



**Kauno technologijos universitetas**  
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas  
Gamybos inžinerijos katedra

# **Kojinių gaminių sandaros įtaka vartojamosioms ir komfortiškumo savybėms**

Magistro baigiamasis projektas

---

**Sandra Dragūnaitė**

Projekto autorė

**prof. Daiva Mikučionienė**

Vadovė

---

**Kaunas, 2019**



**Kauno technologijos universitetas**  
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas  
Gamybos inžinerijos katedra

# **Kojinių gaminių sandaros įtaka vartojamosioms ir komfortiškumo savybėms**

Magistro baigiamasis projektas  
Tekstilės inžinerija ir apdaila 6211FX007

---

**Sandra Dragūnaitė**  
Projekto autorė

**prof. Daiva Mikučionienė**  
Vadovė

**Lekt. Ginta Laureckienė**  
Recenzentė

---

**Kaunas, 2019**



**Kauno technologijos universitetas**  
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas  
Gamybos inžinerijos katedra  
Sandra Dragūnaitė

## **Kojinių gaminių sandaros įtaka vartojamosioms ir komfortiškumo savybėms**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Sandros Dragūnaitės, baigiamasis projektas tema „Kojinių gaminių sandaros įtakos vartojamosioms ir komforto savybėms tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjusi.

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

---

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

---

(parašas)



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

Studijų programa: 6211FX007 Tekstilės inžinerija ir apdaila

**1. MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS**

Studentui (-ei)

Sandrai Dragūnaitei

*(Vardas, Pavardė)*

**1. Baigiamojo Projekto tema –**

Kojinių gaminių sandaros įtakos vartojamosioms ir komforto savybėms tyrimas

*(Lietuvių kalba)*

Investigation of Influence of Socks Structure on Their End-Use and Comfort Properties

*(Anglų kalba)*

**2. Darbo tikslas ir uždaviniai –**

Darbo tikslas - iširti ir nustatyti kojinių gaminių sandaros įtaką vartojamosioms ir komforto savybėms.

1. Atlikti su darbo tematika susijusios literatūros analizę.
2. Suprojektuoti ir pagaminti tiriamuosius bandinius, nustatyti jų sandaros rodiklius.
3. Nustatyti skalbimo įtaką gaminio matmenų stabilumui.
4. Nustatyti sandaros ir skalbimo įtaką gaminio atsparumui dilinimui.
5. Nustatyti sandaros ir skalbimo įtaką gaminių laidumui orui.

**3. Pradiniai baigiamojo projekto duomenys –**

Įvairios sudėties sluoksniuotiniai mezginiai, skirti kojinių gaminiams.

**4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos –**

Atlikus kojinių sandaros įtakos kojinių gaminių vartojamosioms ir komforto savybėms tyrimus, pasiūlyti optimalų struktūros variantą.

Studentas

---

*(Vardas, Pavardė)*

*(Parašas)*

*(Data)*

Baigiamojo  
projekto vadovas

---

*(Vardas, Pavardė)*

*(Parašas)*

*(Data)*

Krypties studijų  
programos  
vadovas

---

*(Vardas, Pavardė)*

*(Parašas)*

*(Data)*

Dragūnaite, Sandra. Kojinių gaminių sandaros įtaka vartojamosioms ir komfortiškumo savybėms.

Magistro baigiamasis projektas/ vadovė prof. Daiva Mikučionienė; Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas, Kauno technologijos universitetas.

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

Reikšminiai žodžiai: meginys, kojinių gaminiai, laidumas orui, atsparumas dilinimui, skalbimo įtaka.

Kaunas, 2019. 52 p.

### **Santrauka**

Augantys vartotojų keliami reikalavimai kokybei bei komfortui skatina atlikti tyrimus su naujai atsiradusiomis bei seniai žinomomis žaliavomis, pasirenkamais pynimais, mezgimo parametrais. Megztinės medžiagos pasižymi lengva priežiūra, geromis komforto savybėmis. Megztinės medžiagos taip pat pasižymi geromis tamprumo savybėmis. Visos šios savybės reikalingos ir kojiniams, t.y. gaminiams, kurie yra besiliečiantys prie kūno, mūvimi ir skalbiami kone kasdien. Taigi, ir šio darbo tikslas yra ištirti ir nustatyti kojinių gaminių sandaros įtaką vartojamosioms ir komforto savybėms.

Tyrimui buvo pasirinktos 7 skirtingos žaliavų kombinacijos: pusvilnioniai 33 tex, pusvilnioniai 25 tex, vilnos/šilko 22 tex, medvilniniai 29 tex, medvilniniai 25 tex verpalai derinyje su elastomeriniais siūlais (PU/PA6), medvilniniai 29,4 tex verpalai derinyje su antibakteriniais Skinlife siūlais bei nedegios viskozės siūlais. Meziniai buvo mezgami trim skirtingais tankumais, įvardijant juos kaip rečiausią, vidutinį ir tankiausią mezgimo tankumą. Atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad skalbimas turi neigiamą įtaką matmenų stabilumui. Po skalbimo pakito visi trys tirti mezinio sandaros rodikliai: kilpos ilgis, vertikalusis ir horizontalusis tankumai bei paviršinis tankis. Laidumas orui – svarbi komforto savybė, padedanti sukurti šildantį ar vėsinantį sluoksnį, apibrėžianti oro judėjimą per gaminį. Didžiausiu laidumu orui pasižymėjo meziniai iš pusvilnionių 25 tex verpalų, mažiausiu - meziniai su *FR* viskoze. Tyrimo metu taip pat buvo atliekami atsparumo dilinimui bandymai, kurie yra vienas pagrindinių rodiklių, nusakančių gaminio ilgaamžiškumą. Atlikus tyrimą buvo įvertinti masės nuostoliai mezinuose. Didžiausi masės nuostoliai nustatyti bandiniuose iš vilnos/šilko 22 tex verpalų, mažiausi – iš pusvilnionių 33 tex verpalų. Pakartojus bandymą su skalbtais meziniais, nustatyta neigiama skalbimo įtaka. Visuose bandiniuose masės nuostoliai po skalbimo buvo didesni nei bandiniuose prieš skalbimą, išskyrus bandinius iš vilnos/šilko 22 tex verpalų, kuriuose po skalbimo nustatyti mažesni masės nuostoliai nei prieš skalbimą.

Dragūnaitė, Sandra. Influence of Hosiery Structure on End-use and Comfort Properties.

Master's Thesis/ Supervisor prof. Daiva Mikučionienė; The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Polymers and Textile (F02), Technological science (F).

Key words: knitted fabric, socks, air permeability, abrasion resistance, washing influence

Kaunas, 2019, 52 p.

### **Summary**

Growing consumer demands for quality and comfort encourage research with newly emerging and well-known raw materials, weave and knitting parameters. Knitted fabrics are easy to maintain, with good comfort characteristics. Knitted fabrics also have good elastic properties. All these features are also required for socks, e.g products that are in contact with the body are worn and washed every day. Thus, the aim of this work is to investigate and determine the impact of sock products structure on end-use and comfort characteristics.

For the research, 7 different raw material combinations were chosen: semi-wool 33 tex, semi-wool 25 tex, wool / silk 22 tex, cotton 29 tex, and cotton 25 tex yarns combination with elastomeric yarns (PU/PA6), cotton yarn 29,4 tex combinations with antibacterial "Skinlife" yarns and fire resistant FR viscose yarns. Knitted fabrics were knitted with three different densities, by naming them as the low, medium, and high knitting density. The results of the research have showed that washing has a negative effect on dimensional stability. After washing, structure parameters of all knitting patterns, such as loop length, vertical and horizontal densities, and surface density, was changed. Air permeability is an important feature of comfort, which helps to create warming and cooling layer, defining the movement of air through the product. The highest air permeability was determinate in knitted fabrics made of semi-wool 25 tex, lowest – of knitted fabrics from FR viscose. The research also included abrasion resistance test, which is one of the main indicators of product durability. After abrasion resistance test, weight loss in knitted fabric was evaluated. The highest loss of the mass was found in samples of wool / silk 22 tex yarns, the smallest – in samples of semi-wool 33 tex yarns. Repeated abrasion test with knitted fabrics after washing showed negative impact of washing on abrasion resistance. In all samples, the weight loss after washing was higher than in the specimens before the washing, except for the wool / silk 22 tex yarns, which showed after washing lower weight loss than before the washing.

## Turinys

Santrauka .....	6
Summary.....	7
Įvadas.....	9
1. Literatūros apžvalga .....	10
1.1 Kojinių industrija.....	10
1.2 Kojinės konstrukcija.....	10
1.3 Kojinių mezgimui naudojamų pluoštų apžvalga .....	11
1.3.1 Medvilnės pluoštas .....	11
1.3.2 Vilnos pluoštas.....	11
1.3.3 Šilko pluoštas.....	11
1.3.4 <i>FR</i> viskozė .....	12
1.3.5 <i>Skinlife</i> siūlai.....	12
1.4 Megztinių medžiagų laidumo orui tyrimų apžvalga.....	12
1.5 Megztinių medžiagų atsparumo dilinimuisi tyrimų apžvalga .....	14
1.6 Skalbimo įtaka deformacijoms.....	16
2. Metodologinė dalis .....	17
2.1 Tyrimo objektas .....	17
2.2 Tyrimų metodika .....	18
2.2.1 Megztinių medžiagų sandaros rodiklių nustatymas.....	18
2.2.2 Skalbimo įtakos sandaros rodiklių pokyčiams tyrimas .....	18
2.2.3 Megztinių medžiagų laidumo orui tyrimas.....	19
2.2.4 Megztinių medžiagų atsparumo dilinimui tyrimas.....	19
2.2.5 Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika .....	20
3. Tyrimų rezultatai .....	21
3.1 Mezginių bandinių sandaros rodiklių nustatymas .....	21
3.2 Megztinių medžiagų laidumo orui tyrimas.....	27
3.3 Megztinių medžiagų atsparumo dilinimui tyrimas .....	32
Išvados .....	49
Literatūros sąrašas .....	50



## Ivadas

Kojinės – turbūt viena seniausių aprangos dalių. Jau nuo akmens amžiaus mūsų tolimi protėviai kojas apgaubdavo gyvūnų kailio ar odos skiaute ir surišdavo ties kulkšnimi. Manoma, kad tai buvo primityviausias kojinės pirmtakas. Maždaug VIII amžiuje prieš Kristų graikai jau mūvėjo kojines, suveltas iš gyvūnų plaukų. Kiek vėliau romėnai sukolektavo kojines, siūdami jas iš atskirų odos skiaučių. Apie 1000-ius metus kojinės buvo turtingųjų ženklas, jas mūvėjo tik aukštuomenės nariai. 1589 metais išrasta pirmoji kojinių mezgimo mašina. Ji leido paspartinti kojinių mezgimą, tačiau iki 1800 metų vis dar buvo plačiai naudojamas ir rankinis mezgimas [1].

Bėgant metams keitėsi kojinių mados ir gamybos tendencijos bei jų kokybei keliami reikalavimai. Šiomis dienomis jau turime plačias galimybes išgauti įvairius pynimus, raštus, žaliavų variacijas. Per pastaruosius keletą dešimtmečių taip pat buvo išrasta naujų pluoštų, kurie neretai pasižymi geresnėmis savybėmis, nei tie, kurie yra mums nuo seno žinomi.

Kokybė – vienas svarbiausių šių dienų vartotojų keliamas reikalavimas. Kokybės sąvoka apima daug savybių: termoizoliacinį sluoksnį, kompresines savybes, laidumą orui, atsparumą dilinimui, drėgmės absorbciją ir adsorbciją, atsparumą pumuravimuisi, antibakterines savybes, nedegumą ir t.t. Pagal paskirtį kojinės gali būti skirstomos į keletą grupių, o nuo paskirties priklauso ir savyvės. Dėl itin didelės pasiūlos bei augančio komforto poreikio svarbu vartotojus supažindinti su rinkoje esančių produktų savybėmis bei galimais pokyčiais, atsirandančiais po vieno pagrindinių jiems daromo mechaninio poveikio – skalbimo.

Šio darbo tikslas – ištirti ir nustatyti kojinių gaminių sandaros įtaką vartojamosioms ir komfortiškumo savybėms.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti su darbo tematika susijusios literatūros analizę.
2. Suprojektuoti ir pagaminti tiriamuosius bandinius, nustatyti jų sandaros rodiklius.
3. Nustatyti skalbimo įtaką gaminio struktūrinių rodiklių pokyčiams.
4. Nustatyti sandaros ir skalbimo įtaką gaminio atsparumui dilinimui.
5. Nustatyti sandaros ir skalbimo įtaką gaminio laidumui orui

## **2. Literatūros apžvalga**

### **2.1 Kojinių industrija**

Kojinių gaminiai yra svarbi aprangos dalis. Kojinaites mes mūvime tiek šiltuoju, tiek šaltuoju metų sezonu. Šiomis dienomis kojines gali būti išskirtinis aprangos akcentas dėl įvairių spalvų, mezgimo struktūrų bei pluoštų derinių. Taip pat tai gaminy, kuris liečiasi prie kūno, tad itin svarbi yra jo kokybė. Žinoma, kojinaites yra ne tik aprangos akcentas. Dažniausiai jos atlieka ir tam tikrą specialią funkciją: šilumos palaikymą, drėgmės išgarinimą, apsaugą, kompresiją ir pan.

Greitas gyvenimo ritmas – šių dienų žmogaus kasdienybė. Būtent dėl šios priežasties dažniausiai nukenčia miego kokybė, o miegas svarbus įvairių gyvybinių procesų atstatymui mūsų organizme. Miego kokybę pagerinti, ypač šaltuoju metu sezonu, galime mūvėdami kojines, skirtas miegui. Ko ir kt. (2018) atliko tyrimą ir nustatė, kad šiltos kojos teigiamai veikia miego kokybę. Nustatyta, kad tyrime dalyvavę žmonės, kurie miegoti ėjo mūvėdami kojines, užmigo greičiau, mažiau prabudinėjo miego metu ir miegojo giliau nei tie, kurie jų nemūvėjo [2].

Kojinės taip pat neretai yra mūvimos mediciniais tikslais. Daugumai jau yra žinomos nespaudžiančios, besiūlės kojinaites, skirtos sergantiesiems diabetu, kompresinės kojines, mūvimos po operacijų arba profilaktiškai, esant venų varikozei. Lee ir kt. (2018) atliko išsamų tyrimą apie kojinaičių, atliekančių šildančią funkciją, mūvėjimą prieš, per ir po stuburo operacijos, siekiant išvengti pacientų hipotermijos. Buvo pastebėta, kad galūnių, ypač kojų, atvėsimas turi žymiai didesnės įtakos žmogaus kūno temperatūrai nei rankų atvėsimas. Kojinių mūvėjimas yra visiškai neskausmingas, lengvai pritaikomas, taupus metodas, siekiant išsaugoti kūno šilumą. Be to šis metodas užtikrina pacientų patogumą, sumažina nerimą prieš operaciją ir gali būti taikomas be gydytojo leidimo. Tyrimas parodė ir patvirtino, kad kojinių mūvėjimas turėjo teigiamos įtakos pacientų temperatūros palaikymui, užkirto kelią drebjimui bei užtikrino termofiziologinį komfortą operacijos metu [3].

### **2.2 Kojinės konstrukcija**

Kojinės mezgamos suteikiant joms tamprumą, siekiant, kad vartotojas jaustųsi kuo patogiau jas muvėdamas. Dažniausiai ribinis ir lygusis skersinis pynimas naudojamas mezgant kojines dalį, kuri kontaktuoja su blauzda ir pėda. Kadangi ribinis mezgimas pasižymi geromis tamprumo savybėmis ir gebėjimu grįžti į pradinę būseną jis itin tinkamas kojines daliai besiliečiančiai su blauzda. Pirštų siūlė dažniausiai daroma aukščiau virš pirštų, nes šis struktūrinis sprendimas paprastai yra patogesnis nei siūlė pirštų gale. Rekomenduojama, kad kulno ir pirštų plotai būtų lygus, kitu atveju tai gali pagreitinti nusidėvėjimo faktorių. Kulno forma – dar vienas svarbus faktorius suteikiantis komforto jausmą. Manoma, kad geriausiai tinkantis yra kvadrato formos kulnas. Nedidelis, išlenktas kulnas gerai priglunda prie kojos ir lengvai įslysta į batus. Svarbus faktorius – pirštų ir kulnų sustiprinimas mezgant. Gumelė mezgama kojines viršutinėje dalyje. Ji apsaugo nuo kojines nuslydimo žemyn ir yra mezgama iš elastomerinių siūlų. Pirmenybė teikiama plačioms gumelėms mezgamoms su „Spandex“ (laikra) [4,5].

## **2.3 Kojinių mezgimui naudojamų pluoštų apžvalga**

### **2.3.1 Medvilnės pluoštas**

Medvilnės pluoštas yra gryniausias iš gamtinių polimerų, sudarytas iš celiuliozės. Šis pluoštas plačiai naudojamas tekstilės gaminiams, tokiems kaip drabužiai, baldai, antklodės, pramoniniai drabužiams ir t.t. Plačiam medvilnės pluošto naudojimui įtaką daro gana lengva pluošto gamyba ir patrauklios savybės. Gaminiai iš medvilnės pluošto yra patogūs dėvėti, minkšti, pasižymintys geromis absorbcinėmis ir oro laidumo savybėmis. Tačiau, nors medvilnės pluoštas ir plačiai naudojamas, jis turi nemažai trūkumų. Gaminiai iš medvilnės gan greitai nusidėvi vos po kelių skalbimo ciklų, jie linkę susitraukti ir raukšlėtis. Siekiant pagerinti šias savybes, medvilniniams gaminiams atliekama apdaila, t.y. jie apdorojami tam tikromis cheminėmis medžiagomis, suteikiančiomis norimas savybes. Tačiau apdaila neretai yra laikina ir pašalinama skalbimo metu. Šiuo metu dažniausiai yra naudojama nebe 100 % medvilnės pluoštas, o įvairūs mišiniai, tam kad būtų gaunamos kuo geresnės gaminio savybės [6,7].

### **2.3.2 Vilnos pluoštas**

Vilos pluoštas jau nuo seno yra žinomas kaip pluoštas, pasižymintis itin geromis termoizoliacinėmis savybėmis. Jau prieš daug metų mūsų protėviai kirpo avis ir verpė iš jų vilnos siūlus, iš kurių mezgdavo kojines, megztinius, kelnes žiemai. Šiomis dienomis vilna gaunama ne tik iš avių. Vilną galime gauti iš alpakų, triušių bei daug kitų gyvūnų. Viena popoliariausių vilnų – merino vilna, gaunama iš merinosų avių. Vilna pasižymi itin aukšta kokybe [8]. Merinosų vilnoje yra natūralaus riebalų, lanolino, kuris pasižymi antibakterinėmis savybėmis. Gaminiai iš šios vilnos pasižymi geromis termoizoliacinėmis savybėmis, laidumu orui, drėgmės adsorbcinėmis ir absorbcinėmis savybėmis [9]. Daugumai vartotojų vilna sukelia nemalonias asociacijas dėl šiurkštaus pojūčio dėvint vilnonius drabužius. Taip pat vilnos pluoštas dėl žvynuoto plaukelio paviršiaus pasižymi vėlimosi ir susitraukimo skalbiant savybėmis. Tačiau merinosų plaukeliai yra mažiau žvynuoti, plonesni ir ilgesni, todėl gaminiai pasižymi geresnėmis komforto savybėmis [10].

### **2.3.3 Šilko pluoštas**

Jau nuo senų laikų, išgirdus žodį šilkas, mintyse jį sutapatiname su švelnumu, prabanga, jausmingumu. Šilkas yra natūralus baltyminis pluoštas, gaunamas iš įvairių šilkverpio gijų, o jo tėvyne laikoma Kinija. Šilkverpis gali pagaminti iki 1600 metrų nepertraukiamas šilko gijas, kurios lengvai gali būti sujungiamos tarpusavyje dėl gerų adhezinių savybių. Šilko pluošte esančių baltymų ir amino rūgščių sudėtis yra artima žmogaus odai. Būtent dėl šios priežasties vartotojas taip maloniai jaučiasi dėvėdamas šilko gaminius. Grynas šilko pluoštas yra higieniškas ir nealergizuojantis žmogaus odos, tačiau įvairios medžiagos, kuriomis šilko pluoštas yra apdorojamas, gali sukelti odos sudirgimus. Šilko pluoštas pasižymi geromis absorbcinėmis savybėmis. Jis gali sugerti iki 30 % savo svorio drėgmės, nesukeldamas pašalinio drėgmės jausmo vartotojui. Taip pat šilko pluoštas pasižymi geru tvirtumu ( 4,8 g/per denier), o tai yra tik šiek tiek mažiau nei nailono stiprumas. Tačiau, kaip ir visi pluoštai, šilkas turi ir neigiamų savybių. Jis pasižymi prastu atsparumu ultravioletinių spindulių šviesai. Apibendrintai, šilko pluošto mechaninės savybės sudaro aukštos stipruminės savybės, geros išsiplėtimo ir susitraukimo savybės.

Atsižvelgiant į šiuos rodiklius, natūralūs šilko pluošto termoplastiniai kompozitai galėtų pakeisti sintetinių pluoštų termoplastinius kompozitus [11,12].

#### **2.3.4 FR viskozė**

FR viskozė (angl. *flame resistant viscose*) – tai apdailos būdu sukurtas ugniai atsparus viskozės pluoštas. Viskozė, kaip ir medvilnė, yra celiuliozinis pluoštas ir yra lengvai užsidegantis. Būtent dėl šios priežasties šiuos pluoštus reikia apdoroti cheminėmis medžiagomis ir suteikti joms nedegumo savybę. Tik tokiu atveju galime iš jų gaminti drabužius, atitinkančius specialius reikalavimus, keliamus ugniagesių, policininkų, pilotų, kareivių aprangoms. Vienas patvariausių FR apdailos užnešimo būdų yra paremtas tetralio (hidroksimetil) fosfonio druskų veikimu, dažniausiai aprašomu tiesiog sutumpinimu THPX. Kitas apdorojimo būdas paremtas cheminio junginio N-metilolio ir N.N-dimetilolio dialkilo fosfonopropionoamidu ir jo darinių naudojimu. Šie metodai yra populiariausi pastaruosius 50 metų, tačiau vis ieškoma naujų metodų, kurie būtų labiau draugiški aplinkai, o gaminiai ilgiau išlaikytų savo savybes, neprarastų jų skalbimo metu [13]. Gauti FR viskozės pluoštą taip pat galime verpimo metu įterpiant į viskozės pluoštą ugniai atsparius priedus (užpildus). Dažniausiai įterpimui naudojami priedai: fosforo, polisilicio rūgštis arba polisilicio rūgštis ir aliuminis [14].

#### **2.3.5 Skinlife siūlai**

Šiuolaikinė civilizacijos pažanga sukėlė teigiamą ir neigiamą poveikį žmonijai ir ją supančiai aplinkai. Tekstilės gaminiuose naudojamos naujos žaliavos bei įvairūs priedai, kurie yra įterpiami pluoštus gaminant, jie gali turėti teigiamą poveikį žmogaus organizmui, tačiau gali ir sukelti įvairių alergijų ar odos ligų. Poveikis, kuris būtų naudingas žmonėms, gali būti pasiektas įvedant biologiškai aktyvias medžiagas į pluoštus. „Nylstar“ sukūrė pluoštus, vadinamus „Skinlife“. Šio pluošto ypatingas bruožas yra jo bakteriostatinis elgesys. Pluoštai neleidžia bakterijoms migruoti iš drabužių ant žmogaus odos, išsaugo natūralią pusiausvyrą odoje, nepriklausomai nuo to, koks yra vartotojo fizinis aktyvumas ar veiklos rūšis [15]. „Skinlife“ pluoštas gaminamas iš PA 6.6, antibakterinės savybės gaunamos intergruojant sidabro mikrodaleles.

Kochanas savo atliekamame tyrime lygino komforto savybes megztų medžiagų, numegztų iš modernių cheminių pluoštų, skirtų apatiniams drabužiams. Ypatingą dėmesį ji skyrė fiziologiniams parametrams, tokiems kaip: laidumas orui, vandens garų transportavimas, jutiminiai pojūčiai. Tyrimas buvo atliktas numezgus šešis mezginius iš bambuko, PES „Coolmax“, PES „Polartec Dry“, PP „Prolen“, 50 / 50 „Skinlife“ / PA siūlų. Iš 100 % medvilninių verpalų buvo numegzta medžiaga, naudota kaip kontrolinis bandinys. Nors apžvelgus rezultatus ir galima teigti, kad bandinai iš cheminių pluoštų pasižymėjo geresnėmis savybėmis nei iš medvilnės, tačiau tarp cheminių pluoštų bandinių „Skinlife“ / PA bandinai pasižymėjo blogiausiomis savybėmis. Jie buvo mažiausiai švelnūs, kas sukuria neigiamą komforto pojūtį. Taip pat mažiausiai atsparūs vandeniui, silpniausi [16].

#### **2.4 Megztinių medžiagų laidumo orui tyrimų apžvalga**

Gaminiai iš megztinių medžiagų dažniausiai yra dėvimi ant kūno, tad labai svarbu, kad jie pasižymėtų itin geromis termofiziologinėmis savybėmis, tokiomis kaip laidumas orui, šilumos bei drėgmės

absorbicija. Šios fizikinės savybės turi įtakos šiluminiam komfortui, t.y, taip užtikrinama tinkama kūno temperatūra. Oras gaminyje juda pro akutes, veikiamas abiejose gaminio pusėse esančio skirtingo slėgio. Tačiau gaminio akytumą galime prognozuoti atsižvelgiant į gaminio paskirtį ir taip numatyti laidumo orui rodiklį. Pats laidumo orui rodiklis yra vienas iš svarbiausių rodiklių, lemiančių audinio ar mezginio kokybę. Vasaros sezonu gaminiai turėtų būti labiau laidūs orui, žiemos sezonu - mažiau. Taip pat nuo laidumo orui priklauso ir medžiagos gebėjimas greičiau išdžiūti ir pašalinti drėgmę, apsaugoti nuo vėjo bei sukurti termoizoliacinį sluoksnį. Priklausomai nuo paskirties, vyrauja skirtingi laidumo orui reikalavimai, tačiau visais atvejais šis rodiklis yra vienas svarbiausių, apibūdinantis komforto pojūtį dėvint drabužius. Laidumo orui savybėms pagrindinės įtakos turi geometriniai medžiagos parametrai: kilpų vertikalusis ir horizontalusis tankumai, kilpos ilgis, medžiagos storis, siūlų ilginis tankis, siūlų skersmuo ir medžiagos paviršinis tankis [17.18].

Šiuo metu vis didėja vartotojų paklausa ir poreikiai komforto savybėms, draugiškiems aplinkai ir sveikesniems produktams. Dėl šios priežasties tekstilės pramonė yra priversta susikoncentruoti naujų pluoštų iš atsinaujinančių ir biodegraduojančių medžiagų gamybai. Čiukas ir kt.(2010) savo tyrime nustatinėjo kojinių iš sojų baltymo, bambuko, medvilnės / “seacell” (jūros dumblių ir eukalipto puoštas) ir bambuko/lino pluoštų laidumo orui priklausomybę nuo mezginio paviršinio tankio, siūlų ilginio tankio, uždengimo koeficiento, storio bei kilpos ilgio. Kojinės buvo suskirstytos į tris grupes: I – grynpluoštės, II – kojinės, platiruotos su poliamidu, III – kojinės, platiruotos su elastanu. Atlikus tyrimą pastebėta, kad geriausiu laidumu orui rodikliu kojinės be platiravimo, blogiausiu – platiruotos su elstanu. Platiravimas su PA ar Lycra pakeičia gaminio struktūrą. Jis tampa storesnis ir tankesnis. Apžvelgus bandymo rezultatus tyrėjai padarė išvadą, kad, didėjant kojinių paviršiniui tankiui ir siūlų ilginiam tankiui, laidumas orui mažėja. Tyrėjų siūlymas šiltajam vasaros sezonui rinktis kojines tik iš natūralių 100% pluoštų su didesniu nustatytu laidumo orui rodikliu, o šaltajam sezonui rinktis kojines, platiruotas su PA arba elstanu, su mažesniu laidumu orui, tačiau didesniu šilumos pojūčiu nešiotojui [19].

Ogulata ir kt. (2010) savo tyrime lygino megztus ir austus gaminius. Jie teigia, kad, kadangi megztus gaminius sudaro kilpos, jie turi daugiau akučių nei austos medžiagos, todėl pasižymi geresnėmis laidumo orui savybėmis [20]. Bhattacharrya ir kt. (2013), tirdami lygiojo skersinio mezgimo mezginius, nustatė, kad laidumo orui funkcija priklauso nuo mezginio storio, tankumo ir akytumo [21]. Mavruzas ir kt. (2011) teigia, kad po skalbimo medžiagų struktūra pakinta, jos tampa tvirtesnės, padidėja masė ir tankumas. Šie parametrai turi įtakos laidumo orui rodiklio mažėjimui [22].

Kumaras ir kt. (2015) atliko tyrimą, naudodami trijų skirtingų verpimo sistemų medvilninius siūlus: žiedinio ir kompaktinio verpimo bei apejant šerdį (elastomerinė šerdis, apsukta medvilne). Taip pat buvo pasirinkti keturi mezgimo pynimai – lygusis skersinis, lygusis skersinis su elastomero siūlu, pike, pike su elastomero siūlu. Mezgant pasirinkti trys skirtingi kilpos ilgiai, t.y. buvo mezgama trimis skirtingais tankumais. Gauti rezultatai parodė, kad visų bandinių laidumo orui rodiklis mažėjo, didėjant tankumui bei relaksacijos laipsniui (jėgai, kuri atpalaiduojama skalbimo bei džiovavimo metu). Iš rezultatų galime matyti, kad oro laidumas yra atvirkščiai proporcingas relaksacijos laipsniui. Taip pat visi bandinai iš grynpluoščių siūlų pasižymėjo geresniu laidumu orui nei bandinai su elastomero šerdimi [23].

Kitame atliktame tyrime buvo nustatinėjama megztinių medžiagų iš medvilnės, poliesterio, akrilano ir viskozės pluošto laidumo orui rodiklio priklausomybė nuo kilpos ilgio ir pasirinktos žaliavos. Visi bandiniai buvo numegzti lygiuoju skersiniu pynimu, pasirenkant keturis stirtingus kilpos ilgius. Laidumo orui rodiklis buvo nustatytas pagal ISO 9237 standartą, naudojant „SDL Atlas M021A“ įrengimą. Nustatyta, kad geriausiomis laidumo orui savybėmis pasižymėjo mežginiai iš poliesterinių siūlų, blogiausiomis – mežginiai iš akrilinių siūlų. Taip pat nustatyta, kad mežginiai iš viskozės pluošto pasižymi geresnėmis laidumo orui savybėmis nei mežginiai iš medvilnės. Taip pat, mažėjant kilpos ilgiui, medžiagų laidumo orui savybės taip pat mažėjo. Apibendrinus tyrimo rezultatus tyrėjas teigia, kad, didėjant kilpos ilgiui, gerėja laidumo orui savybė ir kad egzistuoja stiprus korealiacinis ryšys tarp medžiagos tankumo ir laidumo orui [24].

Laisvalaikio drabužiai yra dėvimi ne tik dėl estetinių savybių, tačiau ir dėl savo specialios funkcijos žmogui kuris juos dėvi. Drabužių komforto savybės susideda iš tokių trijų parametrų: termofiziologinio, sensorinio ir psichologinio komforto. Termofiziologinio komforto reikšmė dėl padidėjusio žmonių aktyvumo, susidomėjimo įvairiomis sporto šakomis ir aktyvaus laisvalaikio propagavimo šiomis dienomis yra stipriai išaugusi. Termofiziologiniam komfortui galime priskirti tokius rodiklius, kaip šilumos/karščio reguliavimas, laidumas orui, drėgmės išgarinimas. Bivainytė ir kt. (2011) savo tyrime nustatinėjo dvisluoksnių mežginių, skirtų laisvalaikio drabužiams, laidumo orui savybes. Mežginiai buvo mežgami tokiais principu: pirmas sluoksnis (išorinis) iš medvilnės arba bambuko pluošto, antras sluoksnis (vidinis) iš sintetinių pluoštų (PP, PES, PA, Coolmax). Laidumo orui nustatymas buvo atliekamas pagal EN ISO 9237:1997 standartą. Nustatyta, kad kilpos ilgis daro įtaką laidumui orui. Didėjant kilpos ilgiui, laidumas orui didėja dėl didėjančio medžiagos akytumo. Taip pat tyrėjos teigia, kad pluoštinė sudėtis bei užpildymo koeficientas turi įtakos laidumo orui rodikliui dvisluoksniuose mežginiuose [25].

## **2.5 Megztinių medžiagų atsparumo dilinimuisi tyrimų apžvalga**

Tekstilės medžiagų devėjimasis – tai laipsniškas jų suirimas, veikiant įvairiems išoriniams mechaniniams veiksniams, o atsparumas devėjimui rodo medžiagų pasipriešinimą šiems veiksniams. Tekstilės gaminio daugartinis kontaktavimas su abrazyvine medžiaga sukelia gaminių dilinimą, dėl kurio atsiranda kiaurymių, susidaro blizgesys, atsiskiria pluošto dalelės, sumažėja audinio stiprumas ir prasideda pumpuravimasis [26]. Atsparumas dilinimui svarbus rodiklis gaminio kokybės nustatyme. Jis parodo gaminio stiprumą, ilgaamžiškumą, estetiką. Atsparumas šiam rodikliui gali priklausyti nuo kelių faktorių: siūlų ilginio tankio, jų suverpimo būdo, siūlų sukrumo, gaminio pluoštinės sudėties, gaminio tankumo, atliktos apdailos.

Dilinimą tekstilėje galime suskirstyti į tris kategorijas: pluoštų, siūlų ir medžiagų. Nors daugiausiai dėmesio buvo skiriama medžiagų atsparumui dilinimui, verpalų atsparumas yra labai svarbus medžiagų gamybos produktyvumui bei atsparumui. Be abejo, siūlų atsparumas dilinimui priklauso nuo įvairių elementų, tokių kaip: pluošto charakteristikų, pluošto orientacijos, verpalų verpimo būdo, galutinės apdailos. Pakeitus bet kurią iš šių elementų, pastebimi pokyčiai atsparumo dilinimui verpalams, o tuo pačiu ir medžiagos apdorojimo efektyvumui bei jos savybėms [27,28]. Alamdar-Yazdis ir kt. (2012) atlikę tyrimą pastebėjo atsparumo dilinimui priklausomybę nuo verpalų gamybos būdo. Savo tyrime jie

lygino rotorinio ir žiedinio verpimo verpalus. Gauti rezultatai rodo, kad didesniu atsparumu pasižymėjo rotorinio verpimo verpalai. [29]. Tyrėjas Havlovas (2013) atliko tyrimą ir gautais rezultatais patvirtino, kad atsparumui dilinimui turi reikšmės ir verpalų sukrumas. Jis nustatė, kad, didėjant verpalų sukrumui, jie tampa atsparesni dilinimui [30].

Pumpurėlių susidarymas – neigiama medžiagos savybė. Gaminių pumpuravimasis yra didelė ir opi problema šių dienų drabužių pramonėje. Susidarę pumpurėliai sukuria nepatrauklų vaizdą, sukelia priešlaikinį nusidėvėjimą. Pumpurėlių susidarymas apima šiuos etapus: esant mechaniniam poveikiui pluoštai sklinda į gaminio paviršių ir sudaro pūkuotą dangą; pūkuota danga susivelia į atskirus pumpurėlius; pumpurėliai nuolatos susidaro dėl skalbimo, džiovavimo, dėvėjimo įtakos. Atlikus tyrimą nustatyta, kad pumpuravimuisi įtakos turi pasirinkta žaliava, siūlų ilginis tankis, mezginio pynimas, tankumas bei paviršinis tankis. Pumpuravimasis didėjo, didėjant siūlų ilginiam tankiui ir mažėjant paviršiniam tankiui [31]. Taip pat, Busilieni ir kt., (2011) atlikus tyrimą, buvo nustatyta, kad įtakos pumpuravimuisi turi pluoštinė sudėtis, siūlų ilginis tankis, elastano kiekis gaminyje bei skalbimo ir minkštinimo procedūros [32].

Manonmaris ir kt. (2010) nustatinėjo medvilnės (Ne 40) masės nuostolius mezginiuose, megztuose skirtingais mezgimo būdais: lygiuoju skersiniu, ribiniu ir interlokiniu bei skirtingais siūlų pagaminimo būdais: žiedinio verpimo ir kompaktiško verpimo siūlais (*compacts spun yarns*). Didžiausi masės nuostoliai nustatyti lygiojo skersinio mezgimo mezginiuose iš žiedinio verpimo siūlų. Taip pat jie pastebėjo, kad masės nuostoliai didėja, mažėjant kilpos ilgiui. Taip nutinka dėl mezginio tankumo ir pluošto kiekio sumažėjimo, esant mažesniai kilpos ilgiui megztoje medžiagoje [33]. Šis jų tyrimas patvirtina ne tik atsparumo priklausomybę nuo mezgimo būdo ir siūlų gamybos būdo, bet ir priklausomybę nuo kilpos ilgio ir paviršinio tankio.

Kitame tyrime buvo nustatinėjamas atsparumas dilinimui dažytų mezginių, numegztų lygiuoju skersiniu pynimu iš 50/50 bambuko/medvilnės, 50/50 viskozės/medvilnės ir 50/50 modalo/medvilnės žiedinio verpimo siūlų (Ne 16). Buvo tiriami trys skirtingo tankumo mezginiai, kurie buvo pažymėti kaip tankus, vidutinis ir laisvo mezgimo mežginys. Mezginių atsparumas dilinimui buvo įvertintas pagal jų masės nuostolius ir spalvines vertes. Dilinimo testas buvo atliktas Martindale'o aparatu, pasirenkant 5000, 10000, 15000 ir 20000 apsisukimų ciklus. Šiame tyrime mažiausiais masės nuostoliais pasižymėjo 50/50 bambuko/medvilnės mezginiai, didžiausiais – 50/50 viskozės/medvilnės mezginiai. Įvertinus tankumo įtaką dilinimui nustatyta, kad, kuo mažesnis kilpos ilgis, nuo mažesni masės nuostoliai. Nors sveriant bandinius po kiekvieno apsisukimo ciklo masės nuostoliai svyravo (po 5000 ir 10000 apsisukimų didesni masės nuostoliai buvo nustatyti vidutinio tankumo mežginyje), tačiau, įvertinus nuostolius po 20000 sūkių, mokslininkai padarė išvadą, kad vis tik egzistuoja masės nuostolių priklausomybė nuo mezginio tankumo [34].

El-Dessoukis (2014) savo tyrime nustatinėjo kojinių atsparumo dilinimui priklausomybę nuo pasirinktos žaliavos. Jis tyrė kojines, kurios buvo numegztos lygiuoju skersiniu pynimu, iš 100 % medvilnės, 70/30 % medvilnės/poliesterio, 50/50 % medvilnės/poliesterio, 100 % poliamido, 50/50 % medvilnės/poliesterio, 75/25 % medvilnės/poliesterio, 98/2 % poliamido/elastano ir 100 % akrilano. Tyrimas buvo atliekamas Martindale'o aparatu, įvertinant nusidilinimą kulno ir pado srityse iki visiško

pradilimo (skylės). Gauti rezultatai parodė, kad medvilnės/poliesterio bandiniuose geresnėmis atsparumo savybėmis pasižymėjo kojines, kurių sudėtyje buvo daugiau poliesterio. Analogiškas rezultatas pastebėtas ir kojinese iš medvilnės/poliamido mišinio. Apžvelgus visus eksperimento bandinius, mažiausi procentiniai masės nuostoliai ir didžiausias atlaikytų iki pradilimo apsisukimų skaičius buvo nustatytas kojinese iš 98/2 % poliamido/elastano (kulne –  $\approx 170000$  apsisukimų, padė –  $\approx 190000$  apsisukimų), o didžiausi procentiniai masės nuostoliai ir mažiausias atlaikytų apsisukimų skaičius – kojinese iš 75/25 % medvilnės/poliamido mišinio (kulne –  $\approx 10000$  apsisukimų, padė –  $\approx 15000$  apsisukimų). Atliktas tyrimas parodė, kad kojinių atsparumą dilinimui galima padidinti daugeliu priemonių: naudojant storesnius verpalus, pridedant poliamido į gaminio struktūrą, pridedant elastinius siūlus, didinant poliesterio ar poliamido santykį mišiniuose su medvilne [5].

## 2.6 Skalbimo įtaka deformacijoms

Skalbimas – neatsiejama žmonijos kasdienybės dalis. Drabužius skalbiame norėdama palaikyti asmeninę higieną, stengiantis nesukelti įvairių odos ligų dėl atsiradusių nešvarumų. Taip pat skalbimas yra neatsiejamas faktorius, darantis įtaką drabužių kokybei ir dėvėjimo trukmei. Besisukantis skalbimo mašinos būgnas, karštas bei šaltas vanduo, skalbikliai bei minkštikliai ir, galiausiai, džiovinimas daro didelį mechaninį poveikį.

Truncytė ir kt. (2007) savo tyrime nustatinėjo skalbimo įtaką medžiagų dėvimosioms savybėms. Buvo pasirinkti šeši bandiniai - austi iš medvilnės, lino ir poliesterio bei mezgti iš medvilnės, poliamido bei 80 / 20 acetato / poliamido. Bandiniai buvo skalbiami 30, 60 ir 90 °C temperatūroje ,naudojant arba nenaudojant skalbiklį. Gauti rezultatai parodė, kad skalbimas turi neigiamą įtaką dėvimosioms savybėms. Taip pat pastebėta, kad, kuo didesnėje temperatūroje buvo skalbti bandiniai, tuo prastesnėmis tamprumo savybėmis jie pasižymėjo. Tačiau buvo pastebėta, kad minkštiklio naudojimas gali sušvelninti neigiamą poveikį: bandiniai, kurie buvo skalbti su minkštikliu, pasižymėjo geresnėmis išlikusiomis savybėmis nei bandiniai, skalbti be minkštiklio [35].

Juodsnukytė ir kt. (2005) atliko tyrimą, kurio metu bandė išsiaiškinti minkštiklio įtaką tekstilės gaminių mechaniniams parametrų po skalbimo. Bandymui buvo pasirinkti mezginiai iš 100 % medvilnės ir medvilnės/PES mišinio. Tarpusavyje bandiniai skyrėsi pynimo būdu, tankumu, apdaila. Tyrimas buvo atliekamas „KTU-GRIFF-Tester“ įrenginiu. Po tyrimo buvo įvertintas minkštiklių poveikis po pakartotinio skalbimo ir pastebėta, kad skalbimas turi neigiamą įtaką mechaniniams parametrų ir tai ypač efektyviai matosi iki dešimto skalbimo. Nuo 0 iki 20 skalbimo mechaninių parametrų vertės sumažėjo nuo 3,4 iki 4,1 karto. Tačiau pagal gautus rezultatus vėl galime pastebėti, kad skalbimas su minkštikliu sušvelnina neigiamą poveikį. Lyginant kai kuriuos bandinius tarpusavyje (skalbtus su minkštikliu ir be), skalbti su minkštikliu parodė net 50 % geresnius parametrus nei skalbti be minkštiklio. Tad galime daryti išvadą, kad medžiagų apdorojimas su minkštikliu skalbimo precese turi teigiamą vaidmenį stabilizuojant mezginius [36].



### 3. Metodologinė dalis

#### 3.1 Tyrimo objektas

Tyrimo objektui buvo pasirinkti septynių skirtingų žaliavos variantų bandiniai, kiekvienam variantui suprojektavus po tris skirtingus kilpų tankumus, tankumą reguliuojant kojinių mezgimo automatu. Tiriamieji bandiniai numegzti UAB „Skinija“. Pasirinktas pynimas – lygusis sluoksniuotinis, kuriame pagrindo siūlas yra elastomerinis su 22 tex PU šerdimi, dvigubai apvyta PA6 siūlas, kurio ilginis tankis 7,8 tex × 2, o dengiantysis – pusvilnoniai, vilnoniai / šilkiniai arba medvilniniai verpalai. Lygiuoju sluoksniuotiniu pynimu taip pat buvo numegzti specialios paskirties gaminiams skirti bandiniai, kurių pagrindo siūlas buvo 29,4 tex × 2 ilginio tankio medvilninis verpalas, o dengiantysis – nedegios viskozės siūlas (7,8 tex ilginio tankio PU elastomerinė šerdis, dvigubai apvyta 8,4 tex × 2 ilginio tankio nedegios viskozės siūlu) bei bandiniai, kurių pagrindo siūlas – „Skinlife“ (7,8 tex PU elastomerinė šerdis, dvigubai apvyta antibakteriniu 7,8 tex × 2 ilginio tankio PA 6.6 siūlu) siūlas, o dengiantysis – 29,4 tex × 2 ilginio tankio medvilninis verpalas. Bandiniai buvo numegzti 36 klasės, vieno cilindro, kurio skermuo – 3 <sup>3</sup>/<sub>4</sub>“, o adatų skaičius 160, kojinių mezgimo automatu „Sangiacomo Fantasia F6“ (Italija). Mezgimo metu kojinių mezgimo automatu buvo reguliuojamas tankumas ir taip buvo gauti trys skirtingi mezginių tankumai kiekvienam žaliavos variantui. Po mezgimo bandiniai buvo padalyti į dvi grupes – skalbti (SK) ir neskalbti (NSK).

Bandinių variantai (dengiantysis siūlas + pagrindo):

I var. – pusvilnoniai 33 tex (90 % vilna / 10 % PA) verpalai + elastomeriniai siūlai (22 tex PU šerdis, dvigubai apvyta PA6 7,8 tex siūlais);

II var. – pusvilnoniai 25 tex (80 % vilna / 20 % PA) verpalai + elastomeriniai siūlai (22 tex PU šerdis, dvigubai apvyta PA6 7,8 tex siūlais);

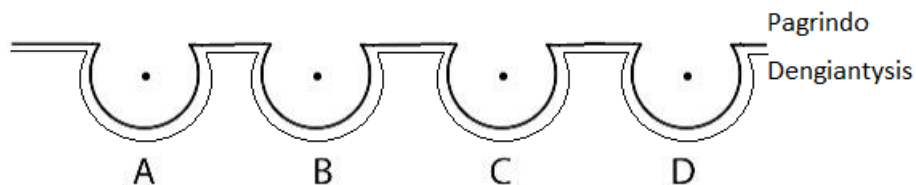
III var. – vilnos/šilko 22 tex (75 % vilna / 25 % PA) verpalai + elastomeriniai siūlai (22 tex PU šerdis, dvigubai apvyta PA6 7,8 tex siūlais);

IV var. – medvilniniai 29 tex verpalai + elastomeriniai siūlai (22 tex PU šerdis, dvigubai apvyta PA6 7,8 tex siūlais);

V var. – medvilniniai 25 tex verpalai + elastomeriniai siūlai (22 tex PU šerdis, dvigubai apvyta PA6 7,8 tex siūlais);

VI var. – medvilniniai 29,4 tex × 2 verpalai + Skinlife siūlai (7,8 tex PU šerdis, dvigubai apvyta antibakteriniu 7,8 tex PA6.6 siūlais);

VII var. – FR viskozė (7,8 tex PU šerdis, dvigubai apvyta 8,4 tex nedegios viskozės siūlais) + medvilniniai 29,4 tex × 2 verpalai.



**1 pav.** Siūlo klojimo schema

Skersinis mežginys, kurio visos ar kai kurios kilpos sudarytos iš dviejų ar daugiau siūlų, išsidėsčiusių kilpos pagrinde taip, kad dengiantysis siūlas yra dešininėje, o pagrindo – kairėje pusėje, vadinamas sluoksniuotiniu. Principinė siūlo klojimo schema pateikta 1 paveiksle. Toks mežginys gali būti viengubas ar dvigubas, taip pat lygus arba raštuotas. Lygioje medžiagoje visos kilpos sudarytos iš dviejų siūlų – pagrindo ir dengiančiojo [37].

## 3.2 Tyrimų metodika

### 3.2.1 Megztinių medžiagų sandaros rodiklių nustatymas

Sandaros rodikliams nustatyti buvo naudojama tekstilininko lupa, preparatinė adatėlė ir žirkklės. Mežginio kilpos ilgis  $l$  – mežginio siūlo, išlankstyto į kilpą, ilgis. Kilpo ilgis yra pagrindinis bet kurios sandaros mežginio elementas. Jis paprastai apibūdina vidutinį siūlo ilgį, tenkantį vienai adatai mezgant skersinį mežginį [37]. Faktinis kilpos ilgis  $l_f$ , mm buvo nustatytas išardžius 20 mežginio kilpų, išmatavus šios siūlo atkarpos ilgį ir padalinus iš kilpų skaičiaus. Vienam eksperimentiniam taškui gauti buvo atlikta 10 elementariųjų matavimų.

Mežginio horizontalusis ( $P_h$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ) ir vertikalusis ( $P_v$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ) tankumo koeficientai nustatomi mežginio vienetiniame ilgyje skaičiuojant atitinkamai kilpų stulpelių ir eilučių skaičių 1 centimetre [37]. Vienam eksperimentiniam taškui gauti buvo atlikta 6 elementariųjų matavimų.

Mežginio paviršinis tankis nustatomas pagal standartą LST EN 12127:1999. Iš įvairių mežginio vietų buvo iškirpti šeši  $1 \text{ cm}^2 \pm 1 \%$  dydžio bandiniai. Bandiniai sverti elektroninėmis svarstyklėmis „KERN EW 150-3M“ (Vokietija), 0,001 g tikslumu.

### 3.2.2 Skalavimo įtakos sandaros rodiklių pokyčiams tyrimas

Mežginiai buvo skalbiami 30 °C temperatūroje „Elekrolux W3130N“ skalavimo mašina. Skalavimo trukmė – 40 minučių. Po skalavimo mežginiai buvo džiovinti 70 °C temperatūroje „Elekrolux T4350“ džiovavimo mašina. Džiovavimo trukmė – 20 minučių.

### 3.2.3 Megztinių medžiagų laidumo orui tyrimas

Megztinių medžiagų laidumo orui tyrimas buvo atliktas remiantis LST EN ISO 9237:1997 standartu. Bandymo metu matuojamas oro srauto, persiskverbiančio per nustatytą medžiagos plotą, esant nustatytam slėgių skirtumui, debitas.

Oro laidumas matuotas „L14DR” prietaisu (Karl Schroder KG, Vokietija). Žiedo formos bandinio laikikliai turi 5 cm<sup>2</sup>, 20 cm<sup>2</sup>, 50 cm<sup>2</sup> ar 100 cm<sup>2</sup> kiaurymę. Slėgio matuoklis, sujungtas su bandymo galvute, turintis 50 Pa, 100 Pa, 200 Pa ar 500 Pa matavimo skalę slėgių skirtumui nustatyti ne mažesniu kaip 2 % matavimo tikslumu. Bandymo metu buvo naudotas 5 cm<sup>2</sup> kiaurymės žiedo formos bandinio laikiklis. Tyrimas atliekamas skirtingose medžiagos vietose, tomis pačiomis sąlygomis.

Įtemptas nesusiraukšlėjęs bandinys įtvirtinamas žiedo formos bandinio laikiklyje. Įjungiamas oro siurbimo ventiliatorius ir kiti įtaisai, verčiantys orą tekėti per tekstilės medžiagą. oro išsiurbimas pamažu didinamas tol, kol pasiekiamas anksčiau minėtas slėgių skirtumas. Mažiausiai po 1 min. arba po to, kai pasiekiamos stabilios sąlygos, matuojamas srauto debitas esant 200 Pa slėgių skirtumui. Norint, kad rezultatai būtų patikimi, buvo atliekama 20 bandymų matavimų vienam eksperimentiniam taškui gauti.

Laidumas orui  $R$ , išreikštas (dm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>s)), apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R = (\overline{q_v} / A) \cdot 167 ; \quad (1)$$

čia:  $q_v$  – oro srauto debito aritmetinis vidurkis, dm<sup>3</sup>/min;  $A$  – bandomasis plotas, cm<sup>2</sup>;

167 – perskaičiavimo iš dm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>min į dm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>s) koeficientas.

### 3.2.4 Megztinių medžiagų atsparumo dilinimui tyrimas

Tekstilės medžiagų atsparumas dilinimui, t.y. vizualiniai pokyčiai mezginio paviršiuje ir masės nuostolis ( $Ma$ ) buvo nustatomi Martindale'o metodu. Metodika aprašoma dviem standartais: LST EN ISO 12947-4: 1998 (4 dalis: atsirandantys medžiagos paviršiaus pokyčiai) ir LST EN ISO 12947-3: 2001 (3 dalis: masės nuostolio įvertinimas). Pagal šiuos standartus buvo nustatomas megztinės medžiagos galutinis suirimas, kuriuo laikomas momentas, kai, nudilus mezginio paviršiui, pažeidžiamas mezginio struktūros pagrindas. Tai yra persislenka ar nutrūksta mezginio elementas (bent viena kilpa), dėl ko susidaro matomas struktūros pokytis - skylė.

Masės nuostolio nustatymo intervalai –1000, 5000, 10000, 20000, 30000, 50000 sūkių. Bandiniai sverti elektroninėmis svarstyklėmis “KERN EW 150-3M” (Vokietija), 0,001 g tikslumu. Bandymai kartojami 3 kartus.

Masės nuostolių skaičiavimai atlikti pagal formulę:

$$M_a = ((m_0 - m_1)/m_0) * 100 \% ; \quad (2)$$

čia  $m_0$  yra pradinė bandinio masė, g;  $m_1$  yra bandinio masė po nustatyto sūkių skaičiaus, g.

### 3.2.5 Statistinių rodiklių skaičiavimo metodika

Analizuojant eksperimento duomenis buvo apskaičiuoti šie statistiniai rodikliai: aritmetinis vidurkis  $\bar{x}$ , variacijos koeficientas V, Kochreno kriterijus, Fišerio kriterijus.

Prieš atliekant bandimų rezultatų analizę, apskaičiuojamas aritmetinis vidurkis  $\bar{x}$  :

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

čia n – elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

Variacijos koeficientas – plačiausiai naudojamas rodiklis rezultatų sklaidai nustatyti, įvertinantis sklaidą, atsižveliant ir į elementariųjų bandymų skaičių ir į vidutinę bandymų vertę [38];

$$V = \frac{S}{\bar{x}} 100, \% ; \quad (4)$$

čia S – vidutinė kvadratinė nuokrypa.

Taikyti eksperimento rezultatams matematinę analizę galima tik tuomet, kai eksperimento taškų dispersijos yra vienašios, t.y. tos pačios eilės. Tai patikrinama Kochreno kriterijumi [38]:

$$G = \frac{S_{max}^2}{\sum S^2} ; \quad (5)$$

Eksperimento informatyvumas – vienas svarbiausių tekstilės eksperimento analizės rodiklių, kuris parodo ar atlikto eksperimento rezultatai yra informatyvūs, t.y. ar pagal juos tyrėjas gali nustatinėti objektyvias empirines priklausomybes [38]:

$$F = \frac{S_v^2}{S_y^2} ; \quad (6)$$

$$\text{čia } S_v^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{X})^2}{N-1} ; \quad (7)$$

čia  $\bar{X}$  – visų eksperimento taškų rezultatų aritmetinis vidurkis (vidurkių vidurkis), t.y.:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{x}_i}{N} \quad (8)$$

## 4. Tyrimų rezultatai

### 4.1 Mezginių bandinių sandaros rodiklių nustatymas

Pagal 1.2 skyrelyje aprašytą tyrimų metodiką buvo apskaičiuoti mezginių sandaros rodikliai ir jų pokyčiai po skalbimo. Rezultatai pateikiami lentelėse: kilpos ilgio (1 lentelėje), vertikalojo ir horizontalojo tankumo koeficientų (2 lentelėje) bei paviršinio tankio (3 lentelėje).

1 lentelė. Nescalbtų (NSK) ir skabtų (SK) mezginių bandinių kilpos ilgiai, mm

Siūlų pluoštinė sudėtis		I tankumo var.	l, mm		II tankumo var.	l, mm		III tankumo var.	l, mm	
			NSK	SK		NSK	SK		NSK	SK
pusvilniai verpalai 33 tex + PU/PA6	Vidurkis, mm	1.1	3,3	2,9	1.2	3,8	3,1	1.3	4,8	3,7
	Variacijos koef., %		1,4	1,8		1,6	2,0		0,9	2,2
pusvilniai verpalai 25 tex + PU/PA6	Vidurkis, mm	2.1	3,3	2,7	2.2	3,5	3,1	2.3	4,5	3,6
	Variacijos koef., %		2,9	2,4		1,9	1,3		1,2	1,0
vilnos/ šilko verpalai 22 tex + PU/PA6	Vidurkis, mm	3.1	3,1	3,0	3.2	3,8	3,7	3.3	4,6	4,0
	Variacijos koef., %		1,7	2,2		1,1	1,2		2,4	1,6
medvilniniai verpalai 29 tex + PU/PA6	Vidurkis, mm	4.1	4,0	3,8	4.2	4,7	4,6	4.3	5,3	5,1
	Variacijos koef., %		1,8	1,5		1,4	0,8		1,6	1,7
medvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	Vidurkis, mm	5.1	4,6	3,6	5.2	4,7	4,7	5.3	5,6	5,4
	Variacijos koef., %		0,8	1,6		1,5	1,3		0,8	1,7
medvilniniai verpalai + Skinlife	Vidurkis, mm	6.1	5,1	4,5	6.2	5,9	5,0	6.3	7,1	6,1
	Variacijos koef., %		1,7	1,3		1,0	0,8		0,6	0,9
FR viskozė + medvilniai verpalai	Vidurkis, mm	7.1	5,3	2,4	7.2	5,6	2,7	7.3	6,5	3,2
	Variacijos koef., %		1,1	1,0		1,0	2,5		0,6	2,5

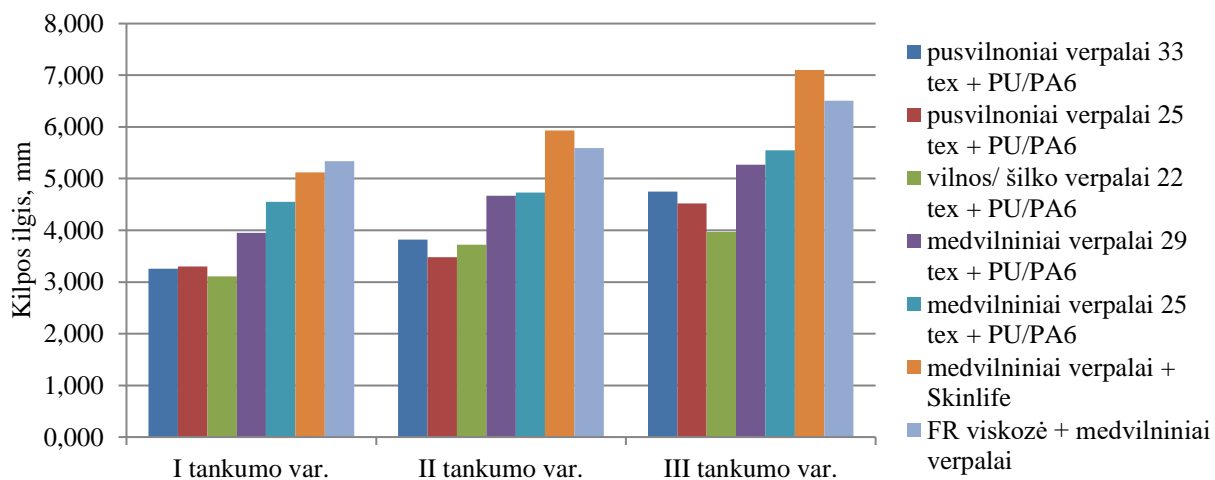
2 lentelė. Neskaltų (NSK) ir skalbtų (SK) mezginių horizontalūs ( $P_h, \text{cm}^{-1}$ ) ir vertikalūs ( $P_v, \text{cm}^{-1}$ ) tankumų koeficientai

Siūlų pluoštinė sudėtis		Band. Nr.	NSK		SK		Band. Nr.	NSK		SK		Band. Nr.	NSK		SK	
			$P_v, \text{cm}^{-1}$	$P_h, \text{cm}^{-1}$	$P_v, \text{cm}^{-1}$	$P_h, \text{cm}^{-1}$		$P_v, \text{cm}^{-1}$	$P_h, \text{cm}^{-1}$	$P_v, \text{cm}^{-1}$	$P_h, \text{cm}^{-1}$		$P_v, \text{cm}^{-1}$	$P_h, \text{cm}^{-1}$		
pusvilniniai verpalai 33 tex + PU/PA6	Vidurkis	1.1	10,5	21,8	13,7	23,0	1.2	9,8	18,0	13,0	20,3	1.3	9,3	14,2	12,2	19,3
	Variacijos koef., %		5,2	4,5	3,8	2,8		4,2	3,5	4,9	2,5		5,5	2,9	6,2	2,7
pusvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	Vidurkis	2.1	10,7	22,7	14,3	20,5	2.2	9,7	20,2	13,3	18,3	2.3	9,2	14,3	12,5	16,7
	Variacijos koef., %		4,4	3,6	3,6	2,7		5,3	2,0	3,9	2,8		4,4	3,6	4,4	3,1
vilnos/ šilko verpalai 22 tex + PU/PA6	Vidurkis	3.1	10,7	24,5	14,3	20,3	3.2	9,7	20,3	12,7	17,5	3.3	9,8	15,2	12,3	15,5
	Variacijos koef., %		4,8	2,2	3,6	2,5		5,3	2,5	4,1	3,1		4,2	6,5	6,6	3,5
medvilniniai verpalai 29 tex + PU/PA6	Vidurkis	4.1	10,2	23,5	11,3	20,3	4.2	10,3	15,3	10,3	16,3	4.3	9,7	12,5	9,5	14,3
	Variacijos koef., %		4,0	2,3	4,6	2,5		4,9	3,4	4,9	3,2		5,3	4,4	5,8	3,6
medvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	Vidurkis	5.1	10,3	24,3	12,3	19,5	5.2	10,3	17,5	11,3	17,5	5.3	9,7	14,7	9,7	16,3
	Variacijos koef., %		4,9	2,1	4,2	2,8		4,9	4,8	4,6	3,1		5,3	3,5	5,3	3,2
medvilniniai verpalai + Skinlife	Vidurkis	6.1	9,5	12,7	10,7	15,7	6.2	9,3	14,7	9,7	18,3	6.3	9,5	14,5	9,3	18,2
	Variacijos koef., %		5,8	4,1	4,8	3,3		5,5	3,5	5,3	2,8		5,8	3,8	5,5	2,3
FR viskozė + medvilniniai verpalai	Vidurkis	7.1	11,2	14,2	12,3	17,2	7.2	10,8	15,8	11,7	18,3	7.3	10,8	17,2	11,5	19,0
	Variacijos koef., %		3,7	2,9	4,2	2,4		3,8	2,6	4,4	2,8		3,8	2,4	4,8	0,0

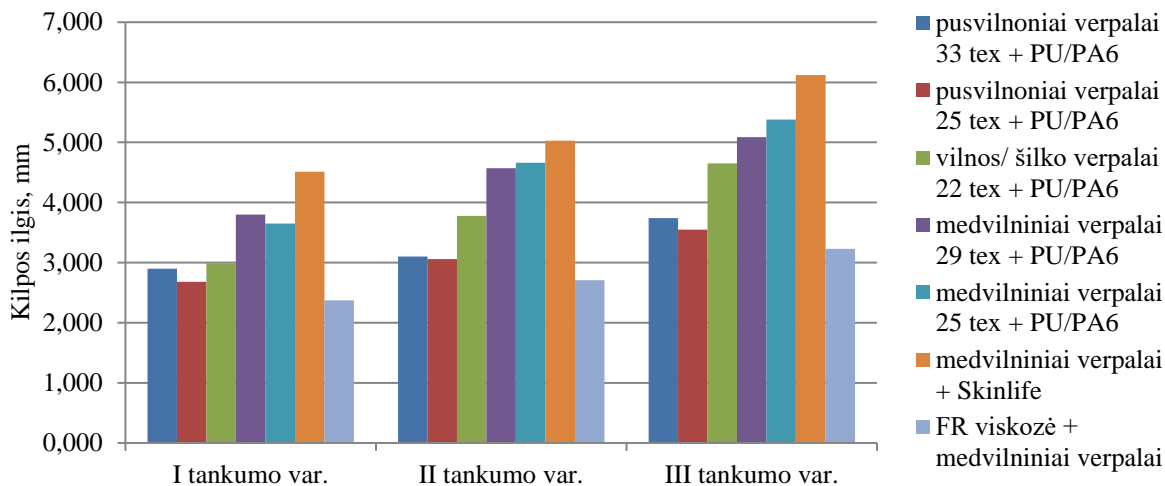
3 lentelė. Neskaltbų (NSK) ir skalbtų (SK) mezgtinių bandinių paviršinis tankis

Siūlų pluoštinė sudėtis		I tankumo var.	Paviršinis tankis, M, g/m <sup>2</sup>		II tankumo var.	Paviršinis tankis, M, g/m <sup>2</sup>		III tankumo var.	Paviršinis tankis, M, g/m <sup>2</sup>	
			NSK	SK		NSK	SK		NSK	SK
pusvilniai verpalai 33 tex + PU/PA6	Vidurkis	1.1	396,7	436,7	1.2	375,0	385,0	1.3	286,7	346,7
	Variacijos koef.		10,3	3,1		6,2	3,2		4,225	6,744
pusvilniai verpalai 25 tex + PU/PA6	Vidurkis	2.1	305,0	383,3	2.2	281,7	358,3	2.3	276,7	318,3
	Variacijos koef.		9,5	2,1		7,6	7,4		9,1	7,5
vilnos/ šilko verpalai 22 tex + PU/PA6	Vidurkis	3.1	298,3	376,7	3.2	286,7	361,7	3.3	243,3	355,0
	Variacijos koef.		12,1	11,7		4,2	9,2		6,7	5,8
medvilniniai verpalai 29 tex + PU/PA6	Vidurkis	4.1	366,7	420,0	4.2	326,7	400,0	4.3	293,3	381,7
	Variacijos koef.		4,8	5,6		8,6	10,2		7,4	6,9
medvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	Vidurkis	5.1	310,0	400,0	5.2	263,3	406,7	5.3	243,3	356,7
	Variacijos koef.		7,9	7,8		11,4	4,0		6,7	5,5
medvilniniai verpalai + Skinlife	Vidurkis	6.1	400,0	468,3	6.2	386,7	471,7	6.3	328,3	498,3
	Variacijos koef.		5,5	3,7		8,8	5,1		8,3	9,3
FR viskozė + medvilniniai verpalai	Vidurkis	7.1	568,3	651,7	7.2	508,3	595,0	7.3	495,0	551,7
	Variacijos koef.		4,4	4,0		8,4	4,8		5,8	6,5

2 pav. ir 3 pav. grafiškai parodyta, atitinkamai, skalbtų ir neskaltbų mezgtinių pluoštinės sudėties bei mezginio tankumo įtaka kilpos ilgiui.



2 pav. Neskaltbų mezgtinių bandinių kilpos ilgių palyginimas

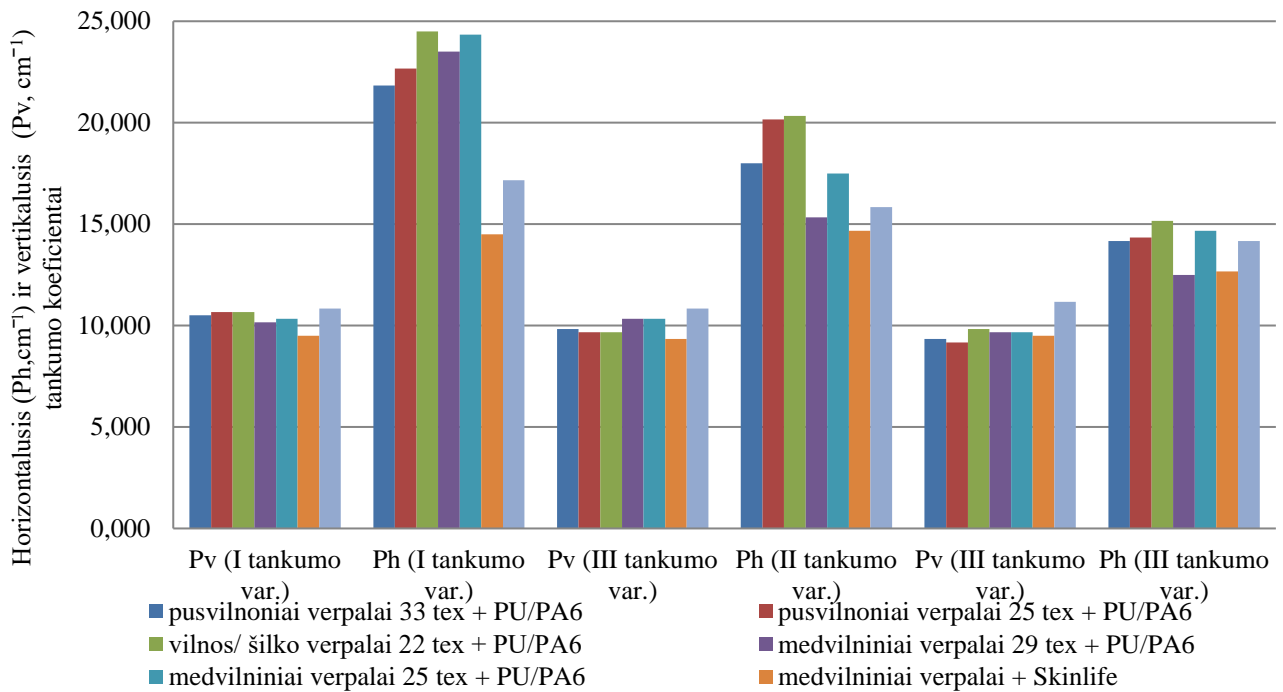


**3 pav.** Skalbtų megztinių bandinių kilpos ilgių palyginimas

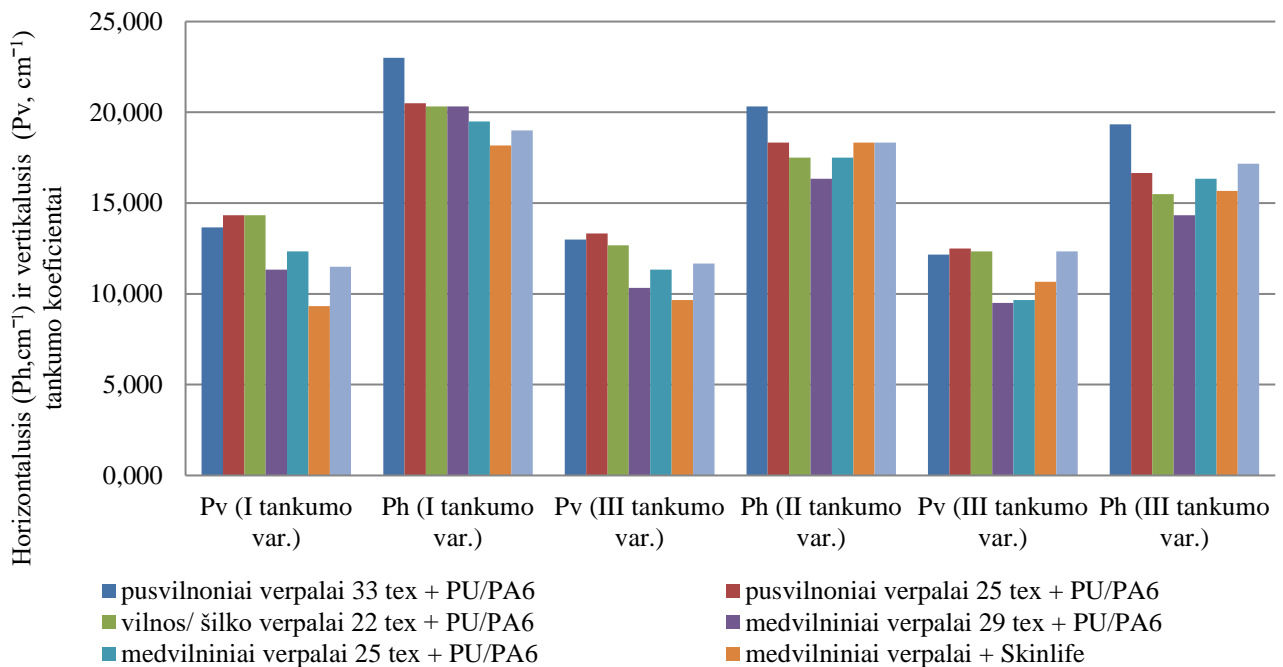
Iš 2 paveiksle pateiktų rezultatų matyti akivaizdi tiesioginė kilpos ilgio priklausomybė nuo mezgimo tankumo. Taip pat iš 2 ir 3 paveiksluose pateiktų rezultatų matoma aiški skalbimo įtaka mezginių struktūriniais rodikliams bei pviršiniam tankiui. Po skalbimo visų tirtųjų mezginių kilpos ilgis sutrumpėjo nuo 1,5 iki 55,6 %, lyginant su neskalbtais mezginiais. Pastebima tendencija, kad mažiausi kilpos pokyčiai po skalbimo gauti tankesniuose mezginiuose, tai patvirtina ir kitų tyrėjų darbai [39,40]. Didžiausi kilpos ilgio pokyčiai po skalbimo nustatyti mezginiuose su antibakteriniais „Skinlife“ ir nedegios viskozės FR siūlais (net iki 55,6 %), kurių pradinis kilpos ilgis buvo iki 2 kartų didesnis nei kitų penkių variantų mezginių. Apžvelgus nuostolius tarp mezginių iš skirtingų verpalų grupių nustatyta, kad mažiausiai jautrūs skalbimui buvo vilnos/šilko verpalų, labiausiai jautrūs – megztiniai iš FR viskozė ir medvilnės. Lyginant tarpusavyje pasirinktus mezgimo tankumus mažiausias kilpos ilgio pasikeitimas nustatytas vidutinio tankumo mezginiuose.

4 ir 5 paveiksluose grafiškai parodyta, atitinkamai, neskalbtų ir skalbtų mezginių horizontaliojo ir vertikaliojo tankumų koreliacija su mezginių pluoštine sudėtimi ir mezgimo tankumu.





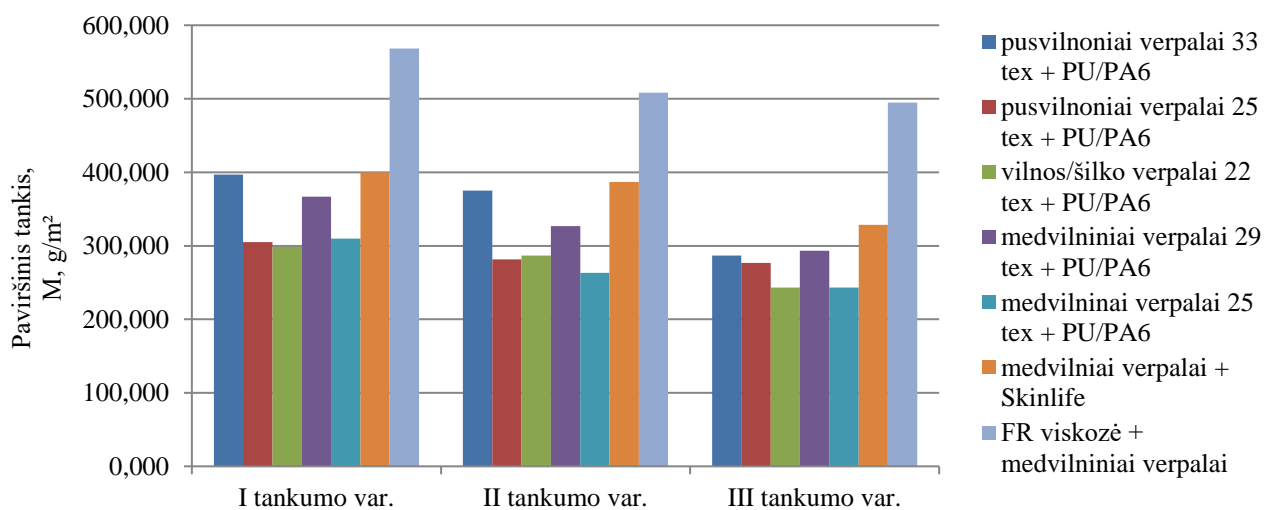
**4 pav.** Neskalbėtų megztinių bandinių horizontalusis ir vertikalus tankumai



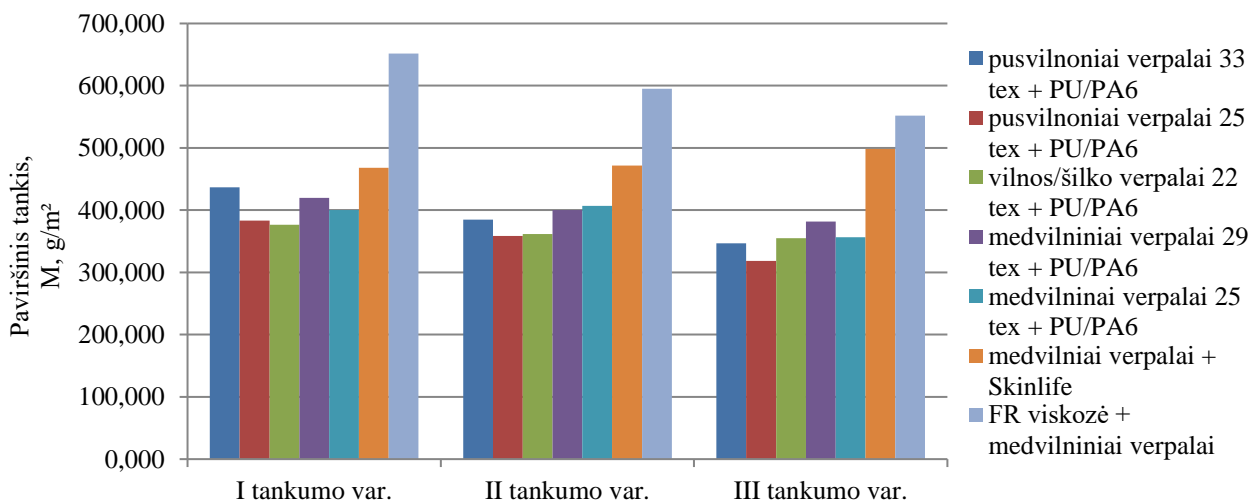
**5 pav.** Skalbtų megztinių bandinių horizontalusis ir vertikalus tankumai

Lyginant rezultatus, pateiktus 2 ir 4 paveiksluose, galime pastebėti aiškią koreliaciją tarp faktinio kilpos ilgio ir horizontaliojo bei vertikaliojo mezginių tankumo.

Iš 5 paveiksle pateiktų rezultatų taip pat galime pastebėti, kad vertikalūs tankumas po skalbimo padidėjo nuo 3,6 iki 37,9 %, išskyrus mažiausio tankumo mezginį iš medvilninių 29 tex verpalų, mažiausio mezgimo tankumo mezginį iš „Skinlife“ + medvilninių verpalų ir mažiausio mezgimo tankumo mezginio iš medvilnės verpalų 25 tex bei vidutinio tankumo mezginio iš medvilninių verpalų 29 tex, kurių vertikalūs tankumas liko nepakitęs arba nežymiai (iki 1,7 %) sumažėjo. Horizontalūs mezginių tankumas daugumoje atvejų po skalbimo padidėjo, tačiau mažiausio kilpos ilgio mezginiuose su pusvilnoniais 25 tex, vilnos/šilko 22 tex ir medvilniniais 29 tex verpalais horizontalus tankumas po skalbimo sumažėjo. Tam įtakos galėjo turėti didelė santrauka vertikaliaja kryptimi (šių mezginių vertikalūs tankumas po skalbimo išaugo ženkliai). Tai patvirtina ir kitų tyrėjų darbai [41]. Lyginant tarpusavyje nescalbtus ir skalbtus bandinius pagal pasirinktą mezgimo tankumą, vertikaliajam tankumui mažiausia įtaka po skalbimo nustatyta mezginiuose, megztuose mažiausiais tankumo parametrais (mezginys buvo rečiausias), o mažiausia skalbimo įtaka horizontaliajam tankumui nustatyta bandiniuose, megztuose pasirinkus tankiausius mezgimo parametrus.



6 pav. Nescalbtų megztinių bandinių paviršinis tankis



7 pav. Nescalbtų megztinių bandinių paviršinis tankis

Nagrinėjant 6 pav. galime pastebėti, kad paviršinis tankis mažėjo, mažėjant mezgimo tankumui, t.y. kuo mažesniu tankumu buvo mezgamas bandinys, tuo mažesnis buvo jo paviršinis tankumas.

Lyginant 6 ir 7 paveikslus galime pastebėti, kad skalbimas turėjo tiesioginės įtakos bandinių paviršiniam tankiui. Viems bandiniams, įskaitant visas verpalų ir tankumų grupes, po skalbimo buvo nustatytas didesnis paviršinis tankumas, kadangi po skalbimo pakito mezginių kilpų tankumas. Padidėjimas svyravo nuo 9,09 iki 51,77 %, lyginant su neskalbtais mezginiais. Mažiausias paviršinio tankumo pokytis po skalbimo nustatytas mezginiui iš medvilninių 29 tex ilginio tankio verpalų, mezgant didžiausiu tankumu. Didžiausias pokytis – didžiausio tankumo mezginyje iš „Skinlife“ + medvilninių verpalų. Taigi, akivaizdu, kad kilpos ilgio bei kilpų tankumo pokyčiai po skalbimo turėjo įtakos ir mezginių paviršinio tankio pokyčiams, kadangi minėtieji struktūriniai parametrai turi tiesioginės įtakos mezginių paviršiniam tankiui.

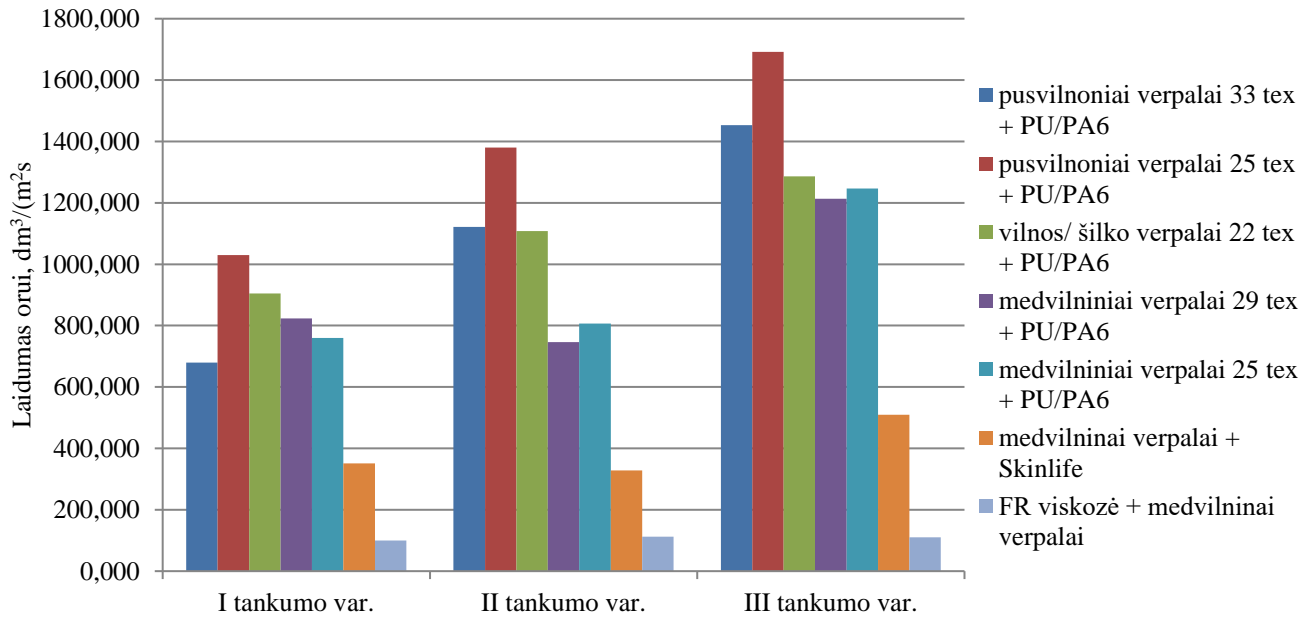
## 4.2 Megzinių medžiagų laidumo orui tyrimas

Tyrimo metu buvo atliktas laidumo orui testas, matuojant oro srauto debitą per nustatyto ploto mezginį šešiose skirtingose bandinio vietose. Laidumo orui vertės, apskaičiuotos pagal šių bandymų vidurkines vertes, pateikiamos 4 lentelėje.

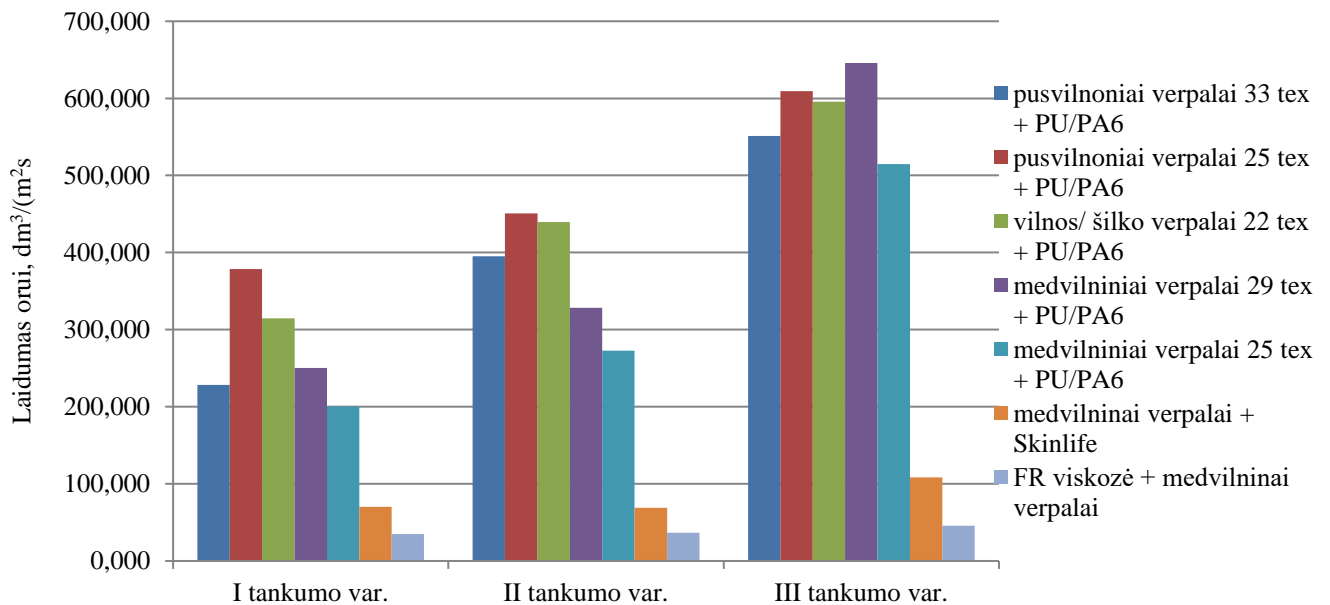
4 lentelė. Tirtų neskalbtų (NSK) ir skalbtų (SK) bandinių laidumo orui  $R$  rezultatai

Siūlų pluoštinė sudėtis	I tankumo var.		NSK	SK	II tankumo var.	NSK	SK	III tankumo var.	NSK	SK
			$R, \text{dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$	$R, \text{dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$		$R, \text{dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$	$R, \text{dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$		$R, \text{dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$	$R, \text{dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$
pusvilniniai verpalai 33 tex + PU/PA6	1.1	vid.:	679,130	228,230	1.2	1121,680	395,230	1.3	1452,900	551,100
		Variacijos koef., %	5,7	3,8		1,5	2,2		3,5	2,7
pusvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	2.1	vid.:	1029,830	378,530	2.2	1380,530	450,900	2.3	1692,270	609,550
		Variacijos koef., %	3,8	5,3		2,5	4,7		3,9	1,5
vilnos/ šilko verpalai 22 tex + PU/PA6	3.1	vid.:	904,580	314,520	3.2	1107,770	439,770	3.3	1285,900	595,630
		Variacijos koef., %	3,6	3,9		2,3	2,0		3,6	3,8
medvilniniai verpalai 29 tex + PU/PA6	4.1	vid.:	823,870	250,500	4.2	745,930	328,430	4.3	1213,530	645,730
		Variacijos koef., %	2,1	13,3		3,6	6,2		2,1	2,1
medvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	5.1	vid.:	759,850	200,400	5.2	807,170	272,770	5.3	1246,930	514,920
		Variacijos koef., %	7,0	5,3		1,1	3,2		1,1	8,3
medvilniniai verpalai + Skinlife	6.1	vid.:	350,700	70,140	6.2	328,430	69,030	6.3	509,350	108,550
		Variacijos koef., %	5,2	5,2		4,2	4,9		4,2	6,9
FR viskozė + medvilniai verpalai	7.1	vid.:	100,200	34,850	7.2	111,890	36,740	7.3	110,220	45,650
		Variacijos koef., %	0,0	3,9		5,3	0,0		7,2	3,8

8 ir 9 paveiksluose grafiškai pavaizduota koreliacija tarp mezginių laidumo orui ir pluoštinės sudėties bei tankumo.



**8 pav.** Neskaltbtų bandinių pluoštinės sudėties bei tankumo ir laidumo orui koreliacija



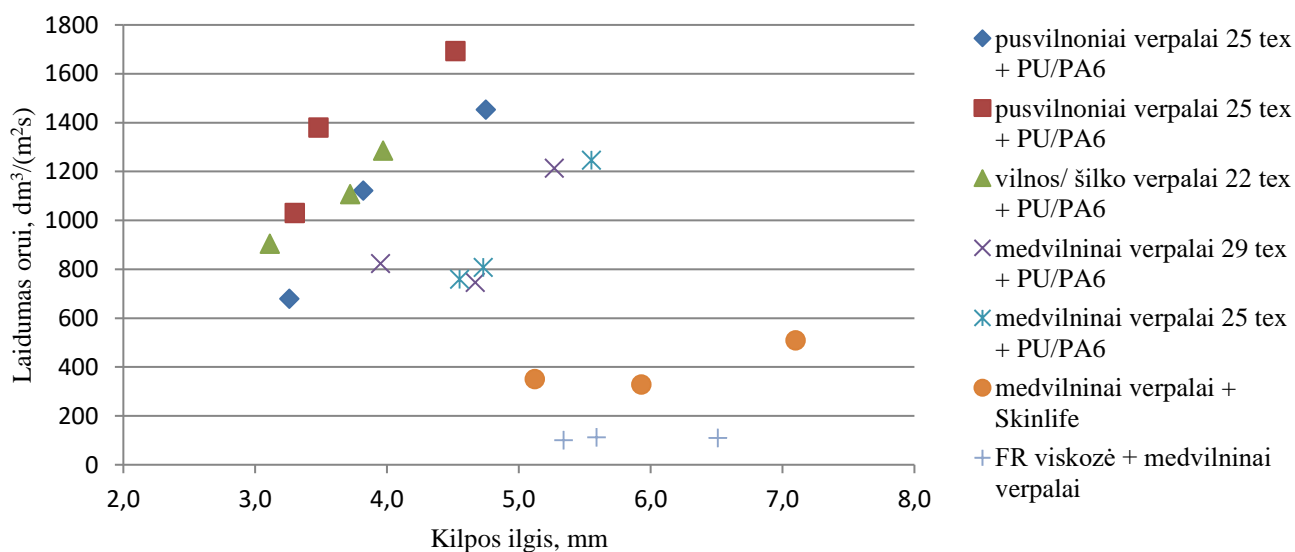
**9 pav.** Skaltbtų bandinių pluoštinės sudėties bei tankumo ir laidumo orui koreliacija

Pastebėta aiški laidumo orui priklausomybė nuo mezginio tankumo, tą patvirtina ir kitų tyrėjų darbai [25, 42, 43]. Akivaizdu, kad kuo mezginyt retesnis, tuo laidumas orui didesnis. Tarp neskaltbtų bandinių

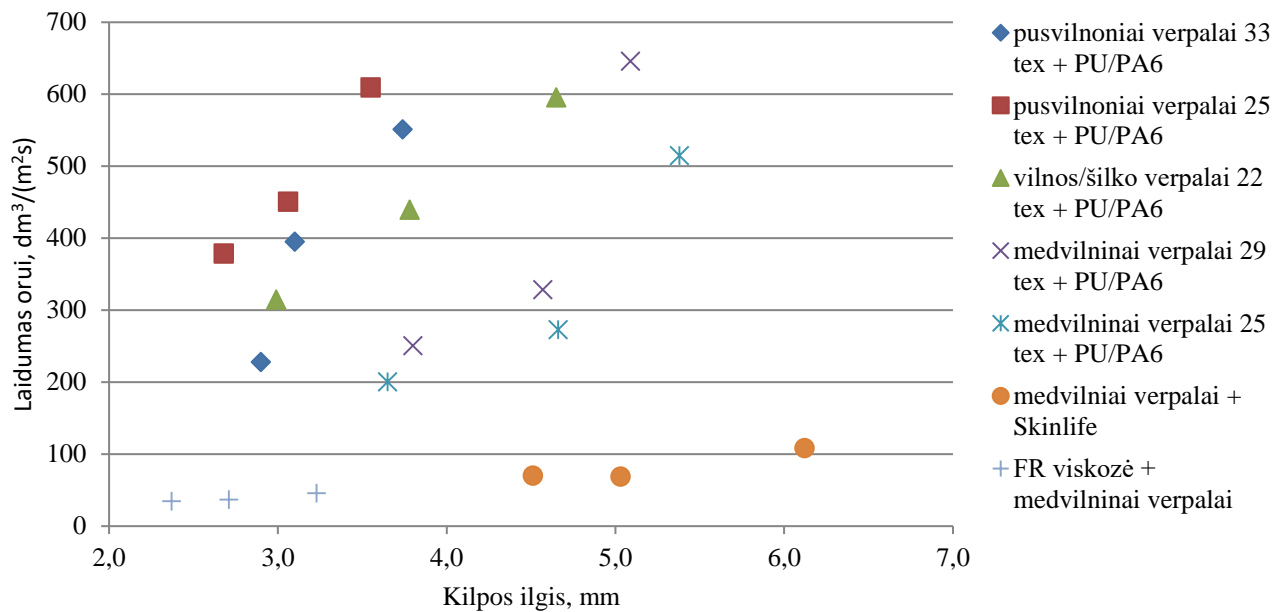
geriausiu laidumu orui pasižymėjo mezziniai iš pusvilnionių 25 tex verpalų, turintys mažiausią kilpų tankumą ( $1452,9 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$ ), o mažiausiu laidumu orui pasižymėjo mezziniai su nedegia viskoze, turintys didžiausią kilpų tankumą (tik  $100,2 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$ ).

Bandinius išskalbus laidumas orui sumažėjo nuo 47 iki 80 %, lyginant su mezziniais prieš skalbimą. Mažiausias laidumo orui pokytis po skalbimo nustatytas mezzinyje iš medvilninių 29 tex verpalų, o jautriausi skalbimui buvo bandiniai su elastomeriniais FR viskozės siūlais.

Taigi, mezzinio akytumas yra esminis faktorius, nulemiantis mezzinių laidumą orui. O akytumą lemia keletas faktorių: kilpos ilgis ir kilpų tankumas, siūlų ilginis tankis bei pluoštinė sudėtis (žr. 8-9 pav.). E. Onofrei, A. M. Rocha ir A. Katarinas (2011) atliktame tyrime taip pats pastebėta laidumo orui priklausomybė nuo mezzinio tankumo. Jie nustatė, kad žemomis oro laidumo vertėmis pasižymėjo mezziniai, kurie pasižymėjo aukštu mezzinio tankumu [44]. Kadangi mezzinių su „Skinlife“ ir nedegia viskoze FR sudėtyje yra poliuretaninė šerdis, dvigubai apvyta 7,8 tex ilginio tankio PA6 arba 8,4 tex ilginio tankio nedegios viskozės siūlais, bei vidutiniškai du kartus didesnio ilginio tankio medvilniniai verpalai nei kitų variantų mezziniuose, šių mezzinių laidumas orui yra ženkliai mažesnis – neskalbtų mezzinių su „Skinlife“ siūlais laidumas orui mažesnis iki 4,8 kartų, o skalbtų – iki 9,2 kartų nei 1 – 5 variantų mezziniai, o neskalbtų mezzinių su FR siūlais laidumas orui mažesnis net iki 16,9 karto, o skalbtų – iki 18,4 kartų nei atitinkamos tankumų grupės 1–5 variantų mezzinių.

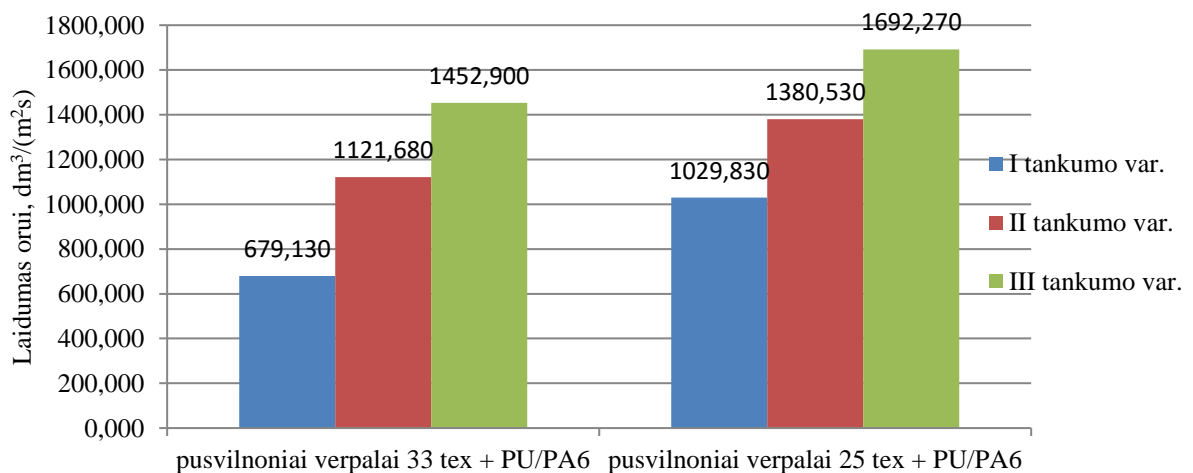


**10 pav.** Neskalbtų mezzinių laidumo orui priklausomybė nuo kilpos ilgio

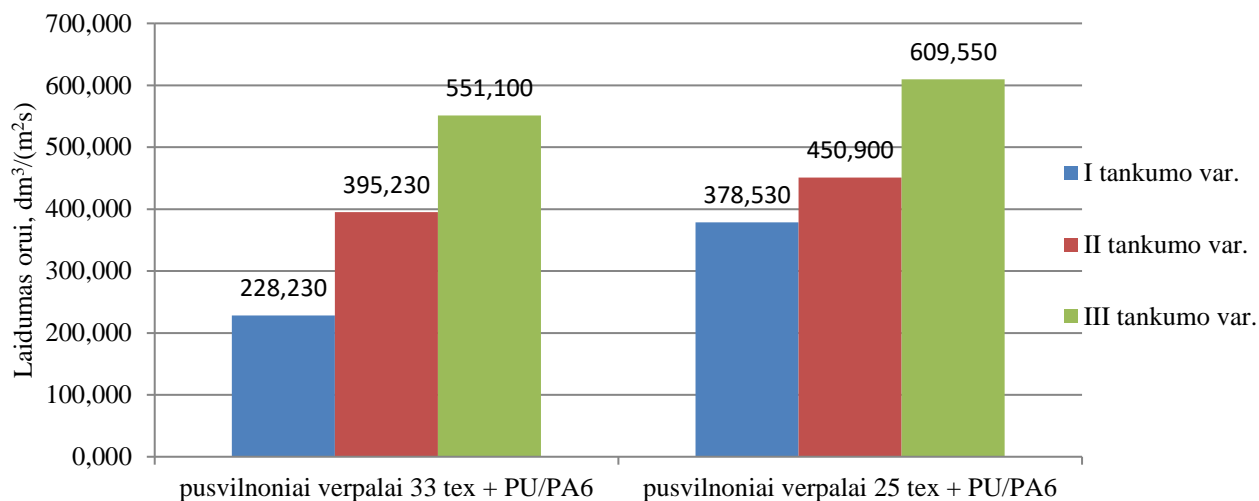


**11 pav.** Skalbų mezginių laidumo orui priklausomybė nuo kilpos ilgio

Iš 10 ir 11 paveiksluose pateiktų rezultatų matyti, kad didėjant kilpos ilgiui, o tuo pačiu ir mezginio akytumui, laidumas orui taip pat didėja. Tačiau pateikti rezultatai taip pat demonstruoja, kad mezginiams iš maždaug dvigubai didesnio ilginio tankio siūlų, kurių sudėtyje yra ir siūlai su PU šerdimi, atitinkamas kilpos ilgio padidėjimas turėjo ženkliai mažesnės įtakos nei 1–5 varianto mezginiams.



**12 pav.** Koreliacija tarp laidumo orui ir verpalų ilginio tankio skalbtuose mezginiuose



**13 pav.** Koreliacija tarp laidumo orui ir verpalų ilginio tankio skalbtuose mezginiuose

12 ir 13 paveiksluose palygintas tos pačios pluoštinės sudėties mezginių, atitinkamai neskalbtų ir skalbtų, siūlo ilginio tankio įtaka mezginių laidumui orui. Pusvilnionių mezginių iš didesnio ilginio tankio verpalų laidumas orui, kaip ir galima buvo tikėtis, yra akivaizdžiai mažesnis, nes kilpos ilgis abiejų grupių mezginių atitinkamose tankumo kategorijose yra labai artimas.

### 4.3 Megztinių medžiagų atsparumo dilinimui tyrimas

Siekiant nustatyti kojinių gaminiams skirtų mezginių atsparumą dilinimui, visiems tirtiesiems bandiniams (prieš skalbimą ir po skalbimo) buvo atliktas dilinimo iki 50 000 sūkių bandymas. Gauti tyrimų rezultatai, t.y. bandinių masės nuostoliai prieš bandymą ir po 1000, 5000, 10 000, 20 000, 30 000 ir 50 000 sūkių.

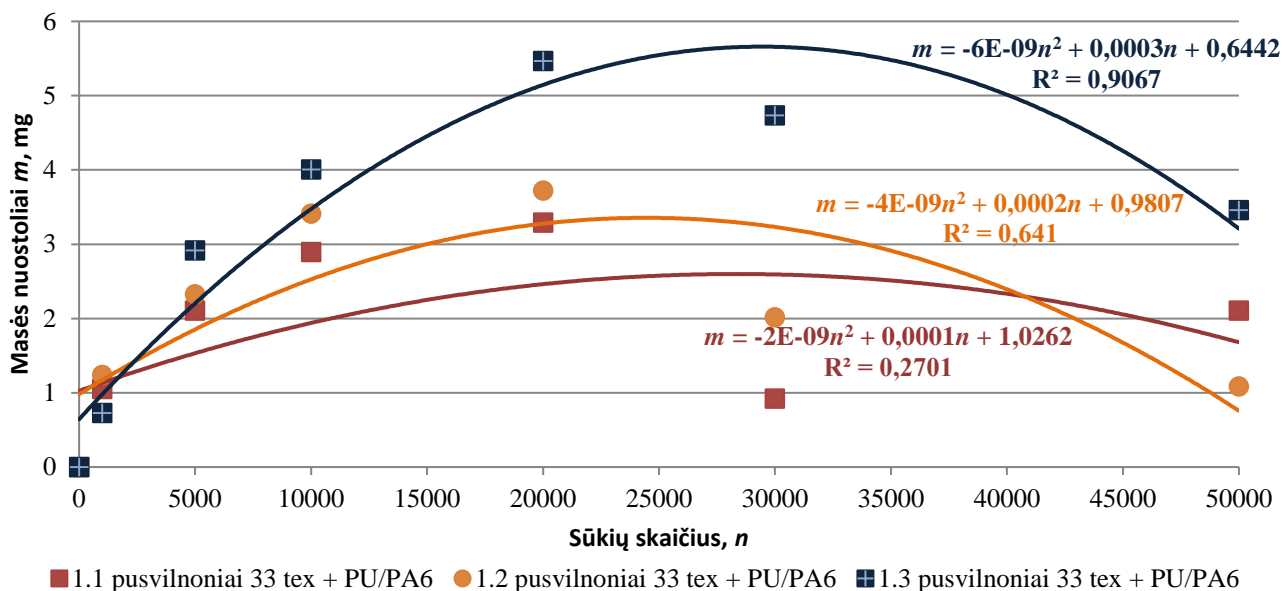
5 lentelė. Tirtų bandinių masės nuostoliai ( $m_a$ , mg) po dilinimo

Siūlų pluoštinė sudėtis	NSK	SK	NSK	SK	NSK	SK	NSK	SK	NSK	SK	NSK	SK	NSK	SK
	prieš bandymą, mg	prieš bandymą, mg	po 1000 aps.	po 1000 aps.	po 5000 aps.	po 5000 aps.	po 10000 aps.	po 10000 aps.	po 20000 aps.	po 20000 aps.	po 30000 aps.	po 30000 aps.	po 50000 aps.	po 50000 aps.
1.1 pusvilnioniai verpalai 33 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,053	2,007	2,105	4,348	2,895	5,351	3,289	6,243	0,921	6,689	2,105	7,135
1.2 pusvilnioniai verpalai 33 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,240	1,551	2,326	2,983	3,411	3,819	3,721	4,415	2,016	5,012	1,085	5,728
1.3 pusvilnioniai verpalai 33 tex + PU/PA6	0,000	0,000	0,729	1,657	2,914	3,432	4,007	4,615	5,464	5,562	4,736	5,917	3,461	6,509
2.1 pusvilnioniai verpalai 25 tex + PU/PA6	0,000	0,000	2,038	1,680	2,766	3,101	4,658	3,618	5,968	4,393	5,531	5,168	3,930	5,943
2.2 pusvilnioniai verpalai 25 tex + PU/PA6	0,000	0,000	0,532	1,169	1,596	2,078	3,369	2,597	5,674	3,247	5,319	3,766	3,191	4,546
2.3 pusvilnioniai verpalai 25 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,014	1,087	3,651	2,446	5,477	3,533	7,302	4,212	5,680	4,484	4,665	5,571
3.1 vilnos/ šilko verpalai 22 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,462	1,691	3,070	4,161	4,386	5,982	6,871	8,843	8,041	10,793	16,959	14,955
3.2 vilnos/ šilko verpalai 22 tex + PU/PA6	0,000	0,000	3,231	1,014	5,272	3,169	7,653	5,577	11,054	8,999	12,415	11,914	21,429	20,279
3.3 vilnos/ šilko verpalai 22 tex + PU/PA6	0,000	0,000	2,308	1,055	6,731	4,222	10,000	8,443	19,038	15,303	23,077	20,712	32,692	30,079
4.1 medvilniniai verpalai 29 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,429	0,719	-	1,199	2,429	2,278	3,571	3,837	4,571	4,317	5,429	11,990



5 lentelės tęsinys.

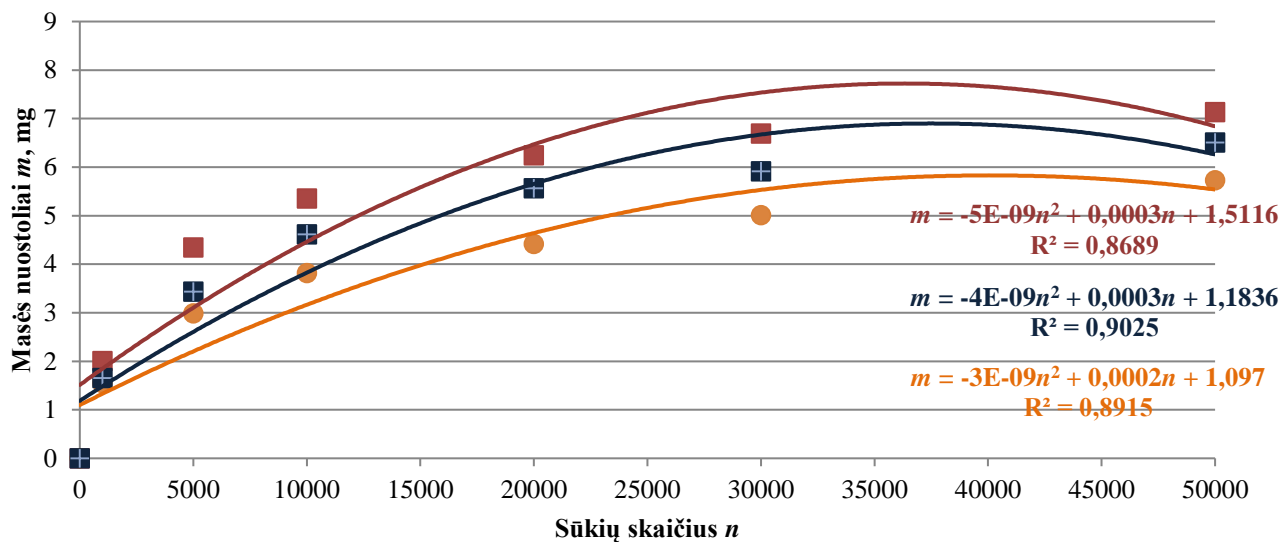
4.2 medvilniniai verpalai 29 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,208	0,382	0,453	0,891	1,208	2,672	3,474	4,199	4,683	4,835	4,079	12,850
4.3 medvilniniai verpalai 29 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,786	0,506	-	0,528	1,623	0,924	3,409	4,881	4,058	7,124	3,896	10,950
5.1 medvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	0,000	0,000	1,739	0,000	2,174	1,777	3,043	2,919	5,217	3,300	6,232	5,076	8,841	8,249
5.2 medvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	0,000	0,000	0,334	0,264	1,338	1,581	1,338	3,294	4,181	5,138	5,686	7,115	8,027	12,385
5.3 medvilniniai verpalai 25 tex + PU/PA6	0,000	0,000	0,722	0,000	1,805	0,526	1,805	1,579	3,610	2,895	4,332	4,605	5,415	9,474
1.1 medvilniniai verpalai + Skinlife	0,000	0,000	0,879	1,004	0,879	1,369	3,015	2,190	3,015	3,011	3,392	2,281	4,397	0,730
1.2 medvilniniai verpalai + Skinlife	0,000	0,000	0,370	0,742	0,494	1,392	1,235	2,505	1,728	3,525	2,840	2,783	3,580	1,484
1.3 medvilniniai verpalai + Skinlife	0,000	0,000	0,427	0,675	0,427	1,350	1,852	2,507	2,422	2,989	2,991	2,832	4,131	0,193
2.1 FR viskozė + medvilniniai verpalai	0,000	0,000	0,585	0,444	1,366	1,405	2,244	2,071	3,707	2,737	4,390	3,107	5,366	2,663
2.2 FR viskozė + medvilniniai verpalai	0,000	0,000	0,380	0,977	1,141	1,880	2,091	2,181	3,327	2,932	4,183	3,684	4,468	2,932
2.3 FR viskozė + medvilniniai verpalai	0,000	0,000	0,251	0,851	1,005	1,915	1,759	2,553	3,183	3,121	4,188	3,617	5,863	3,262



**14 pav.** Neskaltos megztinės medžiagos iš pusvilnionių verpalų 33 tex + PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus

14 pav. grafiškai pateikta neskaltų bandinių iš 33 tex ilginio tankio pusvilnionių (90 % vilnos pluošto) verpalų ir PA6 siūlų derinio masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus dilinimo metu. Patikrinus eksperimento informatyvumą Fišerio kriterijumi, nustatyta, kad dispersijos yra nevienarūšės ir egzistuoja ryšys tarp tiriamos savybės ir faktoriaus, nuo kurio ji priklauso. Esant 95% tikimybės lygiui, eksperimentas buvo informatyvus ( $F = 2,292$ ). Apžvelgus 14 paveiksle pateiktus duomenis, matyti, kad bandiniai į dilinimą reagavo įvairiai, t.y. tik mažiausio tankumo mezginiams nustatyta stipri priklausomybė ( $R^2 = 0,9067$ ). Masės nuostoliai didėjo, po 30000 apsisukimų bandiniai pasunkėjo, o po 50000 vėl palengvėjo. Toks ryškus masės nuostolių sumažėjimas po 30000 sūkių pastebėtas tik šio variant bandiniams mir tai gali būti susiję tik su vilnionių verpalų kokybe. Tokiam masės nuostolių svyravimui įtaką galėjo daryti pumpurėlių susidarymas. Pirmiausiai masės nuostoliai augo dėl siūlų plaukėlių nubyrėjimo, vykstant dilinimui toliau plaukeliai susivelia tarpusavyje ir sunkiau nubyra. Įvertinus tankumo įtaką dilinimui nustatyta, kad didžiausi masės nuostoliai pastebėti rečiausiame bandinyje, o mažiausi – bandinyje, kuris buvo vidutinio tankumo. Apžiūrėjus bandinius po eksperimento jokių ryškių pokyčių paviršiuje nematyti (žr. 16 pav.).

15 paveiksle pavaizduoti skalbtų bandinių iš 33 tex ilginio tankio pusvilnionių verpalų ir PA6 siūlų derinio masės nuostoliai. Priešingai nei neskaltuose bandiniuose (14 pav.), galime pastebėti laipsnišką masės nuostolių didėjimą, didėjant sūkių skaičiui. Skalbtų bandinių masės nuostoliai buvo nuo 1,88 iki 5,27 karto didesni nei neskaltų bandinių. Tad galima teigti, kad skalbimas turi neigiamos įtakos dilinimo savybėms. Didžiausi masės nuostoliai nustatyti tankiausiuose bandiniuose, mažiausi – vidutinio tankumo bandiniuose. Apžiūrėjus mezginius po dilinimo testo, ant 1.3 (rečiausio) mezgio paviršiaus pastebimi susidarę pumpurėliai. 1.1 ir 1.2 bandiniai ryškiais pokyčiais nepasižymėjo (žr. 17 pav.) Patikrinus eksperimentą Fišerio kriterijumi, nustatyta, kad eksperimentas buvo informatyvus ( $F = 0,358$ ).

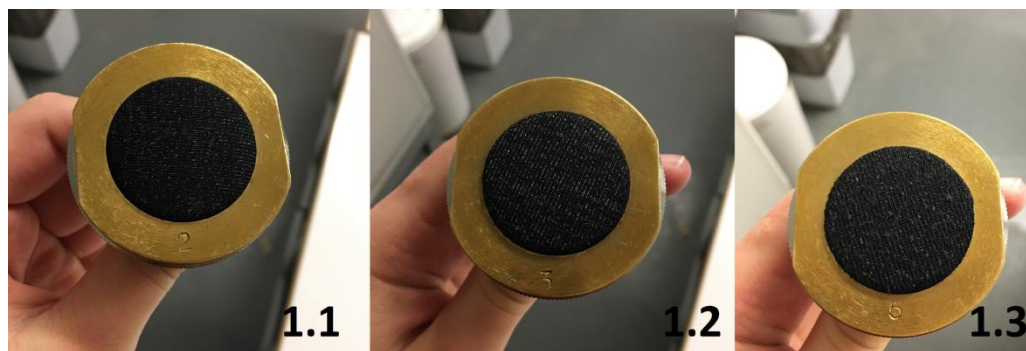


■ 1.1 pusvilnioniai 33 tex + PU/PA6 ● 1.2 pusvilnioniai 33 tex + PU/PA6 ■ 1.3 pusvilnioniai 33 tex + PU/PA6

**15 pav.** Skalbtos megztinės medžiagos iš pusvilnionių verpalų 33 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



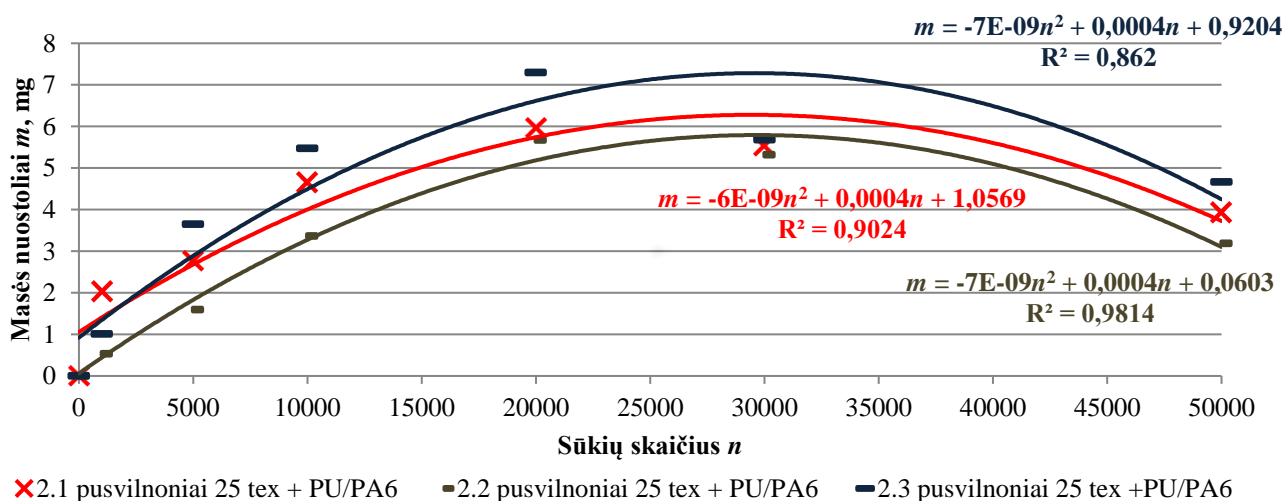
**16 pav.** Nescalbti bandinai iš pusvilnionių 33tex verpalų +PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 1.1, 1.2 ir 1.3 bandiniai



**17 pav.** Skalbti bandinai iš pusvilnionių 33tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 1.1, 1.2 ir 1.3 bandiniai

18 paveiksle pavaizduoti neskaltbtų baldinių iš pusvilnionių (80 % vilnos pluošto) 25 tex ilginio tankio verpalų ir PA6 siūlų derinio masės nuostoliai. Nustatyta, kad, kaip ir bandinių iš pusvilnionių 33tex + PA6 verpalų, šie bandiniai iki 30000 apsisukimų gana sparčiai prarado masę, o nuo 30000 apsisukimų masės nuostoliai tapo ne tokie intensyvūs. Tokia masės nuostolių priklausomybės nuo dilinimo sūkių skaičiaus priklausomybė buvo pastebėta ir kitų tyrėjų. Įvertinus šiuos rezultatus, galima daryti išvadą, kad po 30000 apsisukimų mezginio paviršius tiek susivelia, kad pluošto plaukeliai ir pumpurėliai sunkiau nubyra. Didžiausi masės nuostoliai pastebimi mažiausio tankumo bandiniuose, mažiausi – vidutinio tankumo. Po eksperimento ant bandinių pastebimas nežymus dengiančiojo siūlo nusitrynimasis (19 pav.). Patikrinus rezultatus Fišerio kriterijumi, esant 95 % tikimybės lygiui, nustatytas ekperimento informatyvumas ( $F=0,359$ ).

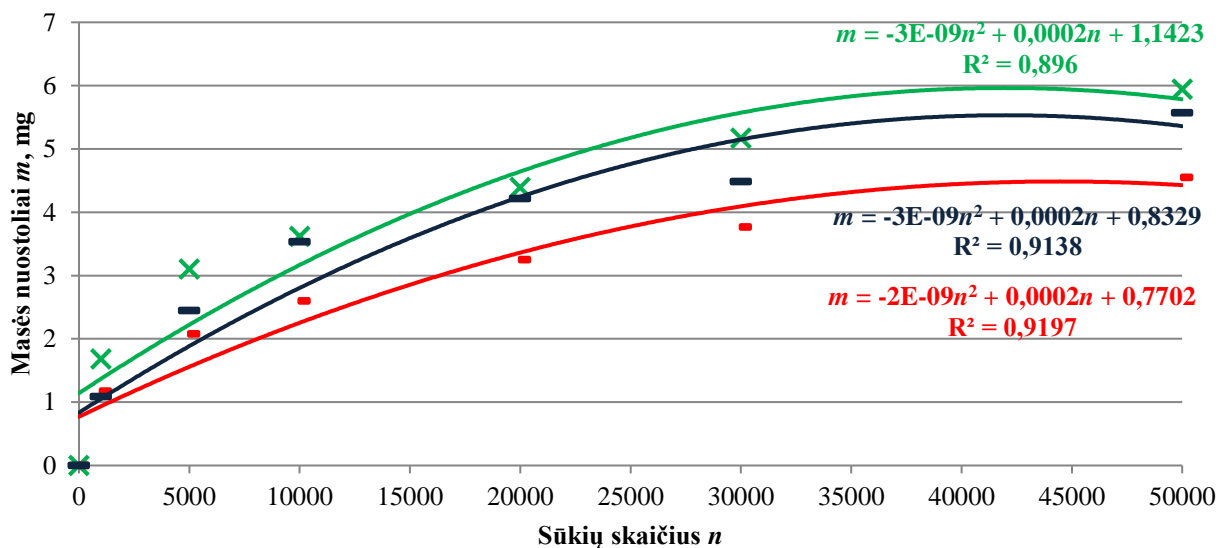
Apžvelgus 20 paveikslo rezultatus, pastebėtas laipsniškas masės nuostolių didėjimas didėjant sūkių skaičiui. Skaltbtų bandinių masės nuostoliai buvo nuo 1,19 iki 1,51 karto didesni, lyginant su bandiniais, kurie buvo neskaltbti (žr. 18 pav.). Didžiausiais masės nuostoliais pasižymėjo bandiniai, kurie buvo tankiausi, mažiausiai – vidutinio tankumo bandiniai. Po eksperimento ant 2.2 (vidutinio tankumo) ir 2.3 (rečiausio) bandinių paviršiaus pastebimos pumpurėlių užuomazgos (21 pav.). Patikrinus Fišerio kritejumi esant 95 % tikimybės lygiui, nustatytas ryšys tarp masės nuostolių ir sūkių skaičiaus ( $F=0,358$ ).



**18 pav.** Neskaltbtos megztinės medžiagos iš pusvilnionių verpalų 35 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



**19 pav.** Neskalbti bandinai iš pusvilnionių 25tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 2.1, 2.2 ir 2.3 bandiniai



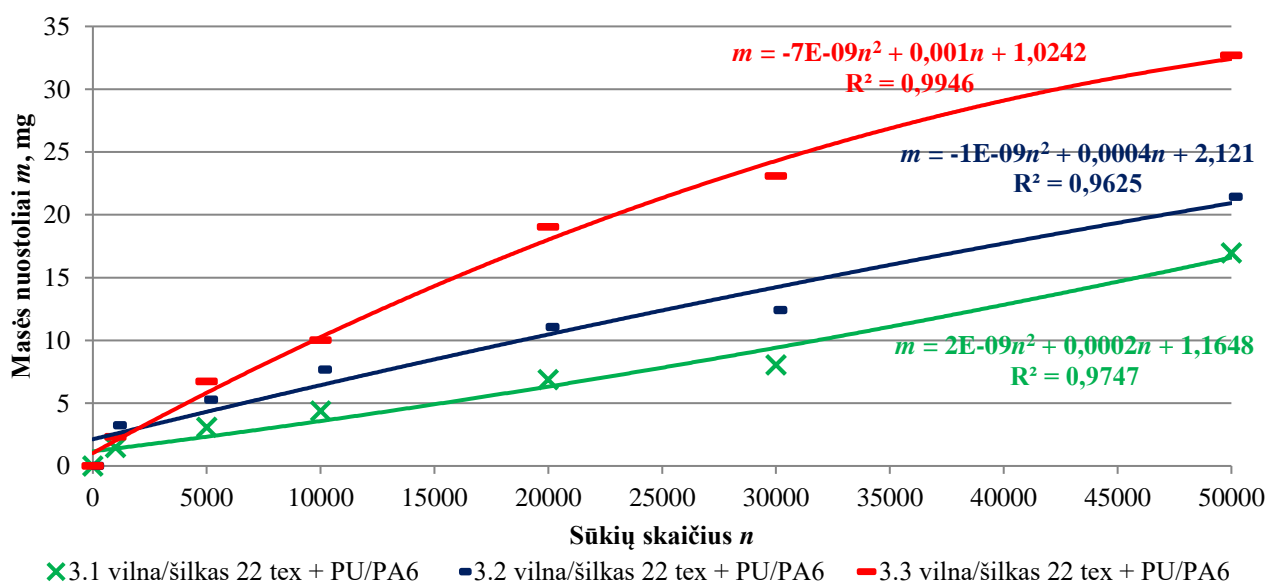
✕ 2.1 pusvilnioniai 25 tex + PU/PA6    ■ 2.2 pusvilnioniai 25 tex + PU/PA6    ■ 2.3 pusvilnioniai 25 tex + PU/PA6

**20 pav.** Skalbtos megztinės medžiagos iš pusvilnionių verpalų 35 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



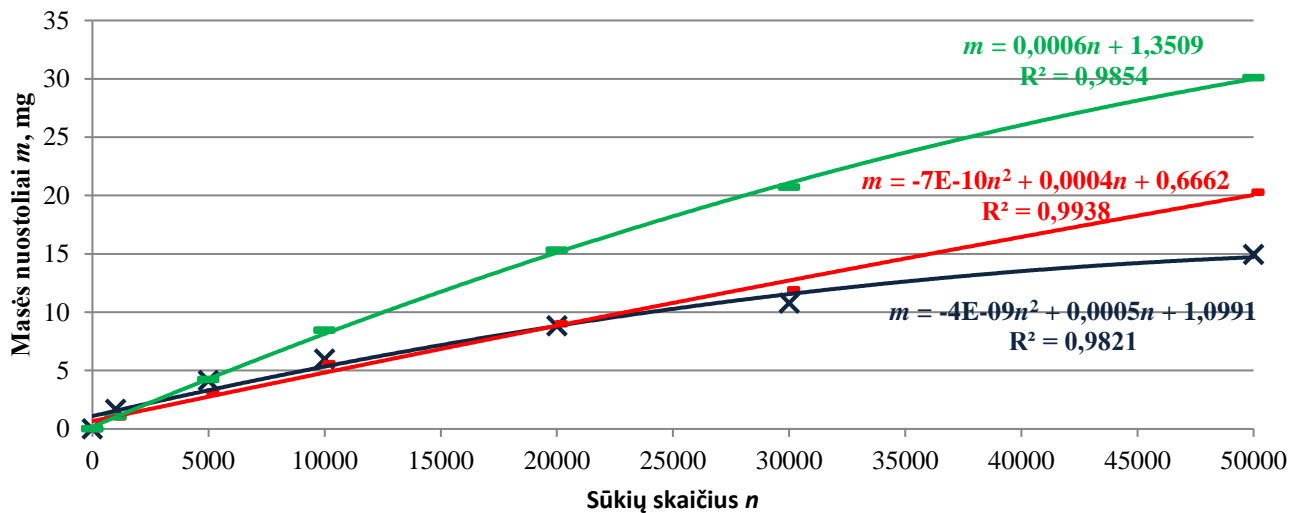
**21 pav.** Skalbti bandinai iš pusvilnionių 25tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 2.1, 2.2 ir 2.3 bandiniai

Aptariant 22 paveikslo rezultatus, skirtingai nei neskaltuose bandiniuose iš pusvilnonių (90 % vilnos pluošto) verpalų, bandiniuose iš vilnos/šilko verpalų (75 % vilnos pluošto) galime pastebėti laipsnišką masės nuostolių didėjimą, didėjant sūkių skaičiui. Dėl šio fakto galime daryti prielaidą, kad vilnos/šilko verplai yra švelnesni, jų morfologinė struktūra mažiau išsišakojusi, tad bandinai mažiau pumpuruojasi. Tačiau manoma, kad dėl savo lygesnės struktūros ir švelnesnio bei slidesnio pluošto, šie bandiniai pasižymėjo nuo 4,71 iki net 19,74 karto didesniais masės nuostoliais nei bandiniai tik iš pusvilnonių 33 tex (90 % vilnos pluošto) ir 25 tex (80 % vilnos pluošto) ilginio tankio verpalų ir PU/PA6 siūlų derinio. Didžiausi masės nuostoliai nustatyti rečiausiuose bandiniuose, mažiausi – tankiausiuose. Po eksperimento pastebimas stiprus dengiančiojo siūlo nusitrynimas (žr. 24 pav.).



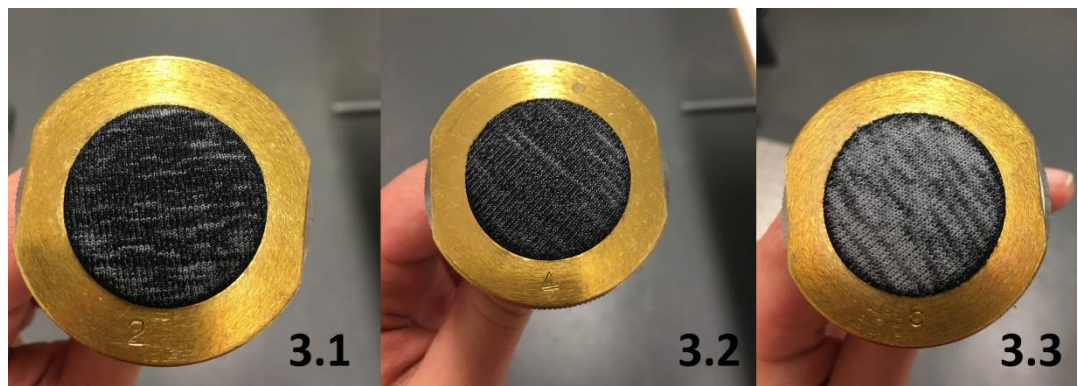
**22 pav.** Neskaltos megztinės medžiagos iš vilnos/šilko verpalų 22 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus

Apžvelgus 23 paveikslo rezultatus galime pastebėti teigiamą skalbimo įtaką bandiniams iš vilnos/šilko verpalų. Po skalbimo megztiniuose bandiniuose buvo nustatyti nuo 5,36 iki 11,82 % mažesni masės nuostoliai, lyginant su skalbtais bandiniais. Didžiausi nuostoliai nustatyti rečiausiuose bandiniuose, mažiausi – tankiausiuose. Apžiūrejus bandinius po eksperimento pastebimas stiprus dengiančiojo siūlo nusitrynimas, tačiau jis ne toks ryškus kaip neskaltuose bandiniuose (žr. 25 pav.). Patikrinus abiejų eksperimentų informatyvumą, esant 95 % tikimybei, abiem atvejais nustatyta priklausomybė tarp tiriamos savybės ir faktoriaus ( $F_{neskalbtų} = 0,281$ ,  $F_{skalbtų} = 0,312$ ).



× 3.1 vilna/šilkas 22 tex + PU/PA6    ■ 3.2 vilna/šilkas 22 tex + PU/PA6    ■ 3.3 vilna/šilkas 22 tex + PU/PA6

**23 pav.** Skalbtos megztinės medžiagos iš vilnos/šilko verpalų 22 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



**24 pav.** Nescalbti bandinai iš vilnos/šilko 22 tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 3.1, 3.2 ir 3.3 bandiniai

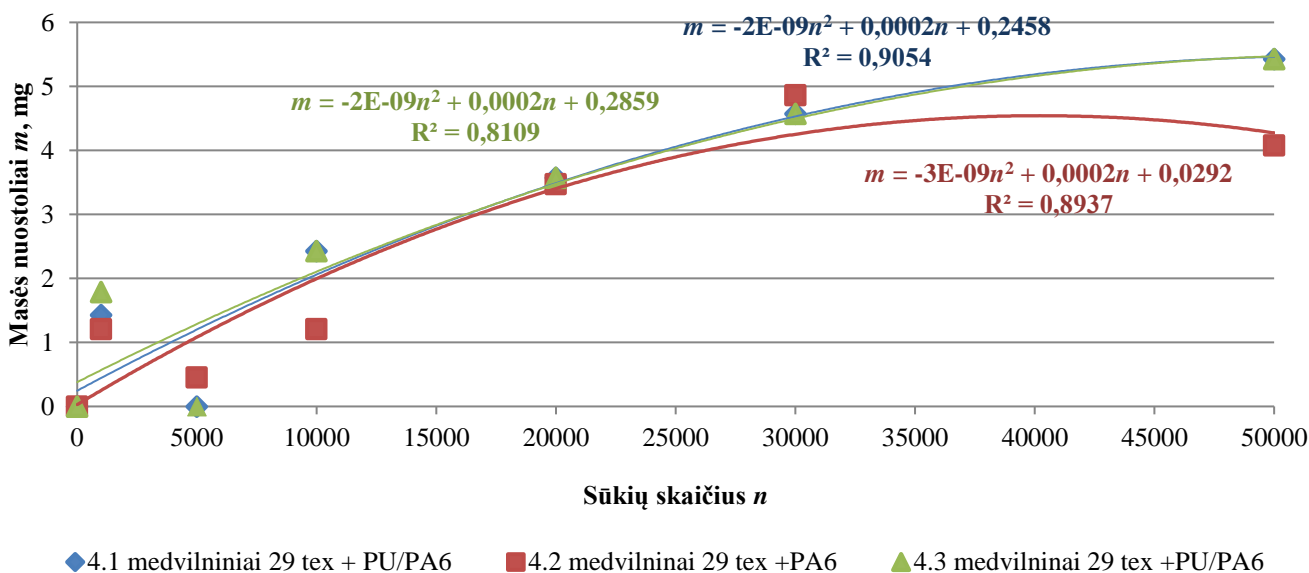


**25 pav.** Skalbti bandinai iš vilnos/šilko 22 tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 3.1, 3.2 ir 3.3 bandiniai

Tiriant bandinius iš medvilninių 29 tex ilginio tankio verpalų ir PA6 siūlų derinio, po 1000 pasisukimų pastebėtas ženklus masės nuostolių šuolis tankiausiame ir rečiausiame mezginyje, ir ne toks žymus

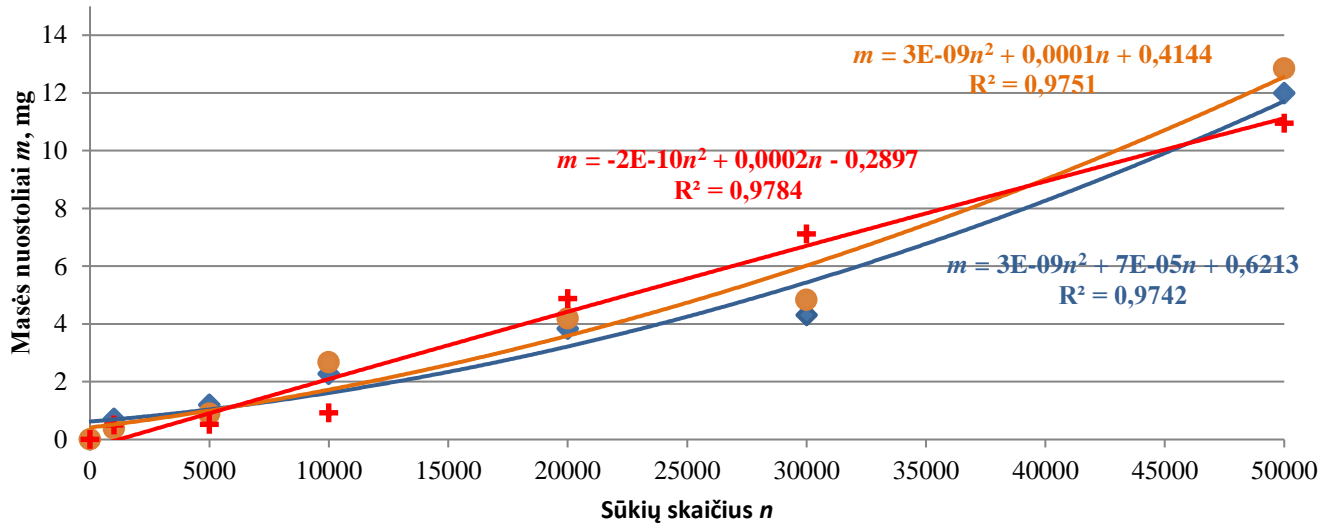
vidutinio tankumo mezginyje ( žr. 26 pav.). Šio masės nuostolių svyravimo paaiškinti nepavyko, tad 4.1 ir 4.3 rezultatai po 1000 apsisukimų buvo atmesti. Nuo 5000 apsisukimų masės nuostoliai didėjo, didėjant sūkių skaičiui. Nustatyta, kad didžiausiais masės nuostoliais pasižymėjo tankiausi bandiniai, t.y. tie, kurių dilinimo paviršiaus plotas didžiausias, o mažiausiais – rečiausi. Po eksperimento ant bandinių paviršiaus aiškiai matome susidariusius pumpurėlius (žr. 28 pav.).

Skalbtuose mezgtiniuose bandiniuose iš medvilninių verpalų 29 tex ir PU / PA6 siūlų derinio pastebėtas laipsniškas masės nuostolių didėjimas, priklausomai nuo sūkių skaičiaus didėjimo (rezultatai pateikti 27 pav.). Skalbimas turėjo neigiamos įtakos mezginių atsparumui dilinimui, nes skalbtų mezginių masės nuostoliai buvo nuo 2,20 iki 3,15 karto didesni nei nescalbtų mezginių. Šiuo atveju didžiausi masės nuostoliai nustatyti vidutinio tankumo mezginiuose, mažiausi – rečiausio tankumo. Po eksperimento ant bandinių paviršius yra stipriai suveltas, susidariusę daug pumpurėlių (žr. 29 pav.). Patikrinus abiejų eksperimentų informatyvumą, abiem atvejais nustatyta, kad eksperimentas, esant 95 % tikimybei, buvo informatyvus ( $F_{neskalbtų} = 0,319$ ,  $F_{skalbtų} = 0,363$  ).



**26 pav.** Nescalbtos mezgtinės medžiagos iš medvilnės verpalų 29 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus





◆ 4.1 medvilniniai 29 tex + PU/PA6    ● 4.2 medvilniniai 29 tex + PU/PA6    + 4.3 medvilniniai 29 tex + PU/PA6

**27 pav.** Skalbtos megztinės medžiagos iš medvilninių verpalų 29 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



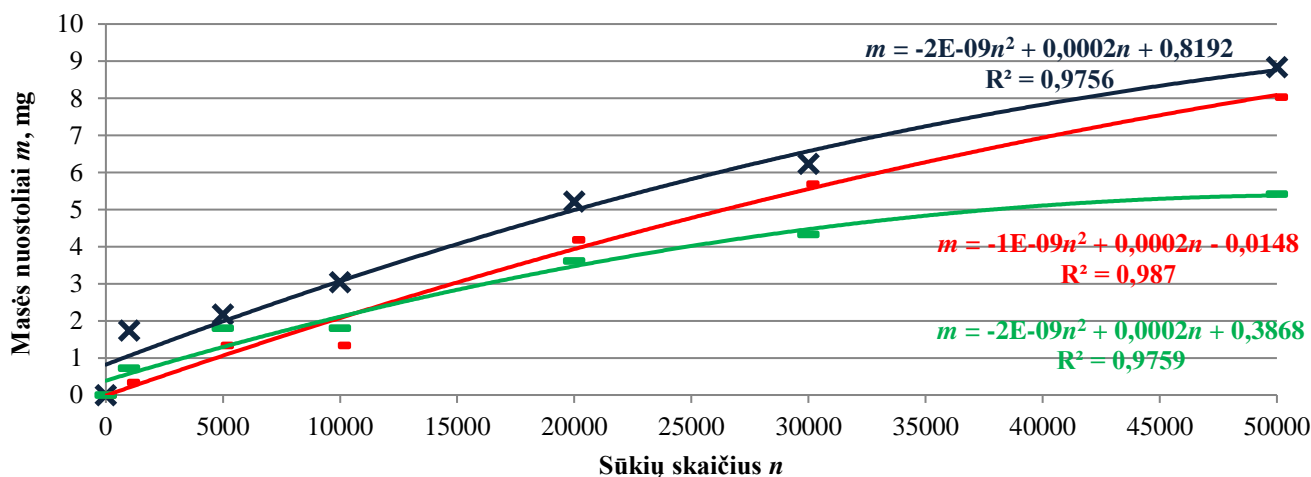
**28 pav.** Nescalbti bandinai iš medvilninių 29tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 4.1,4.2 ir 4.3 bandiniai



**29 pav.** Skalbti bandinai iš medvilninių 29tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 4.1,4.2 ir 4.3 bandiniai

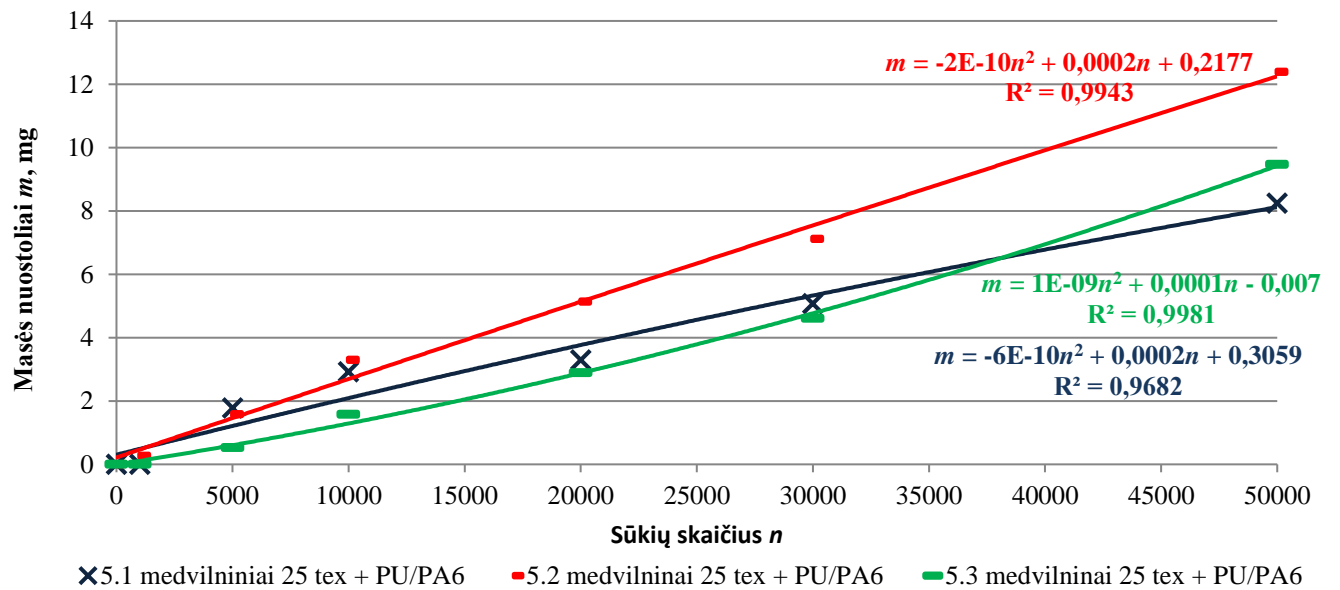
30 paveiksle taip pat galime pastebėti mezginių iš 25 tex medvilninių verpalų ir PU / PA6 siūlų derinio masės nuostolių mažėjimą, didėjant sūkių skaičiui. Šiuose bandiniuose geriausiu atsparumu dilinimui pasižymėjo tankiausi bandiniai, blogiausius – rečiausi. Įvertinus šiuos rezultatus ir lyginant su rezultatais, pateiktais 26 paveiksle, galime daryti išvadą, kad didesnis siūlų ilginis tankis lėmė mažesnius masės nuostolius dilinant. Patikrinus informatyvumą Fišerio kriterijumi nustatyta, kad eksperimentas, esant 95 % tikimybės lygiui, buvo informatyvus ( $F=0,340$ ). Kaip ir bandinių iš medvilninių 29 tex verpalų, taip ir šių paviršius po bandymo buvo stipriai apsipumpuravęs (žr. 32 pav.).

Atlikus dilinimo bandymą su skalbtais 25 tex medvilninių verpalų ir PU / PA6 siūlų derinio mezginiais nustatyta, kad 5.2 ir 5.3 bandinių masės nuostoliai po skalbimo buvo atitinkamai 1,54 ir 1,74 karto didesni, o 5.1 bandinio masės nuostoliai po skalbimo buvo labai nežymiai (0,07 karto) mažesni nei neskaltų bandinių (žr. 31 pav.). Kadangi skalbto 5.1 bandinio masės nuostolių skirtumas, lyginant su neskaltu, yra minimalus, galime teigti, kad skalbimas turėjo neigiamą įtaką šių bandinių dilinimo savybėms. Geriausiu atsparumu dilinimui pasižymėjo tankiausi bandiniai, blogiausiu – vidutinio tankumo. Po eksperimento apžiūrėjus 5.2 ir 5.3 mezginių paviršių pastebėtas labai stiprus pumpuravimasis ir vėlimasis. 5.1 bandinio paviršius nepasižymėjo žymiais pokyčiais. Patikrinus eksperimentą Fišerio kriterijumi jo informatyvumas, esant 95% tikimybei, nustatytas ( $F=0,355$ ).



✕5.1 medvilniniai 25 tex + PU/PA6    ■5.2 medvilniniai 25 tex + PU/PA6    ■5.3 medvilniniai 25 tex + PU/PA6

**30 pav.** Neskaltos megztinės medžiagos iš medvilninių verpalų 25 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



**31 pav.** Skalbtos megztinės medžiagos iš medvilninių verpalų 25 tex + PU/PA6 masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



**32 pav.** Nescalbti bandinai iš medvilninių 25tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 5.1, 5.2 ir 5.3 bandiniai

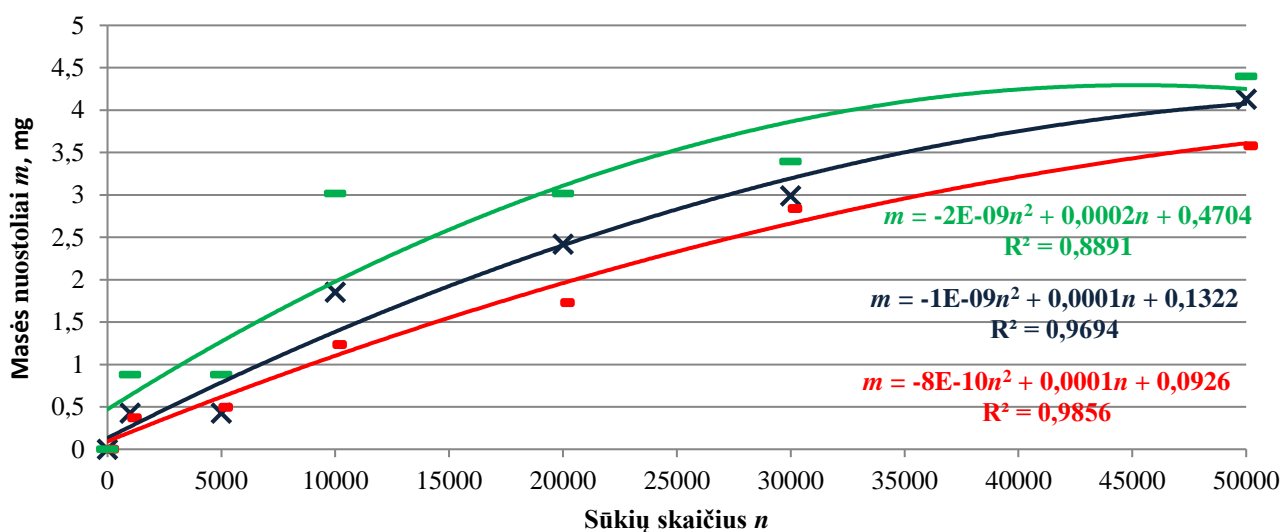


**33 pav.** Skalbti bandinai iš medvilninių 25tex verpalų + PU/PA6 po 50000 sūkių. Iš dešinės: 5.1, 5.2 ir 5.3 bandiniai

Analizuojant rezultatus, pateiktus 34 paveiksle, matyti, kad nuo 1000 iki 5000 sūkių visų tankumo variantų mezginių iš 29,4 tex ilginio tankio medvilninių verpalų ir antibakterinių Skinlife siūlų derinio

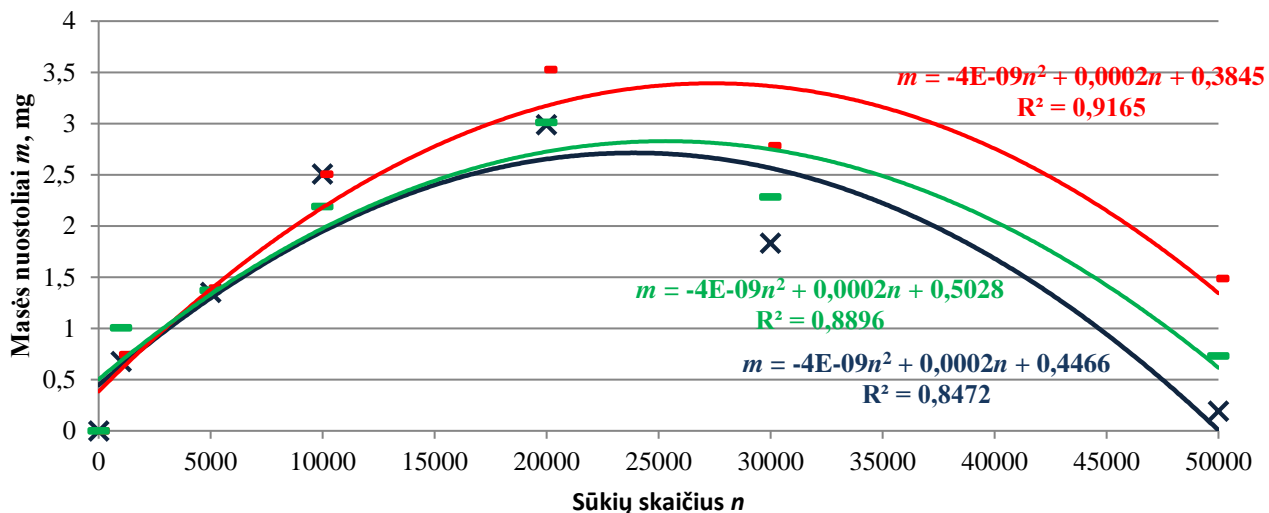
masė beveik nekito, tačiau galime pastebėti aiškų ir didelį masės nuostolių šuolį po 10000 apsisukimų. Vėliau masės nuostoliai didėja, didėjant praėjusių apsisukimų skaičiui, tačiau didėja palaipsniui, mažais intervalais. Mažiausiai atsparūs dilinimui buvo rečiausiai numegzti bandiniai, labiausiai atsparūs – vidutinio tankumo. Eksperimento informatyvumas patikrintas Fišerio kriterijumi ir nustatyta, kad, esant 95 % tikimybės lygiui, eksperimentas yra informatyvus ( $F=0,355$ ).

Bandiniams iš medvilninių verpalų ir Skinlife siūlų derinio skalbimas turėjo neigiamą įtaką. Šiuo atveju skalbimas paskatino pumpurėlių atsiradimą. 35 paveiksle matyti, kad iki 20000 apsisukimų bandinio masė laipsniškai mažėjo. Pasvėrus bandinius po 30000 apsisukimų pastebėta, kad bandiniai pasunkėjo. Didžiausi masės nuostoliai nustatyti vidutinio tankumo mezginiuose, mažiausi – tankiausiuose bandiniuose. Patikrinus eksperimento informatyvumą Fišerio kriterijumi esant 95 % tikimybei eksperimento informatyvumas nustatytas ( $F=0,355$ ).



×6.1 medvilniniai verpalai + Skinlife ■6.2 medvilniniai verpalai + Skinlife ■6.3 medvilniniai verpalai + Skinlife

**34 pav.** Neskaltos megztinės medžiagos iš medvilninių verpalų + Skinlife masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus



×6.1 medvilniniai verpalai + Skinlife ■6.2 medvilniniai verpalai + Skinlife ▬6.3 medvilniniai verpalai + Skinlife

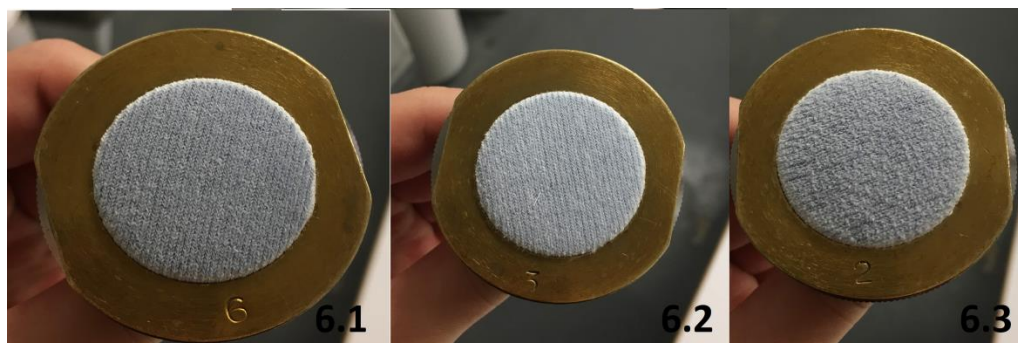
**35 pav.** Skalbtos mezgtinės medžiagos iš medvilninių verpalų + „Skinlife“ siūlai masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus

Lyginant mezginių iš 29,4 tex ilginio tankio medvilninių verpalų ir antibakterinių „Skinlife“ siūlų derinio masės nuostolių dilinant rezultatus su mezginiais iš 29 tex ilginio tankio medvilninių verpalų ir PA6 siūlų derinio matyti, kad pastarųjų mezginių masės nuostoliai buvo maždaug 3 kartus didesni. Tai galėjo nulėmti ženkliai didesnis mezginių iš medvilninių verpalų ir Skinlife siūlų kilpų tankumas.

Po dilinimo testo apžiūrėjus bandinius, nei neskaltų, nei skalbtų bandinių paviršiuje esminių paviršiaus pokyčių išskirti negalime (žr. 36 ir 37 pav.)

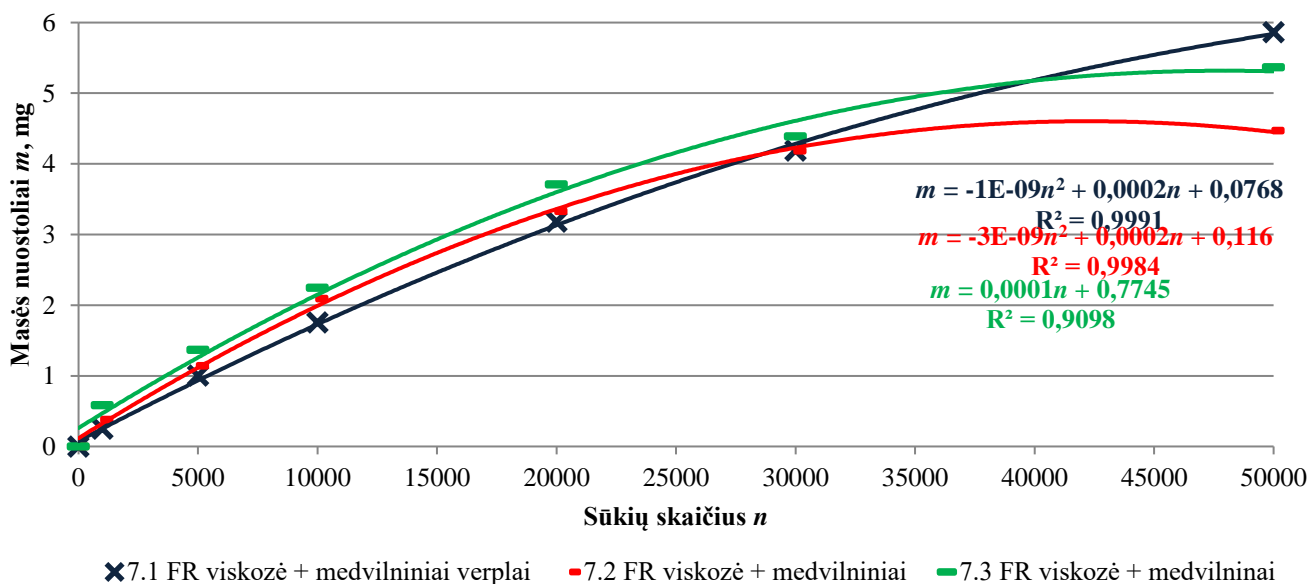


**36 pav.** Neskaltos mezgtinės medžiagos iš medvilninių verpalų + „Skinlife“ siūlai po 50000 sūkių. Iš dešinės: 6.1, 6.2, 6.3 bandiniai



**37 pav.** Skalbtos megztinės medžiagos iš medvilninių verpalų + „Skinlife“ siūlai po 50000 sūkių. Iš dešinės: 6.1, 6.2, 6.3 bandiniai

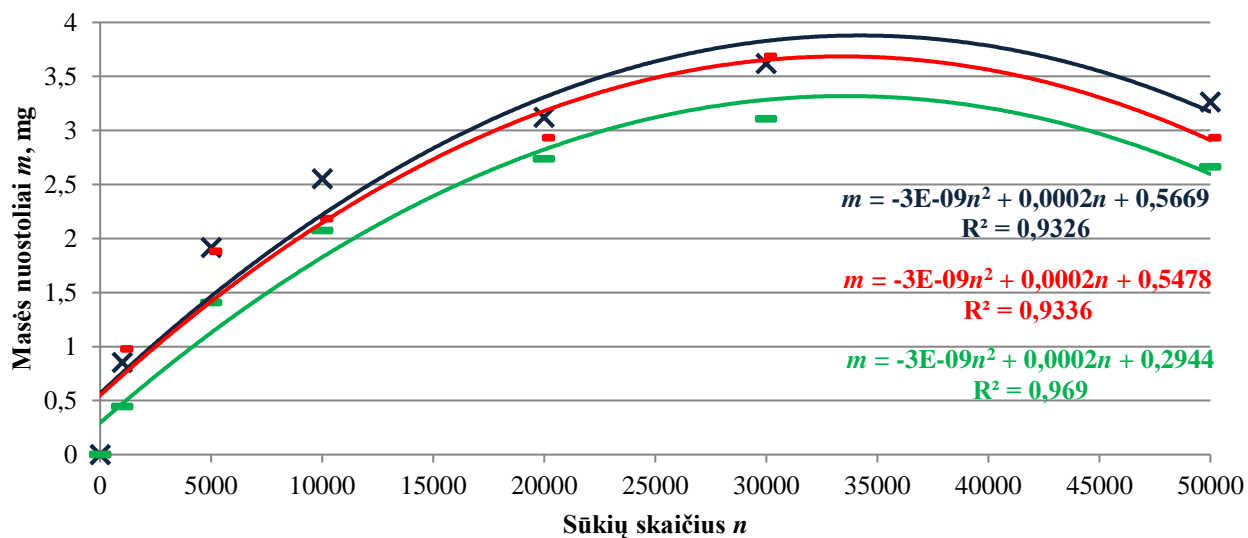
Iš 38 paveiksle pateiktų duomenų galime matyti, kad didėjant sūkių skaičiui mezginių iš nedegios (FR) viskozės ir 29,4 tex ilginio tankio medvilninių verpalų derinio masės nuostoliai laipsniškai didėjo. Mažiausiai dilinimui atsparūs buvo tankiausi mezginiai, daugiausiai – vidutinio tankumo mezginiai. Patikrinus eksperimento efektyvumą nustatyta, kad egzistuoja ryšys tarp masės nuostolių ir sūkių skaičiaus ( $F = 0,378$ ). Tą patvirtina ir aukštas apibrėžties koeficientas ( $R^2 = 0,991 - 0,9098$ ). Taip pat pastebėta, kad šio varianto mezginių atsparumas dilinimui buvo panašus kaip ir mezginių 29,4 tex ilginio tankio medvilninių verpalų ir antibakterinių „Skinlife“ siūlų derinio. Taip yra todėl, kad abiejų variantų mezginių mezgimui naudoti tie patys medvilniniai verpalai, be to ir jų tankumas yra panašus.



**38 pav.** Neskalbta megztinės medžiagos iš FR viskozės + medvilninių verpalų masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus

Apžvelgus duomenis, pateiktus 39 paveiksle, matome, kad iki 30000 apsisukimų bandinių masės nuostoliai didėjo, o pasvėrus bandinius po 50000 apsisukimų nustatyta, kad bandiniai pasunkėjo dėl susivėlusiu pūkelių paviršiuje. Šiuo atveju skalbimas turėjo teigiamos įtakos, nes skalbtuose bandiniuose nustatyti mažesni masės nuostoliai nei neskalbtuose. Labiausiai dilinimui atsparūs buvo rečiau

mezginiai, mažiausiai – tankiausi. Patikrinus eksperimento informatyvumą Fišerio kriterijumi nustatyta, kad, esant 95 % pasikliovimo tikimybei, eksperimentas buvo informatyvus ( $F = 0,367$ ).



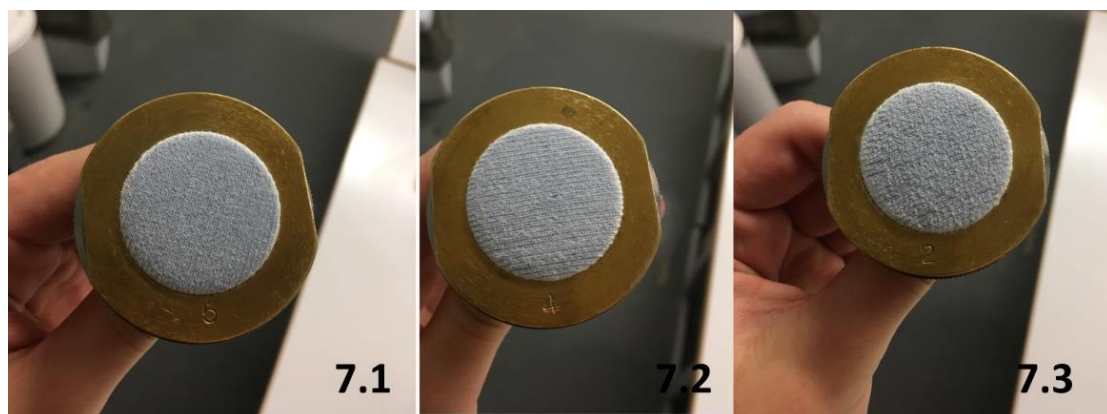
×7.1 FR viskozė + medvilniniai verplai    ■7.2 FR viskozė + medvilniniai    ■7.3 FR viskozė + medvilniniai

**39 pav.** Skalbtos megztinės medžiagos iš FR viskozės + medvilninių verpalų, masės nuostolių priklausomybė nuo sūkių skaičiaus

39 ir 40 paveiksluose parodytas mezginių paviršiaus vaizdas po 50 000 sūkių dilinimo.



**40 pav.** Neskaltos megztinės medžiagos iš FR viskozės + medvilniniai verpalai po 50000 sūkių. Iš dešinės: 7.1, 7.2, 7.3 bandiniai



**41 pav.** Neskaltos megztinės medžiagos iš FR viskozės + medvilniniai verpalai po 50000 sūkių. Iš dešinės: 7.1, 7.2, 7.3 bandiniai

40 ir 41 paveiksluose pateikta, atitinkamai, neskaltų ir skaltų mezginių paviršiaus vaizdo po 50000 sūkių dilinimo vaizdas. Iš šių paveikslų matyti, kad po 50000 sūkių dilinimo mezginių paviršiuje matosi pašiauštas verpalų paviršius, tačiau akivaizdaus paviršiaus išretėjimo ir skylių nėra..



## Išvados

1. Nustatyta, kad visų bandinių sandaros rodikliai po skalbimo pakito: kilpos ilgis sumažėjo  $1,5 \div 55,6$  %; vertikalusis tankumas padidėjo  $3,6 \div 37,9$  %, išskyrus mažiausio tankumo mezginius iš medvilninių 25 tex verpalų bei iš Skinlife + medvilninių verpalų derinio ir mažiausio bei vidutinio tankumo mezginius iš medvilninių 29 tex verpalų, kurių vertikalusis tankumas liko nepakitęs arba nežymiai (iki 1,7 %) sumažėjo. Horizontalusis mezginių tankumas daugeliu atvejų po skalbimo padidėjo, išskyrus didžiausio tankumo mezginius iš pusvilninių 25 tex, vilnos/šilko 22 tex ir medvilninių 29 tex verpalų. Paviršinis tankis išaugo nuo 9,1 iki 51,8 %.
2. Nustatyta, kad prieš skalbimą geriausiomis laidumo orui savybėmis pasižymėjo mezginiai iš pusvilninių 25 tex verpalų, turintys mažiausią kilpų tankumą ( $1452,9 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$ ), o mažiausiu laidumu orui pasižymėjo didžiausio tankumo mezginiai iš nedegių elatomerinių viskozės siūlų *FR* ir medvilninių verpalų derinio (tik  $100,2 \text{ dm}^3/(\text{m}^2\text{s})$ ). Po skalbimo pastebėta, kad mezginių laidumas orui sumažėjo nuo 47 iki 80 %, lyginant su mezginiais prieš skalbimą. Mažiausias laidumo orui pokytis po skalbimo nustatytas mezginiams iš medvilninių 29 tex verpalų, o didžiausias - mezginiams su elastomeriniais *FR* viskozės siūlais.
3. Nustatyta, kad geriausiomis atsparumo dilinimui savybėmis pasižymėjo vidutinio tankumo mezginiai iš pusvilninių 33 tex verpalų ( $M_a = 1,085 \text{ mg}$ ), blogiausiomis mažiausio tankumo mezginiai iš 22 tex vilnos / šilko verpalų ( $M_a = 32,692 \text{ mg}$ ). Įvertinus atsparumo dilinimui savybes po skalbimo, nustatytas visų bandinių (išskyrus vilnos/šilko bandinius) atsparumo dilinimui sumažėjimas.
4. Išanalizavus gautų rezultatų priklausomybę nuo tankumo galima teigti, kad geriausiomis atsparumo dilinimui savybėmis pasižymėjo vidutinio tankumo bandiniai.

## Literatūros sąrašas

1. <https://shosett.com/history-of-socks/>
2. KO, Y. and J.Y, Lee. Effects of feet warming using bed socks on sleep quality and thermoregulatory responses in a cool environment. *Journal of Physiological Anthropology* (2018) 37:13
3. LEE, H.T. et al. Effects of perioperative warm socks-wearing in maintaining core body temperature of patients undergoing spinal surgery. *Journal of Clinical Nursing*. 2018;27:1399–1407.
4. SMITH, J. AND N. PITTS. "Selecting Socks", [www.ohioline.osu.edu/hygfact/5000/5544](http://www.ohioline.osu.edu/hygfact/5000/5544) . 2009. [žiūrėta 2019.04.22]
5. DR. EL-DESSOUK, H. A. A Study on Abrasion Characteristics and Pilling Performance of Socks. *International Design journal*. Vol. 4, issue 2, 2014, 229-234p.
6. WILKINS, T. A. Boengineering cotton fiber properties. *The Regents of the University of California, Oakland, CA (US)*, 2006
7. GORDON, S. and HSIEH, Y.L. Cotton: science and technology, *Woodhead Publishing Limited, Cambridge*. England.2007
8. ŠILTAS SIŪLAS. Internetinė prieiga : <http://siltassiuulas.com/apie-pluoštus/vilna> [žiūrėta 2019.04.30]
9. ŠVEGŽDIENĖ V. Technologinių parametrų įtakos vilnionių mezginių kokybei tyrimas, *Magistro projektas*. Kauno Technologijų universitetas. 2017
10. OUTERSPORTS. Internetinė prieiga: <http://www.outersports.com/blog/merino-wool-the-standard-for-comfort-and-warmth/> [žiūrėta 2019.04.30]
11. ALAM, A.K.M.M. et al. Preparation and characterization of natural silk fiber-reinforced polypropylene and synthetic E-glass fiber-reinforced polypropylene composites: a comparative study. *Journal of Composite Materials*. 2011
12. ROBERT, R.F, Silk, mohair cashmere and other luxury fibres, *Woodhead Publishing Ltd*, 2001
13. KILINC F.S. Handbook of fire resistant textile, *Woodhead Publishing Limited*, 2013
14. VARGAL, K. et al. Thermal and sorbtion study of flameresistant fibers. *Lenzinger Berichte* 89 (2011), p 50-59
15. JACKOWSKI, T. et al. Blended Yarns with a Content of Biological Active Fibres, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. January / March 2004, Vol. 12, No. 1, p 19-23.
16. KOCHAN, R. S., The comparison of utility comfort of sports underwear clothing made of modern chemical fibres. *Cracow University of Economics, Faculty of Commodity Science*. Poland, Cracow.2008
17. POVILONYTĖ, F., Megztų struktūrų kūrimas ir jų savybių tyrimas, *Magistro baigiamasi projektas*, Kauno Technologijos universitetas, 2018

18. FRYDRYCH, I., DZIWORSKA, G., and M. MATUSIAK. Influence of the kind of fabric finishing on selected aesthetic and utility properties. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2003, 42(3), 31-37. ISSN 1230-3666.
19. ČIUKAS, R., and J. ABRAMAVIČIŪTĖ. Investigation of the air permeability of socks knitted from yarns with peculiar properties. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2010, 78(1), 84-88. ISSN 1230-3666.
20. OGULATA, R. T. and S., MAVRUZ. Investigation of porosity and air permeability values of plain knitted fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2010, 18, 71–75.
21. BHATTACHARYA, S. S. and AJMERI, J. R. Factors affecting air permeability of viscose & excel single jersey fabric. *International Journal of Engineering Research and Development*. 2013, vol 5, 48–54.
22. MAVRUZ, S. and OGULATA, R. T. Investigation of air permeability of single jersey fabrics with different relaxation states. *The Journal of The Textile Institute*. 2011, 102, 57–64.
23. KUMAR, V. et al. Investigation of stretch on air permeability of knitted fabrics part II: effect of fabric structure. *The Journal of The Textile Institute*. 2015, ISSN: 0040-5000
24. DEGIRMENCI, Z. and E. CORUH. The Influences of Loop Length and Raw Material on Bursting Strength Air Permeability and Physical Characteristics of Single Jersey Knitted Fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2017, Volume 12, Issue 1, p 43-49
25. BIVAINYTĖ A. and D. MIKUČIONIENĖ. Investigation on the Air and Water Vapour Permeability of Double-Layered Weft Knitted Fabrics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2011, Vol. 19, No. 3 (86) pp. 69-73.
26. VELIČKIENĖ, A. Kilpinių audinių iš natūraliųjų pluoštų savybių vertinimas ir prognozavimas. *Daktaro disertacija*. Kauno Technologijos universitetas, 2016
27. KUMPIKAITE, E. et al. Comparable Analysis of the End-Use Properties of Woven Fabrics with Fancy Yarns. Part I: Abrasion Resistance and Air Permeability. *Fibres & Textile in Eastern Europe*. 2010, 18, 3(80): 56-59.
28. KUMPIKAITE, E. et al. Comparable Analysis of the End-Use Properties of Woven Fabrics with Fancy Yarns. Part II: Abrasion Resistance and Air Permeability. *Fibres & Textile in Eastern Europe*. 2010; 18, 4(81): 43-45.
29. ALAMDAR-YAZDI, A., and G. R. HEPPLER. Abrasion behavior of yarns at right angle for ring and rotor spun yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2012, 95(6A), 54-57. ISSN 1230-3666.
30. HAVLOVÁ, M. Air permeability and constructional parameters of woven Fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2013, 98(2), 84-89. ISSN 1230-3666.
31. MIKUČIONIENĖ, D. The influence of structure parameters of weft knitted fabrics on propensity to pilling. *Materials Science*. 2009, 15(4), 335-338. ISSN 1392-1320.]
32. BUSILIENĖ, G., LEKECKAS, K., and V. URBELIS. Pilling resistance of knitted Fabrics. *Materials Science*. 2011, 3(17), 297-301. ISSN 1392-1320.]

33. MANONMARI G., et al. Sustainability of compact yarns for manufacturing of Eco-friendly processed weft knitted fabrics. *Juornal of textile and Apparel, Technology and Management*. Vol 6, Issue 3, 2010
34. UYANIK, S. and M. TOPALBEKIROGLU. The effect of knit structures with tuch stitches on fabric properties and pilling resistance. *The Journal of The Textile Institute*. 2017, 108.9; 1584-1589.
35. TUNCYTE D., DAUKANTIENĖ V., GUTAUSKAS M., The influence of waching on fabric wearing properties. Kauno Technologijos universitetas, 2007
36. JUODSNUKYTĖ D., GUTAUSKAS M., KRAULEDAS S. Influence of fabric softeners on performance stability of the textile materials. *Materials science (Medžiagotyra)*, Vol 11, No 2, 2005, ISSN 1392-1320, p 179-182
37. TVARIJONAVIČIENĖ, B. „Mezginių sandara ir analizė“, „Technologija“, Kaunas. 2009
38. MILAŠIUS, R. „Tekstilės eksperimento teorija ir praktika“. „Technologija“, Kaunas, 2011
39. MIKUČIONIENĖ, D. and G. LAURECKIENĖ. The influence of drying conditions on dimensional stability of cotton weft knitted fabrics. *Materials science*. ISSN 1392-1320. 2009, Vol. 15, no. 1, p. 64-68.
40. MIKUČIONIENĖ, D. The reasons of shrinkage of cotton weft knitted fabrics. *Materials science*. ISSN 1392-1320. 2001, Vol. 7, no. 4, p. 304-306.
41. MIKUČIONIENĖ, D. The dimensional change of used pure and compound cotton knitwear. *Materials science*. ISSN 1392-1320. 2004, Vol. 10, no. 1, p. 93-96
42. MIKUČIONIENĖ, D. and E. ARBATAITIS.. Comparative analysis of the influence of bamboo and other cellulose fibres on selected structural parameters and physical properties of knitted fabrics. *Fibres and textiles in Eastern Europe*. ISSN 1230-3666. 2013, Vol. 21, no. 3(99), p. 76-80.
43. MIKUČIONIENĖ, D et. al. Influence of plain knits structure on flammability and air permeability. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. ISSN 1230-3666. 2012, Vol. 20, iss.5 (94), p. 66-69
44. ABDEL MEGEID, Z. M. et al. The influence of stitch length of weft knitted fabrics on the sewability. *Journal of American Science*., 2011, p. 610-617