



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Karolina Mikelionytė

DENGTOŠ MEGZTINĖS MEDŽIAGOS SIUVINĖTŲ ELEMENTŲ
GEOMETRIJOS IR MECHANINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovė
Prof. dr. Virginija Daukantiienė

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

DENGTOŠ MEGZTINĖS MEDŽIAGOS SIUVINĖTŲ ELEMENTŲ
GEOMETRIJOS IR MECHANINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Aprangos mados inžinerija (kodas 621J40004)

Vadovė

(parašas) Prof. dr. Virginija Daukantienė
(data)

Recenzentas

(parašas) Lekt. dr. Kęstutis Lekeckas
(data)

Projektą atliko

(parašas) Karolina Mikelionytė
(data)

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Karolina Mikelionytė

(Studento vardas, pavardė)

Aprangos mados inžinerija (621J40004)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Dengtos megztinės medžiagos siuvinėtų elementų geometrijos ir mechaninių savybių tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Karolinos Mikelionytės**, baigiamasis projektas tema „Dengtos megztinės medžiagos siuvinėtų elementų geometrijos ir mechaninių savybių 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)

Turinys

IVADAS	9
1. Literatūros apžvalga.....	10
1.1 Siuvinėjimo technologijos taikymas aprangos gaminių estetinei išvaizdai pagerinti ir funkcionalumui padidinti	10
1.2. Įvairių veiksnių įtaka mados produktų siuvinėtų elementų kokybei	16
1.3. Literatūros apžvalgos apibendrinimas, darbo tikslas ir uždaviniai.....	18
2. Tyrimų objektai ir metodika	20
2.1. Tyrimo objektų pasirinkimo pagrindimas ir jų charakteristikos.....	20
2.2. Siuvinėjimo technologijos sudarymas	24
2.3. Siuvinėtų elementų kokybės tyrimo metodika	28
2.3.1. Siuvinėtų elementų skaitmeninių vaizdų fiksavimo metodika	28
2.3.2. Siuvinėtų elementų kokybės subjektyvaus vertinimo metodika.....	29
2.3.3. Siuvinėtų elementų geometrinių parametrų kitimo vertinimo metodika.....	30
2.3.4. Dirbtinės odos ir jos siuvinėtų elementų vienašio tempimo charakteristikų nustatymo metodika.....	32
3. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	34
3.1. Siuvinėjimo technologinių parametrų įtaka dengtos megztinės medžiagos siuvinėtų elementų estetinei išvaizdai	34
3.2. Siuvinėjimo technologinių parametrų ir siūlų įtaka siuvinėtų dengtos megztinės medžiagos elementų geometrijai	36
3.2.1. Siuvinėjimo technologinių parametrų ir siūlų įtaka siuvinėtų elementų storiui	36
3.2.2. Siuvinėjimo technologinių parametrų ir siūlų įtaka siuvinėtų elementų ilginiams ir skersiniams matmenims	39
3.3. Siuvinėjimo technologinių parametrų ir siūlų įtaka dengtos megztinės medžiagos vienašio tempimo charakteristikoms	41
4. Eksperimentinių tyrimų rezultatų taikymo galimybės.....	47
Išvados ir rekomendacijos	52
LITERATŪROS SĄRAŠAS	54
PRIEDAI.....	59

1 priedas. Pradinių duomenų ir statistinių parametrų suvestinė	59
2 priedas. Siuvinėto elemento pritaikymas aprangos kolekcijose	67
3 priedas. Straipsnis	74

Mikelionytė, Karolina. Dengtos megztinės medžiagos siuvinėtų elementų geometrijos ir mechaninių savybių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas/vadovas prof. dr. Virginija Daukantienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, Polimerų ir tekstilės technologija

Reikšminiai žodžiai: siuvinėjimas, dengta megztinė medžiaga, SEM, geometriniai parametrai, fluorescenciniai, metalizuoti siuvinėjimo siūlai, tempimo charakteristikos.

Kaunas, 2017. 58 p.

SANTRAUKA

Siuvinėto elemento dizainas projektuojamas įvertinant norimą pasiekti rezultatą, siuvinėjimo siūlus, siuvinėjamos medžiagos savybes, siuvinėjimo mašinos galimybes bei pagalbines priemones. Todėl svarbu pabrėžti, jog nėra vieno, visiems atvejams tinkamo siuvinėjimo parametru rinkinio.

Darbe pasirinkta žydros spalvos poliuretano dengta poliesterinė megztinė medžiaga, kuri siuvinėjama pagal suprojektuotą dizainą, naudojant skirtingus siuvinėjimo technologinių parametru rinkinius bei skirtingus siuvinėjimo siūlus. Taip pat aiškinamasi, kaip siuvinėjimas nestandartiniais siūlais gali paveikti siuvinėto elemento kokybę, esant tiems patiems parametru rinkiniams. Atliekamas subjektyvus siuvinėtų elementų kokybės vertinimas, taip pat matuojami geometriniai siuvinėtų elementų parametrai ir jie lyginami su suprojektuoto programoje elemento matmenimis. Nustatomas siuvinėto elemento storio pokytis, lyginant su pradiniu medžiagų storium, siuvinėtų elementų mechaninė elgsena analizuojama pagal vienašio tempimo charakteristikas (trūkimo jėgą ir trūkimo ištįsą).

Nustatytas optimalus siuvinėjimo technologinis parametru rinkinys, tinkamas padidinto funkcionalumo fluorescenciniams ir metalizuotiems siuvinėjimo siūlams, kurie gali būti pritaikomi aprangos gaminiuose.

Darbo metu nustatyta, jog skirtingi siuvinėjimo parametrai, tokie kaip užpildymo variantas (*Tatami* ir *Satin*), bei pritaikomi skirtingi dygsnių tankumai, turi įtakos siuvinėtų elementų geometrinėms ir mechaninėms savybėms. Siuvinėjimo metu pažeidžiama pagrindo medžiaga ir taip pakeičiamas jos stiprumas ir tūsumas, siuvinėjimo zonose padidėja gaminio storis. Įrodyta, kad, net ir naudojant pagalbines siuvinėjimo priemones (tokias kaip stabilizuojanti neaustinė medžiaga ir susitraukimo kompensacija), sudėtinga visiškai išvengti siuvinėto elemento ir suprojektuoto elemento neatitikimo. Taip pat, tyrimų metu nustatyta, jog skirtingos siuvinėjimo siūlų rūšies pasirinkimas, net ir esant tam pačiam siuvinėjimo parametru rinkiniui, turi įtakos ne tik siuvinėto elemento išvaizdai, bet ir tirtoms mechaninėms savybėms.

Remiantis tyrimų rezultatais, bei siuvinėto elemento dizainu, pasiūlomos siuvinėjimo metodo pritaikymo galimybės ir idėjos aprangos gaminių kolekcijoje.

Svarbiausi darbo rezultatai apibendrinti išvadose ir rekomendacijose bei parengtame spauda straipsnyje „*Comprehensive analysis of the quality of coated fabric embroidery*“ (3 priedas) moksliniame žurnale „*Fibers and Polymers*“. Šiuo metu straipsnis yra recenzuojamas.

Mikelionytė, Karolina. *Investigation of the Geometry and Mechanical Properties of Coated Knitted Fabric Embroidery*. Thesis in Master/supervisor assoc. prof. dr. Virginija Daukantienė. Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological Sciences, Polymers and Textiles Technology

Key words: PU coated fabric, SEM, embroidery, geometric parameters, fluorescent, metallic, embroidery thread, tension characteristics.

Kaunas, 2017. 58 p.

SUMMARY

Embroidered design element is designed to achieve the desired result for the evaluation, embroidery thread, embroidered material properties, the possibilities of embroidery machines and tools. Therefore, it is important to emphasize that there are no embroidery parameters set suitable for all the cases.

In this thesis, the blue polyurethane coated polyester knitted fabric was selected which is embroidered using the same design of embroidery but changing different technological parameters and types of embroidery threads. This research also focuses on how non-standard embroidery threads could be affecting the quality of embroidered element by using the same technological parameters. Carried subjective quality evaluation as well as the measured geometric parameters of actual embroidered element are compared with the program designed element dimensions. There were identified the differences between embroidered element and initial thickness of the material, mechanical behavior of the embroidered elements is analyzed under uniaxial tension characteristics (breaking force and elongation at break).

The optimal set of embroidery technological parameters was set and is considered as being suitable for increased functionality fluorescent and metallic embroidery threads which can also be applied to clothing.

The paper showed that different embroidery technological parameters such as filling type (Tatami and Satin) and adaptation of different stitch densities affects geometrical and mechanical properties of the embroidered element. During embroidery process the base material is damaged and thus changes of the strength and the thickness of embroidered area increases. It was indicated that even if supporting tools (such as stabilizing non-woven material and pull compensation) are used, the differences between embroidered and designed elements are difficult to avoid. Plus, the studies have shown that the choice of different embroidery thread, even with the same set of technological parameters, affects not only the appearance of embroidered element but also might affect investigated mechanical properties.

Based on the results of the research and the embroidered design element, there are offered some opportunities and ideas by using embroidery method for apparel products in the collection.

The research methodology to collect data is placed on the scientific article titled “*Comprehensive analysis of the quality of coated fabric embroidery*” (Annex 3), for the scientific magazine “*Fibers and Polymers*” which is now being reviewed.



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Studijų programa Aprangos mados inžinerija

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studentui(-ei) Karolinai Mikelionytei

1. Magistro baigiamojo Projekto tema

DENGTO MEGZTINĖS MEDŽIAGOS SIUVINĖTŲ ELEMENTŲ GEOMETRIJOS IR MECHANINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

2. Darbo tikslas:

Įvertinti technologinių parametų ir siuvinėjimo siūlų rūšies įtaką dengtos megztinės medžiagos siuvinėtų elementų geometrijai ir mechaninėms savybėms.

3. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos

Darbas originalus, atliktas pagal baigiamiesiems darbams keliamus reikalavimus bei vadovo pateiktą darbo užduotį.

4. Pradiniai Projekto duomenys

Prieš vertinant siuvinėjimo siūlų rūšies ir technologinių parametų įtaką dengtai megzotinei medžiagai, būtina išanalizuoti ne mažiau kaip 40 mokslinių straipsnių (neįskaičiuojant kitų informacijos šaltinių). Suformulavus esmines problemas, išsikelti uždavinius padėsiančius pasiekti išsikeltą tikslą. Pasiūlyti gautų rezultatų pritaikymo galimybes aprangos gaminiuose.

5. Projekto aprašomosios dalies struktūra

Aiškinamas tekstas, rezultatų pateikimas lentelėse ir grafinėmis priemonėmis

6. Grafinės Projekto dalies sudėtis

Aiškinamasis plakatas su pagrindiniais tyrimų rezultatais, esminėmis schemomis bei diagramomis.

Gaminių kolekcijos dizainas, pagamintas pagrindinio kolekcijos modelio prototipas, atskleidžiantis tyrimų rezultatų pritaikomumą.

7. Projekto konsultantai: Diz. Ingrida Balynaitė

Magistrantas:
(vardas, pavardė, parašas, data)

Projekto vadovas.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

Krypties studijų programos vadovas.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

ĮVADAS

Aprangos gamyba neapsiriboja vien gaminio detalių sujungimu taikant vieną iš galimų būdų, pvz., siuvimą, klijavimą, sulydymą. Dažnai aprangos gaminiai dekoruojami įvairiais papildomais būdais, kurie gali sukurti dekoratyvines, apsaugines ar reklamines funkcijas. Dekoravimas ypač plačiai naudojamas mados gaminiuose, kuriuose pritaikomi tokie sprendimai, kaip dekoratyvinės kišenės ar užtrauktukų prisiuvimas, neatliekantys tiesioginės funkcijos, t.y. prisiuvas tik antkišenis, o pačios kišenės nėra, ar užtrauktuko dalis, kuri neatlieka jokios funkcijos. Dekoravimui pritaikomi ir įvairūs priklijuojami elementai, ažūriniai motyvai, prisiuvas ar siuvinėjamos detalės.

Siuvinėjimo metodas plačiai taikomas darbo drabužiuose, kuriuose svarbu perteikti tam tikrą informaciją, kaip įmonės logotipas ar šūkis. Taip pat, siuvinėtos emblemos naudojamos įvairioms uniformoms, kurių paskirtis – suteikti informaciją apie asmenį ar jo atliekamas pareigas. Vardiniai siuvinėti užrašai skirti uniformų individualizavimui, o neretai siuvinėjimas atlieka ir reklaminę funkciją. Vis dėlto, siuvinėjimas populiariausias dėl savo dekoratyvumo ir puošnumo, ir dažniausiai naudojamas mados gaminiuose.

Siuvinėjant yra galimybė taikyti daugybę technologinių sprendimų, kurie turi būti parenkami kiekvienam siuvinėjimo atvejui individualiai. Siuvinėjimo dizainas projektuojamas, atsižvelgiant į norimą pasiekti rezultatą, siuvinėjimo siūlus, siuvinėjamą medžiagos pagrindą, siuvinėjimo mašinos darbą bei pagalbines priemones. Todėl svarbu pabrėžti, jog nėra vieno, visiems atvejams tinkamo siuvinėjimo parametrų rinkinio.

Darbe pasirinkta žydros spalvos poliuretanu dengta poliesterinė megztinė medžiaga, kuri siuvinėjama pagal suprojektuotą dizainą naudojant skirtingus siuvinėjimo technologinių parametrų rinkinius bei skirtingas siuvinėjimo siūlų rūšis. Taip pat aiškinamasi, kaip siuvinėjimas nestandartiniais siūlais gali paveikti siuvinėto elemento kokybę esant tiems patiems parametrų rinkiniams. Atliekama subjektyvus siuvinėtų elementų kokybės vertinimas, taip pat matuojami geometriniai siuvinėtų elementų parametrai ir jie lyginami su suprojektuoto programoje elemento matmenimis. Nustatomas siuvinėto elemento storio pokytis, lyginant su pradiniu medžiagų storiumi, taip pat tiriamos naudojamų medžiagų bei bandinių, išsiuvinėtų skirtingais technologiniais parametrais ir skirtingais siuvinėjimo siūlais, stiprumo charakteristikos

1. Literatūros apžvalga

1.1 Siuvinėjimo technologijos taikymas aprangos gaminių estetinei išvaizdai gerinti ir funkcionalumui padidinti

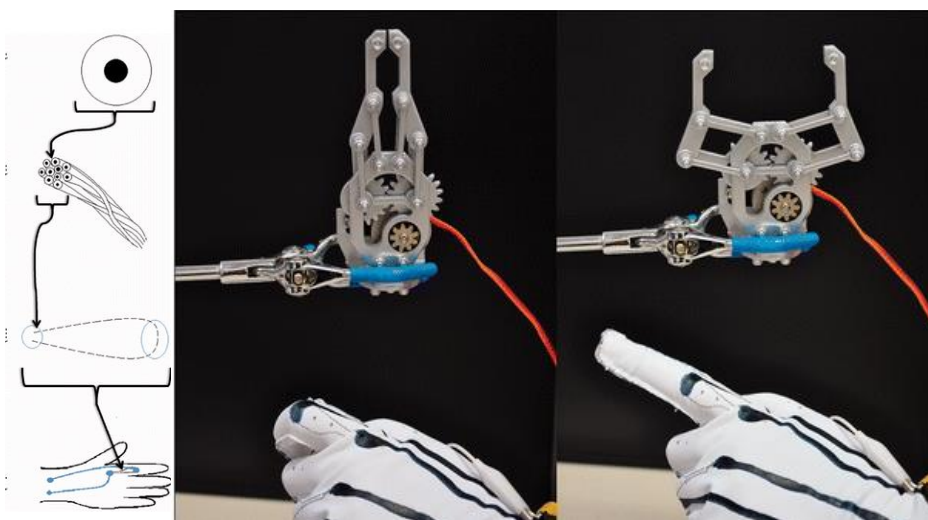
Medžiagų siuvinėjimas plačiai paplitęs įvairiose srityse. Jis taikomas ne tik drabužių dekoravimui, bet ir skiriamųjų drabužių ženklų, tokių kaip įmonių logotipai, reklaminiai šūkiai ar skiriamieji ženklai (pvz., drabužio savininko vardas ar pareigos), perkėlimui ant specialios paskirties ar uniforminės aprangos gaminių. Tokiuose aprangos gaminiuose yra daug mažų detalių ir konstrukcinių elementų (pvz., antsiuvų su įvairia simbolika, skiriamaisiais ženklais), taip pat – vardinių antsiuvų, pareigų ar vadovų lygio skiriamųjų ženklų.

Žinoma, aprangos gaminių siuvinėjimas dažniausiai taikomas norint pagerinti gaminių estetinę išvaizdą. Šis technologinis apdorojimas leidžia sukurti originalią gaminio išvaizdą, patobulinti seną ar pabodusį drabužį ir individualizuoti aprangos gamybą. Keičiant siuvinėjimo technologinius parametrus, naudojant skirtingos paskirties, struktūros ir efektų, spalvos, žaliavos siuvinėjimo siūlus, galima suformuoti skirtingą dekoruotos aprangos gaminio medžiagos faktūrą, spalvinius efektus ir pan. Šiam tikslui galima panaudoti metalizuotus, fluorescencinius, laidžius elektrai ar kitokius siuvinėjimo siūlus. Kai kuriais atvejais, naudojant skirtingos paskirties siuvinėjimo siūlus, gaunamas ne tik geresnis estetiškas efektas, bet ir padidinamas gaminio funkcionalumas. Pavyzdžiui, aprangos gaminyje siuvinėjimo pagalba gali būti integruoti įvairūs elektronikos elementai, tekstilinės klaviatūros, kurių pagalba galima valdyti mobiliuosius telefonus ir elektronikos prietaisus.

Paskutiniaisiais dešimtmečiais elektronikos naudojimas aprangoje pritaikomas vis plačiau, todėl ieškoma naujų galimybių šį metodą padaryti patogų dėvėjimo metu ir nesudėtingai pagaminamą. Siuvinėjimo metodas daro didelę įtaką išmanios aprangos kūrimo procesams. Dėvimosios antenos (angl. *wearable antenas*) ir jų gamybos bei veiklos galimybės nuolat tiriamos. Siuvinėjant elektronines grandines ar elementus, svarbus tinkamų metalinių siūlų pritaikymas, taip pat aktualus ir patogumas dėvint, todėl naujausiais tyrimais siekiama minimalizuoti tokių elektroninių sistemų dydį nesumažinant jų funkcionalumo. Žinoma, siuvinėtos elektronikos kaina ir galimybės turėtų atitikti vartotojų poreikius [1].

Siuvinėjimo metodas pritaikomas ir kuriant įvairius judesio atpažinimo prietaisus. Vienas iš jų – pirštinė [2], skirta judesių atpažinimui. Kuriant šį gaminį buvo stengiamasi užtikrinti patogų ir kokybišką dėvėjimą bei eksploataciją. Siekta sukurti gaminį, kurio nepažeistų įprasti tekstilinių gaminių valymo ar dėvėjimo būdai. Taip pat, siekiama pritaikyti standartines medžiagas ir gamybos

būdus, kurie nepadidintų esamos gaminio kainos. Pagrindinis šios pirštinės veikimo principas — pirštų judesiais valdyti toliau esančius prietaisus. Tam tekstilės gaminyje turi būti integruoti impulsų perdavimo davikliai bei elektrai laidūs elementai. Šiuo atveju naudojamas mašininis siuvinėjimas, kuris leidžia elektrai laidžius siūlus integruoti pirštinėje. Tyrimo metu nustatyta, jog siuvinėjimo metodas tinka tokiam gaminiui, o funkcionalumas nesumažėja net po terminio apdorojimo bei skalbimo ciklą. Siuvinėjimo raštas parenkamas pagal pirštų formas ir galimas judėjimo kryptis [2]. Gaminio veikimo schema ir realus vaizdas pateikiami 1.1.1 paveiksle.



1.1.1pav. Pirštinė su siuvinėtais judesio jutikliais [2]

Kuriant išmanios tekstilės gaminius, siuvinėjimas siūlais, gebančiais perduoti duomenis ar elektros energiją, gali skirtis. Dažniausiai naudojami siūlai, gebantys perduoti elektros energiją, o jų siuvinėjimo raštas ir intensyvumas gali skirtis priklausomai nuo norimo pasiekti rezultato. Vienas dažniausiai pasitaikančių siuvinėtų motyvų — apskritimas ar spiralė. Tai gali būti naudojama kaip perdavimo linijos ar galimybė pasiekti energijos šaltinį [3]. Išmanioji tekstilė pritaikoma ne tik aprangos detalėms, panašiu principu gali būti gaminami ir įvairūs priedai kompiuteriams, tokie kaip klaviatūra. Šiuo atveju tekstilė gali būti siuvinėjama laidžiais siūlais sudarant realų klaviatūros išdėstymą. Liečiant siuvinėtus klavišus, informacija perduodama į kompiuterį [4].

Siuvinėjimas laidžiais siūlais tampa vis aktualesne tema siekiant patobulinti išmanios tekstilės gaminius. Tačiau svarbu užtikrinti kuo paprastesnę ir saugesnę tokių produktų gamybos būdą bei patogų ir ilgaamžį jų dėvėjimą. Siuvinėjant laidžius elementus, naudojami metalizuoti siuvinėjimo siūlai su poliesteriu. Toks siūlas yra gana lankstus, todėl suteikia galimybę sudaryti suktus objektus bei užtikrinti pakankamą siūlo laidumą perduodant elektros impulsus. Kaip jau minėta, dažniausiai naudojami spiralės formos siuvinėti elementai. Siekiant įsitikinti siuvinėtų elementų veikimu ir kokybe, atliekami bandymai, kaip duomenų perdavimas veikia tiek žmogaus

kūno, tiek ant metalinio pagrindo. Nustatyta, jog geriausias energijos perdavimas yra esant metaliniam paviršiui, kuris pagreitina procesą. Žmogaus kūnas impulsus šiek tiek slopina, tačiau jie yra pakankami kokybiškam energijos perdavimui. Šiuo atveju siuvinėjimas tinka kaip saugus, ekologiškas energijos ar impulsų perdavimo būdas, taip pat yra galimybė keisti ir pritaikyti skirtingo dizaino siuvinėtus elementus, kurie gali tapti ne tik funkcionali, bet ir dekoru elementu išmaniosios tekstilės gaminiams [5].

Tobulėjant išmaniosios tekstilės gaminiams ir pačiam siuvinėjimui, atliekamas platus spektras tyrimų, siekiančių užtikrinti gaminio kokybę ir ilgaamžiškumą. Šių tyrimų metu analizuojama siuvinėtų elementų galimybė perduoti elektros impulsus, lyginama su kitais panašiais būdais. Taip pat ieškoma optimalių ir kokybiškiausių siuvinėjimo dizaino formų, pritaikymo galimybių bei parametrų [6]. Lyginant siuvinėjimo metodą su kitais alternatyviais laidžių objektų tvirtinimo prie tekstilės medžiagų metodais, siuvinėjimas turi nemažai pranašumų. Šio proceso metu laidūs siūlai integruojami į pačią medžiagą, o jų tvirtinimui nereikia papildomų medžiagų (tokių kaip klizai), kurios gali sumažinti elektros ar kitų impulsų laidumą. Tai pat, naudojantis pramoninėmis siuvinėjimo mašinomis, šis procesas gali būti atliekamas greitai ir dideliais kiekiais, tad tinka masinei gamybai. Žinoma, svarbu paminėti ir siuvinėto elemento estetinę išvaizdą, kuri, pritaikant siuvinėjimą, yra gerokai patrauklesnė nei kitais būdais prie tekstilės pritvirtintų objektų [7].

Kaip jau minėta, siuvinėtų elementų dizainas gali skirtis, tačiau gali skirtis ir jų galimybė perduoti energiją. Kitų mokslininkų tyrimuose [8, 9] tiriama energijos perdavimo kokybė, esant viso ploto užpildymo siuvinėjimui ir spiralinės trajektorijos siuvinėjimui. Abu motyvai siuvinėti ant džinsinio audinio. Pilno užpildymo atveju sudaromi lygiagrečiai horizontalia kryptimi išdėstyti dygsniai, antruoju atveju – vertikalūs vienas po kito einantys dygsniai, kurie sukdamiesi sudaro spiralę. Nustatyta, jog spiralinis dygsnių išsidėstymas geriau perduoda impulsus. Žinoma, siuvinėjimo elemento rūšis turėtų būti parenkama pagal siekiamą rezultatą [8,9]. Svarbus yra ne tik dygsnių išsidėstymas, bet ir kiti siuvinėjimui būdingi parametrai, tokie kaip dygsnio tankumas ar dygsnio ilgis [10].

Integruojant laidžius siūlus į tekstilės medžiagas, vienas iš svarbiausių veiksnių – tai sistemos lankstumas. Siuvinėtos laidžios antenos pasižymi šia savybe, todėl yra patogios tiek naudojimo, tiek dėvėjimo metu. Kaip ir duomenų perdavimui, taip ir sistemos lankstumui įtakos turi skirtingų siuvinėjimo parametrų parinkimas. Todėl siuvinėjant laidžias sistemas, svarbu įvertinti dėvėjimo savybes ir duomenų perdavimo galimybes bei užtikrinti optimaliausią variantą [11].

Parinkant siuvinėjimo parametrus, turi būti atsižvelgta ir į pačios medžiagos bei siūlų savybes. Pagrindinis parametras, kuris yra keičiamas atsižvelgiant į skirtingas medžiagų savybes, yra tankumas. Tinkamas jo parinkimas turės įtakos kokybiškai siuvinėto motyvo išvaizdai skirtingoms

medžiagoms bei impulsų perdavimui siuvinėtu elementu [12]. Patogumui ir kokybei įtakos turi ir elementų dydis. Kuo mažesni elementai, tuo mažiau jie jaučiami ant gaminio, tačiau gali apsunkinti naudojimąsi jais ir pabloginti impulsų perdavimo kokybę. Svarbu įvertinti ir laidžių elementų veikimą skirtingomis aplinkos sąlygomis.

Siuvinėjimo metodu galima įgyvendinti skirtingo pobūdžio laidžių terpę. Įvairių impulsų laidumui įtakos turi ne tik parametrų rinkimas, pagrindo medžiagos savybės, bet ir tinkamo siuvinėjimo siūlo parinkimas. Metalizuoti siūlai skirti elektros impulsų perdavimui. Tačiau siuvinėtais laidžiais motyvais galima perduoti ir mikro bangas. Nustatyta, kad tokio metodo metu galima perduoti nuo 2 iki 2,7 GHz dažnio bangas, priklausomai nuo siuvinėto pagrindo [13]. Metalizuotais siūlais siuvinėjant ant poliesterio pagrindo galima perduoti ir FM bangų signalus. Išsiuvinėta FM antena susideda iš 5 atskirų dipolio elementų, išdėliotų lygiagrečiai taip, kad būtų galima perduoti kelis rezonansinius signalus. Siuvinėti elementai, einantys išilgai drabužio rankovės, geba sujungti dipolius ir perduoti radijo signalus nepriklausomai nuo rankos judesių [14].

Skirtingų siūlų galimybės perduoti elektros impulsus ar mikro bangas yra plačiai nagrinėjama tema. Kaip jau minėta, siūlų įtaka bangų perdavimo kokybei yra nemažiau svarbi nei tinkamų siuvinėjimo parametrų parinkimas ar siuvinėjimo pagrindo kokybė. Pramoninio siuvinėjimo metu galima užtikrinti norimą kokybę tik tiksliai parinkus ir įvertinus visus komponentus. Todėl daug dėmesio reikia skirti ne tik pačiam siuvinėjimui ar medžiagai, bet ir siuvinėjimo siūlams. Svarbu atidžiai išnagrinėti parenkamų siūlų savybes gamybos bei eksploatacijos metu, jų galimybę perduoti atitinkamas bangas ir atitikimą parinktam parametrų rinkiniui. Tiriant laidžių siūlų savybes atliekami tyrimai ir bandymai, kuriais siekiama surasti tinkamiausią variantą [15].

Tiriant radijo bangų perdavimo galimybes siuvinėtais elementais, atliekama nemažai tyrimų, kurių esmė – nustatyti optimaliausią radijo antenos formą bei parametrus. Tyrimo metu siekiama optimizuoti siuvinėjimo parametrus ir dizaino formą, kad užtikrintų geriausią bangų perdavimo dažnį [16]. Senesniuose tyrimuose buvo nagrinėjama ir mobiliojo telefono antenos integravimo į aprangos gaminį galimybė tačiau, tobulėjant technologijoms, ši tema prarado savo aktualumą [17]. Įvairių antenų siuvinėjimui tampant vis aktualesne tema, ieškoma būdų, kaip šiuo principu pagamintus gaminius padaryti pigesnius ir visiems lengvai prieinamus. Tam tikslui atliekami įvairūs tyrimai naudojant skirtingas medžiagas, įvertinamos galimybės perduoti bangas siuvinėtais elementais [18].

Išmaniosios tekstilės gaminiai buvo pradėti kurti kaip drabužiai, skirti nišinėms veikloms, gebantys padėti nepatogiose situacijose ar pagerinantys tam tikrą darbo kostiumo funkciją. Tačiau išmanioji tekstilė ir įvairūs aprangos elementai vis labiau populiarėja ir tampa lengviau prieinami paprastiems vartotojams. Augant poreikiui ir galimybėms, augs ir panašių gaminių pasiūla. Išmanios

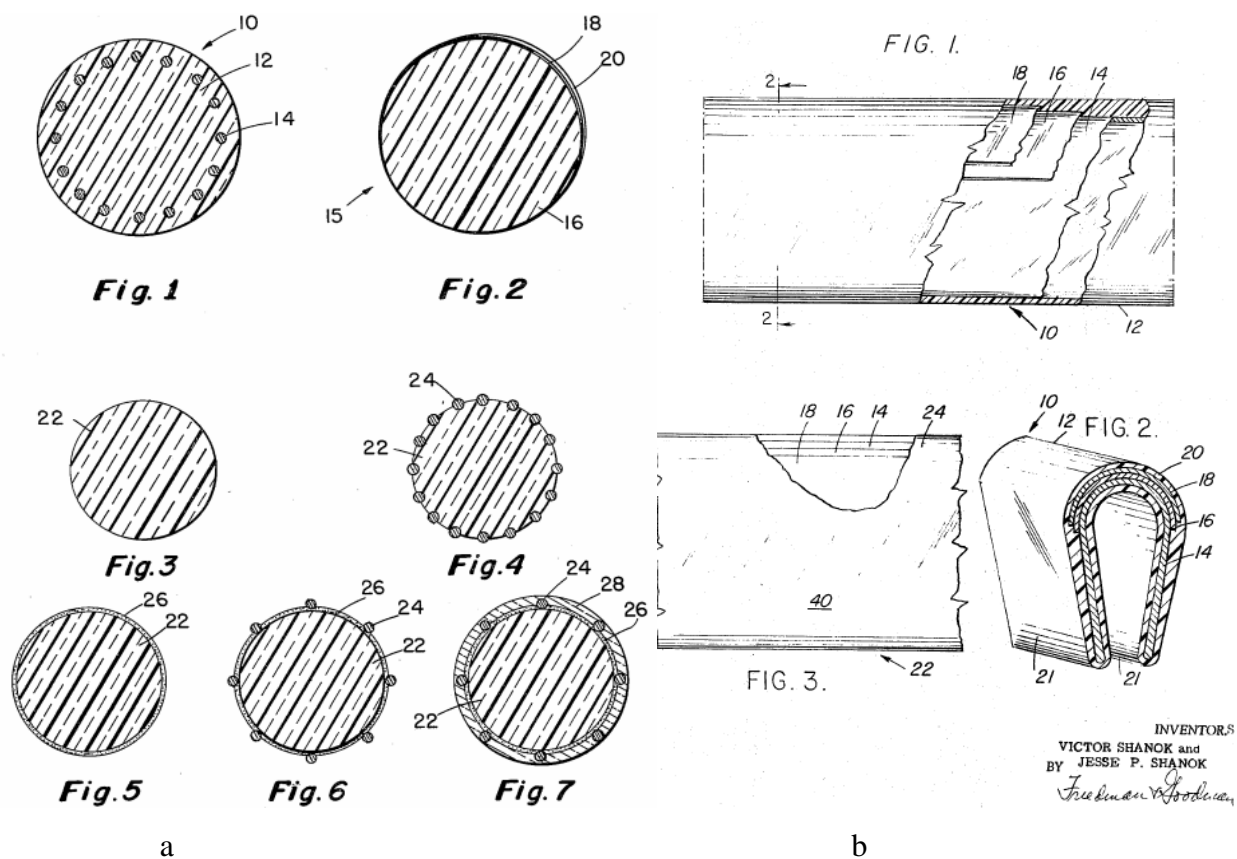
aprangos elementus į savo gaminius integruoja ir vis daugiau mados kūrėjų. Pastebėta, jog įvairūs išmanieji elementai ne tik gali patobulinti drabužio funkciją, bet ir pagerinti estetinę išvaizdą. Pastaruoju atveju siuvinėti laidūs elementai gali būti funkcionali dekoro detalė, leidžianti valdyti atitinkamus prietaisus, sujungtus su dėvimu drabužiu [19]. Vienu iš pavyzdžių galėtų būti kasdieninis midi švarkelis. Šiame gaminyje yra integruota nedidelė klaviatūra ir garsiakalbiai, kuriuose puikiai atskleidžiamas siuvinėjimo pranašumas lyginant su kitais integruojamais elektros prietaisais. Siuvinėti elementai yra viename sluoksnyje, todėl neapsunkina gaminio ir yra lankstūs, taip pat jie yra pačioje gaminio medžiagoje, todėl nebus pažeisti dėvėjimo ar skalbimo metu. Liečiant klavišus pirštais, signalas perduodamas į garsiakalbius ir skleidžia garsus. Nustatyta, jog reakcijos į prisilietimą rezultatas yra puikus, o gamybos technologija tinkama masinei gamybai [20]. Gaminio nuotrauka pateikiama 1.1.2 paveiksle.



1.1.2 pav. Išmanusis muzikinis švarkas [20]

Siuvinėtų elementų funkcionalumas nėra vien elektroninių prietaisų integravimas į tekstilės gaminį. Siuvinėjimas, visų pirma, padidina gaminio patrauklumą, taigi, turi estetinę funkciją. Taip pat, pasiūloje galima rasti šviesą atspindinčių siūlų, kurie sukuria apsauginę funkciją. Šių siūlų panaudojimas siuvinėjime taip pat yra tiriamas [21]. Kol kas šis siūlas, nors ir skirtas siuvinėjimui, nėra labai patvarus ir visiškai pritaikytas. Tačiau turi išskirtinę funkciją su plačiai panaudojamomis savybėmis tiek funkcinų drabužių gamybos, tiek mados produktų kūrime.

1962 m. rugpjūčio 28 d. užpatentuotas pirmasis šviesą atspindintis siūlas [22]. Šio išradimo autorius amerikietis Lemelsonas Džeromas (Lemelson Jarome). Tokio siūlo išradimą taip pat lėmė siekiamybė užtikrinti kuo saugesnes eismo sąlygas. Patento aprašyme pateikiamas aiškinimas apie sunkiai tamsoje matomus pėsčiuosius. Siekiant užtikrinti saugesnes eismo sąlygas sukurtas atšvaitinis siūlas, kurio veikimo principas remiasi šviesą atspindinčios medžiagos veikimu. T.y. smulkūs šviesą atspindintys objektai išdėstomi ir tvirtinami ant cilindro formos paviršiaus. 1.1.3 a paveiksle pateikiama tokio siūlo patentinė schema.



1.1.3 pav. a - Šviesą atspindinčio siūlo schema (10 – virvelė; 12 – tekstilės elementas; 14 – šviesą atspindinti medžiaga; 15 – vienagijis siūlas; 16 – vienagijis siūlas; 18 – plonas metalinis sluoksnis; 20 – permatomas plastikas; 22 – siūlas; 24 – sfera; 26 – klijų sluoksnis; 28 – permatoma danga) [22] ir **b** – spalvota šviesą atspindinti medžiaga (2 – pjūvio vieta; 10 – formuojantis sluoksnis; 12 – lanko formos pailga termoplastinė detalė; 14 – metalo folija; 16 – šviesą atspindinti medžiaga; 18 – spalvota permatoma medžiaga; 20 – išlenkta viršutinė dalis; 21 – šoninės sienelės; 22 – Formą palaikanti dalis; 24 – plokščia pagrindo dalis; 40 – permatomas paviršius, per kurį matomas spalvotas atšvaitas) [23]

1.2. Įvairių veiksmų įtaka mados produktų siuvinėtų elementų kokybei

Siuvinėjimo metodas pritaikomas daugelyje šiuolaikinių sričių, tačiau pagrindine jo funkcija išlieka tekstilės dekoravimas. Nuo senų laikų siuvinėjimas pritaikomas puošti drabužius. Rankinis siuvinėjimas atima daug laiko ir reikalauja didelio kruopštumo, todėl šiuo būdu dekoruoti drabužiai pasižymi didele kaina. Dažniausiai dekoravimui buvo naudotas auksas, o pirmieji įrašai apie tokį jo panaudojimą randami Biblijoje. Auksas visada buvo vertinamas, todėl gaminti ne tik papuošalai, bet ir naudotos aukso gijos, įaudžiamos į audinį, taip pat audinio siuvinėjimas auksiniais siūlais. Šių siūlų gamybos technologijos ir panaudojimo būdai skyrėsi, dažnai šie skirtumai priklausė nuo gamintojo fantazijos. Dažniausiai siūlas būdavo gaminamas iš šilko, lino, medvilnės ar kito siūlo, apvyto metaline aukso gija. [24]. Publikacijose apie tekstilės istoriją randama palyginus mažai informacijos apie metalinius siūlus, plačiau jais domėtis pradėta tik 8-to dešimtmečio pabaigoje [25]. Pirmųjų metalizuotų siūlų pavyzdžiai pateikiami 1.2.1 paveiksle.



1.2.1 pav. Pirmųjų auksinių siuvinėjimo siūlų pavyzdžiai [24]

Šiuolaikiniai siuvinėjimo metodai, pritaikyti masinei gamybai, ir yra tinkami automatizuotai gamybai, o rankinis siuvinėjimas naudojamas tik atskirais atvejais: aukštosios mados produktų, rankdarbių gamyboje ir kt. Vis dėlto, tinkamo siūlo parinkimas yra vienas svarbiausių veiksmų, turinčių įtakos siuvinėto elemento kokybei. Netinkamas siūlo pasirinkimas gali iškreipti suprojektuoto siuvinėjimo dizaino kontūrą, per plonas siūlas gali palikti tarpus tarp dygsnių ar būti nepatvarus ir nepritaikytas pramoninio siuvinėjimo greičiams. Renkantis siuvinėjimo siūlus reikia

atsižvelgti į norimą pasiekti rezultatą, taip pat svarbu derinti viršutinį ir apatinį siūlą, siekiant pasiekti geriausią rezultatą [26].

Analizuojant siūlų pasirinkimą siuvinėtam elementui, įrodyta, jog tai turi įtakos suprojektuoto elemento formos deformacijoms. Siūlo pasirinkimas gali turėti įtakos pagrindo medžiagos raukšlėjimuisi tarp siūlų sistemų. Šis raukšlės atsiradimas sudaro skaitmeninio ir realaus siuvinėto elemento matmenų neatitikimą, kuris daugeliu atvejų yra neigiamas siuvinėjimo proceso metu [27]. Siuvinėjimo kokybę galima koreguoti ne tik renkant tinkamus siūlus parametrus, bet ir pasirinktiems siuvinėjimo siūlams ieškoti tinkamų parametrų rinkinio. Tiriant 100 % PES siūlų elgseną, esant skirtingiems siuvinėjimo mašinos parametrus, nustatyta, jog siuvinėjimo greitis turi įtakos siuvinėjimo siūlo elgsenai bei deformacijoms pasibaigus procesui [28, 29].

Medžiagos pasirinkimas yra nemažiau svarbus veiksnys, siekiant kokybiško siuvinėjimo rezultatų. Akivaizdu, jog skirtingos medžiagos skirtingai reaguoja į jas veikiančius procesus, tačiau konkrečiai siuvinėjimui įtakos turi ir medžiagos kryptis. Lygiagretus dygsnių sutapimas su audinio kryptimi gali turėti įtakos siuvinėto elemento kokybei, todėl svarbu į tai atsižvelgti. Tinkamos adatos pasirinkimas taip pat turi įtakos pagrindo medžiagos elgsenai siuvinėjimo metu [30]. Todėl renkantis medžiagą siuvinėjimui, labai svarbu įvertinti jos elgseną ir mechanines savybes, galinčias neigiamai paveikti galutinio produkto kokybę [31]. Vis dėlto, medžiagos ir siūlų pasirinkimas turi būti derinamas tarpusavyje.

Tinkamų medžiagų parinkimas siuvinėjimo procesui yra labai svarbu, tačiau atitinkami sprendimai, leidžiantys pagaminti kokybišką galutinį produktą, turi būti atliekami dar dizaino projektavimo procese. Parametrų rinkinio sudarymas turi būti orientuotas į medžiagos savybes ir galimus skaitmeninio ir realaus siuvinėto elemento formos neatitikimus. Tiriant apskritos formos siuvinėto elemento skaitmeninio ir realaus vaizdo atitikimą, nustatyta, jog formos iškraipymui didelės įtakos turi dygsnių išdėstymas bei tankumas. Šiuo atveju, apskritimą siuvinėjant iš centro į išorę susidaro skylė, kuri yra nepageidaujamas veiksnys užpildant apskritos formos figūrą. Todėl nustatyta, jog tinkamesnis yra lygiagrečių dygsnių išdėstymas [32]. Nėra nustatytų tikslių siuvinėtų elementų kokybės vertinimo metodų, dažniausiai tai – subjektyvus žmogaus vertinimas. Literatūroje įvardijami keli pagrindiniai siuvinėjimo defektai: siūlų suvėlimas, dygsnių praleidimas, vaizdo neatitikimas ir bendras defektas. Šie defektai vertinami ir daugeliu atvejų gali būti išspręsti keičiant technologinius parametrus projektavimo metu [33].

Vertinant siuvinėto elemento kokybę, turi būti atsižvelgiama į parametrų ir medžiagų derinimą, taip pat reikia atsižvelgti į gaminio relaksacinius procesus. Vienas iš siuvinėjimo defektų – tai elemento susiraukšlėjimas, kuris gali pasireikšti tik po tam tikro laiko tarpo. Išėmus medžiagą su siuvinėtu elementu iš siuvinėjimo lankelio, elementas gali atrodyti kokybiškas, tačiau palikus jį

relaksuoti, po kurio laiko galima pastebėti susidariusias medžiagos ar viso siuvinėto elemento bangas [34]. Šių procesų išvengti galima tik tinkamai parinkus siuvinėjimo parametrus, tokius kaip siūlo įtempimas, siuvinėjimo užpildymo tipas, tankumas, dygsnio ilgis ir kt.

Tinkamų parametrų parinkimui svarbu įvertinti pagrindo medžiagos ir siūlų santykį, dėl to paties siuvinėto elemento parametrai skirtingoms medžiagoms gali skirtis. Programuojant siuvinėjimo elementą megztinėms medžiagoms atsižvelgiama į didelį jų tūsumą ir irimą, todėl sunkiau išvengti siuvinėto elemento formos neatitikimų [35]. Įtakos siuvinėtų elementų defektams gali turėti ir žmogiškasis veiksnys – projektuotojo praktikos ar žinių stoka.

1.3. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Siuvinėjimo nauda tiek funkcinėms, tiek estetinėms aprangos gaminių savybėms yra neginčijama. Tačiau pasiekti norimą rezultatą ir pagaminti kokybišką aprangos gaminį, išsiuvinėtą skirtingo dizaino grafiniais elementais, svarbu įvertinti daugybę veiksnių, galinčių daryti įtaką galutinei gaminio kokybei. Pastarieji veiksniai gali būti: siuvinėjamos medžiagos struktūra, siuvinėjimo technologiniai parametrai, tinkamų parametrų parinkimas siuvinėjimo kompiuterinėje programoje, taip pat labai svarbios siuvinėjimo mašinos galimybės, darbo metodas ir darbuotojo patirtis.

Atliekant siuvinėjimo technologines operacijas labai svarbus žmogiškasis veiksnys, medžiagos parinkimas ir paruošimas, jos tvirtinimas siuvinėjimo lankelyje bei mašinos techninis parengimas ir būklė. Labai dažnai išskylanti problema siuvinėtuose gaminiuose yra suprojektuoto ir realaus siuvinėto elemento dizaino grafinio vaizdo neatitikimas. Siekiant išvengti neigiamo galutinio rezultato, dažnai reikia koreguoti grafinio elemento dizainą, t.y. jį dirbtinai „iškraipyti“, atsižvelgiant į medžiagų struktūros ir deformacinės savybes. Šiuo tikslu gali būti parenkamas tinkamiausias siuvinėjimo variantas, keičiami siuvinėjimo technologiniai parametrai, naudojamas vienas ar keli siuvinėjimo vietą stabilizuojantys įdėklinės medžiagos sluoksniai ar taikomos kitos reikalingos priemonės.

Siuvinėtas elementas yra plačiai pritaikomas įvairiose srityse, tačiau visgi pačia pagrindine išlieka estetinė ar dekoru funkcija, o vienas svarbiausių kriterijų siuvinėtam elementui – gera ir kokybiška išvaizda. Galutinio siuvinėto elemento kokybė apjungia medžiagos, siūlų, parametrų ir darbuotojo patirties santykį. Visi šie elementai turi būti įvertinti ir susieti, tik tokiu būdu galima pasiekti teigiamą rezultatą. Šiuolaikinės technologijos suteikia galimybę greitai ir kokybiškai atlikti siuvinėjimo darbus, todėl yra lengviau išlaikyti kokybišką formos ir pagamintos produkcijos santykį.

Šio darbo tikslas – įvertinti technologinių parametru ir siuvinėjimo siūlų rūšies įtaką dengtos megztinės medžiagos siuvinėtų elementų geometrijai ir mechaninėms savybėms.

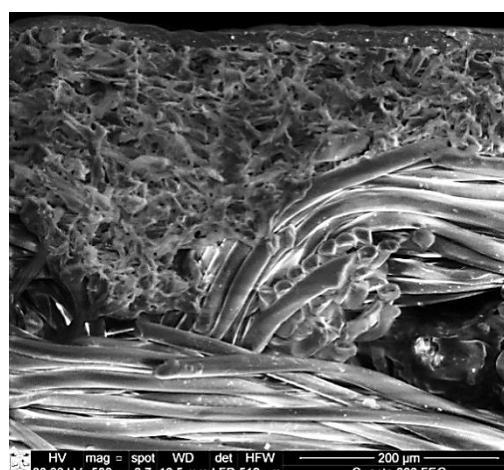
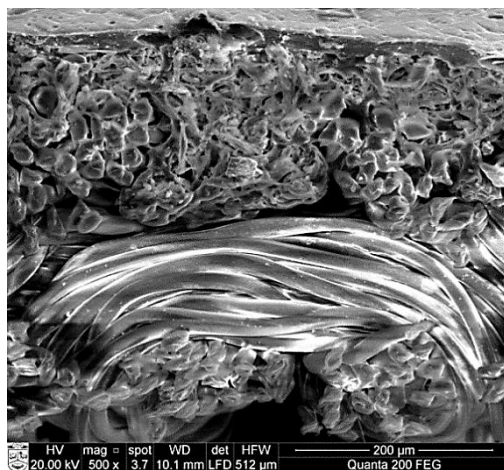
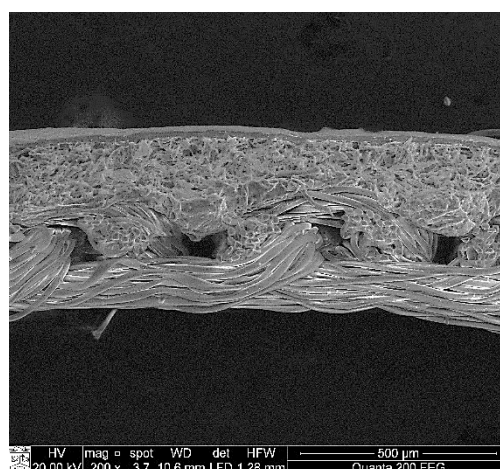
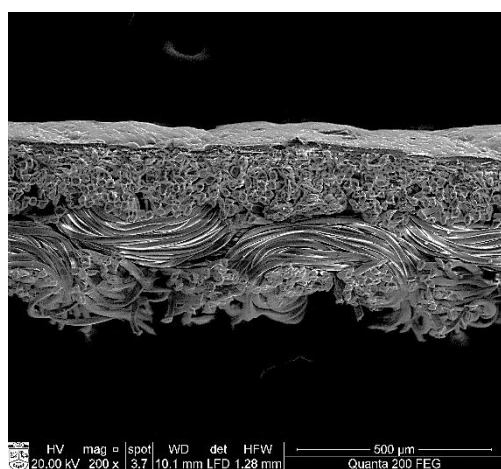
Darbo tikslui pasiekti iškelti tokie uždaviniai:

1. Įvertinti siuvinėjimo siūlų rūšies ir technologinių parametru įtaką dengtos megztinės medžiagos (dirbtinės odos) siuvinėtų elementų geometrinių matmenų kitimui.
2. Įvertinti siuvinėjimo siūlų rūšies ir technologinių parametru įtaką dengtos megztinės medžiagos vienašio tempimo charakteristikoms.
3. Pateikti rekomendacijas, kokio asortimento gaminių gamyboje gali būti taikomi eksperimentinių tyrimų rezultatai.

2. Tyrimų objektai ir metodika

2.1. Tyrimo objektų pasirinkimo pagrindimas ir jų charakteristikos

Siuvinėjimo kokybės analizei parinktas tyrimo objektas yra žydros spalvos poliuretanu dengta poliesterinė megztinė medžiaga (M). Ši medžiaga plona, elastinga ir yra tinkama įvairių drabužių gamybai. Medžiagos horizontalusis tankumas – 21 kilpa/cm, vertikalusis tankumas – 15 kilpų/cm. 2.1.1 paveiksle pateikiamos tyrimuose panaudotos dengtos megztinės medžiagos skerspjūvių (stulpelių ir eilučių kryptimis) SEM nuotraukos.



a

b

2.1.1 pav. Tirtos dengtos megztinės medžiagos SEM nuotraukos: medžiagos skerspjūvio eilučių kryptimi (a) ir stulpelių kryptimi (b)

Siuvinėjimo vietos stabilizavimui parinkta neaustinė stabilizuojanti medžiaga (FL). Dengtos megztinės medžiagos storis buvo nustatytas naudojant I-40-L SCHMIDT stormatį, esant

49 kN/m² slėgiui. Išmatuotas 5 bandinių storis. Pirminiai storio matavimo duomenys pateikiami šio darbo 1 priedo P1 lentelėje. Medžiagų paviršinis tankis nustatytas pagal standartą LST EN 12127 [36], neaustinių medžiagų paviršinio tankio nustatymas atliktas remiantis LST EN 29073-1 [37]. Parinktų tyrimų objektų charakteristikos pateiktos 2.1.1 lentelėje.

2.1.1 lentelė. Medžiagų charakteristikos

Pavadinimas	Žaliavos sudėtis, %	Paviršinis tankis, g/m ²	Spalva	Storis, mm	Paskirtis
Dengta megztinė medžiaga (dirbtinė oda, M)	PES (pagrindas) PU (danga)	404,57 ± 0,654	Šviesiai mėlyna	0,48 ± 0,007	Gaminio pagrindo medžiaga
Neaustinis įdėklas (FL)	PES	53,00 ± 0,279	Balta	0,47 ± 0,006	Siuvinėjimo vietos stabilizavimas

Buvo parinkti komercinės paskirties siuvinėjimo siūlai. Gamintojo nurodytos siuvinėjimo siūlų charakteristikos pateiktos 2.1.2 lentelėje. Be standartinių siuvinėjimo siūlų parinkti ir šviesą atspindintys bei fluorescenciniai siuvinėjimo siūlai.

2.1.2. lentelė. Siuvinėjimo siūlų charakteristikos

Sutartinis žymėjimas	Gamintojas Artikulas	Metrinis numeris, Nm	Žaliavos sudėtis	Spalva	Aprašymas
SL1	Amann, Isacord 0145	40	100% PES	Šviesiai pilka	Standartiniai siuvinėjimo siūlai
SL2	Madeira, Classic 1041	60	100% PES	Šviesiai pilka	Ploni, siuvinėjimo siūlai, skirti smulkiems elementams siuvinėti
SL3	Gunold, Glow weiss	40	50% PES, 50% PP	Balta	Fluorescenciniai siuvimo/siuvinėjimo siūlai
SL4	Amann, Isamet 0511	40	36% PES, 42% PA, 22% kita	Šviesiai pilka	Metalizuoti siuvinėjimo siūlai
SL5	Coats, Signal 030	30	70% PES 30% kita	Pilka	Šviesą atspindintys siūlai

Pastaba: PES – poliesteris, PP – polipropilenas, PA – poliamidas.

Daugelis neįsivaizduoja įvairių sportinių drabužių be šviesą atspindinčių detalių. Jos ypač plačiai naudojamos lauko sporto aprangai. Bėgimas ar važinėjimas dviračiu dažniausiai vyksta lauke ir nebūtinai tam pritaikytose erdvėse. Bėgiuojama ar važinėjama dviračiu tiek miesto gatvėmis, tiek miškų keliukais, todėl labai svarbu užtikrinti sportininkų matomumą kitiems eismo dalyviams. Drabužiuose įvedamos įvairios atšvaitinės juostos, kanteliai ar kitos detalės. Dažniausiai jos naudojamos tik paryškinti žmogaus siluetą ir atkreipti dėmesį, tačiau pamažu pasiūloje atsiranda ir drąsesnių sprendimų.

Atšvaitinės medžiagos naudojamos ir avalynei ar kitoms sporto priemonėms, todėl labai svarbus jų atsparumas ir atspindėjimo savybių užtikrinimas. Taip pat tvirtinimo būdai ir strategiškai svarbių vietų parinkimas.

Tokios medžiagos naudojamos ir mados kolekcijose. 2016 m. dizaineris Anrealage Kunihiko Morinaga pratęsė savo šviesą atspindinčių medžiagų tyrinėjimus ir pristatė pasisekimo sulaukusią kolekciją, paremtą šviesos atspindėjimu. Dizaineris jau ne pirmą kartą pritaiko šviesą atspindinčias detales, tačiau minimoje kolekcijoje nėra modelio be tokių detalių. Kūrėjas remiasi principu „atspindėti esamą ir sukurti naują“. Kolekcijoje naudojamos įvairios formos, detalių dydžiai bei išdėstymas, taip pat pritaikomas ir spalvotas šviesų atspindėjimas. Vis dar vykdomi tyrimai, kaip tokius kūrinius padaryti ne tik įspūdingus išvaizda, bet ir praktiškus kasdieniniame gyvenime [38]. Keletas kolekcijos pavyzdžių pateikiama 2.1.2 paveiksle.



2.1.2 pav. Šviesą atspindinčios detalės madoje [38]

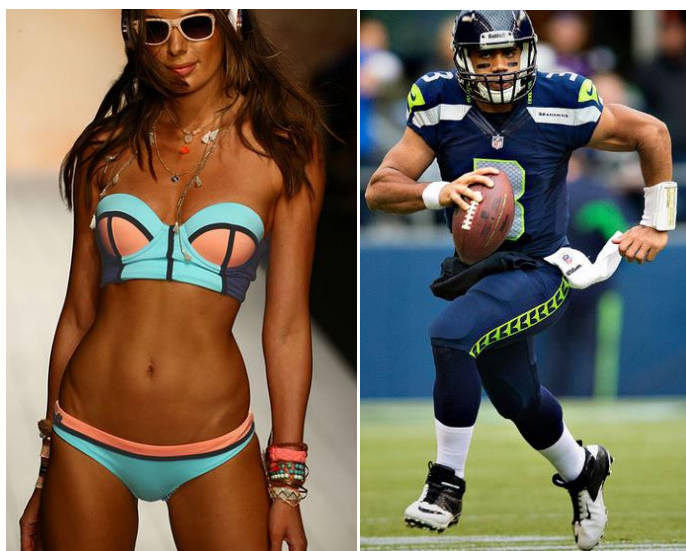
Pasiūloje galima rasti ir pačių šviesą atspindinčių siūlų siuvimui ar dekoravimui. Tačiau svarbu paminėti, jog šio produkto panaudojimo galimybės nėra labai plačios. Šis siūlas nėra labai stiprus, todėl nepatartina jo naudoti detalių sujungimams, taip pat, nekokybiškas siūlas suteikia mažą šviesos atspindėjimą, todėl jo paskirtis nėra panaudojama. Šių siūlų tobulinimas ir panaudojimo

galimybės vis dar yra neišnaudota niša tyrimams ir pritaikymui, todėl masinėje gamyboje jis nėra plačiai pritaikomas.

Šviesos atspindėjimas sukuria pačios šviesos iliuziją, kurią galima pritaikyti kuriant ir generuojant įvairius dizaino sprendimus. Atšvaitinių medžiagų naudojimas darbo ar sporto drabužiams yra visiems savaime suprantamas dalykas, tačiau šiose srityse vis dar siūlomi nauji ir netradiciniai sprendimai. O tokių medžiagų panaudojimas kasdieninei aprangai, neatrodant juokingai, vis dar yra iššūkis.

Aprangoje plačiai naudojamos ir šviesą skleidžiančios, t.y. fluorescencinės medžiagos. Šių medžiagų panaudojimas labai platus, pasiūloje galima rasti drabužių su šviečiančiomis detalėmis, purškiamų dažų, nagų lakų ir kitų netradicinių, tačiau įdomių produktų. Iš didelio pasiūlos kiekio galima daryti išvadą, jog yra ir nemažas tokių produktų poreikis.

Šviečiančios medžiagos pritaikomos ir tokiuose gaminiuose kaip sportinė apranga ar maudymosi kostiumėliai. Šios medžiagos suteikia žaismingumo, ryškios jų spalvos patraukia akį, o galimybė šviesti tamsoje sukuria netikėtą funkciją. Ji naudinga tiek sportuojant, tiek dėvint įprastus drabužius, kadangi suteikia gaminiui švytėjimo, ir žmogus tampa matomas tamsoje. Dažniausiai šios detalės išsiskiria ir dienos šviesoje, nes turi specifinę baltai žalsvą atspalvį; gali būti ir kita ryški „neoninė“ spalva. Dėl savo švytėjimo savybių fluorescencinės medžiagos dažnai pritaikomos ir teminių kostiumų gamyboje. Keletas šviesą skleidžiančių elementų pritaikymo pavyzdžių pateikiama 2.1.3 paveiksle.



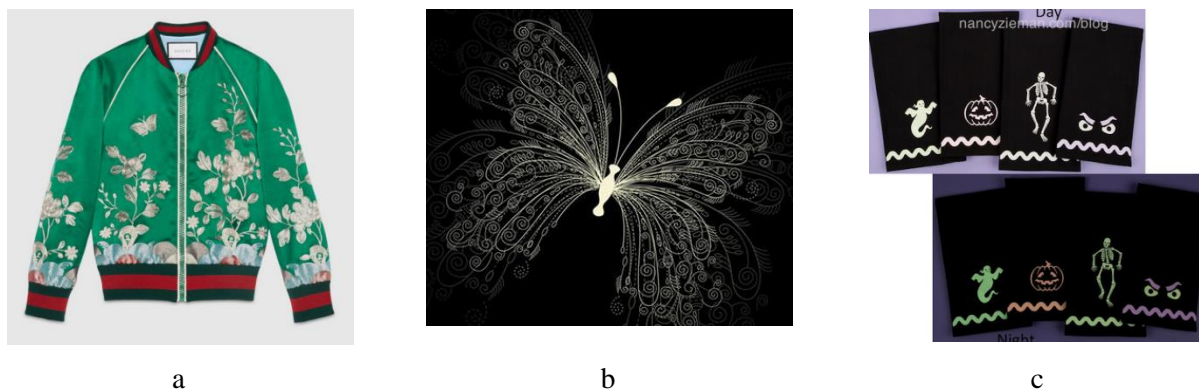
2.1.3 pav. Fluorescencinių medžiagų panaudojimas [39]

Pasiūloje nesunkiai galima rasti ir fluorescencinių siūlų, kurie daugiausia naudojami siuvinėjimo procesuose. Šių siūlų, kaip ir medžiagų, yra įvairių spalvų, tačiau visus juos vienija galimybė tamsoje skleisti šviesą. Šių siūlų pavyzdžiai pateikiami 2.1.4 paveiksle.



2.1.4 pav. Siūlai, šviečiantys tamsoje: a - siūlai šviesoje, b - siūlai tamsoje [40]

Kaip jau minėta, fluorescenciniai siūlai yra gana plačiai naudojami. Siuvinėjant šviesą sklaidžiančiais siūlais, galima pasiekti įvairių ir netikėtų rezultatų, jie gali suteikti ne tik gerą išvaizdą, bet ir apsauginę funkciją, kuri aktuali tamsiu paros metu. Keletas siuvinėtų dizainų pateikiama 2.1.5 paveiksle.



2.1.5 pav. Fluorescenciniais siūlais siuvinėti elementai: a – dekoruotas švarkas [41]; b – drugelio dizainas [42]; c – siuvinėtos riešinės [43]

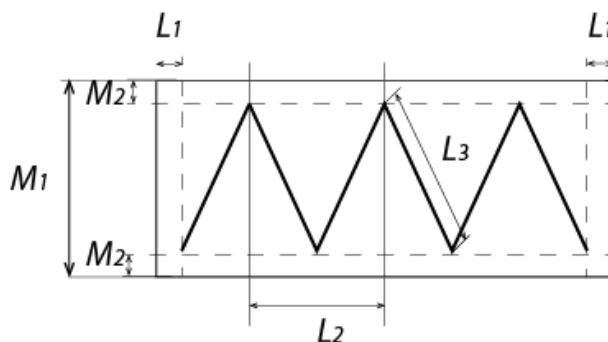
2.2. Siuvinėjimo technologijos sudarymas

Siuvinėjant ant dengtos megztinės medžiagos, naudojami du siuvinėto elemento sritį stabilizuojančios neaustinės medžiagos sluoksniai (MFL). Be to, ši medžiaga padeda išvengti nepageidaujamo siuvinėjamos medžiagos deformavimo, t.y. ištempimo ar medžiagos sutraukimo siuvinėjimo vietose, dėl kurio atsiranda siuvinėto elemento formos neatitikimas palyginti su

suprojektuoju siuvinėtu elementu. Pirminis siuvinėjimo etapas atliekamas naudojant standartinius siuvinėjimo siūlus (viršutinis ir apatinis) *Isacord 0145*. Parinkus optimalų siuvinėjimo parametru rinkinį, motyvui pritaikomi kitų rūšių siuvinėjimo siūlai. Keičiamas tik viršutinis siūlas, ritelės siūlą paliekant visiems variantams vienodą.

Siuvinėjimo programos sudarymui naudojama *Wilcom Embroidery Studio* programinė įranga, versija e3.0. Programoje kuriamas skaitmeninis siuvinėjimo vaizdas.

Visiems tyrimo modeliams nustatomi esminiai ir nekeičiami siuvinėjimo parametrai. Pagrindiniai parametrai yra (2.2.1 pav): parenkamas siuvinėjimo posluoksnis naudojant *Zigzag* užpildymo variantą, 2 mm tarpai (L_2), dygsnio ilgis (L_3) – 5 mm, atitraukimas nuo kontūro linijos (M_2) – 0,3 mm, posluoksnio atitraukimas nuo motyvo pradžios ir pabaigos (L_1) – 0,2 mm, bendras elemento aukštis – M_1 .



2.2.1 pav. Siuvinėjimo posluoksnio parametrų parinkimo schema

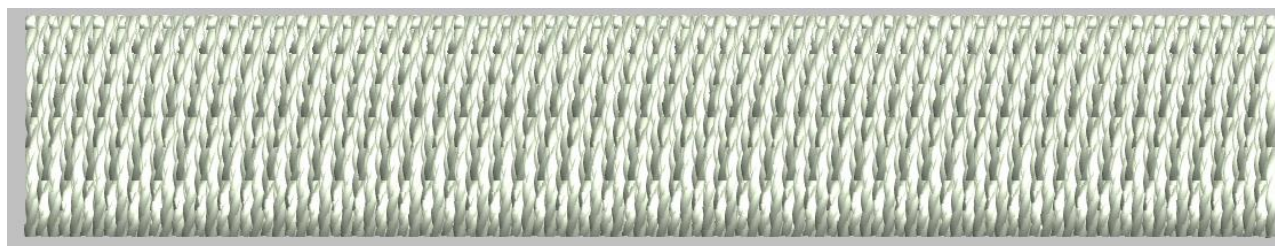
Nustatoma santraukos kompensacija (angl. *Pull compensation*) – 0,2 mm. Įjungiamas automatinis siūlų nukirpimas, jei kitas objektas toliau nei 6 mm atstumu, paskutinio dygsnio įtvirtis, jei kitas objektas yra toliau nei 2 mm. Projektuojamas automatinis pradžios ir pabaigos įtvirtis. Sujungimų peltakio ilgis (angl. *Travel run*) – 2 mm. Dygsnių trumpinimas – 35 %, maksimalus sutrumpintų dygsnių skaičius vienoje vietoje – 5.

Siuvinėjimo programa sudaroma pagal standartinę eigą, remiantis bendrosiomis siuvinėjimo nuostatomis ir praktiniais patarimais, pateikiamais kartu su kompiuterine projektavimo programa [44, 45]. Sukurtas siuvinėto elemento dizainas išsaugomas *.dst* formatu ir įrašomas į siuvinėjimo mašinos kompiuterinę atmintį.

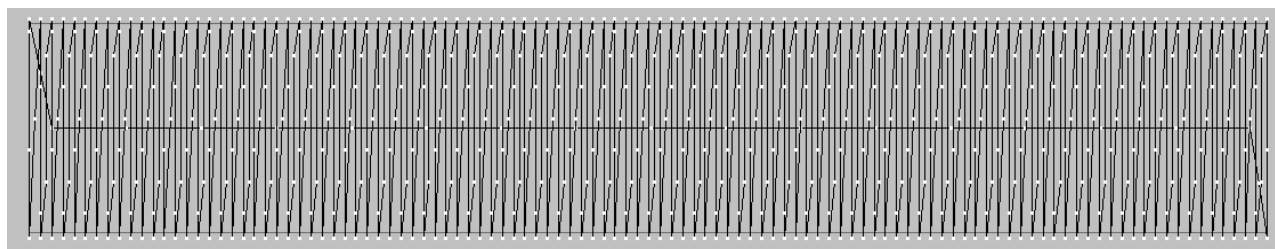
Siuvinėjimo kokybės tyrimui naudojama specializuota vienos siuvinėjimo galvos, kurioje yra 15 adatų, siuvinėjimo mašina *Barudan* ir 11 numerio siuvimo adatos *Schmetz*, pritaikytos pramoninėms siuvimo ir siuvinėjimo mašinoms.

Nustačius pirminius technologinius parametrus ir siuvinėjimo sąlygas, sudaromos skirtingų variantų siuvinėjimo programos. Pirmuoju atveju parenkamas užpildymo variantas *Tatami*

(2.2.2 pav.). Šis užpildymo variantas dažniausiai naudojamas, kai siuvinėjimo siūlais norima užpildyti didelius siuvinėjimo plotus. Šiuo atveju, siuvinėjamas plotas padengiamas prasikeičiančiais trumpais dygsniais. Šis variantas pasižymi mažesniu medžiagos sutraukimu ir dažnai yra naudojamas kaip pagrindas pagrindiniam siuvinėjimo dizainui. Šio užpildymo dygsnių išdėstymas gali būti atliekamas įvairiomis kryptimis pagrindinės dengtos megztinės medžiagos (dirbtinės odos) krypties atžvilgiu.



a



b

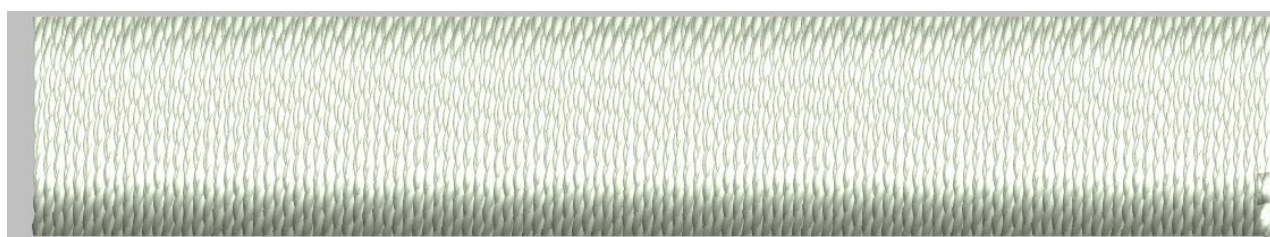
2.2.2 pav. Tatami užpildymo vaizdas (a) ir schema (b)

Taikant šį užpildymo variantą ir norint įvertinti siuvinėjimo technologinių parametru įtaką siuvinėto elemento kokybei, buvo keičiamas dygsnių tankumas. Visiems siuvinėjimo variantams parenkamas 4,2 mm dygsnio ilgis, o dygsnių tankumas keičiamas: 0,36 mm; 0,40 mm ir 0,45 mm (2.2.2 lent.).

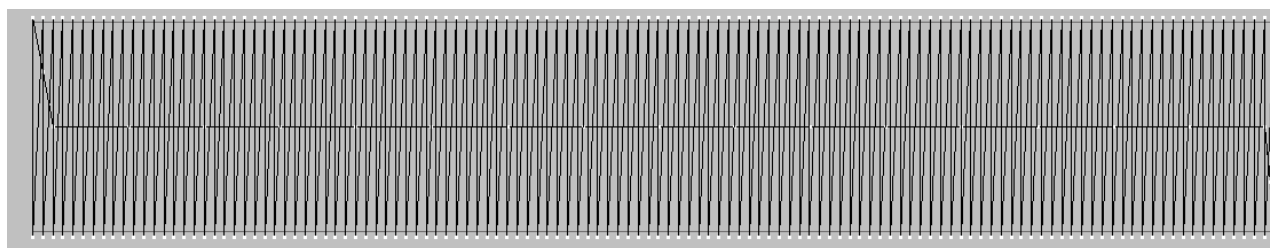
2.2.1 lentelė. Pagrindo siuvinėjimo technologiniai parametrai

Eil. Nr.	Užpildymo variantas					
	<i>Tatami</i> Dygsnio ilgis – 4,2 mm.			<i>Satin</i> Dygsnio skaidymas (<i>angl. AutoSplit</i>) – kas 9 mm.		
	Kodas	Kiekis, Vnt.	Tankumo parametras, mm	Kodas	Kiekis, Vnt.	Tankumo parametras, %
1.	T1	5	0,36	S1	5	70
2.	T2	5	0,40	S2	5	80
3.	T3	5	0,45	S3	5	90

Antruoju atveju parenkamas siuvinėjimo *Satin* užpildymo variantas. Šis variantas dažniausiai taikomas siaurų siuvinėtų elementų gamybai. Šiuo atveju formuojamas vienas ištinis zigzaginiis dygsnis. Maksimalus kokybiškai įgyvendinamas dygsnio ilgis – 10 mm. Taip užpildyti siuvinėti elementai būna iškilesni ir glotnesni. Tačiau tokio užpildymo varianto atveju padidėja medžiagos sutraukimo galimybė, ypač esant labai ilgiems dygsniams.



a



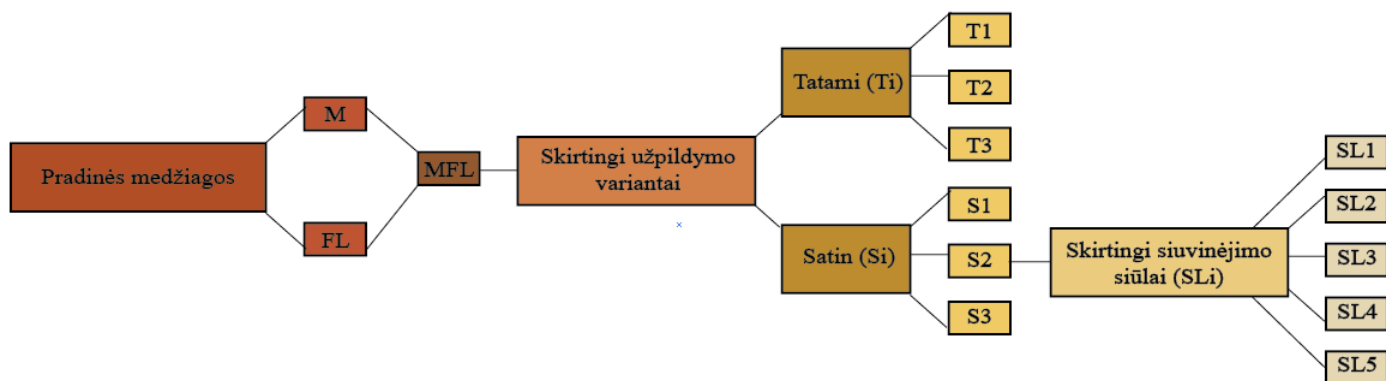
b

2.2.3 pav. Suprojektuotas objektas, naudojant *Satin* 80% užpildymo tankumą (a) ir užpildymas realiame siuvinėtame elemente schema (b)

Parinkus *Satin* užpildymo variantą (2.2.3 pav.), siuvinėjimo technologinių parametru įtakos siuvinėtų elementų kokybės tyrimui paruošiamos trys tyrimo objektų grupės, t.y. siuvinėti elementai siuvinėjami nustačius tą patį dygsnio skaidymą ties 9 mm, bet keičiant siuvinėjimo dygsnių tankumo parametrus 70 %, 80 % ir 90 % (2.2.1 lent.).

Ruošiant gaminį masinei gamybai, svarbu ne tik gera išvaizda, tačiau ir kaina, t.y. įvairių medžiagų sąnaudos. Todėl dygsnių skaičius taip pat yra labai svarbus veiksnys, lemiantis galutinį technologinių parametru rinkinio pasirinkimą.

Technologinių parametru įtakos siuvinėto elemento kokybei tyrimams paruošiamos bandinių grupės, kurių kiekvienoje yra po 5 bandinius. Paruošti bandiniai padedami horizontaliai ant stalo ir prieš kokybės vertinimą išlaikomi kondicinėse sąlygose 24 valandas pagal standartą LST EN ISO 139 [46]. Per šį laiką įvyksta megztinės medžiagos (dirbtinės odos) ir siuvinėjimo siūlų relaksacija. Bandinių kodavimo sistema pateikta 2.2.4 paveiksle.



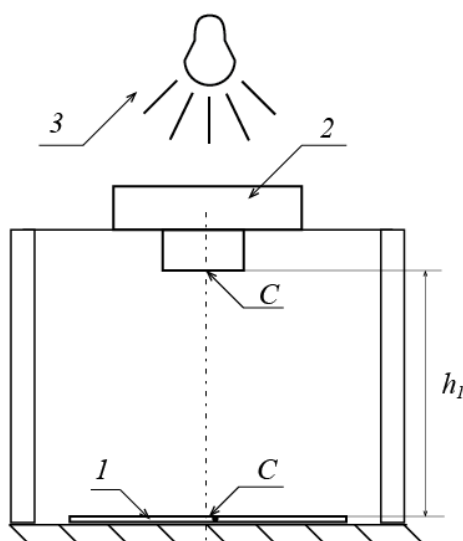
2.2.4 pav. Bandinių kodavimo sistema ir eksperimento seka

2.3. Siuvinėtų elementų kokybės tyrimo metodika

2.3.1. Siuvinėtų elementų skaitmeninių vaizdų fiksavimo metodika

Siuvinėjimo technologinių parametrų ir siūlų įtakos dengtos megztinės medžiagos (dirbtinės odos) siuvinėtų elementų estetiškos išvaizdos subjektyviam vertinimui bei kiekybiniam siuvinėtų elementų geometrinių matmenų pokyčių vertinimui naudojami siuvinėtų elementų skaitmeniniai vaizdai (fotografijos).

Siuvinėtų elementų skaitmeniniai vaizdai fiksuojami *Nikon D3100* skaitmeniniu, aukštos raiškos veidrodiniu fotoaparatu (2). Fotoaparatas įtvirtinamas stacionariai 30 cm atstumu (h_1) nuo bandinio (1) plokštumos, objektyvo ašį sutapdinant su siuvinėto elemento centru C (2.3.1 pav.).



2.3.1 pav. Skaitmeninių vaizdų fiksavimo schema

Mastelio kontrolei greta bandinio padedama milimetrinė liniuotė. Apšvietimas (3) nustatomas į bandinį iš viršaus, kad nesusidarytų šešėliai. Bandinys dedamas ant lygaus pagrindo lygiagrečiai objektyvo paviršiui. Vėliau skaitmeniniai vaizdai koreguojami, t.y. apkerpami ir, jei

reikia, šiek tiek pasukami, kad geriau atitiktų programa suprojektuotą vaizdą. Tam naudojama nuotraukų koregavimo programa *Corel Draw X6*.

2.3.2. Siuvinėtų elementų kokybės subjektyvaus vertinimo metodika

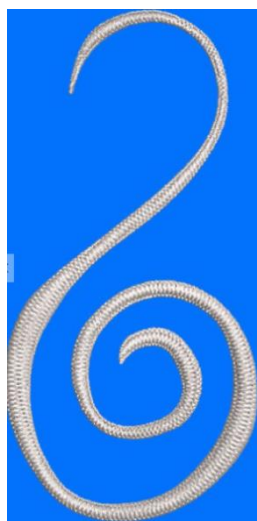
Subjektyvaus vertinimo metu pateikiami suprojektuotų siuvinėjimo elementų vaizdai ir realiai pagamintų pavyzdžių nuotraukos. Tarpusavyje lyginamas realaus ir suprojektuoto skaitmeninio vaizdų atitikimas bei pagamintų pavyzdžių estetinė išvaizda. Vertinimui pateikiami bandiniai, siuvinėti su SL1 siūlais, tačiau taikant skirtingus siuvinėjimo parametrus.

Pateikiami S1, S2, S3, T1, T2, T3 suprojektuotų bei realiai pagamintų siuvinėtų bandinių vaizdai (2.3.2 pav.). Kiekviena vaizdų pora vertinama atskirai pagal pateiktus pagrindinius kriterijus (2.3.1 lent.). Remiantis tik matomu vaizdu, medžiagos vertinamos balais pagal pateiktus kriterijus, taip pat, kiekvienu siuvinėjimo atveju pateikiamas dygsnių skaičius, kuris yra svarbus gamyboje ir padeda geriau įvertinti rezultatus.

2.3.1 lentelė. Vertinimo kriterijai ir balų reikšmės

Balas	Tarpai tarp dygsnių	Medžiagos raukšlėjimasis	Suprojektuoto ir realaus vaizdo skirtumas
1	Labai matomi	Labai matomas	Labai matomas
2	Gerai matomi	Gerai matomas	Gerai matomas
3	Matomi	Matomas	Matomas
4	Mažai nematomi	Mažai matomas	Mažai matomas
5	Nematomi	Nematomas	Nematomas

Vertinimo anketoje yra pateiktas programa suprojektuoto ir realiai pagaminto siuvinėtų elementų vaizdai (2.3.2 pav.). Vertinimui naudojami bandiniai iš kiekvieno technologinio apdorojimo varianto bandinių grupių. Lygindami realiai pagaminto siuvinėto elemento vaizdą su suprojektuoto elemento vaizdu (2.3.2 pav.), respondentai kiekvienam siuvinėjimo technologinio apdorojimo variantui priskiria balus nuo 1 iki 5. Vertinimas atliekamas internetu siunčiant respondentams anketą, kurioje reikia įrašyti tik balus pagal pateiktus kriterijus. Respondentais pasirinkta nedidelė žmonių grupė, susijusi su aprangos pramone ir apmokyta kaip taikyti gaminių kokybės subjektyvaus vertinimo metodiką.



a



b

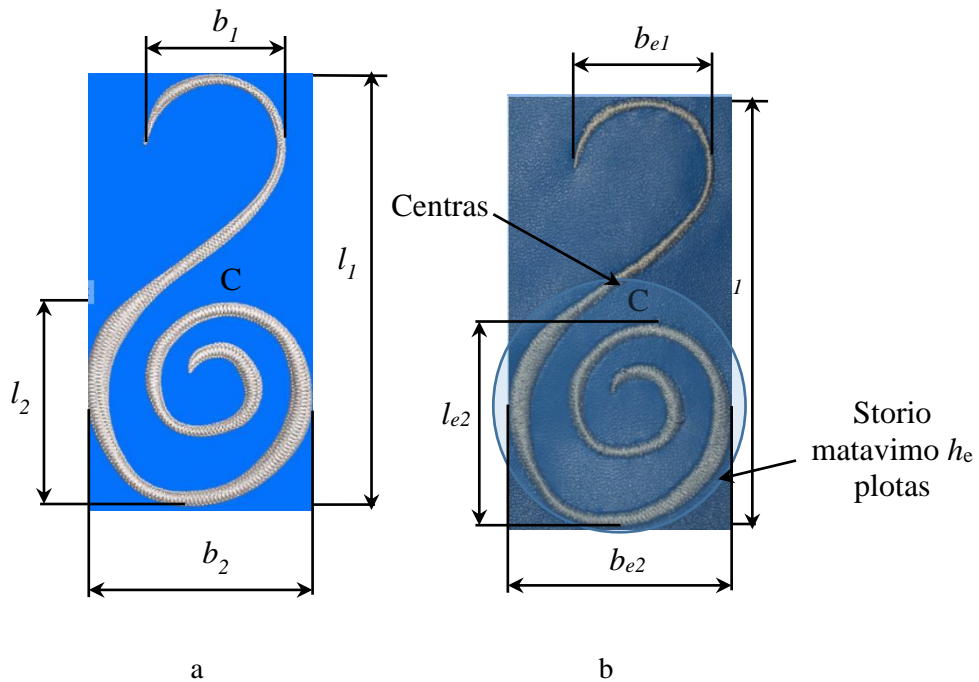
2.3.2 pav. Siuvinėto elemento vaizdas: a – suprojektuoto programoje, b – realiai pagaminto

Tyrimo metodika nesudėtinga ir lengvai įsisavinama. Esminis šio tyrimo tikslas – subjektyviai išsiaiškinti estetiškiausią vaizdą lemiančių parametrų rinkinį bei palyginti rezultatus su objektyvaus vertinimo rezultatais. Tuo siekiama išsiaiškinti, kaip siuvinėtų elementų kokybę vertintų potencialus vartotojas.

Gauti rezultatai skirstomi pagal vertinimo kriterijus, kiekvienam jų apskaičiuojant balų vidurkius ir statistinius parametrus, bei pateikiant rezultatus grafiškai.

2.3.3. Siuvinėtų elementų geometrinių parametrų kitimo vertinimo metodika

Storis yra svarbi medžiagos charakteristika, daranti įtaką drabužio dėvėjimo komfortui. Kuo medžiaga plonesnė, tuo lengviau ji krenta, priglunda prie žmogaus kūno ir yra maloniau dėvima. Šiuo atveju siuvinėto elemento storis taip pat turi įtakos dėvėjimui. Padidinto storio aprangos gaminių siuvinėti elementai yra standesni už pačią medžiagą, todėl gali kelti diskomfortą ar net apsunkinti kai kuriuos judesius. Todėl matuojami medžiagos (1 priedo P1 lent.) ir siuvinėtų elementų storiai pagal 2.3.3 a paveiksle pavaizduotą schemą (storis matuojamas apskritimu pažymėtoje zonoje).



2.3.3 pav. Bandinių geometrinių parametų matavimo schema: b_1 ir b_2 pločio matmenys, l_1 ir l_2 ilgių matmenys (a); geometrinių matavimų vietos siuvinėtame bandinyje: b_{e1} ir b_{e2} pločio matmenys, l_{e1} ir l_{e2} ilgių matmenys, h_e siuvinėto elemento storis (b)

Storio matavimai atliekami stormačiu SCHMIDT I-40-L. Matuojamos zonos skersmuo yra 50,42 mm, prispaudimo slėgis 49 kN/m². Pirminiai matavimų duomenys ir statistiniai parametrai pateikiami 1 priedo P3 ir P1 lentelėse.

Siuvinėtų elementų storiai lyginami su pradinio medžiagų paketo MFL ($h_{OD}+2h_{ID}$) storiu. Skaičiavimams naudojami matavimų vidurkiai ir formulės:

$$\text{Storio pokytis, kai siuvinėjama taikant } \textit{Tatami} \text{ užpildymą, \% : } \Delta h = \frac{(h_{OD}+2h_{ID})-h_{STi}}{-(h_{OD}+2h_{ID})} * 100\%, \quad (2.3.1)$$

$$\text{Storio pokytis, kai siuvinėjama taikant } \textit{Satin} \text{ užpildymą, \% : } \Delta h = \frac{(h_{OD}+2h_{ID})-h_{SSi}}{-(h_{OD}+2h_{ID})} * 100\%, \quad (2.3.2)$$

$$\text{Storio pokytis, kai siuvinėjama skirtingais siūlais, \% : } \Delta h = \frac{(h_{OD}+2h_{ID})-h_{SSLi}}{-(h_{OD}+2h_{ID})} * 100\%. \quad (2.3.3)$$

čia

h_s – siuvinėto elemento storis, mm;

h_{OD} – dengtos megztinės medžiagos (dirbtinės odos) storis, mm;

h_{ID} – neaustinio įdėklo storis, mm.

Programa suprojektuotų siuvinėtų elementų ilginiai ir skersiniai geometriniai parametrai ir realiai pagamintų siuvinėtų elementų geometriniai parametrai dažniausiai skiriasi. Pokyčiai gali priklausyti nuo siuvinėjimo užpildymo varianto, siuvinėjimo dygsnių tankumo, medžiagos struktūros

ir kitų veiksnių. Pagal 2.3.3 paveiksle pateiktą schemą išmatuojami ilginiai ir skersiniai siuvinėto elemento matmenys programa suprojektuotame (l_1, l_2, b_1 ir b_2) ir realiaame (l_{s1}, l_{s2}, b_{s1} ir b_{s2}) vaizduose.

Po to apskaičiuojami siuvinėto elemento ilginių ir skersinių geometrinių parametrų pokyčiai realiai siuvinėtame elemente, lyginant su programa suprojektuoto elemento geometriniais parametrais pagal žemiau pateiktas formules:

$$\text{ilgio pokytis } \Delta l_1, \%: \quad \Delta l_1 = \frac{l_1 - l_{s1}}{l_1} \times 100, \quad (2.3.4)$$

$$\text{pločio pokytis } \Delta b_1, \%: \quad \Delta b_1 = \frac{b_1 - b_{s1}}{b_1} \times 100, \quad (2.3.5)$$

$$\text{ilgio pokytis } \Delta l_2, \%: \quad \Delta l_2 = \frac{l_2 - l_{s2}}{l_2} \times 100, \quad (2.3.6)$$

$$\text{pločio pokytis } \Delta b_2, \%: \quad \Delta b_2 = \frac{b_2 - b_{s2}}{b_2} \times 100. \quad (2.3.7)$$

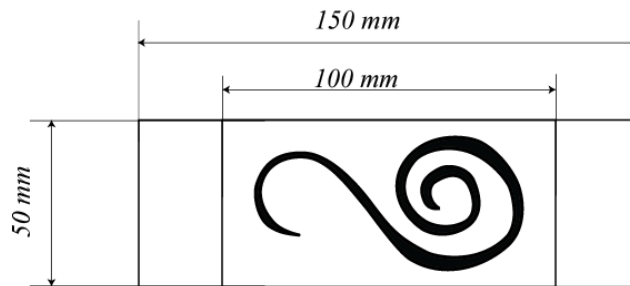
Matavimai atliekami *Corel Draw X6* programoje, kurioje yra galimybė matuoti geometrinius matmenis. Išmatuojamos kiekvieno technologinių parametrų rinkinio grupės visų penkių bandinių atitinkamos vertės, o vėliau apskaičiuojamos vidutinės išmatuotų geometrinių parametrų vertės (1 priedo P4 lent.) ir kiti statistiniai parametrai. Remiantis nustatytais geometrinių parametrų vertėmis, parenkamas optimalus siuvinėjimo technologinių parametrų rinkinys.

2.3.4. Dirbtinės odos ir jos siuvinėtų elementų vienašio tempimo charakteristikų nustatymo metodika

Drabužių medžiagų stiprumo ir tūsumo charakteristikos yra bene vienos svarbiausių aprangos gaminiams. Dėvėjimo metu medžiagos patiria įvairias apkrovas. Žmogui judant, kartu juda ir drabužis, sėdant ar lankstant galūnes, tam tikros aprangos gaminio medžiagos sritys ypač įsitempia. Kadangi po siuvinėjimo atskirų drabužio sričių storis padidėja, dėl to pakinta ir jo deformacinės savybės bei stiprumas, ypač tose vietose, kuriose dirbtinė oda yra pažeidžiama siuvimo adata, o medžiaga tam tikrose vietose sutraukiama. Todėl, parenkant tinkamus siuvinėjimo technologinius parametrus, svarbu atsižvelgti į siuvinėtų aprangos sistemų stiprumo ir tūsumo pokyčius.

Dengtos megztinės medžiagos ir pagal skirtingus technologinių parametrų rinkinių variantus siuvinėtų elementų vienašio tempimo charakteristikos (trūkimo jėga ir ištįsa) nustatomos pagal audinių, megztinių ir neaustinių medžiagų tūsumo ir stiprumo rodiklių nustatymo metodiką [40]. Šioje tyrimo dalyje paruošiami stačiakampio formos bandiniai, kurių centre yra siuvinėtas elementas. Bandinio ilgis – 150 mm; darbo zonos ilgis – 100 mm; plotis – 5 mm. Paruošiama po 5 vnt. bandinių kiekvienoje bandinių grupėje (žr. 2.2.4 pav.). Analogiškai paruošiami ir pradinių medžiagų

(MFL, M, FL) bandiniai, kurių tempimo rezultatai lyginami su išsiuvinėtų bandinių. Bandinio schema pateikiama 2.3.4 pav. paveiksle.



2.3.4 pav. Vienašio tempimo eksperimente naudotų bandinių schema

Vienašio tempimo charakteristikų nustatymo eksperimentas atliekamas naudojant universalią kompiuterizuotą tempimo mašiną *Tinius Olsen H10 KT*, esant 100 mm/min tempimo greičiui. Taip pat nustatomos ir pradinės (nesiuvinėtos) dengtos megztinės medžiagos vienašio tempimo charakteristikos (1 priedo P5.1 ir P5.2 lentelės).

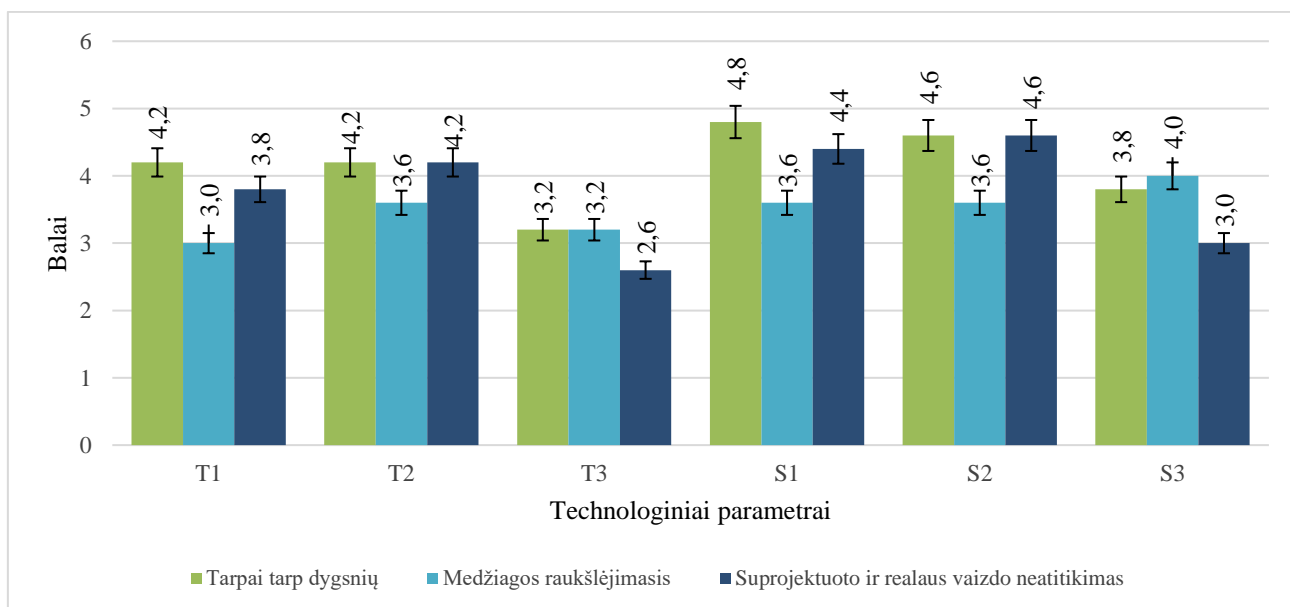
3. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Siuvinėjimo technologinių parametru įtaka siuvinėtų dengtos megztinės medžiagos elementų estetinei išvaizdai

Įvairūs siuvinėjimo siūlai skiriasi ne tik savo storiu, bet ir gamybos būdu, žaliava ar paskirtimi. Parenkant skirtingus siūlus, galima pasiekti skirtingų rezultatų net esant tam pačiam siuvinėto elemento dizainui, medžiagoms bei technologinių parametru rinkiniui.

Šioje tyrimo dalyje siekiama atskleisti, kaip specialistai ar potencialūs gaminių vartotojai, taikydami subjektyvų (vizualų) siuvinėtų elementų kokybės vertinimo metodą, vertina siuvinėtų elementų kokybę, kai taikomi skirtingi technologiniai parametrai (T_i ir S_i).

Vizualiai vertinant bandinių išvaizdą, respondentams buvo pateikiami programinio ir realaus išsiuvinėto elemento vaizdai. Siuvinėjimo siūlų įtaka subjektyviai nevertinama, nes jų estetinė išvaizda gali turėti įtakos subjektyvaus vertinimo rezultatams. Pradiniai tyrimo duomenys pateikiami 1 priedo P2 lentelėje. Vertinimo metu atsižvelgiama į programinio ir realaus vaizdo atitikimą bei estetinę išvaizdą. Siuvinėtų elementų subjektyvaus vertinimo rezultatai pateikiami 3.1.1 paveiksle.



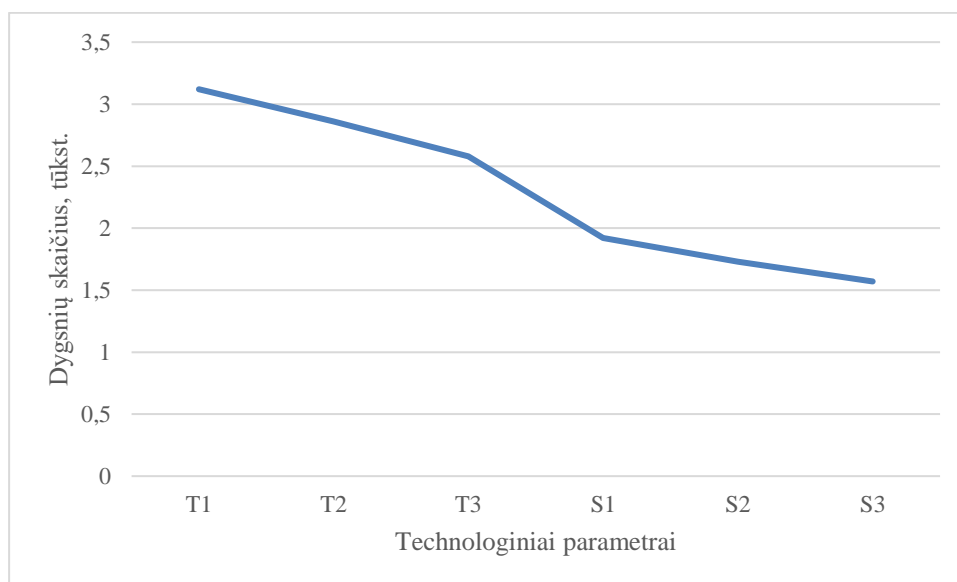
3.1.1 pav. Siuvinėtų elementų subjektyvaus vertinimo rezultatų suvestinė

Vertinant tarpų susidarymą tarp dygsnių, nustatyta, jog labiausiai jie pastebimi *Tatami* užpildymo variante. Ši tendencija labiau pastebima dėl dygsnių išsidėstymo sistemos, todėl siūlas nesugula taip glotniai kaip *Satin* užpildymo variante. Kaip ir vertinant dygsnių kiekį, taip ir stebint tarpų susidarymą tarp siūlų sistemų, pastebima, jog, mažėjant dygsnių tankumui, labiau ryškėja tarpai

tarp siūlų. Pagal šį kriterijų geriausius rezultatus parodė S1 bandiniai, tuo tarpu, subjektyvaus tyrimo metu blogiausiai įvertinti T3 bandiniai.

Respondentų nuomone, blogiausių vizualinį vaizdą ir atitikimą suprojektuotam elementui turi T3 bandinys, geriausiai įvertinti S1 ir S2 bandiniai. Galima daryti išvadą, jog gana siauroms linijoms siuvinėti naudojant *Tatami* užpildymą geras estetiškas vaizdas nėra gaunamas, taip pat stebimas ir mažesnis programinio bei realaus vaizdo atitikimas. Vertinimo metu nustatyta, jog S3 bandinio įvertinimas vienas žemiausių. Šiuo atveju buvo naudojamas rečiausias *Satin* užpildymo parametras. Vertinimui žemesniais balais įtakos gali turėti ir jau programoje matomi gana ryškūs tarpai tarp siūlų sistemų. Realiame gaminyje mažas tankumas taip pat nesukuria geros estetiškos išvaizdos, kadangi padengimas siūlais nėra lygus. Teigiamą siuvinėto elemento išvaizdą galima gauti derinant nedidelį tankumą ir storesnius siūlus.

Žymaus medžiagos raukšlėjimosi nepastebima, kadangi siuvinėjimo proceso metu naudojama papildoma stabilizuojanti neaustinė medžiaga. Tačiau šiek tiek didesnis raukšlėjimas pastebimas T_i grupės bandiniuose bei specifinėse siuvinėjimo vietose – ten, kur mažam plotui tenka didelis dygsnių kiekis. Šiuose bandiniuose medžiaga yra labiau pažeidžiama pasikartojančių adatos dūrių ir tankesnių siūlų sistemų. Tuo tarpu *Satin* varianto bandiniuose dygsniai išsidėstę tolygiau, todėl didelio raukšlėjimosi nepastebima.



3.1.2 pav. Dygsnių kiekis atskiriems technologiniams parametrams

Pateiktame paveiksle (3.1.1 pav.) matyti vizualaus vertinimo rezultatai. Vertinant dygsnių kiekį (3.1.2 pav.) matoma, jog *Tatami* užpildymo variantas turi gerokai didesnę dygsnių kiekį nei *Satin* užpildymo bandiniuose. Tačiau pastebima ir tai, jog šis kiekis mažėja, retėjant dengiamiesiems

dygsniams. Vis dėlto patartina rinktis *Satin* grupės parametrus, ypač siauriems objektams, kadangi taip galima išvengti nereikalingo dygsnių kiekio augimo.

Remiantis nustatytais rezultatais, būtų galima teigti, jog optimaliausias šios technologinių parametrų rinkinys yra S2. Pastebimi susidarę maži tarpai tarp dygsnių, mažas realaus ir suprojektuoto vaizdo neatitikimas, o dygsnių kiekis ir raukšlių susidarymas yra vieni mažiausių, o tai labai svarbu pritaikant parametrus masinei gamybai ruošiamiems gaminiams ir mažinant šių gaminių savikainą. Parinkus S2 technologinių parametrų rinkinį, vėliau buvo tiriama siuvinėjimo siūlų rūšies įtaka siuvinėtų elementų geometrijai ir mechaninėms savybėms.

3.2. Siuvinėjimo technologinių parametrų ir siūlų įtaka siuvinėtų dengtos megztinės medžiagos elementų geometrijai

3.2.1. Siuvinėjimo technologinių parametrų ir siūlų įtaka siuvinėtų elementų storiui

Skirtinguose šaltiniuose, aprašančiuose siuvinėjimo procesą ir su juo susijusias problemas, nurodoma, jog realaus ir suprojektuoto (skaitmeninio) vaizdo neatitikimas yra viena dažniausių problemų. Šios problemos sunku išvengti, keičiant technologinius parametrus arba siuvinėjimo siūlus. Pirmiausiai, pastebimi siuvinėtų elementų storių skirtumai.

Kaip jau minėta, *Tatami* užpildymas skirtas didesniems plotams padengti, kadangi dygsniai išsidėstę lygiagrečiai vieni kitiems ir yra prasikeičiantys tarpusavyje. Šiuo atveju stebimos labai nedidelio iškilumo, siuvinėjimo siūlais padengtos, medžiagos sritys. Tuo tarpu, parinkus *Satin* užpildymą, siūlais padengtos medžiagų sritys yra didesnio iškilumo negu siuvinėjant su *Tatami* užpildymu. Suprantama, kad šie skirtumai gali atsirasti ne tik dėl skirtingų užpildymo variantų, bet ir dėl medžiagos klupdymo siuvinėto elemento viduje, dėl to susidariusių raukšlių [34]. Esant ilgesniam dygsniui, tokiai raukšlei susidaryti yra didesnė tikimybė, o tai žymiai veikia ir viso siuvinėto elemento storio padidėjimą, kuris daugeliu atvejų yra nepageidaujamas.

Darbe preliminariai buvo planuojama siuvinėtam elementui pritaikyti ir šviesą atspindinčius siūlus (SL5). Tačiau pabandžius siuvinėti jais, nustatyta, kad šie siūlai yra visiškai netinkami pasirinktam parametrų rinkiniui (3.2.1 paveikslas). Kadangi šie siūlai nėra standartiniai ir savybėmis, ir taikymo sritimi, norint jais siuvinėti, reikėtų parinkti kitus parametrus bei papildomas priemones: storesnę adatą ir kt. Dėl šios priežasties tolimesni tyrimai su šiais siuvinėjimo siūlais neatliekami.



a

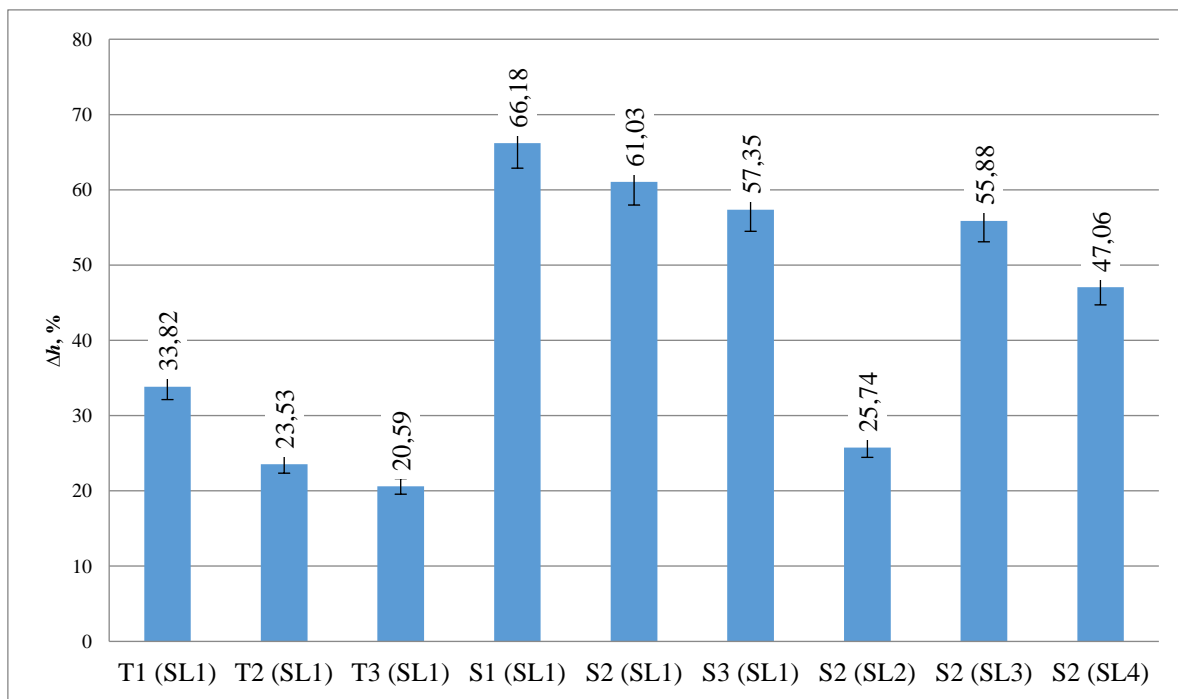


b

3.2.1 pav. Siuvinėtų su SL5 siuvinėjimo siūlais bandinių vaizdai: a – geroji pusė; b – blogoji pusė

Šviesą atspindinčių siūlų gamintojo specifikacijoje teigiama, kad jie tinkami siuvimui ir siuvinėjimui [47]. Tačiau iš pateiktų nuotraukų galima daryti išvadą, jog, norint naudoti šiuos siūlus, reikėtų rinktis kitus parametrus. Šis siūlas yra storesnis ir grubesnis nei įprasti siuvinėjimo siūlai, todėl jis sunkiai prasiskverbia per medžiagą. Dėl šios priežasties susidaro kilpos blogojoje siuvinėto elemento pusėje (3.2.1 b paveikslas). Taip pat, šis siūlas yra kiek silpnesnis, todėl pritraukiant jį pro medžiagą, jis dažnai nutrūksta. Naudojant šiuos siūlus, reikėtų rinktis ne tik storesnes siuvinėjimo adatas, bet ir koreguoti technologinius parametrus, kurie dažniausiai naudojami siuvinėjant standartiniais siuvinėjimo siūlais: sumažinti siuvinėjimo tankumą, atsisakyti posluksnio arba sumažinti jo tankumą. Taip pat, reikėtų nustatyti mažesnę siuvimo ar siuvinėjimo greitį.

Storio matavimo pradiniai duomenys, vidutinės vertės ir jų statistiniai parametrai pateikiami 1 priedo P3 lentelėje. Rezultatų suvestinė pateikiama 3.2.2 paveiksle. Šiuo atveju lyginami siuvinėtų bandinių ir pradinės medžiagų sistemos MFL storių skirtumai, įvertinant storio pokyčių vertes Δh , apskaičiuotas pagal 2.3.1 – 2.3.3 formules. Siuvinėtų elementų storių matavimo variacijos koeficientas svyruoja nuo 0,60 % iki 2,75 %, tuo tarpu, santykinė atsitiktinė paklaida kinta nuo 0,75 % iki 3,42 %.



3.2.2 pav. Siuvinėtų bandinių storio pokytis, esant skirtingiems siuvinėjimo technologiniams parametrams ir siūlams

3.2.2 paveiksle matyti, jog siuvinėto elemento technologiniai parametrai turi įtakos siuvinėto elemento storiui. Šiuo atveju galima teigti, jog mažėjant siuvinėjimo tankumui, mažėja ir siuvinėto elemento storis. Stebima, kad ši tendencija galioja abiem užpildymo variantams: T3 ir S3 bandiniai atitinkamo užpildymo varianto grupėje pasižymi mažiausiai pakitusiu storiu, lyginant su pradinių medžiagų sistemų storiu. Taip pat aiškiai matyti, jog *Satin* užpildymo bandinių storis yra gerokai didesnis nei *Tatami* užpildymo bandinių.

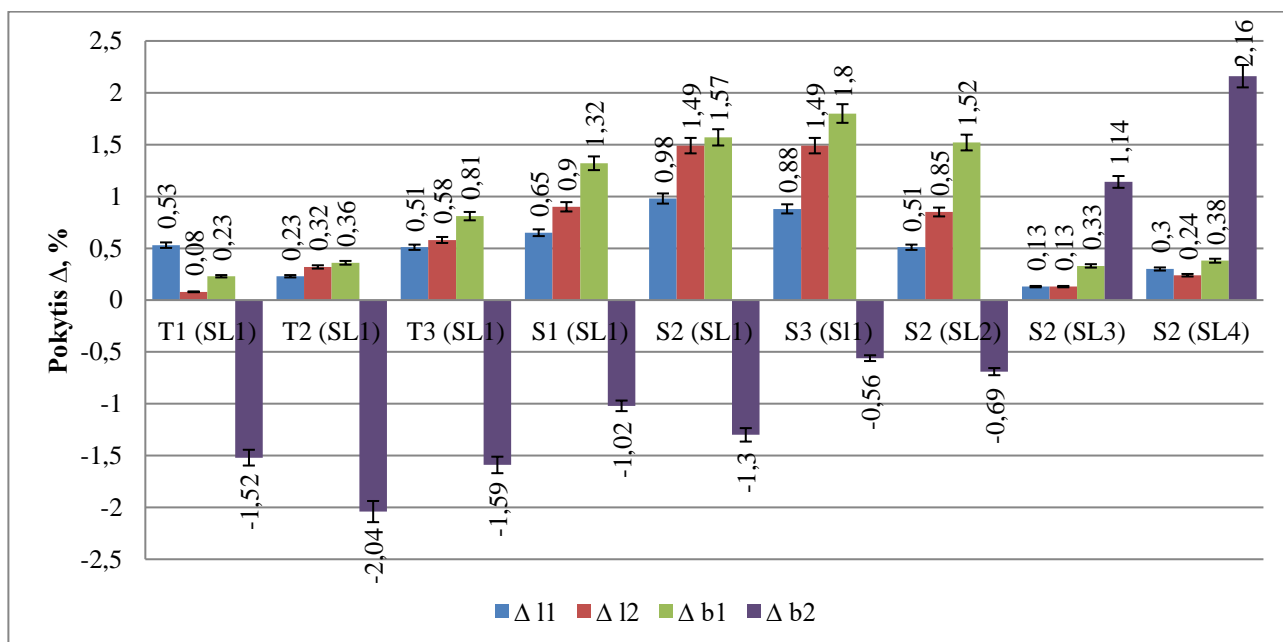
Bandinių siuvinėjimui su skirtingais siūlais buvo pritaikytas S2 parametų rinkinys. Išanalizavus skirtingais siuvinėjimo siūlais (SL2, SL3 ir SL4) išsiuvinėtų bandinių storių pokyčius, nustatyta, kad mažiausias bandinių storio pokytis yra gaunamas siuvinėjant su SL2 siūlais. Šie siuvinėjimo siūlai yra plonesni už kitus naudotus siuvinėjimo siūlus, todėl jie taip tankiai neužpildo siuvinėjamo ploto ir daug glotniau gula ant pagrindo medžiagos. SL2 bandinių storio pokyčių vertės beveik lygios *Tatami* grupės bandinių storiui. Didžiausias bandinių storio pokytis yra nustatytas, parinkus S2 technologinių parametų rinkinį ir siuvinėjant su SL3 siuvinėjimo siūlais. Šie siūlai yra fluorescenciniai ir jų apdaila skiriasi nuo kitų tirtų siuvinėjimo siūlų. Tačiau jų storio pokytis yra kiek mažesnis nei siuvinėjant standartiniais SL1 siuvinėjimo siūlais.

Gauti rezultatai rodo, jog optimalus parametų rinkinys, nustatytas vieniems siuvinėjimo siūlams, gali duoti kitokias storio kitimo tendencijas, kai siuvinėjama su kitos rūšies siūlais. Todėl yra būtinas siuvinėjimo siūlų ir technologinių parametų derinimas tarpusavyje.

3.2.2. Siuvinėjimo technologinių parametų ir siūlų įtaka siuvinėtų elementų ilginiams ir skersiniams matmenims

Kaip jau minėta, skaitmeninio suprojektuoto ir realaus vaizdo matmenų neatitikimas yra viena dažniausiai aptariamų siuvinėjimo kokybės problemų. Neatitikimai gali būti susiję su daugeliu veiksnių, pradedant netinkamu medžiagos pasirinkimu, baigiant netinkamu siuvinėjimo technologinių parametų rinkiniu ar pagalbinių medžiagų pasirinkimu.

Pagamintiems siuvinėtiems bandiniams pagal 2.3.1 paveiksle pateiktas schemas išmatuoti keturi pagrindiniai ilginiai ir skersiniai matmenys. Jie lyginami su skaitmeninio suprojektuoto vaizdo matmenimis vertinant pokyčius pagal 2.3.4 – 2.3.7 formules. Rezultatų suvestinė pateikiama 3.2.3 paveiksle.



3.2.3 pav. Geometrinių matmenų pokyčiai

Pateiktame paveiksle matyti, jog nei vienas parametų rinkinys, net ir naudojant papildomas priemones, neatitinka suprojektuotų programoje parametų. Parametų pokyčiai nėra dideli, tačiau jie leidžia padaryti atitinkamas išvadas. Galima teigti, jog didesnę sutraukimą dygsnio viduje medžiaga patiria tuomet, kai naudojamas *Satin* (S1; S2; S3) užpildymas. Taip yra todėl, jog formuojamas vienas ilgas dygsnis, kurio ilgis gali būti iki 1 cm. Taikant šį užpildymą, medžiaga turi daugiau erdvės raukšlių susidarymui, todėl stebimas didesnis sutraukimas. Žinoma, naudojama stabilizuojanti neaustinė medžiaga, parinktas *Zigzag* posluksnis ir susitraukimo kompensacija (angl. *Pull compensation*), šią santrauką padeda sumažinti iki minimumo. Taip pat pastebima, jog dygsnio tankumo didėjimas mažina santrauką. Tuo tarpu *Tatami* (T1;T2;T3) užpildymu užpildytų elementų

santrauka mažesnė. Tai galėjo įvykti dėl trumpesnių ir tarpusavyje prasikeičiančių siuvinėjimo dygsnių, kurių viduje esantis tarpas sumažėja, ir medžiaga mažiau susiraukšlėja. Šiuose bandiniuose pastebima ta pati santraukos mažėjimo tendencija, kai tankumas didėja. Taip pat įtaką daro ir jau minėtos stabilizuojančios pagalbinės priemonės.

Matuojant b_2 parametą, pastebėta, jog daugeliu atvejų jis yra didesnis realaus siuvinėto elemento nei suprojektuoto skaitmeninio vaizdo. To priežastis gali būti itin siauros siuvinėjamo motyvo dalys (2.3.1 pav.). Siuvinėjimo metu šiose vietose susidaro labai tankios siūlų perdangos, kurios spaudžiasi tarpusavyje. Taip jos gali išplėsti medžiagą ir patį motyvo plotį, todėl matuojant atstumą šioje atkarpoje stebimas jos pailgėjimas lyginant su skaitmeniniu suprojektuotu elementu. Ši tendencija neišlaikoma tik SL3 ir SL4 bandiniuose.

Didžiausi geometrinių parametrų neatitikimai stebimi *Satin* (S1, S2, S3) užpildymo bandiniuose. To priežastis gali būti jau minėta medžiagos santrauka ir raukšlės sudarymas elemento siuvinėjimo metu. *Tatami* užpildymo atveju stebimas mažesnis geometrinių parametrų neatitikimas, kuris atsiranda dėl kitokios siūlų išsidėstymo sistemos, sumažinančios medžiagos raukšlių susidarymą siuvinėto elemento viduje. Tačiau šiuo atveju reikėtų įvertinti siuvinėto elemento formą ir atskirų jo dalių pločius, kurie gali būti per maži tokiam užpildymo variantui. Netinkamai parinktas užpildymo variantas gali būti didesnių medžiagos pažeidimų priežastimi.

Bandinių su tuo pačiu parametrų rinkiniu bet skirtingais siuvinėjimo siūlais rezultatai yra skirtingi. Tai tik patvirtina, jog skirtingų siūlų pasirinkimas to paties parametrų rinkinio siuvinėtiems elementams gali sukelti skirtingus geometrinių matmenų neatitikimus. Daugeliu atvejų Δb_2 vertė rodė, jog šioje dalyje motyvas išplatėjo, tačiau vertinant SL3 ir SL4 grupės siūlus, šie rezultatai buvo su teigiamomis vertėmis. Tai reiškia, jog siuvinėjant šiais siūlais geometrinių matmenų pokytis buvo teigiamas, ir šioje vietoje objektas susiaurėjo, lyginant su projektuotais matmenimis. Kiti šiais siūlais siuvinėtų bandinių geometriniai parametrai taip pat išsiskyrė savo vertėmis, lyginant su SL3 ir S2 bandiniais, stebimas mažesnis geometrinių matmenų pokytis. Remiantis šiais rezultatais, galima teigti, jog siuvinėjimo siūlo rūšies įtaka geometriniuose matavimuose yra skirtinga, net ir naudojant tą patį parametrų rinkinį. Tuo tarpu, SL2 ir S2 grupių bandinių geometrinių parametrų skirtumai, lyginant su suprojektuotu motyvu, skyrėsi nežymiai ir išlaikė panašias matmenų skirtumų vertes.

Kaip jau minėta, mažas geometrinių parametrų pokyčių vertes lemia pagalbinės priemonės. Jos naudojamos gaminant tiek vienetinius gaminius, tiek masinėje gamyboje ir padeda užtikrinti optimalų galutinį rezultatą. Šiame tyrimo etape patvirtinamas naudojamų priemonių funkcionalumas ir technologinių parametrų rinkinio svarba galutiniams suprojektuoto dizaino elementų matmenims. Remiantis gautais rezultatais galima teigti, kad optimalus technologinių parametrų rinkinys gamybai būtų S2. Šių bandinių matmenų neatitikimas yra didesnis nei *Tatami*

grupės matmenų, tačiau dygsnių skaičius yra mažesnis, o taip pat toks užpildymo variantas labiau rekomenduojamas siauriems objektams. Šiuo atveju, naudojant *Satin* užpildymą, galima naudoti didesnę susitraukimo kompensaciją ir taip išvengti didesnio matmenų pakitimo.

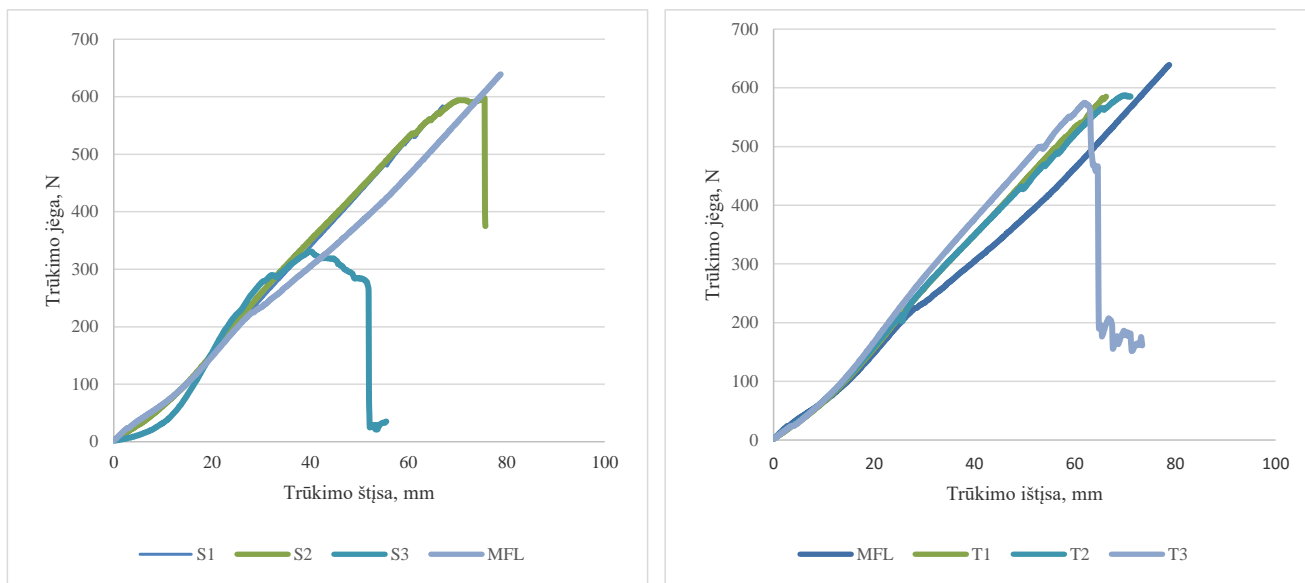
3.3. Siuvinėjimo technologinių parametru ir siūlų įtaka dengtos megztinės medžiagos vienašio tempimo charakteristikoms

Drabužiai dėvėjimo metu patiria daug skirtingų deformacijų, kurios dažniausiai atsiranda veikiant tempimo apkrovoms. Dėvėjimo metu dažniausiai yra tempiamos aprangos kelių, alkūnių bei sėdmenų sritys.

Tyrimams pasirinkta dengta megztinė medžiaga yra gana tąsi, todėl jos trūkimo tikimybė dėvint drabužius yra nedidelė. Tačiau išsiuvinėjus medžiagą, ji yra pažeidžiama daugybe adatos dūrių. Todėl daroma prielaida, kad pažeistose vietose medžiagos dėvėjimo stiprumas gali sumažėti.

Tempimo bandymas atliekamas visiems bandiniams, pagamintiems pagal 2.3.3 skyrelyje pateiktą metodiką. Šiuo tyrimu siekiama įvertinti skirtingų siuvinėjimo technologinių parametru ir siuvinėjimo siūlų rūšies įtaką siuvinėtos dengtos megztinės medžiagos stiprumo ir tūsumo savybėms. Tempimo bandymo metu nustatyta, kad siuvinėtos dengtos megztinės medžiagos (M) trūkimo jėga, kuri apibūdina jos stiprumą, yra 613,23 N, o trūkimo ištįsa (tūsumas) – 79,10 %. Tuo tarpu, neaustinės medžiagos (FL) trūkimo jėga yra 15,48 N, o trūkimo ištįsa – 23,38 %. Taip pat iširtos ir pradinės siuvinėto medžiagų paketo (MFL) tempimo charakteristikos: trūkimo jėga (650,00 N) ir trūkimo ištįsa (80,60 %). Visi pradiniai ir statistiniai duomenys pateikti 1 priedo P5.2 lentelėje.

Pradinio medžiagų paketo stiprumas lyginamas su atskiromis bandinių grupėmis (Si; Ti; SLi) stebint stiprumo ir tūsumo charakteristikų pasikeitimą. Pradiniai bandinių stiprumo charakteristikų duomenys ir statistiniai parametrai pateikiami 1 priedo P5.1 lentelėje. Tirtų bandinių tipinės tempimo kreivės pateiktos 3.3.1 paveiksle.

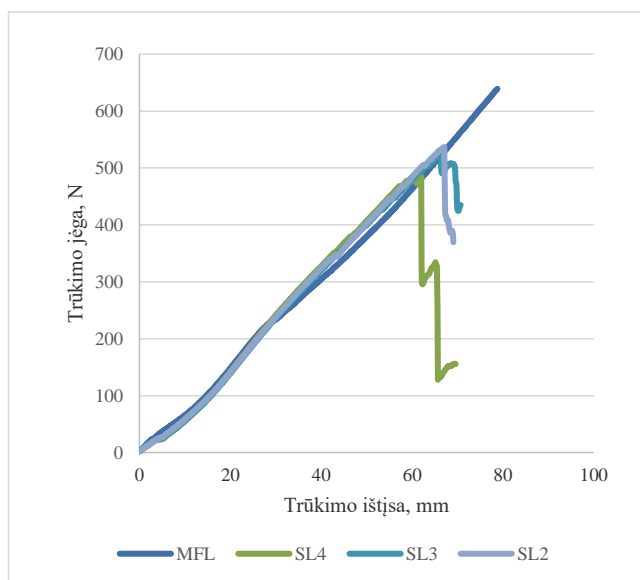


a

b

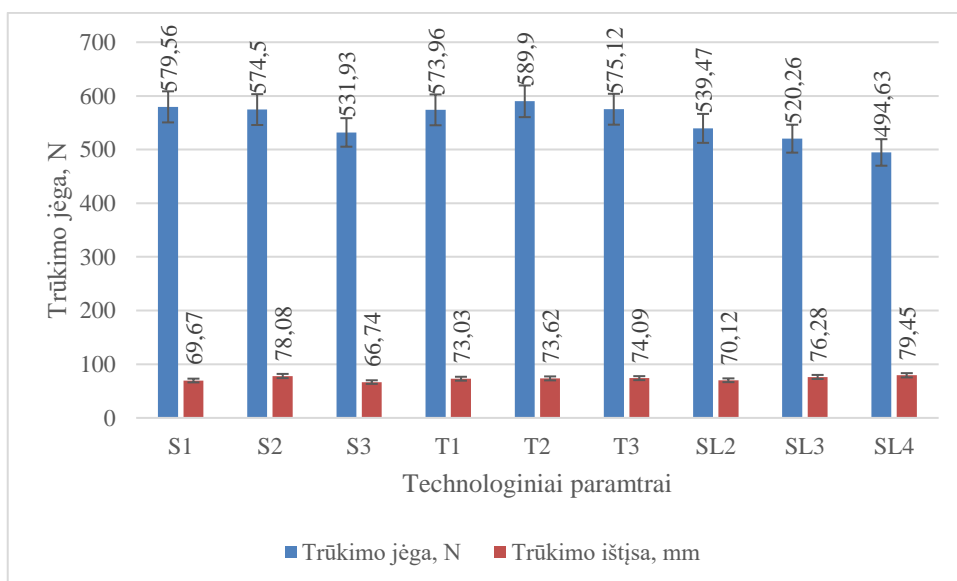
3.3.1 pav. Tipinės tempimo kreivės: a – S1, S2, S3 ir MFL; b –T1, T2, T3 ir MFL

Pateikti rezultatai atskleidžia, jog visais atvejais stiprumo ir tąsumo charakteristikos sumažėjo lyginant su analogiškoms medžiagų paketo charakteristikų pradinėmis vertėmis. Įdomu tai, jog vertinant skirtingus užpildymo variantus ir jų tankumus, matyti, kad stiprumas kito nedaug: S2 ir T2 stiprumas beveik toks pats, tačiau S2 bandinio tąsumas yra kiek didesnis. Tam galėjo daryti įtaką zigzaginių siuvinėjimo dygsniai. Tuo tarpu *Tatami* dygsniai yra išsidėstę lygiagrečiai vieni kitiems ir tarpusavyje prasikeičia. Toks dygsnių išsidėstymas labiau stabilizuoja medžiagą ir neleidžia jai tįsti. Vis dėlto, *Tatami* grupės bandinių stiprumas yra kiek didesnis, lyginant su *Satin* grupės bandinių. Taip gali atsitikti dėl geriau pritvirtintos neaustinės stabilizuojančios medžiagos, kuri suteikia papildomo stiprumo siuvinėtam elementui. Pastebima, jog S2 bandinių tąsumas yra didžiausias ir nuo pradinio medžiagų paketo MFL tąsumo skiriasi 3,1 %.



3.3.2 pav. Tipinės tempimo kreivės: SL2, SL3, SL4 ir MFL

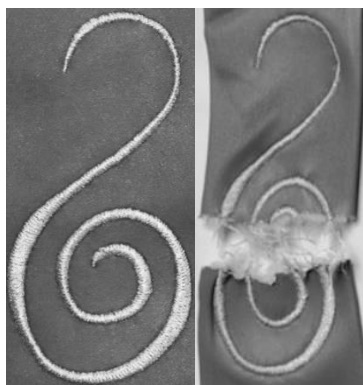
3.3.2 paveiksle pateikti skirtingų siuvinėjimo siūlų įtakos siuvinėto elemento stiprumo ir tūsumo savybėms vertinimo rezultatai. Šiuo atveju visų bandinių stiprumas taip pat yra mažesnis už pradinio medžiagų paketo. Visgi, stipriausi yra SL2 grupės bandiniai. Tačiau šiuo atveju stiprumas yra daug mažesnis už S2 bandinių, kuriems naudojamas tas pats technologinių parametrų rinkinys. Taip pat mažas ir šių bandinių tūsumas. Nustatyta, jog SL4 grupės bandiniai yra silpniausi ne tik SLi grupėje, bet ir lyginant visus siuvinėtus bandinius. Tokiems rezultatams įtakos gali turėti siūlo apdaila. Šis siūlas yra metalizuotas, todėl šiek tiek šiurkštesnis nei kiti siuvinėjimui skirti siūlai, ir gali labiau pažeisti medžiagą.



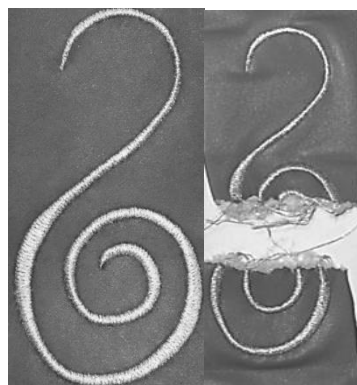
3.3.3 pav. Trūkimo jėgų palyginimas

Vidutinės bandinių trūkimo jėgos ir ištisos pateiktos 3.3.3 paveiksle. Visais tirtais atvejais, žymių stiprumo skirtumų nepastebima. Bendroje statistikoje, kiek didesniu stiprumu pasižymi S1 ir T2 grupės bandiniai. Pakeitus siuvinėjimo siūlų rūšį pastebimas kiek didesnis stiprumo sumažėjimas. Vertinant bandinių ištisą, didesnių skirtumų taip pat nepastebima. Kiek didesnę tūsumo rodiklį turi S2 ir SL4.

Kalbant apie bandinių stiprumo savybes, svarbu atsižvelgti ir į labiausiai pažeidžiamas vietas. Didžiausia tikimybė, jog siuvinėto elemento stiprumas labiausiai sumažės vietose, kuriose suformuojamas didžiausias dygsnių kiekis. Išanalizavus bandinių išvaizdą po tempimo bandymų, nustatytos būdingos trūkimo vietos. Keletas būdingų pavyzdžių, prieš ir po tempimo bandymo, pateikiama 3.3.3 paveiksle.



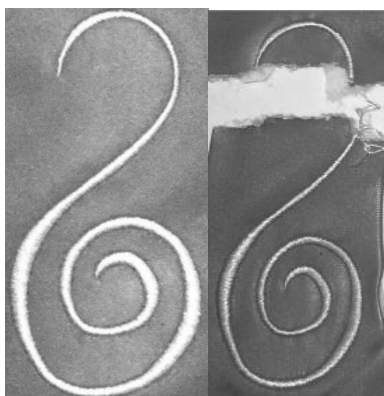
T1 (SL1)



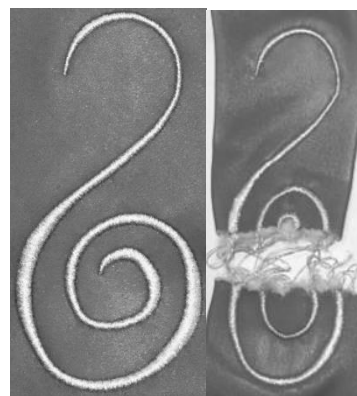
T2 (SL1)



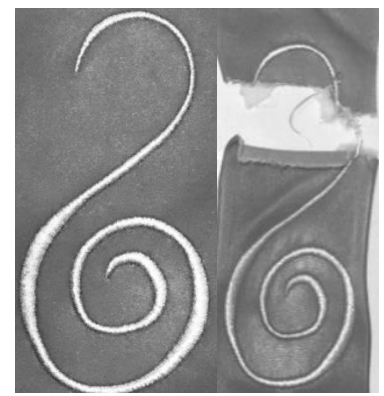
T3 (SL1)



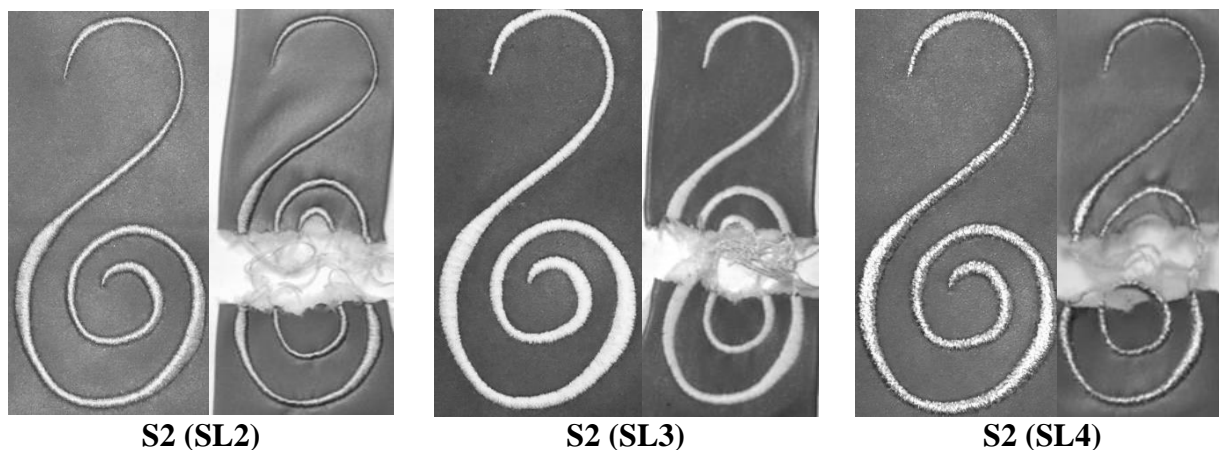
S1 (SL1)



S2 (SL1)



S3 (SL1)



3.3.3 pav. Dengtos megztinės medžiagos siuvinėtų bandinių išvaizda prieš ir po tempimo bandymo

Kaip jau minėta, pastebimos dvi pagrindinės sritys, kuriose dažniausiai trūksta bandinys. Dažniausiai tai įvyksta centrinėje siuvinėto elemento dalyje, kurioje yra didžiausias dygsnių tankumas. Kai kuriais atvejais atsirandanti kita vieta – viršutinė bandinio dalis, kurioje siuvinėto elemento fragmento plotis yra mažas. Todėl šiai bandinio daliai tenka pakankamai daug adatos dūrių.

Atlikti tyrimai puikiai atskleidžia ir iliustruoja, jog siuvinėjimo kokybė priklauso nuo daugelio veiksnių, tokių kaip siuvinėjamo elemento dizainas, siuvinėjimo proceso atlikimas ir kt. Svarbu pabrėžti, jog kiekvienas siuvinėjamas elementas yra atskiras atvejis, o kokybiškam jo išpildymui reikia įvertinti daug veiksnių.

Nustatyta, jog suprojektuoto siuvinėjamo elemento skaitmeninis vaizdas skiriasi nuo realiai pagaminto. Lyginant tais pačiais siūlais, tačiau su skirtingais užpildymo variantais ir tankumais išsiuvinėtus bandinius, subjektyviu metodu, nustatyta, jog optimaliausias variantas yra S2 parametrų rinkinys. Šiuo atveju vaizdų neatitikimas yra mažas, o taip pat mažas dygsnių kiekis, kuris turi įtakos gaminio su siuvinėtu elementu mažesnei kainai. Tačiau taikant kiekybinius metodus nustatyta, jog šios grupės bandinių storis yra didesnis nei *Tatami* bandinių. Storis daugeliu atvejų nėra teigiama savybė ir tiesiogiai priklauso nuo siuvinėjimo tankumo: kuo tankesnis siuvinėjimas, tuo didesnis siuvinėtos dalies storis. Tačiau vertinti tik storį nepakanka, reikėtų atsižvelgti ir į dėl siuvinėjimo sumažėjusį elemento lankstumą; *Tatami* elementai bus standesni nei *Satin*. Taip yra dėl siūlų sistemų išsidėstymo.

Vertinant geometrinius parametrus, įrodyta, kad didžiausias neatitikimas pastebimas *Satin* variantu užpildytuose bandiniuose; naudojant tuos pačius parametrus (tačiau skirtingus siūlus) tiems patiems elementams, pastebimi geometrinių matmenų, o taip pat ir storių pokyčiai. Todėl nėra vieno tinkamo parametrų rinkinio visiems atvejams.

Kalbant apie bandinių stiprumą, geriausius rezultatus parodė *Tatami* užpildymo bandiniai, mažai skyrėsi ir *Satin* grupės bandiniai. Visgi, pastebima tendencija, jog, didėjant siuvinėjimo tankumui, mažėja stiprumo savybės, taip pat jos mažėja ir keičiant siuvinėjimo siūlus. Didžiausią bandinio tūsumą parodė S2 grupės bandiniai, ši savybė yra pageidautina siuvinėtuose elementuose, kadangi ilgiau išlaiko nesuardytą dizainą.

Remiantis atliktais tyrimais priimta, kad optimaliausias siuvinėjimo technologinių parametrų rinkinys S2. Jis labiausiai tinkamas siaurų objektų siuvinėjimui. Tačiau patartina naudoti tankesnę posluoksnį, kuris turėtų padidinti stiprumą. Šis variantas optimaliausias naudojant standartinius siuvinėjimo siūlus. Skirtingos siūlų rūšies parinkimas reikalauja parametrų rinkinio peržiūrėjimo, kadangi reikia įvertinti ne tik siūlo išvaizdą, bet ir galimą jo poveikį pasirinktai medžiagai bei siuvinėto elemento užpildymo kokybei. *Tatami* užpildymas nerekomenduojamas siauriems objektams, nors daugeliu atvejų ir yra geresnis storio bei geometrijos pokyčių požiūriu. Šis užpildymas suteikia siuvinėtam elementui nepageidaujamo standumo ir be reikalo padidina dygsnių skaičių, kuris svarbus, vertinant aprangos masinės gamybos kaštus. Taip pat, subjektyvaus (vizualaus) vertinimo metu nustatyta, jog šiuo užpildymo variantu apdoroti siuvinėti elementai nepasižymi geriausiu estetiniu vaizdu.

4. Eksperimentinių tyrimų rezultatų taikymo galimybės

Kuriant aprangos gaminių kolekcijas įkvėpimo šaltiniu gali tapti gamta ir joje esantys gyvūnai, kurių akys žiba, bei vabzdžiai, galintys skleisti šviesą. Daugelis vairuotojų ne kartą naktį yra pastebėję pakelėje šokuojančio kiškio ar besiruošiančios bėgti per kelią katės žibančias akis (4.1.1 pav.).



4.1.1 pav. Gyvūnų akys atspindi šviesą [48]

O šiltą vasaros vakarą leidžiant gamtoje, galima pastebėti ir šviečiančius jonvabalius (4.1.2 pav.). Gamta yra graži ir pilna staigmenų. Su šiuo įvaizdžiu tapatinama ir jauna moteris, kuriai skiriama kolekcija. Siekiama įtikinti, jog grožis neturi pranykti naktį.



4.1.2 pav. Šviesą skleidžiantys gyvūnai [49], [50]

Tiriamajoje darbo dalyje buvo analizuojama tamsoje šviesą skleidžiantys fluorescenciniai siuvinėjimo siūlai. Taikant juos, gaminiuose galima atkartoti reiškinių, sutinkamą gamtoje. Tyrimo metu nustatyta, jog šiems siūlams tinkami standartiniai parametrai, tokie, kokie naudojami ir standartiniams siuvinėjimo siūlams. Tačiau šviesos skleidimo funkcija gali gerokai pajvairinti tiek siuvinėtą dizainą, tiek jo platesnį pritaikymą. Šie siūlai gali atlikti ir apsauginę funkciją, kadangi šviečia tamsoje. Nors jų veikimo principas ir yra kitoks nei atšvaito, tačiau tamsoje žmogus, dėvintis drabužius su fluorescencinėmis detalėmis, gali būti geriau matomas. Žinoma, šviesa nuo šių medžiagų

sklinda ribotą laiką ir yra intensyviausia pačioje pradžioje. Dėl išskirtinių savybių tokia moterų aprangos kolekcija gali būti vadinama „See. Be seen“.

Kolekcijos gaminių dekoravimo siuvinėtais elementais idėją sugeneravo ne tik minėtų reiškinių identifikavimas, bet ir miško paslaptys ir augmenijos formos (4.1.3 pav.).



4.1.3 pav. Įkvėpimo šaltinis gamta ir augalai

Atsižvelgiama į įvairius miškų augalus, jų motyvus, kurie neatsiejami nuo moteriško graakštumo bei elegancijos. Naudojami egzotiškų gėlių motyvai, kurių pagrindu sukurti grafiniai, mistiniai elementai siuvinėjami ant kolekcijos gaminių. 2 priedo 1-ame paveiksle pateikiamas sudarytas inspiracijų žemėlapis, atspindintis charakteringus idėjos bruožus, padedantis plėtoti ir išgryninti pasirinktą temą.

Remiantis įkvėpimo šaltiniais ir pagrindiniais kolekcijos kūrimo principais, kuriama kolekcija, kurią sudaro apranga, tinkama dėvėjimui tamsiu paros metu. Išskirtinumui suteikti naudojamos šviesą atspindinčios medžiagos ir fluorescenciniai siuvinėjimo siūlai. Pritaikomi prisiuvami dekoru ir funkciniai elementai, siuvinėjimo technologija.

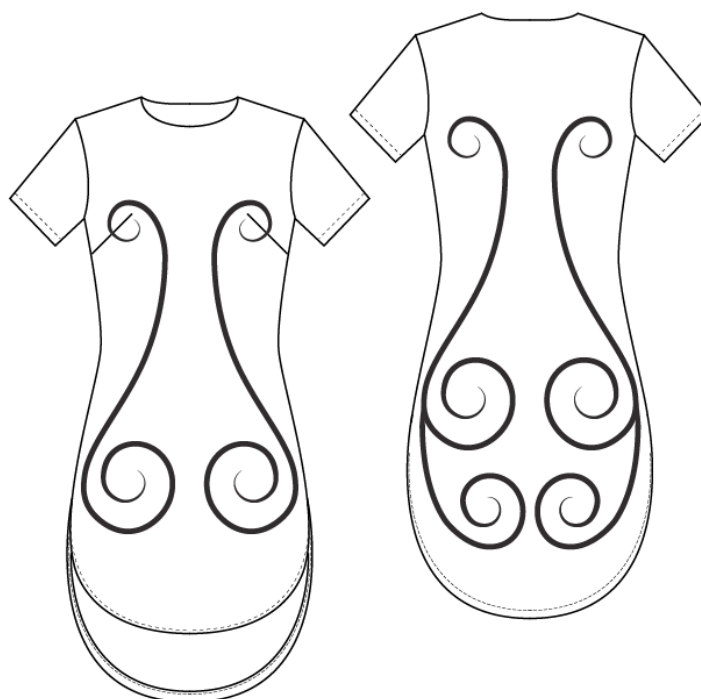
Kolekcijoje siūlomos naudoti medžiagos: dengta megztinė medžiaga (dirbtinė oda), dirbtinis kailis bei dekorui naudojamos šviesą atspindinčios medžiagos. Siuviniai kuriami iš dirbtinių ir sintetinių medžiagų norint parodyti, kaip svarbu saugoti gamtą. Kuriamų drabužių patogumui naudojamos ir megztinės medžiagos; odos ir kailiai tarpusavyje derinami, taip pat derinamos ir trys pagrindinės miško gelmę atskleidžiančios spalvos.

Kolekciją vienija bendri bruožai, tačiau atskirų modelių detalės, siluetai bei idėjos yra skirtingi. 4.2.1 paveiksle pateikiami kolekcijos modeliai. Bendra kolekcijos vizualizacija ir išsamesnis modelių aprašymas pateikiami 2-ame priede.



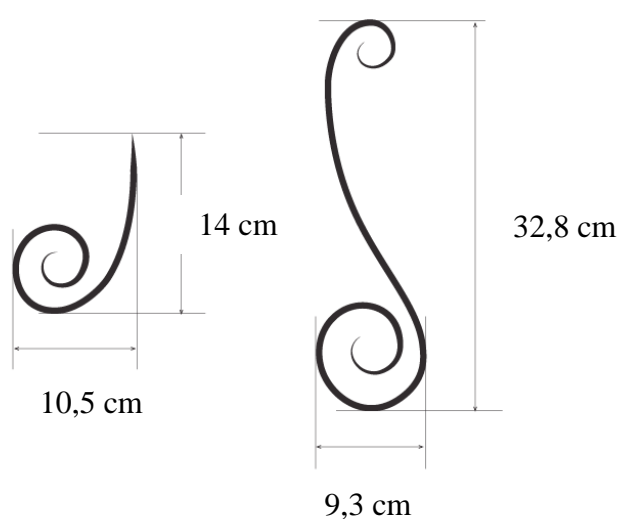
4.1.4 pav. Kompozicijos elementai

Kolekcijos gaminių dekoravimui parinkta siuvinėjimo technologija gali būti taikoma medžiagų apdorojimui prieš sukirpimą, siuvinėjant atskiras detales ar jau pagamintus gaminius. Šioje kolekcijoje galima siuvinėti paruoštas ar dalinai paruoštas detales, tam naudojant keletą skirtingų siuvinėjimo dizainų, kurie galėtų būti derinami tarpusavyje keičiant jų išsidėstymą bei kryptis. Kolekcijos idėjos atskleidimui gaminamas prototipas, pasiūtas iš eksperimentinėje dalyje tirtos dengtos megztinės medžiagos. Pasirinkto modelio techninis eskizas pateikiamas 4.2.1 paveiksle.



4.1.5 pav. Prototipo techninis eskizas

Pateiktame paveiksle matyti, jog gaminio konstrukcija nėra sudėtinga, tačiau siuvinėti funkciniai elementai suteikia gaminiui unikalumo ir platesnio pritaikymo galimybę. Šiam modeliui numatoma naudoti dvi skirtingas siuvinėjimo programas, keičiant jų vietas ir naudojant veidrodinį motyvo atspindį. Elementų išdėstymas matomas 4.1.5 paveiksle, siuvinėtų elementų dokumentacija pateikiama 2 priede. Prototipo gamyboje naudojami principiniai elementai pateikiami 4.1.6 paveiksle.



4.1.6 pav. Siuvinėjimo elementai

Siuvinėjimo programos sudarymui naudojama *Wilcom Embroidery Studio* programinė įranga, versija e3.0. Siuvinėto elemento stilistika atitinka tiriamojoje dalyje naudoto elemento stilistiką. Įvairios motyvo variacijos (dydžiai, formos, kryptys) idėjos pritaikomos visoje kolekcijoje.

Kuriamo siuvinėto elemento dizainas yra panašus, tik skiriasi jo dydis bei kai kurios proporcijos. Taip pat, naudojami technologiniai parametrai, kurie tiriamojoje dalyje parinkti kaip optimalūs. Pasirinktas *Satin* užpildymo variantas, pritaikant 80 % tankumą; pritaikomas *Zigzag* posluoksnis, kurio dygsnių tankumas yra 2 mm, o dygsnio ilgis – 5 mm. Išlaikoma 0,20 mm susitraukimo kompensacija. Naudojama siuvinėjimo mašina *Barudan* ir 11 numerio siuvimo adatos *Schmetz*, analogiškos naudotoms tiriamojoje dalyje. Siuvinėjimo formos tikslumui užtikrinti naudojama stabilizuojanti neaustinė medžiaga. Motyvas siuvinėjamas SL4 siūlais, turinčiais fluorescencinių savybių (*Gunold Glow Weiss*).

Apibendrinant kolekcijos „See. Be seen“ kūrimo ir prototipo įgyvendinimo proceso rezultatus matyti, kad pagrindiniu kolekcijos įkvėpimo šaltiniu tapo pati gamta ir jos gyventojai, ypač gyvūnai, gebantys skleisti ir atspindėti šviesą. Siekiama atskleisti paralelę tarp gražių gamtos gyvūnų, kuriems pati gamta įteikė šviesos skleidimo dovaną. Kolekcija siekiama atkreipti dėmesį ir į aktualias visuomenės problemas bei skatinti kūrybišką jų sprendimą, suteikiant moterims galimybę savo grožį atskleisti ir tamsoje.

Tikėtina, kad retam pro akis praslydo įvairios socialinės ir prevencinės reklamos bei priemonės, skatinančios dėvėti atšvaitus ir būti matomiems kelyje. Jų dėvėjimas tamsiuoju paros metu labai svarbus norint išvengti eismo įvykių, kuomet vairuotojas nepastebi pėsčiojo ar dviratininko. Ši problema ypač aktuali Lietuvos klimato sąlygomis.

Atsižvelgiant į aktualią problemą, sukurta kolekcijos idėja su integruotomis šviesą skleidžiančiomis detalėmis. Siekiama įrodyti, jog su tokiu drabužiu moteris gali atrodyti ne tik gražiai ir madingai, bet ir būti saugi. Kolekcijos gaminiai dekoruojami fluorescenciniais siūlais siuvinėtais motyvais, kurie suteikia išskirtinumo ir padidina gaminio funkcionalumą.

Išvados ir rekomendacijos

1. Remiantis subjektyvaus vertinimo rezultatais nustatyta, kad suprojektuoto siuvinėto elemento vaizdas skiriasi nuo realiai pagaminto siuvinėto elemento skaitmeninio vaizdo. Geriausias siuvinėto elemento estetiškas vaizdas yra elemento, siuvinėto taikant S2 technologinių parametrų rinkinį.
2. Siuvinėjant su šviesą atspindinčiais siūlais ir S2 technologinių parametrų rinkiniu, gaunama nepatenkinama siuvinėto elemento kokybė. Kokybei pagerinti reikėtų parinkti storesnes siuvinėjimo adatas, koreguoti technologinius parametrus ir nustatyti mažesnę siuvinėjimo greitį.
3. Vertinant pradinio siuvinėjamų medžiagų paketo ir siuvinėto elemento storio skirtumą nustatyta, jog *Satin* užpildymo bandinių storis yra gerokai didesnis už *Tatami* užpildymo bandinių. T3 ir S3 bandiniai atitinkamo užpildymo varianto grupėje pasižymi mažiausiai pakitusiu storiu palyginti su pradiniu medžiagų sistemos storiu.
4. Nustatyta, kad mažėjant dygsnio tankumui, mažėja siuvinėto elemento storis.
5. SL2 siuvinėjimo siūlais siuvinėtų elementų storis mažiausias palyginti su kitomis siūlų rūšimis.
6. Nustatyta, kad siuvinėjant SL3 siūlais, suprojektuoto ir realaus siuvinėto elemento geometrinių matmenų skirtumai yra mažiausi palyginti su kitomis siuvinėjimo siūlų rūšimis.
7. Vertinant suprojektuoto ir realaus siuvinėto elemento ilginių ir skersinių matmenų skirtumus nustatyta, kad geometrija kito visais atvejais. Dauguma matmenų sumažėjo lyginant su suprojektuotu elementu. Mažiausiai pakito SL3 skersinis b_2 matmuo daugeliu atvejų buvo didesnis, taip gali būti dėl didesnės dygsnių sancaupos smulkioje elemento dalyje.
8. Dengtos megztinės medžiagos su siuvinėtais elementais stiprumas visais atvejais sumažėjo palyginti su pradiniu siuvinėjamos medžiagų sistemos stiprumu.
9. Vienašio tempimo metu nustatyta, kad *Tatami* užpildymo bandinių trūkimo jėga didesnė už *Satin* grupės bandinių.
10. Įrodyta, kad didėjant siuvinėjimo dygsnių tankumui, mažėja siuvinėjamos medžiagų sistemos stiprumas.
11. Nustatyta, kad S2 grupės siuvinėto elemento tūsumas yra didžiausias.
12. Remiantis atliktais tyrimais galima teigti, kad optimalus siuvinėjimo technologinių parametrų rinkinys yra S2, kuris geriausiai tinka siaurų objektų siuvinėjimui, parinkus tankesnę posluoksnį. *Tatami* užpildymas nerekomenduojamas siaurų objektų siuvinėjimui, nes

padidina siuvinėto elemento standumą dėl didesnio dygsnių tankumo, kas daro įtaką aprangos masinės gamybos kaštų didėjimui.

13. Dengta megztinė medžiaga (dirbtinė oda), analizuotas siuvinėto elemento dizainas, parinkti optimalūs technologiniai parametrai ir funkciniai (fluorescensiniai) siūlai gali būti naudojami moteriškų viršutinių drabužių kolekcijos „SEE.BE SEEN“ gamybai.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Maleszka, T.; Kabacik, P. Bandwidth properties of embroidered loop antenna for wearable applications. *In Proceedings of the 3rd European Wireless Technology Conference*, Paris, France, 27 – 28 September 2010; pp. 89 – 92
2. Maria A ° kerfeldt^{1,2}, Anja Lund and Pernilla Walkenstro“m¹. Textile sensing glove with piezoelectric PVDF fibers and printed electrodes of PEDOT: PSS. *Textile Research Journal* 2015, Vol. 85 (17) 1789 – 1799.
3. Tae-Jin, K., Young-Seung, Ch., Jung-Sim, R., Electrically Conductive Metal Composite Embroidery Yarn and Embroidered Circuit Using Therefore. *United States Patent Application Publication*, US 2010/0199901 A1, Aug. 12, 2010.
4. Orth, M., Post, R., Cooper, E. Fabric Computing Interfaces. *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems*, (CHI'98), Los Angeles, ACM Press, p. 331-332.
5. Roh J.-S., hi Y.-S., Lee J.-H., Nam S., Kang T.J., Characterization of embroidered inductors. *Smart Materials and Structures*, 2010, vol. 19, p. 1-12.
6. Post. R., Orth, M., Russo, P. R., Gershendfeld, N. E-broidery: Design and fabrication of textile-based computing. *IBM Systems Journal*, 2000, vol. 39, no. 3 (4), 2000, p. 840-860.
7. Tsolis, A., Whittow, W. G., Alexandridis, A. A., Vardaxoglou, J. C. Embroidery and Related Manufacturing Techniques forWearable Antennas: Challenges and Opportunities. *Electronics* 2014, val. 2, p. 314-338.
8. Yu Ping Huang, Y-P. Effect of sewing types on flexible embroidery antennas in UHF band. *Microwave Conference (EuMC)*, 2013 European, 6-10 Oct. 2013, p. 88-91.
9. Seager, R., Zhang, S., Chauraya, A., Whittow, W., Vardaxoglou, Y., Acti, T., Dias, T. Effect of the fabrication parameters on the performance of embroidered antenas. *IET Microw. Antennas Propagation* 2013, vol. 7, p. 1174-1181.
10. Zhang, S., Chauraya, A., Whittow, W., Seager, R., Acti, T., Dias, T., Vardaxoglou, T. Embroidered wearable antennas using conductive threads with different stitch spacings. *In Proceeding of the Loughnorough Antennas and Propagation onference (LAPC)*, Loughbrough, UK, November 2012, p. 12-13.
11. Osman, M. A.R., Rahim, M.K.A., Samsuri,N.A., Ali, M.E. Compact and embroidered textile wearable antenna. *RF and Microwave Conference (RFM)*, 2011 IEEE International. 12-14 Dec. 2011.

12. Moradi, E., Bjorninen, T., Ukkonen, L., Rahmat-Samii, Y. Effects of Sewing Pattern on the Performance of Embroidered Dipole-Type RFID Tag Antennas. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. vol. 11, IEEE RFID Virtual Journal*. 13 December 2012, p. 1482 – 1485.
13. Chauraya, A., Zhang, S., Whittow, W., Acti, T., Seager, R., Dias, T., Vardaxoglou, Y.C. Addressing the challenges of fabricating microwave antennas using conductive threads. *Antennas and Propagation (EUCAP)*, 2012 6th European Conference on. March 2012, p. 26-30.
14. Roh, J-S., Chi, Y-S., Lee, J-H., Tak, Y., Nam, S., Kang, T. J. Embroidered Wearable Multiresonant Folded Dipole Antenna for FM Reception. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 2010, vol. 9.
15. Acti, T., Zhang, S., Chauraya, A., Whittow, W., Seager, R., Dias, T., Vardaxoglou, Y. High performance flexible fabric electronics for megahertz frequency communications. *In Proceedings of the Loughborough Antennas and Propagation Conference (LAPC)*, Loughborough, UK, 14-15 November 2011, p. 1-4.
16. Koski, E., Koski, K., Björninen, T., Babar, A. A., Sydänheimo, L. Fabrication of Embroidered UHF RFID Tags. *In Proceedings of the Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI)*, Chicago, IL, USA, 8-14 July 2012, p. 2.
17. Massey, P.J. Mobile phone fabric antennas integrated within clothing. *Antennas and Propagation*, 2001. *Eleventh International Conference on (IEE Conf. Publ. No. 480)*. April, 2001, p. 17-20.
18. Gould, P. Textiles gain intelligence. *Materials Today*, vol 6, October 2003, p. 38–43.
19. Alback, M. Embedded Electronics for intelligent Clothes. *Vaasa University, AUTO 3260*, 2006 [interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. lapkričio 16 d.]. Prieiga per internetą: http://users.tkk.fi/virranko/sensor_networks/alback1.pdf.
20. Rehmatulla, E. E-broidery: An Infrastructure for Washable Computing. *Master Thesis University of Massachusetts, Amherst*, May 1996, p. 74.
21. Sugane, A., Gunji, T. Evaluation of the Reflection Properties of Embroidery Yarn by Graphic Image Analysis. *Based on the Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, vol. 47.
22. Lemelson, J. H. Reflected Thread. *United States Patent Office*. Ser. No. 838,018, Aug 28, 1962 m.
23. Shanok, V., Shanok, J. P. Colored Light Reflective Composite Molding. *United States Patent Office*. Ser. No. 793,828, Dec. 15, 1970.
24. Jaro, M., COLD EMBROIDERY AND FABRICS IN EUROPE: XI- XN CENTURIES. *National Centre of Museums*, H-1087 Budapest, Hungary. 1990.

25. A. Geijer, A History of Textile Art', *Pasold ResearchFund*, W.S. Maney, Leeds, 1979.
26. Radavičienė S, Jucienė M. Influence of Embroidery Threads on the Accuracy of Embroidery Pattern Dimensions. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2012; 20, 3(92): 92 – 97
27. Radavičienė, S., Jucienė, M. Investigation of Mechanical Properties of Embroidery Threads *5th International Textile, Clothing & Design Conference Zagreb*, 3 – 6 October, 2010: pp. 494 – 499.
28. Rudolf, A., Geršak, J., Ujhelyiova, A., Sfiligoj Smole, M. Study of PES Sewing Thread *Properties Fibers and Polymers* 8 (2) 2007: pp. 212 – 217.
29. Rudolf, A., Geršak, J. Influence of Sewing Speed on the Changes of Mechanical Properties of Differently Twisted and Lubricated Threads during The Process of Sewing *Textile* 56 (5) 2007: pp. 271 – 277.
30. El-Kateb, S. N. An investigation of Factors affect Ends-down Rate in Embroidery Machine. *Journal of American Science* 2015.
31. Pavlinič, D. Z., Geršak, Investigations of the Relation Between Fabric Mechanical Properties and Behaviour. *International Journal of Clothing Science and Technology* 15 (3/4) 2003: pp. 231 – 240
32. Svetlana RADAVIČIENĖ, Milda JUCIENĖ, Žaneta JUCHNEVIČIENĖ, Lina ČEPUKONĖ, Ausma VILUMSONE, Ugis BRIEDIS, Ilzė BALTINA. Analysis of Shape Nonconformity between Embroidered Element and Its Digital Image. ISSN 1392–1320 *MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA)*. Vol. 20, No. 1. 2014 pp. 84 – 89
33. Chung-Feng Jeffrey Kuo and Yun Juang. A study on the recognition and classification of embroidered textile defects in manufacturing. *Textile Research Journal* 0(00) 2015: Pp. 1 – 16. The Author (s) 2015 Reprints and permissions: sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav DOI: 10.1177/0040517515590410 trj.sagepub.com.
34. Bakšienė, S., Jucienė, M., Dobilaitė, V. Research on Embroidery Puckering. *Journal of Young Scientists*, 2006, no. 3 (10), p. 86-91.
35. V. Daukantienė, I. Laurinavičiūtė. The synergism of design and technology for the optimisation of embroidery motifs in clothing, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 25 No. 5, 2013, pp. 350-360.
36. LST EN 12127: Textiles -Fabrics. Determination of mass per unit area using small samples, 1999.
37. LST EN 29073-1: Textiles - Test methods for nonwovens — Part 1: Determination of mass per unit area, 2000.

38. Anrealage, 2016. *Reflective Innovation*. Style cartel. [žiūrėta 2016-12-06]. Prieiga per internetą: <<http://stylecartel.com/anrealage-springsummer-2016-ready-wear-pfw-reflective-innovation/>>
39. Ben Fellowes. *Anti-Depressant Fluorescent! Neon Colors are Taking Over Fashion and Sportswear*. Roland. [žiūrėta 2017-04-06]. Prieiga per internetą: <<https://www.rolanddga.com/blog/2016/10/11/fluorescent-fashion-and-sportswear>>
40. Bob Purcell. *Black Lights and How Some of our Thread React*. Superior threads. [žiūrėta 2017-04-06]. Prieiga per internetą: <<http://www.superiorthreads.com/education/black-light-threads/>>
41. Faith, 2016. *Splurge: Izabel Goulart's Rio Gucci Green Silk Duchesse Embroidered Bomber, Dior Fluorescent Lemon Yellow Mini Diorever Bag, and Nike Cortez 72 Sneakers*. Fashion Bomb Daily. [žiūrėta 2017-04-06]. Prieiga per internetą: <<http://fashionbombdaily.com/splurge-izabel-goularts-rio-gucci-green-silk-duchesse-embroidered-bomber-dior-fluorescent-lemon-yellow-mini-diorever-bag-nike-cortez-72-sneakers/>>
42. Internetinė parduotuvė. Ali Express. [žiūrėta 2017-04-06]. Prieiga per internetą: <https://www.aliexpress.com/store/product/Fluorescent-butterfly-DIY-Full-Resin-Round-Diamond-Painting-Square-Mosaics-Cross-Stitch-Embroidery-Stones-Painting-Craft/1181064_32657342938.html>
43. Nancy Zieman. *Sew Glow in the Dark Halloween*. Nancy Zieman, blog article. [žiūrėta 2017-04-06]. Prieiga per internetą: <<http://www.nancyzieman.com/blog/quick-sewing-projects/sew-halloween-projects/>>
44. Gillian Suggett. *An introduction to Computerized Embroidery*. Wilcom, blog article. [žiūrėta 2016-10-10]. Prieiga per internetą: <<https://www.wilcom.com/About/Blog/BlogArticle/tabid/123/ArticleId/47/An-introduction-to-Computerized-Embroidery.aspx>>
45. Tekstilė. Standartinė kondicionavimo ir bandymo aplinka (ISO 139:2005) <<http://lsd.lt/index.php?-1181708218>>
46. Domskienė, J., Daukantienė, V., Vaitkevičienė V. *Siuvinių medžiagotyra: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2008. 32p. ISBN 9955-09-972-0
47. COATS. Signal. *Retro reflective sewing and embroidery thread for fashion applications*. [žiūrėta 2017-01-20]. Prieiga per internetą: <<http://www.coatsindustrial.com/en/products-applications/industrial-threads/signal>>

48. Gyvūnų šeiminkas. Kačių regėjimo ypatumai. [žiūrėta 2016-11-06]. Prieiga per internetą: <<http://mypets.lt/2593/kaciu-regejimo-ypatumai/>>
49. Oendriła De. *10 Spectacular Glowing Animals*. Wonders list. [žiūrėta 2017-04-20]. Prieiga per internetą: <<http://www.wonderslist.com/10-spectacular-glowing-animals/>>
50. Chris Combs, May 14, 2009. *GLOWING ANIMALS: Pictures of Beasts Shining for Science*. National Geographic News.[žiūrėta 2017-04-06]. Prieiga per internetą: <<http://news.nationalgeographic.com/news/2009/05/photogalleries/glowing-animal-pictures/>>


PRIEDAI



1 priedas. Pradinių duomenų ir statistinių parametų suvestinė



P1 lentelė. Medžiagų storio nustatymas


Bandinys	1	2	3	4	5	Vid. x	Variacijos koeficientas, v %	Santykinė atsitiktinė paklaida, δ %
Dengta megztinė medžiaga M (h_{OD})	0,47	0,48	0,47	0,48	0,48	0,48	1,43	1,15
Neaustinė medžiaga FL (h_{FD})	0,46	0,46	0,47	0,46	0,46	0,47	1,20	0,97
MFL ($h_{OD}+2h_{FD}$)	1,37	1,39	1,36	1,35	1,34	1,36	1,75	1,41

P2 lentelė. Subjektyvaus (vizualaus) vertinimo rezultatai

Kodas	Vaizdas programoje Vaizdas realaus objekto	Dgs., sk., tūkst	Tarpai tarp dygsnių	Medžiagos raukšlėjimasis	Suprojektuoto ir realaus vaizdo neatitikimas
T1		3,12	4 4 4 5 4	3 4 2 3 3	3 4 3 4 5
Vid. x		3,13	4,20	3,00	3,80
Variacijos koeficientas (v), %			10,65	23,57	22,02
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %			13,22	29,26	27,33

T2		2,86	4 5 4 3 5	4 3 4 4 3	5 5 4 3 4
Vid. x		2,86	4,20	3,60	4,20
Variacijos koeficientas (v), %			19,92	15,21	19,92
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %			24,73	19,89	24,73
T3		2,58	4 3 3 4 2	3 4 4 2 3	3 2 4 2 2
Vid. x		2,58	3,20	3,20	2,60
Variacijos koeficientas (v), %			26,15	26,15	34,40
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %			32,46	32,46	42,71

S1		1,92	5 5 4 5 5	3 4 4 4 3	4 5 5 4 4
Vid. x		1,92	4,80	3,60	4,40
Variacijos koeficientas (v), %			9,32	15,21	12,45
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %			11,57	18,89	15,45
S2		1,73	5 5 5 4 4	4 3 4 4 3	5 4 5 5 4
Vid. x		1,73	4,60	3,60	4,60
Variacijos koeficientas (v), %			11,91	15,21	11,91
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %			14,78	18,89	14,78

S3		1,57	4 5 3 4 3	5 4 4 3 4	3 3 2 4 3
Vid. x		1,57	3,80	4,00	3,00
Variacijos koeficientas (v), %			22,02	17,68	23,57
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %			27,33	21,95	29,26

P3 lentelė. Siuvinėtų elementų storio (mm) ir jo pokyčio nustatymas

Matavim. h_s	1	2	3	4	5	Vid. x	Δh , %	Variacijos koeficientas (v), %	Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %
T1 (h_{ST1})	1,84	1,86	1,76	1,79	1,84	1,82	33,82	2,28	2,83
T2 (h_{ST2})	1,70	1,67	1,67	1,71	1,66	1,68	23,53	1,29	1,60
T3 (h_{ST3})	1,63	1,71	1,60	1,64	1,60	1,64	20,59	2,75	3,42
S1 (h_{SS1})	2,30	2,22	2,22	2,32	2,22	2,26	66,18	2,21	2,74
S2 (h_{SS2})	2,12	2,14	2,25	2,21	2,23	2,19	61,03	2,60	3,23
S3 (h_{SS3})	2,10	2,22	2,17	2,10	2,09	2,14	57,35	2,66	3,30
SL2 (h_{SSL2})	1,76	1,70	1,73	1,67	1,70	1,71	25,74	1,99	2,48
SL3 (h_{SSL3})	2,15	2,15	2,17	2,18	2,16	2,12	55,88	0,60	0,75
SL4 (h_{SSL4})	2,01	1,99	1,98	2,00	2,02	2,00	47,06	0,79	0,98
SL5 (h_{SSL5})	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P4 lentelė. Siuvinėtų elementų geometrinių matmenų ir jų pokyčių nustatymas

	Programoje	T1	T2	T3	S1	S2	S3	SL2	SL3	SL4	SL5
l_{1i}	79,81	79,37	79,55	79,17	79,54	79,06	79,21	78,89	79,86	79,57	-
		79,26	79,81	79,53	79,45	78,84	79,40	79,42	79,81	79,50	-
		79,22	79,80	79,11	78,91	79,24	78,97	79,72	79,81	79,66	-
		79,60	79,18	79,61	79,17	79,01	79,15	79,38	79,75	79,50	-
		79,51	79,81	79,59	79,38	79,00	78,84	79,59	79,30	79,64	-
Vid. x	79,81	79,39	79,63	79,40	79,29	79,03	79,11	79,40	79,71	79,57	-
Variacijos koeficientas (v), %		0,204	0,342	0,305	0,318	0,182	0,274	0,398	0,289	0,095	-
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %		0,253	0,429	0,378	0,396	0,226	0,340	0,494	0,359	0,118	-
Δl_1	0	0,53	0,23	0,51	0,65	0,98	0,88	0,51	0,13	0,30	-
l_{2i}	37,64	37,60	37,68	37,32	37,47	37,01	37,21	37,06	37,88	37,62	-
		37,54	36,88	37,41	37,96	37,00	37,14	37,28	37,68	37,38	-
		37,74	37,73	37,26	37,08	37,04	36,60	37,52	37,68	37,46	-

		37,63	37,68	37,41	36,94	37,14	37,45	37,29	37,71	37,54	
		37,54	37,65	37,68	37,06	37,19	36,99	37,44	37,50	37,75	
Vid. x	37,64	37,61	37,52	37,42	37,30	37,08	37,08	37,32	37,69	37,55	-
Variacijos koeficientas (v), %		0,22	0,96	0,43	1,12	0,22	0,849	0,47	0,36	0,38	-
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %		0,27	1,19	0,53	1,39	0,28	1,05	0,59	0,44	0,47	-
ΔI_2	0	0,08	0,32	0,58	0,90	1,49	1,49	0,85	0,13	0,24	-
		39,42	39,24	39,20	38,67	39,00	38,64	38,31	39,33	39,39	-
		39,23	39,22	38,89	39,03	38,73	38,88	39,00	39,42	39,29	-
b_{1i}	39,43	39,33	39,21	38,93	39,22	38,87	38,82	39,09	39,46	39,29	-
		39,62	39,56	39,24	38,70	38,69	38,58	38,71	39,42	39,26	-
		39,11	39,22	39,29	38,95	38,78	38,68	39,02	38,89	39,15	-
Vid. x	39,43	39,34	39,29	39,11	38,91	38,81	38,72	38,83	39,30	39,28	-
Variacijos koeficientas (v), %		0,49	0,39	0,48	0,59	0,32	0,33	0,83	0,60	0,22	-
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %		0,61	0,48	0,59	0,74	0,39	0,40	1,03	0,75	0,27	-
Δb_1	0	0,23	0,36	0,81	1,32	1,57	1,80	1,52	0,33	0,38	-
		24,71	25,44	24,56	24,96	24,72	24,65	24,56	25,04	25,26	-
		25,04	25,07	24,84	24,76	24,59	24,76	24,47	25,00	25,22	-
b_{2i}	24,54	25,00	24,73	25,00	24,87	25,04	24,65	24,98	24,76	25,04	-
		25,17	25,09	25,13	25,09	25,18	24,93	24,69	24,69	24,95	-
		25,13	24,87	25,13	24,28	24,78	24,78	24,87	24,60	24,89	-
Vid. x	24,54	25,01	25,04	24,93	24,79	24,86	24,75	24,71	24,82	25,07	-
Variacijos koeficientas (v), %		0,72	1,07	0,96	1,25	0,97	0,47	0,86	0,77	0,65	-
Santykinė atsitiktinė paklaida (δ), %		0,89	1,33	1,19	1,56	1,21	0,58	1,06	0,97	0,81	-
Δb_2	0	-1,52	-2,04	-1,59	-1,02	-1,30	-0,56	-0,69	1,14	2,16	-

P5.1 lentelė. Dengtos megztinės medžiagos ir jos siuvinėtų elementų vienašio tempimo charakteristikų nustatymo pradiniai duomenys ir statistiniai parametrai

	S1	S2	S3	T1	T2	T3	SL2	SL3	SL4	SL5
Trūkimo jėga, (N)	539,25	620,25	640,50	480,50	615,02	546,75	537,00	558,75	451,50	-
	600,75	537,00	431,20	595,50	606,00	573,00	542,25	502,50	507,00	
	594,00	597,75	530,25	634,50	551,25	606,33	577,50	494,50	532,50	
	584,25	543,00	525,75	585,00	587,25	574,50	501,00	525,00	487,50	
Vid. <i>x</i>	579,56	574,50	531,93	573,96	589,90	575,12	539,47	520,26	494,63	-
Variacijos koeficientas, v (%)	4,78	7,13	16,09	11,46	4,79	4,24	5,80	5,53	6,90	
Santykinė atsitiktinė paklaida, δ (%)	7,61	11,34	25,59	18,24	7,61	6,75	9,23	8,79	10,98	
Trūkimo ištįsa, mm	63,30	76,00	75,04	90,40	87,10	73,73	69,10	73,63	79,60	-
	71,78	94,40	60,90	69,68	70,80	80,20	70,90	67,60	62,48	
	76,63	75,68	55,50	68,18	63,10	69,00	70,70	93,20	82,10	
	66,98	66,23	75,52	66,23	71,10	73,43	69,70	70,70	69,60	
Vid. <i>x</i>	69,67	78,08	66,74	73,03	73,62	74,09	70,12	76,28	79,45	-
Variacijos koeficientas, v (%)	8,32	15,09	15,14	15,31	13,81	6,22	1,21	15,13	12,38	
Santykinė atsitiktinė paklaida, δ (%)	13,13	24,02	24,09	24,36	21,98	9,90	1,93	24,08	19,69	

P5.2 lentelė. Dengtos megztinės medžiagos, neaustinės medžiagos ir jų sistemos stiprumo bei tūsumo charakteristikų nustatymo pradiniai duomenys ir jų statistiniai parametrai

	M	FL	MFL
Max jėga, <i>N</i>	635	16	664
	656	15,30	635
	581	15,30	662
	581	15,30	639
Vid. <i>x</i>	613,25	15,48	650
Variacijos koeficientas, <i>v%</i>	6,23	2,26	2,33
Santykinė atsitiktinė paklaida, $\delta\%$	9,91	3,59	3,70
MaxIštįsa, <i>mm</i>	79,40	28,80	81,90
	78,90	17,60	78,70
	76,60	21,60	83,00
	81,50	25,50	78,80
Vid. <i>x</i>	79,10	23,38	80,60
Variacijos koeficientas, <i>v%</i>	2,54	20,73	2,71
Santykinė atsitiktinė paklaida, $\delta\%$	4,05	32,98	4,31

2 priedas. Siuvinėto elemento pritaikymas aprangos kolekcijose











1 pav. Inspiracijų žemėlapis






2 pav. Kolekcijos vizualizacija

P2.1 lentelė. Kolekcijos modelių aprašymas

Eil./nr.	Modelis	Medžiaga ir spalva
1.		<p>Palaidinės viršutinei dalei naudojama juoda dirbtinė oda, ant jos pritaikomas atšvaitinės medžiagos siuvinėtas motyvas. Apatinė dalis – rudas trikotažas, suteikiantis patogumo dėvint. Sijonas siuvas iš dirbtinės odos, skirtingų spalvų detalėms pritaikomi atšvaitiniai motyvai ir dekoratyviniai peltakiai. Derinama ruda ir mėlyna dirbtinė oda. Medžiaga standi, todėl gaunamas geras vizualus efektas. Pagrindinėms detalėms naudojamos griežtos statinės linijos, kurios puošiamos dekoratyvinėmis sukriomis linijomis ir ornamentais. Asimetrinė sijono forma.</p>
2.		<p>Naudojama žalia ir ruda dirbtinė oda. Medžiaga tampri ir plastiška, gražiai gula prie kūno. Suknelė asimetrinio kirpimo. Asimetrinių formų detalės jungiasi vienos su kitomis. Modelis puošiamas sklandžiais, šviesą atspindinčiais ornamentais. Išlaikomos pagrindinės proporcijos</p>
3.		<p>Marškinėliams naudojamas mėlynaa megztinė medžiaga. Kelnės siuvas iš įstrižinių mėlynos ir žalios dirbtinės odos detalių. Kelnų atvartams naudojami dažyto dirbtinio kailio gabaliukai. Juosmuo siuvas iš šviesą atspindinčios medžiagos. Asimetrinės kelnų detalės susiuvamos į proporcingą kelnų formą. Visas kelnų ilgis dekoruojamas šviesą atspindinčiais ornamentais.</p>
4.		<p>Palaidinė iš mėlynos dirbtinės odos, su per centrą einančia rudos dirbtinės odos juosta ir atšvaitinės medžiagos elementais. Derinama prie juodų megztos medžiagos tamprių su šonuose esančiais juodos dirbtinės odos intarpais ir dekoratyvinėmis sagomis. Išlaikoma proporcija, priglundęs siluetas. Griežtos statmenos linijos derinamos su rangytais dekoratyviniais elementais.</p>

5.		<p>Paltukas iš rudos dirbtinės odos, derinant mėlynai dažytą dirbtinį kailį viršutinėje palto dalyje. Geros šiluminės savybės ir estetiškai išvaizda. Statiškos kirpimo linijos derinamos su šviesiai atspindinčiais ornamentais. Drabužis viršuje prigludęs ir plėtėja į apačią.</p>
6.		<p>Mėlynos megztinės medžiagos palaidinė šiek tiek išskeltais ir praplatintais pečiais. Stipriai plėtėjantys karpiai iš rudos dirbtinės odos su dekoratyviniu kanteliu per visą ilgį. Juosmuo iš šviesiai atspindinčios medžiagos, kišenių apvadai ir žalios dirbtinės odos. Tiesios linijos, plėtėjantis siluetas. Dekoruoja atšvaitiniu ornamentu.</p>
7.		<p>Suknelė su prailginta nugarine dalimi ir giliais skeltukais iš mėlynos dirbtinės odos. Gerai priglunda prie kūno, bet yra pakankamai standi ir formuoja netradicinį suknelės kritimą. Asimetrinės ir susikertančios linijos krūtinės srityje. Išlaikoma figūros proporcija.</p>
8.		<p>Platus ir standus šortai iš mėlynos dirbtinės odos. Švarkas be rankovių iš žalios dirbtinės odos su mėlynai dažyto dirbtinio kailio intarpu. Derinamos siūtos ir siuvinėtos šviesiai atspindinčios medžiagos detalės. Siluetas viršuje prigludęs ir plėtėjantis į apačią. Simetrinės kirpimo linijos derinamos su vingiuotomis ornamentu linijomis ir lenktomis juostomis.</p>

9.		<p>Sijono ir palaidinės kostiumėlis. Sijonas prigludęs, projektuojamas iš žalios megztinės medžiagos. Patogus ir atskleidžia moteriškas formas. Labai plati ir trumpa palaidinė iš žalios dirbtinės odos. Viršutinė dalis gaubia pečius, gaminama iš rudo kailio. Plataus silueto palaidinės kirpimo linijos statiškos, bet derinamos su ornamentais, atspindinčiais šviesą. Prigludęs pieštuko formos sijonas dekoru detalių neturi ir tik papildo palaidinę.</p>
10.		<p>Švarkelis iš mėlynos dirbtinės odos ir rudo dirbtinio kailio. Rankovės atvartai yra taip pat iš kailio. Kišenė dekoruota šviesą atspindinčia medžiaga. Platūs ir standūs šortai projektuojami iš rudos dirbtinės medžiagos su kanto linijomis. Asimetrinės formos švarkelis vieno pusėje ilgesnis. Derinama oda ir kailis. Tiesių linijų kirpimas dekoruojamas šviesą atspindinčiais ornamentais. Ypač platūs šortai iškraipo figūros proporciją.</p>
11.		<p>Suknelė iš mėlynos dirbtinės odos. Nugaroje ilgesnė, skeltukai formuojami lenktomis formomis, derinama su šviesą atspindinčiais elementais. Geras suknelės prigludimas ir kartu standumas. Nesudėtingo kirpimo suknelė dekoruojama šviesą atspindinčiais elementais.</p>

Sukmot2

Sukmot3

3 priedas. Straipsnis

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
Action Links	FIPO-D-17-00267	Comprehensive analysis of the quality of coated fabric embroidery	16 Mar 2017	04 Apr 2017	Under Review

Comprehensive analysis of the quality of coated fabric embroidery

Karolina Mikelionytė and Virginija Daukantiene*

Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania

(Corresponding author: virginija.daukantiene@ktu.lt)

Department of Materials Engineering, Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology, Studentų str. 56, Kaunas 51424, Lithuania

ABSTRACT

The embroidery can be applied to improve garment aesthetic or functional properties. The influence of the embroidery technological parameters applying *Tatami* and *Satin* fillings with the different stitch densities and different thread types (standard, of very low diameter, fluorescent as well as metallic) on the geometric parameters as well as on the tension characteristics of embroidery on the polyurethane coated polyester knitted fabric has been investigated in this research. Based on the obtained results, it was shown that the changes in the thickness, widths and lengths of the designed digital image comparing with the ones of actual embroidery samples were dependent on filling type, stitch density and thread type. The breaking force and elongation at break of the embroidery fabric were decreased comparing with these characteristics of the coated fabric as well as with the ones of the investigated fabric system in almost all cases.

Keywords: PU coated fabric, SEM, embroidery, geometric parameters, fluorescent, metallic, embroidery thread, tension characteristics.

1. INTRODUCTION

The embroidery can be applied to improve garment aesthetic or functional properties, to perform brand name of the company on formal clothing or workwear, etc. Embroidered bags, shirts, dresses, jackets, leather or coated fabric jackets and even boots can be seen in Spring Summer 2017 collections presented by Gucci, Dolce & Gabbana, Alexander McQueen's and many others. Embroidery is found in a variety of new functional applications in engineering, medicine or smart textiles due to the unique opportunity of creating three-dimensional light-weight structures and laying threads on the base material in all directions as well as it is remaining one of the advantageous technologies due to the opportunity to vary in sensor geometry design and material choice [1]. Thus, it is seen, that the applications of embroidery range from the casual clothing to wearable electronics such as receivers, computer or phone keypads, etc., which may be integrated directly into smart textile products [2]. The embroidery technique also is considered as the advantageous manufacture technology for wearable textile antennas due to several reasons: bespoke or mass produced designs can be manufactured using digitised embroidery machines; glue is not required and the designs are aesthetic and are integrated into clothing rather than being attached to it [3].

Standard embroidery technology represents an additional processing tool for fibrous biomaterials which can be applied in medicine [4]. In the analysed research [4] was highlighted that the use of industrial embroidery machines limited the values of stitch density and the spatial resolution of stitches. Thus, for designing of more complex textile architectures the use of thinner yarns and higher stitch densities machine modifications could be of high importance for the development of industrial embroidery machines [4].

The manufacturing process of smart textile and clothing employs the multi-layered embroidery method that requires especially high accuracy, i.e. the embroidered elements shall meet the dimensions of the programmed digital images precisely [2, 5, 6]. A very common governing problem in embroidery manufacture

is that the shape and dimensions of the actual embroidery do not usually conform to the shape and dimensions of the designed digital image [5]. Former investigations have demonstrated that the greatest nonconformities were observed in the stitch formation direction of the embroidered element and they are influenced by structural distinctions and properties of fabrics and threads, embroidery filling and technological parameters, technical characteristics of embroidery machines as well as type of material fixation in it, working method, and worker's experience [5, 7]. It was determined previously, that the embroidery direction makes the influence on the elongation of the embroidered element [2]. It is also known [9], that waves with different height and different shape may be formed inside the embroidery element dependently on the type of embroidery threads.

The aim of this research is to evaluate the influence of the embroidery technological parameters and different thread types on the geometric parameters as well as on the tension characteristics of embroidered elements on coated fabric products.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

The object of investigation was the commercially available polyester knitted fabric coated with porous polyurethane layer fabric CF (Figure 1) suitable for jacket, dress, trousers, and other products manufacture (fabric course density – 21 loops/cm; fabric wale density – 15 loops/cm). Two layers of polyester nonwoven fabrics NF) were applied for the stabilisation of embroidery area. The multilayer textile system CF+2NF was embroidered applying the different embroidery threads (Table 1) and technological parameters (Table 2). The edges of nonwoven fabric pieces were removed after embroidery process.

Coated fabric h_{CF} and embroidery sample h_e thicknesses were measured with I-40-L SCHMIDT gauge with 0.01 mm accuracy at 49 kPa pressure. The thickness of coated fabric was equal to 0.48 mm. Area density (mass per area) of the coated fabric was determined according to the standard LST EN 12127 [10], and it was found being 404.57 g/m². The area density of nonwoven fabric was obtained 53 g/m² in compliance with LST EN 29073-1 [11]. The thickness of nonwoven fabric h_{NF} was equal to 0.46 mm.

Five specimens were tested for each set of samples. Structure parameters measurement error varied from 0.75 % up to 3.49 %. Variation coefficient varied from 0.60 % up to 2.75 %.

Figure 1.

Designed digital image was embroidered applying commercially available embroidery threads the characteristics of which are presented in Table 1.

Table 1.

The influence of technological parameters (Table 2) on the geometric parameters and tension characteristics of embroidery was determined using SL1 embroidery threads (Table 1). They were used for the threading of machine needles and shuttle. The appearance and quality of the embroidery applying different types of embroidery threads also may vary due to the differences between their thickness, construction, fiber composition and application (purpose) [8, 12]. On the basis of the determined optimal technological parameters the influence of thread type on the embroidery quality was investigated using SL2, SL3 and SL4 threads for the needles threading (Table 1) and SL1 threads – for the shuttle threading in all cases.

2.2. Embroidery technological parameters

Digital images (Figure 2 (a)) were designed using *Wilcom Embroidery Studio* software (e3.0 version). The designed digital images were embroidered on the coated fabric (Figure 2 (b)) using an industrial machine *Barudan* with one embroidery head. The head was equipped with 15 *Schmetz* needles (11 sizes). The long axis of embroidery was oriented lengthwise course direction of coated fabric. *Zigzag* underlay was embroidered according to the designed digital image shown in Figure 2 (c). 0.2 mm pull compensation was adjusted. An automatic thread cutting was turned on in that case if the next embroidered element was at a larger distance than 6 mm; and the bar-tack of the last stitch was programmed if the location of the next element was expected at a larger distance than 2 mm. The bar-tacks were also programmed in start and end points. 2 mm travel run was adjusted. 35 % shortening of the stitches was chosen. Maximum number of shortened stitches was 5. Designed digital image was saved in *.*dst* format and stored on the computer memory.

Two filling types *Tatami* and *Satin* (Table 2) were applied for the embroidery of designed digital images. Stitch density was changed for both cases. *Tatami* filling is more suitable for the embroidery of larger material areas. These areas can be covered by overspread short stitches which could be oriented towards different sample directions. This filling type influences the lower fabric shrinkage due to embroidery, and it could be used as the under layer of embroidery.

Table 2.

Figure 2.

Satin filling is the most usually applied for the embroidery of the narrow-designed images which could be covered by one continuous zigzag stitch. The maximum available length of this type of stitch is recommended to be 10 mm because of the limit when the high embroidery quality may be ensured. Embroidery covered with this stitch mode is more raised and smoother. In this case, sample shrinkage increases because of longer embroidery stitches. Three groups of samples were embroidered with *Satin* mode selecting the auto split of the stitch near 9 mm length value and changing the stitch density parameters (Table 2).

Five specimens were tested for each set of samples and they were conditioned according to the standard LST EN ISO 139 [13] before embroidery quality evaluation tests to ensure the full relaxation of embroidery threads.

2.3. Determination of the changes in the embroidery geometry parameters

Embroidery samples were captured using a digital Nikon D3100 image camera which was fixed stationary at a distance h_1 of 30 cm from the sample surface placing a ruler beside to evaluate the capturing scale. The center of camera lens was matched with the centre of embroidered element C (Figure (a, b)). Captured images (Figure 2 (b)) were edited and the measurements of geometry parameters were processed applying *Corel DrawX6* software package.

b_{e1} and b_{e2} widths as well as l_{e1} and l_{e2} lengths of the embroidery sample were measured using the scheme shown in Figure 2 (c). Dimension conformity between embroidered element (Figure 2 (b)) and designed digital image (Figure 2 (a)) was determined. Percentage changes in the geometrical parameters of embroidery were calculated according to the following equations:

$$\begin{aligned} \text{change in length } \Delta l_1, \%: & \quad \Delta l_1 = \frac{l_1 - l_{e1}}{l_1} \times 100, \\ \text{change in width } \Delta b_1, \%: & \quad \Delta b_1 = \frac{b_1 - b_{e1}}{b_1} \times 100, \\ \text{change in length } \Delta l_2, \%: & \quad \Delta l_2 = \frac{l_2 - l_{e2}}{l_2} \times 100, \\ \text{change in width } \Delta b_2, \%: & \quad \Delta b_2 = \frac{b_2 - b_{e2}}{b_2} \times 100. \end{aligned}$$

Changes in the embroidery sample thickness compared with the sum thickness of coated fabric and two layers of nonwoven fabrics $h_{CF} + 2h_{NF}$ were determined according the following equation:

$$\text{change in thickness } \Delta h, \%: \quad \Delta h = \frac{(h_{CF} + 2h_{NF}) - h_e}{(h_{CF} + 2h_{NF})} \times 100,$$

where h_e – thickness of embroidery sample, mm; h_{CF} – thickness of coated fabric, mm; h_{NF} – thickness of nonwoven fabric, mm.

2.4. Uniaxial material testing

Uniaxial tension test was carried out at ambient temperature using computerized CRE type tension machine H10 KT (Tinius Olsen, UK) with a load cell of 10 kN. A tension velocity (crosshead speed) was 100 mm/min. The dimensions of working area of the lengthwise oriented fabric sample were 100 mm × 50 mm.

Tension characteristics' determination error varied from 6.74% up to 25.59 %. Variation coefficient varied from 4.23 % up to 16.09 %.

Results and discussion

Depending on the manufacturer's requirements as well as on the expected quality embroidery parameters for the same embroidery design and fabric may differ. Analysing the influence of filling type and technological parameters on the geometry of embroidered element it has been determined that $h_{(CF+2NF)}$ thickness (Figure 3), designed b_1 and b_2 width parameters as well as l_1 and l_2 length dimensions of digital image (Figure 4) in all cases didn't correspond with the ones of the embroidery samples. For all the cases that were tested the thickness of the embroidery samples increased from 20.59 % to 66.18 % depending on the technological embroidery parameters as well as from 25.74 % to 61.03 % depending on the thread type.

From the Figure 3 it can be seen that the changes in thickness increase after increasing stitch density for *Tatami* and *Satin* fillings. The changes of thickness in the embroidery samples are higher for *Satin* filling than for *Tatami* due to the different stitch construction. Evaluating the influence of different thread types on the change in the coated fabric thickness because of embroidery, the highest increase in the sample thickness was determined for SL3 fluorescent thread due to their specific finishing.

Figure 3.

The ticket number didn't influence on the changes in embroidery thickness as the SL2 and SL3 threads having the same thickness have shown the different values of the changes in embroidery sample thickness (Figure 3). Also, these changes for SL2 thread were considerably lower than the ones of SL3 thread.

The analysis of the obtained results presented in Figure 4 has shown the nonconformities of geometry parameters Δb_1 , Δb_2 , Δl_1 , and Δl_2 between the designed digital images and the ones of the actual embroidered images (Figure 2 (a, b)). These nonconformities were dependent on the filling type (*Tatami* or *Satin*) as well as the stitch density which has been applied for embroidery (Table 2), and the type of embroidery threads (Table 1).

Figure 4.

These nonconformities were not very high but they demonstrate some tendencies. The higher nonconformities of widths (Δb_1 and Δb_2) and Δl_1 length are obtained when the *Satin* filling (S1; S2; S3) is applied. This appears using one long stitch which may be up to 10 mm. In this case, there is more space for the formation wave inside of embroidery when the coated fabric has been locked between the two adjacent needle penetration points. These fixed waves due to fabric buckling have been locked inside embroidery influence the changes in the geometry parameters of embroidered element [12, 14]. *Tatami* filling decreased the material shrinkage due to embroidery up to minimum expected values comparing with the one of satin filling. Meanwhile the application of *Tatami* (T1; T2; T3) filling influences the lower changes in the geometric parameters of embroidery comparing with the *Satin* filling instead of the change in Δb_2 parameter which was higher. The reason for this could be the tight filling of the coated fabric surface with overspread short stitches which were oriented towards different directions. b_2 parameter was very important for whole appearance of embroidery. Thus, based on the obtained results as well as on additional visual evaluation the S2 set of technological parameters was chosen as the optimal one to investigate the influence of thread type on embroidery quality.

The analysis of the obtained results in the context of other authors [8, 9, 12] has revealed that assessment of embroidered element properties and embroidery thread deformation plays a crucial role. Between embroidery stitches, the fabric is compressed [9] and the waves inside the embroidered element have been formed. The size of waves has been dependent on the thread properties [9]. Analysis of the investigation results (Figure 4) has demonstrated that the smallest nonconformities between designed and actual embroidery b_2 dimension was observed by SL2 embroidery threads, and between l_1 dimension – by SL3 fluorescent embroidery threads.

During clothing wear materials are affected by various external mechanical forces which influence garment comfort, durability and aesthetic appearance. Thus, the influence of the embroidery on the tension characteristics of the coated fabric was investigated (Figure 5, 6). Initial tension characteristics of the coated fabric CF were 588.8 N force and 76.26 % elongation, and the ones of the nonwoven fabric NF – 15.2 N and 34.04 %, respectively.

Figure 5.

The changes in the mechanical properties such as strength and extension of coated fabric in the embroidery zone should be considered due to the importance of different parameters. During embroidery process the coated fabric is damaged by puncturing it by the sewing needle near the embroidery contours, and

its strength and elongation decrease (Figure 5). And, the amount of material damage is directly dependent on the needle parameters as well as on the density of stitches [15]. The material is also puckered around the all embroidered contour due some reasons: embroidery thread extension and followed relaxation, the changes in material structure as well as its transportation in the embroidery process [16, 17].

Figure 6.

Analysing the influence of technological parameters for both *Tatami* and *Satin* fillings it is evident that the breaking force F of the embroidery samples decreased from 1.6 % up to 9.7 % (instead T2 case when it was increased in 1.2 %) comparing with the ones of coated fabric CF as well as from 9.2 % up to 18.2 % comparing with the one of the fabrics' system CF+2NF which was used in embroidery process. The elongation at break ε of the embroidery samples decreased from 2.8 % up to 12.5 % (instead S2 case when it was increased in 2.4 %) comparing with the ones of coated fabric CF as well as from 3.1 % up to 17.2 % comparing with the one of the fabrics' system which was used in embroidery process.

The comparison of the embroidery breaking force with the one of the fabrics' system is more important than the one with only coated fabric as the nonwoven fabrics layers stays inside embroidered element, and it strengthens the sample.

During the investigation of the influence of embroidery tread type on tension characteristics, it was shown that the use of SL4 metallic thread decreases mostly (23.9 %) the breaking force of the embroidery comparing with the one of CF+2NF system as well as with the one of the coated fabric, i.e. in 16 %. The elongation at break remains almost unchanged in that case.

Conclusion

- Changes in the thickness, widths and lengths of the designed digital images comparing with the ones of actual embroidery samples were dependent on filling type, stitch density and thread type.
- The breaking force and elongation at break of the embroidery samples were decreased comparing with these characteristics of the coated fabric (CF) as well as with the ones of the investigated fabric system (CF+2NF) in almost all cases.
- Aiming to avoid the poor quality of the embroidered samples the design of digital image could be discarded previously. Therefore, these corrections could be made in respect to the structural distinctions of used fabrics as well as in respect to fabric deformation properties, and in respect to thread type. Ensuring the achievement of this purpose the most suitable embroidery mode and technological parameters (filling, stitch type and density, etc.), one or two underlays as well as other implements may be chosen.

References

1. V. Mecnika, M. Hoerr, I. Krievins, S. Jockenhoewel, and T. Gries, *Mater. Scie. Textile and Clothing Technology*, **9**, 56 (2014).
2. E. R. Post, M. Orth, P. N. Gershenfeld, R. Russo, *IBM Syst. J.*, **39**, 840, (2000).
3. A. Tsolis, W. G. Whittow, A. A. Alexandridis, and J. (Yiannis) C. Vardaxoglou, *Electronics*, **3**, 314 (2014).
4. Z. E. Karamuk, Ph. D. Dissertation, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, 2001.
5. S. Radavičienė, M. Jucienė, Ž. Juchnevičienė, L. Čepukonė, A. Vilumsone, U. Briedis, and I. Baltina, *Mater. Sci. (Medziagotyra)*, **20**, 84 (2014).
6. M. Michalak, V. Kazakevičius, S. Dudzinska, I. Krucinska, R. Brazis, *Fibres Text. East. Eur.*, **72**, 66 (2009).
7. V. Daukantienė, I. Laurinavičiūtė, *Int. J. Cloth. Sci. Tech.*, **25**, 350 (2013).
8. S. Radavičienė, M. Jucienė, *Fibres Text. East. Eur.*, **92**, 220 (2012).
9. S. Radavičienė, M. Jucienė, Ž. Juchnevičienė, L. Čepukonė, T. Kleveckas, and V. Narvilienė, *Mater. Sci. (Medziagotyra)*, **18**, 373 (2012).
10. LST EN 12127: Textiles - Fabrics. Determination of mass per unit area using small samples, 1999.
11. LST EN 29073-1: Textiles - Test methods for nonwovens — Part 1: Determination of mass per unit area, 2000.

12. S. Radavičienė, M. Jucienė, V. Sacevičienė, R. Sacevičius, and K. Otas, *Int. J. Cloth. Sci. Tech.*, **26**, 38 (2014).
13. LST EN ISO 139: Textiles - Standard atmospheres for conditioning and testing, 2011.
14. S. Radavičienė, M. Jucienė. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, **62**, 187 (2013).
15. G. Stylios, Ph. D. Dissertation, University of Leeds, 1987.
16. S. Radavičienė, Summary of Ph. D. Dissertation, Kaunas University of Technology, 2014.
17. V. Dobilaitė, M. Jucienė, *Int. J. Cloth. Sci. Tech.*, **18**, 335 (2006).

Tables:

Table 1. Characteristics of embroidery threads

Sample code	Manufacturer, Name / code	Ticket no.	Fiber composition	Color	Application
SL1	Amann, Isacord 0145	40	100 % PES	Grey	Standard
SL2	Madeira	60	100 % PES	Grey	Small thickness
SL3	Gunold, Glowly Weiss	40	50 % PES, 50 % PP	White	Fluorescent
SL4	Isamet, 0511	40	36 % PES, 42 % PA, 22 % others	Grey	Metallic

Table 2. Embroidery technological parameters

Filling type					
<i>Tatami</i> (Stitch length – 4.2 mm.)			<i>Satin</i> (Stitch <i>autosplit</i> – every 9 mm.)		
Sample code	Quantity	Stitch density parameter (mm)	Sample code	Quantity	Stitch density parameter (%)
T1	5	0.30	S1	5	70
T2	5	0.40	S2	5	80
T3	5	0.45	S3	5	90

Figures:

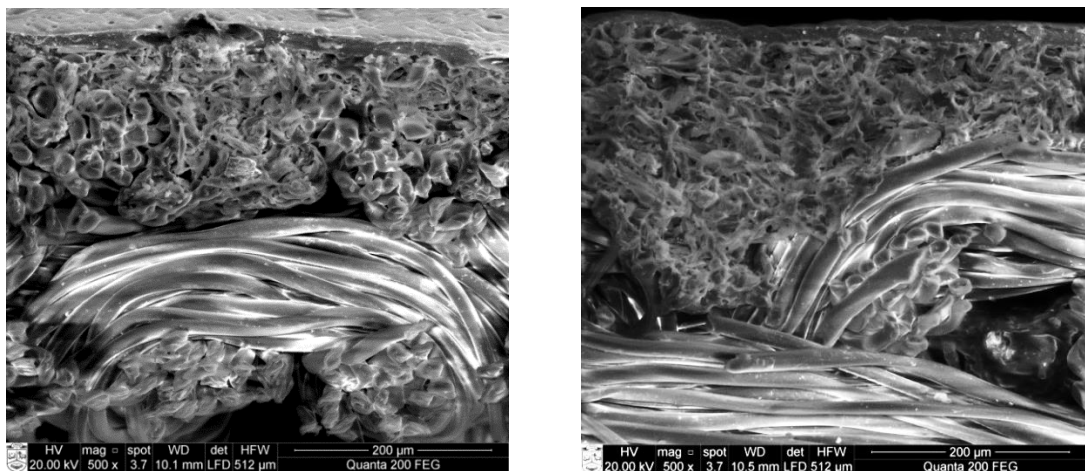


Figure 1. SEM images of the coated fabric: course cross-section (a) and wale cross-section (b)

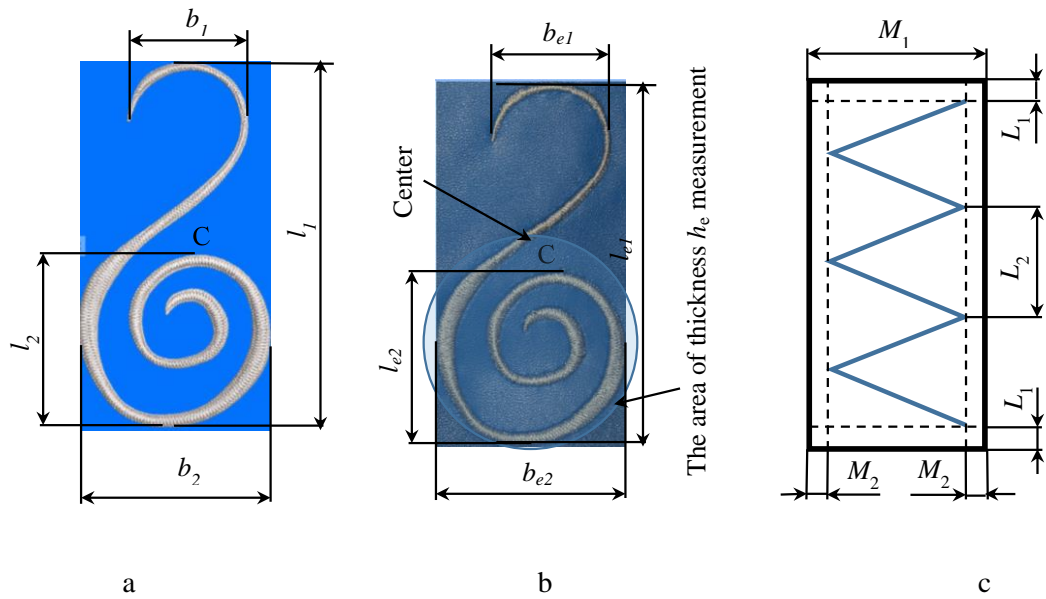


Figure 2. Designed digital image with the dimensions: b_1 and b_2 widths as well as l_1 and l_2 lengths (a), embroidery sample with the measurement scheme of geometry parameters: b_{e1} and b_{e2} widths as well as l_{e1} and l_{e2} lengths, and h_e embroidery thickness (b); underlay parameters (2 mm spacing (L_2), 5 mm stitch length (L_3), 0.3 mm distance from contour line (M_2), 2 mm distance between under layer contour (L_1) and embroidery start point/end point, M_1 – total embroidery height) (c)

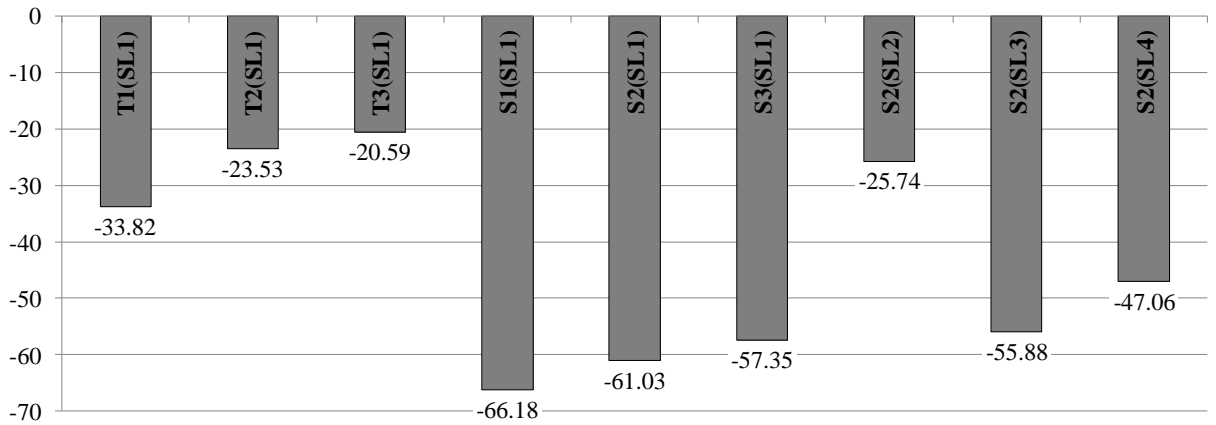


Figure 3. Percentage changes in the embroidery sample thickness Δh

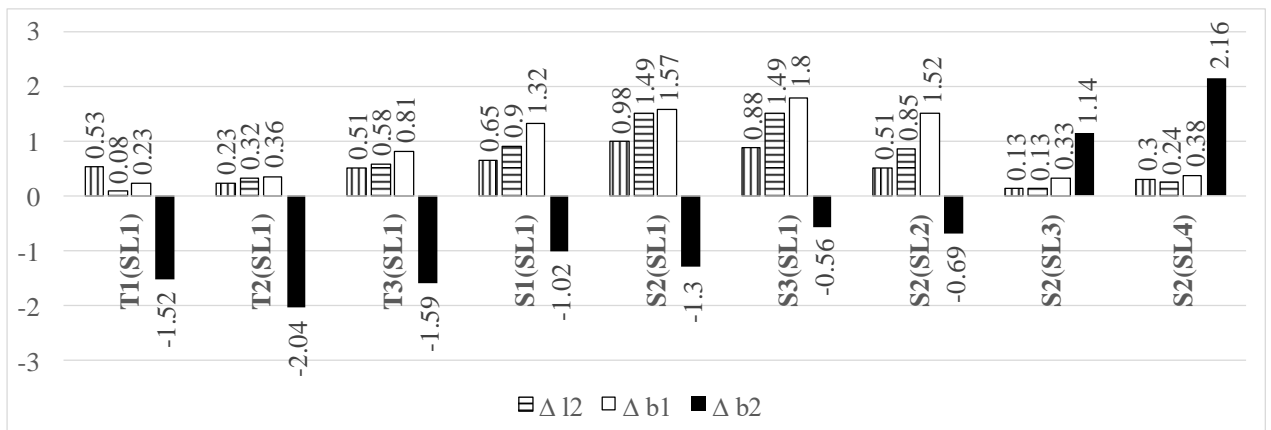


Figure 4. The changes in embroidery dimensions: widths (Δb_1 and Δb_2) and lengths (Δl_1 and Δl_2)

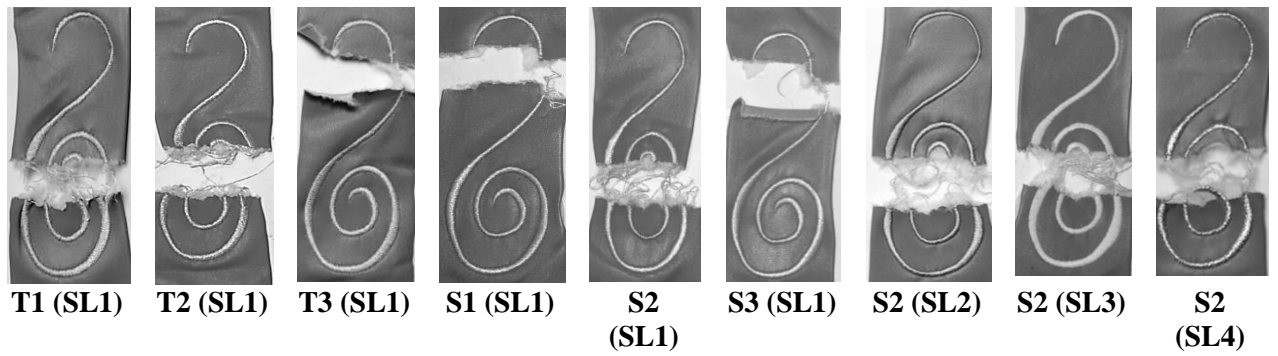


Figure 5. Images of the broken embroidery samples

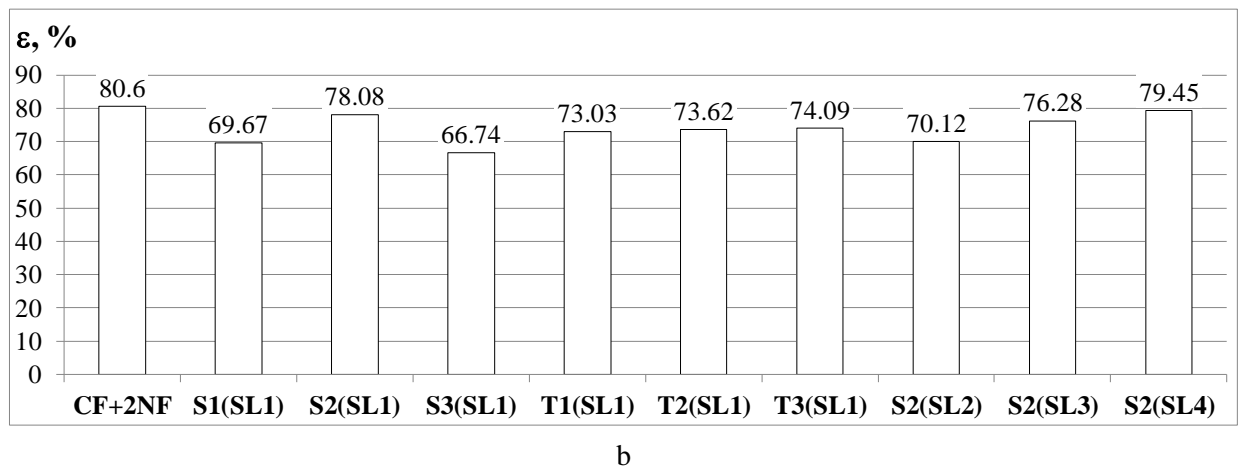
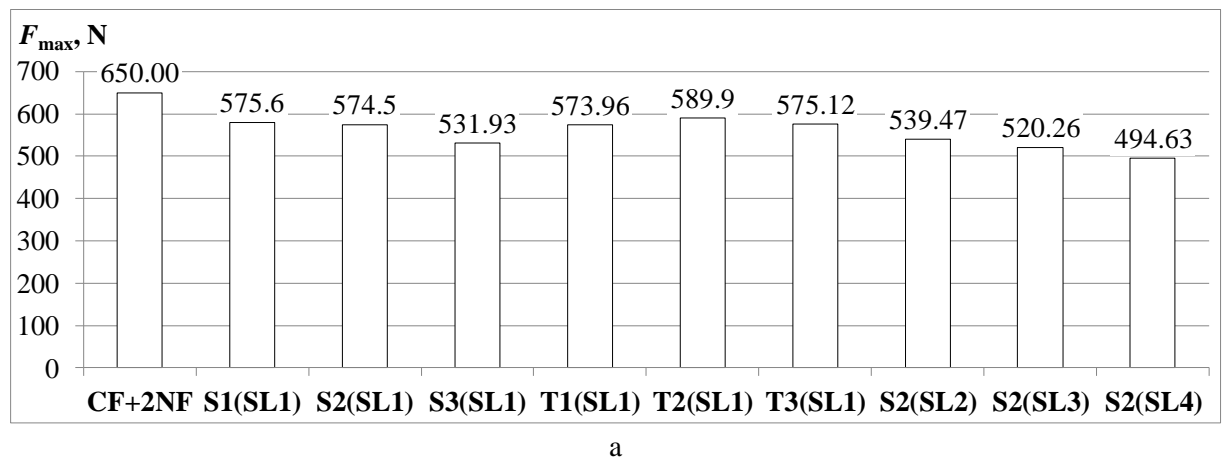


Figure 6. Force at break (a) and elongation at break (b) of the control fabric system CF +2NF and embroidery