



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

Alina Ventis

**TECHNOLOGINIŲ SĄLYGŲ ĮTAKOS MEZGINIŲ
STRUKTŪRINĖMS IR MECHANINĖMS SAVYBĖMS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Doc. dr. Daiva Mikučionienė

KAUNAS, 2016

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

**TECHNOLOGINIŲ SĄLYGŲ ĮTAKOS MEZGINIŲ
STRUKTŪRINĖMS IR MECHANINĖMS SAVYBĖMS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Tekstilės inžinerija (kodas 621J40002)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Daiva Mikučionienė
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Audronė Ragaišienė
(data)

Projektą atliko

(parašas) Alina Ventis
(data)

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Alina Ventis

(Studento vardas, pavardė)

Tekstilės inžinerija (kodas 621J40002)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Technologinių sąlygų įtakos mezginių struktūrinėms ir mechaninėms savybėms tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Alinos Ventis**, baigiamasis projektas tema „Technologinių sąlygų įtakos mezginių struktūrinėms ir mechaninėms savybėms tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Ventis, A. Technologinių sąlygų įtakos mezginių struktūrinėms ir mechaninėms savybėms tyrimas / Polimerų ir tekstilės technologijų magistro baigiamasis projektas/ vadovas doc. dr. D. Mikučionienė/ Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas, Medžiagų inžinerijos katedra.

Kaunas, 2016. 50 psl., 28 pav., 23 lent.

SANTRAUKA

Magistrinio projekto tikslas - nustatyti technologinių sąlygų įtaką skersinių mezginių, skirtų viršutinių drabužių asortimentui, struktūrinėms ir mechaninėms savybėms.

Magistrinio projekto eksperimentiniams tyrimams atlikti buvo pasirinkti trijų skirtingų pluoštinių sudėčių verpalai. Tai 100 % vilnoniai verpalai, mišriapluoščiai 50/50 % vilna/PAN verpalai ir 100 % PAN (akrilnitriliniai) verpalai. Tyrimams reikalingi bandomieji mežginiai buvo numegzti lygiuoju skersiniu pynimu 10E klasės plokščiąja skersinio mežgimo mašina UAB „Garlita“. Bandinių mežgimas buvo organizuotas keliais etapais. Iš visų trijų pluoštinių sudėčių verpalų buvo numegztos penkios mežginių partijos. Bandomieji mežginiai buvo numegzti iš nekondicionuotų verpalų ir 1, 2, 5, 24 valandas kondicinėmis sąlygomis išlaikytų verpalų.

Tyrimo metu buvo nustatyti vertikalūs ir horizontalūs mežgtų bandinių tankumo koeficientai, kurie buvo matuojami šešiais etapais: iš karto po mežgimo bei bandiniui išbuvus 1, 2, 5, 10 ir 24 valandas kondicinėse sąlygose. Nustačius vertikalųjį ir horizontalųjį mežgtų bandinių tankumus buvo apskaičiuotos mežginių kilpos aukščio ir kilpos žingsnio vertės. Tyrimo metu nustatyta technologinių sąlygų įtaka mežginio matmenims. Siūlų kondicionavimo ir mežginių relaksavimo po mežgimo įtaka mežginio detalės matmenims vertikalio ir horizontalio kryptimis buvo nustatoma įvertinant kilpos geometrijos pokyčius. Taip pat visų trijų pluoštinių sudėčių verpalams ir bandomiesiems mežginiams buvo atliktas deformacinių ir stipruminių savybių tyrimas.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad didėjant siūlų kondicionavimo trukmei, kilpos plotis nuosekliai mažėja ir horizontalusis kilpų tankumas nuosekliai didėja. Tyrimai parodė, kad mežgtos detalės matmenims turi įtakos tiek verpalų kondicionavimo, tiek mežginio relaksavimo trukmė. Taip pat nustatyta, kad verpalų relaksacija kondicinėmis sąlygomis mežginių stiprumui įtakos neturi. Tačiau pastebėta ženkliai įtaka trūkimo išėjimui.

Ventis. A. Investigation of Influence of Technological Conditions on Structural and Mechanical Properties of Knits / Polymers and Textiles Technologies Master's Project/ Supervisor doc. dr. D. Mikučionienė/ Department of Materials Engineering, Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.
Kaunas, 2016 – 50 pages, 28 pictures, 23 tables.

SUMMARY

The aim of the research project was to determine the influence of the technological conditions on to the structural and mechanical properties of plain single jersey-knitted fabrics intended for outerwear range.

Three different type yarns with different fibre compositions have been selected for the experimental investigations: 100% woollen yarns, 50/50 % wool/PAN blended yarns and 100% PAN (acrylic) yarns. The samples of plain single jersey-knitted fabrics, used for investigations, have been knitted in UAB “Garlita” using a 10E gauge flat double needle bed weft knitting machine. The knitting of the samples was organized in several stages. Five parties of knitted fabrics have been knitted using all three different yarn compositions. The fabrics were knitted of unconditioned yarns and of yarns, conditioned in standard atmosphere conditions for 1, 2, 5, and 24 hours.

The course and wale density coefficients of knitted fabrics were determined. They were measured in 6 stages – immediately after knitting and after fabrics were conditioned for 1, 2, 5, 10, 24 hours in standard atmosphere conditions. After determining the course and wale densities, the course spacing and the wale spacing values of knitted fabrics were calculated. The influence of the technological properties on to the knitted fabric dimensions was also found in the research. The influence of yarn conditioning and relaxation after the knitting to the knitted fabric dimensions in both horizontal and vertical directions was determined by evaluating the geometrical changes of the stitches. Also, the deformation and strength properties for all three different types of yarns and all knitted fabrics were measured during the tensile test.

It was determined that increasing of conditioning duration leads to consistent decrease of the wale spacing and to the consistent increase of course density. Also, it was found that relaxation duration of both the yarn and the fabric have significant influence on to the final dimensions of the fabric. It was also found that relaxation of the yarns in standard atmosphere conditions has no influence to the knitted fabric strength properties. However, it has significant influence on to the elongation values.

Turinys

Įvadas.....	8
1. Literatūros apžvalga	9
1.1. Mezginių gamybai naudojami pluoštai	9
1.2. Mezginių sandara ir jos pokyčiai	10
1.3. Mezginių sandarą lemiantys veiksniai	11
1.5. Literatūros apžvalgos apibendrinimas	15
2. Tyrimo objektas ir metodika.....	16
2.1. Verpalai, naudoti bandymams atlikti	16
2.2. Bandomųjų mezginių mezgimo sąlygos	16
2.3. Faktinio kilpos ilgio nustatymo metodika	17
2.4. Mezginių tankumo nustatymo metodika.....	17
2.5. Mezginių ir jiems naudotų verpalų deformacinių ir stipruminių savybių nustatymo metodika	18
2.6. Verpalų ir mezginių relaksacijos sąlygų įtakos gaminio matmenims tyrimo metodika	19
3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas	22
3.1. Sandaros rodiklių tyrimas	22
3.2. Verpalų ir mezginių relaksacijos sąlygų įtakos gaminio matmenims tyrimas.....	30
3.3. Trūkimo charakteristikos	33
Išvados	44
Literatūros sąrašas	45

Paveikslų sąrašas

1.1.1. pav. Vilnos pluošto struktūra.....	10
1.1.2. pav. Vilnos plaukelio mikroskopinis vaizdas.....	10
1.3.1. pav. Tempimo diagrama.....	12
2.2.1. pav. Mezginio mašina „Stoll CMC 530 HP“ (Vokietija).....	16
2.5.1. pav. Dinamometro „Zwick Z005“ (Vokietija) vaizdas.....	19
3.1.1. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynapluoščių vilninių mezginių vertikalo tankumo P_v koeficiento vertei.....	26
3.1.2. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynapluoščių vilninių mezginių horizontalo tankumo P_h koeficiento vertei.....	27
3.1.3 pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynapluoščių akrilinių mezginių vertikalo tankumo P_v koeficiento vertei.....	27
3.1.4. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynapluoščių akrilinių mezginių horizontalo tankumo P_h koeficiento vertei.....	28
3.1.5. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka mišriapluoščių vilninių/PAN mezginių vertikalo tankumo P_v koeficiento vertei.....	28
3.1.6. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka mišriapluoščių vilninių/PAN mezginių horizontalo tankumo P_h koeficiento vertei.....	29
3.3.1. pav. Grynapluoščių vilninių, akrilinių ir mišriapluoščių PAN/vilninių verpalų trūkimo kreivės.....	33
3.3.2. pav. Iš nerelaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi.....	34
3.3.3. pav. Iš 24 valandas relaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi.....	35
3.3.4. pav. Iš nerelaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi.....	35
3.3.5. pav. Iš 24 valandas relaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi.....	36
3.3.6. pav. Iš nerelaksavusių grynapluoščių vilninių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi.....	37

3.3.7. pav. Iš 24 valandas relaksavusių grynpluoščių vilnionių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi	37
3.3.8. pav. Iš nerelaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi.....	38
3.3.9. pav. Iš 24 valandas relaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi.....	38
3.3.10. pav. Iš nerelaksavusių mišriapluoščių vilnionių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi.....	39
3.3.11. pav. Iš 24 valandas relaksavusių mišriapluoščių vilnionių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi.....	39
3.3.12. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių vilnionių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi.....	40
3.3.13. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių vilnionių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi.....	40
3.3.14. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi	41
3.3.15. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi.....	41
3.3.16. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių mišriapluoščių vilnionių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi.....	42
3.3.17. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių mišriapluoščių vilnionių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi.....	42

Lentelių sąrašas

2.2.1. lentelė. Mezgimo mašinos „Stoll CMC 530 HP“ (Vokietija) techninės charakteristikos.....	16
3.1.1. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	22
3.1.2. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš 1 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	22
3.1.3. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš 2 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	22
3.1.4. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš 5 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	23
3.1.5. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš 24 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	23
3.1.6. lentelė. Grynpluoščių akrilinių mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	23
3.1.7. lentelė. Grynpluoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 1h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	24
3.1.8. lentelė. Grynpluoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 2h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	24
3.1.9. lentelė. Grynpluoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 5h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	24
3.1.10. lentelė. Grynpluoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 24h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	24
3.1.11. lentelė. Mišriapluoščių vilnionių/PAN mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	25
3.1.12. lentelė. Mišriapluoščių vilnionių/PAN mezginių, numegztų iš 1h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	25
3.1.13. lentelė. Mišriapluoščių vilnionių/PAN mezginių, numegztų iš 2h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	25
3.1.14. lentelė. Mišriapluoščių vilnionių/PAN mezginių, numegztų iš 5h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	25

3.1.15. lentelė. Mišriapluoščių vilnionių/PAN mezginių, numegztų iš 24h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas.....	25
3.2.1. lentelė. Grynapluoščių vilnionių mezginių kilpų žingsnis A (mm) ir kilpų eilutės aukštis B (mm).....	30
3.2.2. lentelė. Grynapluoščių akrilinių mezginių kilpų žingsnis A (mm) ir kilpų eilutės aukštis B (mm).....	30
3.2.3. lentelė. Mišriapluoščių PAN/vilnionių mezginių kilpų žingsnis A (mm) ir kilpų eilutės aukštis B (mm).....	30
3.2.4. lentelė. Iš grynapluoščių vilnionių verpalų numegztos detalės matmenų (ilgio, mm, ir pločio, mm) pokytis, priklausomai nuo technologinių sąlygų.....	31
3.2.5. lentelė. Iš grynapluoščių akrilinių verpalų numegztos detalės matmenų (ilgio, mm, ir pločio, mm) pokytis, priklausomai nuo technologinių sąlygų.....	32
3.2.6 lentelė. Iš mišriapluoščių PAN/vilnionių verpalų numegztos detalės matmenų (ilgio, mm, ir pločio, mm) pokytis, priklausomai nuo technologinių sąlygų.....	32
3.3.1. lentelė. Grynapluoščių vilnionių, akrilinių ir mišriapluoščių PAN/vilnionių verpalų trūkimo charakteristikos.....	33

Ivadas

Mezginių populiarumas visame pasaulyje auga dėl lengvai modifikuojamos ir greitos gamybos technologijos, sąlyginai žemos gamybos kainos, dėl komfortiškos mezginio struktūros, taip pat dėl to, kad mezgimo technologija yra tinkama įvairiems erdviniams ir/ar baigtiniams produktams gaminti bei mados tendencijoms lanksčiai įgyvendinti. Mezginiai gali būti naudojami beveik visame aprangos gaminių spektre. Dedama daug pastangų, atliekama daug tyrimų, kad šios struktūros būtų dar labiau ištobulintos – derinami skirtingi pluoštai, naudojamos įvairios verpalų struktūros, kuriami nauji pynimai ar įvairiai derinami jau žinomi pynimai, kuriamos naujos apdailos technologijos.

Mezginių gamybos įmonės dažnai susiduria su įvairiomis mezginių savybių valdymo problemomis. Viena iš jų – nekontroliuojami mezginių matmenų pokyčiai. Su šia problema dažnai susiduriama pusiaureguliuojamos ir baigtinės gamybos metu. Susiuvant kuponus į bendrą gaminį gana dažnai pasitaiko kuponų nesutaptis. Nesutampa priekio ir nugaros detalių ilgis, skiriasi tankumai. Įmonėje, mezgimo ceche, mezginiai mezgami kondicinėmis aplinkos sąlygomis (arba bent jau artimomis joms), tačiau verpalai neretai sandėliuojami sandėliuose, kuriuose kondicinių sąlygų užtikrinimo galimybių nėra. Sandėliuose žiemą dažnai būna net neigiama temperatūra. Manoma, kad toks oro sąlygų pokytis gali turėti įtakos verpalų (ypač natūralių) savybėms, o tuo pačiu ir kuponų bei baigtų gaminių savybėms. Todėl magistro baigiamajame darbe buvo atlikti tyrimai, siekiant nustatyti mezgimo technologinių sąlygų įtaką grynpluoščių vilnonių, akrilinių ir mišriapluoščių akrilinių/vilnonių mezginių struktūrinėms ir mechaninėms savybėms.

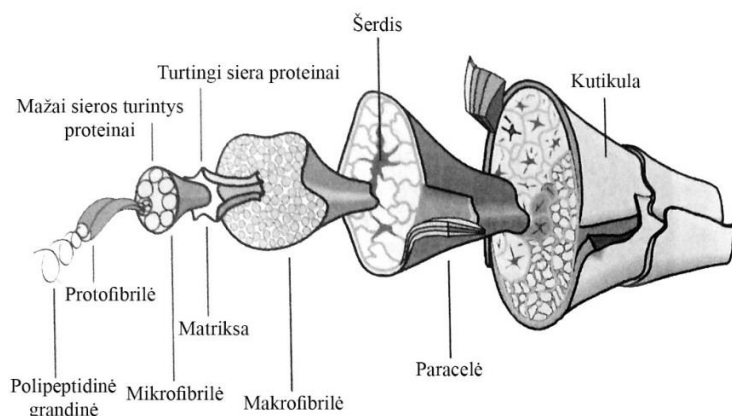
1. Literatūros apžvalga

1.1. Mezginių gamybai naudojami pluoštai

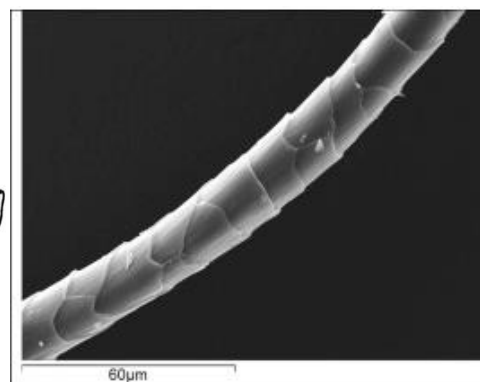
Mezgimo pramonėje permainos neišvengiamos dėl dažnų mados tendencijų pokyčių, kurie skatina mezgimo procesuose naudoti skirtingas siūlų, medžiagų, dizaino ir stiliaus variacijas. Šie elementai vaidina labai svarbų vaidmenį mados tendencijoms, ypač kasdieninio dėvėjimo ir sportinės aprangos segmentuose. Megztiniai gaminiai mezgami iš verpalų (vilninių, medvilninių, cheminių ir mišrių pluoštų), vienagijų ir daugiagijų siūlų (dirbtinių ir sintetinių), netekstilinių siūlų, taip pat iš įvairių siūlų derinių. Aprangai dažniausiai naudojami natūralių, dirbtinių ir sintetinių pluoštų siūlai bei jų deriniai.

Šiame skyriuje bus apžvelgti trys tiriamajame darbe naudojami pluoštai – vilnos, akrilinis ir mišrus vilnos/akrilinis pluoštai.

Vilnos pluoštas plačiai naudojamas mezginių, audinių, neaustinių medžiagų gamyboje, taip pat namų tekstilei ir techninės paskirties gaminiams. Vilnos pluoštas turi unikalią struktūrą ir ypatingų savybių. Tekstilės pramonėje naudojama įvairių gyvūnų vilna – avių, ožkų, kupranugarių, triušių ir kt. Plačiausiai naudojama avių vilna. Vilna – gamtinis gyvulinis (baltyminis) pluoštas. Jis sudarytas iš baltymo – keratino. Tai labai nevienodų savybių pluoštas. Įvairių avies kailio vietų vilna yra skirtinga, todėl prieš atiduodant į gamybą, rūšiuojama. Vilna skirstoma pagal plaukelių plonį, spalvą, ilgį, stiprumą ir kitas fizikines ir mechanines savybes. Avių vilnoje gali būti keturių rūšių plaukų: pūkų, tarpinių plaukų, akuotų ir negyvų plaukų. Vilnos pluoštas yra daugialąstis. Plauko struktūroje išskiriami trys sluoksniai: žvynelinis, kamštinis ir šerdinis. Dėl plauko struktūroje esančių žvynelių, vilnos pluoštas gali būti veliamas. Vilnos pluoštas yra hidrofilinis ir geba sugerti iki trečdaliao savo svorio. Šis pluošto gebėjimas sugerti drėgmę neleidžia kauptis statinei elektros energijai, todėl vilnos pluoštas netraukia nešvarumu ir dulkių iš oro. Vilnos pluoštas yra labiau atsparus ugniai, nei daugelis kitų gamtinių pluoštų. Taip pat šis pluoštas pasižymi geromis stiprumo, elastingumo, patvarumo, šilumos izoliacinėmis savybėmis, nesiglamžo, nealergiškas, higieniškas, laidus orui, taip pat yra labai atsparus rūgštims, gerai dažosi ryškiomis spalvomis. Vilnos pluoštą galima nudažyti labai ryškiomis ir sodriomis spalvomis. Geriausiai vilna nusidažo rūgštiniais, metalokompleksiniais, chrominiais ir aktyviniais dažikliais, tačiau vilnos pluoštas turi didelį jautrumą apdailos reagentams ir terpėms, šarmams, redukuojančioms ir oksiduojančioms medžiagoms. [1 – 6].



1.1.1. pav. Vilnos pluošto struktūra [6]



1.1.2. pav. Vilnos plaukelio mikroskopinis vaizdas [4]

Akrilinis pluoštas - tai cheminis sintetinis pluoštas. Šio pluošto linijinių makromolekulių grandinėse yra ne mažiau kaip 85% (pagal masę) pasikartojančių akrilnitrilo grupių. Šis pluoštas labai plačiai naudojamas tekstilės, ypač mezgimo, pramonėje. Akrilinis pluoštas dažnai naudojamas drabužių gamyboje (suknelėms, megztiniams, paltams, pirštinėms, kepurėms, pamušalams, kojnėms, laisvalaikio ir sporto aprangai, kailių imitacijai ir kt.), buitinėje tekstilėje (antklodės, staltiesės, kilimai, užuolaidos, apmušalai ir kt.) bei techninėje tekstilėje (automobilių pramonė, filtrai, tentai ir kt.). Akrilinis pluoštas pasižymi minkštumu, elastingumu, stiprumu tiek sausoje, tiek šlapioje būsenoje, patvarumu, tamprumu, atsparumu šviesos bei atmosferos poveikiui, gerai izoliuoja šilumą, atsparus organinėms rūgštims ir oksiduojančioms medžiagoms, todėl yra ilgaamžis, turi didelį atsparumą pumpuravimuisi, greitai džiūsta, atsparus dilinimui, puikiai išlaiko jam suteiktą formą, geros drapiravimosi savybės [7 – 9].

Vilnionių ir akrilinių pluoštų mišiniai yra labai populiarūs mezginių pramonėje. Akrilinis pluoštas savo savybėmis labai panašus į vilnos pluoštą. Norint atpiginti ir pagerinti kai kurias gaminių savybes, vilnos pluoštas įvairiais santykiais maišomas su akriliniu pluoštu. Sumaišius vilnos pluoštą su akriliniu, pagerėja gaminių stipruminės, tamprumo, patvarumo, ilgaamžiškumo savybės. Gaminiai, numegzti iš mišriapluoščių vilnionių / akrilinių verpalų, pumpuruojasi mažiau negu gaminiai, numegzti iš grynapluoščių verpalų. Taip pat gaminiai pasižymi geresnėmis drapiravimosi savybėmis, geriau išlaiko jiems suteiktą formą [10 – 12].

1.2. Mezginių sandara ir jos pokyčiai

Pagrindiniai mezginių sandarą apibūdinantys rodikliai yra – kilpos ilgis l , kilpos žingsnis A , kilpos aukštis B , tankumų santykio koeficientas C .

Kilpų žingsnis priklauso nuo mezgimo mašinos tipo ir klasės, pynimo, siūlo charakteristikų – pluoštinės sudėties, ilginio tankio. Projektuojant naują mezginį parametras A parenkamas iš žinytų, atsižvelgus į mezginio pynimą. Kilpų eilutės aukštis priklauso nuo mezgimo mašinos charakteristikų (kulyravimo gylio, atitraukimo jėgos), pynimo ir siūlo charakteristikų. Tankumų santykio koeficientas leidžia tarpusavyje palyginti skirtingais įrenginiais numegztų mezginių tankumus, įvertinti, ar naujai projektuojamo mezginio tankumai yra rekomenduojamų tankumų ribose. Pagrindinis mezginio sandaros elementas yra kilpa. Kiekviena kilpa yra erdvinė kreivė, nuo kurios formos ir ilgio priklauso daugelis mezginio savybių. Kintant kilpos ilgiui, taip pat kinta ir mezginio savybės [13 – 15]. Tyrimo [16 – 18] rezultatai parodė, kad skirtingos mezgimo struktūros turi labai didelę įtaką kilpos ilgiui.

Tyrimai rodo, jog tarp stulpelių ir eilučių tankumo ir kilpos ilgio egzistuoja atvirkštinė tiesinė priklausomybė, o kilpos žingsnis ir kilpos aukštis yra tiesiškai susiję su kilpų tankumu, kurie apibūdina taip pat ir kilpos formos pokyčius [19]. Tyrimo [20] autoriai teigia, jog tarp kilpos aukščio, kilpos žingsnio ir kilpos ilgio egzistuoja stipri tiesinė priklausomybė – padidėjus kilpos ilgiui, kilpų žingsnis bei kilpų eilutės aukštis taip pat padidėja. Tokia pati priklausomybė minima ir [21] šaltinyje: didėjant kilpos ilgiui, kilpų skaičius skersine ir išilgine kryptimi mažėja.

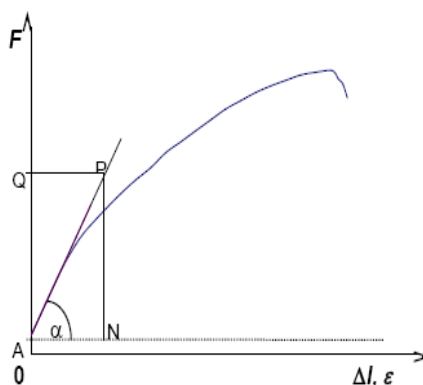
1.3. Mezginių sandarą lemiantys veiksniai

Visi mezginių parametrai, taip pat ir jų matmenys gali būti keičiami, keičiant vidutinį siūlo, išlankstyto į kilpą ilgį [13]. Yra žinoma, kad skersinio mezginio sandaros savybės priklauso nuo kilpos ilgio [14, 15]. Didinant ar mažinant kilpos ilgį pasiekiamos norimos mezginio mechaninės ir fizikinės savybės. Kilpos ilgis labiausiai priklauso nuo kulyravimo gylio, siūlo grįžtamojo ištraukimo iš kilpos kulyravimo metu, mezginio atitraukimo jėgos. Siūlo, išlankstyto į kilpą, ilgis taip pat priklauso nuo siūlo ilginio tankio, siūlų skaičiaus kilpoje, siūlų standumo, siūlo įtempio mezgimo metu, siūlų trinties [22 – 26]. Kulyruojant mezgančios adatos nusileidžia į žemiausią padėtį numetimo linijos atžvilgiu, naujoji kilpa pilnai ištraukiama pro senąją, suformuojamas užsiduotas naujosios kilpos ilgis. Pilnai suformavus kilpų eilutę, prasideda adatų paruošimas, kurio metu jos iškeliamos į aukščiausią padėtį taip, kad ant jų būtų paklotas naujas siūlas. Kilpų sudarymo proceso metu iš gretimų suformuotų tos pačios eilutės kilpų yra ištraukiama dalis siūlo. Šio proceso metu gali būti prarasta iki 50 procentų kilpos ilgio [26, 27].

Išnagrinėjus geometrinius kilpų modelius, aiškiai matyti, jog kilpos ilgis priklauso nuo siūlo skersmens. Didėjant siūlo skersmeniui – siūlo ilginiam tankiui – vidutinis siūlo, išlankstyto į kilpą, ilgis taip pat didėja. Grabowska ir kt. [28] nustatė, kad didesnis siūlo ilginis tankis sąlygoja didesnę

kilpos ilgį. Tai galima paaiškinti ir padidėjusiu siūlo standumu. Mezgimo metu siūlai yra lenkiami, o kilpos forma priklauso nuo siūlo lenkiamojo standžio. Standis priklauso nuo siūlo storio, jį sudarančių pluoštų standumo, skerspjūvio formos ir sukrio (kuo siūlų sukris didesnis, tuo jie standesni) [29 – 31]. Siūlo standį galima apibūdinti moduliū, kurį parodo tempimo diagramos (1.3.1. pav.) pradinės dalies posvyrio kampas. Pradinis standumo modulis E apskaičiuojamas kaip kampo, esančio tarp tempimo kreivės ir ordinačių ašies, tangentas:

$$E = \tan \alpha \quad (1)$$



1.3.1. pav. Tempimo diagrama [32]

Šis parametras svarbus ir tuo, kad daugelyje technologinių procesų siūlai yra veikiami jėgų, atitinkančių pradinę tempimo diagramos dalį, tai yra 1 – 2 % santykinės deformacijos dydį. Pagal tai galima nustatyti siūlų pradinės įrašos dydį.

Dhingra ir Postle [33] tyrinėjo mišrių vilnonių/poliamidinių verpalų lenkimo charakteristikas. Jie nustatė, kad šukuotinių verpalų lenkiamasis standis sumažėjo, padidėjus verpalo sukriui. Siūlų elgsena lenkimo metu priklauso nuo siūlų mechaninių savybių, pluoštų išsidėstymo ir tarpusavio sąveikos bei siūlo geometrijos. Ištyrus verpalų lenkiamąjį standį, atsižvelgiant į verpalų ir juos sudarančių pluoštų geometriją ir struktūrinius parametrus, nustatyta, kad verpalų lenkiamasis standis sumažėjo, padidėjus tamprumo ir šlyties modulių santykiui. Taip pat nustatyta, kad verpalų lenkiamasis standis sumažėja padidėjus siūlo sukrio kampui.

Siūlo, tiekiamo į mezgimo mašiną, įtempis taip pat yra svarbus technologinis parametras. Siūlo įtempis apibūdina mezgimo proceso kokybę, mezgimo mašinos darbą [34, 35]. Norint pasiekti optimalius mezginio struktūros parametrus, būtina optimizuoti tiekiamo siūlo pradinę įrašą. Tiekiamo siūlo pradinis įtempis turėtų būti apie 2 – 3 cN [36]. Didesnis siūlo įtempis sąlygoja didesnę elastinę grįžtamąją gebą mezgimo zonoje, o tai lemia trumpesnių kilpų, lyginant su suprojektuoto mezginio kilpų ilgiu, formavimą [37]. Taip pat mezgimo proceso metu siūlas yra lenkiamas, sukamas ir gniuždomas į mechanines mezgimo mašinos dalis. Tai sąlygoja didesnę siūlo

įtempį. Todėl, perdurbant siūlus į tekstilės medžiagas, būtina žinoti naudojamos pluoštinės sudėties siūlų trinties savybes, kurios rodo žaliavos perdurbamumo galimybes ir, tuo pačiu, mezgutinės medžiagos savybes [38, 39].

Technologinių procesų metu siūlai ir medžiagos juda įvairiais darbo paviršiais ir vienas kito atžvilgiu. Visa tai turi didelę įtaką mezgimo technologiniam procesui sudarant kilpas. Sąveika tarp siūlų sąlygoja skirtingas mezginių mechanines savybes. Taip pat ši sąveika sukelia trintį, kuri tiesiogiai lemia gamybos našumą ir gaminių kokybę [38 – 40]. Didelis siūlų ar verpalų sukris sumažina trinties koeficientą. Kai siūlo linijinis greitis didėja, trinties koeficientas taip pat didėja. Siūlo trinties jėgas taip pat veikia siūlo pūkuotumas, šiurkštumas, riebalinių medžiagų klampumas ir kiekis ant paviršių, slėgis tarp judančių kūnų, siūlų pluoštinė sudėtis, pluoštų maišymo santykis mišriapluoščiuose verpaluose, pluoštų, sudarančių verpalus, lygumas [38 – 42].

Gaminio matmenų pokyčiai yra didelė skersinių mezginių problema. Įvairios mezginių charakteristikos bei verpalų savybės turi didelę įtaką mezginių matmenų stabilumui. Verpalų rūšis bei pluošto mišinio sudėtis turi didelę reikšmę mezginių matmenų pokyčiams tiek skersine, tiek išilgine kryptimi. Po mezginių relaksacijos yra pastebimi mezginio struktūros pokyčiai dėl kilpos ilgio pokyčio, o tai turi įtakos kitoms mezginio savybėms. Tyrėjai [43 – 48] nustatė, kad po šlapios, sausos ir skalbimo relaksacijos mezginiuose pakinta kilpos ilgis, kuris turi įtakos mezginių vertikaliam ir horizontaliam tankumui. Relaksacijos metu pakitęs kilpos ilgis turi didelę įtaką mezginių savybėms, bei matmenų pokyčiams.

Mokslininkai [16] atliko tyrimus ir nustatė mechaninės, cheminės ir kompleksinės relaksacijos poveikį mezginio struktūrai. Jie tyrė šiuos relaksacijos tipus:

Mechaninės relaksacijos tipai:

- Sausa relaksacija – bandiniai išbūna 24 valandas kondicinėmis sąlygomis ($t = 25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, $h = 65 \pm 2\%$).
- Šlapia relaksacija – bandiniai panardinti 12 valandų į 38°C temperatūros vandenį su 0,01 procento drėkinimo agento. Tada bandiniai išimami ir džiovinami 24 valandas kondicinėmis sąlygomis.
- Skalbimas – bandiniai išskalbti (35 min.) buitine skalbimo mašina 50°C temperatūroje vandenyje, kuriame buvo 0,1 procentas natūralaus ploviklio. Bandiniai išdžiovinami (10 min.) būgnine džiovykla ir laikomi 24 valandas kondicinėmis sąlygomis.
- Ultragarso bangos – bandiniai laikomi ultragarso valymo vonelėje, kurioje bangų dažnis yra 35 kHz, bangų intensyvumas $9\text{W}/\text{cm}^2$, vandens temperatūra 70°C . Vonelėje bandiniai laikomi 10 minučių. Bandiniai vėliau džiovinami 24 valandas kondicinėmis sąlygomis.

Cheminės relaksacijos tipai:

- Cheminė relaksacija – bandiniai pamerkiami į vonelę su 2 g/l katijoninio ploviklio, esant 50°C temperatūrai, ir laikomi 20 minučių. Tada bandiniai išimami, švelniai nusausinami bei džiovinami 24 valandas kondicinėmis sąlygomis.

Kompleksiniai relaksacijos metodai:

- Skalbimas su plovikliu – bandiniai skalbiami buitine skalbimo mašina 50°C temperatūroje vandeniui, kuriame yra 2g/l katijoninio ploviklio. Bandiniai, išdžiovinti (10 min.) būgnine džiovykla, laikomi 24 valandas kondicinėmis sąlygomis.
- Ultragarinis–cheminis – bandiniai sudedami į ultragarinio valymo vonelę, kurioje yra 2g/l katijoninio ploviklio. Bangų dažnis yra 35 kHz, bangų intensyvumas 9W/cm², vandens temperatūra 70°C. Vonelėje bandiniai laikomi 10 minučių. Vėliau bandiniai džiovinami 24 valandas kondicinėmis sąlygomis

Po kiekvieno relaksacijos metodo buvo matuojami šie parametrai: stulpelių skaičius centimetre, eilučių skaičius centimetre, kilpų skaičius kvadratiniam centimetre. Taip pat buvo nustatytos K_s (medžiagos pastovus matmenų parametras) ir K_r (kilpos formos koeficientas) vertės. Nustatyta, kad po šlapios relaksacijos mezginių vidiniai įtempiai yra mažesni negu po sausos relaksacijos. Skalavimo relaksacijos metu bandinius džiovinant būgnineje džiovykloje, pastebėtas didesnis mezginių susitraukimas negu šlapios relaksacijos metu. Nustatyta, kad mezginių relaksavimas ultragarsu yra efektyvesnis negu įprasti mechaniniai relaksavimo metodai. Cheminio relaksavimo proceso poveikis priklauso nuo mezginių pluoštinės sudėties. Kompleksinio relaksavimo atveju mezginių santrauka skalbiant, lyginant su paprastu skalbimu gauta didesnė. Tyrėjai nustatė, kad ultragarinis-cheminis relaksavimas suteikė didžiausias K_s vertes visoms medžiagoms. K_s vertė po minėtos relaksacijos yra artima idealiai K_s reikšmei. Taip pat teigiama, kad relaksavimas ultragarsiniu-cheminiu metodu geriausiai išlaiko kilpos formą nepakitusią ir užtikrina geriausią matmenų stabilumą, lyginant su kitais nagrinėtais metodais.

Emirhanova ir Kavusturan [17] tyrė keturiolikos skirtingų struktūrų mezginių iš 80 % vilnos / 20 % poliamido pluoštinės sudėties verpalų matmenų pokyčius taikant sausą, šlapią ir skalavimo relaksacijas. Rezultatai parodė, kad gaminio masei didesnę įtaką turėjo mezginio struktūra negu relaksacijos tipas, tačiau relaksacijos tipas taip pat labai reikšmingas. Mezginio stulpelių ir eilučių skaičius ilgio vienetu yra priklausomas nuo mezginio struktūros taip pat, kaip ir nuo relaksacijos tipo. Ši priklausomybė labai svarbi. Tyrimo rezultatai parodė, kad mezginio eilučių kiekis ilgio vienetu, taikant sausą, šlapią ir skalavimo relaksacijas, tarpusavyje labai skiriasi. Tuo tarpu mezginio stulpelių kiekis ilgio vienetu, taikant skalavimo relaksaciją, labai skyrėsi nuo stulpelių kiekio, taikant

sausą ir šlapią relaksacijas. Gaminio masė labai skiriasi lyginant gaminius, kurie relaksavo šlapiai, ir gaminius, kurie relaksavo skalbimo būdu.

1.5 . Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Megztiniai gaminiai mezgami iš verpalų, vienagijų ir daugiagijų siūlų, netekstilinių siūlų, taip pat iš įvairių siūlų derinių. Aprangai dažniausiai naudojami natūralių, dirbtinių ir sintetinių pluoštų siūlai bei jų deriniai.

Pagrindiniai mezginių sandarą apibūdinantys rodikliai yra kilpos ilgis, kilpų žingsnis, kilpos aukštis, tankumų santykio koeficientas. Tarp kilpos aukščio, kilpų žingsnio ir kilpos ilgio egzistuoja stipri tiesinė priklausomybė – padidėjus kilpos ilgiui, kilpų žingsnis bei kilpų eilutės aukštis taip pat padidėja.

Kilpos ilgis ir forma turi įtakos mezginio sandaros rodikliams ir mezginio savybėms. Kilpos ilgis priklauso nuo verpalų ilginio tankio, standumo, įtempio mezgimo metu, trinties, taip pat nuo kulyravimo gylio, mezginio atitraukimo jėgos.

Įvairios mezginių charakteristikos bei verpalų savybės turi didelę įtaką mezginių matmenų stabilumui. Verpalų tipas bei pluošto mišinio sudėtis turi didelę reikšmę mezginių matmenų pokyčiams tiek skersine, tiek išilgine kryptimi. Po mezginių relaksacijos yra pastebimi mezginio struktūros pokyčiai dėl kilpos ilgio pokyčio, o tai turi įtakos kitoms mezginio savybėms.

Atlikus literatūros šaltinių analizę suformuluotas magistro baigiamojo projekto tikslas ir uždaviniai.

Darbo tikslas: ištirti ir nustatyti mezgimo technologinių sąlygų įtaką grynpluoščių vilnionių, akrilinių ir mišriapluoščių akrilinių/vilnionių mezginių struktūrinėms ir mechaninėms savybėms.

Darbo uždaviniai:

1. Suprojektuoti ir skirtingomis technologinėmis sąlygomis pagaminti tiriamuosius mezginius iš grynpluoščių vilnionių, akrilinių ir mišriapluoščių vilnionių/akrilinių verpalų.
2. Nustatyti technologinių sąlygų įtaką mezginių struktūrinėms rodikliams.
3. Nustatyti verpalų ir mezginių relaksacijos sąlygų įtaką gaminio matmenims.
4. Nustatyti technologinių sąlygų įtaką mezginių trūkimo charakteristikoms.

2. Tyrimo objektas ir metodika

Magistrinio projekto eksperimentiniai bandymai buvo atlikti kondicinėmis sąlygomis pagal standartą LST EN ISO 139:2005 (temperatūra $t = 20 \pm 2$ °C, santykinis oro drėgnis $\varphi = 65 \pm 4$ %) [50].

2.1. Verpalai, naudoti bandymams atlikti

Magistrinio darbo eksperimentiniams tyrimams atlikti buvo pasirinkti trijų skirtingų pluoštinių sudėčių verpalai. Tai 100 % vilnoniai verpalai, mišriapluoščiai 50/50 % vilnoniai/akriliniai verpalai ir 100 % PAN (akrilnitriliniai) verpalai. Visų trijų variantų verpalų ilginis tankis buvo toks pats, tai yra $25 \text{ tex} \times 2$.

2.2. Bandomųjų mezginių mezgimo sąlygos

Bandomieji mezginiai buvo numegzti lygiuotu skersiniu pynimu „Stoll CMC 530 HP“ (Vokietija) 10E klasės plokščiąja skersinio mezgimo mašina UAB „Garlita“ įmonėje. Mezgimo mašinos vaizdas ir techninės charakteristikos pateikti 2.2.1. pav. ir 2.2.1. lentelėje.



2.2.1. pav. Mezgimo mašina „Stoll CMC 530 HP“ (Vokietija) [51].

2.2.1 lentelė. Mezgimo mašinos „Stoll CMC 530 HP“ (Vokietija) techninės charakteristikos [51]

Mezgimo sistemų skaičius	1 x 3
Maksimalus mezgimo greitis, m/s	1,2
Maksimalus darbinis plotis, cm	127
Klasė	E 10

Bandinių mezgimas buvo organizuotas keliais etapais. Iš visų trijų pluoštinių sudėčių verpalų buvo numegztos penkios mezginių partijos. Bandomieji mezginiai numegzti:

1. Iš nekondicionuotų (atneštų iš sandėlio, kuriame buvo -4°C temperatūra ir 45 % santykinis oro drėgnis) verpalų;
2. Iš 1 valandą kondicinėmis sąlygomis (pagal standartą LST EN ISO 139:2005) išlaikytų verpalų;
3. Iš 2 valandas kondicinėmis sąlygomis (LST EN ISO 139:2005) išlaikytų verpalų;
4. Iš 5 valandas kondicinėmis sąlygomis (LST EN ISO 139:2005) išlaikytų verpalų;
5. Iš 24 valandas kondicinėmis sąlygomis (LST EN ISO 139:2005) išlaikytų verpalų.

2.3. Faktinio kilpos ilgio nustatymo metodika

Faktinis kilpos ilgis l nustatytas pagal BS 5441:1998 standartą [52], ardant mežginį. Iš 10 kilpų atkarpos mezginių (eilutės kryptimi) išardomas siūlas. Išardyto siūlo atkarpa išmatuojama liniuote, o gautas ilgis dalinamas iš 10 (išardytų kilpų skaičiaus). Bandymas kartojamas 5 kartus skirtingose mezginių vietose. Gautos paklaidos neviršijo 5 %.

2.4. Mezginių tankumo nustatymo metodika

Horizontalusis ir vertikalusis mezginių tankumai nustatyti atsižvelgiant į LST EN 14971:2006 standarto [53] keliamus reikalavimus. Prieš tyrimą neįtemptas bandinys paklojamas ant lygaus paviršiaus. Kilpų stulpeliai ir eilutės skaičiuojamos sąlyginiame matavimo ilgio vienetu ir išreiškiamas kilpų skaičiumi 1 centimetre. Kilpų skaičius skaičiuojamas 5 skirtingose mezginių vietose ir ne arčiau kaip 20 cm iki mezginių krašto. Šiame tiriamajame darbe mezginių vertikaliojo ir horizontaliojo tankumų koeficientai buvo matuojami šešiais etapais:

1. Iš karto po mezgimo (nerelaksavusio bandinio);
2. Bandiniui išbuvus 1 valandą kondicinėmis sąlygomis;
3. Bandiniui išbuvus 2 valandas kondicinėmis sąlygomis;
4. Bandiniui išbuvus 5 valandas kondicinėmis sąlygomis;
5. Bandiniui išbuvus 10 valandų kondicinėmis sąlygomis;
6. Bandiniui išbuvus 24 valandas kondicinėmis sąlygomis.

Gautos matavimų paklaidos neviršijo 3 %.

Nustačius vertikalųjį ir horizontalųjį tankumus, mezginių kilpos aukščio ir kilpos žingsnio vertės apskaičiuojamos pagal formules [54] :

$$A = \frac{10}{P_h}; \quad (2)$$

čia A – kilpų žingsnis, mm, P_h – horizontalusis tankumo koeficientas, cm^{-1} ; B – kilpų eilutės aukštis, mm; P_v – vertikalusis tankumo koeficientas, cm^{-1} .

$$B = \frac{10}{P_v}; \quad (3)$$

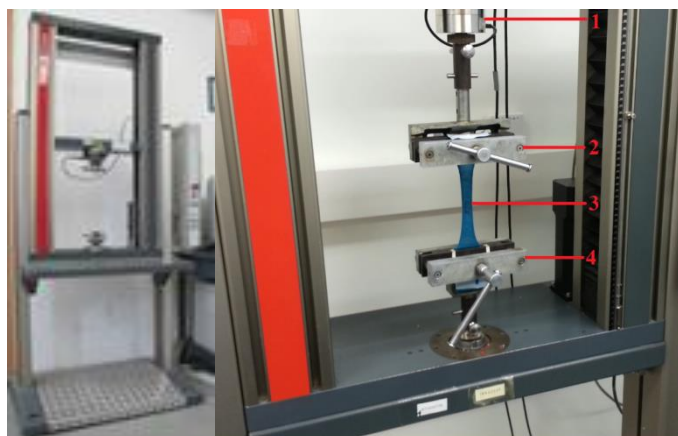
čia A – kilpų žingsnis, mm, P_h – horizontalusis tankumo koeficientas, cm^{-1} ; B – kilpų eilutės aukštis, mm; P_v – vertikalusis tankumo koeficientas, cm^{-1} .

2.5. Mezginių ir jiems naudotų verpalų deformacinių ir stipruminių savybių nustatymo metodika

Mezginių ir verpalų deformacinės ir stipruminės savybės nustatytos universaliu dinamometru „Zwick/Z005” (Vokietija), (žr. 2.5.1. pav). Bandymas buvo atliktas pagal LST EN ISO 2062:2010 standartą [55].

Iš siūlų ritės išvyniotas bandinys įtvirtinamas spaustuose, skirtuose tempti siūlus. Pirmiausia siūlas įtvirtinamas viršutiniame, o vėliau apatiniame spraustuve esant $0,5 \text{ cN/tex} \pm 0,1 \text{ cN/tex}$ įtempiui. Dinamometre įstatomas 200 N jėgos jutiklis, nustatomas 500 mm atstumas tarp spraustuvių, 500mm/min greitis ir pradinė 25 cN apkrova. Tempimo metu specializuota kompiuterine programa registruojami tokie duomenys kaip maksimali trūkimo jėga, maksimali jėga į ploto vienetą, maksimali jėga į masės vienetą, absoliuti trūkimo jėga, trūkimo jėga, savitoji trūkimo jėga, ištįsa esant maksimaliai jėgai, trūkimo ištįsa, darbas esant maksimaliai jėgai, taip pat šių rodiklių vidurkiai, variacijos koeficientai ir vidutinė kvadratinė nuokrypa. Bandymo metu brėžiama pusciklio tempimo kreivė. Bandinys ištempiamas iki trūkimo, esant pastoviai 100 % bandinio ištįsai per minutę. Bandymas kartojamas 30 kartų kiekvienos pluoštinės sudėties verpalui.

Testo metu bandinys tarp spaustuvių negali praslysti daugiau nei 2 mm. Taip nutinkant pakartotinai, būtina pakeisti spaustuvių. Pašalinami tie bandinių rezultatai, kurių bandymo metu atsirado praslydimas ar bandinys nutrūko 5 mm ir arčiau spaustuvo.



2.5.1 pav. Dinamometro „Zwick Z005” (Vokietija) vaizdas. 1 – jėgos jutiklis, 2 – viršutinis spraustuvas, 3 – bandinys, 4 – apatinis spraustuvas.

Mezginių deformacinėms ir stipruminėms savybėms nustatyti naudojami 1 (numegzti iš nekondicionuotų verpalų) ir 5 (numegzti iš verpalų, 24 valandas relaksavusių kondicinėmis sąlygomis) varianto bandomieji mežginiai. Mežginiai sukarpomi į 5 cm pločio ir 10 cm ilgio bandinius skersine ir išilgine kryptimis. Kiekvienai žaliai ir variantui paruošiama po 5 bandinius. Bandinys įstatomas į spraustuvus, skirtus tempti mežginiams ir audiniams. Dinamometre įstatomas 5 kN jėgos jutiklis. Nustatomas 100 mm atstumas tarp spaustuvių, 100 mm/min greitis ir pradinė 0,5 N apkrova. Kiekvienam mežginių variantui atliekama po 10 elementariųjų bandymų.

2.6. Verpalų ir mežginių relaksacijos sąlygų įtakos gaminio matmenims tyrimo metodika

Siūlų kondicionavimo ir mežginių relaksavimo po mežgimo įtaka mežginio detalės (ar kupono) matmenims vertikalia ir horizontalia kryptimis buvo nustatoma, įvertinant kipos geometrijos, t. y., kilpų žingsnio ir kilpų eilutės aukščio, pokyčius. Kadangi kintanti kilpos geometrija pakeičia kilpų tankumą, buvo skaičiuojama, kokią įtaką šie pokyčiai turės 450 mm pločio ir 700 mm ilgio mežto kupono matmenims. Atskaitos, tai yra „0“, tašku buvo pasirinkti 24 valandas kondicinėmis sąlygomis po mežgimo relaksavę mežginiai, numegzti iš 24 kondicinėmis sąlygomis išbuvusių verpalų (atskirai vertinant grynapluoščius vilnonius, akrilinius ir mišriapluoščius vilnonius/PAN mežginius). Tokios technologinės sąlygos yra rekomenduojamos mežtų dirbinių gamybai. Išmatavus aprašytais skirtingomis sąlygomis numegztų mežginių vertikalųjį ir horizontalųjį tankumus bei apskaičiavus jų kilpų žingsnį bei kilpų eilutės aukštį, gautos pastarųjų rodiklių vertės yra dauginamos iš, atitinkamai, kilpų stulpelių (įvertinamas detalės ar kupono plotis) ir kilpų eilučių (įvertinamas detalės ar kupono aukštis) skaičiaus. Matmenų pokytis randamas iš 24 valandas kondicinėmis sąlygomis po mežgimo relaksavusių mežginių,

numegztų iš 24 kondicinėmis sąlygomis išbuvusių verpalų, atitinkamos krypties matmenų atimant kitokiomis technologinėmis sąlygomis numegztų mezginių atitinkamos krypties matmenis. Gauta vertė su „+“ ženklu reiškia, kad mezginys ta kryptimi sutrumpėjo, o vertė su „-“ ženklu reiškia, kad mezginys ta kryptimi pailgėjo.

2.7. Duomenų statistinė analizė ir matavimo rezultatų paklaidos dydžio įvertinimas

Nagrinėjant eksperimentų duomenis, buvo apskaičiuoti šie rezultatų įvertinimo statistiniai rodikliai: aritmetinis matavimo rezultatų vidurkis \bar{x} , vidutinė kvadratinė nuokrypa S , dispersija S^2 , variacijos koeficientas V , matavimo rezultatų absoliutinė atsitiktinė paklaida Δ_a ir santykinė pasikliautinė paklaida δ_a ir kt. Toliau pateikiamos rezultatų įvertinimo statistinių rodyklių formulės:

- Aritmetinis matavimo rezultatų vidurkis \bar{x} [56]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (4)$$

čia n – elementariųjų bandymų eksperimento taške skaičius.

- Vidutinė kvadratinė nuokrypa S [56]:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad (5)$$

čia $n-1$ – vadinamasis laisvės laipsnių skaičius.

- Dispersija $S^2(x)$:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad (6)$$

čia $n-1$ – vadinamasis laisvės laipsnių skaičius.

- Variacijos koeficientas V [56]:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} 100 \%. \quad (7)$$

- Matavimo rezultatų absoliutinė atsitiktinė paklaida Δ_a [56]:

$$\Delta_a = \frac{t_a S}{\sqrt{n}}; \quad (8)$$

čia t_a – Stjudento koeficientas;

n – bandymų skaičius.

- Matavimo rezultatų santykinė pasikliautinė paklaida δ_a [56]:

$$\delta_a = \frac{\Delta_a}{\bar{x}} 100\%. \quad (9)$$

- Taikyti eksperimento rezultatams matematinę analizę galima tik tuomet, kai dispersijos yra vienarūšės. Dispersijų vienarūšiškumas tikrinamas Kočreno (W. G. Cochran) kriterijumi [56]:

$$G = \frac{S_{max}^2}{\sum S^2}; \quad (10)$$

čia S_{max}^2 – maksimalioji eksperimento taškų dispersija;

$\sum S^2$ – visų eksperimento taškų dispersijų suma.

Dispersijos vienarūšės, jeigu $G < G_{lent}$.

- Vienarūšėms dispersijos apskaičiuojama vidutinė bandymų dispersija S_y^2 , dispersija tarp bandymo taškų S_v^2 ir visų eksperimento taškų aritmetinis vidurkis \bar{X} [56];

$$S_y^2 = \frac{\sum S^2}{N}; \quad (11)$$

$$S_v^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N-1}; \quad (12)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}; \quad (13)$$

čia N – eksperimento taškų skaičius.

- Siekiant išsiaiškinti, ar eksperimento rezultatai yra informatyvūs ir ar galima jais remiantis nustatinėti empirines priklausomybes, eksperimento informatyvumas tikrinamas Fišerio (R. A. Fisher) kriterijumi [56]:

$$F = \frac{S_v^2}{S_y^2}. \quad (14)$$

Analizuojamos dispersijos yra nevienarūšės (neadekvačios) ir eksperimentas yra informatyvus, kai $F > F_{lent}$. Tokiu atveju gali egzistuoti ryšys tarp tiriamosios savybės ir kintamojo faktoriaus.

3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

3.1. Sandaros rodiklių tyrimas

Tiriamieji mežginiai buvo numegzti lygiuoju skersiniu pynimu iš grynpluoščių vilnionių, akrilinių ir mišrių vilnionių/akrilinių verpalų. Siekiant nustatyti žaliavos kondicionavimo įtaką prieš mezgimą, tiriamieji mežginiai buvo mezgami įvairiomis sąlygomis – iš visiškai nekondicionuotų verpalų (laikytų – 4° C temperatūros ir 45% santykinio drėgno sandėlyje), kondicinėmis sąlygomis išlaikytų 1 valandą, 2 valandas, 5 valandas, 24 valandas. Mezginių vertikalūs ir horizontalūs tankumai buvo išmatuoti iš karto po mezgimo, taip pat, po mezgimo, mežiniams išbuvus kondicinėmis sąlygomis 1 valandą, 2 valandas, 5 valandas, 10 valandų, 24 valandas. Siekiant didesnio tikslumo, kilpų tankumo koeficientų vertės pateiktos 5 cm atkarpoje. Vilnionių mezginių kilpų tankumo matavimo rezultatai pateikti 3.1.1. – 3.1.5. lentelėse.

3.1.1. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm ⁻¹											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	36,2	26,7	36,7	26,8	36,8	27,0	36,8	27,0	36,8	27,0	36,8	27,0
Variacijos koeficientas, %	0,76	1,03	0,75	0,98	0,74	0	0,74	0	0,74	0	0,74	0

3.1.2. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš 1 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm ⁻¹											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	36,7	26,8	36,7	27,0	37,2	27,0	37,2	27,0	37,2	27,0	37,2	27,0
Variacijos koeficientas, %	0,75	1,02	0,75	0	0,74	0	0,74	0	0,74	0	0,74	0

3.1.3. lentelė. Grynpluoščių vilnionių mezginių, numegztų iš 2 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm ⁻¹											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,2	26,8	37,7	27,0	37,8	27,2	37,7	27,4	37,7	27,2	37,7	27,2
Variacijos koeficientas, %	0,74	1,02	0,73	0	0,72	1,01	0,73	0,82	0,73	1,01	0,73	1,01

3.1.4. lentelė. Grynapiuoščių vilninių mezginių, numegztų iš 5 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,2	27,3	37,3	27,7	37,8	27,8	37,8	27,7	37,7	27,7	37,7	27,7
Variacijos koeficientas, %	0,74	1,0	0,73	0,98	0,72	0,99	0,72	0,99	0,73	0,99	0,73	0,99

3.1.5. lentelė. Grynapiuoščių vilninių mezginių, numegztų iš 24 h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	36,8	27,8	37,3	28,0	37,3	28,0	37,3	28,0	37,3	28,0	37,5	28,0
Variacijos koeficientas, %	0,74	0,99	0,73	0	0,73	0	0,73	0	0,73	0	0	0

Taikant Kochreno kriterijų patikrintas dispersijų vienaarūšiškumas. Gauta horizontaliojo tankumo Kochreno kriterijaus vertė $G=0,068$, vertikalojo – $G=0,034$. Kadangi $G < G_{lent}$, galima teigti, kad dispersijos vienaarūšės ($G_{lent}=0,5598$). Taikant Fisherio kriterijų nustatytas eksperimento informatyvumas. Gauta, kad vertikalojo tankumo Fisherio kriterijaus vertė $F = 4010$, horizontaliojo – $F=4272$. Kadangi $F > F_{lent}$, galime teigti, kad eksperimentas informatyvus ($G_{lent}=5,05$).

Grynapiuoščių akrilinių mezginių vertikalojo ir horizontaliojo tankumų koeficientų rezultatai, matuojant tokiomis pačiomis kaip grynapiuoščių vilninių mezginių sąlygomis, pateikti 3.1.6. – 3.1.10. lentelėse.

3.1.6. lentelė. Grynapiuoščių akrilinių mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,3	27,7	37,4	27,7	37,8	27,7	37,7	27,7	37,7	27,7	37,7	27,7
Variacijos koeficientas, %	0,73	0,99	0,6	0,98	0,72	0,99	0,73	0,99	0,73	0,99	0,73	0,99

3.1.7. lentelė. Grynapiuoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 1h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,8	27,0	38,2	27,5	38,1	27,5	38,2	27,5	38,2	27,5	38,2	27,5
Variacijos koeficientas,%	0,72	0	0,72	0	0,59	0	0,72	0	0,72	0	0,72	0

3.1.8. lentelė. Grynapiuoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 2h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,1	27,2	37,7	27,7	37,8	27,7	37,8	27,8	37,8	27,8	37,8	27,8
Variacijos koeficientas,%	0,6	1,01	0,73	0,98	0,72	0,99	0,72	0,99	0,72	0,99	0,72	0,99

3.1.9. lentelė. Grynapiuoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 5h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,2	27,3	37,7	27,7	37,7	27,7	37,8	27,7	37,7	27,7	37,8	27,7
Variacijos koeficientas	0,74	1,0	0,73	0,98	0,73	0,99	0,72	0,99	0,73	0,99	0,72	0,99

3.1.10. lentelė. Grynapiuoščių akrilinių mezginių, numegztų iš 24h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,3	27,3	37,8	27,5	38,2	27,5	38,1	27,5	38,2	27,5	38,2	27,5
Variacijos koeficientas,%	0,73	1,0	0,72	0	0,72	0	0,59	0	0,72	0	0,72	0

Taikant Kochreno kriterijų patikrintas dispersijų vienarūšiškumas. Gauta šio kriterijaus horizontaliajam tankumui $G=0,053$, vertikaliajam – $G=0,035$. Kadangi $G < G_{lent}$, galima teigti, kad dispersijos vienarūšės ($G_{lent}=0,5598$). Taikant Fisherio kriterijų buvo nustatytas eksperimento informatyvumas. Gauta, kad vertikalojo tankumo $F=1585$, horizontaliojo – $F=11340$. Kadangi $F > F_{lent}$, galime teigti, kad eksperimentas informatyvus ($G_{lent}=5,05$).

3.1.11 – 3.1.15 lentelėse pateikti mišriapiuoščių vilnonių/PAN mezginių vertikalojo ir horizontaliojo tankumų matavimo rezultatai.

3.1.11. lentelė. Mišriapluoščių vilnonių/PAN mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,3	27,8	37,6	28,0	37,7	28,3	37,7	28,3	37,7	28,3	37,7	28,3
Variacijos koeficientas,%	0,73	0,99	0,59	0,8	0,73	0,97	0,73	0,97	0,73	0,97	0,73	0,97

3.1.12. lentelė. Mišriapluoščių vilnonių/PAN mezginių, numegztų iš 1h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,1	27,9	37,3	28,3	37,3	28,3	37,3	28,3	37,3	28,3	37,3	28,3
Variacijos koeficientas,%	0,6	0,8	0,73	0,98	0,73	0,97	0,73	0,97	0,73	0,97	0,73	0,97

3.1.13. lentelė. Mišriapluoščių vilnonių/PAN mezginių, numegztų iš 2h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,2	27,3	37,7	27,9	37,7	28,0	37,7	28,0	37,7	28,0	37,7	28,0
Variacijos koeficientas,%	0,74	1,0	0,73	0,8	0,73	0	0,73	0	0,73	0	0,73	0

3.1.14. lentelė. Mišriapluoščių vilnonių/PAN mezginių, numegztų iš 5h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

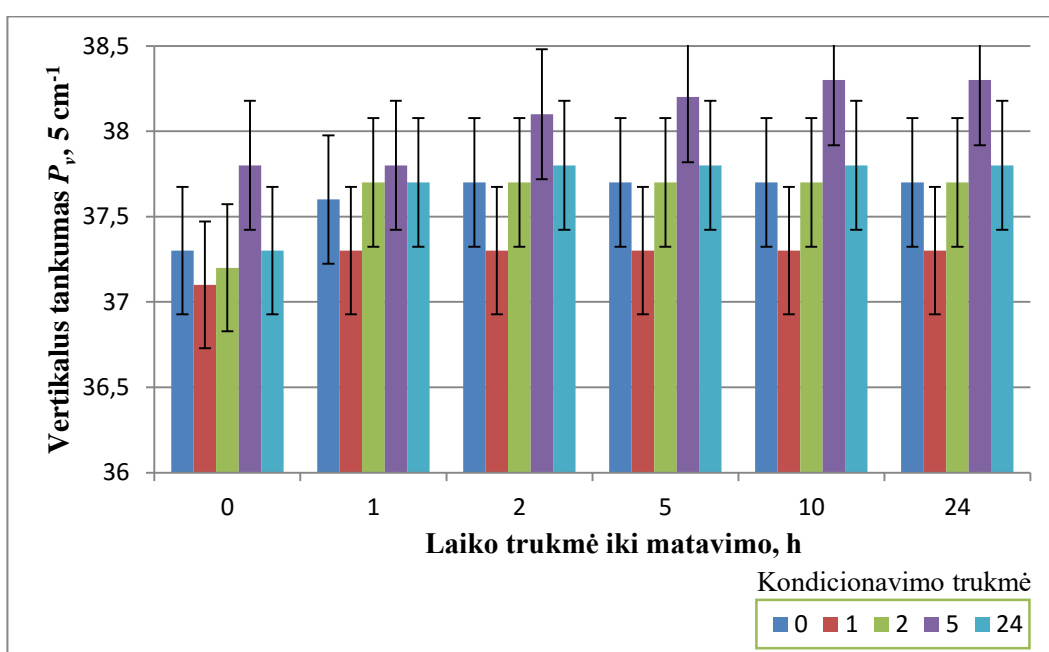
	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,8	28,1	37,8	28,5	38,1	28,5	38,2	28,5	38,3	28,5	38,3	28,5
Variacijos koeficientas,%	0,72	0,8	0,72	0	0,59	0	0,72	0	0,72	0	0,72	0

3.1.15. lentelė. Mišriapluoščių vilnonių/PAN mezginių, numegztų iš 24h relaksavusių verpalų, kilpų tankumas

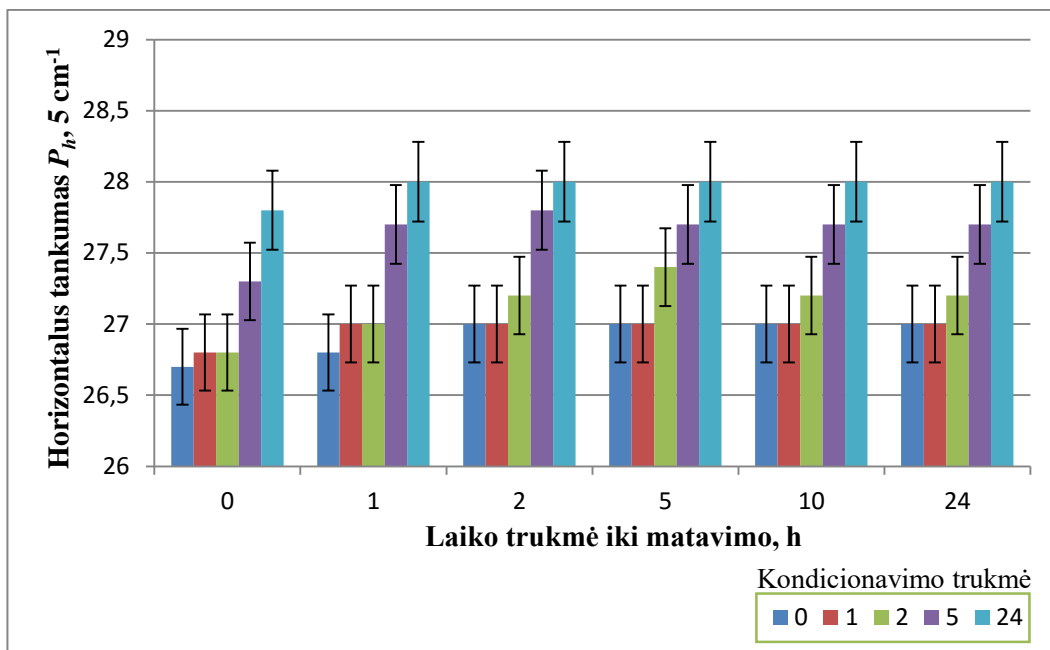
	Vertikalojo P_v ir horizontaliojo P_h tankumo koeficientai, 5 cm^{-1}											
	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h	P_v	P_h
	37,3	28,2	37,7	28,8	37,8	28,8	37,8	28,8	37,8	28,8	37,8	28,8
Variacijos koeficientas,%	0,73	0,97	0,73	0,98	0,72	0,95	0,72	0,95	0,72	0,95	0,72	0,95

Taikant Kochreno kriterijų patikrintas dispersijų vienarūšiškumas. Gautas horizontaliojo tankumo $G=0,051$, vertikaliojo – $G=0,034$. Kadangi $G < G_{lent}$, galima teigti, kad dispersijos vienarūšės ($G_{lent}=0,5598$). Taikant Fisherio kriterijų buvo nustatytas eksperimento informatyvumas. Gauta, kad vertikaliojo tankumo $F=1552$, horizontaliojo – $F=1498$. Kadangi $F > F_{lent}$, galime teigti, kad eksperimentas informatyvus ($G_{lent}=5,05$).

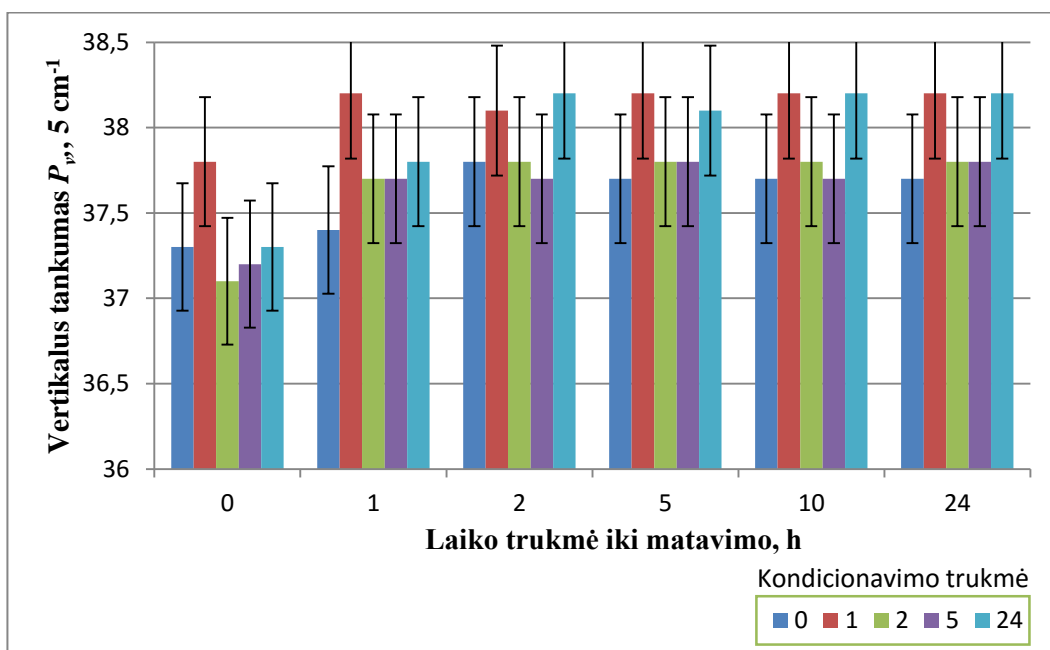
Vertikaliojo ir horizontaliojo tankumų koeficientų verčių svyravimai, priklausomai nuo žaliavos išlaikymo kondicinėmis sąlygomis trukmės bei mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis trukmės grafiškai pavaizduoti 3.1.1.– 3.1.6. paveiksluose.



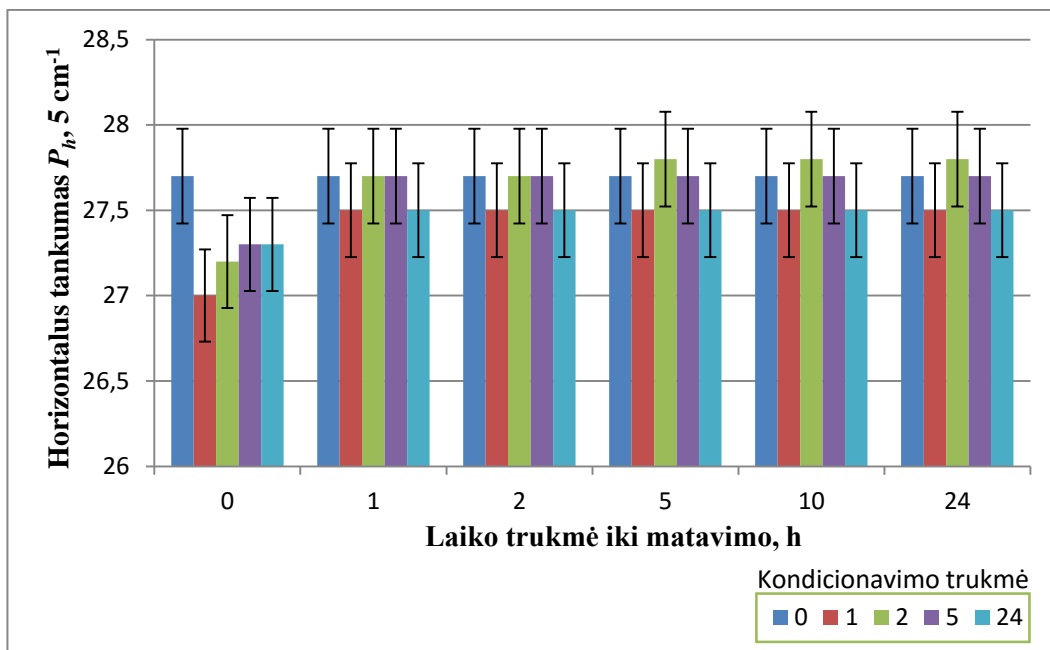
3.1.1. pav. Mėginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynpluoščių vilnonių mėginių vertikaliojo tankumo P_v koeficiento vertei



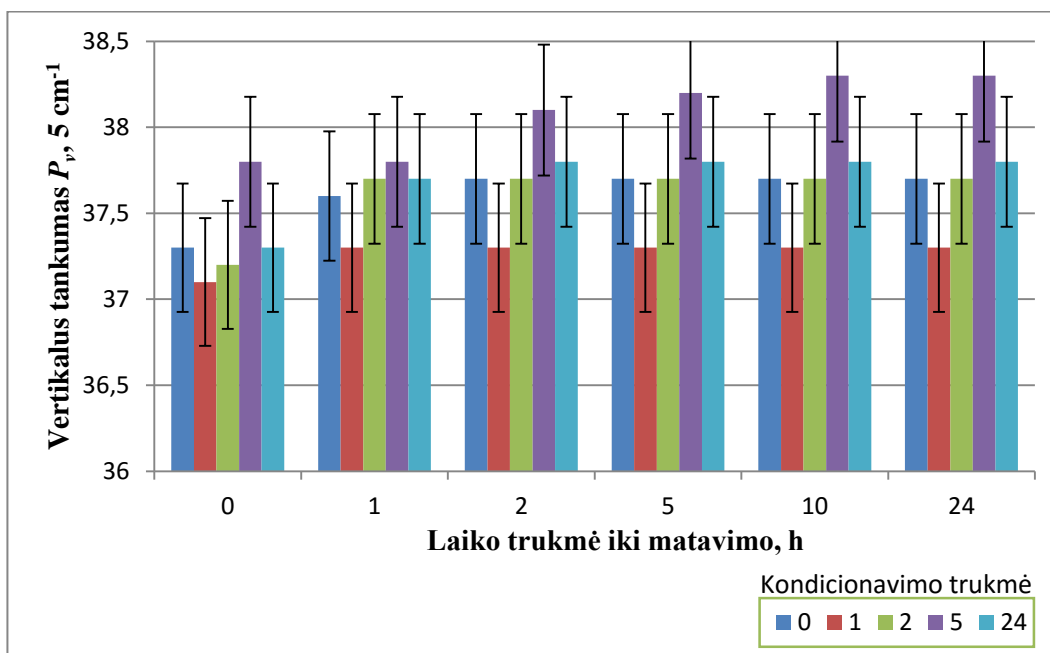
3.1.2. pav. Mezginių išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynpluoščių vilnonių mezginių horizontaliojo tankumo P_h koeficiento vertei



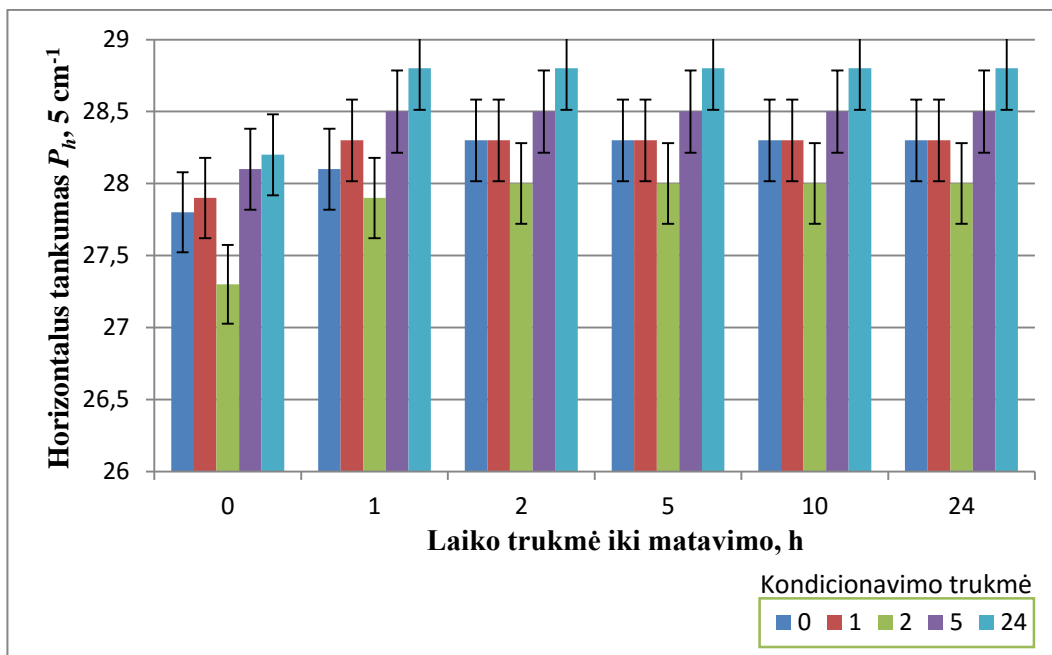
3.1.3 pav. Mezginių išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynpluoščių akrilinių mezginių vertikaliojo tankumo P_v koeficiento vertei



3.1.4. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka grynpluoščių akrilinių mezginių horizontaliojo tankumo P_h koeficiento vertei



3.1.5. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka mišripluoščių vilnonių/PAN mezginių vertikaliojo tankumo P_v koeficiento vertei



3.1.6. pav. Mezginio išlaikymo kondicinėmis sąlygomis įtaka mišriapluoščių vilnonių/PAN mezginių horizontaliojo tankumo P_h koeficiento vertei

Kaip matome iš 3.1.1. – 3.1.6. paveiksluose grafiškai pateiktų rezultatų, didžiausią įtaką kilpos geometrijai, o tuo pačiu ir mezginio kilpų tankumų pokyčiui relaksacijos sąlygos ir trukmė, turi grynapluoščiams vilnoniams mezginiams, kadangi vilnos plaukelis ypač jautriai reaguoja į aplinkos drėgmės pokyčius. Siūlų kondicionavimo prieš mezgimą trukmės įtaka kilpų tankumų pokyčiui yra panaši kaip ir mezginio relaksavimo kondicinėmis sąlygomis po mezgimo trukmės, kadangi verpalą sudarančių plaukelių ir pačio verpalo geometrijos galimi pokyčiai, praleidus siūlų relaksavimo etapą, persikelia į kilpų struktūros geometrinius pokyčius. Nors siūlo išlankstymo į kilpą metu kilpinėje struktūroje atsiradę vidiniai įtempiai savo ruožtu persiskirsto mezginio atsigulėjimo metu ir, jiems relaksuojant, kilpos forma bei geometriniai matmenys kinta [32, 57].

Apibendrinimas. Šis tyrimas parodė, kad didėjant siūlų kondicionavimo trukmei kilpos plotis nuosekliai mažėja, o tuo pačiu horizontalusis kilpų tankumas nuosekliai didėja. Tuo tarpu mezginio atsigulėjimo po mezgimo trukmė tokios ženklios įtakos mezginio horizontaliajam tankumui neparodė. Vertikaliojo tankumo vertės svyravo kintant tiek siūlų atsigulėjimo trukmei, tiek ir paties mezginio atsigulėjimo po mezgimo trukmei. Mažiausias kondicionavimo sąlygų poveikis pastebėtas grynapluoščiams akriliniams mezginiams. Taip yra dėl sintetinių siūlų savybių, mažesnio jų jautrumo išorinėms sąlygoms. Šiuo atveju (kaip ir mišriapluoščių mezginių atveju) labiau pastebima mezginio atsigulėjimo po mezgimo įtaka. Ir taip pat iš 3.1.1. – 3.1.6. paveikslų matyti, kad sparčiausi relaksaciniai pokyčiai vyksta per pirmąją valandą po mezgimo.

3.2. Verpalų ir mezginių relaksacijos sąlygų įtakos gaminio matmenims tyrimas

3.2.1. – 3.2.3. lentelėse pateiktos pagal (2) ir (3) formules apskaičiuotų grynapluoščių vilnionių, akrilinių ir mišriapluoščių PAN/vilnionių mezginių kilpų žingsnio ir kilpų eilutės aukščio vertės, priklausomai nuo siūlų kondicionavimo ir mezginių išlaikymo kondicinėmis klimato sąlygomis trukmės.

3.2.1. lentelė. Grynapluoščių vilnionių mezginių kilpų žingsnis *A* (mm) ir kilpų eilutės aukštis *B* (mm)

	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
Nerelaksavę verpalai	1,38	1,87	1,36	1,86	1,35	1,85	1,35	1,85	1,35	1,85	1,35	1,85
1h relaksavę verpalai	1,36	1,86	1,36	1,85	1,34	1,85	1,34	1,85	1,34	1,85	1,34	1,85
2h relaksavę verpalai	1,34	1,86	1,32	1,85	1,32	1,84	1,32	1,82	1,32	1,84	1,32	1,84
5h relaksavę verpalai	1,34	1,83	1,34	1,80	1,32	1,80	1,32	1,80	1,32	1,80	1,32	1,80
24h relaksavę verpalai	1,35	1,80	1,34	1,78	1,34	1,78	1,34	1,78	1,34	1,78	1,33	1,78

3.2.2. lentelė. Grynapluoščių akrilinių mezginių kilpų žingsnis *A* (mm) ir kilpų eilutės aukštis *B* (mm)

	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
Nerelaksavę verpalai	1,34	1,80	1,34	1,80	1,32	1,80	1,33	1,80	1,33	1,80	1,33	1,80
1h relaksavę verpalai	1,32	1,85	1,30	1,81	1,31	1,81	1,30	1,81	1,30	1,81	1,30	1,81
2h relaksavę verpalai	1,35	1,84	1,33	1,80	1,33	1,80	1,32	1,80	1,33	1,80	1,32	1,80
5h relaksavę verpalai	1,34	1,83	1,32	1,80	1,32	1,80	1,32	1,80	1,32	1,80	1,32	1,80
24h relaksavę verpalai	1,34	1,83	1,32	1,81	1,30	1,81	1,31	1,81	1,30	1,81	1,30	1,81

3.2.3. lentelė. Mišriapluoščių PAN/vilnionių mezginių kilpų žingsnis *A* (mm) ir kilpų eilutės aukštis *B* (mm)

	Numegzto		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
Nerelaksavę verpalai	1,34	1,80	1,33	1,78	1,32	1,76	1,32	1,76	1,32	1,76	1,32	1,76
1h relaksavę verpalai	1,35	1,79	1,34	1,76	1,34	1,76	1,34	1,76	1,34	1,76	1,34	1,76
2h relaksavę verpalai	1,34	1,83	1,32	1,79	1,32	1,78	1,32	1,78	1,32	1,78	1,32	1,78
5h relaksavę verpalai	1,32	1,78	1,32	1,75	1,31	1,75	1,30	1,75	1,30	1,75	1,30	1,75
24h relaksavę verpalai	1,34	1,77	1,32	1,73	1,32	1,73	1,32	1,73	1,32	1,73	1,32	1,73

Kilpų žingsnis parodo kilpos plotį (eilučių kryptimi) ir leidžia apskaičiuoti mezginio detalės (ar kupono) plotį, o kilpų eilutės aukštis (stulpelių kryptimi) leidžia apskaičiuoti mezginio detalės (ar kupono) aukštį. Siekiant nustatyti verpalų kondicionavimo bei mezginio išlaikymą kondicinėmis klimato sąlygomis įtaką mezginio matmenims buvo pasirinkta 450 mm pločio ir 700 mm aukščio

detalė. Detalės matmenys, esant skirtingoms technologinėms sąlygoms, apskaičiuoti stulpelių skaičių dauginant iš kilpų žingsnio ir eilučių skaičių dauginant iš kilpų eilutės aukščio. Skaičiavimų rezultatai pateikti 3.2.4. – 3.2.6. lentelėse. Kaip aprašyta metodinėje dalyje, “+” ženklas reiškia detalės sutrumpėjimą, lyginant su atskaitai pasirinktu iš 24 valandas kondicionuotų verpalų numegztos ir 24 valandas kondicinėmis sąlygomis išlaikytos detalės matmenimis, o “-“ ženklas reiškia detalės pailgėjimą.

3.2.4. lentelė. Iš grynpluoščių vilnionių verpalų numegztos detalės matmenų (ilgio, mm, ir pločio, mm) pokytis, priklausomai nuo technologinių sąlygų

	Numegztos		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>
Nerelaksavę verpalai	-16,90	-35,37	-10,14	-31,44	-6,76	-27,51	-6,76	-27,51	-6,76	-27,51	-6,76	-27,51
1h relaksavę verpalai	-10,14	-31,44	-10,14	-27,51	-3,38	-27,51	-3,38	-27,51	-3,38	-27,51	-3,38	-27,51
2h relaksavę verpalai	-3,38	-31,44	+3,38	-27,51	+3,38	-23,58	+3,38	-15,72	+3,38	-23,58	+3,38	-23,58
5h relaksavę verpalai	-3,38	-19,65	-3,38	-7,86	+3,38	-7,86	+3,38	-7,86	+3,38	-7,86	+3,38	-7,86
24h relaksavę verpalai	-6,76	-7,86	-3,38	0	-3,38	0	-3,38	0	-3,38	0	0	0

Kaip matyti iš 3.2.4. lentelėje pateiktų rezultatų, jeigu detalė mezgama iš prieš mezgimą 24 valandas standartinėmis kondicinėmis sąlygomis išlaikytų verpalų, tai jos matmenys, lyginant išlaikytos po mezgimo 24 valandas kondicinėmis sąlygomis su matuotais iš karto po mezgimo, skiriasi išilgine ir skersine kryptimis maždaug puse centimetro. Išilgine kryptimi (detalės ilgio kryptimi) mežginys pasiekia stabilius duotoms sąlygoms matmenis jau po 1 relaksacijos valandos. Skersine (detalės ilgio) kryptimi mežginio relaksacija trunka ilgiau, tam būtina 24 valandas mežginį išlaikyti kondicinėmis sąlygomis. Mezgant iš visai nerelaksavusių vilnionių verpalų, pilnai (24 valandas) relaksavusios detalės plotis skiriasi nuo detalės, numegztos iš 24 valandas relaksavusių verpalų, apytikriai puse centimetro, o detalės ilgis – daugiau nei 2,5 centimetro. Tokie matmenų skirtumai yra reikšmingi, turintys įtakos siuvimo operacijoms, baigto gaminio matmenims ir jų stabilumui dėvint. Lyginant 24 valandas relaksavusio mežginio, numegzto iš 24 valandas kondicinėmis sąlygomis išbuvusių verpalų, matmenis su tik ką numegzto, iš visai nerelaksavusių verpalų, mežginio matmenimis matome, kad detalės plotis yra 1,7 cm, o ilgis net 3,5 cm trumpesnis.

3.2.5. lentelė. Iš grynapiuoščių akrilinių verpalų numegztos detalės matmenų (ilgio, mm, ir pločio, mm) pokytis, priklausomai nuo technologinių sąlygų

	Numegztos		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>
Nerelaksavę verpalai	-13,84	-11,61	-13,84	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87
1h relaksavę verpalai	-15,48	-7,74	-10,84	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87
2h relaksavę verpalai	-13,84	-5,92	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87	-10,38	+3,87
5h relaksavę verpalai	-13,84	-5,92	-6,92	+3,87	-6,92	+3,87	-6,92	+3,87	-6,92	+3,87	-6,92	+3,87
24h relaksavę verpalai	-13,84	-5,92	-6,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.2.6 lentelė. Iš mišriapluoščių PAN/vilnionių verpalų numegztos detalės matmenų (ilgio, mm, ir pločio, mm) pokytis, priklausomai nuo technologinių sąlygų

	Numegztos		Po 1h		Po 2 h		Po 5h		Po 10h		Po 24h	
	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>	<i>Plotis</i>	<i>Ilgis</i>
Nerelaksavę verpalai	-6,82	-28,35	-6,82	-20,25	-6,82	-12,15	-6,82	-12,15	-6,82	-12,15	-6,82	-12,15
1h relaksavę verpalai	-10,23	-24,3	-6,82	-12,15	-6,82	-12,15	-6,82	-12,15	-6,82	-12,15	-6,82	-12,15
2h relaksavę verpalai	-6,82	-20,5	-6,82	-12,15	0	-10,25	0	-10,25	0	-10,25	0	-10,25
5h relaksavę verpalai	-6,82	-20,25	+3,41	-8,1	+3,41	-8,1	+3,41	-8,1	+3,41	-8,1	+3,41	-8,1
24h relaksavę verpalai	-6,82	-16,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

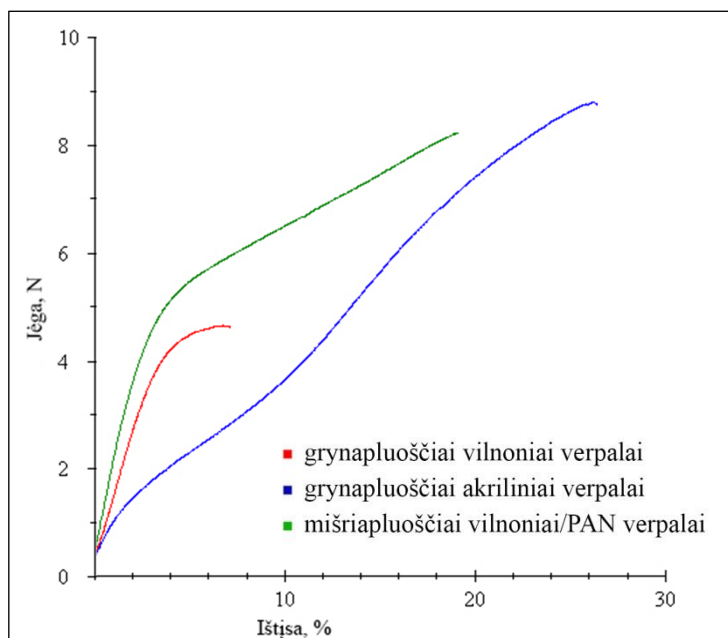
3.2.5. – 3.2.6. lentelėse pateikti rezultatai rodo, kad akriliniai ir mišriapluoščiai PAN/vilnioniai meginiai yra mažiau „jautrūs“ relaksacinėms sąlygoms. Jeigu mezgama iš 24 valandas relaksavusių kondicinėmis sąlygomis verpalų, tai jau po 1-2 valandų numegztos detalės matmenys tampa artimi 24 valandas relaksavusios detalės matmenims. Tačiau mezgant iš nerelaksavusių ar labai trumpai (1-2 val.) relaksavusių verpalų, numegztos detalės matmenys net ir po 5-10 valandų relaksavimo kondicinėmis sąlygomis skiriasi nuo stabilų daugiau nei 1 centimetru, ypač išilgine kryptimi.

Apibendrinimas. Kaip matome iš 3.2.4. – 3.2.6. lentelėse pateiktų rezultatų, tiek verpalų kondicionavimo, tiek meginio relaksavimo trukmė turi įtakos megztos detalės matmenims. Tai

ypatingai svarbu detales susiuvant į bendrą gaminį. Kadangi, kaip matome, detalės matmenys relaksacijos metu kinta, kintant pačios kilpos geometrijai ir matmenims, tad susiuvus skirtingos relaksacijos trukmės detales į bendrą gaminį, jų elgsena laike bus skirtinga. Tai gali turėti įtakos gaminio įstrižavimuisi, matmenų netolygumui bei elgsenai dėvėjimo metu.

3.3. Trūkimo charakteristikos

Mezginio mechanines savybes ir elgseną vartojimo metu didele dalimi lemia siūlų charakteristikos – pluoštinė sudėtis, siūlo struktūra, ilginis tankis [57]. Todėl šiame darbe buvo nustatytos visų trijų pluoštinių sudėčių verpalų trūkimo charakteristikos (ilginis tankis ir sukris visais atvejais toks pats). Trūkimo kreivės parodytos 3.3.1. paveiksle, trūkimo charakteristikos pateiktos 3.3.1. lentelėje.

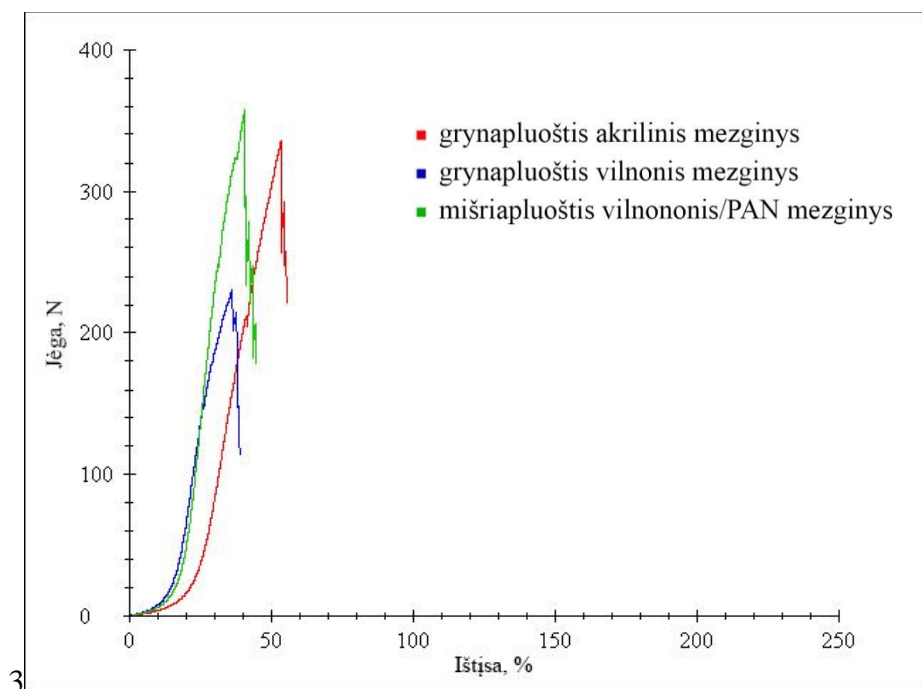


3.3.1. pav. Grynpluoščių vilnionių, akrilinių ir mišriapluoščių PAN/vilnionių verpalų trūkimo kreivės

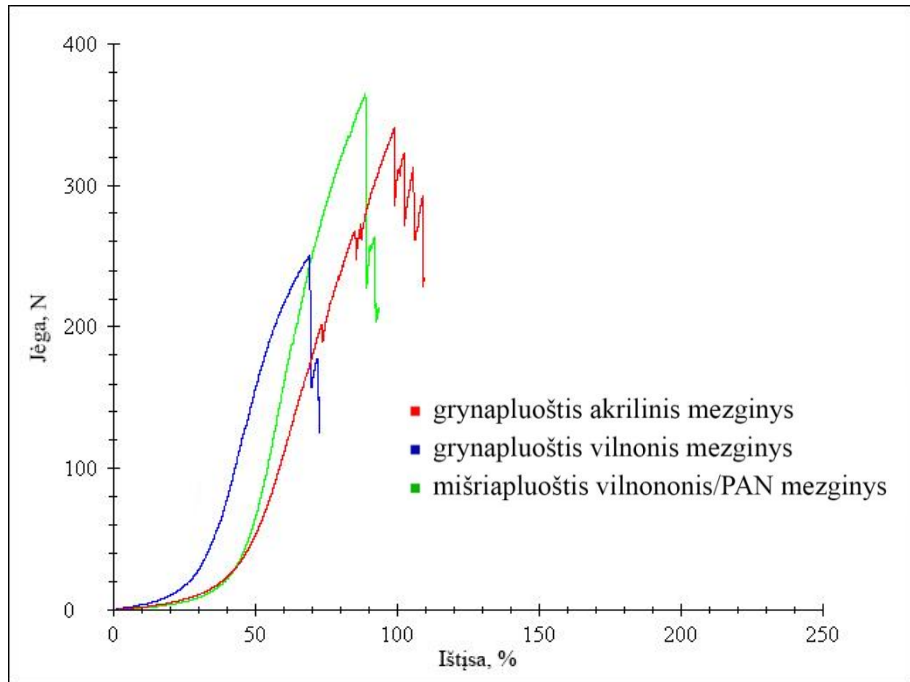
3.3.1. lentelė. Grynpluoščių vilnionių, akrilinių ir mišriapluoščių PAN/vilnionių verpalų trūkimo charakteristikos

Verpalai	Trūkimo jėga		Trūkimo ištįsa	
	F, N	$V, \%$	$\epsilon, \%$	$V, \%$
Grynpluoščiai vilnoniai	465,5	6,29	7,21	19,40
Grynpluoščiai akriliniai	871,7	9,08	25,05	8,83
Mišriapluoščiai PAN/vilnoniai	827,3	9,76	19,0	10,98

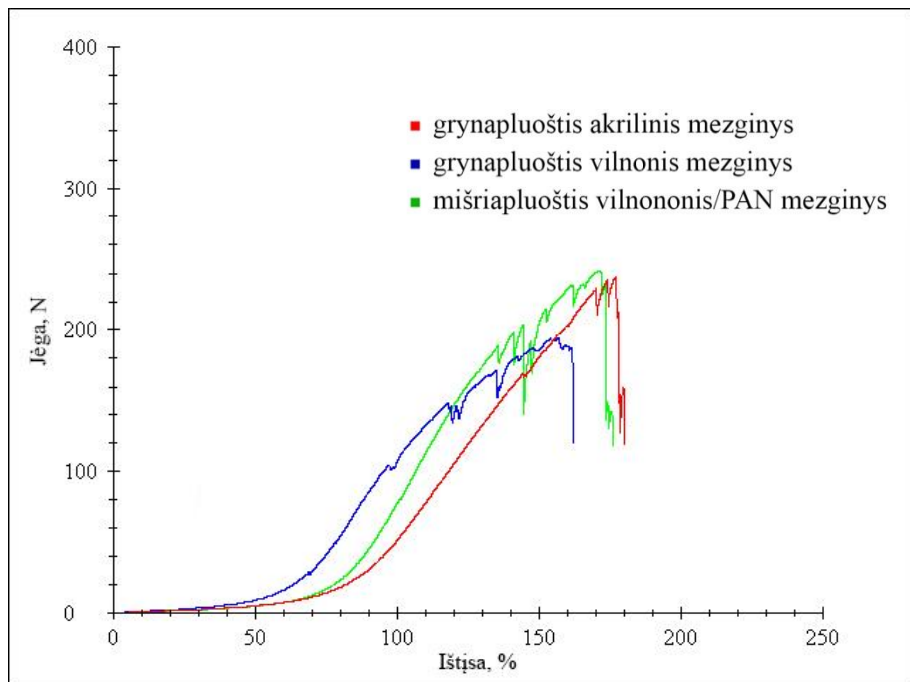
3.3.1. paveiksle ir 3.3.1. lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad verpalų trūkimo charakteristikos, priklausomai nuo žaliavos, skiriasi, kaip nustatė ir kiti autoriai [58]. Grynpluoščių vilnonių verpalų trūkimo jėga ir trūkimo ištįsa yra mažiausios iš visų tirtų variantų. Tuo tarpu grynpluoščių akrilinių verpalų trūkimo jėga yra beveik 2 kartus, o trūkimo ištįsa maždaug 3 kartus didesnė nei vilnonių verpalų. Mišriapluoščių (50% PAN + 50% vilnos) verpalų trūkimo charakteristikos yra nors ir prastesnės, bet labai artimos akrilinių verpalų trūkimo charakteristikoms. Tačiau pradinė trūkimo kreivės dalis rodo, kad mišriapluoščių verpalų standis yra artimesnis vilnonių verpalų standžiui. Skirtinga siūlų ištįsa ir standis lemia, visų pirma, siūlo elgseną jį lankstant ant adatų ir platinų į kilpą [57]. Tai turi įtakos kilpos geometrijai bei mezginio mechaninėms savybėms – tūsumui, trūkimo jėgai, matmenų stabilumui ir kt. Kadangi siūlų savybės lemia mezginio savybes, toliau pateikiamos iš visų trijų pluoštinių sudėčių verpalų (iš nekondicionuotų ir 24 valandas kondicinėmis sąlygomis išlaikytų) numegztų mezginių trūkimo charakteristikos. Mezginių trūkimo charakteristikos tiriamos ir eilučių, ir stulpelių kryptimis (3.3.2. - 3.3.5. pav.).



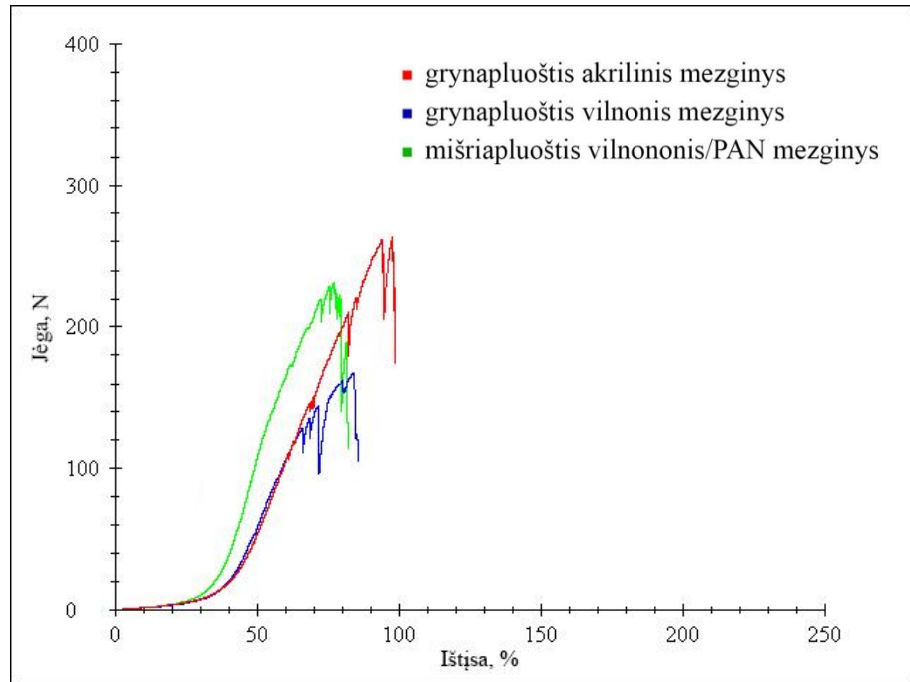
3.3.2. pav. Iš nerelaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi



3.3.3. pav. Iš 24 valandas relaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi



3.3.4. pav. Iš nerelaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi.

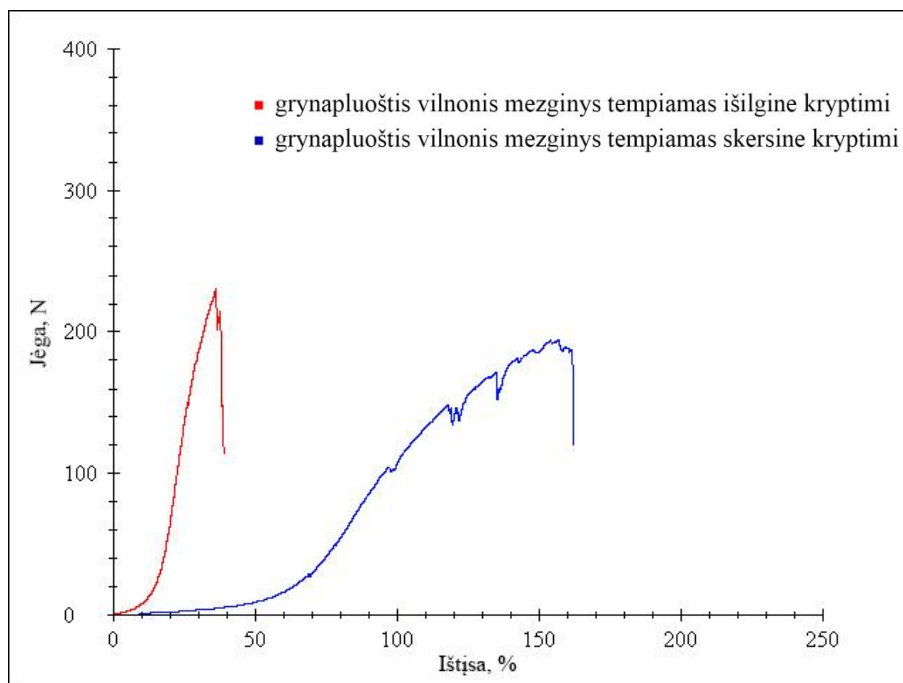


3.3.5. pav. Iš 24 valandas relaksavusių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi

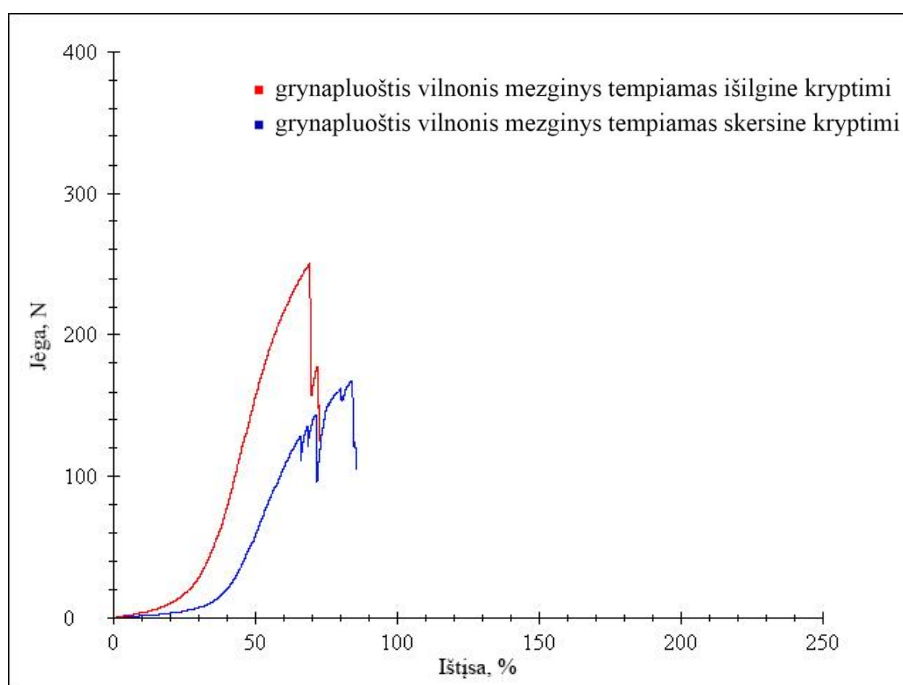
3.3.2. - 3.3.5. paveiksluose pateikti mezginių trūkimo charakteristikų tyrimo rezultatai aiškiai rodo, kad skirtingos pluoštinės sudėties mezginių trūkimo charakteristikų tendencijos yra adekvačios verpalų trūkimo charakteristikoms. Tempiant išilgine (stulpelių) kryptimi vilnionių mezginių trūkimo jėga ir trūkimo ištįsa yra mažiausios. Ta pati tendencija išlieka ir tempiant skersine (eilučių) kryptimi, tačiau šiuo atveju trūkimo ištįsos verčių skirtumai nėra tokie ženkliūs kaip verpalų atveju.

3.3.6 – 3.3.11. pav. pateiktas, atitinkamai, vilnionių, akrilinių ir mišriapluoščių PAN/vilnionių mezginių trūkimo charakteristikų, tempiant išilgine (stulpelių) ir skersine (eilučių) kryptimis. Kaip teigia mezginių mechanikos teorija [57], mezginių stipris stulpelių kryptimi yra didesnis nei eilučių, kadangi tempiant stulpelių kryptimi reikia nutraukti vienos kilpos dvi siūlų šakas, o tempiant eilučių kryptimi visa apkrova tenka vienos kilpos vienai siūlo šakai. Tačiau trūkimo ištįsa yra didesnė eilučių kryptimi, kadangi šia kryptimi siūlo atkarpa, išlankstyta į kilpą, turi didesnes galimybes tiesintis. Analogiški rezultatai gauti ir šio tyrimo metu, tačiau įdomu tai, kad mezginių, numegztų iš nerelaksavusių siūlų (3.3.6., 3.3.8., 3.3.10. pav.), trūkimo jėga stulpelių kryptimi yra tik šiek tiek didesnė nei eilučių kryptimi, bet trūkimo ištįsa yra 3 ir daugiau kartų mažesnė. Skirtumai ypatingai ryškūs pradinėje trūkimo kreivės dalyje. Ta pati tendencija būdinga visų tirtų pluoštinių sudėčių mezginiams. Tačiau visai kitokios tendencijos būdingos mezginiams, numegztiems iš 24 valandas kondicinėmis sąlygomis relaksavusių verpalų (3.3.7., 3.3.9., 3.3.11. pav.). Šiuo atveju trūkimo jėga stulpelių kryptimi yra ženkliai (iki pusantro karto) didesnė nei

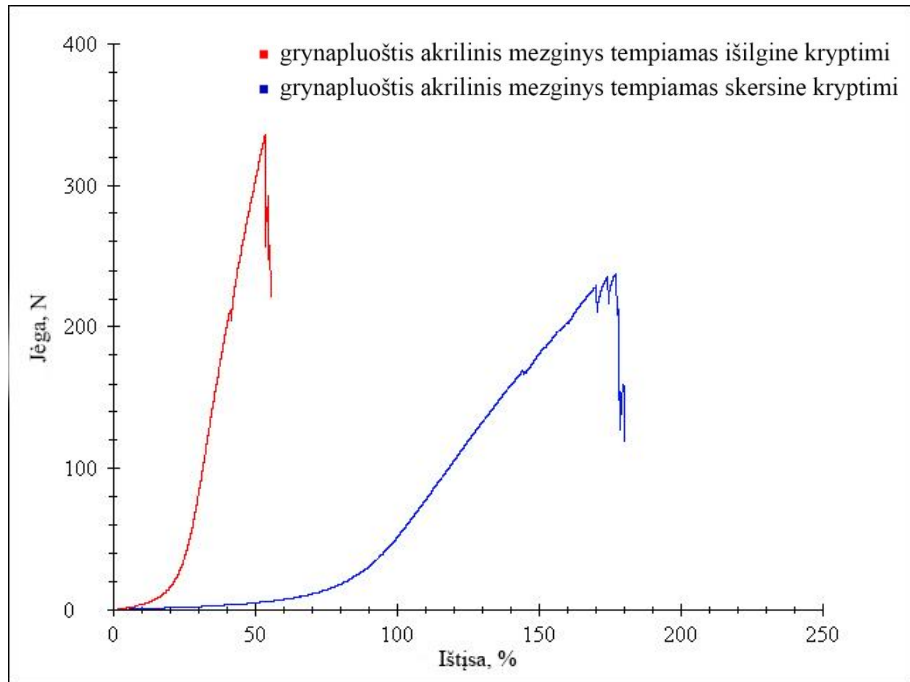
eilučių, o trūkimo ištįsa skiriasi nežymiai. Įdomu ir tai, kad grynapluoščių akrilinių ir mišriapluoščių PAN/vilninių mezginių tempimo stulpelių ir eilučių kryptimis trūkimo kreivių pradinė dalis beveik sutampa.



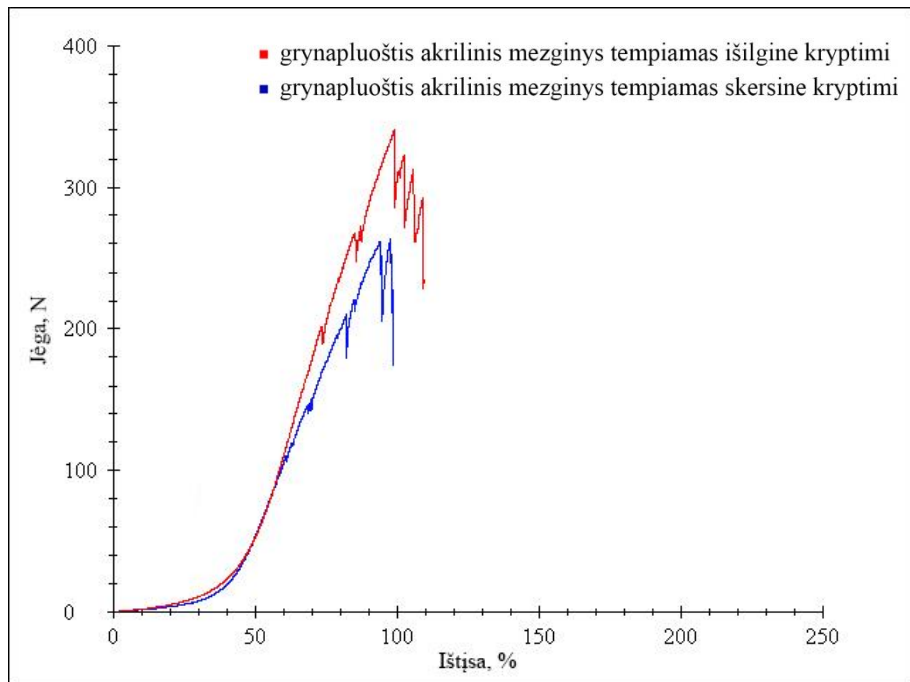
3.3.6. pav. Iš nerelaksavusių grynapluoščių vilninių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi



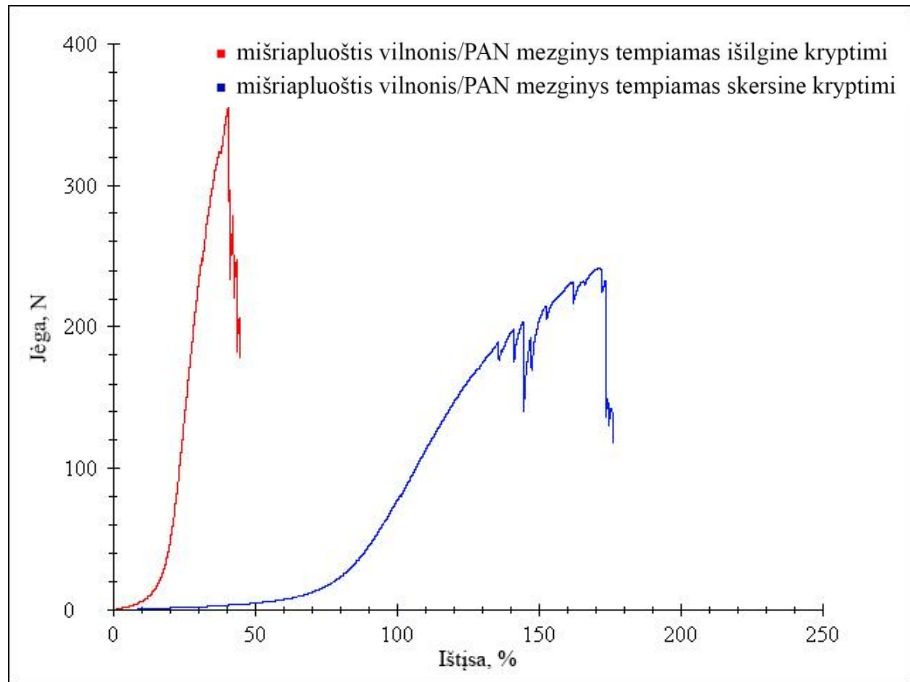
3.3.7. pav. Iš 24 valandas relaksavusių grynapluoščių vilninių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi



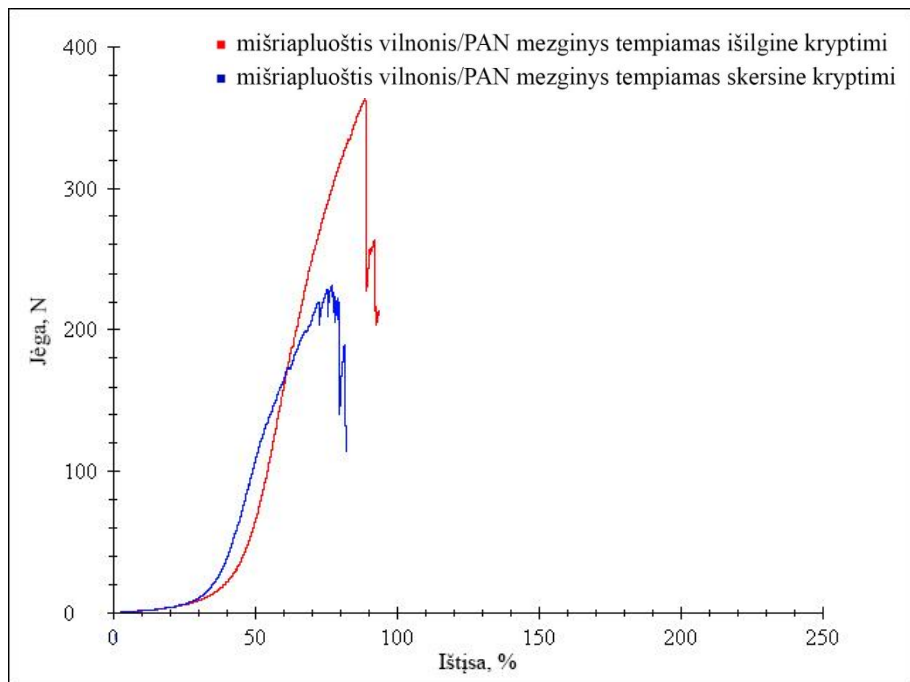
3.3.8. pav. Iš nerelaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi



3.3.9. pav. Iš 24 valandas relaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi

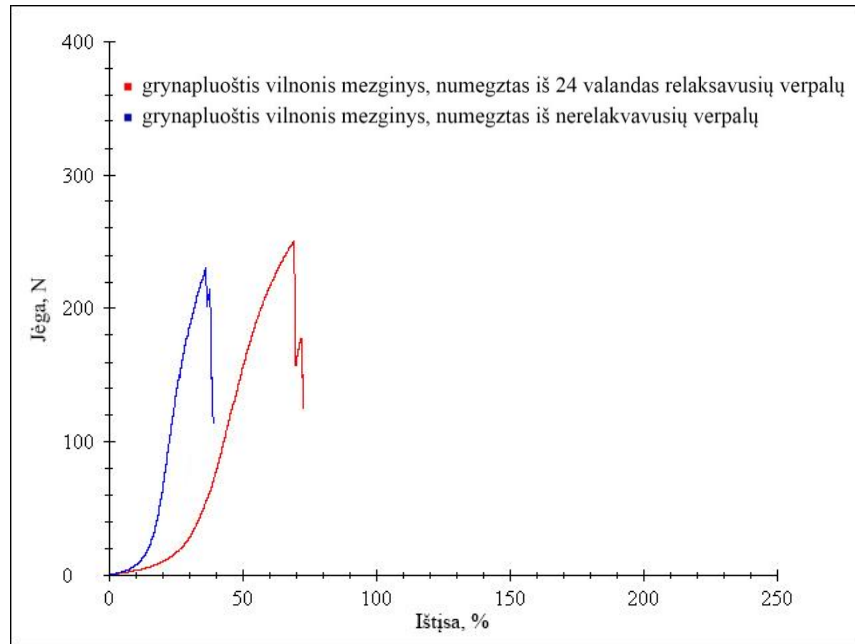


3.3.10. pav. Iš nerelaksavusių mišriapluoščių vilnonių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi

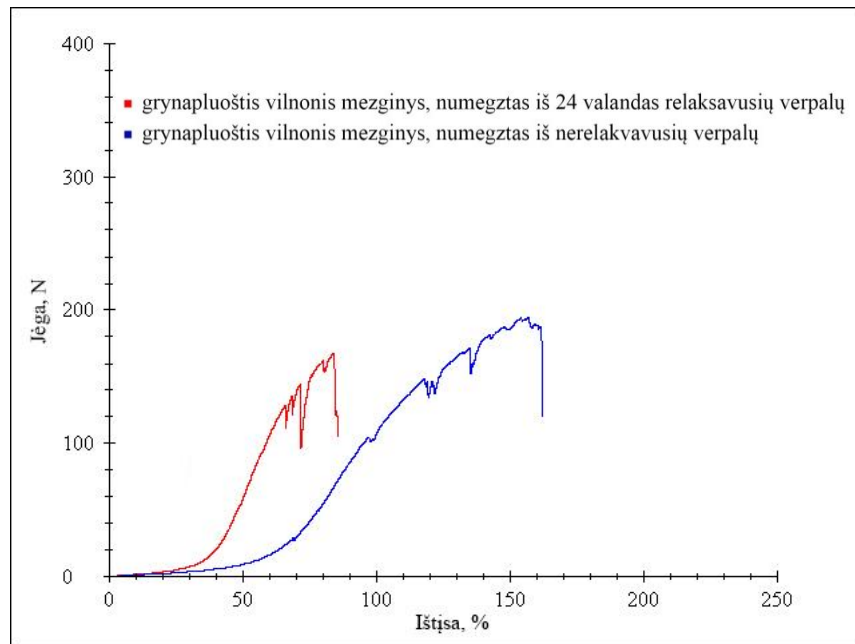


3.3.11. pav. Iš 24 valandas relaksavusių mišriapluoščių vilnonių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine ir išilgine kryptimi

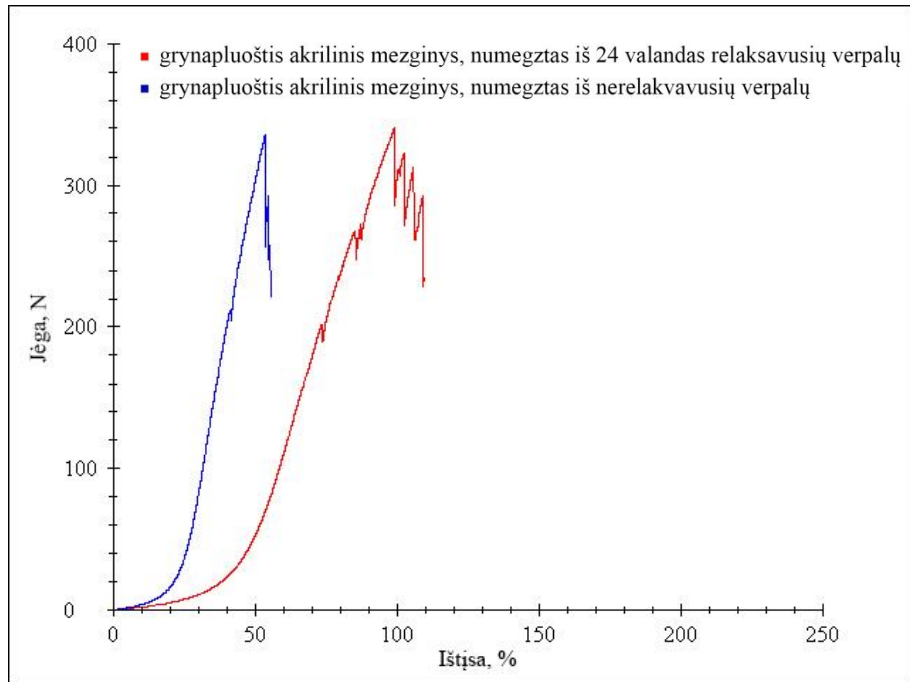
3.3.12. – 3.3.17. paveiksluose pateiktas verpalų relaksacijos trukmės įtakos mezginių trūkimo charakteristikoms palyginimas: 3.3.12., 3.3.14., 3.3.16. pav. - tempiant išilgine (stulpelių) kryptimi, 3.3.13., 3.3.15. 3.3.17. pav. - tempiant skersine (eilučių) kryptimi.



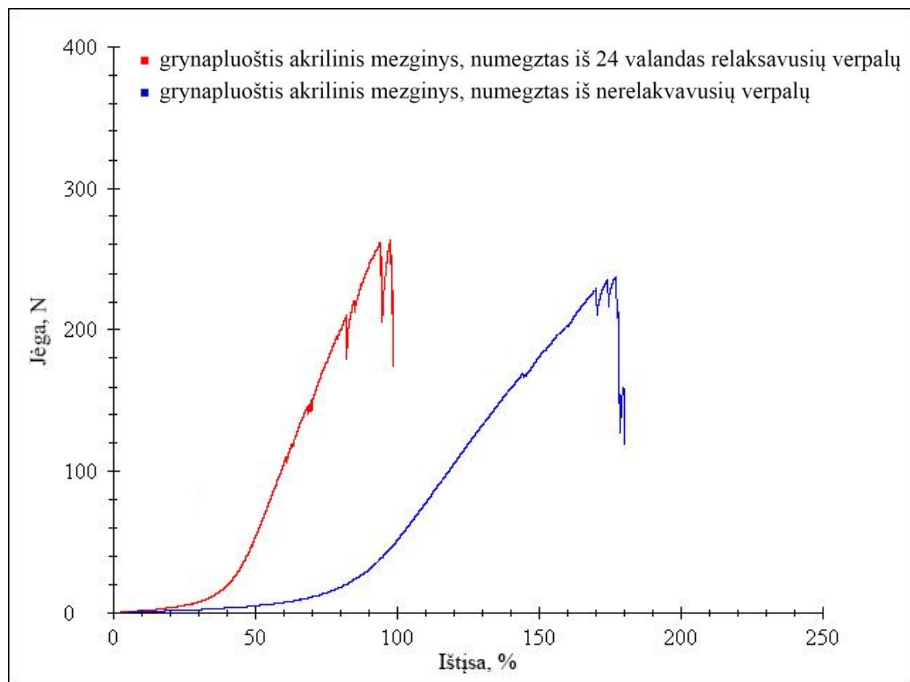
3.3.12. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių vilnonių verpalų numegztų meginų trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi



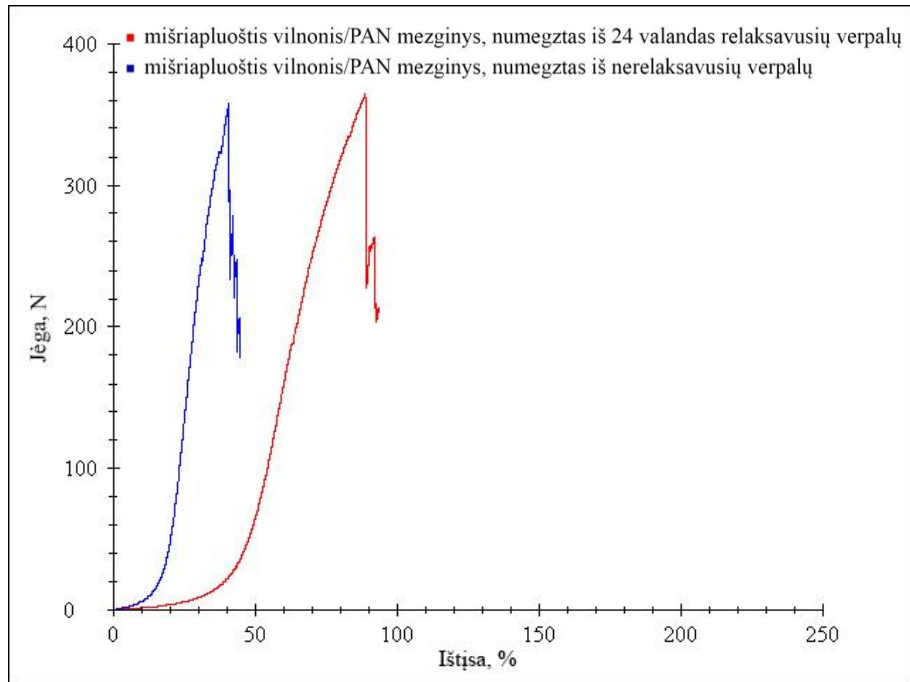
3.3.13. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių vilnonių verpalų numegztų meginų trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi



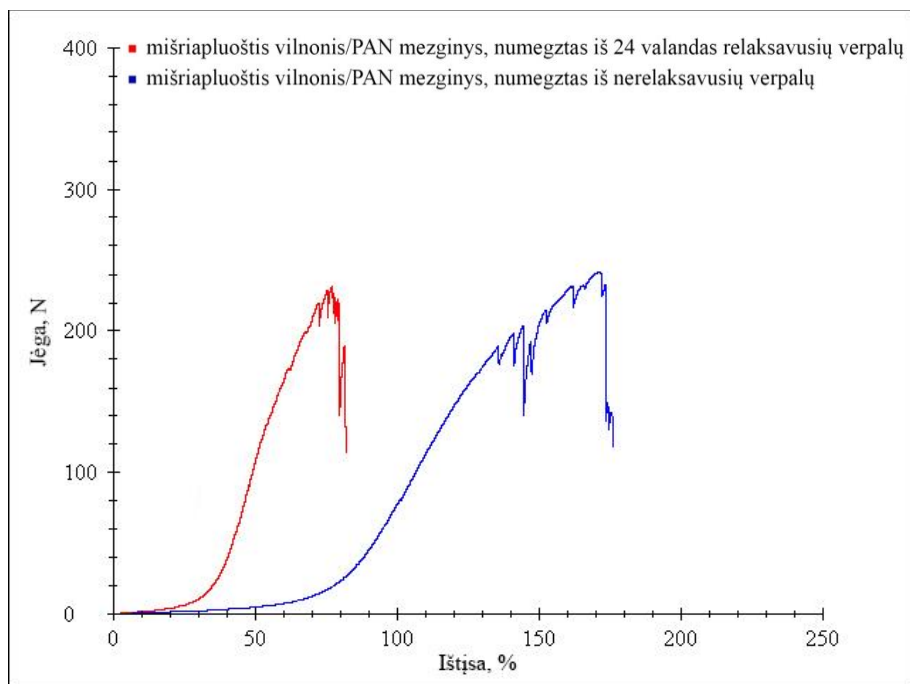
3.3.14. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi



3.3.15. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių grynpluoščių akrilinių verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi



3.3.16. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių mišriapluoščių vilnonių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant išilgine kryptimi



3.3.17. pav. Iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių mišriapluoščių vilnonių/PAN verpalų numegztų mezginių trūkimo charakteristikos, tempiant skersine kryptimi

Iš 3.3.12. – 3.3.17. pav. pateiktų rezultatų matome, kad verpalų atsigulėjimo trukmė ir sąlygos mezginių stipriai ženklios įtakos neturi nei stulpelių, nei eilučių kryptimi. Tačiau abiem kryptimis matoma ženkli įtaka trūkimo ištįsos rodikliams. Visų pluoštinių sudėčių mezginių,

numegztų iš nerelaksavusių verpalų, trūkimo ištįsa stulpelių kryptimi yra maždaug dvigubai mažesnė, o eilučių kryptimi maždaug dvigubai didesnė nei mezginių, numegztų iš 24 valandas relaksavusių verpalų. Svarbu tai, kad ženkliai skiriasi ne tik trūkimo ištįsos vertės, bet ir pradinė trūkimo kreivės dalis. Tai rodo, kad mezginių, numegztų iš nerelaksavusių ir 24 valandas relaksavusių verpalų, tūsumas, o tuo pačiu ir matmenų pokyčio potencialas yra aiškiai skirtingi.

Apibendrinimas.

Atlikus bandymus verpalų trūkimo charakteristikoms nustatyti, gauta, kad visų trijų tirtų pluoštinių sudėčių verpalų trūkimo charakteristikos skirtingos. Mažiausia trūkimo jėga ir ištįsa pasižymėjo grynapluoščiai vilnoniai verpalai, o didžiausia – grynapluoščiai akriliniai verpalai. Mišriapluoščių vilnonių/PAN verpalų trūkimo charakteristikos artimos akrilinių verpalų trūkimo charakteristikoms.

Mezginių trūkimo charakteristikos parodė, kad visų tirtų pluoštinių sudėčių mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, trūkimo jėga stulpelių kryptimi yra šiek tiek didesnė, nei eilučių kryptimi, o trūkimo ištįsa tris ir daugiau kartų mažesnė. Mezginių, numegztų iš 24 valandas relaksavusių verpalų, trūkimo jėga stulpelių kryptimi yra didesnė nei eilučių, o trūkimo ištįsa skiriasi nežymiai.

Tiriant mezginių trūkimo charakteristikas nustatyta, kad verpalų relaksacija kondicinėmis sąlygomis mezginių stiprumui įtakos neturi. Tačiau pastebėta ženkli įtaka verpalų trūkimo ištįsai.

Išvados

1. Sandaros rodiklių tyrimas parodė, kad, didėjant siūlų kondicionavimo trukmei, kilpos plotis nuosekliai mažėja ir horizontalusis kilpų tankumas nuosekliai didėja. Mezginio atsigulėjimo po mezgimo trukmė tokios reikšmingos įtakos mezginio horizontaliajam tankumui neturi, sparčiausi relaksaciniai pokyčiai vyksta per pirmąją valandą po mezgimo. Relaksacijos sąlygos ir trukmė didžiausią įtaką turi grynapluoščių vilnionių mezginių kilpų tankumų pokyčiui, o mažiausią – grynapluoščių akrilinių mezginių.
2. Nustatyta, kad megztos detalės matmenims turi įtakos tiek verpalų kondicionavimo, tiek mezginio relaksavimo trukmė. Didžiausią įtaką verpalų kondicionavimo ir mezginių relaksavimo trukmė turi grynapluoščių vilnionių mezginių matmenų pokyčiams:
 - 2.1. Mezgant iš visai nerelaksavusių vilnionių verpalų, pilnai (24 h) po mezgimo relaksavusios detalės plotis skiriasi nuo detalės, numegztos iš 24 h relaksavusių verpalų, vidutiniškai 0,5 cm, o detalės ilgis – daugiau nei 2,5 cm.
 - 2.2. Mezgant iš nerelaksavusių ar trumpai (1-2 h) relaksavusių akrilinių ir mišriapluoščių vilnionių/akrilinių verpalų, detalės matmenys net ir po 5-10 h relaksavimo kondicinėmis sąlygomis skiriasi nuo mezginių, numegztų iš 24 h relaksavusių verpalų, daugiau nei 1 cm, ypač išilgine kryptimi.
3. Nustatyta, kad mažiausia trūkimo jėga ir ištisa pasižymėjo grynapluoščiai vilnioniai verpalai, o didžiausia – grynapluoščiai akriliniai verpalai. Mišriapluoščių vilnionių/akrilinių verpalų trūkimo charakteristikos artimos akrilinių verpalų trūkimo charakteristikoms.
4. Mezginių trūkimo charakteristikos parodė, kad visų tirtų pluoštinių sudėčių mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, trūkimo jėga stulpelių kryptimi yra didesnė nei eilučių kryptimi, o trūkimo ištisa tris ir daugiau kartų mažesnė.
5. Nustatyta, kad verpalų relaksacija kondicinėmis sąlygomis mezginių stiprumui įtakos neturi. Tačiau pastebėta ženkli įtaka trūkimo ištisai: visų pluoštinių sudėčių mezginių, numegztų iš nerelaksavusių verpalų, trūkimo ištisa stulpelių kryptimi yra maždaug dvigubai mažesnė, o eilučių kryptimi maždaug dvigubai didesnė nei mezginių, numegztų iš 24 valandas relaksavusių verpalų.
6. Kadangi verpalų relaksavimo sąlygos prieš mezgimą ir mezginių atsigulėjimas po mezgimo turi reikšmingos įtakos megzto detalė matmenims, rekomenduojama verpalus prieš mezgimą kondicionuoti ne mažiau 24 valandas, o detales po mezgimo - ne mažiau 10 valandų.

Literatūros sąrašas

1. SCOBIE, D. R., A.J. GROSVENOR, A.R. BRAY, S.K. TANDON, W.J. MEADE1, A.M.B. COOPER. A review of wool fibre variation across the body of sheep and the effects on wool processing. *Small Ruminant Research*. 2015, 133, 43-53. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.10.025>
2. GLEBA, Margarita. From textiles to sheep: investigating wool fibre development in pre-Roman Italy using scanning electron microscopy (SEM). *Journal of Archaeological Science*. 2012, 39, 3643-3661. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2012.06.021>
3. WOJCIECHOWSKA, E., A. WLOCHOWICZ, A. WESELUCHA- BIRCZYNSKA. Application of fourier-transform infrared and raman spectroscopy to study degradation of the wool fiber keratin. *Journal of Molecular Structure*. 1999, 511-512, 307-318. Prieiga per: doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-2860\(99\)00173-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-2860(99)00173-8)
4. STRARCZAK, R., J. WAS-GUBALA. UV–Vis microspectrophotometric study of wool and polyamide fibres dyed with analogous gryfalan dyes. *Dyes and Pigments*. 2016, 132, 58-63. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dyepig.2016.04.041>
5. CRAWSHAW, C. A. *Fundamentals of spun yarn technology*. United States of America: CRC Press LLC, 2003. ISBN 1566768217.
6. GUPTA, B. S. *Friction in textile materials*. Cambridge: Woodhead, 2008. ISBN 9781855739208.
7. GELLER, B. E. Polyacrylonitrile fibers. Prospects for development of production. A review. *Fibre Chemistry*. 1997, 29(6). Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02418866>
8. GUPTA, V.B., and V. K. KOTHARI. Acrylic fibres. In: *Manufactured Fibre Technology*. Springer Netherlands, 1997. ISBN 978-94-010-6473-6
9. BAJAJ, P., D. K. PALIWAL. Some recent advances in the production of acrylic fibers for specific end use. *Indian Journal of fiber and textile research*. 1991, 16, 89-99 [žiūrėta 2016-04-11]. ISSN 0975-1025. Prieiga per: <http://nopr.niscair.res.in/>
10. PARK, Myung-Ja. Blending effect on the mechanical and hand properties of wool/acrylic blend knit. *IJCC*. 2005, 8(1) [žiūrėta 2016-02-14]. Prieiga per: SpringerLink
11. REJALI, Mohammad, Hossein HASANI, Saeed AJELI, Mohsen SHANBEH. Optimization and prediction of the pilling performance of weft knitted fabrics produced from wool/acrylic blended yarn. *Indian Journal of fiber and textile research*. 2014, 39, 83-88 [žiūrėta 2016-04-11]. Prieiga per: <http://nopr.niscair.res.in/>

12. SÜPÜREN MENGÜÇ, Gamze. A research on yarn and fabric characteristics of acrylic/wool/angora blends. *Tekstil ve konfeksiyon*. 2016, 26(1) [žiūrēta 2016-04-10]. Prieiga per: <http://www.tekstilvekonfeksiyon.com/>
13. SPENCER, D. J. *Knitting technology: A comprehensive handbook and practical guide*. Third edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001. ISBN 1 85573 333 1.
14. MARMARALI, A. B. Dimensional and Physical Properties of Cotton/Spandex Single Jersey Fabrics. *Textile Research Journal*. 2003, 78 (1). Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1177/004051750307300102>
15. KANE, C. D., PATIL, U. J., SUGHAKAR, P. Studies on the influence of knit structure and stitch length on ring and compact yarn single jersey fabric properties. *Textile Research Journal*. 2007, 77 (8). Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0040517507078023>
16. SANJARI, Hamid Reza, Dariush SEMNANI, Mohammad SHEIKHZADEH. Investigating the performance of various relaxation processes on the surface regularity and dimensional properties of plain knitted fabrics using the image processing technique. *Fibers and textiles in Eastern Europe*. 2011, 19(2), 36-42 [žiūrēta 2016-01-25]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
17. EMIRHANOVA, Nergiz, Yasemin KAVUSTURAN. Effects of knit structure on the dimensional and physical properties of winter outerwear knitted fabrics. *Fibers and textiles in Eastern Europe*. 2008, 16(2),69-74 [žiūrēta 2016-01-25]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
18. CORUH, Ebru. Optimization of comfort properties of single jersey knitted fabrics. *Fibers and textiles in Eastern Europe*. 2015, 23(4). Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/5604/12303666.1152728>
19. SAKTHIVEL, J. C., ANBUMANI, N. Dimensional properties of single jersey knitted fabrics made from new and regenerated cellulosic fiber. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 2012, 7 (3) [žiūrēta 2016-01-28]. Prieiga per: <http://ojs.cnr.ncsu.edu/>
20. KANE, C. D., PATIL, U. J., SUGHAKAR, P. Studies on the influence of knit structure and stitch length on ring and compact yarn single jersey fabric properties. *Textile Research Journal*. 2007, 77 (8), 572-582. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0040517507078023>
21. BIVAINYTĖ, A., MIKUČIONIENĖ, D. Investigation on the air and water vapour permeability of double-layered weft knitted fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2011, 19 (3), 69-73 [žiūrēta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
22. ČIUKAS, R., ABRAMAVIČIŪTĖ, J. Investigation of the air permeability of socks knitted from yarns with peculiar properties. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2010, 18 (1), 2010, 84 – 88 [žiūrēta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>

22. ABRAMAVIČIŪTĖ, J., MIKUČIONIENĖ D., ČIUKAS, R. Structure properties of knits from natural yarns and their combination with elastane and polyamide threads. *Materials Science*. 2011, 17 (1), 43-46. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ms.17.1.247>
23. KŁONOWSKA, M., KOWALSKI, K.. Optimising knitting process conditions on the basis of controlled robbing-back of yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2006, 14 (1), 47-51 [žiūrėta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
24. KŁONOWSKA, M. KOWALSKI, K.. Assessment of knitting conditions at state of discontinuous robbing back in the knitting zone on weft-knitting machines. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2002, 3 (38), 50 - 52 [žiūrėta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
25. HU, H., HE, Q. Knitting of basalt filament yarn. *Textile Research Journal*. 2010, 81 (7), 2010, 690 - 697. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ms.17.1.24710.1177/0040517510383615>
26. RAY, S. Ch., BANERJEE, P. K. Mechanics of 1x1 rib loop formation process on a dial and cylinder machine – analysis of modelled system. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2012, 37 (2), 138 – 145 [žiūrėta 2016-02-06]. ISSN 0975-1025. Prieiga per: <http://nopr.niscair.res.in/>
27. SAVCI, S., CURISKIS J. I., PAILTHORPE, M. T. Knitability of glass fiber weft-knitted preforms for composites. *Textile Research Journal*. 2001, 71 (1), 15 - 21. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0040517508101462>
28. GRABOWSKA, K. E., VASILE, V., VAN LANGENHOVE, L., CIESIELSKA, I. L., BARBURSKI, M. The influence of component yarns characteristics and ring twisting frame settings on the structure and properties of spiral, loop and bunch yarns. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2006, 14 (3), 38 - 41 [žiūrėta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
29. GHANE, M., SHEIKHZADEH, M., HALABIAN, A. M., KHABOURI S. Bending rigidity of yarn using a two supports beam system. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2008, 16 (3), 30 – 32 [žiūrėta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
30. GHANE, M., SHEIKHZADEH, M., KHABOURI, S., GHAEI, I. Investigation on the ratio of bending rigidity of fabric to yarn for low twist filament yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2009, 17 (3), 51 – 53 [žiūrėta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
31. JUNG-WHAN, P., AE-GYEONG, O. Bending mechanics of ply yarns. *Textile Research Journal*. 2003, 73 (6), 473 - 479. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1177/004051750307300602>
32. VITKAUSKAS, A., MILAŠIUS, V., ČIUKAS, R. *Tekstilės medžiagų mechanika: vadovėlis*. Kaunas: Vitae Litera, 2007. ISBN 978-9955-686-37-8.

33. DHINGRA, R. C., POSTLE, R. The bending and recovery properties of continuous-filament and staple fibre yarns. *Journal of The Textile Institute*. 1976, 67 (12), 426 - 433. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00405007608630161>
34. PUSCH, T., WÜNSCH, I., OFFERMANN, P. Dynamics of yarn tension on knitting machines. *Autex Research Journal*. 2000, 1 (2), 54 – 63 [žiūrėta 2016-02-25]. Prieiga per: <http://www.autexrj.com/>
35. KOO, Y. S.. Correlation of yarn tension with parameters in the knitting process. *Fibers and polymers*. 2002, 3 (2), 80 – 84 [žiūrėta 2016-02-14]. Prieiga per: SpringerLink
36. LEK-UTHAI, J. On-line quantity assurance in circular knitting part II: experiment results. *Thammasat International Journal of Science and Technology*. 1991, 4 (2), 32 – 41 [žiūrėta 2016-02-14]. Prieiga per: <http://www.tci-thaijo.org/>
37. FATKIĆ, E., GERŠAK, J., UJEVIĆ, D. Influence of knitting parameters on the mechanical properties of plain jersey weft knitted fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2011, 19 (5), 87 – 91 [žiūrėta 2016-03-28]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
38. SVETNICKIENĖ, V., ČIUKAS, R. Technical and classical yarns friction properties investigation. *Mechanika*. 4 (60), 2006: pp. 54 - 58. ISSN 1392 – 1207.
39. SVETNICKIENĖ, V., ČIUKAS, R. Investigation of friction properties of yarns from natural fibres. *Mechanika*. 2009, 1 (75), 73-77. ISSN 1392 - 1207
40. YOUNG-SEOK, K., HAN-DO, K. Friction of cotton yarn in relation to fluff formation on circular knitting machines. *Textile Research Journal*. 2002, 72 (1), 17 - 20. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1177/004051750207200103>
41. DAS, A., KOTHARI, V. K., VANDANA, N. A study on frictional characteristics of woven fabrics. *Autex Research Journal*. 2005, 5 (3), 133 – 140 [žiūrėta 2016-02-25]. Prieiga per: <http://www.autexrj.com/>
42. BALCI KILIC, G., SÜLAR, V. Frictional properties of cotton-tencel yarns spun in different spinning systems. *Textile Research Journal*. 2012, 82 (8), 755 - 765. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0040517511429610>
43. PRAKASH, C., K. THANGAMANI. Establishing the effect of loop length on dimensional stability of single jersey knitted fabric made from cotton/lycra core spun yarn. *Indian Journal of Science & Technology*. 2010, 3 (3). Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.17485/ijst/2010/v3i3/29698>
44. ANAND, S.C., K.S.M. BROWN, L.G. HIGGINS, D.A. HOLMES, M.E. HALL, D. CONRAD. Effect of laundering on the dimensional stability and distortion of knitted fabrics. *Autex Research Journal*. 2012, 2 (2) [žiūrėta 2016-02-25]. Prieiga per: <http://www.autexrj.com/>

45. MONA HAJI, M.A.. Physical and mechanical properties of cotton/ spandex fabrics. *Pakistan Textile Journal*. 2013, 62 (1) [žiūrėta 2016-04-21]. Prieiga per: <http://ptj.com.pk/>
46. KUMAR, V., V.R. SAMPATH. Investigation on the physical and dimensional properties of single jersey fabrics made from cotton sheath – elastomeric core spun. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2003, 21 (3), 73-75 [žiūrėta 2016-02-01]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
47. ELTAHAN, Eman Abd elzaher, , MOHAMED Sultan, ABOU-Bakr Mito. Determination of loop length, tightness factor and porosity of single jersey knitted fabric. *Alexandria Engineering Journal*. 2016. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2016.02.006>
48. HERATH, C.N., B. CHOON KANG. Effect of washing cycles on behavior of core spun cotton/spandex interlock structures. *Fibers and Polymers*. 2009, 10 (2), 209-216. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12221-009-0209-3>
49. SANJARI, Hamid Reza, Dariush SEMNANI, Mohammad SHEIKHZADEH. Investigating the performance of various relaxation processes on the surface regularity and dimensional properties of plain knitted fabrics using the image processing technique. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2011, 2(85), 36-42 [žiūrėta 2016-04-29]. Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>
50. LIETUVOS STANDARTICAZIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 139:2005. *Tekstilė. Standartinė kondicionavimo ir bandymo aplinka (ISO 139:2005). Textiles - Standard atmospheres for conditioning and testing (ISO 139:2005)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2006.
51. Stoll [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-02-29]. Prieiga per: www.stoll.com
52. BS 5441:1998. *Methods of test for knitted fabrics*. 1988.
53. LIETUVOS STANDARTICAZIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 14971:2006 Tekstilė. Megztinės medžiagos. *Kilpų skaičiaus vienetiniame ilgyje ir plotyje nustatymas. extiles - Knitted fabrics - Determination of number of stitches per unit length and unit area*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2007.
54. TVARIJONAVIČIENĖ, Beata. *Mezginių sandara ir analizė: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2009. ISBN 9955-09-481-8.
55. LIETUVOS STANDARTICAZIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN ISO 2062:2010. *Tekstilė. Siūlai pakuotėse. Pavienio siūlo trūkimo jėgos ir ištišos trūkstant nustatymas naudojant bandymo aparatą, tempiantį pastoviu greičiu (ISO 2062:2009). Textiles - Yarns from packages - Determination of single-end breaking force and elongation at break using constant rate of extension (CRE) tester (ISO 2062:2009)*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2010.
56. MILAŠIUS, Rimvydas. *Tekstilės eksperimento teorija ir praktika: mokomoji knyga*. Kaunas : Technologija, 2011. ISBN

57. TREIGIENĖ, Rasa ir Daiva MIKUČIONIENĖ. Mezginių mechanika ir projektavimas: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2012. ISBN 978-609-02-0720-8.

58. MIKUČIONIENĖ, Daiva ir Edgaras ARBATAITIS. Comparative analysis of the influence of bamboo and other cellulose fibres on selected structural parameters and physical properties of knitted fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2013, 3 (99), 76-80 75 [žiūrėta 2016-05-01].

Prieiga per: <http://www.fibtex.lodz.pl/>