



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

**Enrika Jonelytė**

**POLIMERINIŲ PAKUOČIŲ GAMYBOS YPATUMAI UAB „AURIKA”**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Prof. habil. dr. Edmundas Kibirkštis

**Recenzentas**

Mokslinis darbuotojas Valdas Miliūnas

**KAUNAS, 2015**

Jonelytė, E. Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai UAB „Aurika“. Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. habil. dr. Edmundas Kibirkštis; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas, Gamybos inžinerijos katedra.

Kaunas, 2015. 99 psl.

## **SANTRAUKA**

Šiame projekte yra plačiai išnagrinėtos biopolimerinės plėvelės, skirtos lanksčių polimerinių pakuočių gamybai. Pagrindinis darbo tikslas - įvertinti biopolimerų praktinio taikymo perspektyvą lanksčių pakuočių gamybai UAB „Aurika“, siekiant mažinti nesuyrančių plastikinių pakuočių atliekų kiekį gamtoje.

Darbe atlikta analitinė palyginamoji sintetinių ir skaidžių polimerinių plėveli fizikinių bei mechaninių savybių analizė, taip pat atlikti taikomieji polimerinių plėvelių charakteristikų tyrimai. Atliktas skaidžių polimerinių pakuočių technologinio gamybos proceso projektavimas, nustatyti darbų saugos reikalavimai, kokybės kontrolės priemonės bei metodai.

Atlikus analitinę analizę bei takomuosius tyrimus, nustatyta, jog lengviausiai ir paprasčiausiai pritaikoma polimerinė plėvelė pakuočių gamybai UAB „Aurika“ yra PLA biodegraduojanti plėvelė.

Ekonominiais skaičiavimais nustatyta gaminio (pakuotės) savikaina, projekto atsipirkimo laikas.

Darbo pabaigoje yra pateiktas projektuojamojo gamybos padalinio plano brėžinys, suformuluotos išvados bei pasiūlymai.

Jonelyte, E. Features of the production of plastic packaging in JSC "Aurika". Master Final Degree Project / Supervisor Assoc. prof. habil. dr. Edmundas Kibirkštis; Kaunas University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Design, Department of Production Engineering.  
Kaunas, 2015. 99 pages.

## **SUMMARY**

This paper widely discusses about bio-polymeric films that are used for creation of polymeric packaging. The main purpose of this project is to evaluate the practical use of bio-polymeric for the flexible package production in JSC "Aurika". By doing so, it should lower the persistent waste of plastic packaging in the environment.

Project compares and analyzes physical and mechanical properties of synthetic and biodegradable polymer films. Also, it discusses the done research of applied polymer film characterization tests. Furthermore, there was a project, designed for the biodegradable polymeric packaging technological manufacturing process. Established safety requirements, set up quality control measures.

After analytic analysis and applied research, it is concluded that the easiest and most simple application of polymeric plastic for package production is PLA biodegradable film.

Based on economic calculations, it is found the cost of package, project payback time. At the end of the document, there is a plan for the designed production unit, summary and suggestions.

# TURINYS

SANTRAUKA .....	4
SUMMARY .....	5
TURINYS.....	6
ĮVADAS .....	8
TECHNINIAI-EKONOMINIAI RODIKLIAI.....	10
2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS.....	11
2.1. Pastarųjų metų pakavimo medžiagų analizė .....	11
2.2. Biodegraduojantys polimerai .....	12
2.3. Biopolimerų taikymas .....	14
2.4. Bioplastikų fizikinės savybės.....	15
2.4.1. Barjerinės savybės .....	15
2.4.2. Vandens sugeriamumo nustatymas .....	16
2.4.3. Skaidrumas .....	17
2.5. Mechaninės savybės .....	18
2.6. Tradicinių ir biodegraduojančių polimerų mechaninių bei fizikinių savybių analitinė palyginamoji analizė.....	21
2.6.1. Tamprumo modulis.....	21
2.6.2. Atsparumas tempimui.....	21
2.6.3. Barjerinės savybės .....	22
2.7. Biopolimerų fizikinių bei mechaninių savybių gerinimas .....	23
2.7.1. Nanotechnologijų taikymas pakavimo technologijose .....	23
2.7.2. PLA biopolimero modifikavimas bei priedai .....	27
2.8. Metodologinė dalis.....	30
2.8.1. Polimerinės plėvelės storio įvertinimas .....	30
2.8.2. Polimerinės plėvelės gramatūros įvertinimas .....	31
2.8.3. Trinties koeficientų įvertinimas .....	33
2.8.4. Suvirinimo siūlės stiprio įvertinimas .....	36
2.9. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ .....	38
2.10. Tradicinių ir bioskalių polimerų hidrofiliškumo tyrimas.....	44
3. FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS GAMYBOS DARBŲ APIMTIES SKAIČIAVIMAS.....	47
3.1. Technologinio proceso schema .....	47
3.2. Technologinio proceso projektavimas .....	48
3.3. Įrengimų ir darbuotojų kiekio skaičiavimas.....	54
3.4. Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas.....	57
6. TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ KOKYBĖS KONTROLĖ.....	60
7. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA .....	62
7.1. Profesinės rizikos vertinimas .....	62
7.2. Rizikos analizė .....	62
7.2.1. Pavojų identifikavimas .....	63
7.2.2. Pažeidžiamų asmenų identifikavimas.....	65
7.2.3. Rizikos leistinumų nustatymas .....	66
7.2.4. Rizikos dydžio skaičiavimas .....	71
7.3. Oro ir vandens valymas.....	72
8. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI .....	73

8.1. Inovacijos diegimo aplinkos analizė .....	73
8.1.1. Makroaplinkos analizė PEST metodu .....	74
8.1.2. Įmonės potencialo ir finansavimo pajėgumo įvertinimas .....	76
8.1.3. Marketingo strategijų alternatyvos ir jų atranka .....	77
8.1.4. Įmonės vidaus būklės įvertinimas PTGG (SWOT) analizės metodu .....	78
8.1.5. Vidinio profilio analizė .....	78
8.2. Rinkos perspektyvos vertinimas .....	80
8.3. Įmonės raidos tikslinės orientacijos parinkimas .....	81
8.4. Produkcijos patekimo vartotojui sprendimai .....	81
8.5. Projekto inovacijos ir jų finansavimo šaltiniai .....	82
8.6. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas .....	82
8.7. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų skaičiavimas) .....	83
8.8. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos .....	84
8.9. Gamybos kaštai .....	85
8.9.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas .....	85
8.10. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas .....	87
8.11. Veiklos kaštai .....	89
8.12. Gaminių kainos skaičiavimas .....	89
8.13. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai .....	90
8.14. Investicijų efektyvumo vertinimas .....	92
8.14.1. Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas .....	92
8.14.2. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas .....	93
8.14.3. Vidinės pelno normos skaičiavimas .....	93
8.14.4. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas .....	94
8.14.5. Lūžio taško skaičiavimas .....	94
8.15. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai .....	95
IŠVADOS, REKOMENDACIJOS .....	96
LITERATŪROS ŠALTINIAI .....	97
PRIEDAI .....	99

## IVADAS

Pastaruoju metu sparčiai augantis plastikų naudojimas pakeitė stiklą, metalą bei medieną. Vis daugiau naudojama plastiko pakuočių. Vienas Europos gyventojas kasmet sunaudoja 100 kg plastiko. Ši polimerinė medžiaga yra dažnai naudojama maistui, gėrimams saugoti ir pakuoti, pvz., vienkartiniai maišeliai, indai ir stalo įrankiai, dėžutės, pakavimo plėvelė, buteliai gaiviesiems gėrimams, buteliukai kūdikiams ir t.t. [1]

Dauguma plastikų yra gaminami iš naftos ar jos produktų, kurie yra neatsinaujinantys gamtos išteklių. Nors plastikas yra lengvas, tačiau dėl didelio tūrio susidaro dideli atliekų kiekiai, plastikiniiais buteliais ir pakuotėmis užverčiami sąvartynai. Be to, plastikas nesuyra 80-400 metų ar net ilgiau. Atliekos iš šios medžiagos kelia problemų ne tik dėl nesustabdomai kylančių „Alpių“ sąvartynuose, bet ir jas deginant specialiose krosnyse. Tačiau ateityje padėtis gali keistis, nes jau šiandien kuriamas plastikas iš biomasės. Tikimasi, kad jis padės sumažinti anglies dvideginio kiekį, išskiriamą gaminant plastiką, ir priklausomybę nuo iškastinio kuro. Be to, kompostuoti tinkamas bioplastikas yra gera alternatyva sunkiai skaidomam plastikui, kurio šiandien apstu net tik sąvartynuose, bet net ir vandenynuose.

Kurti kitokį plastiką pirmiausia paskatino nuolat kylančios naftos kainos ir nuogastavimai, kad naftos ir dujų anksčiau ar vėliau pristigsime. Vienas reikšmingiausių bioplastiko pranašumų yra tas, kad jis gaminamas iš pakartotinai naudojamų žaliavų, vadinasi, biomasei tinka bet kas, pradedant maisto atliekomis ir baigiant šiaudais, cukranendrėmis ar kukurūzais.

Lietuvos polimerinių pakuočių gamybos rinkoje, biodegruojanti pakuotė yra vis dar naujiena ir nepasižymi dideliu vietinių klientų poreikiu. Tokio tipo pakuotė šiuo metu dar tik skinasi kelią į rinką.

UAB „Aurika“ yra viena iš lyderiaujančių polimerinių pakuočių gamintojų Baltijos šalyse. Savo gamyboje įmonė planuoja diegti biodegruojančias polimerines plėveles siekiant gaminti aplinkai nekenksmingas lanksčias plastikines pakuotes. Šiame darbe plačiai nagrinėjamos biopolimerinės plėvelės, jų perspektyva, galimybės tradicinius plastikus pakeisti į biodegruojančius.

Darbo tikslas – įvertinti biopolimerų taikymo perspektyvą lanksčių pakuočių gamybai UAB „Aurika“, siekiant mažinti nesuyrančių plastikinių pakuočių atliekų kiekį gamtoje.

Tyrimo objektas – sintetinių bei skaidžių polimerinių plėvelių mechaninių ir fizikinių savybių analizė.

Tyrimo problema – ar biopolimerinės plėvelės yra perspektyvi ir lengvai pritaikoma žaliava lanksčių pakuočių gamybai.

Uždaviniai:

- Atlikti analitinę biopolimero, kaip perspektyvios pakavimo medžiagos analizę;

- Įvertinti tradicinių bei biodegraduojančių polimerų fizikines, mechanines savybes;
- Atlikti technologinius skaičiavimus biodegraduojančios pakuotės gamybai;
- Įvertinti ekonominį naudingumą įmonei gaminant aplinkoje suyrančias pakuotes;
- Pateikti pasiūlymus bei išvadas.

## TECHNINIAI-EKONOMINIAI RODIKLIAI

Repro baro bei spaudos gamybos cecho svarbiausieji techniniai-ekonominiai rodikliai.

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Rodiklio pavadinimas</b>	<b>Mato vienetas</b>	<b>Dydis</b>
1.	Darbo dienų skaičius	d.	252
2.	Pamainų skaičius	vnt.	1
3.	Pramoninio-gamybinio personalo skaičius		3
3.1	Pagrindiniai darbininkai	vnt.	3
3.2	Pagalbiniai darbininkai	vnt.	-
3.3	Vadovai, specialistai, tarnautojai	vnt.	1
4.	Metinė gamybos programa	m <sup>2</sup>	616674,4
5.	Gamybos kaštai	Eur	19500
6.	Sąlyginio gaminio savikaina	Eur	
7.	Sąlyginio gaminio kaina	Eur	2,2
8.	Bendras kapitalas		
8.1	Pagrindinis kapitalas	Eur	37197,5
8.2	Apyvartinis kapitalas	Eur	1251,4
9.	Grynasis pelnas	tūkst. Eur	608,3
10.	Grynoji esamoji vertė	Eur	230037,4
11.	Pelningumo indeksas	-	17,02
12.	Atsipirkimo laikas	m	0,5
13.	Darbuotojo vidutinis atlyginimas	Eur	5829



## 2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS

### 2.1. Pastarųjų metų pakavimo medžiagų analizė

Tara apima visus produktus pagamintus iš bet kokios kilmės naudojamos prekių (nuo žaliavų iki galutinių produktų) laikymui, saugai, tvarkymui, gabenimui ir patenkinimui nuo gamintojo naudotojui ar vartotojui.

Pakavimas yra vienas svarbiausių prekių transportavimo grandinės dalių. Jis yra glaudžiai susijęs su transporto logistika, sandėliavimu ir pačiomis įpakuotomis prekėmis. Kadangi įpakavimas yra dalis labai diferencijuotos sistemos, atsakingos už produktų paskirstymą iš gamybos patalpų klientui įvairiose fazėse, nėra lengva optimizuoti sistemą, siekiant bendro ekonominio efektyvumo ir tuo pat metu išlaikyti visuotinį ekologinį balansą. Daugelis dalyvių kaip gamintojai/išpilstytojai, transportuotojai, didmenininkai, mažmenininkai ir galiausiai vartotojai įtakoja šią sistemą, todėl optimizavimo procesas negali būti nagrinėjamas vien kaip technikos bei socialinės pastangos. [1]

Stambiausios įpakavimo medžiagų grupės yra popierius ir kartonas, stiklas, metalas (aliuminis, plienas ir kt.) bei plastikas - polietileno tereftalatas (PET), didelio tankio polietilenas (HDPE), polivinilo chloridas (PVC - išplėstas polistirenas) ir kt.

Pagrindinės problemos dėl taros yra:

- Kenksmingų substancijų pašalinimas;
- Masės ir talpos mažinimas;
- Perdirbimo (pakartotinio panaudojimo) galimybė;
- Saugumas ir lengvas medžiagų išskirstymas;
- Perdirbtų išteklių panaudojimas;
- Daugkartinio vartojimo galimybė
- Ženklinimas pranešantis apie įpakavimo medžiagas;
- Naudojimo atsargumo priemonės.

Tam tikros plastmasės savybės (lengvumas, patvarumas) padaro ją geriausia medžiaga naudojama medicinos ir maisto produktų, kuriems būtina užtikrinti sterilumą, turinio šviežumą, todėl susirūpinimas sveikata medicinos ir maisto pramonėje vaidina lemiamą vaidmenį kuriant naujus plastmasės produktų vartojimo būdus.

Plastmasės teikiama nauda aplinkai: [1]

- Plastmasinių maišelių gamyba reikalauja maždaug trečdaliu mažiau energijos ir sukuria 80% mažiau atliekų nei popierinių maišelių gamyba.
- Putų polistirolo taros gamybai reikia 30% mažiau bendros energijos nei statybinio kartono tarai.

Be plastmasės atsparumo korozijai, kai kurių pagrindinių prietaisų produkto gyvavimas sumažėtų 40%.

Tačiau plastmasė gaminama iš suakmenėjusio (iškasamo) kuro (nafta, anglis), neatnaujinamų gamtos išteklių. Ji dažniausiai išbūna aplinkoje ilgą laiką. Kai kurios plastmasės gali būti perdirbamos (pvz., PET), tačiau dauguma nėra lengvai perdirbamos.

Idealus plastmasės pakuotės pakaitalas turėtų būti:

- Pagamintas iš atnaujinamų išteklių;
- Patvarus ir stabilus naudojimo laikotarpiu;
- Biologiškai suyrantis.

## 2.2. Biodegraduojantys polimerai

Paskutiniuoju metu tradiciniai polimerai kelia nemažai ekologinių problemų, nes dėl didėjančios pakuočių gamybos didėja ir atliekų kiekis bei kartu ir pavojus aplinkos apsaugai. Tokie polimerai itin ilgą laiką išlieka aplinkoje, sunkiai skaidomi. Nors visų polimerinių plėvelių neįmanoma pakeisti gamtoje lengvai skaidžiomis plėvelėmis, tačiau maisto pakuočių sektorius yra viena realiausių galimybių tai padaryti.

Plastikai yra junginiai, sudaryti iš polimerų ir keletos kitų cheminių medžiagų - priedų, stabilizatorių, dažiklių, pagalbinių apdorojimo medžiagų ir t.t., kurių kiekis ir tipas skirtingi priklausomai nuo polimero rūšies, jo pritaikymo paskirties. Dėl šių priežasčių plastikas negali būti 100% pagamintas iš atsinaujinančių resursų, tačiau atliekamais įvairiais moksliniais tyrimais siekiama šią tendenciją pakeisti.

Iki šiol bioplastiko sudėtyje yra daugiau nei 50% biodegraduojančių medžiagų. Daugelis bioplastikų yra mišiniai, kurių sudėtyje yra sintetinių komponentų – priedų, kurie pagerina bioplastiko gatavo gaminio funkcinės savybes, praplečia pritaikymo diapazoną. Jei priedai ir pigmentai taip pat būtų išgaunami iš atsinaujinančių šaltinių, tada polimeras būtų 100% biologiškai skaidus. Biologinio skaidymo greitis priklauso nuo temperatūros (50-70 °C). Paprastai bioplastikai suįra 6-12 savaičių laikotarpyje. [1]

### **Žaliavos naudojamos bioplastiko gamyboje: [3]**

1. **Krakkolas.** Suskaidomas angliavandenis-polimeras, kuris yra išgaunamas įvairiais, teigimai aplinką veikiančiais procesais. Jis randamas daugelyje augalų – kukurūzuose, bulvėse, kviečiuose. Krakkolas turi kelias neigiamas savybes: jis tirpsta vandenyje ir gaminiai, pagaminti iš krakkolo, brinksta, deformuojasi nuo tiesioginių saulės spindulių ar drėgmės. Dėl šių priežasčių krakkolas yra chemiškai modifikuojamas ir maišomas su atspariais drėgmei sintetiniais polimerais (kurie dažniausiai nėra skaidomi). Plastiką pagamintą iš krakkolo yra tinkamas naudoti elektros prekių apsaugai ar kitur, kur jis bus laikomas sausai. Presuotas krakkolas vis plačiau taikomas pakuoti elektroniniams įrenginiams kaip tradicinio polistirolo alternatyva.

2. **Polilaktinė rūgštis.** Gaunama fermentuojant bulvių ar kukurūzų krakmolą. Polilaktinė rūgštis yra kristalinė ir tvirta (tvirtumas panašus į akrilinės plastmasės) ir jos gamybos kaina palaipsniui kinta.
3. **Celiuliozė ir ligninas.** Gaunami iš medienos ar medvilnės. Celiuliozė yra ląstelių sienelių sudedamoji dalis. Gali būti naudojama savo originaliame pavidale arba būti modifikuota į celiuliozės acetatą, celiuliozės butiratą ar celiuliozės nitratą (labai degus).
4. **Polihidroksialkanatai.** Tai biologiniai poliesteriai, kuriuos gamina ir skaido daugybė mikroorganizmų. Polihidroksialkanatų yra apie 100 rūšių. Polimerai gaminami fermentacijos proceso metu, kuriame dalyvauja įvairūs gamtoje prisitaikantys mikroorganizmai, naudodami cukraus žaliavas. Paprasčiausias būdas pagaminti tokį plastiką, būtų jo gaminimas augaluose (toks būdas dar tiriamas).
5. **Polulanas.** Polisacharidas, gaminamas mikrobu. Šį, vandenį tirpstantį, ekstraląstelinį neutralų glukaną, sintetina grybai. Polulano gamybos metu yra būtini plasticerai.
6. **„Konjac“ miltai** (pudra). Gaunami sumalus dramblinio batato gumbus (*Amorphophallus konjac*). Dalyvaujant vandeniui, šie miltai gali būti termiškai suspaudžiami į lakštus.
7. **Chitosanas.** Deacetiliuotas chitinas. Tai natūralus polisacharidas, savo struktūra ir funkcijomis atitinkantis celiuliozę. Jis išgaunamas tiesiogiai iš kiaukutinių vėžiagyvių (tokių kaip krabo šarvas).
8. **Trigliceridai.** Dar viena, daug žadanti medžiaga plastiko gamybai. Jie sudaro didelę augalų ir gyvūnų lipidų saugyklų ląstelėse dalį (pvz.: sojos pupelių, linų ir rapsų sėklų).

1 lentelė

**Labiausiai paplitę bioplasikai [3]**

Produktas	Charakteristikos	Panaudojimas
Celofanas (cellophane)	Sudarytas iš 100% celiuliozės, medienos ir augalų komponentų. Pasižymi geromis dujų, aliejų, tepalų, drėgmės barjerinėmis savybėmis. Kompostuojamas suyra po kelių savaičių.	Pakavimo plėvelė, skaidrūs maišeliai maisto produktams.
PLA plastikas (polilaktinė rūgštis)	Gaminamas iš augalinės kilmės krakmolo, t.y., dekstrozės būdu iš pašarinių kukurūzų išgaunant polilaktinę rūgštį – PLA. Pasižymi geromis fizikinėmis ir mechaninėmis savybėmis. Tai alternatyva maisto pakuotėms, gaminamoms iš PET ir PS polimerų.	Puodeliai šaltiems gėrimams ar kitiems skysčiams, šviežių maisto produktų pakuotės.
PSM (polimerinė-krakmolinė medžiaga)	Atsparus temperatūrų svyravimams (karščiui, šalčiui). Gaminamas iš augalų krakmolo, polipropileno, modifikuojant įvairias papildomas natūralias medžiagas.	Stalo įrankiai.
Mater-Bi	Dažniausiai gaminamas iš kukurūzų krakmolo. Suyra greičiau nei per metus.	Lėkštės, stalo įrankiai, pirminių maišeliai, atliekų maišai.
TPS termoplastikas	Gaunamas iš kukurūzų krakmolo. Lengvai pritaikomas termoformavimui, liejimui, lydymui, butelių ir kitų gaminių išpūtimui.	Maisto, farmacijos, kosmetikos pakuotės. Įvairiausios standžios, lanksčios pakuotės.

### 2.3. Biopolimerų taikymas

Augant susidomėjimui daroma žala aplinkai, dėl didelio masto sintetinių polimerų naudojimo pakavimo pramonėje, išsivystė pakankamai aktyvus atsinaujinančių medžiagų tyrinėjimas bei pritaikymas biopolimerų gamybai. Šiandieną polimerai pagaminti iš atsinaujinančių žaliavų dažniausiai taikomi trumpo naudojimo ar galiojimo produktams pakuoti.

Tačiau, nepaisant to, vis dar pakankamai plačiai naudojamos nesujurančios pakavimo medžiagos, antai, kaip pirkinių maišeliai. Biopolimerai turėtų būti itin plačiai taikomi tose pakavimo srityse, kur trumpas produkto gyvavimo laikas, kai sintetinių polimerų perdirbimo procesas yra itin sudėtingas ir neekonomiškas.

Yra keletas trukdžių, kurie šiuo metu riboja bioplastikų platesnį panaudojimą maisto pakuotėms. Bioplastikų panaudojimą riboja didesnė jų kaina už įprastinių plastikų, taip pat problemos dėl žemės plotų naudojimo žaliavai auginti. Trapumas, terminis nestabilumas, žema lydymosi temperatūra, didelis vandens garų, deguonies pralaidumas apriboja biopolimerinių plėvelių taikymą daugeliui maisto pakuočių. [4]

Iš krakmolo išgaunamas pakankamai nebrangus polisacharidas buvo plačiai ištyrinėtas kaip pakaitalas iš naftos gaminamiems plastikams [4, 8]. Pagrindiniai motyvai kurti medžiagą krakmolo pagrindu, apima keletą šios medžiagos privalumų. Tai lankstumas, kuris gali būti koreguojamas pagal poreikį (keičiant medžiagos sudėtį ir sudėtinių medžiagų santykį), pigus medžiagos mišinių gaminimas, pritaikant tam tradicinę įrangą bei gautos medžiagos biologinis skaidumas.

Tačiau dėl hidrofiliųjų krakmolo savybių, pakavimo medžiagos pagamintos iš šios žaliavų pasižymi žemomis barjerinėmis savybėmis (vandens garams, drėgmei), kurios įtakoja prastas polimerų mechanines savybes, nestabilumą, lengvą pažeidžiamumą [4, 8]. Siekiant pagerinti biopolimero mechanines ir fizikines savybes, taikomas cheminis krakmolo modifikavimas, kuris suteikia galimybę šią medžiagą pritaikyti ir maisto, ir ne maisto pramonei. Iš krakmolo pagrindu pagaminto biopolimero gaminami rišikliai, klijai, medžiagos kosmetikos pramonei ir kt. Cheminis modifikavimas atliekamas su aplinkai draugiškais tirpikliais, dažnai tam taikomas vanduo [8].

Kaip teigiama šaltiniuose [5, 8], krakmolo pagrindu pagamintas biopolimeras yra vienas iš labiausiai paplitusių biopolimerų, kurį galima įsigyti komercinėje erdvėje. Didesnią paklausą krakmolo pagrindu pagaminto biopolimero, lemia keletas faktorių:

1. Didesnė pasiūla (Europoje per metus pagaminama apie 15 mln. tonų ir beveik 50% yra naudojama ne maisto pramonei);
2. Nedidelė kaina (0,5-1 kg kaina apie 1 eurą).

Esant daugiau nei 50% krakmolo polimero masėje, laikoma, jog polimeras yra pagamintas krakmolo pagrindu. Jei polimero masėje krakmolo yra mažiau nei 50%, pagamintas polimeras vadinamas biologiškai skaidžiu polimeru.

Kraskmolą pagal kiekį masėje skirstomas į šias kategorijas [5]:

- *Kraskmolą kaip plastiko užpildą.* Kraskmolą naudojamas kaip skaidus užpildas siekiant pagreitinti plastiko irimą po panaudojimo. Tokia medžiaga nėra visiškai biodegraduojanti.
- *Chemiškai modifikuotas kraskmolą.* Tam naudojamas riebalų rūgščių chloridas.
- *Plastifikuotas termoplastinis kraskmolą (PTS).* Naudojami plastifikatoriai siekiant padidinti polimero lankstumą ir atsparumą smūgiams.
- *Kraskmolą sujungtas su biologiškai skaidžiais polimerais (PLA, PHB, PHA ir kt.)* .
- *Biopolimerai gauti iš krakmolo cheminiu būdu* (naudojant fermentuotą kraskmolą po polimerizacijos proceso gaminamas polilaktidas).

## 2.4. Bioplastikų fizikinės savybės

### 2.4.1. Barjerinės savybės

Biopolimerų barjerinių savybių nustatymas yra svarbus siekiant įvertinti ir prognozuoti gaminio pakuotės tinkamumo laiką (ilgaamžiškumą). Barjerinių savybių reikalavimai gali skirtis priklausomai nuo pakuojamo produkto savybių bei jam skirto galiojimo laiko.

Apskritai plastikas yra pralaidi medžiaga dujoms, vandens garams, organinių medžiagų garams ir kitoms mažų molekulių medžiagoms. Jei plastikas yra pralaidus, t.y., jo barjerinės savybės mažos, pro jo pakuotės sienelę iš vidaus ar iš išorinės aplinkos patenka vandens garai, deguonis. Taigi, polimero barjerinės savybės reguliuojamos priklausomai nuo to, kas jame bus pakuojama ir saugoma.

Deguonies pralaidumo koeficiento nustatymas: [6]

$$DLK = DPK \cdot l / \Delta P \quad (1)$$

čia:  $DLK$  - deguonies laidumo koeficientas;  $DPK$  - deguonies perdavimo greitis;  $\Delta P$  – deguonies slėgio skirtumas plėvelės paviršiuje ( $\Delta P = p_1 - p_2$ ).

Deguonies barjerinė savybė yra labia svarbi šviežio maisto pakavime. Deguonies barjeras kiekybiškai išreiškiamas kaip deguonies perdavimo greitis ( $DPK$ ), kuris rodo deguonies kiekį kuris prasismelkia per ploto vienetą per tam tikrą laiką [6]. Taigi, kai polimerinės plėvelės deguonies pralaidumo koeficientas yra mažas, deguonies slėgis pakuotėje sumažėja iki tam tikro dydžio, kada sulėtėja/sumažėja oksidaciniai procesai ir tokiu būdu prailgėja supakuoto produkto galiojimo laikas.

Nustatyta, jog mažiausiai pralaidus deguoniui yra PLA bioplastikas [6].

Siekiant pagerinti barjerines bioplastikų savybes, gali būti taikomi keli metodai [7]:

- Paviršiaus padengimas medžiaga, kuri pagerintų biopolimero hidrofobines savybes;
- Laminavimas iš abiejų pusių;
- Skirtingas savybes turinčių biopolimerų mišinių kūrimas;
- Cheminė / fizikinė paviršiaus modifikacija;
- Mikro ir nanokompozicinių medžiagų kūrimo plėtra.

#### 2.4.2. Vandens sugeriamumo nustatymas

*Vandens sugertis* yra svarbus parametras, kuris lemia plastikų, pagamintų krakmolo pagrindu, naudingumą. Yra žinoma, jog krakmolai turi įtakos gaminių matmenų stabilumui, mechaninėms savybėms. Vandens absorbcija yra dažnai taikoma tirti drėgmės gebėjimą skverbtis/keliauti kompozicinėje medžiagoje.

Šaltinyje [10] buvo nustatoma bioplastikų krakmolo pagrindu (papildomai įvedant į struktūrą celiuliozės pluošto) vandens sugeriamumas bei paviršiaus energija, taikant tradicinį kontaktinio kampo matavimo metodą. Vandens sugerties nustatymo tikslas yra įvertinti medžiagos hidrofobines ir hidrofobines savybes.

Atliekant tyrimą, buvo naudojami bandiniai – stačiakampės juostelės 20x20x2 mm, kurios pradžioje visą naktį buvo džiovintos 100°C temperatūroje. Pasvėrus išdžiovintus bandinius, jie buvo kondicionuojami eksikatoriuje esant 20-25°C temperatūroje ir 95% santykinei oro drėgmei (pastovią atmosferos santykinę drėgmę palaikė natrio sulfatas).

Bandiniai buvo kondicionuojami didelės drėgmės atmosferoje, o ne panaudojant klasikinį būdą – panardinimą į vandenį dėl to, jog krakmolai yra tirpus vandenyje ir esant ilgam sąlyčiui su vandeniu jis gali ištirpti.

Mėginiai buvo išimami tam tikrais laiko intervalais ir pasveriami. Vandens sugeriamumas buvo apskaičiuojamas sekančiai:

$$\text{Vandens sugertis}(\%) = \frac{M_t - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

čia:  $M_t$  – mėginio svoris po ekspozicijos 95% santykinėje drėgmeje;  $M_0$  – mėginio svoris prieš ekspoziciją.

Matavimai buvo kartojami tris kartus. Gauti rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė

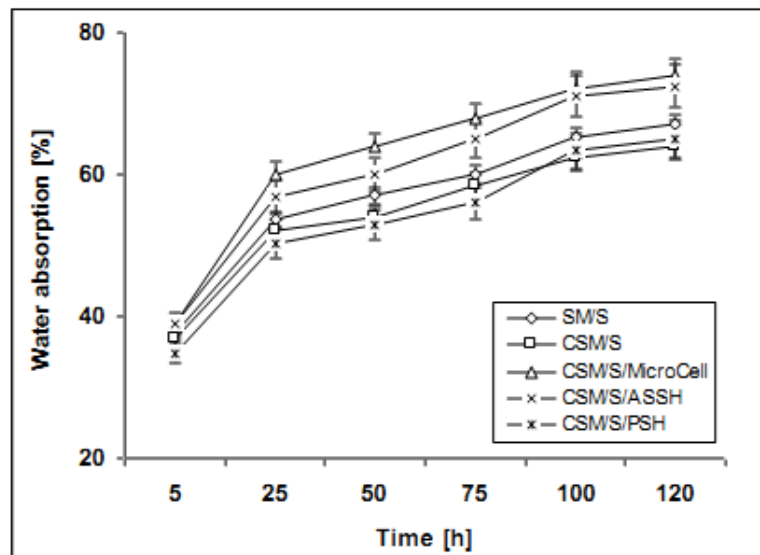
**Biopolimerų paviršiaus energijos bei vandens sugeriamumo nustatymo rezultatai [9]**

Bandinys	Paviršiaus energija, mJ/m <sup>2</sup>	Kontaktinis kampas su skirtingais skysčiais, °		
		Vanduo	Formamide	Diiodomethane
CSM/S	52.67	55.36±0.45	20.04±0.49	41.13±0.65
CSM/S/MicroCell	47.94	58.32±0.35	32.16±0.37	49.56±0.82
CSM/S/ASSH	40.65	65.95±0.61	53.03±0.32	40.13±0.10
CSM/S/PSH	38.74	68.93±0.53	55.28±0.30	46.49±0.78

Vertinant paviršiaus energiją - kuo medžiaga hidrofobiškesnė, tuo jos paviršiaus įtempimas mažesnis [9].

Buvo pastebėta, jog kompozito CSM/S/PSH vandens absorbcija yra mažesnė nei kompozito CSM/S. Šie rezultatai rodo, kad PHS įvedimas į kompozitą, pagerina jo atsparumą vandeniui. Ši tendencija sutampa su jau anksčiau atliktais tyrimais (Curvelo et al. 2001), kurie tokią elgseną susiejo su celiuliozės pluošto mažesniu gebėjimu absorbuoti vandenį [9].

To priežastis gali būti, kad krakmolai geba sudaryti vandenilinius ryšius su hidroksilo grupės celiuliozės makromolekulėmis. Tokia stipri struktūra galėtų mažinti vandens absorbciją medžiagoje. Taigi, kompozitas sudarytas iš krakmolo ir celiuliozės užpildo, gali būti atsparesnis drėgmės poveikiui. Panašūs rezultatai buvo gauti ir kitų tyrėjų, kurie pastebėjo, jog polimerinių mišinių ir mišinių pagamintų iš celiuliozės pluošto, vandens absorbcija yra mažesnė (Ban et al. 2006) [9].



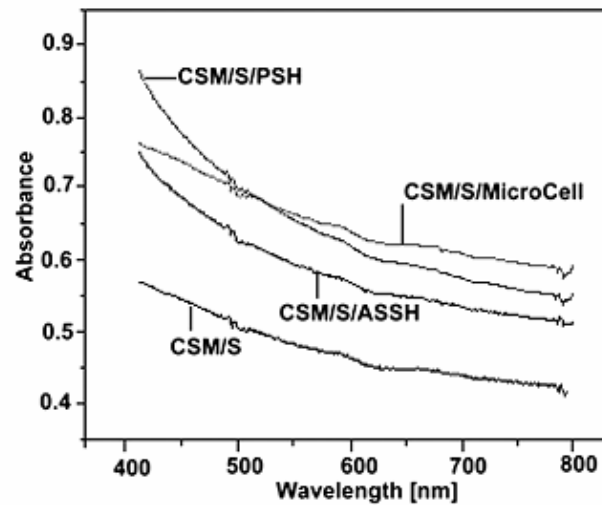
I pav. Bioplastikų vandens sugerties nustatymo rezultatai [10].

Iš atlikto tyrimo gautų rezultatų matyti, jog iki 90-tos valandos vandens sugertis ženkliai didėjo. Kompozitų, kuriuos sudarė celiuliozės pluošto užpildai, vandens sugerties vertės buvo mažesnės nei kompozitų, kurie buvo be celiuliozės pluošto užpildų. Tai gali būti dėl krakmolo-celiuliozės pluoštų sąveikos, dėl celiuliozės pluošto geresnių hidrofobinių savybių. Dėl atsiradusios tankesnės kompozito struktūros, sumažėja vandens įgertis. Darbo rezultatai atitinka *Dufresne ir Vignon* (1998) darbą [10].

### 2.4.3. Skaidrumas

*Skaidrumas* – labai svarbi charakteristika biokompozicinių medžiagų, kurios taikomos maisto pakavimui, maisto apsauginei dangai. Medžiagos skaidrumui įtakos gali turėti įvairūs veiksniai, įskaitant biokompozicinių plėvelių storį, struktūrą.

Skaidrumo įvertinimas [10] buvo atliekamas naudojant spektrofotometrą JENWAY 6405 UV-Vis (šviesos šaltinio bangų ilgis - 400-800 nm), pagal standartą ASTM D 1003-00. Paveikslėlis Nr. 2 iliustruoja celiuliozinių užpildų įtaką krakmolo-celiuliozės kompozicinių biomedžiagų skaidrumui.



2. pav. Kompozicinių krakmolo-celiuliozės bioplastikų skaidrumo vertės [10].

Priklausomai nuo biopolimero struktūros ir jo paviršiaus, šviesa sąveikaudama su bandinio paviršiumi atsispindi, yra sugerama (absorbuojama) arba praleidžiama. Matuojant spektrofotometru, galima nustatyti plastiko spalvos, blizgumo ar permatomumo vertes. Nagrinėjant 2 pav. pateiktus rezultatus, celiuliozės užpildų įvedimas sutampa su grafike esančiu žymėjimu, kuris nurodo kompozicinių medžiagų neskaidrumo atsiradimą ir didėjimą. Kompozicinių medžiagų neskaidrumas didėja tokia tvarka: CSM/S/ Microcell > CSM/S/PSH > CSM/S/ASSH > CSM/S. Galima daryti išvadą, jog celiuliozės masės, kaip užpildo įvedimas į bioplastiko sudėtį (pagaminto krakmolo pagrindu), mažina jo skaidrumą.

## 2.5. Mechaninės savybės

Yra gerai žinoma, jog polimero struktūra vaidina svarbų vaidmenį įtakojant jo mechanines savybes. Mechaninės savybės svarbios tokiuose procesuose kaip liejimas, formavimas, pūtimas, termoformavimas, plėvėdaros, ekstruzijos procesai. Be to, daugelis pakuočių parduotuvėse (ar kitur), naudojamos žemesnėje nei kambario temperatūroje, dėl to svarbu įvertinti mechaninį efektyvumą tokiomis sąlygomis.

Yra pakankamai nemažai informacijos įvairioje literatūroje apie bendrą kompozicinių medžiagų mechaninę elgseną, tačiau kompozitų, kurie gaunami iš agrokultūrinių žaliavų, tokios informacijos kiekis yra gana ribotas.

Įvairių tipų kompozicinių medžiagų krakmolo pagrindu mechaninės savybės labiausiai priklauso nuo jų cheminės sudėties ir junginių normos.



Pagrindinėms mechaninėms biopolimerų savybėms nustatyti atliekami bandymai: [6]

- *Tempimo bandymai*. Atliekami norint nustatyti atsparumą tempimui, tamprumo modulį, bandinio pailgėjimą, nutrūkimo stiprį (maisto pakavimo plėvelei).
- *Gniuždymo bandymas*. Atliekamas norint įvertinti polimerinės konstrukcijos tvirtumą, stiprumą. Pagal šį bandymą parenkama pakuotės konstrukcijos forma bei dydis.

Mechaninės biopolimerų savybės gerinamos pridedant į juos sintetinių priedų. PLA biopolimero pailgėjimas iki nutrūkstant padidėja, bei trapumas sumažėja į jo sudėtį įvedus akrilo modifikatorių atsparių smūgiams (ACR) [8]. Pagrindinių bioplastikų (daugiasluoksnių) savybių apžvalga pateikiama lentelėje Nr.3.

Ši lentelė rodo gana platų diapazoną fizikinių ir mechaninių savybių, kurios buvo ištirtos nagrinėjant bioplastikus [9]. Vertinant deguonies ir vandens garų barjerinius koeficientus, tempimo atsparumą, galima teigti, jog šios bioplėvelės gali būti taikomos įvairiems maisto produktams pakuoti.

Lentelėje pateiktos bioplėvelės yra tinkamos spausdinimui. Visos gali būti taikomos maisto produktų šaldymui (išskyrus Natureflex N913 ir Xylophane A ir B). Ne mažiau kaip 40% plėvelės pagrindo sudaro ne maistinės kilmės medžiagos arba kukurūzų krakmolai. Dauguma plėvelių yra reglamentuotos kaip tinkamos laikyti maisto produktams (pagal 1935/2004 reglamentą) [9].

Atsižvelgiant į lentelėje pateiktų bioplėvelių savybių kitimą, galima daryti išvadą, jog daugiasluoksnės plėvelės yra tinkamiausios naudoti pakavimui esant įvairiai maisto galiojimo trukmei.

Pagrindinės daugiaskluksnių bioplėvelių charakteristikos [9]

Plėvelės rūšis	Pavidalas	Barjerinės savybės		Storis, $\mu\text{m}$	Tamprumo modulis (MPa)		Atsparumas tempimui		Tinkamumas spaudai	Panaudojimas			Kilmė	Tinkamumas liestis su maistu (1935 / 2004)
		Deguonis (23°-75%)	Vandens garai (38°-90%)		MK	SK	MK	SK		Atvėsintiems produktams	Produktų šaldymui	Pasterizavimui		
Natureflex N913 (celiuliozės pagrindu)	Lanksti, skaidri	9,9	10,1	55	>3000	>1500	22	70	T	T	N	N	Ne maistinė	T
Natureflex N931 (celiuliozės pagrindu)	Lanksti, neskaidri	3,4	5,0	44	>3000	>1500	20	44	T	T	T	/	Ne maistinė + kukurūzai	T
Ecoflex+Ecovio/ Ecovio/Ecoflex +Ecovio	Lanksti, neskaidri	815,0	216,4	55	596,8±54,3	8,1±2,0	294,0 ± 27,0	316,8 ± 43,3	T	T	T	/	Ne maistinė + kukurūzai	T
Metalizuotas PLA	Lanksti, neskaidri	25,4	2,3	20	2289,6±254,1	3270,5±307,0	5,1±0,7	5,9±0,3	T	T	T	N	Kukurūzai	T
Cellophane™/ Metal layer/PLA	Lanksti, neskaidri	9,1	9,7	46	2885,8±75,4	2256,7±65,3	30,4±1,1	45,5±9,5	/	/	/	/	Ne maistinė + kukurūzai	/
Paper/AlOx/PLA	Lanksti, neskaidri	45,7	6,0	91	2394,8±163,7	1276,9±113,1	6,1±0,4	9,4±0,5	T	/	/	N	Kukurūzai	T
Bioska 504 (daugiaskluksnis PLA)	Lanksti, skaidri	617,6	275,1	34	921,3±38,7	924,7±94,6	185,3 ± 9,3	169,7 ± 59,9	T	T	T	N	Ne maistinė + kukurūzai	T
Natureflex_/PLA	Lanksti, skaidri	11,01	11,3	60	942,4±25,4	718,9±12,6	30,8±3,8	99,7 ± 10,0	/	/	/	/	Ne maistinė + kukurūzai	/
Cellophane™/PLA	Lanksti, skaidri	10,5	13,8	100	534,2±24,5	571,5±35,8	43,6±4,7	99,5±5,5	/	/	/	/	Ne maistinė + kukurūzai	/
PHB/Ecoflex	Lanksti, skaidri	142,1	80,6	87	146,7±27,0	109,4±7,1	701,2 ± 60,4	721,6 ± 30,0	/	/	/	/	Kukurūzai + javai	Saugus
Xylophane A (dengtas ant popieriaus)	Lanksti, neskaidri	3,7	24,3	100 (dengtas sl.=9)	593,7±14,5	NI/NT	8,3±0,4	/	/	N	N	N	Ne maistinė	/
Xylophane B (dengtas ant popieriaus)	Lanksti, neskaidri	6,0	23,9	100 (dengtas sl.=9)	618,6±12,1	/	8,0±0,1	/	/	N	N	N	Ne maistinė	/
PLA tray	Standi, skaidri	46,8	3,8	200-300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

T – tinkamas; N – netinkamas; / - neiširta arba nėra informacijos; MK – mašininė (liejimo) kryptis; SK – statmena kryptis.

## 2.6. Tradicinių ir biodegraduojančių polimerų mechaninių bei fizikinių savybių analitinė palyginamoji analizė

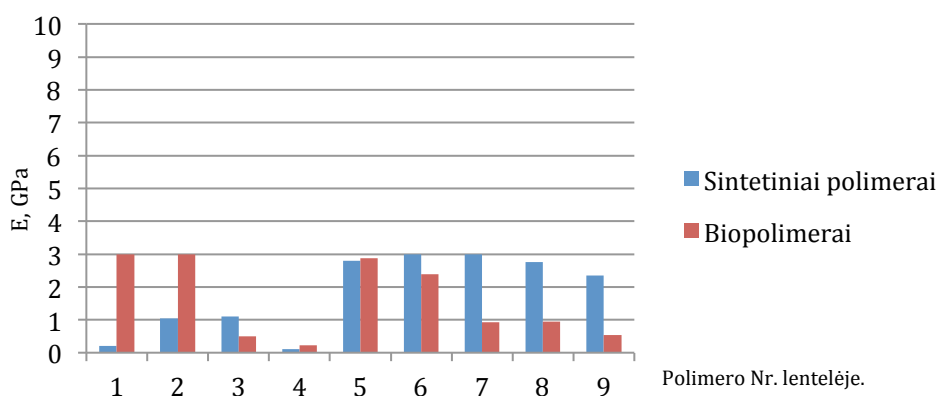
### 2.6.1. Tamprumo modulis

Tamprumo modulio palyginamoji analizė atliekama su 4 lentelėje išvardintomis medžiagomis.

4 lentelė

Polimerų tamprumo moduliai ( $E$ , GPa). [12]

Eil. Nr.	Sintetinio polimero rūšis	Tamprumo modulis $E$ , GPa [12]	Biopolimero rūšis	Tamprumo modulis $E$ , GPa
1	LDPE	0,2	Natureflex N913 (celiuliozės pagrindo)	3
2	HDPE	1,05	Natureflex N931(celiuliozės pagrindo)	3
3	PP	1,1	Ecoflex+Ecovio/Ecovio/Ecoflex +Ecovio	0,5
4	PVC	0,1	Metalizuotas PLA	0,23
5	PS	2,8	Cellophane™/Metal layer/PLA	2,88
6	PE	3	Paper/AlOx/PLA	2,39
7	PA	3	Bioska 504 (daugiasluoksnis PLA)	0,92
8	PET	2,76	Natureflex_/PLA	0,94
9	PC	2,34	Cellophane™/PLA	0,53



3 pav. Polimerų ir biopolimerų tamprumo modulių reikšmės.

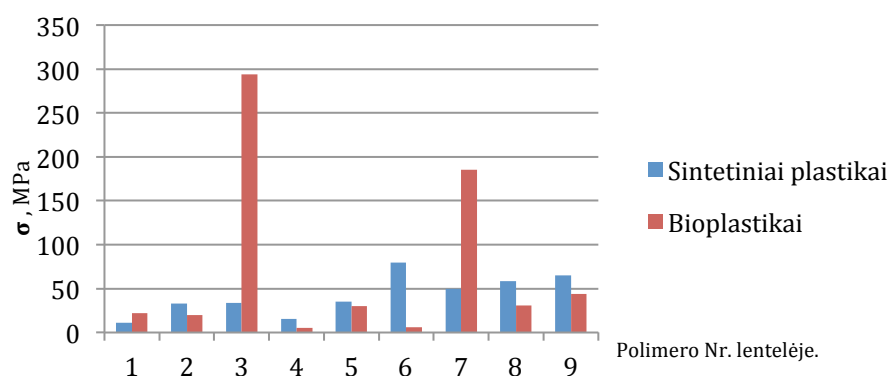
Lyginant polimerus (tradicinius ir biodegraduojančius), jų tamprumo moduliai yra daugmaž panašūs. Mažiausias – PVC polimero ir metalizuoto PLA biopolimero. Didžiausias – PE, PA polimerų ir Cellophane™/Metal layer/PLA biopolimero.

### 1.6.2. Atsparumas tempimui

Atsparumo tempimui palyginamoji analizė atliekama pagal 5 lentelėje pateiktas medžiagas.

Polimerų ir biopolimerų atsparumas tempimui ( $\sigma$ , MPa). [12]

Eil. Nr.	Sintetinio polimero rūšis	Stipris $\sigma$ , MPa	Biopolimero rūšis	Stipris $\sigma$ , MPa
1	PE LD, LDPE	7–17	Natureflex N913 (celiuliozės pagrindu)	22
2	PE HD, HDPE	20–40	Natureflex N931 (celiuliozės pagrindu)	20
3	PP	28–40	Ecoflex+Ecovio/ Ecovio/Ecoflex +Ecovio	294
4	PVC	6–25	Metalizuotas PLA	5,1
5	PS	30–60	Cellophane™/Metal layer/PLA	30,4
6	PE	80	Paper/AlOx/PLA	6,1
7	PA	50	Bioska 504 (daugiasluoksnis PLA)	185,3
8	PET	58,23	Natureflex_/PLA	30,8
9	PC	65,08	Cellophane™/PLA	43,6



6 pav. Polimerų ir biopolimerų atsparumo tempimui reikšmės pavaizduotos grafiškai.

Iš grafiškai pavaizduotų sintetinių ir biodegraduojančių polimerų stiprumo reikšmių, galima teigti, jog kai kurie bioplastikai yra atparesni tempimui nei tradiciniai plastikai. Pvz., Ecoflex+Ecovio/ Ecovio/Ecoflex+Ecovio ir Bioska 504 (daugiasluoksnis PLA) bioplastiko stiprumas, lyginant su PE plastikui, viršija apie 3-4 kartus.

### 2.6.3. Barjerinės savybės

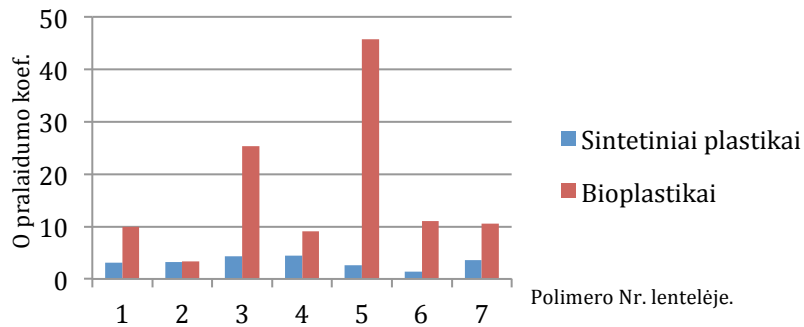
Analizuojant barjerines sintetinių bei biodegraduojančių polimerų savybes, lyginami deguonies pralaidumo koeficiento rezultatai (6 lentelė ir 7 pav.).

6 lentelė

Polimerų ir biopolimerų deguonies pralaidumo koeficientas. [12]

Eil. Nr.	Sintetinio polimero rūšis	Deguonies pralaidumo koeficientas [13]	Biopolimero rūšis	Deguonies pralaidumo koeficientas
1	LDPE	3,1	Natureflex N913 (celiuliozės pagrindu)	9,9

2	HDPE	3,2	Natureflex N931 (celiuliozės pagrindu)	3,4
3	PP	4,3	Metalizuotas PLA	25,4
4	PVC	4,5	Cellophane™/Metal layer/PLA	9,1
5	PS	2,6	Paper/AlOx/PLA	45,7
6	PET	3,6	Natureflex/PLA	11,01
7	PC	1,4 3.24	Cellophane™/PLA	10,5



7 pav. Sintetinių ir biodegraduojančių polimerų deguonies pralaidumo koeficientų reikšmės pavaizduotos grafiškai.

Nors bioplastikai pasižymi pakankamai neblogomis mechaninėmis savybėmis, tačiau jų barjerinės savybės, lyginant su tradiciniais plastikais, pakankamai žemos. Tai puikiai matyti iš grafiškai pavaizduotų deguonies pralaidumo koeficiento reikšmių (žr. 7 pav.). Bendrai vertinant lentelėje Nr. 6 pateiktus rezultatus, biopolimerų deguonies barjero koeficientas yra didesnis apie 5 kartus lyginant su sintetiniais plastikais.

## 2.7. Biopolimerų fizikinių bei mechaninių savybių gerinimas

### 2.7.1. Nanotechnologijų taikymas pakavimo technologijose

Nanomedžiagų panaudojimas tradicinėms maisto ir gėrimų pakuočių medžiagoms gali padidinti produkto kokybę ir saugumą. Be to, nanomedžiagos gali pagerinti mechanines, barjerines ir antimikrobines maisto pakuočių medžiagų savybes. Taip pat įvestos kaip nanosensoriai, jos gali sekti ir stebėti maisto produktų kokybę transportavimo ir saugojimo metu. Tačiau šios naujosios medžiagos vis dar turi įveikti tam tikrus barjerus atsižvelgiant į saugumo, technologijų, reguliavimo ir standartizacijos aspektus.

Teoriškai, renkantis nanomedžiagas pakuočių kūrimui ir tobulinimui turi būti atkreipiamas dėmesys į šiuos pagrindinius kriterijus:

- techninės savybės;
- įtaka aplinkai;
- ekonomiškumas;
- saugumas.

Europos maisto saugos tarnyba iki šiol tėra patvirtinusi tik tris nanomedžiagas, kurias

galima naudoti maisto pakuočių medžiagoms:

1. titano nitridas: pirminių dalelių dydis apytiksliai 20 nm; aglomeracinis dydis 100 – 500 nm; titano nitrido nanodalelės leidžiamos naudoti tik iš PET polimero pagamintiems buteliams ir tik 20 mg/kg; specifinis migracijos lygis ir bendras migracijos lygis mg/kg nėra nurodyti;
2. suodžiai: pirminių dalelių dydis 10-300 nm; aglomeracinis dydis 300 nm-mm; maksimalus suodžių panaudojimas polimere 2,5 % w/w, t.y. 2,5 gramo kiekviename polimero kilograme; specifinis migracijos lygis ir bendras migracijos lygis mg/kg nėra nurodyti;
3. SiO<sub>2</sub>: sintetinio amorfinio silicio dioksido pirminių dalelių dydis 1-100 nm; aglomeracinis dydis 0,1 – 1 μm; specifinis migracijos lygis ir bendras migracijos lygis nėra nurodyti.

Nanomedžiagos, naudojamos maisto pakuočių gamybai, apima platų spektrą medžiagų, kurios gali būti tiek organinės, tiek neorganinės ir vienas, du ar visi trys jos matmenys yra nanodydžio.

Apskritai, nanomedžiagas, naudojamas pakavimui, galima sąlyginai skirstyti į tris pagrindines grupes:

1. nanomedžiagos, skirtos pagerinti polimero savybes;
2. nanomedžiagos, suteikiančios aktyviasias savybes;
3. nanomedžiagos, suteikiančios išmaniąsias funkcijas.

Nanomedžiagos pasižymi įvairiomis fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis, todėl įterptos į polimero matricą, gali pagerinti polimero:

- mechanines savybes (atsparumas smūgiams, tamprumo modulis, lenkimo modulis);
- barjerines savybes (pagrindė prieš O<sub>2</sub> įsiskverbimą bei CO<sub>2</sub> netekimą, taip pat drėgmę);
- terminį stabilumą;
- atsparumą UV spinduliams;
- biodegradavimą;
- skaidrumą.

Nanomedžiagos gali pagerinti medžiagų, į kurias yra įterptos, mechanines savybes. Tokios nanomedžiagos yra silicio dioksidas, titano nitridas, kalcio karbonatas, nanomoliai, krakmolo ar celiuliozės nanokristalai ar amorfinio krakmolo nanodalelės.

Dauguma nanomedžiagų, kurios įterpiamos į polimero matricą, yra skirtos pagerinti pastarojo barjerines savybes. Paprastai tokie polimerai yra biopolimerai, kadangi jie pasižymi prastomis tiek barjerinėmis, tiek mechaninėmis savybėmis. Didžiausią potencialą šioje srityje turi nanomoliai, kurie gali būti įvairių tipų: kaolinitas, montmorilonitas, vermikulitas (kai kurie iš jų jau parduodami rinkoje).

Metalų nanodalelės maisto pakuotėse gali būti panaudotos pagerinant polimero atsparumą UV spinduliams. Dažniausiai tam naudojamos titano dioksido nanodalelės, nors gali būti vario,

MgO ar ZnO nanodalelės. Taip pat esama tyrimų, kai į biopolimerų PHBV bei PLA matricas buvo įvestos organiškai modifikuoto žėručio nanodalelės, kurios parodė tam tikras UV/ matomos šviesos blokavimo savybes ir ateityje gali būti panaudotos pakuočių medžiagų savybių gerinimui [13].

Kai kurie autoriai teigia, jog nanomedžiagos turi potencialo pagerinti polimerų biodegradavimą, tačiau kartu su šiuo teiginiu nepateikia jokių kiekybinių rezultatų. Taip pat galima pasakyti, kad daugelis nanomedžiagų pritaikymo maisto pakuotėse atvejų vis dar yra ankstyvoje stadijoje.

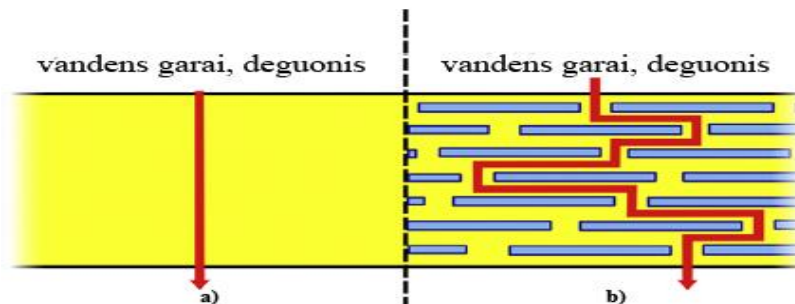
Kadangi nėra vienas žinomas tradicinis polimeras nepasižymi norimomis mechaninėmis ar barjerinėmis savybėmis, reikalingomis tinkamam maisto saugojimui, todėl dažnai yra naudojamos daugiasluoksnės plėvelės ar polimerų junginiai. Pvz., tais atvejais, kai reikalingas ypač didelis apsauginis barjerinis sluoksnis nuo deguonies poveikio, vandeniui jautrios EVOH plėvelės yra inkorporuojamas tarp dviejų hidrofobinių polietileno plėvelių. Deja, tuomet iškyla ne tik didesnės kainos, bet tuo pačiu ir ekologinės problemos. Todėl atsirado siekis ieškoti vienasluoksnių pigių plėvelių, turinčių pagerintas barjerines savybes. [13]

Polimerų nanokompozitai (PN) yra pačios naujausios medžiagos, leidžiančios spręsti šias problemas. Šio tipo medžiagos yra kuriamos įterpiant inertinį, nano dydžio užpildą į polimero matricą. Kaip užpildų medžiaga dažniausiai naudojamas molio ir silikatų nano plokštelės, SiO<sub>2</sub> nanodalelės, anglies nanovamzdeliai, grafinas, krakmolo nanokristalai, celiuliozės pagrindo nanoplaušeliai, nanosiūlai ar nanovielos, chitino ar chitozano nanodalelės ir kt. [14]

Šie užpildai ne tik pagerina barjerines PN savybes, bet taip pat yra stipresni, labiau atsparūs degimui, pasižymi geresnėmis terminėmis savybėmis, palyginti su polimerinėmis medžiagomis, neturinčiomis nanoužpildų. Kai kurių tyrimų duomenimis, pastebėti ir paviršiaus drėkinimo pasikeitimai. Be to, PN suteikia ir kaštų taupymo bei atliekų mažinimo galimybes, kadangi PN pagaminti reikia mažiau medžiagos išlaikant tas pačias mechanines charakteristikas. Taip pat, remiantis kai kuriais tyrimais, įterpus nanoužpildą į biopolimerą (pvz. PLA), toks nanokompozitinis PLA biopolimeras degraduoja greičiau nei įprastas PLA biopolimeras. [13, 14]

Polimerinių medžiagų laidumas dujoms yra nusakomas dujų molekulių adsorbcijos greičių į polimero matricą, aplinkos/polimero sandūroje ir adsorbuotų dujų molekulių per polimero matricą greičiu. Adsorbcijos greitis dažniausiai priklauso nuo laisvojo tūrio skylių susiformavimo polimere, kurios susikuria vykstant atsitiktiniam Brauno judėjimui ar terminiam polimero grandinių judėjimui. O difuzija įtakoja dujų molekulių šuolių į susidariusias laisvas skyles.

PN barjerinės savybės pagerėja, esant dviem būdams. Pirmuoju dėl to, jog įterpus nanodaleles dujų molekulėms keliauti sukuriamas „vingiuotas“ kelias. Kadangi užpildų medžiagos iš esmės yra nepralaidūs, neorganiniai kristalai, dujų molekulės turi aplenkti jas, tokiu būdu nekeldamos „tiesiausiu“ keliu. Tad PN barjerinės savybės pagerėja, nes padidėja difuzijos kelias.



8 pav. Dujų molekulių kelias per įprastą polimerą (a) ir nanoužpildų turintį PN (b) [13]

Iki šiol labiausiai polimerų nanokompozituose kaip užpildai daugiausiai naudojami molio ar kitų silikatų nanoplokštelės. Tokį populiarumą lemia žema kaina, didelis stabilumas ir „švelnumas“.

7 lentelė

**Užpildų įtaka polimerų barjerinėms savybėms. [13]**

Polimero matrica	Užpildo tipas	Molių koncentracija, %	Pralaidumas O <sub>2</sub> , cc/m <sup>2</sup> 24h	Pralaidumas H <sub>2</sub> O, g/m <sup>2</sup> 24h
Polistirenas	OM-MMT	16,7	28	-
Polietilentereftalatas	Na-MMT	5	15,6	1,2
Polihidroksibutiratas	Kaolinitas	5	1,26	1,06
Polilaktinė rūgštis	OM-MMT	5	1,2-1,9	1,7-2,0
Polipropilenas	OM-MMT	5	~1,4	~1,7
Žemo tankio polietilenas	OM-MMT	4,76	2,2	-
Didelio tankio polietilenas	OM-MMT	5	2,8-2,9	1,8-2,4

Pagrindinis privalumas naudojant polimerų nanokompozitus yra pagerėjusios polimero medžiagos atsparumo dujų ir drėgmės charakteristikos.

Tyrimais nustatyta, kad įterpus nanodaleles į polimero matricą, pralaidumas deguoniui sumažėja iki 75%. [14]

Taip pat pastebėta, jog nanodalelių turintys polimerų kompozitai pasižymi ir geresnėmis mechaninėmis, terminio stabilumo bei atsparumo liepsnai savybėmis. Pvz., terminis stabilumas padidėja dėl lėtesnės lakių skaidymosi produktų difuzijos, polimero nanokompozito struktūroje.

Vienas iš dažniausiai naudojamų nanoužpildų yra celiuliozės pagrindo. Celiuliozė yra plačiai naudojama ir pigi medžiaga, kuri ne tik atsinaujinanti bet biodegraduojanti. Šios savybės leidžia iš celiuliozės pagamintas nanoskaidulas panaudoti bionanokompozitų gamyboje.

Celiuliozės pagrindo bionanokompozitų savybės priklauso nuo matmenų ir proporcijos santykio, taip pat mechaninių bei filtravimo efektų. Pvz., atsparumo tempimui savybės bei skaidrumas padidėja, didėjant celiuliozės nanosiūlių proporcijos santykiui, taip pat jų krypties. Didelę įtaką savybėms turi užpildų orientacija ir pasiskirstymas kompozito matricoje. Tokiu atveju, mechaninės savybės gali kisti labai plačiame intervale, jei užpildai matricoje pasiskirstę nesimetriškai.



## 2.7.2. PLA biopolimero modifikavimas bei priedai

Biopolimerų pramonė šiuo metu auga diegiant naujus produktus pradedant atsirasti komerciniams augalams, kurie skirti tik biopolimerų rinkai.

Kaip autorius teigia (“Biopolymers present new market opportunities for additives in packaging”) biopolimerų rinkoje vis svarbesnį vaidmenį atlieka priedai skirti jų modifikavimui.

Pakuotėms taikomi PLA, krakmolo pagrindo, PHA ir kiti biopolimerai šiuo metu įsitvirtina biopolimerų rinkoje ir jų paklausa nuolat auga. Vienas iš pagrindinių bioplastikų tiekėjų “NatureWorks” teigia, jog PLA derva pasižymi dideliu blizgumu, skaidrumu, panašiu į poliestereo plastiką, taip pat pasižymi stiprumu ir tamprumo moduliu tokiu, kaip vandenilio pagrindo termoplastikas, taip pat šio bioplastiko pakankamai geros ir barjerinės savybės. Kaip pagrindinius PLA trūkumus, tiekėjas įvardija pakuotės iš PLA trapumą, žemą lydymosi temperatūrą. Nemodifikuotas, krakmolo pagrindo polimeras, pasižymi palyginus didesniu stiprumu, tačiau yra trapi medžiaga. Šie trūkumai riboja šių biopolimerų taikymą pakuočių gamybai, todėl yra kuriami priedai, kurie galėtų pagerinti polimerų savybes. [15]

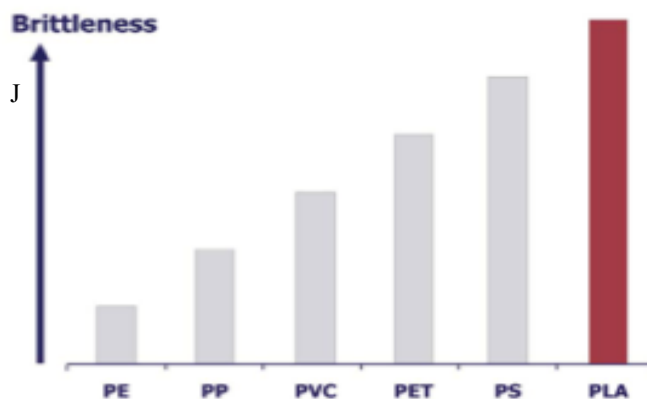
Iki šiol priedai buvo taikomi tobulinat PLA polimero savybes, nes būtent šis polimeras plačiausiai naudojamas ir yra populiariausias rinkoje. Tačiau tiekėjai dabar bando priedus pritaikyti ir kitiems bioiriams polimerams. Dažniausiai naudojami biodervų junginiai – DaniMer, Ceroplast, kurie įvedami į polimero masę arba padengiami tiesiogiai ant polimerinės medžiagos paviršiaus. Šie junginiai pagerina biopolimero apdirbimo galimybes, nes medžiaga tampa atsparesnė aukštesnėms apdirbimo temperatūroms ir pan.

PLA ir kiti biopolimerai yra trapūs, dėl ko jie lengvai plyšta, trūkinėja. Biopolimero trapumo mažinimas yra svarbus ne tik gamybos procesams (pavyzdžiui tokiems kaip termoformavimas), bet ir galutiniam produkto iš biopolimero naudojimui. Pagaminta pakuotė termoformavimo būdu, vėliau gali plyšinėti, užteršti supakuotą produktą mini atplaišomis.

PLA polimero trapumas gali būti sumažintas derinant krakmolo ir plastifikatorių mišinius kaip antai glicerolio arba sorbitolio mišiniai. [15]

Ilgainiui, kuo daugiau polimerų rūšių gaunama iš atsinaujinančių resursų, polimerų modifikavimo medžiagos greičiausiai taip pat taps visiškai biodegraduojančios ir išgaunamos iš tų pačių atsinaujinančių šaltinių.

Siekiant pagerinti PLA stiprumą, atsparumą plyšimui, kaip priedas yra naudojamos **nanodalelės**. Pastaruoju metu atliekami bandymai, kurių tikslas padaryti taip, kad biodegradus būtų ne tik pats polimeras, bet ir priedai esantys jame. Šiuo metu vyksta kompostavimo tyrimai, manoma, jog nanodalelės biopolimerų kompostavimui ir biodegradavimui nedaro neigiamos įtakos. Tačiau dar reikia atlikti daugiau tyrimų.



9. pav. PLA pasižymi didesniu trapumu už įprastus sintetinius polimerus. [15]

Dar vienas naujai sukurtas priedas „*DuPont™ Biomax® Strong 100*” skirtas polimerams modifikuoti, kurie taikomi ne maisto produktams pakuoti ir „*DuPont™ Biomax® Strong 200*” priedas skirtas modifikuoti tiems polimerams, kurie turės sąlytį su maistu. Priedą sudaro etilo kopolimerai, kurie pagerina stiprumo ir kietumo savybes tiek amorfinio, tiek kristalinio PLA polimero į jo sudėtį įvedus 1-5% etilo kopolimerų priedų. Kaip autorius teigia, PLA biopolimeras modifikuotas šiais priedais, tapo atsaparesnis daugkartiniam lankstymui, padidėjo atsparumas trūkimui.

Kitas PLA biopolimero modifikavimo priedas „**Biomax Strong**” stabilizuoja masės klampumą, mažina sukimo momentą gamybos metu. Priedas nežymiai sumažina plastiko skaidrumą, jis nėra biodegraduojantis, tačiau naudojant jo mažus kiekius polimero modifikavimo procese, neigiamos įtakos iš PLA pagamintų produktų kompostavimui neturi.

**Mater-Bi nanokrakmolos** (angl. *nanostarches*) žymiai padidina atsparumą tempimui. Polimerai krakmolo pagrindu yra hidrofiliški ir paprastai sugeria vandenį net ir iš itin mažai drėgnos aplinkos. Siekiant sumažinti krakmolo pagrindu pagaminto bioplastiko drėgmės sugeriamumą iš aplinkos, pradėtos taikyti naokrakmolo dalelės. Kurių dydis siekia 100-200 nm. Šios dalelės lengvai disperguoja/prisitaiko prie skirtingų biopolimero ir kitų jo priedų matricų.

#### **Lydimosi atsparumui padidinti naudojami priedai.**

PLA atsparumas lydymuisi yra didesnis, kai PLA polimeras yra plėvelės pavidalo ir ją nežymiai paveikus temperatūra (pvz. sulydant pakuotės siūlę ar pan.), lydymosi procesas neardo polimero struktūros. Kai PLA plėvelę bandoma išformuoti, pradeda kisti polimero struktūra, jis pasidaro ne toks tvirtas, trapus, neatsparus tempimui ir pan.

Polimero grandinė sukuria šakotą tinklą, kuris pagerina lydymosi stiprumą ir padidina atspatumą tempimui.

PLA priedas akrilo kopolimeras „*Arkema Biostrength TM 700*” pagerina biopolimero

lydymosi eigą plėvelės gamybos metu, pagerina apdirbimo savybes iki 4%. Gaminamos plėvelės paviršius tampa vienodesnis, tolygesnis, dėl ko pagaminta pakuotė tampa tvirtesnė, sienelės stipresnės, išlaikomas polimero struktūros tvarumas.

### **Slydimo, optinių baliklių ir kitų medžiagų priedai.**

PLA biopolimeras pasižymi dideliu blizgumu ir skaidrumu, panašiu į polistireno plastiką. Tačiau PLA dervos iš esmės yra lipnios ir reikalauja lipnumą mažinančių priedų. Pagrindinė problema, kad priedai gali mažinti biopolimero skaidrumą.

Priedas “Sukano PLA dc S511” mažina biopolimero lipnumą bei nepakeičia jo blizgumo savybių, taip pat prideda optinio ryškumo, nes šis priedas skaidriai plėvelei suteikia melsvą atspalvį, panaikina įprastą PLA geltonumą, kuris kartais nėra pageidaujams gaminat pakuotes.

Kompanija “Vibra” pristatė Antiox 97.838 priedą PLA biopolimerui, kuris padidina terminį medžiagos stabilumą perdirbimo metu ir nesuteikia gelsvo atspalvio, kuris įprastai atsiranda termiškai veikiant PLA medžiagą.

Kompanija Clariant šiuo metu talieka tyrimus, kuriais remiantis būtų galima sukurti natūralų (iš gamtinių medžiagų) priedą, kuris būtų UV spindulių stabilizatorius (apsaugantis pakuotės turinį nuo tiesioginių UV spindulių), o vietoj sintetinio piredo, kuris naudojamas plėvelės nuriebalinimui (lipnumo mažinimui), būtų taikomas natūralus vaškas. Taigi, galima daryti išvadą, jog ateityje yra reali galimybė, jog bioplastikai taps 100% biologiškai skaidūs.

### **Atsparumo karščiui didinimas.**

Šiuo metu itin aktyviai vystytoma biopolimerų priedų sritis, kuri padidintų PLA bioplastiko atsparumą temperatūriniais pokyčiams, kad medžiaga būtų atspari didesnėms perdirbimo procesų ir eksploataavimo temperatūroms. Nemodifikuotas PLA plastikas pradeda deformuotis esant 50-60°C temperatūrai.

Padidnus PLA plastiko atsparumą aukštai temperatūrai, jis būtų taikomas ne tik šaltiems produktams pakuoti, bet ir karštiesiems gėrimams, maistui laikyti, šildyti. [15]

Kopmanijos “NatureWorks” mokslininkai praneša, jog celiuliozės pluošto skaidulos gali padidinti PLA plastiko terminį stabilumą ir atsparumą. Mokslininkai toliau ieško tinkamiausio priedo terminiam stabilumui padidinti, kuris nekeistų kitų svarbių bioplastiko savybių (skaidrumo, stiprumo).

Taigi, biopolimerų pramonė turi nemažą paklausą biopolimerinių produktų, kurie galėtų būti taikomi įvairiose srityse bei atitiktų kiekvienai sričiai reikalingus standartus. Kol kas biopolimerų savybių tobulinimas yra tyrinėjimų stadijoje.

## **IŠVADOS:**

1. Pakankamai platus bioplėvelių asortimentas bei jų mechaninių ir fizikinių savybių diapazonas rodo, jog jos gali būti taikomas pakuoti tokiems maisto gaminiams, kuriems keliami itin griežti reikalavimai, pvz., pakuotės su modifikuota atmosfera.
2. PLA biopolimeras šiuo metu yra labiausiai išstobulintas plastikas pakuočių gamybai, jo ištirtos techninės savybės yra pakankamai geros, kad šią medžiagą būtų galima nesudėtingai pritaikyti UAB „Aurika“ pakuočių gamyboje. Be to, šio plastiko pasirinkimas yra vienas didžiausių visoje skaidžiųjų polimerų rinkoje ir jo savybės yra nuolat tobulinamos.
3. Siekiant įvertinti PLA polimero technines savybes bei jo ekonominę, ekologinę naudą įmonės veiklai, turi būti atliekami UAB „Aurika“ svarbūs tyrimai.

## **2.8. Metodologinė dalis**

Siekiant praktiškai įvertinti įmonėje šiuo metu plačiausiai naudojamų sintetinių polimerų pagrindines fizikines bei mechanines savybes buvo atlikti kelių polimerinių pakuočių gamybai dažniausiai naudojamų sintetinių plėvelių tyrimai.

UAB „Aurika“ laboratorijoje atlikti plėvelių storio, gramatūros, trinties koeficientų bei suvirinimo siūlės stiprumo nustatymo tyrimai. Plėvelių hidrofiliškos/hidrofobinės savybės įmonei nustato pats medžiagų tiekėjas, todėl laboratorijoje ši jų savybė nėra papildomai vertinama. Atliktų tyrimų metodika aprašoma sekančiuose skyriuose (2.8.1-2.8.4).

### **2.8.1. Polimerinės plėvelės storio įvertinimas.**

**Tikslas.** Tyrimo metodas skirtas įvertinti laminatų ir viensluoksnių, pagamintų iš lanksčių medžiagų (toliau plėvelių), juosiančių plėvelių ir kitų, pakuotėms skirtų plėvelių, storio matavimą.

**Reikšmė ir taikymas.** Esant netinkamai plėvelių storiui, plėvelių eksploatacinės savybės gali pablogėti. Storis gali kisti dėl plėvelėms naudojamos žaliavos, technologinių procesų, taip pat dėl eksploatacinių parametrų (temperatūra, riebalai ir kt.). Šis bandymo metodas skirtas matuoti ir palyginti panašių medžiagų storį standartinėmis sąlygomis ir gali būti naudojamas kitomis galutinio naudojimo sąlygomis (po pasterizacijos, sterilizacijos, giluminio šaldymo ir kt.).

**Tyrimo metodika.** Susiję dokumentai: ASTM D 2251 - 03 standartinė tyrimo metodika „Standard Test Method for Thickness Measurement of Flexible Packaging Material“. Storis įvertinamas matuojant su mikrometru. [16]

**Matavimo aparatūra ir priemonės.** Rankinis storio matuoklis (mikrometras) – Mitutoyo Company Thickness Gage ID-C112BS. Papildomos priemonės – žirklys, bandinių pjoviklis.

**Ėminių ėmimas.** Plėvelės tyrimui paliekamos pagal įmonėje nustatytą tvarką. Ėminiai imami iš plėvelių, kurios po sulaminavimo buvo paliktos stovėti ne mažiau nei tris paras, esant  $20 \pm 2$  °C temperatūrai ir  $50 \pm 5\%$  santykinei oro drėgmei.

- Ėminiai imami prieš supjaustant plėveles.
- Ėminiai imamai iš plėvelių, kurios yra švarios, be broko, mechaninių ar kitų pažeidimų.
- Imant ėminius tiksliai žinoma plėvelių sudėtis.
- Imami vienodi ėminiai iš skirtingų plėvelių vietų (atsižvelgiant į spaudą).
- Naudojant bandymo pjoviklį, atpjaunami tokio ploto bandiniai, kad būtų patogų matuoti. Jei norima įvertinti atskirų sluoksnių storį, pjaunamas bandinys toje vietoje, kur nenupjauti nesulaminuoti plėvelės galai.
- Tyrimui atlikti imami ne mažiau nei trys ėminiai.

**Bandymo sąlygos.** Bandymas atliekamas laboratorijos aplinkoje, esant  $20 \pm 2$  °C temperatūrai,  $50 \pm 5\%$  santykinei oro drėgmei.

**Procedūra.** Pagal aukščiau aprašytą ėminių ėmimo procedūrą paruošiamas bandinys. Paruošiamas naudoti mikrometras. Nuvalomas mikrometro sąlyčio paviršius (kojelė ir atrama). Nesant bandiniui, skalės vertė nunulinama. Tarp matuoklio kojelės ir atramos įdedamas bandinys. Matuojami bandinių storiai, laikant mikrometrą statmenai bandiniui. Bandinys turi būti lygiagretus atramai ir kojelei. Matuojant kojelės dydis ir spaudimas turi būti maksimaliai vienodi. Bandinys turi būti nepažeistas mechaniškai.

**Rezultatų apdorojimas.** Apskaičiuojamas bandinių svorių aritmetinis vidurkis. Įvertinamas standartinis nuokrypis, bandinių storis išreiškiama  $\mu\text{m}$ . Storis vertinamas teigiamai, jei atitinka įmonėje nustatytus kriterijus.

#### 2.8.2. Polimerinės plėvelės gramatūros įvertinimas.

**Tikslas.** Tyrimo metodas skirtas įvertinti laminatų ir viensluoksnių, pagamintų iš lanksčių medžiagų (toliau plėvelių), juosiančių plėvelių ir kitų, pakuotėms skirtų plėvelių, gramatūrą (masė vienam ploto vienetui).

**Reikšmė ir taikymas.** Esant netinkamai plėvelių gramatūrai, plėvelių eksploatacinės savybės gali pablogėti. Žinant gramatūrą, nustatoma kiek vienetų arba pakuočių galima pagaminti tam tikru būdu, apdorojant konkrečią plėvelės masę. Gramatūra gali kisti dėl plėvelėms naudojamos žaliavos, technologinių procesų, taip pat dėl eksploatacinių parametrų (temperatūra, riebalai ir kt.). Šis bandymo metodas skirtas matuoti ir palyginti panašių medžiagų gramatūrą standartinėmis sąlygomis ir gali būti naudojamas kitomis galutinio naudojimo sąlygomis (po pasterizacijos, sterilizacijos, giluminio šaldymo ir kt.).

**Tyrimo metodika.** Susiję dokumentai: ASTM D 4321 - 09 standartinė tyrimo metodika „Standart Test Method for Package Yield of Plastic Film“. Gramatūra įvertinama pasvėrus bandinį, kurio plotas tiksliai žinomas. [16]

**Matavimo aparatūra ir priemonės.** *Analitinės svarstyklės* – KERN Company ABT 100-5M. Svarstyklių padala ne mažesnė nei 0,001 gramo.

*Horizontalus plokščias paviršius* – rėžti skirta lentelė, sumažinanti slydimą tarp paviršių.

*Šablonas* – tikslų matmenų (10cm x 10cm) kvadratinė metalinė plokštelė.

*Papildomos priemonės* – žirkklės, liniuotė, bandinių pjoviklis.

**Ėminių ėmimas.** Plėvelės tyrimui paliekamos pagal įmonėje nustatytą tvarką.

- Ėminiai imami iš plėvelių, kurios po sulaminavimo buvo paliktos stovėti ne mažiau nei tris paras, esant  $20 \pm 2$  °C temperatūrai ir  $50 \pm 5\%$  santykinei oro drėgmei.
- Ėminiai imami prieš supjaustant plėveles.
- Ėminiai imami iš plėvelių, kurios yra švarios, be broko, mechaninių ar kitų pažeidimų.
- Imant ėminius tiksliai žinoma plėvelių sudėtis.
- Imami vienodi ėminiai iš skirtingų plėvelių vietų (atsižvelgiant į spaudą).
- Naudojant šabloną ir bandymo pjoviklį, atpjaunami  $0,01 \text{ m}^2$  ploto bandiniai. Pjaunant svarbu, kad plėvelė būtų tolygiai paskirstyta ant paviršiaus, nepertempta. Bandinys turi neslysti horizontaliu paviršiumi, siekiant atpjauti tikslų parametrų bandinius.
- Jei norima pagaminti  $1 \text{ m}^2$  ploto bandinį (ar kitokio ploto), naudojamos metalinėmis liniuotės.
- Tyrimui atlikti imami ne mažiau nei trys ėminiai.

**Bandymo sąlygos.** Bandymas atliekamas laboratorijos aplinkoje, esant  $20 \pm 2$  °C temperatūrai,  $50 \pm 5\%$  santykinei oro drėgmei.

**Procedūra.** Pagal aukščiau aprašytą ėminių ėmimo procedūrą paruošiamas bandinys. Paruošiamos naudoti analitinės svarstyklės. Svarstyklės kalibruojamos ir nesant bandiniui, skalės vertė nunulinama. Pasveriami bandiniai 0,001g dalies tikslumu.

**Rezultatų apdorojimas.** Apskaičiuojama, bandinių svorių, aritmetinis vidurkis. Įvertinamas standartinis nuokrypis. Apskaičiuojama gramatūra pagal žemiau pateiktą formulę:

$$G=m/(axb);$$

G- gramatūra,  $\text{g}/\text{m}^2$ ;

m- bandinio svoris, g

a – bandinio plotis, m

b –bandinio ilgis, m

Iš išmatuotų bandinių gramatūrų (mažiausiai trijų bandinių), išvedamas aritmetinis vidurkis ir išreiškiama  $\text{g}/\text{m}^2$ . Gramatūra vertinama teigiamai, jei atitinka įmonėje nustatytus kriterijus.



10 pav. Analitinės svarstyklės „KERN Company ABT 100-5M“. [16]

### 2.8.3. Trinties koeficientų įvertinimas

**Tikslas.** Tyrimo metodas skirtas nustatyti laminatų ir viensluoksnių, pagamintų iš lanksčių medžiagų (toliau plėvelių), ir juosiančių plėvelių, statinius ir kinetinius trinties koeficientus.

**Reikšmė ir taikymas.** Esant netinkamai plėvelių trinčiai medžiagų eksploatacinės savybės gali pablogėti. Trintis gali kisti dėl plėvelėms naudojamos žaliavos savybių, žaliavų kombinacijos, technologinių procesų, taip pat dėl eksploatacinių parametrų (temperatūra, riebalai ir kt.) bei žaliavos senėjimo procesų. Šis bandymo metodas skirtas nustatyti ir palyginti panašių medžiagų statinius (pradinius) ir kinetinius (slydimo) trinties koeficientus, kai bandiniai tam tikromis sąlygomis slysta per tas pačias medžiagas. Metodas taikomas standartinėmis sąlygomis ir gali būti naudojamas kitomis galutinio naudojimo sąlygomis (po pasterizacijos, sterilizacijos, giluminio šaldymo ir kt.).

**Tyrimo metodika.** Susiję dokumentai: ASTM D 1894 – 08 standartinė tyrimo metodika „Standart Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheeting“. Plėvelių trinties koeficientai įvertinami, bandiniams slystant tos pačios medžiagos (išimtiniais atvejais kitos medžiagos) paviršiumi. Trinties koeficientai įvertinami plėvelės išorei slystant išorine plėvelės dalimi, taip pat vidinei dalei slystant vidine. Esant būtinybei tyrimas gali būti atliekamas ir matuojant išorinę dalį su vidine ar net su visai kita medžiaga. Taikant šią metodiką naudojamas judamasis šliaužiklis ir nejudamoji plokštė.

**Matavimo aparatūra ir priemonės.** *Matavimo įrengimas* – Thwings-Albert Instrument Company FP – 2255. Matavimo įrenginį sudaro tokios pagrindinės dalys:

*Šliaužiklis* – 6 cm kvadratinė, maždaug 1 cm storio metalinė plokštelė, padengta guminiu sluoksniu. Plokštelę juosia spyruokliniai laikikliai, skirti įtvirtinti bandinį. Ant laikiklio viename gale pritvirtintas kilpinis varžtas, skirtas pritvirtinti šliaužiklį prie sensoriaus virvelės. Bendras šliaužiklio svoris 200g;

*Atraminis paviršius (plokštė)* – poliruotas metalo paviršius;

*Laikiklis* – įtaisas skirtas įtvirtinti bandinį;

*Šliaužiko traukiamasis įtaisas* – įtaisas užtikrinantis pastovų greitį;

*Sensorius (jutiklis)* - Thwings-Albert Instrument Company 10 kgf.

*Programinė įranga* – Thwings-Albert Instrument Company FPDAS 2.1 Software.

*Bandinių šablonas* – Tiksliai metalinė 6,5 x 12 cm matmenų plokštelė.

*Papildomos priemonės* – žirklys, liniuotė, bandinio pjoviklis.

**Ėminių ėmimas.** Plėvelės tyrimui paliekamos pagal įmonėje nustatytą tvarką.

- Ėminiai imami iš plėvelių, kurios po pagaminimo buvo paliktos stovėti ne mažiau nei tris paras, esant  $20 \pm 2$  °C temperatūrai ir  $50 \pm 5\%$  santykinei oro drėgmei.
- Ėminiai imami prieš supjaustant plėveles.
- Ėminiai imamai iš plėvelių, kurios yra švarios, be broko, mechaninių ar kitų pažeidimų. Užteršus bandinio paviršių dulkėmis, pūkais, pirštų antspaudais ar kitomis pašalinėmis medžiagomis gali pakisti bandinių paviršiaus savybės.
- Imant ėminius tiksliai žinoma plėvelių sudėtis.
- Imami vienodi ėminiai iš skirtingų plėvelių vietų (atsižvelgiant į spaudą).
- Paruošiami dviejų tipų ėminiai (bandymų komplektas). Bandinys X - naudojant bandymo peilį ir metalinį šabloną, atpjaunamas 6,50 x 12 cm stačiakambio formos bandinys. Bandinys Y - atkerpamas 18 x 50 cm stačiakampio formos bandinys (minimalūs matmenys 6,50 x 40 cm).
- Tyrimui atlikti imami ne mažiau nei šeši ėminių komplektai (trys - išore besiliesiančių medžiagų tyrimui, trys – vidine puse).

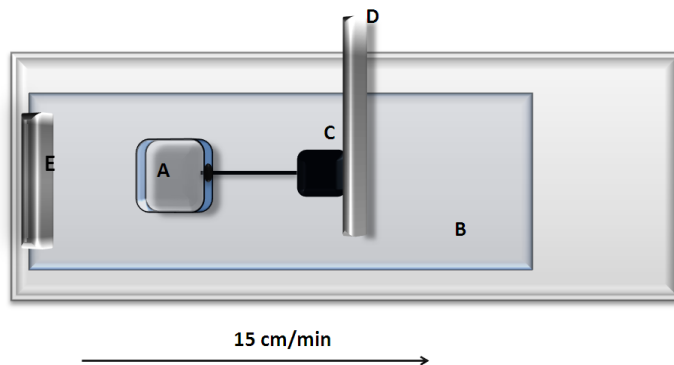
**Bandymo sąlygos.** Bandymas atliekamas laboratorijos aplinkoje, esant  $20 \pm 2$  °C temperatūrai,  $50 \pm 5\%$  santykinei oro drėgmei.

**Procedūra.** Pagal aukščiau aprašytą ėminių ėmimo procedūrą paruošiamas bandinių komplektas. Paruošiamas naudoti bandymo įrengimas, nušluostomas atraminis pagrindas, kad pašalinti mechanines priemaišas. Šliaužiklio traukiamasis įtaisas nuleidžiamas maksimaliai žemai. Sensorius tvirtinamas, taip, kad slystų norima dalimi. Nustatoma bandymo įrenginyje iš anksto sudaryta programa COF (Force – N; Distance – cm; Measure – Dist.; Sled – 200g; Static – 0,5cm; Kinetic - 0,5 cm; Total – 13 cm; Speed – 15,0 cm/min) ir suvienodinami parametrai programinėje sistemoje (Test type – Friction; Load unit – Newtons; Speed – 15; Speed unit – cm/min; Sled – 200g; FPT provides ST & KI functionality – ST=2s; KI=2s). Bandinys X glotniai tvirtinamas prie šliaužiklio, suapvalinant kraštus ir prispaudžiant laikikliais. Bandinys Y dedamas ant metalinės plokštės, tvirtinant vieną kraštą prie laikiklio. Bandiniai turi būti lygūs, be raukšlių ar mechaninių priemaišų, nepertempti. Tokioje pozicijoje, bandiniui X dar nepritvirtintam prie sensoriaus virvelės, trinties jėga nunulinama. Bandinius reikia tvirtinti taip, kad sąlyčio paviršiumi būtų ta pati bandinio



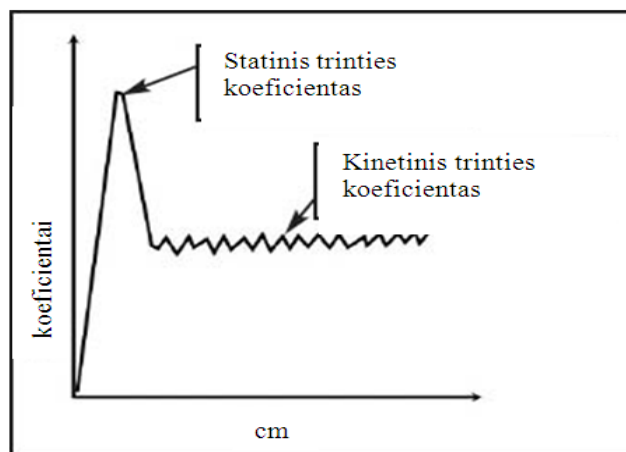
pusė (išorė-išorė arba vidus-vidus). Šliaužiklis ant plokštelės dedamas lengvai ir švelniai, kad nesusidarytų papildomos jėgos. Šliaužiklis tvirtinamas prie sensoriaus virvelės. Virvelė švelniai įtempta. Trinties koeficientų matavimai atliekami bandiniui slenkant tos pačios medžiagos paviršiumi, slegiant jėga, kuri veikia paviršiui statmena kryptimi ir traukiant šliaužiklį  $15 \pm 3$  cm/min greičiu, įrenginio kryptimi.

Pakartojama procedūra su kiekvienu imties bandiniu. Kiekvienai eigai reikia naujo bandinio komplekto.



11 pav. Trinties koeficientų įvertinimui skirto įrenginio schema. A – Bandinys X, pritvirtintas prie šliaužiklio; B – bandinys Y, uždėtas ant metalinės atramos; C – sensorius; D – šliaužiklio traukiamasis įtaisas; E – bandinio Y laikiklis. [16]

**Rezultatų apdorojimas.** Trinties koeficientai (statinis ir kinetinis) registruojami kompiuteryje skaitmeniniu ir grafiniu pavidalu. Statinis trinties koeficientas yra lygus didžiausią trinties jėgą padalinus iš atramą slegiančios jėgos (kūno svorio), kuri veikia paviršiui statmena kryptimi. Automatiškai programos yra apskaičiuojama didžiausias trinties koeficientas, reikalingas pajudinti šliaužiklį plokštės atžvilgiu. Šliaužiklis plokštės atžvilgiu pajuda, kai traukimo jėga tampa lygi arba didesnė už sąlyčio paviršių veikiančią statinę trinties jėgą. Įvertinamas standartinis nuokrypis. Toliau rodmenys fiksuojami atkarpoje, kurioje paviršiai vienas kitu slysta vienodai. Slydimo trinties jėga yra proporcinga atramą slegiančiai jėgai, todėl kinetinis trinties koeficientas yra lygus slydimo jėgą padalinus iš šliaužiklio svorio. Registruojama slydimo trinties koeficientų aritmetinis vidurkis, reikalingas palaikyti dviejų paviršių judėjimą vienas kito atžvilgiu. Ši vertė atitinka kinetinę jėgą ir paprastai yra mažesnė nei statinė jėga. Įvertinamas standartinis nuokrypis. Išmatavus išore besiliesiančių ir vidine puse besiliesiančių medžiagų koeficientus išvedami aritmetiniai vidurkiai. Trinties koeficientai vertinamas teigiamai, jei atitinka įmonėje nustatytus kriterijus .



12 pav. Grafinė trinties koeficientų kreivė. [16]

#### 2.8.4. Suvirinimo siūlės stiprio įvertinimas

**Tikslas.** Tyrimo metodas skirtas įvertinti laminatų ir viensluoksnių plėvelių, pagamintų iš lanksčių medžiagų, siūlių (užtvaros) sukibimo stiprį.

**Reikšmė ir taikymas.** Esant netinkamam plėvelių siūlės sluoksnių sukibimui, plėvelių eksploatacinės savybės gali pablogėti. Užtvaros stipris gali kisti dėl plėvelėms naudojamos žaliavos savybių, žaliavų tarpusavio sukibimo stiprumo, technologinių procesų, taip pat dėl eksploatacinių parametrų (temperatūra, riebalai ir kt.). Šis bandymo metodas skirtas matuoti ir palyginti panašių medžiagų siūlių stiprį standartinėmis sąlygomis ir gali būti naudojamas kitomis galutinio naudojimo sąlygomis (po pasterizacijos, sterilizacijos, giluminio šaldymo ir kt.).

**Tyrimo metodika.** Susiję dokumentai: ASTM F 88 – 07a standartinė tyrimo metodika „Standart Test Method for Seal Strength of Flexible Barrier Materials“. Plėvelių siūlės stipris įvertinamas sudarant siūlę. Siūlė sudaroma veikiant plėvelę optimalia temperatūra ir prispaudimu per tam tikrą laiką. Toks bandinys talpinamas tarp dviejų įrenginio griebtuvų. Griebtuvai traukiami tolyn vienas nuo kito pastoviu greičiu. Jėga, reikalinga suardyti užtvarą prilyginama užtvaros sukibimo stipriui. [16]

**Matavimo įrengimas** – Thwings-Albert Instrument Company FP – 2255. Matavimo įrenginį sudaro tokios pagrindinės dalys:

*Spaustukai (griebtuvai)* – sistema sumažinanti slydimą ir netolygų įtempių pasiskirstymą;

*Sensorius (jutiklis)* - Thwings-Albert Instrument Company 10 kg.

*Traukiamasis įtaisas* – įtaisas užtikrinantis pastovų greitį.

*Programinė įranga* – Thwings-Albert Instrument Company FPDAS 2.1 Software.

*Bandinių pjoviklis* – Thwings-Albert JDC Precision Sample Cutter.

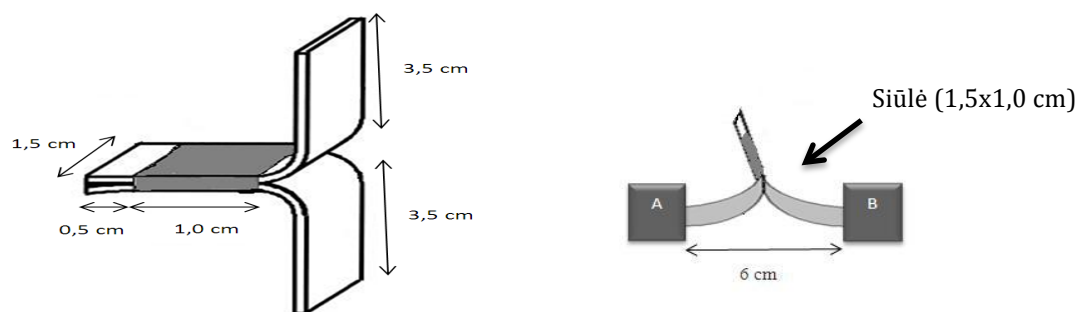
*Laminatorius* – Labthink Instrument Heat Seal Tester HST-H3.

*Papildomos priemonės* – žirklys, liniuotė, bandinio pjoviklis.

**Ėminių ėmimas:**

- Plėvelės tyrimui paliekamos pagal įmonėje nustatytą tvarką
- Ėminiai imami iš plėvelių, kurios po sulaminavimo buvo paliktos stovėti ne mažiau nei tris paras, esant  $20 \pm 2$  °C temperatūrai ir  $50 \pm 5\%$  santykiniai oro drėgmei.
- Ėminiai imami prieš supjaustant plėveles.
- Ėminiai imami iš plėvelių, kurios yra švarios, be broko, mechaninių ar kitų pažeidimų.
- Imant ėminius tiksliai žinoma plėvelių sudėtis.
- Imami vienodi ėminiai iš skirtingų plėvelių vietų (atsižvelgiant į spaudą).
- Paruošiami ėminiai bandymo pjovikliu atpjaunt reikiamo dydžio lakštą (dydis priklauso nuo to, kokio dydžio pakuotė formuojama). Lakšto kraštinės negali būti didesnės, nei 60cm.
- Tyrimui atlikti imami ne mažiau nei trys ėminiai.

**Procedūra.** Pagal aukščiau aprašytą ėminių ėmimo procedūrą paruošiamas ėminys. Lakšto kraštai sulydomi laminatoriumi (sudaroma siūlė), 0,8 sekundę slėgiant 257kPA slėgiu ir veikiant optimalia temperatūra. Temperatūra parenkama atsižvelgiant į panaudotas žaliavas (plačiau skiltyje 9 „Papildoma informacija“). Lakšto kraštai laminuojami vidine puse su vidine (B-B), jei pakuotė formuojama kitaip, siūlė gali būti sudaroma ir laminuojant vidinę pusę su išorine (B-A) arba išorinę pusę su išorine puse (A-A). Jei reikia tiriami keli ar visi siūlės sudarymo būdai. Sulydžius lakšto kraštus, bandinys paliekamas vienai valandai, esant sąlygomis, kurios parašytos 6 skiltyje „Bandymo sąlygos“. Bandymo pjovikliu atpjaunamos 15 mm pločio juostelės – bandiniai. Pjaunama statmenai siūlės kryptimi. Tokių bandinių ilgis pakoreguojamas, nukerpant virš siūlės esantį kraštą ir tada pakoreguojant ilgį iki 5,0 cm, kaip parodyta paveiksle 1. Bandiniai imami iš skirtingų kraštinių. Paruošiamas naudoti bandymo įrengimas, griebtuvai sulygiuojami vertikaliai, suvienodinamas aukštis ir atstumas tarp jų (6 cm). Tempimo vertė tokioje pozicijoje (nesant bandiniui) nunulinama. Nustatoma bandymo įrenginyje iš anksto sudaryta programa 2TEN (Force – N; Distance – cm; Threshold – 55,000 N; Break% - 90; Speed – 15,0 cm/min) ir suvienodinami parametrai programinėje sistemoje (Test type – Tensile; Load unit – Newtons; Speed – 15; Speed unit – cm/min). Bandinys talpinamas tarp griebtuvų, atskirus bandinio galus įspaudus į spaustukus. Siūlė paliekama laisvai judėti, kaip parodyta 13 paveiksle. Įjungiamas bandymo įrengimas ir registruojama jėga, kurios reikia atskirti 1,5 cm pločio, 1,0 cm ilgio siūlę, traukiant pastoviu 15 cm/min greičiu. Pakartojama procedūra su kiekvienu imties bandiniu.



13 pav. a – Bandinio vaizdas siūlės stiprio įvertinimui. Pilka spalva žymi siūlę. b – Bandinio įtvirtinimas tarp griebtuvų.

[16]

**Rezultatų apdorojimas.** Automatiškai programos apskaičiuojama didžiausia jėga ir registruojamų jėgų aritmetinis vidurkis, reikalingi atskirti, 1,5 cm pločio ir 1,0 cm ilgio, siūlę, traukiant pastoviu 15 cm/min greičiu. Įvertinamas standartinis nuokrypis. Jėga, reikalinga atskirti užtvary, registruojama kompiuteryje skaitmeniniu ir grafiniu pavidalu. Didžiausių jėgų aritmetinis vidurkis yra naudojamas sluoksnių sukibimo stiprio įvertinimui. Iš išmatuotų (mažiausiai trijų bandinių) užtvaros stiprių, išvedamas aritmetinis vidurkis ir išreiškiama N/15mm. Siūlės stipris vertinamas teigiamai, jei atitinka įmonėje nustatytus kriterijus.

## 2.9. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ

Atliktų fizikinių bei mechaninių polimerinių plėvelių savybių tyrimų vertės pateikiamos 8

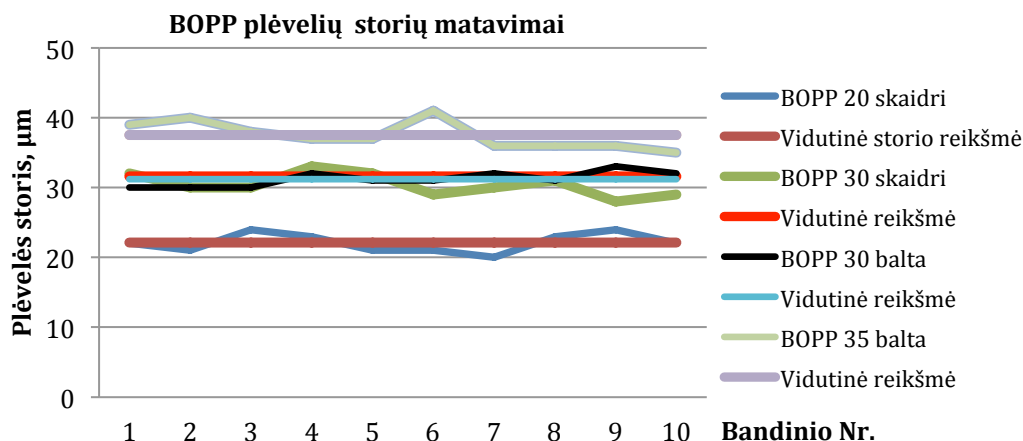
lentelėje.

Sintetinių polimerų tyrimų rezultatai.

8 lentelė

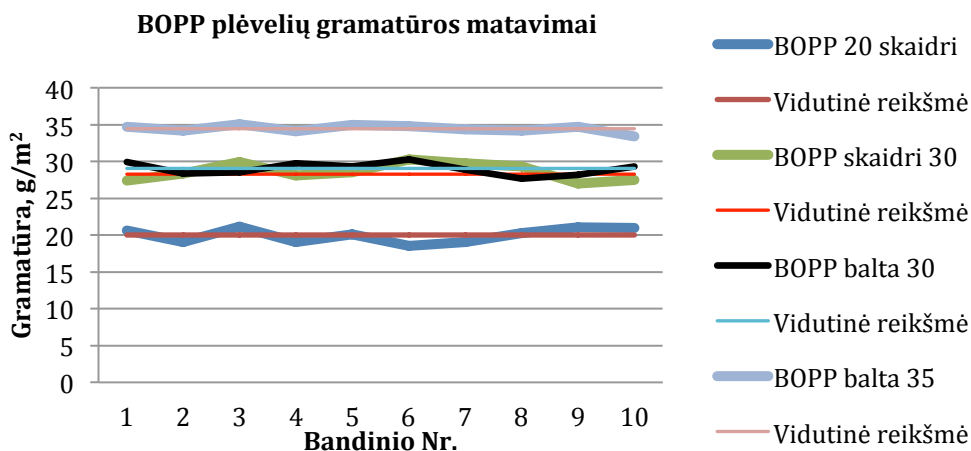
Medžiagos pavadinimas	Storis, $\mu\text{m}$	Storis, $\mu\text{m}$	Gramatūra, $\text{g/m}^2$	Išorė-išorė		Vidus-vidus		Siūlės stipris, kN
				Statinis tr. koef.	Dinaminis tr. koef.	Statinis tr. koef.	Dinaminis tr. koef.	
BOPP transparent	20	22	20,66	0,166	0,138	0,752	0,514	1,6939
		21	19,05	0,176	0,161	0,325	0,247	2,5858
		24	21,14	0,122	0,109	0,424	0,266	2,8163
		23	19,03	0,256	0,223	0,456	0,296	2,5619
		21	20,12	0,169	0,121	0,116	0,102	2,2835
		21	18,52	0,267	0,214	0,189	0,171	2,8579
		20	19,06	0,238	0,22	0,255	0,198	2,5196
		23	20,32	0,256	0,178	0,137	0,121	3,0377
		24	21,11	0,179	0,151	0,189	0,149	2,2061
		22	20,99	0,226	0,157	0,162	0,15	3,3965
<b>Vidurkis</b>		<b>22,1</b>	<b>20</b>	<b>0,206</b>	<b>0,167</b>	<b>0,301</b>	<b>0,22</b>	<b>2,60</b>
BOPP transparent	30	32	27,44	0,221	0,133	0,305	0,277	2,5619
		30	28,36	0,156	0,126	0,365	0,318	2,2835
		30	29,96	0,177	0,154	0,426	0,394	2,8579
		33	28,14	0,25	0,213	0,368	0,348	3,0377
		32	28,55	0,285	0,218	0,429	0,408	2,4422
		29	30,32	0,282	0,234	0,319	0,288	2,5858
		30	29,78	0,293	0,239	0,271	0,233	2,4919
		31	29,33	0,172	0,125	0,304	0,282	3,1429
		28	27,02	0,321	0,228	0,351	0,332	2,2835
		29	27,47	0,336	0,265	0,152	0,127	3,5196
<b>Vidurkis</b>		<b>31,6</b>	<b>28,29</b>	<b>0,249</b>	<b>0,194</b>	<b>0,329</b>	<b>0,301</b>	<b>2,72</b>
BOPP white	30	30	29,96	0,221	0,185	0,191	0,145	2,8791
		30	28,4	0,177	0,159	0,194	0,18	3,0707
		30	28,55	0,254	0,22	0,206	0,181	2,8342
		32	29,78	0,299	0,229	0,325	0,205	3,4537
		31	29,33	0,365	0,255	0,238	0,183	2,6936
		31	30,32	0,169	0,121	0,116	0,102	2,2835
		32	28,89	0,267	0,214	0,189	0,171	2,8163
		31	27,66	0,256	0,178	0,137	0,121	2,8282
		33	28,2	0,256	0,178	0,137	0,101	3,0677
		32	29,3	0,345	0,289	0,206	0,16	3,0113
<b>Vidurkis</b>		<b>31,2</b>	<b>29,039</b>	<b>0,2609</b>	<b>0,203</b>	<b>0,194</b>	<b>0,156</b>	<b>2,89</b>
BOPP white	35	39	34,69	0,328	0,253	0,122	0,11	2,9779
		40	34,25	0,322	0,297	0,162	0,139	3,1235
		38	35,09	0,282	0,248	0,107	0,089	3,5256
		37	34,12	0,258	0,239	0,203	0,18	3,2981
		37	35,02	0,233	0,202	0,273	0,199	3,7081
		41	34,79	0,233	0,168	0,197	0,172	3,349
		36	34,39	0,185	0,16	0,215	0,19	3,3949
		36	34,2	0,293	0,216	0,128	0,109	4,199
		36	34,72	0,295	0,232	0,204	0,178	2,939
		35	33,41	0,143	0,117	0,204	0,174	3,0766
<b>Vidurkis</b>		<b>37,5</b>	<b>34,47</b>	<b>0,257</b>	<b>0,213</b>	<b>0,182</b>	<b>0,154</b>	<b>3,36</b>

Išmauotos BOPP polimerinių plėvelių fizikinių bei mechaninių savybių reikšmės pavaizduotos grafiškai (14-24 pav.).



14 pav. BOPP polimerinių plėvelių išmatuotos storio reikšmės bei apskaičiuoti gautų rezultatų aritmetiniai vidurkiai.

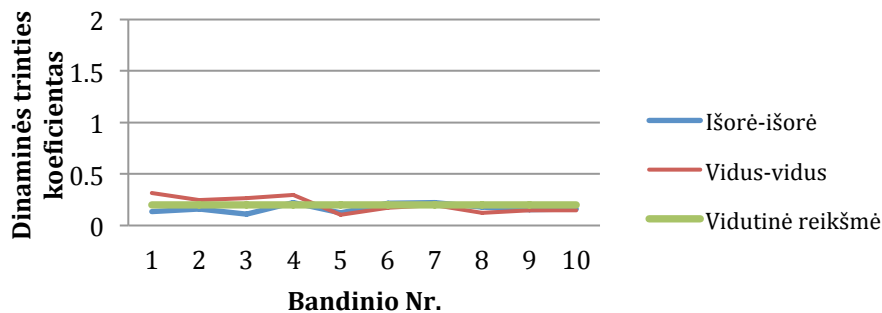
Atlikus plėvelių storių vertinimo tyrimą, pateiktame grafike matoma, jog storis lyginant su vidutine reikšme, labiausiai svyruoja plėvelės BOPP balta 35. Galima daryti išvadą, jog kuo storesnė plėvelė, tuo jos storis per plėvelės plotį yra netolygesnis. Spausdinamo paviršiaus netolygumas gali pabloginti spaudos kokybę, užnešamų dažų tolygumą bei spalvų kontrastingumą. Tai ypač aktualu spausdinant smulkius rastrinius elementus.



15 pav. BOPP polimerinių plėvelių išmatuotos gramatūros reikšmės bei apskaičiuoti gautų rezultatų aritmetiniai vidurkiai.

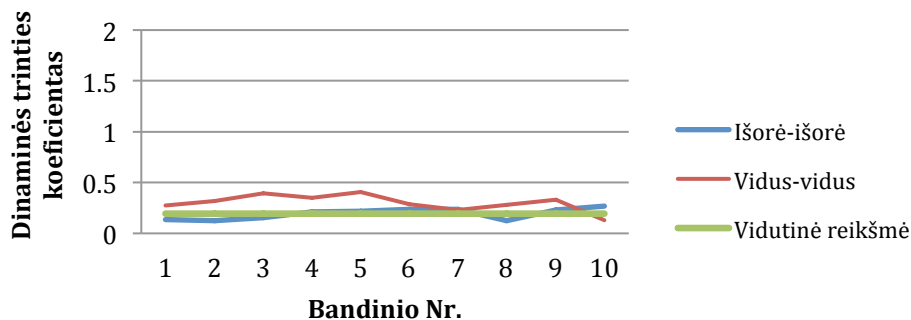
Gramatūra nurodo plėvelės paviršinį svorį. Kuo gramatūra didesnė, tuo plėvelė yra tvirtesnė. Vertinant polimerinių plėvelių gramatūrą, tvirtčiausia yra plėvelė BOPP balta 35.

**BOPP skaidrios 20 plėvelės dinaminės trinties koeficientas**



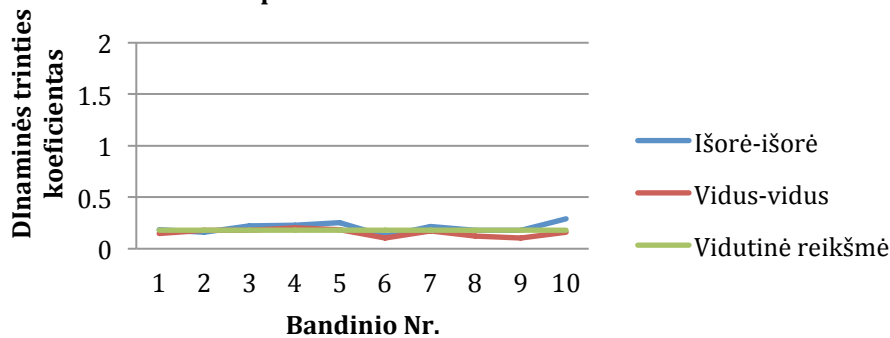
16 pav. BOPP skaidrios 20μm storio plėvelės išorės ir vidaus dinaminės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.

**BOPP skaidrios plėvelės 30 dinaminės trinties koeficientas**

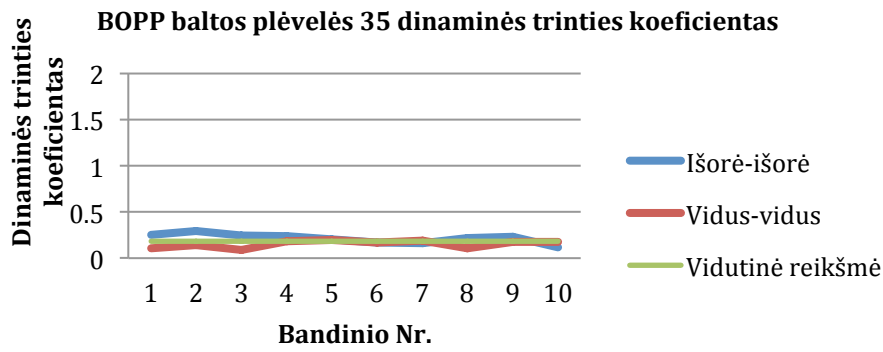


17 pav. BOPP skaidrios plėvelės 30μm storio išorės ir vidaus dinaminės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.

**BOPP baltos plėvelės 30 dinaminės trinties koeficientas**



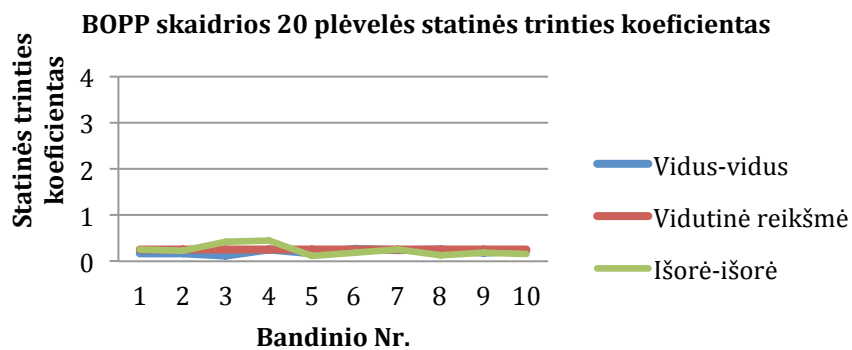
18 pav. BOPP baltos plėvelės 30μm storio išorės ir vidaus dinaminės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.



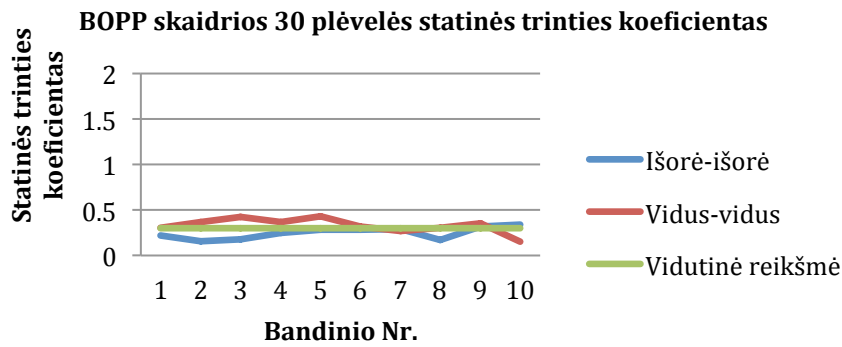
19 pav. BOPP baltos plėvelės 35 $\mu$ m storio išorės ir vidaus dinaminės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.

Bendrai vertinant BOPP plėvelių dinaminės trinties koeficientus (išorė-išorė, vidus-vidus), didžiausia jo vertė yra plėvelės BOPP skaidri 30. Kuo mažesnė trinties koeficiento reikšmė, tuo medžiaga yra slidesnė. Pagal atliktus matavimus, slidžiausia plėvelė yra BOPP balta 35.

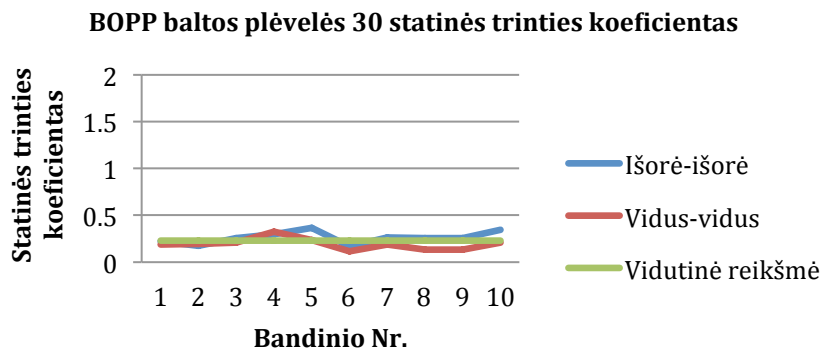
Lyginant plėvelių vidus-vidus, išorė-išorė dinaminės trinties koeficientus, slidžiausia yra vidinė plėvelių pusė (vidus-vidus). Slydimo savybė yra svarbi gamybos procesuose bei procesų greičio reguliavime. Esant itin slidžiai plėvelei, įrenginių greitis turi būti mažinamas. Tačiau mažinant įrenginių greitį, mažėja ir darbų našumas, todėl trinties koeficiento dydžio nustatymas polimerinėms pakuotėms yra itin svarbus.



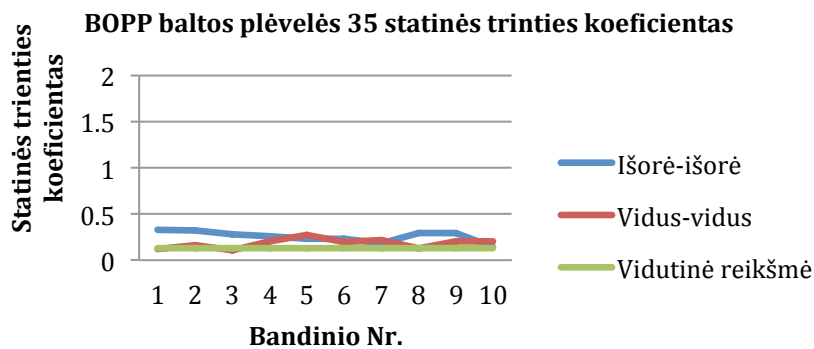
20 pav. BOPP skaidrios plėvelės 20 $\mu$ m storio išorės ir vidaus statinės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.



21 pav. BOPP skaidrios plėvelės 30μm storio išorės ir vidaus statinės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.



22 pav. BOPP baltos plėvelės 30μm storio išorės ir vidaus statinės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.



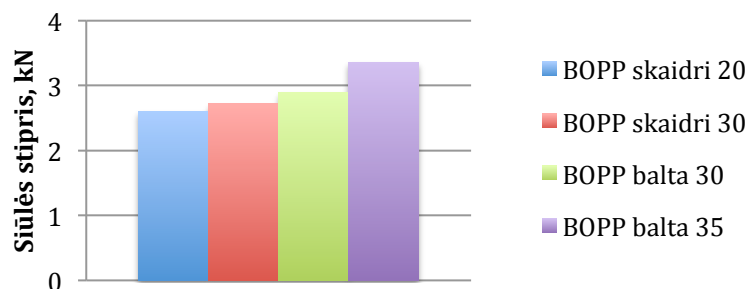
23 pav. BOPP baltos plėvelės 35μm storio išorės ir vidaus statinės trinties koeficientai bei jų apskaičiuotas aritmetinis vidurkis.

Statinė trintis nuo dinaminės trinties skiriasi tuo, jog statinė trintis vyksta tada, kai du paviršiai vienas kito atžvilgiu yra ties slydimo riba. Trinties koeficientas taip pat nusako paviršiaus šiurkštumo savybes. Kuo paviršius yra šiurkštesnis, tuo trinties koeficientas bus didesnis.

Lyginant statinės (kinetinės) trinties koeficientus vidus-vidus, išorė-išorė, šiurkščiausia yra plėvelė BOPP skaidri 30.



### BOPP plėvelių suvirinimo siūlės stipris



24 pav. BOPP polimerinių plėvelių suvirinimo siūlės stiprio išmatuotų rezultatų apskaičiuoti aritmetiniai vidurkiai.

Polimerinių pakuočių suvirinimo siūlės stipris nurodo ar pakuotė yra lengvai atplėšiama (išpakuojama). Esant nepakankamam sulydymo siūlės stipriui, pablogėja eksploatacinės pakuotės savybės. Esantis supakuotas turinys pakuotėje gali lengvai praardyti siūlę, tai ypač aktualu sunkiems, aštriems, biriems bei daug riebalų turintiems produktams. Jie gali lengvai praardyti pakuotės siūlę ir išbyrėti/pratekėti.

Optimaliausias siūlės sulydymo stipris yra 3 kN. Esant didesnei siūlės sulydymo stiprio reikšmei, pakuotė sunkiai atsiplėš, vartotojui bus nepatogu naudoti. Pagal atliktus tyrimus, optimaliausias siūlės sulydymo stipris yra plėvelės BOPP balta 30 (2,85 kN).

## 2.10. Tradicinių ir bioskalių polimerų hidrofilškumo tyrimas

Atliekant tyrimą, polimerinių plėvelių drėkinimo kampas buvo matuojamas su lašo metodo prietaisu *Goniometer PG2* (25 pav.). Jo veikimo principas pagrįstas distiliuoto vandens (ar kito skysčio) lašelių lašiniu ant bandinio paviršiaus su specialiu, į prietaisą įdedamu švirškštu. Jį spaudžiant išstumiamas vandens lašelis ant bandinio paviršiaus ir prietaiso viduje įmontuota skaitmeninė kamera fiksuoja susidariusį lašo kampą (esantį ant medžiagos paviršiaus).

Pasitelkiant specializuotą šiam prietaisui kompiuterinę programą (*PocketGoniometer program*), rezultatai fiksuojami kompiuterio ekrane: automatiškai braižomas matavimų grafikas, išvedamas aritmetinis rezultatų vidurkis, vizualiai fiksuojama lašo padėtis ant bandinio.

Išmatuotos drėkinimo kampo reikšmės (gautos laipsniais, °) konvertuojamos į **paviršiaus įtempimo** (*dyn/cm*) reikšmes atitinkamai pagal 9 lentelėje pateiktas vertes.

9 lentelė

Konvertavimas į paviršiaus įtempimo [dyn/cm] vertes. [17]

Paviršiaus įtempio konvertavimas	
<i>Vandens kontakto su paviršiumi kampas, °</i>	<i>Paviršiaus įtempimas dyne/cm</i>
51-53	46
54-56	45
57-59	44
60-62	43
63-65	42
66-68	41
69-71	40
72-73	39
74-76	38
77-79	37
80-81	36
82-84	35
85-87	34
88-89	33
90-92	32
93-95	31
96-97	30
98-100	29



25 pav. *Goniometer PG2* prietaiso stendas.

Bandinių paruošimas. Iš polimerinių plėvelių iškerpami/išpjaunami bandiniai, kurių matmenys 15x70 m. Iš kiekvienos polimerinės plėvelės rūšies iškerpama buvo po 6 bandinius iš skirtingų plėvelių vietų. Prieš atliekant bandymą, polimerinės plėvelės buvo laikomos kambario temperatūroje, kad susinormalizuotų plėvelių temperatūra, bei būtų gaunami tikslesni tyrimų rezultatai.

Polimerinių plėvelių (sintetinių ir bioskaidžių) tyrimų rezultatai pateikiami 10, 11 lentelėse.

10 lentelė

**Sintetinių (tradicinių pakavimo plėvelių drėkinimo kampo matavimo reikšmės**

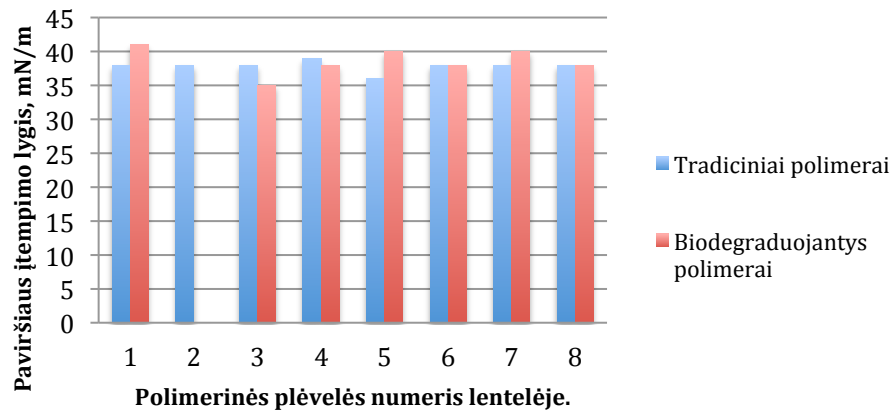
Eil. Nr.	Medžiaga							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	BOPP 20 white	BOPP 20 tr.	BOPP 35 white	BOPP 25 tr.	CPP 30 tr.	BOPP 30 white	BOPP 30 tr.	BOPP 35 tr.
1	72,8	73,8	76,2	72,7	79,8	73,9	74,1	74,8
2	73,5	74,2	75,5	72,2	81,2	74,7	73,7	75
3	75,3	74,5	72,4	72,2	82,2	74,6	73,9	73,7
4	73,8	72,9	73,7	70,7	81,7	73,9	74,2	75,4
5	74,7	73,6	76,5	72,8	79,9	72,8	72,7	75,7
6	74,5	73,9	74,7	71,7	80,8	73,8	73,9	75,5
<b>Vidurkis</b>	<b>74,1</b>	<b>73,8</b>	<b>74,8</b>	<b>72,1</b>	<b>80,9</b>	<b>74,0</b>	<b>73,8</b>	<b>75,0</b>
<b>Įtempimo lygis</b>	38	38	38	39	36	38	38	38

11 lentelė

**Bioskalių pakavimo plėvelių drėkinimo kampo matavimo reikšmės**

Eil. Nr.	Medžiaga							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	PLA (NTSS, 20µm Earth First)	Cellulose (NP 23µm Nature Flex)	Cellulose (NVR 23µm Nature Flex)	Cellulose (NVS 30µm Nature Flex)	PLA (BCP 50µm Earth First)	Cellulose (NK 30µm Nature Flex)	PLA (TCL 50µm Earth First)	PLA (Avery Dennison)
1	70,8	4,7	82,9	74,1	68,9	74,9	70,8	73,8
2	66,4	5,1	83	73,1	70,8	73,7	70,9	73,9
3	65,9	4,8	83,8	74,2	72	74,6	72,1	72,7
4	67,7	4,5	82,3	72,3	70,3	75,9	71,4	74,4
5	67,2	4,6	84,5	73,7	71,4	72,8	71,7	75,7
6	68,1	4,9	83,8	73,5	71,2	73,8	70,1	74,8
<b>Vidurkis</b>	<b>67,7</b>	<b>4,8</b>	<b>83,4</b>	<b>73,5</b>	<b>70,8</b>	<b>74,3</b>	71,2	74,2
<b>Įtempimo lygis</b>	41	-	35	38	40	38	40	38

### Polimerinių plėvelių paviršiaus įtempimas



26 pav. Tradicinių ir bioskalių polimerinių plėvelių paviršiaus drėkinimo nustatymas.

Medžiagos hidrofiliškos ir hidrofobinės savybės nustatomos išmatuojant medžiagos paviršiaus įtempimą. Kuo didesnis medžiagos paviršiaus įtempimas, tuo geresnės jos hidrofiliškos (adhezinės) savybės. Ribinė paviršiaus įtempimo vertė laikoma -  $38 \text{ mN/m}$ . Jei įtempimo vertė  $\geq 38 \text{ mN/m}$ , tai matuojamos medžiagos adhezinės savybės yra patenkinamos arba geros, jei vertė  $< 38 \text{ mN/m}$  – adhezinės medžiagos savybės yra blogos. [19]

Lyginant bioskalių plėvelių tyrimo rezultatus, tinkamiausios spaudai yra plėvelės „Cellulose (NVS  $30\mu\text{m}$  Nature Flex)“, „Cellulose (NK  $30\mu\text{m}$  Nature Flex)“ ir „PLA (Avery Dennison)“. Jų paviršiaus įtempis lygus  $38 \text{ mN/m}$ .

Vertinant tradicinių polimerinių plėvelių matavimų reikšmes, visos plėvelės (išskyrus plėvelę CPP 30 tr., kurios paviršiaus įtempis lygus  $36 \text{ mN/m}$ ) yra tinkamos spaudai.

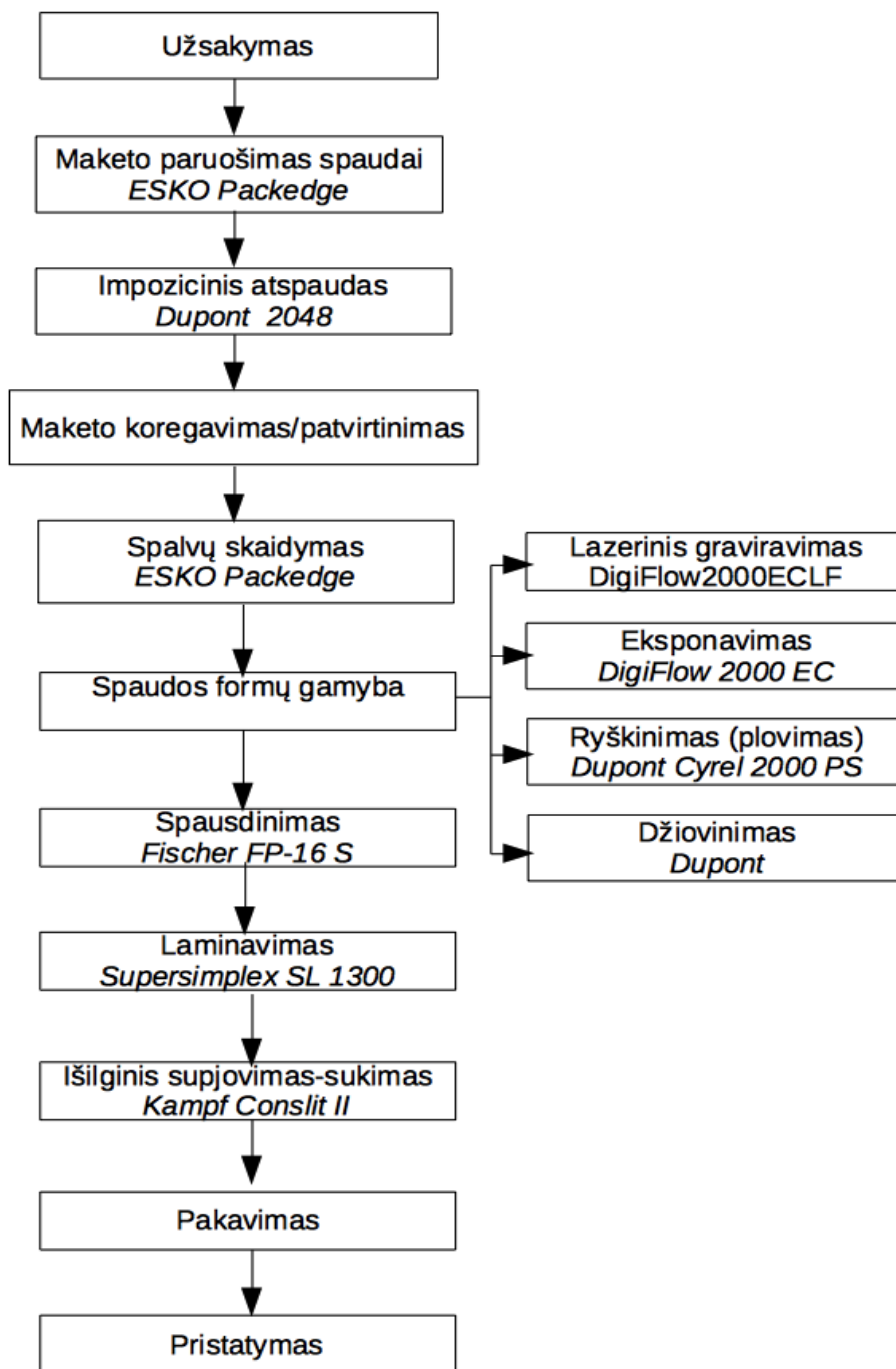
#### Išvados:

- Atlikus UAB „Aurika“ naudojamų sintetinių polimerinių plėvelių fizikinių bei mechaninių savybių tyrimus, įvertinta jų kokybė. Tuo pačiu, nustatytos ribinės polimerų charakteristikų reikšmės, kuriomis turi pasižymėti ir biodegraduojanti PLA plėvelė.
- UAB „Aurika“ neatlieka polimerinių plėvelių hidrofiliškumo nuodatinio tyrimo. Todėl šis tyrimas darbe atliktas tiek su sintetiniais, tiek su biodegraduojančiais polimerais. Vertinant gautus rezultatus, PLA biopolimerinė plėvelė yra taip pat tinkama spaudai, kaip ir įmonėje naudojamos tradicinės plėvelės.

Įvertinus PLA plėvelės tinkamumą spaudai, sekančioje dalyje yra atliekamas biodegraduojančių pakuočių technologinis gamybos proceso projektavimas, apskaičiuojamas reikalingas spausdinamos medžiagos kiekis, įrenginių, darbuotojų skaičius, gamybiniai plotai.

### 3. FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS GAMYBOS DARBŲ APIMTIES SKAIČIAVIMAS

#### 3.1. Technologinio proceso schema



27 pav. Gaminamos pakuotės (-čių) technologinė schema.

### 3.2. Technologinio proceso projektavimas

#### Gaminamos produkcijos charakteristikos

12 lentelė

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas P x A, mm	Tiražas, tūkst. vnt.	Kartojimų sk. per metus	Spalvingumas ir lakavimas	Produkcijos medžiaga
1	2	3	4	5	6	7
1.	Pakuotė	385x 250	200	8	7	PLA 20 tr.
2.	Pakuotė	300x200	50	10	10	
3.	Pakuotė	175x215	120	7	8	
4.	Pakuotė	210x400	150	8	10	PLA 30 tr.
5.	Pakuotė	350x230	205	10	4	
6.	Pakuotė	385x 250	200	8	7	
7.	Pakuotė	300x200	50	10	10	
8.	Pakuotė	175x215	120	7	8	PLA 30 wht.
9.	Pakuotė	210x400	150	8	10	
10.	Pakuotė	350x230	205	10	4	

Visa technologinė pakuotės gamybos schema susideda iš 8 pagrindinių gamybos etapų. Gavus užsakymą, maketas pradedamas ruošti spaudai, atliekamas jo techninis redagavimas. Maketų techniniam paruošimui fleksografinėi spaudai naudojama *Esko Graphics* sistema *Scope*. Ši programa leidžia ekrane matyti maketą sluoksniais, pagal objektus, spalvinius kanalus, pozityvų arba negatyvų vaizdą, koreguoti spalvų užlaidas, rastro pasukimo kampus, jo liniatiūrą.

Maketo techninio paruošimo etape taip pat svarbu įvertinti ir apskaičiuoti reikalingą negatyvo sutrumpinimą, kadangi dedant formą ant spaudos mašinos forminio cilindro, ji išsilenkia ir vaizdas išsitempia (pailgėja) cilindro perimetro kryptimi.

Reikalingas negatyvo sutrumpinimas apskaičiuojamas pagal forminio cilindro diametrą (skersmenį), formos storį ir atspaudo ilgį.

Atspaudo ilgis  $L$  apskaičiuojamas:

$$L = \pi \times (D_F + 2t + 2h) \quad (3)$$

čia:  $D_F$  – forminio cilindro skersmuo,  $mm$ ;

$t$  – spaudos formos storis,  $mm$ ;

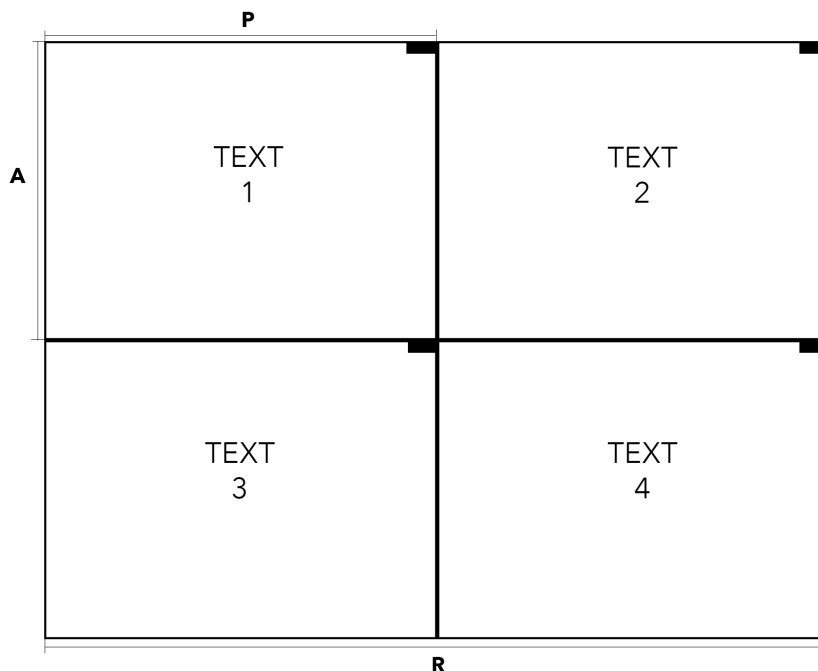
$h$  – lipnios juostos, kuria klijuojama forma, storis,  $mm$ .

Reikalingas negatyvo sutrumpinimas  $\Delta$ , (%) apskaičiuojamas:

$$\Delta = \frac{K}{L} \times 100\%; \quad K = 2\pi t \quad (4)$$

čia:  $K$  – koeficientas (pastovus dydis kiekvienam formų tipui).

Po gaminio paruošimo spaudai, atspausdinamas kontrolinis atspaudas (ang. *print proof*) naudojant skaitmeninį spausdintuvą. Vizualiai klientas įvertina gautą spalvingumą, spalvų ir apipjovimo užlaidas, gaminio vaizdo bei kokybės kontrolės elementų išsidėstymą. Nustačius netikslumus, maketas dar kartą koreguojamas.



28 pav. Maketas spaudai. P-spaudinio segmento plotis, A-spaudinio segmento aukštis, R-ruošinio plotis.

**Gamybinė užduotis produkcijos spausdinimui**

13 lentelė

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas P x A, mm	Tiražas T, tūkst. vnt.	Kartojimų skaičius per metus	Tiesiniai metrai $M_T$ , m	Spausdinamos medžiagos kiekis $M_K$ , m <sup>2</sup>	Metinis tiesinių metrų kiekis, m	Metinis spausd. medž. kiekis, m <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8=5x6	9=5x7
1	Pakuotė	385 x 250	200000	8	25250	20220,2	202000	161761,6
2	Pakuotė	300x200	50000	10	5050	3151,2	50500	31512
3	Pakuotė	175x215	120000	7	13029	4742,556	91203	33197,892
4	Pakuotė	210x400	150000	8	30300	13235,04	242400	105880,32
5	Pakuotė	350x230	205000	10	47623,52	34669,92	476235,2	346699,22
6	Pakuotė	385x 250	200000	8	25250	20220,2	202000	161761,6
7	Pakuotė	300x200	50000	10	5050	3151,2	50500	31512
8	Pakuotė	175x215	120000	7	13029	4742,556	91203	33197,892
9	Pakuotė	210x400	150000	8	30300	13235,04	242400	105880,32
10	Pakuotė	350x230	205000	10	23810,75	17334,23	238107,5	173342,26
<b>Viso:</b>							<b>1886548,7</b>	<b>1184745,11</b>

Tiesiniai metrai apskaičiuojami pagal formulę:

$$M_T = \frac{T \times (A + t_A)}{S} \times k_s = 25\,250 \text{ m} \quad (5)$$

A-spaudinio segmento aukštis = 0,25 m;

$t_A$ - tarpas tarp spaudinių segmentų eilučių = 0 m;

S-stulpelių skaičius = 2;

$k_s$  - koeficientas, įvertinantis spausdinamos medžiagos nuobiras, reikalingas išilginiam spalvų sutapatinimui (1,01÷1,10).  $k_s$  priklauso nuo tiražo ir leidinio spalvingumo.

Spausdinamos medžiagos kiekis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_K = R \times M_T = 0,808 \times 25250 = 20220$$

R-spausdinamos medžiagos ruošinio plotis spaudai, m

$$R = (P + t_p) \times S \times k_n = (0,385 + 0) \times 2 \times 1,04 = 0,808 \text{ m}$$

P-spaudinio segmento plotis, m;

$t_p$  - tarpas tarp stulpelių, m;

$k_n$  - koeficientas, įvertinantis popieriaus nuobiras (1,04÷1,10).  $k_n$  priklauso nuo spausdinamos medžiagos pločio ir spausdinamos produkcijos formato.

14 lentelė

**Skenavimo, maketavimo ir paruošimo spaudai darbų trukmės skaičiavimas**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, mm	Laiko norma skenavimui, h	Laiko norma maketavimui, h	Laiko norma paruošimui spaudai, h	Metinė užduotis paruošimui spaudai, h
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7=4+5+6</b>
1	Pakuotė	385 x 250	0	0	3	3
2	Pakuotė	300x200	0	0	4	4
3	Pakuotė	175x215	0	0	3	3
4	Pakuotė	210x400	0	0	4	4
5	Pakuotė	350x230	0	0	1,5	1,5
6	Pakuotė	385x 250	0	0	2	2
7	Pakuotė	300x200	0	0	4	4
8	Pakuotė	175x215	0	0	2	2
9	Pakuotė	210x400	0	0	4	4
10	Pakuotė	350x230	0	0	1,5	1,5
<b>Viso:</b>						<b>29</b>

Gaminio maketas gaunamas iš kliento, kuris yra paruošiamas spaudai neatliekant skenavimo ar papildomų maketavimo darbų. Į maketo paruošimo spaudai laiką yra įskaičiuotas spalvų skaidymas, kuris priklausomai nuo maketo spalvingumo, vidutiniškai trunka 0,5-1 h.

### **Spaudos formų gamyba**

Spausdinimo formos gaminamos iš fotopolimerinių medžiagų. Jų kietumas ir storis parenkamas pagal tuo metu naudojamą spausdinimo medžiagą ir spausdinamo vaizdo charakteristiką. Medžiagą spausdinimo formoms reikia rinktis taip, kad ji nebrinktų, netirptų veikiamą dažų, netaptų trapi. Spaudos formų gamybai plačiausiai naudojamas fotopolimeras lapais.

Atvaizdo spausdinamieji ir tarpiniai elementai fotopolimerinėse plokštėse formuojami veikiant UV šviesos spektro spinduliutei, po kurios atliekamas plovimas ir kitos pagalbinės operacijos. Fotopolimerinės plokštės tiekiamos analoginei technologijai (kuriai reikalingas originalo negatyvas eksponuoti vaizdą) arba skaitmeninės formos (kurių gamybai nereikalingas negatyvas, atvaizdas formuojamas skaitmeniniu būdu apsauginėje plėvelėje).



Plokščių gamintojai paprastai daro žaliavinę medžiagą storesnę nei nominalus storis, kad būtų kompensuojamas storio sumažėjimas, nes plovimo skystis šiek tiek aptirpdo paviršių formų išplovimo metu. Nuplaunamos medžiagos kiekis priklauso nuo pasirinkto plovimo būdo, todėl tikėtina, kad pagamintos formos yra storesnės nei nominalus storis. Šiek tiek storesnės nei nominalios formos nesukelia spausdinimo problemų. Svarbu, kad visų tam vieno projekto spausdinimo formų storiai nesiskirtų tarpusavyje daugiau nei 0,0254 mm. [18]

Parenkant plokščių tipą ir storį turi būti atsižvelgiama į tai, kokia bus spausdinamoji medžiaga. Nuo to priklauso formos storis ir reljefo gylis, kurį parinkti galima pagal FIRST 4 rekomendacijas (15 lentelė).

15 lentelė

**Spaudos formos storio ir gaunamo reljefo aukštis [18]**

	Formos medžiagos storis, mm								
	0,762	1,14	1,70	2,72	2,85	3,18	3,94	4,70	6,35
<b>Formų reljefas, mm</b>	0,586	0,457- 0,559	0,457- 0,559	0,457- 0,559	0,508- 0,635	0,508- 0,635	0,762- 0,889	0,762- 0,889	1,27- 1,78

Formos gamybos procesas susideda iš 5 etapų:

1. Plokštės nedarbinės pusės eksponavimas. Tolygiai apšviečiant plokštės nedarbinį paviršių per pagrindą. Tikslas – būsimos formos reljefo gylio nustatymas.
2. Pagrindinis eksponavimas. Šio proceso metu vyksta paslėptas vaizdo formavimas fotopolimerinio sluoksnio viduje.
3. „Ryškinimas“ – plokštės neapšvitintos vietos yra pašalinamos iki tam tikros temperatūros pakaitinus plokštę ir suskystintą polimerą surenkant ant specialios sugeriančios medžiagos. Susiformuoja vaizdo reljefas.
4. Papildomas formos apdirbimas („finišingas“). Forma papildomai apšvitinama UV spinduliais. Tikslas – paviršiaus lipnumo pašalinimas.
5. Baigiamasis eksponavimas. Ši operacija gali būti atliekama kartu su papildomu formos apdirbimu arba be jo. Tikslas – visų nepaveiktų ekspozicijos monomerų polimerizavimas, formos tiražingumo padidinimas.

## Lazerinio eksponavimo proceso trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, mm	Tiražas T, tūkst. vnt.	Kartojimų sk. per metus K	Spalvingumas ir lakavimas C	Spaudos formų komplektų kiekis X, vnt.	Laiko norma eksponavimui, h	Metinė laiko norma eksponav., h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9=8*7</i>
1	Pakuotė	385 x 250	200	11	7	4	0,25	0,96
2	Pakuotė	300x200	50	10	10	1		0,31
3	Pakuotė	175x215	120	17	8	4		1,02
4	Pakuotė	210x400	150	18	10	7		1,96
5	Pakuotė	350x230	205	20	4	4		1,03
6	Pakuotė	385x 250	200	11	7	4		0,96
7	Pakuotė	300x200	50	10	10	1		0,31
8	Pakuotė	175x215	120	17	8	4		1,02
9	Pakuotė	210x400	150	18	10	7		1,96
10	Pakuotė	350x230	205	20	4	4		1,03
<b>Viso:</b>								<b>10,02</b>

Spaudos formų komplektų kiekis apskaičiuojamas pagal formulę (gautas skaičius apvalinamas iki sveiko skaičiaus į didesnę pusę):

$$X = \frac{T \times K \times C}{E \times S \times \Delta} = \frac{200000 \times 11 \times 7}{2 \times 2 \times 10^6} = 4$$

E-eilių skaičius vienoje spaudos formoje;

$\Delta$  - fotopolimerinės spaudos formos resursas.  $\Delta = 1 \times 10^6$ .

## Spaudos formų galutinio apdirbimo trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, mm	Spaudos formų komplektų kiekis X, vnt..	Laiko norma apatinės pusės eksponavimui, h	Laiko norma pagrindiniam eksponavimui, h	Laiko norma plovimui, h	Laiko norma džiovimui, h	Laiko norma galutiniam eksponavimui, h	Metinė laiko norma galutiniam apdirbimui h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
1	Pakuotė	385 x 250	4	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	3,8
2	Pakuotė	300x200	1	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	0,95
3	Pakuotė	175x215	4	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	3,8
4	Pakuotė	210x400	7	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	6,65
5	Pakuotė	350x230	4	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	3,8
6	Pakuotė	385x 250	4	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	3,8
7	Pakuotė	300x200	1	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	0,95
8	Pakuotė	175x215	4	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	3,8
9	Pakuotė	210x400	7	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	6,65
10	Pakuotė	350x230	4	0,2	0,25	0,2	0,2	0,1	3,8
<b>Viso:</b>									<b>38</b>

Atspaudų metinės gamybos apimtys spausdinimui skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, mm	Kartojimų skaičius per metus	Tiražas, tūkst. vnt.	Spalvingumas ir lakavimas C	Laiko norma dažų aparato paruošimui $t_D$ , h	Darbo imlumas vienam pavadinimui atspausdinti L, h	Metinė užduotis spausdinimui, h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8*</i>	<i>9=8x4</i>
1	Pakuotė	385 x 250	11	200	7	0,05	2	19
2	Pakuotė	300x200	10	50	10		1	8
3	Pakuotė	175x215	17	120	8		1	19
4	Pakuotė	210x400	18	150	10		2	39
5	Pakuotė	350x230	20	205	4		3	57
6	Pakuotė	385x 250	11	200	7		2	19
7	Pakuotė	300x200	10	50	10		1	8
8	Pakuotė	175x215	17	120	8		1	19
9	Pakuotė	210x400	18	150	10		2	39
10	Pakuotė	350x230	20	205	4		2	30
Viso:								<b>258</b>

\*darbo imlumas vienam pavadinimui atspausdinti, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L = \frac{M_T}{V} + t_D \times C = \frac{25 \cdot 250}{24000} + 0,05 \times 7 = 2 \text{ h} \quad (6)$$

čia: V – spaudos mašinos vidutinis greitis, m/h.

Analogiškai apskaičiuojamos metinės gamybos apimtys baigiamosioms operacijoms: atspaudų iškirtimui, susukimui į ritinėlius, folijavimui, rifliavimui, laminavimui, pakavimui ar panašiai.

Atspaudų metinės gamybos apimtys laminavimui skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, mm	Kartojimų skaičius per metus	Tiražas, tūkst. vnt.	Spalvingumas ir lakavimas C	Laiko norma laminatoriaus paruošimui $t_D$ , h	Darbo imlumas vienam pavadinimui sulaminuoti L, h	Metinė užduotis laminavimui, h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8*</i>	<i>9=8x4</i>
1	Pakuotė	385 x 250	11	200	7	0,17	2	25
2	Pakuotė	300x200	10	50	10		2	19
3	Pakuotė	175x215	17	120	8		2	32
4	Pakuotė	210x400	18	150	10		3	53
5	Pakuotė	350x230	20	205	4		3	53
6	Pakuotė	385x 250	11	200	7		2	25
7	Pakuotė	300x200	10	50	10		2	19
8	Pakuotė	175x215	17	120	8		2	32
9	Pakuotė	210x400	18	150	10		3	53
10	Pakuotė	350x230	20	205	4		2	33
Viso:								<b>346</b>

\*darbo imlumas vienam pavadinimui sulaminuoti, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L = \frac{M_T}{V} + t_D \times C = \frac{25 \cdot 250}{18000} + 0,17 \times 7 = 2 \text{ h} \quad (7)$$

čia: V – laminavimo mašinos vidutinis greitis, m/h.

20 lentelė

**Atspaudų supjovimo-sukimo skaičiavimas**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, mm	Kartojimų skaičius per metus	Tiražas, tūkst. vnt.	Spalvingumas ir lakavimas C	Laiko norma dažų aparato paruošimui $t_D$ , h	Darbo imlumas vienam pavadinimui sulaminuoti L, h	Metinė užduotis laminavimui, h
1	2	3	4	5	6	7	8*	9=8x4
1	Pakuotė	385 x 250	11	200	7	0,25	3	35
2	Pakuotė	300x200	10	50	10		3	28
3	Pakuotė	175x215	17	120	8		3	46
4	Pakuotė	210x400	18	150	10		4	75
5	Pakuotė	350x230	20	205	4		4	73
6	Pakuotė	385x 250	11	200	7		3	35
7	Pakuotė	300x200	10	50	10		3	28
8	Pakuotė	175x215	17	120	8		3	46
9	Pakuotė	210x400	18	150	10		4	75
10	Pakuotė	350x230	20	205	4		2	46
Viso:								<b>488</b>

### Pakavimas

Supjauta bei susukta produkcija į ritinėlius, pakuojama sudedant ją ant paletės bei apsukant plėvele. Paletės sužymimos etiketėmis su gaminio informacija ir sandėliuojamos iki išvežimo/pristatymo klientui dienos.

Atlikus technologinius skaičiavimus ir žinant gaminamos produkcijos kiekį (įrengimų apkrovimą) galima apskaičiuoti reikiamą įrengimų bei darbuotojų kiekį.

### 3.3. Įrengimų ir darbuotojų kiekio skaičiavimas

Toliau seka įrengimų darbo laiko, kiekio ir juos aptarnaujančio personalo skaičiavimas. Įrengimų skaičiavimui reikalingi šie pradiniai duomenys:

1. režiminis  $F_r$ ;
2. įrengimų laiko ir išdirbio normos, atliekant technologines operacijas;
3. įrengimų apkrovimo dydis.

Režiminis įrenginio darbo laiko fondas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F_r = [(D_d \times t_V) - D_{pršv} \times A] \times p = [(252 \times 8) - 5 \times 0] \times 1 = 2016 \text{ h} \quad (8)$$

$$D_d = D_k - D_{iš} - D_{šv} = 252 \text{ d.} \quad (9)$$

$F_r$  – režiminis įrenginio darbo laiko fondas = 2016 h;

$D_d$  – darbo dienų skaičius per metus =252 ;

$t_v$  – pamainos darbo trukmė =8 h;

$D_{pršv}$  – priešventinių dienų skaičius =5;

$A$  – priešventinės dienos pamainos trukmės sutrumpinimas =0 h;

$p$  – pamainų skaičius =1;

$D_k$  – metinis kalendorinių dienų skaičius 365;

$D_{is}$  – metinis išeiginių dienų skaičius =113;

$D_{šv}$  – metinis šventinių dienų skaičius =14;

$T_e$  – įrenginių tarnavimo laikas, metais;

$f_k$  – kapitalinis remontas, h. (Priklausomai nuo įrenginio, kapitalinis remontas yra atliekamas vieną kartą į 6-10 metų. Skaičiavimuose kapitalinio remonto laikas yra išdalinamas visam pasirinktam laikui tarp remontų.)

$f_t$  – einamasis remontas, h. (Yra atliekamas vieną kartą į metus, išskyrus tuos metus, kaip atliekamas kapitalinis remontas.)

$f_p$  – patikrinimas, h. (Yra vykdomas tris kartus į metus, išskyrus tuos metus, kaip atliekamas kapitalinis remontas. Į lentelę yra įrašomas bendras trijų patikrinimų laikas.)

$t_{rem}$  – metinis remonto laikas, h

$$t_{rem} = f_k + f_t + f_p \cdot h \quad (10)$$

$f_o$  – apžiūros, h. (Yra atliekamas septynis kartus į metus. Į lentelę yra įrašomas bendras septynių patikrinimų laikas.)

$n$  – koeficientas, įvertinantis papildomą laiko fondą ( $n=1 \div 4\%$ );

$t_{ps}$  – įrenginio papildomų sustojimų laikas, h;

$t_{ts}$  – įrenginio technologinių sustojimų laikas, h;

$$f_{ts} = f_{ps} = \frac{F_r \cdot n}{100}, h \quad (11)$$

$F_m$  – metinis įrenginio darbo laiko fondas, h;

$F_{mp}$  – metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu, h;

21 lentelė

**Įrenginių darbo laiko fondo skaičiavimas**

Eil Nr	Įrenginio pavadinimas	$F_r$ , h	$T_e$ , m	Įrenginių prastovos dėl remonto ir apžiūrų, h					n, %	Įrenginio technologinių sustojimų laikas per metus $f_{ts}$ , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas, $F_m$ , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu $F_{mp}$ , h
				dėl remonto				dėl apžiūrų				
				$f_k$	$f_t$	$f_p$	$t_{rem}$	$f_o$				
1	2	3	4	5	6	7	8=5+ +6+7	9	10	11	12=3-8-9-11	13=3-8

21 lentelės tęsinys

1	Spaudos formų lazerinio eksponavimo įrenginys	2016	5	5	5	16	26	3	2	40,3	1941	1990
2	Spaudos formų UV eksponavimo įrenginys	2016	6	4	6	24	34	3	2	40,3	1931	1982
3	Spaudos formų plovimo įrenginys	2016	6	6	6	25	37	3	1	20,2	1948	1979
4	Spaudos formų džiovavimo įrenginys	2016	8	8	8	20	36	4	1	20,2	1946	1980
5	Spaudos formų montavimo įrenginys	2016	7	5	7	15	27	3,5	1	20,2	1957	1989
6	Spaudos mašina	2016	8	8	8	30	46	4	3	60,5	1896	1970
7	Laminatorius	2016	8	8	8	28	44	4	2	40,3	1918	1972
8	Išilginio supjovimo-sukimo įrenginys	2016	9	9	9	30	48	4,5	2	40,3	1912	1968

22 lentelė

## Kompiuterinės įrangos darbo laiko fondo skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	$F_r$ , h	$T_e$ , m	Įrenginių prastovos dėl apžiūrų $f_o$ , h	n, %	Įrenginio papildomų sustojimų laikas per metus $f_{ps}$ , h	Įrenginio darbo laikas per metus $F_m$ , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu $F_{mp}$ , h
1	2	3	4	5	6	7	8=3-5-7	9=3-7
1	Kompiuteris	2010	2	15	1	20,1	1975	1990
2	Skaitmeninis spausdintuvas	2010	3	18	1	20,1	1972	1990
2	Spausdintuvas-skeneris	2010	4	20	1	20,1	1970	1990

Režiminis kompiuterinės įrangos darbo laiko fondas  $F_r$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F_r = [(D_d \times t_v) - D_{pršv} \times A] \times p = [(252 \times 8) - 0 \times 1] \times 1 = 2010 \text{ h} \quad (12)$$

23 lentelė

## Įrenginių kiekio skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Metinė laiko norma $M$ , h	Metinis įrenginių darbo laiko fondas $F_m$ , h	Normų vykdymo koeficientas $k_{bn}$	Įrenginių kiekis $N_{ir}$	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	6=3/(4x5)	7
1	Kompiuteris	29	1990	1,1	0,01	1
2	Skaitmeninis spausdintuvas	29	1990	1,1	0,01	1

23 lentelės tęsinys

3	Spausdintuvas-skeneris	29	1990	1,1	0,01	1
4	Spaudos formų lazerinio eksponav. įrenginys	10,02	1990	1,1	0,01	1
5	Spaudos formų UV eksponavimo įrenginys	10,02	1982	1,1	0,01	1
6	Spaudos formų plovimo įrenginys	10,02	1979	1,1	0,01	1
7	Spaudos formų džiovavimo įreng.	10,02	1980	1,1	0,01	1
8	Spaudos formų montavimo įreng.	10,02	1989	1,1	0,01	1
9	Spaudos mašina	258	1970	1,1	0,12	1
10	Laminatorius	346	1972	1,1	0,16	1
11	Išilginio supjov.-sukimo reinginys	488	1968	1,1	0,23	1

24 lentelė

## Reikiamų darbuotojų kiekio skaičiavimas

Eil. Nr.	Profesija	Metinis įr. darbo laiko fondas $F_{mp}$ , h	Apskaičiuotas įr. kiekis $N_{jr}$	Pagr. darbininko darbo laiko fondas $F_{ef}$ , h	Darbininkų skaičius	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	$6=(3*4)/5$	7
1	Techninis redaktorius	1990	0,01	1728,6	0,011	1
2	Operatorius lazeriniam eksponavimui	1990	0,01	1733,76	0,011	1*
3	Operatorius UV eksponavimui	1982	0,01	1733,76	0,011	
4	Operatorius plovimui, džiovinimui	1979	0,01	1733,76	0,011	
5	Paruošėjas spaudai	1989	0,01		0,011	1
6	Spaudėjas	1970	0,12	1733,76	0,136	1
7	Operatorius laminavimui	1972	0,16	1733,76	0,181	1
8	Operatorius ilginiam supjovimui-sukimui, pakavimui	1968	0,23	1733,76	0,261	1

\* darbus, spaudos formų gamyboje (lazerinis, UV eksponavimas ir kt.) atliks vienas žmogus.

$$F_{ef} = F_r \times (1 - k_n)$$

$F_{ef}$  – pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbininko darbo laiko fondas, h;

$k_n$  – koeficientas, parodantis darbo laiko nuostolius, esant darbuotojų atostogoms 24 darbo dienoms ( $k_n = 0,14$ ).

### 3.4. Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas

Žinant reikiamą įrenginių kiekį yra parenkami atitinkami baldai ir apskaičiuojamas įrenginių ir baldų užimamas plotas projektuojamoje patalpoje (25 lentelė).

Pradinėje projektavimo stadijoje galima apytiksliai apskaičiuoti reikiamą gamybinių ir administracinių patalpų plotai:

$$S_1 = K_y \sum S_M$$

$S_1$  – reikalingas cecho plotas,  $m^2$ ;

$S_M$  – įrenginių ir baldų užimamas plotas,  $m^2$

$K_y$  – koeficientas, įvertinantis technologinio cecho ploto ir pagrindinių įrengimų bei baldų užimamo ploto santykį.

$$S_2 = \sum S_M + (K_z \times N_z) \quad (13)$$

$S_2$  – administracijai (maketavimo, dizaino ir pan. patalpoms) reikalingas plotas,  $m^2$ ;

$K_z$  – pagal sanitarines normas vienam asmeniui skiriamas min. plotas,  $m^2$  (min.  $K_z=6 m^2$ ).

$N_z$  – darbuotojų skaičius projektuojamoje patalpoje.

25 lentelė

#### Įrengimų ir baldų užimamas plotas projektuojamame repro skyriuje

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys,		Užimamas plotas, $m^2$	
			Ilgis, m	Plotis, m	vieno	visų
1	2	3	4		5	6=3×5
1	Stalas	3	1	1,2	1,2	3,6
2	Kėdė	2	0,55	0,5	0,275	0,55
3	Lenyna	3	0,7	1,7	1,19	3,57
4	Kompiuteris	2	0,4	0,3	0,12	0,24
5	Spausdintuvas	1	0,5	0,35	0,175	0,175
6	Skaitmeninis spausdintuvas	1	1,8	1,3	2,34	2,34
7	Spaudos formų lazerinio eksponavimo įreng.	1	4,5	2,5	11,25	11,25
8	Spaudos formų UV eksponavimo įreng.	1	3,6	4,3	15,48	15,48
9	Spaudos formų plovimo įrenginys	1	4,85	2,05	9,9425	9,9425
10	Spaudos formų džiovyklą	1	2	1,2	2,4	2,4
<b>Viso:</b>						50

Reikalingas cecho plotas:

$$S_2 = 50 \times 3,2 = 158,55 = 160 m^2.$$

26 lentelė

#### Įrengimų ir baldų užimamas plotas spaudos bare

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys,		Užimamas plotas, $m^2$	
			Ilgis, m	Plotis, m	vieno	visų
1	2	3	4	5	6	7=3*6
1	Stalas	5	1	1,2	1,2	6
2	Kėdė	4	0,55	0,5	0,28	1,1
3	Stalazas	3	0,7	1,7	1,19	3,57
4	Spaudos formų montavimo įreng.	1	1,2	2,3	2,76	2,76



26 lentelės tęsinys

5	Spaudos mašina	1	12	5	60	60
6	Laminatorius	1	3	2	6	6
7	Pjovimo-sukimo įr.	1	1,3	1	1,3	1,3
<b>Viso:</b>						80,73

Reikalingas cecho plotas:

$$S_1 = 4,0 \times 81 = 324 \text{ m}^2.$$

Bendras projektuojamų patalpų plotas :

$$S = 160 + 324 = 484 = 485 \text{ m}^2.$$

Projektuojant įmonės visas patalpas reikia laikytis bendrų sanitarinių higieninių reikalavimų, atsižvelgiant į pastatų bei patalpų atsparumo ugniai laipsnį. Pagal apskaičiuotus patalpų technologinius plotus, laikantis pastatų konstravimo normų, braižomas gamybinių patalpų planas. Nubraižius planą yra patikslinamas gamybinių patalpų bendras plotas.

Įrengimai brėžinyje išdėstomi taip, kad technologinis procesas vyktų nuosekliai technologine seka, žaliavos ir pusgaminių transporto keliai nesikirstų su pagrindiniais darbininkų judėjimo keliais.

## 6. TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ KOKYBĖS KONTROLĖ

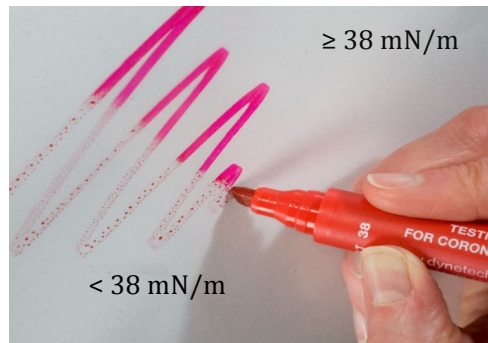
Įmonėje yra įdiegti tarptautiniai kokybės standartai: kokybės vadybos sistemos standartas ISO 9001:2008, aplinkosaugos vadybos sistemos standartas ISO 14001:2004. Taip pat šiuo metu diegiamas *BRC/IOP Packaging* (saugi pakuotė) standartas bei *Lean* sistema, siekiant optimizuoti gamybos procesus taip, jog būtų sunaudojama kuo mažiau išteklių, būtų sukuriama didesnė vertė klientui bei tuo pačiu būtų didinamas įmonės konkurencingumas.

Pakuočių produkcija ruošiama naudojant specializuotą maketų parengimo programinę įrangą *Esko Packedge*. Ši programa padeda optimizuoti maketą spaudos mašinoms ir išnaudoti jų privalumus. Atliekamas spalvų patikrinimas, maketas matomas sluoksniais pagal objektus, spalvinius kanalus, konkrečias spalvas, dirbama su vektorinėmis ir rastrinėmis grafikomis. Ruošiant spalvotą maketą yra daromos spalvų užlaidos (traping). Minimalus spalvų atitraukimas turi būti 0,05mm. Techninis redaktorius programoje, prieš siunčiant maketą į spaudos formų gamybą, sutikrina visas spalvas, atlieka patikrą ar visas paruošto maketo išdėstymas atitinka originalą, ar nėra „pamestų“ objektų. Siekiant išvengti klaidų, paruoštas maketas spaudai yra siunčiamas klientui pasitvirtinti.

Spaudos formų gamyboje kokybės kontrolė atliekama vizualiai bei naudojant optinius prietaisus. Naudojant slankmatį išmatuojamas spaudos elementų reljefo aukštis bei gylis, nuo kurių priklauso dažų pernešimo kokybė. Ypatingai svarbu yra, kad vienam projektui gaminamų spaudos formų storiai nesiskirtų tarpusavyje daugiau kaip 0,0254 mm. Spaudos formų kokybės kontrolę atlieka spaudos formų gamybos technologas.

Spaudos metu spaudos mašinoje automatiškai yra vertinamas rastrinio taško padidėjimas (dot gain), spalvų kontrastas (matuojami spalvų procentiniai laukeliai). Spaudėjas visus kontroliuojamus parametrus mato darbiniam įrenginio ekrane. Papildomai spaudėjas vizualiu būdu (naudodamas lupą) patikrina spalvų suvedimą, spalvų skalės kontrolinius laukelius. Pagal spalvų skalės kontrolinius laukelius yra tikrinamas spaudos formų prispaudimas prie spausdinimo medžiagos, ar spaudos forma nėra perspausta. Spaudos kokybę kartu su spaudėju kontroliuoja pamainos meistras bei gamybos vadovas.

Kiekvienai pagamintai pakuočių produkcijos partijai yra išrašomas kokybės sertifikatas, remiantis įmonės laboratorijoje atliktų kokybinių parametrų nustatymo tyrimų rezultatais. Laboratorijoje yra vertinamas pakuotės medžiagos trinties koeficientai (statinis, dinaminis), sulaminavimo bei siūlės suvirinimo stipris, dažų adhezija (prilipimas prie spausdinamosios medžiagos), kaip keičiasi pakuotės savybės esant žemai temperatūrai (tai aktualu sušaldytų produktų pakuotėms). Naudojant kontrolinius rašiklius yra vertinamas plėvelės paviršiaus įtempimas, pagal kurį nustatoma ar polimerinė plėvelė gerai priima dažus (29 pav.).



29 pav. Ribinė paviršiaus įtempimo vertė – 38mN/m. [18]

Esant kokybės parametrų neatitikimams produkcija yra stabdoma ir gaminama iš naujo. Kokybę kontroliuoja laborantas-kokybės kontrolierius bei gamybos vadovas.

## 7. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA

### 7.1. Profesinės rizikos vertinimas

Atliekant profesinės rizikos vertinimą yra nustatomi galimi rizikos veiksniai bei pavojai įmonės darbuotojams jų konkrečioje darbo vietoje/aplinkoje, galimos žalos darbuotojų sveikatai sunkumas ir jos pasireiškimo tikimybė. Nustačius galimų rizikų dydžius yra priimami sprendimai, kuriais mažinama profesinė rizika darbuotojams jų darbo vietose, nustatoma kokių fizinių priemonių bus imtasi rizikai mažinti arba siekiant jos išvengti.

Įmonėje UAB “Aurika” profesinės rizikos vertinimas atliktas remiantis LR socialinės apsaugos ir darbo ministro LR sveikatos ministro 2003 m. spalio 16 d. įstakymu Nr. A1-159/V-612 patvirtintais “Profesinės rizikos vertinimo nuostatais” ir juos lydintais įstatymais bei teisės aktais.

Profesinės rizikos vertinimo tikslas – ištirti esamą ar galimą profesinę riziką darbe, padėti sudaryti saugias ir sveikas darbo sąlygas neatsižvelgiant į įmonės veiklos rūšį, darbo sutarties rūšį, darbuotojų skaičių, darbo vietą, darbo aplinką, darbo pbūdį, darbo dienos ir darbo pamainos trukmę.

Rizikos identifikavimas atliekamas vadovaujantis darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktais, instrukcijomis, įstatymais, reikalavimais dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos veiksnių poveikio, iš jų higienos normomis, nustatančiomis leistinus darbo aplinkos dydžius. Šiame etape sudarius rizikos vertinimo darbo planą nurodoma: rizikos veiksnių ir rizikos vertinimo objektų, kuriuose bus atliekamas tyrimas ir nustatymas, sąrašas ir darbuotojų skaičius, kurie gali būti veikiami rizikos veiksnių nurodant riboto darbingumo asmenis, jaunos asmenis, nėščias, neseniai pagimdžiusias ar krūtimi maitinančias moteris, sergančius profesinėmis ligomis, naujai priimtus į darbą.

### 7.2. Rizikos analizė

Rizikos analizė atliekama siekiant įvardinti bei įvertinti galimus pavojus darbuotojų sveikatai visose įmonės darbo vietose.

Rizikos tyrimo etape nustatomi esančių rizikos veiksnių dydžiai, poveikio trukmė ir priežastys, sąlygojančios jų pasireiškimą: fizikiniai, cheminiai, ergonominiai, psichosocialiniai, fiziniai, darbo ir poilsio laikas, darbuotojų saugos ir sveikatos būklės vidinė kontrolė. Atliekant profesinės rizikos vertinimą, įmonė turi užtikrinti įprastinę technologinio proceso eigą bei inžinerinės įrangos normalų veikimą.

Rizikos nustatymo metu analizuojami rizikos tyrimo rezultatai, nustatoma rizika ir priimamas sprendimas dėl rizikos priimtumo ar nepriimtumo.

Kai nustatoma *nepriimtina* rizika, įmonės vadovas ar jo pavedimu darbdavio įgaliotas asmuo darbuotojų saugai ir sveikatai nedelsdami imasi priemonių nepriimtinais rizikai šalinti arba tokiose vietose stabdo darbus, kol yra įgyvendinamos prevencinės priemonės nepriimtinais rizikai pašalinti ar sumažinti.

Kai nustatoma *priimtina* rizika darbuotojams, kurie naudoja asmenines apsaugos priemones, įgyvendinamos prevencinės priemonės rizikai pašalinti ar jai sumažinti, kad darbuotojams nereikėtų naudotis asmeninėmis apsaugos priemonėmis.

Nustačius riziką ir priėmus sprendimą dėl rizikos priimtimumo, užpildomos profesinės rizikos nustatymo koretelės. Nepriimtinos rizikos atveju paruošiamas profesinės rizikos veiksmų šalinimo ir/ar mažinimo planas.

### Rizikos analizės etapai:

1. pavojų identifikavimas,
2. pažeidžiamų asmenų identifikavimas,
3. rizikos leistinumų nustatymas.

### 7.2.1. Pavojų identifikavimas

Pavojų identifikavimo etape apibūdinami įmonės potencialūs pavojai, kuriuos sukelia fizikiniai, mechaniniai, cheminiai bei psichologiniai veiksniai.

Kaip matoma iš pateiktų įmonės rizikos veiksmų identifikavimo rezultatų (žr. lenteles žemiau), *fizikiniai veiksniai* yra apšvietimas (dirbtinis/natūralus), šiluminė aplinka, akustinis triukšmas (gamyboje veikiančios įrenginiai), vibracija (sklinda nuo gamyboje veikiančių įrenginių bei nuo besisukančių jų dalių), elektromagnetiniai laukai (kompiuterizuotose darbo vietose). *Cheminių veiksmų* didžiausia galima rizika yra įmonės spaudos formų gamybos padalinyje. Šiame padalinyje naudojamos įvairios cheminės, toksiškos medžiagos, kurios per ilgą laikotarpį gali sukelti darbuotojų sveikatos sutrikimus (kvėpavimo takų bei centrinės nervų sistemos pažeidimai, odos alergijos).

Detalesnis pavojų identifikavimas pateikiamas 27-31 lentelėse.

27 lentelė

#### Fizikinių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos aplinka (patalpų mikroklimatas)	Ar veikia karštis, šaltis, skersvėjis, drėgmė. Poveikio trukmė Ar tinkama vėdinimo sistema		x		x
Darbo vietos apšvietimas	Ar yra natūralus apšvietimas, ar pakankamas darbo vietos ir praėjimų apšvietumas, ar nėra akinimo, stroboskopinio efekto		x		x
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Ar yra tinkami evakuaciniai išėjimai, durys, ar tinkamai pažymėti. Ar yra gaisro gesinimo priemonės.	x		x	
Triukšmas	Triukšmo poveikio dydis (per dieną, per savaitę), didžiausias momentinis garso slėgis		x		x
Vibracija, darbas su vibruojančiais įrankiais, vibraciją keliančios mašinos	Vibracijos intensyvumas, poveikio trukmė		x	x	
Elektros lauko įtampa	Ar tinkama izoliacija, įžeminimas ir kt.	x		x	
Jonizuojantis spinduliavimas	Radiacijos lygis, poveikio trukmė	x		x	
Infragarsas	Infragarso lygis, poveikio trukmė	x		x	
Ultragarsas	Ultragarso lygis, poveikio trukmė	x		x	

Elektrostatinis laukas	Lauko stiprumas, poveikio trukmė		x		x
Elektromagnetinis laukas	Lauko stiprumas, poveikio trukmė		x		x
Infraraudonasis spindulia-vimas	Ar neviršija didžiausio leistino dydžio	x		x	
Ultravioletinis spinduliavimas	Ar neviršija didžiausio leistino dydžio		x		x

28 lentelė

**Mechaninių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas**

Tipinių veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Besisukančios ar judamos mašinų dalys	Ar uždengtos mašinų dalys, ar tinkama apsauga		x		x
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Ar tinkama įrankių apsaugų konstrukcija		x		x
Transportavimo įranga, kranai, liftai ir kt.	Ar gresia pavojus darbuotojui būti sužalotam		x		x
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	Ar gresia pavojus nukristi ir kt.	x		x	
Karštos medžiagos ir/ar paviršiai	Ar tinkamai apsaugai ir kt.	x		x	
Medžiagų išmetimas (pvz., plastinių medžiagų liejimo metu), ruošinių išmetimas	Apsaugų tinkamumas	x		x	
Slėginiai indai	Apsauginės ir signalinės aparatūros tinkamumas	x		x	

29 lentelė

**Biologinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas**

Tipinių veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Mikroorganizmai	Mikroorganizmų, kurie gali sukelti infekcines ligas, alergiją, kenksmingumo klasė, koncentracija, poveikio trukmė	x		x	
Baltyminiai preparatai	Kenksmingumo klasė, koncentracija, poveikio trukmė, dažnis	x		x	
Natūralūs organizmo komponentai (amino rūgštys, vitaminai)	Kenksmingumo klasė, koncentracija, poveikio trukmė, dažnis	x		x	

30 lentelė

**Psichofiziologinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas**

Tipinių veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (dinaminis darbas)	Darbo galia (W), vienkartinio keliamo krovinio masė (kg), smulkių stereotipinių plaštakos ir pirštų judesių skaičius per pamainą		x		x
Darbo sunkumas (statinis darbas)	Statinio krūvio dydis per pamainą prilaikant svorį (kg·s) viena ranka, dviem rankomis, dalyvaujant liemens ir kojų raumenims)		x		x
Valdymo įrangos išdėstymas nuolatinėje darbo vietoje	Įrangos išdėstymas matavimo lauko pasiekiamumo zonų horizontalioje ir vertikalioje plokštumose (1,2,3 zona)		x		x
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis (kg) (iki 4,5 kg, iki 9,0 kg, virš 9,0 kg)		x		x
Darbo poza	Laisvas, nelaisvas, stovint, sėdint, darbas nuolat pasilenkus, darbas atsitūpus, ant kelių, aukštoje apribotoje erdvėje, pamainos laiko dirbant nepatogioje pozėje dalis		x		x
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Vaikščiojimai, susiję su technologiniu procesu (km)	x		x	

Darbo įtampa (dėmesys)	Vienu metu stebimų darbo proceso objektų skaičius, koncentravimo trukmė, informacinių signalų skaičius (per val.)		x		x
Darbo įtampa (regos ir klausos analizatoriai)	Stebimo objekto dydis (mm), objekto dydis (mm), suprantamų žodžių ir signalų procentas		x		x
Darbo emocinė įtampa	Darbas pagal nustatytą grafiką, darbas esant laiko ir informacijos trūkumui, darbas, lydimas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą		x		x
Darbo monotonija	Elementų skaičius besikartojančioje operacijoje, besikartojančios operacijos trukmė (s), darbo proceso pasyvaus stebėjimo trukmė (proc. nuo pamainos laiko)		x		x
Darbas izoliuotoje vietoje (kai darbuotojas dirba vienas arba izoliuotoje patalpoje)	Informacijos stoka, bendradarbių paramos stoka	x		x	
Jaunų darbininkų, nėščių moterų, neįgalių asmenų darbas	Sveikatos būklė. Apmokymo laipsnis		x		x
Darbo patalpų dydis, dizainas	Ar patalpos, darbo vieta patalpoje tinkamai suprojektuotos, užtenka vietos	x		x	

### Cheminių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Naudojamos bei procese išskiriamos kenksmingos medžiagos, kurių trumpalaikis poveikis labai kenksmingas, sukelia ūmius arba lėtinius profesinius susirgimus	Galimybė įkvėpti medžiagas (garus, dulkes), kenksmingumo klasė, koncentracija, jų kiekis, poveikio trukmė, dažnis		x		x
Naudojamos bei procese išskiriamos kenksmingos medžiagos, kurių ilgalaikis poveikis sukelia ūmius arba lėtinius profesinius susirgimus	Galimybė patekti medžiagoms į organizmą įkvėpiant, per odą ir kt., kenksmingumo klasė, koncentracija, poveikio trukmė, dažnis		x		x
Cheminės medžiagos, sukeliančios sprogo, gaisro pavojų	Lengvai užsidegančių ir sprogstančių medžiagų koncentracija, saugojimas ir naudojimas		x		x
Dulkės	Dulkių koncentracija ar tinkama ir pakankama ventiliacija		x		x
Kelių vienos krypties cheminių medžiagų poveikis	Kenksmingumo klasė, koncentracija, poveikio trukmė, dažnis	x		x	

### 7.2.2. Pažeidžiamų asmenų identifikavimas

Šiame rizikos vertinimo etape yra nustatomi asmenys (darbuotojai), kurie gali atsidurti arba dirba jų sveikatai pavojingoje aplinkoje.

UAB „Aurika“ prie labiausiai pažeidžiamų asmenų yra priskiriami gamybos darbuotojai, kuriuos veikia daugelis sveikatai pavojingų veiksnių: akustinis triukšmas, vibracija, cheminės medžiagos, judantys mechanizmai, fizinė apkrova (krovinių kėlimas, darbas stovint), galimas pavojus valant aštrius darbo įrankius/įrenginių detales (pjovimo peiliai ir kt.). Labiausiai pažeidžiami gamybos darbuotojai – spaudėjas, spaudos formų gamybos technologas, operatoriai

prie laminavimo, pjovimo-sukimo įrenginių, spaudos formų montuotojas, gamybos planuotojas, mechanikas.

Prie mažesnės rizikos grupės priskiriami įmonės administracijos darbuotojai – administratorė, direktorius, direktoriaus pavaduotojas, vadybos, dizaino skyriai. Šių darbuotojų sveikatai neigiamą įtaką labiausiai daro tokie veiksniai kaip apšvietimas, šiluminė spinduliuotė, sausas darbo aplinkos oras, stresas bei kiti psichologiniai veiksniai, taip pat nuolatinis darbas prie kompiuterio, darantis žalą regėjimui.

Prie pažeidžiamų asmenų taip pat priskiriami įmonėje, gamybos padalinyje besilankantys klientai, įmonės rengiamose ekskursijose dalyvaujantys asmenys, studentai atliekantys praktiką, įmonėje dirbantis valytojų personalas, laikini darbuotojai ir kiti lankytojai.

### **7.2.3. Rizikos leistinumo nustatymas**

Rizikos leistinumo nustatymo etape kiekvienam veiksmui, keliančiam pavojų darbuotojų sveikatai yra nurodomos leistinos ribos, kurioms esant sumažinama arba visiškai panaikinama galima rizika.

Didžiausią riziką darbuotojų sveikatai kelia akustiniai triukšmai gamyboje. Siekiant sumažinti neigiamą triukšmų įtaką, darbuotojams skiriami ausų kištukai/ausinės. Dirbant tiesiogiai su toksiškomis cheminėmis medžiagomis, darbuotojai turi naudoti respiratorius, apsaugines pirštines. Šios apsaugos priemonės sumažina galimą žalą kvėpavimo takams, apsaugo nuo odos nudegimų, alergijų.

Kiekvienas gamybos įrengimas, kuris skleidžia vibracijas, yra užkeltas ant specialaus guminio pagrindo, kuris visiškai sugeria arba sumažina skleidžiamas vibracijas.

Dar vienas ne mažiau svarbus rizikos veiksnys gamyboje yra pasikartojantys fiziniai kūno judesiai darbo metu. Šiam rizikos veiksmui sumažinti yra taikomos trumposios poilsio pertraukėlės kas valandą po 5-7 minutes.

UAB “Aurikoje” nustatytų rizikos veiksnių, leistinų ribų reikšmės bei rizikos priimtumas pateikiami 32-35 lentelėse.



## Administracijos darbuotojo kompiuterizuota darbo vieta

Eil. Nr.	Profesinės rizikos veiksnys	Matavimo vnt.	Leistinas rizikos veiksnio dydis	Rizikos tyrimo metu nustatytas veiksnio dydis	Nustatyta rizika (priimtina/nepriimtina)	Numatytos rizikos šalinimo ir / ar mažinimo priemonės
<b>1.</b>	<b>Fizikiniai veiksniai</b>					
1.1	Elektromagnetinis laukas administracijos darbuotojo kompiuterizuotoje darbo vietoje					
1.1.1.	Elektrinio lauko stipris Hz	V/m	<25	21,1	priimtina	
1.1.2.	Magnetinio srauto tankis	nT	<250	156	priimtina	
1.2.	Šiluminė aplinka administracijos darbuotojo kompiuterizuotoje darbo vietoje					
1.2.1.	Oro temperatūra (šiltuoju periodu)	°C	21-28	21,2	priimtina	
1.2.2.	Santykinis oro drėgnumas	%	<60	55	priimtina	
1.2.3.	Oro judėjimo greitis	m/s	<0,3	0,18	priimtina	
1.3.	Apšvieta					
1.3.1.	Darbo stalo paviršius	Lx	>300	846	priimtina	
1.3.2.	Ekrano paviršius	Lx	>100	920	priimtina	
1.3.3.	Natūrali apšvieta	NAK, %	>1,5	0,9	nepriimtina	Darbo metu naudoti dirbtinį apšvietimą.
<b>2.</b>	<b>Ergonominiai veiksniai</b>					
2.1.	Darbo poza sėdint					
2.1.1.	kaklas, pečiai			2	priimtina	
2.1.2.	alkūnė, riešas	koreguoti balai	≤3	2	priimtina	
2.1.3.	nugara			2	priimtina	
2.1.4.	kojos			2	priimtina	
2.2.	Regos įtampa	mm	≥0,5	0,6	priimtina	
<b>3.</b>	<b>Psichologiniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>4.</b>	<b>Fiziniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>5.</b>	<b>Darbo ir poilsio laikas</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>6.</b>	<b>Darbuotojų saugos ir sveikatos būklės vidinė kontrolė</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	

## Reprodukcijos darbuotojo kompiuterizuota darbo vieta

Eil. Nr.	Profesinės rizikos veiksnys	Matavimo vnt.	Leistinas rizikos veiksnio dydis	Rizikos tyrimo metu nustatytas veiksnio dydis	Nustatyta rizika (priimtina/nepriimtina)	Numatytos rizikos šalinimo ir / ar mažinimo priemonės
<b>1.</b>	<b>Fizikiniai veiksniai</b>					
1.1	Elektromagnetinis laukas reprodukcijos darbuotojo kompiuterizuotoje darbo vietoje					
1.1.1.	Elektrinio lauko stipris Hz	V/m	<25	12,4	priimtina	
1.1.2.	Magnetinio srauto tankis	nT	<250	205	priimtina	
1.2.	Šiluminė aplinka reprodukcijos darbuotojo kompiuterizuotoje darbo vietoje					
1.2.1.	Oro temperatūra (šiltuoju periodu)	°C	21-28	21,5	priimtina	
1.2.2.	Santykinis oro drėgnumas	%	<60	53,2	priimtina	
1.2.3.	Oro judėjimo greitis	m/s	<0,3	0,05	priimtina	
1.3.	Apšvieta					
1.3.1.	Darbo stalo paviršius	Lx	>300	871	priimtina	
1.3.2.	Ekrano paviršius	Lx	>100	506	priimtina	
1.3.3.	Natūrali apšvieta	NAK, %	>1,5	0,7	nepriimtina	Darbo metu naudoti dirbtinį apšvietimą.
<b>2.</b>	<b>Ergonominiai veiksniai</b>					
2.1.	Darbo poza sėdint					
2.1.1.	kaklas, pečiai			2	priimtina	
2.1.2.	alkūnė, riešas	koreguoti balai	≤3	2	priimtina	
2.1.3.	nugara			2	priimtina	
2.1.4.	kojos			2	priimtina	
2.2.	Regos įtampa	mm	≥0,5	0,6-1	priimtina	
<b>3.</b>	<b>Psichologiniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>4.</b>	<b>Fiziniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>5.</b>	<b>Darbo ir poilsio laikas</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>6.</b>	<b>Darbuotojų saugos ir sveikatos būklės vidinė kontrolė</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	

Fotopolimerinių spaudos formų gamybos technologo darbo vieta

Eil. Nr.	Profesinės rizikos veiksnys	Matavimo vnt.	Leistinas rizikos veiksnio dydis	Rizikos tyrimo metu nustatytas veiksnio dydis	Nustatyta rizika (priimtina/nepriimtina)	Numatytos rizikos šalinimo ir / ar mažinimo priemonės
<b>1.</b>	<b>Fizikiniai veiksniai</b>					
1.1	Elektromagnetinis laukas spaudos formų gamybos technologo darbo vietoje					
1.1.1.	Elektrinio lauko stipris Hz	V/m	<25	12,5	priimtina	
1.1.2.	Magnetinio srauto tankis	nT	<250	116	priimtina	
1.2.	Šiluminė aplinka administracijos darbuotojo kompiuterizuotoje darbo vietoje					
1.2.1.	Oro temperatūra (šiltuoju periodu)	°C	18-27	22,7	priimtina	
1.2.2.	Santykinis oro drėgnumas	%	<65	53,7	priimtina	
1.2.3.	Oro judėjimo greitis	m/s	<0,4	0,06	priimtina	
1.3.	Apšvieta					
1.3.1.	Darbo stalo paviršius	Lx	>300	920	priimtina	
1.3.2.	Ekrano paviršius	Lx	>100	907	priimtina	
1.3.3.	Prie spaudos formų eksponavimo įrenginio	Lx	>200	906	priimtina	
<b>2.</b>	<b>Ergonominiai veiksniai</b>					
2.1.	Darbo poza sėdint					
2.1.1.	kaklas, pečiai			2	priimtina	
2.1.2.	alkūnė, riešas	koreguoti balai	≤3	3	priimtina	
2.1.3.	nugara			2	priimtina	
2.1.4.	kojos			2	priimtina	
2.2.	Regos įtampa	mm	≥0,5	0,6-1	priimtina	
2.3.	Pasikartojantys judesiai (dalyvaujant pečių juostos ir rankų raumenims)	sk/pam	<20000	4800	priimtina	
<b>3.</b>	<b>Psichologiniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>4.</b>	<b>Fiziniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>5.</b>	<b>Darbo ir poilsio laikas</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>6.</b>	<b>Darbuotojų saugos ir sveikatos būklės vidinė kontrolė</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>7.</b>	<b>Cheminiai veiksniai</b>					
7.1.	Ozonas prie lazerinio eksponavimo įrenginio	mg/m <sup>3</sup>	<0,2	0,012	priimtina	
7.2.	Etilo acetatas	mg/m <sup>3</sup>	<500	<350	priimtina	
7.3.	Propanolis-1	mg/m <sup>3</sup>	<350	0,31	priimtina	

Gamybos patalpų rizikos veiksnių leistinos bei nustatytos ribos darbo vietoje

Eil. Nr.	Profesinės rizikos veiksnys	Matavimo vnt.	Leistinas rizikos veiksnio dydis	Rizikos tyrimo metu nustatytas veiksnio dydis	Nustatyta rizika (priimtina/nepriimtina)	Numatytos rizikos šalinimo ir / ar mažinimo priemonės
<b>1.</b>	<b>Fizikiniai veiksniai</b>					
1.1	Elektromagnetinis laukas gamybos patalpose					
1.1.1.	Elektrinio lauko stipris Hz	V/m	<25	17,6	priimtina	
1.1.2.	Magnetinio srauto tankis	nT	<250	238	priimtina	
1.2.	Šiluminė aplinka administracijos darbuotojo kompiuterizuotoje darbo vietoje					
1.2.1.	Oro temperatūra (šiltuoju periodu)	°C	18-27	26	priimtina	
1.2.2.	Santykinis oro drėgnumas	%	<65	49,6	priimtina	
1.2.3.	Oro judėjimo greitis	m/s	<0,4	0,08	priimtina	
1.3.	Apšvieta					
1.3.1.	Darbo vietoje	Lx	>200	591	priimtina	
		Lx	>100	907	priimtina	
1.3.3.	Prie spaudos formų eksponavimo įrenginio	Lx	>200	906	priimtina	
<b>2.</b>	<b>Ergonominiai veiksniai</b>					
2.1.	Krovinyš nuolat pernešamas per pamainą	kg	<15	0,2-0,8	priimtina	
2.2.	Krovinių kėlimas rankomis	balai	≤3	2	priimtina	
2.3.	Pasikartojantys rankų judesiai	sk/pam	<40000	6960-8700	priimtina	
2.4.	Regos įtampa	mm	>0,5	0,6-1	priimtina	
2.5.	Dėmesio koncentravimas	%	<75	50	priimtina	
2.6.	Darbo poza sėdint	balai	≤3	3	priimtina	
2.7.	Liemens daugkartiniai priverstiniai palenkimai	°	<60	<60	priimtina	
<b>3.</b>	<b>Psichologiniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>4.</b>	<b>Fiziniai veiksniai</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>5.</b>	<b>Darbo ir poilsio laikas</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>6.</b>	<b>Darbuotojų saugos ir sveikatos būklės vidinė kontrolė</b>			Nenustatyta neatitikimų	priimtina	
<b>7.</b>	<b>Cheminiai veiksniai</b>					
7.1.	Šarmai	mg/m <sup>3</sup>	<2	0,04	priimtina	
7.2.	Etilo acetatas	mg/m <sup>3</sup>	<500	<350	priimtina	
7.3.	Propanolis-1	mg/m <sup>3</sup>	<350	0,09	priimtina	

### 7.2.4. Rizikos dydžio skaičiavimas

Lentelėse Nr. 23-25 pateiktas rizikos įvertinimo duomenų lapas, kuriame aprašyti pavojams taikomos saugios priemonės ir galimi trukūmai bei apskaičiuotas rizikos dydis balais. Lentelėje Nr. 36 aprašomas rizikos priimtumas ir būtinos priemonės jai sumažinti. Pagal rizikos dydį buvo parinkti reikalingi veiksmai rizikos sumažinimui ir jų atlikimo terminai.

36 lentelė

**Rizikos įvertinimo duomenų lapas**

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka (nepakanka)	Pastebėti trūkumai	Pavo-jaus dydis (balais)	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės (balais)	Rizikos dydis (balais)
Spaudos formų gamyba, spausdinimas	Cheminės medžiagos	Respiratoriai, pirštinės, spec. talpyklos	Pakanka	-	2	1	2	4
	UV spinduliuotė	Apsauginė įrenginio uždanga	Pakanka	-	1	1	1	1
	Akustinis triukšmas	Ausų kištukai	Pakanka (galima izoliuoti sienas)	-	2	1	3	6
	Vibracija	Antivibraciniai kilimėliai	Pakanka	-	1	1	2	2
	Mechaniniai	Judančios įrenginių dalys yra uždengtos, darbuotojai instrukuoti	Pakanka	-	2	2	1	4
	Elektros srovė	Izoliacija, įžemini-mas	Pakanka	-	1	1	1	1
Įrenginių valymo darbai	Cheminės medžiagos	Respiratoriai, pirštinės, spec. talpyklos	Pakanka	-	2	1	1	2
Padėklų saugojimas ir priežiūra	Krintantys, sugadinti padėklai	Padėklai kraunami į mažas krūvas, taip, kad nevirstų	Pakanka	-	1	1	1	1
Patalpų priežiūra	Susigrūdimas, kliūtys, paslydimas	Neslidni avalynė, konteineriai, sužymėtos judėjimo juostos	Pakanka	-	1	1	1	1
Rulonų transportavimas	Kritimas, virtimas	Darbuotojas apmokytas saugiai transportuoti rulus elektrokrautuvu	Pakanka	-	2	1	2	4

37 lentelė

**Rizikos sumažinimo veiksmų planas**

Veikla	Reikalingi veiksmai	Veiksmų prioritetai, atsižvelgiant į rizikos dydį balais	Atsakingas	Veiksmų atlikimo terminas	Veiksmų atlikimo data
Spausdinimas	Triukšmo šaltinio izoliavimo darbai, naudoti klausos apsaugos priemonės	Pirmaeilis (6)	Už darbuotojų instruktažą ir darbų saugą atsakingas asmuo	1 mėnuo	2015-06-10

**Rizikos priimtumas ir būtinos priemonės jai sumažinti**

Rizikos dydis	Rizikos įvertinimas	Veiksmas ir jo atlikimo laikas
Sąlyginai leistinas (3 iki 6)	Rizika priimtina	Turi būti imtasi priemonių sumažinančių riziką, bet prevencinių priemonių kaina turėtų būti visapusiškai pamatuota ir apribota. Rizikos sumažinimo priemonės turėtų būti įgyvendintos per nustatytą laikotarpį, atsižvelgiant į žmonių, kuriems gali kilti pavojus, skaičių.

**7.3. Oro ir vandens valymas**

Visose įmonės patalpose oras yra kondicionuojamas bei drėkinamas, kad darbo metu būtų palaikoma tinkama oro temperatūra bei santykinis oro drėgnumas.

Įmonė spaudos gamybos procesuose siekia naudoti kuo draugiškesnes aplinkai medžiagas. Cheminių medžiagų garų koncentracija yra nuolat kontroliuojama spec. jutikliais-matuokliais, kurie esant garų koncentracijai virš ribinės vertės, automatiškai įjungia oro valymo filtrą, kuris pašalina kenksmingas medžiagas iš aplinkos oro.

Užterštas vanduo iš gamybos į bendrus miesto nuotėkų vandenį nepatenka, nes jis būna užterštas cheminėmis medžiagomis (dažais, lakais, tirpikliais ir kt.), kurios yra kenksmingos aplinkai ir jų išvalymui taikomi sudėtingesni nuotėkų valymo metodai.

## 8. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

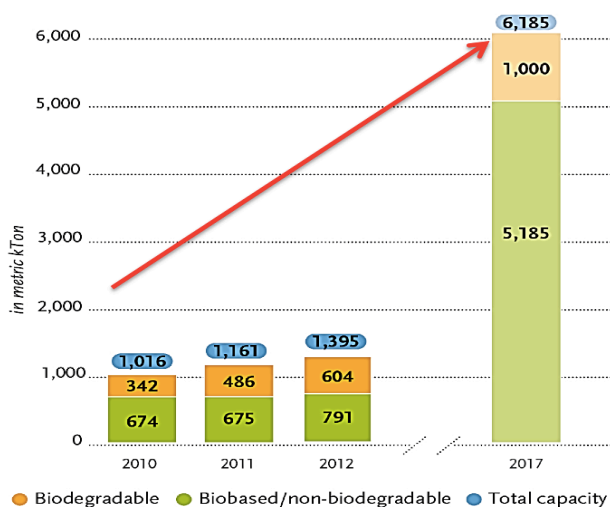
### 8.1. Inovacijos diegimo aplinkos analizė

UAB „Aurika” yra didžiausia pakuočių ir etikečių gamintoja Baltijos šalyse, įsikūrusi Kauno mieste. Įmonė yra įsteigusi dvejus padalinius: etikečių bei pakuočių gamybos. Pagrindinė žaliava naudojama produkcijos gamyboje yra polimerinės plėvelės, kurios sunkiai suįra gamoje. Siekiant žaliosios įmonės vardo bei norint tausoti aplinką, UAB „Aurika” suinertuota skatinti ekologiškų medžiagų naudojimą savo gamyboje bei gaminamuose produktuose.

Biopolimerinės plėvelės pakuočių gamybai Lietuvos spaustuvėse beveik netaikomos. Tačiau didesnės įmonės, kurių gamyba orientuojasi į užsienio rinką, pradeda vis aktyviau domėtis bei taikyti šią medžiagą savoje gamyboje. Kaip teigia pakuočių gamintojai, viena iš pagrindinių kliūčių stabdanti biopolimerų pakuočių gamybos progresą yra žaliavos kaina.

Žvelgiant į ateities perspektyvą, pamažu augant bioplastikų poreikiui, iš jų gaminamos pakuotės ir kiti gaminiai tampa vis patrauklesni potencialiems užsienio klientams, kuriems svarbus darnios aplinkos tausojimas bei „žalioji” įvaizdis. Taigi įmonė, galinti pasiūlyti pakuotes gaminamas iš bioplastikų, gali turėti didesnę pranašumą prieš kitas įmones, gaminančias polimerines pakuotes iš tradicinių (sintetinių) plastikų.

Padidėjus žaliavų poreikiui bioplastikų gamybai, ekonomiškai plėsis žemės ūkio sektorius, prireiks daugiau žemės ūkio bendrovių, o tai neabejotinai naudinga kaimo bendruomenėms, ūkininkams. Prognozuojama, kad iki 2017 m. pasaulinė bioplastikų gamyba augs 400% lyginant su 2012m. Bioplastikai yra viena svarbiausių rinkų, kuri padarys didelį postūmį Bioekonimokos plėtrai Europoje (30 pav.). Todėl manoma, jog šis projektas prisidės prie medžiagų iš atsinaujinančių šaltinių plėtos plastikinių pakuočių gamyboje.



30 pav. Biopolimerinių medžiagų augimo ir vystymosi tendencijos. [19]

Pagrindiniai biomedžiagų privalumai yra tokie, jog jos gali sumažinti šiltnamio efektą aplinkoje, jas gaminant suvartojama mažiau energijos, išsikiriama mažiau toksiškų medžiagų

lyginant su plastikais pagamintais iš iškastinio kuro. Biožaliavos taip pat gali būti perdirbamos į organines atliekas, tuo sumažinant išmetamų ir sąvartynuose kaupiamų atliekų kiekį.

Nafta nėra amžinas produktas ir kuo jos liks vis mažiau – tuo ji taps brangesnė, todėl bioplastikai pastaruoju metu tampa vis patrauklesnė medžiaga, alternatyva sintetiniams plastikams.

Nors bioplastikai dar pakankamai nauja medžiaga ir nepasižymi tokiais pačiomis geromis savybėmis kaip tradiciniai plastikai, šiuo metu yra itni aktyviai atliekami tyrimai, kurie padės bioplastikinę medžiagą išstobulinti taip, kad ji pilnai galėtų pakeisti sintetinius plastikus. Planuojama bioplastikus pritaikyti ne tik spaudai (pakuočių gamybai), bet ir įrenginių detalių gamybai ir kt.

Iki šiol, UAB „Aurika“ iš biopolimerinės plėvelės buvo gaminamos etiketės, tačiau ateityje šią medžiagą planuojama siūlyti bei diegti ir pakuočių gamyboje.

Pagrindiniai konkurentai:

- 1) **UAB „Lietpak“**. Tai įmonė nuo 1991 m. užsiimanti pakavimo medžiagų gamyba iš polimerinių plėvelių maisto pramonei, statybos medžiagų, higienos ar technikos prekių pramonei. Centrinė įmonės būstinė ir gamykla įsikūrusi Lietuvoje, atstovybės yra Švedijoje, Lenkijoje bei Rusijoje, bendradarbiaujama su daugeliu ES šalių ir tolimųjų Rytų šalimis. [19]
- 2) **UAB „Panoden“** veikia nuo 1993m. Pagrindinė veikla – polimerinių pakuočių gamyba maisto produkcijai pakuoti. Produkcija eksportuojama į Vokietiją, Suomiją, Švediją, Norvegiją, Daniją, D. Britaniją, Rusiją, Baltijos ir kitas šalis. [20]
- 3) **UAB „Pakmarkas“** nuo 1994 m. užsiima polimerinių pakuočių, etikečių gamyba, pakavimo medžiagų prekyba. Įmonė veikia ne tik Lietuvoje, bet ir Latvijoje. Tikslas – būti lydere Baltijos šalių polimerinių pakuočių ir etikečių gamybos pramonėje. [21]

### 8.1.1. Makroaplinkos analizė PEST metodu

Makro aplinkos analizė – tai įmonės aplinkos įvertinimas, faktoriai ir jėgos, įtakojančios visų ekonomikos šakų ūkio subjektus. Šiems faktoriams, bei išorinėms jėgoms įmonės negali daryti tiesioginės įtakos. Makro aplinkos analizėje plačiausiai naudojama PEST analizės technika. Ši analizė apima keturis pagrindinius makro aplinkos aspektus: politinį – teisinį, ekonominį, socialinį – kultūrinį ir technologinį.

39 lentelė

**Makro aplinkos analizė PEST metodu**

Nr.	Veiksniai		Vertinimo skalė (balais)							
			0	1	2	3	4	5	6	
Politinė situacija										
1	Tarptautinė politinė situacija	Nepalanki			+					Palanki
2	Santykiai su valdžios institucijomis	Nepalankūs				+				Palankūs
3	Mokesčių politika	Nepalanki			+					Palanki
Ekonominė situacija										
4	Ekonominis augimas	Mažas							+	Didelis



5	Užimtumas	Didelis						+		Didelis
6	Investicijų klimatas	Nepalankus						+		Palankus
7	Gamybinių veikslių kainos	Didelės					+			Mažos
Socialinė situacija										
8	Gyventojų vartojimų pokyčiai	Nepalankūs						+		Palankūs
9	Švietimo sistema	Nepalanki					+			Palanki
Technologinė situacija										
10	Valstybės technologinė politika	Nepalanki				+				Palanki
11	Naujos technologinės galimybės	Mažos							+	Didelės
	Viso		0	0	3	3	2	2	1	

**Aplinkos stabilumo lygis= 3,5**

**Makro aplinkos analizė ir konkurencinio pranašumo nustatymas**

Nr.	Valdymo veiksniai		Valdymo įvertinimo skalė (balais)							
			0	1	2	3	4	5		6
Klientų derėjimosi galia										
1	Klientai nenusiteikę ir jų daug	Nepalanku						+		Palanku
2	Siūlomas produktas nediferencijuotas pagal vartotojų grupes	Nepalanku						+		Palanku
3	Tiekiamo produkto kaina turi reikšmės kliento sąnaudoms	Nepalanku		+						Palanku
4	Klientai patys negali perimti iš firmos rinkos dalį	Nepalanku						+		Palanku
Tiekėjų derėjimosi galia										
1	Alternatyvių tiekėjų yra nedaug	Nepalanku						+		Palanku
2	Nėra alternatyvių pakaitų tiekėjų pristatomiems įrenginiams, žaliavoms	Nepalanku					+			Palanku
3	Tiekėjo kainos sudaro mūsų firmos kainos didelę dalį	Nepalanku					+			Palanku
4	Tiekėjai gali perimti dalį rinkos	Nepalanku					+			Palanku
Pakaitalų grėsmė										
1	Produkto moralinio nusidėvėjimo grėsmė	Maža	+							Didelė
2	Yra galimybė persiorientuoti į pakaitalus	Maža	+							Didelė
3	Firmos sukurto produkto priedai gali sustabdyti klientų persiorientavimą į pakaitalus	Negali			+					Gali
4	Galimas įmonės pelningumo lygio sumažėjimas, jei klientai perbėgs į pakaitalų grupes	Nepalanku					+			Palanku
Naujų konkurentų grėsmė										
1	Produkto diferenciacija	Diferencijuota			+					Nediferenc.
2	Nedidelės investicijos	Mažos	+							Didelės
3	Masto ekonomija	Nepalanku			+					Palanku
4	Klientų persiorientavimo sąlygos	Geros						+		Blogos
5	Ribotos galimybės pasinaudoti esančiais platinimo kanalais	Ribotos							+	Neribotos

6	Dominuojančių firmų reakcija	Nepalanki					+				Palanki
Esančių konkurentų grėsmė											
1	Konkurentai lygiaverčiai ir kiekvienas stengiasi padidinti savo rinkos dalį	Nepalanku				+					Palanku
2	Rinka auga lėtai ir kiekvienas stengiasi padidinti savo rinkos dalį	Nepalanku					+				Palanku
3	Sunku diferencijuoti produktą pagal vartotojų grupes ir vyksta kainų ir klientų lojalumo karas	Nepalanku				+					Palanku
4	Aukštos pradinės investicijos ir visi nori padidinti savo rinkos dalį	Nepalanku				+					Palanku
5	Sudėtinga ir brangu pasitraukti iš rinkos	Sudėtinga								+	Lengva
Suma			3	1	6	5	2	3	0		

**Konkurencinis pranašumas=3,1**

### 8.1.2. Įmonės potencialo ir finansavimo pajėgumo įvertinimas

Įmonės potencialas, tai vidinė įmonės galia įveikti konkurentus. Svarbu nustatyti tuos komponentus įmonės veikloje, kurie yra geresni nei konkurentų ir kurių jie lengvai imituoti negali.

41 lentelė

#### Įmonės potencialo įvertinimas

Nr.	Valdymo veiksniai		Valdymo įvertinimo skalė (balais)							
			0	1	2	3	4	5		6
1	Žemi kaštai	Žemi						+		Aukšti
2	Aukšto lygio technologijos	Žemo							+	Aukšto
3	Aukšto lygio darbuotojai	Žemo							+	Aukšto
4	Didelis pelningumas	Mažas						+		Didelis
5	Turimi resursai	Maži							+	Dideli
6	Produkto kokybė	Bloga							+	Gera
7	Firmos kultūra, įvaizdis, reputacija	Žema						+		Aukšta
8	Dideli ir lankstūs gamybiniai pajėgumai	Maži							+	Dideli
9	Plati ir pigi tiekinių rinka	Siaura					+			Plati
10	Ypatinga specializacija	Nepalanki					+			Palanki
11	Ypatinga komunikacija	Nepalanki						+		Palanki
12	Kūrybiškumas	Siauras							+	Platus
Suma			0	0	0	0	2	4	6	

**Įmonės potencialas=5,3**

Įmonės finansinio pajėgumo įvertinimas

Nr.	Valdymo veiksniai		Valdymo įvertinimo skalė (balais)							
			0	1	2	3	4	5		6
1	Turimi finansiniai resursai	Maži						+		Dideli
2	Investicijų poreikiai	Dideli						+		Maži
3	Investicijų nauda	Maža						+		Didelė
4	Finansinė rinka	Didelė				+				Maža
5	Investicijų gavimo šaltinis	Mažas						+		Didelis
Suma			0	0	0	1	0	4	0	

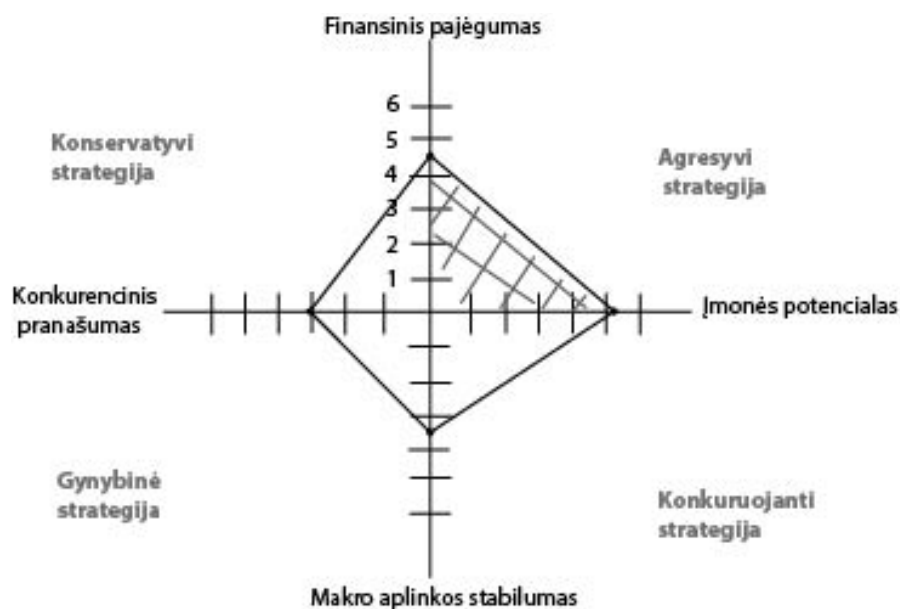
**Finansinis pajėgumas=4,6**

### 8.1.3. Marketingo strategijų alternatyvos ir jų atranka

Marketingo strategijos parenkamos naudojant SPACE metodą. Kuris trikampis pagal plotą gausis didžiausias – tokia strategija ir bus naudojama.

Strategijos rezultatų lentelė

	Gautas rezultatas
Finansinis pajėgumas	4,6
Įmonės potencialas	5,3
Makro aplinkos stabilumas	3,5
Konkurencinis pranašumas	3,1



31 pav. Marketingo strategijų alternatyvos.

Pagal grafiką matoma, jog didžiausias trikampis yra agresyvosios strategijos, todėl bus taikoma ši strategija.

#### 8.1.4. Įmonės vidaus būklės įvertinimas PTGG (SWOT) analizės metodu

Stiprybės	Silpnybės
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ilgametė patirtis polimerinių pakuočių gamybos srityje.</li> <li>Kvalifikuoti ir nuolat tobulinantys savo žinias darbuotojai.</li> <li>Naujų IT diegimas gamybos valdyme.</li> <li>Draugiškų medžiagų aplinkai naudojimas gamyboje.</li> <li>Bendradarbiavimas su mokslo organizacijomis ieškant ekologiškų sprendimų (žaliavų).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Užsakymų įgyvendinimo vėlavimas.</li> <li>Sunkiai nuspėjama užsienio rinka.</li> </ul>
Galimybės	Grėsmės
<ul style="list-style-type: none"> <li>Galimybė įsitvirtinti ES rinkoje.</li> <li>Tapti ekologiškiausia polimerinių pakuočių gamintoja Lietuvoje.</li> <li>Galimybė plėstis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerų specialistų trūkumas Lietuvoje.</li> <li>Naujų konkurentų atėjimas į rinką.</li> </ul>

Pagal atliktą SWOT analizę, galima daryti išvadą, jog įmonės pagrindiniai pranašumai yra didelė patirtis polimerinių pakuočių gamyboje, ilgametę patirtį turintys kvalifikuoti darbuotojai, inovacijų diegimas gamybos procesuose. Didelių trūkumų įmonė kaip ir neturi, vienas iš jų – tai užsakymų vėlavimas esant darbų sezoniškumui. Pagrindinės įmonės galimybės yra tolimesnis plėtimasis bei įsitvirtinimas platesnėje užsienio rinkoje. Kaip didžiausią įmonės grėsmę galima įvardinti užsienio rinkos nestabilumą, kuris priklauso nuo didėjančių žaliavų kainų, politinės padėties, eksportavimo problemų ir kt.

#### 8.1.5. Vidinio profilio analizė

Įmonės pagrindiniai konkurentai Lietuvoje: UAB „Pakmark“, „UAB „Panoden“, UAB „Lietpak“. Šios įmonės gali pasiūlyti panašų arba tokį patį produkcijos asortimentą ir gamybos galimybes kaip ir UAB „Aurika“.

44 lentelė

#### Vidinio profilio analizė

Vidiniai ištekliai	Didelis pranašumas	Nežymus pranašumas	Neutralus	Nežymus	Didelis trūkumas
Finansai		+			
Bendri veiklos rezultatai				+	
Galimybė didinti kapitalą	+				
Grynasis apyvartinis turtas		+			
Marketingas		+			
Rinka	+				
Rinkos pažinimas	+				
Prekė		+			
Reklama ir rėmimas	+				
Kaina			+		
Paskirstymas	+				
Gamyba		+			

Vieta	+				
Įrengimų šiuolaikiškumo lygis		+			
Technologijų šiuolaikiškumo lygis		+			
Gamybos išplėtimo galimybės	+				
Ryšys su tiekėjais			+		
Atsargų kontrolė	+				
Kokybės kontrolė		+			
Įmonės kultūra		+			
Organizacijos struktūra			+		
Organizacijos įvaizdis	+				
Personalas		+			
Darbuotojų skaičius	+				
Kvalifikacijos tinkamumas		+			
Darbo apmokėjimo sistema			+		

## Konkurentų pagrindinių veiklos rodiklių analizė [24, 25, 26]

Rodikliai	„Lietpak“	„Pakmark“	„Panoden“
<b>Gamyba</b>	Polimerinių pakavimo medžiagų gamyba	Polimerinių pakavimo medžiagų gamyba	Polimerinių pakavimo medžiagų gamyba
<b>Eksportas</b>	80% produkcijos eksportuojama į ES ir Tolimųjų Rytų šalis	57% produkcijos eksportuojama į kaimynines šalis.	37% produkcijos eksportuojama į kaomynines bei Skandinavijos šalis.
<b>Finansai</b>	Pajamos 324,5 mln lt (2013)	Pajamos 65,1 mln lt (2013 m.)	Pajamos mln lt (2010 m)
<b>Žmogiškieji ištekliai</b>	Daugiau kaip 400 darbuotojų	181 darbuotojas	91 darbuotojas
<b>Marketingas</b>	Įmonė turi savo internetinį psl. Reklama - žiniasklaidoje, parodose.	Įmonė turi savo internetinį psl. Reklama - žiniasklaidoje, parodose.	Įmonė turi savo internetinį psl. Reklama - žiniasklaidoje, parodose.

Atsižvelgiant į konkurentus sudaroma įmonės vidinio profilio analizė. Pagal lentelėje aprašytus rodiklius, kaip didžiausią konkurentę galima įvardinti įmonę „Lietpak“ (didžiausia ekporto apimtis, dirba panašus kiekis darbuotojų, naudojamos pažangios gamybos technologijos).

## Įmonės vidinio profilio analizė

Vidiniai ištekliai	Vertinimas	Komentaras
<b>FINANSAI</b>		
Bendri veiklos rezultatai	Nežutrus	Dalis gauto pelno yra investuojama į įmonės plėtrą, nuolatinį atsinaujinimą ir darbuotojų tobulinimą.
Galimybė didinti kapitalą	Didelis pranašumas	Bus nuolat ieškoma naujų rinkų ir didinamas eksportas į užsienį. Taip pat bus diegiamos naujausios technologijos naujiems gaminiams gaminti arba seniesiems tobulinti.
Grynasis apyvartinis turtas	Neutralus	Įmonės neturi įsiskolinimų.
<b>MARKETINGAS</b>		
Rinka	Nežymus trūkumas	Įmonė pradeda didinti savo produkcijos ekporto apimtis, todėl ateityje rinka tik didės.
Rinkos pažinimas	Didelis pranašumas	Tiek Lietuvos, tiek ES šalių vartotojai didelį dėmesį skiria produkcijos kokybei.

Prekė	Nežymus pranašumas	Įmonės asortimentas pakankamai platus ir atitinkantis daugelį klientų/vortotojų poreikių.
Reklama ir rėmimas	Nežymus pranašumas	Dalyvaujama įvairiose tarptautinėse parodose.
Kaina	Nežymus privalumas	Kaina mažesnė nei konkurentų, nors ir taikomos naujausios technologijos.
Paskirstymas	Neutralus	Vertinant prekių paskirstymą, tarp įmonių didelio išskirtinumo nėra.
<b>GAMYBA</b>		
Vieta	Nežymus pranašumas	Puikus susisiekimas įvairiomis transportavimo priemonėmis, geri keliai. Nemaža vietinė rinka.
Gamybiniai pajėgumai	Nežymus trūkumas	Numatomas našumo didinimas, ypač pakuočių gamyboje.
Ryšys su tiekėjais	Nežymus trūkumas	Sudaromos sutartys su tiekėjais. Ne visa žaliava gaunama iš vietinių tiekėjų.
Kokybės kontrolė	Nežymus pranašumas	Įmonė atitinka visus keliamus kokybės reikalavimus, yra įdiegtos naujausios kokybės sistemos. Kokybės specialistai nuolat tikrina žaliavas bei produkciją visose gamybos stadijose.
<b>ĮMONĖS KULTŪRA</b>		
Organizacijos struktūra	Neutralus	Įdarbintas optimalus darbuotojų skaičius. Valdančiosios struktūros ir darbuotojų pasiskirstymas taip pat optimalus.
Taisyklės, politika ir procedūros	Nežymus pranašumas	Įmonės vidaus politika – aukšta gaminių kokybė, nuolatinis darbuotojų tobulėjimas, sąžiningumas ir atsakingumas. Visos taisyklės paremtos Lietuvos ir Europos sąjungos reikalavimais.
Organizacijos įvaizdis	Nežymus pranašumas	Įmonės įvaizdis kuriamas kaip patikimos verslo sąjungininkės, gaminančios aukštos kokybės produkciją.
<b>PERSONALAS</b>		
Darbuotojų skaičius	Neutralus	Įvertinus planuojamas gamybos apimtis, pasirinktas optimalus ir aukštą našumą garantuojantis kompetetingas darbuotojų skaičius.
Kvalifikacijos tinkamumas	Didelis pranašumas	Dėl bendradarbiavimo su universitetu, įmonė visada turi galimybę įdarbinti kompetetingus absolventus.
Nuostatos	Neutralus	Kaip ir konkurencinėje įmonėje, neigiamai vertinamos pravaikštos, prasižengimai. Vertinamas darbo efektyvumas, našumas, kokybė. Svarbiausia – sąžiningumas, noras tobulėti, būti įmonės dalimi ir išvengti didelio gaminių broko.
Darbo apmokėjimo sistema	Didelis pranašumas	Atlyginimai išmokami laiku. Atlyginimas bus mokomas pagal atliktą darbą. Mokama du kartus per mėnesį. Mokami priedai, skatinamosios išmokos.

## 8.2. Rinkos perspektyvos vertinimas

Rinkos perspektyvos vertinimas ypač svarbus. Norint pažinti rinką, reikia ją segmentuoti. Žinant iš kokių segmentų susideda rinka, investuotojas gali pasirinkti į kokius segmentus jam orientotis – į visus ar tik į kai kuriuos, ar iš viso tik į vieną konkretų segmentą.

47 lentelė

### Rinkos perspektyvos vertinimas

Rinkos požymiai	Vertinimo skalė								
	Nepalanki			Patenkinama			Palanki		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Rinkos aktyvumas	Mažėja			Stabilizavosi			Plečiasi		

2. Rinkos prisotinimas	Prisotinta	Struktūriniai pokyčiai	Neprisotinta						
3. Kainų lygis	Krenta	Stabilus	Didėja						
4. Produkcijos kokybė	Dideli reikalavimai	Normalus realizavimo tempas	Ypač didelė paklausa						
5. Prekių asortimentas	Platus	Tarpinis variantas	Pagrindinių prekių grupės						
6. Konkurencija	Dominuoja firma/firmos	Tarpinis variantas	Daug nedidelių firmų						
7. Komunikacijų išvystymas	Aukštas mobilumas ir gyventojų informuotumas	Tarpinis variantas	Uždarumas, gyventojų izoliuotumas						
8. Gyventojų gyvenimo lygis	Žemas	Tarpinis variantas	Aukštas						
9. Teisinis ekonomikos reguliavimas	Silpnai išvystyta įstatyminė bazė	Tarpinis variantas	Tiksli ūkinė įstatymdavytė						
10. Kultūrinių ir nacionalinių tradicijų sutapimas	Didelis skirtumas	Tarpinis variantas	Sutampa						
Vertinimas balais	0	0	1	2	1	1	1	2	2
Vertinimo vidurkis	0,5			1,3			1,7		
Rinkos perspektyva	Nesėkmė			Didelė rizika			Galima sėkmė		

Atlikus rinkos perspektyvos vertinimą, galima teigti, kad esamomis rinkos sąlygomis inovacijai yra galima sėkmė.

### 8.3. Įmonės raidos tikslinės orientacijos parinkimas: filosofijos, vizijos, misijos ir tikslų. Generalinės strategijos nustatymas

**Filosofija** – įmonės veikla suteikia spalvas kasdieniniame vartotojų gyvenime.

**Įmonės vizija** – tapti konkurencinga, patikima įmone-partnere.

**Įmonės misija** – Tiekti aukštos kokybės gaminius, diegti inovacijas bei gamyboje naudoti aplinkai draugiškas medžiagas.

**Tikslai** – ryšių su esamais ir būsimais klientais puoselėjimas. Suteikti darbuotojams galimybes kelti savo kvalifikaciją. Profesionalumo, ilgalaikio bei glaudaus bendradarbiavimo atmosferos sukūrimas tarp įmonės darbuotojų, klientų, Lietuvos ir užsienio partnerių, tiekėjų.

**Vertybės:** darbuotojai, jų komanda, kompetencija, įmonės drąsios inovacijos bei siekis tobulėti. Partneriškas bendradarbiavimas su klientais bei tiekėjais.

**Įmonės strategija:** diferenciacijos. Įmonė siekia tapti lyderiu polimerinių paluočių produkcijos gamyboje, tuo tikslu išvystomas mokslinis-technologinis potencialas, aukštas gamybos specializavimas, gerai organizuota produkcijos kokybės užtikrinimo sistema.

### 8.4. Produkcijos patekimo vartotojui sprendimai

Pagaminta produkcija yra eksportuojama į daugelį šalių (ES, Skandinavijos, Tolimųjų rytų), taip pat vietiniams klientams. Įmonė turi daugiau kaip 5000 klientų Lietuvoje, D. Britanijoje, Airijoje, Švedijoje, Lenkijoje, Vokietijoje, Baltijos šalyse, Ukrainoje, Baktarusijoje, Prancūzijoje ir kt. Produkcija transportuojama klientams sunkiasvorėmis mašinomis.

### 8.5. Projekto inovacijos ir jų finansavimo šaltiniai

Projekto investicijų skaičiavimas pradedamas nuo kaštų, reikalingų ilgalaikiam turtui įsigyti, skaičiavimo. Antras kaštų elementas - trumpalaikio -apyvartinio kapitalo įsigijimo kaštai.

Finansavimo šaltiniai paprastai yra: nuosavos įmonės lėšos ir bankų ar kitų investuotojų paskolos. Šis projektas yra finansuojamas iš nuosavų įmonės lėšų. (žr. 48 lentelę).

48 lentelė

Projekto finansavimo šaltiniai

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	tūkst. Eur	Struktūra	tūkst. Eur
Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	129620,00	Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai	129620,00
Viso kaštų:	129620,00	Viso šaltinių:	129620,00

Paprastai mažesnės apimties projektai įgyvendinami per vienerius metus, didesni – per du tris ar daugiau metų. Šio projekto prognozuojamas atsiperkamumas 1-2 metai.

### 8.6. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Skaičiuojama apytiksliai, remiantis analogiškų ar panašių objektų apytikriais sąmatinės vertės rodikliais. Pradžioje apskaičiuojama technologinių įrengimų vertė, pastatų statybos darbų vertė, baldų ir inventoriaus vertė, po to suvestiniai duomenys perkeliama į suvestinę statybos kainos skaičiuotės lentelę (36 lent.).

Pastaba: Į technologinių įrengimų vertę įskaityti priedai už garantijas, komplektavimą, tiekimo, pristatymo ir montavimo išlaidos bei PVM.

Skaičiuojant ilgalaikio turto vertę po rekonstrukcijos, nurodoma parduodamo, likviduojamo ir paliekamo turto vertė.

49 lentelė

Ilgalaikis turtas: įrenginiai

Eil Nr	Įrenginio pavadinimas	Kiekis, vnt.	Našumas	vnt.	Ilgis, m	Plotis, m	Aukštis, m	Kaina vnt., tūkst. Eur	Iš viso
1	Kompiuteris	2	0,5	vnt./h	0,1	0,7	0,45	637,68	1275,36
2	Plačiaformatis pausdintuvas	1	x	x	0,5	1,2	0,7	347,83	347,83
3	Spausdintuvas-skeneris	1	x	x	0,3	0,45	0,2	101,45	101,45
4	Spaudos formų lazerinio eksponav. įrenginys	1	4	vnt.	4,5	2,5	1,2	4347,83	4347,83
5	Eksponavimo UV įrenginys	1	4	vnt.	4,3	3,6	1,2	3478,26	3478,26
6	Spaudos formų plovimo įrenginys	1	4	vnt.	4,85	2,05	1,2	2608,70	2608,70
7	Spaudos formų džiovavimo įrenginys	1	4	vnt.	2	1,2	1,2	2898,55	2898,55
8	Spaudos formų montavimo įrenginys	1	20	vnt.	0,5	1,2	1,3	869,57	869,57
9	Spaudos mašina	1	400	m/m in	12	3	5	869565,2	869565,22



49 lentelės tęsinys

10	Laminatorius	1	300	m/m in	3	2	3	144927,5	144927,54
11	Išilginio supjovimo-sukimo įrenginys	1	300	m/m in	1,3	1	2,2	133072,46	133072,46
Iš viso									1163492,75
Priedai									2325710,14
PVM (21%)									4651072,46
Viso su PVM									9302043,48
Montavimas									18599739,1
Viso									37196000,0

Ilgalaikio įmonės turto vertė nustatyta 37196000 Eur.

50 lentelė

## Suvestinė kainos skaičiuoklė

Objekto, darbų ir išlaidų pavadinimas	Sąmatinė kaina, Eur			Viso
	Statybos ir montavimo darbų	Įrenginių baldų inventoriaus	Kitos išlaidos	
Gamybinis korpusas	0,00	37196000,00	-	37196000,00
Išoriniai tinklai	-	-	-	0,00
Kitos išlaidos	-	-	1500,00	1500,00
<b>Viso (ilgalaikio turto):</b>	0,00	37196000,00	1500,00	37197500,00

## 8.7. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų skaičiavimas)

Apyvartinio kapitalo/lėšų poreikį *pirmaisiais projekto gyvavimo metais* galima nustatyti apytiksliai, remiantis lygtimi:

$$AL_1 = B_{\text{pard}} / 360 \times n_{\text{ap}} \quad (19)$$

čia  $n_{\text{ap}}$  - apyvartos trukmė, dienomis;  $B_{\text{pard}}$  - produkcijos pardavimo apimtis (realizacinės pajamos) arba gamybos kaštai, tūkst. Eur.

Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą, keičiantis gamybos apimčiai antraisiais ir vėlesniais metais, apskaičiuojamos praeitų metų apyvartinį kapitalą pakoreguojant pagal gamybos apimties prieaugio koeficientą, kuris nustatomas pagal formulę:

$$K = B_{\text{pard}j} / B_{\text{pard}j-1}; \quad (20)$$

čia  $B_{\text{pard}j}$  – pardavimų apimtis einamaisiais metais,  $B_{\text{pard}j-1}$  – pardavimų apimtis prieš metus.

Apyvartinių lėšų metinis poreikis ( $AL_i$ ) *antraisiais, trečiaisiais ir i-tais metais* nustatoma pagal formulę:

$$AL_i = AL_1 \times K \quad (21)$$

Apyvartinio kapitalo/lėšų poreikio prieaugis sekančiais metais nustatomas pagal formulę:

$$ML_i = AL_i - AL_{i-1} \quad (22)$$

**Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis**

Eil. Nr.	Pinigų paskirtis	2016	2017	2018	2019	2020
1	Gamybos kaštai	12,41	19,51	23,71	21,61	19,51
2	Sąnaudos energijai	5,05	4,75	24,18	5,02	4,74
3	Darbo užmokestis	17,16	23,23	31,94	31,62	30,92

**8.8. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos**

Planuojant gamybos planavimo procesą yra nustatoma gamybos apimtis natūriniais vienetais prekės gyvavimo ciklui (vidutiniškai penkerių metų laikotarpiui), pradedant rinkos įsisavinimu ir baigiant pardavimo masto smukimu (52 lent). Brandos stadijoje gamybos įsisavinimo koeficientas lygus 1. Kitais projekto eksploataavimo metais įsisavinimo koeficientą tikslinga priimti 0,6-0,9 ribose ir pagal jį paskaičiuoti gamybos apimtis.

52 lentelė

**Planiniai pardavimai penkerių metų laikotarpiui**

Gaminio gyvavimo ciklo struktūra, metai	Gamybinio pajėgumo panaudojimo koeficientas	Gaminio apimtis natūriniais vienetais, m <sup>2</sup>	Gaminio vieneto kaina, Eur/m <sup>2</sup>	Pardavimų (gamybos) apimtis, Eur	Pardavimų (gamybos) apimtis iš viso, Eur
2015	0,65	1447206,475	391,98	567282893,2	616644,88
		419804,541	58,82	24691342,01	
		203073,325	121,49	24670648,98	
2016	0,8	1781177,2	318,49	567291098,3	616634,85
		516682,512	47,76	24677543,67	
		249936,4	98,69	24666208,46	
2017	1	2226471,5	254,80	567302841,4	616674,44
		645853,14	38,24	24696916,77	
		312420,5	78,98	24674677,62	
2018	0,9	2003824,35	283,10	567286151,7	616632,63
		581267,826	42,46	24679663,72	
		281178,45	87,73	24666814,7	
2019	0,8	1781177,2	318,50	567299756,5	616661,39
		516682,512	47,80	24695048,38	
		249936,4	98,69	24666584,9	
<b>Viso:</b>				3083248190	

Skaičiuojant planinius pardavimus, gaminamos biodegraduojančios polimerinės pakuotės suskirstytos į 3 pagrindines grupes pagal žaliavos rūšį: PLA 20 skaidrios pakuotės, PLA 30 skaidrios pakuotės, PLA 30 baltos pakuotės.

## 8.9. Gamybos kaštai

Pagal kaštų priklausomybę nuo gamybos apimties kitimo gamybos kaštai skirstomi į pastoviuosius (sąlyginai pastovūs) ir kintamus (proporcinguosius) kaštus. Pastovieji kaštai nepriklauso (arba beveik nepriklauso) nuo gamybos apimties pokyčių (pvz., administracijos darbuotojų darbo užmokestis, patalpų apšildymo, nuomos ir kitos išlaikymo išlaidos). Kintamieji kaštai didėja arba mažėja proporcingai gamybos apimties pokyčiui (pvz., žaliavų, pagrindinių medžiagų, energijos technologijai kaštai, pagrindinių gamybinių darbininkų darbo užmokestis ir kt). Toks išlaidų suskirstymas svarbus, nustatant kritinę gamybos programą lūžio taško metodu.

### 8.9.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Kai žinomas gamybos planas, galima skaičiuoti žaliavų, medžiagų, energijos, darbo ir kitų išteklių poreikį, reikalingą planuojamai gamybos apimčiai įvykdyti. Remiantis apskaičiuotu išteklių poreikiu natūriniais vienetais ir jų verte, sudaromas gamybos kaštų planas: apskaičiuojamos tiesioginės ir netiesioginės gamybos išlaidos kiekvieniems projekto gyvavimo metams atskirai.

*Išlaidos pagrindinėms žaliavoms ir medžiagoms.*

Planuojant gamybos aprūpinimą žaliavomis ir pagrindinėmis medžiagomis, pirmiausia skaičiuojamas šių medžiagų poreikis. Po to, apskaičiuojamos išlaidos pagrindinėms medžiagoms kiekvieniems projekto gyvavimo metams atskirai.

Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ( $MK_i$ ) apskaičiuojami, dauginant medžiagų kiekį ( $B_{mi}$ ) iš jų kainos ( $c_{mi}$ ) ir jas sudedant:

$$MK_i = \sum_i B_{mi} \times c_{mi} \quad (23)$$

Skaičiavimai pateikiami **antrame priede**.

*Išlaidos pagrindinių gamybinių darbuotojų darbo užmokesčiui*

Darbo užmokesčio skaičiavimui reikalingos laiko arba išdirbio normos, valandiniai tarifai arba vienetiniai įkainiai.

Darbo laiko normos ir valandiniai tarifai yra gauti iš UAB „Aurika“.

Pagrindinių gamybinių darbuotojų darbo užmokestis

Metai	Gaminio pavadinimas	Gamybos programa natūriniais vnt.	Laiko norma, nh/m.	Programinis darbo imlumas, nh	Valandinis atlygis, Eur/nh	Pagrindinis darbo užmokestis, Eur	Papildomas darbo užmokestis, Eur	Bendras darbo užmokestis, tūkst. Eur	Soc. draudimo atskaitymai, tūkst. Eur
2015	PLA 20 skaidri pakuotė	1447206	0,0019	2750	3,00	8249,1	907,4	9,2	2,8
	PLA 30 skaidri pakuotė	419805	0,0019	798	3,00	2392,9	263,2	2,7	0,8
	PLA 30 balta pakuotė	203073	0,0019	386	3,00	1157,5	127,3	1,3	0,4
	Iš viso					11799,5	1297,9	13,1	4,1
2016	PLA 20 skaidri pakuotė	1781177	0,0019	3384	3,30	11168,0	1228,5	12,4	3,8
	PLA 30 skaidri pakuotė	516683	0,0019	982	3,30	3239,6	356,4	3,6	1,1
	PLA 30 balta pakuotė	249936	0,0019	475	3,30	1567,1	172,4	1,7	0,5
	Iš viso					15974,7	1757,2	17,7	5,5
2017	PLA 20 skaidri pakuotė	2226472	0,0019	4230	3,63	15356,0	1689,2	17,0	5,3
	PLA 30 skaidri pakuotė	645853	0,0019	1227	3,63	4454,4	490,0	4,9	1,5
	PLA 30 balta pakuotė	312421	0,0019	594	3,63	2154,8	237,0	2,4	0,7
	Iš viso					21965,2	2416,2	24,4	7,6
2018	PLA 20 skaidri pakuotė	2003824	0,0019	3807	3,99	15202,4	1672,3	16,9	5,2
	PLA 30 skaidri pakuotė	581268	0,0019	1104	3,99	4409,9	485,1	4,9	1,5
	PLA 30 balta pakuotė	281178	0,0019	534	3,99	2133,2	234,7	2,4	0,7
	Iš viso					21745,5	2392,0	24,1	7,5
2019	PLA 20 skaidri pakuotė	1781177	0,0019	3384	4,39	14864,6	1635,1	16,5	5,1
	PLA 30 skaidri pakuotė	516683	0,0019	982	4,39	4311,9	474,3	4,8	1,5
	PLA 30 balta pakuotė	249936	0,0019	475	4,39	2085,8	229,4	2,3	0,7
	Iš viso					21262,3	2338,9	23,6	7,3

### *Išlaidos technologinių procesų energijai.*

Pramonės įmonės naudoja įvairių rūšių energiją (elektros, šiluminę energiją ir kt). Energija įmonėje naudojama įvairiems reikalams: technologijai, įrengimų variklių varymui (jėgai), apšvietimui, apšildymui ir t.t. Išlaidos įvairių rūšių technologinių procesų energijai laikomos tiesioginėmis.

54 lentelė

**Išlaidos technologinių procesų energijai**

Įrengimų pavadinimas ir markė	Įrengimų skaičius, vnt.	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius metuose, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1 kWh kaina, Eur	Išlaidos elektros energijai, tūkst. Eur
1	2	3	4	5	6	7=2x3x4x5x6
Lazerinio grav. įreng.	1	3	1990	5970	0,134	799,98
UV eksponavimo įrenginys	1	2,5	1990	4975	0,134	666,65
Ryškinimo įreng.	1	3	1979	5937	0,134	795,56
Džiovinimo įrenginys	1	5	1980	9900	0,134	1326,60
Spaudos mašina	1	45	1990	89550	0,134	11999,70
Plačiaformatis spausdintuvas	1	2,8	1990	5572	0,134	746,65
Laminatorius	1	35	1972	69020	0,134	9248,68
Sukimo-pjov. įreng.	1	8	1968	15744	0,134	2109,70
<b>Viso:</b>						27694

### **8.10. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas**

Prie netiesioginių gamybos išlaidų priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančios sąlygas gamybai (cechų meistrų, viršininkų, kontrolierių, sandėlininkų, valytojų ir kt. darbuotojų darbo užmokestis), darbo medžiagų, energijos ir amortizacijos (nusidėvėjimo) išlaidos/sąnaudos.

#### *Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija).*

Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas skaičiuojamas tiesiniu būdu (55 lent.). Tuomet amortizaciniai atsiskaitymai nusidėvėjimo padengimui kiekvienais metais bus vienodi:

$$A_m = (F_{is} - F_{lv}) / T \quad (24)$$

čia  $A_m$  - amortizaciniai atsiskaitymai nusidėvėjimui padengti, tūkst. Eur,  $F_{is}$ - įsigijimo vertė, tūkst. Eur,  $F_{lv}$ - likvidacinė vertė, tūkst. Eur,  $T$ - naudingo naudojimo laikas, m.

## Pagrindinių gamybos priemonių nusidėvėjimo skaičiavimas

Ilgalaikis turtas	Įrengimo ar pastato vertė, tūkst. Eur	Likvidacinė vertė, tūkst. Eur	Naudinga eksploatavimo trukmė, metai	Nusidėvėjimas					Likutinė vertė, tūkst. Eur
				2015	2016	2017	2018	2019	
I. Pastatai									
Priestatas	345000	34500,00	10	31050	31050	31050	31050	31050	189750
II. Įrengimai									
Kompiuteris	1275	127,54	3	382,61	382,61	382,61	382,61	382,61	-637,68
Spausdintuvas (plačiaformatis)	347	34,78	4	78,26	78,26	78,26	78,26	78,26	-43,48
Spaudos formų lazerinio eksponav. įreng.	4347	434,78	6	652,17	652,17	652,17	652,17	652,17	1086,96
Eksponavimo UV įrenginys	3478	347,83	7	447,20	447,20	447,20	447,20	447,20	1242,24
Spaudos formų plovimo įreng.	2608	260,87	7	335,40	335,40	335,40	335,40	335,40	931,68
Spaudos formų džiovavimo įr.	2899	289,86	7	372,67	372,67	372,67	372,67	372,67	1035,20
Spaudos formų montav. įreng.	870	87,00	5	156,60	156,60	156,60	156,60	156,60	87,00
Spaudos mašina	869565	86956,50	7	111801	111801	111801	111801	111801	310558
Laminatorius	144927	14492,70	10	13043,4	13043,4	13043,4	13043,4	13043,4	79709,8
Išilginio supjovimo-sukimo įrenginys	133072	13307,20	10	11976,5	11976,5	11976,5	11976,5	11976,5	73189,6
III. Inventorius	200	20,00	10	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	110,00
Iš viso:	1508590	150859,05	-	170314	170314	170314	170314	170314	657020

Apskaičiavus visas gamybos išlaidas, jos surašomos į suvestinę, (žr. 56 lentelę).

## Gamybos kaštai

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst. Eur
<i>Brandos stadijoje</i>	
1. Pagrindinės medžiagos	23,7
2. Energija technologijai	24,2
3. Gamybinių darbininkų DU	22,4
4. Soc. sveikatos draudimas	7,6
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	170314
Viso:	170394
<i>Pirmaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
1. Pagrindinės medžiagos	16,5
2. Energija technologijai	8,7
3. Gamybinių darbininkų DU	13,1
4. Soc. sveikatos draudimas	4,1
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	170314
Viso:	170356,4
<i>Antraisiais projekto gyvavimo metais</i>	
1. Pagrindinės medžiagos	19,5
2. Energija technologijai	4,7
3. Gamybinių darbininkų DU	17,7
4. Soc. sveikatos draudimas	5,5
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	170314
Viso:	170361,5
<i>Ketvirtaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
1. Pagrindinės medžiagos	21,6
2. Energija technologijai	5

3. Gamybinių darbininkų DU	11,6
4. Soc. sveikatos draudimas	7,5
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	170314
Viso:	170359,7
<i>Penktaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
1. Pagrindinės medžiagos	19,5
2. Energija technologijai	8,4
3. Gamybinių darbininkų DU	23,6
4. Soc. sveikatos draudimas	7,3
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	170314
Viso:	170372,9

### 8.11. Veiklos kaštai

Į veiklos sąnaudas (kaštus) įtraukiamos: pagalbinių medžiagų ir administracijos patalpų išlaikymo išlaidos; administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui; administracijos patalpų apšvietimo, apšildymo, vandens ir buitiniams reikmėms energijos išlaidos; administracijos pagrindinių priemonių amortizaciniai atskaitymai; paslaugos; produkcijos realizavimo išlaidos, mokesčiai, rinkliavos ir kitos išlaidos.

Nustatant jų apimtį, galima remtis faktiniais įmonės duomenimis, įmonės analogo duomenimis arba priimti, kad jos sudaro 5-30 % gamybos kaštų. Šiuo atveju veiklos kaštai sudaro 30% gamybos kaštų (57 lentelė).

57 lentelė

#### Veiklos kaštai

Projekto gyvavimo metai	Veiklos kaštai, tūkst. Eur
1	51106,909
2	51108,460
3	51118,162
4	51107,924
5	51111,877

### 8.12. Gaminių kainos skaičiavimas

Apskaičiavus visas sąnaudas, nustatomos gaminių kainos. Kad būtų galima planuoti realizacines pajamas, reikia nustatyti gaminių kainas. *Gaminių kainos apskaičiuojamos remiantis jų gamybos pilnomis išlaidomis ir planuojama pelno norma (rentabilumu), kuri neturi būti mažesnė, negu 5 %.* Skaičiuojant kainas, rentabilumas parinktas 20%.

Gaminio kainą ( $c_i$ ) sudaro jo pilnoji savikaina ( $spi$ ) ir pelnas ( $pi$ ), kurį apskaičiuosime, įvertinę gaminio rentabilumą

Gaminio pilnąją savikainą sudaro jo gamybinė savikaina ( $sgi$ ) ir veiklos sąnaudos ( $vs_i$ ) ir finansinės veiklos ( $Jv_i$ ) sąnaudos (palūkanos):

$$spi = sgi + fv_i + vs_i. \quad (25)$$

Gaminių kainos skaičiavimų rezultatai pateikiami 58 lentelėje.

58 lentelė

**Gaminių kainos skaičiavimai**

Gaminiai	Gamybinė savikaina, Eur	Veiklos sąnaudos, Eur	Investicinės veiklos sąnaudos, Eur*	Pilnoji savikaina, Eur	Pelnas		Viso
					rentabilumas, %	Eur/vnt.	Eur/vnt.
Pirmaisiais metais							
PLA 20 skaidri pakuotė	1,56	0,3	0,00	1,86	20	0,37	2,23
PLA 30 skaidri pakuotė	0,68	0,3	0,00	0,98	20	0,196	1,18
PLA 30 balta pakuotė	0,68	0,3	0,00	0,98	20	0,196	1,18
Antraisiais metais							
PLA 20 skaidri pakuotė	1,56	0,36	0,00	1,92	20	0,38	2,3
PLA 30 skaidri pakuotė	0,7	0,36	0,00	1,06	20	0,21	1,27
PLA 30 skaidri pakuotė	0,8	0,36	0,00	1,16	20	0,23	1,39
Trečiaisiais metais							
PLA 20 skaidri pakuotė	1,57	0,33	0,00	1,90	20	0,38	2,28
PLA 30 skaidri pakuotė	0,69	0,33	0,00	1,02	20	0,2	1,22
PLA 30 balta pakuotė	0,68	0,33	0,00	1,01	20	0,2	1,22
Ketvirtaisiais metais							
PLA 20 skaidri pakuotė	1,57	0,36	0,00	1,93	20	0,38	2,31
PLA 30 skaidri pakuotė	0,68	0,36	0,00	1,04	20	0,21	1,25
PLA 30 balta pakuotė	0,68	0,36	0,00	1,04	20	0,21	1,25
Penktaisiais metais							
PLA 20 skaidri pakuotė	1,57	0,33	0,00	1,9	20	0,38	2,28
PLA 30 skaidri pakuotė	0,69	0,33	0,00	1,02	20	0,2	1,22
PLA 30 balta pakuotė	0,68	0,33	0,00	1,01	20	0,2	1,21

\*Projektui paskola neimama, todėl investicinių veiklos sąnaudų suma yra lygi 0 Eur.

### 8.13. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Šioje dalyje teikiami pelno (nuostolio) ataskaita ir apskaičiuoti grynieji pinigų srautai.

Bendras pelnas yra pardavimų apimties ir parduodamos produkcijos gamybos kaštų skirtumas.

Veiklos pelnas (nuostolis) apskaičiuojamas iš bendrojo pelno atimant veiklos sąnaudas.

Finansinės veiklos pajamos tai - įmonės gautos palūkanos už banke laikomus pinigus ir suteiktas paskolas ir kt. Finansinės sąnaudos - banko palūkanos paimtai paskolai.

Labai svarbus įmonei yra grynas pelnas - tai pelnas liekantis įmonei, atskaičius pelno mokesčių, kuris sudaro 15 % (mažoms įmonėms - 5 %) nuo apmokestinamo pelno sumos.



**Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst. Eur**

Eil. Nr.	Rodikliai	2015	2016	2017	2018	2019
1	Pardavimo apimtis, tūkst. Eur	208516,19	208522,52	208562,10	208520,33	208536,46
2	Parduotų prekių savikaina, tūkst. Eur	170356,36	170361,53	170393,87	170359,75	170372,92
3	Bendras pelnas, tūkst. Eur	38159,83	38160,98	38168,23	38160,58	38163,53
4	Veiklos sąnaudos, tūkst. Eur	34071,27	34072,31	34078,77	34071,95	34074,58
Finansinė investicinė veikla, tūkst. Lt pajamos						
5	Išlaidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Ataskait. m. pelnas iki mokesčių, tūkst. Eur	4088,55	4088,68	4089,45	4088,63	4088,95
7	Pelno mokestis, tūkst. Eur	613,28	613,30	613,42	613,30	613,34
8	Grynasis ataskaitinių metų pelnas, tūkst. Eur	3475,27	3475,38	3476,04	3475,34	3475,61

Eil. Nr.	Rodikliai	2015	2016	2017	2018	2019
1	Nepaskirstytas rezultatas - pelnas (nuostoliai)	0,00	3143,28	6286,65	9430,62	12573,96
2	Grynasis ataskaitinio laikotarpio rezultatas - pelnas (nuostoliai)	3475,27	3475,38	3476,04	3475,34	3475,61
3	Paskirstytas pelnas	3475,27	6618,65	9762,69	12905,96	16049,57
Pelno paskirstymas						
4	Įstatymais numatytas rezervo fondas 5%	173,76	173,77	173,80	173,77	173,78
5	Dividentai 7 % nuo pelno	243,27	243,28	243,32	243,27	243,29
6	Paskolos padengimas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Premijos darbuotojams	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Nepaskirstytas pelnas (nuostoliai)	3143,28	6286,65	9430,62	12573,96	15717,55

Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) skaičiavimas Pinigų srautų ataskaitoje (59 lent.) parodomi per ataskaitinį laikotarpį gauti ir išleisti pinigai. Prognozuojant pinigų srautus atskirai nustatomi pinigų srautai iš įmonės veiklos, pinigų srautai iš investicinės veiklos, pinigų srautai iš finansinės veiklos.

Pinigų srautai iš įmonės veiklos apskaičiuojami prie grynojo pelno pridendant nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudas; investicijas į apyvartinį kapitalą bei eliminavus finansinės ir investicinės veiklos sąnaudas (pridedamos palūkanos).

**Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita**

Rodikliai	Metai					
	0	2016	2017	2018	2019	2020
I Grynųjų pinigų srautas						
1. Grynasis pelnas	0,00	3475,27	3475,38	3476,04	3475,34	3475,61
2. Amortizaciniai atskaitymai	0,00	170314,05	170314,05	170314,05	170314,05	170314,05
Viso	0,00	173789,32	173789,42	173790,08	173789,39	173789,65
II. Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	-31251,41	-16827,68	-1,35	-10,25	10,62	-3,78
III. Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos	-31251,41	156961,63	173788,07	173779,84	173800,00	173785,88
IV. Finansinės veiklos pelno (nuostolio) eliminavimas (pridedamos palūkanos)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V. Investicijos į pagrindinį kapitalą	-37197,50					657020,29
VI. Projekto GPS	-68448,91	156961,63	173788,07	173779,84	173800,00	830806,17

Pinigų srautai iš investicinės veiklos investiciniu laikotarpiu („0"-iais metais) bus lygūs investicijoms į pagrindinį kapitalą (su minuso ženklu). Paskutiniais metais jie bus lygūs ilgalaikio turto likutinei vertei (su pliuso ženklu).

Bendri metiniai pinigų srautai gaunami susumavus I-jį ir II-jį rodiklius.

#### 8.14. Investicijų efektyvumo vertinimas

##### Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštų skaičiavimas

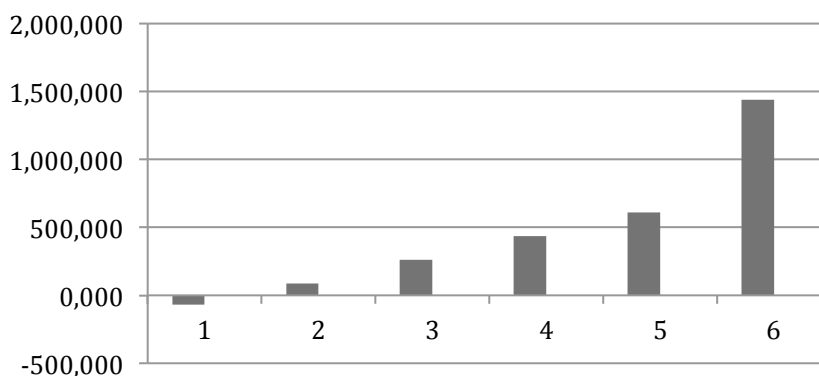
Skolintas kapitalas	Akcinis kapitalas	Paskolos kaina, %	Akcinio kapitalo kaina	Kapitalo kaina KK
0,00	68448,91	0,00	7,00	7,00
0,00	1,00	-	-	-

Reikalingos investicijos imamos iš akcininkų, todėl skolintas kapitalas bei paskolos kaina yra lygi 0. Imant reikalingą kapitalą iš akcininkų yra mokamas procentas nuo akcinio kapitalo vertės. Šiuo atveju mokamas procentas yra lygus 7.

##### 8.14.1. Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas

Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodas  $T$  - tai laikas per kurį ekonominė nauda padengia investicines išlaidas. Apskaičiuojamas, kaupiant grynuosius GPS ir stebint, kada jų suma taps lygi nuliui. *Investicijos efektyvios, jei  $T < 5$  metai.*

Metai	Diskontuoti metiniai GPS	Bendri GPS
0	-68448,911	-68448,911
2016	156961,634	88512,723
2017	173788,072	262300,795
2018	173779,835	436080,630
2019	173800,004	609880,634
2020	830806,165	1440686,799



32 pav. Diskontuoti metiniai ir bendri GPS.

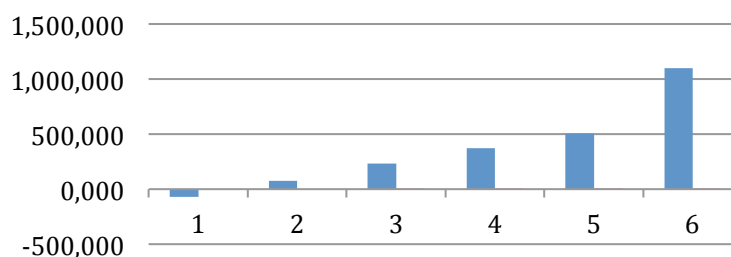
$$T = 1 - (\text{pirmųjų metų bendri GPS} / \text{antrųjų metų GPS}) = 1 - 0,56 = 0,44 = 0,5 \text{ m.}$$

Investicija yra efektyvi, nes atsipirkimo periodas yra mažesnis negu 5 metai.

### 8.14.2. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas

Sumuojant grynuosius GPS, diskontuotus pagal kapitalo kainą, gauname grynąją esamąją vertę (GEV). GEV -tai visų projekto diskontuotų GPS suma, pradedant nuliniiais metais.

Metai	Diskontuoti metiniai GPS	Bendri GPS
0	-68448,911	-68448,911
2016	146693,116	78244,204
2017	151793,233	230037,437
2018	141856,111	371893,548
2019	132575,804	504469,352
2020	592353,314	1096822,666



33 pav. Diskontuoti metiniai bei bendri GPS (Eur).

$$GEV = -68448,11 + 146693,116 + 151793,23 + 141856,11 + 132575,804 + 592353,14 = 1096822,666$$

GEV reikšmė nurodo kiek padidėja įmonės turtas ar projektas ir investicijų suma priimtini

### 8.14.3. Vidinės pelno normos skaičiavimas

61 lentelė

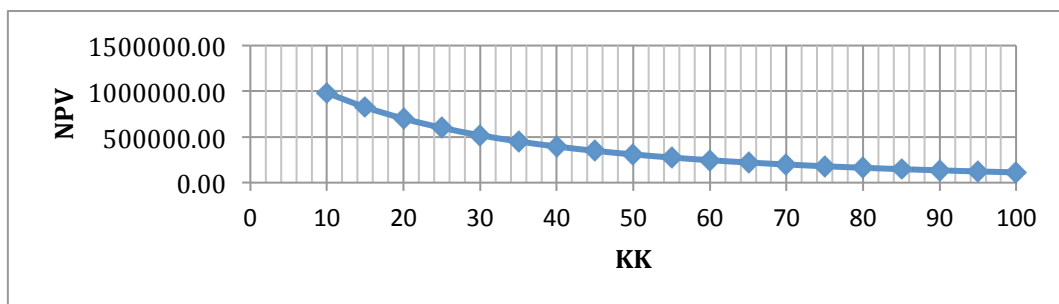
Vidinė pelno norma

K	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1	684 48,9 1
2	142 626, 51	136 408, 75	130 801, 16	125 569, 31	120 739, 72	116 267, 88	112 115, 45	108 249, 40	104 641, 09	101 265, 57	981 01,0 2	951 28,2 6	923 30,3 7	896 92,3 6	872 00,9 1	848 44,1 3	826 11,3 9	804 93,1 5	784 80,8 2
3	143 626, 51	131 408, 75	120 686, 16	111 224, 37	102 833, 18	953 56,9 7	886 67,3 8	826 57,8 2	772 39,1 4	723 36,3 5	678 85,9 7	638 34,0 0	601 34,2 8	567 47,1 3	536 38,2 9	507 78,1 1	481 40,7 4	457 03,6 3	434 47,0 2
4	130 563, 36	114 263, 06	100 567, 03	889 75,2 8	790 98,7 0	706 31,4 4	633 30,8 4	570 02,6 9	514 90,3 2	466 66,4 0	424 26,7 2	386 85,4 4	353 71,4 3	324 25,3 9	297 97,6 4	274 46,3 2	253 36,0 3	234 36,6 5	217 22,4 8
5	118 707, 74	993 70,7 2	838 15,5 9	711 88,4 8	608 52,2 1	523 25,6 6	452 41,5 7	393 16,7 6	343 30,8 7	301 10,8 5	265 19,7 8	234 48,4 4	208 09,1 4	185 30,9 5	165 56,1 7	148 37,5 7	133 36,3 0	120 20,1 9	108 62,5 0
6	515 865, 26	413 057, 50	333 882, 36	272 238, 56	223 760, 26	185 280, 99	154 475, 47	129 616, 32	109 406, 57	928 62,6 8	792 31,8 5	679 32,8 7	585 13,3 7	506 18,5 2	439 68,0 5	383 39,0 3	335 53,0 3	294 66,3 7	259 62,6 9
7	983 006, 36	826 139, 49	701 303, 60	600 747, 08	518 835, 15	451 414, 03	395 381, 81	348 394, 10	308 659, 08	274 792, 93	245 716, 42	220 580, 11	198 709, 68	179 565, 44	162 712, 14	147 796, 25	134 528, 57	122 671, 08	112 026, 60

Vidinė pelno norma - tai diskonto norma  $r$ , kuri projekto būsimųjų grynujų pinigų įplaukų dabartinę vertę prilygina projekto būsimų išlaidų dabartinei vertei.

Pagal vidinę pelno normą yra nusistatoma barjerinė norma, kuri yra mažiausiai priimtina projekto pelningumui. Vertinant ... lentelės rezultatus pavaizduotus grafiškai (34 pav.), galima daryti prielaidą, jog projekto liekamoji pinigine vertė mažėja kai gamyboje naudojamos brangesnės medžiagos. Vidinė pelno norma apskaičiuojama sekančiai:

$$\text{Metiniai GPS} / ((1 + (\text{vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai } KK/100) \times \text{periodo } t) = 156961,63 / ((1 + (10/100)) \times 1 = 142692,39$$



34 pav. Vidinė pelno norma.

#### 8.14.4. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas

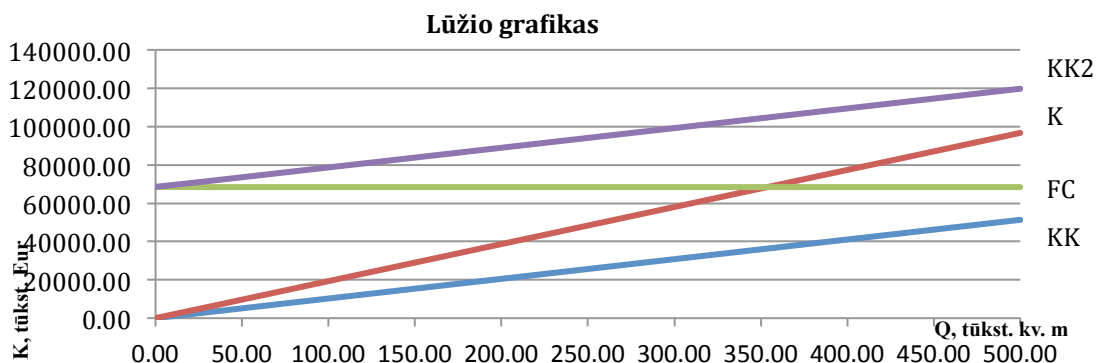
Pelningumo arba rentabilumo indeksas - tai pelno ir išlaidų santykis. Jis parodo santykinį projekto pelningumą arba dabartinę pelno vertę, tenkančią dabartinių išlaidų vienam piniginiam vienetui. Projektas yra priimtinas, jei PI yra didesnis už vienetą; kuo jis didesnis, tuo projektas priimtinesnis. Indeksas apskaičiuojamas sekančiai:

$$PI = \text{Diskontuotų metinių GPS suma} / \text{nulinių metų GPS} = -(68448,911 + 146693,12 + 151793,23 + 141856,11 + 132575,8 + 592353,3) / 68448,9 = 17,02 > 1$$

Pelningumo indeksas yra didesnis už vienetą, todėl projektas yra priimtinas.

#### 8.14.5. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taškas parodo, kokį kiekį gaminių reikia pagaminti, kad įmonė pradėtų gauti pelną.



35 pav. Lūžio grafikas.

Lūžio taškas nustatomas apskaičiuojant pelningiausio gaminio gamybos išlaidas bei pardavimų pajamas. Lūžio taškas – 351 tūkst. m<sup>2</sup>

## 8.15. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai

62 lentelė

### Projekto finansiniai-ekonominiai rodikliai

Rodikliai	Brandos metais prieš rekonstrukciją (2015)	Brandos metais po rekonstrukcijos (2017)	Pokytis
1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais brandos stadijoje:			
Biopolimerinės pakuotės	1447206,5	2226472	779265
2. Realizacinės pajamos, tūkst. Lt	21162,9	208516,2	183753,3
3. Įmonės personalas, žmonėmis:	3	4	-1
Tame skaičiuje darbininkai	2	3	-1
4. Darbo našumas, tūkst. Lt:			
Dirbančiojo	69505,4	6715,50	62790
Darbininko	104258,1	6994,83	97263
5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, Lt:			
Dirbančiojo	4365,81	5829,03	1463
Darbininko	6198,23	8058,60	1860
6. Gamybos kaštai, tūkst. Eur	12400	19500,00	7100
7. Gaminio pilnoji savikaina, Lt:			
PLA 20 skaidri pakuotė	12,99	8,45	5
PLA 30 skaidri pakuotė	1,95	1,27	1
PLA 30 balta pakuotė	4,03	2,18	2
8. Grynasis pelnas, tūkst. Eur	608,17	608,31	0,13
9. Papildomas pelnas, gautas įgyvendinus projektinius sprendimus	550,07	1650,36	1100
10. Investicijų apimtis, tūkst. Eur	68448,91	0,00	
11. Produkcijos (veiklos) rentabilumas, %	3	3	0
12. Apyvartos rentabilumas, %	3	3	0
13. Kapitalo rentabilumas, %	1	1	0
14. Jų apyvartų skaičius			
PLA 20 skaidri pakuotė	120	120	
PLA 30 skaidri pakuotė	120	120	
PLA 30 balta pakuotė	120	120	
15. Apyvartos trukmė, dienos			
PLA 20 skaidri pakuotė	3	3	0
PLA 30 skaidri pakuotė	3	3	0
PLA 30 balta pakuotė	3	3	0
16. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, Eur	15,1	23,2	8,1
17. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metais		0,5	
18. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. Eur.		1085065,7	
19. Kapitalo kaštai, proc.		7,00	
20. Vidinė pelno norma, proc.		30,00	

Pagal ekonominių-techninių rodiklių duomenis, nustatyta, jog brandos metais po naujos spausdinamosios medžiagos įvedimo į gamybą, produkcijos pardavimo apimtis padidėjo beveik 54%. Padidėjus gamybos apimtims – padidėjo ir darbuotojų skaičius, gamybos kaštai, tačiau vieno gaminio savikaina sumažėjo. Produkcijos bei apyvartos rentabilumas brandos metais išlieka nepakitęs, o grynasis pelnas padidėjo 9%.

## IŠVADOS, REKOMENDACIJOS

1. Kurti bei plėtoti biodegraduojančias polimerines plėveles, skirtas pakuočių gamybai, skatina nuolat didėjantys plastiko atliekų kiekiai, kurie gamtoje išlieka iki kelių šimtų metų. Jeigu pakuočių sektoriuje, didžioji dalis sintetinių polimerinių plėvelių būtų pakeistos į biodegraduojančias plėvelės, tai atliekų kiekis gamtoje sumažėtų perpus ar netgi daugiau.
2. Atlikus analitinę literatūros analizę bei išanalizavus pastaraisiais metais atliktų biodegraduojančių polimerų mechaninių, fizikinių savybių tyrimų rezultatus, galima teigti, jog biodegraduojanti polimerinė plėvelė yra puiki ir perspektyvi alternatyva sintetiniams plastikams pakeisti. Didžiausią biopolimerų rinkos dalį šiuo metu užima PLA biopolimeras.
3. Daugelis PLA biopolimero savybių prilygsta sintetiniams plastikams. Tai nustatyta atlikus analitinę analizę PLA biopolimero bei taikomuosius tyrimus UAB „Aurika“ naudojamų sintetinių plėvelių.
4. Vienas iš galimų PLA polimero trūkumų – tai prastesnės barjerinės savybės (lengviau praleidžia deguonį, drėgmę ir kt.), kurios itin svarbios drėgnų, šviežių produktų pakavime. Šiam trūkumui pašalinti kuriami įvarūs modifikavimo priedai, todėl šiai prielaidai patvirtinti arba paneigti reikia atlikti daugiau tyrimų.
5. Pagal atliktą plėvelių paviršiaus įtempimo nustatymo tyrimą, tinkamiausios spaudai yra celiuliozės pagrindo *NaturFlex* bei *PLA* biopolimerinės plėvelės, kurių paviršiaus įtempimai siekia 38 kN/m.
6. Gamybos technologijos projektavimo dalyje yra sudaryta technologinio proceso schema, apskaičiuotas spausdinamosios medžiagos kiekis, reikalingų įrengimų bei darbuotojų kiekiai, nustatytas reikalingas repro baro bei spaudos gamybos cecho plotas.
7. Atlikus ekonominius skaičiavimus, nustatyta, jog biopolimerinės pakuotės savikaina yra didesnė lyginant su sintetinio polimero pakuotės savikaina. Didžiausią įtaką gaminio kainos augimui daro vis dar aukšta bioskaidžios spausdinamosios žaliavos kaina, kuri brangesnė yra beveik 3 kartus.
8. Kad įmonė dirbtų pelningai, pagal nubraižytą lūžio tašką, nustatyta, kad pagaminti ir parduoti reikia daugiau nei 350 tūkst. m<sup>2</sup> biopolimerinių pakuočių.
9. Biopolimerinių pakuočių gamybos procesų kokybės kontrolė gali būti atliekama taikant tuos pačius metodus kaip ir sintetinėms polimerinėms pakuotėms. Tačiau, siekiant tai patvirtinti, reikia atlikti daugiau taikomųjų tyrimų su bioskaidžiomis pakuotėmis.
10. Vertinant ekologinėje dalyje nustatytus gamybos darbų saugos reikalavimus, didžiausia rizika darbuotojų sveikatai kelia medžiagos naudojamos spaudos formų gamyboje, bei triukšmas spaudos ceche. Siekiant sumažinti riziką, siūloma toksiškas medžiagas pakeisti į mažiau toksiškas, norint apsisaugoti nuo triukšmo yra rekomenduojama darbo metu naudoti ausines, ausų kištukus.

## LITERATŪROS ŠALTINIAI

1. **Nekenksmingos medžiagos aplinkai ir cheminės medžiagos. Darbas harmonijoje su gamta.** *ES projektas, Den Pitesti universitetas*, Rumunija, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.docstoc.com/docs/116936245/Nekenksmingos-med%EF%BF%BDiagos-aplinkai-ir-chemines-med%EF%BF%BDiagos> [Žiūrėta 2014 m. kovo 15 d.]
2. **Plastikas taiso reputaciją.** *Žurnalo „Iliustruotasis mokslas“ straipsnis*. Preiga per internetą: <http://www.iliustruotasismokslas.lt/?PublicationId=6F513B48-DF2C-48E6-9033-7A8CFF7C04F3&SiteId=9FDC3F0A-9B39-4F3F-940C-47A484F2613E> [Žiūrėta 2014 m. kovo 15d.]
3. **Bioplastics tinklalapis.** <http://www.biomasspackaging.com/education/bioplastics> [Žiūrėta 2014 m. balandžio 3 d.]
4. **N. Peelman, P. Ragaert, B. De Meulenaer, D. Adons, R. Peeters** and ect. Application of bioplastics for food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 2013
5. **G. Davis a, J.H. Song.** Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management. 2006
6. **V. Siracusaa, P. Rocculi, S. Romanib, M. D. Rosa.** Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 2008
7. **G. Mensitieri, E. Di Maio, I. Nedi** and ect. Proccesing and shelf life issues of selected food packaging materials and stuctures from renewable resources. *Food & Science Technology* 22 p., 2011.
8. **X. Song, Y. Chen, Y. Xu, Ch. Wang.** Study on Tough Blends of Polylactide and Acrylic Impact Modifier. 2014
9. **N. Peelman** et al. *Trends in Food Science & Technology* 32., 128-141 psl. 2013
10. **R. Bodirlau, C. A. Teaca, I. Spiridon.** Green Composites Comprising Thermoplastic Corn Starch and Various Cellulose-Based Fillers. 2014
11. **M. Avella, Jan J. De Vlieger, M. E. Errico, S. Fischer, P. Vacca, M. Grazia Volpe.** Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications.
12. **J. E. Mark. Springer.** Physical properties of polymers handbook., 2007.
13. **Silvestre, C., Duraccio, D., Cimmino, S.** Food packaging based on polymer nanomaterials. *Progress in Polymer Science*. 2011
14. **Duncan, T.V.** Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier, materials, antimicrobials and sensors. *Colloid and Interface Science*. 2011
15. **Biopolymers present new market opportunities for additives in packaging.** *Plastics Additives & Compounding*, May/June 2008.
16. **Polimerinių plėvelių charakteristikų tyrimų metodai.** UAB „Aurika“ kokybės kontrolės

laboratorijoje atliekamų tyrimų medžiaga.

17. **Polimerinės plėvelės paviršiaus įtempimo tyrimo metodika. Preiga per internetą:**  
[http://www.scangaule.com/goniometre\\_energie.htm](http://www.scangaule.com/goniometre_energie.htm) [Žiūrėta 2015 m. kovo 20 d.]
18. **Veleskaja, A.** Fleksografinių spausdinimo formų paruošimo procesų tyrimas. Magistrinis darbas. 2010, VGTU, Vilnius
19. **UAB „Lietpak“ tinklalapis.** Apie įmonę: <http://www.lietpak.lt/apie-mus> [Žiūrėta 2015 m. balandžio 20 d.]
20. **UAB „Panoden“ tinklalapis.** Apie įmonę: <http://www.panoden.lt/apie-mus/> [Žiūrėta 2015 m. balandžio 20 d.]
21. **UAB „Pakmarkas“ tinklalapis.** Apie įmonę: <http://www.pakmarkas.lt/apie-mus.html> [Žiūrėta 2015 m. balandžio 20 d.]
22. **Arcotest bandymas.** Prieiga per internetą: <http://www.arcotest.net/> [Žiūrėta 2014 m. vasario 22 d.]
23. **Bioplastikų augimo tendencijų apžvalga.** Prieiga per internetą:  
[http://www.corbion.com/media/203221/eubp\\_factsfigures\\_bioplastics\\_2013.pdf](http://www.corbion.com/media/203221/eubp_factsfigures_bioplastics_2013.pdf) [Žiūrėta 2014 m. balandžio 16 d.]
24. **UAB „Panoden“ finansiniai rodikliai.** Prieiga per internetą:  
[http://rekvizitai.vz.lt/imone/panoden\\_bendra\\_lietuvos\\_ir\\_danijos\\_uab/](http://rekvizitai.vz.lt/imone/panoden_bendra_lietuvos_ir_danijos_uab/) [Žiūrėta 2015 m. balandžio 20 d.]
25. **UAB „Lietpak“ finansiniai rodikliai.** Prieiga per intrnetą:  
<http://vz.lt/article/2013/8/2/lietpak-pelnas-augo-iki-35-mln-lt> [Žiūrėta 2015 m. balandžio 20 d.]
26. **UAB „Pakmarkas“ finansiniai rodikliai.** Preiga per internetą:  
<http://vz.lt/article/2014/2/18/pakmarkas-apyvarta-augino-inovacijos> [Žiūrėta 2015 m. balandžio 20 d.]



## PRIEDAI

### 1 PRIEDAS

BOPP balta polimerinė plėvelė. Tiekėjas – BIFOL BW.

Tinka fleksografinėi bei rotograviūrinei spaudai.

63 lentelė

Savybės	Optimaliausia reikšmė			Testavimo metodas
Storis [ $\mu\text{m}$ ] $\pm 6\%$	20	30	35	ISO 4593
Tankis [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ], ne daugiau nei:	0,98-0,99			ISO 845
Svoris [ $\text{g}/\text{m}^2$ ] $\pm 6\%$	19,6	29,7	34,65	ASTM D
Išėiga [ $\text{m}^2/\text{kg}$ ] $\pm 5\%$	51,0	33,7	28,9	4321-09
Tempiamasis stipris [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ] -Mašinine kryptimi, ne mažiau nei: -Skersine kryptimi, ne mažiau nei:	100 200	110 210		ISO 527-1,-2,-3
Trūkstamasis pailgėjimas [%] -Mašinine kryptimi, ne daugiau nei: -Skersine kryptimi, ne daugiau nei:	210 45	200 55		
Sulydymo stiprumas [ $\text{N}/15\text{mm}$ ] (neapdirbtų pusių), ne mažiau nei:	2,0		3,5	MW/FLEXPO L/01
Susitraukimas dėl šiluminio poveikio [%] -Mašinine kryptimi, ne daugiau nei: -Skersine kryptimi, ne daugiau nei:	3,1 2,1	3,7 2,0		MW/FLEXPO L/02 (120°C, 5')
Trinties koeficientas (metodas: plėvelė į plėvelę), ne daugiau nei:	0,45			ISO 8295
Permatomumas [%], ne daugiau nei:	52	66	70	ISO 2471
Blizgumas (45°) [%], ne mažiau nei:	50	47	50	ASTM D 2457
Apdorojimo laipsnis [ $\text{mN}/\text{m}$ ], ne mažesnis nei:	38			ISO 8296
Galimybė spausdinti bei laminuoti	Taip/Taip			MW/FLEXPO L/17
Sandarinio temperatūros intervalas [°C]	107-140			-

BOPP skaidri polimerinė plėvelė. Tiekėjas – BIFOL BW.

Tinka fleksografinei bei rotograviūrinei spaudai.

64 lentelė

Savybės	Optimaliausia reikšmė			Testavimo metodas
Storis [ $\mu\text{m}$ ] $\pm 6\%$	20	30	35	ISO 4593
Tankis [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ], ne daugiau nei:	0,91			ISO 845
Svoris [ $\text{g}/\text{m}^2$ ] $\pm 6\%$	18,2	27,3	31,8	ISO 536
Išėiga [ $\text{m}^2/\text{kg}$ ] $\pm 5\%$	54,9	36,5	31,4	
Tempiamasis stipris [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ] -Mašinine kryptimi, ne mažiau nei: -Skersine kryptimi, ne mažiau nei:	120 220			ISO 527-1,-2,-3
Trūkstamasis pailgėjimas [%] -Mašinine kryptimi, ne daugiau nei: -Skersine kryptimi, ne daugiau nei:	240 100			
Sulydymo stiprumas [ $\text{N}/15\text{mm}$ ] (neapdirbtų pusių), ne mažiau nei:	2,0	2,5		MW/FLEXPO L/01
Susitraukimas dėl šiluminio poveikio [%] -Mašinine kryptimi, ne daugiau nei: -Skersine kryptimi, ne daugiau nei:	5,0 2,5			MW/FLEXPO L/02 (120°C, 5')
Trinties koeficientas (metodas: plėvelė į plėvelę), ne daugiau nei:	0,35			ISO 8295
Drumstumas [%], ne daugiau nei:	2,8			ASTM D 1003
Blizgumas (45°) [%], ne mažiau nei:	80			ASTM D 2457
Apdorojimo laipsnis [ $\text{mN}/\text{m}$ ], ne mažesnis nei:	38			ISO 8296
Galimybė spausdinti bei laminuoti	Taip/Taip			ISO 8296
Sandaravimo temperatūros intervalas [°C]	107-140			-

## 2 PRIEDAS

### Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms

65 lentelė

Medžiagos (žaliavos) pavadinimas	Kaina, EU (1 kg, m <sup>2</sup> , vnt. arba l)	PLA 20 skaidri pakuotė			PLA 30 skaidri pakuotė			PLA 30 balta pakuotė		
		Šnaudos norma, vnt, m <sup>2</sup> , kg, vnt,	Šnaudos visai apimčiai, m, g	Suma, EU	Šnaudos norma	Šnaudos visai apimčiai, kg, m <sup>2</sup>	Suma, EU	Šnaudos norma	Šnaudos visai apimčiai, kg, m <sup>2</sup>	Suma, Lt
PLA 20 skaidri (m2)	0,9	0,2000	2894,4	2605	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
PLA 30 skaidri (m2)	1	0,0000	0,0	0	1,10	4617,8	4618	0,00	0,0	0
PLA 30 balta (m2)	1	0,0000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,20	406,1	406
Laminavimo medžiaga (m2)	0,492	0,2000	2894,4	1424	1,10	4617,8	2272	0,20	406,1	200
Cyan (kg)	13	0,0009	13,0	169	0,0007	2,9	38	0,0004	0,8	11
Magenta (kg)	13	0,0006	8,7	113	0,0009	3,8	49	0,0005	1,0	13
Yellow (kg)	13	0,0006	8,7	113	0,0008	3,4	44	0,0008	1,6	21
Black (kg)	13	0,0003	4,3	56	0,0009	3,8	49	0,0009	1,8	24
Pantone white (kg)	15	0,0008	11,6	174	0,0090	37,8	567	0,0005	1,0	15
Pantone blue (kg)	15	0,0005	7,2	109	0,0000	0,0	0	0,0000	0,0	0
Pantone red (kg)	15	0,0000	0,0	0	0,0005	2,1	31	0,0002	0,4	6
Pantone gold (kg)	15	0,0003	4,3	65	0,0003	1,3	19	0,0005	1,0	15
Pantone silver (kg)	15	0,0007	10,1	152	0,0000	0,0	0	0,0005	1,0	15
Lakas (kg)	10	0,0003	4,3	43	0,0007	2,9	29	0,0009	1,8	18
Tirpiklis/skiediklis (l)	2,29	0,0030	43,4	99	0,0030	12,6	29	0,0003	0,6	1
Įvorės (vnt.)	0,67	0,000	100,0	67	0,00	0,0	0	0,00	100,0	67
Spaudos formos (vnt.)	35	9,000	25,0	875	9,00	31,0	1085	7,00	22,0	770
Iš viso				6065			8830			1583
PLA 20 skaidri (m2)	0,9	0,2000	3562,4	3206	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
PLA 30 skaidri (m2)	1	0,0000	0,0	0	1,10	5683,5	5684	0,00	0,0	0
PLA 30 balta (m2)	1,05	0,0000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,20	499,9	525
Laminavimo medžiaga (m2)	0,492	0,2000	3562,4	1753	1,10	5683,5	2796	0,20	499,9	246
Cyan (kg)	13	0,0009	16,0	208	0,0007	3,6	47	0,0004	1,0	13
Magenta (kg)	13	0,0006	10,7	139	0,0009	4,7	60	0,0005	1,2	16
Yellow (kg)	13	0,0006	10,7	139	0,0008	4,1	54	0,0008	2,0	26
Black (kg)	13	0,0003	5,3	69	0,0009	4,7	60	0,0009	2,2	29
Pantone white (kg)	15	0,0008	14,2	214	0,0090	46,5	698	0,0005	1,2	19
Pantone blue (kg)	15	0,0005	8,9	134	0,0000	0,0	0	0,0000	0,0	0
Pantone red (kg)	15	0,0000	0,0	0	0,0005	2,6	39	0,0002	0,5	7
Pantone gold (kg)	15	0,0003	5,3	80	0,0003	1,6	23	0,0005	1,2	19
Pantone silver (kg)	15	0,0007	12,5	187	0,0000	0,0	0	0,0005	1,2	19
Lakas (kg)	10	0,0003	5,3	53	0,0007	3,6	36	0,0009	2,2	22
Tirpiklis/skiediklis (l)	2,29	0,0030	53,4	122	0,0030	15,5	35	0,0003	0,7	2

65 lentelės tęsinys

Įvorės (vnt.)	0,67	0,000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
Spaudos formos (vnt.)	35	9,000	25,0	875	9,00	31,0	1085	7,00	22,0	770
Iš viso				7180			10618			1713
PLA 20 skaidri (m2)	0,9	0,2000	4452,9	4008	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
PLA 30 skaidri (m2)	1	0,0000	0,0	0	1,10	7104,4	7104	0,00	0,0	0
PLA 30 balta (m2)	1,05	0,0000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,20	624,8	656
Laminavimo medžiaga (m2)	0,492	0,2000	4452,9	2191	1,10	7104,4	3495	0,20	624,8	307
Cyan (kg)	13	0,0009	20,0	260	0,0007	4,5	59	0,0004	1,2	16
Magenta (kg)	13	0,0006	13,4	174	0,0009	5,8	76	0,0005	1,6	20
Yellow (kg)	13	0,0006	13,4	174	0,0008	5,2	67	0,0008	2,5	32
Black (kg)	13	0,0003	6,7	87	0,0009	5,8	76	0,0009	2,8	37
Pantone white (kg)	15	0,0008	17,8	267	0,0090	58,1	872	0,0005	1,6	23
Pantone blue (kg)	15	0,0005	11,1	167	0,0000	0,0	0	0,0000	0,0	0
Pantone red (kg)	15	0,0000	0,0	0	0,0005	3,2	48	0,0002	0,6	9
Pantone gold (kg)	15	0,0003	6,7	100	0,0003	1,9	29	0,0005	1,6	23
Pantone silver (kg)	15	0,0007	15,6	234	0,0000	0,0	0	0,0005	1,6	23
Lakas (kg)	10	0,0003	6,7	67	0,0007	4,5	45	0,0009	2,8	28
Tirpiklis/skiediklis (l)	2,29	0,0030	66,8	153	0,0030	19,4	44	0,0003	0,9	2
Įvorės (vnt.)	0,67	0,000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
Spaudos formos (vnt.)	35	9,000	25,0	875	9,00	31,0	1085	7,00	22,0	770
Iš viso				8756			13001			1949
PLA 20 skaidri (m2)	0,9	0,2000	4007,6	3607	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
PLA 30 skaidri (m2)	1	0,0000	0,0	0	1,10	6393,9	6394	0,00	0,0	0
PLA 30 balta (m2)	1,05	0,0000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,20	562,4	590
Laminavimo medžiaga (m2)	0,492	0,2000	4007,6	1972	1,10	6393,9	3146	0,20	562,4	277
Cyan (kg)	13	0,0009	18,0	234	0,0007	4,1	53	0,0004	1,1	15
Magenta (kg)	13	0,0006	12,0	156	0,0009	5,2	68	0,0005	1,4	18
Yellow (kg)	13	0,0006	12,0	156	0,0008	4,7	60	0,0008	2,2	29
Black (kg)	13	0,0003	6,0	78	0,0009	5,2	68	0,0009	2,5	33
Pantone white (kg)	15	0,0008	16,0	240	0,0090	52,3	785	0,0005	1,4	21
Pantone blue (kg)	15	0,0005	10,0	150	0,0000	0,0	0	0,0000	0,0	0
Pantone red (kg)	15	0,0000	0,0	0	0,0005	2,9	44	0,0002	0,6	8
Pantone gold (kg)	15	0,0003	6,0	90	0,0003	1,7	26	0,0005	1,4	21
Pantone silver (kg)	15	0,0007	14,0	210	0,0000	0,0	0	0,0005	1,4	21
Lakas (kg)	10	0,0003	6,0	60	0,0007	4,1	41	0,0009	2,5	25
Tirpiklis/skiediklis (l)	2,29	0,0030	60,1	138	0,0030	17,4	40	0,0003	0,8	2
Įvorės (vnt.)	0,67	0,000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
Spaudos formos (vnt.)	35	9,000	25,0	875	9,00	31,0	1085	7,00	22,0	770
Iš viso				7968			11809			183

										1
PLA 20 skaidri (m2)	0,9	0,2000	3562,4	3206	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
PLA 30 skaidri (m2)	1	0,0000	0,0	0	1,10	5683,5	5684	0,00	0,0	0
PLA 30 balta (m2)	1,05	0,0000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,20	499,9	525
Laminavimo medžiaga (m2)	0,492	0,2000	3562,4	1753	1,10	5683,5	2796	0,20	499,9	246
Cyan (kg)	13	0,0009	16,0	208	0,0007	3,6	47	0,0004	1,0	13
Magenta (kg)	13	0,0006	10,7	139	0,0009	4,7	60	0,0005	1,2	16
Yellow (kg)	13	0,0006	10,7	139	0,0008	4,1	54	0,0008	2,0	26
Black (kg)	13	0,0003	5,3	69	0,0009	4,7	60	0,0009	2,2	29
Pantone white (kg)	15	0,0008	14,2	214	0,0090	46,5	698	0,0005	1,2	19
Pantone blue (kg)	15	0,0005	8,9	134	0,0000	0,0	0	0,0000	0,0	0
Pantone red (kg)	15	0,0000	0,0	0	0,0005	2,6	39	0,0002	0,5	7
Pantone gold (kg)	15	0,0003	5,3	80	0,0003	1,6	23	0,0005	1,2	19
Pantone silver (kg)	15	0,0007	12,5	187	0,0000	0,0	0	0,0005	1,2	19
Lakas (kg)	10	0,0003	5,3	53	0,0007	3,6	36	0,0009	2,2	22
Tirpiklis/skiediklis (l)	2,29	0,0030	53,4	122	0,0030	15,5	35	0,0003	0,7	2
Įvorės (vnt.)	0,67	0,000	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0
Spaudos formos (vnt.)	35	9,000	25,0	875	9,00	31,0	1085	7,00	22,0	770
Iš viso				7180			10618			1713
Iš viso				37148			54876			8790