



Kauno Technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Vilnonių pledų projektavimas
ir jų savybių tyrimas
Baigiamasis magistro projektas

Severina Gegužytė

Projekto autorė

Doc. Eglė Kumpikaitė

Vadovė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Vilnonių pledų projektavimas
ir jų savybių tyrimas
Baigiamasis magistro projektas
Tekstilės ir aprangos technologija (6211FX007)

Severina Gegužytė

Projekto autorė

Doc. Eglė Kumpikaitė

Vadovė

Prof. Rimvydas Milašius

Recenzentas

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Severina Gegužytė

Vilnonių pledų projektavimas
ir jų savybių tyrimas
Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi 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 mokėjusi;
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Severina Gegužytė

Patvirtinta elektroniniu būdu



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Studijų programa: 6211FX007 Tekstilės ir aprangos technologija

MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studentui (-ei)

Severinai Gegužytei

(Vardas, Pavardė)

1. Baigiamojo Projekto tema –

Vilnonių pledų projektavimas ir jų savybių tyrimas

(Lietuvių kalba)

Design of Woollen Blankets and Investigation of Their Properties

(Anglų kalba)

2. Darbo tikslas ir uždaviniai –

Darbo tikslas – suprojektuoti vilnonius pledus skirtingais pynimais, esant tam pačiam audimo staklių užtaisymui, ir ištirti jų santrauką po apdailos procesų bei laidumą orui.

Darbo uždaviniai:

1. Remiantis išanalizuota literatūra, suprojektuoti ir pagaminti skirtingų pynimų vilnonius pledus, esant tam pačiam audimo staklių užtaisymui.
2. Ištirti skirtingų pynimų vilnonių pledų audinių santrauką po apdailos.
3. Ištirti skirtingais pynimais pagamintų pledų laidumą orui.
4. Palyginti paprastos ir mišriapluoštės vilnos pledų savybių tyrimo rezultatus

Studentas

Severina Gegužytė

(Vardas, Pavardė)

(Parašas)

(Data)

Baigiamojo
projekto
vadovas

Eglė Kumpikaitė

(Vardas, Pavardė)

(Parašas)

(Data)

Gegužytė Severina. Vilnionių pledų projektavimas ir jų savybių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas, vadovė doc. Eglė Kumpikaitė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: vilnonis pledas, santrauka, laidumas orui, audinys, pynimai.

Kaunas, 2021. 59 p.

Santrauka

Augantys vartotojų keliami reikalavimai kokybei, estetinei išvaizdai ir aplinkos saugojimui, skatina atlikti tyrimus su aplinką tausojančiomis bei natūraliomis žaliavomis, pasirenkamais pynimais, kurie atitiktų naujausias pledų tendencijas, tačiau nepaliktų nuošalyje ir tradicinių, per ilgą laiką jau pasitvirtinusių pynimų vilnionių pledų rinkoje. Kadangi daugelis iš mūsų pledus naudojame kasdien: pasišildyti kojas, pasitiesti ant žolės iškylos metu ar tiesiog užtiesti savo baldus, todėl, tai gaminy, kuris turi atrodyti ne tik reprezentatyviai, tačiau ir atlikti savo funkcines paskirtis: išlikti tvirtu, stabiliu, šildančiu bei maloniu liesti. Atsižvelgiant į šiuos faktorius, norint sukurti gerą produktą ir patenkinti klientų lūkesčius bei palengvinti gamybos procesus, šio darbo tikslas – suprojektuoti vilnionius pledus skirtingais pynimais, esant tam pačiam audimo staklių užtaisymui, ir ištirti jų santraukas po apdailos procesų bei laidumą orui.

Tyrimui buvo pasirinkti dvi serijos audinių, kurių sudėtis sudarė: 75% kočiotiniai vilnoniai verpalai, 22% regeneruoti kočiotiniai vilnoniai verpalai, 3% kiti pluoštai ir 100% kočiotiniai vilnoniai verpalai. Abiejų serijų gaminiai austi su 12 skirtingų pynimų: 3 rombiniai, 3 vafliniai, 3 kombinuoti ruoželiniai ir 3 panamos. Abi vilnionių gaminių serijos, austos iešminėmis audimo staklėmis, buvo apdorotos apdailos procesais vykdomais „Barker Textiles“ įmonėje, vilnionių pledų gamybai. Atlikus santraukos ir laidumo orui tyrimus rezultatai parodė, kad visos santraukos gautos neigiamos. Serijos 1 ir Serijos 2 audinių santraukos metmenų ir ataudų kryptimis priklauso nuo naudoto pynimo, o tiksliau – nuo perdangų ilgio pynime. Ataudų kryptimi didžiausia santrauka abiejų serijų audiniuose – rombinio ruoželio pynime, metmenų kryptimi – kombinuoto ruoželio pynime. Stabiliausi ataudų kryptimi kombinuoto ruoželio pynimo audiniai, metmenų kryptimi – vaflinio pynimo audiniai. Atlikus laidumo orui tyrimus, nustatyta, kad laidumo orui vertė kinta priklausomai nuo persipynimo skaičiaus bei perdangų ilgio. Didesniu laidumu orui pasižymėjo Serijos 1 audiniai. Didžiausiu laidumu orui pasižymėjo kombinuoto ruoželio pynimai su ilgomis perdangomis metmenų kryptimi, o mažiausiai laidūs orui buvo panamos pynimo su trumpesnėmis perdangomis audiniai.

Gegužytė Severina. Design of Woollen Blankets and Investigation of Their Properties. Master's Final Degree Project, supervisor assoc. prof. Eglė Kumpikaitė; Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Polymers and Textiles Technologies (F02), Technological Sciences (F)

Keywords: woollen blanket, shrinkage, air permeability, fabric, weaves.

Kaunas, 2021. 59 p.

Summary

Growing consumer demands for quality, aesthetic appearance and environmental protection are prompting research with environmentally friendly and natural raw materials, selected weaves that are in line with the latest blanket trends but would not be left out of the traditional, long-established weaves in woollen blankets market. Since we use blankets almost everyday for: warming our feet, laying on the grass during a picnic or just covering our furniture, therefore, it is a product that must look not only representative, but also has its functional purposes: to remain strong, stable, warming and pleasant to touch. Taking these factors into account, in order to create a good product, meet customer expectations and facilitate production processes the aim of this work – to design woollen blankets in different weaves with the same plan of weave, and to investigate their shrinkage and air permeability after finishing processes.

Two series of fabrics were selected for the study with compositions of: 75% wollen yarns, 22% regenerated woollen yarns, 3% other fibers and 100% woollen yarns. Both series of products were woven with 12 different weaves: 3 diamond twill, 3 honeycomb, 3 fancy twill and 3 basket. Both series of woollen products, were woven with a rapier weaving loom and processed by finishing processes carried out at „Barker Textiles” for the production of woollen blankets. After investigation of shrinkage and air permeability, results showed that shrinkage for all weaves were negative. Series 1 and Series 2 fabric shrinkage in the warp and weft directions depend on the used weave, and more specifically on the length of the floats in the weave. In weft direction, the largest shrinkage in both series of fabrics – in the diamond twill weave and in the warp direction – fancy twill weave. The most stable in weft direction are fabrics with fancy twill weaves, in the warp direction - with honeycomb weave. Air permeability studies have shown that the value of air permeability varies depending on the number of floats and the length of the floats in the weave. Series 1 fabrics had higher air permeability. The highest air permeability has shown fancy twill weaves with long floats in the warp direction, and the least air permeable were panama weaves fabrics with shorter floats.

Turinys

Lentelių sąrašas	7
Paveikslėlių sąrašas	7
Įvadas	9
1. Literatūros apžvalga	10
1.1. Vilnos pluoštas	10
1.2. Regeneruotos vilnos pluoštas.....	12
1.3. Audiniai	13
1.4. Pynimų klasifikacija	14
1.5. Pledų panaudojimas. Mados tendencijos	16
1.6. Matmenų stabilumo svarba vilnonių audinių gamyboje.....	17
1.7. Tekstilės matmenų stabilumo vertinimo metodai ir kriterijai	18
1.8. Audinių laidumo orui tyrimai	24
1.9. Literatūros apžvalgos apibendrinimas	29
2. Metodika	30
2.1. Tyrimo objektas	30
2.2. Audinių santraukų nustatymo metodika	31
2.3. Laidumo orui nustatymo metodika	32
2.4. Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika	33
3. Tyrimų rezultatai	35
3.1. Audinių pynimų parinkimas ir audinių projektavimas	35
3.2. Santraukos tyrimo rezultatai	44
3.3. Laidumo orui tyrimo rezultatai	49
Išvados	54
Literatūros sąrašas	55
Priedai	59
1 priedas. Tyrimų rezultatų publikavimas	59

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Laidumo orui rezultatai, atsižvelgiant į perdangų skaičių [39].....	24
2 lentelė. Akučių tipai [41]	27
3 lentelė. Gaminių struktūros parametrai	30
4 lentelė. Audinių santraukos ataudų ir metmenų kryptimis	44
5 lentelė. Audinių laidumo orui tyrimo rezultatai	49

Paveikslėlių sąrašas

1 pav. Vilnos pluošto struktūra [5].....	10
2 pav. Elementarieji audinių pynimai [17]	13
3 pav. Audinio užtaisymo brėžinio schema [13].....	15
4 pav. Pledų raštų įvairovė [22]	17
5 pav. Eksperimentui naudoti pynimai [26].....	19
6 Pav. Eksperimentui naudoti pynimai [34]	21
7 pav. Audinio pynimo įtaka santraukai [36].....	23

8 pav. Tyrimui naudoti audinių pynimai [40]	25
9 pav. Eksperimentui naudoti pynimai [41].....	26
10 pav. Eksperimentui naudoti pynimai [42].....	28
11 pav. Audinio bandinio žymėjimas pagal ISO 3759	31
12 pav. L14DR laidumo orui matavimo prietaisas	33
13 pav. Vaflinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	35
14 pav. Vaflinio pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	36
15 Pav. Vaflinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas	36
16 Pav. Rombinio ruoželinio pynimo Nr. 1: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas	37
17 Pav. Rombinio ruoželinio pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas	38
18 Pav. Rombinio ruoželinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas	38
19 Pav. Panamos pynimo Nr. 1: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	39
20 Pav. Panamos pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	40
21 Pav. Panamos pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	40
22 Pav. Kombinuoto ruoželinio pynimo Nr. 1: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	41
23 Pav. Kombinuoto ruoželinio pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	42
24 Pav. Kombinuoto ruoželinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas.....	43
25 Pav. Serijos 1 audinių santraukos metmenų ir ataudų kryptimis	47
26 Pav. Serijos 2 audinių santraukos ataudų ir metmenų kryptimis	48
27 Pav. Serijos 1 ir serijos 2 laidumas orui.....	52

Ivadas

Visiems gerai žinomas natūralus gyvulinės kilmės pluoštas, gaunamas nukerpant plaukus arba kailį – vilna. Šis pluoštas vertinamas nuo senų senovės dėl jo šiluminių savybių bei švelnaus ir malonaus pojūčio, todėl dažnai naudojamas prie žmogaus kūno. Vienas iš vilnos panaudojimo būdų – vilnonis pledas. Tai viena dažniausiai naudojamų detalių namų interjere, skirta ne tik namų estetinei išvaizdai pagyvinti, tačiau ir šiluminėms savybėms suteikti. Vilnonių pledų gamintojų Lietuvoje yra vos keletas: UAB „Barker Textiles“ bei Italijos kompanijos padalinys UAB „Liteksas“. Norint sukurti sėkmingą ir kliento poreikius tenkinantį pledą, svarbu domėtis tendencijomis atsižvelgiant į pasaulinių parodų „Heimtextil“ (Frankfurtas, Vokietija) ir „Premier Vision“ (Paryžius, Prancūzija) diktuojamas madas. Būtent todėl pleduose atsiranda vis daugiau dizainus išryškinančių skirtingų pynimų, maišoma įvairi pluoštinė sudėtis, o pats vilnos pluoštas yra linkęs trauktis, todėl šie faktoriai kelia naujų iššūkių: matmenų nestabilumą po apdailos procesų, skirtingą santrauką, priklausomai nuo sukurto dizaino, ir skirtingas šilumines savybės.

Kadangi daugelis iš mūsų pledus naudojame kasdien: pasišildyti kojas, pasitiesti ant žolės iškylos metu ar tiesiog užtiesti savo baldus, todėl, tai gaminy, kuris turi atrodyti ne tik reprezentatyviai, tačiau ir atlikti savo funkcines paskirtis: išlikti tvirtam, stabiliam bei maloniam liesti. Būtent dėl to, tekstilės gaminiams keliami vis dažnesni funkciniai ir išvaizdos reikalavimai, o vis populiarėjanti tendencija tausoti aplinką bei gaminti produktus žiedinės ekonomikos principu, skatina kurti ne tik funkcionalius, bet ir tvarius gaminius. Atsižvelgiant į šiuos faktorius, norint sukurti gerą produktą ir patenkinti klientų lūkesčius bei palengvinti gamybos procesus, nuspėjant matmenų bei laidumo parametrus, magistriniame darbe analizuojama santraukos ir laidumo orui priklausomybė nuo skirtingo tipo pynimų bei lyginamas mišriapluošties vilnos pluoštas su 100 % vilna minėtų tyrimų metu.

Darbo tikslas – suprojektuoti vilnonius pledus skirtingais pynimais, esant tam pačiam audimo staklių užtaisymui, ir ištirti jų santraukas po apdailos procesų bei laidumą orui.

Darbo uždaviniai:

1. remiantis išanalizuota literatūra, suprojektuoti ir pagaminti skirtingų pynimų vilnonius pledus, esant tam pačiam audimo staklių užtaisymui;
2. ištirti skirtingų pynimų vilnonių pledų audinių santrauką po apdailos;
3. ištirti skirtingais pynimais pagamintų pledų laidumą orui;
4. palyginti paprastos ir mišriapluošties vilnos pledų savybių tyrimo rezultatus.

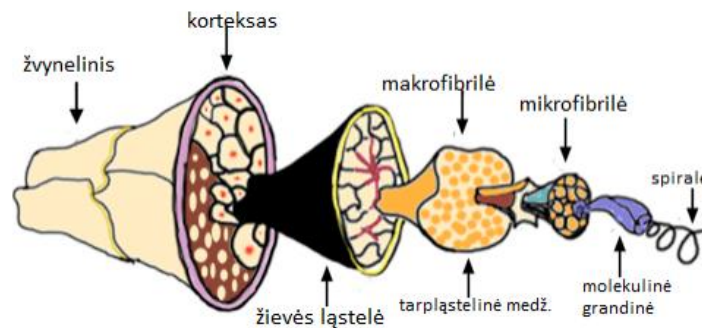
1. Literatūros apžvalga

1.1. Vilnos pluoštas

Kiekvienas tekstilės gaminytis yra sudarytas iš tam tikro pluošto. Pluoštas – tai tekstilės žaliava, kurią sudaro ploni plaušeliai [1]. Jis gali būti natūralios arba cheminės kilmės. Natūralios kilmės pluoštai skirstomi į mineralinius, augalinius ar gyvūnines kilmės, o cheminiai – į dirbtinius, sintetinius ir ugniai atsparius [2].

Nors tekstilės pramonėje cheminiai pluoštai užima vis svarbesnę vietą dėl kuriamų technologijų, iš dalies geros kainos bei išgaunamų savybių, tačiau natūralios kilmės gaminiai, pasak knygos autoriaus R. M. Kozłowski, užėmė svarbią vietą žmonių gyvenime, o vilna bei medvilnė vis dar išlieka vieni populiariausių pluoštų pasaulyje iki šių dienų [3]. Natūralių pluoštų teigiama savybė yra bioskaidumas, o ekosistema nėra taip stipriai pažeidžiama kaip dėl sintetinių pluoštų naudojimo [3].

Vilna – gyvūnines kilmės pluoštas, augantis ant avių, ožkų ir kitų panašių gyvūnų, įvardijamas kaip kailio plaukai [4]. Vilna žinoma kaip baltyminis pluoštas, sudarytas iš keratino bei pasižymintis ypatinga žvyneline struktūra. Žvyneliai nukreipti pluošto galiuko link, sukuria dantytą paviršių. Tokia savybė vilnos pluoštams leidžia slysti vienas su kitu ta pačia kryptimi, tačiau ne skirtinga. Vilnos pluošto struktūra pavaizduota 1 pav. [5].



1 pav. Vilnos pluošto struktūra [5]

Jau prieš tūkstančius metų laukinės avies plaukai buvo naudoti šiluminėms savybėms suteikti bei pardavinėjama kaip naudinga prekė. Šiandien, vilnos rūšis galima skaičiuoti dešimtimis, tačiau pačios populiariausios yra: avių vilna, merino vilna bei ėriuko vilna. Tačiau ieškant prabangos, lengvumo ir švelnumo, taip pat renkamosi: kašmyro, alpakos bei moherio vilna. Geriausiai žinomos šalys, tiekiančios vilną, yra: Naujoji Zelandija bei Australija. Naujoji Zelandija pasižymi tradicinės avies vilnos auginimu, o Australija pirmauja kaip plonos merino vilnos tiekėja pasauliniu mastu. Pats vilnos auginimo procesas nėra lengvas, nes didžioji dalis vilnos yra nušeriama ant gyvos avies naudojant rankinę kirpimo mašinėlę [6]. Vilnos kokybė nusakoma keliais parametrais: plauko storiu, banguotumu, išėiga, spalva ir plaušų tvirtumu [3].

Vilnos plaukai gali būti skirstomi į:

- pūkus – ploniausi, smulkiai rangyti, beveik apvalaus skerspjūvio plaukai. Paviršių dengia suragėję žvyneliai, o vidų sudaro kamštinis audinys. Nuo kamštinio audinio priklauso audinio tūsumas, stiprumas ir t. t. Nuo šiame audinyje esančio pigmento priklauso jo spalva.
- akuotieji – stori, šiurkštūs, tiesūs plaukai. Juose be kamštinio audinio ir suragėjusių žvynelių, dar yra ir šerdis.
- pereinamieji – pusiau šiurkštūs, pusiau švelnūs plaukai, kurių šerdis yra su nutrūkimais.
- negyvieji – patys storiausi, padengti storais suragėjusiais žvyneliais plaukai. Jų plonas kamštinis audinys, bet stora šerdis. Šie plaukai standūs ir nestiprūs, sunkiai dažomi [4, 6].

Skirstant pagal storį vilna gali būti:

- plona – sudaryta iš smulkiai rangytų plaukų. Ji vertingiausia, aukštos kokybės. Gaminama iš merinosų veislės avių bei keleto mišrių veislių.
- pusplonė – sudaro plonesni pūakai ir pereinamieji plaukai.
- pusterė – be pūkų bei pereinamųjų plaukų joje dar yra ir akuotų.
- stora – sudaro visų rūšių plaukai. Laikoma prastos kokybės [6].

Svarbiausia vilnos savybė yra vilnos plauko storis, nuo kurio priklauso kaina ir vilnos panaudojimas. Plonesnė nei 15,5 mikrono vilna yra pati prabangiausia ir švelniausia bei yra naudojama ypač aukštos kokybės gaminiams gaminti. Storesnės vilnos pluoštai (33 mikronų ir storesni) naudojami mažesnės kokybės ir tvirtesniems gaminiams. Kitas minėtas svarbus faktorius – vilnos plauko spalva. Spalva gali būti apibrėžiama geltonumo indeksu, kuris svyruoja nuo 0 – labai balta iki 12 – geltona bei šviesumo indeksu, kuriam mažėjant vilna yra tamsesnė [6]. Pledų gamyboje dažniausiai renkama storesnė bei tvirtesnė vilna dėl reikiamo patvarumo vėlimo proceso metu, tačiau naudojama ir plonesnė merino vilna, kuri suteikia lengvumo bei prabangos jausmą klientui. Pagrindinės gerai žinomos vilnos savybės yra:

- gera izoliacija, dėl kurios suteikiamos šiluminės savybės;
- lengvai veliama, kadangi vilnos plauko struktūra sudaryta iš žvynelių, kas leidžia pluošteliams geriau sukibti, juos veliant, o tanki bei standi struktūra yra mažiau pažeidžiama;
- tamprus pluoštas, jį ištempus jis relaksuodamas pamažu grįžta į pradinę būseną;
- higroskopiškas pluoštas (vilna gali sugerti apie 35% drėgmės prieš pajaučiant šlapumo jausmą);
- geros nedegumo bei antistatinės savybės;
- biologiškai skaidoma medžiaga;
- mažas anglies poveikis aplinkai;
- vilnos pluoštai gali būti lenkiami 20000 kartų iki jų nutrūkimo [3].

Vilnos panaudojimo sritys yra labai plačios: antklodėms, arklių apklotams, kiliminėms dangoms, izoliacijai, namų interjere. Miegamajame ar svetainėje dažnai sutinkami vilnoniai pledai, kurie

gaminami iš avies vilnos. Ieškantiems lengvumo bei švelnumo jausmo siūloma minėtų merinosų vilna, itin populiarai tarp vaikų/kūdikių, kadangi pledai skirti jiems įvynioti ir suteikti jaukumo jausmą [7]. Pagal atliktus tyrimus, autorius R. M. Kozłowski teigia, kad miegant po vilnone antklode širdies ritmas miego metu yra lėtesnis, todėl užtikrinamas ramesnis miegas [3]. Tad vilna suteikia ne tik malonias jutimines savybes, bet ir pagerina mūsų fizines savybes.

1.2. Regeneruotos vilnos pluoštas

Pasauliui tobulėjant bei didėjant žmonių kiekiui, didėja ir mūsų poreikiai bei maisto, drabužių ir kitų produktų sunaudojimo kiekis, o būtent mada ir tekstilės pramonė yra viena labiausiai teršiančių ir didelių išteklių reikalaujančių sričių pasaulyje [8]. Dėl išpopuliarėjusios greitosios mados „pirk ir mesk“ logikos, tekstilės gamyba didina savo pajėgumus, keldama didelį pavojų mūsų aplinkai. Dėl šių neigiamų veiksnių tekstilės sritis skatinama tapti žiedinės ekonomikos dalimi, prailginant drabužių bei kitų tekstilės gaminių gyvenimą, panaudojant pluoštus dar ir dar kartą, o grynų pluoštų naudojimas būtų mažinamas. Nors antrinis tekstilės pluoštų panaudojimas reikalauja didelio darbo dėl daugeliu atvejų galimybės rūšiuoti tik rankiniu būdu, tačiau pamažu vis daugiau įmonių prisijungia prie šios žiedinės ekonomikos idėjos ir bando suteikti naują gyvenimą seniems produktams [9].

Autorių S. Russeelo.; P. Swano ir kt. knygoje, aiškinama, kad vilnos tekstilinės atliekos gali būti klasifikuojamos į dvi kategorijas: popramoninės (prieš vartojimą) ir po vartotojo. Popramoninės atliekos – tai pluoštai, verpalų ar audinių atliekos, susidariusos gamybos metu, o atliekos po vartotojo – tai drabužiai, kurie nebenešiojami ir yra išmesti. Tokios atliekos gautos iš naudotų drabužių, po mechaninio perdirbimo proceso pluoštas lieka trumpas, todėl perdirbimui į verpalus nėra pats geriausias. Jis labiau tinka naudoti neaustinėms medžiagoms, čiužiniams, izoliacijai ar panašioms produktams gaminti. Toks perdirbimo būdas vadinamas atviros kilpos, nes naujas produktas nėra pagaminamas, tačiau, tekstilinės atliekos vis tiek panaudojamos. Kokybiškam perdirbimo procesui reikalingi ilgesni pluoštai, tai jau minėtos popramoninės atliekos: uždaudai, kraštai nuo staklių, siūlgaliai ir pan. Su šiomis atliekomis galima išgauti kokybiškesnį, stipresnį ir ilgiau tarnaujantį verpalą naujam produktui [10].

Pagal „Cleaner production“ žurnalą, vilnos perdirbimą sudaro šie procesai:

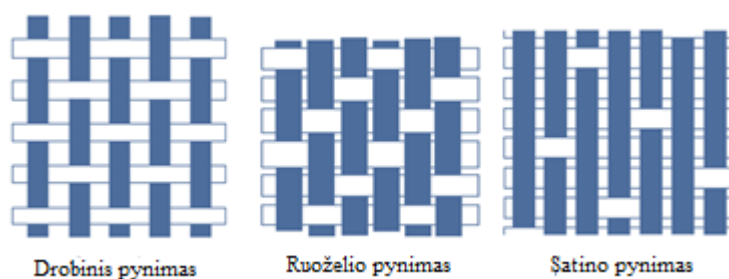
- rūšiavimas;
- karbonizavimas;
- plėšymas;
- dažymas (jeigu yra reikalingas).

Kiekviename perdirbimo procese rūšiavimas yra vienas svarbiausių procesų. Žaliava turi būti surūšiuojama pagal pluoštus, spalvas, o papildomos „šiukšlės“ pašalinamos [11]. Viena didžiausių perdirbamų pluoštų problema – atliekos su mišria pluoštine sudėtimi. Dauguma gaminių tekstilės srityje dabar kuriami maišant pluoštus: vilną su sintetiniais pluoštais, medvilnę su vilna, norint

išgauti skirtingas savybes ir panašiai [12]. Atliekų perdirbimo procesą sudaro karbonizavimas, kurio metu iš vilnos cheminiu būdu pašalinami likę nešvarumai. Toliau vykstant plėšymui, atliekos vėl tampa pluoštu jas plėšant ir išplaunant bei išdžiovinant. Dažymo proceso metu vilna gali būti paliekama natūralios spalvos iš perdirbtų pluoštų arba nudažoma. Perdirbtas pluoštas praeina lygiai tuos pačius procesus, kaip ir gaunant tradicinius vilnonius verpalus [11]. Atsižvelgiant į nagrinėtą literatūrą, perdirbti natūralūs pluoštai yra ateitis, į kurią verta investuoti laiką ir galimybes bei skatinti investuoti kitus. Dėl šios priežasties mišriapluoščiai pledai, kurių sudėtyje yra regenruoto vilnos pluošto, bus nagrinėjami darbe kartu su 100% vilnos pluošto pledais.

1.3. Audiniai

Audiniai – vieni dažniausiai naudojamų tekstilinių gaminių įvairiose tekstilės srityse. Audimą pradėta naudoti jau neolito laikotarpiu, o audiniai buvo vienas seniausių žmogaus veiklos produktų. Audiniai vertinami dėl stabilios struktūros, įvairių pynimų išgavimo galimybes, atsparumo smūgiams ir kitų savybių. Audinys gali būti apibūdinamas kaip dviejų statmenai susipynusių siūlų sistemų visuma. Paprastieji audiniai sudaryti iš dviejų siūlų sistemų: skersinių ataudų ir išilginių metmenų, o sudėtingesnės struktūros audiniai sudaryti iš daugiau nei dviejų siūlų sistemų [13], tačiau juos dažniau sutinkame techninėje tekstilėje [14]. Audinio sudarymo būdai yra įvairūs – viskas priklauso nuo norimo gauti efekto, struktūros, naudojamų pluoštų, audimo staklių ir kitų techninių charakteristikų. Tačiau visus audinius turi sudaryti tokie procesai kaip: žočių sudarymas, ataudų pratesimas pro žiotis, pratesio ataudų primušimas ir audinio elemento formavimas, o galiausiai audinio atitraukimas iš formavimo zonos ir įrietimas į rietimo veleną [15]. Dažniausiai sutinkami elementarieji audinio pynimai: drobinis, ruoželinis ir satininis [16]. Šie pynimai pavaizduoti 2 pav. Drobinis pynimas yra labai tvirta struktūra, kurios geroji ir blogoji pusės atrodo vienodai, o siūlai yra susipynę labai glaudžiai. Šiam pynimui sudaryti užtenka paprasčiausios įrangos, o pats audinio sudarymo procesas yra greitas. Ruoželio pynimas sudaromas, kai metmenų ar ataudų perdangomis sudaroma įstrižainė, kuri gali būti Z ar S krypties. Šis pynimas taip pat yra pakankamai tvirtas ir gali būti subalansuotas arba ne. Satino pynimas, turi ilgas perdangas (4 ar daugiau), persipynančias atitinkamu žingsniu. Ilgos perdangos satininio pynimo audiniui suteikia švelnumo jausmą ir blizgumą [17].



2 pav. Elementarieji audinių pynimai [17]

Audiniai apibūdinami pagrindiniais parametrais kaip:

- žaliava – medžiaga, iš kurios sudaromi audiniai;
- ilginis tankis – siūlų masės bei ilgio dalmuo, kuris netiesiogiai apibūdina siūlo storį;
- siūlų tankumas – siūlų skaičius viename audinio centimetre;
- paviršinis tankis – audinio masės ir paviršiaus ploto dalmuo;
- apdaila – audinių išorės gražinimas ir savybių gerinimas fizikiniais, mechaniniais bei cheminiais metodais;
- pynimas – sudarytas iš dviejų ar daugiau viena kitai statmenų siūlų sistemų, supintų tam tikra tvarka [15].

Įvairiems audiniams išgauti naudojamos skirtingos audimo staklės. Praktikoje audimo staklės skirstomos pagal skirtingas ataudos pratiesimo sistemas, tai yra: į šaudyklines, kuriose ataudas tiesiamas šaudykle su šeiva ir bešaudyklines, kuriose ataudas tiesiamas sviedikliu, oro srautu, vandens čiurkšle, iešmais – rapyromis. Pagal ataudos pratiesimo būdą skirstomos į: sviediklines, pneumatines, hidraulines bei iešmines audimo stakles [16].

1.4. Pynimų klasifikacija

Pagal V. Milašiaus ir J. Katunskio knygą [13] audinių pynimai skirstomi į dvi grupes – vienasluoksniai ir daugiasluoksniai. Vienasluoksniams audiniams priskiriami iš dviejų siūlų sistemų sudaryti audiniai. Šių audinių pynimai gali būti skirstomi:

- elementarieji – drobinis, ruoželinis, atlasinis (satininis);
- išvestiniai – išvestiniai pynimai iš drobinio pynimo; išvestiniai pynimai iš ruoželinio pynimo; išvestiniai pynimai iš atlasinio (satininio) pynimo;
- kombinuotieji pynimai – kombinuotieji ripsai ir panamos, kombinuotieji ruoželiai, kombinuotieji atlasai (satina), krepiniai pynimai, reljefiniai pynimai, ažūriniai pynimai, pakeistieji pynimai, languotieji pynimai.

Daugiasluoksniams audiniams priskiriami audiniai, sudaryti iš daugiau negu dviejų siūlų sistemų. Jie dar vadinami sudėtingaisiais pynimais ir skirstomi [13]:

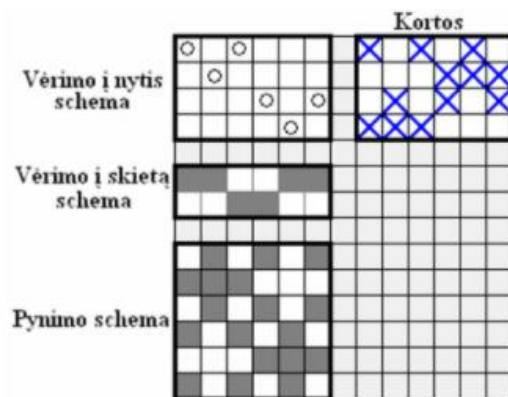
- pusantrasluoksnių audinių pynimai (gali būti pynimai su dviem metmenų arba dviem ataudų sistemomis);
- dvisluoksnių audinių pynimai;
- apskritųjų audinių pynimai;
- daugiasluoksnių audinių pynimai;
- keleriopo pločio audinių pynimai;
- lansinių ir brošinių audinių pynimai ir t. t.

Elementarieji pynimai pasižymi paprastumu, o jiems išskiriamos tokios taisyklės: viena skirtinga

perdanga bei pastovus žingsnis, vienodas metmenų ir ataudų raportas. Šiai kategorijai priskirtini: drobinis, ruoželinis bei atlasinis pynimai. Išvestiniai pynimai glaudžiai susiję su elementariaisiais, nes tai pynimai, kurie sudaromi iš drobinio, ruoželinio ar satininio pynimų. Išvestiniams priskiriami pynimai sudaromi iš elementariųjų: drobinio, atlasinio bei ruoželinio pynimų. Taip atsiranda nauji pynimai: ripsas, panama, kurios išvaizda primena drobinį pynimą, tik sudarytą iš kelių siūlų, išsidėsčiusių vienas šalia kito; sustiprintas ruoželis, kuris yra toks pat kaip elementarusis ruoželis, tačiau kiekviename žingsnyje pridedama papildoma perdanga pynimo efektui sustiprinti. Siekiant šiems pynimams suteikti žasimingumo bei įdomumo, išrasti tokie pynimai kaip: sudėtiniai, laužytieji, rombiniai ruoželiai ir t.t. Būtent šiuos dažnai naudojamus pynimus: laužytąjį ruoželį ar rombinį ruoželį, galima dažnai sutikti vilnionių pledų gamyboje, audiniuose ir kt. Kombinuotieji pynimai yra labai įvairūs. Jų sudarymo principas, kai kelis paprastus pynimus transformuojame į vieną matricą, leidžia sukurti begalę įvairių pynimų, kurie pasižymi įdomiu raštu [13].

Daugiasluoksniai pynimai, dar vadinami sudėtingaisiais, skiriasi nuo vienasluoksnių, nes yra sudaryti iš daugiau nei dviejų siūlų sistemų su papildomomis metmenų ar ataudų sistemomis, kurios audiniui suteikia reikiamą efektą. Dažniausiai sudaromi audiniai su kilpomis, pūkeliu ir kt. Tokie audiniai gali būti audžiami iš skirtingos žaliavos siūlų bei naudojami įvairiems tikslams [13].

Norint išausti audinį, reikia sudaryti jo užtaisymo brėžinį, kuriame ir nurodomi pagrindiniai audinio užtaisymo parametrai. Užtaisymo brėžiniui sudaryti reikalingas: pynimas, vėrimo į skietą ir nytis schemas bei kortų schema. Pynimo vaizdavimui dažniausiai įprasta, kai užtušuotas langelių stulpelis vaizduoja metmenį, o tuščia langelių eilutė – ataudą, o pats langelis – perdangą. Pavyzdys, kaip atrodo audinio užtaisymo brėžinys, pateiktas 3 paveiksle [13]. Audimo staklėse metmenys suveriami į skietą. Vėrimui į skietą vaizduoti paprastai skiriamos dvi eilutės. Jose užtušuojama tiek langelių, po kelis metmenų siūlus verinama į vieną tarpudantį. Vėrimo į nytis schemeje kiekvienai nyčiai skiriama viena eilutė. Nytis, į kurią veriamas metmuo, pažymima apskritimu, o kortos vaizduojamos langelių stulpeliu. Langelis, pažymėtas kryželiu, reiškia, kad nytis turi būti pakelta, o tuščias langelis – nuleista [15].



3 pav. Audinio užtaisymo brėžinio schema [13]

1.5. Pledų panaudojimas. Mados tendencijos

Pledas – tai dažniausiai švelnios medžiagos, pakankamai didelis užtiesalas, galintis apdengti žmogaus kūną jam miegant ar ilsintis, suteikiant jaukumo bei švelnumo jausmą. Vieni pirmųjų vartojusių terminą „pledas“ buvo Tomas Blanketas, gyvenęs Anglijoje dar XIV amžiuje [20, 19]. Kaip ir XIV amžiuje, taip ir dabar, pledai dar vis plačiai perkami, tik pasirinkimas tapo žymiai platesnis. Šiandien pledai naudojami ne tik suteikti šilumą vartotojui, miego ar poilsio metu, tačiau jie tapo ir neatsiejama interjero dalimi. Pledų panaudojimo paskirtis gali būti labai įvairi: nuo užtiesalo lauke iškylos metu iki ligoninėse naudojamų užtiesalų pacientams apkloti. Taip pat pledai jau nuo viduramžių puikiai naudojami karuose, o tobulėjančios technologijos tekstilės srityje, suteikiančios technines savybes, leidžia pledams tapti ne tik paprastu gaminiu šilumai suteikti, tačiau ir turėti tam tikras funkcines savybes. Lengvesnės struktūros bei pluoštinės sudėties pledai gaminami ir medvilniniai, sintetiniai ar maišyto pluošto bei naudojant skirtingus gamavimo būdus: mezgimą ar audimą. Pledas yra gerai žinomas kaip puiki dovana vaikui, nes nuo pat jo gimimo jis praleidžia miegodamas būtent įgaubtas į vieną iš jų, todėl vaikiškų prekių rinkoje tai vienas populiariausių produktų [18, 20]. Būtent vilnionių pledų asortimentas siekia įvairiausios sudėties ir norimo stiliaus užtiesalus: plonesni ir aukštesnės kokybės pledai gaminami iš merino, kašmyro vilnos, o vis labiau populiarėjant organiniams ar regeneruotiems verpalams, bandoma pradėti gaminti gamtą saugančius užtiesalus [18]

Pledų tendencijos bėgant metams pamažu keičiasi. Kadangi tai tapo labiau mūsų interjero dalimi, gražiu elementu ant lovos ar sofas, dizainai turi keistis kartu su mada. Žinoma, kad ir kokios mados siautėtų pasaulyje, yra dizainai, kurie lieka populiariūs metų metus ir yra vadinami tradiciniais. Tačiau, bandant pasivyti madas ir suprasti naujausias pledų tendencijas, padeda žvilgsnis į pavasarį ir rudenį vykstančias mados savaites, įvairiausių tekstilės madų žurnalus, interjero parodas kaip „Maison & Objet“ bei kitas tarptautines tekstilės parodas. Keletas jų išsiskiria savo garsumu bei pripažinimu visame pasaulyje, tad apsilankęs jose, gausi didelį pliūpsnį idėjų. Viena tokių parodų kasmet vyksta Frankfurte, Vokietijoje. Tai viena garsiausių pasaulyje tekstilės parodų „Heimtextil“ [21]. Kasmet surinkta gerai žinomų dizainerių komanda iš įvairių šalių, atsižvelgdama į visuomenės poreikius, nusprendžia bei numato artėjančias mados tendencijas ir jos kryptis. Likus pusei metų iki parodos pradžios, būsimiems dalyviams gali būti atsiunčiamas žurnalas, kuris plačiai apibūdina pasaulinės tekstilės mados kryptis su įvairiomis tematikomis. Atsižvelgiant į Heimtextil 2020–2021 metų tendencijų žurnalą bei ilgą laiką tvyrančius tradicinius pynimus, vilnionių pledų rinkoje vyrauja kultūrinio paveldo tausojimas, autentiškumas bei įvairovė. Žurnale pabrėžiama, kad 2020–2021 metais svarbu pabrėžti dekoratyvinius raštus, taip pat pynimus nuo liaudies elementų iki geometrinių bei pačių paprasčiausių, vadinamų tradiciniais [22]. Pledų raštų įvairovė parodyta 4 paveiksle.



4 pav. Pledų raštų įvairovė [22]

Patys paprasčiausi ir gerai žinomi tradiciniai elementarieji pynimai prasideda nuo: drobinio, ruoželinio bei satininio [22]. Atsižvelgiant į naudojamo pynimo dažnumą įmonėje „Barker Textiles“, jau nuo 2000 m. vilnioniuose pleduose dominuoja ir dažniausiai sutinkamas ruoželinis pynimas. Ruoželinis pynimas vilnioniams pledams yra populiarus dėl savo tvirtumo ir paprastos išvaizdos, norint sukurti languotus spalvinius variantus. Kadangi magistriniame darbe bus kreipiamas didžiausias dėmesys į patį pynimą, o ne į spalvinius derinius, įdomesnę išvaizdą bus mėginama išgauti panaudojant kombinuotojo ruoželio pynimą. Šiuose pynimuose išryškėja įvairios, nevienodo storio įstrižos linijos. Būtent tokio pynimo panaudojimas vilnioniuose gaminiuose gali suteikti išskirtinumo, bet tuo pačiu palikti seno ir gerai žinomo ruoželio įspūdį. Jau ilgą laiką, rombiniai bei vafliniai pynimai nedingsta iš vilnionių pledų pramonės. Remiantis autorių E. Kumpikaitės ir L. Kot medžiaga, lietuvių liaudies sijonuose rombiniai ruoželiniai pynimai buvo plačiai naudojami [23]. Pagal jau minėtą straipsnio tendenciją – liaudies motyvai bei tradiciniai pynimai, rombinių bei vaflinių pynimų naudojimas pleduose atspindės lietuviško paveldo tausojimą, o pynimų struktūra atrodys žinoma ir puikiai tinkanti paprastumo jausmui sukurti. Geometriniams elementams išryškinti puikiai tiktų panamos ar išvestinės panamos pynimai. Pasirinkus išvestinį panamos pynimą, pledas nebus kietas ir standus dėl ilgesnių perdangų ir dėl pynime turinčių būti bent kelių gretimai supintų siūlų.

1.6. Matmenų stabilumo svarba vilnionių audinių gamyboje

Turbūt kiekvienas žinome, kad išskalbus vilnonį gaminį, jis gerokai susitrauks. Todėl daugelis gamintojų savo produktus pataria skalbti tik jeigu būtina ir rankiniu režimu – žemos temperatūros vandenyje [24]. Gamyboje taip pat viena dažniausiai pasitaikančių problemų – matmenų pokytis apdailoje, kai gaminys yra veikiamas įvairių mechaninių apdailos procesų norimai išvaizdai išgauti. Matmenų stabilumas – tai audinio savybė atsispirti jo matmenų pokyčiams. Audinys, praeidamas daugelį apdorojimo procesų, yra veikiamas įtempio, todėl vienas iš pagrindinių iššūkių yra gaminį išlaikyti iš anksto jam nustatytų matmenų ribose [25]. Gaminys gali susitraukti arba ištįsti, veikiamas tam tikrų sąlygų [26]. Tekstilėje austų gaminių matmenų

stabilumui gali daryti įtaką tokie veiksniai kaip:

- pluoštinė sudėtis [27];
- išsiplėtimas nuo drėgmės;
- vėlimas;
- audimo būdas;
- rišlumas;
- relaksacija [28];
- šiaušimas ir kt. [27].

Vilnionių pledų gamyboje traukumo savybei didžiausią įtaką turi pati vilnos plauko struktūra. Vilnos plaukelis yra padengtas žvyneliais, o patys žvyneliai yra nukreipti į išorę link pluošto galiuko – pluoštai vis labiau vienas su kitu sutankėja, kol susidaro vadinamasis „veltinis“, o vandenyje šis vėlimasis tik padidėja [29]. Šis vėlimo procesas vykdomas ir vilnionių pledų gamyboje šlapio šiaušimo metu, kai neapdorota vilna panardinama į vandenį ir yra veikiamama muilu/plovikliu. Paveikus plovikliu, vilnonis gaminys pakeičia formą, leidžiant pluoštams migruoti bei veltis į vientisą pluoštų masę. Po šio proceso gauname negrižtamą santrauką [30]. Taip pat sauso šiaušimo apdailos metu šiauštas paviršius yra sukuriamas, iš verpalo paviršiaus ištraukiant pluoštus metalinėmis adatėlėmis [31]. Toks procesas taip pat gali turėti įtakos vilnonio gaminio matmenims ir jų stabilumui [30]. Grižtamajai ar negrižtamajai gaminių santraukai įvardinti, kai tekstilinė medžiaga yra veikiamama karščio ir/ar garų išskiriami keturi skirtingi santraukos tipai [32]:

1. higralinis išsiplėtimas;
2. relaksacinė santrauka;
3. brinkimo santrauka;
4. vėlimo santrauka [32].

Higralinis išsiplėtimas gali atsirasti apdailos metu, kai atsiranda siūlo santrauka, sumažėja vidinės verpalo jėgos. Relaksacinė santrauka atsiranda, kai verpimo, audimo, apdailos metu pluoštai veikiami tempimo, sukimo ar lenkimo jėgomis, o po skalbimo ar džiovinimo atsiranda relaksacinė santrauka – pluoštas grįžta į savo pradinę būseną. Brinkimo santrauka atsiranda, kai individualūs pluoštai absorbuoja arba desorbuoja vandenį. O galiausiai, vėlimo santrauka atsiranda dėl vilnos plaukelio struktūros ir susidariusio veltinio tarp pluoštų [32].

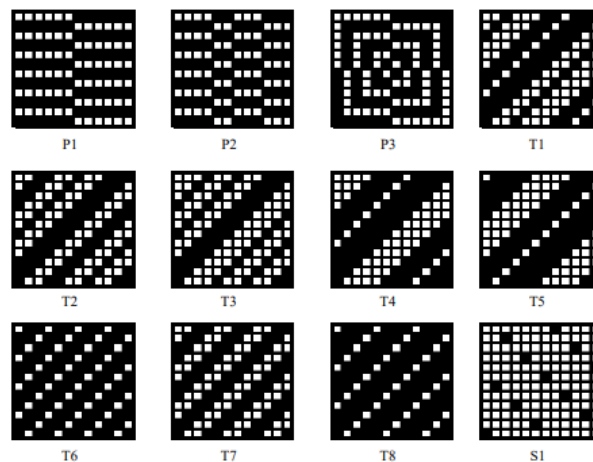
Tad vilnionių pledų gamyboje matmenų stabilumas ir jam įtaką darantys veiksniai yra labai svarbūs. Per didelis traukumas vilnonį gaminį gali paversti kietu ir sunkiu, o per didelė ištįsa – per lengvu bei nesuteikiančiu pakankamų šilumos izoliacinių savybių produktu pirkėjui [26].

1.7. Tekstilės matmenų stabilumo vertinimo metodai ir kriterijai

Norint pledų gamyboje išvengti problemų, susijusių su tekstilės matmenų pokyčiais, būtina

tinkamai ištirti audinių savybes ir įvertinti jų deformacijas. Prastas matmenų stabilumas audiniuose įtakoja: gamintojus, pardavėjus bei pirkėjus [32], todėl deformacijų įtaką audiniuose atsižvelgiant į pynimo tipą, pluoštinę sudėtį ir persipynimo ar perdangų koeficientą, analizavo dauguma autorių.

Matmenų stabilumą, atsižvelgiant į pynimo tipą audiniuose, nagrinėjo autoriai M.Topalbekiroglu ir H.K. Kaynakas. Publikacijoje, analizuojama medvilninio audinio matmenų stabilumo testai po mašininio skalbimo bei džiovinimo, gaunant reikalingą informaciją skirtingiems audiniams, kurie tenkintų vartotojų poreikius. Tyrimui atlikti pasirinkta 12 skirtingų 100% medvilninių audinių su skirtingais pynimais, kurie buvo vertinami pasitelkiant standartus. Visi šie audiniai buvo austi iešminėmis audimo staklėmis 300 m/min greičiu. Bandiniams išausti medvilnės metmenys buvo glituojami, o glitui išplauti naudojamas plovimas su minkštikliais. Plovimo procesas vyko 60 m/min greičiu skalbimo mašinoje, kuri turėjo 95, 95, 85, 65, ir 30°C temperatūros parinktis. Džiovinimas vyko 140 cm pločio audiniui 120 laipsnių temperatūroje su 30 m/min džiovinimo greičiu. Audinių tankumas buvo 28 cm⁻¹ ataudų kryptimi bei 46 cm⁻¹ metmenų kryptimi, o naudojamas verpalas buvo Ne 30/1. Pasirinkti pynimai pavaizduoti 5 paveiksle. Autoriai pabrėžia, kad norint suprasti statistinę matmenų stabilumo svarbą, kuriai daro įtaką skirtingi pynimai audiniuose, pasitelkiama vienas dispersijos analizė. Taip pat siekiant parodyti aiškų santykį tarp santraukų ir plovimų skaičiaus, pasitelktas Pearson momento koreliacijos koeficientas. Visi bandymo rezultatai buvo įvertinti pagal reikšmingumo lygius – $p < 0,05$ ir $p < 0,01$ [26].



5 pav. Eksperimentui naudoti pynimai [26]

Visiems bandiniams tyrimo metu buvo apskaičiuotas paviršinis tankis bei gautos metmenų ir ataudų santraukos bei išmatuotas audinio storis.

Atlikus tyrimą, ataudų kryptimi bandiniai P1, P2 ir P3 (drobinis pynimo pagrindas) pasižymėjo itin didele santrauka dėl mažo persipynimo ataudų kryptimi, o P1 ataudų ir metmenų kryptimi parodė didžiausią santrauką – 6,3%. Ruoželinio pynimo bandiniai T2-T8 parodė mažesnius ataudų santraukos rezultatus dėl didesnio pynimo rišlumo. T1 bandiniui gauta vos 0,9% santrauka ataudų kryptimi. Metmenų kryptimi mažiausia santrauka gauta P2 bandiniui (išvestiniam ripsui) – 2,3 %.

Ruoželinio pynimo bandiniai T4 ir T5 pasižymėjo didžiausia santraukos verte metmenų kryptimi dėl mažo persipynimo metmenyse. Po atlikto bandymo ir gautų rezultatų, autoriai išskiria, kad didinant persipynimų skaičių audinyje, sumažėja ir santrauka. Atsižvelgiant į bandinį S1, kuris sudarytas iš satininio pynimo, santrauka gauta mažesnė negu tikėtasi: ataudų kryptimi – 4,7 %, o metmenų – 4,9 %. Publikacijoje, atlikus vienpusę dispersijos analizę, pynimo tipas turėjo svarbią įtaką ataudų kryptimi – ($F(n-24) = 387,98$, $p < 0,01$, o metmenų – ($F(n-24) = 64,17$, $p < 0,01$). Pirsono momento koreliacijos koeficientas taip pat parodė, kad yra stiprus teigiamas ryšys tarp skalbimų skaičiaus ir santraukos – ($r = 0,557$, $p < 0,01$). Vienfaktorinė dispersinė analizė parodė, kad bandiniai T1, T3, T6, ir T8 turėjo geriausius rezultatus santraukos atžvilgiu, o bandiniai P1 ir P3 traukėsi daugiausiai, tad rezultatai laikomi blogiausiais. Atsižvelgę į visus gautus rezultatus, autoriai publikacijoje padarė išvadą, kad geram matmenų stabilumui audiniai turi turėti pakankamą persipynimų skaičių ataudų bei metmenų kryptimis, o turėti persipynimą tik ataudų ar metmenų kryptimi neužtenka geram stabilumui audinyje pasiekti [26].

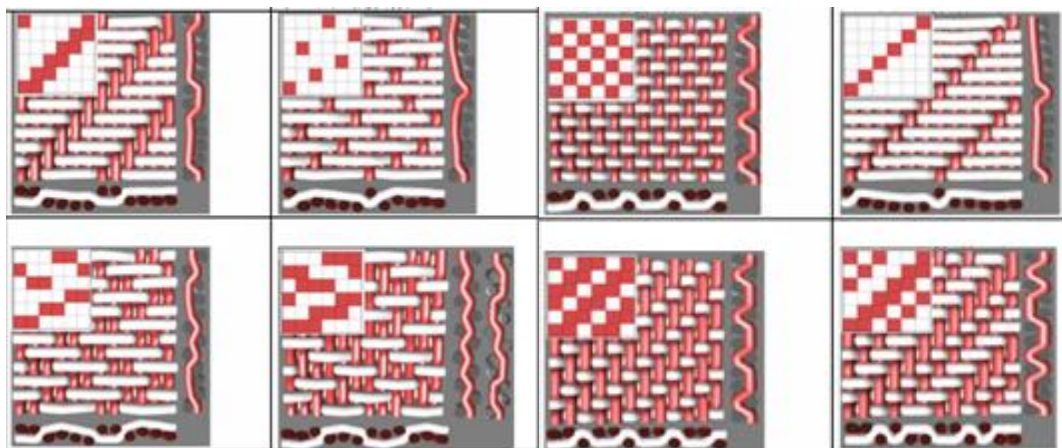
Kitame publikuotame straipsnyje autorių M. Maqsoodo, T. Hussaino, Yaso ir kt. nagrinėta ataudų bei metmenų santrauka medvilniniuose audiniuose. Buvo sukurti statistiniai modeliai santraukos procentiniai daliai nustatyti. Sukurti modeliai buvo pagrįsti empiriniais duomenimis, gautais iš kruopščiai parengtų 60 audinių pavyzdžių, turinčių skirtingą siūlų ilginį tankį, audinių tankumą ir pynimą. Tyrime visi audiniai buvo išausti „Toyota JAT 710“ staklėmis kaip namų tekstilei, paklodėms ar užuolaidoms skirti audiniai. Audinių santrauka buvo tiriama atsižvelgiant į skirtingus duomenis: metmenų ir ataudų verpalų ilginį tankį, ataudų bei metmenų tankumą, audinio plotį ir ataudų tankumą, perdangų skaičių, skieto numerį, metmenų skaičių skieto tarpudantėje bei metmenų ir ataudų santrauką procentais [33].

Visi bandiniai buvo 100% medvilniniai, tačiau išausti 4 skirtingais pynimais: 1/1, 2/1, 3/1 ir 4/1 bei turint skirtingus perdangų skaičius 1, 2, 3 ir 4. Santrauka buvo tirta pagal „ASTM D3883 Standard Test Method for Yarn Crimp and Yarn Take-up in Woven Fabrics“ standartą. Autoriai mini, kad tyrimas buvo atliktas iš viso 68 bandiniams, tačiau tik 8 bandiniai (po 2 kiekvienam pynimui) buvo naudojami sukurtiems modeliams patvirtinti. Visa statistinė analizė buvo naudojama pasitelkiant MINITAB statistikos programą. Tyrimo metu autoriai konstatuoja, kad padidėjus ataudų tankumui, procentinė metmenų santrauka taip pat padidėja dėl didesnio metmenų persipynimo. Taip pat, minima, jog kuo ilgesnė metmenų perdanga, tuo mažesnė bus verpalų santrauka. Publikacijoje tyrimo metu nustatyta, kad skieto numeris turi tiesioginį ryšį su santrauka, nes didesnis dantukų skaičius skiria didesnę metmenų skaičių tam tikrame plote. Straipsnyje, taip pat atlikti tyrimai santraukos priklausomybei nuo perdangos ir skieto numerio, perdangos ir ataudų ilginio tankio bei perdangos ir pločio. Metmenų santrauka perdangos ir ataudų ilginio tankio priklausomybei yra geresnė, kai metmenų perdangos trumpesnės, o ataudų ilginis tankis didesnis. Nustatyta, kad didesnis skieto numeris suteikia ir didesnę metmenų santrauką, o siauresni audiniai suteikia didesnę santrauką nei platesni audiniai dėl didesnės ataudų įrašos. Toliau nagrinėjama ir ataudų santraukos priklausomybė nuo metmenų bei ataudų ilginio tankio. Nustatyta, kad didėjant metmenų ir ataudų ilginiam tankiui, didėja ir ataudų procentinė santrauka. Taip pat mažesnis skieto

numeris bei mažesnis metmenų ilginis tankis daro įtaką didesnei ataudų santraukai. Likusiems 8 bandiniams, kaip ir minėta, buvo panaudoti santraukos prognozavimo modeliai [33].

Pasitelkus Pirsono koreliacijos koeficientą, autoriai pateikė tiesines diagramas, kurios parodė tikrąsias ir spėjamas santraukos vertes. Nustatyta, kad metmenų santraukos spėjimas ir tikrasis dydis buvo labai tikslus ir parodė 0,992 su p verte 0,000, kas įrodo stiprų prognozavimo gebėjimą. Taigi atlikus santraukos tyrimą skirtingomis audimo sąlygomis: siūlo ilginiu tankiu, pynimu ar perdangomis, įrodyta, kad šie rodikliai daro įtaką tiksliai procentinei santraukai metmenų ir ataudų kryptimis. Statistinių modelių naudojimas gali turėti gerą santraukų spėjimą, kas ir buvo įrodyta Pirsono koreliacijos koeficientu [33].

Dar viename autorių B. K.Sirkovos ir I. Mertovos moksliniame darbe publikuotame 2019 metais, prognozuojama verpalų santrauka visoms nytkėlinių staklių audinių konstrukcijoms. Santraukai prognozuoti darbe pasitelkiamos matematinės formuluotės, atsižvelgiant į geometrines austų gaminių charakteristikas. Autorės pabrėžia, kad verpalo santraukos elgsenos numatymas gali palengvinti dizaineriui nuspėti būsimą elgseną nytkėlinėmis staklėmis austam gaminiui. Tyrimui atlikti audiniai iš 25 tex poliesterinio verpalo buvo austi nytkėlinėmis staklėmis, naudojant 8-10 nytis, atsižvelgiant į pynimą. Pynimai dalinami į drobinio bei smulkiaraštę grupes, kai pynimai yra simetriniai arba asimetriniai. Simetriniai pynimai – tai: ruoželiai, išvestiniai ruoželiai, satinas, o asimetriniai – kiti išvestiniai pynimai. Jie pavaizduoti 6 paveiksle [34].



6 Pav. Eksperimentui naudoti pynimai [34]

Publikacijoje metmens bei ataudų ilgiui audinyje nuspėti buvo pasitelktas Pirso modelis kartu su sinusiniu, hiperboliniu bei paraboliniu. Atlikus verpalo ilgio pynime skaičiavimus su skirtingais modeliais, rezultatai gauti panašūs. Taip pat, siekiant nustatyti verpalo ilgį pynime, atsižvelgiant į audinio skerspjūvį, buvo naudojamas tiesinis modelis. Po atliktų matematinių modelių skaičiavimų verpalų ilgiui audinyje nuspėti nustatyta, kad verpalo sukris, verpalo lenkimo standumas bei verpalų užpildymo audinyje tankumas, daro įtaką geometriniams bei struktūriniais parametrams, kurie naudojami nuspėti audinio santrauką. Skirtumai tarp pynime esančio verpalo išsilankstymo

formos buvo mikronų eilės, todėl galutiniams rezultatams tai neturėjo įtakos. Patvirtinta, kad tiesinis modelis, kaip ir sudėtingesni matematiniai modeliai, turėjo vienodą tikslumą verpalų santraukai pynime nuspėti [34].

Autorius K. Nawaras taip pat išnagrinėjo audinio struktūros poveikį audinio santraukai metmenų ir ataudų kryptimis. Nagrinėjant santrauką abiem kryptim pasitelkti šie kintamieji: audinio tipas, tankumas, verpalų įtempis bei ilginis tankis. Bandymo metu buvo analizuojami du skirtingų pynimų audiniai: ruoželinis bei satininis. Abu šie audiniai austi Picanol staklėmis metmenų tankumu 66 cm^{-1} siūlu Trevira 16,6 tex ir ataudų tankumu 12 cm^{-1} su 16,6 tex poliesteriniu siūlu DTY. Ataudų tankumo ryšiui su metmenų santrauka nustatyti buvo pasitelkti 5 skirtingi ataudų tankumai (4, 8, 12, 16, 20 cm^{-1}). Taip pat, audinio tipo įtakai metmenų santraukos kryptčiai nustatyti buvo pasirinkti skirtingi satino bei ruoželio pynimai su skirtingais perdangų skaičiais: 1/7 bei 1/15. Didėjanti metmenų santrauka priklausomai nuo didėjančių perdangų skaičiaus, nustatyta neigiama [35].

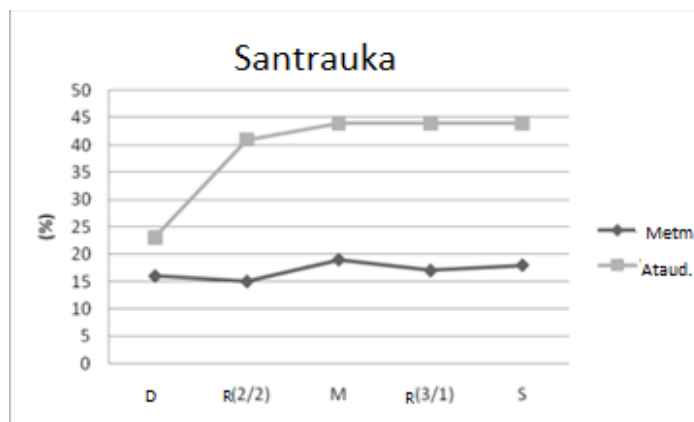
Publikacijoje taip pat buvo atliktas metmenų siūlo įtempio įtakos audinio santraukai metmenų kryptimi tyrimas. Tyrimo metu pasirinkti 5 skirtingi apkrovos dydžiai metmenų siūlams: 20, 18, 16, 14, 12 cN/tex . Toliau tyrimo dalyje identiški tyrimai atlikti ir ataudų krypties santraukai nustatyti, atsižvelgiant į audinio tankumus, ilginį tankį, pynimus, perdangas audinyje bei skirtingus įtempius [35].

Nustatyta, kad ataudų tankumo ir ataudų siūlo ilginio tankio ryšys su santrauka metmenų kryptimi yra teigiamas, o perdangų skaičius pynime bei siūlo įtempis metmenų ir ataudų kryptimi neįrodo įtakos santraukai metmenų kryptimi. Taip pat, metmenų tankumas bei metmens siūlo ilginis tankis parodė teigiamus rezultatus santraukai ataudų kryptimi, ko pasekoje, kaip ir metmenų kryptčiai, nei perdangų skaičius, nei siūlo įtempis neparodė teigiamos įtakos ataudų krypties santraukai. Tyrime nagrinėjant satino bei ruoželio pynimus audinyje, nerasta įtakos santraukai abiem kryptimis dėl pynimo tipo [35].

Dar viename moksliniame tyrime, mokslininkų S. Pannu, R. Jamdignio ir kt. buvo analizuojama pynimo įtaka santraukai tampriuose audiniuose. Audinio analizei pasirinktas medvilnės/elastano audinys su armuotu ataudų verpalu, kai jo šerdinis siūlas yra elastanas. Teigiama, kad tokie armuoti verpalai daro įtaką tūsumo bei grįžtamosios deformacijos savybėms audinyje. Metmenų verpalams pasirinkti 100% medvilnės verpalai. Siekiant iširti skirtingų pynimų įtaką audinio santraukai, suprojektuoti 5 skirtingi audiniai su 5 skirtingais pynimais: drobininiu, 2/2 ruoželininiu, 2/2 panamos, 3/1 ruoželininiu ir 4/1 satinininiu. Tyrime analizuojant gaminio svorį, plotį, audinio santrauką (metmenų ir ataudų kryptimis), ištįsą, pasitelkti skirtingi bandymai: pločio matavimas, pločio matavimas po apdailos, paviršinis tankis, santrauka metmenų ir ataudų kryptimis, ištįsa metmenų ir ataudų kryptimis bei santykinė ištįsa [36].

Audinio pločio tyrime nustatyta, kad didinant perdangų ilgį nuo drobinio pynimo iki satininio, taip pat didėja ir pločio santrauka. Pabrėžiama, kad tam daro įtaką ilgesnės perdangos, kurios yra

laisvesnės suartėjimui, o tai daro įtaką santraukai plotyje. Ši santrauka ilgesnių perdangų pynimams taip pat daro įtaką ir padidėjusiam gaminio paviršiniam tankiui dėl didesnio siūlų tankumo ploto vienetu. Todėl mažiausią paviršinį tankį turėjo drobinio pynimo audinys, o didžiausią – audinys su 4/1 satininiu pynimu. Ataudų bei metmenų santrauka audinyje taip pat patvirtino, kad persipynimų skaičius drobiniam pynime turi mažiausią įtaką santraukai, o aukštus santraukos rezultatus atauduose parodė panamos, ruoželio 3/1 bei satino 4/1 pynimai. Rezultatai pateikti 7 paveiksle [36].



7 pav. Audinio pynimo įtaka santraukai [36]

Kaip matyti iš gautų rezultatų, metmenų santrauka pastebimai nesiskyrė skirtingiems pynimams. Aiškinama, kad tai galėjo būti dėl vienodo metmenų įtempio viso audimo metu nepriklausomai nuo audinio tipo, tuo tarpu ataudų įtempiumi įtakos turėjo muštuvai. Ištisos tyrimo rezultatai parodė, kad 4/1 satino pynimas turėjo didžiausią ištisą. Minima, kad tiriant tamprius audinius, kai atauduose yra elastano, gauta didesnė ataudų santrauka lemia didesnę ištisą. Ištyrus audinio ištisos atsiradimą skirtingiems pynimams, nustatyta minimali drobinio pynimo ištisa, o 4/1 satininis pynimas turėjo didžiausią ištisą [36].

Taigi šiame tyrime nustatyta, kad didesnis persipynimų skaičius audinyje (drobinio pynimo), suteikia didesnę ištisą, mažesnę prieaugį, ir mažesnę santrauką plotyje. Satininis pynimas, turėdamas ilgesnes perdangas, parodė kitokius rezultatus: didesnę ištisą bei didesnę prieaugį. 3/1 ruoželinis pynimas parodė tenkinamą ištisą bei beveik perpus mažesnę prieaugį nei 4/1 satininio pynimo audinys [36].

Autorių Š. Mensucato ir kt. publikacijoje, atliktas tyrimas analizuojant vilnonių gaminių santrauką. Tyrimo metu pasitelkti 100% vilnoniai gaminiai su 4 standartiniais pynimais: drobinis, ruoželis 2/1, panama 3/3, atlasas 5/1. Verpalų numeris metmenų ir ataudų kryptimi – 80/2 Nm. Tankumai parinkti skirtingi pagal skirtingą pynimo tipą. Bandiniams pasitelkti AATCC 135: 2004 (dimensional change in fabrics after domestic washing) and ASTM D 3883: 04 (measurement of crimp and shrinkage values of woven fabrics) standartai. Atlikus santraukos tyrimą, nustatyta, kad drobinio pynimo audinio santrauka metmenų kryptimi buvo didesnė nei ataudų kryptimi. Bandinys su mažiausiu ataudų tankumu parodė mažiausią santrauką

lyginant su kitais ataudų tankumais. Taip pat nustatyta, kad mažėjant ataudų tankumui, mažėja ir santrauka ataudų kryptimi. Didžiausia santrauka ataudų kryptimi gauta audiniui su ruoželio pynimu, o mažiausia – su drobiniu. Galiausiai, santraukos ribos audinius veikiant šlapia apdaila buvo tarp 3 – 6 % metmenų kryptimi ir 4 – 8% ataudų. Padaryta išvada, kad 35 – 40% viso žaliavinio audinio santrauka yra dėl šlapio apdoravimo būdų [37].

1.8. Audinių laidumo orui tyrimai

Laidumas orui – tai labai svarbi daugeliui audinių savybė, turinti lemiamos įtakos pritaikymui įvairiose srityse [28]. Pledams laidumas orui taip pat labai svarbus dėl izoliacinių savybių. Vilnos pluošto pledai turi būti šildantys, turintys mažą laidumą orui, kad suteiktų maksimalų šilumos jausmą. Pagrindiniai struktūros parametrai, turintys įtakos laidumui orui yra: audinio tankumas, ataudų ir metmenų ilginis tankis bei pynimas. Pats laidumas orui nusakomas oro srauto greičiu pro medžiagą, esant skirtingam oro slėgiui tarp dviejų medžiagos paviršių, išreiškiant kubiniais centimetrais kvadratiniam centimetre per sekundę ($\text{cm}^3/\text{s}/\text{cm}^2$). Audinio laidumą orui lemia audinio akytumas, nusakomas laisvos vietos ir pluošto santykiu tam tikrame audinio tūryje [38]. Porų atsiradimui turi įtakos pluošto ir verpalų/siūlo akytumas, kurį nusako pluošto forma, rūšis, tankis bei verpalų sukris taip pat skirtingi pynimai [28]. Todėl atliekamais tyrimais siekiama nustatyti audinių pynimų įtaką laidumui orui, atsižvelgiant į akytumą juose. Taip pat analizuojama audinio tankumo, pluoštinės sudėties bei verpalų ilginio tankio įtaka laidumui orui.

Audinio struktūros parametrų bei pluošto įtaką laidumui orui 2011 metais analizavo autorė L. Hristian. Tyrimo metu išausti 63 audiniai buvo suskirstyti į 4 grupes: 100% vilna, 45% vilnos ir 55% poliesterio mišinys, vilnos, poliesterio ir dorlastano mišinys bei poliesterio su viskoze mišinys. Visi šie audiniai buvo suskirstyti pagal pluoštinę sudėtį, verpalų ilginį tankį ataudų ir metmenų kryptimis, verpalų subalansavimą atsižvelgiant į jo ilginį tankį ir audinio pynimą: drobinį, ruoželinį, krepinį bei panamos [39].

Eksperimentinė dalis buvo atlikta laboratorinėmis sąlygomis pagal „EN ISO 9237/1995 Textiles — Determination of the permeability of fabrics to air standartą“. Laidumo orui rezultatai buvo sugrupuoti pagal audinių rūšį, atsižvelgiant į perdangų skaičių audinyje: 1; 1,5; 2 kaip pavaizduota 1 lentelėje. Audinio kodai žymi skirtingų pluoštų audinius [39].

1 lentelė. Laidumo orui rezultatai, atsižvelgiant į perdangų skaičių [39]

	F = 1				F = 1,5				F = 2			
	Cod.	Min	Cod.	Max	Cod.	Min	Cod.	Max	Cod.	Min	Cod.	Max
C	–	–	–	–	C5	14.6	C4	15.9	C3	17	C6	17.2
A	A24	11.24	A23	14.5	A22	17.6	A16	22.43	A20	19.8	A13	22.6
B	B12	19.5	B15	21.3	B11	22.42	B17	24.8	B13	25.9	B6	26.8
D	D3	29.8	D6	30.7	D10	32.7	D1	33.9	D4	35.1	D13	35.8

Subalansuotų ir nebalansuotų audinių, turėjusių dvi perdangas, laidumas orui buvo didžiausias, o su viena perdanga – mažiausias. Drobinio pynimo audiniai su didžiausiu verpalų rangytumu buvo

stabiliausi ir pasižymėjo didžiausiu kompaktiškumu. Pabrėžiama, kad vilnoniai audiniai turėjo didžiausią laidumą orui lyginant su mišriapluoščiais audiniais. Aiškinama, kad audiniui naudoti vilnoniai verpalai buvo sudaryti iš nevienodo pluoštelių ilgio, ir tai padidino verpalų netolygumą ir skirtingą skerspjūvį. 100% vilnoniai bei poliesterio su viskoze subalansuoti ir nesubalansuoti audiniai, išausti ruoželinio pynimu, parodė mažiausią laidumą orui. Taip pat nustatyta, kad laidumo orui vertė kinta priklausomai nuo perdangų skaičiaus didėjimo. Pynimai, turintys 2 perdangas, lėmė didžiausią laidumą orui, nepaisant pluoštinės sudėties [39].

Didžiausios laidumo orui vertės gautos audiniams su nesubalansuotu tankumu ir verpalų ilginiu tankiu bei maksimaliu perdangų skaičiumi, nepaisant pluoštinės sudėties. Tyrimo metu nustatyta, kad laidumas orui priklauso nuo verpalų ilginio tankio, tankumo bei pynimo tipo. Drobiniai audiniai pasižymėjo mažiausiu laidumu orui dėl gero verpalų stabilumo ir maksimalaus išsirangymo pynime. Ruoželinio pynimo audiniai su subalansuotu (vienodu) verpalų ilginiu tankiu ir didžiausiu perdangų skaičiumi, lygiu 2, parodė didžiausią laidumą orui, kiek mažesnę – krepinis bei panamos pynimai dėl perdangų skaičiaus ir nestabilaus pynimo. 100% vilnoniams audiniams gavus didžiausią laidumą orui, 43%vilnos / 52%PES / 5%D pluoštinės sudėties audiniai parodė mažiausią laidumą orui. Teigiama, kad šios pluoštinės sudėties audiniams dėl didėjančio ataudų tankumo ir mažėjančio metmenų rangytumo, sumažėjo verpalų skersmuo ir audinio aukštis, tad šis reiškinys turėjo įtakos laidumui orui [39].

Autorių I. Fatahi ir A. A. Yazdi mokslinėje publikacijoje nagrinėjama laidumo orui priklausomybė nuo pynimo tipo austame gaminyje. Tyrime 8 audiniai buvo sudaryti iš (20 tex ×2) viskozės/poliesterio verpalų metmenyse ir 30 tex viskozės/poliesterio verpalų atauduose. Audiniams sudaryti parinkti: drobinis, 2/2 ruoželinis, 2/6 ruoželinis, krepinis, ripsinis, panamos bei kombinuotas smulkiaraštinis pynimai, pateikti 8 paveiksle. Visi audiniai austi tuo pačiu tankumu: 24 cm⁻¹ metmenų kryptimi bei 22 cm⁻¹ ataudų kryptimi [40].

Pynimas	Raportas	Pynimas	Raportas
Drobinis		Metmenų ripsas	
2/2 ruoželis		Panama	
2/6 ruoželis		Kombinuotas smulkiaraštinis	
Ripsas		Krepinis	

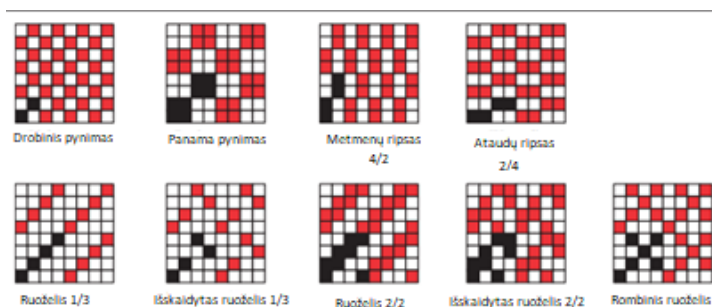
8 pav. Tyrimui naudoti audinių pynimai [40]

Šie parinkti pynimai turi labai skirtingas perdangų sistemas, pvz. drobinio pynimo persipynimas yra maksimalus, o kombinuotas smulkiaraštinis pynimas turi didžiausią perdangų skaičių. Laidumo orui tyrimas atliktas kondicinėse sąlygose (20 °C ± 0,5 °C temperatūroje ir 65% ± 5% santykinėje drėgmėje). Audinių rezultatai buvo analizuojami pagal verpalų perdangų rodiklį bei verpalų

persipynimo rodiklį. Drobinis pynimas turėjo patį didžiausią persipynimo rodiklį, o kombinuotas smulkiaraštis pynimas – patį mažiausią, tačiau smulkiaraščio kombinuoto pynimo perdangų rodiklis buvo didžiausias. Toliau buvo nagrinėjamas laidumo orui priklausomybės nuo pynimo tipo koreliacijos koeficientas. Nustatyta, kad laidumas orui priklauso nuo persipynimo ir perdangų rodiklių. Tyrimo metu gauta teigiama koreliacija, t. y. laidumas orui didėja kartu su perdangų rodikliu. Persipynimo rodiklis ir laidumo orui koeficientas turi įtakos persipynimo rodiklio didėjimui, kuris skatina mažesnę laidumą orui. Šis rezultatas paaiškinamas audiniui tampant kietesniu [40].

Publikacijoje nustatyta, kad persipynimo bei perdangų rodikliai apibrėžiami kaip pynimo parametrai, nusakantys laidumą orui. Priklausomybė tarp laidumo orui ir pynimo parametrų atskleidė virš 90% koreliaciją [40].

Straipsnyje [41] vieno sluoksnio audiniuose tiriamas laidumas orui, atsižvelgiant į akytumo parametrus. Tyrimui pasitelkti 36 skirtingi audiniai iš medvilninių verpalų ($17 \text{ tex} \times 2$) ataudų ir metmenų kryptimis, pasirinkus du skirtingus metmenų tankumus – 22 ir $29,3 \text{ cm}^{-1}$ bei ataudų – 15 ir 20 cm^{-1} . Pagal skirtingus tankumus audiniai buvo sugrupuoti $22/15$, $22/20$, $29,3/15$ ir $29,3/20$ tankumais. Visi audiniai išausti su 9 skirtingais pynimais: drobinis, panamos, ripsiniu, metmenų ripsiniu, ruoželinis $1/3$, išskaidytuoju ruoželinis $1/3$, ruoželinis $2/2$, išskaidytuoju ruoželinis $2/2$, rombinis ruoželinis, parodytais 9 paveiksle [41].



9 pav. Eksperimentui naudoti pynimai [41]

Visi šie bandiniai buvo nufotografuoti mikroskopu geresnei akytumo vizualizacijai audiniuose, kurį lemia ne tik ataudų ir metmenų tankumas, pynimo tipas, bet ir skieto numeris. Tyrime akučių, atsiradusių persipynimo vietoje, išvaizda suskirstyta į 4 tipus. Laidumo orui tyrimas buvo atliekamas III Fx3300 LABOTESTER bandymo mašina, o oro slėgis parinktas 200 Pa 20 cm^2 ($\text{L}/\text{m}^2/\text{s}$) plote. Gauti rezultatai buvo įvertinti, naudojant šiuolaikinius statistinius duomenis – principinę komponento analizę ir daugkartinę tiesinę regresiją [41].

Nustatyta, kad audiniai, austi su mažesniu negu 22 cm^{-1} metmenų tankumu ir 15 cm^{-1} ataudų tankumu, turėjo mažiausią akučių skaičių, o didžiausią akučių skersmenį – didžiausią laidumą orui. Publikacijoje teigiama, kad laidumo orui skirtumai priklauso nuo audinių tankumo. Esant didžiausiam $29,3/20$ bei mažiausiam $22/15$ tankumų santykiui ataudų ir metmenų kryptimis, gautas

skirtumas siekia daugiau nei 2000 L/m²/s, o tarp tankumų 29,3/15 bei 22/20 skirtumas labai mažas – apie 300 L/m²/s. Nustatyta, kad ruoželio, išvestinio ruoželio ar panamos pynimas turėjo netgi keletą akučių tipų. Akučių tipai procentaliai išskirstyti pagal pynimą, kaip pavaizduota 2 lentelėje [41].

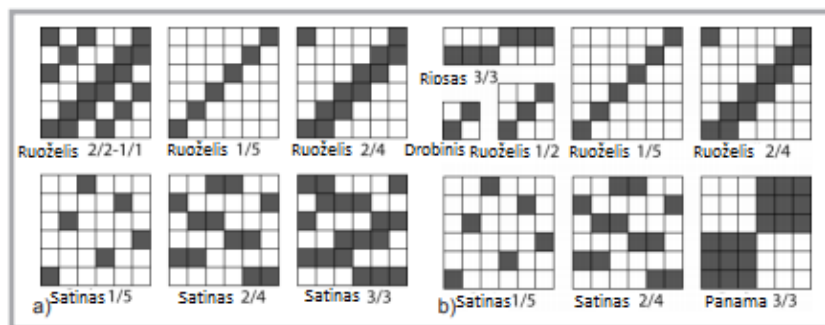
2 lentelė. Akučių tipai [41]

Porų tipai	Drobinis pynimas	Panama pynimas	Metmenų ripsas 4/2	Ataudų ripsas 2/4	Ruoželis 1/3	Išskaidytas ruoželis 1/3	Ruoželis 2/2	Išskaidytas ruoželis 2/2	Rombinis ruoželis
1	100	25	50	50	25	12.5	0	25	50
2	0	0	0	0	50	75	100	50	37.5
3	0	50	50	50	0	0	0	25	0
4	0	25	0	0	25	12.5	0	0	12.5

Atlikus laidumo oro tyrimus, ruoželinio pynimo bandiniai turėjo 25% didesnę laidumą orui nei bandiniai su drobinium pynimu ir tuo pačiu tankumu. Akutėms drobiniam pynime (pažymėtos tipu 1) turėjo mažiausią įtaką skieto dantukų skaičius, ir šio pynimo audinys turėjo mažiausią laidumą orui. Taip pat, drobinis pynimas turėjo pačią stabiliausią struktūrą dėl verpalų persipynimo skaičiaus pynime. Ruoželis ir kiti pynimai turėjo mažesnę persipynimo skaičių ir ilgesnes perdangas, kas lėmė didesnes akutes ir didesnę laidumą orui. Toliau minima, kad metmenų ir ataudų tankumas daro didelę įtaką oro laidumui audiniuose, taip pat ir skirtingos akučių formos. Panašus ar toks pats apskritesnių akučių skaičius suteikia didesnę laidumą orui, dėl ko nustatyta, kad stačiakampio formos akutės turi apie 5% didesnę uždengimo rodiklį nei apskritos akutės. Pasitelkus principinę komponento analizę, buvo patvirtinta uždengimo rodiklio priklausomybė nuo akučių skaičiaus audiniuose bei patvirtintas bandinių grupavimas pagal jų tankumus ir pynimo tipus. Tiesinė regresija patvirtino laidumo orui priklausomybę nuo akučių dydžio, formos ir skaičiaus, tačiau pabrėžiama ir tai, kad svarbus faktorius, sukeliantis skirtingas akutes metmenų kryptimi, kuris lemia skirtingą akučių dydį ir pasiskirstymą audinyje, yra skieto numeris [41].

Kitoje mokslinėje publikacijoje autorė M. Havlová, nagrinėjo vertikalaus akytumo poveikį laidumui orui taikant skirtingus pynimus audinyje. Aiškinama, kad vertikali akutė formuojasi, kai pynime atsiranda ilgesnių nepersipynusių vietų tarp metmenų ir ataudų verpalų vertikaloje padėtyje. Taip pat akučių dydis labai glaudžiai susijęs su mechaniniais verpalų parametrais: atsparumu lenkimui, elastingumui [42].

Tyrimui atlikti pasitelktos dvi grupės audinių, kurios išskirstytos pagal pluoštinę sudėtį. Pirmąją grupę sudarė 100% poliesteriniai 40 tex verpalai, kitoje grupėje buvo natūralūs 100% 20 tex medvilniniai verpalai. Abu verpalai gaminti žiedinio verpimo būdu. Pynimo tipai buvo parinkti: 2/2/1/1 ruoželis, 1/5 ruoželis, 2/4 ruoželis, drobinis, ripsinis 3/3, 1/2 ruoželis, 1/5 satinas, 2/4 satinas, 3/3 satinas, panama 3/3 (10 pav.), kurie suskirstyti į dvi skirtingas grupes, kad būtų galima nustatyti laidumo orui skirtumą tarp tų pačių pynimo tipų; ilginis tankis ir tankumas atskirose grupėse buvo vienodas. Laidumo orui bandymas atliktas FX 3300 bandymo mašina pagal ČSN EN ISO 9237 (20 cm², 100 Pa) standartą [42].



10 pav. Eksperimentui naudoti pynimai [42]

Atlikus laidumo orui bandymą, koreliacija tarp laidumo orui ir vertikalaus akytumo gauta santykinai reikšminga. Pirmosios grupės (a) poliesterinių verpalų koreliacija $R^2 = 0,88$, o antrosios grupės (b) medvilninių verpalų – $R^2 = 0,83$, kas reiškia stiprią koreliaciją tarp laidumo orui ir vertikalaus akytumo. Horizontalaus akytumo koreliacija yra mažesnė, tačiau minima, kad audinio pynime su ilgesnėmis perdangomis, išaustame su iš pluoštų sudarytais verpalais, oras daugiausiai praleidžiamas pro horizontalias akutes. Taip pat, tankumo lemiamas akytumas, stipriai koreliuoja su laidumu orui. Toliau nustatyta, kad tokie audiniai su panamos ar ripsiniu pynimu turi netaisyklingas horizontalias akutes; vienos vietose atsiranda didelės akutės, kitose vietose – mažos, kas daro įtaką geresniam laidumui orui, nei, pavyzdžiui, ruoželis 2/4, kuris turi vienodo dydžio akutes visame pynime. Analizuojant vertikalų akytumą tarp persipynimo ir perdangų faktorių nustatytos teigiamos koreliacijos, kai naudojami tie patys verpalai (su tuo pačiu verpalų skersmeniu) metmenų ir ataudų kryptimis. Turint skirtingus audinius su skirtinga verpalų pluoštine sudėtimi (skirtingu verpalų skersmeniu), koreliacija labai silpna [42].

Laidumą orui pagal pynimo tipą medvilnės/bambuko mišinio audiniuose nagrinėjo ir F. Sekerdenas. Tyrimui pasirinktus audinius sudarė: 100% bambuko pluoštas, 70/30 bambuko su medvilne, 60/40 bambukas su medvilne, 50/50 bambukas bei medvilnė ir 100% medvilnė. Visi šie bandiniai buvo austi skirtingais pynimais: drobinis, 2/1 ruoželiu, 2/2 panama, 4/1 atlasu. Laidumo orui tyrimas atliktas pasirinkus 200 Pa oro sėlgį atsižvelgiant į TS 391 EN ISO 9237 standartą [43].

Atlikus tyrimą, didžiausią laidumą orui parodė atlaso pynimas dėl mažiausio persipynimo skaičiaus lyginant su kitais pynimais, naudotais tyrime, todėl drobinis pynimas su didžiausiu persipynimo skaičiumi parodė mažiausią laidumą orui. Taip pat, atsižvelgiant į pluoštinę sudėtį, 100% bambuko bei 70/30 santykio mišinys turėjo didžiausią laidumą orui, tačiau vis dėlto didžiausią įtaką turėjo pynimo tipas. Pagal vienpusės dispersijos analizę ANOVA pynimo įtaka siekė netgi 98,69% [43].

Kitame oro laidumo tyrime autoriai M. Atmaca, V. Dal ir kt. konstatavo, kad audinio storiui didėjant, laidumas orui mažėja. Taip pat, akytumui bei laidumui didėjant, daroma įtaka ir šiluminėms savybėms – atsparumo šilumai ir vandens garų laidumo vertės sumažėjimui [44].

1.9. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Apžvelgus audinių projektavimo literatūrą, nustatyta, kad vilnos pluoštas suteikia audiniams daug teigiamų vartojamųjų savybių, suteikiamų tiek dėl paties pluošto unikalių savybių, tiek dėl galimos specifinės apdailos. Taip pat, apibendrintos ir pledų kūrimo mados tendencijos bei struktūra.

Išanalizavus kitų tyrėjų atliktus tyrimus ir gautus rezultatus, matoma, kad faktorius, lemiantis mažiausią santrauką, yra persipynimo skaičius audinyje. Tačiau turėti gerą persipynimų skaičių tik viena kryptimi neužtenka geram audinio stabilumui pasiekti. Mažiausiomis santraukomis pasižymėjo tokie pynimai kaip drobinis, ruoželio pynimas parodė matmenų stabilumo tenkinamas vertes, satino pynimas, turintis laisvesnes perdangas ir galimybę laisvesniam suartėjimui – turėjo didžiausią santrauką. Tačiau pabrėžiama, kad ne tik pynimas bei persipynimų rodiklis įtakoja procentinės santraukos parametrus, bet ir siūlo ilginis tankis turi įtakos matmenų nestabilumui metmenų ir ataudų kryptimis. Taip pat, nustatyta, kad 35-40 proc. viso žalio audinio santrauka yra dėl šlapio apdorojimo būdų, kas ir yra aktualu vilnionių pledų gamyboje dėl jiems atliekamų apdailos procesų.

Vilnoniai pledai – turi pasižymėti mažu laidumu orui, kad pirkėjas turėtų šiluminės savybes suteikiančią vilnonį gaminį, todėl laidumas orui – labai svarbus parametras, nusakantis gaminio šiluminės savybes. Atsižvelgiant į kitų tyrėjų darbus, nustatyta, kad laidumo orui vertė kinta nuo perdangų skaičiaus didėjimo, o laidumo orui ir pynimo parametrų priklausomybė siekė netgi virš 90 % korealiaciją. Taip pat atskleista, kad laidumui orui gali turėti įtakos ne tik audinio pynimas, bet ir ilginio tankio, skieto numerio ar tankumo parametrai ir patvirtinta, kad didėjant laidumui, daroma įtaka ir šiluminėms savybėms.

2. Metodika

2.1. Tyrimo objektas

Projektuojami pledai austi įmonėje UAB „Barker Textiles“, kuri verčiasi vilnionių, medvilninių bei sintetinių pledų gamyba. Austos dvi serijos gaminių su besiskiriančia verpalų sudėtimi. Serija 1 austa iš regeneruotų vilnionių verpalų atauduose bei grynų vilnionių verpalų metmenyse, o serija 2 – tik iš 100% grynų vilnionių verpalų. Visi parametrai bei staklės, kuriomis austi abiejų serijų gaminiai skirtingais pynimais, yra vienodi, skiriasi tik audinių pluoštinė sudėtis. 3 lentelėje pateikti darbe naudoti gaminių parametrai.

3 lentelė. Gaminių struktūros parametrai

	Serija 1	Serija 2
Sudėtis	75% kočiotiniai vilnoniai verpalai, 22% regeneruoti kočiotiniai vilnoniai verpalai, 3% kiti pluoštai	100% kočiotiniai vilnoniai verpalai
Ilginis tankis, tex	166 × 2	166 × 2
Verpalų spalva	Pilka	Pilka
Tiekėjas	Italija	Naujoji Zelandija
Metmenų tankumas, cm ⁻¹	8,9	8,9
Ataudų tankumas, cm ⁻¹	6,5	6,5
Audimo staklės	Dornier	Dornier
Ataudo pratiesimo būdas	Iešminis	Iešminis

Abiejų serijų gaminiai austi 12 skirtingų pynimų, kurie sukurti ir plačiau aprašyti tyrimų dalyje: 3 rombiniai, 3 vafliniai, 3 kombinuotieji ruoželiniai ir 3 panamos. Visus suprojektuotus pynimus galima išausti esant vienodam metmenų užtaisymui audimo staklėse, t. y. visų audinių metmenys suverti eiliniu vėrimu į 12 nyčių. Plačiau pynimų sukūrimas ir jų užtaisymo brėžiniai bus analizuojami Tyrimų dalyje.

Abi vilnionių gaminių serijos, austos iešminėmis audimo staklėmis, buvo apdorotos apdailos procesais, kuriuos sudarė:

- muilinamas 40 °C;
- vėlimas;
- plovimas 40°C;
- minkštinimas 40°C;
- šlapias šiaušimas;
- džiovinimas;

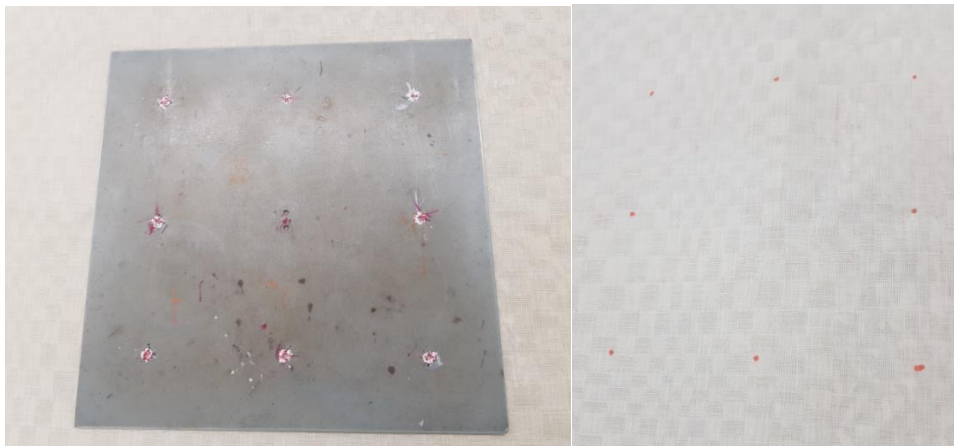
- sausas šiaušimas.

2.2. Audinių santraukų nustatymo metodika

Siekiant įvertinti tekstilės medžiagų matmenų pokyčius po apdailos procesų, atliktų įmonėje „Barker Textiles“, atliekamas tyrimas, kurio objektai yra natūralių pluoštų gaminiai – vilnoniai ir vilnoniai su regeneruotu vilnos pluoštu pledai. Audinių santraukos tyrimas atliekamas remiantis tarptautiniu standartu LST EN ISO 3759:2011 Tekstilė. Medžiagų ir drabužių bandinių paruošimas, ženklavimas ir matavimas, nustatant matmenų pokyčius [45]. Tyrimui atlikti reikalingas bandinių paruošimas, bandinių ženklavimas, jų matavimas prieš ir po apdailos procesų, bandinių apdorojimas apdailos procesais. Tyrimui naudojami šie įrankiai:

- matavimui atlikti – metalinė liniuotė;
- žymėjimui atlikti – šablonas, žymintis vietą kontroliniams taškams sužymėti; nenuplaukiamas žymeklis;
- apdailos procesams – įranga, naudojama vilnonių pledų apdailos procesams.

Bandinių žymėjimas. Žymėjimui pasitelkiamas šablonas, pavaziduotas 11 paveiksle. Šablonas turi 9 išskertamus taškus, (taškų skersmuo – 3 mm). Kraštinis taškas yra 50 mm atstumu nuo krašto, atstumas tarp taškų – 100 mm. Visi žymėjimai ir matavimai atliekami metmenų ir ataudų kryptimis.



11 pav. Audinio bandinio žymėjimas pagal ISO 3759

Bandinių kondicionavimas. Paruošti tekstilės bandiniai laikomi ne mažiau kaip 4 h standartinėmis atmosferos sąlygomis: esant (21 ± 1) °C temperatūrai ir santykiniam oro drėgnumui (RH) (65 ± 2) %.

Bandinių apdailos operacijos. Visi bandiniai muilinami 40°C, veliami, plaunami 40°C, minkštinami 40°C, 30 min šlapiai šiaušiami, džiovinami bei sausiai šiaušiami.

Bandinių matavimas. Bandiniai išlaikomi standartinėmis klimato sąlygomis 30 min ir pakartotinai matuojami, kaip ir prieš apdailos procesus.

Bandinių matavimo rezultatų apskaičiavimas. Remiantis LST EN ISO 3759:2011 standartu, bandinių matmenų pokyčių vidurkiai metmenų ir ataudų kryptimis apskaičiuojami pagal formulę:

$$x = \frac{(x_t - x_0)}{x_0} 100 \quad (1)$$

čia:

x_0 – pradinis matmuo;

x_t – po apdorojimo išmatuotas matmuo.

Matmenų pokyčiai užrašomi atitinkamos pradinės vertės procentais. Matmeniui sumažėjus, jis žymimas su minuso ženklu (-), o matmeniui padidėjus (pailgėjus), žymimas su pliuso ženklu (+).

2.3. Laidumo orui nustatymo metodika

Siekiant nustatyti pledų izoliacines savybes, atsižvelgiant į skirtingus suprojektuotus pynimus bei pluoštinę sudėtį, atliekamas laidumo orui tyrimas, remiantis tarptautiniu standartu LST EN ISO 9237:1997 Tekstilės medžiagos. Medžiagų laidumo orui nustatymas [46]. Tyrimas vykdytas Kauno technologijos universiteto Medžiagų tyrimo laboratorijoje. Bandymo metu 24 skirtingiems audiniams, turintiems 12 skirtingų pynimų bei dvi skirtingas pluoštines sudėtis, matuojamas oro srauto, prasiskverbiančio per nustatytą medžiagos plotą, esant nustatytam slėgių skirtumui, debitas [46].

Įrenginyje žiedo formos bandinio laikikliai turi 5 cm², 20 cm², 50 cm² ar 100 cm² kiaurymę. Slėgio matuoklis, sujungtas su bandymo galvute, turi 50 Pa, 100 Pa, 200 Pa ar 500 Pa matavimo skales slėgių skirtumui nustatyti ne mažiau kaip 2 % matavimo tikslumu.

Bandinių kondicionavimas. Bandymai atlikti standartinėmis klimato sąlygomis – temperatūra $t = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ir santykinis drėgnis $\varphi = (65 \pm 4) \%$ – pagal LST EN ISO 139:2005 standartą [47]. Bandiniai prieš tyrimą standartinėse klimato sąlygose išlaikyti 24 val.

Tyrimo metu naudojamas įtaisas. Laidumo orui bandymai atlikti naudojantis prietaisu L14DR (Karl Schroder KG, Vokietija)



12 pav. L14DR laidumo orui matavimo prietaisas

Parinkti parametrai bandiniams. Bandymo metu buvo naudotas 5 cm² kiaurymės žiedo formos bandinio laikiklis. Matuojamas oro srauto debitas esant 200 Pa slėgių skirtumui.

Bandymo procesas. Įtemptas bandinys įtvirtinamas žiedo formos bandinio laikiklyje, įjungiamas oro siurbimo ventiliatorius ir oro išsiurbimas pamažu didinamas tol, kol pasiekiamas pasirinktas slėgių skirtumas, esant stabilioms sąlygoms. Bandymas atliekamas tam pačiam audiniui 10 kartų skirtingose vietose tomis pačiomis sąlygomis.

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

$$R = \frac{\overline{qv}}{A} 167 \quad (2)$$

čia \overline{qv} – oro srauto debito aritmetinis vidurkis, dm³ / min (l/min);

A – bandomasis plotas, cm² ;

167 – perskaičiavimo iš dm³ / cm² min arba l / cm² min į dm³ / (m² · s) koeficientas.

2.4. Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika

Gauti rezultatai apdorojami, gautos vertės tikslinamos skaičiuojant jų statistinius rodiklius. Konkrečiam rezultatų įvertinimui darbe naudojamos apskaičiuotos statistinės charakteristikos, apibūdinančios vidutinę atliktų bandymų savybės vertę, t. y. aritmetinis vidurkis (\bar{X}), absoliutinę rezultatų sklaidą nusakant vidutine kvadratine nuokrypa (S), įvertinama sklaida atsižvelgiant ir į elementariųjų bandymų skaičių ir į vidutinę bandymų vertę – variacijos koeficientas (V) [48].

Aritmetinis vidurkis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{n} \quad (3)$$

čia x_i – i-ojo bandymo rezultatas;

n – elementariųjų bandymų eksperimento viename taške skaičius.

Vidutinės kvadratinės nuokrypos vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (4)$$

čia \bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis;

$(n-1)$ – vadinamasis laisvės laipsnių skaičius;

x_i – i-ojo bandymo rezultatas.

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

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

čia S – vidutinė kvadratinė nuokrypa;

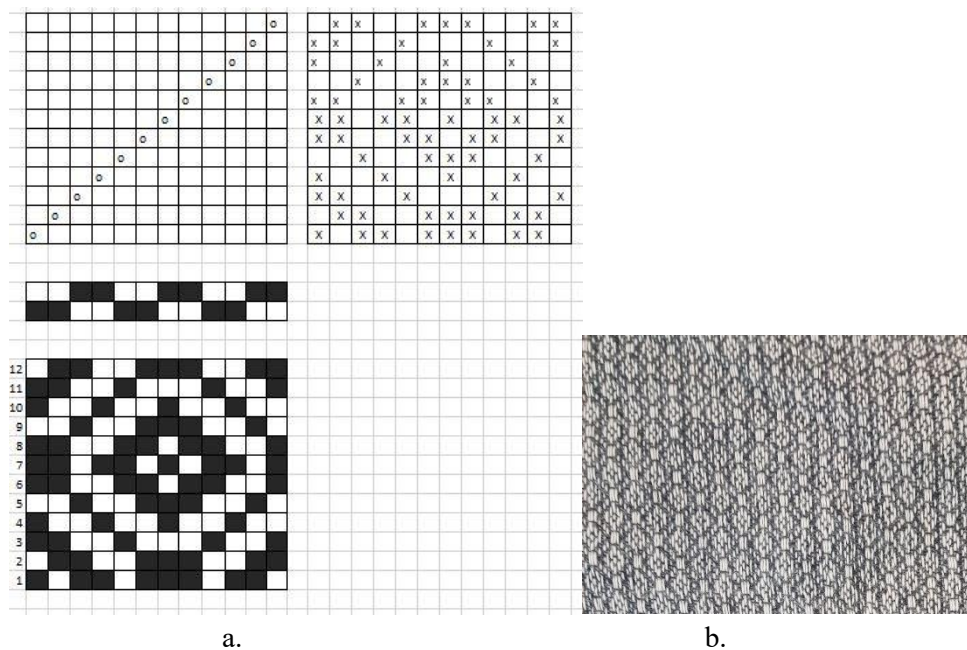
\bar{X} – rezultatų aritmetinis vidurkis.

3. Tyrimų rezultatai

3.1. Audinių pynimų parinkimas ir audinių projektavimas

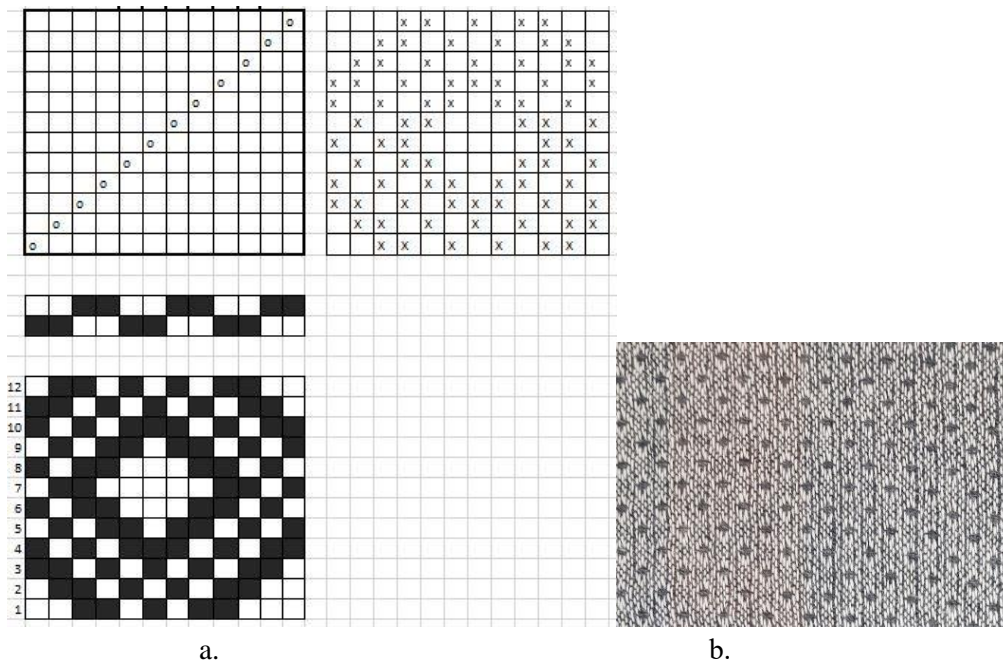
Atsižvelgiant į vilnionių nytkėlinių pledų mados tendencijas ir esamą audimo staklių užtaisymą, buvo suprojektuoti 12 naujų pynimų vilnioniams kočiotiniams pledams išausti. Pledai austi skirtingais pynimais: 3 vafliniai, 3 rombiniai, 3 kombinuotojo ruoželio ir 3 panamos pynimai. Visi pynimai buvo projektuojami audinių kūrimo programa EAT „Design Scope“.

Pirmiausiai buvo suprojektuoti 3 skirtingi vafliniai pynimai. Jiems būdingas reljefinis raštas, sąlygojamas ilgų ir trumpų perdangų išsidėstymo. Paprastai vaflinis pynimas sudaromas iš rombinio ruoželio, kurio centras užildomas metmenų perdangomis ar jų kombinacija. Trijų vaflinių pynimų užtaisymo brėžiniai esamam audimo staklių užtaisymui bei išaustų audinių vaizdai pateikti 13-15 paveiksluose. 13 paveiksle pavaizduotas vaflinis pynimas, gautas iš elementariojo ruoželio $\frac{1}{4}$, ties kampais jo paskutines perdangas pakartojant po 3 kartus metmenų ir ataudų kryptimis. Rombinio ruoželio centrinė dalis užpildyta rombu iš metmenų ir ataudų perdangų. Pynimas gali būti išaustas, panaudojant 7 nytis ir suveriant atbuliniu vėrimu, tačiau galima pritaikyti ir esamą audimo staklių užtaisymą, t. y. eilinį vėrimą į 12 nyčių.



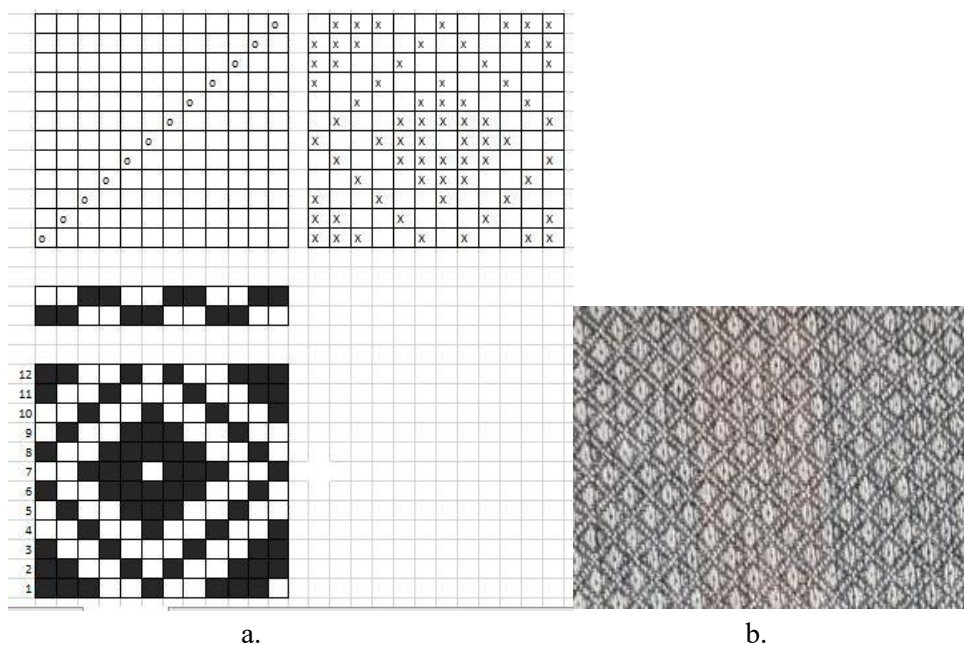
13 pav. Vaflinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Antrasis vaflinis pynimas sudarytas sudėtinio ruoželio 3/2/1/1 pagrindu. Pirmiausiai sudaromas šio pynimo rombinis ruoželis, po to pastorinama ruoželio vidinė sienelė. Gauta pynimo užtaisymo brėžinys ir audinio vaizdas parodyti 14 paveiksle. Audinio metmenys suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu, t. y. audinio užtaisymo brėžinį galima pritaikyti prie esamo audimo staklių užtaisymo.



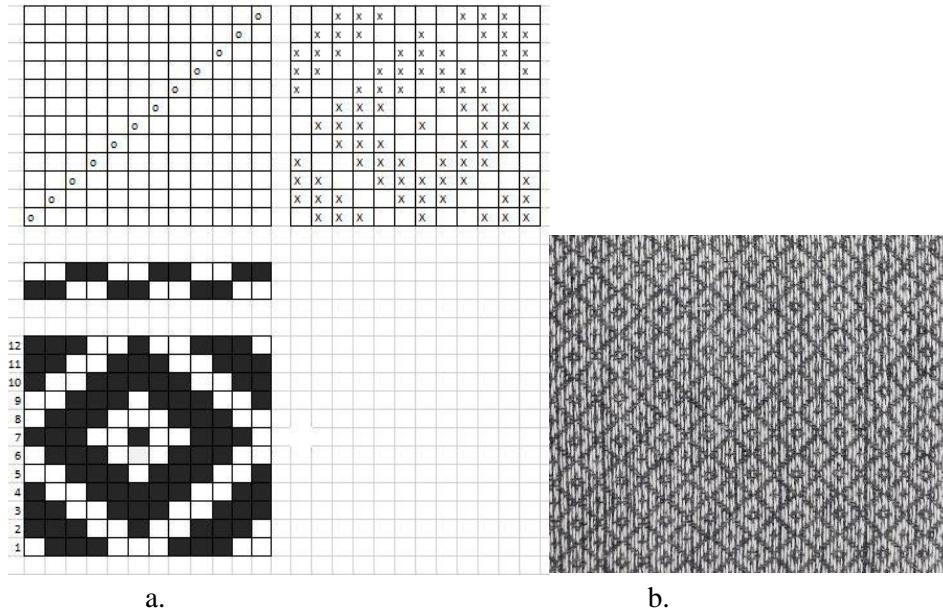
14 pav. Vaflinio pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Trečiasis vaflinio pynimo variantas pateiktas 15 paveiksle. Tai ruoželio 1/5 pagrindu sudarytas pynimas. Pirmiausiai iš šio ruoželio sudaromas rombinis ruoželis, o jo centrinė dalis, praleidus dvi ataudų perdangas, užpildoma metmenų perdangomis. Kaip matyti iš 15, a paveikslo, šį audinio pynimą taip pat galima pritaikyti esamam audimo staklių vėrimui į nytis, t. y. 12 nyčių eiliniu vėrimu.



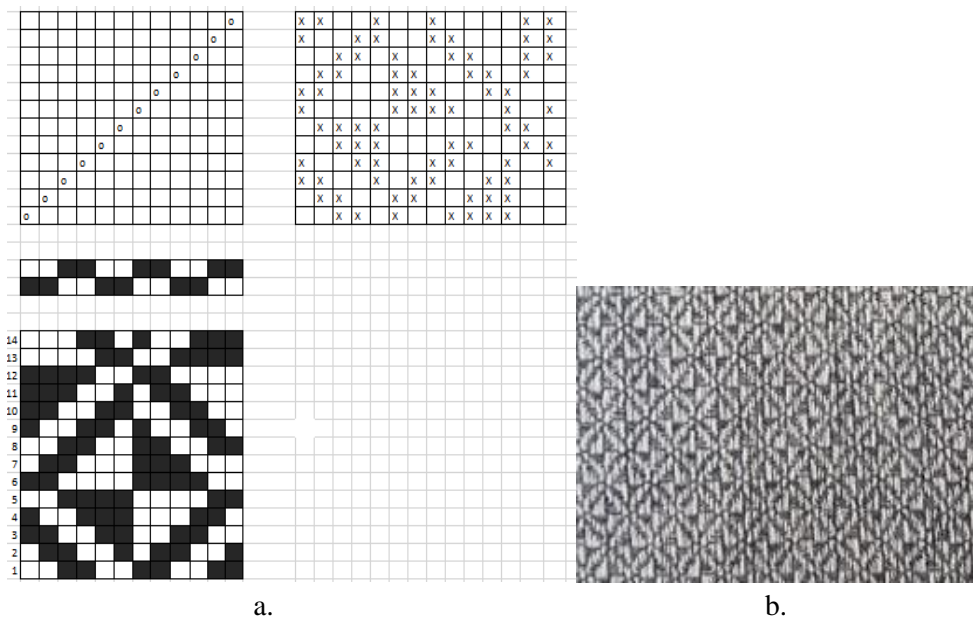
15 Pav. Vaflinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Toliau buvo sukurti 3 rombiniai ruoželiniai pynimai. Jie sudaromi laužant pradinį ruoželį tiek metmenų, tiek ataudų kryptimis. Laužyti galima veidrodiniu arba negatyviuoju būdu. Negatyvusis būdas yra geresnis tuo, kad laužymo vietose nesusidaro ilgos siūlų perdangos ir gaunama ryškesnė laužymo linija. 16 paveiksle pavaizduotas rombinis ruoželis, sudarytas iš sustiprintojo ruoželinio pynimo 3/2 pagrindu. Pynimas laužytas veidrodiniu būdu metmenų ir ataudų kryptimis. Kaip ir vafliniams pynimams, rombiniam ruoželiniam pynimui suverti tiktų atbulinis vėrimas į 7 nytis, tačiau šiuo konkrečiu atveju pynimas buvo pritaikytas prie esamo audimo staklių užtaisymo, t. y. suvertas į 12 nyčių eiliniu vėrimu.



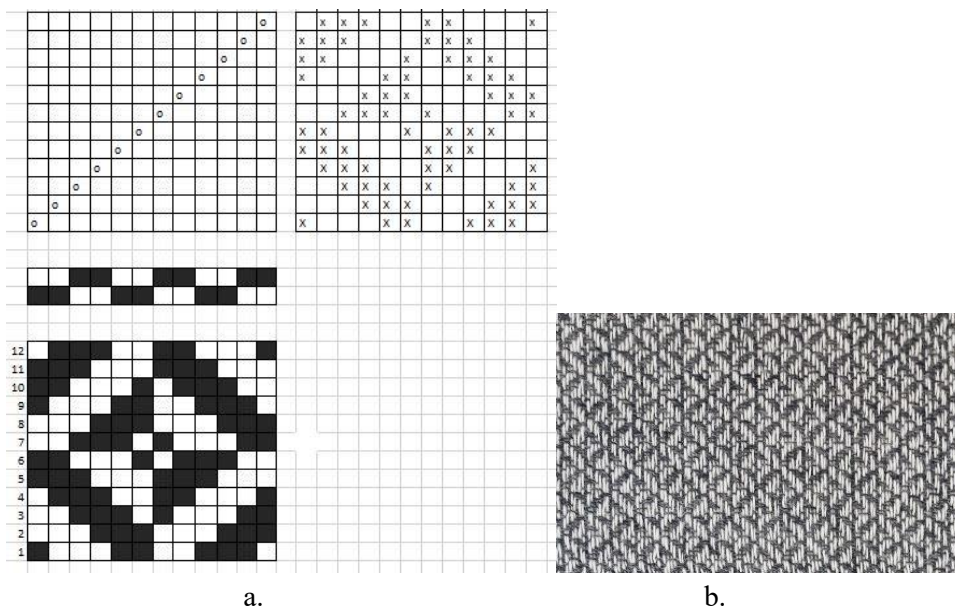
16 Pav. Rombinio ruoželinio pynimo Nr. 1: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Antrasis rombinis ruoželinis pynimas parodytas 17 paveiksle. Tai nėra visai klasikinis taisyklingas rombinis ruoželinis pynimas, nes jo kiekviename ketvirtyje nėra vienodas metmenų ir ataudų perdangų skaičius. Jis sudarytas ruoželio 5/1 pagrindu. Laužytas negatyviuoju būdu tiek metmenų, tiek ataudų kryptimis. Pynimo metmenų raportas lygus 12, todėl metmenys gali būti suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu. Tuo tarpu ataudų raportas lygus 14.



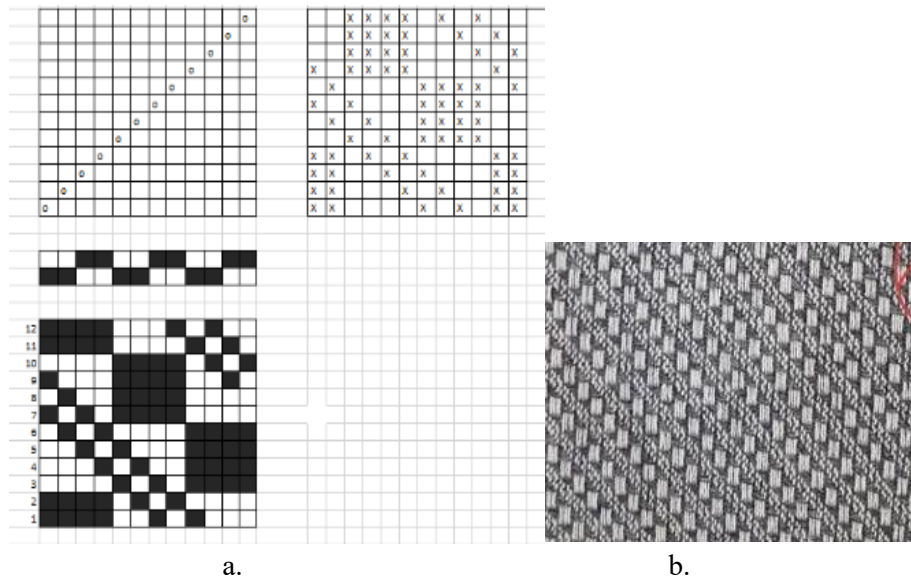
17 Pav. Rombinio ruoželinio pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Trečiasis rombinis ruoželinis pynimas, pateiktas 18 paveiksle, sudarytas iš sustiprintojo ruoželinio pynimo 3/3. Tai klasikinis rombinis ruoželinis pynimas, nes kiekviename jo ketvirtyje metmenų ir ataudų perdangų skaičius yra vienodas. Tai taip pat liudija ir vienodas metmenų ir ataudų raportas, kuris yra lygus 12. Pynimas sudarytas, laužant pynimą negatyviuoju būdu abiem kryptimis. Pynimą, kaip ir anksčiau aprašytus pynimus, galima suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu, t. y. prisitaikyti prie esamo audimo staklių užtaisymo.



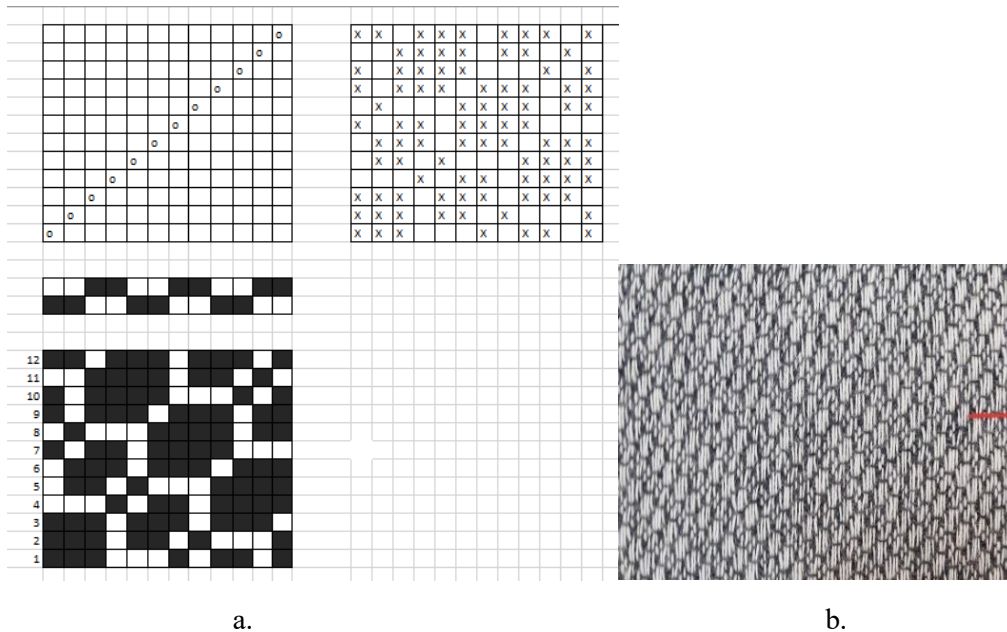
18 Pav. Rombinio ruoželinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Darbo metu buvo suprojektuoti 3 panamos pynimai. Panamai būdingas metmenų ir ataudų perdangų pakartojimas metmenų ir ataudų kryptimis. Panamos pynimo audinys atrodo kaip drobinio pynimo audinys, išaustas iš storesnių (klasikinės panamos atveju) arba iš skirtingo storio (raštuotosios panamos atveju) siūlų. 19 paveiksle parodytas kombinuotas pynimas, kuriame sudėtinio ataudų ruoželio 9/1/1/1 pynimo elementai derinami su panamos 4/4 pynimo elementais, t. y. ilgosiose ruoželio ataudų perdangose įstrižai išdėstyti panamos elementai. Pynimo metmenų ir ataudų raportai lygūs 12, todėl pynimo metmenis galima suverti eiliniu vėrimu į 12 nyčių.



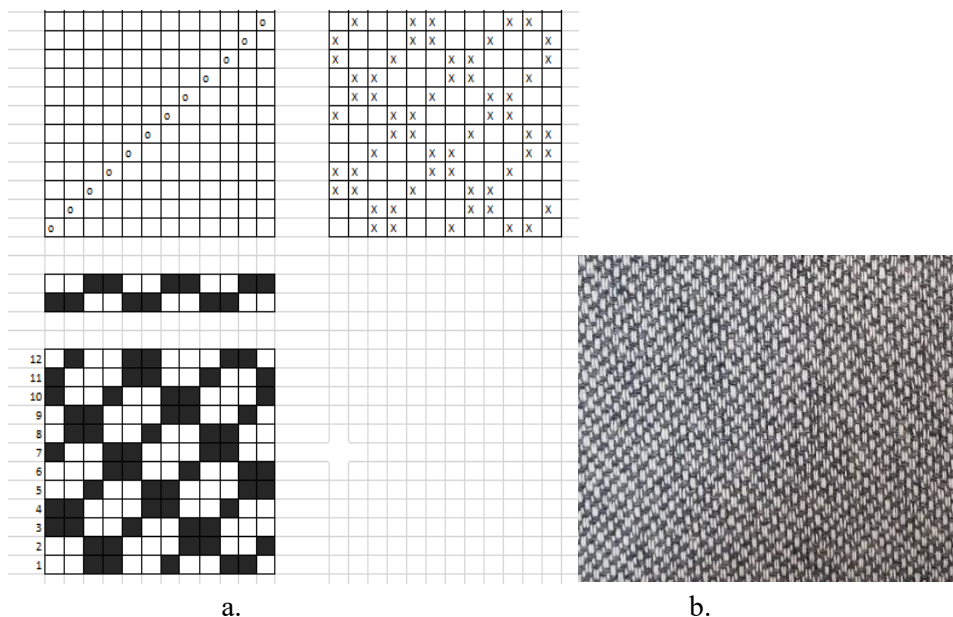
19 Pav. Panamos pynimo Nr. 1: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Antrasis panamos pynimas, pavaizduotas 20 paveiksle, sudarytas iš persidengiančių smulkesnės (panamos 3/3) ir stambesnės (panamos 4/4) pynimų elementų, taip pat išdėstytų įstriža kryptimi. Pynimo metmenų ir ataudų raportai yra vienodi ir lygūs 12. Pynimą, kaip ir prieš tai buvusius pynimus, galima suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu.



20 Pav. Panamos pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

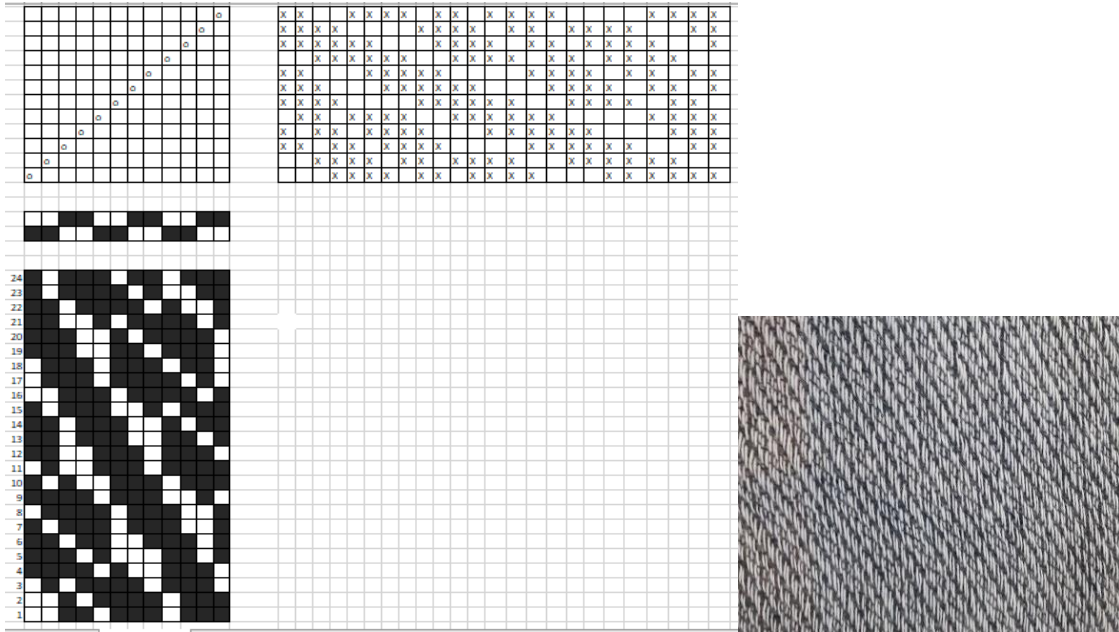
Trečiasis panamos pynimas, pateiktas 21 paveiksle, sudarytas iš panamos 2/2 pynimo, išdėstyto įstriža kryptimi, pramaišiu su ruoželinio pynimo elementais. Tokį pynimą galima sudaryti pynimų sumavimo būdu, sudedant priešingų krypčių ruoželinį 1/2 ir ruoželinį 1/3 pynimus. Pynimą galima suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu. Pynime pasikartojančių siūlų nėra.



21 Pav. Panamos pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Taip pat darbo metu buvo sukurti kombinuoto ruoželinio pynimo audiniai. Vienas iš jų parodytas 22 paveiksle. Tai diagonalo pynimas, kurio centrinę liniją sudaro įstriža pagrindinė diagonalo

linija, kurios žingsnis yra lygus 2, o tarp šių įstrižų linijų išsidėsčiusios pertraukiamos ruoželio linijos, kurios susidaro ruoželinės linijos elementus perstumdant skirtingais žingsniais. Kaip matyti iš užtaisymo brėžinio, pynimo ataudų raportas yra dvigubai didesnis negu metmenų raportas, t. y. metmenų raportas lygus 12, o ataudų – 24. Pynimą galima suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu.

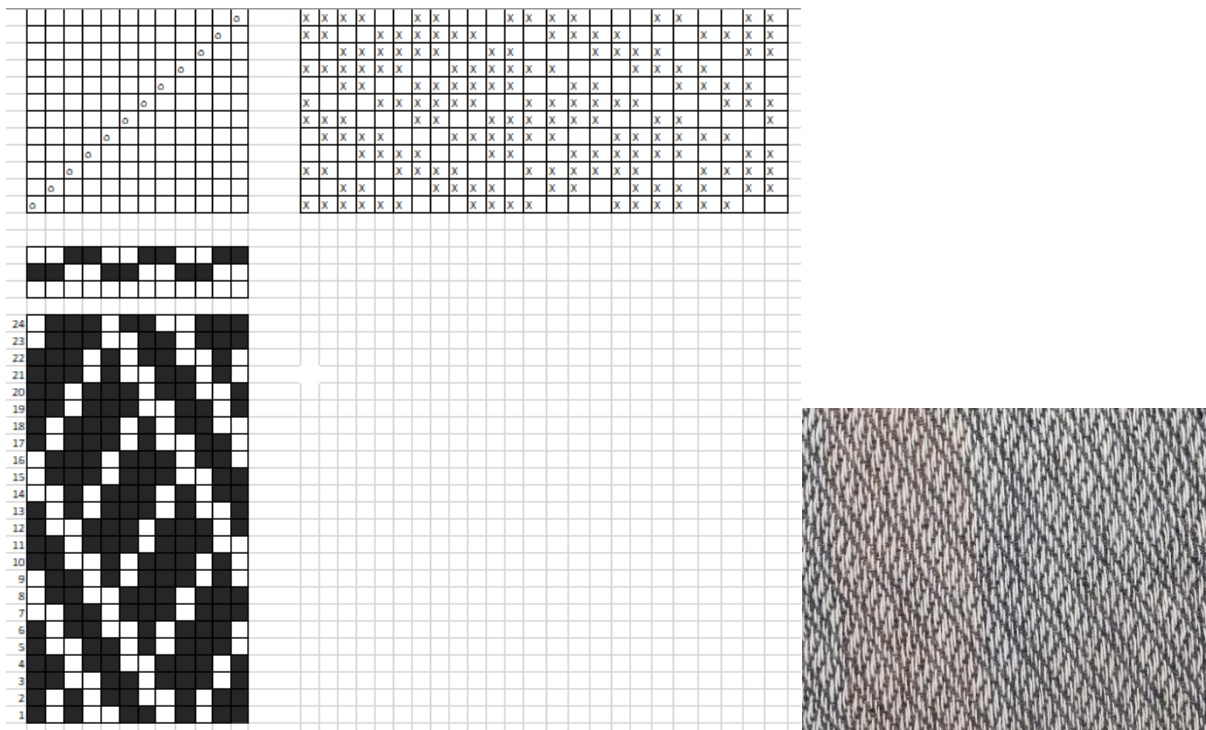


a.

b.

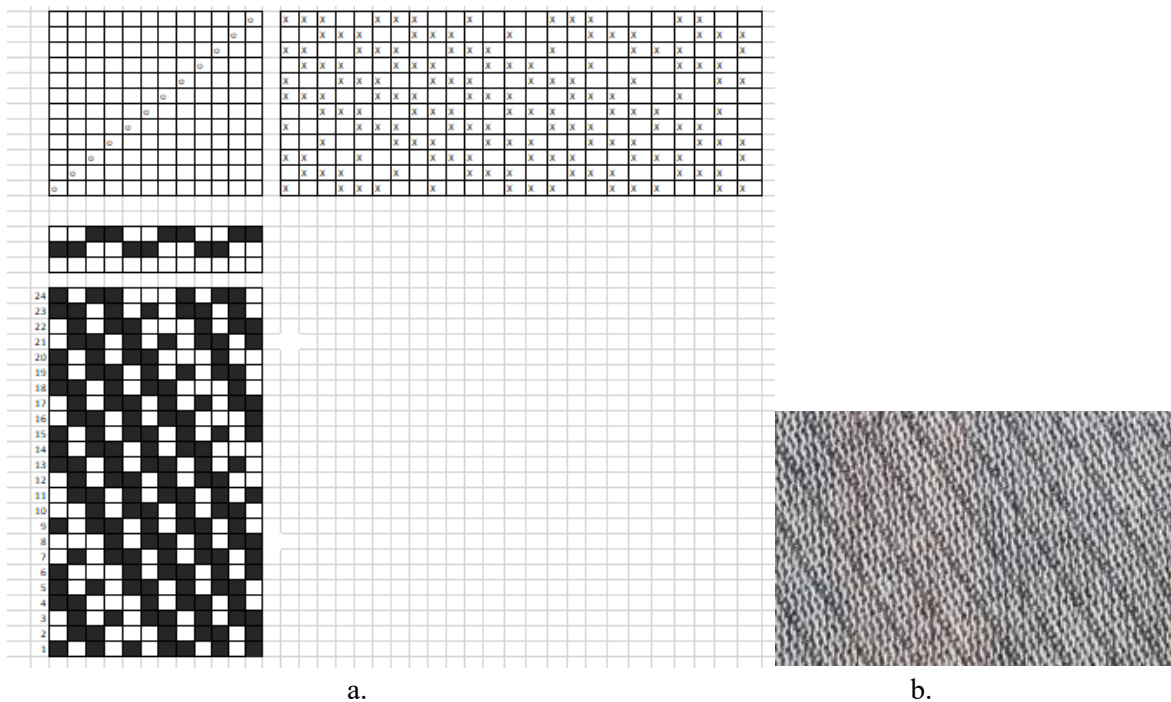
22 Pav. Kombinuoto ruoželinio pynimo Nr. 1: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Antrasis kombinuotojo ruoželinio pynimo audinys ir jo užtaisymo brėžinys parodytas 23 paveiksle. Jis taip pat sudarytas diagonalo, kurio žingsnis 2, pagrindu. Jo ilgosiose ataudų perdangose išsidėstę priešingos krypties diagonalo segmentai. Dėl to susidaro priešingų krypčių diagonalų persipynimo išpūdis. Pynimo metmenų raportas, kaip ir ankstesnio pynimo atveju, yra dvigubai mažesnis negu ataudų raportas, t. y. pynimo metmenų raportas lygus 12, o ataudų raportas – 24, tačiau ši pynimą galima suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu.



a. b.
23 Pav. Kombinuoto ruoželinio pynimo Nr. 2: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

Trečiasis kombinuotasis ruoželinis pynimas – tai tikrasis diagonalinis pynimas, sudarytas ruoželio 3/2/3/2/1/3/3/3/2/2 pagrindu. Pynimo žingsnis lygus 2. Pynimo efektas audinyje – įstriža statmena linija, sudaryta iš vyraujančių metmenų perdangų, perskirta siauresne ataudų perdangų įstriža linija. Pynimo metmenų raportas lygus 12, ataudų raportas lygus 24. Šio pynimo audinį galima suverti į 12 nyčių eiliniu vėrimu. Pynimo užtaisymo brėžinys ir audinio vaizdas pateikti 24 paveiksle.



24 Pav. Kombinuoto ruoželinio pynimo Nr. 3: a – užtaisymo brėžinys; b – audinio vaizdas

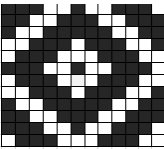
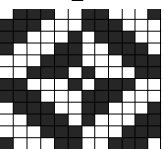
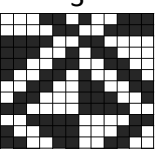
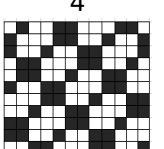
Apibendrinimas

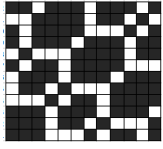
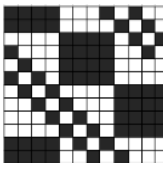

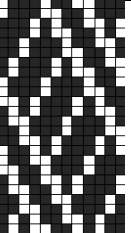
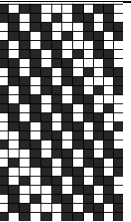
Apibendrinant galima sakyti, kad darbo metu buvo sukurti 12 naujų pynimų audinių (3 vafliniai, 3 rombiniai ruoželiniai, 3 panamos, 3 kombinuoti ruoželiniai), kuriuos visus galima išausti, esant vienodam audimo staklių užtaisymui, t. y. metmenis veriant į 12 nyčių eiliniu vėrimu. Pynimai atitinka vilnionių kočiotinių pledų mados tendencijas, o audiniai pasižymi įdomia ir išraiškinga struktūra ir faktūra. Visi sukurti audiniai buvo įtraukti į įmonės UAB „Barker Textiles“ asortimentą.

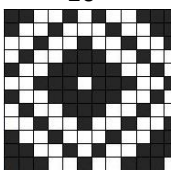
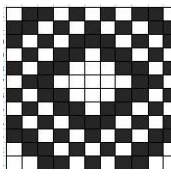
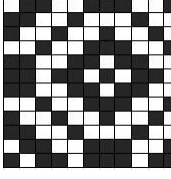
3.2. Santraukos tyrimo rezultatai

Kaip jau minėta, audinio santraukos metmenų ir ataudų kryptimis po apdailos yra labai svarbūs audinio parametrai, nes nuo jų priklauso galutiniai pledo matmenys. Todėl, prieš gaminant galutinį produktą yra labai svarbu išsiaiškinti audinio santrauką po apdailos metmenų ir ataudų kryptimis. Audinių santraukos rezultatai pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė. Audinių santraukos ataudų ir metmenų kryptimis

Bandinio Nr.	Serija 1						Serija 2					
	Sant rauk a ataud ų kryp timi, %	Sant rauk a met men ų kryp timi, %	Vidut inis kvadr. nuokr ypis ataud ų kryp timi, %	Viduti nis kvadr. nuokr ypis metm enų kryp timi, %	Varia cijos koefici entas metm enų kryp timi, %	Variac ijos koefici entas ataud ų kryp timi, %	Santr auka ataud ų kryp timi, %	Santr auka metm enų kryp timi, %	Vidu tinis kvadr. nuokr ypis ataud ų kryp timi, %	Viduti nis kvadr. nuokr ypis metme nų kryp timi, %	Variac ijos koefici entas metme nų kryp timi, %	Variac ijos koefici entas ataud ų kryp timi, %
1 	-9,06	-4,95	0,02	0,01	0,07	0,24	-10,00	-5,34	0,04	0,02	0,22	0,49
2 	-9,38	-4,17	0,04	0,08	0,79	0,49	-9,69	-4,37	0,07	0,03	0,36	0,73
3 	-8,75	-3,88	0,02	0,05	0,57	0,24	-9,06	-3,88	0,00	0,02	0,21	0
4 	-8,13	-3,88	0,02	0,01	0,14	0,24	-8,75	-3,88	0,00	0,01	0,07	0

Bandinio Nr.	Serija 1						Serija 2					
	Sant rauk a atau dų kryp timi, %	Sant rauk a met men ų kryp timi, %	Vidut inis kvadr . nuokr ypis ataud ų krypti mi, %	Viduti nis kvadr. nuokr ypis metm enų krypti mi, %	Varia cijos koefic ientas metm enų krypti mi, %	Varia ijos koefici entas ataud ų krypti mi, %	Santr auka atau ų krypt imi, %	Santr auka metm enų krypt imi, %	Vidu tinis kvadr. nuokr ypis ataud ų kryp timi, %	Viduti nis kvadr. nuokr ypis metme nų krypti mi, %	Varia ijos koefici entas metme nų krypti mi, %	Varia ijos koefici entas ataud ų krypti mi, %
5 	-9,38	-4,37	0,04	0,00	0	0,49	-9,38	-4,37	0,07	0,04	0,43	0,73
6 	-8,44	-3,88	0,02	0,00	0,57	0,24	-9,06	-4,37	0,02	0,03	0,29	0,24
7 	-8,75	-5,83	0,00	0,00	0	0	-8,75	-5,83	0,00	0,00	0	0
8 	-6,56	-6,31	0,02	0,00	0	0,24	-8,13	-6,80	0,02	0,00	0	0,24
9 	-3,75	-5,83	0,02	0,00	0	0,23	-5,94	-5,53	0,02	0,05	0,51	0,23

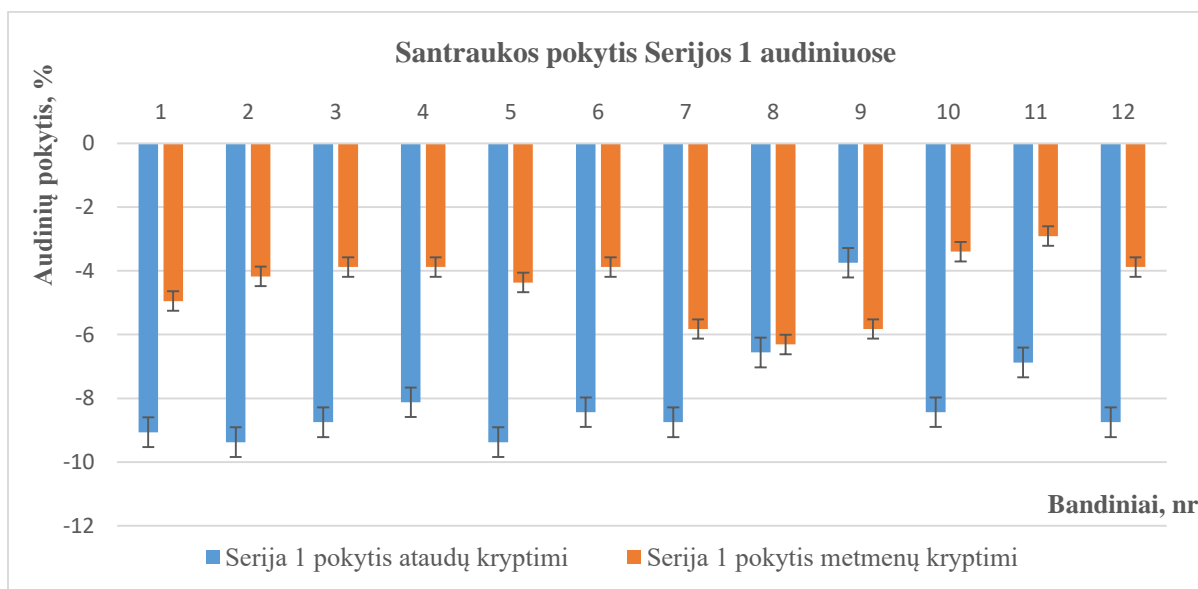
Bandinio Nr.	Serija 1						Serija 2					
	Sant rauk a atau dų kryp timi, %	Sant rauk a met men ų kryp timi, %	Vidut inis kvadr .nuokr ypis ataud ų kryp timi, %	Viduti nis kvadr. nuokr ypis metm enų kryp timi, %	Varia cijos koefic ientas metm enų kryp timi, %	Varia ijos koefici entas ataud ų kryp timi, %	Santr auka atau ų kryp timi, %	Santr auka metm enų kryp timi, %	Vidu tinis kvadr. nuokr ypis ataud ų kryp timi, %	Viduti nis kvadr. nuokr ypis metme nų kryp timi, %	Varia ijos koefici entas metme nų kryp timi, %	Varia ijos koefici entas ataud ų kryp timi, %
10 	-8,44	-3,40	0,00	0,03	0,36	0	-8,44	-4,66	0,00	0,01	0,14	0
11 	-6,88	-2,91	0,00	0,03	0,35	0	-7,81	-3,11	0,02	0,19	2,01	0,24
12 	-8,75	-3,88	0,04	0,03	0,36	0,48	-9,06	-3,11	0,05	0,00	0,57	0

Kaip matyti iš 4 lentelės, nustatytos santraukos variacijos koeficientas 1 serijos audiniuose ataudų kryptimi svyruoja nuo 0 iki 0,79 %, tai rodo labai panašius ar netgi vienodus santraukos bandymų rezultatus ataudų kryptimi. Serijos 1 audiniams metmenų kryptimi variacija gauta tarp 0 ir 0,50 %, tai lemia dar geresnius sklaidos rezultatus nei ataudų kryptimi. Serijos 2 audiniams, ataudų kryptimi variacijos koeficientas tarp 0 iki $\leq 2,01$ %, o metmenų kryptimi – tarp 0 iki $\leq 0,73$ %. Iš lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad visi audiniai po apdailos susitraukė, nes visos santraukos gautos neigiamos.

Norint palyginti mišriapluoštės ir natūralios vilnos audinių rezultatus, nubraižytos santraukų stulpelinės diagramos metmenų ir ataudų kryptimis (žr. 25 pav.). Didžiausia santrauka ataudų kryptimi serijos 2 gaminiuose su 100% Naujosios Zelandijos vilna, gauta rombinio ruoželio pynimo bandiniui 2 ir panamos bandiniui 5, kur lygi (-9,38 %). Nors šių dviejų audinių pynimo tipas skiriasi, tačiau vyrauja panašaus ilgio (per 3 ir 4 siūlus) perdangos metmenų kryptimi, tai

skatina santrauka būtent ataudų kryptimi. Mažiausia santrauka ataudų kryptimi serijos 1 audiniuose gauta 9 bandiniui su kombinuotojo ruoželio pynimu (-3,75%). Šis pynimas pasižymi trumpomis perdangomis metmenų ir ataudų kryptimis, daugiausia dominuoja perdangos per 2-3 siūlus, taip pat yra ir 1 perdangos persipynimas pynime. Toks mažas perdangų skaičius pynime suteikia stabilumo ir mažina laisvųjų perdangų kiekį, kurios darytų įtaką santraukai plotyje, kaip minima ir Sunny Pannu atliktame tyrime [36]. Metmenų kryptimi didžiausia santrauka gauta 8 bandiniui su kombinuotojo ruoželio pynimu (-6,31 %), kuris pasižymi ypač ilgomis perdangomis metmenų kryptimi, o mažiausia santrauka gauta 11 bandiniui su vafliniu pynimu (-2,91%), kuriame dominuoja mažos perdangos ir didelis persipynimų skaičius metmenų ir ataudų kryptimis.

Iš diagramos (žr. 25 pav.) matyti, kad ataudų kryptimi beveik visais atvejais santrauka yra didesnė negu metmenų kryptimi nuo 4 proc. 8-am pynimui iki 56 proc. 2-am pynimui. Taip gali atsitikti dėl to, kad audžiant ataudų siūlai būna mažiau įtempti negu metmenys, todėl laisvesni ataudų siūlai turi galimybę labiau susitraukti negu labiau įtempti metmenų siūlai. 1–6 ir 10–12 pynimų santraukų santykis ataudų ir metmenų kryptimis yra panašus, t. y. siekia apie 50 proc. 7-to pynimo santrauka ataudų kryptimi irgi yra panašaus dydžio (-8,75 proc.), tačiau santykis su metmenų santrauka yra mažesnis negu anksčiau tirtų pynimų. 8-to pynimo šis santykis yra dar mažesnis ir tesiekia 4 proc. O 9-to pynimo santraukos ataudų ir metmenų kryptimis tendencijos yra priešingos negu visų kitų pynimų, t. y. ataudų santrauka yra mažesnė negu metmenų 36 proc. Šie visi trys pynimai (7–9) yra diagonaliniai ir jų duomenys išsiskiria iš visų kitų pynimų duomenų. Tai gali lemti ilgesnės vieno tipo perdangos metmenų kryptimi ir didesnis pynimo žingsnis – metmenų kryptimi perdangos yra ilgesnės negu ataudų kryptimi, todėl jos gali lengviau susitraukti metmenų kryptimi.

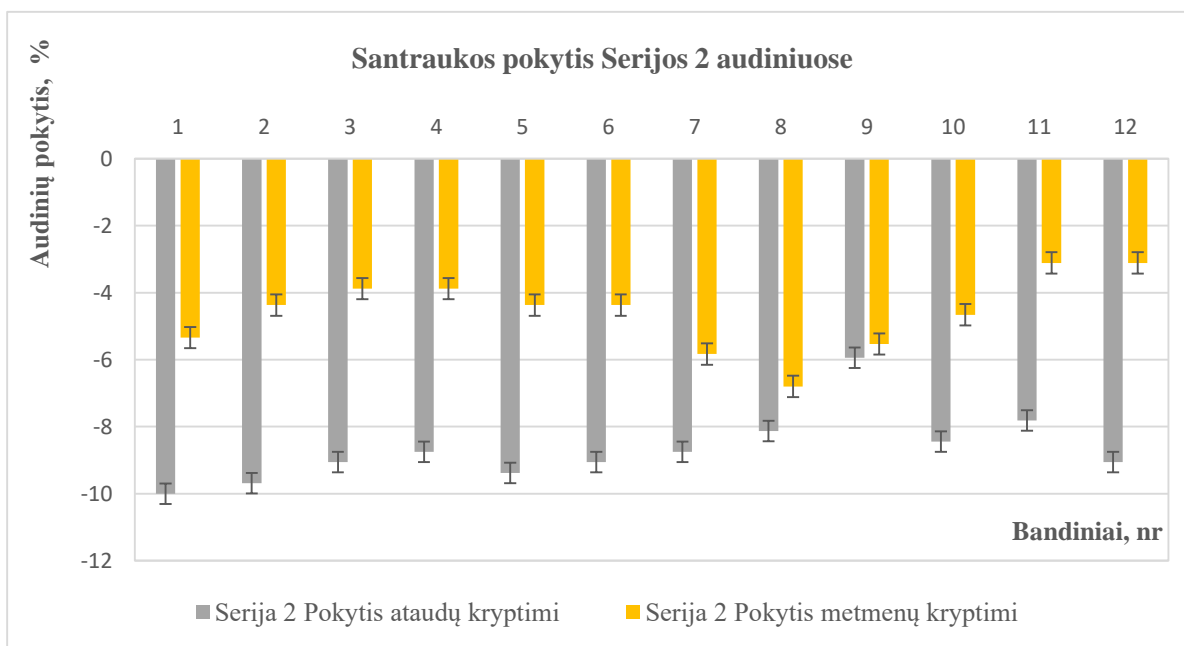


25 Pav. Serijos 1 audinių santraukos metmenų ir ataudų kryptimis

Iš 26 paveiksle pateiktos diagramos matyti, kad serijos 2 audiniams didžiausia santrauka ataudų

kryptimi gauta 1-ajam bandiniui, išaustam rombinio ruoželinio pynimu (-10%), tad, kaip ir serijos 1 bandiniuose santrauka ataudų kryptimi didžiausia yra rombinio ruoželio pynimuose. Mažiausia santrauka ataudų kryptimi gauta 9-am bandiniui, kaip ir serijos 1 audiniuose su diagonalo pynimu (-5,94%). Didžiausia santrauka metmenų kryptimi gauta 8 bandiniui su diagonalo pynimu (-6,8%), kaip ir serijos 1 audiniuose. Mažiausia santrauka metmenų kryptimi serijos 2 audiniuose gauta 11 ir 12 vaflinio pynimo bandiniams su vienoda (3,11 %) santrauka. Šis rezultatas taip pat sutampa su serijos 1 mažiausios metmenų santraukos dominavimu vafliniuose pynimuose, kurie turi neilgas perdangas ir didelį persipynimų skaičių.

Analizuojant serijos 2 audinių santraukas ataudų ir metmenų kryptimis (žr. 26 pav.), išryškėja ta pati tendencija kaip ir serijos 1 audinių atveju, t.y. visais atvejais ataudų kryptimi santrauka yra didesnė negu metmenų kryptimi – nuo 8 proc. 9-am pynimui iki 61 proc. 12-am pynimui. Kaip ir serijos 1 atveju, vėl išsiskiria 7-9 pynimai – jų ataudų ir metmenų santraukų santykis yra mažiausias – nuo 8 proc. 9-am pynimui iki 34 proc. 7-am pynimui. Šių pynimų metmenų santrauka yra didesnė negu kitų audinių, nes jų ilgosios perdangos yra ilgesnės metmenų kryptimi negu ataudų. Todėl santraukų dydžiai abiem kryptimis suvienodėja. Tuo tarpu 10-12 pynimų ataudų ir metmenų santraukų santykis yra didžiausias ir siekia nuo 44 proc. 10-am pynimui iki 61 proc. 12-am pynimui. Tai yra vaflinių pynimų audiniai, kurių perdangų ilgiai yra vienodi metmenų ir ataudų kryptimis. Dėl šių priežasčių juose ataudų santrauka yra didesnė negu metmenų santrauka, nes ataudai yra mažiau įtempti audimo metu negu metmenys.



26 Pav. Serijos 2 audinių santraukos ataudų ir metmenų kryptimis

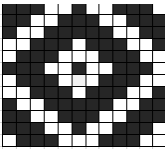
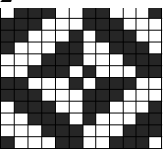
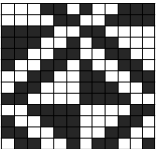
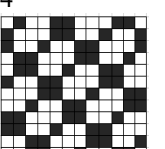
Gautus rezultatus patvirtina ir kitų tyrėjų darbai [26, 33, 36, 37], kad didinant perdangų ilgį ataudų ar metmenų kryptimis, didėja ir santrauka. Pynimai, kurie turėjo ilgesnes perdangas, pasižymėjo didesne santrauka, o pynimams su trumpesnėmis perdangomis ir didesniu persipynimo skaičiumi

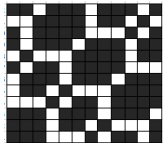
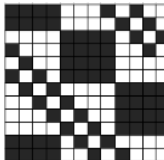
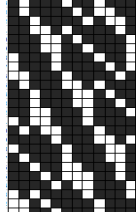
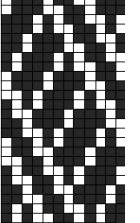
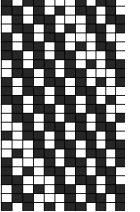
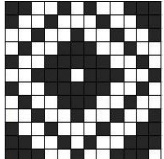
gauta mažesnė santrauka, kas apibūdina geresnį audinio matmenų stabilumą. Pagal serijos 1 ir serijos 2 rezultatus galime matyti, jog gavome sutampančius rezultatus skirtingiems pynimo tipams. Didžiausios santraukos ataudų kryptimi dominuoja rombinio ruoželio pynimuose, o labiausiai stabilūs buvo kombinuotojo ruoželio pynimų su trumpomis perdangomis ir dideliu persipynimu audiniai. Metmenų kryptimi rezultatai gauti vienodi – didžiausia santrauka gauta diagonalo pynimams, o mažiausia – vafliniams pynimams.

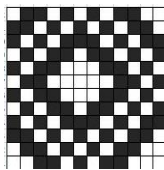
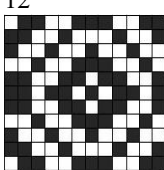
3.3. Laidumo orui tyrimo rezultatai

Kaip jau minėta, audinio laidumas orui po apdailos yra labai svarbus, nes nuo jo priklauso pledo šiluminės savybės. Todėl prieš gaminant galutinį produktą yra svarbu išsiaiškinti laidumą orui po apdailos. Audinių laidumo orui rezultatai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Audinių laidumo orui tyrimo rezultatai

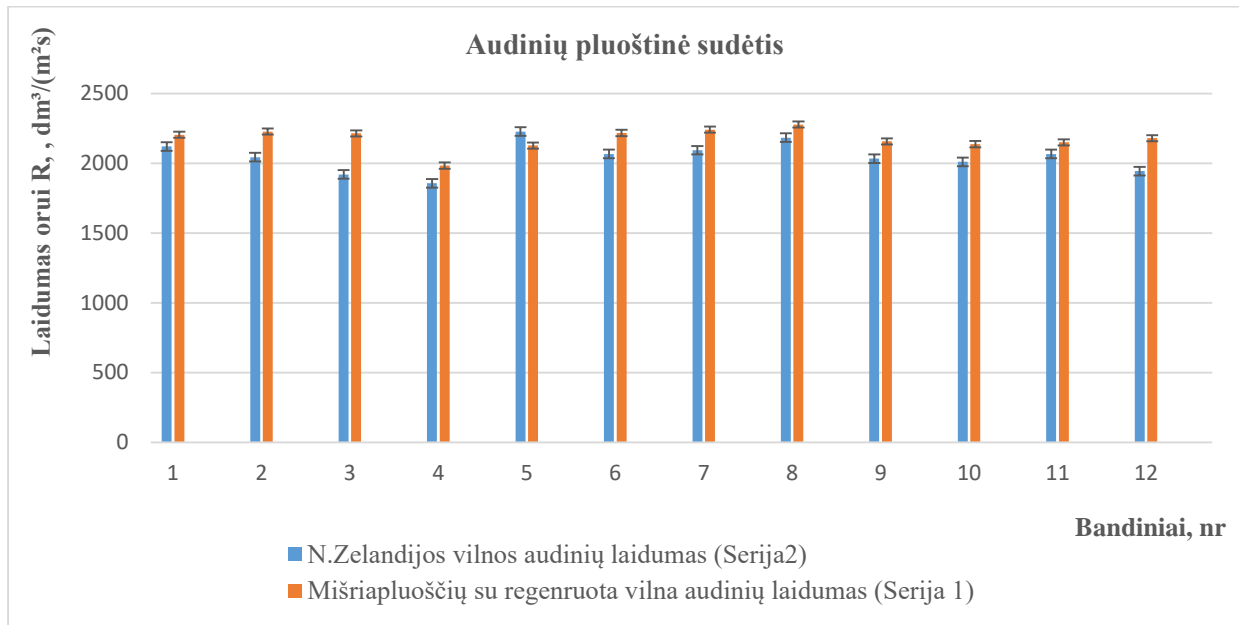
Bandinys	Serija 1			Serija 2		
	Laidumas orui R, $\text{dm}^3 / (\text{m}^2 \text{s})$	Vid. Kv. Nuokrypis	Variacijos koeficientas V, %	Laidumas R, $\text{dm}^3 / (\text{m}^2 \text{s})$	Vid. Kv. Nuokrypis	Variacijos koeficientas V, %
1 	2204,4	1,33	2,02	2120,9	2,07	3,26
2 	2227,78	1,57	2,35	2044,08	2,78	4,54
3 	2214,42	0,82	1,24	1920,5	1,72	2,98
4 	1983,96	2,63	4,43	1857,04	3,31	5,95

Bandinys	Serija 1			Serija 2		
	Laidumas orui R, dm ³ / (m ² s)	Vid. Kv. Nuokrypis	Variacijos koeficientas V, %	Laidumas R, dm ³ / (m ² s)	Vid. Kv. Nuokrypis	Variacijos koeficientas V, %
5 	2127,58	2,58	4,06	2227,78	1,57	2,35
6 	2217,76	1,65	2,48	2067,46	3,54	5,72
7 	2241,14	1,66	2,48	2094,18	1,77	2,82
8 	2277,88	1,14	1,66	2184,36	2,5	3,83
9 	2157,64	2,5	3,88	2034,06	2,96	4,86
10 	2137,6	2,0	3,13	2010,68	2,9	4,81

Bandinys	Serija 1			Serija 2		
	Laidumas orui R, dm ³ / (m ² s)	Vid. Kv. Nuokrypis	Variacijos koeficientas V, %	Laidumas R, dm ³ / (m ² s)	Vid. Kv. Nuokrypis	Variacijos koeficientas V, %
11 	2150,96	2,59	4,02	2067,46	2,6	4,20
12 	2181,02	1,34	2,05	1943,88	1,4	2,40

Kaip matyti iš 5 lentelės, nustatyto laidumo orui variacijos koeficientas serijos 1 audiniuose svyruoja tarp 1,24% ir 4,43%. Tai parodo, kad bandinių rezultatų sklaida varijuoja mažose ribose, kadangi kiekvieno pynimo audinių laidumas orui buvo pakankamai panašus. Serijos 2 audiniuose rezultatų sklaida yra tarp 2,40% ir 5,95%. Ji yra kiek didesnė negu serijos 1, tačiau laidumo rezultatų sklaida tyrimo metu kiekvienam pynimui buvo panaši. Sklaidai galėjo turėti įtakos šiaušimas ir plaukelių susivėlimas, kuris galimai ne visose vietose buvo vienodas.

Norint palyginti mišriapluoštės ir natūralios vilnos audinių rezultatus, nubraižyta laidumo orui stulpelinė diagrama pagal pynimo tipą (žr. 27 pav.).



27 Pav. Serijos 1 ir serijos 2 laidumas orui

Audinių laidumo orui priklausomybė nuo audinio pynimo ir pluoštinės sudėties parodyta 27 paveiksle. Iš pateiktų rezultatų matoma, kad lyginant audinius, austus iš Naujosios Zelandijos vilnos verpalų (serija 2) ir mišriapluoščių su regeneruota vilna verpalų (serija 1), didesniu laidumu orui pasižymėjo serijos 1 audiniai – nuo 4 proc. 1-am pynimui iki 13 proc. 3-am pynimui. Kočiotinės vilnos audiniai yra puresni, labiau pasišiaušę, jų paviršiuje yra daugiau plaukelių negu mišriapluoščiose vilnos audiniuose, todėl pastarieji pasižymėjo didesniu laidumu orui negu kočiotinės vilnos audiniai. L.Hristian bei taip pat patvirtino, jog vilnoniai verpalai, kurie sudaryti iš nevienodo pluoštelio ilgio padidina verpalų netolygumą ir skirtingą skerspjūvį, kas skatina didesnę laidumą orui [39], kaip matome ir mišriapluoščių verpalų su regeneruotu pluoštu atveju. Lyginant audinius pagal pynimo tipą, serijos 2 audiniuose didžiausiu laidumu orui pasižymėjo 5 bandinys su panamos pynimu ($2227,78 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$) ir 8 bandinys su kombinuotojo ruoželio pynimu ($2184,36 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$) – 2 proc. mažesnę negu 5 bandinio laidumą orui, tačiau didesnę nei likusiųjų bandinių. Mažiausią laidumą turėjo 4 panamos bandinys ($1857,04 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$) ir 3 bandinys, išaustas rombinio ruoželio pynimu ($1920,50 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$). Serijos 1 audinių didžiausias laidumas orui gautas bandinių 7 ir 8 su kombinuotojo ruoželio pynimais (atitinkamai $2241,14 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$ ir $2277,88 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$), o mažiausias laidumas orui gautas 4 bandiniui su panamos pynimu ($1983,96 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$) bei 10 bandinys su vafliniu pynimu ($2137,60 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$). Tad galime daryti išvadą, jog kombinuotasis ruoželis yra laidžiausias orui pynimas, o panamos – mažiausiai laidus orui.

Gauti laidumo orui rezultatai nuo pynimo sutampa su daugelio autorių analizuotomis publikacijomis. L. Hristian [39], I. Fatahi [40], F. Sekerden [43] bei M. Havlová [42] nustatė, kad laidumo orui vertė kinta priklausomai nuo persipynimo rodiklių bei perdangų skaičiaus didėjimo, ko pasekoje ilgesnės perdangos lemia didesnes akutes (oro tarpus) pynime ir didesnę laidumą orui. M. Havlová teigė, kad panamos ir ripsninis pynimai turi netaisyklingas horizontalias akutes, kas

daro įtaką geresniam laidumui orui [42]. Serijos 1 bandiniuose didžiausias laidumas gautas būtent 5 bandiniui su panamos pynimu, ($2227,78 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$), kadangi tai yra pynimas, kuriame dominuoja ilgos perdangos metmenų kryptimi – per 4 siūlus, o persipynimas su 1 perdanga nėra didelis, tad laidumas orui gautas didelis. Taip pat, laidumui orui gali turėti įtakos tai, kad metmenų perdangos išdėstytos dideliais elementais, per kuriuos oras daugiausiai ir praeina. 8 bandinyje, išaustame kombinuotojo ruoželio pynimu, laidumas orui yra $2184,36 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$, perdangų skaičius metmenų kryptimi dominuoja netgi turint perdangas per 6 ir 4 siūlus, o ataudų kryptimi – per 3 ir 2 siūlus, tad pynimas turi ilgas perdangas, ypatingai metmenų kryptimi, kas padidina laidumą orui. Kaip ir panamos pynime, šis pynimas metmenų kryptimi turi pakankamai didelius pynimo elementus su ilgomis perdangomis, pro kuriuos oras gali prasiskverbti lengviausiai. Mažiausias laidumas gautas serijos 1, 4-ame bandinyje su panamos pynimu ($1857,04 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$). Tačiau šis pynimas turi mažesnes perdangas nei 5-asis. Taip pat, pynimas turi pasikartojantį raportą, tad yra gerai subalansuotas ir persipynimas su 1 perdanga metmenyse dažnai pasikartojantis. Šie aspektai galėjo turėti įtaką mažam laidumui orui. 3 bandinio, austo rombiniu ruoželiu, gautas taip pat mažas laidumas orui ($1920,50 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$).

Serijos 2 audiniuose su Naujosios Zelandijos kočiotinės vilnos pluoštine sudėtimi, didžiausias laidumas gautas 8 ir 7 bandiniams. 8 bandinys, austas kombinuotojo ruoželio pynimu, pasižymėjo $2277,88 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$ laidumu orui, t. y. 4 proc. didesniu laidumu orui nei serijoje 1. 7 bandinys, taip pat austas kombinuotojo ruoželio pynimu, pasižymėjo dideliu laidumu orui ($2241,14 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$) dėl savo panašių pynimo savybių kaip 8-ojo bandinio. Pynimas taip pat turi daugelyje vietų perdangas per 6 siūlus, o elementai metmenų kryptimi yra išsidėstę dideliais plotais, kas didina laidumą orui. Mažiausias serijos 2 laidumas orui gautas 4 ir 5 bandiniams. 4 bandinys, kaip ir serijoje 1, pasižymėjo mažu laidumu orui ($1983,96 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$), o 5 bandiniui su panamos pynimu gautas $2127,58 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ s})$ laidumas orui.

Apibendrinimas

Lyginant audinius, austus iš grynavilmių verpalų (Serija 2) ir mišriapluoščių su regeneruotos vilna verpalų (Serija 1), didesniu laidumu orui pasižymėjo Serijos 1 audiniai. Kočiotinės vilnos audiniai yra puresni, labiau pasišiaušę, jų paviršiuje yra daugiau plaukelių negu mišriapluoštės vilnos audiniuose, todėl pastarieji pasižymėjo didesniu laidumu orui negu kočiotinės vilnos audiniai. Nustatyta, kad kombinuotasis ruoželis yra laidžiausias orui pynimas, o panamos – mažiausiai laidus orui. Pynimams, kuriuose vyrauja ilgos perdangos metmenų kryptimi, laidumas orui gautas didesnis. Taip pat, laidumui orui gali turėti įtakos tai, kad kai kuriuose pynimuose metmenų perdangos išdėstytos dideliais elementais, per kuriuos oras daugiausiai ir praeina.

Išvados

1. Sukurti 12 skirtingų pynimų vilnoniai pledai, išskirstyti į 4 pynimų grupes: 3 rombinius, 3 vaflinius, 3 kombinuotus ruoželinius ir 3 panamos, atitinka naujausias pledų mados tendencijas ir sėkmingai papildo įmonės „Barker Textiles“ asortimentą.
2. Suprojektuotuose pleduose, išaustuose iešminėmis audimo staklėmis skirtingomis pluoštinėmis sudėtimis: 100% Naujosios Zelandijos kočiotiniais vilnoniais verpalais ir 75% kočiotiniais vilnoniais verpalais, 22% regeneruotais kočiotiniais vilnoniais verpalais, 3% kitais pluoštais, regeneruotos vilnos verpalai rado pritaikomumą, žiedinės ekonomikos principui vystyti įmonėje.
3. Nustatyta, kad santraukos tyrimo metu variacijos koeficientas Serijos 1 audiniuose ataudų kryptimi svyruoja nuo 0 iki 0,79 %, o metmenų kryptimi variacija gauta tarp 0 ir 0,50 %. Serijos 2 audiniams, ataudų kryptimi variacijos koeficientas tarp 0 iki $\leq 2,01$ %, o metmenų kryptimi – tarp 0 iki $\leq 0,73$ %. Taigi abiejų audinių grupių gautų rezultatų sklaida gauta labai maža, duomenys patikimi.
4. Atlikus santraukos tyrimus metmenų ir ataudų kryptimis nustatyta, kad visi audiniai po apdailos susitraukė, nes visos santraukos gautos neigiamos. Taip yra todėl, kad apdailos metu pledų siūlai atsipalaidavo, susivėlė, dėl to siūlai labiau išsirangė ir audinys susitraukė.
5. Serijos 1 ir Serijos 2 audinių santraukos metmenų ir ataudų kryptimis priklauso nuo naudoto pynimo, o tiksliau – nuo perdangų ilgio pynime. Nustatyta, kad didėjant perdangų ilgiui ataudų ar metmenų kryptimis, didėja ir santrauka. Ataudų kryptimi didžiausia santrauka abiejų serijų audiniuose – rombinio ruoželio pynime, metmenų kryptimi – kombinuoto ruoželio pynime, kurio perdangos metmenų kryptimi yra gerokai ilgesnės negu ataudų. Stabiliausi ataudų kryptimi kombinuoto ruoželio pynimo audiniai, metmenų kryptimi – vaflinio pynimo audiniai, turintys trumpas perdangas.
6. Nustatyta, kad laidumo orui rezultatų variacijos koeficientas Serijos 1 audiniuose svyruoja tarp 1,24% ir 4,43%; Serijos 2 audiniuose rezultatų sklaida yra tarp 2,40% ir 5,95%. Taigi rezultatų sklaida varijuoja mažose ir tenkinamose ribose.
7. Nustatyta, kad laidumui orui taip pat gali turėti įtakos tai, kad kai kuriuose naudotuose pynimuose metmenų perdangos išdėstytos dideliais elementais, per kuriuos oras praeina lengviau, pvz. 5-8-as pynimai, kurių perdangos eina per 4-6 siūlus.
8. Atlikus laidumo orui tyrimus, nustatyta, kad laidumo orui vertė kinta priklausomai nuo persipynimo skaičiaus bei perdangų ilgio. Didžiausiu laidumu orui pasižymėjo kombinuoto ruoželio pynimai su ilgomis perdangomis metmenų kryptimi, o mažiausiai laidūs orui buvo panamos pynimo su trumpesnėmis perdangomis audiniai.
9. Didesniu laidumu orui pasižymėjo Serijos 1 audiniai – nuo 4 proc. 1-am pynimui iki 13 proc. 3-am pynimui. To priežastis gali būti tokia, kad mišriapluoščiai su regeneruota vilna audiniai yra mažiau pasišiaušę, dėl trumpesnių pluoštų verpale, jų paviršius lygesnis, todėl ir laidumas orui didesnis.

Literatūros sąrašas

1. MURTHY, H. V. Sreenivasa. *Introduction to Textile Fibres*. [interaktyvus]. Woodhead publishing India.pvt. ltd, New York, 2018. [žiūrėta 2020-09-05] ISBN 9781315364346. Prieiga per internetą: https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=53amCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=extile+fibres&ots=FXduKWMVmg&sig=WeJr-0KcH0ZOTwrpPcLD_EHg6jY&redir_esc=y#v=onepage&q=textile%20fibres&f=false
2. Prieiga per internetą: <https://images.app.goo.gl/uMn1XbrrWg5VHJoB7> [žiūrėta 2020-09-10]
3. KOZLOWSKI, M. Ryszard , *Handbook of Natural Fibres : Volume 1: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation*, Woodhead Publishing Series in Textile: Number 118, 2012, ISBN 978-1-84569-697-9
4. Prieiga per internetą: <https://lt.wikipedia.org/wiki/Vilna> [žiūrėta 2020-10-05]
5. Prieiga per internetą: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/875-wool-fibre-properties> [žiūrėta 2020-10-05]
6. SIMPSON, W.S, CRAWSHAW G.H, *Wool science and technology*. 2002: ISBN 1855735741
7. Prieiga per internetą: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wool> [žiūrėta 2020-10-15]
8. Prieiga per internetą: <https://www.europarl.europa.eu/news/lt/headlines/society/20210408STO01625/ep-nariai-ragina-blokuoti-nelegalias-sporto-transliacijas> [žiūrėta 2020- 11-30]
9. RIBA, Jordi- Roger, Rosa CANTERO, Trini CANALS, Rita PUIG, Circular economy of post-consumer textile waste: Classification through infrared spectroscopy, *Journal of Cleaner production* vol 272, 2020: p. 1-9
10. RUSEEL, Stephen, Paul SWAN, Mariell TREBOWICZ, Angus IRELAND, Natural Fibres: Advances in Science and Technology Towards Industrial Applications, *Review of wool recycling and reuse*, RILEM Bookseries volume 12, 2016: p- 415-428.
11. TESTA, Francesco, Benedetta NUCCI, Fabio IRALDO., Andrea APPOLLONI et al. Removing obstacles to the implementation of LCA among SMEs: A collective strategy for exploiting recycled wool, *Journal of Cleaner production*, Vol 156, 2017 p.923-931
12. LEONAS, Karen K. , Textiles and Clothing Sustainability, *The Use of Recycled Fibers in Fashion and Home Products*, Textile Science and Clothing Technology book series, [interaktyvus] 2016, p. 55-77 [žiūrėta 2021-01-28] Prieiga per internetą: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-2146-6_2
13. MILAŠIUS, Vytautas ir Jurgis KATUNSKIS. *Audinių, jų pynimų ir ornamentų*

- projektavimas* Kaunas: Technologija, 2009. ISBN 9789955257561
14. KHOKAR, N. 3D-Weaving: Theory and Practice, *Journal of the Textile Institute*, [interaktyvus] 2001, 92:2, p. 193-207, [žiūrėta 2021-01-28] DOI: 10.1080/00405000108659570
 15. MILAŠIUS, Rimvydas, Daiva MIKUČIONIENĖ, Audronė RAGAIŠIENĖ, Žaneta RUKUIŽIENĖ. *Įvadas į tekstilės inžineriją*. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 9789955259794
 16. ADANUR, Sabit. *Handbook of weaving*, 2000, 446 p. ISBN 9781587160134
 17. ALBERS, Anni, *ON weaving*, University Press, 2017. ISBN 9780691177854
 18. Prieiga per internetą : <https://www.woolme.co.uk/blog/wool-throw-or-wool-blanket-learn-the-differences/> [žiūrėta 2021-01-28]
 19. Prieiga per internetą: <https://www.etymonline.com/word/blanket> [žiūrėta 2021-02-01]
 20. Prieiga per internetą: <https://en.wikipedia.org/wiki/Blanket> [žiūrėta 2021-02-01]
 21. Prieiga per internetą: <https://heimtextil.messefrankfurt.com/frankfurt/en.html> [žiūrėta 2021-02-03]
 22. Prieiga per internetą: <https://www.eclectictrends.com/5-heimtextil-trends-2020-21/> [žiūrėta 2021-02-03]
 23. KUMPIKAITĖ, Eglė, Liucina KOT. Patterned Woven Fabrics in Lithuanian Folk Skirts, *Materials science (medžiagotyra)* Vol.20 No.2 2014 , ISSN- 1392-1320 [interaktyvus] DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ms.20.2.1950> [žiūrėta 2021-02-10]
 24. Prieiga per internetą: https://gilmara.lt/blogas/41_vilnoniai-megztiniai-skalkbime-teisingai.html [žiūrėta 2021-02-12]
 25. KANDEMULLA, K.A.S.M. et al. Analysis of Dimensional change of Woven Fabrics from Loom state to finished state, 2018 Moratuwa Engineering Research Conference, [interaktyvus] Moratuwa, Sri Lanka, DOI: 10.1109/MERCon.2018.8421891 [žiūrėta 2021-03-05]
 26. TOPALBEKIROGLU, M., H.K.KAYNAK, The effect of weave type on dimensional stability of woven fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 2008 vol.20, p.p 281-288, ISSN: 0955-6222
 27. BEHERA, B. K., HARI, P. K., *Woven Textile Structure – Theory and Applications*, Woodhead Publishing, 2010, ISBN 978-1-84569-514-9
 28. MALIK, A Samander et al. Analysis and Prediction of Air Permeability of Woven Barrier Fabrics with Respect to Material, Fabric Construction and Process Parameters, *Fibers and Polymers* 2017, Vol.18, No.10, 2005-2017 [interaktyvus]. DOI 10.1007/s12221-017-7241-5 [žiūrėta 2021-03-06]
 29. Washable wool stretch fabrics with dimensional stability. Inventors: Tong GAO, Alberto LORA LAMIA. US patent US 2009/0011672 A1 2009-08. [žiūrėta 2021-03-06]. Prieiga per internetą: <https://patents.google.com/patent/US20090011672A1/en>
 30. Internetinė prieiga internetą: <https://www.woolwise.com/wp->

<content/uploads/2017/07/WOOL-482-582-12-T-15.pdf> [žiūrėta 2021-03-06]

31. BELLINI, Pietro et al. *Finishing reference book of textile technologies*, 2001, The ACIMIT foundation, Milano.
32. ANNIS, A. Patricia. *Understanding and Improving the durability of textiles*, Elsevier Science & Technology, 2012, ISBN: 9780857090874
33. HUSSAIN, Tanveer, Yasir NAWAB, Khubab SHAKER, Muhammad MAQSOOD et al. Prediction of warp and weft yarn crimp in cotton woven fabrics, *The journal of the textile institute* [interaktyvus]. November 2014, 106:11, 1180-1189, [žiūrėta 2021-03-06] , DOI: 10.1080/00405000.2014.981041
34. SIRKOVA, K. Brigita, Iva MERTOVA. Prediction of warp and weft crimp in the construction of dobby woven fabrics, *The journal of the textile institute* [interaktyvus]. December 2019, 111:10, 1401-1409, [žiūrėta 2021-03-07] , DOI: 10.1080/00405000.2019.1701967
35. KADI, Nawar. The effect of Warp and Weft variables on fabrics shrinkage ratio, *Journal of Textile science and engineering* [interaktyvus]. January 2015 [žiūrėta 2021-03-07]. DOI: 10.4172/2165-8064.1000191
36. PANNU, Sunny, Rishi JAMDIGNI, B. K. BEHERA. Influence of weave design on Shrinkage Potential of stretch fabric, *International Journal of 360 Management Review*, Vol. 07, Issue 01, April 2019, ISSN: 2320-7132
37. KARAASLAN, Fatih, Hikmet Z. ÖZEK. A Study of the Contraction Behaviour of Woven Wool Fabrics, *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(2), 22-29, 2019, ISSN: 2651-3412
38. OGULATA, Tugrul. Air Permeability of woven fabrics. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 2006 Vol.5(2):1-10
39. HRISTIAN, Liliana. *Researches concerning the air permeability of woven fabrics made from combed yarns type wool*. Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVII (LXI), Fasc. 2, 2011
40. FATAHI, Iman, A. A. ALAMDAR-YAZD. Assessment of the Relationship between Air Permeability of Woven Fabrics and Its Mechanical Properties. Department of Textile Engineering, Yazd University, Iran. Prieiga per: Researchgates
41. ZUPIN, Živa, Aleš HLADNIK, Krste DIMITROVSKI. Prediction of one-layer woven fabrics air permeability using porosity parameters, *Textile Research Journal*, [interaktyvus], 2(2) 117–128, DOI: 10.1177/0040517511424529 [žiūrėta 2021-03-14]
42. HAVLOVA, Marie. Air Permeability and Costructional Parameters of Woven Fabrics, Fibres and Textiles in Eastern Europe, Technical university of Liberec, Czech Republic, [interaktyvus] 2013, ISSN 1230-3666, Prieiga per internetą: <https://dspace.tul.cz/handle/15240/16329> [žiūrėta 2021-03-16]
43. SEKERDEN, Filiz. Effect of Fabric Weave and Weft Types on the Characteristics of Bamboo/Cotton Woven Fabrics, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2011, Vol. 19, No. 6 (89) pp. 47-52.
44. ATMACA, Mustafa et al. Investigation of the effects of fabric parameters on air

- permeability of woolen fabrics, *Textile Research Journal*, [interaktyvus], 2015, Vol. 85(20) 2099–2107, DOI: 10.1177/0040517515599740 [žiūrėta 2021-03-16]
45. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 3759:2011] Tekstilė. Medžiagų ir drabužių bandinių paruošimas, ženklavimas ir matavimas, nustatant matmenų pokyčius (ISO 3759:2011). Textiles - Preparation, marking and measuring of fabric specimens and garments in tests for determination of dimensional change (EN ISO 3759:2011) turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2011.
- LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 9237:1997]
46. Tekstilės medžiagos. Medžiagų laidumo orui nustatymas / / Lietuvos standartizacijos departamentas (ISO 9237:1997). Textiles - Determination of permeability of fabrics to air (EN ISO 9237:1997) turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 1997.
47. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN ISO 139:2005]. Tekstilė. Standartinė kondicionavimo aplinka (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.
48. MILAŠIUS, Rimvydas. *Tekstilės eksperimento teorija ir praktika*. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 9789955258995

Priedai

1 priedas. Tyrimų rezultatų publikavimas

Magistro baigiamojo darbo tematika paskelbta publikacija „Investigation of Shrinkage and Air Permeability of Woollen Fabrics“ KTU Jaunųjų tyrėjų konferencijos „Pramonės inžinerija 2021“ pranešimų medžiagoje (el. leidinyje).

