



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

Lina Pociūtė

**KOMBUCHA BIOPLĖVELĖS SAVYBIŲ TYRIMAS IR  
TAIKYMAS APRANGOS KOLEKCIJOJE**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Jurgita Domskienė

**KAUNAS, 2016**

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

**KOMBUCHA BIOPLĖVELĖS SAVYBIŲ TYRIMAS IR  
TAIKYMAS APRANGOS KOLEKCIJOJE**

Baigiamasis magistro projektas  
Aprangos mados inžinerija (kodas 621J40004)

**Vadovas**

Doc. dr. Jurgita Domskienė  
2016 06 03

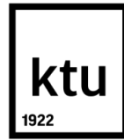
**Recenzentas**

Prof. dr. Virginija Daukantiene  
2016 06 03

**Projektą atliko**

Lina Pociūtė  
2016 06 03

**KAUNAS, 2016**



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

**Lina Pociūtė**

(Studento vardas, pavardė)

Aprangos mados inžinerija, 621J40004

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Kombucha bioplėvelės savybių tyrimas ir taikymas aprangos kolekcijoje“

**AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

20 \_\_\_\_ m. \_\_\_\_\_ d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Linos Pociūtės**, baigiamasis projektas tema „**Kombucha bioplėvelės savybių tyrimas ir taikymas aprangos kolekcijoje**“ 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)

Pociūtė, Lina. Kombucha bioplėvelės savybių tyrimas ir taikymas aprangos kolekcijoje. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Jurgita Domskienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: technologijos mokslai, polimerų ir tekstilės technologijos.

Reikšminiai žodžiai: *kombucha, bioplėvelė, apranga, kolekcija*.

Kaunas, 2016. 66 p.

## SANTRAUKA

Visai neseniai aprangos bei tekstilės pramonėje išpopuliarėjo poreikis organiniams tekstilės gaminiams. Ekologiškos aprangos srityje svarbiausias yra aplinkai nekenksmingų medžiagų panaudojimas. Atsinaujinanti mada, kitaip dar vadinama ekologine mada, yra augančio pasikeitusio žmonių supratimo dalis ir nauja aprangos mados suvokimo tendencija, kurios tikslas – mažinti neigiamą produktų poveikį aplinkai ir socialinei atsakomybei. Tai gali būti kaip alternatyva taip mėgstamiems „greitosios“ mados produktams.

Bakterinės celiuliozės medžiagos nagrinėjamos jau seniai. Literatūros šaltinių analizė patvirtino, kad bakterinės celiuliozės sandara bei tvarumo savybės, kurios šiandien yra žinomos ir tyrinėjamos, leidžia medžiagą naudoti visiškai naujose srityse, kur viena iš jų – aprangos gamybos sritis.

Šio darbo tikslas - nustatyti Kombucha bakterinės celiuliozės bioplėvelės struktūrinės bei mechaninės savybes bei pritaikyti bioplėvelę kuriant aprangos kolekciją.

Bakterinės celiuliozės bioplėvelė gali augti gamtai nekenksmingoje terpėje, jos gamybai ir perdirbimui nereikia agresyvių cheminių medžiagų, o jos savybėmis galima varijuoti keičiant bioplėvelės augimo terpę.

Atliktų tyrimų rezultatai parodė, jog užaugintos bioplėvelės storis  $h$  kinta nuo 0,81 iki 1,04 mm, nustatytas medžiagos stipris  $\sigma = 21,33$  MPa ir santykinė ištiša  $\varepsilon = 33,18$  %. Atlikti tyrimai parodė, jog bioplėvelė savo savybėmis gali būti priskirta storų aprangos medžiagų kategorijai, jai galima taikyti gerai žinomus technologinius apdorojimo būdus. Keičiant medžiagos auginimo terpės komponentus, galima išgauti skirtingos spalvos medžiagas ir sudaryti originalias spalvos paletes, atitinkančias mados tendencijas.

Sukurta drabužių kolekcija įkvėpta festivalio „Burning Man“ idėjų, atskleidžia laisvės, drąsos bei ateities ekologinių medžiagų panaudojimo tikslą. Išspręstas svarbiausias kolekcijos uždavinys – bakterinės celiuliozės bioplėvelės – alternatyvos natūraliai odai - žinomumo didinimas.

Darbas buvo pristatytas kasmetinėje jaunųjų mokslininkų parodoje-konkurse „Technorama 2016“ .

Pociūtė, Lina. Investigation of Kombucha Biofilm Properties and Application of Clothing Collection: Master's thesis / supervisor assoc. prof. Jurgita Domskienė. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: technology sciences, polymer and textile technology.

Key words: *kombucha, biofilm, clothing, collection*

Kaunas, 2016. 66 p.

## SUMMARY

More recently, organic textiles became popular demand for the clothing and textile industry. Eco-friendly clothing is the most important in the field of environmentally friendly materials. Renewable fashion, also known as eco-fashion is a growing change in people's understanding and parts of new clothing fashion trend of perception, which aims to reduce the negative environmental impact of products and social responsibility. This can be as alternative for favorite "fast fashion" products.

Bacterial cellulose material is examined for a long time. Literary sources analysis proved that bacterial cellulose structure and sustainability features, which today is known and studied, allows material to be used in completely new areas, where one of them is the clothing production area.

The aim of master thesis- to set kombucha bacterial cellulose biofilm structural and mechanical properties, and to adapt the development of biofilm in clothing collection.

Bacterial cellulose biofilm can grow in nature-friendly environment, its production and processing do not need aggressive chemicals, and its features can vary by changing biofilm growth.

The research results showed that the grown biofilm thickness  $h$  varies from 0.81 to 1.04 mm, estimated material strength  $\sigma = 21.33$  MPa and relative elongation  $\varepsilon = 33,18\%$ . Studies have shown that the biofilm with its properties can be attributed to the thick clothing category and can be applied to a well-known technological treatments. When changing medium components of biofilm, materials of different colors can be extracted and original color palettes, corresponding to the fashion trends, can be created.

Collection of clothes inspired by the festival "Burning Man" ideas was created. Collection reveals the purpose of freedom, courage and future ecological materials use. The most important clothing collection task was achieved – the use of biofilm bacterial cellulose as natural alternative to leather awareness to the world.

The work was presented in exhibition-competition for young scientist "Technorama 2016" at Kaunas University of Technology.

# TURINYS

ĮVADAS .....	10
1. LITERATŪROS APŽVALGA .....	12
1.1 Tekstilės ir aprangos pramonės šakos sektoriaus struktūra .....	12
1.2 Tekstilės ir aprangos gamybos ekologiniai veiksniai .....	14
1.3 Biotechnologijų taikymas aprangos pramonėje .....	15
1.3.1 Bakterinės celiolizės bioplėvelės sandara ir savybės.....	18
1.4 Literatūros apžvalgos apibendrinimas .....	19
2. METODOLOGINĖ DALIS .....	20
2.1 Tiriamųjų medžiagų mechaninių savybių nustatymas.....	20
2.2 Tyrimo metodika.....	21
2.2.1 Storio nustatymas .....	21
2.2.2 Plėvelės augimo ir džiovinimo dinamikos nustatymas.....	21
2.2.3 Lenkiamojo standumo nustatymas .....	21
2.2.4 Glamžumo nustatymas.....	23
2.2.5 Tempimo savybių nustatymas .....	23
2.2.6 Medžiagos spalvos nustatymas .....	24
3. TYRIMŲ REZULTATAI .....	25
3.1 Bioplėvelės storio nustatymas .....	25
3.2 Plėvelės augimo ir džiovinimo dinamikos nustatymas.....	26
3.3 Plėvelės lenkiamojo standumo nustatymas.....	28
3.4 Standumo nustatymas žiedo metodu.....	28
3.5 Neglamžumo nustatymas, esant orientuotam glamžymui .....	30
3.6 Polimerinių plėvelių tempimo bandymas .....	31
3.7 Tiriamųjų plėvelių spalvos keitimo galimybių tyrimas .....	34
3.8 Tyrimų rezultatų apibendrinimas .....	37
4. PROJEKTINĖ DALIS.....	38
4.1 Modelių analogų analizė.....	38

4.2 Kolekcijos „KoDi“ įkvėpimo šaltinio analizė .....	40
4.3 Kolekcijos „KoDi“ koncepcija .....	42
4.4 Vartotojo profilio aprašymas .....	43
4.5 Bendra kolekcijos charakteristika ir techninis modelių aprašymas .....	44
4.6 Kolekcijos pateikimas demonstravimui .....	54
4.7 Projektinės dalies apibendrinimas.....	56
DARBO APIBENDRINIMAS IR IŠVADOS.....	56
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	58
PRIEDAI .....	62
1 Priedas.....	63
2 Priedas.....	65
3 Priedas.....	66
4 Priedas.....	67

## **Paveikslėlių sąrašas:**

<b>1 pav.</b> Bakterinė ir augalinė celiuliozė [30] .....	16
<b>2 pav.</b> Prietaiso ПТ-2 schema .....	21
<b>3 pav.</b> Prietaiso ПЖУ – 12М schema [18]. .....	22
<b>4 pav.</b> Prietaiso FF-07 schema. ....	23
<b>5 pav.</b> Color Schemer Online V2 programa.....	24
<b>6 pav.</b> a) Bioplėvelių storio $h$ aritmetinis vidurkis, b) storio matavimų vidutinis kvadratinis nuokrypis $\sigma$ .....	25
<b>7 pav.</b> a) Variacijos koeficientas $V$ , %; b) Absoliutinė atsitiktinė paklaida $\Delta$ .....	26
<b>8 pav.</b> Pėvelių augimo dinamika .....	26
<b>9 pav.</b> Plėvelių džiovinimo dinamika.....	27
<b>10 pav.</b> Vidutinis įlinkis $f$ , mm .....	28
<b>11 pav.</b> Lenkiamojo standumo $B^z$ vidutinės vertės, N.....	28
<b>12 pav.</b> Vidutinė apkrovos masė $m$ , g.....	29
<b>13 pav.</b> Stiprumo riba $\sigma_u$ , MPa.....	32
<b>14 pav.</b> Stiprumo ribos santykinė ištiša $\epsilon_u$ , % .....	32
<b>15 pav.</b> Tampros modulis.....	33
<b>16 pav.</b> Tinius Olsen mašina užrašytos tipinės tirtų medžiagų tempimo kreivės .....	33
<b>17 pav.</b> Bioplėvelių spalvų paletė “Gamtos atspalviai” .....	36
<b>18 pav.</b> Gary Cass – Modelis Analogas – MA 1 [34] .....	38
<b>19 pav.</b> Donna Franklin – Modelis Analogas – MA 2 [35] .....	38
<b>20 pav.</b> Suzanne Lee – Modelis Analogas – MA3 [36] .....	39
<b>21 pav.</b> Suzanne Lee – Modelis Analogas MA4 [37] .....	39
<b>22 pav.</b> Suzanne Lee – Modelis Analogas – MA5 [38] .....	40
<b>23 pav.</b> 2002 metų festivalio instaliacija “Plaukiojantis pasaulis” [32].....	41
<b>24 pav.</b> Festivalio dalyvių apranga [33].....	42
<b>25 pav.</b> Kolekcijos “KoDi” logotipo dizainas.....	45
<b>26 pav.</b> Palaidinė „Loose Fit Top“ .....	47
<b>27 pav.</b> Palaidinė “T-shirt Dress” .....	47
<b>28 pav.</b> Suknelė “Kaftan Dress”.....	48
<b>29 pav.</b> Suknelė “Kaftan short dress” .....	49
<b>30 pav.</b> Apsiaustas “Ruana” .....	49
<b>31 pav.</b> Komplektas “Cropp Top Shorts Set” .....	50
<b>32 pav.</b> Komplektas “Cropp Top Shorts Set Vol 2.” .....	50
<b>33 pav.</b> Komplektas “Shirt Shorts Co-ord Set” .....	51



<b>34 pav.</b> Suknelė “Kaftan Dress Vol 2.”.....	52
<b>35 pav.</b> Suknelė “Strap Dress” .....	52
<b>36 pav.</b> Kombinezonas “One-piece Jumpsuit” .....	53
<b>37 pav.</b> Palaidinė “Tied Cropp Top” .....	53
<b>38 pav.</b> Kolekcijos pristatymo planšetas .....	55
<b>39 pav.</b> Konkurso “Technorama 2016” pateikto darbo aprašas .....	66
<b>40 pav.</b> Pagamintas konceptualus kolekcijos modelis .....	67

### **Lentelių sąrašas:**

<b>1 lentelė.</b> Tiriamųjų bioplėvelių formavimo sąlygos .....	20
<b>2 lentelė.</b> Lenkiamojo standumo B tyrimo rezultatai .....	28
<b>3 lentelė.</b> Standumo $B^z$ matavimo vertės ir statistiniai rodikliai .....	29
<b>4 lentelė.</b> Plėvelės standumo nustatymo žiedo metodu rezultatai .....	30
<b>5 lentelė.</b> Pirminiai neglamžumo bandymo duomenys .....	30
<b>6 lentelė.</b> Neglamžumo tyrimo rezultatai .....	31
<b>7 lentelė.</b> Plėvelės tankio skaičiavimas .....	31
<b>8 lentelė.</b> Bioplėvelių formavimo sąlygos.....	34
<b>9 lentelė.</b> Bioplėvelės Spalvų koduotė .....	35
<b>10 lentelė.</b> Prognozuojamo vartotojo profilis.....	43
<b>11 lentelė.</b> Kolekcijos tipo parinkimas .....	45
<b>12 lentelė.</b> Naudojamo logotipo gaminių dekoravimui aprašas .....	46
<b>13 lentelė.</b> Kolekcijos demonstravimui charakteringi bruožai.....	54
<b>14 lentelė.</b> Tinius Olsen tempimo mašina gautos tempimo kreivės.....	63
<b>15 lentelė.</b> Tempimo tyrimo metu gauta trūkimo jėga.....	65
<b>16 lentelė.</b> Tempimo tyrimo metu gautas pailgėjimas esant maksimaliai trūkimo jėgai .....	65

## ĮVADAS

Mada — tai tam tikru laiku visuomenėje vyraujantis drabužių stilius, periodiškai pasikartojantis su tam tikrais pasikeitimais ir patobulinimais. Kiekvieno atskiro laikmečio mada pasireiškia per jai būdingus bruožus. Kaskart naujai iškilusi mada, aprėpia visus norinčius madingai apsirengti visuomenės sluoksnius.

Apranga - tai žmogaus saviraiškos forma. Dažnai žmonės rinkdamiesi aprangos detales siekia originalumo, kuris padeda sukurti savo įvaizdį visuomenėje. Prieš daugelį amžių žmonės pradėjo gaminti aprangą iš pradžių iš kailio ir odos, vėliau – iš austų medžiagų. natūralių pluoštų Tekstilės medžiagosneprarado savo aktualumo iki šių dienų dėl puikių higieninių savybių. Jų istorija siekia tūkstančius metų.

Šiandien susiduriame su perdėto cartojimo ir ekologijos problemomis, todėl per kelis pastaruosius dešimtmečius išaugo susidomėjimas medžiagomis, kurios dėl bioskaidumo sprendžia abi šias problemas – efektyvią kainą ir nekensmingą poveikį aplinkai. biotechnologijos sėkmingai taikomos įvairiose srityse atranda savo nišą ir aprangos ir tekstilės gamybos srityje.

**Tyrimo objektas.** Mieliagrybių ir acto rūgšties bakterijų simbiozės pagrindu užauginta gelio pavidalo bioplėvelė, sudaryta iš bakterinės celiuliozės gijų tinklo.

**Tyrimo tikslas** – nustatyti bakterinės celiuliozės bioplėvelės struktūrines bei mechanines savybes bei pritaikyti bioplėvelę kuriant aprangos kolekciją.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Apžvelgti aprangos pramonės šakos struktūrą bei ekologines problemas;
2. Išanalizuoti biotechnologijų taikymo aprangos gamybai pavyzdžius;
3. Aprašyti bakterinės celiuliozės sandarą bei savybes;
4. Paruošti Kombucha bioplėvelės pavyzd-žius ir ištirti mechanines savybes;
5. Išbandyti galimybes keisti Kombucha bioplėvelės spalvą.
6. Aprašyti įkvėpimo šaltinį ir sukurti originalių drabužių panaudojant Kombucha bioplėvelę kolekciją. Pateikti kolekcijos planšetis ir pagaminti vieno kolekcijos modelio pavyzdį.

**Darbo naujumas ir originalumas.** Dizainerė Suzanne Lee [2011] viena iš tyrėjų, pradėjusių auginti ir kurti naujus aprangos produktus iš Kombucha bioplėvelės. Bioalloy [2005] mokslininkų projektas, tiriantis alaus bei vyno gėrimų fermentacijos procesus, o iš gautų medžiagų buvo pagamintos moteriškos suknelės. ScobyTec [2014] vokiečių tyrėjų apdovanotas startuolis, tiriantis simbiozines medžiagas ateities aprangos produktams kurti. Silvia Araujo, Fernando Moreira de Silva, Isabel Gouveia [2015] mokslininkų grupė, tirianti bakterinės celiuliozės pagrindu gautos medžiagos pritaikymą kuriant aprangos dizainą. A. Rehm ir Bernd H. [2010] mokslininkai,

tiriantys polimerų biosintezės pakitimus ir savybes. Dieter Klemm, Brigitte Heublein, Hans-Peter Fink, Andreas Bohn [2010] mokslinė grupė, aprašiusi celiuliozės, kaip tvaraus ir, gamtai nekenksmingo biopolimero, medžiagos savybes bei panaudojamumą. Pastraipa chaotiška ir visai neparodo šio darbo naujumo ir originalumo. Remiantis šiais šaltiniais galima teigti, kad darbas yra aktualus, nes tęsia visuomenei pristatytą projektų idėją, ją papildant nauja medžiagos ypatybe – splava, kuri gali būti kontroliuojama keičiant terpės komponentus.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1 Tekstilės ir aprangos pramonės šakos sektoriaus struktūra

Besikeičiančioje technologijų ir nepastovios rinkos tekstilės ir drabužių sektoriaus aplinkoje įmonės sėkmingai vysto ir semiasi įgūdžių marketingo bei gamybos vystymo ir tobulinimo srityse, kas neišvengiamai daro įtaką pramonės konkurencingumui ilgu laikotarpiu. Sveikintinos įmonių pastangos įmanomais būdais įgyvendinti kaštų mažinimą bei įmonių restruktūrizavimą, nors šie procesai dėl finansinių problemų vyksta per lėtai ir labai nedideliu mastu. Ypač ši problema tampa svarbi atsižvelgiant į tai, kad tekstilės gaminių paklausa reikalauja įmonių lankstumo, požiūrio į klientą, į mados tendencijas [4].

Pasaulyje tekstilės ir aprangos pramonė yra labai reikšminga ekonominės veiklos niša. Tai nepastovi ir labai įvairi pramonė. Šios pramonės šakos veiklos apima įvairų tekstilės medžiagų gavybą bei galutinių produktų spektrą. Tekstilės ir aprangos sektoriaus produkciją vartoja tiek privatūs galutiniai produktų vartotojai, tiek ir kitų sričių verslo šakos. Šio sektoriaus nevientisumas ir nepastovumas priklauso nuo daugelio faktorių. Naudojamų tekstilės medžiagų pasiūla, besikeičiantis galutinio vartotojo portretas, gali lemti didelius pokyčius šiame sektoriuje [1].

Europos tekstilės ir drabužių pramonė turi senas tradicijas ir išsiskiria naujovėmis, mada ir kūrybingumu. Nepaisant smarkiai didėjančios konkurencijos ir gamybos perkėlimo į pigesnes gamybos šalis, ji vis dar yra viena iš pagrindinių pramonės sektorių. Sektorius apima nemenką gamybos pramonės dalį, kuris gali pasiūlyti daug skirtingų produktų vartotojams, panaudodamas žinių reikalaujančius specializuotus gamybos procesus ir susijusias technologijas. [4].

Aprangos ir tekstilės gamybos sektorių galima skirstyti į tris tipus:

- Masinė gamyba - pastoviai ir ilgą laiką įmonės gamina didelius kiekius siauros specializacijos produkcijos, kurios paklausa rinkoje yra pakankamai didelė.
- Serijinė gamyba - periodiškai serijomis gaminami gaminiai, kurių paklausa rinkoje gan didelė. Serijinė gamyba yra tarpinė tarp masinės ir vienetinės gamybos.
- Vienetinė gamyba - kai gaminamos nepastovaus kiekio gaminių serijos, kurių poreikis yra tik atskiri vienetai. Labai gausi produkcijos įvairovė gaminama nedideliais kiekiais, kurių poreikis nesikartoja arba kartojasi itin neperiodiškai [5].

Aprangos gamybos procesai apima gamybos proceso kontrolę bei planavimą. Proceso planavimą sudaro tokios veiklos kaip žmogiškieji resursai, medžiagų parinkimo procesas, įrangos planavimas, gamybos dokumentų ruošimas bei užsakymų pagaminimo laiko skaičiavimas.

Kiekviena veikla reikalauja tikslumo, kadangi reikalinga aiškiai nustatyti darbo jėgos kiekį, parinkti tinkamą medžiagų kiekį. Šių procesų kontroliavimas reikalauja ir veiklos rezultatų analizės [5].

Šiuo metu išsivysčiusių šalių tekstilės pramonė patiria itin didelius pokyčius. Mažėja gamyba, darbuotojų skaičius, spartėja sudėtingesnės, didesnės pridėtinės vertės tekstilės medžiagų ir gaminių iš jų kūrimas. Vis plačiau vykdomi tyrimai interaktyvios tekstilės srityje. Tai medžiagos, keičiančios savo struktūrą, apimtį ar išvaizdą keičiantis aplinkos sąlygoms [11].

Tekstilės ir aprangos pramonės įvairiapusiškumą bei lankstumą vaizduoja didelis sektoriaus struktūravimo galimybių skaičius. Pramonės nevienodumas lemia produkcijos, funkcionuojančių pramoninių procesų, įmonių ir rinkos struktūrų pasirenkamumo galimybes. Sektorius įvairus ir pagal vartotojus, kadangi jo produkciją vartoja praktiškai kiekvienas asmuo. Kauno krašto pramoninkų ir darbdavių asociacijos nuomone [1], tekstilės ir aprangos sektoriuje atskiros kategorijos yra susiję, kadangi vieni yra kitų galutiniai vartotojai. Tekstilės ir aprangos sektoriaus veikla siejasi ir su kitais sektoriais, tokiais kaip žemės ūkio sektoriumi (jeigu pluoštai yra auginami), chemijos pramonė, kuri tiekia sintetinius pluoštus arba dažytus audinius, taip pat pramonė, kuri naudoja tekstilę techniniuose procesuose.

Sparčiai kuriant ir naudojant naujas technologijas, rinka užpildoma įvairiais produktais, o to pasekoje didėja konkurencija. Tuomet pirmenybė teikiama ne produktų kiekiui, o jų kokybei. Tai verčia įmones peržiūrėti savo veiklos politiką ir ją tobulinti. Šiuolaikinė aštri konkurencinė kova verčia įmones trumpinti drabužių gamybos laiką, tuo pačiu metu išlaikant aukštą jų kokybę bei asortimento įvairovę. Visa tai pasiekama greito reagavimo į rinkos poreikius ir pokyčius sistema. Ši sistema apima laikotarpį nuo drabužio modelio kūrimo iki užbaigto gaminio pardavimo. Pagaminti modeliai vertinami pagal jų estetinį vaizdą, dėvėjimo patogumą, savikainą, analizuojami galimi gamybiniai sunkumai, prognozuojamas perkamumas. Reikia pažymėti, kad pakartotinai siuvant patikslintus modelius jau naudojamos tik tos medžiagos, kurios yra atrinktos kaip tinkamos [6].

Per pastaruosius 15 metų Europos tekstilės ir aprangos sektorius patyrė pokyčių ir pertvarkymą. Pramonės modernizacija progresavo, produktyvumas padidėjo, ir gamyba buvo perorientuota į aukštos kokybės gaminių gavybą su didesniu inovacijų akcentu. Tolesnė plėtra tikėtina paveikė sektorių dėl tam tikrų pokyčių, tokių kaip Europos Sąjungos plėtra, didėjantis konkurencingumas, kylantis iš inovacijų tyrinėjimo, įgūdžių, kokybės ir kūrimo, ir naujų daugiašalių derybų galimybių [2].

Perėjimas nuo rankinio darbo prie didelės apimties masinės mechanizuotos ir automatizuotos gamybos pakeitė aprangos ir tekstilės pramonės šakas. Greita pažanga visų pirma yra matoma

pramoninės gamybos technologijų srityje, tačiau jau pagaminto produkto kokybė ne būtinai būna aukšta. Tai yra todėl, kad lėtai pažanga vyksta objektyviuose įvertinimo metoduose bei produkto projektavime.[3].

Tekstilės ir aprangos gamybos pramonės šaka - atsinaujinanti šaka, kurioje vystomos naujos technologijos. Tendencingai didėjanti konkurencija ir specializuotų, išsiskiriančių produktų poreikis skatina aprangos bei tekstilės gamintojus ieškoti alternatyvių sprendimų kuriant naujus produktus.

## **1.2 Tekstilės ir aprangos gamybos ekologiniai veiksniai**

Europos Komisijos dokumentuose teigiama, kad tekstilės ir siuvimo pramonė yra daugiapakopė heterogeninė, apimanti pluoštų perdirbimą į medžiagas, ir aprangos gamybą, kuri skirstoma į mados sektorių ir funkcinius drabužius [25].

Rinkoje šiandien stebima situacija, kai aprangos prekės pinga, o moda kinta ypač greitai ir vartotojai perka vis daugiau. Greita moda įtakoja kompleksines problemas, siejamas su gamybos etika pigios darbo jėgos šalyse ir šiltnamio efektu dėl perteklinės gamybos ir didelio vartojimo. [26].

Didelis energijos poreikis gamyboje ir cheminių medžiagų naudojimas daro didžiausią poveikį žemės ekosistemai:

- Klimato pasikeitimui turi įtakos kuras, kuris yra reikalingas patalpų šildymui ir oro drėgmės kiekiui palaikyti bei skalbimo procesams. Taip pat kuras reikalingas aprūpinti žemės ūkio mechanizmus bei gaminant elektrą;
- Nuodingi chemikalai yra plačiai vartojami medvilnės ūkiuose ir daugelyje gamybos procesų, tokių kaip dažymas;
- “Greitosios” mados besikeičiančių kolekcijų tendencijos skatina produktų perteklių. Vidutiniškai 30 kg aprangos ir tekstilės gaminių vartotojai siunčia į atliekas;
- Ypač didelis vandens suvartojimas medvilnės derliaus auginimo procese gali būti pagrindine ekologine problema, kaip literatūroje aprašomas įvykis Aralo jūros srityje [26].

Pesticidų naudojimas tekstilės pluošto gavyboje kelia pavojų darbuotojų sveikatai bei žemės ekosistemai: dirvožemiui ir gyvūnijai. Tekstilės auginimo ir perdirbimo procesas reikalauja ypač didelių vandens sąnaudų, o gėlo vandens resursai planetoje senka. Siekiant mažinti agrochemikalų naudojimą, kuriami genetiškai modifikuoti organizmai, kurių poveikis mūsų aplinkai nėra pilnai ištirtas ir nežinomas. Sintetinių pluoštų gamyba taip pat kelia didelį susirūpinimą, nes dažniausiai jie yra gaminami iš neatsinaujinamų išteklių, tokių kaip nafta. [25].

Aprangos bei tekstilės gamybos pramonėje identifikuojamos problemos rodo, kad sektorius turi iš esmės atsinaujinti ir nauji mokslo atradimai jam yra būtini. Aprangos pramonės šakos atstovams reikia analizuoti inovacijas ir siekti naujų idėjų norint klestėti išteklių varžomame pasaulyje. Verslui eikalinga apgalvoti ir vykdyti tyrimus bei bendradarbiauti su mokslo grupėmis tam, kad priimtų teisingus sprendimus dėl ateities gamybos procesų tobulinimo siekiant išsaugoti esamus gamtos išteklius.

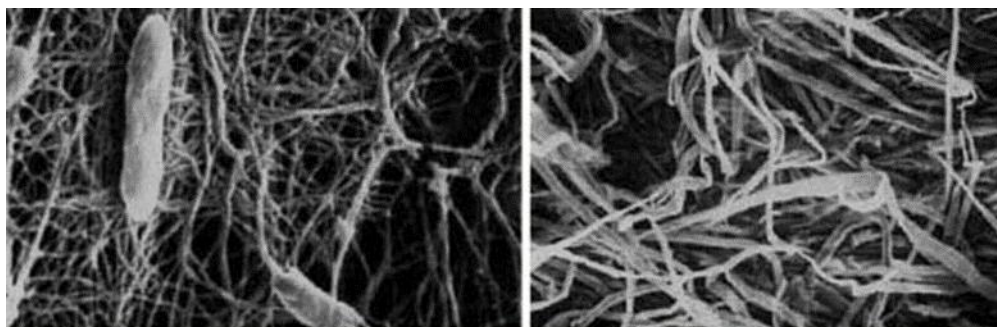
### **1.3 Biotechnologijų taikymas aprangos pramonėje**

Biotechnologija nėra viena technologija. Greičiau tai yra grupė technologijų, kurios turi bendras savybes - dirbant su gyvomis ląstelėmis ir jų molekulėmis sukuriama plataus diapazono technologijos, kurios gali pagerinti mūsų gyvenimus. Biotechnologija gali būti apibrėžta kaip "naudojimas organizmų ar jų produktų komerciniais tikslais". Kaip tokios tradicinės biotechnologijos buvo praktikuojamos labai seniai. Biotechnologijos buvo naudojamos kepinų gamyboje, alkoholinių gėrimų gamyboje, pasėlių dauginimui ir kt. Tačiau pastarojo meto plėtra molekulinėje biologijoje davė biotechnologijoms naują reikšmę, naują prasmę ir naują potencialą. Šiuolaikinės biotechnologijos patraukia visuomenės dėmesį ir yra daug žadančios [24].

Dvidešimt pirmojo amžiaus pradžia siejama su naujų pluoštų pritaikymu gaminant tekstilės produktus. Tokie pluoštai kaip lyocell (tencel), bambukas, sojos pupelės baltymas, jūros dumblių pluoštai, ir pan. yra išgaunami iš augalinių šaltinių ir jų populiarumas aprangos gamyboje nuolat didėja. Nauji skaidomi pluoštai yra ekologiški, ir dėl puikių higieninių savybių iš jų gautos medžiagos naudojamos apatinių, sportinių ir laisvalaikio drabužių, paklodžių ir užvalkalų, medicinos gaminių gamyboje [8].

Bakterijos įvairių medžiagų gamyboje žinomos ir naudojamos seniai, tačiau polimerų bakterinė biosintezė atvėrė naujas galimybes tiek medicinos, tiek kitose pramonės srityse. Mokslas per praėjusį dešimtmetį tyrinėjo molekulinį mechanizmą reguliavimo procesus, svarbius biopolimerų sintezei. Šios žinios leido tobulinti technologijas ir užauginti bakterijas, kurios yra ne tik efektyvios biopolimerų gamyboje, bet potencialiai galėtų pakeisti sintetinių polimerų gamybą. Nors gavybos kaina vis dar aukšta, tačiau nauji atradimai yra daug žadantys ir ekonomiškai naudingi. Daugelis tradicinių tekstilės gaminių gaminama iš celiolozės, išgaunamos iš augalų. Kaip alternatyva augalinei celiolozei, ši medžiaga gali būti gaunama iš bakterijų sintezės procesais [9].

Prashant kartu su mokslininkų grupe [7] teigia, jog mikrobinė celiuliozė egzistuoja kaip bazinė struktūra, žinoma kaip mikropluoštas, kuris yra sudarytas iš gliukanų grandinių, sukabintų vandenilio saitais, kad būtų pagaminta kristalinė sritis.



Bakterinė celiuliozė (X20000)

Augalinė celiuliozė (X2000)

**1 pav.** Bakterinė ir augalinė celiuliozė [30]

Pagal Araujo ir Moreira de Silva [28] bakterinė celiuliozė (1 paveikslas), pagaminta iš kai kurių bakterijų, pasižymi unikaliomis mechaninėmis ypatybėmis ir yra labai gryna lyginant su augaline celiulioze. Bakterinė celiuliozė taip pat pasižymi neįprastomis fizikinėmis bei cheminėmis savybėmis. Ji yra aukštesnio grynumo, didesnio kristališkumo, turi aukštesnę polimerizacijos laipsnį, daugiau sugeria vandens, geresnės tempimo savybės. Bakterinė celiuliozė yra sudėtingesnės struktūros, iš jos nereikia šalinti hemiceliuliozės bei lignino, nes jų nėra, pasižymi ilgesniu pluoštu, kuris yra stipresnis ir platesnis, medžiaga gali būti užauginama bet kokios formos ir storio, galima gauti įvairius paviršius. Molekulinė bakterinės celiuliozės formulė yra tokia pati kaip augalinės celiuliozės.

Bhat [24] paminė, kad bakterinės celiuliozės pluoštai yra apytiksliai 100 kartų plonesni negu augalinės celiuliozės, todėl ši medžiaga yra aktyvi ir gali būti naudojama antibiotikų ar kitų vaistų pernešimui į žaizdą, kartu sudarydama efektyvų fizinių barjerą bet kokiai išorinei infekcijai. Bakterinės celiuliozės mikropluošto struktūra yra atsakinga už daugumą jos savybių.

Santykinai didelės celiuliozės gamybos išlaidos gali apriboti jos taikymą aukštos pridėtinės vertės produktų gamyboje. Gamybos kaštų mažinimas yra įmanomas patobulinant fermentacijos efektyvumą ir didinant gamybos apimtį. Bakterinė celiuliozė naudojama gaminti aukštos kokybės klausos aparatų garsiakalbius, aukštos kokybės popierių. Bakterinė celiuliozė gali būti panaudojama kaip dietinis maistas, taip pat medicinos minkštųjų įklotų gamybai ir dirbtinės odos gamyboje. Ji gali būti naudojama maisto pakuotėms gaminti arba kaip maistingas pašaras ar net maistas [7, 24, 27].

Tyrėjai nustatė, kad gaminant Kombucha - fermentuotos arbatos gėrimą susiformuojanti plėvelė sudaryta iš celiuliozės gijų ir šios plėvelės panaudojimas gali būti labai įvairus. Tradiciškai Kombucha gėrimas vartojamas rytinėje Europoje ir Azijoje. Tai simbiozinė bakterijų ir mielių kultūra (SCOBY), kuri susideda iš acto rūgšties bakterijų. Kombucha bakterijų kultūra yra būtina pradėti fermentacijos procesus paruoštoje terpėje. Nauja bioplėvelė auga vertikaliai, didindama



celiuliozės biomasę. Po kelių dienų inkubacijos kambario temperatūroje auginimo terpė natūraliai prisotina angliarūgšte dėl bakterijų fermentacijos [13].

Llanos [10] teigia, jog tam tikros bakterijos suka grynos celiuliozės mikroplaušelius fermentacijos metu ir suformuoja tankų sluoksnį, kuris gali būti nuimtas ir džiovinamas. Į saldu žalią arbatos skystį pridedama sumaišytos bakterinės celiuliozės, mielių ir kitų mikroorganizmų kultūrų, kad galėtų būti pagaminamas lankstus celiuliozės kilimėlis. Bakterijos maitinasi cukrumi ir suka puikius celiuliozės siūlus, kurie formuoja plėvelę ant skysčio paviršiaus. Po dviejų ar trijų savaičių, kai medžiaga maždaug pastorėja 1.5 cm, celiuliozės plėvelė nuimama. Tokia medžiaga gali būti panaudojama šlapia, kad suformuoti suknelės formą tiesiogiai dedant ant 3D modelio arba džiovinama ir vėliau susiuvama į vieną drabužį tarsi audinys.

Nors gauti produktai gali būti dėvimi sausame ore ir labai rūpestingai, tačiau kaip pastebi Llanos [10], dirbama ir ieškoma naujų eko-draugiškų ir atsinaujinančių alternatyvų. Ateitis didina šios medžiagos žinomumą, taip pat siekiama panaudoti atliekų srautus, pavyzdžiui maisto ar gėrimų pramonės, populiarinti mikrobinės celiuliozės gamybą. Tai kas prasidėjo kaip mados projektas, dabar plėtojasi į biomedžiagų panaudojimo projektą – galvojama, kaip dar būtų galima panaudoti šią auginamą medžiagą. Šiuo metu tokie drabužiai yra bandomieji prototipai, komerciniai jų analogai neegzistuoja, kadangi medžiaga yra vis dar vystymo etape ir tolimesni pavyzdžiai dar nėra publikuojami.

Kombucha medžiagos šiuo metu naudojamos ir išbandomos tekstilės pramonėje, su galimybe gaminti drabužius, auginant tokios prigimties medžiagą. Visame pasaulyje populiarus arbatos gėrimas Kombucha šiandien mokslininkus vis dažniau pritraukia kaip galimybė išgauti bakterinę celiuliozę. Analizuojant šiuo metu vykdomus tyrimus, susijusius su bakterinės celiuliozės panaudojimu aprangos gamyboje, privalu paminėti dizainerę, mokslininkę Suzanne Lee. Tai asmuo, vienas iš pirmųjų pradėjęs taikyti Kombucha bakterijų kultūros bioplėvelę aprangos gaminiams gaminti. Jos neseniai sukurtas ir finansavimą gavęs projektas „BioCouture“ sprendžia su tvarumu ir ekologija susijusias aprangos pramonės problemas. Jos veikla yra susijusi su mokslininkų grupėmis, kurios dirba siejamos vieno tikslo – ištirti ir sukurti bakterinės celiuliozės bioplėvelę tam, kad užauginus ją būtų galima panaudoti modeliuojant ir gaminant būsimus plataus vartojimo gaminius. Jos sukurti produktai unikalūs, yra visiškai ekologiški, bei gali būti naudojami. Tačiau medžiagos savybės dar toliau yra tiriamos, kadangi „TED“ konferencijos metu [31] Suzanne Lee patikino, jog iš bioplėvelės pasiūti gaminiai yra linkę sugerti prakaitą bei keisti pradinę formą, todėl dar turi būti tobulinami. Panašius mokslinius tyrimus, susijusius su bioplėvelių panaudojimu aprangos gamyboje, tyrinėja mokslininkų projektas, vadinamas „Bioalloy“. Vienas iš žinomiausių jų sukurtų gaminių – suknelė pagaminta iš fermentuoto alaus gėrimo. Alaus suknelė yra pagaminta iš medžiagos, gaunos

bakterijų aluje fermentacijos būdu. Dėka pažangaus mikrobinės celiuliozės technologijos vystymosi, ši nauja medžiaga yra subtili, grynų baltos spalvos.

Dar vienas šio mokslinio projekto sukurtas gaminys – suknelė iš vyno. Suknei sukurti naudojamos *xylinum* bakterijos. Kaip teigia Garry Cass [29], šios bakterijos yra žinomos, kadangi ši bakterija vyną sugadina, paversdama į actą. Šio proceso šalutinis produktas - celiuliozės plėvelės, gličios, elastingos, minkštos, panašios į odą medžiagos susiformavimas. Gauta celiuliozės medžiaga turi kelias unikalias ypatybes tokias, kaip grynumas ir tankumas, formos palaikymas, stiprumas ir didelis paviršiaus plotas. Šitos savybės daro medžiagą tinkamą alternatyvą tradicinėms medžiagoms. Be to, medžiaga domisi mados ir tekstilės pramonė, palygindama ją su tradicine medvilne - celiuliozės pluošto medžiaga. Trūkumas tas, kad sukurta medžiaga stipriai sugeria drėgmę, todėl jos pritaikomumas ribotas.

Biotechnologijų indėlis į madą palaipsniui didėja. Tokie bakterijų fermentacijos metodu išgauti pluoštai formuoja tankią neaustinės medžiagos struktūrą. Ekspertai stebėdami organinio maisto ir ekologiškų grožio produktų pasisėkimą rinkoje, numato, kad aprangos ir tekstilės gaminiai, pagaminti iš naujos kartos aplinkai draugiškų ir mikroorganizmų skaidomų medžiagų, po kelių metų gali tapti milijardiniu verslu, [24].

Biotechnologijos indėlis aprangos pramonėje jau yra matomas ir tikimasi, kad labai netrukus bus galima pamatyti modelius, išdidžiai demonstruojančius aprangą, pagamintą iš netradicinių medžiagų. Nauji medžiagų atradimai biotechnologijų pagalba įgalina pramonę suderinti kelias funkcijas vienoje medžiagoje ir išgauti bioskaidžias struktūras.

### **1.3.1 Bakterinės celiuliozės bioplėvelės sandara ir savybės**

Bakterinės celiuliozės bioplėvelė yra mikroorganizmų bendruomenė, susidariusi ant auginimo terpės paviršiaus. Genetinė įvairovė organizmų, kurie formuoja bioplėvelę ir aplinkos sąlygų įvairovė, įrodo, kad bioplėvelė yra senovinė visur esanti mikroorganizmų gyvybės forma. Bakterinė bioplėvelė, kaip nejudri gyvenimo forma, garantuoja bakterinių gyvenimo formų egzistavimą, ir tai yra dominuojantis fenotipas gamtoje [14].

Pagrindiniai struktūriniai bioplėvelės vienetai yra mikrokolonijos, atskiros bakterinių ląstelių bendruomenės, integruotos į tarpląstelinę polisaharidinę terpę (EPS). Šitos mikrokolonijos daugumoje atvejų yra grybo formos ar panašios į strypą, jos gali susidėti iš vieno ar daugiau bakterijų tipų. Priklausomai nuo bakterijų tipo, mikrokolonijos susideda iš 10-25 % ląstelių ir 79-90 % EPS terpės. EPS terpė saugo bioplėvelės ląsteles nuo įvairių neigiamų aplinkos sąlygų, tokių kaip UV radiacija, staigūs pH verčių pakeitimai ar sausros. Tarp mikrokolonijų susiformuoja kanalai, per

kuriuos teka vanduo. Šitie vandeniniai kanalai bioplėvelėje funkcionuoja kaip paprastos cirkuliuojančios sistemos, skirstančios maistingas medžiagas. Bioplėvelė yra veikiamą tokių aplinkos faktorių, kaip maistingų medžiagų tinkamumas ir hidrodinamika [14].

Bioplėvelė yra polimorfinė ir gali reguliuoti savo struktūrą pagal maistingų medžiagų kiekio pakeitimus, kas buvo parodyta bandymų su skirtingos koncentracijos gliukoze metu. Kai gliukozės koncentracija yra aukšta, mikrokolonijos pasidaro greitos ir todėl bioplėvelės storis žymiai padidėja. Kai gliukozės koncentracija yra sumažinta, bioplėvelės biomasės sumažėja. Bioplėvelės tyrimai skirtingomis hidrodinaminėmis sąlygomis, tokiais kaip sluoksninis ar sukūrinis srautas, parodė, kad bioplėvelės struktūra pasikeičia priklausomai nuo srauto tipo. Sluoksniniame sraute bakterinės mikrokolonijos tampa apskritos, ir sukūriniam sraute tęsiasi plaukiančia pasroviui kryptimi [10, 12, 14, 24].

#### **1.4 Literatūros apžvalgos apibendrinimas**

Mados pramonė šiandien yra išaugusi į vieną iš didžiausių pramonės šakų pasaulyje. Šiandien situacija aprangos sektoriuje stipriai pasikeitusi - tekstilės bei aprangos pramonė nėra sukonzentruota JAV, Europos Sąjungos ir kitų pasaulio išsivysčiusių šalių vartojimo centruose. Globalinių eksporto kvotų pašalinimas į sektoriaus plėtrą įtraukė žemų kainų šalis, kuriose šiandien veikiapakankamai stipri aprangos gamybos pramonė.

Didėjantis visuomenės domėjimasis ekologija ir produktais, kuriuos vartoja, skatina iš pagrindų keisti aprangos gamybos pramonę, tačiau didžiausi pokyčiai, kurie padidintų eko veiksmus aprangos gamybos pramonėje, priklauso nuo vartotojo. Plečiant visuomenės supratimą tinkamai prižiūrėti, puoselėti aprangos produktus, pirkti mažiau ir ilgalaikius drabužius ir pakartotinai panaudoti dėvėtus, vartotojai galėtų paskatinti rinką judėti ekologiškumo link. Vartotojo supratimas apie drabužio likimą per jo vartojimo raidos ciklą gali būti geriausia viltis paskatinti ekologiškumo žinią skleisti aprangos pramonėje.

Biotechnologija gali būti apibrėžiama kaip organizmų ar jų produktų naudojimas komerciniais tikslais. Mada yra terminas, kuris bus visada unikalus kiekvienam. Biotechnologijos įnašas į madą palaiptai tampa nauju proveržiu. Aprangos bei tekstilės pramonėje mokslas jau siūlo naudoti biotechnologijas, kurios šiandien jau siūlo prototipus iš mikrobinės celiuliozės (biopolimero).

## 2. METODOLOGINĖ DALIS

### 2.1 Tiriamųjų medžiagų mechaninių savybių nustatymas

Tiriamas objektas – mieliagybių ir acto rūgšties bakterijų simbiozės pagrindu užauginta gelio pavidalo bioplėvelė, sudaryta iš bakterinės celiuliozės gijų tinklo. Bioplėvelės auginimo terpė ir sąlygos pateikiamos 1 lentelėje. Išdžiovinta (išdžiovintos bioplėvelės storio charakteristikos nurodytos 2 lentelėje) plėvelė tampa panaši į ploną odą.

Medžiagos fermentacija vyko 22°C kambario temperatūroje ir esant normaliniam aplinkos drėgnumui (45-50%) (1 lentelė). Auginimo terpė buvo ruošiama sekančiai: verdančiame vandenyje užplikoma pasirinkta arbata arba trintos uogos, įdedama cukraus ir 6 proc. natūralaus acto. Kai gautas tirpalas atvėsta iki 25°C temperatūros, į tirpalą įdedamas *Kombucha* arbatos grybo gabalėlis ir stiklinis indas uždengiamas medžiaga. Statinėmis sąlygomis fermentacija vyko 10 dienų, o tirpalo paviršiuje susiformavo stabili gelinė bioplėvelė. Gauta medžiaga buvo išimama iš indo, 3 minutes plaunama po šiltu tekančiu vandeniu, nusausinama tarp dviejų popierinių rankšluoštų ir paliekama džiūti horizontalioje padėtyje. Bioplėvelė natūraliomis sąlygomis džiovinama iki stabilaus svorio - apie 10 dienų. Gauta sausa plėvelė buvo naudojama tolesniuose tyrimuose.

Naudotų auginimo terpių sudėtis pateikiama 1 lentelėje. Bandinių kodavimas buvo parinktas pagal tirpalui ruošti naudotą medžiagą.

#### 1 lentelė. Tiriamųjų bioplėvelių formavimo sąlygos

Kodas	Auginimo terpė	Sąlygos
1PŽAs	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (100ml). Ilgiau augintas plėvelės storis.	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
1PŽAp	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
2PM	šaldytos mėlynės (200g), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
2PH	"Hibiscus" kinrožių arbata (2 arbatiniai šaukštai), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (200ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.

## 2.2 Tyrimo metodika

### 2.2.1 Storio nustatymas

Išdžiovintos bioplėvelės storis nustatomas *Preisser* elektroniniu stormačiu (0,01 mm tikslumas). Matavimai atliekami 5 kartus, įvertinama rezultatų sklaida ir patikimumas.

### 2.2.2 Plėvelės augimo ir džiovimo dinamikos nustatymas

Bioplėvelės augimo ir džiovimo procesų savybės vertinamos pagal pasirinkto laiko intervalu matuojamos bioplėvelės masės charakteristikas.

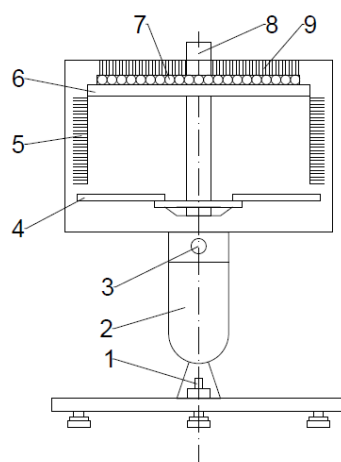
Bioplėvelė auginimo terpėje pradeda formuotis nuo 4-7 auginimo dienos. Užfiksavus pradinį laiko momentą ( $t_0$ ) sekantys augančios medžiagos svorio matavimai buvo atliekami po 2 (laikas  $t_1$ ), 3 (laikas  $t_2$ ) ir 11 (laikas  $t_3$ ) augimo dienų.

Užaugusi bioplėvelė buvo džiovinama ir reguliariai fiksuojamas jos svoris. Maksimalus svoris buvo fiksuojamas laiko momentu  $t_0$ , vėliau svorio matavimai buvo atliekami po 2 ( $t_1$ ), 6  $t_2$  (ir 14  $t_4$  dienų džiovimo dienų.

### 2.2.3 Lenkiamojo standumo nustatymas

Išdžiovintos plėvelės mechaninės savybės vertinamos pagal lenkiamojo standumo, glamžumo ir tempimo charakteristikas.

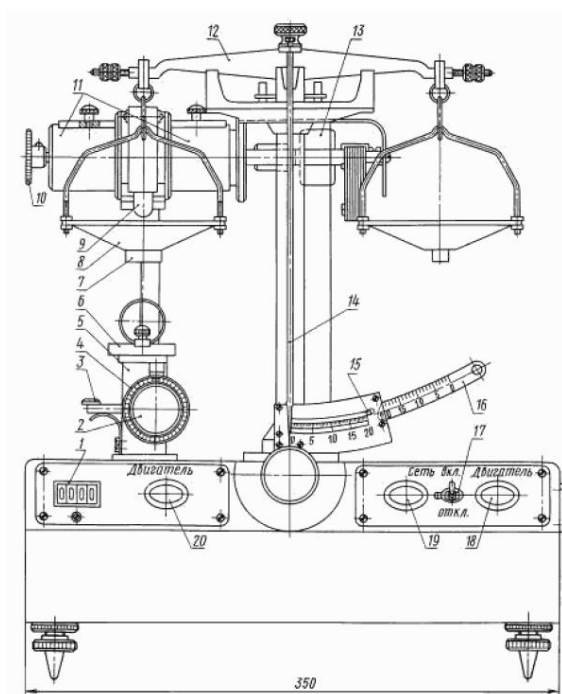
Lenkiamojo standumo rodikliui  $B$  nustatyti buvo naudojamas gaminio lenkimo prietaisas IIT-2 (2 paveikslas). Bandinio dydis – 160x30mm. Bandymui atlikti iš pateiktų plėvelių iškerpami bandiniai. Kiekvienas bandinys dedamas ant prietaiso IIT-2 atraminio stalelio taip, kad jo kraštas sutaptų su stalelio kraštu. Bandinys prispaudžiamas svoriu. Leidžiantis šoninėms plokštelėms, nustatomas bandinio įlinkis  $f$  [15].



**2 pav.** Prietaiso IIT-2 schema: 1- mygtukas, 2 - mechanizmas, 3 - varžtas, 4 - rodyklė, 5 - skalė, 6 - atraminis stalelis, 7 - bandinys, 8 - svoris, 9 - skalė.

Kiekvienas bandymas atliekamas po penkis kartus, o bandymo rezultatas – aritmetinis vidurkis, apskaičiuotas ne mažesniu kaip 0,1mm tikslumu. Bandiniai taip pat yra pasveriami ne mažesniu kaip 0,01g tikslumu. Gauti rezultatai pateikti lentelėse (2 lentelė).

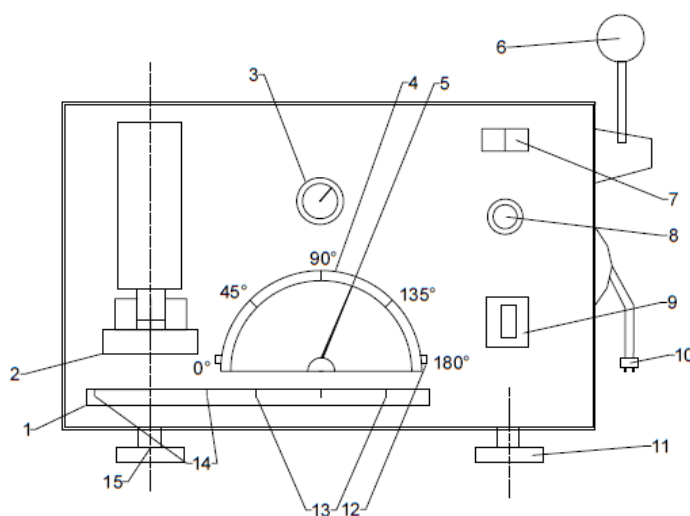
Lenkiamojo standumo bandymas žiedo metodu atliktas prietaisu ПЖУ – 12М (3 paveikslas), tiriant į žiedą susuktus bandinius. Iš medžiagų lenkamojo standumo bandymui buvo iškipta po penkis bandinius (2PM plėvelės – keturi bandiniai). Standumas  $B^z$  charakterizuojamas jėga, reikalinga į žiedą susuktam bandiniui įlenkti. Bandiniai susukami į žiedą ir tvirtinami prietaiso stalelyje. Paleidus prietaiso variklį bandinys apkraunamas šrateliais iki reikiamo įlinkio. Atlikus bandymą, šrateliai išimami iš lėkštelės ir pasveriami. Gaunama jų bendra masė. Pagal šratelių masę  $m$  nustatomas kiekvieno bandinio standumas lenkiant. Pasirinktas gniuždymo dydis – 10 mm. Žiedo aukštis 40 mm.



**3 pav.** Prietaiso ПЖУ – 12М schema: 1 - elektromagnetinis skaitiklis arba indikacinis ekranas, 2 - eankenėlė (pasukama), 3 - stalelio skalė, 4 – stalelis, 5 - nuimama aikštelė, 6 - gniuždymo aikštelė, 7 - gniuždymo įrenginio lėkštelė, 8 - štuceris (trumpa vamzdžio atpjova, įsriegta abiejuose galuose, atvamzdis), 9 - talpos perjungėjas, 10 - rutuliukų talpos, 11 - svarstyklių skersinis, 12 - elektros variklis, 13 - įrenginio rodyklė, 14 - rodyklės kontaktas, 15 – slankiklis, 16 - prietaiso įjungimo jungtukas, 17 - elektros variklio paleidimo mygtukas, 18 - įrenginio įjungimo indikacijos lemputė, 19 - elektros variklio įjungimo indikacijos lemputė [18].

## 2.2.4 Glamžumo nustatymas

Medžiagų neglamžumo bandymas, esant orientuotam glamžymui, nustatomas glamžomačiu FF-07 (4 paveikslas). Naudojantis prie glamžomačio esančiu metaliniu šablonu, iškerpama po penkis bandinius. Kiekvienos plėvelės bandiniai pritvirtinami prie glamžomačio specialių bandinių laikiklių, kurių kiekvienas turi po penkias spyruokliuojančių plokštelių poras bandinių galams prispausti. Laikiklis su bandiniais uždedamas ant glamžomačio laikiklių stovo kairiojo krašto. Nustatyta bandinių deformavimo trukmė – 5min. Pasibaigus bandinių deformavimo trukmei, dar po 5min išmatuojamas kiekvieno bandinio atsilenkimo kampas su 1° paklaida. Taip išmatuojami visų bandinių atsilenkimo kampai. Išmatuotos atsilenkimo kampų vertės pateiktos lentelėse (7 lentelė ir 8 lentelė) [15].

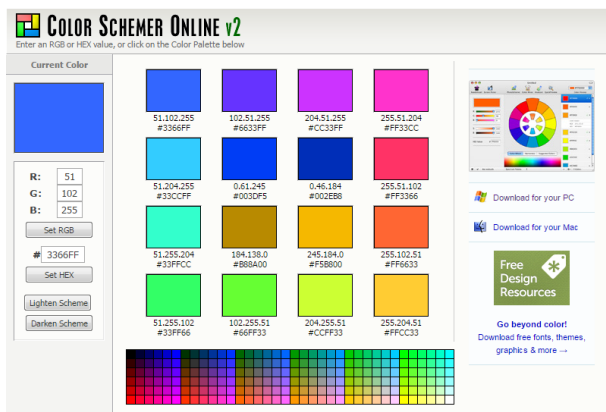


**4 pav.** Prietaiso FF-07 schema: 1- stovas, 2 – prispaudimo mechanizmas su galvute, 3 – signalinis laikrodis, 4 – slankioji skalė, 5 – rodyklė, 6 – rankena, 7 – instrukcijų lentelė, 8 – lemputė, 9 – jungiklis, 10 – rankena, 11 – rankena, 12 – skalė, 13 – brūkšniai, 14 – brūkšniai, 15 – valdymo rankena.

## 2.2.5 Tempimo savybių nustatymas

Polimerinių plėvelių tempimo bandymas atliktas naudojant prietaisą Tinius Olsen. Bandymas atliekamas remiantis standartu ISO 527-3, kuris apibrėžia tyrimų sąlygas nustatyti tāsias plastmasinių plėvelių ar mažesnių kaip 1 mm storio medžiagų ypatybes [19]. Bandymui atlikti iš tiriamųjų plėvelių iškerpami juostelės formos bandiniai. Bandinio dydis – 160x20mm. Tarp tempimo mašinos spraustuvų nustatomas 100 mm atstumas. Tempimo greitis – 100 mm/min [16]. Iš tempimo kreivės *jėga-deformacija* nustatoma maksimali tempimo deformacija (N) ir įtempis (mm), apskaičiuojamas tampros modulis  $E$ , stiprumo ribos santykinė ištįsa  $\varepsilon_u$  ir stiprumo riba  $\sigma_u$ .

## 2.2.6 Medžiagos spalvos nustatymas



5 pav. Color Schemer Online V2 programa

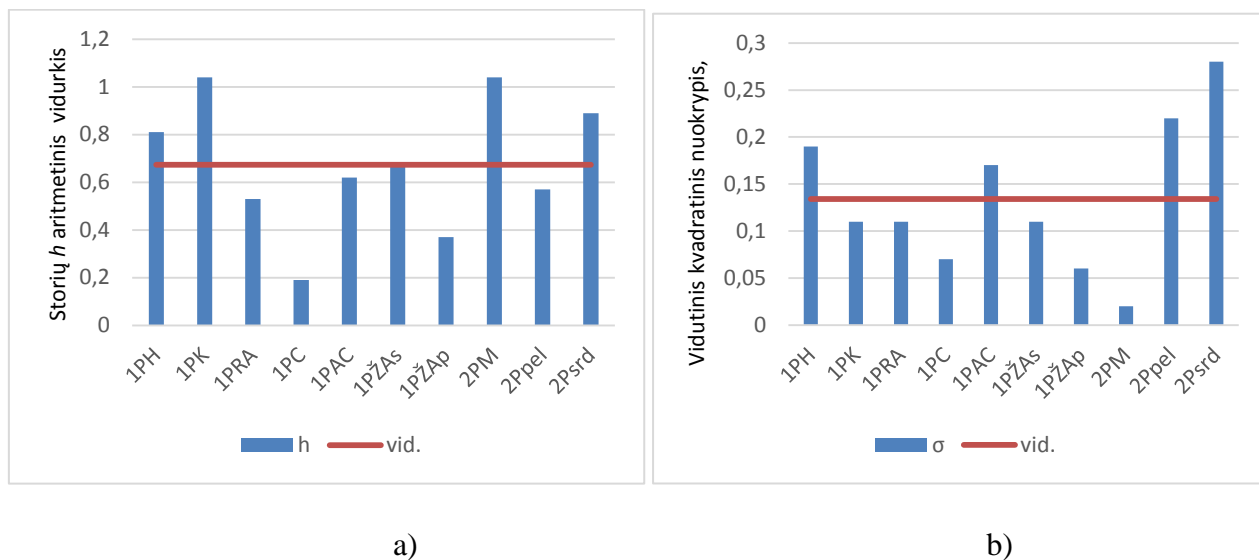
Pastebėta, kad keičiant auginimo terpę galima išauginti skirtingos spalvos ir skaidrumo medžiagas. Bioplėvelės spalva buvo vertinama naudojant kompiuterinę *Corel Draw X7* ir *Color Schemer Online V2* programas (5 paveikslas) [17]. Tyrimui reikalingi bandinių vaizdai buvo gauti bandinius skenuojant skeneriu EPSON Perfection V370 Photo, kai spalvoto vaizdo raiška 600 dpi. Vaizdas buvo išsaugomas *tif* formatu. Gauti skaitmeniniai bandinių vaizdai buvo keliami į *CorelDraw X7* programą. Programos pagalba buvo nustatomos bandinio spalvos RGB vertės. RGB vertės buvo matuojamos skirtingose plėvelės vaizdo vietose ir apskaičiuojamas RGB verčių vidurkis. Atlikus kiekvienos bioplėvelės RGB verčių skaičiavimus, Color Schemer Online V2 programos pagalba buvo aprašytos spalvos, kurias atitiko apskaičiuotos kiekvieno bandinio RGB vertės.



### 3. TYRIMŲ REZULTATAI

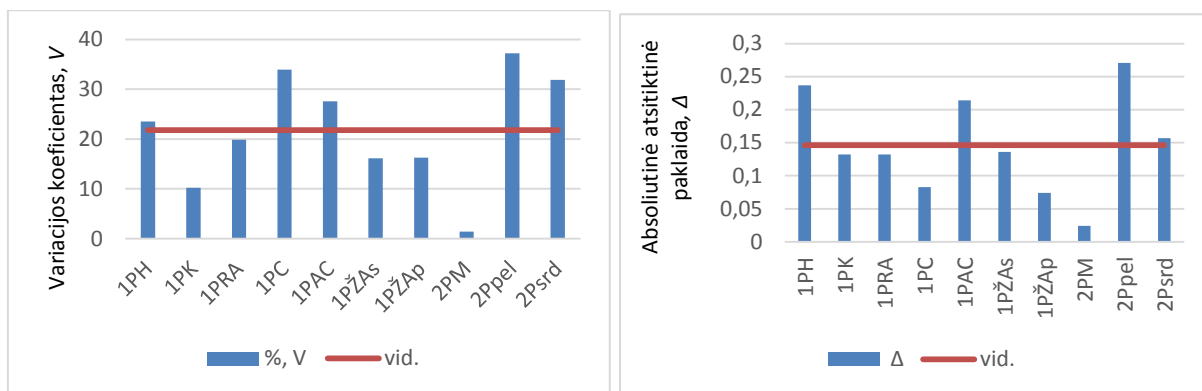
#### 3.1 Bioplėvelės storio nustatymas

5 paveiksle pateikiamos bandinio storio  $h$  aritmetinio vidurkio vertės ir matavimų patikimumo skaičiavimai. Storio tyrimas atliktas su visomis skirtingose terpėse išaugintomis plėvelėmis. Plėvelių terpių sudėtis bei auginimo sąlygas galima pamatyti 1 bei 7 lentelėse.



**6 pav.** a) Bioplėvelių storio  $h$  aritmetinis vidurkis, b) storio matavimų vidutinis kvadratinis nuokrypis  $\sigma$

Iš 6 paveikslas matome, kad vidutinis užaugintos medžiagos storis (6 paveikslas a) buvo 0,67 mm. Storiausi gauti 1PK ir 2PM bandiniai ( $h = 1,04$ ), mažiausio storio bandinys 1PC, kuris augintas terpėje su ciberžole ( $h = 0,19$ ). Vidutinis kvadratinis nuokrypis buvo didžiausias 2Psrd bandinio - 0,28, o mažiausias 2PM bandinio - 0,02. Stebint storio matavimų variacijos koeficientą (7 paveikslas a) matyti, kad rezultatams būdinga labai didelė sklaida, kas rodo, kad užauginama netolygaus storio medžiaga. Didžiausias variacijos koeficientas buvo gautas 2Ppel, 2Psrd, 1PC, 1PAC, 1PH medžiagų atveju ( $V$  kito nuo 23,53 iki 37,24)



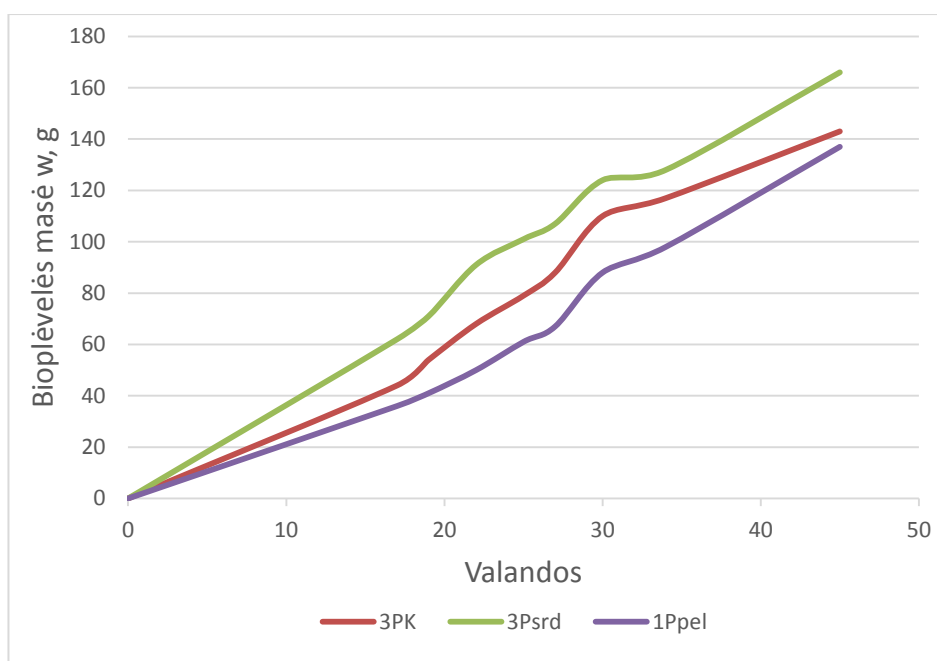
a)

b)

**7 pav.** a) Variacijos koeficientas  $V, \%$ ; b) Absoliutinė atsitiktinė paklaida  $\Delta$

Galima manyti, kad toks netolygus storis gautas dėl pasirinktų skirtingų augimo terpių, kurios galėjo turėti didesnę įtaką. Tačiau storų bandinių 2PM matavimų variacija gauta tik 1,44%, o 1PK - 10,23%, kas rodo, kad stori bandiniai yra tolygesnio storio.

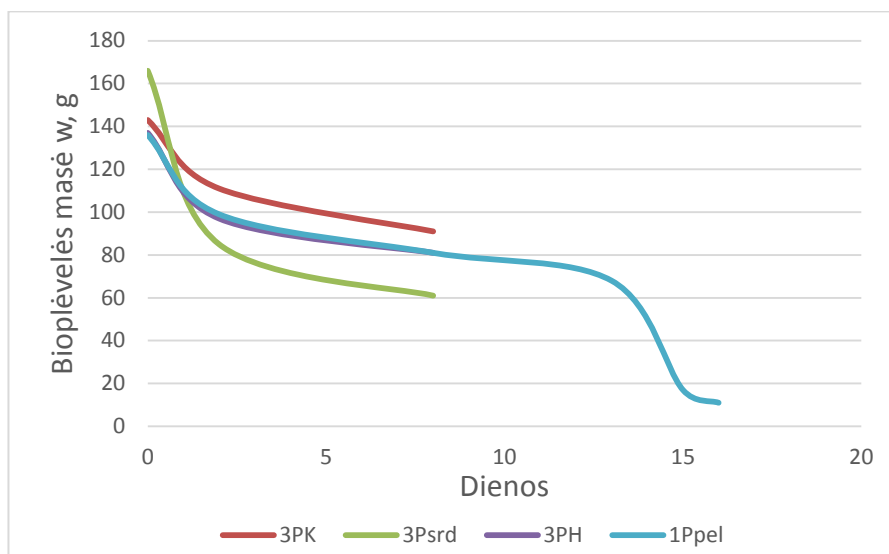
### 3.2 Plėvelės augimo ir džiovavimo dinamikos nustatymas



**8 pav.** Pėvelių augimo dinamika

8 paveiksle pateikiamas trijų plėvelių bandinių augimo tyrimas. Matyt, ad visų bandinių atveju procesas vyko panašiai, bandinių masė didėjo tolygiai. Praėjus 17 dienų nuo augimo proceso pradžios, pirmosios plėvelės (paveikslėlyje nurodyta raudona spalva) masė buvo 44g, antrosios plėvelės (paveikslėlyje nurodyta žalia spalva) masė siekė 62g, o trečiosios bioplėvelės (paveikslėlyje nurodyta violetine spalva) masė buvo 36g. Pirmosios plėvelės masė per visą augimo procesą 3-4 dienų laiko intervalu padidedavo 10g. Esant didžiausiam 11 dienų intervalui plėvelių

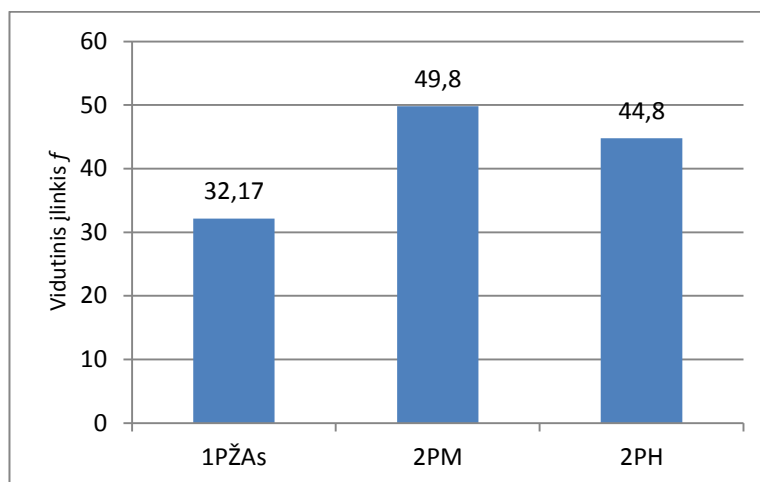
masės padidėjo skirtingai: pirmosios plėvelės masė padidėjo 11g, antrosios plėvelės masė padidėjo 38g, o trečiosios plėvelės masė pasikeitė 39g.



**9 pav.** Plėvelių džiovavimo dinamika

9 paveiksle matoma tos pačios grupės plėvelių džiovavimo dinamika. Į šią grupę įtraukti keturi bandiniai. Plėvelės pradėtos džiovinti pirmąją dieną. Džiovavimo proceso pabaiga fiksuojama 16 dieną. Džiūvimo proceso metu tiriamų plėvelių masės buvo matuojamos 2, 6 ir 15 dienų laiko intervalu. Pirmasis masės matavimas buvo atliekamas praėjus dviems dienoms nuo džiovavimo proceso pradžios. Išmatavus džiovinamų plėvelių mases, pirmosios plėvelės pradinė masė buvo 111g, antrosios plėvelės masė siekė 85g, trečiosios plėvelės masė buvo 97g, o ketvirtosios plėvelės masė siekė 99g. Galima teigti, jog džiūvimo proceso metu bioplėvelių masė mažėjo tolygiai. Praėjus 13 dienų nuo džiūvimo proceso pradžios trys pirmosios grupės bioplėvelės sugedo (ant paviršiaus padtebėtos pelėsio žymės, plėvelei džiūstant jos paviršius ėmė trupėti). Visiškas ketvirtosios plėvelės išdžiūvimas užfiksuotas po 16 dienų, kai plėvelės masė siekė 11g. Nuo džiūvimo proceso pradžios bioplėvelė prarado 91,91% savo pradinės masės.

### 3.3 Plėvelės lenkiamojo standumo nustatymas



10 pav. Vidutinis įlinkis  $f$ , mm

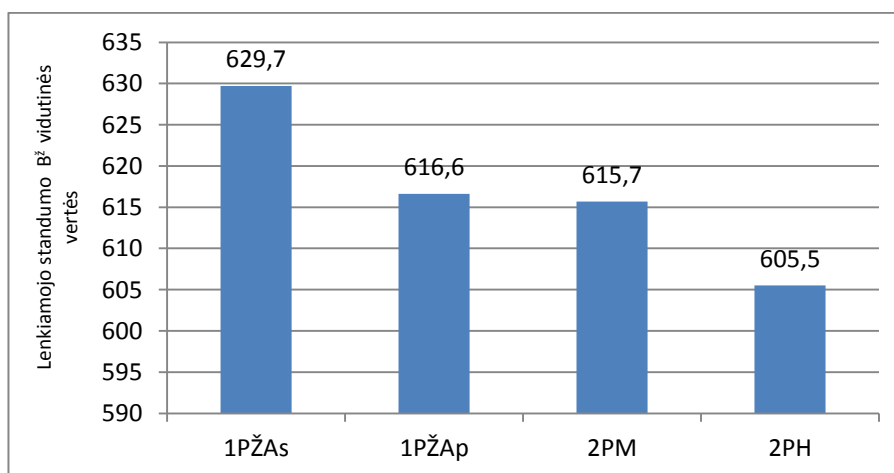
1PŽAp bandinio atveju, bandymas buvo negalimas, nes bandinys buvo per daug standus ir jo kraštai tyrimo įrenginyje nelinko. Nustatyta, jog 1PŽAs lenkiamasis standumas  $B$  yra  $148806,93 \mu\text{Ncm}^2$ , o bandinio 2PM lenkiamasis standumas gautas  $125060,92 \mu\text{Ncm}^2$ .

2 lentelė. Lenkiamojo standumo  $B$  tyrimo rezultatai

Rodiklis	1PŽAs	2PM
Santykinis įlinkis $f_0$	0,53	0,71
Koeficientas $A$	5,62	10,54
Lenkiamasis standumas $B$ , $\mu\text{Ncm}^2$	148806,93	125060,92

Tirtų bandinių lenkiamojo standumo vertes galima priskirti paltinių audinių kategorijai, kadangi paltinių audinių lenkiamojo standumo orientacinė vertė yra  $20\ 000 - 150\ 000 \mu\text{Ncm}^2$  [15]. Į šios vertės ribas patenka analizuotų bandinių 1PŽAs ir 2PM bandinių vertės (2 lentelė).

### 3.4 Standumo nustatymas žiedo metodu



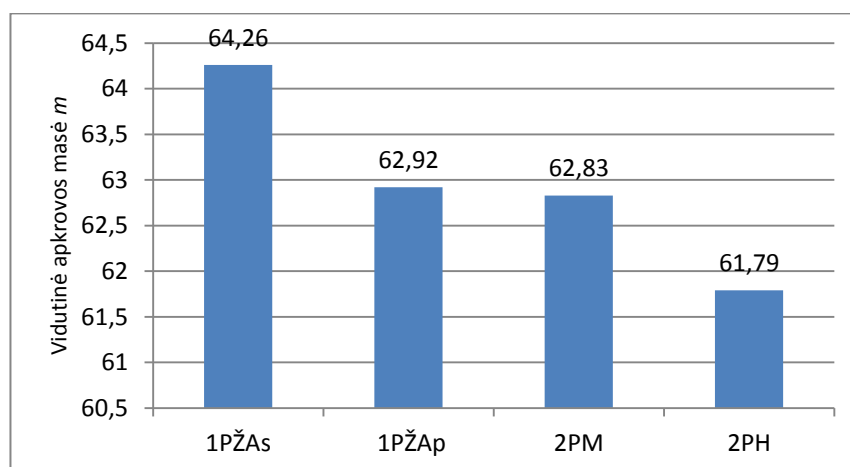
111pav. Lenkiamojo standumo  $B^z$  vidutinės vertės, N

Standumą nustatant žiedo metodu gauti tokie rezultatai: 1PŽAp ir 2PM bandinių vidutinio standumo reikšmė beveik nesiskyrė (1PŽAp  $B^z=616,6N$ , 2PM  $B^z= 615,7N$ ), o 1PŽAs bandinio reikšmė buvo 3% didesnė, manoma, kad tam įtakos galėjo turėti plėvelės savybės (storis, kuris priklauso nuo terpės, auginimo sąlygų ir auginimo trukmės).

**3 lentelė.** Standumo  $B^z$  matavimo vertės ir statistiniai rodikliai

Bandinys	Standumas lenkiant $B, N$		
	1PŽAs	1PŽAp	2PM
1	654,93	594,57	624,16
2	633,96	629,65	634,84
3	629,65	603,88	606,03
4	615,54	637,78	597,9
5	614,56	617,2	-
Vidutinis kvadratinis nuokrypis $s$	16,47	17,79	16,82
Variacijos koeficientas $V$ , %	2,62	2,87	2,73
Pasikliautinoji (atsitiktinė) paklaida $\Delta_f$ , mm	20,44	22,09	26,75

Pagal variacijos koeficientą matyti, jog rezultatams būdinga nedidelė sklaida (nuo  $V = 2,62\%$  - 1PŽAs iki  $V=2,87\%$  - 1PŽAp). Pasikliautinoji (atsitiktinė) paklaida didžiausia 2PM bandinių - 26,75mm, mažiausia 1PŽAs bandinių - 20,44mm (3 lentelė).



**12 pav.** Vidutinė apkrovos masė  $m$ , g

**4 lentelė.** Plėvelės standumo nustatymo žiedo metodu rezultatai

Bandinys	Apkrovos masė, g		
	1PŽAs	1PŽAp	2PM
1	66,83	60,67	63,69
2	64,69	64,25	64,78
3	64,25	61,62	61,84
4	62,81	65,08	61,01
5	62,71	62,98	-
Vidutinis kvadratinis nuokrypis $s$	1,68	1,82	1,72
Variacijos koeficientas $V$ , %	2,62	2,89	2,73
Vidutinio įlinkio pasikliautinoji (atsitiktinė) paklaida $\Delta_f$ , mm	2,07	2,25	2,73

Didžiausia apkrovos masė buvo 1PŽAs bandinių - 64,26g, o 2PM bandinių ir 1PŽAp bandinių buvo beveik vienoda ( 2PM  $m = 62,83g$ , 1PŽAp  $m = 62,92g$ .) Visų bandinių variacijos koeficientas buvo nedidelis, ir parodo, jog rezultatai yra patikimi. Didžiausia vidutinio įlinkio pasikliautinoji (atsitiktinė) paklaida 2PM bandinių - 2,73mm, mažiausia 1PŽAs bandinių - 2,07mm (4 lentelė).

**3.5 Neglamžumo nustatymas, esant orientuotam glamžymui****5 lentelė.** Pirminiai neglamžumo bandymo duomenys

	1PŽAs	1PŽAp	2PM
Vidutinis atsilenkimo kampas $\alpha$ , °	41,4	60,8	29,2
Vidutinis kvadratinis nuokrypis $s$	2,7	5,54	3,9
Variacijos koeficientas $v$ , %	6,53	9,11	13,36
Vidutinio atsilenkimo kampo pasikliautinoji paklaida $\Delta_\alpha$ , °	3,35	6,88	4,84

Didžiausias atsilenkimo kampas  $\alpha$  buvo 1PŽAp bandinių - 60,8° (audinys augintas terpėje su žalia arbata), o mažiausias 2PM bandinių (audinys augintas terpėje su šaldytomis mėlynėmis), kuris yra 40% mažesnis už 1PŽAp bandinį- 29,2°. Didžiausias variacijos koeficientas 2PM bandinių - 13,36%, tai reiškia, kad bandinių sklaida yra didelė, mažiausias PŽAs bandinių - 6,53% (sklaida nedidelė) ir rezultatai gali būti laikomi patikimais. Didžiausia vidutinio atsilenkimo kampo pasikliautinoji paklaida 1PŽAp bandinių - 6,88°, mažiausia 1PŽAs bandinių - 3,35° (5 lentelė).

## 6 lentelė. Neglamžumo tyrimo rezultatai

Rodiklis	1PŽAs	1PŽAp	2PM
Neglamžumo koeficientas $K_n$	22,86	33,82	16,25

Medžiagų neglamžumo tyrimas parodė, jog bandiniai susiglamžo dėl nepakankamo tamprumo, atsiradus lenkimo deformacijai. Tiriamieji bandiniai skirtingai reaguoja į deformuojančią apkrovą. Neglamžumo koeficientas priklauso nuo plėvelės auginimo terpės, storio bei svorio.

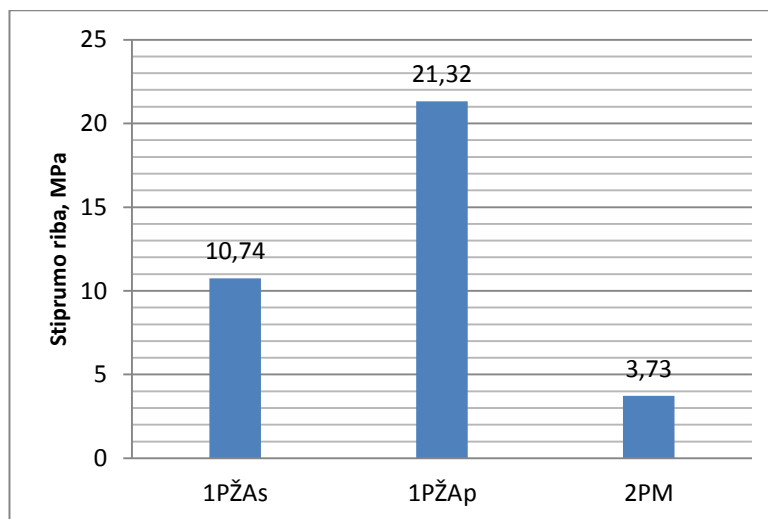
Taigi, didžiausias neglamžumo koeficientas nustatytas 1PŽAp bandiniams (33,82) - šis bandinys yra neglamžus. Mažiausias neglamžumo koeficientas yra 52 % mažesnis 2PM bandinių - 16,25, tai parodo, jog bandiniai linkę glamžytis. Pagal siuvinių medžiagų neglamžumo koeficiento orientacines vertes 1PŽAp bandinys gali būti priskiriamas prie šilkinių ir pusiau šilkinių suknelių ir suknelių-kostiumų iš viskozinių ir sintetinių siūlų audinių (6 lentelė).

### 3.6 Polimerinių plėvelių tempimo bandymas

#### 7 lentelė. Plėvelės tankio skaičiavimas

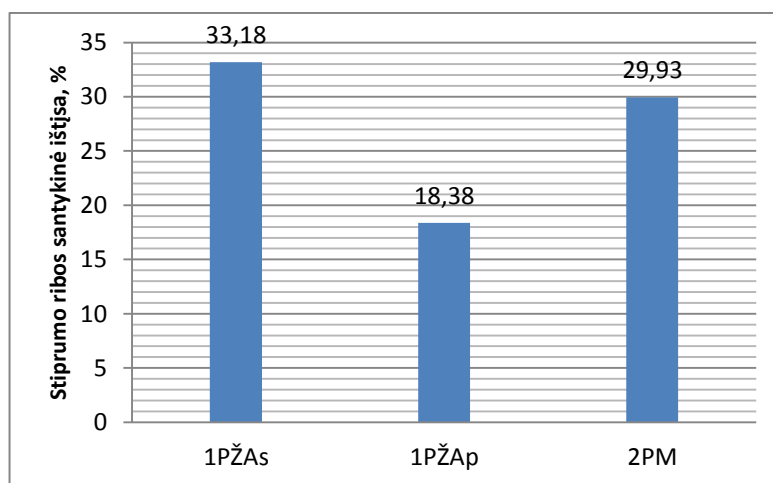
Matmuo	1PŽAs	1PŽAp	2PM
Plotis $b_0$ , mm	20	20	20
Storis $h_0$ , mm	0,68	0,366	1,04
Skerspjūvio plotas $A_0$ , mm <sup>2</sup>	13,6	7,32	20,8
Ilgis $l_0$ , mm	160	160	160
Tankis $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	9136,03	6950,13	9420,07

Atliekant tempimo bandymą visų bandinių plotis buvo vienodas -  $b_0 = 20$  mm, darbinės zonos ilgis -  $l_0 = 100$  mm. Storiausi bandiniai 2 PM ( $h_0 = 1,04$  mm), o ploniausi 1PŽAp bandiniai ( $h_0 = 0,4$ ) kaip ir buvo nustatyta anksčiau. Skerspjūvio plotas taip pat buvo didžiausias 2PM bandinių ( $A_0 = 20,8$  mm<sup>2</sup>), o mažiausias 1PŽAp bandinių ( $A_0 = 7,32$  mm<sup>2</sup>) (6 lentelė).



**13 pav.** Stiprumo riba  $\sigma_u$ , MPa

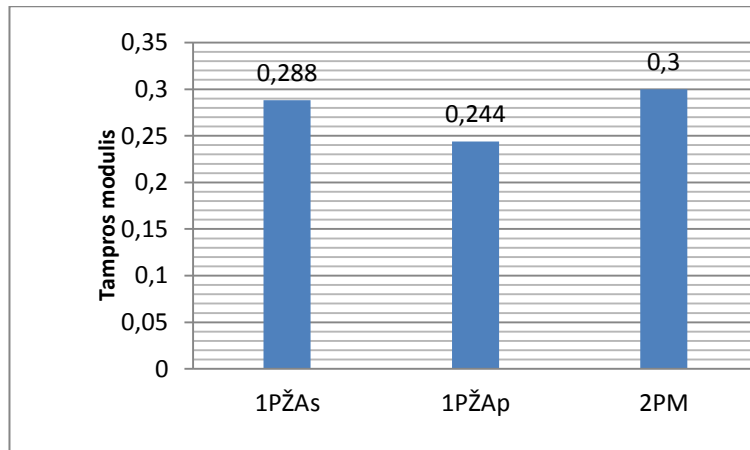
Didžiausias tankis buvo 2PM bandinių -  $\rho=9420,07 \text{ kg/m}^3$ , mažiausias 1PŽAp bandinių ( $\rho=6950,13 \text{ kg/m}^3$ ) (7 lentelė). Stebint didžiausią bandinių stiprumo ribą, kuri parodo didžiausią sąlyginį įtempimą, kuri atlaiko bandinys, nustatyta, kad didžiausias stiprumas būdingas 1PŽAp bandiniams ( $\sigma_u = 21.32 \text{ MPa}$ ), mažiausias - 2PM bandiniams ( $\sigma_u = 3,73 \text{ MPa}$ ) (13 paveikslas).



**14 pav.** Stiprumo ribos santykinė ištįsa  $\varepsilon_u$ , %

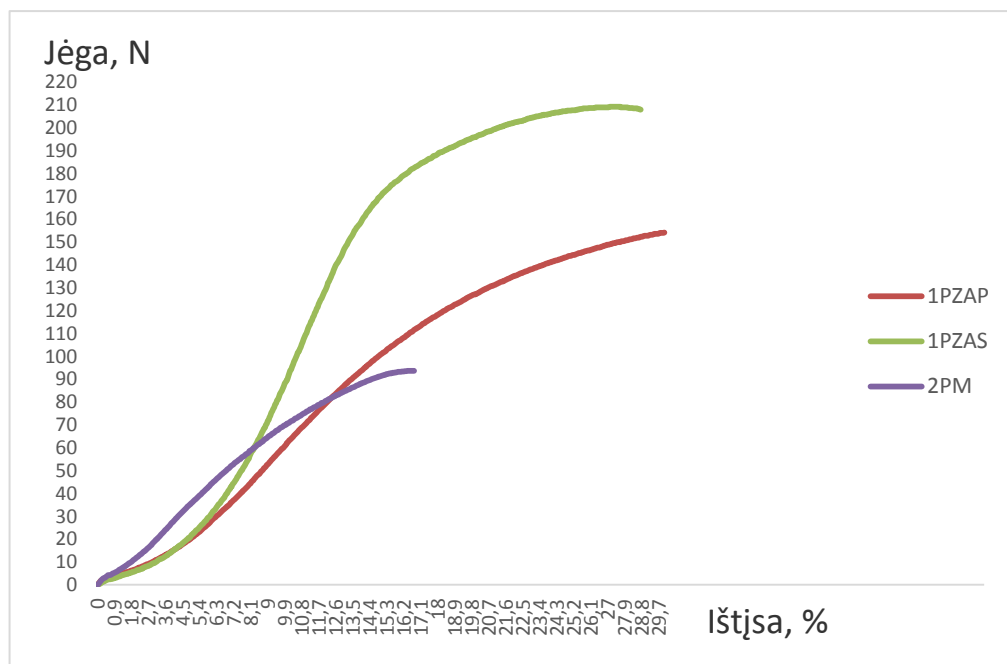
Stiprumo ribos santykinė ištįsa didžiausia PŽAs bandinių ( $\varepsilon_u = 33,18\%$ ), mažiausia 1PŽAp bandinių ( $\varepsilon_u = 18,38\%$ ) (14 paveikslas). Tampros modulis didžiausias 2PM bandinių (0,3), mažiausias PŽAp bandinių (0,244) (15 paveikslas).





**15 pav.** Tampros modulis

Kaip matome iš gautų rezultatų 1PŽAp bandiniai buvo stipriausi, tačiau jų elastingumas mažesnis lyginant su 2PM ir 1PŽAs bandiniais, kuriems nustatytas mažesnis stiprumas, tačiau jų



**16 pav.** Tinius Olsen mašina užrašytos tipinės tirtų medžiagų tempimo kreivės

tamprumas yra didesnis.

16 paveiksle matomos trijų bandinių tempimo kreivių vizualizacijos, kurias užrašė tempimo mašina *Tinius Olsen*. Paveiksle nurodoma bandinių tempimo jėga bei bandinių ištįsa. Didžiausią tempimo jėgą pasiekė 1PŽAs bandinys ( $F=210N$ ), mažiausią tempimo jėgą - 2PM bandinys ( $F=95N$ ), tačiau šiam bandiniui nustatyta didesnė ištįsa, negu 1PŽAs bandinys.

### 3.7 Tiriamųjų plėvelių spalvos keitimo galimybių tyrimas

Buvo tiriamos skirtingose terpėse išaugintų plėvelių (8 lentelė) spalvos ir galimybės keisti spalvines medžiagos charakteristikas.















Spalvų keitimo galimybių bandymui buvo naudoti stikliniai pusės litro indai, kuriuose buvo pilamas tirpalas su atitinkamais priedais ir formuojama bioplėvelė stiklinį indą uždengus medžiaga. Bioplėvelės buvo auginamos dvi savaites.










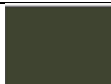
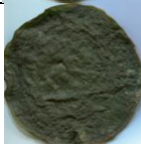

**8 lentelė.** Bioplėvelių formavimo sąlygos

Kodas	Auginimo terpė	Sąlygos
1PH	“Hibiscus” kinrožių arbata su lapeliais (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
1PK	Juoda kava su tirščiais (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
1PRA	Raudonoji arbata (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
1PC	Ciberžolės milteliai (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
1PAC	Ciberžolės milteliai (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), juodoji arbata (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
2Ppel	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
2Psrđ	pirmasis sluoksnis - žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (100ml). Antrasis sluoksnis - “Hibiscus” kinrožių arbata (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (200ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
3PH	“Hibiscus” kinrožių arbata be lapelių (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (200ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
3PK	Juoda kava be tirščių (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (1 litras), cukrus (100g), 6% obuolių actas (200ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
3Pr	Raudonoji arbata (3 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
3PDžl	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), “Kombucha” arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g),	Normalinės, 22°C kambario temperatūra;

	6% obuolių actas (100ml), maistiniai dažai raudono atspalvio (5g).	Drėgmės kiekis 45-50 %.
3PDž2	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml), maistiniai dažai mėlyno atspalvio (5g).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
3PDž3	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml), maistiniai dažai žalio atspalvio (5g).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
3PDž4	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml), maistiniai dažai žalio atspalvio (5g).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.
3PDž5	žalioji arbata (2 arbatiniai šaukštai), "Kombucha" arbatos grybas (1 gabalėlis), 25°C vanduo (0,5 litro), cukrus (50g), 6% obuolių actas (100ml), maistiniai dažai žalio atspalvio (5g).	Normalinės, 22°C kambario temperatūra; Drėgmės kiekis 45-50 %.

**9 lentelė.** Bioplėvelės Spalvų koduotė

Bandinys	RGB Vidurkiai (3 reikšmių)			Gauta Spalva	Tikroji plėvelės spalva
	R	G	B		
1PH	88	21	28		
1PK	123	66	28		
1PRA	214	166	88		
1PC	203	175	44		
1PAC	212	167	22		
2Ppel	206	164	106		
2Psrđ	168	79	76		

3PH	239	36	70		
3PK	179	125	69		
3Pr	168	113	58		
3PDž1	141	83	63		
3PDž2	62	69	61		
3PDž3	94	91	57		
3PDž4	63	68	48		
3PDž5	90	108	77		



**17 pav.** Bioplėvelių spalvų paletė “Gamtos atspalviai”

17 paveiksle pateikiamos į atskiras paletes sugrupuotos spalvos, kurios rodo, kad keičiant auginimo terpę galima išgauti įvairių spalvų bioplėvelę, kurios panaudojimas gali būti praplėstas, nes atsiranda galimybė sukurti spalvotą gaminį, derinant pasirinktas spalvas tarpusavyje. Gautas spalvas galima priskirti prie žemiškų spalvų grupės, kuri tinkama nešti ekologiškumo žinią.

### 3.8 Tyrimų rezultatų apibendrinimas

Atlikti tyrimai ir gautos tiriamų biopėvelių mechaninių savybių bei spalvos vertės parodė, kad keičiant auginimo terpę, galima gauti skirtingų savybių ir spalvos medžiagą, kuri gali būti naudojama ir aprangos bei jos elementų gamybai.

Storio charakteristikos rodo, kad galima užauginti skirtingo storio medžiagą ( $h$  kinta nuo 0,81 iki 1,04 mm), o storis yra artimas aprangos gamybai naudojamų medžiagų storiui.

Lenkiamojo standumo tyrimas ( $B$  kinta nuo 148806,93 iki 125060,92  $\mu\text{Ncm}^2$ ) rodo, kad bioplėvelės yra priskiriamos prie vidutinio standumo medžiagų, kurioms būdingas pakankamas stiprumas (nuo 3,73 MPa iki 21,32 MPa). Standumo žiedo metodu tyrimas atskleidė, jog dviejų bandinių standumo reikšmės beveik neišsiskyrė ( $B^z$  kinta nuo 605,5 bandiniui 2PH iki 629,7 N bandiniui 1PŽAs). Tam įtakos galėjo turėti auginimo terpė.

Neglamžumo tyrimas parodė, jog atsiradus lenkimo deformacijai bandiniai susiglamžo todėl, kad yra nepakankamai tamprūs. Išmatuotas neglamžumo koeficientas kito nuo 16,25 iki 33,82.

Tempimo tyrimas padėjo nustatyti, jog didžiausią tempimo jėgą pasiekė 1PŽAs bandinys ( $F=210\text{N}$ ), kuris buvo storiausias, mažiausią tempimo jėgą - 2PM bandinys ( $F=95\text{N}$ ), tačiau šiam bandiniui nustatyta didesnė ištįsa, negu bandiniui 1PŽAs.

Spalvų galimybių vertinimas parodė, jog yra galimybė auginant šią plėvelę varijuoti jos spalva. Priklausomai nuo pasirinkamos terpės, plėvelė turi savybę įgauti norimą spalvą. Spalvas galima išgauti tiek pasirenkant natūraliai dažančią terpę, tiek dažyti dažais, skirtingais maistui.

## 4. PROJEKTINĖ DALIS

### 4.1 Modelių analogų analizė



**18 pav.** Gary Cass – Modelis Analogas – MA 1 [34]

Tiesaus kirpimo suknelė, pagaminta iš visiškai ekologinės medžiagos. Šios suknelės medžiaga išauginta vyno terpėje, naudojant specialiąsias bakterijas. Suknelės modelis tiesaus kirpimo, nepasižymi išskirtiniu siluetu, kadangi šio drabužio esmė – visiškai nauja medžiaga. Ši medžiaga primena medvilnę. Suknelė neatkreipia dėmesio, kadangi nėra dekoruota, kadangi medžiaga auginama vyno terpėje, todėl spalva išgaunama tamsiai raudona. Tiesa, išsausėjusi medžiaga prarasdavo elastingumą ir visuomet prilipdavo prie odos, be to, ji skleidė gana stiprų vyno aromatą.



**19 pav.** Donna Franklin – Modelis Analogas – MA 2 [35]

Šiai suknelei pagaminti naudotos bakterijos „Acetobacter xylinum“, kurios gana plačiai paplitusios gamtoje, tačiau žmonėms nekelia jokio pavojaus, o alų sugeba paversti tvirta medžiaga. Iš alaus padaryta suknelė nekvepia, o savo chemine sudėtimi labai primena medvilnę bei „elgiasi“ labai panašiai. Tai kokteilinė suknelė, kurios apačią sudaro kirptiniai elementai, iš kurių susidaro vaizdas, jog suknelė yra pūsta. Spalviškumas šiuo atveju parinktas minimalus, sunku atsakyti kodėl,

nes apie spalvines galimybes autorius neatskleidžia informacijos. Suknelės korsetas dekoruotas perliukais, siuvinėtais vertikaliomis linijomis.



**20 pav.** Suzanne Lee – Modelis Analogas – MA3 [36]

Dizainerė Suzanne Lee sukurti ekologiškam gaminiui naudoja kitokią bakteriją. Naudojama “Kombucha” bakterija, auginama arbatoje. Šiuo atveju, naudojama indigo dažai medžiagai nudažyti. Medžiaga susiuvama tradicinėmis siūlėmis. Šiam modeliui nenaudojamas išskirtinis dekoras. Šis drabužis primena tradicinę džinsinę švarką, besiskiriantis tik tuo, kad jo medžiaga yra visiškai kitokia, nauja ir dar neatrasta naudojimui.



**21 pav.** Suzanne Lee – Modelis Analogas MA4 [37]

Tos pačios kurėjos sukurtas chalato modelis, naudojant panašią auginimo terpę, tačiau galima manyti jog spalvos pokyčiui auginimo terpės receptas yra kažkiek pakeistas, kadangi medžiaga yra kitokios spalvos. Drabužis T formos, sujuosiamas arba nešiojamas laisvai. Dekoruoamas leopardo raštu. Susiūtas tiesiai bei tankiai.





**22 pav.** Suzanne Lee – Modelis Analogas – MA5 [38]

Šis modelis vienas iš originaliausių ir sėkmingiausiai dizainerės sukurtų modelių. Švarkelio medžiaga auginta tradicinėje žaliosios arbatos terpėje, dekoruota natūralių vaisių spalvos raštais. Taip pat drabužio modelyje plėvelė kombinuota su medgztinės medžiagos detalėmis, kurios sudaro tradicinio nešiojamo drabužio išpūdį. Šiame modelyje panaudotas užtrauktukas bei galima manyti jog yra susiūtas overloku.

#### **4.2 Kolekcijos „KoDi“ įkvėpimo šaltinio analizė**

Kasmet savaitę tūkstančiai kūrybiškai nusiteikusių aistruolių renkasi Juodojoje Nevados Uolos Dykumoje, kad dalyvautų renginyje žinomam „Burning Man“ pavadinimu. Sakoma, kad tai yra meninis festivalis, autonominė bendruomenė, ir socialinis eksperimentas - visų dalyvavimas yra entuziastingai drąšinamas, kad renginio tikslas būtų iš tikrųjų suprastas. Festivalis turi savo vardą dėl 12 metrų aukščio medinio atvaizdo, vadinamo „The Man“, kuris yra kasmet deginamas kaip ritualinė renginio kulminacija nuo pat renginio pradžios. Šventė prasidėjo nuo improvizuoto laužo tarp draugų San Francisko paplūdimyje 1986 metais ir išaugo iki laikino miesto, pastatyto daugiau kaip 50000 gyventojų pastaraisiais metais. Dėl nesvetingų gamtinių sąlygų (per 38°C dieną ir po 5°C naktį, kartais su vėjų dulkėmis ar lietaus audromis), miestas yra statomas kasmet vis iš naujo ir paskui išardomas visiškai. Juodajame Uolos Mieste, daugelis civilizuoto pasaulio taisyklių negalioja: nėra jokių tarnautojų, jokių žiūrovų, jokio pinigų keitimo, ir jokios šiukšlių kolekcijos. Festivalio nustatyti principai įgyvendina šios bendruomenės esmę [20, 21, 22].

Visas įvykis vyksta dykumoje. 400 kvadratinių mylių nieko - fonas į visus „Burning Man“ festivalio meno kūrinius, išreiškiančius neišvengiamą Salvador Dalí peizažo siurrealizmą kiekvienai skulptūrai. Vizualiausiai žymiausios dalys yra stambūs įrenginiai, laikinos skulptūros ar paviljonai, kurie yra bendrai statomi ir paskui nugriaunami (ar sudeginami). Daugelis aktyvių dalyvių, kurie yra susipažinę su festivalio koncepcija, galvoja apie meninį pateikimą visus metus, kadangi skulptūros, įrenginiai, viskas priklauso nuo organizatorių paskelbiamos renginio temos. Išrinktos savarankiškai organizatorių, šitos temos siekia sukurti sąsajas, aidą, dialogus tarp nepriklausomų



projektų. Pavyzdžiui, 2002 metais pasirodžiusi instaliacija „Plaukiojantis Pasaulis“ (18 pav.), parodė daugelį 'vandeninių' metaforų: žuvis, aštuonkojai, laivai, povandeniniai laivai ir undinės, papildytos ir sustiprinančios viena kitą. Panašiai, „Amerikiečių Svajonė“ 2008 metais buvo palydėta nuverstų amerikiečių simbolių gausa: nuo milžiniško kečupo butelio (jo viduje bulvių šiaudeliai) iki kartoninių Baltųjų rūmų, ar tiesiog kušetės prieš televiziją Juodosios Uolos dykumos viduryje [20, 21].



**23 pav.** 2002 metų festivalio instaliacija „Plaukiojantis pasaulis“ [32]

Dėl utopinių „Burning Man“ festivalio impulsų, dviprasmybė išlieka: yra tai utopinis realizmas ar utopinė fantazija? Dvejopas tapatumas būdavo dažnai reiškiamas tiek festivalio dalyvių, tiek mokslo žmonių panašiai. Juodosios Uolos Miestas buvo apibūdintas kaip miestelis tarp utopizmo ir pragmatizmo; tarp kolektyvizmo ir biurokratijos; nei verslas, nei nekomercinis verslas; nei per daug hierarchinis, nei per daug laisvas kaip struktūra. Hibridas, mutantas, kuris yra susijęs kitaip su pačiu utopijos supratimu. „Burning Man“ renginys yra galbūt viena iš šitų ankstyvų pokapitalistinių utopijų, kur projektas įsiterpia, kad sujungtų tiltu tarpą tarp tikrovės ir utopijos. Projektas vaidina šį instrumentinį vaidmenį kuriant individualų pasaulį pagal mintį, norą. Būtent, įgalindamas šį kūrybiškumą „Burning Man“ festivalio idėja traukia daugiau kaip 50 000 žmonių kasmet [20,21,22].

Vienintelis laikas, kur svarbiausia žiūrovo stadija, kada skulptūra „Man“ yra sudeginama paskutinę naktį. Išskyrus degančią naktį, svarbiausias nurodymas yra dalyvavimas - kiekvienas yra pakviestas dirbti. Įvairūs pasirodymai gali įvykti faktiškai kur nors, bet kuriuo metu: išlaidūs kostiumai (19pav.), vaidmenys ar asmenybės užleidžia kelią spontaniškiems atsitikimams kiekviename miesto susikirtime [20,22].



24 pav. Festivalio dalyvių apranga [33]

#### 4.3 Kolekcijos „KoDi“ koncepcija

Festivalis yra atvejis, socialinis reiškinys, kuris sutinkamas praktiškai visose kultūrose. Spalvinga įvairovė ir dramatinis intensyvumas, dinamiškų choreografinių ir estetinių aspektų visuma, gilios reikšmės ženklaisada traukdavo atsitiktinių lankytojų dėmesį, pakerėdavo keliautojus ir rašytojus. [21].

„Burning Man“ yra metinis meninis renginys ir laikina bendruomenė, pagrįsta radikalia saviraiška ir savipasitikėjimu. Renginys vyksta savaitę ir pritraukia daugiau kaip penkiasdešimt tūkstančių dalyvių, žinomų kaip "burneriai" iš viso pasaulio. Todėl racionalu renginį tapatinti su chaosu ir nepaklusnumu. Galų gale, dauguma karnavališkų įvykių yra žinomi tiksliai dėl to, kad žmonės turi galimybę pabėgti nuo tikrovės, ir yra laikomi nepaklusnaus elgesio skatintojais. Festivalio bendruomenė patvirtina idealistinį socialinį modelį, kurį ji perduoda per vertę, kuri atspindi etiką. Visi dalyviai aiškiai turi suvokti festivalio egzistavimo principus: radikalų įtraukimą, radikalią saviraišką, radikalų savipasitikėjimą, pilietinę atsakomybę, kad nepalikėtų jokių pėdsakų, geranoriškumą, kolektyvines pastangas, dalyvavimą ir betarpiškumą [22].

Paprastai žmonės, tik prisilietę prie kokios nors naujos patirties ar netikėto gyvenimo įvykio, tuojau jį palieka likimo valiai ir skuba į kitą. Jie neišgyvena, nepatiria jo iki galo ir nesuvokia savo patyrimo prasmės. Todėl jie negali sužinoti, kas yra laisvė. Dauguma žmonių nėra laisvės patyrę. Visi dar tebegyvena tikroje nelaisvėje arba, dar geriau pasakius – vergovėje. Tačiau save išlaisvinti labiausiai norintiems ir siekiantiems tokio tikslo pavyksta, o žmonės yra tokie kūrybingi, kad gali sugalvoti kaip geriau ir kur save paleisti į laisvę. Vienas iš geriausių pavyzdžių, pasitelkiančių laisvės koncepcijos modelį – „Burning Man“.

#### 4.4 Vartotojo profilio aprašymas

10 lentelėje pateikiamas analizuojamas potencialus vartotojo tipas. Vartotojas segmentuotas pagal perkamąją galią, demografinę informaciją, pagal požiūrį į gyvenimą.

**10 lentelė.** Prognozuojamo vartotojo profilis

Demografija	Pirkimas	Patinka/Nepatinka
Užsiima laisva kūryba, menine veikla, veikla susijusi su dizainu. Gali būti absolventai arba besimokantys studentai. Taip pat gali būti dirbantys žmonės.	Mėgstamos parduotuvės: „Spell designs“, „American apparel“, „Urban outfitters“, „Primark“, „H&M“, „Nasty Gal“, „Inditex group“, „Urban Decay“, „Boohoo“	Inspiruojantys mados dizaineriai: Roberto Cavalli, Rachel Zoe, Mara Hoffman, Nicole Miller, Kenzo, Stella McCartney
18-30 metų	Svarbus sezoniškumas, kokybė, nestandartinės prekės	Skaitomi mados žurnalai: Boho, Nouveau, Vixen, Bohemia, Vogue, Harper’s Bazaar, Vanity Fair
Gali būti tiek vedęs, tiek vienišas, tiek išsiskyręs	Nuosekliai seka vyraujančias mados tendencijas	Skaitomi naujienų žurnalai: New York Times, Washington Times, The Newyorker
Neturintis vaikų	Vartotojai lojalūs prekės ženklams	Inspiruojančios įžimybės: Stacy Keibler, Edie Sedgwick, Sienna Miller
Skiriamos mėnesinės pajamos apsipirkti vidutiniškai nuo 200EUR iki 500EUR	Dominuoja laisvalaikio, pramogų, laisvės prioritėtinė funkcija	Nekenčia suvaržytumo, klasikinių detalių, darbo stiliaus aprangos kodo
Gyvenamoji vieta numatoma didžiuosiuose miestuose	Kūnas visai neslepiamas, nepriklausomai nuo kūno sudėjimo	Juoką sukelia beribė fantazija, atsipalaidavimas, nutrūktgalviškumas, nestandartinis elgesys, svaigalai
Vartotojų laisvalaikis siejamas su vasaros atostogomis, festivaliais, muzika, kultūriniais ir socialiniais renginiais, socialiniais tinklais, tokiais kaip snapchat, instagram, facebook, savanoryste.	Perkamoji galia stipri	Klausoma muzika: Andrius Mamontovas, Jurgis Didžiulis, Lilas ir Innomine, Beissoul ir Einius, Vidas Bareikis, Colours of Bubbles, Freaks on Floor
Atostogų turi bent 30 dienų metuose	Individualumas, stipri asmenybė	Kūrybiškumas, nenuoseklumas, paleistuvystė

Drabužių dydis svyruoja tarp 32-40 dydžio	Laisvės propagavimas	Inovacijos, nauji produktai, naujos galimybės
---	----------------------	---

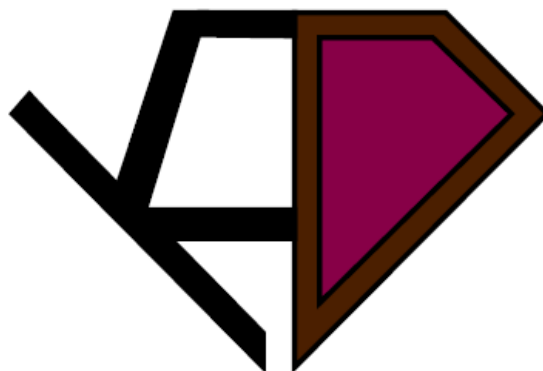
Iš 10 lentelės duomenų galima matyti, jog didžiausią populiarių madingų drabužių rinkoje segmentą sudaro jauni žmonės, išsiskiriantys iš kitų jaunatviškumu, energija bei noru išsiskirti iš minios. Šio segmento atstovai siekdami visuomenės pripažinimo intensyviai domisi naujausiomis vyraujančiomis ir atsirandančiomis mados rinkos tendencijomis, šis segmentas turi tendenciją augti, kadangi daugėja besidominčių naujausia mada ir segmentas didėja. Projektinėje dalyje didžiausias dėmesys sutelkiamas į šio segmento atstovus.

#### **4.5 Bendra kolekcijos charakteristika ir techninis modelių aprašymas**

Reikalavimai kuriamai kolekcijai – bakterinės celiuliozės bioplėvelės panaudojimas – kolekcijos akcentas. Kolekcija privalo būti susieta su Festivaliu „Burning Man“. Pagrindiniai modeliai kuriami viršutinių rūbų kolekcijai. Apranga privalo būti laisva, labai atvira ir nevaržanti judesių. Laisvas medžiagos kritimas, vasarinių spalvų paletė, įkvepianti laisvės pojūtį kiekvienoje išskirtinėje asmenybėje.

Nuogas kūnas – nieko naujo, kadangi visi „Burning Man“ festivalio idėją generuoja mintyse kaip vietą, kurioje susirenka žmonės keistuoliai ir daro neadekvačius, visiškai visuomenės moraliai prieštaraujančius, neįsivaizduojamus dalykus. Cirkininkas, akrobatas, gėjus - dalyvių pobūdį galima tęsti ir vėliau pabaigti nemandagiais išsireiškimais, kuriuos pašaliniai asmenys dažnai panaudoja festivalio dalyvių apibūdinimui. Jų supratimu, visa tai galima rasti festivalyje.

Reikalavimai kolekcijos modeliams – išraiškingi veido bruožai ir ilgi gražūs plaukai. Privalumas, jeigu modelis yra egzotiškų bruožų. Netinkami per daug platūs klubai ir labai aukšti modeliai. Tokie griežti reikalavimai būtini, nes rūbų šablonai gaminami pagal nustatytus standartus ir tinka tik juos atitinkantiems modeliams. Dažnai kitokį sprendimą gali lemti nepaprastai gražus veidas ir/ar kūnas. Kolekcijos devizas kuriamas iš logotipo, kuris atspindi kolekcijos aplikacijos prasmę. Kolekcijos pavadinimas – KoDi – dviejų sutrumpintų žodžių derinys. Kadangi aplikacijos gaminamos iš nestandartinės „Kombucha“ bioplėvelės medžiagos, pavadinimo pradžioje panaudojamas šios medžiagos pavadinimo trumpinys.



**25 pav.** Kolekcijos “KoDi” logotipo dizainas

Bendra logotipo visuma primena deimanto formą, kuri simbolizuoja nepaprastą, individualų bei nuostabų vasaros potyrį [20pav.].

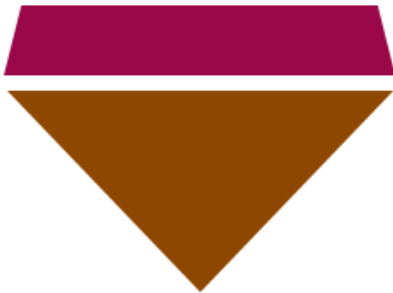



11 lentelėje pateikiami raktiniai žodžiai geriausiai atspindintys kuriamos kolekcijos esmę. Parinkti žodžiai taip pat atskleidžia festivalio idėjas bei požiūrį į laisvės prasmę.

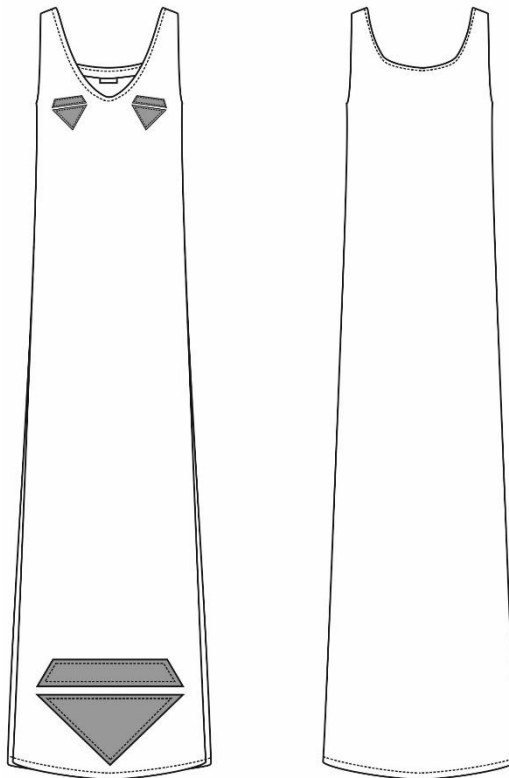
**11 lentelė.** Kolekcijos tipo parinkimas

Lietuvių kalba	Anglų kalba
Laisva	Free
Giluma	Profoundness
Deformacija	Deformation
Išaukštinta	Exalted
Charizmatiška	Charismatic
Kurioziška	Curious
Spalvinga	Colorful
Ryški	Brightly
Šelmiška	Mischievous
Briliantiška	Diamond

Kolekciją KoDi sudaro 12 pagrindinių modelių. Kolekcijos modeliams būdingi lengvų bei griežtų linijų kontrastai. Kolekcijos modelių akcentų gamybai naudojama „Kombucha“ bioplėvelė, kuri yra dviejų skirtingų spalvų. Logotipai sudaromi iš dviejų spalvų bioplėvelės medžiagos (12 lentelė).

**12 lentelė.** Naudojamo logotipo gaminių dekoravimui aprašas

Logotipo Dalis	Aprašas
	<p>Pilnas deimanto formos logotipas. Logotipą sudaro Viršutinė juostelės dalis (bioplėvelės spalvos numeris 2PM) ir apatinė trikampė dalis (bioplėvelės spalvos numeris 1PK).</p>
	<p>Logotipo juostelė. Tai logotipo viršutinė dalis (bioplėvelės spalvos numeris 2PM). Šis elementas dažniausiai naudojamaams dekoruoti rankoves arba priekaklį, arba apatinę kostiumo dalį.</p>
	<p>Logotipo trikampė detalė. Tai logotipo apatinė dalis (bioplėvelės spalvos numeris 1PK). Ši detalė atskirai modeliuojama tik ant vieno pristatomosios kolekcijos modelio. Dažniau naudojamas logotipo visumoje.</p>
	<p>Kombinuotas atskirų detalių logotipas. Tai vientisas logotipas, sudarytas iš 6 atskirų detalių. Viršutinę logotipo dalį sudaro trikampė detalė bei dvi vienodos projektuotos netipinės formos detalės (bioplėvelės spalvos numeris 2PM). Apatinę trikampę logotipo dalį sudaro du simetriški trikampiai bei netradicinės formos rombas (bioplėvelės spalvos numeris 1PK).</p>



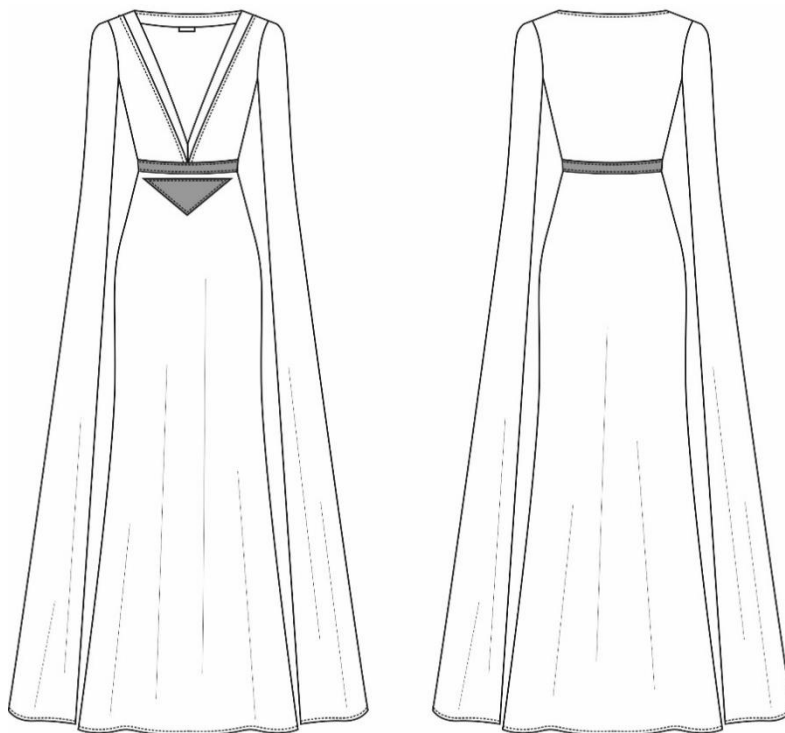
**26 pav.** Palaidinė „Loose Fit Top“

„Loose fit top“ palaidinė (26 paveikslas) laisvo silueto. Palaidinės priekaklis apdorotas su apsiuvu. Palaidinė ilga, lengvo trikotažo, modeliuojama su trimis uždėtiniais bioplėvelės logotipais. Logotipai prisiūti prie gaminio dekoratyvinių peltakių. Du logotipai siuvami krūtinės srityje, vienas didelis logotipas siuvamas palaidinės apačioje. Šios palaidinės išskirtinumas – jos ilgis, siekiantis žemę. Palaidinės nugaros pusė apnuoginta, priekinės dalies iškirptė gili. Ši palaidinė projektuojama kartu su trumpais džinsiniais šortais.



**27 pav.** Palaidinė “T-shirt Dress”

„T-shirt dress“ palaidinė (27 paveikslas) pusiau prigludusio silueto. Palaidinės nugara iš medvilnės, susiūta su šifono medžiagos priekine dalimi, primena apsiaustą. Šviesios spalvos, trikampio formos rankovių kirpimas bei specialūs aksesuarai. Priekis trumpas, ilgis nugaroje planuojamas iki klubų linijos. Nugaros dalis ilgesnė, siekia blauzdas. Bioplėvelės uždėtinis logotipas siuvamas rankovių apačioje. Palaidinė komplektuojama kartu su kaubojiško stiliaus batais.



**28 pav.** Suknelė “Kaftan Dress”

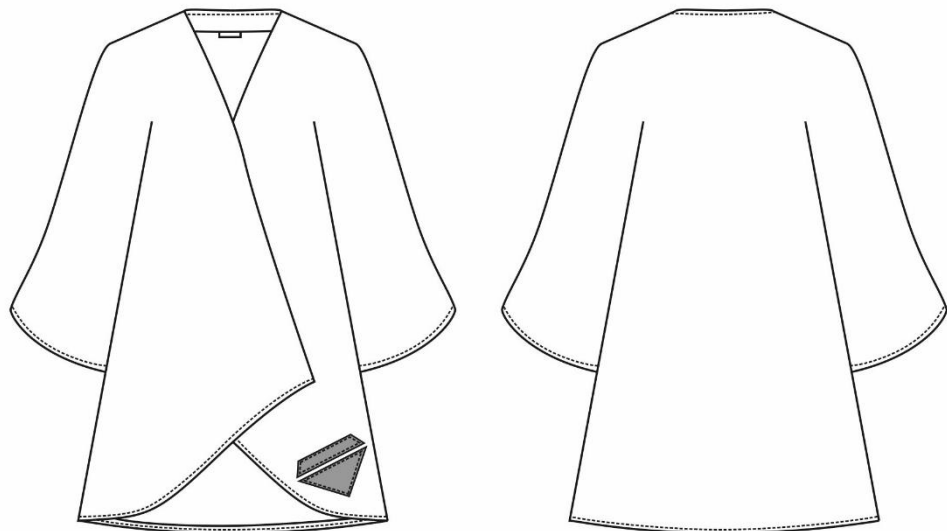
“Kaftan dress” suknelė (28 paveikslas) pusiau prigludusio silueto. Pagrindinis modelio akcentas – ilgis. Kaftanas modeliuojamas pilno ilgio, siekia žemę. Rankovės modeliuojamos taip pat siekiančios žemę. Suknelės priekaklis dekoruotas žalio satino šalinės apykaklės tipo uždėtinėmis detalėmis. Bioplėvelės logotipo dvi uždėtinės dalys modeliuojamos priekyje. Viena dalis modeliuojama kaip liemens juosta, apdorota peltakiu. Kita dalis modeliuojama po liemens juosta, taip pat apdorojama peltakiu.





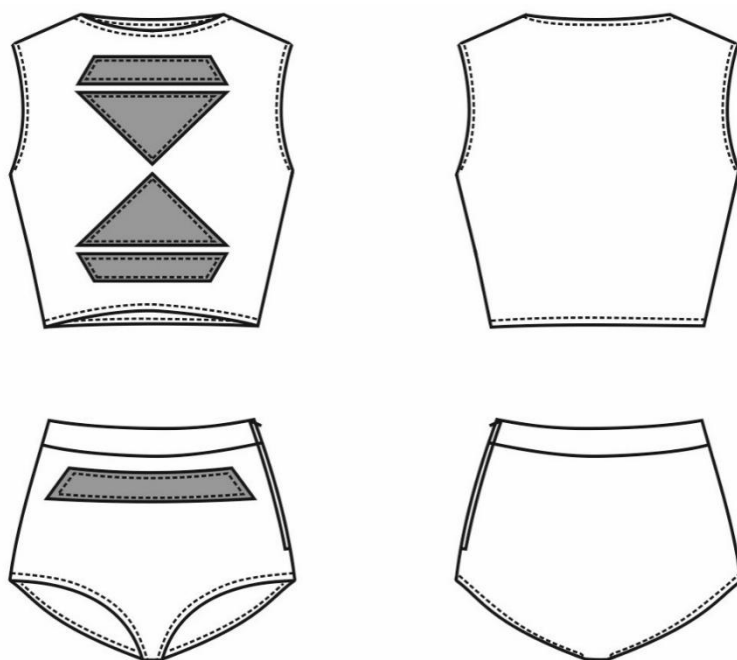
**29 pav.** Suknelė “Kaftan short dress”

„Kaftan short dress” suknelė (29 paveikslas) pusiau prigludusio silueto. Priekaklis apdorojamas uždėtinėmis bioplėvelės logotipo detalėmis. Išplėstinis kaftano modelis modeliuojamas trumpas – virš kelių. Kitos logotipo uždėtinės dalys siuvamos rankovių galuose dekoratyviniu peltakiu. Siuvamos tik logotipo viršutinės dalys. Rankovių galai modeliuojami trikampio formos. Kaftanas komplektuojamas kartu su gladiatoriaus batais.



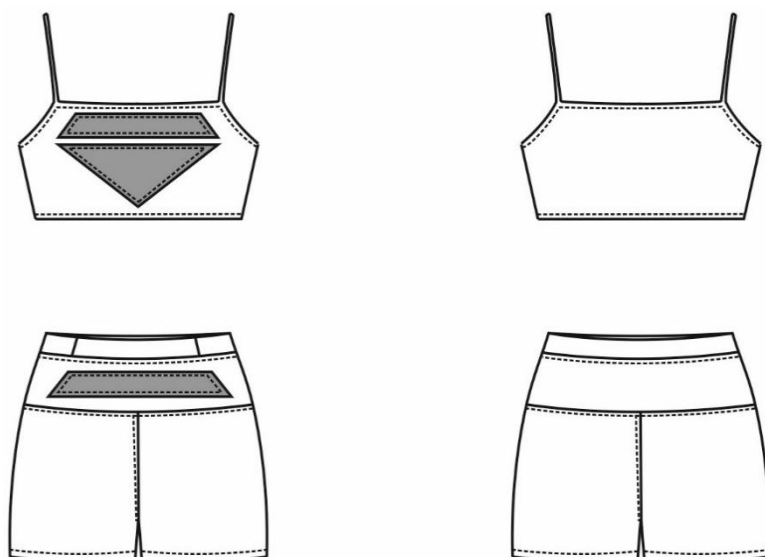
**30 pav.** Apsiaustas “Ruana”

„Ruana“ apsiaustas (30 paveikslas) laisvo silueto. Apsiaustas kombinuotas, dviejų skirtingų spalvų. Medžiaga – trikotažas. Apsiaustas neliepiuojamas, lengvas, apsirengiamas per galvą. Bioplėvelės uždėtinis logotipas siuvamas ruanos kampe. Apsiaustas komplektuojamas su auliniais batais.



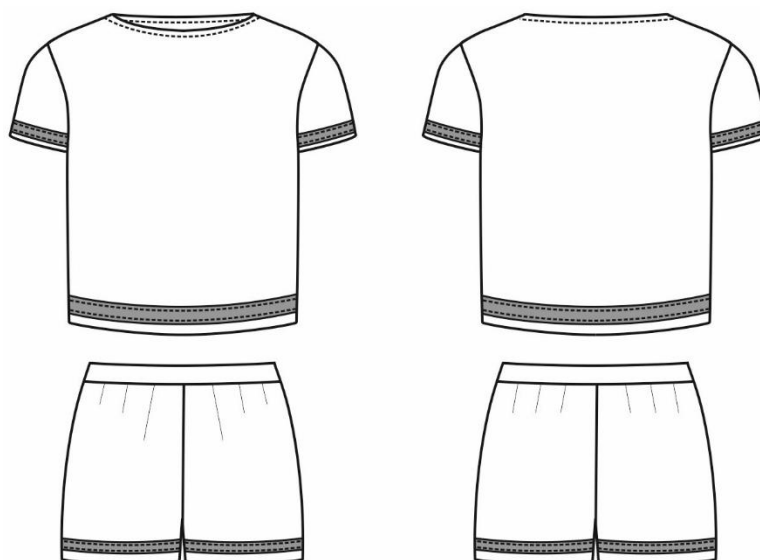
**31 pav.** Komplektas “Cropp Top Shorts Set”

“Copp top shorts set” kostiumas (31 paveikslas) priglundusio silueto. Pasirinkta medžiaga – viskozė. Gaminys suskaidytas į viršutinę ir apatinę dalis. Palaidinė modeliuojama kartu su aukštinto liemenio prigludusiomis kelnaitėmis. Priekaklis apsiūtas plokščiuoju peltakiu. Viršutinėje priekio dalyje modeliuojamas bioplėvelės logotipas „veidrodinio“ principu. Logotipas atkartojamas, siuvamos abi logotipo dalys po du kartus. Logotipas aplikuojamas taip, kad persišviestų ir siuvamas dekoratyviniu peltakiu. Apatinė dalis užsegama kairėje pusėje, šoninėje siūlėje paslėptu užtrauktuku. Apačios priekio dalyje modeliuojama viena logotipo dalis aplikuojama ir apsiuvama dekoratyviniu peltakiu. Tai esminis kolekcijos modelis, simbolizuojantis vasaros festivalių aprangos laisvę, kada apranga gali būti panaudojama keliais dėvėjimo būdais. Tai ir maudymosi kostiumėlis irteminė apranga, puikiai tinkanti festivalio tematikai.



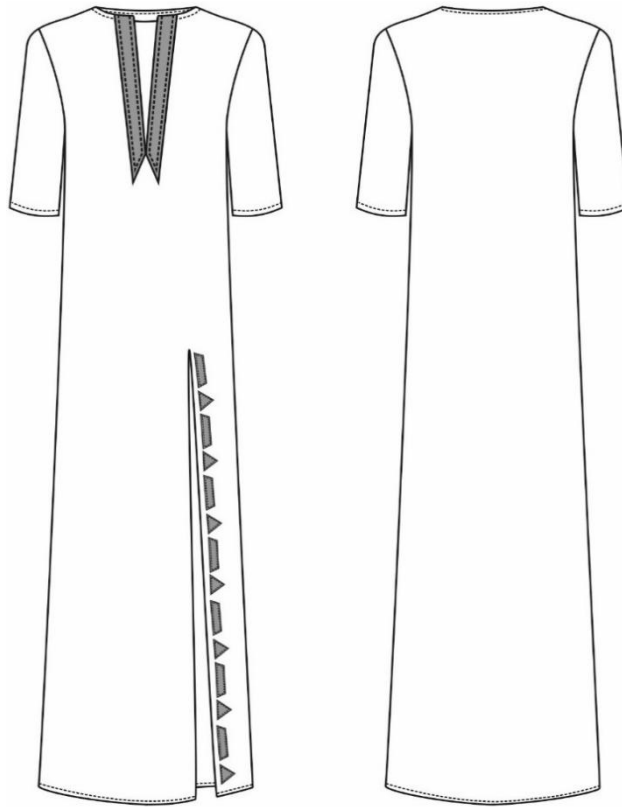
**32 pav.** Komplektas “Cropp Top Shorts Set Vol 2.”

„Cropp top shorts set vol 2“ kostiumas (32 paveikslas) priglundusio silueto. Tai išplėstinis gaminys. Gaminys suskaidytas į viršutinę ir apatinę dalis. Palaidinė modeliuojama kartu su aukštinto liemenio priglundusiais šortais. Viršutinė dalis modeliuojama su prisiūtomis petnešėlėmis. Priekaklis apdorotas plokščiuoju peltakiu. Viršutinėje priekio dalyje modeliuojamas pilnas logotipas, aplikuojamas taip, kad persišviestų ir apsiuvasas dekoratyviniu peltakiu. Apatinėje priekio dalyje modeliuojama viena logotipo dalis, taip pat aplikuojama, kad persišviestų. Apatinės dalies viršuje siuvasas gumos įsiuvas.



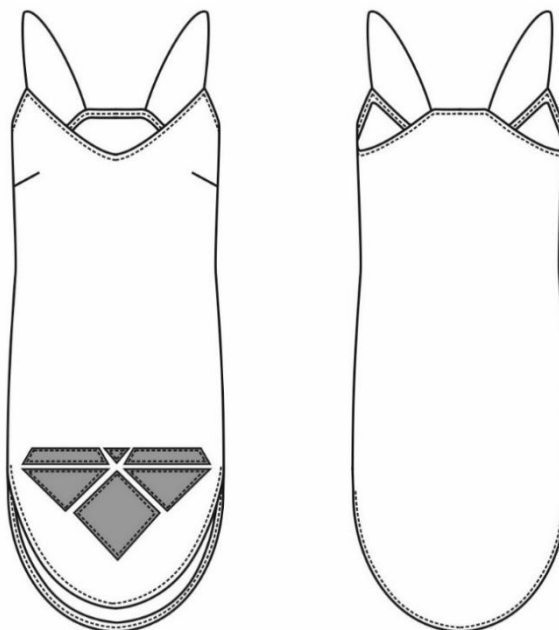
**33 pav.** Komplektas “Shirt Shorts Co-ord Set”

„Shirt shorts co-ord set“ kostiumas (33 paveikslas) pusiau priglundusio silueto. Gaminys suskaidytas į viršutinę ir apatinę dalis. T formos marškinėliai modeliuojami kartu su aukštinto liemens šortais. Viršutinė dalis apdorota plokščiuoju peltakiu. Modeliuojama viena logotipo dalis aplikuojama ant abiejų rankovių tiek iš priekio, tiek iš nugaros, kad apjuostų gaminį bei persišviestų. Kostiumėlio apatinėje dalyje tiek iš priekio, tiek iš nugaros yra po šešis apdailinius įsiuvus. Modeliuojama viena logotipo dalis šortų apačioje, apjuosiant gamintį tiek iš priekio, tiek iš nugaros bei peršviečiama.



**34 pav.** Suknelė “Kaftan Dress Vol 2.”

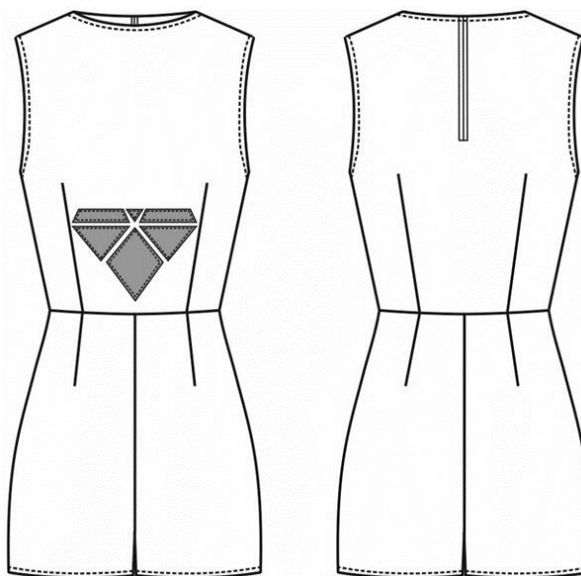
„Kaftan dress vol 2“ suknelė (34 paveikslas) tiesaus silueto. Tai išplėstinis modelis. Pagrindinis šio modelio akcentas – ilgis. Kaftanas siekia žemę. Gaminio priekaklis dekoruotas bioplėvelės logotipo uždėtinėmis dalimis dekoratyviniu peltakiu. Gaminio priekinėje dalyje yra skeltukas. Šalia jo modeliuojamos uždėtinės logotipo dalys siuvamos dekoratyviniu peltakiu.



**35 pav.** Suknelė “Strap Dress”

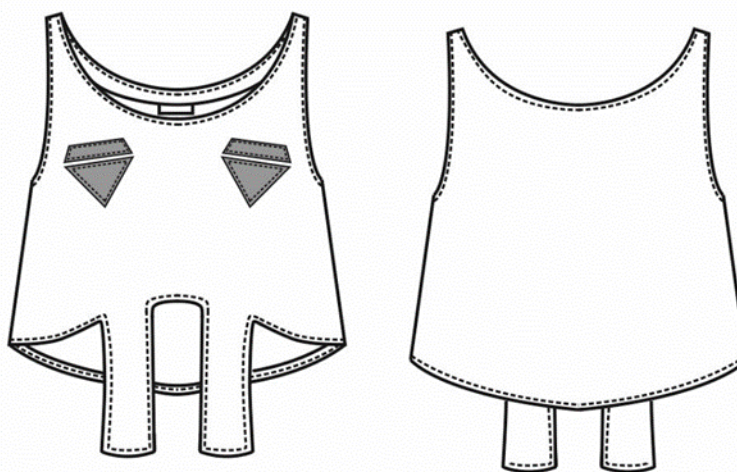
„Strap dress“ suknelė (35 paveikslas) laisvo silueto. Modeliuojama su prisiuвамomis petnešėlėmis. Nugaros pusė labiau apnuoginta. Priekinėje dalyje ties krūtine du išiuvai. Nugaros

dalis ilgesnė už priekinę dalį. Pasirinkta medžiaga – satinas. Bioplėvelės uždėtinis logotipas kombinuojamas iš kelių skirtingų dalių ir modeliuojamas suknelės priekinėje dalyje apačioje, siuvamas dekoratyviniu peltakiu.



**36 pav.** Kombinezonas “One-piece Jumpsuit”

„One-piece jumpsuit“ kombinezonas (36 paveikslas) pusiau progludusio silueto. Gaminys suskaidytas į viršutinę ir apatinę dalis. Skaidymo siūlė peltakiuota. Priekinėje dalyje tiek apačioje, tiek viršuje yra po du apdailinius įsiuvus. Apatinėje dalyje tiek priekyje, tiek nugaroje per vidurį eina siūlė. Užsegamas nugaros viršutinėje dalyje paslėpiamu užtrauktuku. Pažastys apdorotos apsiuvais. Modeliuojamas uždėtinis kombinuotų dalių logotipas priekinės dalies apačioje ties skaidymo siūle.



**37 pav.** Palaidinė “Tied Cropp Top”

„Tied cropp top“ palaidinė (37 paveikslas) pusiau priglundusio silueto. Priekinėje dalyje rišama raišteliais. Nugaros dalis ilgesnė už priekinę dalį. Gilus pažastų kirpimas. Bioplėvelės du uždėtiniai logotipai modeliuojami priekinėje dalyje, krūtinės lygyje.

#### 4.6 Kolekcijos pateikimas demonstravimui

Norint perteikti kolekcijos įkvėpimo šaltinį taip, kad vartotojai suprastų, kokią žinią siekiama iškomunikuoti, 13 lentelėje pateikiami sukurtos kolekcijos demonstravimui reikalingi bruožai bei reikalavimai.

**13 lentelė.** Kolekcijos demonstravimui charakteringi bruožai

Bruožas	Aprašymas
Aksesuarai	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nestandartiniai apvalios formos akiniai, dekoruoti geometrinėmis detalėmis;</li><li>• Galvos juostos puoštos įvairiaspalvėmis plunksnomis, plunksnos kabinamos akių lygyje aplinkui galvą;</li><li>• Galvos juostos puoštos geometrinių formų antenomis, dekoruotomis kabandčiomis juostelėmis. Netipinis papuošalas, simbolizuojantis tam tikro žmonių judėjimo vertybes;</li><li>• Veido skaros, skirtos užmaskuoti apatinę veido dalį. Skirta apsisaugoti nuo festivalyje kylančių dykumos dulkių. Puošta „Kombucha“ kombinuotos spalvos logotipu.</li><li>• Apyrankės. Įvairių tipų auksinės, spalvotos, actekų raštu dekoruotos apyrankės, simbolizuojančios laisvę, gyvybiškumą bei nepriklausomybę.</li></ul>
Avalynė	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vandens batai – botai. Ryškios spalvos batai atsparūs vandeniui, jau tapo neatskiriamu vasaros festivalių akcentu.</li><li>• Kaubojiško stiliaus batai. Tiek ilgaauliai, tiek trumpaauliai siaurintu priekiu batai, laisvės pojūčio simbolikai. Laukinių vakarų akcentas, simbolizuojantis laisvę, dideles galimybes. Puošti Pantone 18-4247 spalvos akcentais.</li><li>• Gladiatoriaus stiliaus batai. Neseniai stipriai išpopuliarėjęs modelis, kuris puikiai tinka akcentuoti vasaros muzikos festivalių aprangą.</li><li>• „Timberland“ stiliaus batai. Patogūs, sunkaus tipo batai, skirti festivaliams, kada oras nėra geras.</li></ul>
Šukuosena	Šukuosena neakcentuojama. Modeliai idealiausiai atitiktų kolekcijos esmę esant labai trumpiems plaukams, kurių praktiškai nesimato, arba esant labai ilgiems, netvarkingai susivėlusiams plaukams. Plaukų spalvą nėra taip pat akcentuojama.
Grimas	Akys tamsintos tušu bei šešėliais. Specifinių modelių veidai dažomi indėniškais raštais, kurie akcentuoja laisvę, meną, išsivadavimą.
Apšvietimas	Kolekcijos pristatymas organizuojamas dykumoje arba sudarant panašias

	sąlygas kaip dykumoje, norint akcentuoti festivalio aplinką, kuriai kolekcija yra kuriama. Todėl apšvietimas yra natūralus, tviskantis, apšviečiantis visas švytinčias detales.
Muzika	Burning Man Deep Tunes for Deep Playa. Prieiga per internetą: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=kjZ1xvfY9sE">https://www.youtube.com/watch?v=kjZ1xvfY9sE</a>
Scena	Smėlis, smėlio dulkių vėjo gūšiai, ryški tviskanti šviesa, dangaus žydrumo fonas, esminiai dalykai atskleidžiantys festivalio aplinką. Ryškios dekoracijos, plunksnų, spanų gaudyklių dekoracijos, su kuriomis siejamas laisvės pojūtis.
Reklama	Reklama siejama su ateinančiu festivaliu „Burning Man“. Reklamuojama kartu, pristatinėjama prieš festivalį, dėl to, kad kolekciją jau būtų oficialiai galima demonstruoti festivalyje.



**38 pav.** Kolekcijos pristatymo planšetas

#### 4.7 Projektinės dalies apibendrinimas

Kolekcija (38 paveikslas) „Burning man“ yra pirmoji kolekcija, skirta konkrečiam vasaros festivaliui.

Kolekcija kuriama panaudojant bakterinės celiuliozės bioplėvelės dekorą. Ši ekologiška medžiaga gali tapti ateities galimybėmis visai aprangos gamybos pramonei, tačiau šandien vartotojas į tokias naujoves žiūri nepatikliai, todėl pradedama nuo atskirų elementų taip pratinant vartotoją prie naujo etapo..

Kolekcija yra konceptuali, dar gali būti tobulinama, kadangi bakterinės celiuliozės bioplėvelės medžiaga yra iki galo neištirta, nėra žinoma medžiagos eksploatacinės galimybės bei trūkumai. Kolekcija gali būti įgyvendinama, siekiant atlikti dėvėjimo bandymus su naujai panaudojama medžiaga.

Pagamintas vienas konceptualus kolekcijos modelis (4 Priedas). Kolekciją papildžius suprojektuotais modeliais, atsirastų galimybė dalyvauti įvairiuose mados renginiuose, parodose. Šiuo metu kolekcija nėra skirta pardavimui. Svarbiausias kolekcijos uždavinys – naujo įvaizdžio kūrimas bei bakterinės celiuliozės bioplėvelės – alternatyvos tradicinei odai - žinomumo didinimas.

#### **DARBO APIBENDRINIMAS IR IŠVADOS**

1. Biotechnologija pagrįstos naujos tekstilės medžiagos ateityje galėtų tapti alternatyva šiuo metu naudojamoms medžiagoms. Naudojant biomedžiagas aprangos gamyboje, ne vien galutinis produktas tampa draugiškas aplinkai, bet ir jo gamybos procesas. Išanalizuoti biotechnologijų taikymo aprangos gamyboje pavyzdžiai rodo, jog produktai, pagaminti iš lengvai suįrančių, aplinkai nekenksmingų medžiagų, gali tapti realiu tekstilės pakaitalu aprangos gaminiams.
2. Atliktas lenkiamojo standumo tyrimas parodė, jog bioplėvelė gali būti priskiriama prie vidutiniškai standžių medžiagų. Nustatyta, kad bioplėvelės, užaugintos skirtingoje terpėje, lenkiamojo standumo vertės kito nuo 148806,93 iki 125060,92  $\mu\text{Ncm}^2$ .
3. Nustatyti, kad keičiant medžiagos auginimo sąlygas, galima gauti skirtingo storio bioplėvelę. Vidutinis tirtų išdžiovintų medžiagų storis buvo 0,67 mm. Didžiausias gautas išdžiovinto bandinio storis 1,04 mm, mažiausio storis 0,19 mm. Stebint storio matavimų variacijos koeficientą pastebėta, kad rezultatams būdinga didelė sklaida, kas rodo, kad sudėtinga išgauti tolygaus storio medžiagą.
4. Nustatyta, kad didžiausias neglamžumo koeficientas būdingas 1PŽAp bandiniams. 2PM bandinių neglamžumo koeficientas yra 52% mažesnis už 1PŽAp. Nustatyta, kad tiriamieji bandiniai skirtingai reaguoja į deformuojančią apkrovą ir neglamžumo koeficientas priklauso



nuo plėvelės auginimo terpės, storio bei svorio. Projektavimo metu reikia atsižvelgti į didelį bioplėvelės glamžumą. Iš šios medžiagos galima formuoti stabilias klostes.

5. Nustatyta, kad didžiausias stiprumas būdingas plonesnės plėvelių grupės 1PŽAp bandiniams ( $\sigma_u = 21.32\text{MPa}$ ), tačiau didesnis tamprumas stebimas storesnių plėvelių grupėse 2PM ir 1PŽAs ( $\epsilon_u$  kito nuo 18,38% iki 29,93%).
6. Bandymai parodė, kad naudojant natūralius gamtinius dažus, tokius kaip kinrožės, mėlynės, kava, galima išauginti skirtingos spalvos medžiagą. Papildomai panaudojus maistinius dažus buvo sudaryta 15 spalvų paletė, kuri yra artima gamtos atspalviams. Spalvota bioplėvelė gali būti panaudojama kuriant įvairius dizaino spėdimus.
7. Įkvėpta festivalio “Burning Man” buvo sukurta darbužių kolekcija KoDi ir pagamintas prototipas. Įrodyta, kad bioplėvelė gali būti naudojama aprangos elementų gamybai. Ekologiškos bioplėvelės aplikacijų pritaikymas kolekcijoje neša ekologiškumo žinią ir yra skirtas atkreipti visuomenės dėmesį į teršiamą aplinką ir globalius padarinius pasauliui.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Kauno krašto pramoninkų ir darbdavių asociacija. „Darbo jėgos paklausos tyrimas Lietuvos tekstilės sektoriaus įmonėse darbo jėgos įgūdžių aspektu“ parengtas įgyvendinant projektą „Studentų praktikų organizavimo modelio sukūrimas ir bandomasis įgyvendinimas Lietuvos tekstilės sektoriaus įmonėse“. 2010. (Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-041). Kaunas.
2. Michael Keenan, Ozcan Saritas, Inga Kroener."A dying industry – or not? The future of the European textiles and clothing industry". 2004. Emerald Insight. ISSN 1463-6689. p. 313 – 322
3. Masako Niwa. "The importance of clothing science and prospects for the future". 2002. International Journal of Clothing Science and Technology Vol. 14. 0955-6222. p. 238 – 246
4. Zita Monkevičienė, Egidijus Rybakovas, Svetlana Šajeva.. Lietuvos tekstilės gaminių gamybos ir drabužių siuvimo pramonės konkurencingumo studija. 2009. Taikomasis mokslinis darbas. Kaunas.
5. Milda Jucienė, Virginija Daukantienė, Vaida Dobilaitė, Eugenija Strazdienė. IMITACINIŲ APRANGOS PRAMONĖS ĮMONIŲ VEIKLOS PROCESŲ APRAŠAS. 2012. Mokomoji Knyga. Kaunas, Technologija.
6. Masteikaitė V. Drabužių konstravimo pagrindai. 2011. Šiauliai: Šiauliu universiteto leidykla.
7. Prashant R. Chawla, Ishwar B. Bajaj, Shrikant A. Survase and Rekha S. Singhal. Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications. 2009. Food Engineering and Technology Department, Institute of Chemical Technology, University of Mumbai, Matunga.
8. Diana Grinevičiūtė, Sigita Krauledas, Matas V. Gutauskas. "Hand evaluation of clothing fabrics from new biodegradable fibres". 2012. International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 24. 0955-6222. p. 201 -210
9. Bernd H. A. Rehm. Bacterial polymers: biosynthesis, modifications and applications. 2010. Institute of Molecular Biosciences, Massey University. Macmillan Publishers Limited. New Zealand.
10. Michele Llanos. Suzanne Lee and her celluloid clothing. 2010. Prieiga per internetą [2015-01-23] <http://trendland.com/suzanne-lee-and-her-celluloid-clothing/>
11. Aušra Abraitienė. Tekstilės mokslas – link aukštųjų technologijų. 2007. Prieiga per internetą [2015-01-24] <http://neris.mii.lt/mt/straipsniai/200703/tekstile.doc>

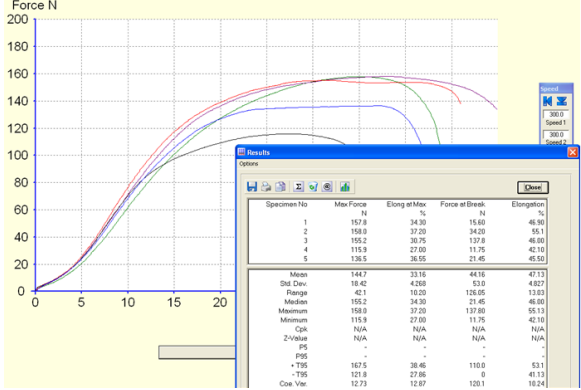



12. Dieter Klemm, Brigitte Heublein, Hans-Peter Fink, Andreas Bohn. Cellulose: Fascinating Biopolymer and Sustainable Raw Material. 2005. Angew. Chem. Int. Ed. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim p. 3358 – 3393
13. Ashley Shade. The Kombucha Biofilm: a Model System for Microbial Ecology. Final report on research conducted during the Microbial Diversity course. 2011. Marine Biological Laboratories. Woods Hole, MA.
14. Svjetlana Maric, Jasmina Varneš. Characteristics and significance of microbial biofilm formation. 2007. Periodicum biologorum. Vol. 109, No 2, p. 1-7
15. Daukantienė V., Domskienė J., Vaitkevičienė V. Siuvinių medžiagotyra. Laboratoriniai Darbai. 2006. Mokomoji knyga. Kaunas, „Technologija“ ISBN 9955-09-972-0
16. Diliūnas S. Plastikų ir kompozitų mechaniniai tyrimai. Laboratoriniai darbai. 2005. Mokomoji knyga. Kaunas, „Technologija“ ISBN 955-09-792-2
17. Color Schemer Online V2. Internetinė spalvų gavimo sistema. 2009. Prieiga per internetą [2015-11-25] <http://www.colorschemer.com/online.html>.
18. ГОСТ 8977-74. Кожа искусственная и пленочные материалы. 1974. Методы определения гибкости, жесткости и упругости
19. Plastics – Determination of tensile properties Part 3: Test conditions for films and sheets (ISO 527-3 : 1995 + Corr 1 : 1998 + Corr 2 : 2001). 2003. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin. Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Germany. Prieiga per internetą [2016-01-15] <http://211.67.52.20:8088/xitong/BZ%5C9524171.pdf>
20. Selçuk Balamir. More Than Dust: The Burning Man Festival. 2011. Design Cultures. Reading Concepts of Intermediality Prof. Dr. Ginette Verstraete & Dr. Sven Lütticken, Amsterdam, January. Prieiga per internetą [2016-04-28] [https://www.academia.edu/1478249/More\\_Than\\_Dust\\_The\\_Burning\\_Man\\_Festival](https://www.academia.edu/1478249/More_Than_Dust_The_Burning_Man_Festival)
21. Alessandro Falassi. Festival: Definition and Morphology. Time Out of Time: Essays on the Festival. 1987. Albuquerque: University of New Mexico Press, 1-10p.
22. Manuel A. Gomez. Order in the Desert: Law Abiding Behavior at Burning Man. 2013 J. Disp. Resol. Journal of Dispute Resolution. Volume 2013, Issue 2, Article 5.

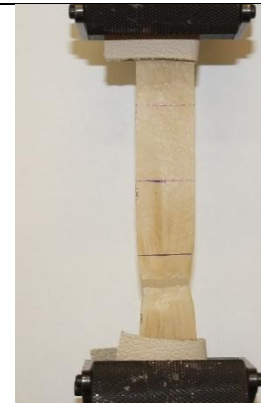
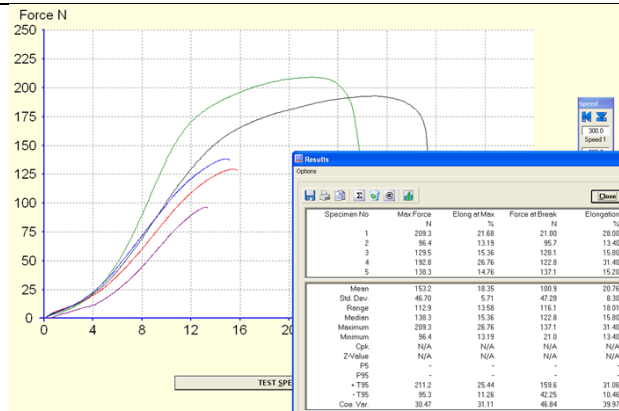
23. Alejandra Loera. "I'm Not a Virgin Anymore": The Best Overheard Quotes From Burning Man. 2013. OC Weekly, LP. Prieiga per internetą [2016-04-28] <http://www.ocweekly.com/music/im-not-a-virgin-anymore-the-best-overheard-quotes-from-burning-man-2013-6573604>
24. Pooja.V.Bhat, Vanitha.K.P, Dr.B.E.Rangaswamy. Biotechnology in Fashion- A Review. 2016. International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER) Volume 03, Issue 03, ISSN (Online):2349–9745; ISSN (Print):2393-8161
25. Miguel Angel Gardetti, Ana Laura Torres. Sustainability in Fashion and Textiles: Values, Design, Production and Consumption. 2013. Greenleaf Publishing, Aizlewood's Mill, Nursery Street, Sheffield S3 8GG, UK, ISBN: 978-1-909493-61-2 (ebook). Prieiga per internetą [2016-05-13] [http://www.greenleaf-publishing.com/content/pdfs/fashion\\_intro.pdf](http://www.greenleaf-publishing.com/content/pdfs/fashion_intro.pdf)
26. Julian M Allwood, Søren Ellebæk Laursen, Cecilia Malvido de Rodríguez, Nancy M P Bocken. Well dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom. 2006. University of Cambridge, Institute for Manufacturing, Mill Lane, Cambridge CB2 1RX, UK, ISBN 1-902546-52-0. Prieiga per internetą [2016-04-28] [http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Other\\_Reports/UK\\_textiles.pdf](http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Other_Reports/UK_textiles.pdf)
27. Hamonangan Nainggolan, Saharman Gea, Emiliano Bilotti, Ton Peijs and Sabar D. Hutagalung. Mechanical and thermal properties of bacterial-cellulose-fibre-reinforced Mater-Bi® bionanocomposite. 2013. Licensee Beilstein-Institut 4, 325–329. Prieiga per internetą [2016-05-13] <http://www.beilstein-journals.org/bjnano/content/pdf/2190-4286-4-37.pdf>
28. Silvija Araujo, Fernando Moreira da Silva and Isabel C. Gouveia. The Role of Technology Towards a New Bacterial-Cellulose-based Material for Fashion Design. 2015. Journal of Industrial and Intelligent Information Vol. 3, No. 2. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://www.jiii.org/uploadfile/2014/1112/20141112011224139.pdf>
29. G. Cass, J. Eryilmaz<sup>1</sup>, Ö. Akdemir, Deniz Şener, A. Hamitbeyli, Ö. Çobanoğlu. Microbial cellulose production by acetobacter xylinum and its application for the fashion and textile industry. 2013. The International Istanbul Textile Congress. Prieiga per internetą [2015-05-13] [https://www.academia.edu/5813723/MICROBIAL\\_CELLULOSE\\_PRODUCTION\\_BY\\_ACETOBACTER\\_XYLINUM\\_AND\\_ITS\\_APPLICATION\\_FOR\\_THE\\_FASHION\\_AND\\_TEXTILE\\_INDUSTRY?auto=download](https://www.academia.edu/5813723/MICROBIAL_CELLULOSE_PRODUCTION_BY_ACETOBACTER_XYLINUM_AND_ITS_APPLICATION_FOR_THE_FASHION_AND_TEXTILE_INDUSTRY?auto=download)
30. Ivo M.G. Martins, Sandra P. Magina, Lúcia Oliveira, Carmen S.R. Freire\*, Armando J.D. Silvestre, Carlos Pascoal Neto, Alessandro Gandini. New biocomposites based on thermoplastic

- starch and bacterial cellulose. 2009. CICECO and Department of Chemistry, University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAY0UAI/new-biocomposites-based-on-thermoplastic-starch-and-bacterial-cellulose?part=2>
31. Suzanne Lee. Grow your own clothes. 2011. TED Talk Conference 2011. Prieiga per internetą [2015-05-13] [https://www.ted.com/talks/suzanne\\_lee\\_grow\\_your\\_own\\_clothes](https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_grow_your_own_clothes)
32. Tom Davis. Burning Man. 2002. Earth link. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://geometer.org/bman2002/index.html>
33. Shalini Mehta. Fashion at burning man festival (nsfw). 2015. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://shalinimehta.com/blog/fashion-burning-man-festival-nsfw>
34. Jacqueline. Wine Forming Fashion, literally. 2012. Skepchick. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://skeptchick.org/2012/06/wine-forming-fashion-literally/>
35. Amanda Kooser. Beer wear: Dress made from bacterial-fermented brew. 2015. Cnet. Prieiga per internetą [2015-05-013] <http://www.cnet.com/au/news/beer-wear-dress-made-from-bacterial-fermented-brew/>
36. Katie Levitt. Suzanne Lee Grows Her Own BioCouture Bomber Jackets. The Creators Project. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://thecreatorsproject.vice.com/blog/suzanne-lee-grows-her-own-biocouture-bomber-jackets>
37. Susan Conklin. 100% MATERIALS PREVIEW 2010-Suzanne Lee Bio Couture. 2010. Despoken. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://www.despoken.com/2010/09/17/100-materials-preview-2010-suzanne-lee-bio-couture/>
38. Kima Knight. Sustainable Fashion: Kombucha as Couture. 2014. Fashioning Circuits. Prieiga per internetą [2015-05-13] <http://fashioningcircuits.com/?p=2127>

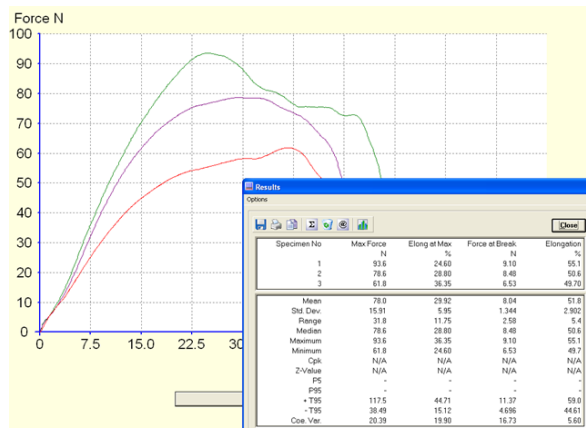
## PRIEDAI

14 lentelė. Tinius Olsen tempimo mašina gautos tempimo kreivės

Bandinių grupė	Nubrėžta kreivė	1 Bandymo nuotrauka	2 Bandymo nuotrauka	3 Bandymo nuotrauka																																																																																																				
1PŽAs	 <table border="1" data-bbox="526 651 871 895"> <thead> <tr> <th>Specimen No</th> <th>Max Force</th> <th>Elong at Max</th> <th>Force at Break</th> <th>Elongation</th> </tr> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>%</th> <th>N</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>157.9</td> <td>34.30</td> <td>15.60</td> <td>46.90</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>158.9</td> <td>37.20</td> <td>34.20</td> <td>55.1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>155.2</td> <td>39.75</td> <td>127.8</td> <td>46.60</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>115.9</td> <td>27.00</td> <td>11.75</td> <td>42.10</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>138.5</td> <td>26.55</td> <td>21.45</td> <td>45.50</td> </tr> <tr> <td>Mean</td> <td>144.7</td> <td>33.16</td> <td>44.16</td> <td>47.13</td> </tr> <tr> <td>Std. Dev.</td> <td>18.42</td> <td>4.289</td> <td>53.0</td> <td>4.827</td> </tr> <tr> <td>Flange</td> <td>42.1</td> <td>10.20</td> <td>126.65</td> <td>37.83</td> </tr> <tr> <td>Median</td> <td>155.2</td> <td>34.30</td> <td>21.45</td> <td>46.60</td> </tr> <tr> <td>Maximum</td> <td>158.9</td> <td>37.20</td> <td>137.80</td> <td>55.10</td> </tr> <tr> <td>Minimum</td> <td>115.9</td> <td>27.00</td> <td>11.75</td> <td>42.10</td> </tr> <tr> <td>Cpk</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Z-score</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>PS</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>PS5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>+T95</td> <td>167.5</td> <td>38.46</td> <td>110.0</td> <td>53.1</td> </tr> <tr> <td>-T95</td> <td>121.8</td> <td>27.86</td> <td>0</td> <td>41.13</td> </tr> <tr> <td>Cpk View</td> <td>127.3</td> <td>12.87</td> <td>120.1</td> <td>18.24</td> </tr> </tbody> </table>	Specimen No	Max Force	Elong at Max	Force at Break	Elongation		N	%	N	%	1	157.9	34.30	15.60	46.90	2	158.9	37.20	34.20	55.1	3	155.2	39.75	127.8	46.60	4	115.9	27.00	11.75	42.10	5	138.5	26.55	21.45	45.50	Mean	144.7	33.16	44.16	47.13	Std. Dev.	18.42	4.289	53.0	4.827	Flange	42.1	10.20	126.65	37.83	Median	155.2	34.30	21.45	46.60	Maximum	158.9	37.20	137.80	55.10	Minimum	115.9	27.00	11.75	42.10	Cpk	N/A	N/A	N/A	N/A	Z-score	N/A	N/A	N/A	N/A	PS	-	-	-	-	PS5	-	-	-	-	+T95	167.5	38.46	110.0	53.1	-T95	121.8	27.86	0	41.13	Cpk View	127.3	12.87	120.1	18.24			
Specimen No	Max Force	Elong at Max	Force at Break	Elongation																																																																																																				
	N	%	N	%																																																																																																				
1	157.9	34.30	15.60	46.90																																																																																																				
2	158.9	37.20	34.20	55.1																																																																																																				
3	155.2	39.75	127.8	46.60																																																																																																				
4	115.9	27.00	11.75	42.10																																																																																																				
5	138.5	26.55	21.45	45.50																																																																																																				
Mean	144.7	33.16	44.16	47.13																																																																																																				
Std. Dev.	18.42	4.289	53.0	4.827																																																																																																				
Flange	42.1	10.20	126.65	37.83																																																																																																				
Median	155.2	34.30	21.45	46.60																																																																																																				
Maximum	158.9	37.20	137.80	55.10																																																																																																				
Minimum	115.9	27.00	11.75	42.10																																																																																																				
Cpk	N/A	N/A	N/A	N/A																																																																																																				
Z-score	N/A	N/A	N/A	N/A																																																																																																				
PS	-	-	-	-																																																																																																				
PS5	-	-	-	-																																																																																																				
+T95	167.5	38.46	110.0	53.1																																																																																																				
-T95	121.8	27.86	0	41.13																																																																																																				
Cpk View	127.3	12.87	120.1	18.24																																																																																																				
1PŽAp																																																																																																								



2PM





**15 lentelė.** Tempimo tyrimo metu gauta trūkimo jėga

Bandinių grupė	1PŽAs	1PŽAp	2PM
Vidutinė maksimali trūkimo jėga, N	144,7	153,2	78
Pailgėjimas, %	47,13	20,76	51,8
Kvadratinis nuokrypis	18,42	46,7	15,91
Variacijos koeficientas	12,73	30,47	20,39

**16 lentelė.** Tempimo tyrimo metu gautas pailgėjimas esant maksimaliai trūkimo jėgai

Bandinių grupė	1PŽAs	1PŽAp	2PM
Vidutinis maksimalus pailgėjimas, %	36,55	14,76	36,35
Pailgėjimas, %	45,5	15,20	49,7
Kvadratinis nuokrypis	4,268	5,71	5,95
Variacijos koeficientas	12,87	31,11	19,90



39 pav. Konkurso “Technorama 2016” pateikto darbo aprašas



40 pav. Pagamintas konceptualus kolekcijos modelis