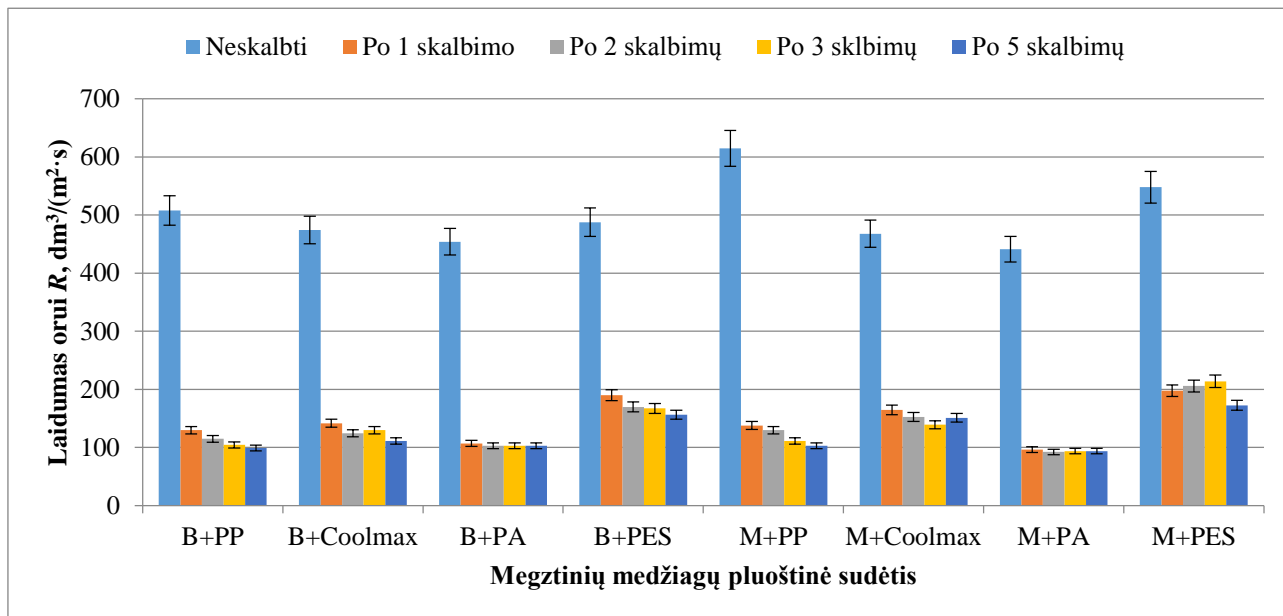
17 pav. Mezginių pluoštinės sudėties įtaka medžiagų santraukai po skalbimo išilgine kryptimi

Mažiausiai išilgine kryptimi susitraukė mezginiai iš bambuko viskozės verpalų ir polipropileninių siūlų derinio. Mezginiai iš medvilninių verpalų išilgine kryptimi ištįso, labiausiai ištįso mezginiai, kurie buvo numegzti iš medvilninių verpalų ir polipropileninių siūlų derinio.

Lyginant mezginių grupes, matoma, kad mezginiai iš bambuko viskozės verpalų yra stabilesni negu mezginiai iš medvilninių verpalų. Norint užtikrinti aktyvaus laisvalaikio aprangos matmenų

stabilumą, kaip dengiantįjį siūlą reikėtų naudoti sintetinius „Coolmax®“ siūlus, nes mezginiai iš šių siūlų po penkių skalbimų turėjo mažiausią santrauką skersine kryptimi.

Visiems skalbtiems mezginiams atliktas laidumo orui tyrimas laikantis tokių pačių sąlygų, kaip ir neskalbtiems mezginiams. Gauti neskalbtų ir skalbtų medžiagų laidumo orui rezultatai grafiškai pateikti 18 paveiksle.



18 pav. Megztos medžiagos pluoštinės sudėties įtaka laidumui orui po skalbimo

Atlikus laidumo orui tyrimą skalbtiems mezginiams, pastebėta, kad skalbimo ir džiūvimo operacijos lėmė mezginių laidumą orui. Po skalbimo megztinių medžiagų laidumas orui ženkliai sumažėjo. Taip atsitiko dėl to, kad po skalbimo operacijos mezginiai susitraukė, pasikeitė tankumas ir sumažėjo tarpai tarp kilpų. Kadangi mezginiai po pirmojo skalbimo susitraukė daugiausiai, todėl ir didžiausias pokytis laidumui orui matomas mezginiams po pirmojo skalbimo. Didžiausios laidumo orui vertės skalbtiems mezginiams gaunamos, kai mezginiai iš medvilninių ar bambuko viskozės verpalų derinti su poliesteriniais siūlais, jų santrauka po skalbimo yra mažiausia. Mezginiai numegzti iš verpalų derinio su poliamidiniais siūlais pasižymėjo mažiausiu laidumu orui.

Apibendrinant galima teigti, kad po skalbimo ir džiūvimo ciklų visi tiriamieji mezginiai skersine kryptimi susitraukė, išilgine kryptimi – mezginiai iš bambuko viskozės verpalų susitraukė, o iš medvilninių verpalų ištįso. Dėl padidėjusio mezginių kilpų tankumo ir sumažėjusio akytumo laidumas orui po skalbimo ir džiūvimo ciklų sumažėjo. Iš gautų rezultatų galima spręsti, kad aktyvaus laisvalaikio aprangai geriausiai tinka mezginiai su poliesteriniais siūlais dėl pluošto laidumo orui. Tokias išvadas savo tyrimuose pateikė ir kiti tyrėjai [28].

4.4. Mezginių statinės vandens absorbcijos tyrimas

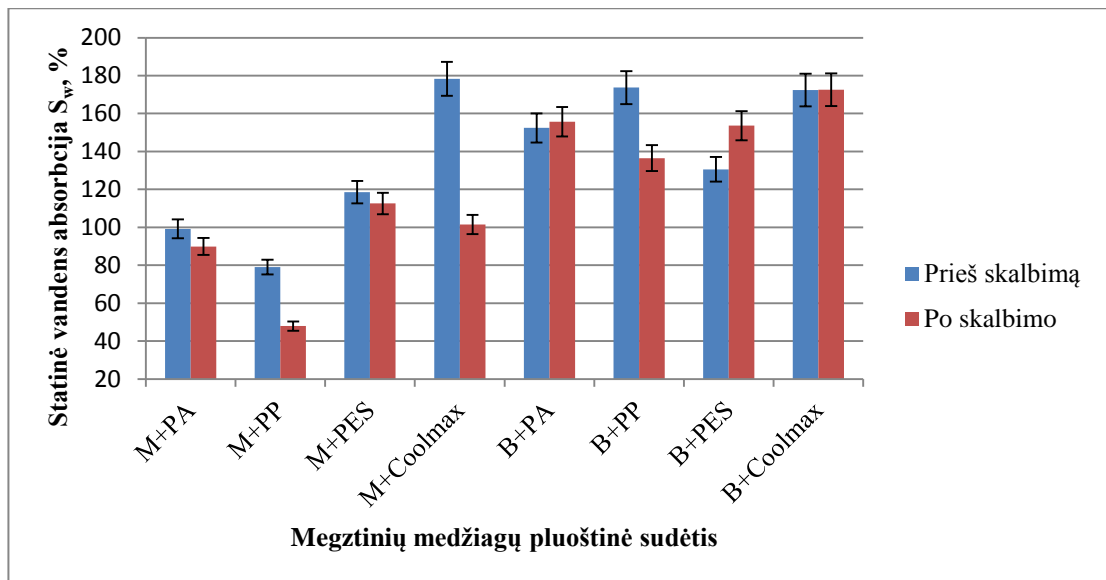
Priklausomai nuo tekstilės medžiagos paskirties projektuojamos tokios sandaros mezginiai, kurie užtikrina kuo geresnį skysčio prasiskverbimą per tekstilines medžiagas. Ypač geras skysčio judėjimas svarbus tam tikrai aktyvaus laisvalaikio ir sporto aprangai. Aktyvios veiklos apranga turi kuo geriau absorbuoti drėgmę ir pašalinti ją nuo kūno ir užtikrinti komfortiškumą.

Statinė vandens absorbcija – tai vandens kiekis, kurį tekstilės medžiaga gali absorbuoti. Siekiant įvertinti skalbtų ir neskaltų mezginių medžiagų gebėjimą absorbuoti skystį, buvo tiriama pluoštinės sudėties įtaka vandens absorbcijai. Mezginių statinės vandens absorbcijos tyrimas buvo atliktas pagal 3.2 poskyryje aprašytą metodiką. Kadangi tiriamieji mezginiai didžiausia santrauka pasižymėjo po pirmojo skalbimo, tai nuspręsta statinės vandens absorbcijos tyrimą atlikti tik neskaltiems ir vieną kartą skalbtiems mezginiams. Kiekvienas vandens absorbcijos bandymas kartotas po tris kartus. Visos gautos vidutinės ir apskaičiuotos vertės pateiktos 8 lentelėje.

8 lentelė. Mezginių statinės vandens absorbcijos rezultatai

Žymėjimas		Pradinė bandinių masė, g	Bandinių masė po 3 min, g	Vandens absorbcija S_w , %
Prieš skalbimą	M+PA	2,41	4,80	99,17
	M+PP	2,43	4,35	79,01
	M+PES	2,43	5,31	118,52
	M+Coolmax	2,35	6,54	178,30
	B+PA	2,71	6,84	152,40
	B+PP	2,55	6,98	173,73
	B+PES	2,16	4,98	130,56
	B+Coolmax	2,36	6,43	172,46
Po vieno skalbimo	M+PA	2,96	5,62	89,86
	M+PP	2,82	4,17	47,87
	M+PES	2,55	5,42	112,55
	M+Coolmax	2,61	5,26	101,53
	B+PA	3,32	8,49	155,72
	B+PP	3,10	7,33	136,45
	B+PES	2,91	7,38	153,61
	B+Coolmax	2,81	7,66	172,60

Kaip matoma iš gautų rezultatų, vieną kartą skalbti mezginiai po 3 minučių pasižymėjo didesne vandens absorbcija, negu neskaltti mezginiai, išskyrus mezginius iš medvilninių verpalų ir polipropilėninių siūlų derinio. Kadangi PP pluoštas yra hidrofobiškas, tai mezginiai su šio pluošto deriniu ir prieš skalbimą, ir po skalbimo, pasižymėjo mažiausia vandens absorbcija. Skalbti mezginiai sugeria daugiau vandens, nes po skalbimo operacijos iš medžiagų pašalinama visos verpalų gamyboje ir mezgimo procese bei apdailoje naudotos priemonės, kurios sumažina vandens skverbimąsi į pluoštą. Prieš skalbimą ir po vieno skalbimo bandinių vandens absorbcijos rezultatai grafiškai pateikti 19 paveiksle.



19 pav. Megztinių pluoštinės sudėties įtaka statinei vandens absorbcijai

Lyginant tik neskaltus mezginius, daugiausiai vandens sugėrė mezginiai iš medvilninių verpalų ir „Coolmax^{®cc}“ siūlų derinio. Minimaliai vandenį absorbavo mezginiai iš medvilninių verpalų ir polipropileninių siūlų derinio. Neskaltų mezginių didžiausia ir mažiausia vandens absorbcija skiriasi 44 proc. Lyginant mezginius, kurių išoriniame sluoksnyje naudotas natūralus ar dirbtinis pluoštas, daugiau vandens sugėrė bandiniai iš bambuko viskozės verpalų ir sintetinių siūlų derinio.

Lyginant skalbtus mezginius tarpusavyje, daugiausiai vandens po 3 minučių sugėrė mezginiai iš bambuko viskozės verpalų ir „Coolmax^{®cc}“ siūlų derinio. Prasčiausiai vandenį sugėrė mezginiai iš medvilninių ir polipropileninių siūlų derinio. Skalbtų mezginių didžiausia ir mažiausia vandens absorbcija skiriasi 27 proc.

Medvilnės ir bambuko viskozės pluoštas priklauso celiuliozinių pluoštų rūšiai bei pasižymi geru vandens sugeriamumu. Tyrimo metu nustatyta, kad prieš ir po skalbimo didesnius vandens absorbcijos rezultatus parodė mezginiai, kurių išoriniame sluoksnyje naudotas bambuko viskozės pluoštas. Medvilninių mezginių vandens absorbciją galėjo lemti priemaišų kiekis pluošte, padidėjęs meginio tankumas.

Apibendrinant galima teigti, kad aktyvaus laisvalaikio aprangai geriausiai naudoti bambuko viskozės verpalus ir „Coolmax^{®cc}“ siūlų derinius, nes jie parodė geriausias vandens absorbcijos rezultatus tiek skalbtiems, tiek neskalbtiems bandiniams. Vadinasi, aktyviai sportuojant, jie sugers daugiau prakaito, o sportuojantis žmogus nejaus šlapumo jausmo, kuris sukelia diskomfortą.

Neskalbtiems ir vieną kartą skalbtiems mezginiams tirtas drėgnio kitimas džiūstant. Visi bandymai atlikti pagal ankščiau aprašytą metodiką, bandymą kartojant tris kartus. Vsi gauti rezultatai su apskaičiuotomis vidutinėmis vertėmis pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Mezginių drėgnio kitimas

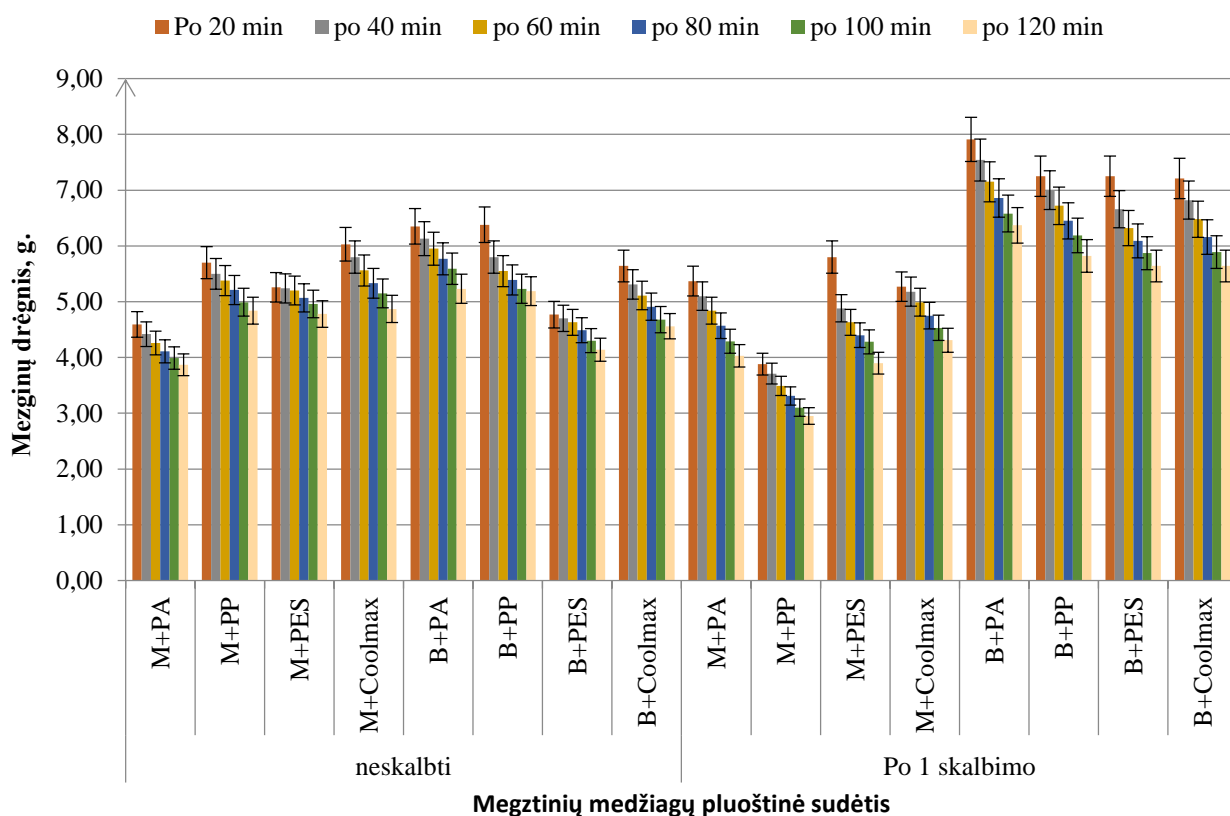
Žymėjimas		Bandinių masė džiūvimo metu, g					
		Po 20 min.	Po 40 min.	Po 60 min	Po 80 min.	Po 100 min.	Po 120 min.
Prieš skalbimą	M+PA	4,59	4,42	4,26	4,11	3,99	3,87
	M+Coolmax	6,03	5,80	5,56	5,33	5,15	4,87
	M+PES	5,26	5,24	5,20	5,07	4,96	4,78
	M+PP	5,70	5,50	5,38	5,21	4,99	4,84
	B+PA	6,35	6,13	5,95	5,77	5,59	5,23
	B+Coolmax	5,64	5,31	5,11	4,91	4,68	4,56
	B+PES	4,77	4,70	4,63	4,49	4,30	4,14
	B+PP	6,38	5,80	5,55	5,39	5,23	5,19
Po vieno skalbimo	M+PA	5,37	5,10	4,84	4,57	4,29	4,03
	M+Coolmax	5,27	5,18	4,99	4,75	4,53	4,31
	M+PES	5,80	4,88	4,63	4,40	4,28	3,90
	M+PP	3,88	3,71	3,49	3,31	3,10	2,95
	B+PA	7,91	7,54	7,15	6,86	6,58	6,37
	B+Coolmax	7,21	6,82	6,48	6,16	5,89	5,64
	B+PES	7,25	6,66	6,32	6,09	5,87	5,64
	B+PP	7,25	7,00	6,72	6,45	6,19	5,82

Iš gautų rezultatų matoma, kad 120 minučių bėgyje nescalbti mezginiai džiūvo lėčiau, negu vieną kartą skalbti mezginiai. Daugiausiai drėgnio mezginiai išgarino per pirmąsias 20 minučių. Lėčiausiai iš nescalbtų bandinių drėgmę išgarino mezginiai iš medvilninių verpalų ir poliesterinių siūlų derinio, mezginių drėgnis sumažėjo tik 9 %. Daugiausiai iš nescalbtų mezginių drėgmės išgarino mezginiai iš bambuko visozės verpalų ir polipropileninių siūlų, mezginių drėgnis sumažėjo 36 %.

Iš skalbtų mezginių grupės lėčiausiai drėgmę išgarino mezginiai iš medvilninių ir „Coolmax[®]“ siūlų derinio, mezginių drėgnis sumažėjo 18 %. Sparčiausiai iš skalbtų mezginių drėgmę išgarino mezginiai iš medvilninių verpalų ir poliesterinių siūlų derinio (drėgnis sumažėjo 33 %) bei mezginiai iš bambuko viskozės verpalų ir „Coolmax[®]“ siūlų derinio (drėgnis sumažėjo 22 %) .

Sintetiniai pluoštai, tokie kaip poliesterinis, polipropileninis ir poliesterinis „Coolmax[®]“, pasižymi geromis drėgmės judėjimo savybėmis, t. y., pasižymi gebėjimu transportuoti drėgmę į išorinę pusę ir išdžiūti. Šie pluoštai yra hidrofobiniai ir nelinkę sušlapti. Tai teigė daugelis autorių, kurie tyrė tekstilės medžiagų iš sintetinių pluoštų absorbcines savybes [30, 34, 35].

Nescalbtų ir skalbtų lygiojo sluoksniuotinio pynimo mezginių drėgnio kitimas pateiktas grafiškai 20 paveiksle.



20 pav. Neskaltbų ir skalbtų skersinių mezginių išgaravusio vandens kiekis

Nustatyta, kad vieną kartą skalbti mezginiai pasižymėjo didesniu drėgniu po 120 minučių džiūvimo. Tai rodo, kad skalbti mezginiai džiūsta lėčiau nei neskaltbi. Po skalbimo mezginių tankumai padidėjo, todėl sugertas vandens kiekis taip pat padidėjo, o džiūvimo procesas pailgėjo.

Apibendrinant gautus tyrimo rezultatus, matoma, kad po skalbimo operacijos mezginiai sugeria daugiau vandens, tačiau mažiau išgarina į aplinką tiesiogiai. Mezginiai, kurių išoriniame sluoksnyje naudojami bambuko viskozės verpalai, sugeria daugiau drėgmės negu mezginiai iš medvilninių verpalų. Taip pat šie mezginiai ir drėgmę išgarina greičiau. Iš gautų rezultatų galima spręsti, kad aktyvaus laisvalaikio aprangai projektuoti labiausiai tinka mezginiai, kurių išoriniame sluoksnyje naudojami bambuko viskozės verpalai, nes jie užtikrina geriausias komforto savybes.

4.5. Mezginių kapiliarumo tyrimas

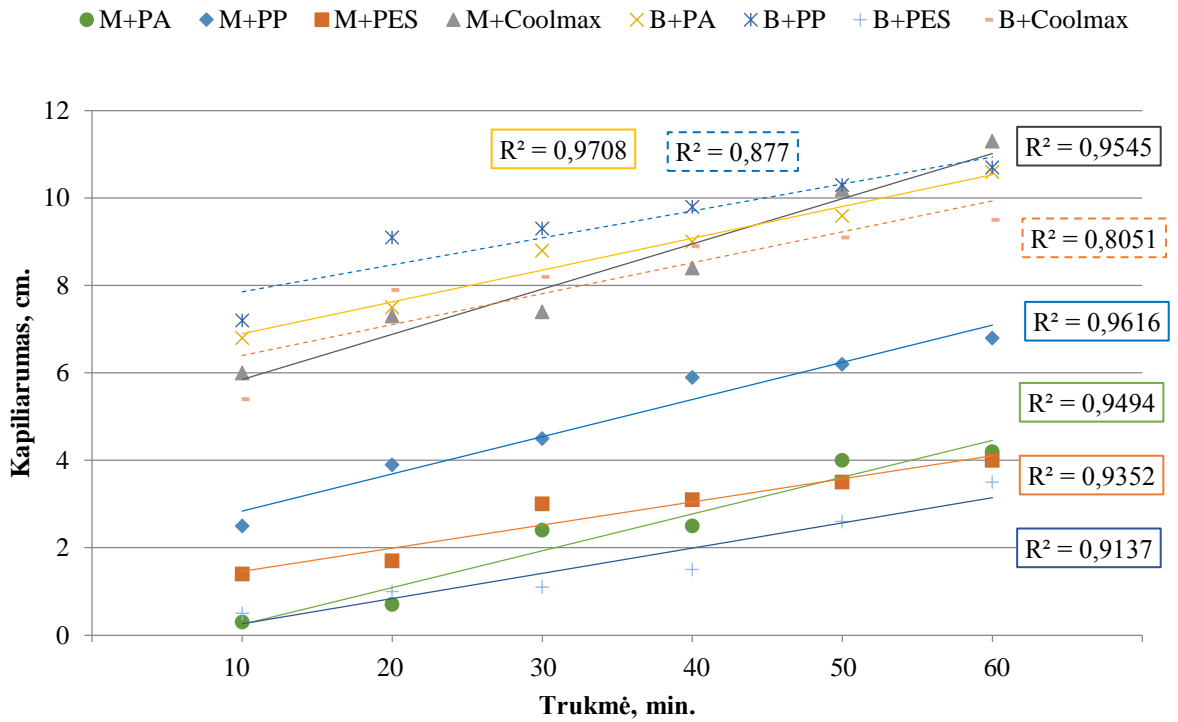
Tekstilės medžiagų kapiliarumas parodo medžiagos gebėjimą sugerti drėgmę išilginiais kapiliarais ir charakterizuojamas aukščiu, kai per tam tikrą laiką pakyla skystis vertikaliai pakabintame bandinyje.

Siekiant nustatyti mezginių pluoštinės sudėties įtaką medžiagų gebėjimui sugerti drėgmę, atliktas kapiliarumo tyrimas. Pagal 3 skyriuje aprašytą metodiką medžiagų kapiliarumas nustatytas tik neskabtiems mezginiams. Kapiliarumas matuotas mezginių skersine ir išilgine kryptimi. Bandymas kartotas tris kartus. 10 lentelėje pateiktos vidutinės kapiliarumo vertės. Apskaičiuotas variacijos koeficientas neviršijo penkių procentų.

10 lentelė. Mezginių kapiliarumo tyrimo rezultatai

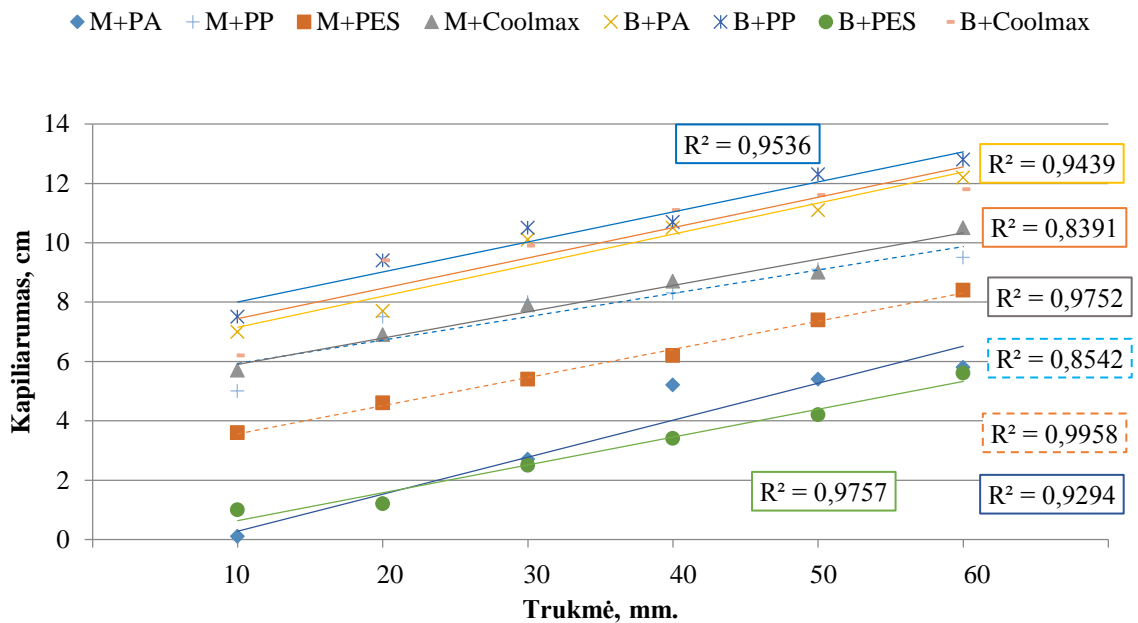
Žymėjimas	Kryptis	Kapiliarumas h , cm					
		po 10 min	Po 20 min	po 30 min	po 40 min	po 50 min	po 60 min
M+PA	Skerinė	0,3	0,7	2,4	2,5	4,0	4,2
	Išilginė	0,1	1,2	2,7	5,2	5,4	5,8
M+PP	Skerinė	2,5	3,9	4,5	5,9	6,2	6,8
	Išilginė	5,0	7,5	8,0	8,3	9,1	9,5
M+PES	Skerinė	1,4	1,7	3,0	3,1	3,5	4,0
	Išilginė	3,6	4,6	5,4	6,2	7,4	8,4
M+Coolmax	Skerinė	6,0	7,3	7,4	8,4	10,2	11,3
	Išilginė	5,7	6,9	7,9	8,7	9,0	10,5
B+PA	Skerinė	6,8	7,5	8,8	9,0	9,6	10,6
	Išilginė	7,0	7,7	10,1	10,5	11,1	12,2
B+PP	Skerinė	7,2	9,1	9,3	9,8	10,3	10,7
	Išilginė	7,5	9,4	10,5	10,7	12,3	12,8
B+PES	Skerinė	0,5	1,0	1,1	1,5	2,6	3,5
	Išilginė	1,0	1,2	2,5	3,4	4,2	5,6
B+Coolmax	Skerinė	5,4	7,9	8,2	8,9	9,1	9,5
	Išilginė	6,2	9,4	9,9	11,1	11,6	11,8

Iš gautų rezultatų pastebima, kad visi bandiniai išilgine kryptimi turi geresnį kapiliarumą nei skersine kryptimi. Tam įtakos turėjo ne tik mezginio pluoštinė sudėtis, bet ir sandara. Abiejomis kryptimis mezginiai, kurių išorinis sluoksnis buvo iš medvilninių verpalų, parodė mažesnius rezultatus negu iš bambuko viskozės verpalų. Galima teigti, kad mezginiai iš bambuko viskozės verpalų geriau perneša skystį mezginyje. Megztų medžiagų kapiliarumas visame procese vyko gan tolygiai, pastebėta, kad daugumai mezginių kapiliarumas padidėjo po 20 minučių. Kapiliarumas skersine kryptimi grafiškai pateiktas 21 paveiksle, o išilgine kryptimi – 22 paveiksle.



21 pav. Megztinių medžiagų kapiliarumas skersine kryptimi

Iš gauto grafiko matoma, kad didžiausią kapiliarumą po 60 minučių skersine kryptimi turėjo mezginys iš medvilninių verpalų ir „Coolmax^{®cc}“ siūlų derinio. Mažiausiai kapiliarus mezginys iš bambuko viskozės verpalų ir poliesterinių siūlų derinio.



22 pav. Megztinių medžiagų kapiliarumas išilgine kryptimi

Iš megztinių medžiagų kapiliarumo išilgine kryptimi grafiko matoma, kad mezginiams iš bambuko viskozės verpalų ir polipropileninių siūlų derinio gauti didžiausi rezultatai. Mezginių grupės iš

medvilninių verpalų didžiausias kapiliarumas buvo mezginių, kurių sudėtyje yra sintetiniai „Coolmax[®]“ siūlai. Minimalūs rezultatai gauti mezginiams iš bambuko viskozės verpalų ir poliesterinių siūlų derinio bei medvilninių verpalų ir poliamidinių siūlų derinio.

Megztinių medžiagų kapiliarumo kitimas gerai aprašoma tiesine lygtimi. Gauti pakankamai aukšti tiesinės priklausomybės apibrėžties koeficientai: skersine kryptimi – minimalus $R^2 = 0,8051$ (mezginio B+ Coolmax), maksimalus $R^2 = 0,9708$ (mezginio B+PA), išilgine kryptimi – minimalus $R^2 = 0,8391$ (mezginio B+ Coolmax), maksimalus $R^2 = 0,9958$ (mezginio M+PES).

21 ir 22 paveiksluose parodyti visų megztinių medžiagų apibrėžties koeficientai, o tiesinės priklausomybės lygtys pateiktos 11 lentelėje.

11 lentelė. Mezginių kapiliarumo proceso tiesinės priklausomybės lygtys

Žymėjimas	Tiesinės priklausomybės lygtis	
	Skersine kryptimi	Išilgine kryptimi
M+PA	$y = 0.8429x - 0.6$	$y = 1.2457x - 0.96$
M+Coolmax	$y = 1.0343x + 4.8133$	$y = 0.8886x + 5.0067$
M+PES	$y = 0.5286x + 0.9333$	$y = 0.9486x + 2.6133$
M+PP	$y = 0.8514x + 1.9867$	$y = 0.7886x + 5.14$
B+PA	$y = 0.7286x + 6.1667$	$y = 1.0457x + 6.1067$
B+Coolmax	$y = 0.7086x + 5.6867$	$y = 1.0229x + 6.42$
B+PES	$y = 0.5771x - 0.32$	$y = 0.94x - 0.3067$
B+PP	$y = 0.6171x + 7.24$	$y = 1.0114x + 6.9933$

Nustatyta, kad medžiagų kapiliarumo priklausomybė nuo pluoštinės sudėties yra stipri visiems tirtiems mezginiams.

Didžiausią įtaką sluoksniuotinių mezginių kapiliarumui turėjo naudojamos žaliavos pluoštinė sudėtis ir pluoštų drėkinamosios savybės. Taip pat kapiliarumui įtakos turi megztinių medžiagų tankumas, standumas, akytumas. Kuo mažesnis mezginio tankumas, tuo medžiaga geriau pasiekia didžiausią sugertą drėgmės kiekį.

Išvados

1. Ištyrus lygiojo sluoksniuotinio pynimo megztinių medžiagų laidumo orui priklausomybę nuo pluoštinės sudėties, nustatyta, kad didžiausiu laidumu orui pasižymėjo medžiaga, numegzta iš medvilninių ar bambuko viskozės verpalų išoriniame sluoksnyje ir polipropileninių siūlų vidiniame sluoksnyje, o mažiausiu laidumu orui pasižymėjo medžiagos, kurių išoriniame sluoksnyje naudoti bambuko viskozės verpalai, o vidiniame – poliamidiniai siūlai.
2. Nustatyta, kad didžiausią įtaką megztinės medžiagos matmenų pokyčiui turėjo pirmasis skalbimo ir džiūvimo ciklas. Skalbtiems mezginiams didžiausias laidumas orui gautas, kai vidiniame sluoksnyje naudojami poliesteriniai siūlai, o mažiausias – naudojant poliamidinius siūlus.
3. Nustatyta, kad po skalbimo ir džiūvimo ciklų skersine kryptimi daugiausiai susitraukė megztinė medžiaga iš medvilninių verpalų ir polipropileninių siūlų derinio, mažiausiai skersine kryptimi susitraukė megztinė medžiaga iš bambuko viskozės verpalų ir poliesterinių „Coolmax[®]“ siūlų derinio. Po skalbimo ir džiūvimo ciklų išilgine kryptimi daugiausiai susitraukė megztinė medžiaga iš bambuko viskozės verpalų ir poliamidinių siūlų derinio, o megztinė medžiaga iš medvilninių verpalų ir polipropileninių siūlų derinio labiau ištiso.
4. Nustatyta, kad neskalbtų megztinių medžiagų didžiausia vandens absorbcija gauta, kai mezginio išoriniame sluoksnyje naudoti medvilniniai verpalai, o vidiniame – poliesteriniai „Coolmax[®]“ siūlai. Mažiausia vandens absorbcija, gauta, kai mezginio išoriniame sluoksnyje naudoti medvilniniai verpalai, o vidiniame – polipropileniniai siūlai. Vieną kartą skalbtų megztinių medžiagų didžiausia vandens absorbcija gauta, kai mezginio išoriniame sluoksnyje naudoti bambuko viskozės verpalai, o vidiniame – poliesteriniai „Coolmax[®]“ siūlai. Mažiausia vandens absorbcija gauta mezginiams, kurių išoriniame sluoksnyje naudoti medvilniniai verpalai, o vidiniame – polipropileniniai siūlai.
5. Nustatyta, kad megztinių medžiagų iš bambuko viskozės pluošto džiūvimo procesas greitesnis nei mezginių iš medvilnės pluošto. Greičiausiai drėgmę į aplinką išgarina mezginiai iš bambuko viskozės verpalų ir poliesterinių „Coolmax[®]“ siūlų derinio.
6. Atlikus medžiagų kapiliarumo tyrimą nustatyta, kad skersine kryptimi didžiausiu kapiliarumu pasižymėjo mezginiai, kurių išoriniame sluoksnyje naudoti medvilniniai verpalai, o vidiniame – poliesteriniai „Coolmax[®]“ siūlai. Mažiausiu kapiliarumu pasižymėjo mezginiai, kurių išoriniame sluoksnyje naudoti bambuko viskozės verpalai, o vidiniame – poliesteriniai siūlai. Išilgine kryptimi didžiausias kapiliarumas gautas mezginiams, kurių išoriniame sluoksnyje naudoti bambuko viskozės verpalai, o vidiniame – polipropileniniai siūlai. Mažiausiu kapiliarumu pasižymėjo mezginiai, kurių išoriniame sluoksnyje naudoti bambuko viskozės verpalai, o vidiniame – poliesteriniai siūlai, ir medvilninių verpalų ir poliamidinių siūlų derinio mezginiai.

Literatūros sąrašas

1. ONER, E. Mechanical and Thermal Properties of Knitted Fabrics Produced from Various Fiber Types. *Fibers and Polymers*, 2019, 20(11), 2416–2425. ISSN 1875-0052
2. CHAPMAN, A. *Mistra Future Fashion –Review of Life Cycle Assessments of Clothing*. Oakdene Hollins Research & Consulting, Stockholm. 2010, 1–32 [žiūrėta 2020-12-05]. Prieiga per:
https://static1.squarespace.com/static/5a60c3cc9f07f58443081f58/t/5ab3dff1ae6cf5ed3421cd8/1521737729960/2010_mistra_review_of_life_cycle_assessments_of_clothing.pdf
3. HASANI, H. Effect of different processing stages on mechanical and surface properties of cotton knitted fabrics. *Journal of Fibre & Textile Research*, 2010, 35, 139–144 [žiūrėta 2020-12-05]. Prieiga per:
https://www.researchgate.net/publication/259468330_Effect_of_the_different_processing_stages_on_mechanical_and_Surface_properties_of_cotton-knitted_fabrics
4. DOCHIA, M., et al. *Handbook of Natural Fibers. 2 – Cotton fibers* [interaktyvus]. Woodhead Publishing Series in Textiles, 2012, 1, 11–23 [žiūrėta 2020-12-06]. ISBN: 9780128206669 Prieiga per: <https://www.elsevier.com/books/handbook-of-natural-fibres/kozlowski/978-0-12-818398-4>
5. BABU, B. S., P. SENTHILKUMAR, M. SENTHILKUMAR. Effect of yarn linear density on moisture management characteristics of cotton/polypropylene double layer knitted fabrics. *Industria textila*, 2015, vol. 66(3), 123–130.
6. MCCULLOUGH, E. A., M. KWON, H. SHIM. A comparison of standard methods for measuring water vapour permeability of fabrics. *Measurement Science and Technology*, 2003, vol. 14, 1402–1408.
7. GABR, B. G., A. A. SALEM, Y. E. HASSAN. Thermo-Physiological Comfort of Printed CoolMax Fabrics [interaktyvus]. 6th International Conference of Textile Research Division, 2009, vol. 6, 302–308.
8. HUANG, J., and X. QIAN. A new test method for measuring the water vapour permeability of fabrics. *Measurement Science and Technology*, 2007, vol. 18, 3043–3047.
9. NAYAK, L., and S. P. MISHRA. Prospect of bamboo as a renewable textile fiber, historical overview, labeling, controversies and regulation. *Fashion and Textiles*, 2016, vol 3, 1–23.
10. PANDA, H. *Bamboo plantation and utilization handbook* [interaktyvus] Delhi: Asia Pacific Business Press Inc, 2011.
11. CLARK, L. G., X. LONDONO, E. RUIZ-SANCHEZ. Bamboo Taxonomy and Habitat. *Springer International Publishing Switzerland*, 2015, 1–30.
12. HAKEEM, K. R., et al. Bamboo biomass: various studies and potential applications for value-added products. *Agricultural biomass based potential materials* [interaktyvus]. Switzerland: Springer International Publishing, 2015, 231–244.
13. YUEPING, W., W. GE, C. HAITAO. Structure of bamboo fiber for textile. *Textile Research Journal*, 2010, vol. 80(4), 334–343.
14. MAJUMDAR, A., S. MUKHOPADHYAY, R. YADAV. Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres. *International Journal of Thermal Sciences*, 2010, vol. 40, 2042–2048.

15. DEMIROZ GUN, A., C. UNAL, B. T. UNAL. Dimensional and Physical Properties of Plain Knitted Fabrics Made from 50/50 Bamboo/cotton Blended Yarns. *Fibers and Polymers*, 2008, vol.9(5), 588–592.
16. ERDumlu, N., and B. OZIPEK. Investigation of Regenerated Bamboo Fibre and Yarn Characteristics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2008, vol. 16(4), 43–47.
17. SEKERDEN, F. Investigation on the unevenness, tenacity and elongation properties of bamboo / cotton blended yarns. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2011, vol. 19, 26–29.
18. TAUSIF, M., et al. A comparative study of mechanical and comfort properties of bamboo viscose as an eco-friendly alternative to conventional cotton fibre in polyester blended knitted fabrics. *Journal of Cleaner Production*, 2015, vol. 89, 110–115.
19. MAJUMDAR, A., S. MUKHOPADHYAY, R. YADAV. Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres. *International Journal of Thermal Sciences*, 2010, vol. 49, 2042–2048.
20. MAJUMDAR, A., et al. Properties of ring-spun yarns made from cotton and regenerated bamboo fibres. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 2011, vol. 36(1), 18–23.
21. SHEN, Q., et al. Surface properties of bamboo fiber and a comparison with cotton linter fibers. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 2004, vol. 35, 193–195.
22. ZHOU, X., J. ZHANG, F. D. YI. Finish of bamboo viscose fabric with maleic acid–allyl alcohol copolymer. *Dyeing Finishing*, 2008, vol. 34, 9–11.
23. ZHOU, X., K. CHEN, H. YI. Synthesis and application of a formaldehyde-free flame retardant for bamboo viscose fabric. *Textile Research Journal*, 2014, vol. 84, 1515–1527.
24. SARAVANAN, K., and C. PRAKASH. Bamboo fibres & their application in textiles. *Indian Textile Journal*, 2007, vol. 7, 33–36.
25. XU, Y., Z. LU, R. TANG. Structure and thermal properties of bamboo viscose, tencel and conventional viscose fiber. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2007, vol. 89, 197–201 [žiūrėta 2021-01-28]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1007/s10973-005-7539-1>
26. KARTHIKEYANA, G., et al. Moisture Management Properties of Bamboo Viscose/Tencel Single Jersey Knitted Fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 2017, vol. 14, 143–152.
27. PRAKASH, C., G. RAMAKRISHNAN, C. V. KOUSHIK. A study of the thermal properties of bamboo knitted fabrics. *Journal of Therm Anal Calorim*, 2013, vol. 111, 101–105.
28. SAMPATH, M. B., M. SENTHILKUMAR, B. NALANKILLI. Effect of filament fineness on comfort characteristics of moisture management finished polyester knitted fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 2011, vol. 41(2), 160–173.
29. VASCONCELOS, F. B., et al. Moisture Management Evaluation in Double Face Knitted Fabrics with Different Kind of Constructions and Fibers. *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*, 2017, 1–5 [žiūrėta 2021-02-10]. DOI:10.4172/2329-9568.S3-009
30. HUSSAIN, U., et al. Comfort and Mechanical Properties of Polyester/Bamboo and Polyester/Cotton Blended knitted fabric. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2015, vol. 10(2), 61–69.
31. Performance Denim with COOLMAX® fiber. *Pakistan Textile Journal*, 32–33. [žiūrėta 2020-04-12]. Prieiga per: <https://www.ptj.com.pk/Web-2015/05-2015/May-2015-PDF/Features-iTextiles.pdf>

32. JHANJI, Y., D. GUPTA, V. K. KOTHARI. Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types. *The Journal of The Textile Institute*, 2014, vol. 106(6), 663–673 [žiūrėta 2021-02-15]. DOI: 10.1080/00405000.2014.934044
33. OJSTRŠEK, A., et al. Modification of Polyamide Knitted Fabric using Different Zeolites. *Tekstilec*, 2017, vol. 60(2), 116–125.
34. SUPUREN, G., et al. Moisture management and thermal absorptivity properties of double-face knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 2011, vol. 81(13), 1320–1330.
35. FANGUEIRO, R., A. FILGUEIRAS, F. SOUTINHO. Wicking Behavior and Drying Capability of Functional Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*, 2010, vol. 80(15), 1522–1530.
36. ONOFREI, E., A. M. ROCHA, A. CATARINO. The Influence of Knitted Fabrics' Structure on the Thermal and Moisture Management Properties. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2011, vol. 6, 10–22.
37. LI, Y. The science of clothing comfort. *Textile Progres*, 2001, vol. 31, 1–135.
38. SENTHILKUMAR, M., and N. ANBUMANI. Dynamics of elastic knitted fabrics for sports wear. *Journal of Industrial Textiles*, 2011, vol. 41, 13–24.
39. UMAR J., T. HUSSAIN, M. MAQSOOD. Modeling the mechanical and compression properties of polyamide/elastane knitted fabrics used in compression sportswear. *The Journal of The Textile Institute*, 2016, vol. 107(10), 1240–1252.
40. PARMAR, M. S., and S. K. SRIVASTAVA. An unconventional way to incorporate comfort in knitted fabrics. *Indian Journal of Fiber Textile Reserch*, 1999, vol. 24, 41–44.
41. FRYDRYCH, I., G. DZIWORSKA, M. MATUSIAK. Influence of the Kind of Fabric Finishing on Selected Aesthetic and Utility Properties. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2003, vol. 11, 3(42), 31–37.
42. BIVAINYTĖ A., and D. MIKUČIONIENĖ. Influence of Shrinkage on Air and Water Vapour Permeability of Double-Layered Weft Knitted Fabrics. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 2012, 18(3), 271–274.
43. BIVAINYTĖ A., J. ČIUŽAITĖ, D. MIKUČIONIENĖ. Dvisluoksnių skersinių mezginių laidumo orui tyrimas. Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga. Kauno technologijos universitetas, 2010, 228–232 [žiūrėta 2021-03-15]. ISSN 1822-492X.
44. MICKEVIČIENĖ, A., and D. MIKUČIONIENĖ. Antibakteriškai apdorotų sluoksniuotinių mezginių antibakterinio aktyvumo ir laidumo orui tyrimas. *Jaunųjų mokslininkų konferencija "Pramonės inžinerija 2014"* [interaktyvus], Kaunas: Technologija, 2014.
45. BIVAINYTĖ, A., and D. MIKUČIONIENĖ. Investigation on the Air and Water Vapour Permeability of Double-Layered Weft Knitted Fabrics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2011, vol. 19, 3(86), 69–73.
46. ABRAMAVIČIŪTĖ, J., D. MIKUČIONINENĖ, R. ČIUKAS. Structure Properties of Knits from Natural Yarns and Their Combination with Elastane and Polyamide Threads. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 2011, vol. 17, 43–46.
47. BIVAINYTĖ, A., D. MIKUČIONIENĖ, D. MILAŠIENĖ. Influence of the Knitting Structure of Double-Layered Fabrics on the Heat Transfer Process. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2012, vol. 20, 2(91), 40–43.
48. WILBIK-HAŁGAS, B., et al. Air and Water Vapour Permeability in Double-Layered Knitted Fabrics with Different Raw Materials. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2006, vol. 14, 3(57), 77–80.

49. MICKEVIČIENĖ, A., D. MIKUČIONIENĖ, R. TREIGIENĖ. The Influence of Antimicrobial Treatment on Air Permeability and Water Absorption of Knits. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 2015, vol. 21(1), 62–67.
50. MICKEVIČIENĖ, A., and R. TREIGIENĖ. The Structure Characteristics and Air Permeability of PA and PES Plain and Plated Knits Influenced of Antimicrobial Treatment Conditions. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 2014, 20(3), 306–310.
51. HOSSAIN, M. M., U.N. HAQ, M. M. R. KHAN. Alteration of Air Transmittance of Plain Weft Knitted Fabrics for Different Parameters. *Saudi Journal of Engineering and Technology (SJEAT)*, 2020, vol. 5(11), 451–456 [žiūrėta 2021-03-31]. Prieiga per: <https://saudijournals.com/journal-details/sjeat/79/818>. DOI: 10.36348/sjet.2020.v05i11.009.
52. MEZARCIŪZ, S. and R. T. OĞULATA. Modelling of Porosity in Knitted Fabrics. *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*, 2015, 1, 1–3 [žiūrėta 2021-03-28]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.4172/2329-9568.S1-005>.
53. FARNWORTH, B., W. A. LOTENS, P. P. M. M. WITTGEN. Variation of water vapour resistance of microporous and hydrophilic films with relative humidity. *Textile Reserch Journal*, 1990, vol. 60(1), 50–53.
54. GIBSON, P. W. Effect of temperature on water vapor transport through polymer membrane laminates Technical Report Natick/TR-99/015 US Army Soldier and Biological Chemical Command, Soldier Systems Center, Natick, MA, 1999, pp. 41.
55. GIBSON, P. W. Factors influencing steady-state heat and water vapour transfer measurements for clothing materials. *Textile Research. Journal*, 1993, 63, 749–764.
56. BALTAKYTE, R., ir S. PETRULYTĖ. Apdailos ir kilpos aukščio įtaka kilpinių audinių statinei absorbcijai ir paviršiniam tankiui. Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga. Kauno technologijos universitetas, 2009, 275–279. ISSN 1822-492X.
57. FRONTCZAK-WASIAK, I., and M. SNYCERSKI. Use Properties of Terry Woven Fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2004, 12(1), 40–44.
58. KARAHAN, M., and R. EREN. Experimental Investigation of the Effect of Fabric Parameters on Static Water Absorption in Terry Fabrics. *Fibre & Textiles in Eastern Europe*, 2006, 14(2), 59–63.
59. KANAKARAJ, P. and R. RAMACHANDRAN. Influence of Feed Yarn Techniques on Absorption Rate of Bi-material knitted Single Jersey Fabrics. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 2020, 11(2), 1–11 [žiūrėta 2021-03-31] Prieiga per: <https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/JTATM/article/view/14339>
60. ČIUŽAITĖ J., A. BIVAINYTĖ, D. MIKUČIONIENĖ. Dvisluoksnių skersinių mezginių statinės absorbcijos ir džiuvimo greičio tyrimas. Gaminių technologijos ir dizainas: konferencijos pranešimų medžiaga. Kauno technologijos universitetas, 2011, 231–235. ISSN 1822-492X
61. BALTAKYTE, R., and S.PETRULYTĖ. Static Water Absorption in Fabrics of Different Pile Height. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2009, 17, 3(74), 60–65.
62. PETRULYTE, S., and R.BALTAKYTE. Liquid Sorption and Transport in Woven Structures. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2009, 17(2), 39–45.
63. CRUZ, J. et al. Study of moisture absorption characteristics of cotton terry towel fabrics. 3rd International Conference on Natural Fibers: Advanced Materials for a Greener World, ICNF

- 2017, 21-23 June 2017, Braga, Portugal: *Procedia Engineering*, 2017, 389–398 [žiūrėta 2021-03-31] Prieiga per: www.sciencedirect.com
64. KARAHAN, M. Experimental Investigation of the Effect of Fabric Construction on Dynamic Water Absorbtion in Terry Fabrics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2007, 15(3), 74–80 [žiūrėta 2021-03-31]. Prieiga per: [http://www.fibtex.lodz.pl/pliki/Fibtex_\(j018bzkkw3urmspj\).pdf](http://www.fibtex.lodz.pl/pliki/Fibtex_(j018bzkkw3urmspj).pdf)
 65. BOGUSŁAWSKA-BĄCZEK, M., and L. HES. Effective Water Vapour Permeability of Wet Wool Fabric and Blended Fabrics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2013, 21(97), 67–71.
 66. SHARMA, N., et al. Moisture Management Behaviour of Knitted Fabric from Structurally Modified Ring and Vortex Spun Yarn. *Journal of the Institution of Engineers*, 2016, 97(2), 123–129 [žiūrėta 2021-03-31]. DOI 10.1007/s40034-015-0075-z
 67. SAMPATH, M. B., et al. Analysis of thermal comfort characteristics of moisture management finished knitted fabrics made from different yarns. *Journal of Industrial Textiles*, 2011, 42(1), 19–33. DOI:10.1177/1528083711423952.
 68. YANG, Y., et al. Influence of fabric structure and finishing pattern on the thermal and moisture management properties of unidirectional water transport knitted polyester fabrics. *Textile Research Journal*, 2019, 89(10), 1983–1996. DOI 10.1177/0040517518783349.
 69. ERTEKIN, G., and A. MARMARALI. Performance and thermal comfort properties of knitted fabrics produced by cotton, acrylic and miyabi yarns. *XIIIth International Izmir Textile and Apparel Symposium April, 2014, 2–5, 237–243* [žiūrėta 2021-03-31]. Prieiga per: <http://www.textotex.com/application/static/data/file/eng/Goзде%20ERTEKIN.pdf>
 70. ČIUKAS, R., ir kiti. *Aiškinamasis tekstilės terminų žodynas*. Kaunas: Technologija, 2001.
 71. MIKUČIONIENĖ, D. and G. LAURECKIENĖ. The Influence of Drying Conditions on Dimensional Stability of Cotton Weft Knitted Fabrics. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 2009, 15(1), 64–68. ISSN 1392–1320.
 72. ÇORUH, E. Effects of the Laundering Process on Dimensional and Physical Properties of Plain and Lacoste Fabrics Made from Modal/Combed Cotton Blended Yarns. *Journal FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2017, vol. 25, 4(124), 75–81. DOI: 10.5604/01.3001.0010.2667.
 73. ANAND, S. C., K. S. M. BROWN, L. G. HIGGINS. Effect of Laundering on the Dimensional Stability and Distortion of Knitted Fabrics. *AUTEX Research Journal*, 2002, 2(2), 85–100 [žiūrėta 2021-03-31]. Prieiga per: <http://www.autexrj.org/No4/0015.pdf>.
 74. VAN AMBER, R. R., B. E. NIVEN, Ch. A. WILSON. Effects of Laundering and Water Temperature on the Properties of Silk and Silk-blend Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*, 2010, 80(15), 1557–1568. DOI: 10.1177/0040517510366019.
 75. SZABO, M., et al. Study of dimensional changes during washing process for 1:1 interlock cotton yarns. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, 591 012099, 1–8. [žiūrėta 2021-03-31]. DOI:10.1088/1757-899X/591/1/012099.
 76. SÜLAR, V. and E. ONER. Impact of Repeated Home Laundering on the Cyclic Deformation Performance of Elastane Knitted Sportswear Fabrics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 2019, 1(133), 91–99. DOI: 10.5604/01.3001.0012.7513.
 77. AHMED, T., et al. Effect of Cross Linker Treatment on Dimensional and Mechanical Properties of Knitted Fabrics. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*. [interaktyvus]. Series

- A. Physical Sciences, 2019, 62(1), 48–51 [žiūrėta 2021-03-31]. Prieiga per: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:50063451.
78. VASILE, S., et al. Effect of Biaxial Stretch and Domestic Washing on Air Permeability of Elastic Knitted Fabrics for Sportswear. *Fibers and Polymers*, 2019, 20(4), 868–875. ISSN 1875-0052
79. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [ISO EN 139:2005]. Tekstilė. Standartinės kondicionavimo ir bandymo atmosferos (ISO 139:2005) = Textiles. Standard atmospheres for conditioning and testing: Europos standartas EN ISO 139:2005 turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2006.
80. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [ISO EN 14970:2006]. Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpos ilgio ir siūlo ilginio tankio skersiniame mezginyje nustatymas (ISO EN 14970:2006) = Textiles. Knitted fabrics. Determination of stitch length and yarn linear density in weft knitted fabrics: Europos standartas EN ISO 14970:2006 turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2007.
81. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN 14971:2006]. Tekstilė. Megztinės medžiagos. Kilpų skaičiaus vienetiniame ilgyje ir plotyje nustatymas (LST 14971:2006) = Textiles. Knitted fabrics – Determination of number of stitches per unit length and unit area: Europos standartas EN 14971:2006 turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2007.
82. TVARIJONAVIČIENĖ, Beata. *Mezginių sandara ir analizė: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2009, ISBN 9955094818.
83. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN 12127:1999]. Tekstilė. Tekstilės medžiagos. Paviršinio tankio nustatymas naudojant mažus bandinius (LST EN 12127:1999) = Textiles. Fabrics. Determination of mass per unit area using small samples: Europos standartas EN 12127:1997 turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 1999.
84. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 5077:2008]. Tekstilė. Matmenų pokyčio išskalbus ir išdžiovinus nustatymas (ISO 5077:2007) = Textiles. Determination of dimensional change in washing and drying: Europos standartas EN ISO 5077:2008 turi Lietuvos standartostatusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2009.
85. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 3759:2008]. Tekstilė. Medžiagų ir drabužių bandinių paruošimas, ženklavimas ir matavimas, nustatant matmenų pokyčius (ISO 3759:2007) = Textiles. Preparation, marking and measuring of fabrics specimens and garments in tests for determination of dimensional change: Europos standartas EN ISO 3759:2008 turi Lietuvos standartostatusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2007.
86. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 6330:2012]. Tekstilė. Buitinio skalbimo ir džiovinimo procedūros bandant tekstilę (ISO 6330:2012) = Textiles. Domestic washing and drying procedures for textile testing: Europos standartas EN ISO 6330:2012 turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2011.
87. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 9237:1997]. Tekstilės medžiagos: medžiagų laidumo orui nustatymas (ISO 9237:1995) = Textiles -

- Determination of permeability of fabrics to air: Europos standartas EN ISO 9237:1995 turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 1997.
88. BV S1008 „Bureau Veritas Consumer Products Service“ metodika.
89. DAUKANTIENĖ, V., J. DOMSKIENĖ, V. VAITKEVIČIENĖ. V. *Siuvinių medžiagotyra: laboratoriniai darbai: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2006. ISBN 9955099720.
90. MILAŠIUS, Rimvydas. *Tekstilės eksperimento teorija ir praktika: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2006. ISBN 9789955258995.

Priedai

1 priedas. Tyrimų rezultatų publikavimas

Magistro baigiamojo projekto tematika paskelbta publikacija „The Influence of Fibre Composition on the Dimensional Stability of Weft Knitted Fabrics“ KTU Jaunųjų tyrėjų konferencijos „Pramonės inžinerija 2021“ pranešimų medžiagoje (elektroninis leidinys).

