



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

**Malvina Vičiūtė**

**APKROVOS ĮTAKOS SIŪLIŲ RAUKŠLĖTUMUI TYRIMAS IR  
VERTINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Milda Jucienė

**KAUNAS, 2015**

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

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(parašas) Doc. dr. Vaida Jonaitienė

(data)

**APKROVOS ĮTAKOS SIŪLIŲ RAUKŠLĒTUMUI TYRIMAS IR**  
**VERTINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Aprangos mados inžinerija (kodas 621J40004)**

**Vadovas**

(parašas) Doc. dr. Milda Jucienė

(data)

**Recenzentas**

(parašas) Doc. dr. Vaida Dobilaitė

(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Malvina Vičiūtė

(data)

**KAUNAS, 2015**

# TURINYS

ĮVADAS .....	9
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	10
1.1 Audinių struktūros ir mechaninių savybių įtaka siūlės raukšlėtumui .....	11
1.2 Siuvimo mašinos parametrų įtaka siūlės raukšlėtumui.....	13
1.3 Siuvimo siūlo įtaka siūlės raukšlėtumui .....	15
1.4 Siūlių raukšlėtumo tyrimo metodikų analizė .....	16
2. TYRIMO OBJEKTAI IR METODIKA .....	21
2.1. Bandiniai ir bandymų atlikimo metodika .....	21
3. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS .....	25
3.1 Apkrovos ir laiko įtaka siūlės raukšlėtumui .....	25
3.2 Apkrovos ir laiko įtaka bandinių ilgiams.....	39
3.3 Apkrovos ir greičio įtaka siūlės raukšlėtumo koeficientui .....	49
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS .....	54
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	55

## ĮVADAS

Siuvimo pramonėje pagrindinis tikslas užsakovui pateikti kokybišką gaminį. Gaminiai siuvami iš skirtingų žaliavų bei savybių audinių, todėl dažniausiai atsirandantys defektai yra siūlinių sujungimų vietose. Viena iš dažniausiai pasitaikančių problemų yra siūlės raukšlėtumas. Šis defektas dažniau pasitaiko lengviems audiniams. Norint gauti kokybišką siūlę būtina siuvimo parametrus sureguliuoti individualiai kiekvienam audiniui. Tačiau tinkamas parametru sureguliojimas dažniau duoda siūlės raukšlėtumo sumažinimą, o ne visišką jo dingimą. Šio defekto pasekoje matomas gaminio sutrumpėjimas ties siūle. Pastebėta, kad norint visiškai sumažinti siūlės raukšlėtumą, darbuotojai siuvimo metu patempia siuvas detales.

Atlikta daugybė tyrimų siūlės raukšlėtumo tema nagrinėjančių kaip siūlės raukšlėtumas priklauso nuo audinio mechaninių savybių, siuvimo parametru, tačiau tyrimo imituojančio siuvimo metu patempiamų detaliu įtakos raukšlėtumui dar nebuvo.

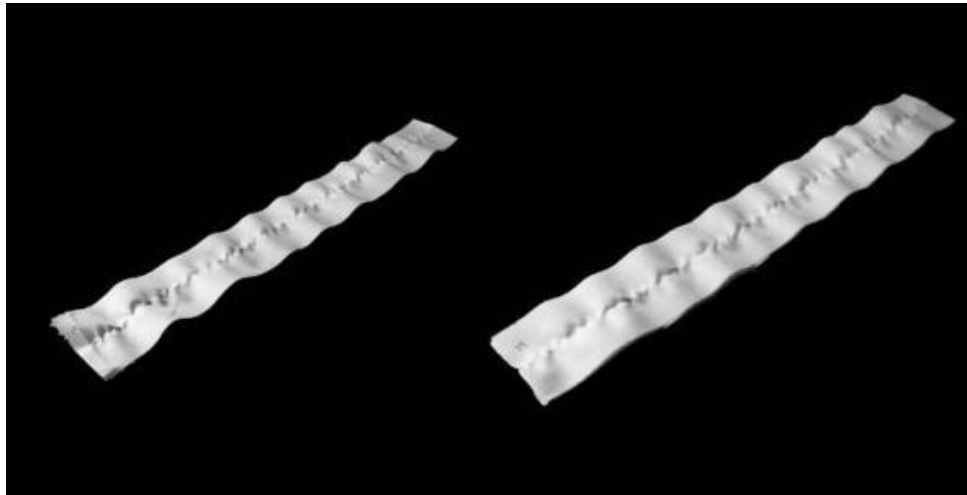
Šio darbo **tikslas** – ištirti apkrovos dydžio ir padėties įtaką siūliu raukšlėtumui.

### **Uždaviniai:**

- ištirti apkrovos dydžio įtaką siūliu raukšlėtumui,
- išanalizuoti apkrovos padėties įtaką siūliu raukšlėtumui,
- išanalizuoti technologiniu parametru įtaką siūliu raukšliu parametrams,
- įvertinti laiko įtaką siūliu raukšlėtumui,
- ištirti apkrovos, laiko ir garinimo įtaką bandiniu ilgiui.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

Atlikta mokslinės literatūros analizė parodė, kad siūlių raukšlėtumas yra aktuali tema moksliniu ir praktiniu aspektu. Tobulinamos siūlės raukšlėtumo matavimo metodikos, tiriami įvairūs veiksniai, tokie kaip siuvimo mašinos parametrai, siuvamų audinių ar siūlų mechaninės savybės ir kt. bei jų įtaka siūlės raukšlėtumui. Siūlės raukšlėtumas (1.1 pav) - tai siūlės susibūrimas siuvimo metu, po to arba po skalbimo, ir yra traktuojamas kaip nepageidaujama išvaizda [1].



1.1 pav. Siūlės raukšlėtumas [2]

Raukšlėtas siūlės paviršius gali būti įvairus: bangos santykinai tolygios abiejose siuvinio detalėse, siuvinio ties siūle išgaubimas, kai peltakio viršuje ar apačioje matosi įtemptas siuvimo siūlas, didesni medžiagos išsipūtimai apie siūlę, ties peltakiu atsiradusios apskritimo formos mažos bangos, tolygiai pasiskirsčiusios kairėje ir dešinėje dygsmio pusėje, sujungimo siūlė lygi, o peltakiavimo – su apskritimo formos bangomis ties dygsniu, klostės išryškėjusios vienoje siuvinio pusėje – dešinėje ar kairėje, banguotas peltakio vidurys, o pradžia ir pabaiga lygi. Siūlės linija šalia audinio yra standesnė, todėl siūlės raukšlėtumas atsiranda ne siūlės linijoje, o šalimais. Raukšlėtumo lygis priklauso nuo banguotumo, tačiau reikia atsižvelgti ir į siūlo tamprumą, medžiagos mechanines savybes, bei pačio siūlo mechanines savybes [3,4]. Siūlės raukšlėtumasis gali įvykti dėl vienos ar kelių priežasčių:

- siūlų poslinkio – tai dažniausiai nutinka standžiai išaustuose audiniuose. Siūlas orientuojasi į standų sluoksnį, taip jis negali pereiti ir lengvai kompensuoti įterpiamo siūlo.

Įtempti siūlai sudaro audinyje bangeles išilgai siūlės. Dažniau tai pasitaiko metmenų kryptimi nei ataudų ar įstriža.

- per didelio siūlo įtempimo – siūlės siuvimas su didelio įtempimo siūlais siuvimo mašinoje, grįžtantis siūlas iki savo originalaus ilgio sutraukia siūlę. Siūlės raukšlėtumasis atsiranda iškart išlindus iš prispaudimo kojelės, tačiau būna, kad susiraukšlėjimas pasireiškia tik vėliau arba po skalbimo, dėl tekstilinės medžiagos gebėjimo keisti dydį.

- mašinos netolygus sluoksnių padavimas – kai viena audinio dalis paduodama siūti greičiau nei kita. Tai įvyksta kai prispaudimo kojelė laiko apatinį sluoksnį, o tuo metu viršutinis sluoksnis paduodamas siūti dėl didesnio greičio.

- nevienodas siūlės susitraukimas – atsiranda kai vienas iš komponentų prisiūtas skirtingu greičiu negu kitos dalys. Komponentai gali būti pagrindinis audinys, įdėklai, užtrauktukai, juostelės ir siūlai.

Siūlės gali pradėti raukšlėtis iškart nusiuvus peltakį arba tik praėjus po tam tikro laiko. Taip pat siūlės raukšlėjimąsi gali įtakoti skalbimas ir lyginimas. Net ir mažas siuvimo sąlygų pasikeitimas kaip adatos, prispaudimo pėdelės, siuvimo siūlų pakeitimas, gali sąlygoti defekto atsiradimą, arba jis atsiras darbo dienos pabaigoje, dėl to kad mechanizmai apdulkėjo, adata atbuko ar įkaito [5].

### **1.1 Audinių struktūros ir mechaninių savybių įtaka siūlės raukšlėtumui**

Siūlės raukšlėtumo dydis labai priklauso nuo tekstilinės medžiagos savybių. Mokslininkai Cheng ir Poon tyrė raukšlėtumąsi ir pastebėjo, kad tam įtakos turi pynimas, siūlės krypties padėtis, audinio storis ir paviršinis tankis [6]. Siūlės raukšlėtumo priklausomybę šiems savybėms, tyrė pasirinkę skirtingus audinius ir juos prasiuvus vienodais mechaniniais ir siuvimo parametrais. Labiausiai reaguojama kai keičiasi audinio paviršinis tankis ir storis, jis netiesiogiai proporcingas, todėl padidėjus paviršiniam tankiui ar storiui – siūlės raukšlėtumas mažėja. Didelę įtaką daro ir siūlų tankumas – rečiau išausti audiniai, linkę mažiau raukšlėtis nei tankiai austi. Siuvimo siūlai išstumia audinio siūlą iš savo vietos ir tankiai austuose audiniuose jis ne visada randa naują poziciją. Toks siūlų išsikraipymas vadinamas siūlų poslinkio raukšlėtumas. Nepaisant skirtingo audinių pynimo didesnę raukšlėtumą turi siūlės einančios išilgai ataudų kryptimi, taip manoma yra todėl, kad ataudai turi didesnę perdangų skaičių nei metmenys.

Siūlės raukšlėtumas gali būti imituojamas kompiuterine programa. S. Inui ir T. Yamanaka atliko simuliacinio tyrimą. Bandiniai, kurių išmatavimai 50mm x 400mm, siuvami per vieną

sluoksnį virtualiai. Pagrindiniai faktoriai, kurie buvo naudojami simuliuoti audinius buvo: minimalus siūlo įtempis, mažesnis siūlo tamprumas, smulkesnis dygnis, storesnis audinys, lenkimo kietumas, didesnis audinio tamprumas. Pagal šiuos kriterijus buvo siuvami ir realūs bandiniai, kurie buvo itin panašūs su virtualiais [7]. Medžiagos savybės, kaip storumas, lenkimo standumas, šlytis, medžiagų tarpusavio trintis ir tūsumas, visa tai yra reiškiniai lemiantys siūlės išvaizdą [8].

Mokslininkų grupė iš Slovėnijos tyrinėjo prognozuojamą siūlės išvaizdą, kurdami naują programinę įrangą. Tyrimo metu jie pastebėjo, kad audiniai, kurių sudėtyje yra elastano, turi didelę įtaką siūlių išvaizdai. Siūlės raukšlėtumas labiausiai pasireiškė elastano neturinčiose audiniuose, kur tempimas metmenų ir ataudų yra didesnis nei audiniuose su elastanu. Taip yra todėl, kad siūlai stumiami į šalį kiekvieną kartą įsiterpus adatai [9]. Mokslininkai Midha ir Kumar tyrė siūlės raukšlėtumą siuvant lengvus medvilnės ir poliesterio audinius, siuvant siūles skirtingais kampais ir dyginių ilgiais. Bandiniai siuvami pramonine šaudyklinio dyginių mašina. Patebėta, kad visų rūšių audinių didžiausias siūlės raukšlėtumas gautas siuvant metmenų kryptimi, kryptis kuria dažniausiai siuvami audiniai. Siūlės raukšlėtumas sumažėja, kai siūlės siuvamos ataudų kryptimi, nes taip siūlėje padengiama daugiau metmenų ir ataudų siūlių. Siūlės raukšlėtumas skiriasi skirtinguose audiniuose, atsižvelgiant į santykinės dangos veiksmingumą siūlėje. Jis žemiausias kampuose, kuriuose santykinė danga didžiausia. Aukštesnė santykinė danga padeda paslėpti siūlių poslinkius, geriau paskirsto ir siūlus siūlėje [10].

Mokslininkai tyrė siūlės kokybę medvilniniuose audiniuose. Naudojama 20 medvilninių audinių skirtų viršutiniams drabužiams. Audinio mechaninės savybės buvo išbandytos ir apskaičiuotos FAST sistemoje pagal standartines sąlygas. Kiekvienas audinys siuvamas skirtingu storių siūlais ir skirtingu dyginių tankumu. Siūlės raukšlėtumas atsiranda parinkus netinkamus siuvimo parametrus ir siuvimo priemones. Ištirta, kad didelis raukšlėtumas susidaro ant audinių, kurie pasižymi mažu lenkimo standumu, storiu, paviršiniu tankiu bei atsparumu standumui [11].

Siūlės nestabilumas yra viena pagrindinių priežasčių sukeliančių siūlės raukšlėtumą. Tai yra labai paplitusi problema visoje siuvimo pramonėje. Mokslininkas Amirbayat teigia, jog siūlė yra veikiamą energijų ir pagrindinės yra šios: audinio sluoksnių membranos deformacijos energija (siuvimo medžiagos du sluoksniai susiūti su tam tikro laipsnio laisvumu ir palikta vietos tempimui), siūlės tempimo deformacijos energija (siūlės tempimas sukelia siūlės išsiplėtimą ir sukaupia tempimo energiją), siūlės lenkimo deformacijos energija (jei siūlės laisvumas kritiškai

didelis, išsivysčiusios energijos rezultate lenkiama siūlė). Tyrimai parodė, kad siūlė nelinks tol kol nebus viršytos audinio sluoksnio membranos ir siūlės tempimo deformacijų energijos [12].

Tiriant džinsinį audinį mokslininkai pasirinko skirtingo storio džinsus ir skirtingus siuvimo siūlus. Bandiniai siuvami ir analizuojami, tuomet plaunami su plovikliu ir rezultatai lyginami tarpusavyje. Siūlės raukšlėtumas palaipsniui didėja, didėjant audinio paviršiniam tankiui, nepriklausomai nuo siūlo sudėties ir jo storumo. Didžiausią raukšlėtumą džinsiniame audinyje sukelia poliesteriniai sukti siūlai. Po plovimo siūlės raukšlėtumas visuose bandiniuose sumažėjo, nes atsipalaiduoja siuvimo adatos ir įsiskverbimo į audinį jėgos sukeltos raukšlės [13,14].

### **1.2 Siuvimo mašinos parametrų įtaka siūlės raukšlėtumui**

Mokslininkai Park ir Ha tyrė siūlės raukšlėtumą naudojantis „Taguči metodu“ [15]. Šio metodo pradininkas Dr. Genichi Taguchi. Jis teigė, jog gaminio ar proceso konstrukcija susideda iš trijų fazių programos:

1. sistemos projektavimas. Tai etapas, kuriama ieškoma naujovių. Kaip pagerinti kiekvieną veiksnį ir sujunkti visus faktorius, kad gauti geriausią rezultatą pasirinktoje srityje.

2. parametrų projektavimas. Šis etapas apima veiksnius, kurie jau žinomi, tačiau dar yra ką tobulinti. Strategija - pagerinti efektyvumą, koreguojant žinomų veiksnių lygį, o ne ieškoti naujų veiksnių. Kokybės gerinimas pasiekiamas nepatiriant daug papildomų išlaidų. Ši strategija yra akivaizdžiai puikiai tinkanti gamybai.

3. tolerancijos projektavimas. Ši fazė eina prieš parametrų projektavimo veiklą. Joje svarbiausia nustatyti valdymo charakteristikas kiekvienam veiksniai.

Tai padeda sumažinti produkto kaštus, gerinti darbo kokybę, ir tuo pat metu sumažinti gamybos laiką.

Mokslininkai pritaikę šį metodą tyrė tinkamiausias siuvimo sąlygas, kurios padėtų sumažinti siūlės raukšlėtumą [15]. Jie tyrė kaip siuvimo greitis, dygsnio ilgis, adatos siūlo įtempimas ir prispaudimo kojėlės jėga įtakoja siūlės susiraukšlėjimą. Didžiausią įtaką daro siuvimo greitis ir adatos siūlo įtempimas.

Mokslininkės Jucienė ir Dobilaitė taip pat tyrė siūlės raukšlėtumą priklausomą nuo prispaudimo jėgos ir pagrindinio veleno sukimosi dažnio. Tyrimo metu nustatyta, kad didėjant pagrindinio veleno sukimosi dažniui, raukšlėtumas didėja, o didinant prispaudimo jėgai – priešingai – mažėja [16,17]. Ištirta, kad tąsesnės medžiagos didinant pagrindinio veleno sukimosi



dažnį, sujungimo vietoje suformuoja aštresnes raukšles, o su nedideliu tąsumu pasižyminčiomis medžiagomis, nustatytos mažiausios siūlės raukšlėtumo charakteristikų vertės [18].

Korėjos mokslininkai tyrė vilnonius audinius skirtus siūti kostiumams. Jie tyrė priklausomybę nuo kojelės prispaudimo jėgos, ritės siūlo įtempimo ir siuvimo greičio. Mokslininkai naudojo dvidešimt bandinių, kurie sudaryti iš grynos vilnos ir vilnos maišytos su poliesteriu. Bandiniai siuvami skirtingais siuvimo būdais, keičiant prispaudimo kojelės jėgą, ritės siūlo įtempimą ir siuvimo greitį. Bandiniai sudaryti iš grynos vilnos turėjo mažesnę raukšlėtumą, negu maišyti su poliesteriu, taip yra todėl, kad vilna pasižymi didesniu elastingumu. Didinant kojelės prispaudimo jėgą ir mažinant ritės siūlo įtempimą, siūlės raukšlėtumas mažėja. Šie mokslininkai įrodė, kad didinant greitį vilnoniuose audiniuose raukšlėtumas mažėja, taip yra todėl, kad susidaro tinkamas siūlo įtempimas [19]. Tačiau tiriant siūlės raukšlėtumą dirbtiniame šilko audinyje pagamintame iš 100% poliesterio, mokslininkai pataria sumažinti siuvimo greitį norint išvengti siūlės raukšlėtumo. Siūlės raukšlėtumo mažinimui patariama sumažinti adatos ir ritės siūlo įtempimą ir padidinti dygsnio tankumą. Tokiomis sąlygomis poliesterinio audinio raukšlėtumas mažėja [20].

Korėjos mokslininkai tyrė siūlės raukšlėtumą naudojant 22 vandeniui nepralaidžias siuvimo medžiagas. Visi audiniai siuvami standartinėmis siuvimo mašinomis, pagal standartinius nustatymus. Tuomet gaminiai sandarinami vandeniui atsparia sandarinimo juosta. Šiuo atveju temperatūra ir greitis nustatomi individualiai atsižvelgiant į audinio charakteristiką. Siūlės raukšlėtumo nustatymui naudojamas lazerinis skaitytuvas. Tyrimo metu pastebėta, kad siūlės raukšlėtumo laipsnis daug didesnis laminuotoms medžiagoms, nei dengtom. Rezultatai parodė laminuotos medžiagos pasižymejo žemesne banguotumo amplitude ir ilgesniu bangos ilgiu siūlės linijoje, bei krašto linijoje negu dengtos medžiagos. Buvo patvirtinta, kad orui pralaidžiuose, vandeniui atspariuose audiniuose kiekvienos bangos ilgis ir amplitudė turi didesnę reikšmę, nei bendras bangų skaičius. Raukšlėtumas šiuose audiniuose dažniausiai neatsiejamas ir neišvengiamas. Tai sąlygoja siuvimo siūlų įtempimas ir diferencialinis padavimas, kai dvi audinio detalės paduodamos tarp prispaudimo kojelės ir plokštelės [21].

Irano mokslininkai atliko tyrimą nustatyti siūlo įtempimo reikšmę siūlės raukšlėtumui. Bandiniai buvo siuvami naudojant skirtingus siuvimo siūlo įtempimus. Audinio juostelės skanuojamos trianguliacijos principu. Raukšlėtumo bangos artį siūlės linijos susiformuoja su žema amplitude ir aukštu dažniu. Priešingai nei ant linijų esančių toli nuo siūlės linijų. Bandinių raukšlės bangos susidaro skirtingos, siuvant jas vienodu įtempimu. Tai parodo, kad raukšlėtumo

susiformavimas yra jautrus bet kokiam trikdymui ar pradiniam netobulumui. Raukšlių profiliai nuskaitomi ant dviejų simetriškų siūlės linijai linijų, nėra identiški. Tai patvirtina, kad raukšlės susidarymas susidaro atsitiktinai [22].

Šingosen audiniai yra nauji poliesterinio pluošto audiniai. Siūlės raukšlėtumo tyrimas atliekamas šiems audiniams ir žiūrima kaip susiję audinių mechaninės savybės ir adatos skverbimosi jėga operacijos metu. Tyrimo metu naudojami 4 rūšių audiniai: poliesterinis - vilnos imitacija, sportiniams drabužiams skirtas audinys pralaidus orui ir sugeriantis drėgmę, audinys turintis šilko savybes ir su pūkeliu. Siuvimas atliekamas parenkant kiekvienam audiniui tinkamiausius siuvimo parametrus ir nustatyta, kad didžiausias siūlės raukšlėtumas ir skverbimosi jėga gaunasi siuvant audinį su pūkeliu ir šilkinių savybių poliesterinius audinius. 90% siūlės sugadinama siuvant audinius su pūkeliu, 80% siuvant šilkinių savybių ir sportinių drabužių audinius [23].

### **1.3 Siuvimo siūlo įtaka siūlės raukšlėtumui**

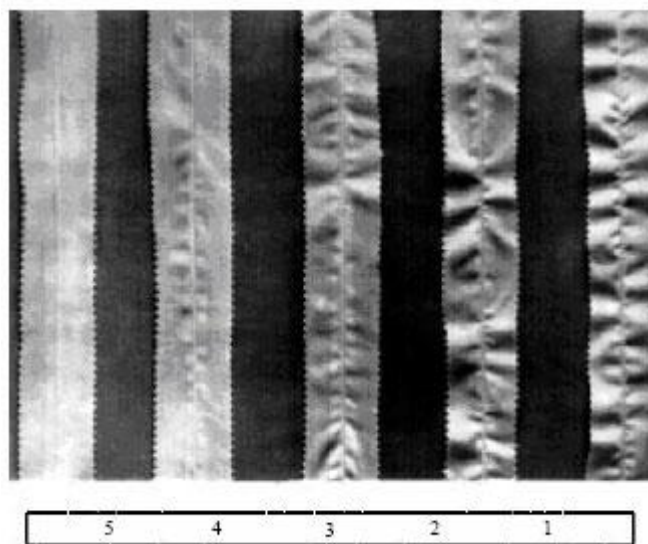
Daugiausia tiriama su kokiais siuvimo parametrais ir kokias tekstilines medžiagas tinkamiausia siūti, kad išvengtume nepageidaujamo defekto – siūlės raukšlėtumo. Tačiau siūlės viena iš sudedamųjų dalių yra siūlai. Kokią įtaką daro siūlas raukšlėjimuisi tyrė V. Dobilaitė ir M. Jucienė [24]. Parinktos 3 tekstilinės medžiagos, kurių pluoštinė sudėtis yra : 100proc medvilnė, poliesteris su medvilne ir viskozė. Iš šių tekstilinių medžiagų iškerpami bandiniai ir sujungiami pagal dvi grupes : po 2 juosteles ir po 3 juosteles. Bandiniai susiūti dviejų rūšių poliesteriniais ir medvilniniais siūlais. Taip pat buvo stebima kokią įtaką traukimuisi turi laikas ir drėgmė. Tyrimo metu pastebėta, kad geriausiomis savybėmis pasižymi universalūs siuvimo siūlai turintys mažiausią grįžtamą deformaciją. Susiuvus bandinius šiais siūlais siūlės raukšlėtumas buvo mažai pastebimas. Taigi tokiais siūlais rekomenduojama siūti plonus lengvus audinius. Geriausias raukšlėjimasis pastebimas suktų poliesterinių siūlų. Laiko faktorius neturėjo itin didelės reikšmės, tačiau skalbimas ir džiovinimas sudarė didžiausią priežastį raukšlėtis. Po skalbimo ir džiovinimo siūlės raukšlėtumui didžiausią įtaką darė medvilniniai siūlai, manomai dėl savybės brinkti.

J. Fan ir W. Leeuwner taip pat tyrė siuvimo siūlo įtaką siūlės raukšlėtumui. Buvo pasirinkti 42 rūšių siūlai ir skirtingi 5 audiniai. Audiniai išlyginami žemoje temperatūroje ir iškerpami bandiniai 50 x 500cm metmenų kryptimi. Siūlės ilgis – 5,5 dygs/cm. Adatos dydis parenkamas priklausomai nuo siūlo storio. Susiuvus bandinius jie pakabinami 7 dienom kambario

temperatūroje. Pastebėta, kad siūlės raukšlėtumas susidaro ant lengvų audinių nepriklausomai nuo siuvimo siūlo. Kuo plonesnis siūlas, tuo kokybiškesnė siūlė. Siūlės raukšlėtumą įtakoja ir didina paviršiaus trintis, ir siūlo paviršiaus nevienodumas – kas priveda prie siūlės kitimo. Teigiama, kad siūlo pasirinkimas nėra pagrindinis veiksnys, kuris įtakoja mažesnį siūlės raukšlėtumą[25].

#### 1.4 Siūlų raukšlėtumo tyrimo metodikų analizė

Banguotumą ar siūlės raukšlėtumą išmatuoti gana sudėtinga. Subjektyviai tai galima atlikti naudojantis AATCC (American Association Of Textile Chemists And Colorists) metodu. Šiame metode nurodomos 5 fotografijos, kurios klasifikuojamos pagal siūlės raukšlėtumą, nuo 1 klasės – didžiausias raukšlėtumas, iki 5 – jokio raukšlėtumo (1.2pav). Tyrimo metu lyginami siūlės pavyzdžiai su fotografijomis ir priskiriama atitinkamai raukšlėtumo klasei [26]. Kawabata siekia pakeisti AATCC standartinę formulę, teigimu, kad ši nėra pilna. Vietoje penkiabalės sistemos, turėtų prisidėti 6, kas reikštų, kad siūlės raukšlėtumas lygus 0 [27].



**1.2 pav.** AATCC siūlės raukšlėtumo subjektyvus vertinimo metodikoje pateiktos fotografijos

Toks tyrimas yra subjektyvus, gali būti nepatikimas ir reikalauja daug laiko. Mokslininkai K.L Mak ir Wei Li siūlo objektyvų siūlės raukšlėtumo tyrimą naudodamiesi nuotraukos analize ir modelio atpažinimo technologija. Padarius nuotrauką, ji paverčiama nespalsvota. Tuomet pagal tamsumo lygį bandiniai išrūšiuojami pagal saviorganizavimo žemėlapi[28]. Toks tyrimas skaitomas kaip žmogaus akies pakeitimas, o ne naujas matavimo metodas, todėl siūloma apskaičiuoti siūlės raukšlėtumą penkiais parametrais: bangos pradžia, bangos pabaiga, bangos

ilgio pradžia, bangos ilgio pabaiga, atsitiktinių raukšlių skaičius[29]. Japonijos mokslininkai Shigeru Inui ir Atsuo Shibuya teigia, jog fotografavimas nevisada gali būti tikslus dėl netinkamo ar per didelio apšvietimo. Todėl jie siūlo naudoti bekontakčius lazerinius ar ultragarso bangų matavimus. Naudojant lazerinį matavimą lazerio spindulys apšviečia objektą ir šviesios detektoriumi aptinka pozicijos pasikeitimą. Tam bandiniai turėtų būti lygaus paviršiaus ir baltos spalvos, kas neleidžia plataus šių matavimo panaudojimo.

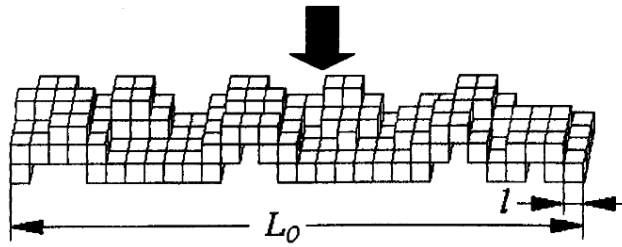
Kitas matavimo metodas, kurį siūlo Japonijos mokslininkai tai – matavimas naudojant ultragarsinius bangas. Duodamas ultragarso impulsas ir skaičiuojamas laikas iki bangos gavimo. Tačiau šį metodą galima naudoti tik labai mažiems siūlių raukšlėtumo pavyzdžiams, nenaudojama kai paviršiai yra labai nelygūs [30]. Siūlės raukšlėtumą siūloma matuoti ir specialia OPTOCAT programa. Skaitmeniniu būdu apdorojami siūlių mėginiai ir paverčiami 3D ir 2D pilkąja forma. Pasiuvimo kokybė nustatoma ir įvertinama naudojant tekstūros savybių derinius. Naudojant šią programą, mokslininkų teigimu, siūlės raukšlėtumo vertinimas tapo daug paprastesnis ir reikalaujantis mažiau žmogiškųjų ir finansinių išteklių[31].

Siūlės raukšlėtumas gali būti matuojama kaip estetiškai savybė su specialiai sukurta programa „siūlės raukšlėtumo estetiškas vertinimas“. Iškerpami bandiniai 5 x 50cm, juostelės susiuvamos išilgai gerąją pusę į išorę. Tuomet bandinys paruoštas ir gali būti vertinamas. Bandiniai dedami į specialius rėmus ir fiksuojami kamera. Mažiausiai gali būti du bandiniai, vienas pirmasis – nesusiūtas, kaip kontrolinis bandinys. Bandiniai lyginami su kontroliniu ir taip išrūšiuojamas kiekvienas bandinys. Rezultatai atspausdinami arba išsaugomi [32].

Objektyviam bangų įvertinimui naudojamas „dėžių skaičiavimo metodas“. Šiuo metodu matmuo gaunamas nuskanavus 3D objektą. Nuskenuota nuotrauka paverčiama į konstrukciją (1.3pav), o ši konvertuojama į piešinėlį užpildytą dėžutėmis-kubeliais (1.4pav.). Iš dėžės dydžio ir jų kiekio santykio, kurios užpildo raukšlėtą paviršių, gaunamas raukšlėtumo matmuo [33].

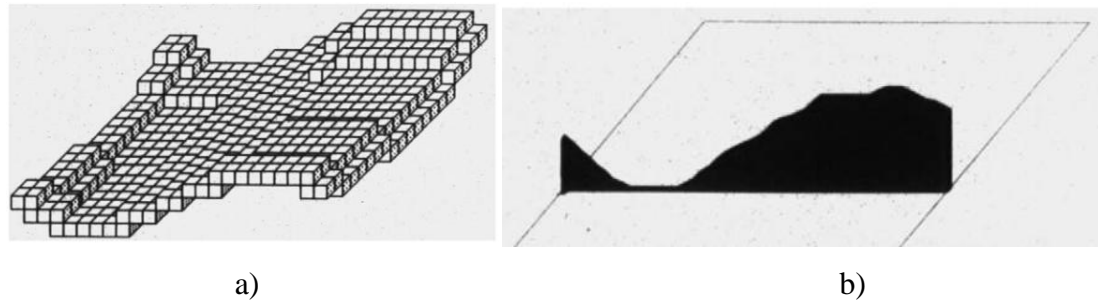


1.3 pav. 3D siūlės raukšlėtumo konstrukcija



**1.4pav.** Siūlės raukšlėtumas konvertuojamas į dėžutes

Konvertavus linijas į „dėžutes“ atliekamas dvigumo algoritmo skaičiavimas. Mokslininkai Kang ir Lee iš Korėjos prie „dėžių metodo“ papildomai naudojo „skerspjūvio metodą“. Šį metodą galite matyti 1.5 paveikslėlyje [34].



**1.5 pav.** Raukšlės matavimo metodai: a) dėžūčių metodas; b) Skerspjūvio metodas x ašyje

Mokslininkai Sul ir Youn siūlo „bangų fraktalinį metodą“ [35]. Jame nuskanuojamas bekontakte skenavimo sistema audinio išvaizda, sukonstruojamas 2D tinklelis. Tinklelyje išvalomas triukšmas atsirandantis dėl aukšto dažnio ir tuomet skaičiuojami fraktaliniai matmenys ir paviršiaus netolygumo parametrai. Šis metodas skiriasi nuo prieš tai minėtų tuo, kad naudojamas ne 3D paviršiaus koordinatės, o 2D profilio duomenys, papildomai juos pakartojant. Teigiama, kad šis metodas tikslesnis nei „langelių skaičiavimo“ metodas ar „kubo skaičiavimo“ metodas.

Anglijos mokslininkai Stylios ir Lloyd naudojo techniką identifikuojančią dėl audinio susistūmimo siūlės raukšlėtumą. Jie atliko tyrimus dviem metodais, pirmiausia susiuvamos dvi juosteles, ant jų pažymimi taškai ir stebimas prasislinkimas tarp taškų. Antra, raukšlėtumas dėl siūlo įtempimo, prieš siūlės nukirpimą bandinys atsargiai paimamas ir apsukamas, tuomet siūlas lieka neištrauktas. Prietaisas užtikrina mažiausią siūlo įtempimą, taip pat užtikrina mažiausią atstumą tarp adatos ir audinio sudarant kilputę, tai leidžia tiekti tinkamą kiekį siūlo kilputės suformavimui [36].

## Apibendrinimas

Atlikus mokslinių straipsnių analizę galima išskirti pagrindinius veiksnius, kurie buvo tiriami ir nustatoma jų įtaka siūlės raukšlėtumui.

- **Audinių struktūra ir mechaninės savybės.** Straipsniuose, kuriuose buvo tiriama audinių struktūros ir mechaninių savybių įtaka siūlės raukšlėtumui, nustatyta kad šiam rodikliui įtakos turi pynimas, siūlės krypties padėtis, audinio storis, paviršinis tankis, žaliava. Nustatyta, kad siūlės raukšlėtumas didėja esant tankiai išaustiems audiniams. Didžiausią įtaką siūlės raukšlėtumui sudaro audinio storis ir paviršinis tankis, kuo rodikliai didesni, tuo raukšlėtumas mažėja. Audiniai turintys elastano, nustatyta, kad raukšlėjasi mažiau. Norint užtikrinti gerą siūlės kokybę neįmanoma rinktis vien storus, turinčius elastano ir didelio paviršinio tankio audinius. Siuvimo pramonėje vyraujant greitajai madai, pateikiama įvairių modelių ir skirtingų audinių gaminiai, kas verčia ieškoti naujų kokybės gerinimo būdų.

- **Siuvimo mašinos parametrai.** Siuvimo mašinos parametrai parenkami kiekvienam audiniui individualiai. Didžiausią siūlės raukšlėtumo įtaką sudaro siuvimo greitis, siūlo įtempimas, prispaudimo kojelės jėga. Siuvant gaminius didesniu greičiu siūlės raukšlėtumas didėja. Patariama sumažinti siūlo įtempimą ir padidinti dygsnio tankumą. Tačiau ir nustačius optimaliausius siuvimo mašinos parametrus siūlės raukšlėtumas nedingsta, o tik sumažėja.

- **Siuvimo siūlai.** Siuvimo siūlai yra viena iš siūlės sudedamųjų dalių. Geriausias raukšlėjimasis pastebimas suktų poliesterinių siūlų, o geriausiomis savybėmis pasižymi universalūs siuvimo siūlai turintys mažiausią grįžtamą deformaciją. Kokybiškesnė siūlė susidaro su plonesniais siūlais. Pastebėta, kad siūlės raukšlėtumas susidaro ant lengvų audinių nepriklausomai nuo siuvimo siūlo. Teigiama, kad siūlo pasirinkimas nėra pagrindinis veiksnys, kuris įtakoja mažesnę siūlės raukšlėtumą.

- **Siūlų raukšlėtumo matavimo metodika.** Siūlės raukšlėtumo matavimo gerinimas yra pagrindinis mokslinių straipsnių tikslas. Vienas iš paprasčiausių siūlės raukšlėtumo matavimų yra subjektyvus lyginimas su raukšlių fotografijomis. Tačiau tai gali būti netikslu ir užimti daug laiko. Siūlomi objektyvūs matavimai bandinius fotografuojant, skenuojant ir tuomet gautas skaitmenines 2D ar 3D nuotraukas analizuoti specialiomis programomis. Dažnai tai būna sudėtinga programa arba metodas reikalaujantis didelių finansinių išteklių.

Atlikta mokslinės literatūros analizė parodė, kad mokslinių darbų, kuriuose nagrinėjamas siūlės raukšlėtumas yra daug, tačiau nerasta jokio tyrimo, kuris nagrinėtų siuvamo bandinio patempimo įtaką siūlės raukšlėtumui.

## 2. TYRIMO OBJEKTAI IR METODIKA

Siūlės raukšlėtumas svarbi problema aprangos gamybos sektoriuje. Mokslinės literatūros analizė parodė, kad ties šia problema atliekama daug tyrimų. Tyrinėjama kokie siuvimo parametrai, audinių savybės, siūvimo siūlai turi įtakos siūlių raukšlėtumui. Dažnai šis nepageidaujamas reiškinys atsiranda ir dėl nekompetingų darbuotojų. Siuvant gaminius, jų detalės gali būti tempiamos, sulaikomos - kas taip pat gali įtakoti siūlės kokybę.

### 2.1. Bandiniai ir bandymų atlikimo metodika

Siūlės raukšlėtumo tyrimas atliktas naudojant du drobinio pynimo audinius. Pagrindinės audinių sandaros charakteristikos pateiktos 2.1 lentelėje. Metmenų ir ataudų siūlų tankumas nustatytas pagal LST EN 1049-2:1998 [37] standarto metodiką. Paviršinis tankis nustatytas pagal standarto LST ISO 3801:1998 reikalavimus[39].

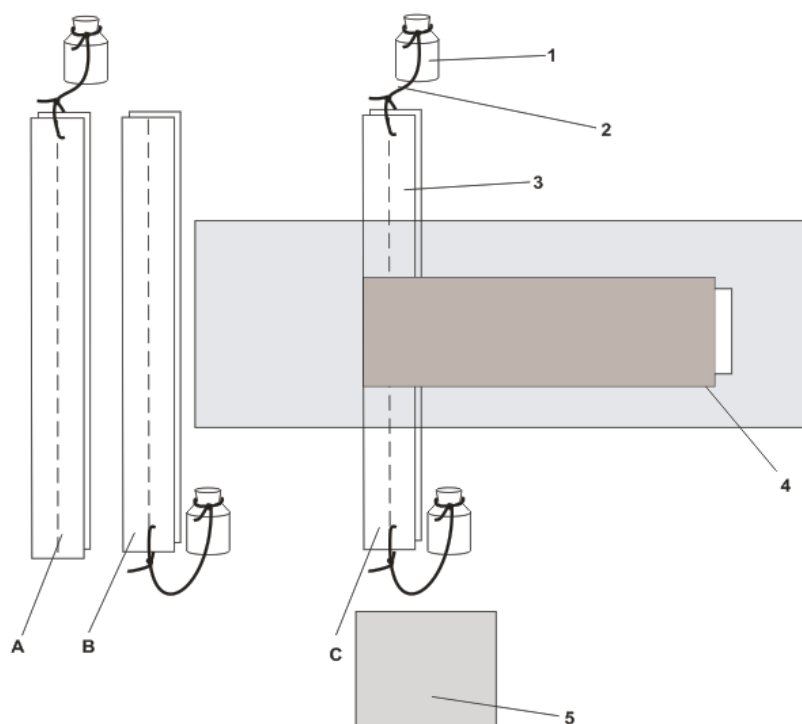
2.1 lentelė. Tirtų audinių sandaros rodikliai

Audinys	Pynimas	Žaliava	Audinio paviršinis tankis $W$ , $g/m^2$	Audinio storis $T_2$ , mm	Siūlų tankumas $P$ , $cm^{-1}$	
					metmenų $P_m$	ataudų $P_a$
1	Drobinis	100% viskozė	106	0,29	58	37
2	Drobinis	100% šilkas	83	0,19	115	40

Šilkinis audinys brangus ir gaminy iš jo turi būti kokybiškas. Susiuvus gaminį iš šilko dažniausiai taisyti nebegalima, nes gali likti skylės. Viskoziniai audiniai labai populiarūs lengviems gaminiams, todėl tyrimui pasirinkti būtent šitie audiniai.

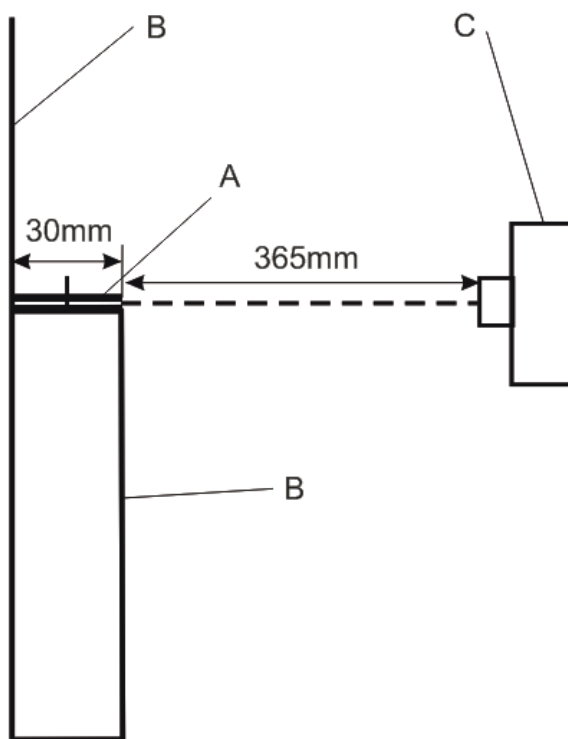
Bandiniai kerpami metmenų ir ataudų kryptimis, kurių išmatavimai yra 300 x 30mm. Bandiniai sudedami vienas ant kito gerosiomis pusėmis į vidų po 2 [16]. Bandinio gale, 10mm nuo krašto, per vidurį veriamas adata storas siūlas, prie kurio pritvirtinama apkrova. Apkrova tvirtinama trimis būdais: A) iš bandinio priekio, B) bandinio galo C) ir iš abiejų bandinio galų. Kiekvienai grupei paruošiama po 3 bandinių poras. Bandiniai su pritvirtinta apkrova pavaizduoti 2.1 paveikslėlyje.





**2.1 pav.** Bandinių padėtis siuvimo mašinos atžvilgiu: 1 - apkrova, 2 - siūlas, 3 – bandinys, 4 – siuvimo mašina, 5 – darbuotojo padėtis

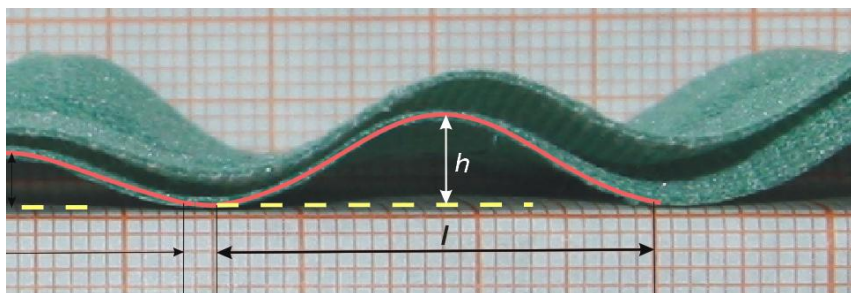
Siūlo ilgis prie kurio tvirtinamas bandinys iš bandinio priekio yra 300mm, o iš bandinio galo - 25cm. Siūlo ilgis parenkamas priklausomai nuo siuvimo mašinos stalo pločio. Bandiniai siuviami išilgai vienaadate pramonine PFAFF D-67655 universaliąja pramonine siuvimo mašina 301 tipo dygsniu, 4dygs/cm tankumu, dviem skirtingais greičiais. Bandiniai siuvami pirmuoju greičiu 400 aps/min ir antruoju greičiu 1600 aps/min. Siuvimui parenkama 85 storumo „Organ needles“ adata ir „RainBow“ 100% poliesterinis 120 storumo siūlas. Bandiniai siuvami neapkrauti ir apkrauti apkrova: 50g, 100g, 200g ir 300g. Viso siuvimo metu išlaikomos vienodos sąlygos. Susiūti bandiniai fotografuojami skaitmeniniu Canon DS 126151 fotoaparatu, kurio objektyvo ašis yra vienoje ašyje su bandiniu, kuris padėtas ant specialiai paruoštos sienelės, iškljuotos milimetriniu popieriumi. Fotografavimo schema vaizduojama 2.2 paveiksle. Bandiniai fotografuojami iškart prasiuvus ir po 24 valandų, iš abiejų susiūto bandinio pusių.



**2.2 pav.** Fotografavimo scema : A) bandinys; B) fotografavimo sienelė padengta milimetriniu popieriumi; C) fotoaparatas

Siūlės raukšlėtumo, esant skirtingai apkrovai, įvertinimui naudotos nuotraukos, kuriose bandiniai užfiksuoti horizontaliai iš abiejų pusių. Įvertinti siūlės raukšlėtumą matuotos šios geometrinės charakteristikos: raukšlių aukštis, raukšlės ilgis. Minėtos charakteristikos matuojamos naudojant *Corel Draw* programinę įrangą 0,1 mm tikslumu. Suskaičiuojamos raukšlių kiekis. Matavimai atliekami 200mm bandinio atkarpoje, nuo galo nuimant po 50 mm.

Raukšlės aukštis  $h$  tai atkarpa, kuri matuojama nuo aukščiausio iki žemiausio bangos taško, o raukšlės ilgis  $l$  – nuo bangos kilimo taško ( $h \geq 0$ ) iki žemiausio bangos taško ( $h = 0$ ). 2.3 paveikslėlyje matoma raukšlėtumo charakteristikų matavimo metodika [17,18]. Variacijos koeficientas svyruoja nuo 0% iki 33 %



**2.3 pav.** Siūlės raukšlėtumo charakteristikų matavimas

Pagal gautus rezultatus apskaičiuojamas raukšlių aštrumas( $SH=h/l$ )ir raukšlėtumo koeficientas:

$$k = \frac{SH \times n \times l_r}{l_d} \times 100$$

čia  $SH$  – raukšlės aštrumas,  $n$  – vidutinis raukšlių skaičius,  $l_r$  – vidutinis raukšlėtos bandinio dalies ilgis, mm,  $l_d$  – darbinės bandinio dalies ilgis, mm (šiuo atveju 200 mm).

Tyrimė atlita apkrovos įtaka siūlės ilgiui. Prasiuvus bandinius jau minėtomis sąlygomis, matuojami jų ilgiai. Matavimas atliekamas trimis skirtingais etapais. Pirmasis etapas – bandinio ilgio matavimas iškart prasiuvus. Tuomet po 24 valandų matuojamas bandinio ilgis antrą kartą. Bandinys garinamas pramoniniu garintuvu 10-15cm atstumu nuo bandinio ir vėl paliekamas 24 valandom horizontalioje padėtyje kambario temperatūroje. Matavimas atliekamas uždėjus liniuotę ant siūlės ir matojant bandinį nuo jo pradžios iki galo.

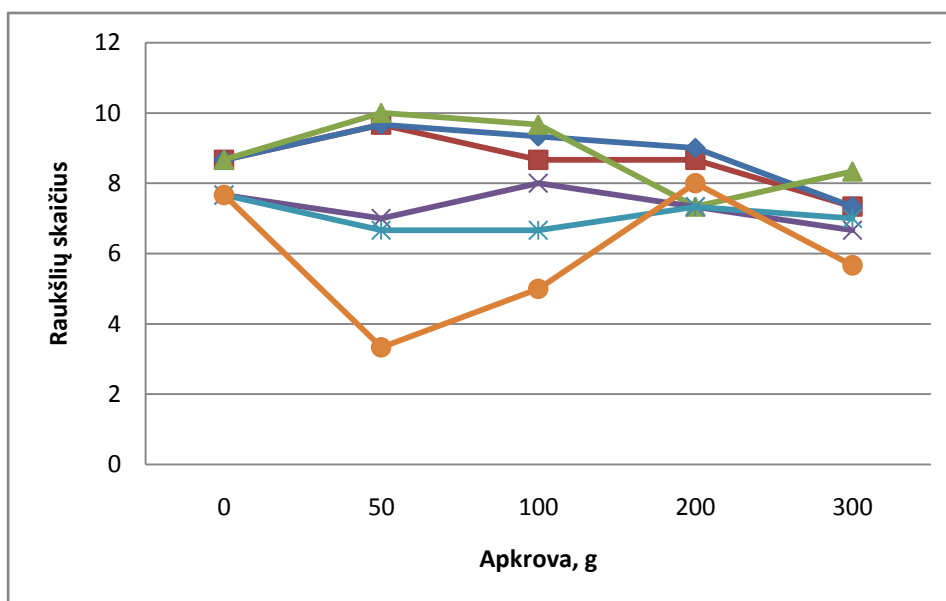
### 3. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Lengvasvoriai audiniai dažnai susiduria su siūlės raukšlėtumo defektu. Siuvimo mašinos parametrai [10-19], siuvimo siūlai [24-25], audinių savybės [6-9] įtakoja siūlės raukšlėtumą. Patempiant siuvamą detalę, manoma, kad galima išvengti ar sumažinti siūlės raukšlėtumą. Šiame darbe tirama ar apkrova ir apkrovos padėtis turi įtaką siūlės raukšlėtumui

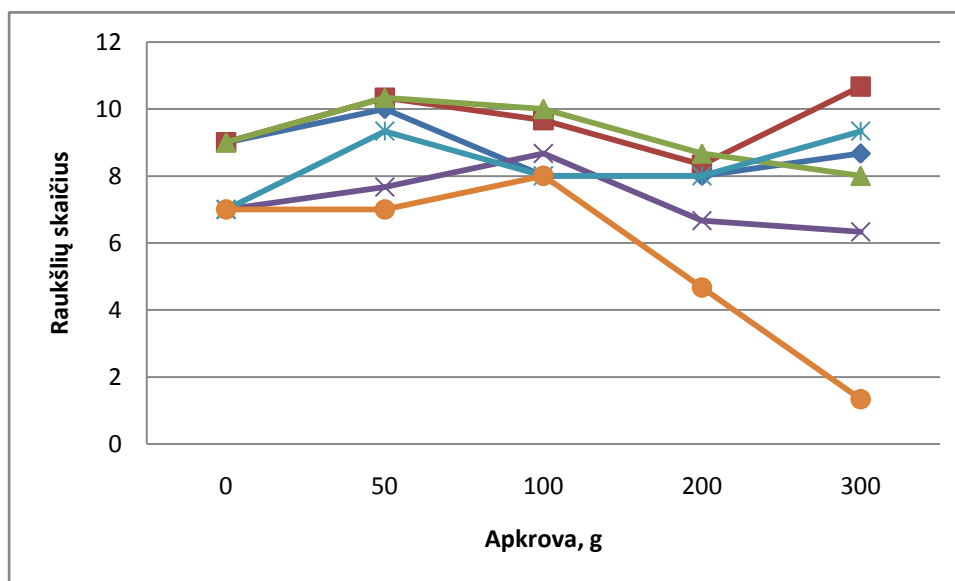
#### 3.1 Apkrovos ir laiko įtaka siūlės raukšlėtumui

Mokslinių straipsnių analizė parodė, kad siūlės raukšlėtumas itin dažna ir svarbi problema. Daug dėmesio skiriama tyrimams šiam defektui pašalinti, tačiau tyrimo, kuris imituotų siuvamo objekto patempimą dar nebuvo. Atliktas tyrimas, kuriame tirama skirtingos apkrovos iš skirtingų pusių priklausomybė raukšlių skaičiui, raukšlės aukščiui, raukšlės ilgiui, aštrumui ir apskaičiuotas raukšlėtumo koeficientas.

3.1 paveiksle pateikta raukšlių skaičiaus priklausomybė nuo apkrovos dydžio bei skirtinga apkrovos padėtis viskozinio bandinio atžvilgiu. Rezultatai fiksuoti iškart susiuvus ir po 24 valandų.



a)

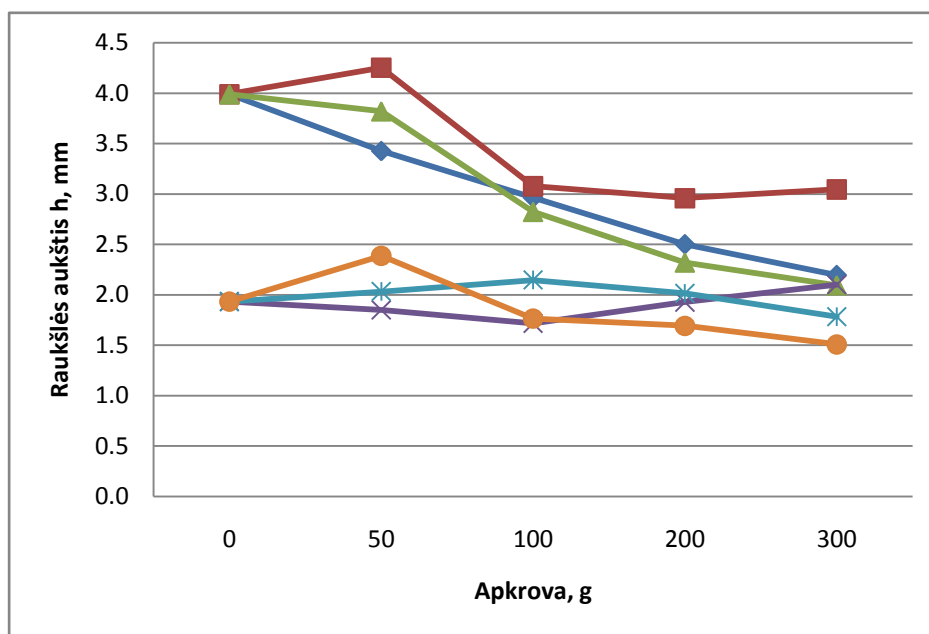


b)

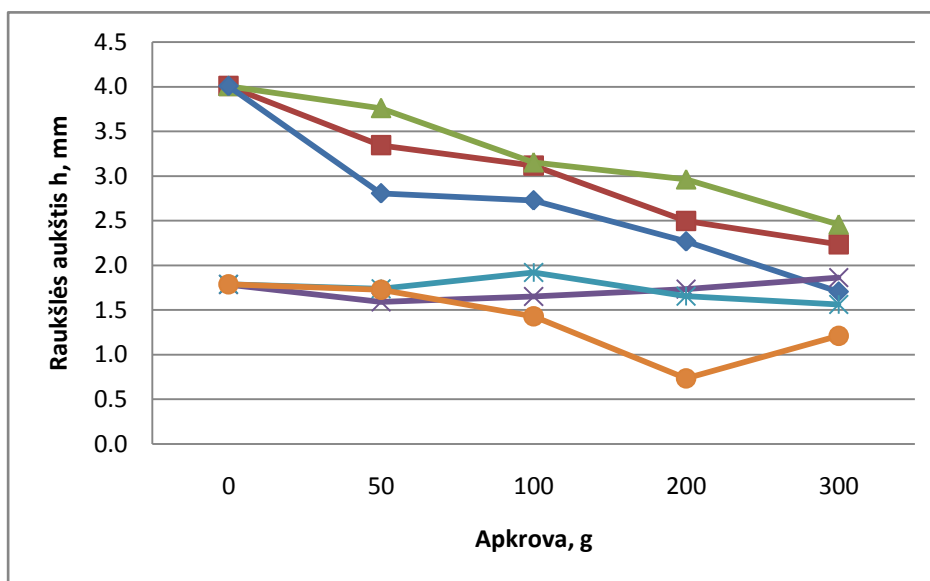
**3.1 pav.** Apkrovos įtaka raukšlių skaičiui viskoziniam audiniui: a) iškart prasiuvus ; b) po 24 val , kai  
 ■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; \* - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

Išanalizavus gautus rezultatus matyti, kad apkrova turi įtaką raukšlių skaičiui. Matoma, kad didesnis raukšlių skaičius vyrauja metmenų krypties bandiniuose. Bandiniuose be apkrovos iškart po siuvimo vidutiniškai susidaro 9 raukšlės. Esant 50 g apkrovai visuose metmenų krypties bandiniuose susidaro po 10 raukšlių. Bandiniuose su 100g apkrova iš priekio ir iš galo raukšlių skaičius sumažėjo iki 9 , o bandinyje su apkrova iš abiejų pusių raukšlių skaičius išliko 10. Esant 200g apkrovai raukšlių skaičius lieka 9 su apkrova iš galo ir iš priekio, o su apkrova iš abiejų pusių raukšlių skaičius sumažėja 30%. Bandiniuose su 300g apkrova iš galo ir iš priekio raukšlių skaičius sumažėjo iki 7, o su apkrova iš abiejų pusių padidėjo iki 8. Po 24 valandų metmenų krypties bandiniuose raukšlių skaičius nežymiai kito. Esant apkrovai iš priekio su 100g ir 200g apkrovomis raukšlių skaičius sumažėjo viena raukšle. O su 300g apkrova raukšlių skaičius padidėjo 57%. Esant apkrovai iš galo su 100g apkrova raukšlių skaičius sumažėjo 11%, su 200g apkrova sumažėjo 12%, tačiau esant 300g apkrovai padidėjo 29% lyginant su bandiniais matuotais iškart susiuvus.

Bandiniuose ataudų kryptimi vidutinis raukšlių skaičius be apkrovos - 8. Ataudų kryptimi bandiniuose priešingai nei metmenų apkrauti bandiniai maža apkrova iš abiejų pusių sudaro mažiausią raukšlių skaičių 3, o bandiniuose su apkrova iš vienos pusės raukšlių skaičius nežymiai kyla, tačiau neviršija raukšlių skaičiaus esančio bandinyje be apkrovos. Po 24 valandų ataudų kryptimi raukšlių skaičius mažėjo. Be apkrovos siūtuose bandiniuose vidutinis bangų skaičius sumažėjo nuo 8 iki 7 raukšlių. Bandiniuose su 50g apkrova iš abiejų pusių raukšlių skaičius padidėjo 133%, su 100g apkrova padidėjo 60%, tačiau bandiniuose su 200g apkrova raukšlių skaičius sumažėjo 60%, o bandiniuose su 300g apkrova raukšlių skaičius sumažėjo 84%. Su apkrova esančia iš galo bandiniuose po 24valandų bangų skaičius padaugėjo, ypač bandiniuose esančiuose su mažiausia 50 g apkrova. Su didesnėmis apkrovomis raukšlių skaičius padaugėjo labai nežymiai, tokia pati tendencija vyravo ir esant apkrovai iš galo, tik čia raukšlių skaičiaus augimas buvo mažesnis nei su apkrova iš priekio. Norint sumažinti raukšlių kiekį reiktų gaminius siūti patempiant iš abiejų pusių su 300g apkrova, tačiau reikia atkreipti dėmesį, kad pakitus siuvamos siūlės ilgiui, patempimas iš abiejų gaminio galų gali netikti.



a)



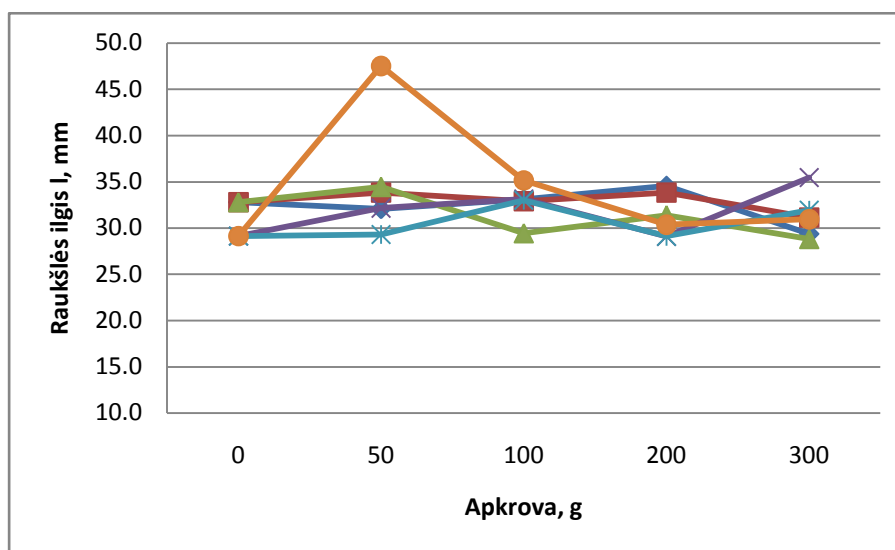
b)

**3.2 pav.** Apkrovos įtaka raukšlių aukščiui viskoziniam audiniui: a) iškart prasiuvus ; b) po 24 valandų, kai  
 ■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ✱ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

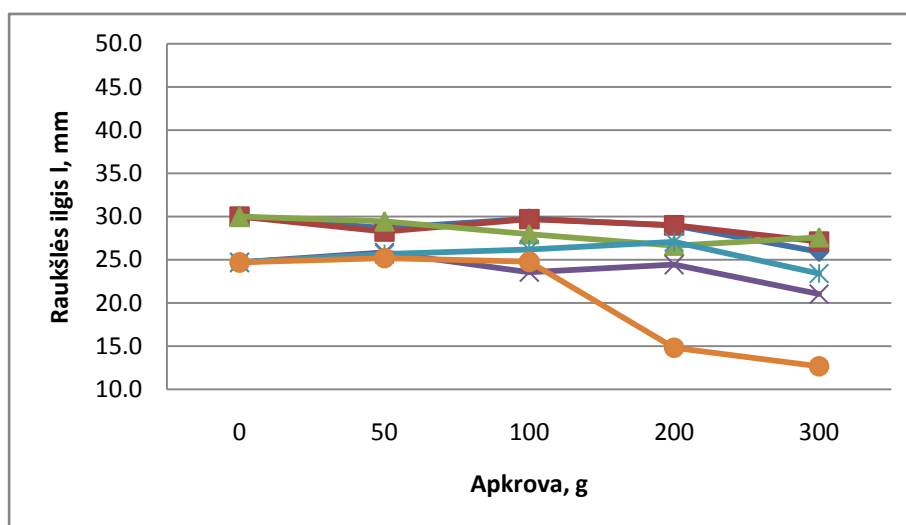
3.2 paveiksle matyti raukšlės aukščio priklausomybė nuo apkrovos dydžio ir padėties bandinius fiksuojant iškart prasiuvus ir po 24 valandų. Kaip ir raukšlių skaičius taip ir didesnis jos aukštis vyrauja bandiniuose metmenų kryptimi. Raukšlės aukštis didžiausias esant 50g apkrovai nepriklausomai apkrovos padėties. Vidutinis raukšlės aukštis metmenų krypties bandiniuose be apkrovos 4,0 mm. Šis aukštis didesnis tik bandiniuose apkrautuose 50g iš priekio - 4,3mm. Raukšlės aukštis bandiniuose su apkrova iš galo ir iš abiejų pusių tolygiai mažėja didinant apkrovą. Esant 300g apkrovai bandiniuose raukšlių vidutinis aukštis sumažėja iki 2mm. Bandiniuose su apkrova iš priekio esant 100g, 200g ir 300g apkrovai raukšlės aukštis nemažėja ir išlieka 3mm. Po 24 valandų 50g apkrauto bandinio raukšlės aukštis su apkrova iš abiejų pusių sumažėjo labiausiai iki 2,8mm. O ta pačia padėtimi apkrautuose bandiniuose su 200g ir 300g raukšlės aukštis nežymiai pakilo. Esant 300g apkrovai iš priekio aukštis sumažėjo nuo 3mm iki 2,2mm.

Ataudų kryptimi vidutinis bandinių raukšlių auštis be apkrovos yra 1,9mm. Didžiausias raukšlės aukštis pasižymi bandiniuose su 50g apkrova iš abiejų pusių – 2,4mm, tačiau didinant apkrovą, aukštis mažėja. Su apkrova iš bandinio priekio raukšlės aukštis kyla didėjant apkrovai

iki 100g, nuo 100g didėjant apkrovai bandinio raukšlės aukštis palaipsniui mažėja. Bandiniuose su apkrova iš priekio vyksta priešingas procesas nei su katik minėta. Čia raukšlės aukštis mažėja, didinant apkrovą iki 100g, o nuo 100g apkrovos bandiniuose raukšlės aukštis didėja. Po 24 valandų visuose bandiniuose siūlės aukštis mažėjo. Esant 200g apkrovai iš abiejų pusių bandiniuose raukšlės aukštis sumažėjo nuo 1,7mm iki 0,7mm. Tad ir šiuo atveju norint gauti kuo mažesnes raukšles patartina siuvant patempti iš abiejų gaminio pusių 200g ar 300g jėga.



a)



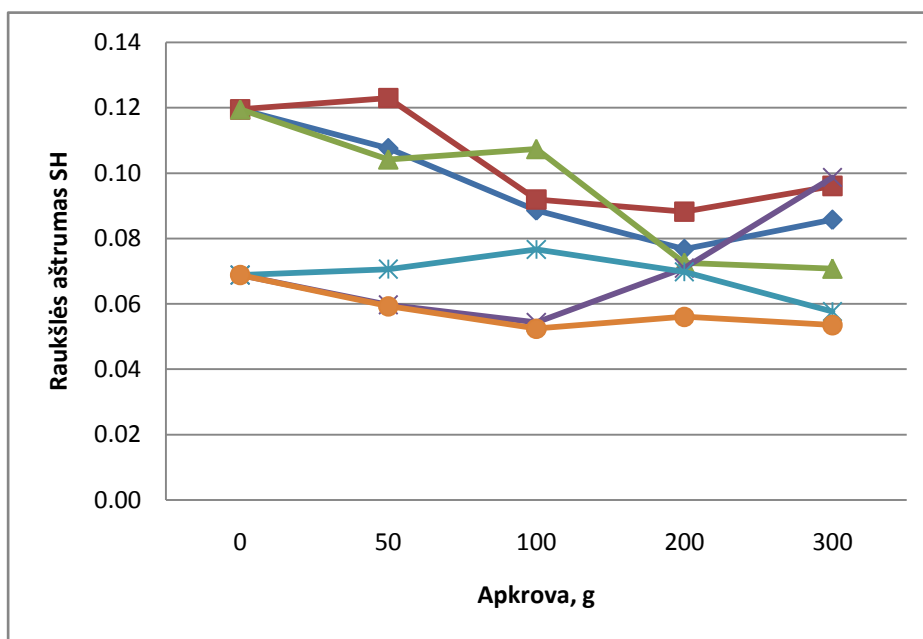
b)

**3.3 pav.** Apkrovos įtaka raukšlės ilgiui viskoziniam audiniui: a) iškart prasiuvus; b) po 24 valandų, kai  
■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ✱ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

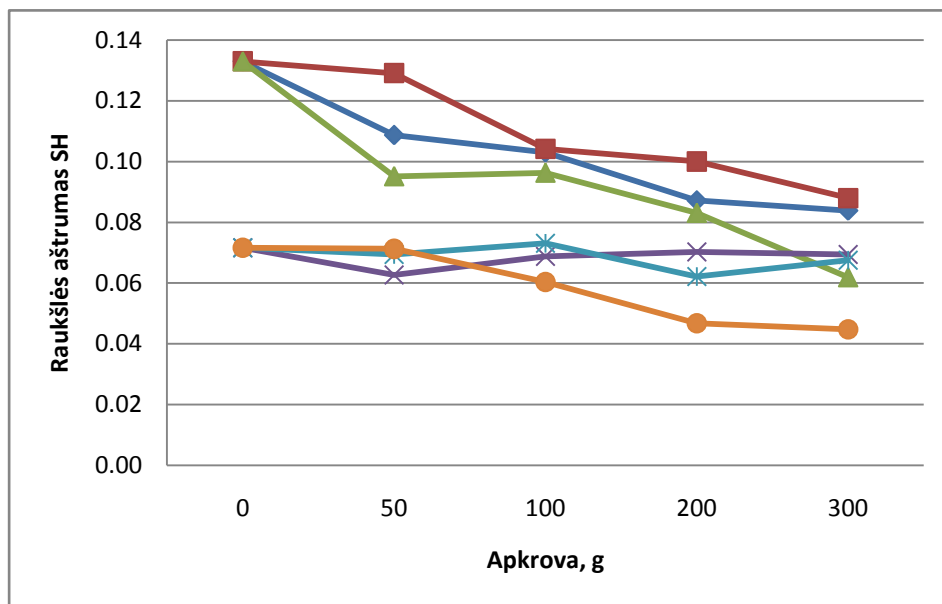


3.3 paveiksle pateikiama apkrovos ir jos padėties įtaka siūlės raukšlės ilgiui. Išanalizavus gautus duomenis matome, kad apkrova neturi įtakos raukšlės ilgiui. Metmenų ir ataudų krypties bandiniuose raukšlės ilgis panašus ir svyruoja nuo 28mm iki 35mm. Bandiniuose su 50g apkrova iš abiejų pusių vidutinis raukšlės ilgis didžiausias 47,5 mm. Taip yra todėl, kad bandinyje yra tik kelios žemos, bet ilgos bangos. Metmenų kryptimi raukšlės ilgis mažiausias bandinyje su 300g apkrova iš galo 29,1mm, o didžiausias bandinyje su 200g apkrova iš galo – 34,6mm.

Ataudų kryptimi raukšlės ilgis bandinyje be apkrovos yra 29,1 mm . Visais atvejais raukšlės ilgis didesnis už bandinyje siūtame be apkrovos. Po 24 valandų bandinių ilgiai keičiasia ir gaunami skirtingi rezultatai. Praėjus 24 valandoms padaugėja raukšlių skaičius, kas matoma 3.1 paveiksle, ir todėl ilgių vidurkis sumažėja. Metmenų krypties bandiniuose raukšlės ilgis nukrinta sumažėjo iki 30mm, o ataudų iki 24,7mm. Po 24valandų matoma apkrovos įtaka raukšlių ilgiams. Mažiausias ilgis vyrauja su 300g apkrova ataudų kryptimi iš abiejų pusių. Ilgio vidurkis siekia 12,7mm.



a)



b)

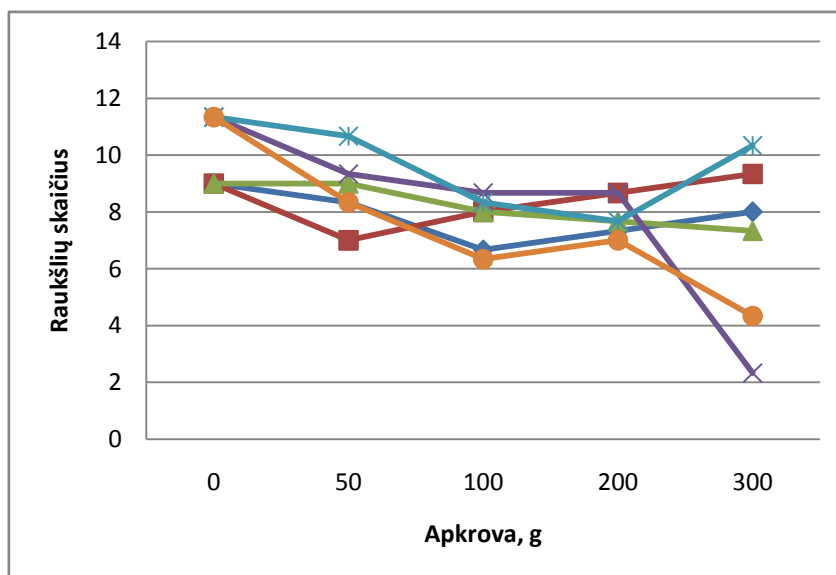
**3.4 pav.** Apkrovos įtaka raukšlės aštrumui viskoziniam audiniui: a) iškart prasiuvus ; b) po 24 valandų, kai

■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; \* - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

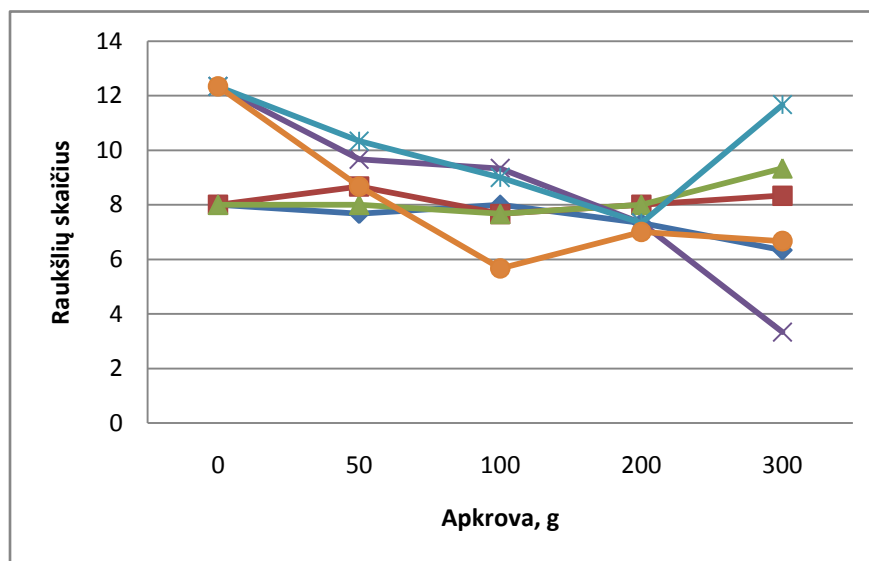
3.4 paveiksle vaizduojama apkrovos įtaka raukšlės aštrumui. Raukšlės aštrumas – tai aukščio ir ilgio santykis. Be apkrovos metmenų krypties bandinyje aštrumas - 0,12. Toks pats raukšlės aštrumas susidarė ir bandiniuose su 50g apkrova iš priekio. Tai didžiausias raukšlės aštrumas iš visų bandinių su apkrovomis. Mažiausias raukšlių aštrumas susidarė bandiniuose su 300g ir 200g apkrovomis iš abiejų pusių, čia raukšlės aštrumas yra 0,07. Mažėjant apkrovai iš abiejų pusių, raukšlės aštrumas padidėjo, su 100g apkrova raukšlės aštrumas 0,11, o su 50g - 0,10. Metmenų krypties bandiniuose su 200g apkrova iš galo raukšlių aštrumas yra 0,08. Mažinant apkrovą raukšlės aštrumas didėja. Didžiausias raukšlės aštrumas pasižymi bandiniuose su apkrova iš priekio nuo 0,09 iki 0,12.

Ataudų krypties bandiniuose be apkrovos raukšlės aštrumas yra 0,07. Mažiausias raukšlės aštrumas ataudų krypties bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių, čia raukšlės aštrumas svyruoja nuo 0,05 iki 0,06. Panašus raukšlės aštrumas pasižymi bandiniuose su apkrova iš galo, tačiau didėjant apkrovai nuo 100g, raukšlių aštrumai taip pat didėja, esant 300g apkrovai raukšlės aštrumas padidėja iki 0,10. Bandiniuose su apkrova iš priekio raukšlės aštrumas svyruoja nuo 0,06 iki 0,08.

Po 24 valandų metmenų krypties bandiniuose be apkrovos raukšlės aštrumas išaugo iki 8%. Tos pačios krypties bandiniai esant apkrovai iš abiejų pusių didinant svorį aštrumas mažėjo. Metmenų krypties 300g apkrautų bandinių aštrumas tolygiai pamažėjo, o 200g apkrautų bandinių raukšlių aštrumas tolygiai padidėjo. Ataudų kryptimi po 24 valandų bandinių aštrumas kito, tačiau nežymiai. 300g apkrautas bandinys iš galo nuo 0,10 sumažėjo iki 0,07.



a)

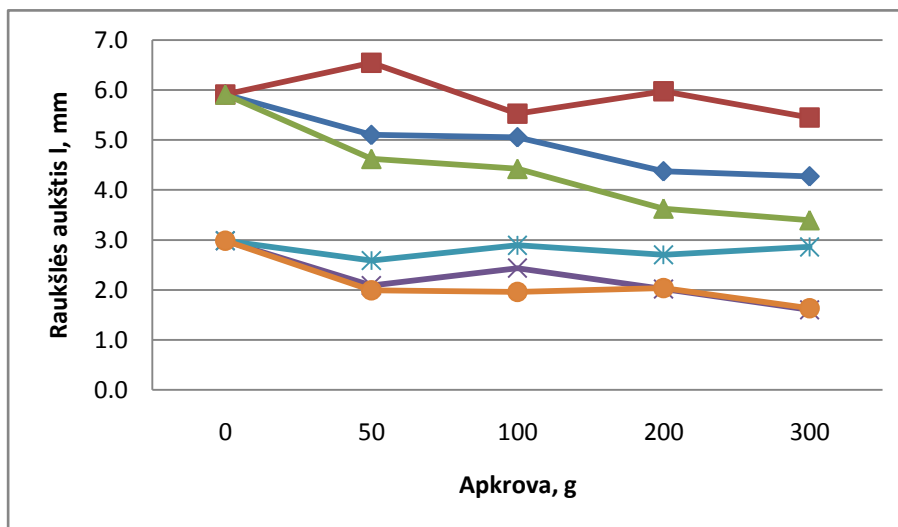


b)

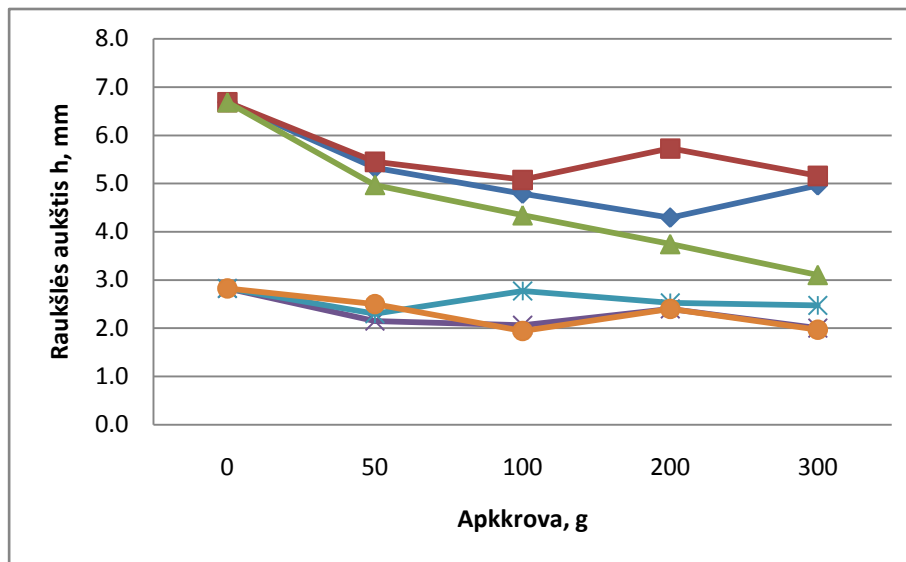
**3.5pav.** Apkrovos įtaka raukšlės skaičiui šilkiniam audiniui: a) iškart prasiuvus ; b) po 24 valandų, kai  
■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ✱ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

Raukšlių kiekis skaičiuotas ir šilkiname audinyje. Šilkinio audinio bandinių raukšlių skaičius didesnis ataudų kryptimi nei metmenų, priešingai nei viskoziniame audinyje (3.5pav). Ataudų kryptimi be apkrovos bandinyje susidarė 11 raukšlių. Visais atvejais raukšlių skaičius mažesnis arba lygus už raukšlių skaičių bandinyje be apkrovos. Tai rodo, kad patemptuose bandiniuose susidaro mažiau raukšlių. Didžiausias bandinių skaičius ataudų kryptimi yra bandiniuose su 50g apkrova – 11. Bandiniuose su 300g apkrova iš priekio raukšlių skaičius padidėja iki 10, o su apkrova iš abiejų pusių sumažėja iki 4 raukšlių. Apkrovą pridėjus prie bandinio galo gaunamas geriausias variantas turintis mažiausiai raukšlių – 2. Mažiausias raukšlių skaičius ataudų kryptimi matomas bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių. Po 24 valandų bandiniuose be apkrovos raukšlių skaičius padidėjo iki 12. Bandiniuose raukšlių skaičius keitėsi, tačiau nebuvo vieningos kitimo tendencijos. Bandiniuose ataudų kryptimi esant 300g apkrovai visuose apkrovos padėtyse raukšlių skaičius padidėjo. Bandiniuose su 200g apkrova iš priekio ir galo raukšlės skaičius šiek tiek pamažėjo, o esant apkrovai iš abiejų pusių - nepakito. Esant 100g apkrovai raukšlių skaičius padidėjo tik kai apkrova yra iš bandinio priekio. O bandiniuose su 50g apkrova raukšlių skaičius padidėjo esant apkrovai iš galo ir iš abiejų pusių.

Metmenų krypties bandiniuose be apkrovos yra 9 raukšlės. Šio skaičiaus neviršija bandiniuose su apkrova susidariusios raukšlės. Bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių raukšlės skaičius mažėja nuo 9 iki 7 raukšlių didinant apkrovą. Esant apkrovai iš priekio su 50g apkrova susidaro 7 raukšlės, o apkrovai didėjant raukšlių skaičius taip pat didėja. Bandiniuose su apkrova iš galo mažiausias raukšlių skaičius su 100g apkrova. Kaip ir ataudų kryptimi taip ir metmenų po 24 valandų bandinių raukšlės skaičius keitėsi. Metmenų krypties bandiniuose be apkrovos skaičius sumažėjo iki 8, o ataudų krypties padidėjo iki 12. Esant 300g apkrovai iš abiejų pusių metmenų bandiniuose raukšlių skaičius padidėjo 29%, o ataudų krypties - 43%. Su apkrova iš priekio ir galo metmenų krypties bandiniuose raukšlių skaičius sumažėjo nuo 11% iki 20%. Bandiniuose su kitomis apkrovomis raukšlių skaičius keitėsi labai nežymiai.



a)



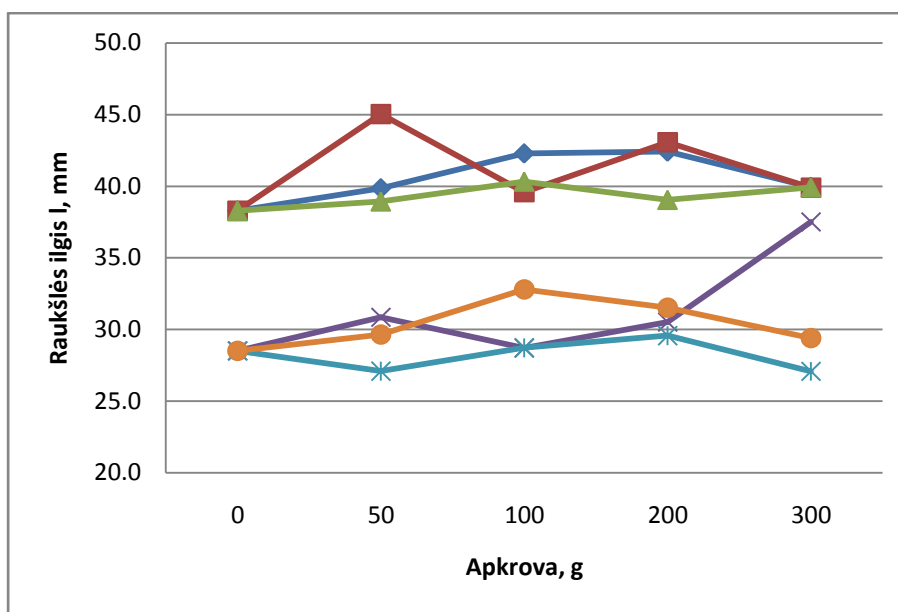
b)

**3.6pav.** Apkrovos įtaka raukšlės aukščiui šilkiniam audiniui: a) iškart prasiuvus ; b) po 24 valandų, kai  
 ■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; ✕ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; \* - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

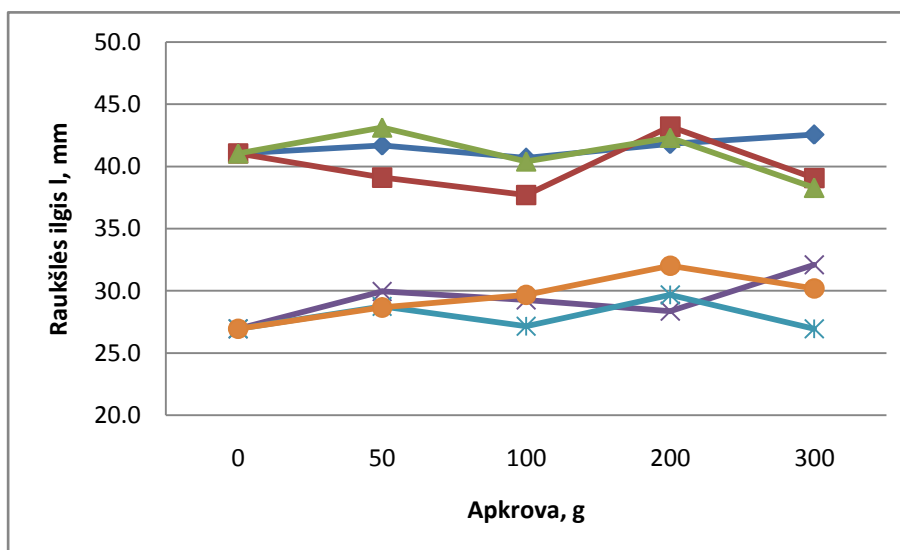
3.6 paveiksle pateiktose diagramose pavaizduota apkrovos įtaka raukšlės aukščiui šilkiniam audinyje. Metmenų kryptimi raukšlių aukštis yra didesnis nei ataudų. Metmenų krypties bandiniuose be apkrovos raukšlės aukštis - 5,9 mm. Didesnis raukšlės aukštis už bandinyje be apkrovos yra su 50g apkrova iš priekio, kur raukšlės aukštis - 6,5mm, ir su 200g

apkrova iš priekio - 6,0mm. Kituose bandiniuose raukšlės aukštis mažesnis už bandinyje siūtame be apkrovos. Didžiausias raukšlės aukštis metmenų krypties bandiniuose matomas su apkrova iš priekio, o mažiausias su apkrova iš abiejų pusių. Esant apkrovoms iš galo ir iš abiejų pusių raukšlės aukštis mažėja didėjant apkrovai. Praėjus 24 valandom bandinių aukštis išmatuojamas dar kartą. Pastebėta, kad metmenų krypties bandiniuose su apkrova iš priekio, raukšlių aukštis sumažėjo su visomis apkrovomis nuo 4% iki 17%. Bandiniuose su apkrova iš galo esant 100g aukštis sumažėjo nuo 5,1mm iki 4,8mm, o su 200g apkrova – 4,4mm iki 4,3mm. Su 50g iš galo padidėjo nuo 5,1mm iki 5,3mm, o su 300g apkrova nuo 4,3mm iki 5,0mm. Su apkrova iš abiejų pusių bandiniai su 50g ir 200g raukšlių aukštis didėjo, o su 300g apkrova - mažėjo, 100g apkrautų bandinių raukšlių aukštis išliko nepakitęs. Bandiniuose siūtuose be apkrovos aukštis padidėjo iki 6,7mm.

Ataudų kryptimi raukšlės aukštis siekia 3mm. Bandiniuose apkrautuose didžiausia apkrova raukšlės aukštis mažiausias su bandiniais apkrautais iš galo ir iš abiejų pusių. Raukšlės aukštis mažiausias esant apkrovai iš abiejų pusių, o didžiausias bandinio aukšts yra su apkrova iš priekio. Po 24 valandų išmatuotų bandinių aukštis skyrėsi nežymiai. Be apkrovos bandinyje raukšlių aukštis sumažėjo 7%. Esant apkrovai iš abiejų pusių ir iš galo visuose bandiniuose aukštis padidėjo nuo 5% iki 25% , o su apkrova iš priekio sumažėjo iki 7%. Geriausiai matomas teigiamas rezultatas abiejų krypčių bandiniuose yra su apkrova iš abiejų pusių.



a)



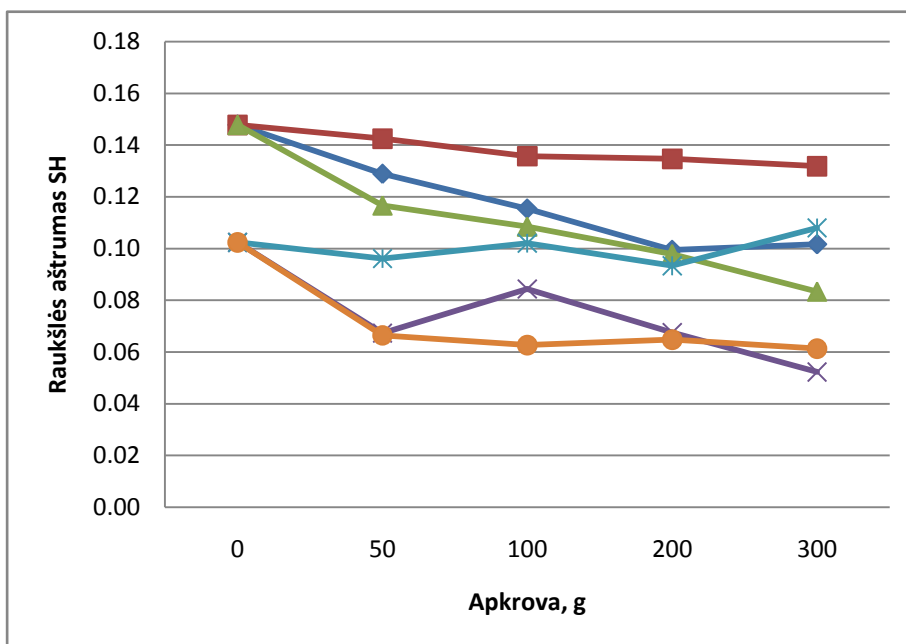
b)

**3.7 pav.** Apkrovos įtaka raukšlės ilgiui šilkiniam audiniui: a) iškart prasiuvus ; b) po 24 valandų, kai ■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ✱ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

Aukščiau esančiame paveiksle 3.7 vaizduojamas apkrovos dydžio ir jos padietės įtaka šilkinio audinio raukšlės ilgiui. Viskoziiniame audinyje raukšlės ilgiui kryptis didelės įtakos neturėjo. Šiuo atveju, matoma, kad šilkiniam audinyje ilgesnės raukšlės vyrauja metmenų krypties bandiniuose. Bandinyje be apkrovos vidutinis raukšlių ilgis yra 38,3mm. Tai yra trumpiausias ilgis metmenų krypties bandiniuose. Bandiniai apkrauti svoriu iš abiejų pusių, nepriklausomai nuo apkrovos dydžio, tarpusavyje skyrėsi nežymiai ir svyravo nuo 38,9mm iki 40,3mm ilgio. Bandiniuose apkrautuose iš priekio ilgiausias raukšlės ilgis susidaro su 50g apkrova – 45mm, 200g apkrovos bandiniuose ilgis daug nesiskyrė – 43,1mm. Su 100g ir 300g apkrova raukšlės ilgis mažesnis ir panašus tarpusavyje. Bandiniuose su apkrova iš galo raukšlių ilgis didesnis su 200g ir 100g apkrova – 42,3mm, o su 50g ir 300g apkrova – 39,9mm. Po 24 valandų bandinių ilgiai kito. Bandiniuose metmenų kryptimi be apkrovos raukšlės ilgis pailgėjo 7 %. Raukšlės ilgis taip pat padidėjo bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių. Su apkrova iš priekio bandinių raukšlės ilgiai sumažėjo, ženkliausiai 13% esant 50g apkrovai, su 200g apkrova – nepakito. Bandiniuose su 50g ir 300g apkrova iš galo raukšlės ilgis padidėjo iki 7%, esant 200g apkrovai – nepakito, o su 100g apkrova sumažėjo 4%.

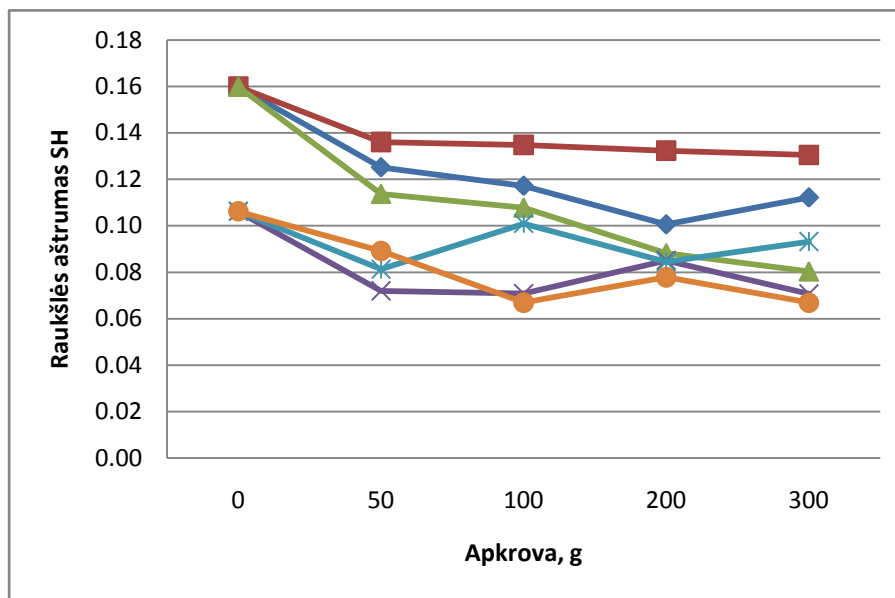
Ataudų kryptimi aiškiai matomos trumpesnės raukšlės. Bandinyje be apkrovos raukšlės aukštis siekia 28,5mm. Apkrovus bandinius iš abiejų pusių raukšlės ilgis didėja, didėjant apkrovai iki 100g, tuomet didinant apkrovą nuo 100g raukšlės ilgis pradeda mažėti. Esant 300g apkrovai raukšlės ilgis siekia tik 29,4mm, su 200g apkrova - 31,5mm, o su 100g –32,8mm. Bandiniuose su apkrova iš priekio raukšlių ilgis mažesnis nei su apkrova iš abiejų pusių bandinio galų. Trumpesnis raukšlės ilgis už bandinyje be apkrovos yra tik su 50g ir 300g apkrova iš priekio – 27,1mm. Esant 300g apkrovai iš galo bandinių raukšlių ilgis labai išaugo ir ženkliai išsiskyrė. Bangos ilgis siekė net 37,5mm. Bandiniuose su kitomis apkrovomis raukšlių ilgis taip ženkliai nesiskyrė ir svyravo nuo 28,7mm iki 30,9mm. Praėjus 24 valandoms raukšlių ilgis bandinyje be apkrovos sumažėjo 5 %. Bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių raukšlės ilgis sumažėjo nuo 3% iki 7%., bandiniuose su apkrova iš galo esant 100g ir 200g apkrovai raukšlės ilgis padidėjo iki 14%, o su 50g ir 300g apkrovomis sumažėjo iki 3%. Su 50g apkrova iš priekio raukšlės ilgis padidėjo 6%, o su 100g apkrova sumažėjo - 5%. Esant 200g ir 300g apkrovai raukšlės ilgis po 24valandų nekito.

Pastebėta, kad raukšlės ilgis labiausiai priklausomas nuo audinio krypties ir apkrovos padėties.



a)





b)

**3.8 pav.** Apkrovos įtaka raukšlės aštrumui šilkiniam audiniui: a) iškart prasiuvus ; b) po 24 valandų, kai  
 ■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; ✕ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; \* - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

3.8 paveiksle pateiktas raukšlės aukščio ir ilgio santykis – raukšlės aštrumas. Diagramose vaizduojama kokią įtaką daro apkrova raukšlės aštrumui iškart prasiuvus bandinius ir po 24 valandų. Aiškiai matyti, metmenų krypties bandiniuose raukšlių aštrumas žymiai didesnis už ataudų. Metmenų krypties bandiniuose be apkrovos raukšlių aštrumas yra 0,15. Bandiniuose nepriklausomai nuo apkrovos padetis raukšlės aštrumas mažėja didinant apkrovą. Didžiausias raukšlės aštrumas matomas bandiniuose su apkrova iš galo. Čia raukšlės aštrumas svyruoja nuo 0,15 iki 0,13. Mažiausias raukšlių aštrumas metmenų krypties bandiniuose apskaičiuotas su apkrova iš abiejų bandinio galų – nuo 0,15 iki 0,08. Bandiniuose su apkrova iš galo raukšlių aštrumas svyruoja nuo 0,15 iki 0,10.

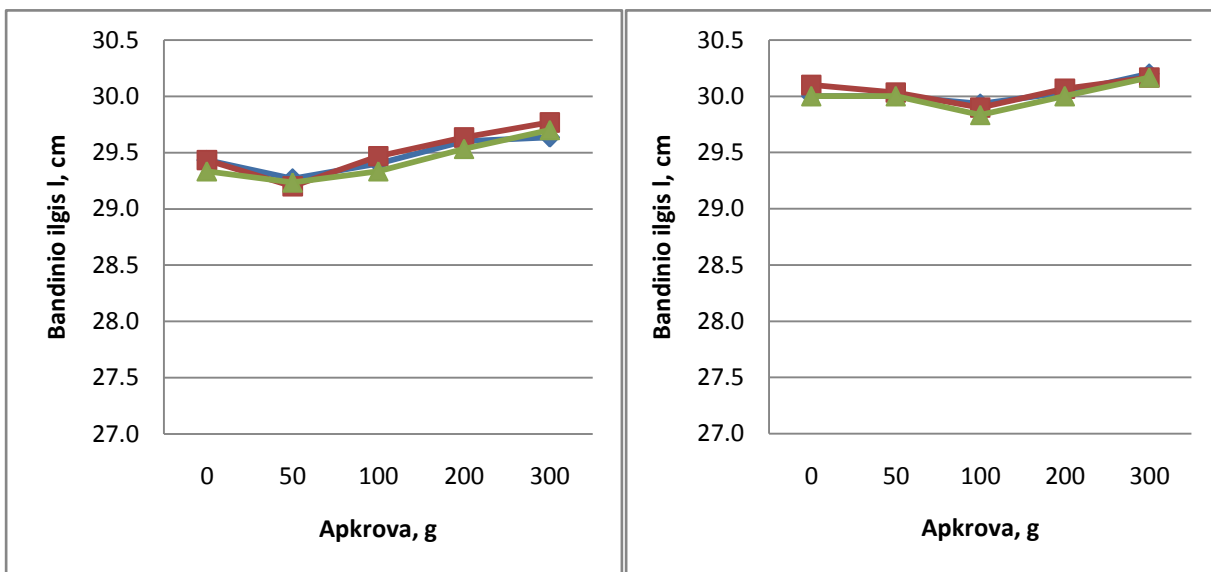
Ataudų krypties bandiniuose be apkrovos raukšlės aštrumas yra 0,10. Bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių raukšlių aštrumas yra 0,06 nepriklausomai nuo apkrovos svorio. Bandiniuose su apkrova iš priekio raukšlės aštrumas yra didžiausias ir svyruoja nuo 0,09 iki 0,11. Raukšlių aštrumas bandiniuose su apkrova iš galo svyruoja nuo 0,05 iki 0,08. Ataudų krypties bandiniuose didesnę įtaką turi apkrovos padėtis nei apkrovos dydis.

Po 24 valandų bandiniuose be apkrovos raukšlių aštrumas padidėjo 11%. Metmenų krypties bandiniuose su apkrova raukšlės aštrumas beveik nepakito. Ataudų kryptimi bandiniuose 200g ir 50g apkrovomis iš abiejų pusių raukšlių aštrumas padidėjo 30%. Bandiniuose su 300g apkrova iš priekio raukšlės aštrumas sumažėjo 18%, kituose bandiniuose su apkrova iš priekio raukšlių aštrumas nesikeitė. Bandiniuose su apkrova iš galo raukšlių aštrumas kito nežymiai.

Gauti rezultatai parodė, kad apkrova turi įtakos siūlių raukšlėtumui. Mažiausias raukšlių skaičius susidaro bandiniuose apkrautuose 200g apkrova, su 300g apkrova bandiniuose raukšlių skaičius taip pat mažas, tačiau po 24 valandų, raukšlių skaičius padidėja. Mažiausias raukšlių aukštis matomas bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių. Didinant apkrovą raukšlių aukštis mažėja. Vertinat rezultatus pastebėta, kad raukšlės ilgiui apkrova ir apkrovos padėtis neturi didelės įtakos. Ilgiausios raukšlės susidaro metmenų krypties bandiniuose. Po 24 valandų matoma, kad raukšlių ilgis mažėja. Apkrova turi įtakos raukšlių aštrumui. Mažiausias raukšlės aštrumas pasižymi bandiniuose su 300g apkrova iš abiejų pusių. Atlikus bandymus pastebėta, kad didesnis raukšlių aukštis, ilgis, aštrumas pasireiškia metmenų krypties bandiniuose. Viskozinio audinio raukšlių skaičius didesnis metmenų krypties bandiniuose, o šilkinio audinio bandiniuose – ataudų.

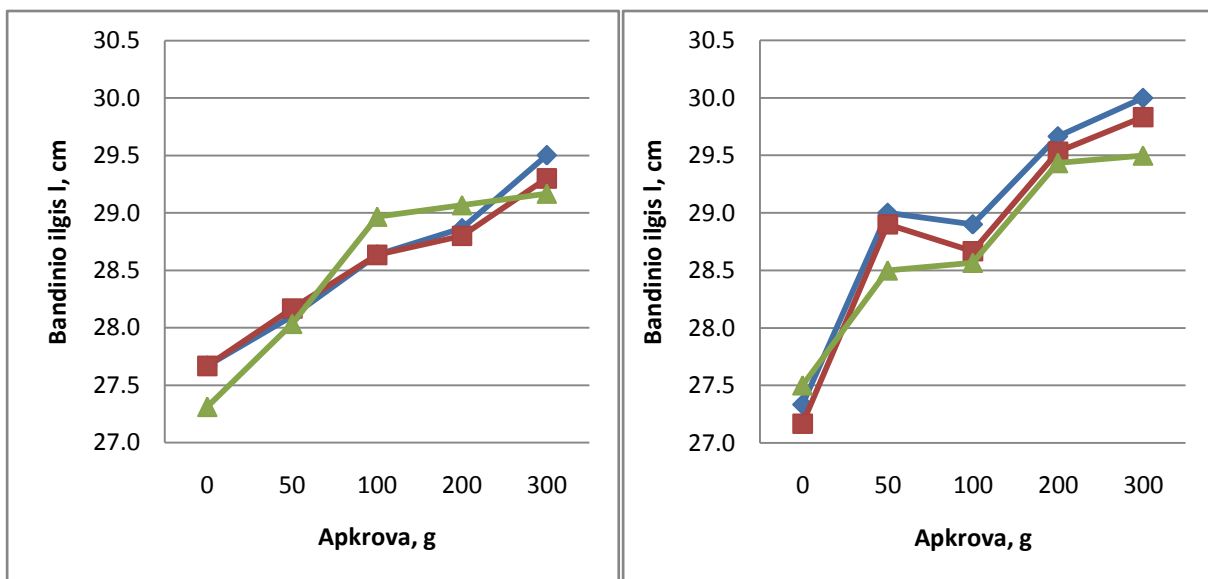
### **3.2 Apkrovos ir laiko įtaka bandinių ilgiams**

Išanalizavus rezultatus pastebėta, kad apkrova turi įtakos bandinio ilgiui. 3.4 paveiksle vaizduojami grafikai, kuriuose pateikiama apkrovos įtaka bandinio ilgiui. Bandinių ilgiai matuojami iškart prasiuvus bandinį, tuomet po 24 valandų ir trečiasis matavimas pagarinus ir palikus bandinius 24 valandom horizontalioje padėtyje.



a)

b)



c)

d)

**3.9 pav.** Viskozinio bandinio ilgis esant apkrovai iš priekio: a) metmenų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; b) ataudų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; c) metmenų krypties bandiniai siūti antru greičiu; d) ataudų krypties bandiniai siūti antru greičiu, kai ◆ - bandiniai matuoti iškart po siuvimo, ■ - po 24 valandų, ▲ - po garinimo, praėjus 24 valandoms

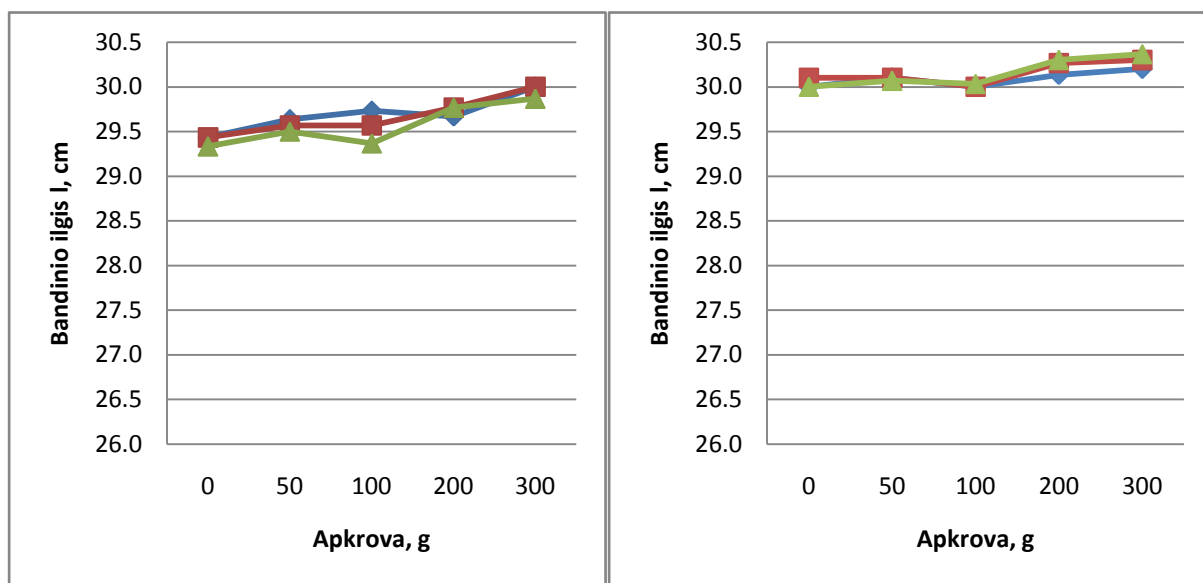
Iš 3.9 paveikslo grafikų matyti, kad metmenų kryptimi bandiniai su apkrova iš priekio susitraukia labiau nei ataudų kryptimi. Pirmojo siuvimo greičio metmenų kryptimi be apkrovos bandiniai susitraukė iki 29,4cm. Apkrovus bandinius 50g svoriu ilgis dar mažėjo, tačiau toliau didinant apkrovas bandiniai traukėsi vis mažiau. Su 300g apkrova bandinys susitraukia

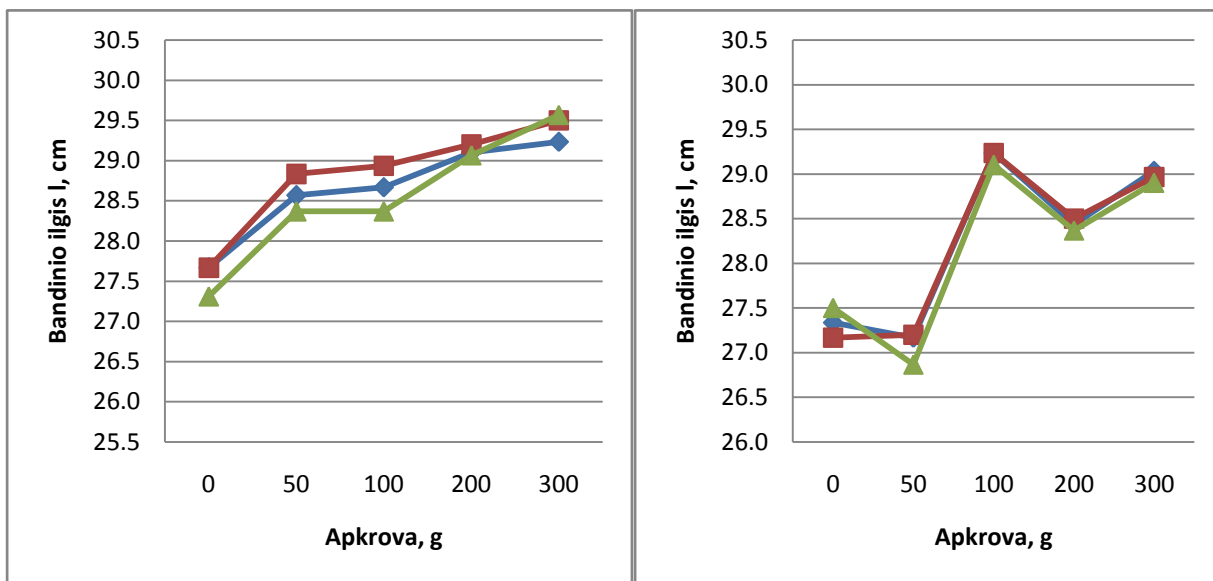
mažiausiai - 29,6 cm. Po 24 valandų bandiniai prailgėjo apie 1-2mm su apkrovomis 300g, 200g ir 100g, o su 50g apkrova bandinys dar susitraukė. Bandinio ilgis be apkrovos po 24 valandų nepakito. Pagarinus bandinius šie susitraukė apie 1mm.

Viskozinio audinio bandiniai pirmame greityje ataudų kryptimi apkrauti iš priekio ne tik susitraukė, bet ir ištįso. Esant 300g apkrovai bandinio ilgis ištįso iki 30,2 cm, mažinant apkrovą bandinio ilgis trumpėja. Po 24 valandų bandinio ilgis pakinta tik ties neapkrautu bandiniu – pailgėja 1 mm. Po garinimo su 200g ir 100g apkrova bandiniai susitraukia.

Susiūtų bandinių antru greičiu ilgis trumpesnis nei bandinių siūtų pirmuoju greičiu. Metmenų kryptimi labiausiai susitraukė bandiniai be apkrovos. Bandinius apkrovus svoriu, susitraukimas mažėja. Mažiausiai bandinys susitraukia esant 300g apkrovai – 29,5cm. Po 24 valandų bandiniai pakito tik su 300g apkrova, susitraukė 2mm. Bandinius pagarinus ilgiai keitėsi, su 300g, 50g ir 0g apkrovomis bandiniai traukėsi.

Ataudų krypties bandiniai prasiūti antru greičiu traukėsi mažiau nei tuo pačiu greičiu siūti metmenų krypties bandiniai. Esant 300g apkrovai bandinio ilgis išliko nepakitęs - 30cm, tačiau mažinant apkrovą bandiniai traukėsi ir prasiuvus be apkrovos pasiekė 27,3cm ilgį. Po 24 valandų bandiniai traukėsi su visomis apkrovomis. Pagarinus bandinių ilgiai traukėsi.





c)

d)

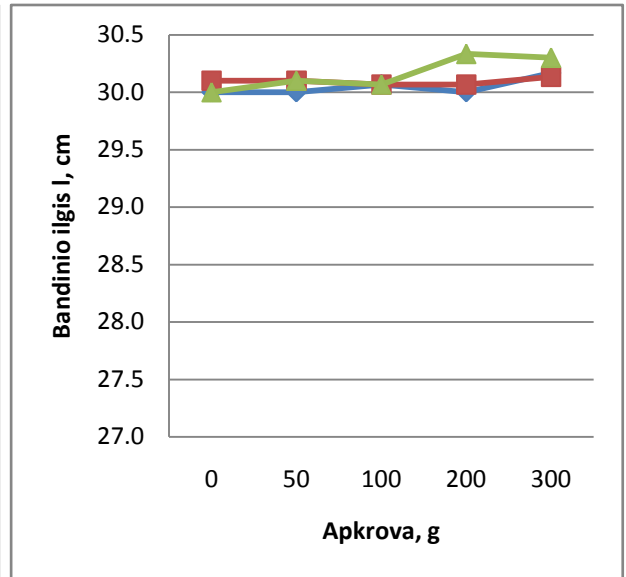
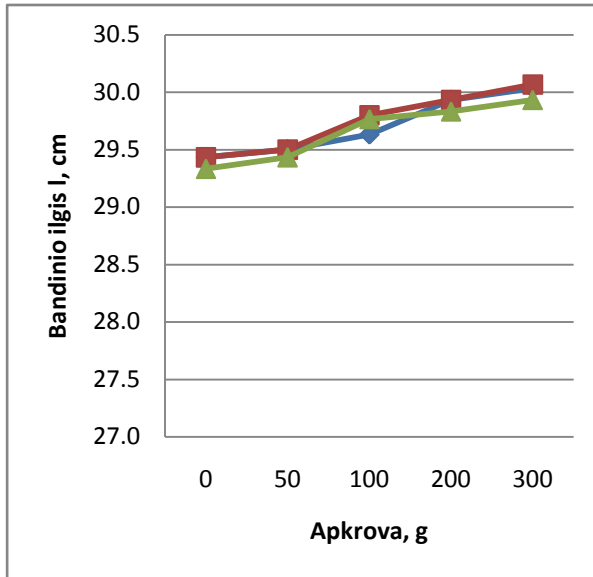
**3.10 pav.** Viskozinio bandinio ilgis esant apkrovai iš galo: a) metmenų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; b) ataudų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; c) metmenų krypties bandiniai siūti antru greičiu; d) ataudų krypties bandiniai siūti antru greičiu, kai ◆ - bandiniai matuoti iškart po siuvimo, ■ - po 24 valandų, ▲ - po garinimo, praėjus 24 valandoms

Duomenys gauti nagrinėjant viskozinio audinio bandinius apkrautus svoriu iš galo pateikti 3.10 paveiksle. Pirmu greičiu siūti metmenų krypties bandiniai turėjo tendenciją trumpėti mažinant apkrovą. Esant 300g apkrovai bandiniai išliko nepakitę - 30cm. Labiausiai susitraukė bandiniai esantys be apkrovos 29,4cm. Po 24 valandų bandiniai reagavo skirtingai: su 200g apkrova – prailgėjo, 100g, 50g traukėsi, 300g, 0g – nepakito. Bandinius pagarinus visų ilgis traukėsi.

Bandiniai ataudų kryptimi apkrauti svoriu iš galo pratęso. Esant 100g ir 0 g apkrovai prasiūti bandiniai išlaikė reikiamą bandinio ilgį. Po 24 valandų bandiniai pratęso. Pastovus ilgis liko bandiniuose su 100g apkrova. Bandinius pagarinus šie vėl atsipalaidavo ir pratęso ties didžiosiomis apkrovomis – 300g, 200g ir 100g. Su 50g ir 0 g apkrova bandiniai traukėsi link reikiamo bandinio ilgio.

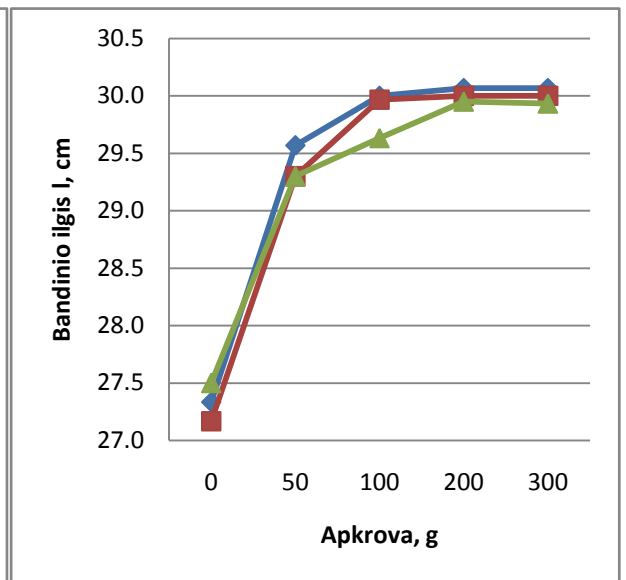
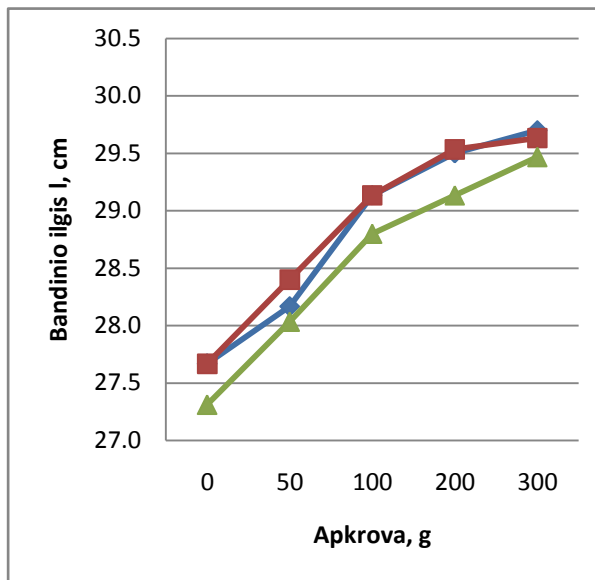
Siuvant iš priekio apkrautus bandinius antru greičiu, šie netįso, bet tik dar labiau traukėsi. Metmenų kryptimi mažinant apkrovą traukimasis didėjo nuo 29,3 iki 27,7.

Ataudų krypties bandiniai siūti antru greičiu apkrauti iš galo traukėsi mažiausiai su 100g apkrova iki 29,2 cm. Didžiausias susitraukimas bandinyje pasireiškė esant 50g ir 0g apkrovoms. Po 24 valandų bandinių ilgis nesikeitė, o juos pagarinus – nežymiai traukėsi.



a)

b)



c)

d)

**3.11 pav.** Viskozinio bandinio ilgis esant apkrovai iš abiejų pusių: a) metmenų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; b) ataudų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; c) metmenų krypties bandiniai siūti antru greičiu; d) ataudų krypties bandiniai siūti antru greičiu, kai ◆ - bandiniai matuoti iškart po siuvimo, ■ - po 24 valandų, ▲ - po garinimo, praėjus 24 valandoms

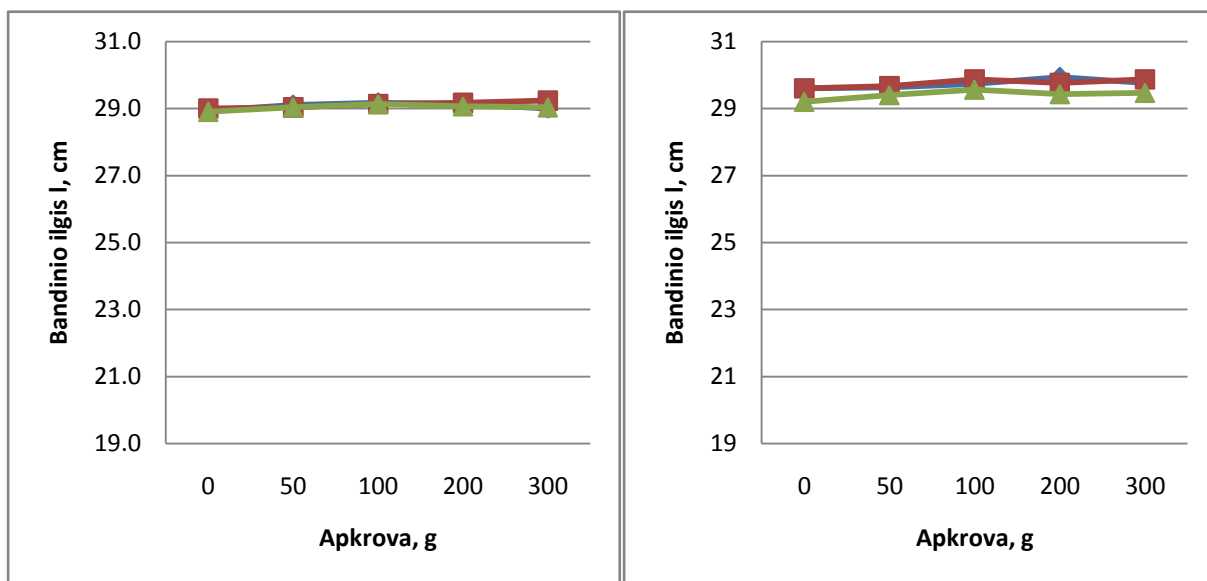
3.11 paveiksle pateikti viskozės audinio bandinių ilgių grafikai. Bandiniai apkrauti iš abiejų bandinio pusių vienodomis apkrovomis ir prasiūti dviem skirtingais greičiais. Pirmu greičiu siūti metmenų krypties bandiniai esant 300g apkrovai ištįso 1mm. Mažinant apkrovas bandiniuose,

ilgis trumpėjo. Po 24 valandų daugiausiai bandiniai prailgėjo esant 100g apkrovai. Pagarinus metmenų krypties bandinius, jų ilgis sutrumpėjo po 1-2 mm.

Ataudų krypties bandiniai siuvant pirmu greičiu ištyso esant 300g ir 100g apkrovoms. Bandiniuose su 200g, 50g ir 0g apkrovomis ilgiai nepakito ir liko 30cm. Po 24 valandų bandiniai susilygino iki 30,1cm. Bandinius paveikus garu, jų ilgiai vėl pakito, ties 300g ir 200 g pratįso apie 2mm, ties 0g apkrova susitraukė 1mm, o ties 100g ir 50g apkrovomis – nepakito.

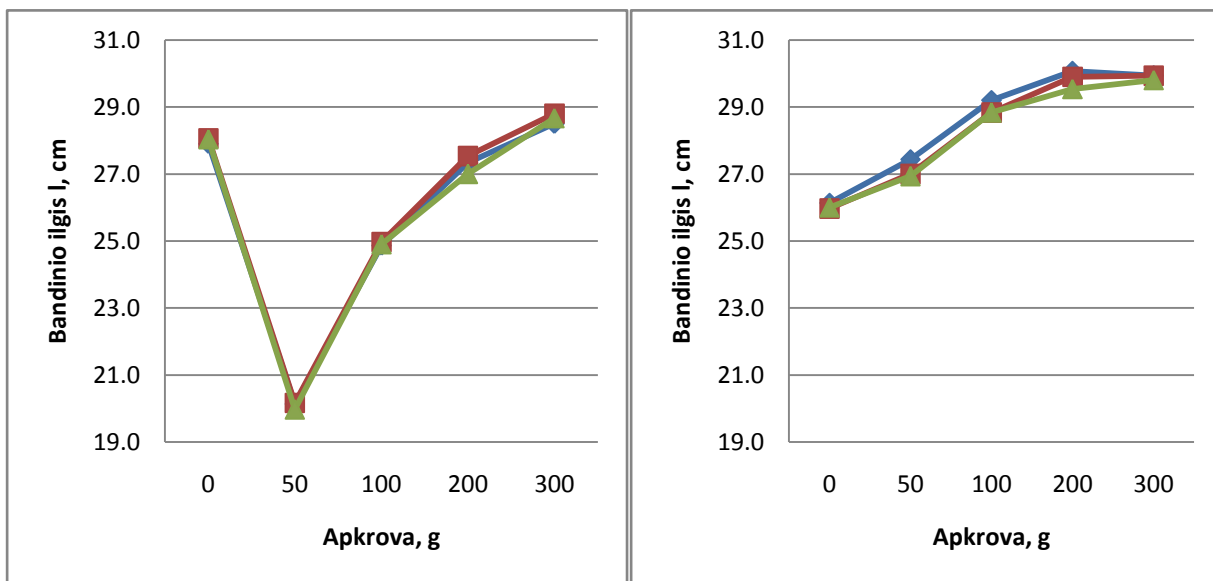
Antru greičiu siūti bandiniai apkrauti iš abiejų pusių traukėsi labiau nei ties pirmu. Metmenų krypties bandiniuose ilgis mažėjo mažinant apkrovą. Po 24 valandų bandinių ilgis kito tik su 50g prasiūta apkrova. Čia bandinys prailgėjo 2mm. Bandinius paveikus garu, jie susitraukė 3-4mm.

Siuvant bandinius antru greičiu ataudų kryptimi pastebėta, kad esant 300g, 200g, ir 100g apkrovai bandinio ilgis išlieka nepakitęs nuo pradinio. Šių bandinių ilgis nepakito ir po 24 valandų. Be apkrovos bandinio ilgis susitraukia iki 27,3 cm. Tai rodo, kad siuvant gaminius ataudų kryptimi, reikėtų siuvas detales patempti iš abiejų pusių, tai leis gaminio ilgiui nepakisti. Garinimas didesnės įtakos turėjo bandiniams su 100g apkrova. Čia bandinys susitraukė 4mm.



a)

b)



c)

d)

**3.12 pav.** Šilkinio bandinio ilgis esant apkrovai iš priekio: a) metmenų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; b) ataudų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; c) metmenų krypties bandiniai siūti antru greičiu; d) ataudų krypties bandiniai siūti antru greičiu, kai ◆ - bandiniai matuoti iškart po siuvimo, ■ - po 24 valandų, ▲ - po garinimo, praėjus 24 valandoms

Greičio ir apkrovos įtaka šilkinio audinio bandinių ilgiams esant apkrovai iš priekio galima matyti 3.12 paveiksle. Prasiuvus metmenų krypties bandinius pirmuoju greičiu su apkrova iš priekio, matoma kad labiausiai bandinys susitraukia esant nulinei apkrovai. Čia bandinio ilgis 28,9cm. Mažiausiai bandinys susitraukia esant 100g apkrovai iki 29,2cm, didinat apkrovą bandinys traukiasi. Po 24 valandų bandinio ilgis trumpėjo esant 100g ir 50g apkrovai. Su kitomis apkrovomis bandinių ilgis didėjo, o su 300g apkrova po relaksacijos bandinių ilgis tįso link pradinio ir prailgėjo 2mm. Po garinimo bandinio ilgiai susitraukė ir sutrumpėjo daugiau nei iškart po siuvimo. Šie tiek mažiau susitraukė bandiniai su 300g apkrova.

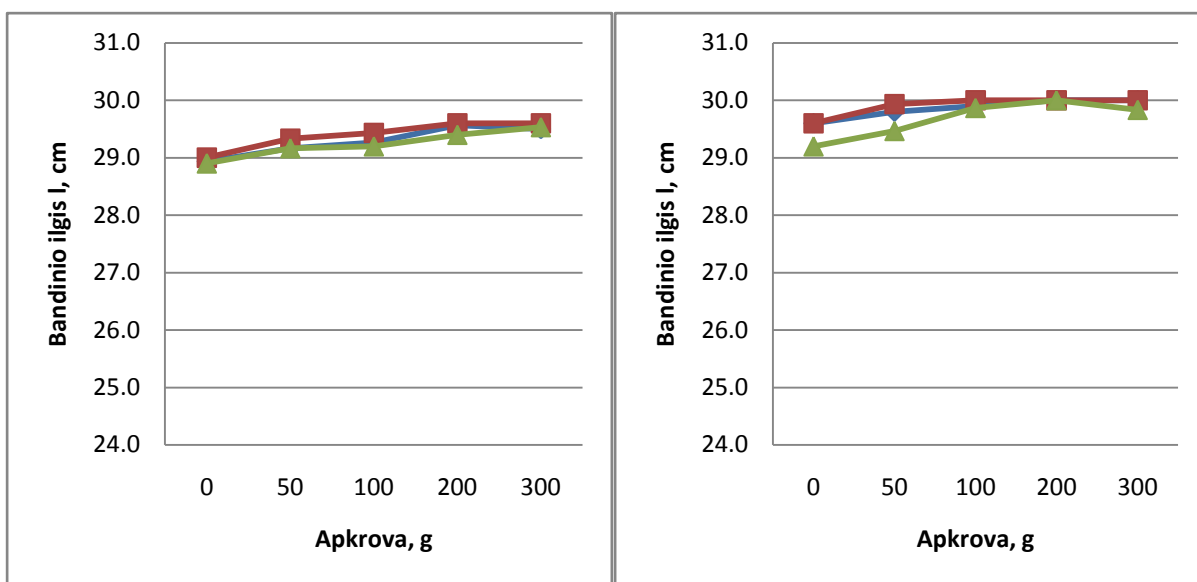
Ataudų krypties bandinio ilgis mažiausiai susitraukė esant 200g apkrovai. Mažinant apkrovą ilgis mažėjo. Po 24 valandų bandinio ilgis sumažėjo su 200g apkrova 1mm. Bandinyje be apkrovos ilgis liko nepakitęs. Po šių matavimų bandiniai pagarinami ir vėl paliekami 24 valandoms. Tuomet ilgis užfiksuojamas trečią kartą. Šį kartą rezultatai labai išsiskyrė. Bandinio ilgis sutrumpėjo nuo 2mm iki 4mm lyginant su rezultatais po 24 valandų be garinimo.

Metmenų krypties bandinius prasiuvus antruoju greičiu matoma, kad bandinio ilgis mažėja mažinant apkrovą. Didžiausias bandinio ilgis išliko bandinyje su 300g apkrova 29cm. Mažinant



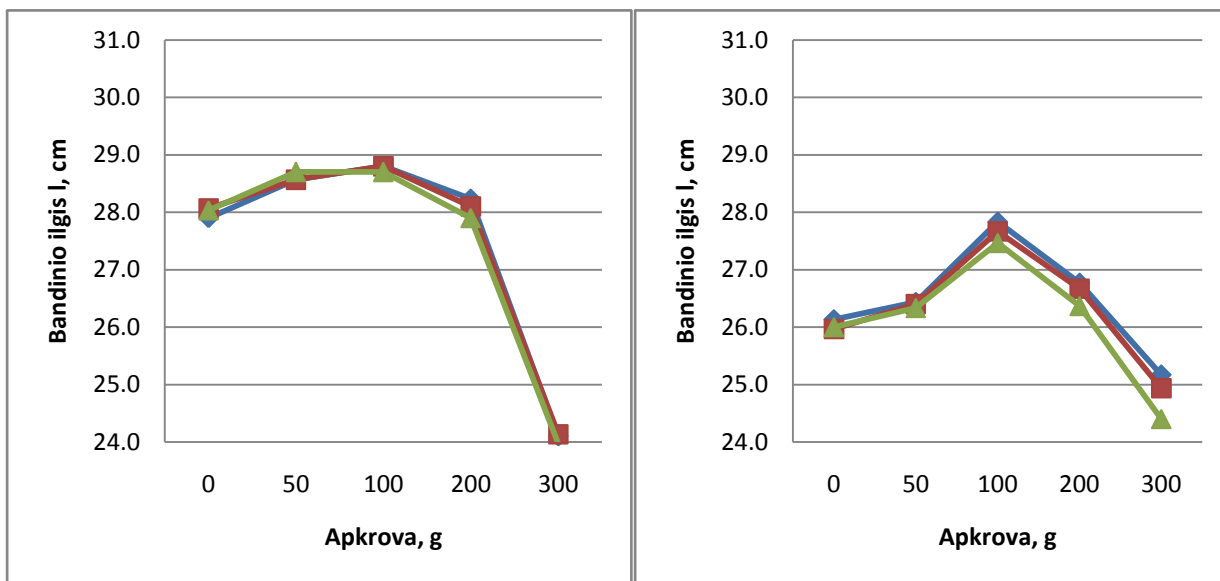
apkrovą antruoju greičiu siūtuose bandiniuose raukšlės ilgis mažėjo ir esant 50g apkrovai jis siekė tik 20cm. Bandinys esantis be apkrovos sutrumpėjo tik iki 28cm. Tai gali reikšti jog bandinio patempimas iš priekio duoda greitesnį praslydimą pro transportavimo pėdelę, gerai neištempiant audinio ir sudarant daugiau raukšlių, kas sutrumpina bandinio ilgį. Po 24 valandų ir po garinimo bandiniai liko beveik nepakitę.

Ataudų krypties šilkinio audinio bandiniai siuvant antruoju greičiu esant 300g ir 200g apkrovai liko nepakitusio ilgio. Mažinant apkrovas ilgis mažėjo ir esant bandiniui be apkrovos ilgis sutrumpėjo iki 26cm. Siuvant pirmuoju greičiu ataudų krypties bandiniai trumpėjo po kelis milimetrus, o siuvant antruoju ilgis trumpėjo kas keli centimetrai. Po 24 valandų antru greičiu siūti bandiniai patrupėjo beveik visais atvejais. Po garinimo didelia apkrova apkrauti bandiniai sutrumpėjo dar labiau, o likę nekito.



a)

b)



c)

d)

**3.13 pav.** Šilkinio bandinio ilgis esant apkrovai iš galo: a) metmenų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; b) ataudų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; c) metmenų krypties bandiniai siūti antru greičiu; d) ataudų krypties bandiniai siūti antru greičiu, kai ◆ - bandiniai matuoti iškart po siuvimo, ■ - po 24 valandų, ▲ - po garinimo, praėjus 24 valandoms

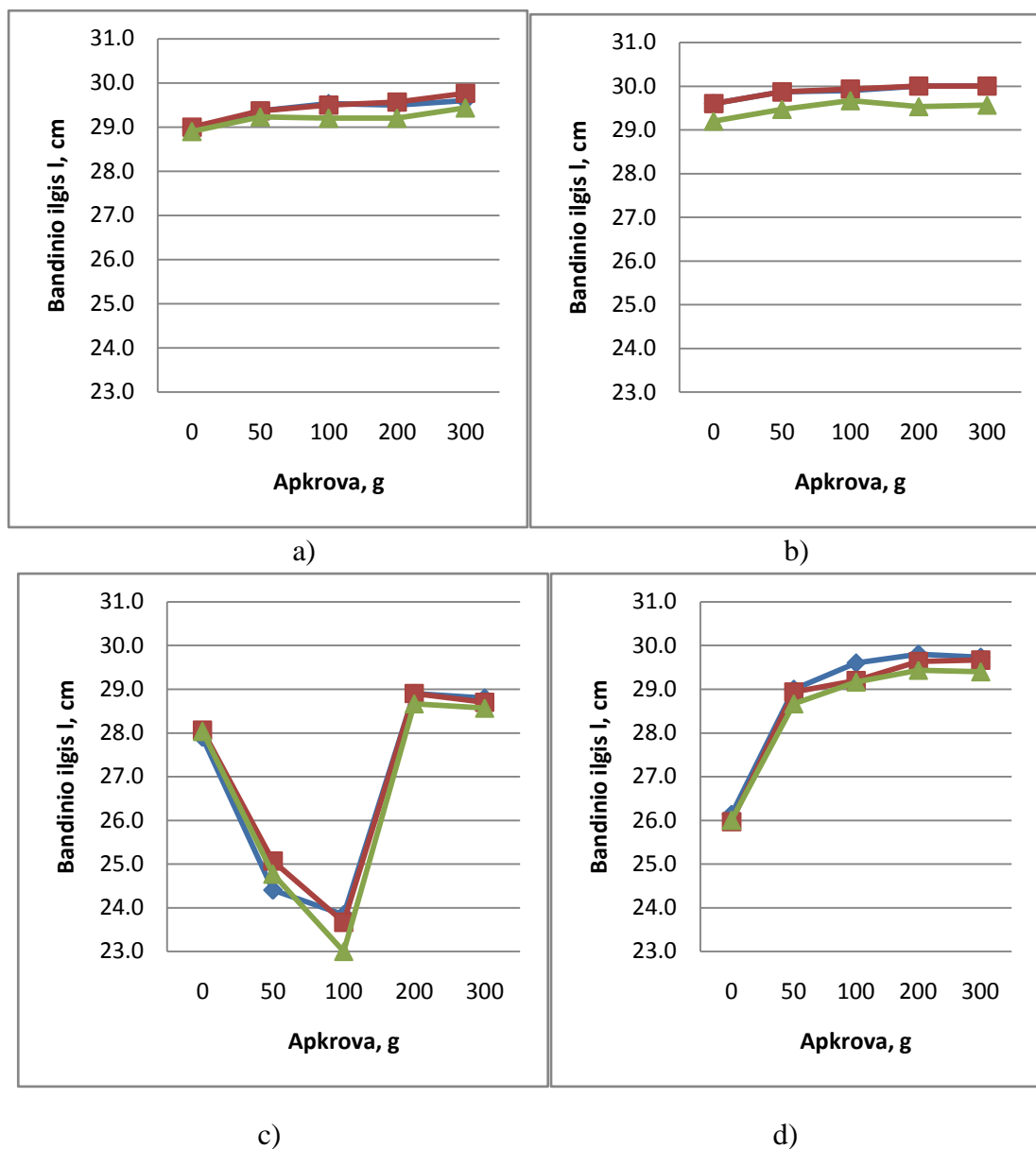
3.13 paveiksle vaizduojamos diagramos, kuriose matomos šilkinio audinio bandinio ilgio esant apkrovai iš galo priklausomybė nuo apkrovos, kirpimo krypties ir siuvimo greičio. Metmenų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu sutrumpėjo labiau nei ataudų krypties bandiniai. Didžiausias ilgis metmenų krypties bandiniuose išliko esant 200g apkrovai, mažinant apkrovą ilgis palaipsniui mažėjo. Bandinyje be apkrovos ilgis siekė 28,9 cm. Po 24 valandų bandinių ilgiai prailgėjo po keletą milimetrų. O bandinius pagarus ir palaikius 24 valandas, metmenų krypties bandiniai susitraukė daugiau nei iškart po siuvimo.

Ataudų kryptimi pirmu greičiu siūtuose bandiniuose ilgis trumpėjo mažiau nei metmenų. Su 300g ir 200g apkrova ilgis nepakito, o mažinant apkrovas, bandinio ilgis trumpėjo ir esant nulinei apkrovai pasiekė 29,6cm. Po 24 valandų bandinių ilgis padidėjo. Esant 300g, 200g ir 100g apkrovoms bandinių ilgis išliko 30cm, su 50g apkrova – 29,9cm. Po garinimo praėjus 24 valandoms bandinių ilgiai susitraukė 4mm. Bandinyje su 200g apkrova ilgis nepakito per visas 3 stadijas ir liko pradinio bandinio ilgio – 30cm.

Siuvant bandinius antruoju greičiu ilgiausias bandinys išliko su 100g apkrova – 28,8cm. Esant 300g apkrovai metmenų kryptimi bandinio ilgis siekia 24cm. Pamažinus apkrovą iki 200g ilgis padidėja iki 28,2cm. Esant 100g apkrovai ilgis didžiausias, tačiau mažinant apkrovą ilgis

prededa trumpėti. Po 24 valandų ir po garinimo bandiniai traukiasi esant apkrovoms nuo 100g iki 300g, o bandiniai su 0g ir 50g apkrovomis prailgėja.

Ataudų kryptimi siuvant antruoju greičiu ilgiausias bandinys išlieka su 100g apkrova – 27,8cm. Apkrovą didinat nuo 0 iki 100g bandinio ilgis didėja, o nuo 100g iki 300g bandinio ilgis mažėja. Esant 300g apkrovai bandinio ilgis trumpiausias – 25,2cm. Po 24 valandų relaksacijos bandinio ilgis sutrumpėja, o pagarinus bandinio ilgis trumpėja dar labiau.



**3.14 pav.** Viskozinio bandinio ilgis esant apkrovai iš abiejų pusių: a) metmenų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; b) ataudų krypties bandiniai siūti pirmu greičiu; c) metmenų krypties bandiniai siūti antru greičiu; d) ataudų krypties bandiniai siūti antru greičiu, kai ◆ - bandiniai matuoti iškart po siuvimo, ■ - po 24 valandų, ▲ - po garinimo, praėjus 24 valandoms

3.14 paveiksle vaizduojami bandinių ilgiai prasiūti su apkrova iš abiejų pusių. Prasiuvus metmenų krypties bandinius pirmuoju greičiu, matoma, kad mažiausias bandinio ilgio sutrumpėjimas matomas esant 300g apkrovai. Bandinių ilgis palaipsniui mažėja mažinant apkrovas. Mažiausias ilgis matomas bandinyje be apkrovos – 28,9cm. Po 24 valandų ties 300g ir 200g ir 0g apkrovomis bandinio ilgis padidėjo, esant 100g apkrovai – sutrumpėjo. Po garinimo bandinio ilgis sumažėjo dar labiau, vietomis net iki 4mm.

Ataudų krypties bandinius prasiuvus pirmuoju greičiu esant 300g ir 200g apkrovai ilgis išliko nepakitęs, bet toliau mažėjant apkrovai – mažėjo, kol bandinyje be apkrovos pasiekė 29,6cm ilgį. Po 24 valandų relaksacijos bandinio ilgis pakito tik bandinyje su 100g apkrova. Čia bandinys prailgėjo. Po garinimo bandiniai susitraukė 3-4mm.

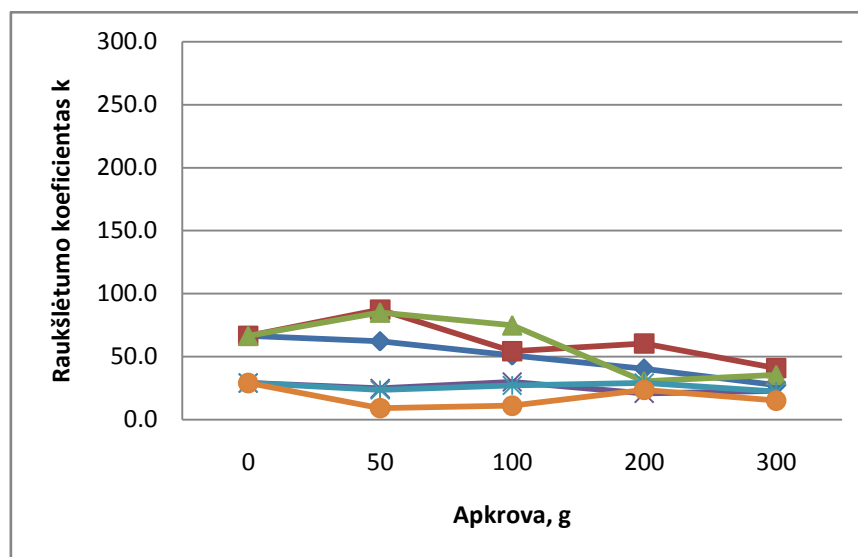
Siuvant bandinius antruoju greičiu metmenų kryptimi labiausiai susitraukė bandinys su 100g apkrova – 23,8cm. Mažinant apkrovas bandiniai ilgėjo, o su 300g ir 200g apkrova bandinių ilgiai buvo 28,8cm ir 28,9cm. Po 24 valandų metmenų krypties bandiniai liko tokie pat arba nežymiai susitraukė, o su 50g apkrova bandinio ilgis pailgėjo 6mm.

Ataudų kryptimi antru greičiu prasiūtų bandinių ilgiai mažiausiai susitraukė esant 200g apkrovai – 29,8cm. Mažinant apkrovą bandinių ilgis trumpėjo, o bandiniai be apkrovos ataudų kryptimi susitraukė iki 26,1cm. Po 24 valandų bandiniai patrupėjo keleta milimetru, o pagarinus šie dar patrupėjo.

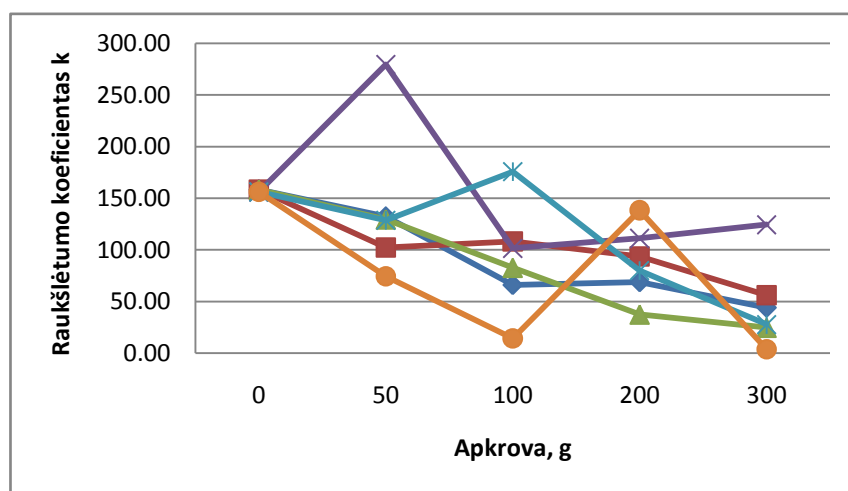
Bandinių ilgiai mažiausiai traukėsi esant 200g ir 300g apkrovoms siuvant pirmuoju greičiu. Siuvant antruoju greičiu bandiniai susitraukė iki 25%. Bandiniai mažiausiai traukėsi su 300g apkrova išskyrus šilkinio audinio bandinius su apkrova galo. Po 24 valandų raukšlėtumas visuose bandiniuose sumažėjo, ir pandinių ilgis padidėjo, tai galėjo atsitikti dėl siuvimo adatos ir įsiskverbimo į audinį jėgos sukeltų raukšlių atsipalaidavimo. Po garinimo bandinių ilgiai susitraukė.

### **3.3 Apkrovos ir greičio įtaka siūlės raukšlėtumo koeficientui**

Siūlės raukšlėtumas matuojams atsižvelgiant į raukšlės aukštį, ilgį, jų kiekį, ar raukšlių aštrumą. Siūlės raukšlėtumo lygį padeda parodyti raukšlėtumo koeficientas. 3.15 paveikslėlyje pateikiama apkrovos įtaka raukšlės koeficientui skirtingais greičiais viskoziniam audiniui.



a)



b)

**3.15 pav.** Apkrovos įtaka siūlės raukšlėtumo koeficientui iš viskozinio audinio: a) siuvant bandinius pirmu greičiu; b) siuvant bandinius antru greičiu, kai ■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ✱ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

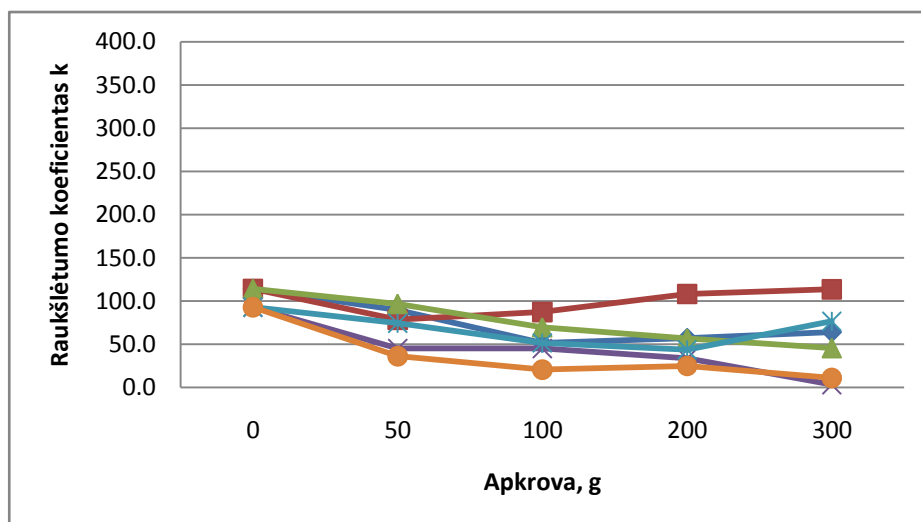
Iš grafiko matoma, kad didžiausias raukšlėtumo koeficientas viskoziniame audinyje susidaro metmenų krypties bandiniuose esant 50g apkrovai iš priekio ir iš abiejų pusių. Esant apkrovai iš priekio raukšlėtumo koeficientas 87,4. Didinant apkrovą raukšlėtumo koeficientas mažėja. Bandiniuose apkrautuose 200g apkrova iš priekio raukšlėtumo koeficientas padidėja 10% lyginant su 100g apkrauto bandinio raukšlėtumo koeficientu. Mažiausias raukšlėtumo

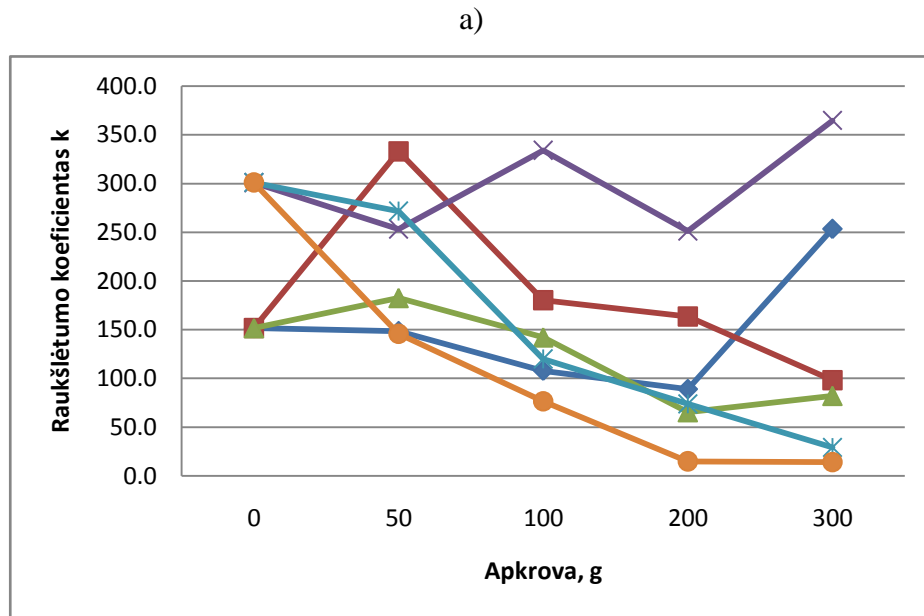
koeficientas metmenų krypties bandiniuose yra su apkrova iš galo. Esant 300g apkrovai raukšlėtumo koeficientas 27,3.

Ataudų kryptimi bandiniuose be apkrovos raukšlėtumo koeficientas 29,0. Mažiausias raukšlėtumo koeficientas matomas bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių. Čia raukšlėtumas mažiausias esant 50g apkrovai - 9,2. Didinant apkrovą raukšlėtumo koeficientas didėja ir esant 200g apkrovai sudaro didžiausią raukšlėtumo koeficientą bandiniuose apkrautuose svoriu iš abiejų pusių – 23,7 . Su 50g ir 100g apkrova ataudų krypties bandiniuose raukšlėtumas panašus tarp iš priekio ir galo apkrautų bandinių. Esant 200g apkrovai bandinių raukšlėtumas su apkrova iš priekio didėja iki 29,1, o iš galo mažėja iki 20,8. Esant 300g apkrovai bandinių raukšlėtumo koeficientas yra 22,5 su apkrova iš priekio ir apkrova iš galo. Esant metmenų krypties apkrovai patartina gaminį siūti patempiant iš galo 2,94N jėga kas prilygsta 300g apkrovos dydžiui, o ataudų kryptimi patempti iš abiejų siuvamo gaminio kraštų su nedidele 0,49N jėga kas prilygsta 50g apkrovos dydžiui, taip siūlėje sumažės raukšlėtumas.

Bandinius siuvant antruoju greičiu raukšlėtumo koeficientas išauga daugiau nei dvigubai. Esant nulinei apkrovai raukšlėtumo koeficeintas 158,3 metmenų krypties bandiniuose, 156,0 – ataudų krypties bandiniuose. Metmenų krypties bandinių raukšlėtumo koeficientas mažėja didinant apkrovą. Mažiausiu raukšlétumu pasižymi bandiniai apkrauti 300g apkrova. Su apkrova iš abiejų pusių raukšlétumo koeficientas 24,6.

Ataudų krypties bandiniai su 300g apkrova iš abiejų pusių pasiekia minimalų raukšlétumo koeficientą – 3,7. Esant apkrovai iš priekio su ta pačia apkrova raukšlétumo koeficientas padidėja iki 27,7, o iš galo – pasiekia 124,4. Didžiausias raukšlétumas matomas esant 200g apkrovai iš abiejų pusių ir iš priekio. Mažiausias raukšlétumas matomas esant apkrovai iš abiejų pusių.





b)

**3.16 pav.** Apkrovos įtaka siūlės raukšlėtumo koeficientui iš šilkinio audinio: a) siuvant bandinius pirmu greičiu; b) siuvant bandinius antru greičiu, kai ■ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ◆ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ▲ - metmenų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių; × - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš galo; ✱ - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš priekio; ● - ataudų krypties bandiniai su apkrova iš abiejų pusių

Raukšlėtumo koeficientas apskaičiuotas ir kitam šilkiniam audiniui. Apkrovos ir greičio įtaka raukšlėtumo koeficientui vaizduojama 3.16 paveiksle. Bandiniuose siūtuose pirmu greičiu raukšlėtumo koeficientas didesnis metmenų krypties bandiniuose. Metmenų krypties bandiniai siūti be apkrovos turėjo didžiausią raukšlėtumo koeficientą – 114,2. Bandiniuose su apkrova iš galo raukšlėtumo koeficientas svyruoja nuo 51,7 su 100g apkrova iki 89,8 su 50g apkrova. Didesnis raukšlėtumo koeficientas matomas bandiniuose su apkrova iš abiejų pusių. Čia raukšlėtumo koeficientas svyruoja nuo 45,5 su 300g apkrova iki 96,6 su 50g apkrova. Bandiniuose metmenų kryptimi apkrautuose iš priekio raukšlėtumo koeficientas didėja nuo 78,4 su 50g apkrova iki 113,6 su 300g apkrova.

Ataudų krypties bandiniuose be apkrovos raukšlėtumo koeficientas – 92,8. Didžiausias raukšlėtumo koeficientas esant apkrovai yra su 300g apkrova iš priekio – 76,6, tačiau esant tai pačiai apkrovai iš galo bandinys pasiekia mažiausią raukšlėtumo koeficientą – 3,3. Esant to pačio dydžio apkrovai iš abiejų pusių bandinio raukšlėtumo koeficientas taip pat mažas – 11,05. Bandiniuose su apkrova iš galo raukšlėtumo koeficientas svyruoja nuo 3,3 iki 51,7. Bandiniuose

su apkrova iš abiejų pusių raukšlėtumo koeficientas svyruoja nuo 11,1 iki 36,3. Esant apkrovai iš priekio bandinių raukšlėtumas didžiausias ataudų kryptimi. Čia bandinių raukšlėtumas prasideda nuo 43,7 esant 200g apkrovai ir didėja iki 76,6.

Pagreitinus siuvimo greitį visų bandinių raukšlėtumas padidėjo iki 3 kartų. Ataudų krypties bandiniuose raukšlėtumas didesnis nei metmenų. Bandinyje be apkrovos ataudų kryptimi raukšlėtumo koeficientas padidėjo iki 300,9. Metmenų kryptimi didžiausias raukšlėtumo koeficientas su 50g apkrova iš priekio – 332,8. Mažiausiu raukšlėtumo koeficientu pasižymi bandiniai su apkrova iš abiejų pusių.

Ataudų krypties bandiniuose mažiausiu raukšlėtumo koeficientu pasižymi bandiniai siūti su apkrova iš abiejų pusių. Čia raukšlėtumo koeficientas svyruoja nuo 14,9 esant 300g apkrovai iki 145,7 su 50g apkrova. Esant apkrovai iš priekio bandinių raukšlėtumo koeficientas padidėja ir svyruoja nuo 29,3 su 300g apkrova iki 271,5 su 50g apkrova. Bandiniuose su apkrova iš galo bandinių raukšlėtumas didžiausias, esant 300g apkrovai – šis siekia net 364,6.

Pastebėta, kad siuvant pirmuoju greičiu ataudų krypties bandiniai turėjo mažesnę raukšlėtumą nei metmenų krypties bandiniai. Pagreitinus siuvimo greitį raukšlėtumo koeficientas padidėjo dvigubai ar net dar daugiau. Ataudų krypties bandiniai turėjo didesnę raukšlėtumo didėjimą nei metmenų lyginant su pirmuoju greičiu. Mažiausias raukšlėtumo koeficientas pastebėtas esant apkrovai iš abiejų pusių. Pirmuoju greičiu siūti bandiniai raukšlėjosi daugiau esant apkrovai iš priekio, o padidinus greitį raukšlėtumo padidėjimas buvo matomas ir bandiniams apkrautiems iš bandinio galo. Mažiausias raukšlėtumo koeficientas matomas su bandiniais esančiais apkrautais 300g ir 200g apkrova, mažinant svorį raukšlėtumas didėja. Geriausia norint sumažinti siūlės raukšlėtumą reikia siuvant bandinius patempti 2,67N jėga kas prilįgsta 300g apkrovai, tačiau patempus stipriau galimi kiti siūlės defektai kaip dygsnio netolygumas.



## IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

- Atlikus tyrimus nustatyta, kad apkrovos dydis ir padėtis turi įtakos raukšlių skaičiui siūlėje. Mažiausias raukšlių skaičius viskoziniame audinyje susidaro su 200g apkrova iš abiejų pusių esant metmenų krypties bandiniams, o ataudų krypties bandiniuose su 50g apkrova iš abiejų pusių. Šilkiniam audinyje mažiausias raukšlių skaičius susidaro metmenų krypties bandiniuose su 100g apkrova iš galo, o ataudų krypties bandiniuose su 200g apkrova iš abiejų pusių.
- Nustatyta, kad didesnis raukšlės aukštis yra metmenų krypties bandiniuose. Mažiausias raukšlės aukštis abiejų krypties bandiniuose susidaro su 300g apkrova iš abiejų pusių.
- Gauta, kad didesnis raukšlių ilgis yra metmenų krypties bandiniuose. Apkrovos dydžio įtaka raukšlių ilgiui neneustatyta. Mažiausias raukšlės ilgis metmenų krypties bandiniuose gautas, kai apkrova prikabinta iš abiejų pusių, o ataudų krypties bandiniuose, kai apkrova yra prikabinta iš bandinio priekio.
- Gauti rezultatai parodė, kad mažiausias raukšlės aštrumas pasireiškia bandiniuose su 200g ir 300g apkrovomis, prikabintomis iš abiejų bandinio pusių. Šiuo atveju audinio krypties įtaka raukšlės aštrumui nebuvo nustatyta.
- Atlikti tyrimai parodė, kad didelę įtaką apkrova turi bandinių ilgiams. Mažiausiai bandiniai susitraukia esant 300g apkrovai, išskyrus šilkinio audinio bandiniuose su apkrova iš bandinio galo siuvant antruoju greičiu. Siuvant pirmuoju greičiu su didžiausia apkrova iš bandinio galo ataudų kryptimi bandiniai ištįsta iki 3mm. Siuvant bandinius antruoju greičiu bandiniai susitraukia iki 25%.
- Gauta, kad siuvant pirmuoju greičiu raukšlėtumo koeficientas 3 kartus mažesnis už antrojo greičio bandinių raukšlėtumo koeficientą. Didinant apkrovą, raukšlėtumo koeficientas mažėja. Mažiausias raukšlėtumo koeficientas nustatytas ataudų krypties audiniuose su apkrova iš abiejų bandinio pusių, o metmenų krypties bandiniuose su apkrova iš bandinio priekio.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. 64Techninis biuletenis [Žiūrėta 2014 birželio 20]. Prieiga per internetą:  
<http://www.amefird.com/wp-content/uploads/2010/01/Minimizing-Seam-Puckering-2-5-10.pdf>
2. S. Inui, H. Okabe, T. Yamaraka, "Simulation of seam pucker on two strips of fabric sewn together", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 13 Iss: 1, 2001 pp.53 -
3. Daukantienė, V., Dobilaitė, V., Petrauskas, A., Urbelis, V. Siuvinių gamybos technologija. Kaunas: Technologija, 2009: 185-201 p.
4. Sueo Kawabata Masako Niwa, "Clothing engineering based on objective measurement technology", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 10 Iss 3/4 1998 pp. 263 – 272
5. Hati, S., & Das, B. R. Seam Pucker in Apparels: A Critical Review of Evaluation Methods. *Asian Journal of Textile*, 2011(2).
6. Cheng, K. P. S., & Poon, K. P. W. „Studies on the Seam Properties of Some Selected Woven Fabrics“ pp.486 - 496
7. S. Inui T. Yamanaka, „Seam pucker simulation“, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 10 Iss 2 1998 pp. 128 - 142
8. Taylor, P. M., and D. M. Pollet. "Why is automated garment manufacture so difficult?." *Advanced Robotics, 1997. ICAR'97. Proceedings., 8th International Conference on. IEEE*, 1997.
9. Daniela Zavec Pavlinić, Jelka Geršak, Janez Demšar, Ivan Bratko “Predicting Seam Appearance Quality” *Textile Research Journal March 2006 76: 235-242*,
10. 10Vinay Kumar Midha & S. Suresh Kumar. „ Effect of seam angle on seam puckering in lightweight woven fabrics“, *The Journal of The Textile Institute*, 106:4, 2015 pp.395-401
11. 11Ebrahim<sup>1</sup>, F. F. S. „Influence of mechanical properties of cotton fabrics on seam quality“. *Journal of American Science*, 8(5) 2012
12. J. Amirbayat, "An Energy Approach To The Instability Problem Of Overfed Seams", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 2 Iss 1 1990 pp. 21 – 25
13. B.K. Behera S. Chand T.G. Singh P. Rathee, "Sewability of denim", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 9 Iss 2 1997 pp. 128 – 140

14. Miyuki MoriMasako Niwa, "Investigation of the Performance of Sewing Thread",  
*International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 6 Iss 2/3 1994 pp. 20 – 27
15. Chang Kyu Park, Joo Young Ha „A Process for Optimizing Sewing Conditions to Minimize Seam Pucker Using the Taguchi Method“ *Textile Research Journal March 2005 vol. 75 no. 3* 245-252
16. Dobilaitė, Vaida, and Milda Juciene. "Influence of sewing machine parameters on seam pucker." *Tekstil* 56.5. 2007: 286-292.
17. Milda Juciėnė, Vaida Dobilaitė, "Seam pucker indicators and their dependence upon the parameters of a sewing machine", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 20 Iss: 4, 2008 pp.231 - 239
18. DOBILAITĖ, Vaida, Milda JUCIENĖ, and Eglė MACKEVIČIENĖ. "The Influence of Technological Parameters on Quality of Fabric Assemble." *Materials Science* 19.4 2013: 428-432.
19. Kim, Hyun-Ah, and Seung-Jin Kim. "Seam pucker and formability of the worsted fabrics." *Fibers and Polymers* 12.8 2011: 1099-1105.
20. Mau Tung, N., & Thanh Thao, P. (2013). A RESEACH ON IMPROVING SEAM PUCKER ON MOCK-SILK FABRICS. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ các trường đại học kỹ thuật*, (73), 105.
21. Jeong, Won Young, and Seung Kook An. "Seam characteristics of breathable waterproof fabrics with various finishing methods." *Fibers and Polymers* 4.2 (2003): 71-76.
22. Fatemeh Mousazadegan Siamak Saharkhiz Masoud Latifi, "Prediction of tension seam pucker formation by finite-element model", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 24 Iss 2/3 2012 pp. 129 – 140
23. Masako Niwa Yoko Yamada, "Prediction Of Seam Pucker Of Shingosen Fabrics Woven With Micro Denier Fibres", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 3 Iss 1991 3 pp. 7 – 10
24. Vaida Dobilaitė, Milda Juciene, "The influence of mechanical properties of sewing threads on seam pucker", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 18 Iss: 5, 2006: pp.335 – 345
25. J. Fan & W. Leeuwner. „The Performance of Sewing Threads with Respect to Seam Appearance“. *The Journal of The Textile Institute*, 89:1, 1998 pp.142-154

26. Oficialus Amerikos tekstilės chemikų ir spalvų asociacijos puslapis [Žiūrėta 2014 birželio 28]. Prieiga per internetą: <http://www.aatcc.org/testing/methods/index.htm>
27. Sueo Kawabata Miyuki Mori Masako Niwa, "An experiment on human sensory measurement and its objective measurement", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 9 Iss 3 1997 pp. 203 – 206
28. Mak, K. L., and Wei Li. "Objective evaluation of seam pucker on textiles by using self-organizing map." *IAENG International Journal of Computer Science* 35.1 2008 : 47-54.
29. Chang Kyu Park Dae Hoon Lee Tae Jin Kang, "A new evaluation of seam pucker and its applications", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 9 Iss 3 1997 pp. 252 – 255
30. Shigeru Inui Atsuo Shibuya, "Objective Evaluation of Seam Pucker", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 4 Iss 5 1992 pp. 24 – 33
31. Koehl, Ludovic, Jawad Chraïbi Miou, and Xianyi Zeng. "Selecting relevant features from fabric images for automated quality control of seam pucker using data analysis and human experts grading." *Computational textile*. Springer Berlin Heidelberg, 2007. 39-54.
32. G. Stylios J. Sotomi, "Seam Pucker In Lightweight Synthetic Fabrics:", *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 3 Iss 3 1991 pp. 14 – 17
33. T.J. Kang, C. Park & J. Lee "Evaluation of Seam Pucker Using Fractal Geometry", *The Journal of The Textile Institute*, 90:4, 1999 pp. 621-636
34. Tae Jin Kang , Jae Yeol Lee „Objective Evaluation of Fabric Wrinkles and Seam Puckers Using Fractal Geometry“ *Textile Research Journal June 2000* vol. 70 no. 6; pp.469-475
35. Soo Chang Kim, In Hwan Sul, Jae Ryoung Youn, Kwansoo Chung „Fabric Surface Roughness Evaluation Using Wavelet-Fractal Method Part I: Wrinkle, Smoothness and Seam Pucker“ *Textile Research Journal 2005* vol. 75 no. 11 751-760
36. G. Stylios D.W. Lloyd, "A Technique For Identification Of Seam Pucker Due To Fabric Structural Jamming", *International Journal Of Clothing Science And Technology*, Vol. 1 Iss 2 1989 pp. 25 – 27
37. Standartas LST EN 1049-2:1998 Tekstilės medžiagos. Audiniai. Sandara. Bandymo būdas. 2 dalis. Siūlų skaičiaus vienetiniame ilgyje nustatymas (modifikuotas ISO 7211-2:1984). 1998: 11p
38. Standartas LST ISO 3801:1998 Tekstilės medžiagos. Audiniai. Ilginio ir paviršinio tankio nustatymas 1998: 12p.