



Kauno Technologijos Universitetas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Medžiagų inžinerijos katedra

Inga Buklerytė

**AKTYVIAM LAISVALAIKIUI SKIRTŲ MEGZTINIŲ MEDŽIAGŲ
KOMFORTO SAVYBIŲ TYRIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Vadovė: doc. dr. J. Baltušnikaitė

Kaunas, 2015

Kauno Technologijos Universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Medžiagų inžinerijos katedra

TVIRTINU:

Katedros vedėja doc. dr. V. Jonaitienė

2015 05 29

AKTYVIAAM LAISVALAIKIUI SKIRTŲ MEGZTINIŲ MEDŽIAGŲ
KOMFORTO SAVYBIŲ TYRIMAS

Magistro baigiamasis darbas

DT – 3 gr. Stud.

Inga Buklerytė

2015 05 29

Recenzentė

dr. E.Adomavičiūtė

2015 05 29

Vadovė

doc. dr. J. Baltušnikaitė

2015 05 29

Kaunas, 2015

Bendrojo baigiamųjų projektų
rengimo, gynimo ir saugojimo
aprašo
4 priedas



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Inga Buklerytė

(Studento vardas, pavardė)

Tekstilės inžinerija, 621J40002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Aktyviam laisvalaikiui skirtų megztinių medžiagų komforto savybių tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2015 m. Gegužės 29d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Ingos Buklerytės** baigiamasis projektas tema „Aktyviam laisvalaikiui skirtų megztinių medžiagų komforto savybių tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

**Aktyviam laisvalaikiui skirtų megztinių medžiagų komforto savybių tyrimas/
Magistro baigiamasis darbas/ Autorius – I. Buklerytė/ Vadovė – doc. dr. J.
Baltušnikaitė/ KTU, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas, Medžiagų inžinerijos
katedra/ Kaunas, 2015 – 52 psl., 33 paveikslai, 11 lentelių.**

Santrauka

Šiuo metu ergonominiai ir fiziologiniai aprangos aspektai tampa vis svarbesni. Ypač tai pastebima aktyviam laisvalaikiui skirtos aprangos srityje. Dėl to buvo išskirtos keturios aprangos dėvėjimo komforto rūšys: termofiziologinis, jutiminis, aprangos tinkamumo ir psichologinis. Aktyviam laisvalaikiui skirtos aprangos srityje svarbiausias yra termofiziologinis komfortas, kuris gali būti apibūdinamas kaip būseną kai nėra nei per šalta, nei per karšta, o kūno išskiriama drėgmė, t.y. prakaitas, gali būti lengvai pašalinamas į aplinką.

Komforto savybių tyrimai nagrinėjami jau gana ilgą laiką, tačiau tyrimų, kuriuose būtų tiriamos savybės medžiagų, numegztų iš presinio pynimo nėra. Literatūros šaltiniuose sutinkama tik kelių rūšių medžiagos: lygiojo skersinio mezgimo, lastikinis bei dvisluoksnių pynimų. Šiame darbe kaip tik ir buvo suprojektuotos iš trijų skirtingų pluoštinių sudėčių megztinės medžiagos: profilinio poliesterio (Coolplus[®]), poliesterio ir anglies, medvilnės ir poliesterio, kurių ilginis tankis 20 tex. Šios medžiagos numegztos keturiais skirtingais presiniais pynimais.

Darbo tikslas - ištirti aktyviam laisvalaikiui skirtų megztinių medžiagų struktūros įtaką komforto savybėms (drėgmės transportavimo bei laidumo orui savybes).

Gauti rezultatai parodė, kad laidžiausi orui poliesterio ir anglies pluošto mezginiai. Didėjant dengiamumo koeficientui (TF) taip pat gerėjo ir laidumas orui, šį rezultatą įtakojo presinio pynimo sandara. Bendra drėgmės transportavimo geba pasižymėjo poliesterio ir anglies pluoštas, labai panašūs rezultatai gauti ir profilinio poliesterio. Apibendrinus tyrimo rezultatus galima teigti jog presiniu pynimu su keturiais lankais numegztų bandinių rezultatai prastesni, nei su trimis lankais megztu mezginių. Tai parodo jog didinti presinę kilpą nebenaudingą, nes nuo trečiojo presinės kilpos lanko įvyksta lūžis ir rezultatai pradeda prastėti.

Investigation of comfort properties of knitted fabrics intended for active leisure-wear/ Master's thesis/ Author – I. Buklerytė/ Supervisor – doc. dr. J. Baltušnikaitė/ KTU, Faculty of mechanical engineering and design, Department of materials engineering/ Kaunas, 2015 –52 pages, 33 pictures, 11 tables.

Summary

At this moment ergonomical and physiological aspects for clothing becoming more important in our life. Specifically when it comes to clothing designed for active leisure wear. Because of this comfort has been classified in four groups: thermophysical, sensation, fit to the body, psychological. Thermophysical comfort is the most important for clothing designed for active sports, it can be qualified as status when it is not too cold and not too hot. And the body vapour can be excluded to the atmosphere.

Investigation of comfort properties has been carried for some time now, but for tuck stitch patterns there aren't so many tests been made. At sources of literature we could find few types of fabric: single jersey, rib pattern, double-knit. At this investigation it were designed knitted fabric of three different fibres: profiled fibre (Coolplus[®]), polyester and carbon, cotton and polyester. All of them has the same linear density of 20 tex. These fabrics were knitted with four different tuck stitch patterns.

Aim of this work – investigate knitted fabrics structure for comfort properties (liquid moisture transportation and air permeability) that were designed for leisure wear.

Results show that air permeability of knitted fabric was highest in polyester and carbon fibre sample. When the cover factor (TF) raised the air permeability also raised, this result were influenced by tuck stitch pattern. Overall moisture management capacity (OMMC) results were highest in profiled fibre (Coolplus[®]) and polyester with carbon fabrics. Overall results of investigation show that knitted fabric with four tuck loops were less efficient than knitted fabric with three tuck loops. This shows that breaking point of this pattern is after third tuck loop, the results start to decrease.

TURINYS

TURINYS.....	6
ĮVADAS.....	9
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	10
1.1. Aktyvaus laisvalaikio apranga.....	10
1.2. Aktyviam laisvalaikui skirtų drabužių pynimų apžvalga.....	11
1.3. Aktyviam laisvalaikiui skirtų pluoštų apžvalga	11
1.4. Komfortą įtakojančių savybių apžvalga.....	14
1.4.1. Mezginių atsparumas paviršiaus sušlapimui.....	19
1.4.2. Mezginių šlampumas.....	20
1.4.3. Mezginių laidumas skysčiams	21
1.4.4. Megztinių medžiagų porėtumas	22
1.4.5. Megztinių medžiagų laidumas orui.....	22
2. METODOLOGINĖ DALIS.....	25
2.1. Tyrimo objektas.....	25
2.2. Tyrimo metodika	28
2.2.1. Megztos medžiagos pynimo, storio ir svorio nustatymas.	28
2.2.2. Megztos medžiagos tankumo nustatymo metodika.....	29
2.2.3. Megztos medžiagos porėtumas.....	29
2.2.4. Mezginių laidumo orui tyrimo metodika.	29
2.2.5. Mezginių drėgmės transportavimo metodika.	30
2.2.6. Statistinių rodiklių nustatymo metodika.	33
3. TYRIMŲ REZULTATAI.....	35
3.1. Aktyviam laisvalaikui skirtų megztinių medžiagų sandaros tyrimai.....	35
3.2. Megztinių medžiagų sandaros įtaka oro laidumui.....	37
3.3. Megztinių medžiagų sandaros įtaka drėgmės transportavimo savybėms	41
IŠVADOS.....	52
NAUDOTA LITERATŪRA	53

Lentelių sąrašas

- 1 lentelė.** Su oda kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šiltame klimate.
- 2 lentelė.** Su oda ne kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šiltame klimate.
- 3 lentelė.** Viršutinio sluoksnio termoreguliacinio lygių vertės šiltame klimate.
- 4 lentelė.** Su oda kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šaltame klimate.
- 5 lentelė.** Su oda ne kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šaltame klimate.
- 6 lentelė.** Viršutinio sluoksnio termoreguliacinio lygių vertės šaltame klimate.
- 7 lentelė.** Viršutinio sluoksnio termoreguliacinio lygių vertės šaltame klimate.
- 8 lentelė.** Tirtų megztinių medžiagų duomenys.
- 9 lentelė.** Mezginių laidumo vandeniui klasifikavimas.
- 10 lentelė.** Tirtų medžiagų laidumo orui ir porėtumo rodikliai.
- 11 lentelė.** Medžiagų drėgmės transportavimo rezultatų vidurkių lentelė.

Paveikslų sąrašas

- 1 pav.** Medvilnės pluoštas.
- 2 pav.** Poliesterio pluoštas.
- 3 pav.** Coolplus[®] pluoštas.
- 4 pav.** Medžiagos šlapumo standartai.
- 5 pav.** Skysčio išsiskverbimas į medžiagą, Gillespie modelis.
- 6 pav.** Šlapumo bandymo palyginimas.
- 7 pav.** Gerai šlampančios medžiagos kampas.
- 8 pav.** Oro laidumo matavimo principinė schema, V – oro srauto greitis, P_1 – oro srautas, kuris pasiekia bandinį, P_2 – oro srautas, kuris praleidžiamas pro bandinį.
- 9 pav.** Nuotraukos bandinių numegztų presiniu pynimu: a) presinė kilpa sudaryta iš vieno lanko; b) presinė kilpa sudaryta iš dviejų lankų; c) presinė kilpa sudaryta iš trijų lankų; d) presinė kilpa sudaryta iš keturių lankų.
- 10 pav.** Presinis pynimas (kitaip 1 pynimas) naudojamas C1; P1; M1 bandiniams megzti.
- 11 pav.** Presinis pynimas (kitaip 2 pynimas) naudojamas C2; P2; M2 bandiniams megzti.
- 12 pav.** Presinis pynimas (kitaip 3 pynimas) naudojamas C3; P3; M3 bandiniams megzti.
- 13 pav.** Presinis pynimas (kitaip 4 pynimas) naudojamas C4; P4; M4 bandiniams megzti.
- 14 pav.** Stormatis „Automatic Micrometer“.

- 15 pav.** Prietaiso schema vandens laidumui matuoti: a) jutiklių struktūra; b) matavimo žiedai.
- 16 pav.** Dengiamumo koeficiento priklausomybė nuo kilpos ilgio.
- 17 pav.** Paviršinio tankio priklausomybė nuo kilpos ilgio.
- 18 pav.** Porėtumo priklausomybė nuo kilpos ilgio.
- 19 pav.** Laidumo orui priklausomybė nuo kilpos ilgio.
- 20 pav.** Laidumo orui priklausomybė nuo dengiamumo koeficiento.
- 21 pav.** Laidumo orui priklausomybė nuo porėtumo.
- 22 pav.** Laidumo orui priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 23 pav.** Drėgmės transportavimo priklausomybė nuo porėtumo.
- 24 pav.** Medžiagų viršaus (kairinės pusės) sudrėkimo laiko priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 25 pav.** Medžiagos apačios (dešinės pusės) sudrėkimo laiko priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 26 pav.** Medžiagos viršaus (kairinės pusės) absorbcijos lygio priklausomybė nuo presinio pynimo
- 27 pav.** Medžiagos apačios (dešinės pusės) absorbcijos lygio priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 28 pav.** Medžiagų didžiausio viršaus (kairinės pusės) sudrėkimo ploto priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 29 pav.** Medžiagų didžiausio apačios (dešinės pusės) sudrėkimo ploto priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 30 pav.** Drėgmės sklidimo greitis medžiagos viršumi (kairine puse) priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 31 pav.** Drėgmės sklidimo greitis medžiagos apačia (dešininė pusė) priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 32 pav.** Kaupiamojo vienpusio transportavimo indekso priklausomybė nuo presinio pynimo.
- 33 pav.** Bendra drėgmės transportavimo gebos priklausomybė nuo presinio pynimo.

ĮVADAS

Tekstilės medžiagos ir apranga vaidina svarbų vaidmenį kasdieniniame žmogaus gyvenime. Gaminiam skirtiems aprangai, atsižvelgiant į jų panaudojimo sritį, keliami vis aukštesni funkcinų savybių bei komforto reikalavimai. Sportinių gaminių gamybai dažniausiai naudojamos megztinės medžiagos, nes jos nevaržo judesių, nesiglamžo, gerai praleidžia orą, priglunda prie kūno, gerai izoluoja šilumą, pasižymi geromis drapiravimosi savybėmis.

Dėvima apranga taip pat labai svarbi komforto būsenos palaikyme. Ji stabdo kūno šilumos netekimą ir tuo pačiu metu sugeba išgarinti skysčių perteklių nuo odos. Prakaitavimas tai mechanizmas, kurį mūsų kūnas naudoja kaip apsaugojimo priemonę nuo vidinių organų perkaitimo. Kai kūnas mėgindamas atsivėsinti vidaus organus pradeda prakaituoti, vanduo prasiskverbia per odą sudarydama mažus skysčio lašelius.

Pastebėtos dvi prakaitavimo formos:

- Nejauchiamas: šioje formoje prakaitas transportuojamas kaip garai per siūlų bei medžiagos tarpus.
- Skystis: ši forma pasireiškia esant aktyviam fiziniam krūviui, skystis sudrėkina drabužius, kurie kontaktuoja su kūnu.

Kai prakaito lašeliai pasiekia vidinį sluoksnį medžiagos galimi keli tolesni variantai, priklausomai nuo aprangos pluoštinės sudėties. Drėgmė gali būti perkeliama iš vidinio sluoksnio į išorinį, po kurio laiko drėgmė išgarinama oro pagalba. Kitu atveju drėgmė gali būti neperkeliama į išorinį sluoksnį, o būti sulaikoma pirmajame sluoknyje, taip sudarant barjerą per kurį drėgmė nebus išgarinama. Šiuo atveju patiriamas didelis diskomfortas asmens dėvinčio šią aprangą.

Esant karštam orui prakaitavimas vienintelė problema jaučiant drėgmę ant kūno. Tai nepriveda prie pavojingos būsenos. Priešingai esant šaltam orui, gyvybei pavojingų veiksnių padidėja dėvint netinkamą aprangą ir suprakaitavus. Drėgmė kuri susirenka ant drabužių tampa šilumos laidininku (vanduo pakeičia orą), tuomet šiluma iš kūno pasišalina labai greitai taip sukeldama pavojų gyvybei. Drėgni drabužiai pradeda ledėti, to pasekoje gali nušalti galūnės arba pasireikšti hipotermija.

Tyrimo tikslas - ištirti aktyviam laisvalaikiui skirtų megztinių medžiagų struktūros įtaką komforto savybėms (drėgmės transportavimo bei laidumo orui savybėms).

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Žodis „tekstilė“ kilo iš lotyniško žodžio *textum*, kuris reiškė audinį. Tačiau ilgainiui šis terminas prigijo visoms tekstilės medžiagoms - nuo pluošto iki sudėtingą konstrukciją turinčio gaminio [1].

Seniausiems iki šių dienų išlikusiems Lietuvoje rastiems audiniams yra apie du tūkstančius metų, tai mena apie galias Lietuvių tautos šaknis tekstilės gamyboje. Dėl šios priežasties tekstilės ir aprangos pramonė užima dominuojančią vietą šalies ūkio struktūroje (šis sektorius vienas iš pagrindinių šalies eksportuotojų) [1].

Eurostato duomenimis, Lietuva yra labiausiai specializuota į aprangos ir tekstilės pramonę iš Europos Sąjungos šalių. Nes esant trims milijonams šalies gyventojų, šioje srityje dirba 30000 specialistų. Kasmet Lietuvos aprangos ir tekstilės sektorius parduoda produkcijos už daugiau nei tris milijardus litų (apytiksliai 870 milijonų eurų) [1].

Apranga yra neatsiejama dalis žmogaus gyvenimo ir turi daugybę funkcijų: puošnumo, statuso, kuklumo ir apsaugine. Apsirengimas, nuo naujausios mados drabužių iki estetinio apsirengimo, gali suteikti dėvėtojiui pasitikėjimą savimi, kuris duoda jam ar jai protinį pranašumą [2].

Tačiau, svarbiausias drabužio vaidmuo yra apsauginis sluoksnis, kuris saugo kūną prieš netinkamas fizines aplinkas. Ši apsauga atlieka šias funkcijas: tinkamos šiluminės aplinkos kūnui (kuris yra būtinas jo išlikimui); kūno apsauga nuo sužalojimų: nutrynimo, radiacijos, vėjo, elektros, cheminės ir mikrobiologinės medžiagos [2].

Komforto savybės apibūdinamos kaip laisvė nuo skausmo, fiziologinė, psichologinė būseną tarp žmogaus ir aplinkos, fizinė harmonija. R.Splendore ir kt. [3] teigia jog komfortas tai ne tekstilės savybė, tai žmogaus jausmas kurį patiria asmuo įtakotas įvairių faktorių, tarp jų ir tekstilės gaminių dėvėjimas.

1.1. Aktyvaus laisvalaikio apranga

Keletą pastarųjų metų vyksta stiprus augimas plėtojant ir vystant funkcionalius pluoštus aktyviam laisvalaikiui skirtiems gaminiams. Jų savybėms vis keliami nauji reikalavimai plataus profilio srityse kaip: prigludimas, terminė izoliacija, atsparumas skysčiams, antistatiškumas, tamprumas, fizinis komfortas ir kita. Įvairūs tyrimai ir bandymai pastaruoju

dešimtmečiu, šiose srityse lėmė daug naujų bei patobulintų produktų tiesioginiam vartotojui – žmogui [4].

Daugybė dvigubo mezgimo medžiagų buvo patobulintos sportinei aprangai, to pasekoje jų vidinis sluoksnis (besiglaudžiantis prie kūno) turi optimalias drėgmės sugėrimo bei perkėlimo į viršutinį sluoksnį, kuriame išskaidoma drėgmė, savybes. Tokiu būdu sukeliant maksimalų komforto pojūtį. Kuriant naujus procesus medžiagų paruošimui ir baigiamajai apdailai, gaunama patobulintų technologijų produkcija su tinkama polimerine membrana bei paviršiaus padengimu. Dabar jau galima sujungti vartotojų pageidavimu estetinį vaizdą, dizainą ir funkcionalumą skirtingų sričių gaminiams [4].

Drabužių dėvėjimo bandymai atlikti Menezo [5] parodė jog pluošto kokybę įtakoja dėvėjimo komforto savybės. Drabužiai kurie buvo pagaminti iš poliesterinio mikro pluošto bandymų metu gavo geresnesius įvertinimus, ypač kai žmogus stipriai prakaitavo.

1.2. Aktyviam laisvalaikui skirtų drabužių pynimų apžvalga

Aktyviam laisvalaikiui skirta apranga turi būti ne tik patogi dėvėti, bet ir turi būti gražaus dizaino, tam jog vartotojui prekė būtų patraukli. Šiuolaikišką dizainą gamintojai suteikia varijuodami spalvomis bei piešiniais ant gaminių, taip norėdami atkreipti vartotojo dėmesį. Norint suderinti komforto savybes bei išvaizdą gaminiui, tuomet didelis vaidmuo atitenka ir pynimams kurie atitiktų šiuos kriterijus. Dažniausiai naudojami pynimai laisvalaikio aprangoje: lygusis skersinis pynimas, kiauraraščiai (file), presiniai, dvisluoksniai, pamušaliniai ir kt. Priklausomai nuo to kokia bus gaminio paskirtis ir kuriuo metų sezonu bus naudojamas.

1.3. Aktyviam laisvalaikiui skirtų pluoštų apžvalga

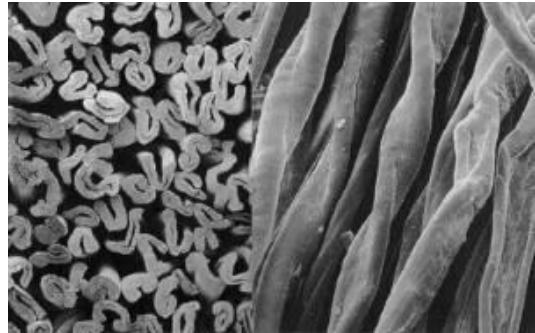
Medvilnė

Medvilniniai audiniai – tvirti, lengvi, lengvai sugeriantys drėgmę (gali sugerti nuo 20 iki 65 proc. savo svorio), pamažu tapo dažniausiai vartojamais audiniais pasaulyje. Šiuo metu medvilne užsėta daugiau nei 30 milijonų hektarų žemės (o tai sudaro 2,4 proc. žemės ūkyje naudojamos žemės) [6].

Kaip spėjama, medvilnė buvo žinoma ir naudojama jau 12 tūkst. metų prieš mūsų erą. Šį teiginį įrodantys archeologiniai radiniai randami visose teritorijose, kur medvilnė augo. Indijoje ir Pakistane buvo rasti senųjų audinių likučiai, manoma, kad šie audiniai buvo sukurti

3250 – 2750 metų prieš mūsų erą. Kinijoje medvilnę pradėta auginti maždaug 2500 metų prieš mūsų erą [6].

Dabartinės Meksikos teritorijoje aptiktų audinių pluoštų likučių amžius yra beveik 8000 metų. Europą medvilnės gaminiai pasiekė maždaug prieš 350 metų prieš mūsų erą. Tiesa, visuotinis medvilnės paplitimas Europoje prasidėjo daug vėliau, t.y. vėlyvaisiais viduramžiais. Pavėluotą paplitimą lėmė tai, jog iki tol medvilnės kaina buvo labai aukšta [6].



1 pav. Medvilnės pluoštas [7].

Medvilnė dažnai maišoma su kitais pluoštais, ypač su poliesteriu ir poliamidu. Šie sintetiniai pluoštai suteikia audiniui tvirtumo ir palengvina jo priežiūrą. Gaminiai geriau išlaiko formą ir greičiau džiūsta. Modalas ir viskozė suteikia audinio paviršiui glotnumą, toks audinys geriau sugeria drėgmę. Medvilnės pluoštas nėra tamprus, todėl jis dažnai maišomas su elastanu [8].

Medvilnės privalumai:

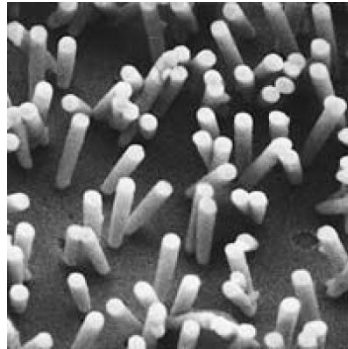
- Medvilnė puikiai sugeria drėgmę, leidžia kūnui kvėpuoti. Puikiai tinka drabužiams, kurie tiesiogiai liečiasi su žmogaus oda.
- Medvilniniai drabužiai nesielektrina.
- Medvilnė yra tvirta, atspari skalbimui. Tik gręžti reikia kuo mažesnėmis greičio apsukomis, jog nesusidarytų sunkiai išlyginamų raukšlių.
- Pagrindinis medvilnės privalumas - higieniškumas [8].

Poliesteris

Poliesteris yra kategorija polimerų, kurie turi savyje esterių funkcinę grupę jų svarbiausioje grandinėje. Poliesteriai apima natūraliai įvykstančius chemikalus, tokius kaip augalo kutikula, taip pat kaip sintetiniai, per netikrą polimerizacijos vystymąsi: kaip polikarbonatas ir polibutarenas. Natūralūs poliesteriai ir keli sintetiniai pluoštai yra skaidomi mikroorganizmų, bet didžioji dalis sintetinių poliesterių nėra [9].

Pluoštai išausti ar numegzti iš poliesterio siūlo ar gijos, yra vartojami drabužių pramonėje ir naminiuose įrengimuose, nuo marškinių ir kelnių iki švarkų ir skrybėlių, taip pat paklodžių,

antklodžių. Poliesterio pluoštas yra naudojamas kaip sušvelninimas ir izoliacinė medžiaga pagalvėse, antklodėse [9].



2 pav. Poliesterio pluoštas [10].

Tuo metu, kai sintetiniai drabužiai daugelio laikomi kaip nenatūralaus prisilietimo jausmo palyginti su audiniais, išaustais iš natūralių pluoštų (tokių kaip medvilnė ir vilna). Poliesterio audiniai turi specifinius pranašumus prieš natūralius audinius, tokius kaip atsparumas raukšlėjimuisi, ilgaamžiškumas ir aukšta nudažymo kokybė. Todėl, poliesterio pluoštai dažnai maišomi kartu su natūraliais pluoštais. Poliesteris prastai sugeria drėgmę ir mažokai susitraukia [9].

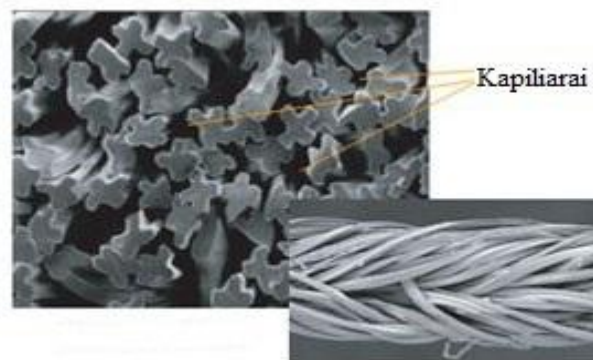
Poliesterio privalumai:

- Pluoštas bei gijos turi geras stiprumines savybes.
- Ilgaamžis. Atsparus įvairiems chemikalams, netįsta, nesitraukia, nesiglamžo.
- Higrofobiškas, greitai džiūstantis.
- Puikiai išlaiko savo formas dėl to puikiai tinka lauko drabužiams bei produktams.
- Lengvai skalbasi, galima skalbti skalbimo mašinoje [11].

Profilinis poliesteris: CoolPlus®

Net šalant, prakaitavimas yra kūno natūralus būdas aušinti odą ir neleisti kūnui perkaisti. Sportininkai, tokie kaip slidininkai ir bėgikai, gali išprakaituoti iki dviejų litrų skysčių per valandą, todėl tinkamo pagrindinio pluošto pasirinkimas šaltame ore, yra svarbus norint išlikti šiltam ir sausam. Kai drabužiai suvaržo, trukdo ar mažina judėjimo laisvę ir stabdo būtiną prakaito išgaravimą šaltame ore, odos temperatūros mažėja, priverčiant kūną dirbti sunkiau, kuris savo ruožtu gali padidinti įtampą širdžiai, nuovargį, dehidrataciją, padidėja hipotermijos pavojus. Šios savybės išgaunamos pluošto gijose esančių kanalų pagalba, kurie tarpusavyje persipindami tarpuose sulaiko orą taip užtikrinama patikima termoizoliacija [12]. Sušlapinus pluošta drėgmė pasiskirsto kapiliarais į didesnę plotą, nei sudrėkimo zona, taip pluoštas

greičiau išdžiūsta bei esant prie kūno, nesukelia nepatogumo jausmo. Coolplus[®] turi nuo 11 proc. iki 47 proc. lyginant su medvilne, didesnę drėgmės išskaidymo galimybę.



3 pav. Coolplus[®] pluoštas [13].

Profilinio poliesterio CoolPlus[®] savybės:

- Pluoštas yra švelnus ir minkštas.
- Šilčiau nei su įprastais drabužiais suprakaitavimo metu.
- Pagamintas iš 100% poliesterio, iš jų 80% naudojama perdirbto poliesterio.
- Po daugybės skalbimo ciklų išlaiko savo savybes.
- Galima skalbti ir džiovinti skalbimo mašinoje, netgi po daugelio ciklų pluoštas nesusitraukia bei nesiglamžo.
- Gijos turi keturis kanalus [14].

Poliesterio ir anglies mišinys

Poliesterį maišant su anglies pluoštu gaunamos tokios gaminio savybės: atsparumas kvapams, ultravioletiniams spinduliams bei didesnis laidumas orui. Gamintojai teigia jog šis mišinys geriau sugeria drėgmę ir išsklaido ją, už poliesterio pluoštą [3].

1.4. Komfortą įtakančių savybių apžvalga

Drėgmės transportavimo savybės turi didelę įtaką termofiziologiniui komfortui, kurį patiria žmogaus kūnas dėvint tekstilinius gaminius. Drabužiai turi transportuoti į aplinką abiejų rūšių prakaitą, kurį išskiria kūnas t.y. garus ir prakaito lašus, taip sukurdami subalansuotą temperatūrą odai. Komfortabili medžiaga turėtų pernešti drėgmę bei ją išsklaidyti, net tada kai aktyviai sportuojant kūnas stipriai prakaituoja ir nustojus prakaituoti greitai drėgmę išgarinti nuo aprangos paviršiaus, taip apsaugant odą nuo nemalonaus drėgmės

pojūčio. Prahsarn [15], Yoon ir Buckley [16] įrodė jog medžiagos, kurios pasižymi greitu drėgmės transportavimu yra komfortablesnės žmogaus kūnui [17].

Drabužių komforto savybes lemia mechaninės, laidumo orui ir drėgmės pernešimo savybės. Apranga turi ne tik apsaugoti kūną, bet taip pat padėti reguliuoti šilumos kiekį atiduodamą į aplinką, taip sukurdamą balansą bei tinkamą mikroklimatą odai [18].

Tekstilės medžiagos yra klasifikuojamos pagal savo termoreguliacines savybes į tris lygius A, B ir C. Priklausomai nuo klimato sąlygų bei žmogaus aktyvumo šie lygiai aiškinami taip: A – labai gerai, B – gerai, C – vidutiniškai [19]. Lentelės 1, 2, 3 skirtos šiltame klimate naudojamoms medžiagoms, o 4, 5, 6, 7 lentelės šaltam klimatui.

Intensyvaus aktyvumo atveju esant žemoms temperatūroms (pvz., slidinėjimas kalnuose ir kt.) sąlygoms, dėvimo drabužio tinkamas pasirinkimas yra labai svarbus. Per maža drabužio izoliacija įtakoja kūno vėsinimą, per didelė izoliacija skatina kūno prakaitavimą, kuris dėl žemos aplinkos temperatūros, kaupsis po drabužiais. Tuo pačiu kontaktuojantys su oda drabužiai turi turėti geras drėgmės transportavimo savybes, o viršutiniame sluoksnyje dėvima apranga – turi nepraleisti vėjo ir lietaus, vidurinis drabužių sluoksnis turi suteikti šiluminę izoliaciją priklausomai nuo aktyvumo ir aplinkos temperatūros.

1 lentelė. Su oda kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šiltame klimate [19].

Ypatybė	Vienetai	A	B	C
Šiluminė varža ISO 5085-1 arba EN ISO 11092	m ² K/W	$R_{ct} \leq 0,015$	$0,015 < R_{ct} \leq 0,03$	$0,03 < R_{ct} \leq 0,04$
Vandens garų pernešimas				
Megzta medžiaga. Garinė varža EN ISO 11092	Indeksas 0 – 1	$i_{mt} \geq 0,35$	$0,35 > i_{mt} \geq 0,25$	$0,25 > i_{mt} \geq 0,15$
Austas audinys. Garinė varža EN ISO 11092	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 3$	$3 < R_{et} \leq 4$	$4 < R_{et} \leq 5$
Laidumas orui EN ISO 9237	mm/s	-	-	-
Atsparumas ir pralaidumas vandeniui				
Atsparumas vandens prasiskverbimui EN 20811	cm H ₂ O	-	-	-
Vandens atstūmimas, atsparumas paviršiaus vilgymui EN 29865; EN 4920	balas 1 – 5 vilgymo klasė	-	-	-
Laidumas prakaito lašams				
Drėgmės pernešimas AATCC TM 195	Indeksas	$OMMC \geq 4$	$4 > OMMC \geq 3$	$OMMC < 3$
Pralaidumas prakaito lašų (25 °C; 50 % r.h.)	g/m ² h	$F \geq 810$	$810 > F \geq 765$	$765 > F \geq 695$

2 lentelė. Su oda ne kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šiltame klimate [19].

Ypatybė	Vienetai	A	B	C
Šiluminė varža ISO 5085-1 arba EN ISO 11092	m ² K/W	$R_{ct} \leq 0,02$	$0,02 < R_{ct} \leq 0,035$	$0,035 \leq R_{ct} \leq 0,045$
Vandens garų pernešimas				
Megzta medžiaga. Garinė varža EN ISO 11092	Indeksas 0 – 1	$i_{mt} \geq 0,35$	$0,35 > i_{mt} \geq 0,25$	$0,25 > i_{mt} \geq 0,15$
Austas audinys. Garinė varža EN ISO 11092	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 4$	$4 < R_{et} \leq 5$	$5 < R_{et} \leq 6$
Laidumas orui EN ISO 9237	mm/s	$100 < AP$	$5 < AP \leq 100$	$AP \leq 5$
Atsparumas ir pralaidumas vandeniui				
Atsparumas vandens prasiskverbimui EN 20811	cm H ₂ O	-	-	-
Vandens atstūmimas, atsparumas paviršiaus vilgymui EN 29865; EN 4920	balas 1 – 5 vilgymo klasė	-	-	-
Laidumas prakaito lašams				
Drėgmės pernešimas AATCC TM 195	Indeksas	$OMMC \geq 3$	$3 \geq OMMC > 2$	$OMMC \leq 2$
Pralaidumas prakaito lašų (25 °C; 50 % r.h.)	g/m ² h	-	-	-

3 lentelė. Viršutinio sluoksnio termoreguliacinio lygių vertės šiltame klimate [19].

Ypatybė	Vienetai	A	B	C
Šiluminė varža ISO 5085-1 arba EN ISO 11092	m ² K/W	$R_{ct} \leq 0,02$	$0,02 < R_{ct} \leq 0,035$	$0,035 \leq R_{ct} \leq 0,045$
Vandens garų pernešimas				
Megzta medžiaga. Garinė varža EN ISO 11092	Indeksas 0 – 1	$i_{mt} \geq 0,35$	$0,35 > i_{mt} \geq 0,25$	$0,25 > i_{mt} \geq 0,15$
Austas audinys. Garinė varža EN ISO 11092	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 4$	$4 < R_{et} \leq 5$	$5 < R_{et} \leq 6$
Laidumas orui EN ISO 9237	mm/s	$AP \leq 5$	$5 < AP \leq 100$	$100 < AP$
Atsparumas ir pralaidumas vandeniui				
Atsparumas vandens prasiskverbimui EN 20811	cm H ₂ O	$WR \geq 400$	$400 > WR \geq 130$	$WR > 130$
Vandens atstūmimas, atsparumas paviršiaus vilgymui EN 29865; EN 4920	balas 1 – 5 vilgymo klasė	5 5	4 4	3 3
Laidumas prakaito lašams				
Drėgmės pernešimas AATCC TM 195	Indeksas	-	-	-
Pralaidumas prakaito lašų (25 °C; 50 % r.h.)	g/m ² h	-	-	-

4 lentelė. Su oda kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šaltame klimate [19].

Ypatybė	Vienetai	A	B	C
Šiluminė varža ISO 5085-1 arba EN 11092	m ² K/W	$R_{ct} \geq 0,08$	$0,08 > R_{ct} \geq 0,05$	$R_{ct} < 0,05$
Vandens garų pernešimas				
Megzta medžiaga arba stora nuo šalčio apsauganti medžiaga. Garinė varža EN ISO 11092	Indeksas 0 – 1	$i_{mt} \geq 0,45$	$0,45 > i_{mt} \geq 0,35$	$0,35 > i_{mt} \geq 0,25$
Austas audinys. Garinė varža EN ISO 11092	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 4$	$4 < R_{et} \leq 5$	$5 < R_{et} \leq 6$
Laidumas orui EN ISO 9237	mm/s	-	-	-
Atsparumas ir pralaidumas vandeniui				
Atsparumas vandens prasiskverbimui EN 20811	cm H ₂ O	-	-	-
Vandens atstūmimas, atsparumas paviršiaus vilgymui EN 29865; EN 4920	balas 1 – 5 vilgymo klasė	-	-	-
Laidumas prakaito lašams				
Drėgmės pernešimas AATCC TM 195	Indeksas	$OMMC \geq 4$	$4 > OMMC \geq 3$	$OMMC < 3$
Pralaidumas prakaito lašų (25 °C; 50 % r.h.)	g/m ² h	$F \geq 810$	$810 > F \geq 765$	$765 > F \geq 695$

5 lentelė. Su oda ne kontaktuojančių medžiagų termoreguliacinių lygių vertės šaltame klimate [19].

Ypatybė	Vienetai	A	B	C
Šiluminė varža ISO 5085-1 arba EN 11092	m ² K/W	$R_{ct} \geq 0,09$	$0,09 > R_{ct} \geq 0,06$	$0,06 > R_{ct} \geq 0,04$
Vandens garų pernešimas				
Megzta medžiaga arba stora nuo šalčio apsauganti medžiaga. Garinė varža EN ISO 11092	Indeksas 0 – 1	$i_{mt} \geq 0,55$	$0,55 > i_{mt} \geq 0,45$	$0,45 > i_{mt} \geq 0,35$
Austas audinys. Garinė varža EN ISO 11092	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 5$	$5 < R_{et} \leq 6$	$6 < R_{et} \leq 7$
Laidumas orui EN ISO 9237	mm/s	$100 < AP$	$5 < AP \leq 100$	$AP \leq 5$
Atsparumas ir pralaidumas vandeniui				
Atsparumas vandens prasiskverbimui EN 20811	cm H ₂ O	-	-	-
Vandens atstūmimas, atsparumas paviršiaus vilgymui EN 29865; EN 4920	balas 1 – 5 vilgymo klasė	-	-	-
Laidumas prakaito lašams				
Drėgmės pernešimas AATCC TM 195	Indeksas	$OMMC \geq 3$	$3 > OMMC > 2$	$OMMC \leq 2$
Pralaidumas prakaito lašų (25 °C; 50 % r.h.)	g/m ² h	-	-	-

6 lentelė. Viršutinio sluoksnio termoreguliacinio lygių vertės šaltame klimate [19].

Ypatybė	Vienetai	A	B	C
Šiluminė varža ISO 5085-1 arba EN 11092	m ² K/W	$R_{ct} \geq 0,09$	$0,09 > R_{ct} \geq 0,06$	$0,06 > R_{ct} \geq 0,04$
Vandens garų pernešimas				
Megzta medžiaga arba stora nuo šalčio apsauganti medžiaga. Garinė varža EN ISO 11092	Indeksas 0 – 1	$i_{mt} \geq 0,55$	$0,55 > i_{mt} \geq 0,45$	$0,45 > i_{mt} \geq 0,35$
Austas audinys. Garinė varža EN ISO 11092	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 5$	$5 < R_{et} \leq 6$	$6 < R_{et} \leq 7$
Laidumas orui EN ISO 9237	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 8$	$8 < R_{et} \leq 15$	$15 < R_{et} \leq 22$
Atsparumas ir pralaidumas vandeniui				
Atsparumas vandens prasiskverbimui EN 20811	mm/s	$AP \leq 5$	$5 < AP \leq 100$	$100 < AP$
Vandens atstūmimas, atsparumas paviršiaus vilgymui EN 29865; EN 4920	cm H ₂ O	$WR \geq 400$	$400 > WR \geq 130$	$WR > 130$
Laidumas prakaito lašams				
Drėgmės pernešimas AATCC TM 195	balas 1 – 5 vilgymo klasė	5 5	4 4	3 3
Pralaidumas prakaito lašų (25 °C; 50 % r.h.)	Indeksas	-	-	-

7 lentelė. Viršutinio sluoksnio termoreguliacinio lygių vertės šaltame klimate [19].

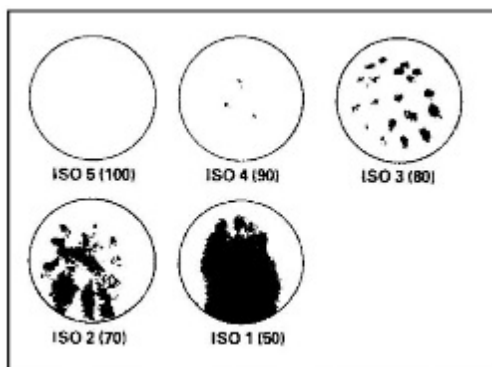
Ypatybė	Vienetai	A	B	C
Šiluminė varža ISO 5085-1 arba EN 11092	m ² K/W	$R_{ct} \geq 0,18$	$0,18 > R_{ct} \geq 0,12$	$0,12 > R_{ct} \geq 0,06$
Vandens garų pernešimas				
Megzta medžiaga arba stora nuo šalčio apsauganti medžiaga. Garinė varža EN ISO 11092	Indeksas 0 - 1	$i_{mt} \geq 0,55$	$0,55 > i_{mt} \geq 0,45$	$0,45 > i_{mt} \geq 0,35$
Austas audinys. Garinė varža EN ISO 11092	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 13$	$13 < R_{et} \leq 20$	$20 < R_{et} \leq 40$
Laidumas orui EN ISO 9237	m ² Pa/W	$R_{et} \leq 22$	$22 < R_{et} \leq 35$	$35 < R_{et} \leq 55$
Atsparumas ir pralaidumas vandeniui				
Atsparumas vandens prasiskverbimui EN 20811	mm/s	$AP \leq 5$	$5 < AP \leq 100$	$100 < AP$
Vandens atstūmimas, atsparumas paviršiaus vilgymui EN 29865; EN 4920	cm H ₂ O	$WR \geq 400$	$400 > WR \geq 130$	$WR > 130$
Laidumas prakaito lašams				
Drėgmės pernešimas AATCC TM 195	balas 1 – 5 vilgymo klasė	5 5	4 4	3 3
Pralaidumas prakaito lašų (25 °C; 50 % r.h.)	Indeksas	-	-	-

Aktyviam laisvalaikui skirtiems gaminiams nurodoma klasifikacija lentelėse 1 ÷ 7, remiantis jų termoreguliacinėmis savybėmis galima medžiagas suskirstyti į panaudojimo

grupės. Pavyzdžiui aktyviai sportuojant sporto salėje šiltame klimato, naudojama apranga kuri priglunda prie kūno ir yra labai plona. Medžiaga turėtų būti mažos terminės izoliacijos (A lygis), bet pasižymėti geromis vandens garų pernešimo savybėmis (A lygis) taip pat pralaidumu prakaito (A lygis). Keliamiems reikalavimams išpildyti reikėtų remtis 1 lentelėje pateiktais A lygio parodymais [19]. Kitas pavyzdys priešingas prieš tai nurodytam - slidinėjimas kalnuose. Tai taip pat aktyvus sportas, kurio metu oda stipriai prakaituoja, tik pasikeičia sąlygos, šiltą orą bei sausą aplinką pakeičia minusinė temperatūra ir sniegas (drėgmė). Šiose sąlygose apranga, kuri arčiausiai priglunda prie kūno, turėtų būti aukštos terminės izoliacijos (C lygis), labai gero pralaidumo prakaito lašų (A lygis) bei vandens garų pernešimo rezultatai turėtų atitikti A lygio keliamus reikalavimus. Atsižvelgti reikėtų į 4 lentelėje pateiktus duomenis [19].

1.4.1. Mezginių atsparumas paviršiaus sušlapimui

Medžiagos, kurios nėra padengtos arba kurioms neatlikta drėgmės atstūmimo apdaila, sušlapimui nustatyti naudojamas apipurškimo įtaisas. Šiuo įtaisu nustatomas medžiagos paviršiaus atsparumas paviršiaus sušlapimui, bet neįvertinamas skysčių prasiskverbimas pro medžiagą.



ISO 5 – viršutinis paviršius visiškai nesušlapęs ir nėra prikibusių lašelių.

ISO 4 – viršutinis paviršius nežymiai sušlapęs ar atsitiktinai prikibę lašeliai.

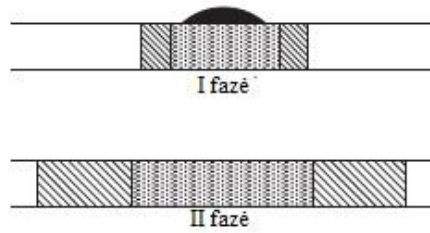
ISO 3 – viršutinis paviršius sušlapęs apipurškimo taškuose.

ISO 2 – visas viršutinis paviršius iš dalies sušlapęs.

ISO 1 – visas viršutinis paviršius visiškai sušlapęs.

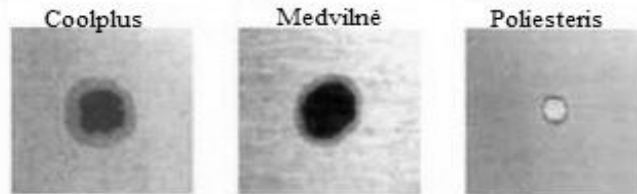
4 pav. Medžiagos šlapumo standartai [20].

Užlašinus skysčio ant medžiagos jis pasklis per akutes (kapiliarus) esančius pluošte. Gillespie pasiūlė šį įsiskverbimo procesą padalinti į dvi fazes I ir II (5 pav.), pirmoji kai skysčio vis dar likę ant paviršiaus ir antroji kai skystis pilnai įsigėręs į medžiagą [21].

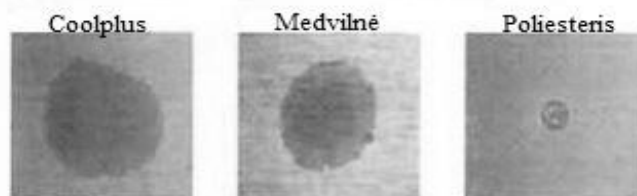


5 pav. Skysčio įsiskverbimas į medžiagą, Gillespie modelis [21].

Pluošto nuotrauka praėjus 2 sekundėms po vandens užlašinimo



Pluošto nuotrauka praėjus 30 sekundžių po vandens užlašinimo



6 pav. Šlampo bandymo palyginimas [13].

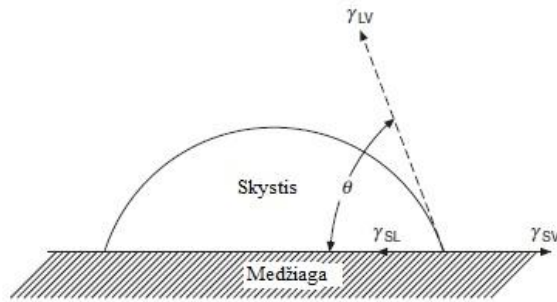
Šlampo bandyme pavaizduotame 6 paveikslėlyje galime aiškiai matyti Gillespie modelio I ir II fazes. Vandens lašas po 30 sekundžių įsiskverbė į medžiagą pasiskirstydamas po pluošto kapiliarus. Išanalizavus spalvos pasikeitimą bei ploto užėmimą, galima teigti jog coolplus greičiausiai išskleidė vandenį savo kapiliarais. Priešingai elgėsi poliesterinio pluošto bandinys, kuris vandens sugėrė labai nedaug. Nes spalva pakito nežymiai, o plotas nepakito.

1.4.2. Mezginių šlampus

Skysčių sugėrimą galime įvertinti:

1. Skysčių kiekiu, kurį tekstilinė medžiaga sugeria per žinomą laiką.
2. Skysčių masės, kurią medžiaga absorbavo, santykiu su sausos medžiagos mase.

Nagrindami drėgmės sugėrimą, atsižvelgiame į jo greitį ir laiką, per kurį medžiaga visiškai prisigeria skysčio. Sugėrimo greitis rodo, per kiek laiko vandens lašas bus visiškai absorbuotas medžiagos. Šlampo bandymas labai svarbus medžiagoms iš hidrofiliųjų pluoštų. Šlampus nusakomas laiku, per kurį vandens lašas įsiskverbia į medžiagą. Jei tai užtrunka ilgiau kaip 200 sekundžių, medžiagos yra nešlampus [20].



7 pav. Gerai šlampačios medžiagos kampas [14].

Šlampus gali būti nustatomas ir išmatuojant kampą θ , kurį sudaro skysčio lašo, užlašinto ant medžiagos pagrindo, paviršiaus liestinė su pagrindu. Jei kampas θ didelis ($90 < \theta < 180$), tai tokia medžiaga yra hidrofobiška, kuomet kampas bus didesnis tuo medžiaga bus atsparesnė. Jeigu kampas mažas ($0 < \theta < 90$) – hidrofiliška, medžiaga sugers skystį intensyviai [21].

1.4.3. Mezginių laidumas skysčiams

Tekstilės medžiagų laidumas – tai geba praleisti dujas, garus, skysčius, dulkes ir t.t. Medžiagų laidumas skysčiams nustatomas skysčių kiekiu, praeinančiu pro medžiagos ploto vienetą per laiko vienetą, esant pastoviam skysčio slėgiui [20].

Tekstilės medžiagų laidumas skysčiams apibūdinamas lygiai taip pat, kaip ir laidumas orui. Kartais apie medžiagų nelaidumą skysčiams sprendžiama ne iš slėgio, o iš laikotarpio, per kurį kitoje bandinio pusėje pasirodo trečias vandens lašas, esant pastoviam slėgiui [20].

Medžiagos drėgmės transportavimo savybės įvairiomis kryptimis įtakoja žmogaus drėgmės pajutimo suvokimą. Tam, kad pagerinti šių dienų drabužių komfortą, ypatingai sportinių drabužių, yra svarbu žinoti skysčio drėgmės transportavimo savybes. Nors kai kurie tyrimų metodai yra sukurti sugėrimo, sudrėkimo ir skysčio sulaikymo įvertinimui, egzistuojantys standartai nesugeba pamatuoti skysčio dinaminį perdavimo elgesį medžiagose. Naudojantis AATCC 195-2012 tyrimo metodu yra išmatuojamos, įvertinamos ir suklasifikuojamos tekstilės medžiagų skysčio drėgmės transportavimo savybės. Tyrimo metodas pateikia objektyvius megztinių medžiagų, audinių, neaustinių tekstilės medžiagų skysčio drėgmės transportavimo savybių matavimus. Gauti rezultatai remiasi medžiagos struktūra - vandens atsparumo, vandens atstūmimo ir vandens absorbcijos savybėmis, įskaitant medžiagos geometriją ir vidinę struktūrą ir pluoštų ir siūlų sušlapimo savybes [22].

1.4.4. Megztinių medžiagų porėtumas

Medžiagos akytumas yra tiesiogiai susijęs su mezginio geba laidumui orui, skysčiams, nusidažymo savybėms ir kitą. Išskiriami trys pagrindiniai veiksniai, kurie laikomi susijusiais su tekstilinių medžiagų porėtumu:

- kiekvienos poros skerspjūvio plotas;
- porų gylis arba audinio storis;
- porų skaičius tam tikrame ploto vienetė;
- skaičius kilpų eilučių arba stulpelių, tenkančių tam tikram ploto vienetui [23].

Mezginio tankumas įtakoja porėtumą, juo galime nusakyti kaip stipriai kilpos suspaustos viena prie kitos, šio pasekoje sužinome skysčių pralaidumą per tiriamą medžiagą.

Poros susidariusios megztinėje medžiagoje yra atsakingos už skysčio pralaidumą (prabėgimą) per medžiagą. Porų dydis ir jų susijungimas tarpusavio įtakoja kaip greitai ir intensyviai skystis bus transportuotas per medžiagą [24].

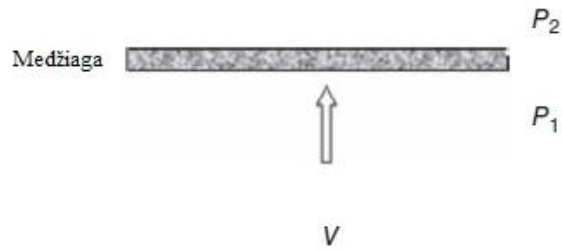
1.4.5. Megztinių medžiagų laidumas orui

Apranga turi padėti taip sureguliuoti žmogaus kūno šiluminį pojūtį keičiantis jo fiziniam krūviui, kad organizmo šilumos ir drėgmės valdymas būtų subalansuotas. Laidumas orui dažnai naudojamas norint įvertinti ir palyginti įvairių tekstilės gaminių suteikiamą galimybę odai kvėpuoti [23].

Laidumas orui – greitis oro srauto, kuris nustatytomis bandinio ploto, slėgių skirtumo ir laiko sąlygomis prasiskverbia per medžiagą statmenai paviršiaus plotui [25].

Dažniausiai tyrimams atlikti naudojami įrengimai:

- Spaustuvai, norint užtikrinti bandinio stabilumą plokščioje pozicijoje, be įtempimų.
- Apsaugantis žiedas, naudojamas jog oras sklįstų tik per reikiamą bandinio vietą, nepaliekant oro tarpų kraštuose.
- Oro srauto matuoklis arba „manometras“, reikalingas išmatuoti oro slėgio perėjimą iš vienos bandinio pusės į kitą.
- Oro pompa, jog būtų pasiekiamas tolygus oro srautas per suspaustą bandinį.
- Priemonės reguliuoti oro srautą, norint pasiekti ir išlaikyti pasirinktą oro kiekį į bandinį.
- Oro tekės matuoklis, norint sužinoti tikrąjį kiekį oro srovės kuris pateko iš vienos bandinio pusės į kitą [4].



8 pav. Oro laidumo matavimo principinė schema, V – oro srauto greitis, P_1 – oro srautas, kuris pasiekia bandinį, P_2 – oro srautas, kuris praleidžiamas pro bandinį [4].

Oro laidumui įtakos turi gaminio raštas (pynimas), įvairios atliktos apdailos. Karštas kalandravimas išlygina audinį bet taip pat ir sumažina oro srauto kanalus. Taip pat medžiagos, kurių raštas skiriasi dešininėje bei kairinėje pusėje, gali skirtingai praleisti orą priklausomai nuo to iš kurios pusės bus testuojamas oro laidumas [4].

Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Svarbiausias drabužio vaidmuo yra apsauginis sluoksnis, kuris saugo kūną esant nepalankioms aplinkos sąlygoms. Tad apranga atlieka šias funkcijas: tinkamos šiluminės aplinkos kūnui sukūrimas; kūno apsauga nuo sužalojimų: nutrynimo, radiacijos, vėjo, elektros, cheminės ir mikrobiologinės medžiagos.

Dėvima apranga labai svarbi komforto būsenos palaikyme. Ji stabdo kūno šilumos netekimą ir tuo pačiu metu sugeba išgarinti skysčių perteklių nuo odos. Aktyviam laisvalaikiui skirtiems gaminiams bei jų savybėms vis keliami nauji reikalavimai plataus profilio srityse kaip: priglundimas, terminė izoliacija, atsparumas skysčiams, antistatiškumas, tamprumas, fizinis komfortas ir kita. Dažniausiai sutinkami pluoštai laisvalaikiui skirtiems drabužiams yra šie: medvilnė, poliesteris, profilinis poliesteris, anglies pluoštas, bambukas ir kt.

Pastaruoju metu poliesterio pluoštas populiariausias ir plačiausiai naudojamas pluoštas pasaulyje. Dažniausiai dėl savo tokių savybių kaip didelis stiprumas, stabilumas, lengva priežiūra, neglamžumas, tačiau 100% poliesterio drabužiai nėra patogūs dėvėti dėl savo hidrofobiškumo. Šita savybę bandoma panaikinti keičiant gijos formą, tyrimai kuriuos atliko Wada ir Matsudaira [5] įrodė jog šilumos sulaikymas poliesterio pluošto padidėjo kai gija pagaminama su grioveliais arba kanalais.

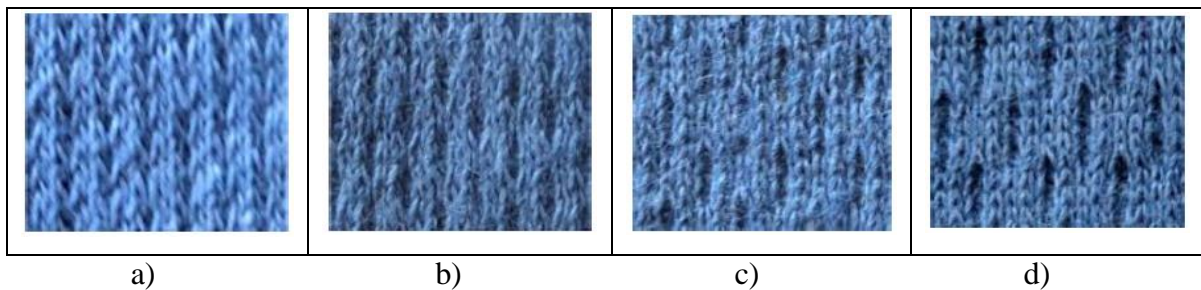
Pluošto kilmė taip pat ir megztos medžiagos sandara, įtakoja odos mikro klimatą. Dažnai yra aptariamas ryšys tarp šilumos izoliacijos ir gaminio struktūros, taip pat technologinių

2. METODOLOGINĖ DALIS

2.1. Tyrimo objektas

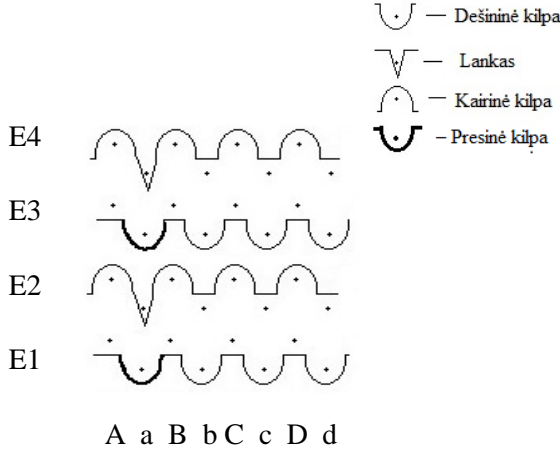
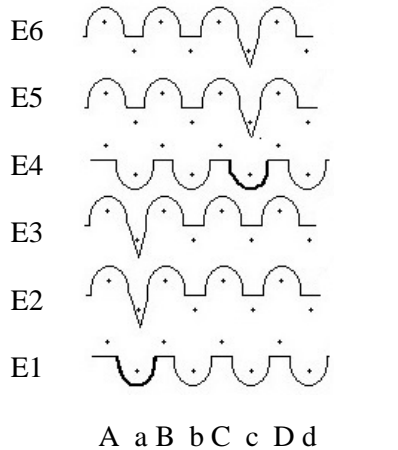
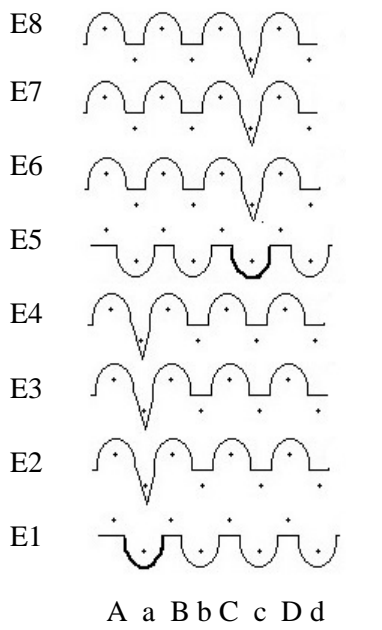
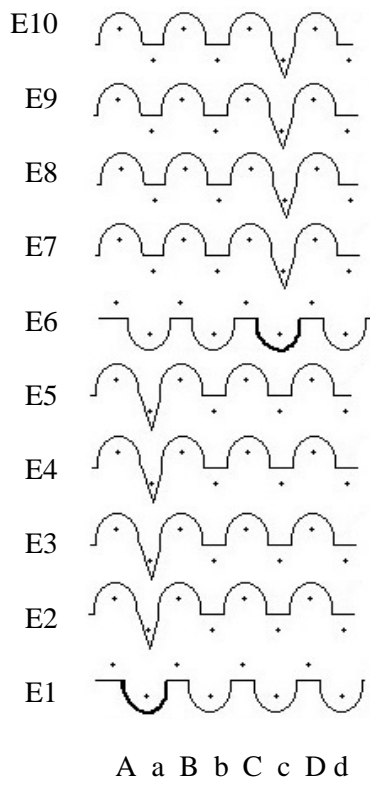
Tyrimo objektas – trijų skirtingų žaliavų mezginiai, kurie buvo mezgami apskritojo skersmens mezgimo mašina MULTICARAT (22 E), presiniais pynimais. Presiniu pynimu vadinamas toks pynimas, kurio sandaroje be kilpų dar yra ir lankai. Pailgintos kilpos (gautos nenumetant senųjų pynimo elementų ant naujai pakloto siūlo), virš kurių išsidėstę lankai, vadinamos presinėmis kilpomis [27].

Tyrimams pasirinkta dvylika objektų, kurių detalus apibūdinimas pateikiamas 8 lentelėje, o medžiagų siūlo klojimo schemos 10 ÷ 13 paveiksluose.



9 pav. Nuotraukos bandinių numegztų presiniu pynimu: a) presinė kilpa sudaryta iš vieno lanko; b) presinė kilpa sudaryta iš dviejų lankų; c) presinė kilpa sudaryta iš trijų lankų; d) presinė kilpa sudaryta iš keturių lankų.

Iš presinių pynimų siūlo klojimo schemų (10÷13 Pav.) ir nuotraukų (9 pav.) matyti, kad tiriamų medžiagų dešininėje pusėje yra suformuoti įvairaus dydžio „koriukai“ (šachmatine tvarka išdėstytos įvairaus dydžio poros). Presinės kilpos dydis priklauso nuo nuosekliai išsidėsčiusių lankų. Pynimo kairinėje pusėje matomas raštas panašus į lygųjų skersinį.

 <p>10 pav. Presinis pynimas (kitaip 1 pynimas) naudojamas C1; P1; M1 bandiniams megzti.</p>	 <p>11 pav. Presinis pynimas (kitaip 2 pynimas) naudojamas C2; P2; M2 bandiniams megzti.</p>
 <p>12 pav. Presinis pynimas (kitaip 3 pynimas) naudojamas C3; P3; M3 bandiniams megzti.</p>	 <p>13 pav. Presinis pynimas (kitaip 4 pynimas) naudojamas C4; P4; M4 bandiniams megzti.</p>

Tyrimui pasirinktas profilinis poliesterinis Coolplus[®] pluoštas dėl savo mechaninių savybių greitai išsklaidyti drėgmę kapiliarais. Coolplus[®] turi nuo 11 proc. iki 47 proc. didesnę drėgmės išskaidymo galimybę lyginant su medvilne.

Poliesterio ir anglies pluoštas pasirinktas laisvalaikio skirtiems gaminiams dėl šių pluošto savybių: neglamžumas, atsparumas kvapams, ultravioletiniams spinduliams bei du kartus didesnis laidumas orui lyginant su medvilnės pluoštu.

Medvilnės ir poliesterinio pluoštas - tyrimams pasirinktas, kadangi medvilnė labai hidrofiliškas pluoštas, kuris dažnai sutinkamas laisvalaikio aprangoje. Su medvilnės pluoštu maišomas poliesteris norint pagerinti drėgmės pernešimo ir išgarinimo savybes.

8 lentelė. Tirtų megztinių medžiagų duomenys.

Žymėjimas	Pluoštinė sudėtis. Ilginis tankis = 20 tex.	Paviršinis tankis, g/m ²	δ _a , %*	Tankumo koeficientas cm ⁻¹		Kilpos ilgis, mm	δ _a , %*	Svoris, g	δ _a , %*	Storis, cm	δ _a , %*	Dengiamumo koeficientas (TF), tex ^{1/2} /cm	δ _a , %*	Siūlo skersmuo d, μm
				P _v	P _h									
C1	Coolplus® (100%)	258,80	±9	14	13	3,32	±10	0,68	±3	0,098	±2	13,48	±9	286,5
C2	Coolplus® (100%)	275,73	±9	14	13	3,53	±10	0,65	±4	0,095	±1	12,65	±9	286,5
C3	Coolplus® (100%)	299,87	±9	14	13	3,84	±10	0,75	±7	0,095	±2	11,63	±9	286,5
C4	Coolplus® (100%)	322,50	±9	14	13	4,13	±10	0,71	±4	0,091	±5	10,81	±9	286,5
P1	PES (98%) ir Anglis (2%)	216,60	±11	14	13	2,97	±12	0,61	±3	0,085	±3	15,03	±12	200,5
P2	PES (98%) ir Anglis (2%)	239,20	±11	14	13	3,28	±12	0,66	±5	0,088	±5	13,61	±12	200,5
P3	PES (98%) ir Anglis (2%)	262,20	±11	14	13	3,60	±12	0,61	±2	0,087	±5	12,41	±12	200,5
P4	PES (98%) ir Anglis (2%)	285,63	±11	14	13	3,92	±12	0,64	±5	0,087	±2	11,39	±12	200,5
M1	Medvilnė (67%) ir PES (33%)	250,46	±9	14	13	3,44	±10	0,66	±5	0,078	±3	12,99	±10	225,8
M2	Medvilnė (67%) ir PES (33%)	269,71	±9	14	13	3,70	±10	0,65	±5	0,080	±3	12,07	±10	225,8
M3	Medvilnė (67%) ir PES (33%)	291,22	±9	14	13	4,00	±10	0,65	±4	0,080	±2	11,18	±10	225,8
M4	Medvilnė (67%) ir PES (33%)	313,66	±9	14	13	4,31	±10	0,66	±3	0,081	±2	10,379	±10	225,8

δ_a* - santykinė atsitiktinė paklaida, %.

2.2. Tyrimo metodika

Prieš pradedant bandymus, bandiniai laisvai padėti ant lygaus, horizontalaus paviršiaus, laisvai prieinant orui mažiausiai 24 valandas. Kondicionuojami standartiniame klimato, t.y. $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ temperatūra ir $(65 \pm 4)\%$ santykinis drėgnis.

2.2.1. Megztos medžiagos pynimo bei sandaros rodiklių nustatymas

Medžiagų pynimas nustatomas naudojant tekstilinę lupą, adatėlę ir žirkles. Ardant kiekvieną eilutę per lupą stebimą, kaip keičiasi pynimo elementų išsidėstymas, tai perkeliama ant popieriaus lapo sutartiniais ženklais. Iš susidariusio raporto nustatomas pynimas.

Remiantis standarto LST EN ISO 5084:2000 reikalavimais, megztos medžiagos storis išmatuojamas penkiose skirtingose bandinio vietose, iš šių rezultatų apskaičiuojamas vidurkis. Matavimai atliekami „Automatic Micrometer (Loni Schopper Leipzig)“, įrenginiu kurio tikslumas $\pm 0,01$ mm.

Mezginys ištiesiamas tarp dviejų įrenginio plokštelių ir yra prispaudžiamas pastovia jėga. Matavimo prietaiso rodyklė nurodo atstumą milimetrais, esantį tarp atsiskyrusių plokštelių.



14 pav. Stormatis „Automatic Micrometer“ [28].

Bandinių (kurių plotas $S = 25\text{ cm}^2$) svoris nustatomas iš megztos medžiagos iškerpant penkis bandinius, kurie po to sveriami. Bandiniams sverti naudotos elektroninės svarstyklės „Kern & Sohn“ GmbH, kurių tikslumas $\pm 0,0001$ g. Iš gautų rezultatų išvestas vidurkis, kuris ir naudojamas skaičiavimuose.

Siūlo skersmuo d , buvo matuotas naudojant mikroskopą „Olympus CH30“ (padidinimas iki 10x) bei skaitmeninė kamera „Camedia C – 2000 zoom“ (padidinimas iki 250x).

Presinio pynimo mezginio paviršinis tankis M .

$$M = 10^{-2} \cdot l_R \cdot (P_h' + P_h'') P_v \cdot T; g/m^2 \quad [27].$$

Čia: l_R – vidutinis teorinis presinio pynimo kilpos ilgis, mm;

P_h' , P_h'' – horizontalusis mezginio tankumo koeficientas, cm^{-1} ;

P_v – vertikalusis mezginio tankumo koeficientas, cm^{-1} ;

T – siūlo ilginis tankis, tex.

2.2.2. Megztos medžiagos tankumo nustatymo metodika.

Horizontalusis tankumo koeficientas P_h – tai kilpų stulpelių skaičius vienetiniame mezginio plotyje, t.y. horizontalia (kilpų eilučių) kryptimi. Nustatomas viename centimetre suskaičiavus kilpų stulpelius, pagal standartą EN 149771 [27].

Vertikalusis tankumo koeficientas P_v – tai kilpų eilučių skaičius vienetiniame mezginio ilgyje, t.y. vertikalia (kilpų stulpelių) kryptimi. Nustatomas viename centimetre suskaičiavus kilpų eilutes, pagal standartą EN 149771 [27].

Dengiamumo koeficientas TF – siūlo išlankstyto į vieną kilpą, ir iš šios kilpos užimamo ploto santykis [27].

$$TF = \frac{\sqrt{T}}{l}; \frac{tex^{\frac{1}{2}}}{cm} [27].$$

Čia: T – siūlo ilginis tankis, tex;

l – kilpos ilgis, cm.

2.2.3. Megztos medžiagos porėtumas.

Poros susidariusios megztinėje medžiagoje yra atsakingos už skysčio pralaidumą (prabėgimą) per medžiagą. Porų dydis ir jų susijungimas tarpusavyje įtakoja kaip greitai ir intensyviai skystis transportuosis per medžiagą [24].

$$P = 1 - \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot P_h \cdot P_v}{4 \cdot h} [29];$$

Čia: P – porėtumas, %;

l – vidutinis teorinis presinio pynimo kilpos ilgis, cm;

P_h – horizontalusis mezginio tankumo koeficientas, cm^{-1} ;

P_v – vertikalusis mezginio tankumo koeficientas, cm^{-1} ;

d – siūlo skersmuo, cm;

h – mezginio storis, cm.

2.2.4. Mezginių laidumo orui tyrimo metodika.

Megztinių medžiagų laidumas orui tirtas remiantis LST EN ISO 9237:1997 standartu. Matuojamas oro srauto, prasiskverbiantis per nustatytą medžiagos plotą esant nustatytam slėgių skirtumui, debitui. Oro laidumas matuojamas su Karl Schroder KG D-69450 Weinheim

įrenginiu. Bandymams atlikti buvo naudojamas žiedo formos bandinio laikiklis su 5 cm² kiauryme. Visiems bandymams atlikti parenkamas vienodas slėgių skirtumas: 2 mbar.

Tyrimas atliekamas dešimtyje skirtingų (įstrižai išsidėsčiusių) medžiagos vietų, tomis pačiomis sąlygomis.

Srauto debito matuoklis parodo srauto debitą (l/min). Laidumas orui R , išreikštas mm/s, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} \cdot 167; \text{ mm/s [25];}$$

Čia: R – laidumas orui, mm/s;

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

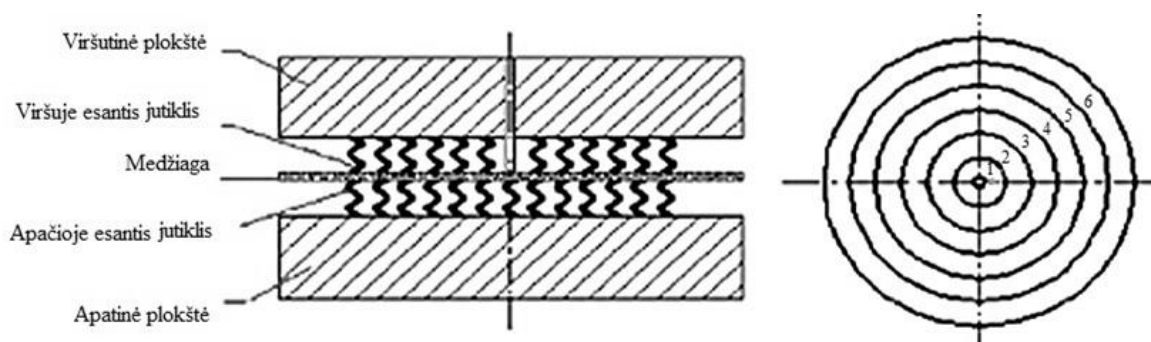
A – bandomasis plotas, cm² (5 cm²);

167 – perskaičiavimo iš 1/cm²·min į mm/s koeficientas.

2.2.5. Mezginių drėgmės transportavimo metodika.

Medžiagų laidumas vandeniui nustatomas vandens kiekiu, prainančiu pro medžiagos ploto vienetą per laiko vienetą, esant pastoviam vandens slėgiui. Laidumo vandeniui rodiklis yra vadinamas filtravimo greičiu.

Tekstilės medžiagų transportavimo savybės yra įvertinamos patalpinant tirimąją medžiagą tarp dviejų horizontalių elektrinių sensorių (matavimo prietaiso schema pateikta 15 paveiksle). Dirbtinis prakaitas (paruoštas iš distiliuoto vandens ir 9 g natrio chlorido) yra užlašinamas ant medžiagos (tos pusės, kuri dėvėjimo metu glausis prie žmogaus kūno) per pirmąsias 20 s (tyrimo trukmė 120 s). Dirbtinio prakaito lašas pasklinda ant medžiagos į tris puses, t.y. pasiskleidžia medžiagos išore, kur viršutinis sensorius fiksuoja lašo sklidimą; persigeria per medžiagą – nuo medžiagos pusės, kuri dėvint liečiasi su oda, iki medžiagos išorinės pusės; ir prasiskverbusio skysčio pasklidimą ant išorinės medžiagos pusės, kuri tyrimo metu yra bandinio apačioje [30].



a)

b)

15 pav. Prietaiso schema vandens laidumui matuoti: a) jutiklių struktūra; b) matavimo žiedai [18, 24].

Remiantis AATCC 195 – 2012 tyrimų metodika, mezginių laidumo vandeniui klasifikavimo 9 lentelėje, pateikti duomenys suskirstomi į penkias grupes pagal pateiktas rezultatų vertes. Šios grupės vertinamos taip: 1 – prastai, 2 – vidutiniškai, 3 – gerai, 4 – labai gerai, 5 – puikiai [18, 24].

9 lentelė. Mezginių laidumo vandeniui klasifikavimas [18].

Grupė		1	2	3	4	5
Sudrėkimo laikas (WT_T , WT_B)	Viršus	≥ 120 nešlampa	20 - 119 lėtai	5 - 19 vidutiniškai	2 - 5 greitai	< 3 labai greitai
	Apačia	≥ 120 nešlampa	20 - 119 lėtai	5 - 19 vidutiniškai	2 - 5 greitai	< 3 labai greitai
Absorbcijos lygis (AR_T , AR_B)	Viršus	0 - 10 labai lėtai	10 - 30 lėtai	30 - 50 vidutiniškai	50 - 100 greitai	> 100 labai greitai
	Apačia	0 - 10 labai lėtai	10 - 30 lėtai	30 - 50 vidutiniškai	50 - 100 greitai	> 100 labai greitai
Didžiausias sudrėkimo plotas (MWR_T , MWR_B)	Viršus	0 - 7 nešlampa	7 - 12 mažai	12 - 17 vidutiniškai	17 - 22 greitai	> 22 labai greitai
	Apačia	0 - 7 nešlampa	7 - 12 mažai	12 - 17 vidutiniškai	17 - 22 greitai	> 22 labai greitai
Sklidimo greitis (SS_T , SS_B)	Viršus	0 - 1 labai lėtai	1 - 2 lėtai	2 - 3 vidutiniškai	3 - 4 greitai	> 4 labai greitai
	Apačia	0 - 1 labai lėtai	1 - 2 lėtai	2 - 3 vidutiniškai	3 - 4 greitai	> 4 labai greitai
Kaupiamasis vienpusio transportavimo indeksas (AOTI)		$< - 50$ prastai	- 50 - 100 vidutiniškai	100 - 200 gerai	200 - 400 labai gerai	> 400 puikiai
Bendra drėgmės transportavimo geba (OMMC)		0 - 0,2 prastai	0,2 - 0,4 vidutiniškai	0,4 - 0,6 gerai	0,6 - 0,8 labai gerai	$> 0,8$ puikiai

Naudojantis įvertinimo laipsnių suvestine, pateikta 9 lentelėje, gauti tyrimų rezultatai yra surūšiuojami ir medžiagos paskirstomos į :

- 1) Vandeniui atsparias medžiagas;
- 2) Vandeniui atstumiančias medžiagas;
- 3) Lėtai absorbuojančias ir lėtai džiūstančias medžiagas;
- 4) Greitai absorbuojančias ir lėtai džiūstančias medžiagas;
- 5) Greitai absorbuojančias ir greitai džiūstančias medžiagas;

6) Lengvai vandenį praleidžiančias medžiagas;

7) Drėgmę transportuojančias medžiagas. [30]

Drėgmės transportavimo savybėms apibūdinti yra vartojami tokie rodikliai:

- Sudrėkimo laikas – WT_T (viršutinis tirtos medžiagos paviršius, t.y. kairinė medžiagos pusė besiliečianti su oda) ir WT_B (apatinis tirtos medžiagos paviršius, t.y. dešininė medžiagos pusė). WT_T ir WT_B yra laiko tarpas per kurį viršutinis ir apatinis medžiagos paviršiai tik pradeda atitinkamai šlapti kai pradedamas tyrimas, tai laikas išreikštas sekundėmis, kai bendras vandens kiekio poslinkis viršutiniame ir apatiniame paviršiuose tampa didesniu nei $Tan(15^\circ)$ [18, 30].
- Absorbcijos lygis – AR_T (viršutinis tirtos medžiagos paviršius, t.y. kairinė medžiagos pusė besiliečianti su oda) ir AR_B (apatinis tirtos medžiagos paviršius, t.y. dešininė medžiagos pusė). AR_T ir AR_B yra atitinkamai medžiagos viršutinio ir apatinio paviršiaus vidutinė drėgmės absorbcijos galimybė [18, 30].
- Didžiausias sudrėkimo plotas – MWR_T (viršutinis tirtos medžiagos paviršius, t.y. kairinė medžiagos pusė besiliečianti su oda) ir MWR_B (apatinis tirtos medžiagos paviršius, t.y. dešininė medžiagos pusė). MWR_T ir MWR_B yra atitinkamai apibūdinami kaip labiausiai sudrėkusių žiedų ribos ant viršutinio ir apatinio medžiagos paviršiaus, kai bendras vandens kiekio poslinkis viršutiniame ir apatiniame paviršiuose tampa didesniu nei $Tan(15^\circ)$ [18, 30].
- Drėgmės sklaidimo greitis - SS_T (viršutinis) ir SS_B (apatinis) yra apibūdinamas kaip kaupiamasis pasklidimo greitis nuo medžiagos plokštumos centro link labiausiai sausrėkusios medžiagos ribos. Tarkime, kad žiedas i ($i = 1,2,3,4,5,6$) sudrėksta laiku t_i , tuomet drėgmės pasklidimo greitis S_i nuo žiedo $i-1$ link žiedo i yra išreiškiamas kaip
$$S_i = \frac{\Delta R_i}{\Delta t_i} = \frac{R}{t_i - t_{i-1}}$$
 (čia R – žiedo spindulys), tuomet kaupiamasis drėgmės pasklidimo greitis
$$SS = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{i=1}^N \frac{R}{t_i - t_{i-1}}$$
 (čia N – maksimaliai sušlapusio žiedo numeris) [18, 30].
- Kaupiamasis vienpusis drėgmės transportavimo indeksas - AOTI yra kaupiamojo drėgmės kiekio skirtumas tarp dviejų medžiagos pusių [18, 30].
- Bendrasis drėgmės transportavimo geba – OMMC tai indeksas parodantis medžiagos bendrą galimybę gebėti pernešti drėgmę trimis kryptimis (drėgmės absorbcija apatiniame medžiagos paviršiuje, vienpusė skysčio transportavimo geba, drėgmės džiūvimo greitis apatiniame medžiagos paviršiuje). [18, 30].

2.2.6. Statistinių rodiklių nustatymo metodika.

Norint atlikti eksperimentinių rezultatų analizę, pirmiausiai nustatoma vidutinė atliktų bandymų savybės vertė, t.y. aritmetinis vidurkis \bar{x} [31].

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n};$$

Čia: \bar{x} - aritmetinis vidurkis;

x_i - i - tojo stebėjimo arba bandymo rezultatas;

n - elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

Vidutinė kvadratinė nuokrypa S įvertina elementariųjų bandymų verčių nutolimą nuo aritmetinio vidurkio [31].

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

Čia: S - vidutinė kvadratinė nuokrypa;

\bar{x} - aritmetinis vidurkis;

x_i - i - tojo stebėjimo arba bandymo rezultatas;

$n - 1$ - vadinamasis laisvės laipsnių skaičius.

Tam, kad sužinoti kaip bandymo rezultatai pasiskirstę nuo vidutinio dydžio skaičiuojamas variacijos koeficientas V [31].

$$V = \frac{S}{\bar{x}} 100\%;$$

Čia: V - variacijos koeficientas;

S - vidutinė kvadratinė nuokrypa;

\bar{x} - aritmetinis vidurkis.

Absoliutinė atsitiktinė paklaida Δ_a (%), apskaičiuojama pagal formulę [31]:

$$\Delta_a = \frac{t_a \cdot S}{\sqrt{n}} \cdot 100\%;$$

Čia: Δ_a - absoliutinė atsitiktinė paklaida, %;

S - vidutinė kvadratinė nuokrypa;

t_a - Stjudento kriterijus;

n - elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

Santykinė atsitiktinė paklaida δ_a (%), apskaičiuojama pagal formulę [31]:

$$\delta_a = \frac{\Delta_a}{\bar{x}} = \frac{t_a \cdot S}{\bar{x} \cdot \sqrt{n}} \cdot 100\%;$$

Čia: δ_a - Santykinė atsitiktinė paklaida, %;

Δ_a – absoliutinė atsitiktinė paklaida, %;

\bar{x} – aritmetinis vidurkis;

S – vidutinė kvadratinė nuokrypa;

t_a – Stjudento kriterijus;

n – elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

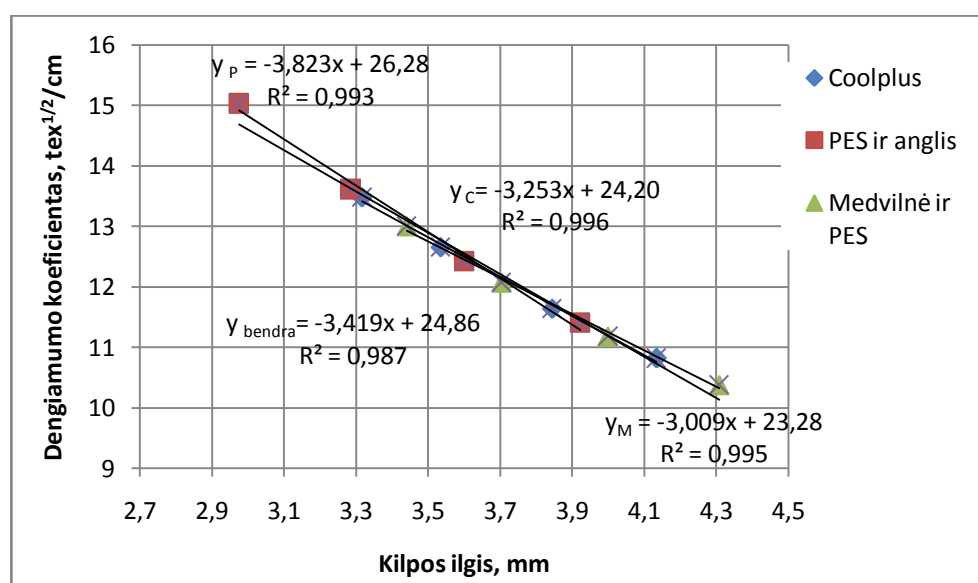
3. TYRIMŲ REZULTATAI

Šiuo metu ergonominiai ir fiziologiniai aprangos aspektai tampa vis svarbesni. Ypač tai pastebima aktyviam laisvalaikiui skirtos aprangos srityje, kadangi aktyvios fizinės veiklos metu nekomfortabilių drabužių dėvėjimas gali būti šiluminio streso priežastimi, kuris savo ruožtu gali sukelti ne tik įvairias ligas, tame tarpe širdies ir kraujagyslių sutrikimus, bet sumažinti žmogaus fizinį pajėgumą bei sąmoningumą. Išskiriamos keturios aprangos dėvėjimo komforto rūšys: termofiziologinis, jutiminis, aprangos tinkamumo ir psichologinis. Aktyviam laisvalaikiui skirtos aprangos srityje svarbiausias yra termofiziologinis komfortas, kuris gali būti apibūdinamas kaip būseną kai nėra nei per šalta, nei per karšta, o kūno išskiriama drėgmė, t.y. prakaitas, gali būti lengvai pašalinamas į aplinką [32].

Fiziologinių tekstilės medžiagų ir aprangos tyrimų dėka yra nustatyti specifiniai parametrai, t.y. komforto medžiagos savybės, leidžiančios objektyviai įvertinti termofiziologinį dėvėjimo komfortą. Komforto savybės – tekstilės medžiagos savybės įtakojančios kūno termoreguliaciją taip, kad vidinė kūno temperatūra būtų palaikoma stabilioje ir komfortabilioje būsenoje [32]. Pagrindinės termoreguliacinės savybės, apsprendžiančios medžiagos termofiziologinį komfortą, yra: šiluminis atsparumas, vandens garų pralaidumas (kvėpavimas), laidumas orui, drėgmės transportavimas.

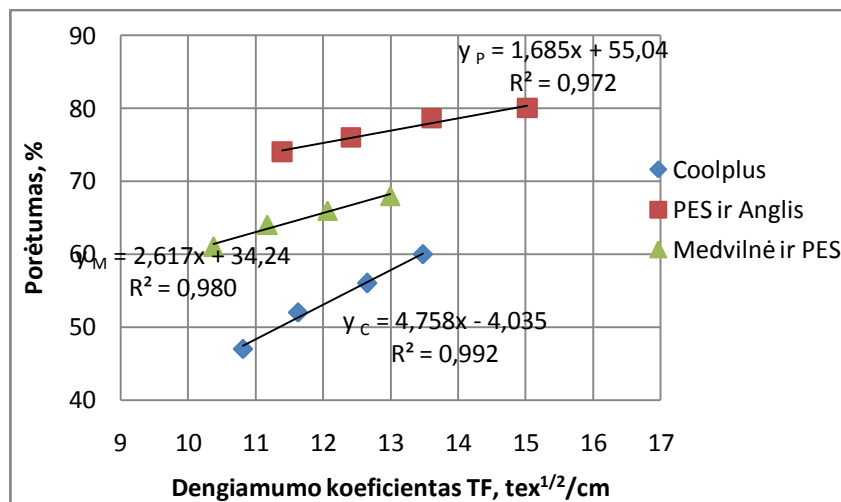
3.1. Aktyviam laisvalaikiui skirtų megztinių medžiagų sandaros tyrimai

Pagal 2.5. skyriuje pateiktą metodiką nustatomi ir apskaičiuojami tiriamų bandinių parametrai, kurie pateikiami lentelėse. Jų priklausomybės vienu nuo kitų pateikiami grafikuose.



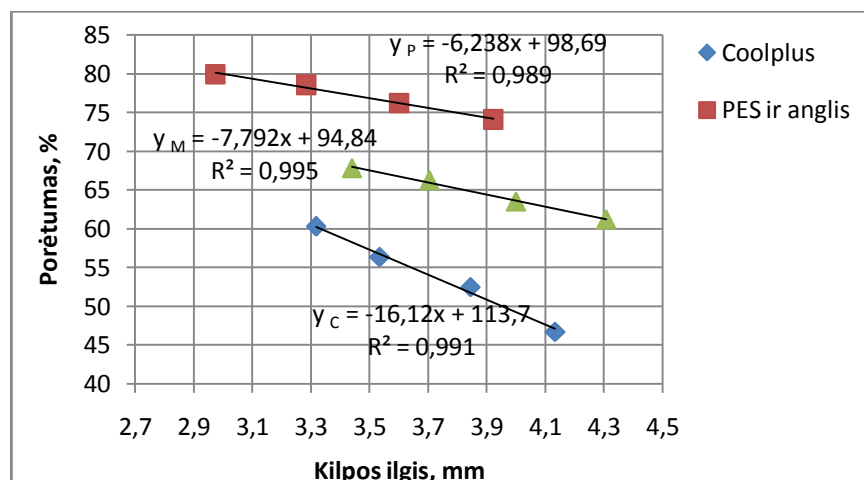
16 pav. Dengiamumo koeficiento priklausomybė nuo kilpos ilgio.

Iš 16 paveikslo galima matyti jog egzistuoja tiesinė priklausomybė tarp dengiamumo koeficiento ir kilpos ilgio (didėjant kilpos ilgiu, nuosekliai mažėja dengiamumo koeficientas). Tiesinių lygčių aukšti apibrėžties koeficientai $R^2 = 0,993 \div 0,996$. Tokius rezultatus taip pat gavo ir Kane, Patil, Sudhakar [33] bei Wardiningsih, Troynikov [24]. Kane ir kt. [33] priėjo išvados, kad medžiagos tankumas yra priklausomas nuo ilginio tankio, pynimo bei kaip arti vienas kito yra išsidėstę kilpų lankai [24, 33, 34].



17 pav. Porėtumo priklausomybė nuo dengiamumo koeficiento.

Remiantis 17 paveiksle pateiktais duomenimis, galima teigti jog egzistuoja tiesinė priklausomybė tarp medžiagos porėtumo ir dengiamumo koeficiento, nes lygties apibrėžties koeficientai yra dideli: $R^2 = 0,972 \div 0,992$. Tai parodo jog apskaičiuota empirinė lygtis atitinka eksperimentinius rezultatus. Porėtumo vertei didėjant kilo ir dengiamumo koeficiento vertė.



18 pav. Porėtumo priklausomybė nuo kilpos ilgio.

18 paveiksle pavaizduotoje porėtumo priklausomybėje nuo kilpos ilgio, matome tiesines lygtis su aukštu apibrėžties koeficientu vertes ($R^2 = 0,989 \div 0,995$). Galima teigti jog kilpos ilgiui didėjant porėtumas megztinių medžiagų mažėjo. Porėtumo mažėjimą galėjo įtakoti pynimo sandara, kuri pati iš savęs yra akyta.

Aktyviam laisvalaikui skirtų megztinių medžiagų sandaros tyrimų apibendrinimas

Didėjant kilpos ilgiu, nuosekliai mažėja dengiamumo koeficientas. Galima teigti jog kilpos ilgiui didėjant porėtumas megztinių medžiagų mažėjo. Porėtumo mažėjimą galėjo įtakoti pynimo sandara, kuri pati iš savęs yra akyta. Kylant dengiamumo koeficiento vertė porėtumo vertė taip pat didėjo. Taip pat egzistuoja tiesinė priklausomybė tarp medžiagos porėtumo ir dengiamumo koeficiento, nes lygties apibrėžties koeficientai yra dideli: $R^2 = 0,972 \div 0,992$. Tai parodo jog apskaičiuota empyrinė lygtis atitinka eksperimentinius rezultatus.

3.2. Megztinių medžiagų sandaros įtaka oro laidumui

Apranga turi padėti taip sureguliuoti žmogaus kūno šiluminį pojūtį keičiantis jo fiziniam krūviui, kad organizmo šilumos ir drėgmės valdymas būtų subalansuotas. Laidumas orui dažnai naudojamas norint įvertinti ir palyginti įvairių tekstilės gaminių suteikiamą galimybę kvėpuoti [23].

Laidumas orui – greitis oro srauto, kuris nustatytomis bandinio ploto, slėgių skirtumo ir laiko sąlygomis prasiskverbia per medžiagą statmenai paviršiaus plotui.

10 lentelė. Tirtų medžiagų laidumo orui ir porėtumo rodikliai.

Nr.	Laidumas orui R, mm/s	δ_a , %*	Porėtumas, %	δ_a , %*	Nr.	Laidumas orui R, mm/s	δ_a , %*	Porėtumas, %	δ_a , %*	Nr.	Laidumas orui R, mm/s	δ_a , %*	Porėtumas, %	δ_a , %*
C1	1142,28	±7	60,31	±17	P1	2932,52	±15	79,89	±5	M1	901,80	±13	67,87	±7
C2	1138,94	±7	56,36	±17	P2	2561,78	±15	78,56	±5	M2	1032,06	±13	66,27	±7
C3	1205,74	±7	52,54	±17	P3	2344,68	±15	76,23	±5	M3	848,36	±13	63,57	±7
C4	1082,16	±7	46,73	±17	P4	2444,88	±15	74,10	±5	M4	938,54	±13	61,25	±7

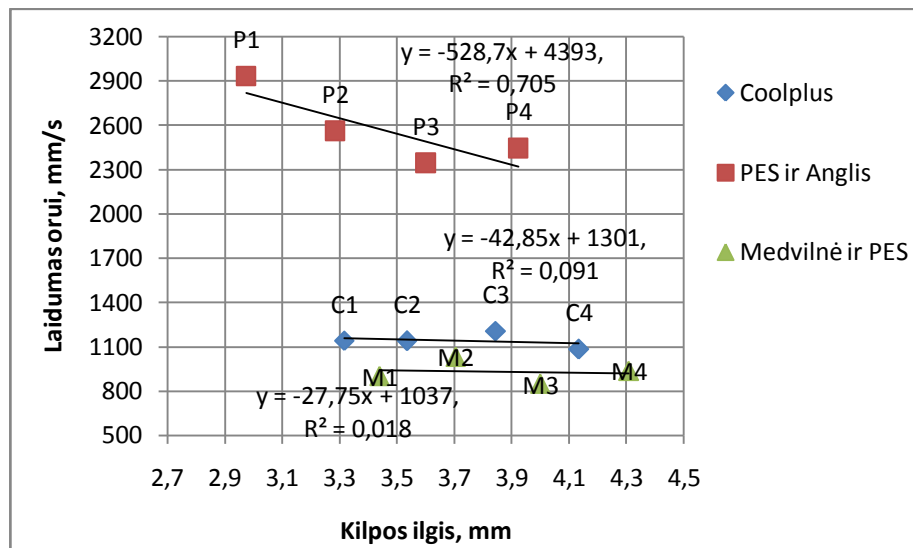
δ_a * - santykinė atsitiktinė paklaida, %.

Atliktame laidumo orui tyrime, galime pastebėti jog poliesteris su anglimi (P1 – P4) pasižymėjo 2,5 karto didesneis rezultatais nei medvilnė ir poliesteris (M1 – M4).

Megztinių medžiagų numegztų presiniais pynimais laidumo orui rezultatai pateikiami 10 lentelėje. Gauta jog laidžiausi orui bandiniai iš poliesterio ir anglies pluošto. Didžiausiu laidumu orui pasižymėjo tiriamasis objektas P1 – 2932,52 (mm/s). Mažiausiu laidumu orui

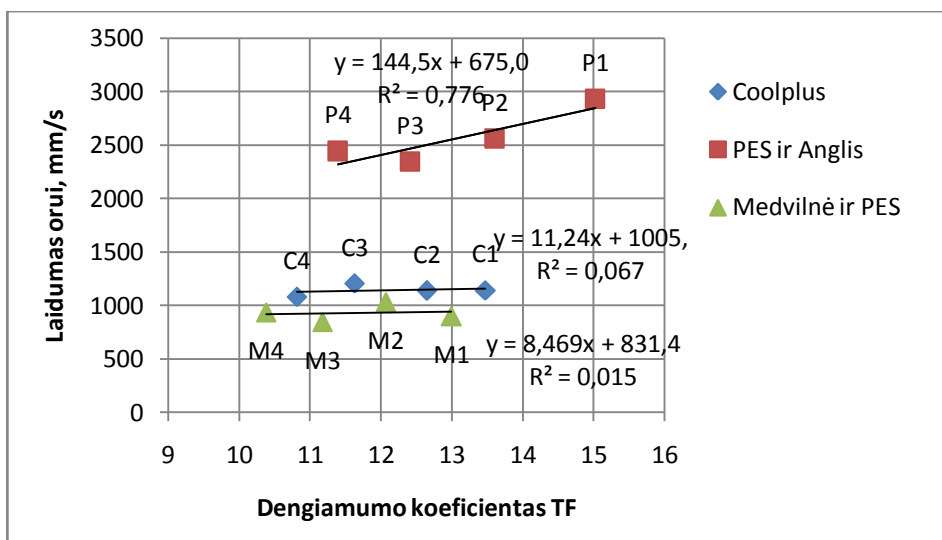
pažiūrėjus medvilnės ir poliesterio pluoštą (M1 – M4), jų laidumo orui vertės buvo $848,36 \div 1032,06$ (mm/s). Tai yra du su puse karto mažesnis rezultatas nei poliesterio su anglimi mezgtinės medžiagos.

Šių trijų pluoštų rezultatai taip pat skiriasi ir pagal pynimą, ne tik pagal pluoštinę sudėtį. Medžiagų iš Coolplus®, didžiausias laidumas orui buvo pasiektas presinio pynimo su trimis lankais (12 paveikslas). O iš poliesterio ir anglies geriausias rezultatas buvo pasiektas presinio mezginio, kurį sudarė presinė kilpa iš vieno lanko (10 paveikslas). Medvilnės ir poliesterio pluošto laidumo orui didžiausias rezultatas buvo pasiektas su pynimu, kurio presinė kilpa sudaryta iš dviejų lankų (11 paveikslas). Atsižvelgus į gautus rezultatus galima teigti, jog laidumas orui nepagerėjo nuodojant vieną pynimo būdą. Pynimas turi būti pritaikomas prie pluoštinės sudėties norint pasiekti maksimalius rezultatus.



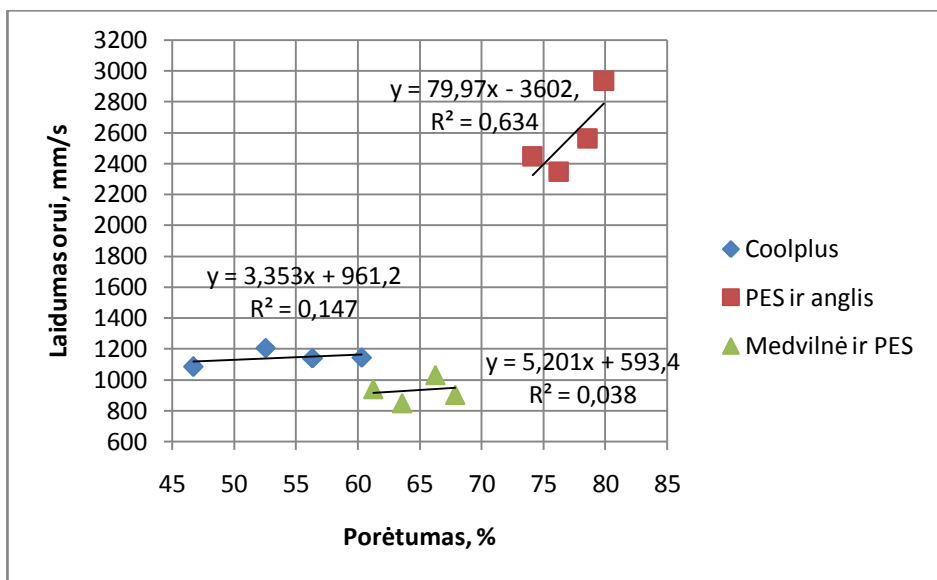
19 pav. Laidumas orui priklausomybė nuo kilpos ilgio.

19 paveiksle pastebėta jog laidumas orui padidėja kilpos ilgiui sumažėjus, tai matoma poliesterio ir anglies pluošto tiesinėje priklausomybėje. Gauti rezultatai skiriasi nuo Mikučionienės su bendraautoriais [34] atlikto tyrimo. Tai gali įtakoti jog jų atliktame tyrime buvo nagrinėjami mezginiai numegzti lyguoju skersiniu pynimu, kurio tankumas keičiasi didinant kilpos ilgį. Šiame darbe tiriami bandiniai numegzti presiniu pynimu, kurio struktūra keičiasi didėjant lankų kiekiui pynime. Presinis pynimas su keturiais lankais (13 pav.) praleidžia mažiau oro nei su vienu lanku (10 pav.), tai galima pastebėti 10 lentelėje. Tokius rezultatus gauname tikėtina dėl to, kad presiniame pynime su vienu lanku jų išsidėstymas tampa tankesnis negu su keturiais lankais presiniame pynime. Gaunamos skylutės būna didesnės keliais milimetrais, bet išsidėsto rečiau.



20 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo dengiamumo koeficiento.

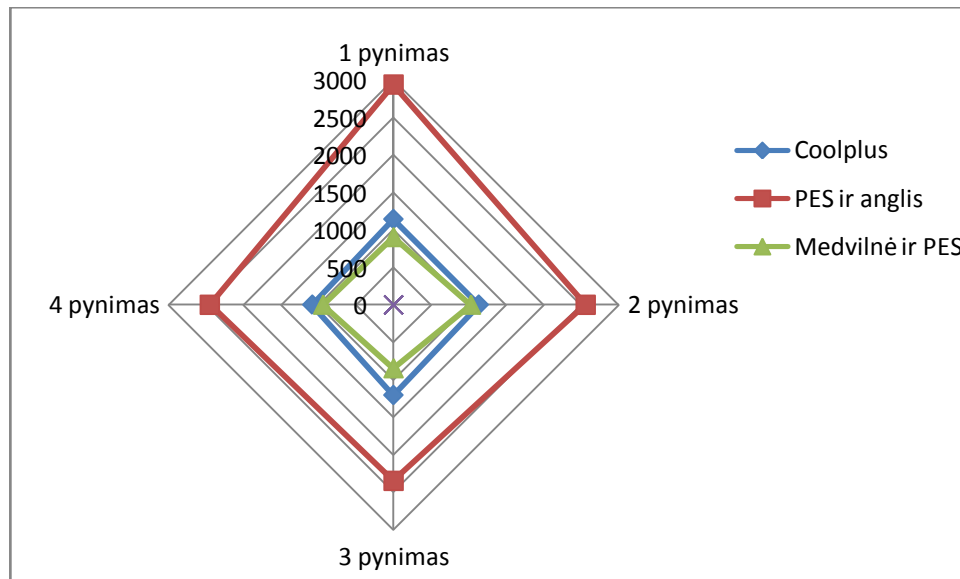
Yra žinoma jog laidumas orui priklauso nuo dengiamumo koeficiento, o jį įtakoja kilpos ilgis ir siūlo ilginis tankis [34, 35]. Išnagrinėjus gautus rezultatus galima teigti jog didėjant dengiamumo koeficientui (TF) taip pat gerėja ir laidumas orui priešingai nei Mavruz, Ogulata [35] atliktame tyrime su lygiojo skersinio pynimo bandiniais. Aiškiausiai tai galima įžvelgti poliesterio ir anglies medžiagų (P1-P4) priklausomybėje, kuri ir patvirtiną anksčiau paminėtą teiginį. Gautus rezultatus galima įtakojo presinio pynimo sądara.



21 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo porėtumo.

Laidumo orui tiesinėje priklausomybėje nuo porėtumo (21 paveikslas), matome jog aukštu apibrėžties koeficientu pasižymėjo tik poliesteris su anglimi ($R^2 = 0,634$). Laidžiausi orui poliesterio ir anglies mezginiai pasižymėjo ir didžiausiu porėtumu. Šie rezultatai patvirtino

R.Splendore [3] teigini, kad poliesteris su anglies priemašomis yra laidesnis už modifikuotą (profilinį) poliesterį.



22 pav. Laidumo orui priklausomybė nuo presinio pynimo.

Priklausomybėje, kuri pavaizduota 22 paveiksle galima pastebėti jog presinio pynimo sandara neturėjo didelės įtakos oro laidumui. Didžiausias pasikeitimas matomas mezginyje iš poliesterio ir anglies pluošto, kurio presine kilpa sudarė vienas lankas (10 pav.).

Megztinių medžiagų sandaros įtaka oro laidumui, tyrimų rezultatų apibendrinimas

Išanalizavus medžiagų sandaros ir pluoštinės sudėtis įtaką laidumui orui, gauta jog laidžiausi orui bandiniai iš poliesterio ir anglies pluoštų. Didžiausiu laidumu orui pasižymėjo P1 – 2932,52 (mm/s), kuris numegztas presiniu pynimu su vienu lanku (10 paveikslas). Mažiausia laidumo orui verte pasižymėjo medvilnės ir poliesterio mezginiai 848,36 ÷ 1032,06 (mm/s). Tai yra du su puse karto mažesnis rezultatas nei poliesterio su anglimi. Laidumas orui padidėja kilpos ilgiui sumažėjus. Laidžiausi orui poliesterio ir anglies mezginiai pasižymėjo didžiausiu porėtumu ir dengiamumo koeficientu.

Didžiausiu laidumu orui pasižymėjo meginys iš poliesterio ir anglies pluošto, kurio presine kilpa sudarė vienas lankas. Kitų pluoštinių sudėčių meginiams pynimas turėjo nedidelę įtaką.

3.3. Megztinių medžiagų sandaros įtaka drėgmės transportavimo savybėms

Medžiagų drėgmės sugėrimas ir drėgmės išgarinimas priklauso nuo pluošto savybių. Natūralūs pluoštai tokie kaip medvilnė ar vilna yra hidrofiliniai tai reiškia, kad jų paviršiuje yra jungtys, kurios susisieja su vandens molekulėmis. Dėl šių ryšių tvirtumo vanduo dažnai užsilaiko pluošte, taip pablogindamas drėgmės transportavimo savybes. Sintetiniai puoštai tokie kaip poliesteris priešingai nei natūralūs pluoštai, yra hidrofobiški. O tai reiškia jog jungčių tarp pluošto ir vandens yra vos kelios. Vadinasi jie nesudrėksta taip kaip natūralios kilmės pluoštai bei pasižymi geromis drėgmės transportavimo ir išgarinimo savybėmis [22].

Jeigu lygintume megztinių medžiagų drėgmės transportavimą pagal mezginio pynimą, pavyzdžiui lygųjų skersinį su lastikiniu, kurie būtų numegzti iš medvilnės, viskozės ir poliesterio. Pastebėtume jog poliesteris nepriklausomai nuo pynimo geriau transportuoja drėgmę už celiuliozinius pluoštus [22].

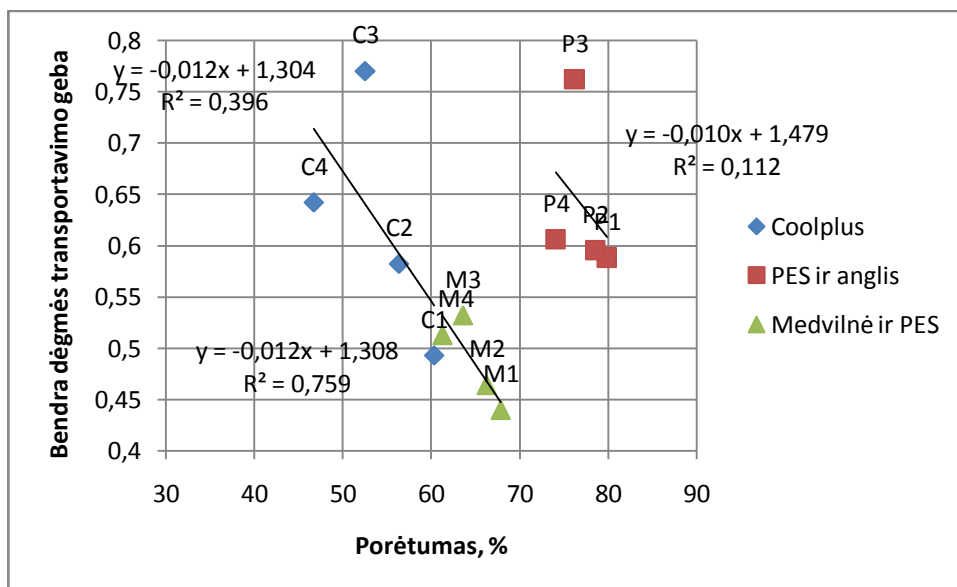
11 lentelė. Medžiagų drėgmės transportavimo rezultatų vidurkių lentelė.

Nr	Sudrėkimo laikas, s		Absorbcijos lygis, %		Didžiausias sudrėkimo plotas, mm		Sklidimo greitis, mm/s		Kaupiamasis viopusio transportavimo indeksas, %	Bendra drėgmės transportavimo geba
	Viršus (kairinė)	Apačia (dešinė)	Viršus (kairinė)	Apačia (dešinė)	Viršus (kairinė)	Apačia (dešinė)	Viršus (kairinė)	Apačia (dešinė)		
C1	8,683 viduti.	20,030 lėtai	74,356 greitai	190,876 l. greitai	10 mažai	10 mažai	0,719 l. lėtai	0,565 l. lėtai	206,617 l. gerai	0,493 gerai
C2	8,100 viduti.	28,704 lėtai	52,602 greitai	100,087 greitai	10 mažai	10 mažai	1,603 lėtai	1,449 lėtai	225,442 l. gerai	0,582 gerai
C3	6,701 viduti.	10,994 viduti.	91,614 greitai	82,001 greitai	12 viduti.	17 viduti.	1,947 lėtai	3,160 greitai	574,053 puikiai	0,770 l. gerai
C4	8,021 viduti.	19,723 lėtai	54,625 greitai	176,749 l. greitai	10 mažai	10 mažai	1,664 lėtai	2,361 viduti.	170,133 gerai	0,642 l. gerai
P1	5,662 viduti.	7,132 viduti.	7,122 l. lėtai	63,658 greitai	7 mažai	9 mažai	1,131 lėtai	1,427 lėtai	611,583 puikiai	0,588 gerai
P2	7,846 viduti.	18,092 viduti.	67,654 greitai	84,156 greitai	7 mažai	10 mažai	0,654 l. lėtai	0,948 l. lėtai	541,384 puikiai	0,595 gerai
P3	42,954 lėtai	6,739 viduti.	5,079 l. lėtai	76,901 greitai	10 mažai	10 mažai	3,024 greitai	3,117 greitai	681,657 puikiai	0,762 l. gerai
P4	11,529 viduti.	4,777 greitai	44,362 viduti.	49,746 greitai	6 nešlam pa	8 mažai	0,546 l. lėtai	1,189 lėtai	568,720 puikiai	0,606 l. gerai
M1	24,919 lėtai	8,349 viduti.	27,101 lėtai	64,669 greitai	11 mažai	11 mažai	0,488 l. lėtai	0,791 l. lėtai	194,946 gerai	0,440 gerai
M2	14,286 viduti.	12,965 viduti.	37,831 viduti.	56,214 greitai	11 mažai	12 mažai	0,956 l. lėtai	1,074 lėtai	187,934 gerai	0,464 gerai
M3	14,243 viduti.	16,704 viduti.	27,398 lėtai	80,628 greitai	10 mažai	11 mažai	1,391 lėtai	1,667 lėtai	305,513 l. gerai	0,532 gerai
M4	17,854 viduti.	15,381 viduti.	27,715 lėtai	58,393 greitai	12 viduti.	14 viduti.	0,630 l. lėtai	0,953 l. lėtai	217,263 l. gerai	0,513 gerai

Remiantis AATCC 195 – 2012 tyrimų metodika, mezginių laidumo skysčiui klasifikavimo 9 lentelė. Gautieji bandymų rezultatai (vidutinės vertės) pagal standartą buvo suskirstyti į grupes. Šios grupės vertinamos taip: 1 – prastai, 2 – vidutiniškai, 3 – gerai, 4 – labai gerai, 5 – puikiai [24,18]. Įvertinus vieną iš svarbiausių rodiklių - bendrą drėgmės transportavimo gebą, galima pastebėti jog visų tiriamų žaliavų bandiniai pateko į trečią arba ketvirtą grupes (gerai ir labai gerai). Geriausi rezultatai gauti medžiagų megztų su trimis lankais (12 paveikslas), jų vertės beveik visuose kriterijuose pateko į aukštesnę grupę lyginant su vienu (10 paveikslas) ir dviem (11 paveikslas) lankais megztų medžiagų.

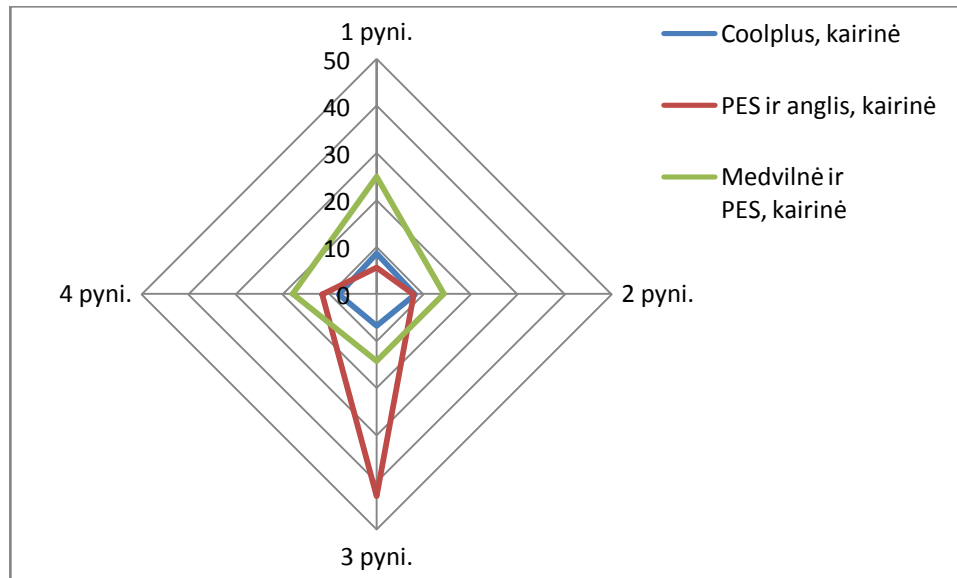
Poros susidariusios megztinėje medžiagoje yra atsakingos už skysčio transportavimą (prabėgimą) per medžiagą. W. Wardiningsih ir kt. [24] teigia jog porų dydis ir jų susijungimas tarpusavyje įtakoja kaip greitai ir intensyviai skystis transportuos per medžiagą. Hsieh [36] įrodė jog prasti drėgmės transportavimo rezultatai gaunami tuomet kai pluošto poros yra neužpildomos vandeniu, dėl sumažėjusio lietimosi kampo vandens su pluoštu (pvz. poliesteris, kurio forma yra apvali). Skystis pirmiausia užpildo mažiausias poras, tik po to pradeda pildyti didžiasias. Kaip tai greitai įvyks įtakoja ne tik pluošto dydis bei forma, bet ir jų išsidėstymas gaminyje [24]. Medžiagos kurios pasižymi dideliu poringumu procentu, dažniausiai gerai sugeria drėgmę bei ją išsklaido [37].

Buvo tiriama drėgmės transportavimo gebos priklausomybė nuo megztinių medžiagų porėtumo. Priklausomybės pateiktos 23 pav.



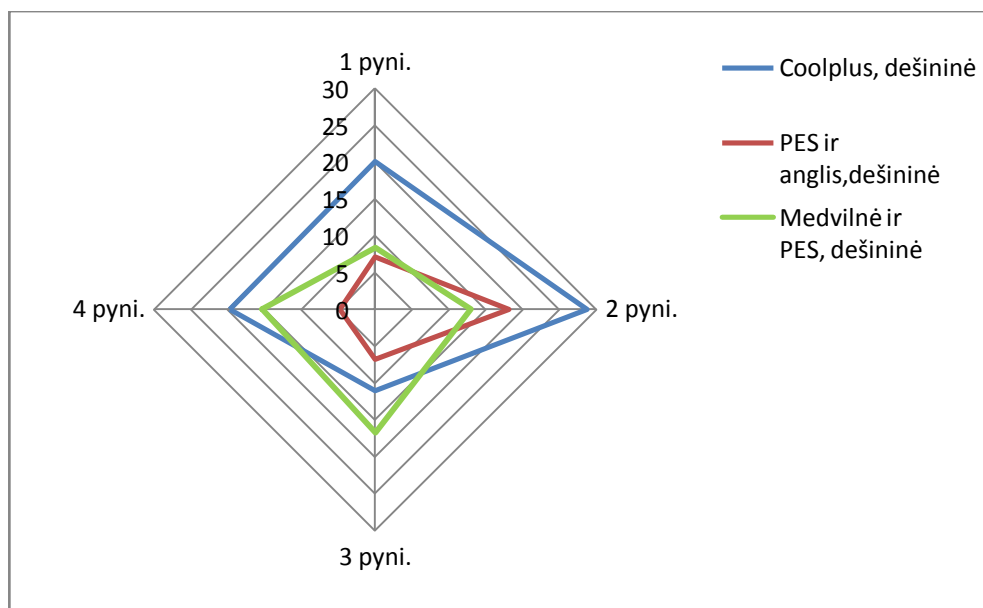
23 pav. Drėgmės transportavimo priklausomybė nuo porėtumo.

Drėgmės transportavimo priklausomybėje nuo porėtumo (23 paveikslas) galime pastebėti jog geriausiai drėgmę transportavo presiniu pynimu su trimis lankais (12 paveikslas) numegzti bandiniai. Įtaką tam turėjo padidėjas presinės kilpos ilgis, galime pastebėti jog pynimu su keturiais lankais numegztų bandinių rezultatai prastesni nei su trimis lankais. Tai parodo jog didinti presine kilpa nebenaudinga, nes nuo trečiojo presinės kilpos lanko įvyksta lūžis ir rezultatai pradeda prastėti. Visų tiriamų objektų drėgmės transportavimo geba mažėjo kai poringumas didėjo.



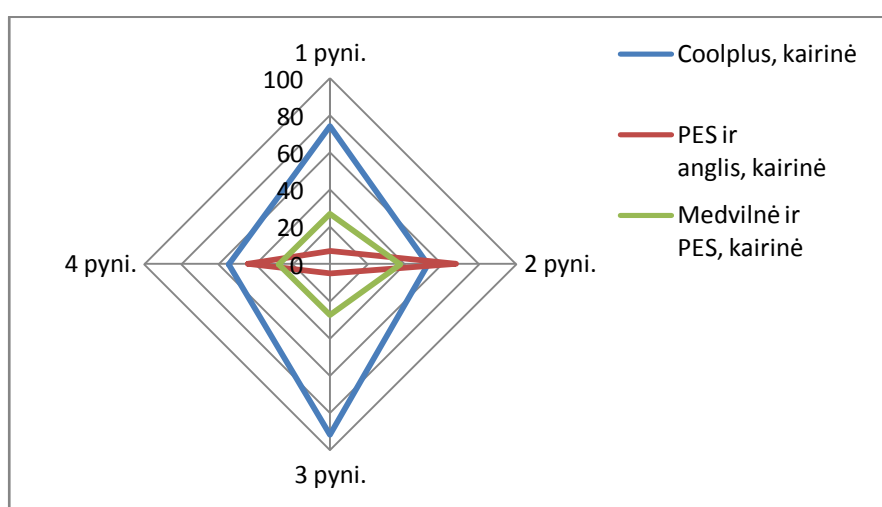
24 pav. Medžiagų viršaus (kairinės pusės) sudrėkimo laiko priklausomybė nuo presinio pynimo.

Bandinių viršaus sudrėkimo laiko priklausomybės nuo mezgimo rašto parodė, jog presinio pynimo su vienu lanku - Coolplus® ir medvilnės su poliesteriu pluoštams, turėjo didžiausia įtaką. Tankiai išsidėstę tarpai mezginyje (10 pav.) leido skysčiui greičiau įsikverbti į pluoštą. Poliesterio ir anglies pluošto mišinyje dirbtinis prakaitas greičiausiai įsikverbė į pynimą, kurį sudarė presinė kilpa su vienu lanku, ilgiausiai su trimis lankais. Pluoštinės sudėties atžvilgiu, medvilnės ir poliesterio vidutinis viršaus sudrėkimo laikas buvo didžiausias.



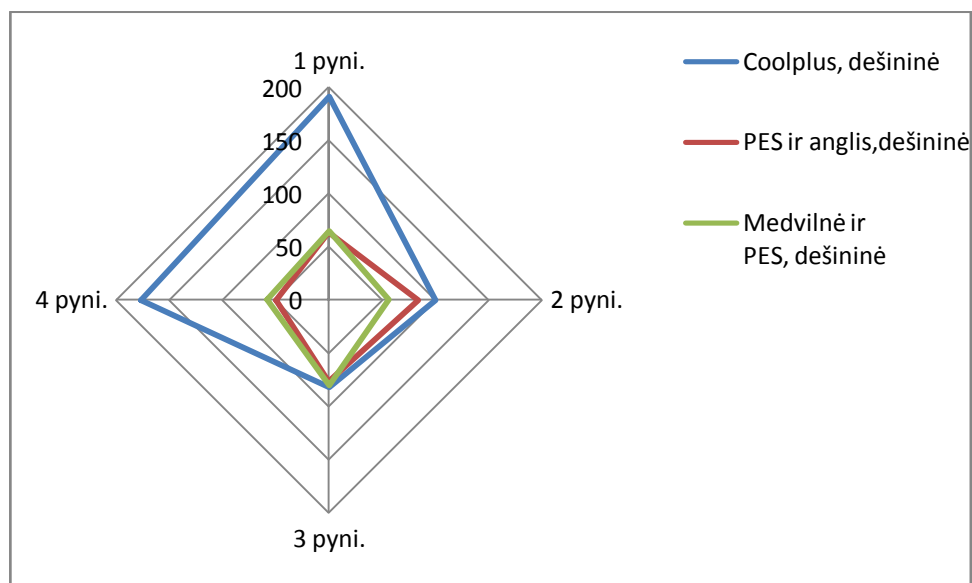
25 pav. Medžiagos apačios (dešininės pusės) sudrėkimo laiko priklausomybė nuo presinio pynimo.

Megztinės medžiagos apačios sudrėkimo laiko rezultatai (25 paveikslas) parodė jog Coolplus[®] pluoštas užtruko ilgiausiai, iš tiriamų pluoštų, pernešdamas drėgmę į dešininę pusę. Tam turėjo įtakos šio profilinio poliesterio sandara, kuri sudaryta iš kapiliarų. Skysčio molekulės kol užpildo kapiliarus užtrunka. Nors jų paskirtis ir yra greitas drėgmės transportavimas bei išgarinimas, bet šiuo atveju poliesterio ir anglies mezginių rezultatai buvo geresni. Medvilnės ir poliesterio sudrėkimo laikas viršaus ir apačios gaunamas tarpusavyje panašus dėl medvilnės hidrofiliųjų savybių.



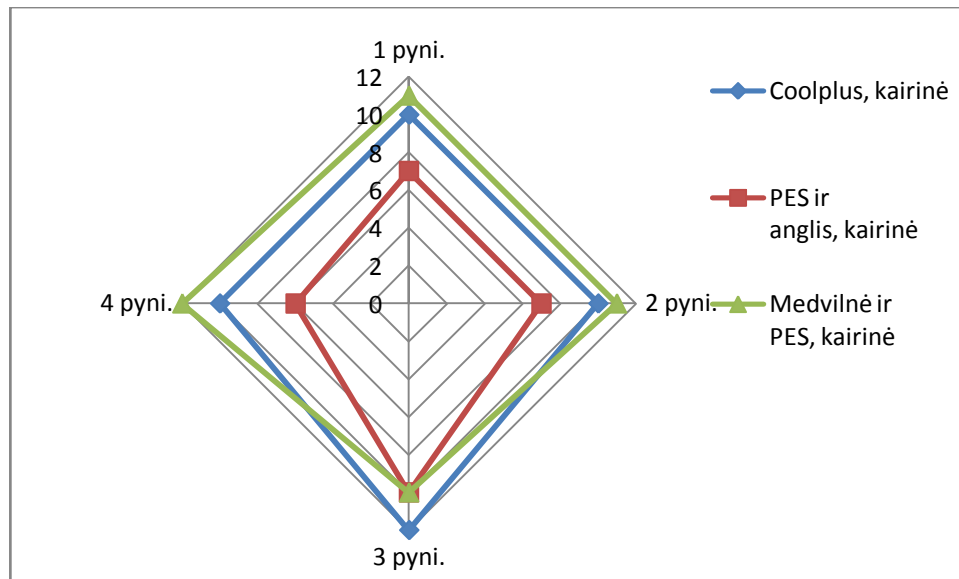
26 pav. Medžiagos viršaus (kairinės pusės) absorbcijos lygio priklausomybė nuo presinio pynimo.

Megztinės medžiagos viršutinio paviršiaus (26 paveikslas) didžiausia drėgmės absorbcija pasižymėjo profilinis poliesteris. Kurio rezultatai du kartus didesni nei medvilnės ir poliesterio pluošto. Nors ir medvilnės pluoštas yra itin hidrofiliškas, bet Coolplus® pluošto sandara turėjo didesnę įtaką absorbcijos metu. Tai reiškia jog apranga pagaminta iš Coolplus® bus efektyvesnė, nes žmogus jaus sausumo pojūtį ant odos paviršiaus. Kita vertus poliesterio ir anglies mezginys, kuris yra hidrofobiškas, pateikė priešingus rezultatus priklausomai nuo pynimo. Pirmojo ir trečiojo presinio pynimo atveju rezultatai 10 kartų mažesni lyginant su profiliniu poliesteriu, o antruoju ir ketvirtuoju pynimu numegzti bandiniai pasižymėjo panašiais rezultatais į Coolplus®.



27 pav. Medžiagos apačios (dešininės pusės) absorbcijos lygio priklausomybė nuo presinio pynimo.

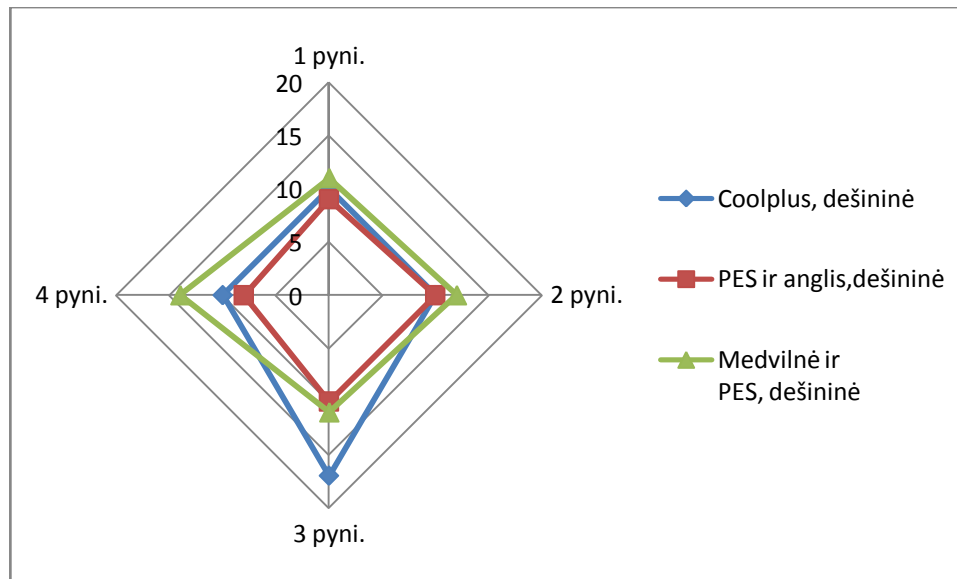
Megztinės medžiagos apačios absorbcijos lygmens priklausomybėje nuo presinio pynimo (27 pav.), matome jog visų pluoštų tyrimo rezultatai gauti su mažesniu atotrūkiu, lyginant su viršaus absorbcija. Greičiausiai drėgmę absorbavo - profilinis poliesteris, kuris numegztas presiniu pynimu sudarant presine kilpą iš vieno lanko. Pynimas taip pat kaip ir viršaus absorbcijos atveju kiekvieną pluoštą įtakojo skirtingai: Coolplus® - 1 pynimas, poliesterį su anglimi – 2 pynimas, medvilne ir poliesterį – 3 pynimas.



28 pav. Medžiagų didžiausio viršaus (kairinės pusės) sudrėkimo ploto priklausomybė nuo presinio pynimo.

Medžiagų viršaus ploto sudrėkimo rezultatai (28 paveikslas) gauti pakankamai panašūs visų tirtų bandinių. Medvilnės ir poliesterinio pluošto mezginių rezultatams įtakos turėjo pluoštinės sudėties savybės, kaip žinoma medvilnė yra vienas iš geriausiai sugerėnčių drėgmę pluoštų (hidrofilinis). Didžiausias dešinės pusės sudrėkimo plotas gautas profilinio poliesterio (numegzto trečiu pynimu), bei tokius pačius rezultatus pasiekė ir mezginiai iš medvilnės ir poliesterio (numegzti 4 pynimu).

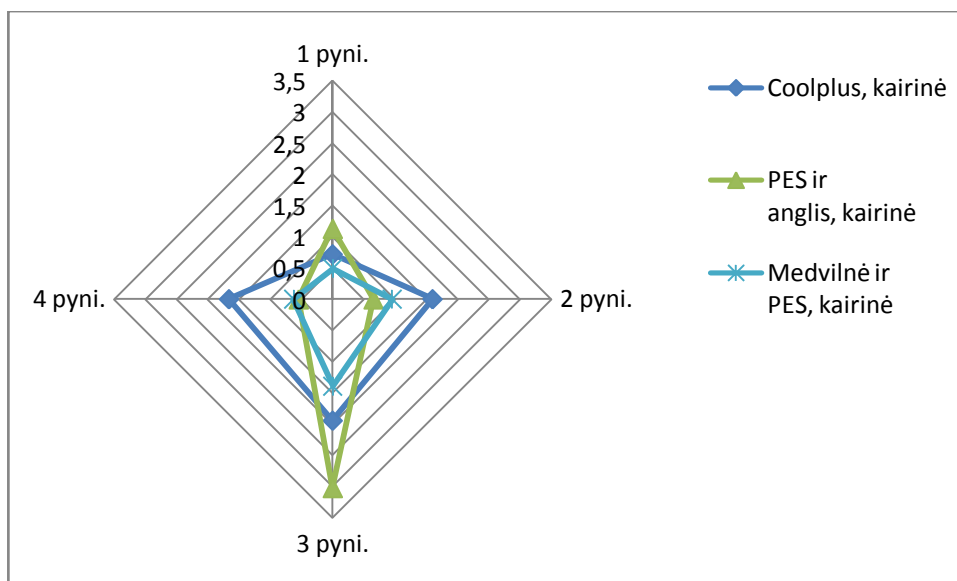
Profilinio poliesterio ir poliesterio su anglimi rezultatų skirtumą įtakėjo siūlo geometrija. Nes pluoštų sudėtis yra gana panaši tad ir rezultatai turėtų būti artimi vienas kitam. Bet kaip matoma 28 paveiksle Coolplus[®] būdamas unikalios formos (su kapiliarais), drėgmę paskirstė po pluoštą greičiausiai.



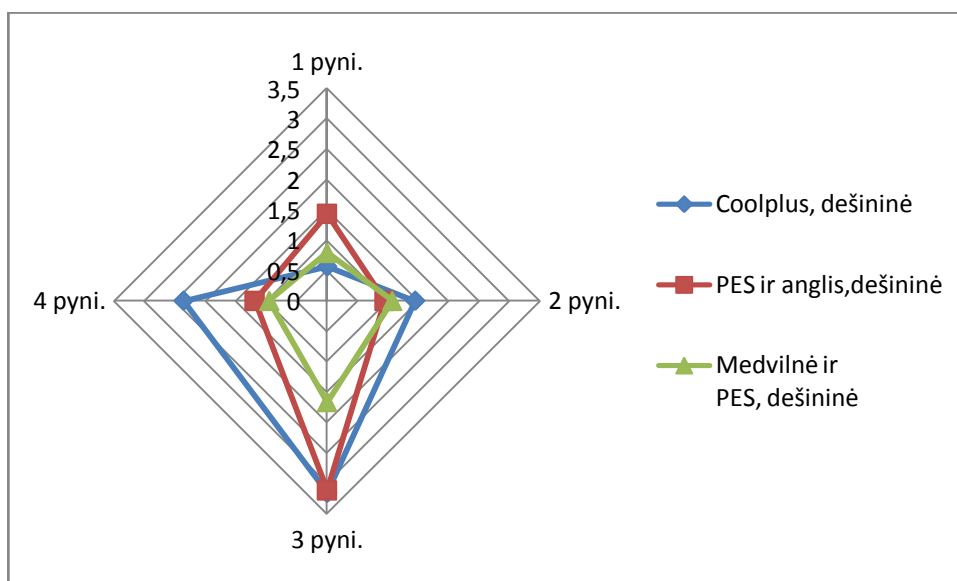
29 pav. Medžiagų didžiausio apačios (dešininės pusės) sudrėkimo ploto priklausomybė nuo presinio pynimo.

Kaip ir medžiagų didžiausio viršaus sudrėkimo ploto priklausomybėje nuo presinio pynimo (28 pav.), tokios pačios priežastys įtakojo ir apačios sudrėkimo plotą (29 pav.). Medvilnės ir poliesterio pluošto tiek viršaus, tiek apačios sudrėkimo plotas gaunamas labai panašus, didžiausias pasiekiamas bandinių numegztų presiniu pynimu su keturiais lankais.

Bandiniai numegzti iš Coolplus[®] pasižymėjo didžiausiu dešininės pusės sudrėkimo plotu. Šis rezultatas pasiektas medžiagos numegztos presiniu pynimu su trimis lankais. Kuo didesnis plotas apačioje pasklinda tuo sausiau jaučiasi žmogus. Didesnis dešininėje pusėje pasklidęs skysčio plotas taip pat reiškia, kad medžiaga greičiau išdžius.



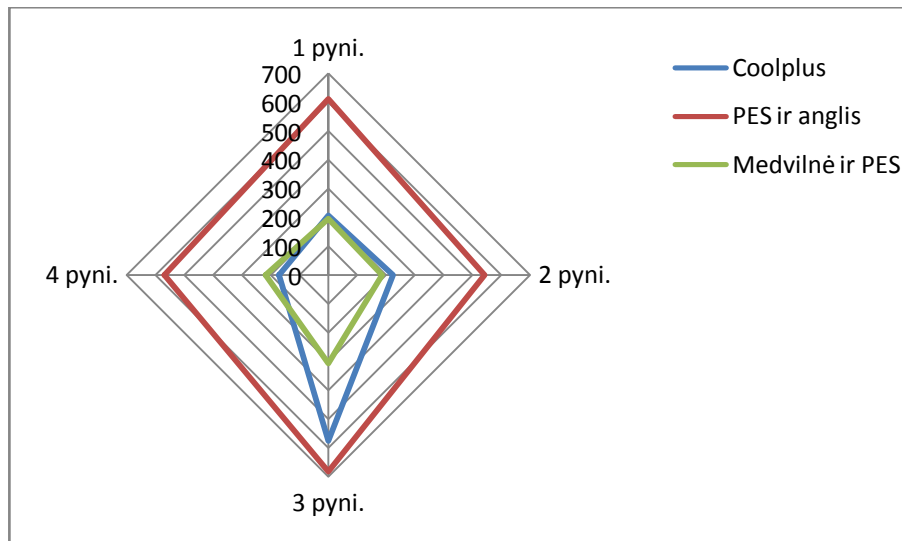
30 pav. Drėgmės sklidimo greičio medžiagos viršumi (kairine puse) priklausomybė nuo presinio pynimo.



31 pav. Drėgmės sklidimo greičio medžiagos apačia (dešininė pusė) priklausomybė nuo presinio pynimo.

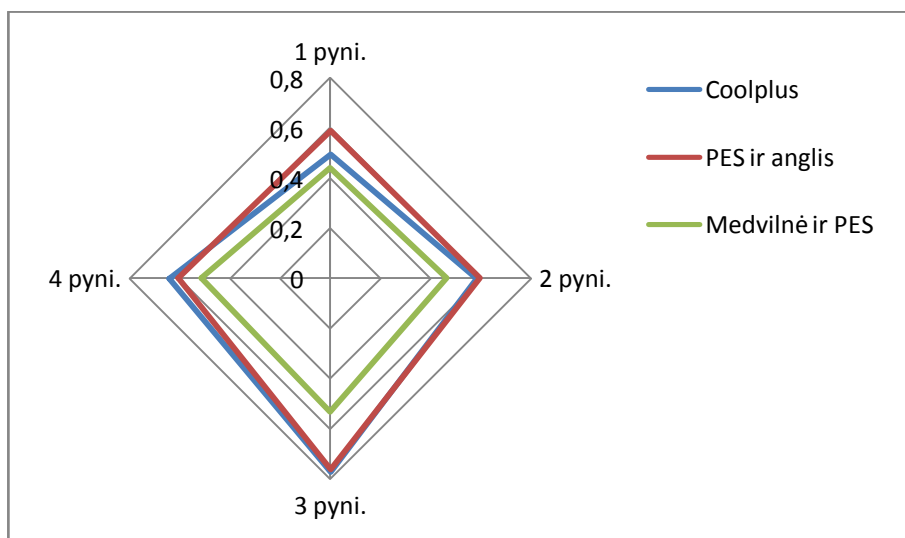
Drėgmė sklido greičiausiai Coolplus® (profiliniame poliesteri) medžiagos dešininėje pusėje (31 paveikslas). Kapiliarai, kurių paskirtis ir yra išsklaidyti drėgmę kuo greičiau savo kanalais, atliko savo paskirtį ir tai aiškiai matosi gautuose rezultatuose. Mažiausiu drėgmės sklidimo greičiu viršutinėje ir apatinėje medžiagos pusėse pasižymėjo medvilnės ir poliesterio bandiniai. Visi pluoštai numegzti presiniu pynimu su trimis lankais (12 pav.) greičiausiai išsklaidė drėgmę dešininėje ir kairinėje pusėse (30 ir 31 pav.). Matoma jog presiniu pynimu,

kurio presine kilpa sudaro keturi lankai, nėra naudinga megzti, nes rezultatų vertės pradeda mažėti.



32 pav. Kaupiamojo vienpusio transportavimo indekso priklausomybė nuo presinio pynimo.

Kaupiamojo vienpusio transportavimo indekso priklausomybėje matomas drėgmės kiekio skirtumas tarp dviejų medžiagos pusių (32 paveikslas). Didžiausia vertė pasiekama poliesterio ir anglies pluošto bandinių, tai galėjo įtakoti jog poliesterinio pluošto hidrofobiškumas. Mažiausia vertė – medvilnės ir poliesterio (medvilnė ypač hidrofilinė). Visiems tirtiems pluoštams didelę įtaką turėjo presinis pynimas, kurio presinė kilpa sudaroma iš trijų lankų (12 paveikslas).



33 pav. Bendra drėgmės transportavimo gebos priklausomybė nuo presinio pynimo.

33 paveiksle medžiagos bendra galimybė gebėti pernešti drėgmę trimis kryptimis (drėgmės absorbcija apatiniame medžiagos paviršiuje, vienpusė skysčio transportavimo geba, drėgmės džiūvimo greitis apatiniame medžiagos paviršiuje) geriausiai iš tirtųjų medžiagų rezultatais pasižymėjo poliesterio ir anglies mežginiai. Labai panašūs rezultatai gauti ir profilinio poliesterio. Taip pat gautais rezultatais besiremiant galima teigti jog drėgmę greičiausiai transportavo presinis pynimas, kurio presinę kilpa sudarė trys lankai (12 pav.).

Iš šios bendros drėgmės transportavimo gebos galime daryti išvadą, kad laisvalaikio aprangai komfortabiliausias pluoštas būtų poliesteris su anglimi. Nežymiai mažesni rezultatai gauti Coolplus[®] pluošto.

Megztinių medžiagų drėgmės transportavimo tyrimų rezultatų apibendrinimas

Įvertinus vieną iš svarbiausių rodiklių - bendrą drėgmės transportavimo gebą, galima pastebėti jog visų tiriamų žaliavų bandiniai pateko į trečią arba ketvirtą grupes (gerai ir labai gerai), t.y. šias medžiagas galima klasifikuoti kaip drėgmę transportuojančias medžiagas. Geriausi rezultatai gauti medžiagų megztų su trimis lankais (12 paveikslas), jų vertės beveik visuose kriterijuose pateko į aukštesnę grupę lyginant su vienu (10 paveikslas) ir dviem (11 paveikslas) lankais megztų medžiagų.

Visų tiriamų objektų drėgmės transportavimo geba mažėjo kai poringumas didėjo. Pluoštai kurie buvo numegzti presiniu pynimu su trimis lankais pasiekė didžiausią: drėgmės sklidimo greitį viršaus ir apačios; kaupiamąjį vienpusio transportavimo indeksą; bendrą drėgmės transportavimo gebą.

Bendra galimybė gebėti pernešti drėgmę trimis kryptimis (drėgmės absorbcija apatiniame medžiagos paviršiuje, vienpusė skysčio transportavimo geba, drėgmės džiūvimo greitis apatiniame medžiagos paviršiuje) geriausiai rezultatais pasižymėjo poliesteris su anglimi. Nežymiai mažesni rezultatai gauti Coolplus[®] pluošto.

Coolplus[®] medžiaga buvo pranašesnė už kitus bandinius šiose srityse: medžiagos absorbcijos lygis dešininėje ir kairinėje pusėje; didžiausias sudrėkimo plotas dešininėje ir kairinėje pusėje; skysčio sklidimo greitis dešininėje pusėje; bendra drėgmės transportavimo geba.

Kadangi egzistuoja stiprios tiesinės priklausomybės tarp dengiamumo koeficiento (TF) su kilpos ilgiu bei porėtumo ir TF, tai tik drėgmės transportavimo savybės priklausomybė nuo porėtumo buvo tirta.

Dauguma bandinių, kurie numegzti presiniu pynimu su trimis lankais, pasiekė aukščiausius rezultatus drėgmės transportavime. Galime pastebėti jog pynimo su keturiais lankais, numegztų bandinių rezultatai prastesni nei su trimis lankais. Tai parodo jog didinti presine kilpa nebenaudinga, nes nuo trečiojo presinės kilpos lanko įvyksta lūžis ir rezultatai pradeda prastėti.

IŠVADOS

1. Ištyrus aktyviam laisvalaikiui skirtų mezginių struktūros parametrus nustatyta jog egzistuoja tiesinės priklausomybės tarp kilpos ilgio, dengiamumo koeficiento ir medžagų porėtumo: didėjant kilpos ilgiui, nuosekliai mažėja dengiamumo koeficientas; porėtumo vertei didėjant kilo ir dengiamumo koeficiento vertė; kilpos ilgiui didėjant megztinių medžiagų porėtumas mažėjo.
2. Nustatyta, kad visos tirtos dvisluoksnės megztinės medžiagos numegztos presiniu pynimu, pasižymėjo labai dideliu laidumu orui, todėl parinkta ir iširta megztinių medžiagų struktūra iš esmės neturėjo reikšmingos įtakos laidumo orui savybei. Didžiausią įtaką laidumui orui turėjo megztinių medžiagų pluoštinė sudėtis. Laidžiausi orui buvo iš poliesterio ir anglies pluoštų numegzti mežginiai, kurie pasižymėjo didžiausiu porėtumu ir dengiamumo koeficientu.
3. Tyrimai parodė, kad visas tirtas megztines medžiagas galima klasifikuoti kaip drėgmę transportuojančias, kadangi jos pasižymėjo dideliu ir drėgmės sklidimo greičiu, ir kaupiamuoju vienpusiu transportavimo indeksu bei bedraja drėgmės transportavimo geba.
4. Nustatyta, jog egzistuoja priklausomybė tarp bedrosios drėgmės transportavimo gebos ir megztinių medžiagų porėtumo.
5. Nustatyta, kad optimaliomis komforto savybėmis pasižymi medžiagos numegztos presiniu pynimu su trimis lankais, tyrimais įrodyta, jog didinti presinę kilpą nebenaudinga, nes nuo trečiojo presinės kilpos rezultatai (tiek drėgmės transportavimo, tiek ir laidumo orui) pradeda prastėti.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. D.Mikučionienė, A.Ragaišienė, R.Milašius, G.Laureckienė, „Informacinė medžiaga tekstilės pramonėje“, Kaunas, 2012 m.
2. Internetinė prieiga: <http://dx.doi.org/10.1080/00405160108688951> (peržiūrėta 2013.12.10)
3. R.Splendore, F.Dotti, B.Cravello, A.Ferri. Thermo-physiological comfort of a PES fabric with incorporated activated carbon, International journal of clothing science and technology 2010, Vol. 22, No.5.
4. J.HU. Fabric testing, Woodhead publishing in textiles 2008. No. 76.
5. R.K.Varshney, V.K.Kothari, S.Dhamija. A study on thermophysiological comfort properties of fabrics in relation to constituent fibre fineness and cross-sectional shapes. The journal of the textile institute 2010, Vol. 101, No. 6, 495-505.
6. Internetinė prieiga: <http://grynas.delfi.lt/aplinka/medvilne-naturali-medziaga-ir-cheminis-uztaisas.d?id=60412043> (peržiūrėta 2013.12.16)
7. Internetinė prieiga: http://www.swicofil.com/images/cotton_microscopic.jpg (peržiūrėta 2013.12.17)
8. Internetinė prieiga: http://www.esat.lt/guru.php?lt=medvilnes_savybes_ir_prieziura (peržiūrėta 2013.12.16)
9. Internetinė prieiga: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyester> (peržiūrėta 2013.12.17)
10. Internetinė prieiga: http://media.sterlitech.com/catalog/product/cache/resized/Polyester_Membrane_h0_w600.jpg (peržiūrėta 2013.12.17)
11. Internetinė prieiga: <http://www.whatispolyester.com/> (peržiūrėta 2013.12.17)
12. Internetinė prieiga: <http://www.textileweb.com/doc/tests-show-dupont-thermolite-base-performance-0001> (peržiūrėta 2013.12.17)
13. Internetinė prieiga: http://www.masoodtextile.com/Farhan_RD/Coolplus%20Fiber.php (peržiūrėta 2015.03.01)
14. Internetinė prieiga: http://www.atlantis-caps.com/support/htm/Thermolite_Plus.htm (peržiūrėta 2013.12.18)
15. C.Prahsarn, RL.Barker, BS.Gupta. Moisture vapor transport behavior of polyester knit fabrics. Textile reaserch journal 2005, vol. 75, p. 346–351.
16. HN.Yoon, A.Buckley. Improved comfort polyester, part I: transport properties and thermal comfort of polyester/cotton blend fabrics. Textile reaserch journal 1984, 54.

17. G.Supuren, N.Oglakcioglu, N.Ozdil, A.Marmarali. Moisture management and thermal absorptivity properties of double-face knitted fabrics. *Textile reaserch journal* 2011.
18. J.Baltušnikaitė, A.Abraitiienė, L.Stygienė ir kt. Investigation of moisture transport properties of knitted materials intended for warm underwear. *Fibres & textiles in eastern Europe* 2014, Vol. 22, No. 4, p. 93 - 100.
19. European committee for standardization. Classification of thermoregulatory properties ICS 59.080.30. Technical report, 2012.
20. R.Čiukas, D.Mikučionienė. *Specialios paskirties mezginių technologija*, 2007, Šiaulių universiteto leidykla.
21. A. Patnaik , R. S. Rengasamy , V. K. Kothari & A. Ghosh. Wetting and Wicking in Fibrous Materials, *Textile Research Journal* 2010.
22. T.Hussain, A.Nazir, R.Masood. Liquid moisture management in knitted textiles – a review. 3rd international conference on value addition & innovation in textiles 2015, p. 15-26.
23. R.T. Ogulata, S. Mavruz. Optimization of air permeability of knitted fabrics with the taguchi approach, *The Journal of The Textile Institute*, 2011.
24. W. Wardiningsih, O.Troynikov. Influence of cover factor on liquid moisture transport performance of bamboo knitted fabrics, *The Journal of The Textile Institute* 2010. Vol. 103, No. 1, p. 89-98.
25. *Tekstilės medžiagos, „Medžiagų laidumo orui nustatymas“*, Lietuvos standartas LST EN ISO 9237:1997.
26. Z.Wang. Mathematical simulation of the perception of fabric thermal and moisture sensations. *Textile reaserch journal* 2002, Vol. 72, p. 327-334.
27. B.Tvarijonavičienė, „Mezginių sandara ir analizė“, 2009, „Technologija“, Kaunas.
28. Internetinė prieiga: <http://www.grahamsmithantiques.com/miscellaneous-c3/sold-archive-c42/20th-century-german-micrometer-p318> (peržiūrėta 2015.05.09)
29. A.Matukonis, J.Palaima, A.Vitkauskas. *Tekstilės medžiagotyra* 1989. p. 190-200.
30. American Association of Textile Chemists and Colorists. *Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics. AATCC Test Method 195-2012*.
31. R.Milašius, „Tekstilės ekspermento teorija ir praktika“, 2011 metai, „Technologija“, Kaunas.
32. R.A.Scott. *Textiles for protection. Woodhead Publishing in textiles* 2005, p. 806.
33. Kane, Patil, Sudhakar. Studies on the influence of knit structure and stitch length on ring and compact yarn single jersey fabric properties 2007. Vol. 77, p. 572.

34. D.Mikučionienė, L.Milašiūtė, J.Baltušnikaitė, R.Milašius. Influence of plain knits structure on flammability and air permeability. *Fibres & textiles in eastern europe* 2012. Vol. 20, No. 5(94), p. 66-69.
35. S.Mavruz, R.T.Ogulata. Investigation of air permeability of single jersey fabrics with different relaxation states. *The journal of the textile institute*, 2011. Vol. 102, No. 1, p. 57-64.
36. Rengasamy, R.S. *Wetting phenomena in fibrous materials*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited 2006.
37. S.Kyatuheire, Li Wei, J.I.Mwasiagi. Investigation of moisture transportation properties of knitted fabrics made from viscose vortex spun yarns. *Journal of engineered fibers and fabrics* 2014, Vol. 9, No. 3, p. 151 – 157.