



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

Vaiva Kvedaraitė

POLIMERINIŲ PAKUOČIŲ GAMYBOS YPATUMAI

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Dr. Valdas Miliūnas

KAUNAS, 2016

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

POLIMERINIŲ PAKUOČIŲ GAMYBOS YPATUMAI

Baigiamasis magistro projektas
Grafinių komunikacijų inžinerija (kodas 621H74002)

Vadovas

(parašas) Dr. Valdas Miliūnas

(data)

Recenzentas

(parašas) Lekt. dr. Vaidas Bivainis

(data)

Projektą atliko

(parašas) Vaiva Kvedaraitė

(data)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

(Fakultetas)

Vaiva Kvedaraitė

(Studento vardas, pavardė)

Grafinių komunikacijų inžinerija, kodas 621H74002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

POLIMERINIŲ PAKUOČIŲ GAMYBOS YPATUMAI
AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. gegužės 31 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Vaivos Kvedaraitės**, baigiamasis projektas tema „Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

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

Tvirtinu:

Gamybos inžinerijos (parašas, data)
katedros vedėjas doc. dr. Kazimieras Juzėnas
(vardas, pavardė)

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studijų programa GRAFINIŲ KOMUNIKACIJŲ INŽINERIJA

Magistrantūros studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis projektas yra mokslinio tiriamojo ar taikomojo pobūdžio darbas, kuriam atlikti ir apginti skiriama 30 kreditų. Šiuo darbu studentas turi parodyti, kad yra pagilinęs ir papildęs pagrindinėse studijose įgytas žinias, yra įgijęs pakankamai gebėjimų formuluoti ir spręsti aktualią problemą, turėdamas ribotą ir (arba) prieštaringą informaciją, savarankiškai atlikti mokslinius ar taikomuosius tyrimus ir tinkamai interpretuoti duomenis. Baigiamuoju projektu bei jo gynimu studentas turi parodyti savo kūrybingumą, gebėjimą taikyti fundamentines mokslo žinias, socialinės bei komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinių galimybių išmanymą, informacijos šaltinių paieškos ir kvalifikuotos jų analizės įgūdžius, skaičiuojamųjų metodų ir specializuotos programinės įrangos bei bendrosios paskirties informacinių technologijų naudojimo įgūdžius, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžius, gebėjimą tinkamai formuluoti išvadas.

1. Projekto tema „Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai“ _____

Patvirtinta 2016 m. ___gegužės___ mėn. ___3___ d. dekano įsakymu Nr. ___V25-11-7_____

2. Projekto tikslas įvertinti bioskaidžių polimerinių plėvelių taikymo perspektyvą lanksčių pakuočių gamybai, remiantis įmonės UAB „Aurika“ sintetinių lanksčių pakuočių gamybos patirtimi.

3. Projekto struktūra 1) MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS 2) FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS GAMYBOS DARBŲ APIMTIES SKAIČIAVIMAS 3) TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ KOKYBĖS KONTROLĖ 4) DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA 5) FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI 6) IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

4. Reikalavimai ir sąlygos atlikti pakuočių technologinius skaičiavimus, apskaičiuoti ir suprojektuoti įmonės gamybinius plotus, nustatyti veiksnius galinčius sukelti riziką darbuotojų sveikatai, aptarti technologinio proceso kokybės kontrolę, atlikti bioskaidžios plėvelės storio, trinties koeficiento ir drėkinimo kampo matavimus, atlikti ekonominius skaičiavimus.

5. Projekto pateikimo terminas 2016 m. gegužės mėn. ___31___ d.

6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis.

Išduota studentui Vaiva Kvedaraitė

Užduotį gavau Vaiva Kvedaraitė

(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

Vadovas dr. Valdas Miliūnas

(pareigos, vardas, pavardė)

(parašas, data)

Eil. Nr.	Formatas	Žymėjimas	Pavadinimas	Lapų skaičius	Egz. Nr.	Pastaba
1.	A4		<u>Aiškinamoji dalis</u>	75	1	
2.	A4		Priedai	2		
			<u>Brėžiniai</u>	6		
3.	A1		Tiriamosios dalies rezultatų apžvalga	1	1	
4.	A1		Fleksografinės spaudos pakuočių gamybos technologinių procesų schema	1	1	
5.	A1		Projektuojamos įmonės darbo patalpų planas	1	1	
6.	A1		Techniniai-ekonominiai rodikliai	1	1	
7.	A1		Įmonės analizė	1	1	
8.	A1		Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai	1	1	
Grupė		KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas		Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai		
MDM-4/4	Studentė	V. Kvedaraitė		Žiniaraštis		Laida
	Vadovas	dr. V. Miliūnas				O
	Kat. ved.	doc. K. Juzėnas				
Pr. etapas	Gamybos inžinerijos katedra		2016 - GI - MBP - 01		Lapas	Lapų
MBP	LT - 51424 Studentų 56, Kaunas				1	1

Kvedaraitė, V. Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai. Magistro baigiamasis projektas /vadovas dr. Valdas Miliūnas; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis: Gamybos inžinerija, Technologijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: bioskaidžios plėvelės, pakavimas, trinties koeficientas

Kaunas, 2016. 75 psl.

SANTRAUKA

Baigiamojo projekto tikslas įvertinti bioskaidžių polimerinių plėvelių taikymo perspektyvą pakuočių gamybai, remiantis įmonės UAB „Aurika“ sintetinių lanksčių pakuočių gamybos patirtimi. Todėl šiame darbe buvo nagrinėjami literatūros šaltiniai, susiję su bioskaidžių polimerinių medžiagų taikymu maisto pakuotėms bei atlikta analitinė palyginamoji įprastų sintetinių ir bioskaidžių polimerinių plėvelių mechaninių savybių analizė. Taip pat šiame projekte yra pateiktas bioskaidžių polimerinių pakuočių technologinio gamybos proceso projektavimas, kokybės kontrolės metodai, darbų saugos reikalavimai, profesinės rizikos vertinimas. Paskutinėje darbo dalyje pateikiama įmonės veikla ir pajėgumai įgyvendinant naujus projektus, trumpai pristatytas šiuo metu įmonėje diegiamas projektas – nauja gamybinių ir vadybinių procesų valdymo sistema. Reminatis atliktais finansiniais-ekonominiais skaičiavimais, buvo nustatyta gamybos apimtis ir kaštai, gaminio savikaina ir kaina, projekto atsipirkimo vertės ir laikas, pateikti apibendrinti projekto ekonominiai rodikliai. Projekto pabaigoje yra pateiktos išvados ir pasiūlymai bei projektuojamo pakuočių gamybos padalinio planas.

Kvedaraitė, V. Peculiarities of polymeric packages manufacturing. Master Final Degree Project / Supervisor Assoc. dr. Valdas Miliūnas; Kaunas University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Design.

Study area and field: Production and Manufacturing Engineering, Technological Sciences.

Key words: biodegradable film, packaging, coefficient of friction

Kaunas, 2016. 75 pages.

SUMMARY

The purpose of this research is to evaluate biodegradable polymer films and their application for the making of packaging, based on experience of label and packaging making company Aurika. Therefore in this work all the literature that was analysed was based on biodegradable thin films for food packaging, which was then compared with the data found in literature of none-biodegradable polymers. Also this thesis includes a design for manufacturing line, quality control methods, safety requirements and occupational risk assessment. In the last part of this work the above mentioned company's activities, such as the installation of new process management system, are described. Based on financial - economic calculations the cost of the production, its payback and other economical indicators were calculated and evaluated. At the end of this project there are conclusions and suggestions for a fully functioning process for manufacturing biodegradable thin films.

TURINYS

SANTRAUKA	3
SUMMARY	4
ĮVADAS.....	7
2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS	9
2.1. Polimerinių medžiagų savybės	9
2.2. Bioskaidžios polimerinės medžiagos.....	11
2.2.1. Bioskaidžių polimerinių medžiagų sudėtis.....	11
2.2.2. Nebioskaidūs polimerai pagaminti iš atsinaujinančių išteklių	14
2.2.3. Bioskaidūs polimerai iš atsinaujinančių išteklių	15
2.2.4. Bioskaidūs polimerai iš iškastinių išteklių.....	16
2.2.4. Deguonyje skylantys polimerai	17
2.3. Biopolimerų savybių tyrimai	17
2.4. Bioskaidžių polimerų pritaikymas pakuočių gamybai.....	20
2.5. Bioskaidžių medžiagų standartizavimas	23
2.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas	24
2.7. Metodologinė dalis.....	26
2.7.1. Liekamųjų įtempių nustatymo tyrimas naudojant fototamprumo metodą	26
2.7.2. Polimerinės plėvelės storio įvertinimas.....	29
2.7.1. Trinties koeficiento įvertinimas.....	31
2.7.2. Drėkinimo kampo matavimai	33
Tyrimų išvados.....	35
3. FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS GAMYBOS DARBŲ APIMTIES SKAIČIAVIMAS.....	36
3.1. Technologinio proceso projektavimas	37
3.2. Įrengimų ir darbuotojų kiekio skaičiavimas.....	43
3.3. Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas.....	47
4. TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ KOKYBĖS KONTROLĖ.....	50
5. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA.....	52

5.1. Profesinės rizikos vertinimas	52
5.2. Pažeidžiamų asmenų identifikavimas	56
5.3. Rizikos leistinumą nustatymas.....	56
5.4. Ekologija – alpinkos apsauga.....	58
6. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI.....	59
6.1. Įmonės analizė.....	59
6.2. Įmonės potencialo vertinimas.....	62
6.3. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	63
6.3.1. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas	63
6.3.2. Produkcijos gamybos apimtį planavimas.....	64
6.4. Gamybos kaštų skaičiavimas	65
6.4.1. Tiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas	65
6.4.2. Netiesioginių gamybinių ir veiklos išlaidų skaičiavimas	67
6.5. Gaminių kainos skaičiavimas	69
6.6. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai	70
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	73
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	74

ĮVADAS

Šiais laikais susirūpinta aplinkosauginėmis problemomis, nes dėl didelės aplinkos ir oro taršos keičiasi klimato sąlygos, gyvūnų ir augalų formavimasis ir vystymasis. Pasikeitimai daro įtaką taip pat ir žmonių gyvenimo sąlygoms bei sveikatai. Prie aplinkos teršimo prisideda ir pakuočių pramonės vystymasis ir augimas, nes kasdien yra pagaminamas ir išmetamas didelis kiekis įvairios struktūros polimerinių, popierinių, stiklinių ir kito pakuočių. Tik labai maža jų yra perdirbama, o kai kurių perdirbimo procesas yra brangus ir ilgai trunkantis. Vienos labiausiai teršiančių aplinką pakuočių yra polimerinės, t.y. lanksčios ir standžios pakuotės, nes šios medžiagos labai ilgai yra. Todėl tarptautiniu mastu svarstoma kaip sumažinti žalą aplinkai. Vienas iš būdų - gaminti, rūšiuoti ir perdirbti biologiškai skaidžias polimerines medžiagas, kurios nebūtų prastesnių mechaninių savybių nei kitos polimerinės medžiagos, tačiau greičiau suirtų ir darytų mažiau įtakos aplinkai.

Baigiamojo projekto **tikslas** įvertinti bioskaidžių polimerinių plėvelių taikymo perspektyvą lanksčių pakuočių gamybai, remiantis įmonės UAB „Aurika“ sintetinių lanksčių pakuočių gamybos patirtimi.

Baigiamojo darbo **uždaviniai**:

- išnagrinėti literatūros šaltinius, susijusius su bioskaidžių polimerinių medžiagų savybių ir charakteristikų tyrimais;
- įvertinti bioskaidžių ir sintetinių polimerinių plėvelių fizikines ir mechanines savybes bei parinkti tinkamiausią bioskaidžių plėvelę lanksčių pakuočių gamybai;
- atlikti technologinius skaičiavimus bioskaidžios pakuotės gamybai;
- įvertinti ekonominį naudingumą įmonei gaminant aplinkoje suyrančias pakuotes;
- pateikti pasiūlymus bei išvadas.

1. TECHNINIAI-EKONOMINIAI RODIKLIAI

1 lentelė

Svarbiausieji techniniai-ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Dydis
1.	Darbo dienų skaičius	d.	252
2.	Pamainų skaičius	vnt.	1
3.	Pramoninio-gamybinio personalo skaičius		8
4.	Metinė gamybos programa		
4.1	Tiesiniais metais	m	4376762,86
4.2	Spausdinamos medžiagos kiekis	m ²	4521194,70
4.3	Baigtos produkcijos kiekis	vnt.	4330000
5.	Gamybos kaštai	Eur	1520366,72
6.	Sąlyginio gaminio savikaina	Eur	
	Pakuotė I		0,024
	Pakuotė II		0,033
	Pakuotė III		0,042
	Pakuotė IV		0,042
	Pakuotė V		0,048
	Pakuotė VI		0,068
	Pakuotė VII		0,051
	Pakuotė VIII		0,007
	Pakuotė IX		0,045
	Pakuotė X		0,041
7.	Sąlyginio gaminio kaina	Eur	
	Pakuotė I		0,042
	Pakuotė II		0,058
	Pakuotė III		0,073
	Pakuotė IV		0,073
	Pakuotė V		0,083
	Pakuotė VI		0,118
	Pakuotė VII		0,089
	Pakuotė VIII		0,013
	Pakuotė IX		0,079
	Pakuotė X		0,072
8.	Bendras kapitalas		
8.1	Pagrindinis kapitalas	Eur	0,00
8.2	Apyvartinis kapitalas	Eur	22053,26
9.	Grynasis pelnas	Eur	2260253,179
11.	Grynoji esamoji vertė	Eur	118039,44
12.	Darbuotojo vidutinis atlyginimas	Eur	9275

2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS

Šiais laikais polimerinės medžiagos pakuočių gamyboje neįsivaizduojamos ir beveik nepakeičiamos. Norint suprasti dėl kokių priežasčių polimerinės medžiagos yra taip plačiau naudojamos pakuočių gamyboje, reikėtų aptarti šių medžiagų savybes ir struktūrą.

Polimeras – medžiaga, sudaryta iš besikartojančių struktūrinių vienetų – monomerų – sujungtų kovalentiniais cheminiais ryšiais. Polimerai yra skirstomi į gamtinius (natūralius) ir sintetinius (dirbtinius). Gamtiniai polimerai – krakmolas, natūralus kaučiukas, gintaras, baltymai, nukleorūgštys, celiuliozė. Sintetiniai polimerai yra plastikai ir plastmasės, guminės medžiagos ar skaidulos. Polimerai yra maišomi su kitomis medžiagomis tam, kad būtų išgaunamos pagerintų mechaninių ir kitų savybių medžiagos [1, 2].

2.1. Polimerinių medžiagų savybės

Polimerų tirpumas priklauso nuo sandaros, makromolekulių liaunumo, molekulinės masės ir cheminės sudėties. Polimerinės medžiagos tirpsta tik tam tikruose tirpikliuose, jų molekulės didelės, o tarpmolekulinės jėgos gana stiprios. Todėl polimerai prieš ištirpdami išbrinksta, brinkstanti medžiaga ilgai ištirpsta. Polimerai gali būti tiek labai degūs, tiek nedegūs [3,4].

Polimerų stiprumas tempiant sumažėja po valcavimo, kalimo ir drožimo operacijų. Mažas stiprumas tempiant ir didelis santykinis ištiesimas (ištiesimas nuo pradinės būsenos iki nutrūkstant) būdingas linijiniams polimerams. Stiprumą tempiant galima padidinti mechaniniu būdu. Pavyzdžiui, pluoštų stiprumas tempiant padidėja papildomai juos ištempus, t.y. ištempus jau suformuotus gaminius (“šaltasis ištempimas”) [4].

Polimerinės medžiagos, kurių makromolekulės yra ilgos ir liaunos, yra labai atsparios nuovargiui, jų yra mažas lenkimo modulis arba stiprumas lenkiant. Erdvinės sandaros kietų polimerų (karbamidinių dervų) lenkimo modulis didesnis, bet mažesnis atsparumas lankstymui. Polimerai, turintys ilgas makromolekules ir daug skersinių ryšių jose – kietesni [4].

Didelės molekulinės masės polimerai, nuo šilumos ir slėgio tampantys plastiškai ir lengvai formuojami, o ataušę išlaiko jiems suteiktą formą vadinami plastikais. Pagal sudėtį plastikai skirstomi į paprastuosius ir sudėtinius. Paprastieji plastikai yra mechaniškai apdorotos dažytos polimerinės dervos. Sudėtiniai plastikai papildyti papildomomis medžiagomis – užpildų: mediena, popieriumi, kreida, stiklu, suodžiais ir kt. [4].

Taip pat polimerus galima skirstyti pagal fiziko-chemines savybes:

- Termoplastus, kurie suminkštėja pakaitinus ir sukietėja atvėsinus. Pavyzdžiui, akrilonitrilas-butadienas-stirenas – ABS, polikarbonatas – PC, polietilenas – PE,

polietileno tereftalatas – PET, polivinilchloridas – PVC, poli (metil metakrilatas) – PMMA, polipropilenas – PP, polistirenas – PS.

- Termoreaktingus, kurie temperatūros poveikyje pasikeičia negrįžtamai. Pavyzdžiui, poliepoksidas – EP, fenolio formaldehido dervos – PF.
- Elastomerus - tamprus polimerus, kurie veikiami jėgos gali išsitempti arba susispausti, o panaikinus jėgą sugrįžti į pradinę padėtį.[4]

Polimerai gali būti pagaminti iš atsinaujinančios (augalinės arba gyvulinės kilmės) ir išskastinės (nafta, natūralios dujos, akmens anglis) žaliavos. Pagal atsparumą mikroorganizmams polimerai skirstomi į bioskaidžius (polilaktidas – PLA, polihidroksialkanoatas – PHA, regeneruota celiuliozė, krakmolai, linijinis poliesteris) ir nebioskaidžius (polietilenas – PE, polipropilenas – PP, polistirenas - PS) [5].

Polimerinių medžiagų bioskilimas

Nagrinėjant bioskaidžias medžiagas reikia suprasti patį bioskilimo procesą. Bioskilimas - tai medžiagos skilimas biologinėje aplinkoje. Terminas biologinis skilimas gali turėti daugybę prasmų. Jis apima reakcijas, kurios įvyksta ir per keletą minučių, ir per daugelį metų. Polimerinių medžiagų skilimą gali sukelti mechaninis poveikis, šiluma, šviesa, hidrolizė, aktyvios biodalelės – laisvieji radikalai ir fermentai [6].

Greitai biologiškai skyla lengvai besihidrolizinantys polimerai. Makromolekulių lankstumas taip pat turi didelės įtakos polimerų stiprumui. Kietos makromolekulės (polistirenas, polimetilmetakrilatas) gali mechaniškai lengvai deformuotis ir to pasekoje nutrūkti tarpatominiai ryšiai. Polimerų skilimas suprantamas, kaip cheminių procesų, pakeičiančių polimerų cheminę struktūrą, visuma. Skilimo metu nutraukiami cheminiai ryšiai ir pasikeičia polimerų molekulinė masė. Polimerų skilimas biologinėje aplinkoje yra fizikinių ir cheminių procesų visuma.

Vienu metu biomedžiagas veikia daugybė ardančiųjų procesų ir jie paspartina skilimą. Brinkimas, vandens sorbcija praplečia reakcijų plotą, skilimo produktai gali keisti terpės pH ir inicijuoti tolesnes reakcijas. Polimerų hidrolizės metu pasigamina daug hidrofilinių dalelių, dėl to polimeras brinksta ir atsiranda galimybė skilimo produktams prasiskverbti į gilesnius sluoksnius [6].

Fiziniai ir cheminiai procesai, lemiantys polimerų bioskilimą

Fiziniai procesai	Cheminiai procesai
Sorbcija	<u>Termolizė:</u>
Brinkimas	Radikalinis skilimas
Minkštėjimas	Depolimerizacija
Tirpimas	<u>Oksidacija:</u>
Mineralizacija	Cheminė
Ekstrakcija	Termooksidacija
Kristalizacija	<u>Solvolizė:</u>
Dekristalizacija	Hidrolizė
Skilimas nuo spaudimo	Alkoholizė
Nusidėvėjimas	Aminolizė ir t.t.
Skilimas nuo smūgių	<u>Fotolizė:</u>
	Regimosios šviesos spinduliuotė
	Ultravioletinės šviesos spinduliuotė
	<u>Radiolizė:</u>
	γ -spinduliuotė
	Elektronų srautas

Vienu metu gali veikti ne vienas procesas, o keletas, kai vienas procesas gali inicijuoti arba pagreitinti kito proceso veikimą. Beveik visada polimerų bioskilimą inicijuoja hidrolizė arba oksidacija, nes nėra tokio polimero, kuris būtų visiškai atsparus bioskilimui [6].

2.2. Bioskaidžios polimerinės medžiagos

Pastaruoju metu didelis dėmesys yra skiriamas maisto pakuočių gamybai iš biopolimerinių ir bioskaidžių medžiagų. Reikia paminėti, kad ne visi biopolimerai yra bioskaidūs, todėl itin svarbu suprasti kuo šios medžiagos skiriasi ir komunikuoti apie jas skirtingai, nesutapatinant jų. Daugiausiai biologiškai skaidžias medžiagas pakuočių gamyboje naudoja maisto pramonė, nes šios pakuotės tinka atliekų su maisto likučiais tvarkymui.

2.2.1. Bioskaidžių polimerinių medžiagų sudėtis

Žaliava, tinkanti valgomosioms ir biologiškai irioms plėvelėms bei dangoms, yra organinės medžiagos, naudojamos proteino, polisacharido arba lipido pavidalu. Proteininės medžiagos būna gyvulinės ir augalines kilmės – tai gyvuliniai audiniai, pienas, kiaušiniai, grūdai, aliejaus turtingos sėklos. Polisacharido klasei galima priskirti krakmolą, kitus angliavandenius, augalų saks,

skaidulas. Lipidai taip pat naudojami dangoms sudaryti, bet jie nėra polimerinės medžiagos ir nesudaro pakankamai stiprios plėvelės, todėl dažniausiai būna derinami su kitomis plėvelės sudarančiomis medžiagomis [7].

Plėvelės, kurių pagrindas yra proteinai ir polisacharidai, turi geras užtvartinės savybes deguonies skverbimuisi bei neblogas mechanines savybes, bet nėra atsparios drėgmės poveikiui. O plėvelės, kurių pagrindas yra lipidai, turi geras užtvartinės savybes drėgmės poveikiui, bet paprastai yra matinės ir mažai atsparios mechaniniam poveikiui [7].

Dabar paplitusios biologiškai irios pakuočių medžiagos yra plastikai, kurių pagrindas yra krakmolai. Kuriamos ir kitos biologiškai irios medžiagos tokios kaip polihidroksialkanatai, polikaprolaktamas, polivinilo alkoholis. Pramoniniu būdu gaminami ir atsparūs vandeniui biopolimerai. Tokius biopolimerus sudaro krakmolo ir biologiškai iraus sintetinio polimero molekulių mišinys, kuriame 60–85% sudaro krakmolai, likusią dalį –hidrofilinis sintetinis polimeras, pavyzdžiui, etileno ir vinilo alkoholio kopolimeras, arba hidrofobinis sintetinis polimeras, pavyzdžiui, polikaprolaktamas. Dalis šių medžiagų irimo produktų liks dirvoje, tačiau jos tik pagerins dirvos kokybę [7].

Biologiškai iriose pakuočių medžiagose taip pat būna įvairių priedų: plastifikatorių, stabilizatorių, dažiklių, tačiau tokių medžiagų kiekiai dažniausiai labai maži. Pagal LST EN 13432 standartą, jie negali turėti toksinio poveikio augalams ir gyviems organizmams arba kaip nors kitaip kenksmingai veikti aplinką. Taip pat biologiškai irias medžiagas galima panaudoti pūdinio (komposto) gaminimui. Procesas vertinamas kaip biologinis grąžinamasis perdirbimas ir įskaitomas į grąžinamai perdirbtų pakuočių kiekį. Kita svarbi šios medžiagos savybė yra tai, kad jos gaminamos iš atsinaujinančių žaliavų. Šios pakavimo medžiagos gali būti naudojamos ne vien tik maisto produktų pakavimui, bet ir pakeisti kai kurias sintetines medžiagas, ir dėl to, kad sugeba gerai irti, tokios medžiagos liks patrauklios aplinkosauginiu požiūriu [7].

Kaip skirstomi biopolimerai pagal organizacijos „European Bioplastics“ rekomendacijas yra pateikta 1 paveiksle. Kai kurių biopolimerų (bioplastikų) sudėties pagrindą nesudaro biomasė, todėl jie šiuo požiūriu yra skirstomi į 4 grupes:

1. sudarytus pagrindu iš biomasės, bet ne bioskaidžius;
2. sudarytus pagrindu iš biomasės ir bioskaidžius;
3. nesudarytus pagrindu iš biomasės, bet bioskaidžius;
4. nesudarytus pagrindu iš biomasės ir nebioskaidžius.

Grafike (**1 pav.**) horizontalioji ašis nurodo bioskaidumą, vertikalioji – žaliavų šaltinį (iškastinės ar atsinaujinančios medžiagos).

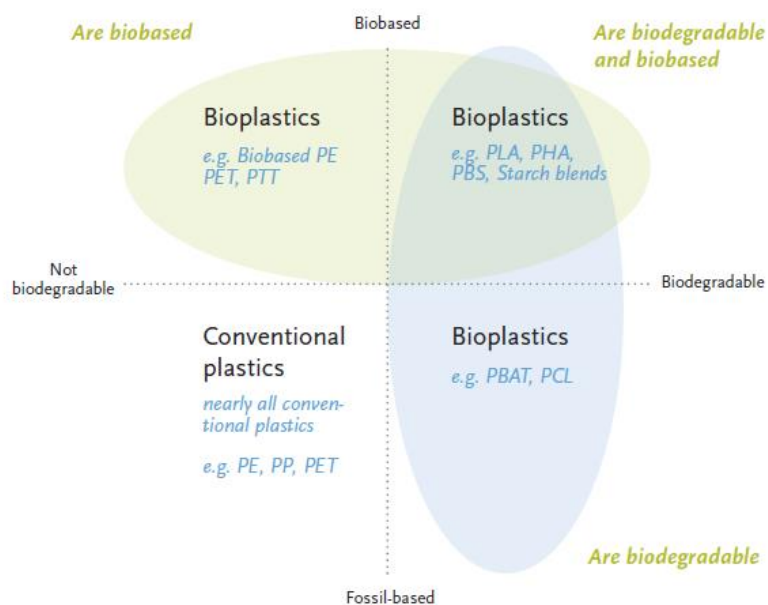
Biomasės pagrindu pagaminti biopolimerai yra sudaryti dalinai iš augalinės kilmės žaliavos (cukranendrės, celiuliozė, kukurūzai ir kt.). Pagal organizacijos „European Bioplastics“ apibrėžimą biopolimero gamyba pagrįsta cheminiu procesu, kurio metu mikroorganizmai esantys aplinkoje gali suskaidyti polimerus iki natūralių medžiagų kaip vanduo, anglies dioksidas ar kompostas. Šių biopolimerų suskaidymas priklauso nuo aplinkos sąlygų (vietos ar temperatūros) ir nuo pačio polimero struktūros.

Pirmoji grupė – nebioskaidūs polimerai (plastikai), tačiau gaminami iš atsinaujinančių žaliavų ir jų pagrindą sudaro augalinės kilmės medžiagos.

Antroji grupė polimerų (plastikų) yra bioskaidūs ir pagrinde gaminami iš augalinės kilmės žaliavų.

Trečioji grupė – polimerai (plastikai,) kurie suskyla biologiškai, tačiau pagaminti iš tradicinių (ne biomasės) žaliavų.

Ketvirtoji grupė – tradiciniai polimerai (plastikai), nebioskaidūs ir gaminami iš tradicinių cheminių ar iškastinių žaliavų. Jie šiuo metu užima daugiau nei 90 % visų gaminamų plastikų.



1 pav. Plastikų skirstymas pagal skaidumą ir biomasės naudojimą plastikų sudėtyje pagal „European Bioplastics“ (EuBp) [5]

Antroji ir trečioji grupės plastikų yra bioskaidūs nors jų sudėtis skiriasi. Biodegradacija gali vykti abiotinėmis ir biotinėmis sąlygomis, ir susideda iš dviejų pagrindinių etapų – fragmentacijos ir mineralizacijos. Pirmasis biodegradacijos etapas yra fragmentacija, kurio metu plastikai suyra iki labai mažų dalelių. Mineralizacija - procesas, einantis po fragmentacijos, kurio metu plastiko dalelės

suyra iki neorganinių medžių, organinė anglis virsta neorganine. Biodegradacija yra visiškas mikrobiologinis fragmentuotų medžiagų įsisavinimas kaip maisto šaltinis mikroorganizmams. Terminas biologinis skaidumas nesuteikia aiškios informacijos apie įrimo proceso sąlygas ir laiką, todėl šalia šio termino yra naudojamas kompostavimo terminas. Kompostavimo procesas turi atitikti specifines aplinkos sąlygas ir kompostavimo ciklo laikotarpį [5].

Tarp skirtingų bioskilimo procesų kompostavimas yra kontroliuojama organinė perdirbimo procedūra, atliekama aerobinėmis sąlygomis, kurios metu organinės medžiagos perdirbamos mikroorganizmų. Kompostavimas yra visiškas bioskaidžių plastikų asimiliavimas per 180 dienų kompostavimo aplinkoje. Tinkamos kompostavimui medžiagos yra apibūdinami valstybiniuose ir tarptautiniuose standartuose (pvz.: EN 13432, ASTM D6400 ir kt.). Kadangi polimerų ar plastikų jautrumas bioskilimui priklauso nuo cheminės polimero struktūros, bioskilimui įtakos neturi ar polimeras pagamintas iš atsinaujinančių išteklių, ar iš neatsinaujinančių. Svarbiausia bioskilimo proceso metu – galutinė polimero struktūra. Bioskaidūs polimerai dėl šios priežasties gali būti gaminami iš abiejų rūšių išteklių [5].

2.2.2 Nebioskaidūs polimerai pagaminti iš atsinaujinančių išteklių

Nors pakavimo srityje, atsižvelgiant į maisto pramonę, didelis dėmesys yra skiriamas bioskadžiams pakuotėms, nebioskaidžios polimerinės medžiagos, pagamintos iš atsinaujinančių išteklių, irgi labai populiarios. Kadangi šios medžiagos yra beveik identiškos savo savybėmis medžiagoms, gautoms iš iškastinių išteklių, jos labai plačiau pradėtos taikyti pramonėje. Kaip pavyzdys galėtų būti vadinamasis „žalioji polietileno“ – kuriame etilenas yra polimerizuojamas iš etanolio, procesas vykdomas fermentuojant organinę medžiagą. Yra keletas grupių „žaliojo“ etileno, gaunamo tiek iš didelio, tiek iš mažo tankio polietileno [5].

Kitas atsinaujinančių išteklių panaudojimo pavyzdys yra PET buteliai. Šie buteliai yra sudaryti iš PET, pagaminti iš tereftalato rūgšties (70% masės) ir etileno glikolio (30% masės). Tereftalato rūgštis gaunama iš naftos, tuo tarpu glikolis gaunamas iš etanolio (fermentuojant daržovių žaliavą). Tokie buteliai gali būti lengvai perdirbti ir surinkti kartu su tradicinėmis PET pakuotėmis [5].

Šiuo metu kuriami 100 % biomasės pagrindu parenti PET buteliai. Bio – PET buteliai būtų gaminami iš organinių medžiagų, tokių kaip: žolė, medžio žievė ir kukurūzai, kurie nenaudojami gaminant maisto produktus. Ateityje taip pat ketinama panaudoti agrokultūros (pvz.: bulvių lupenas) ir kitas biologines atliekas. Pagaminti 100 procentų biomasės butelį reikia gauti tereftalato rūgštį iš atsinaujinančių išteklių. Yra keli cheminiai būdai gauti tereftalato rūgštį iš p-ksileno, bet šiuo metu 100 % PET nėra paruoštas rinkai. Alternatyva visiškai biopagrindu pagaminto PET plastiko

pakeitimui galėtų būti polietilenfuranoatas (PEF), poliesteris visiškai pagamintas biopagrindu, tam pačiam tikslui kaip ir PET, tačiau su dar geresnėmis savybėmis maisto pakuočių gamybai [5].

2.2.3. Bioskaidūs polimerai iš atsinaujinančių išteklių

Pagrindinės bioskaidžių polimerų grupės gaminamos iš atsinaujinančių išteklių (įskaitant pagamintus cheminės sintezės iš biologinių monomerų metu ir pagamintus naudojant mikroorganizmus ar modifikuotas bakterijas) yra šios:

- Polilaktido rūgštis (PLA).
- Termoplastinis krakmolos (TPS), krakmolos sumaišytas su alifatiniais poliesteriais ir ko – poliesteriais arba krakmolo esteriais, krakmolos sumaišytas su natūraliomis medžiagomis.
- Poliesteriai su mikrobiologinės prigimties poli(hidrooksialkanoatais) (PHAs), įskaitant valerijono, sviesto ir heksano rūgšties kopolimerus PHBV, PHBH.
- Celiuliozės esteriai, regeneruota celiuliozė.
- Mediena ir kitos natūralios medžiagos.

Šiuo metu rinkoje yra daug skirtingų bioskaidžių polimerinių medžiagų. Daugiausiai dėmesio pritraukiantys yra polilaktidai, polimerų ir krakmolo kompozitai, polihidrooksialkanoatai ir naujos celiuliozės plėvelės. Jie pasižymi gerų savybių visuma suderinama su tradiciniais plastikais, jų gamybos apimtys auga, o kainos palyginti panašios į įprastų plastikų [5].

Polilaktido rūgštis - PLA

PLA -Polilaktidas – alifatinis poliesteris gaunamas polikondensacijos būdu, kondensuojant laktido rūgštį, kuri gaunama iš kukurūzų krakmolo, fermentuojant jį bakterijomis. PLA gali būti naudojama gaminant:

- lanksčias pakuotes (dviašes orientuotas plėveles, daugiasluoksnes plėveles su užsandinamu sluoksniu);
- presuotas, tvirtas ir termiškai suformuotas plėveles;
- išliejimo būdu suformuotas pakuotes;
- laminuoto popieriaus išspaudimui [5, 10].

Polimerų – krakmolo kompozitai

Ryškus progresas pastebimas bioskaidžių polimerų – krakmolo kompozitų srityje. Šie kompozitai yra naudojami termiškai suformuojamoms ir lanksčioms plėvelėms gaminti. Taipogi jie naudojami padėklų, dėžučių, transportavimo pakuočių putų užpildui, tvirtų pakuočių suformuojamu injekcinio liejimo būdu gamybai ir kaip popieriaus ar kartono danga.

Kadangi dėl prastų mechaninių savybių (trapumo) ir hidrofilinio pobūdžio vieno krakmolo kaip pakavimo medžiagos, negalima pritaikyti, krakmolo kompozitai gaunami į jų sudėtį įmaišius

plastifikatorių arba kitų polimerinių priedų. Krakmolas gali būti modifikuotas mechaniškai ar chemiškai. Žinoma kaip bioskaidi ir nebrangi medžiaga krakmolas labai plačiai naudojamas pakuočių gamybos srityje. Baltymų pagrindu pagaminta medžiaga turi siekiamas barjerines ir plėvelės formavimo savybes[9].

Polihidrooksiakanoatai (PHA)

Polihidrooksiakanoatai yra didelė kopolimerų grupė pasižyminti tiek minkštų, tiek kietų medžiagų savybėmis, priklausomai nuo jų struktūros. PHA gali būti sumaišyti su kitais bioskaidžiais polimerais, suformuojant bioskaidžius mišinius. PHA gali būti naudojami gaminant kalandrines dangas ir injekciniu būdu išliejamus daiktus. [10]

Naujos kartos celiuliozės plėvelės

Naujos kartos kompostuojamos plėvelės tampa vis plačiau naudojamos. Svarbiausios šių medžiagų savybės yra šios:

- puikios optinės savybės;
- aukštos deguonies ir kvapų barjerinės savybės;
- vandens garų barjerinės savybės;
- termiškai ir chemiškai atsparios bei atsparios riebalams;
- natūralios antistatinės savybės.[5]

2.2.4. Bioskaidūs polimerai iš iškastinių išteklių

Atkreipiant dėmesį į bioskaidžių polimerų „statybinius blokus“, juos galima išskirstyti į 2 pagrindines grupes:

- polimerus gautus iš atsinaujinančių išteklių (aprašyti ankstesniame skyriuje);
- poliesterius gaunamus iš iškastinio kuro.

Pagrindinis skirtumas tarp šių medžiagų – pradinių medžiagų kilmė. Kadangi abiejų grupių polimerai yra bioskaidūs, yra galimybė juos visus kompostuoti – pasiūlant alternatyvią jų gyvavimo pabaigos galimybę. Nepaisant to reikia atsižvelgti, kad pradinė klasifikacija yra tikrai teorinė, kadangi dauguma gamintojų naudoja polimerų mišinius pvz., sumaišant bioskaidžius abiejų grupių polimerus. Bioskaidžių polimerų pavyzdžiai gaminami iš iškastinių išteklių:

- sintetiniai alifatiniai poliesteriai – polikaprolaktonas (PCL), polibutileno sukcinatas (PBS);
- sintetiniai alifatiniai – aromatiniai kopolimerai, tokie kaip polietileno tereftalatas/sukcinatas (PETS);
- poli(vinil alkoholis) (PVOH) - bioskaidus vandenyje tirpus polimeras [5].

2.2.4. Deguonyje skylantys polimerai

Šias medžiagas galima įsigyti parduotuvėje ir jos dažniausiai yra pažymėtos kaip aplinkai draugiškos bioskaidžios medžiagos. Tačiau tam, kad pagaminti deguonyje skylančius polimerus, gamintojai į bioskaidžius polimerus prideda tam tikrų skylimą greitinančių priedų. Šios medžiagos suskyla į mažus gabalėlius (fragmentuojasi) ir tampa plika akimi aplinkoje nematomi. Tačiau medžiagos fragmentacija yra tik pirmo laipsnio skilimas, o sekantis būtinas skilimo žingsnis medžiagoms, kurios vadinamos bioskaidžiomis, yra mineralizacija. Mineralizacijos proceso buvimas tokio tipo plastikų degradacijoje nėra įrodytas [5].

2.3. Biopolimerų savybių tyrimai

Kadangi biopolimerų kūrimas ir vystymas yra aktualūs ne vien pakuočių gamybos pramonėje, biopolimerus tiria įvairūs biopolimerinių medžiagų tyrimų institutai, centrai, laboratorijos, universitetai ir privačios įmonės. Kiekvienas tyrimas ar eksperimentas turi savo specifines sąlygas ir paskirtį, todėl šioje apžvalgoje yra pateikiami tik pagrindiniai ir nedetalizuoti tyrimų metodai ir sritys [12]:

1. fizinių savybių: temperatūros poveikio, mechaninio atsparumo, struktūrinių ir morfologinių savybių;
2. cheminių savybių: polimero sudėties ir molekulinės struktūros;
3. polimero modifikacijų ir jo priedų;
4. biodegradacijos ir kompostavimo.

Fizinių savybių tyrimai:

- Vienalytės ar daugiakomponentės medžiagos terminio stabilumo analizė (degradacijos temperatūros nustatymas).
- Terminio stabilumo analizė ir masės spektrometrija lakiųjų medžiagų procentinei daliai nustatyti.
- Terminų perėjimų analizė (stiklėjimo, kristalizacijos ir tirpimo sąlygų bei temperatūrų nustatymas).
- Mechaninių savybių vertinimas kambario temperatūros sąlygomis (tamprumo modulio, įtempių ir deformacijų nustatymas, tempimo bandymai ir statistinė rezultatų analizė).
- Viskoelastinio medžiagos atsipalaidavimo (relaksacijos) nustatymas (taikant dinaminę mechaninę analizę vieno ar kelių dažnių režimu).
- Kristalinės fazės struktūrinė analizė [12].

Tiriant polimerų tinkamumą pakuočių gamybai, vieni iš pagrindinių mechaninių matavimų yra šie:

- Polimero tankis (ρ , g/cm³).
- Tamprumo savybių nustatymas: atsparumas tempimui (S , MPa), tempimo modulio nustatymas (E , GPa) ir ribinė deformacija (%).
- Konkrečių tamprumo savybių nustatymas: konkretaus tempimo stiprumo riba (s^* , Nm / g) ir specifinis tamprumo modulis (E^* , visų kNm / g).
- Būdingos temperatūros: stiklėjimo temperatūra (T_g , ° C) ir lydymosi riba (T_M , ° C)[11].

Bioskaidžių polimerinių medžiagų ir produktų gamintojai, siekdami gauti sertifikatus, kad jų gaminiai atitinka keliamus reikalavimus, privalo atlikti biodegradacijos testus sertifikuotoje laboratorijoje. Biodegradacija yra tikrinama įvairiais lygiais ir metodais. Medžiagos degradacijos proceso pokyčių stebėjimui yra naudojami šie metodai: diferencinio skenavimo kalorimetrija (DSC), atominių jėgų mikroskopija (AFM), terminės analizės dinaminis metodas (DMA), gelio prasiskverbimo chromatografija (GPC), masės spektrometrija (MS), branduolinio magnetinio rezonanso (BMR) ir infraraudonųjų spindulių absorbcijos (IR) spektroskopijos. [13].

Medžiagos sudėties ir molekulinės struktūros tyrimai:

- Kietos būsenos medžiagos savybių nustatymas, naudojant infraraudonųjų spindulių spektroskopiją (naudojamas FTIR, Furjė transformacijos infraraudonųjų spindulių spektrometras).
- Medžiagos tirpumo ir polimero masės procentinis nustatymas (cheminės analizės).
- BMR (branduolinis magnetinis rezonansas) polimerų spektroskopija.
- Polimero molekulinės masės įvertinimas, naudojant GPC techniką (gelio prasiskverbimo chromatografijos metodu).
- Priedų analizė, naudojant masės spektroskopiją.
- Bioskaidžių poliesterio kopolimerų (PHA) charakteristikų nustatymas [12].

Polimero savybių modifikavimas, naudojant cheminius sintezės kelius:

- Cheminių priedų sintezės tyrimai.
- Polimerinių medžiagų fizikinių savybių nustatymas.
- Polimerų modifikavimas, siekiant specifinių savybių suteikimo (polimero atsparumo tirpikliams)[12].

Polimero savybių modifikavimas, naudojant fizinius sintezės kelius:

- Konkretaus polimero savybių modifikacija, pridedant mažamolekulinius priedus (pvz.: plastifikatoriai, polimero grandžių ilgintuvai, stabilizatoriai, kitokias savybes turintys polimerai).
- Dviejų polimerų komponentų maišymas [12].

Vykdomi ne tik bioskaidžių polimerinių medžiagų fiziniai ir cheminiai, bet ir galutinio produkto - plėvelių, kietų ir lanksčių pakuočių, dengtų medžiagų - savybių tyrimai. Yra testuojamos pagrindinės bioskaidžių polimerinių gaminių savybės (medžiagos barjerinės savybės, senėjimas, patvarumas, terminės ir mechaninės charakteristikos), reikalingos pramoniniam pritaikymui ir naudojimui. Ypač kruopščiai yra tiriamos maisto pakuotės, kurioms svarbus kontaktas su maistu [12].

Biopolimerinių pakuočių tyrimai:

- Plėvelių perdirbimo, liejimo, maišymo, reologinių savybių tyrimai.
- Projektuojamo laboratorijoje biopolimerinio gaminio mechaninių ir molekulinę savybių matavimai.
- Medžiagos elgesio gamtos sąlygomis nustatymas (pvz.: naudojant „Xenotest“ metodą).
- Suminis organinės anglies ir biomasės nustatymas biopolimero medžiagoje.
- Vandens garų, deguonies ir anglies dioksido pralaidumo matavimai.
- Tamprumo savybių nustatymas (stresiniai lūžio ir pailgėjimo taškų, tamprumo modulio).
- Atsparumo plyšimui ir smūgiams nustatymas.
- Sandarinimo savybių nustatymas (didžiausia galima apkrova, sandarinimo atsparumas).
- DSC (diferencinė skenavimo kalorimetrija) ir FTIR (infraraudonųjų spindulių spektroskopija).
- Sensorinė analizė [12].

Taip pat vykdomi pagal standartus numatyti biodegradacijos ir kompostavimo tyrimai laboratorijos sąlygomis bei pasinaudojant pramoninio kompostavimo paslaugomis [12].

2.4. Bioskaidžių polimerų pritaikymas pakuočių gamybai

Europos bioplastikų asociacijos duomenimis daugiau nei trečdalis plastiko yra panaudojamas pakuočių gamyboje, t.y. apie 100 mln. tonų pasaulio mastu ir 20 mln. tonų Europos Sąjungoje. Todėl pakuočių gamybos rinka yra didelė ir palanki biopolimerinių medžiagų pritaikymui. Pasauliniu mastu (2013 m.) biopolimerinių medžiagų naudojimas pakuočių gamybai siekė apie 1,6 mln. tonų. Šiuo metu yra pastebimas didelis biopolimerų poreikis maisto pakavimo srityje, todėl labai daug vykdomų tyrimų yra skirti biopolimerų pritaikymui būtent šioje srityje. Prognozuojama, kad iki 2018 metų biopolimerų gamyba išaugs iki 6,7 mln. tonų. Prie biopolimerų tyrimų ir taikymo pakuočių gamybos srityje prisideda Europos Sąjungos 2020 metams išsikeltas strateginis tikslas - pereiti iš neatsinaujinančių išteklių paremtos ekonomikos į bio-ekonomiką. Europos Komisijos 2013 metų darytos apklausos duomenimis (eurobarometro apklausa, 2013 m.) apie 80 procentų respondentų, EU vartotojų, pirmenybę skirtų pakuotėms, darančios minimaliausią įtaką aplinkai. Tai rodo, kad biopolimerų paklausa didėja ir vartotojų požiūris į aplinkos išteklius tausojančias medžiagas keičiasi. Biopolimerų pasiūla pakuočių pramonei kasmet didėja dėl tobulinamų medžiagų ir jų savybių [14, 15].

Trys pagrindiniai biopolimerinių medžiagų trūkumai, kurie trukdo jas pritaikyti pakuočių gamyboje yra standartų neatitinkančios eksploatacinės savybės, kaina ir apdorojimas. Mažos apdirbimo galimybės, prastos dujų ir skysčių barjerinės bei nesubalansuotos mechaninės savybės, trukdo biopolimerinių medžiagų pritaikymui įvairių pakavimo produktų gamybai. Nuolat kuriamos ir tobulinamos biopolimerinės medžiagos, kurios atitiktų įprastų polimerų savybes, kainą ir pritaikymo galimybes.

Šiuo metu kietų pakuočių gamyboje jau pritaikytos ir plačiai naudojamos biopolimerinės medžiagos yra šios: PLA (polilaktido rūgštis), PBS (polibutileno sukcinatas), PHA (polihidroksi alkanooatai), PEF (polietilenfuranoatai), bio-PET (polietilentereftalatas) ir bio-PE (polietilenas) [14]. Taip pat naujos kartos celiuliozės, krakmolo kompozitai.

Žinomos įmonės tokios kaip „Coca-Cola“, „Vittel“, „Volvic“, „Heinz“ bio-PET naudoja gėrimų ir kitų skysčių pakuočių gamybai, o „Procter & Gamble“ ir „Johnson & Johnson“ bio-PE kosmetikos produktų pakuotėms [14]. Nors bio-PET ir bio-PE nėra bioskaidūs polimerai, šių biopolimerų naudojimas gamyboje ženkliai sumažina CO₂ emisiją ir prisideda prie išteklių išsaugojimo.

Lanksčių pakuočių (įskaitant etiketes ir įvairias plėveles) gamyboje naudojamos įvairios biopolimerinės medžiagos, daugiausiai dėmesio yra kreipiama į bioskaidžius polimerus, skirtus maisto pakuotėms.

Populiariausių biopolimerų, naudojamų pakuočių gamyboje, pritaikymo galimybės pakavimui yra pateiktos 3 lentelėje [14].

Kaip matyti iš pateiktos 1 lentelės tokie bioskaidūs polimerai kaip PLA, PHA, PBS celiuliozė, krakmolai ir mišiniai iš PHA, PLA yra plačiai pritaikomi pakavimui, nors žinoma dėl specifinių savybių jie nėra tinkami visų rūšių pakuotėms.

3 lentelė [14]

Biopolimerų apdorojimas ir panaudojimas pakuočių gamybai

Procesas	Mišiniai pagaminti iš											
	PLA	PHA	PBS	Celiuliozinė medžiaga	Krakmolai	PBS	PHA	PLA	PBAT	Bio-PE	Bio-PET	
Pūstos plėvelės ekstruzija	o	o	+	o	+	+	+	++	++	++	o	
Lietos plėvelės ekstruzija	++	+	+	+	+	+	+	++	+	++	+	
Koekstruzija	+	+	+	o	+	++	++	++	++	++	++	kaip komponentas
Laminavimas	+	+	+	++	+	++	+	+	++	+	+	
Popieriaus laminavimas	+	+	+	o	++	+	+	+	+	++	o	
Termoformavimas	++	+	o	o	+	+	+	++	o	o	++	
Injekcinis liejimas	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+	
Liejimas išpučiant	++	+	+	o	+	++	+	++	+	+	++	ruošiniai
Injekcinis liejimas išpučiant	+	+	o	o	o	o	o	+	o	o	++	
Lanksčios pakuotės												
Maišelis	+	o	+	+	++	+	+	++	++	++	+	
Skaidri plėvelė	++	o	o	++	o	+	o	++	o	++	++	
Išorinės pakuotės	o	o	+	++	++	+	+	++	+	++		
Tampri plėvelė	o	o	o	o	o	o	o	o	+	++	o	
Susitraukianti plėvelė	+	o	o	o	o	o	+	+	++	+	+	
Pirkinių/šiukšlių maišai	o	o	o	o	++	++	++	++	++	++	o	
Tinkleliai	o	o	o	o	+	++	+	++	+	++	o	
Etiketės	+	+	o	o	+	+	+	+	++	++	+	
Kietos pakuotės												
Buteliai	+	+	o	o	o	+	+	+	o	+	++	
Skaidrūs dėklai	++	o	o	o	o	o	o	+	o	o	++	
Kiti dėklai	+	+	o	o	+	+	+	+	+	++	++	
Konteineriai (dideli)	+	++	o	o	+	++	+	+	+	++	+	
Tūbos	o	o	o	o		++	+	++	+	++	o	
Kamšteliai	+	+	o	o	+	++	+	++	+	++	+	
Puodeliai	++	+	o	o	o	++	++	+	+	+	+	
Pūslelinė pakuotė	++	+	o	o	+	+	+	+	+	o	++	
Lieta puta	+	+	o	o	++	+	+	+	o	+	o	
Stalo įrankiai	+	+	o	++	++	++	+	+	+	+		

++ labai tinkamas; + dalinai arba gerai tinkamas; o netinkamas

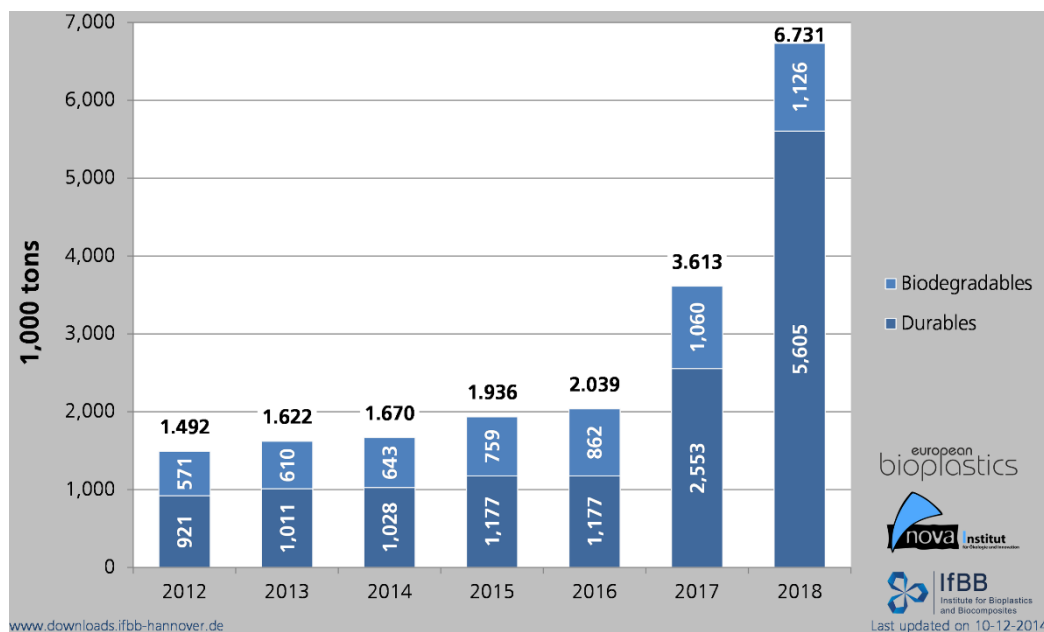
Polilaktido rūgštis (PLA) tinkama maišelių, skaidrių, susitraukiančių plėvelių, etikečių ir beveik visų rūšių kietų pakuočių gamybai. Polihidroksialkanoatai (PHA) ypač gerai pritaikomi konteinerių gamybai, taip pat tinkami kietoms, bet netinkami lanksčioms pakuotėms. Polibutileno

sukcinatas (PBS) tinkamas maišelių ir išorinių pakuočių gamybai, t.y., neskirtas kontaktui su maistu. Taip pat yra pastebima, kad polimerų mišiniai yra labiau pritaikomi nei atskiri polimerai.

Šiuo metu labai plačiai tiriami PLA, krakmolo, celiuliozės pagrindu pagaminti polimerai, ypač norima jau žinomas ir naujai sukurtas medžiagas pritaikyti maisto pakavimui. Kadangi bioskaidūs polimerai nusileidžia savo mechaninėmis ir barjerinėmis savybėmis įprastiems polimerams, siekiant pagerinti jau gaminamų biopolimerų savybes bei kuriant naujas medžiagas, yra atliekami biopolimerinių medžiagų maišymai tarpusavyje, nebioskaidžių komponentų ar bioskaidžių nanoužpildų įvedimas į polimero matricą.

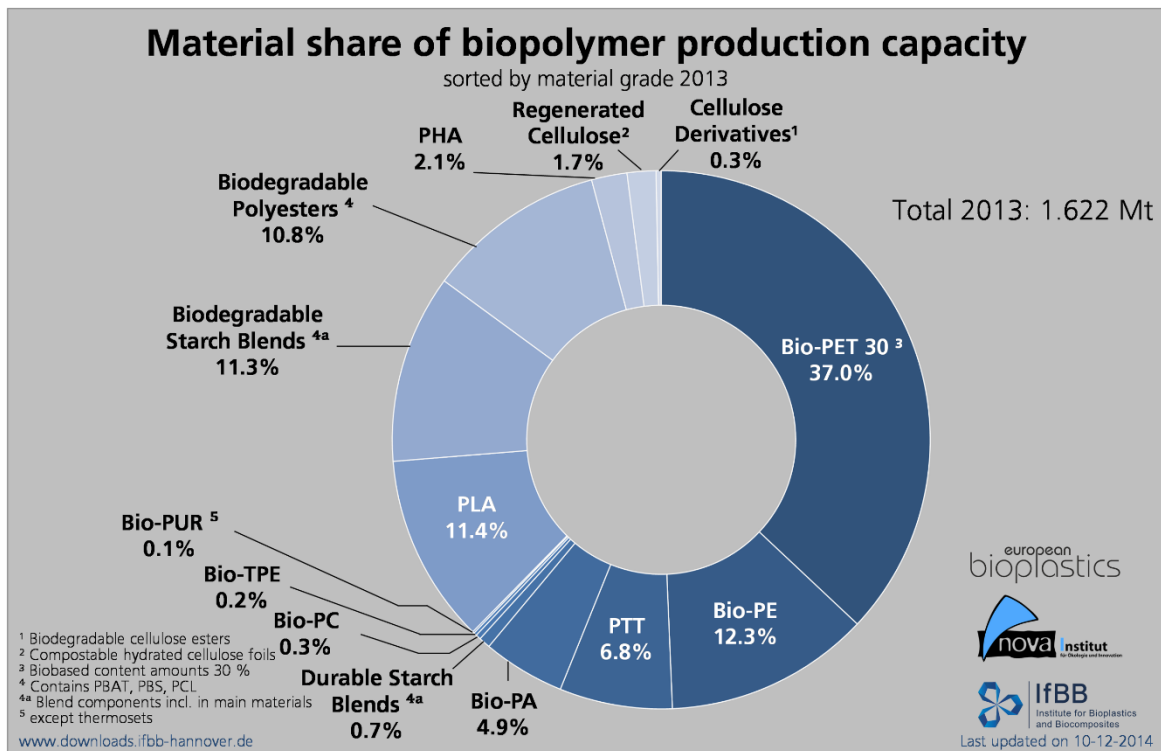
Dėl šių priežasčių yra diskutuojama apie nanomedžiagų panaudojimą gaminant biopolimerines medžiagas. Siekiant pagerinti atskiras biopolimerų savybes į jų sudėtį būtų įmaišomi nanoužpildai. Pralaidumo savybė yra viena pagrindinių renkantis medžiagą maisto pakuočių gamybai, todėl įvedant į polimero matricą nanoužpildus, būtų pagerintos barjerinės medžiagos savybės ir užtikrinami maisto pakavimui bei laikymui skirti reikalavimai. Yra kuriami ir tiriami PLA, PHA, molio ir krakmolo pagrindu nanokomponentai, kurie būtų naudojami pakavimo medžiagų gamyboje. Bioskaidžių polimerų pagrindu pagaminti nanoužpildai būtų geriausia išeitis, užtikrinant kokybiškas mechanines ir barjerines biopolimerų savybes. Tačiau žinoma nėra iki galo ištirta kaip nanoužpildai ir komponentai migruotų polimerinėje medžiagoje ir už jos ribų, ar nepadarytų įtakos pakuotėje esančiam maisto ir kitų gaminių kokybei [15].

Bioskaidžių polimerų pasiskirstymas pasauliniu lygiu lyginant su nebioskaidžiais biopolimerais yra pateiktas 2 paveiksle. Prognozuojamas bioskaidžių biopolimerų produkcijos augimas kasmet, tačiau ne toks greitas ir didelis lyginant su nebioskaidžiais biopolimerais.



2 pav. Prognozuojamas pasaulinis biopolimerų produkcijos augimas (tūkst. tonomis) [16]

Biopolimerų pasiskirstymas rinkoje pagal biopolimerinių medžiagų rūšį 2013 metais yra pateikiamas 3 pav. (Bioplastikų ir biokomponentų instituto (ifBB) duomenys).



3 pav. 2013 m. biopolimerų pasiskirstymas rinkoje pagal medžiagos rūšį [16]

Iš grafiko matyti, kad bioskaidūs biopolimerai užima apie trečdalį visų šiuo metu pramonėje naudojamų biopolimerų. Kadangi daugiau nei pusė visų gaminamų bioplastikų yra naudojama pakavimo srityje [16], galima teigti, kad bioskaidžių biopolimerų panaudojimo galimybės pakuočių gamyboje yra perspektyvios.

2.5. Bioskaidžių medžiagų standartizavimas

Europos Komisija yra paruošus vadovą komunikuojant apie bioplastikus ir bioskaidžius polimerus tam, kad vartotojai būtų teisingai informuojami ir išprusę šioje srityje. Vadove yra apžvelgiamos pagrindinės taisyklės ir rekomendacijos, kaip komunikuoti ir formuoti viešą informaciją dėl biopolimerinių medžiagų ir gaminių. Vieni iš rekomendacijų, kurias pateikia Europos bioplastikų asociacija komunikacijos vadove, yra:

- biomasės ir kitų sąvokos turi būti aiškiai apibrėžtos ir naudojamos pagal jų tikrąją reikšmę;
- aprašant medžiagą ar teigiant, kad pakuotė yra pagaminta iš biomasės ar bioskaidžios medžiagos, būtina nurodyti masės procentą ar dalį, kurią sudaro bendros produkto masės;

- teigiant, kad medžiaga yra bioskaidi, reikia laikytis standartinių testavimo metodikų ir nurodyti pagal kokius bandymus yra iširta medžiaga;
- bet kokiam teiginiui apie produkto greitą suirimo laikotarpį, tinkamumą pūdymui ir kitas savybes turi būti pateikiami dokumentai, patvirtinti nepriklausomų trečiosios šalies atstovų [5].

Biomasės medžiagoje nustatymui yra naudojami aprašyti ir nustatyti metodai bei standartai. Yra matuojamas anglies kiekis medžiagoje ar produkte pagal 14 C metodą (ES : CEN / TS 16137 , Ne JAV ASTM .: 6866). Tada rašomas sertifikavimo schemas ir patvirtintos produktų etiketės, grindžiamos Europos ir JAV standartų pavyzdžiais [5].

Kompostavimui skirtos plastikinės pakuotės turi standartines specifikacija EN 13432:2000, kuri yra suderinti su pakuočių direktyva 34/62/EC. Standarto specifikacijos dažniausiai yra paremtos sertifikavimo sistema arba schemomis, tačiau ne visais atvejais. Sertifikato suteikimas yra patvirtinimas, jog produktas ar paslauga atitinka specifinius reikalavimus. Tyrimas ir produkto/paslaugos patvirtinimas yra pagrįstas tyrimo metodais.

2.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Darbe atlikta analitinė biopolimerinių medžiagų savybių ir charakteristikų apžvalga, išnagrinėti literatūros šaltiniai, susiję su bioskaidžių polimerinių medžiagų savybių ir charakteristikų tyrimais, išanalizuoti biopolimerinių medžiagų taikymo pakavimo tikslams galimybės.

Atlikus biopolimerinių medžiagų apžvalgą nustatyta, kad biopolimerinės medžiagos yra skirstomos į sudarytus iš atsinaujinančių ir neatsinaujinančių išteklių, jos gali būti bioskaidžios ir ne biologiškai skaidžios. Toks skirstymas priklauso nuo polimero struktūros, bet ne nuo prigimties.

Biopolimerinių plėvelių savybės ir charakteristikos jau nagrinėtos daugelyje kitų darbų, todėl baigiamajame darbe pateikti tik pagrindiniai tyrimo metodai ir būdai. Biopolimerų tyrimai apima: fizinių savybių (temperatūros poveikio, mechaninio atsparumo, struktūrinių ir morfologinių savybių), cheminių savybių (polimero sudėties ir molekulinės struktūros), polimero modifikacijų ir jo priedų, biodegradacijos ir kompostavimo tyrimus.

Dažniausiai dėl apdorojimo galimybių, kainos ir prastų mechaninių bei barjerinių savybių bioskaidūs biopolimerai nėra taip plačiai taikomi pakuočių gamyboje lyginant su nebioskaidžiais biopolimerais. Pakuočių gamyboje naudojami bioskaidūs biopolimerai yra šie polilaktido rūgštis (PLA), termoplastinis krakmolas (TPS), krakmolas sumaišytas su alifatiniais poliesteriais ir ko – poliesteriais arba krakmolo esteriais, krakmolas sumaišytas su natūraliomis medžiagomis,

poliesteriai su mikrobiologinės prigimties poli(hidrooksialkanoatais) (PHAs), celiuliozės esteriai ir regeneruota celiuliozė, polikaprolaktonas (PCL), polibutileno sukcinatas (PBS), polietileno tereftalatas/sukcinatas (PETS), poli(vinil alkoholis) (PVOH).

Remiantis atlikta literatūros apžvalga buvo suformuluotas mokslinio tyrimo tikslas – ištirti n bioskaidžių polimerinių plėvelių charakteristikas ir savybes, bei jų pritaikymą pakuočių gamybos procesams.

Tiriamąo darbo uždaviniai:

- Parinkti bioskaidžias polimerines plėveles, kurias būtų galima pritaikyti lanksčių polimerinių pakuočių gamybai.
- Ištirti bioskaidžių polimerinių plėvelių mechanines savybes ir nustatyti kitas pagrindines charakteristikas.
- Įvertinti bioskaidžių polimerinių plėvelių tinkamumą pakuočių gamybai.

2.7. Metodologinė dalis

Siekiant įvertinti įmonėje naudojamų sintetinių polimerų pagrindines fizikines ir mechanines savybes ir galimybę naudoti bioskaidžias plėveles buvo atlikti keletos polimerinių ir bioskaidžių plėvelių tyrimai. KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakulteto laboratorijose ir įmonės UAB „Aurika“ laboratorijoje buvo atlikti plėvelių storio, trinties koeficientų, drėkinimo kampo ir liekamųjų įtempių nustatymo matavimai.

Kitas plėvelių fizines ir mechanines savybes įmonei nustato pats medžiagų tiekėjas, todėl laboratorijoje jų savybė nėra papildomai matuotos. Atliktų tyrimų metodika ir rezultai aprašoma sekančiuose skyriuose 2.7.1-.2.7.4

2.7.1. Liekamųjų įtempių nustatymo tyrimas naudojant fototamprumo metodą

Tyrimo tikslas: nustatyti plėvelių liekamuosius įtempius, naudojant fototamprumo metodą. Šiam tyrimui buvo išlietos dviejų rūšių plėvelės – oksietilkrakmolo ir diacetato.

Tiriamoji medžiaga I: Oksietilkrakmolo plėvelė

Oksietilkrakmolo plėvelės buvo liejama naudojant šias darbo priemones:

- 100 ml Erlenmejerio kolba
- 25 ml cilindras
- 2 ml pipetė
- dvi 5 ml pipetės
- stiklinė lazdelė
- plastiko lakštas
- alyvos vonelė
- termometras
- elektrinė kaitinimo plytelė

Reagentai:

- 2,5 g oksietilkrakmolas
- 50% vandeninis glicerolio tirpalas
- 0,1 M druskos rūgšties tirpalas
- 0,1 M natrio hidroksido tirpalas
- distiliuotas vanduo

Darbo eiga:

2,5 g oksietilkrakmolo, 2 ml 50% vandeninio glicerolio tirpalo, 3 ml 0,1 M druskos rūgšties tirpalo ir 25 ml (1 bandymu) ir 35 ml (2 bandymu) distiliuoto vandens sumaišoma 100 ml

Erlenmejerio kolboje ir kaitinama 15 min. 105-110°C temperatūroje kol susidaro homogeninis tirpalas.

Karštas klampus reakcijos tirpalas neutralizuojamas, įpilant 3 ml 0,1 M natrio hidroksido tirpalo. Tada reakcijos mišinys išliejamas ant plastikinio lakšto ir išdžiovinamas. Plėvelės džiūvimo trukmė priklauso nuo džiovinimo temperatūros ir plėvelės storio. Išlieta plėvelė buvo palikta džiūti 5 paroms. Išdžiovinta krakmolo plėvelė atsargiai nulupama nuo plastiko lakšto, apžiūrima ir nustatomos jos fizikinės savybės.

Tiriamoji medžiaga II: Diacetato plėvelė.

Diacetato plėvelės buvo liejama naudojant šias darbo priemones:

- 100 ml Erlenmejerio kolba
- stiklinė lazdelė
- plastiko lakštas
- magnetinė maišyklė

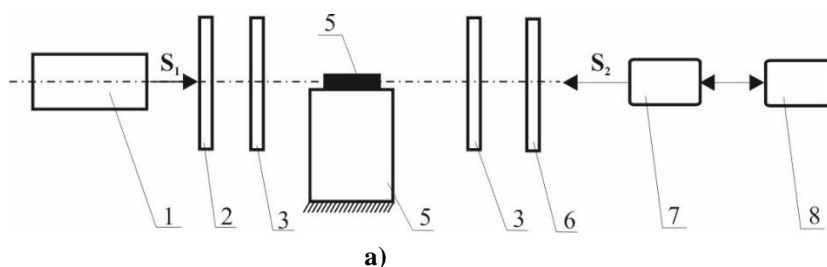
Reagentai:

- 5 g diacetato granulių
- 95 ml acetono.

Darbo eiga:

5 g diacetato granulės ir 95 ml acetono sumaišomi 100 ml Erlenmejerio kolboje ir maišoma 60 min kol susidaro homogeninis tirpalas. Tam, kad pagreitinti tirpimo procesą, tirpalas uždedamas ant magnetinės maišyklės, palaikoma 30 °C tirpalo temperatūra. Tada reakcijos mišinys išliejamas ant plastikinio lakšto ir išdžiovinamas. Plėvelės džiūvimo trukmė priklauso nuo džiovinimo temperatūros ir plėvelės storio. Išlieta plėvelė buvo palikta džiūti 5 paroms.

Tyrimo metodika. Siekiant nustatyti įtempių išsidėstymo pobūdį taikomas neardantis fototamprumo metodas. Tiriamų plėvelių įtempių pasiskirstymas analizuojamas naudojant įmonės „Sharpless“ įtempių vaizduoklį „General Purpose Strain Viewer“, kuris susideda iš baltos šviesos šaltinio, poliarizatoriaus, ketvirčio bangos ilgio plokštelės, pagrindo, ant kurio dedama plastikinė pakuotė, analizatoriaus, skaitmeninės kameros EO-1312c (4 pav.).





b)

4 pav. Polimerinių plėvelių įtempių tyrimo stendo schema ir įrenginio išorinio vaizdo nuotrauka: a) vaizduoklio „General Purpose Strain Viewer“ struktūrinė schema: 1 – šviesos šaltinis; 2 – poliarizatorius; 3 – ketvirčio bangos ilgio plokštėlė; 4 – polimerinė plėvelė; 5 – pagrindas, ant kurio dedama polimerinė plėvelė; 6- analizatorius; 7 – skaitmeninė kamera EO-1312c; 8 – personalinis kompiuteris; S_1 – šviesos spindulio sklaidimo kryptis; S_2 – stebėjimo kryptis; b) vaizduoklio „General Purpose Strain Viewer“ išorinio vaizdo nuotrauka;

Tyrimo metu, plėvelė dedama ant įrenginio pagrindo ir susidariusi liekamųjų įtempių spalvinė struktūra stebima kompiuterio ekrane. Kokybinis plėvelių įtempių įvertinimas atliekamas analizuojant spalvines sritis, kurios pateiktos 4 lentelėje.

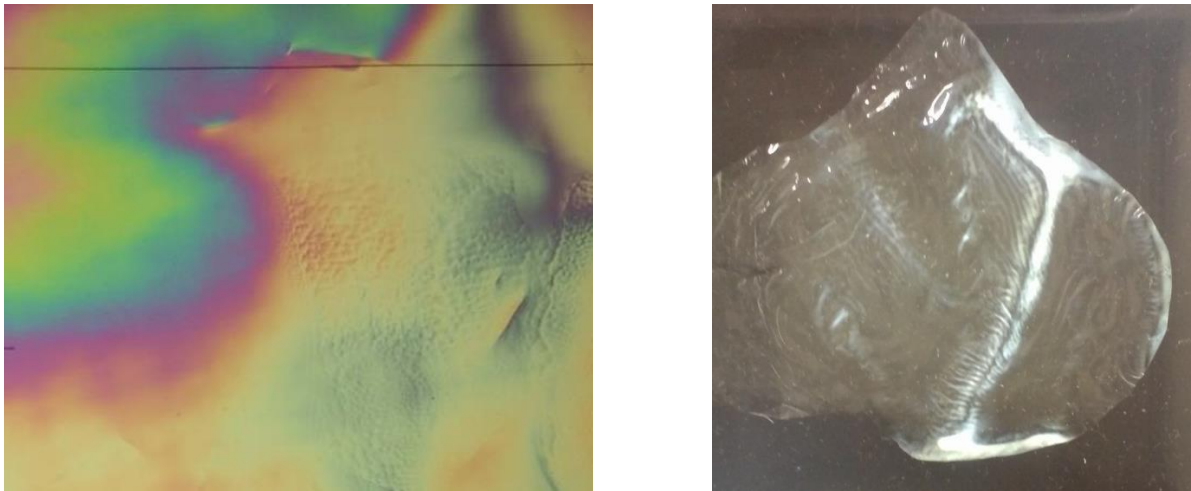
4 lentelė

Spalvinių sričių eilės, susidaranti apšvietus apkrautą objektą baltos šviesos šaltiniu

Spalva	Esant baltos šviesos šaltiniui	Esant monochromatiniam šviesos šaltiniui	
	Nanometrai (10^{-9} m)	Delsa Gyvsidabrio žalios 546,1 nm	Natrio šviesos 589,3 nm
Pirmosios eilės spalvos			
Juoda	0	0	0
Pilka	140	0,29	0,27
Balta	260	0,48	0,44
Gelsva	330	0,64	0,59
Oranžinė	460	0,84	0,78
Tamsiai raudona	520	0,95	0,88
Purpurinė	580	1,06	0,98
Tamsiai mėlyna	620	1,14	1,05
Mėlynai – Žalia	700	1,28	1,19
Antrosios eilės spalvos			
Žaliai – geltona	830	1,46	1,36
Oranžinė	960	1,72	1,59
Melsva	1050	1,90	1,78
Purpurinė	1150	2,10	1,95
Žalia	1350	2,5	2,30
Trečiosios eilės spalvos			

Žaliai – geltona	1450	2,65	2,45
Rožinė	1550	2,85	2,60
Žalia	1800	3,30	3,05
Ketvirtosios eilės spalvos			
Rožinė	2100	3,85	3,55
Žalia	2400	4,40	4,05

Rezultatai. Fototamprumo tyrimams naudojamos bioskaidžios oksietilkrakmolo ir diacetato plėvelės, matavimų rezultatai pateikiami 5 paveiksle.



5 pav. a) Diacetato plėvelės vaizdas, b) oksietilkrakmolo plėvelės vaizdas

Diacetato plėvelėje (2.4 pav. a) pastebimos aukščiausios eilės spalvinės sritys, reiškiančios, kad įtempių lygis plėvelės medžiagoje didžiausias. Oksietilkrakmolo plėvelės medžiagoje liekamųjų įtempių neužfiksuota (2.4 pav. b). Diacetato plėvelė dėl didelių liekamųjų įtempių lygio yra per daug trapi, todėl jos tinkamumas spausdinimo ir pakavimo tikslams šiame darbe nenagrinėtas.

2.7.2. Polimerinės plėvelės storio įvertinimas

Tyrimo tikslas: įvertinti vienasluoksnių plėvelių storį.

Šiam tyrimui buvo naudojamos dviejų rūšių plėvelės – oksietilkrakmolo ir diacetato, tačiau panaudota tik oksietilkrakmolo, nes atroji plėvelė pasižymėjo per dideliu trapumu ir mechaniniu neatsparumu (liekamųjų įtempių tyrimai pateikiami 2.7.1. skyriuje). Todėl išmatuotas tik bioskaidžios plėvelės – oksietilkrakmolo, storis. Kitų tyrimuose naudotų BOPP ir BoPLA polimerinių plėvelių storiai nustatyti remiantis gamintojų pateiktomis techninėmis charakteristikomis. Tyrimams pasirinktos keturių skirtingų storių BOPP polimerinės plėvelės: BOPP 20, BOPP 30, BOPP 35 ir BOPP 40 (skaičius reiškia polimerinės plėvelės storį μm).

Tyrimo metodika. Remiantis ASTM D 2251 - 03 standartine tyrimo metodika „Standard Test Method for Thickness Measurement of Flexible Packaging Material“. Naudojant rankinį storio matuoklį (mikrometrą) – Mitutoyo Company Thickness Gage ID-C112BS. Ėminiai imti tik iš

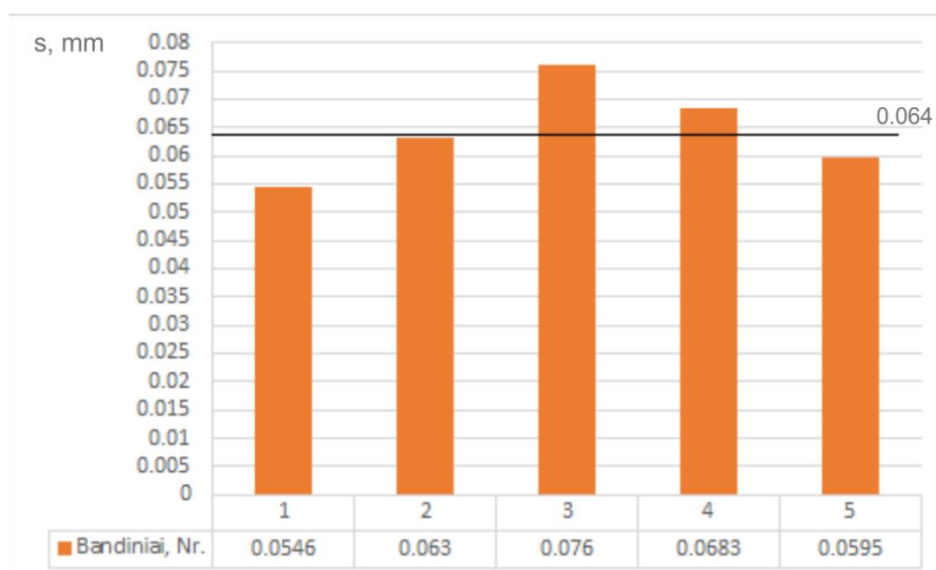
laboratorijoje išlietų oksietilkrakmolo plėvelių, kurios po išliejimo buvo paliktos stovėti ne mažiau nei 5 paras, esant 20 ± 2 °C temperatūrai ir $50 \pm 5\%$ santykinei oro drėgmei. Storio matavimui paruošti 5 bandiniai, matuota po 10 kartų skirtingose bandinio vietose ir išvestas kiekvieno bandinio storio vidurkis. Apskaičiuojamas bandinių svorių aritmetinis vidurkis ir įvertinamas standartinis nuokrypis, bandinių storis išreiškiamas μm . Su išlietomis oksietilkrakmolo plėvelėmis atlikti storio ir trinties matavimai.

Rezultai. Gauti oksietilkrakmolo polimerinės plėvelės storio matavimo rezultatai pateikti 5 lentelėje ir grafike (6 pav.).

5 lentelė

Storio matavimo rezultatai

Medžiaga	Oksietilkrakmolo plėvelės bandiniai					
Nr.	1	2	3	4	5	Vidurkis
Storis s, mm	0,0546	0,0630	0,0760	0,0683	0,0595	0,0640



6. pav. Išlietos oksietilkrakmolo plėvelės skirtingų bandinių storių matavimo rezultatai.

Iš 5 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad oksietilkrakmolo polimerinės plėvelės bandinio storis skirtingose vietose skiriasi iki 3,2 karto, o bandinių storio matavimo vidurkiai svyruoja nuo 0,055 iki 0,076 mm, t.y. skirtumas - 0,021 mm (~27% nuo didžiausio plėvelės storio). Visų bandinių storių s vidurkio vertė – 0,064 mm. Kitų tirtų plėvelių storiai: BOPP – 20-40 μm (priklausomai nuo plėvelės tipo) ir BoPLA (poliaktido) - 20 μm . Polimerinės plėvelės storio netolygumas gali pabloginti spaudos kokybę, užnešamų dažų sluoksnio tolygumą bei spalvų kontrastingumą, o tai ypač aktualu atkuriant smulkius rastrinius elementus. Be to, netolygus polimerinės plėvelės storis gali lemti suprastėjusias eksploatacijos savybes pakavimo metu: pakuojant sunkius, aštrius

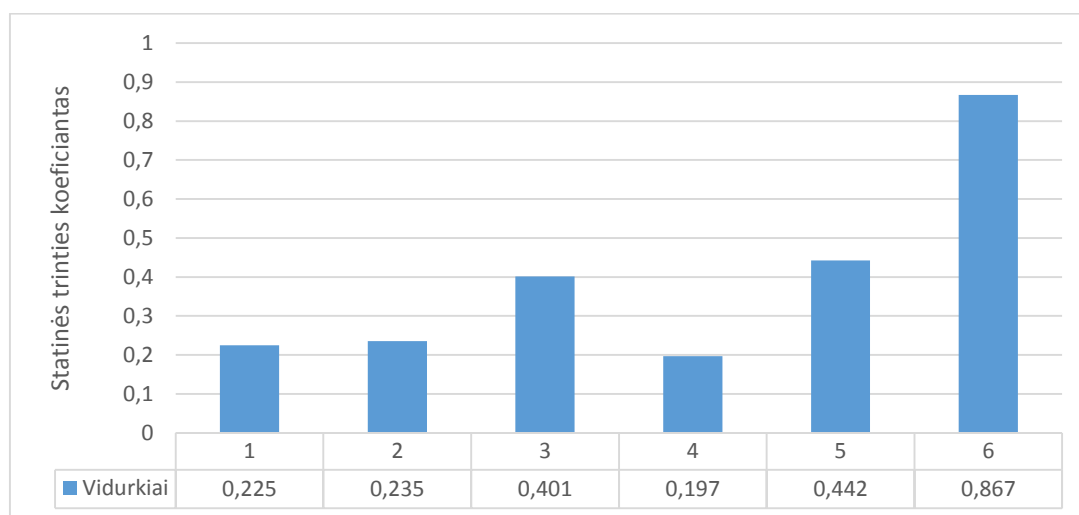
produktus, pastarieji gali deformuoti pakuotę (pradurti, suardyti virinimo siūlę ir kt.) taip pat padidinti trinties koeficiento reikšmę.

2.7.1. Trinties koeficiento įvertinimas

Tyrimo tikslas: nustatyti viensluoksnių plėvelių statinius ir kinetinius trinties koeficientus.

Tyrimo metodika. Plėvelių trinties koeficientai nustatyti, bandiniams slystant tos pačios medžiagos paviršiumi, remiantis ASTM D 1894 – 08 standartine tyrimo metodika „Standart Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheet“ ir ISO 8295 standartu, kuris apibrėžia trinties koeficiento nustatymą dangos paviršiuje. Trinties koeficiento matavimai atlikti oksietilkrakmolo, BoPLA (poliaktido) ir BOPP skaidrioms plėvelėms. Naudotas – trinties koeficiento nustatymo įrenginys - Thwing Albert Friction/Peel Tester Model 225-1. Tyrimui naudojamas 0,2 kg svorio prispaudžiamasis elementas, kuris spaudžia testuojamus medžiagų paviršius 1,96 N jėga, prispaudžiamąjo elemento plotas 40 cm². Bandymas trunka 20 s, per pirmąsias 5 s skaičiuojamas statinis trinties koeficientas, per likusį laiką nustatomas dinaminis trinties koeficientas.

Rezultatai. Plėvelės storis ir trinties koeficientas turi įtakos galutinės pakuotės formavimo būdui, nes pasirenkant skirtingus pakavimo būdus yra atsižvelgiama į plėvelės storį ir tamprumą, kaip plėvelė turi slysti per pakavimo įrenginio grandis. Taip pat kuo mažesnė trinties koeficiento reikšmė, tuo medžiaga yra slidesnė. Trinties koeficientų matavimų rezultatai pateikti 6-7 lentelėse ir 7-8 paveiksluose.

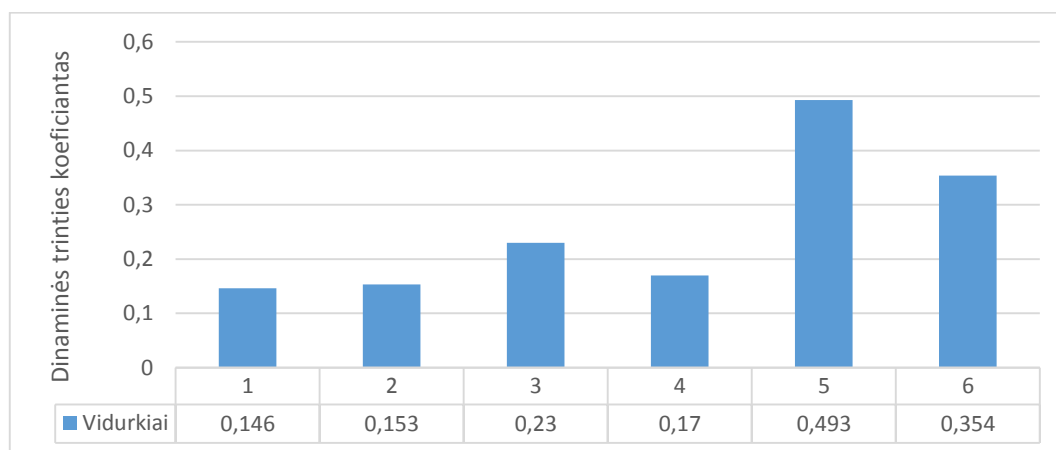


7. pav. Tirtų plėvelių statinio trinties koeficiento vidutinės reikšmės

Plėvelių statinis trinties koeficientas

Medžiaga, jos storis mikronais	BOPP 20	BOPP 30	BOPP 35	BOPP 40	BoPLA	Oksietilkrakmolai
Nr.	1	2	3	4	5	6
Statinis trinties koeficientas, N	0,225	0,235	0,401	0,197	0,442	0,867

Iš gautų rezultatų matyti, kad didžiausia statinė trintis pasireiškia oksietilkrakmolo plėvelei – 1,96 kartus didesnė nei bioskaidžiai BoPLA plėvelei ir iki 4-4,5 karto daugiau įprastom BOPP plėvelėms. Mažiausia statinės trinties reikšmė užfiksuota BOPP 40. Kuo paviršius yra šiurkštesnis, tuo trinties koeficientas didesnis. Lyginant statinius trinties koeficientus didžiausias buvo oksietilkrakmolo plėvelės.

**8 pav.** Tirtų plėvelių dinaminio trinties koeficiento vidutinės reikšmės**Plėvelių dinaminis trinties koeficientas**

Medžiaga, jos storis mikronais	BOPP 20	BOPP 30	BOPP 35	BOPP 40	BoPLA	Oksietilkrakmolai
Nr.	1	2	3	4	5	6
Dinaminis trinties koeficientas, N	0,146	0,153	0,230	0,170	0,493	0,354

Iš gautų rezultatų matyti, kad didžiausia dinaminė trintis pasireiškia bioskaidžiai plėvelei BoPLA – 1,39 karto didesnė nei oksietilkrakmolo plėvelei ir iki 3 kartų daugiau įprastoms BOPP plėvelėms. Mažiausia dinaminės trinties reikšmė užfiksuota BOPP 40. Kuo mažesnė trinties koeficiento reikšmė, tuo medžiaga yra slidesnė. Pagal atliktus matavimus, slidžiausia plėvelė iš matuotų - BOPP 40. Statinis trinties koeficientas svarbus polimerinei plėvelei pradant judėti spausdinimo ar pakavimo įrenginyje. Todėl didesnis statinės trinties koeficientas gali lemti tai, jog polimerinė plėvelė spausdinimo ar pakavimo proceso pradžioje ims strigti įrenginyje. Tuo tarpu

dinaminis trinties koeficientas nulemia spausdinimo ar pakavimo įrenginių greitį. Kuo mažesnis dinaminis trinties koeficientas, tuo mažesnis turi būti įrenginių greitis.

2.7.2. Drėkinimo kampo matavimai

Tyrimo tikslas: įvertinti viensluoksnių plėvelių hidrofiliškumą ir išmatuoti drėkinimo kampą.

Tyrimo metodika. Polimerinių plėvelių drėkinimo kampas nustatytas naudojantis prietaisu Pocket Goniometer PG2. Polimerinių plėvelių bandinių drėkinimo kampo vertės, pasinaudojant įmonės „Rycobel“ pateikta metodika, buvo perskaičiuotos į paviršiaus aktyvacijos lygio vertes (žr. 1 lentelę). Tyrimui buvo naudojami skirtingų plėvelių 12x100 mm dydžio bandiniai. Pocket Goniometer PG2 prietaiso veikimo principas pagrįstas distiliuoto vandens lašelių lašiniu ant bandinio paviršiaus su specialiu, į prietaisą įdedamu švirkštu. 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 (Pocket Goniometer program), rezultatai yra matomi kompiuterio ekrane: išvedamas aritmetinis rezultatų vidurkis, vizualiai išreiškiama lašo padėtis ant bandinio. Išmatuotos drėkinimo kampo reikšmės (gautos laipsniais, °) konvertuojamos į paviršiaus įtempimo (dyn/cm) reikšmes atitinkamai pagal 1 lentelėje pateiktas vertes.

8 lentelė

Polimerinių plėvelių drėkinimo kampų verčių konvertavimo į paviršiaus įtempimo lygi intervalai

Drėkinimo kampo θ vertė, °	Paviršiaus įtempimo lygis, mN/m
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

Yra laikoma, kad spausdinimui tinkamos tos plėvelės, kurių paviršiaus įtempimas yra ne mažesnis nei 38 mN/m.

Rezultatai. Polimerinių plėvelių bandinių drėkinimo kampo vertės ir perskaičiuotos į paviršiaus aktyvacijos lygio vertes pateiktos 9 lentelėje.

Sintetinių ir bioskaidžių plėvelių drėkinimo kampo matavimo reikšmės

Medžiaga, jos storis mikronais	BOPP 20	BOPP 30	BOPP 35	BOPP 40	BoPLA	Oksietilkrakmolai
Drėkinimo kampo matavimo reikšmių vidurkis,	51,75	37,50	43,60	37,20	72,97	0,0
Paviršiaus aktyvacijos lygis, mN/m	46	51	49	51	39	-

Kadangi oksietilkrakmolo plėvelė dėl savo sudėties hidrofiliška, jos drėkinimo kampas priimtas lygus 0. Ši drėkinimo kampo vertė reiškia, kad minėtos polimerinės plėvelės paviršius yra absoliučiai drėkinamas vandens, tad nėra tinkamas kokybiškam spausdinimui. Be to, dėl aukšto vandens sugėrimo, ši plėvelė neturi pakankamo barjerinio sluoksnio drėgmės prasiskverbimui. Vertinant šiuo aspektu oksietilkrakmolo plėvelė negalėtų būti naudojama pakuoti įvairiems produktams, kuriems svarbus atsparumas drėgmei. Didžiausias drėkinimo kampas nustatytas bioskaidžiai BoPLA plėvelei, jis nuo 1,4 iki 2 kartų didesnis nei BOPP polimerinių plėvelių. Ribinė paviršiaus įtempimo vertė laikoma - 38 mN/m. Jei įtempimo vertė didesnė - matuojamos medžiagos adhezinės savybės yra patenkinamos arba geros, jei mažesnė – adhezinės medžiagos savybės yra blogos. Todėl vertinant šiuo aspektu, BoPLA polimerinės plėvelės paviršius turėtų būti papildomai aktyvuojamas, naudojant žėrinčio išlydžio ar kt. aktyvacijos būdus, siekiant gauti geresnes adhezinės savybes.

Tyrimų išvados

Lyginant su rinkoje esančia BoPLA (poliaktido) bioskaidžia plėvele, kurios storis yra 20 μm , nustatyta, kad oksietilkrakmolo plėvelės yra storesnės vidutiniškai nuo 2,75 iki 3,8 karto. Todėl norint panaudoti oksietilkrakmolo plėvelę spausdinimo bei pakavimo procesuose, reiktų tobulinti pastarosios gamybos technologinius procesus, siekiant gauti tolygaus storio polimerinę plėvelę.

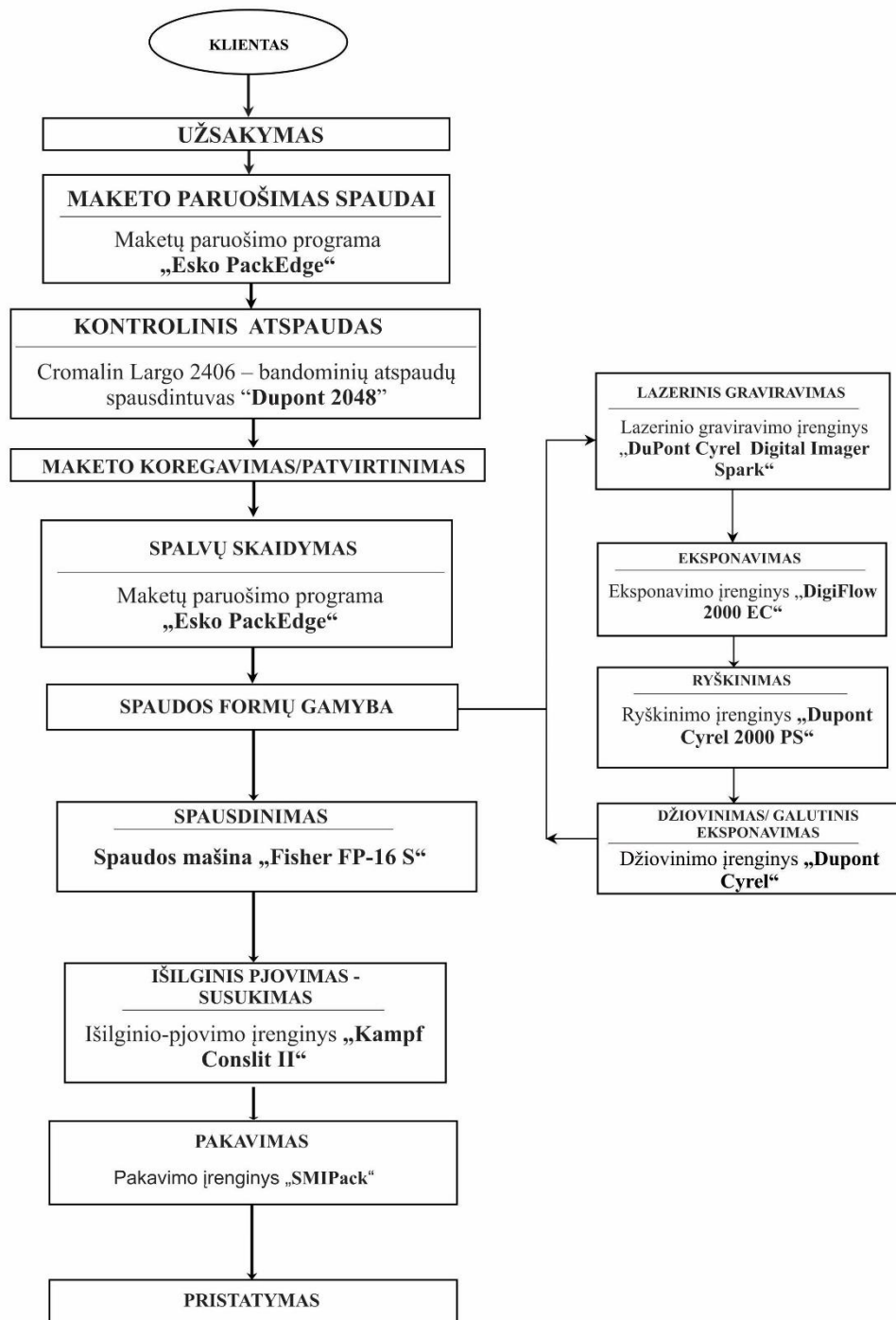
Nustatyta, kad dėl storio netolygumo, skirtumas tarp statinio ir dinaminio oksietilkrakmolo polimerinės plėvelės trinties koeficiento yra 2,5 karto. Todėl norint užtikrinti polimerinės plėvelės tolygų slydimą spausdinimo ar pakavimo įrenginyje, derėtų rinktis BOPP ar BoPLA plėveles, kurių skirtumas tarp statinio ir dinaminio trinties koeficientų svyruoja nuo 0,89 iki 1,7 karto.

Iš gautų paviršiaus aktyvacijos lygio reikšmių galima daryti išvadą, kad spaudai tinkamiausios BOPP tipo polimerinės plėvelės. Oksietilkrakmolo plėvelė netinkama tiek spausdinimui, tiek pakavimui dėl absoliutaus vandens sugėrimo. Šią plėvelę derėtų laminuoti papildomu kitos medžiagos sluoksniu, turinčiu geresnes barjerines savybes drėgmei bei tinkamą spausdinimui paviršiaus įtempimo lygį.

Kadangi oksietilkrakmolo ir diacetato biodegraduojančių plėvelių charakteristikos neatitinka fleksografini spaudai keliamų reikalavimų ir turėtų būti tobulinamos, lanksčių pakuočių gamybai siūloma naudoti BoPLA plėveles.

3. FLEKSOGRAFINĖS SPAUDOS GAMYBOS DARBŲ APIMTIES SKAIČIAVIMAS

Pakuočių technologinė gamybos schema (9 pav.) susideda iš kelių pagrindinių gamybos etapų: maketo paruošimo spaudai, spalvų skaidymo, spaudos formų gamybos, spausdinimo, supjovimo, sukimo ir pakavimo.



9. Pav. Technologinio proceso schema

3.1. Technolinio proceso projektavimas

Gavus užsakymą iš kliento, maketas pradedamas ruošti spaudai, atliekamas jo techninis redagavimas, naudojant Esko Graphics programa. Su šia programa galima matyti maketą sluoksniais, pagal objektus, spalvinius kanalus, pozityvų arba negatyvų vaizdą, koreguoti užlaidas, rastro pasukimo kampą arba liniatiūrą. Maketo techninio paruošimo metu techniniai redaktoriai įvertina ir apskaičiuoja negatyvo sutrumpinimą, tam, kad klijuojant spaudos formą ant spaudos mašinos forminio cilindro, ji nebūtų per ilga. Nes vaizdas kartu su spaudos forma išsitempia (pailgėja) cilindro perimetro kryptimi.

Paruošus kliento atsiųstą maketą spaudai ir gavus iš kliento el. maketo (ang. soft proof) su technologine lentele patvirtinimą, esant kliento pageidavimui yra atspausdinamas kontrolinis atspaudas (ang. print proof) naudojant skaitmeninį spausdintuvą. Klientas vizualiai gali įvertina gautą spalvingumą, spalvų ir apipjovimo užlaidas, smulkius gaminio vaizdo elementus. Nustačius netikslumus, maketas koreguojamas ir persiunčiamas klientui. Po maketo patvirtinimo, kliento užsakymas yra paleidžiamas į gamybą.

10 lentelė

Gaminamos produkcijos charakteristikos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas P x A, mm	Tiražas, vnt.	Kartojimų sk. per metus	Spalvingumas	Produkcijos medžiaga
1	2	3	4	5	6	7
1.	Pakuotė I	310x200	240000	12	10	PLA 35
2.	Pakuotė II	370x250	360000	10	10	PLA 35
3.	Pakuotė III	430x300	450000	12	10	PLA 35
4.	Pakuotė IV	525x260	360000	10	8	PLA 35
5.	Pakuotė V	525x280	770000	10	10	PLA 35
6.	Pakuotė VI	525x240	150000	8	8	PLA 40
7.	Pakuotė VII	520x250	400000	6	7	PLA 40
8.	Pakuotė VIII	140x100	800000	8	8	PLA 40
9.	Pakuotė IX	300x250	300000	10	6	PLA 40
10.	Pakuotė X	230x320	500000	10	7	PLA 40

Tiesiniai metrai apskaičiuojami pagal formulę:

$$M_T = \frac{T \times (A + t_A)}{S} \times k_s,$$

A-spaudinio segmento aukštis, m;

t_A- tarpas tarp spaudinių segmentų eilučių, m;

S-stulpelių skaičius;

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

Spausdinamos medžiagos kiekis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_K = R \times M_T$$

R-spausdinamos medžiagos ruošinio plotis spaudai, m

$$R = P + t_P \times S \times k_n$$

P-spaudinio segmento plotis, m;

t_P - tarpas tarp stulpelių, m;

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

11 lentelė

Gamybinė užduotis produkcijos spausdinimui

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas P x A, mm	Tiražas T, vnt.	Kartojimų skaičius per metus	Tiesiniai metrai M_T , m	Spausdinamos medžiagos kiekis M_K , m^2	Metinis tiesinių metrų kiekis, m	Metinis spausd. medž. kiekis, m^2
1	2	3	4	5	6	7	8=5x6	9=5x7
1	Pakuotė I	310x200	240000	12	16160,00	15629,95	193920,00	187559,42
2	Pakuotė II	370x250	360000	10	45450,00	34978,32	454500,00	349783,20
3	Pakuotė III	430x300	450000	12	68175,00	60975,72	818100,00	731708,64
4	Pakuotė IV	525x260	360000	10	47268,00	51616,66	472680,00	516166,56
5	Pakuotė V	525x280	770000	10	108878,00	118894,78	1088780,00	1188947,76
6	Pakuotė VI	525x240	150000	8	181800,00	198525,60	145440,00	1588204,80
7	Pakuotė VII	520x250	400000	6	50500,00	54620,80	303000,00	327724,80
8	Pakuotė VIII	140x100	800000	8	11542,86	11764,48	92342,86	94115,84
9	Pakuotė IX	300x250	300000	10	40400,00	37814,40	404000,00	378144,00
10	Pakuotė X	230x320	500000	10	40400,00	58822,40	404000,00	588224,00
Viso:							4376762,86	4521194,70

Dažniausiai taisyklingai paruoštus ir iš kliento gautus maketus papildomai nereikia ruošti. Todėl į maketo paruošimo darbus nebuvo įtraukti skenavimo ir maketavimo darbai, tik paruošimas spaudai, kurio laiko norma priklauso nuo maketo spalvingumo ir sudėtingumo. Įmonėje maketą spaudai ruošia techniniai redaktoriai, kurie ruošdami jį atsižvelgia į dizaino formatą ir žaliavą. Pagal maketo dydį yra parenkamas vadinamas pakuotės „žingsnis“, spaudos ir laminavimo velenai. Maketo paruošimo spaudai pagrindinė užduotis yra maketo – pakuotės - išdėstymas pagal techninius duomenis spaudos formos lanke. Techninė informacija apie pakuotės maketo išdėstymą paimama iš

technologinės projekto lentelės, kurioje nurodyta žaliavos ir jų pločiai, velenų dydžiai, sukimo ir supjovimo instrukcijos bei kitos gamybinės pastabos. Pakuotės maketas yra išdėstomas spaudos formos makete pagal techninius duomenis: projekto maketų skaičius į aukštį ir į plotį, tarpas tarp pakuočių ir tarpas tarp eilių (stulpelių).

Techninis redaktorius, paruošęs maketą ir gavęs kliento patvirtinimą bei gamybos užduoties numerį (angl. *job ID*) daro spalvų išskaidymą ir jį baigęs perduoda techninę informaciją ir kitas pastabas spaudos formų gamybos skyriui.

12 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 skenavimui, maketavimui ir paruošimui spaudai, h	Spalvingumas
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7=4+5+6</i>	<i>6</i>
1	Pakuotė I	310x200	0	0	3	3	10
2	Pakuotė II	370x250	0	0	3	3	10
3	Pakuotė III	430x300	0	0	4	4	10
4	Pakuotė IV	525x260	0	0	5	5	8
5	Pakuotė V	525x280	0	0	5	5	10
6	Pakuotė VI	525x240	0	0	5	5	8
7	Pakuotė VII	520x250	0	0	5	5	7
8	Pakuotė VIII	140x100	0	0	1	1	8
9	Pakuotė IX	300x250	0	0	3	3	6
10	Pakuotė X	230x320	0	0	3	3	7
Viso:						37	-

Spaudos formos gamybos procesas susideda iš šių etapų: fotopolimero nedarbinės pusės eksponavimas, pagrindinis eksponavimas, formos ryškinimas (spaudos formos lakšto vietos, kurios neapšviestos UV šviesos pašalinamos), papildomas apdirbimas (fotopolimeras papildomai apšvitinama UV šviesa) ir baigiamasis eksponavimas. Vėliau polimeras sukarpomos į atskirų gaminių spaudos formas žirklių arba giljotinos pagalba. Spaudos formos yra surūšiuojamos pagal gaminių numerius ir sukomplektuojamos.

Lazerinio eksponavimo proceso trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, mm	Tiražas T, vnt.	Kartojimų sk. per metus K	Spalvin-gumas C	Spaudos formų komplektų kiekis X, vnt.	Spaudos formų kiekis metams, vnt.	Laiko norma eksponavimui, h	Metinė laiko norma eksponavimui, h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8=6*7</i>	<i>9</i>	<i>10=8*9</i>
1	Pakuotė I	310x200	240000	12	10	5	50	0,75	37,50
2	Pakuotė II	370x250	360000	10	10	9	90		67,50
3	Pakuotė III	430x300	450000	12	10	14	140		105,00
4	Pakuotė IV	525x260	360000	10	8	8	64		48,00
5	Pakuotė V	525x280	770000	10	10	20	200		150,00
6	Pakuotė VI	525x240	150000	8	8	24	192		144,00
7	Pakuotė VII	520x250	400000	6	7	5	35		26,25
8	Pakuotė VIII	140x100	800000	8	8	2	16		12,00
9	Pakuotė IX	300x250	300000	10	6	3	18		13,5
10	Pakuotė X	230x320	500000	10	7	5	35		26,25
Viso:									630,00

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

$$X = \frac{T \times K \times C}{E \times S \times \Delta}$$

E-eilių skaičius vienoje spaudos formoje;

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

Spaudos formų galutinio apdirbimo trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produk. pavadinimas	Produk. 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 I	310x200	50	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	125,00
2	Pakuotė II	370x250	90	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	225,00
3	Pakuotė III	430x300	140	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	350,00
4	Pakuotė IV	525x260	64	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	160,00
5	Pakuotė V	525x280	200	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	500,00
6	Pakuotė VI	525x240	192	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	480,00

14 lentelės tęsinys

7	Pakuotė VII	520x250	35	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	87,50
8	Pakuotė VIII	140x100	16	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	40,00
9	Pakuotė IX	300x250	18	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	45,00
10	Pakuotė X	230x320	35	0,1	0,3	0,35	1,5	0,25	87,50
Viso:									2100,00

15 lentelė

Spaudos formų montavimo trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Etiketės formatas PxA, mm	Spaudos formų kiekis metams, vnt.	Laiko norma spaudos formų montavimui, h	Metinė laiko norma spaudos formų montavimui, h
1	2	3	4	5	6
1	Pakuotė I	310x200	50	0,16	8,00
2	Pakuotė II	370x250	90	0,16	14,40
3	Pakuotė III	430x300	140	0,16	22,40
4	Pakuotė IV	525x260	64	0,16	10,24
5	Pakuotė V	525x280	200	0,16	32,00
6	Pakuotė VI	525x240	192	0,16	30,72
7	Pakuotė VII	520x250	35	0,16	5,60
8	Pakuotė VIII	140x100	16	0,16	2,56
9	Pakuotė IX	300x250	18	0,16	2,88
10	Pakuotė X	230x320	35	0,16	5,60
Viso:					134,4

16 lentelė

Atspaudų metinės gamybos apimtys spausdinimui skaičiavimas

Eil. Nr.	Produk. pavadinimas	Produk. formatas, mm	Kartojimų skaičius per metus	Tiražas, tūkst. vnt.	Spalvingumas C	Laiko norma dažų aparato paruošimui t _D , h	Darbo imlumas vienam pavadinimui atspausdinti L, h	Metinė užduotis spausdinimui, h
1	2	3	4	5	6	7	8*	9=8x4
1	Pakuotė I	310x200	12	240000	10	0,17	2,60	31,17
2	Pakuotė II	370x250	10	360000	10	0,17	4,23	42,25
3	Pakuotė III	430x300	12	450000	10	0,17	5,49	65,85
4	Pakuotė IV	525x260	10	360000	8	0,17	3,99	39,86
5	Pakuotė V	525x280	10	770000	10	0,17	7,75	77,49

16 tęsinys

6	Pakuotė VI	525x240	8	15000	8	0,17	2,37	18,96
7	Pakuotė VII	520x250	6	40000	7	0,17	4,00	23,97
8	Pakuotė VIII	140x100	8	80000	8	0,17	2,00	16,01
9	Pakuotė IX	300x250	10	30000	6	0,17	3,26	32,64
10	Pakuotė X	230x320	10	50000	7	0,17	3,43	34,34
Viso:								392,50

* darbo imlumas vienam pavadinimui atspausdinti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L = \frac{M_T}{V} + t_D \times C$$

17 lentelė

Atspaudų supjovimo-sukimo skaičiavimas

Eil. Nr.	Produk. pavadinimas	Produk. formatas, mm	Kartojimų skaičius per metus	Tiražas, tūkst. vnt.	Laiko norma pjovimo-sukimo paruošimui t_D , h	Darbo imlumas vienam pavadinimui supj.-susukti 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=7x4</i>
1	Pakuotė I	310x200	11	240000	0,35	1,25	14,97
2	Pakuotė II	370x250	10	360000		2,88	28,75
3	Pakuotė III	430x300	17	450000		4,14	49,65
4	Pakuotė IV	525x260	18	360000		2,98	29,76
5	Pakuotė V	525x280	20	770000		6,40	63,99
6	Pakuotė VI	525x240	11	150000		1,36	10,88
7	Pakuotė VII	520x250	10	400000		3,16	18,93
8	Pakuotė VIII	140x100	17	800000		0,99	7,93
9	Pakuotė IX	300x250	18	300000		2,59	2,94
10	Pakuotė X	230x320	20	500000		2,59	2,94
Viso:							276,75

Produkciją baigus pjauti ir sukuti į ritinius, ji yra supakuojama apsukant plėvele ant palečių. Jeigu klientas pageidauja ji būna pakuojama į euro dėžes (angl. *eurobox*). Kiekvienas ritinys, dėžė ir paletė yra registruojama ir žymima informacinėmis etiketėmis, kuriose yra nurodomas gaminio ir partijos numeris, pagaminimo data, kliento ir gamintojo pavadinimas bei kita papildoma informacija.

Pakavimo metinės gamybos apimties skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Etiketės formatas PxA, mm	Kartojimų sk. per metus K	Tiražas T, tūkst. egz.	Laiko norma pakavimui t_{pak} , h	Darbo imlumas vieno pavadinimo darbams supakuoti L, h
1	2	3	4	5	6	7
1	Pakuotė I	310x200	12	240000	0,25	35,32
2	Pakuotė II	370x250	10	360000	0,25	78,25
3	Pakuotė III	430x300	12	450000	0,25	139,35
4	Pakuotė IV	525x260	10	360000	0,25	81,28
5	Pakuotė V	525x280	10	770000	0,25	183,96
6	Pakuotė VI	525x240	8	150000	0,25	26,24
7	Pakuotė VII	520x250	6	400000	0,25	52,00
8	Pakuotė VIII	140x100	8	800000	0,25	17,39
9	Pakuotė IX	300x250	10	300000	0,25	69,83
10	Pakuotė X	230x320	10	500000	0,25	69,83
Viso:						753,46

Atsižvelgus į technologinius skaičiavimus, galima apskaičiuoti reikiamų įrengimų ir darbuotojų kiekį. Žinoma, kadangi darbe skaičiuojama tik dalis produkcijos, kuri galėtų teoriškai būti spausdinama, panaudojant bioskaidžią polimerinę medžiagą, įrenginių ir darbuotojų kiekio apskaičiavimas remiamas tik dalies įmonės gaminamos produkcijos gamybos apimtimis.

3.2. 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:

$$F_r = [(D_d \times t_v) - D_{pršv} \times A] \times p, h$$

$$D_d = D_k - D_{iš} - D_{šv}$$

F_r – režiminis įrenginio darbo laiko fondas, h

D_d – darbo dienų skaičius per metus;

t_v – pamainos darbo trukmė (7,4 val. dirbant su kompiuterine įranga, 8 val. – su visa kita įranga), h

$D_{pršv}$ – priešventinių dienų skaičius;

A – priešventinės dienos pamainos trukmės sutrumpinimas (dažniausiai $A=1$), h

p – pamainų skaičius;

D_k – metinis kalendorinių dienų skaičius;

$D_{iš}$ – metinis išėjinių dienų skaičius;

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

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

$$t_{rem} = f_k + f_t + f_p, h$$

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;

$$f_{ts} = f_{ps} = \frac{F_r \times n}{100}, h$$

F_m – metinis įrenginio darbo laiko fondas, h;

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
1	Spaudos formų lazerinio eksponavimo įrenginys	2010	5	5	5	12	22	7	2	40,2	1941	1988
2	Spaudos formų UV eksponavimo ir džiov. įrenginys	2010	6	4	6	12	22	7	2	40,2	1941	1988
3	Spaudos formų plovimo įrenginys	2010	6	6	6	6	18	7	1	20,1	1965	1992
4	Spaudos formų montavimo įrenginys	2010	7	5	7	3	15	7	1	20,1	1968	1995
5	Spaudos mašina	2010	10	8	8	15	31	14	3	60,3	1905	1979
7	Išilginio supjovimo-sukimo įrenginys	2010	9	9	9	15	33	14	2	40,2	1923	1977
8	Pakavimo įrenginys	2010	10	5	20	6	31	4	1	20,1	1955	1979

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	1858,8	5	15	1	18,6	1825,2	1840,2
2	Spausdintuvas-skeneris	1858,8	5	15	1	18,6	1815,2	1840,2

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)	
1	Kompiuteris	37	1825	1,1	0,018	1
2	Skaitmeninis spausdintuvas	37	1815	1,1	0,019	1
3	Spaudos formų lazerinio eksponavimo įrenginys	630	1941	1,1	0,30	1
4	Spaudos formų UV eksponavimo ir džiov. įrenginys	2226	1941	1,1	1,04	1
5	Spaudos formų plovimo įrenginys	294	1965	1,1	0,14	1
6	Spaudos formų montavimo įrenginys	134,4	1968	1,1	0,06	1
7	Spaudos mašina	392,55	1905	1,1	0,19	1
8	Išilginio pjov.-sukimo įrenginys	276,75	1923	1,1	0,13	1
9	Pakavimo įrenginys	753,46	1955	1,1	0,35	1

* dar 2 papildomai vadybininkui ir technologui

Įrenginių kiekis skaičiuojamas pagal formulę: $N_{ir} = M / (F_m \times k_{bn})$

Reikiamų darbuotojų kiekio skaičiavimas

Eil. Nr.	Profesija	Metinis įr. darbo laiko fondas F _{mp} , h	Apskaičiuotas įr. kiekis N _{ir}	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	1840	0,04	1598,6	0,04	1
2	Operatorius lazeriniam eksponavimui	1988	0,30	1728,6	0,34	2*
3	Operatorius eksponavimui ir džiov.	1988	1,04	1728,6	1,20	

4	Operatorius plovimui	1992	0,14	1728,6	0,16	
5	Paruošėjas spaudai	1995	0,06	1728,6	0,07	1
6	Spaudėjas	1979	0,19	1728,6	0,21	1
7	Operatorius pjovimui-sukimui, pakavimui	1977	0,13	1728,6	0,15	1
8	Pakuotojas	1979	0,35	1728,6	0,40	1

*Priimta, kad spaudos formų gamybai užtenka 2 operatorių.

Reikiamas darbuotojų skaičius apskaičiuojamas pagal formulę: $R_{darb} = (F_{mp} \times N_{ir}) / F_{ef}$

Pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbuotojo darbo laiko fondas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F_{ef} = F_r(1 - k_n), h$$

F_{ef} – pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbuotojo darbo laiko fondas, h

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

3.3. Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas

Žinant reikiamą įrenginių kiekį yra parenkami atitinkami baldai ir apskaičiuojamas įrenginių ir baldų užimamas plotas projektuojamoje patalpoje. Pradinėje projektavimo stadijoje galima apytiksliai apskaičiuoti reikiamą gamybinių ir administracinių patalpų plotai:

$$S_1 = K_y \sum S_M$$

S_1 – reikalingas cecho plotas, m²;

S_M – įrenginių ir baldų užimamas plotas, m²

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

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

S_2 – administracijai (maketavimo, dizaino ir pan. patalpoms) reikalingas plotas, m²;

K_z – pagal sanitarines normas vienam asmeniui skiriamas min. plotas, m² (minimalus $K_z = 6$ m²).

N_z – darbuotojų skaičius projektuojamoje patalpoje.

23 lentelė

Įrengimų ir baldų užimamas plotas repro ir spaudos formų gamybos bare

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys, m		Užimamas plotas, m ²	
			ilgis	plotis	vieno	visų
1	2	3	4	5	6	7
1	Skaitmeninis spausdintuvas	1	1,8	1,3	2,34	2,34
2	Sp. f. lazerinio eksponavimo įr.	1	1,16	2,1	2,44	2,44
3	Sp.f. eksponavimo ir dž. įr.	1	3,75	2,8	10,50	10,50
4	Sp. f. plovimo įr.	1	1,5	1,8	2,70	2,70
5	Stalas	3	0,75	0,3	0,23	0,68
6	Spinta	1	1,5	1	1,50	1,50
7	Kėdė	3	0,35	0,3	0,11	0,32
Viso:					20,47	

24 lentelė

Įrengimų ir baldų užimamas plotas spaudos bare

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys, m		Užimamas plotas, m ²	
			ilgis	plotis	vieno	visų
1	2	3	4	5	6	7
1	Spaudos mašina	1	12	5	60,00	60,00
2	Supjaustymo ir sukimo įr.	1	1,3	1	1,30	1,30
4	Sp. formų montavimo įrenginys	1	1,2	2,3	2,76	2,76
5	Stalazas	3	0,7	1,7	1,19	3,57
6	Spinta instrumentams	2	2,20	0,45	0,99	1,98
7	Spinta medžiagoms	2	2,5	1,2	3,00	6,00
8	Stalas	4	1,20	0,80	0,96	3,84
9	Kėdė	3	0,35	0,30	0,11	0,32
	Pakavimo įr.	1	2,0	0,8	1,60	1,60
Viso:					81,77	

25 lentelė

Reikalingas gamybos patalpų plotas

Patalpos	Plotas m ²	
	Apskaičiuotas	Priimtas
Sp.formų gamybos ir repro cechas:	114,61	115,00
Spaudos cechas:	325,46	326,00
Bendras barų plotas:	440,07	441,00

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, yra nubraižomas gamybinių patalpų planas. Nubraižius planą yra patikslinamas gamybinių patalpų bendras plotas – 1145,5 m². Brėžinyje įrenginiai ir baldai išdėstomi nuosekliai, atsižvelgiant į technologinį procesą.

4. TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ KOKYBĖS KONTROLĖ

Įmonės vienas iš pagrindinių tikslų vertinant procesų kokybės kontrolę yra užtikinti kokybiškos paslaugos ir produkto suteikimą, sumažinti broko kiekį, patenkantį pas klientą ir vidines gamybos bei vadybos procesuose atsirandančias klaidas. Šiam tikslui užtikrinti įmonėje yra įdiegti du tarptautiniai kokybės standartai: aplinkosaugos vadybos sistemos standartas ISO 14001:2004 ir kokybės vadybos sistemos standartas ISO 9001: 2008. Standarte ISO 14001:2004 apibrėžiami reikalavimai, keliami aplinkos apsaugos vadybos sistemai ir leidžiantys organizacijai sukurti ir įgyvendinti politiką ir tikslus, kuriuose atsižvelgiama į teisinius ir kitus reikalavimus, kuriuos organizacija prisiima, ir informaciją apie reikšmingus aspektus [27]. Standarte ISO 9001: 2008 nustatyti kokybės vadybos sistemoms keliami reikalavimai, kai organizacija: siekia įrodyti savo sugebėjimą nuolat tiekti produktą, atitinkantį kliento ir atitinkamų įstatymų bei reglamentuojančių teisės aktų reikalavimus. Taip pat rezultatyviai taikydama šią sistemą, įskaitant jos nuolatinio gerinimo procesus, siekia, kad klientas būtų kuo daugiau patenkintas [28]. Be tarptautinių ISO standartų įmonė iki šių metų rugsėjo mėnesio planuoja įsidiegti BRC visuotinis maisto saugos standartą, siekiant užtikrinti gebėjimą garantuoti parduodamų produktų saugą ir kokybę. Šis standartas turėtų užtikrinti įmonės kaip plėvelės tinkamos maisto pakavimui tiekėjos atitiktį maisto saugos užtikrinimo reikalavimams. Kadangi pagal šį standartą gali būti vertinamas tiekėjų patikimumas, įsidiegtus ir laikantis šio standarto įmonė savo klientams galėtų pasiūlyti aiškesnę ir tvirtesnę kokybės garantą.

Siekiant optimizuoti gamybinius ir vadybinius procesus įmonė nuolat juos tobulina, pasitelkiant LEAN sistemą. Laikantis šios sistemos pagrindinių principų yra eliminuojami daugiausiai laiko ir žmogiškųjų išteklių reikalaujantys procesai, juos automatizuojant arba supaprastinant.

Siekiant išvengti pasikartojančių klaidų ir broko tikimybės visos klaidos, išoriniai ir vidiniai neatitikimai yra užfiksuojami ir registruojami. Šiuos užregistruotus neatitikimus aiškina įmonėje esantis kokybės skyrius, atsakingas už vidinių neatitikimų ir kliento pateiktų pretenzijų priežasčių identifikavimą ir problemos sprendimo būdo radimą. Kiekvienas darbuotojas atsiskaito už neatitikimą, užpildydamas formą, kurioje yra nurodoma neatitikties priežastis ir darbuotojo siūlomi sprendimo būdai. Kiekviename gamybos procese yra siekiama išvengti klaidų, todėl dauguma standartinių procesų, bendrų susitarimų ir taisyklių yra aprašyti dokumentuose, kurie yra sukelti į įmonės vidinę duomenų bazę, pasiekiamą kiekvienam suinteresuotam įmonės darbuotojui.

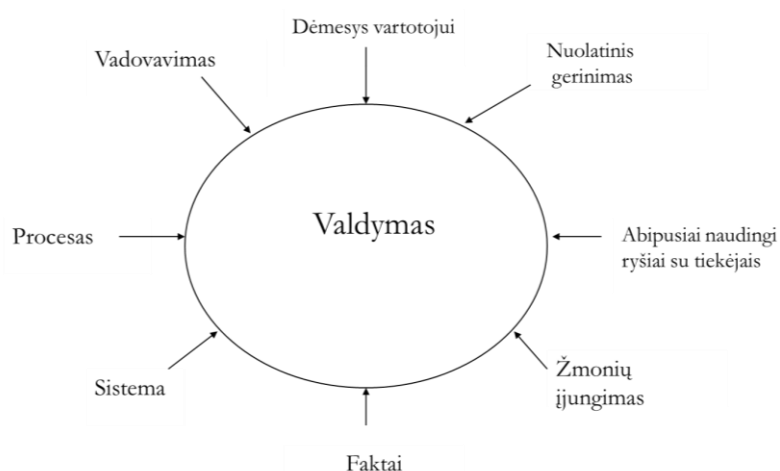
Siekiant užtikrinti galutinio produkto – pakuotės – kokybišką pagaminimą, kokybės kontrolė prasideda nuo maketo paruošimo spaudai. Produkcija ruošiamą naudojant specializuotą programinę

įrangą *Esko Packedge*, šios programos pagalba patikrinamos spalvos, objektai atskiruose sluoksniuose, pastebimos ir pašalinamos įvairios maketavimo „šiukšlės“, nebūtinai elementai, koreguojamos spalvinės užlaidos (angl. *trapping*), kurios pagal paruošimo spaudai taisykles turėtų būti minimaliai 0,05 mm. Vėliau produkto spaudos formų gamybos etape, formų kokybės kontrolę atlieka formų gamybos technologas, jas tikrinamas vizualiai ir naudojant optinius prietaisus.

Spaudos metu spausdinamos produkcijos kokybės kontrolę atlieka spaudėjas ir pamainos meistras. Spaudėjas visus kontroliuojamus parametrus kaip spalvų suvedimą, rastrinio taško padidėjimą, spalvų kontrastą, spalvų skalės kontrolinius laukus mato spaudos mašinos ekrane arba vizualiai prie spaudos baro.

Kiekviena produkcijos partija yra ženklinama lipdukais su pagrindiniais identifikavimo kodais, naujų gaminių gamybos metu yra paliekama produkcijos pavyzdžių tam, kad vėliau esant neatitikimui su sekančia partija, būtų galimybė patikrinti įvairius parametrus – spalvos skirtumą delta E, spalvų suvedimą, žaliavos savybes ir kitus parametrus. Yra galimybė kiekvienai produkcijos partijai išrašyti kokybės sertifikatą, remiantis įmonėje įdiegtais sertifikatais ir įmonės laboratorijoje atliktais tyrimais ir bandymais. Įmonėje esančioje laboratorijoje galima išmatuoti trinties koeficientus, sulaminavimo ir siūlės suvirinimo stiprius, dažų adheziją, paviršiaus aktyvaciją, pagal kurią nustatoma ar polimerinė plėvelė gerai priima dažus.

Pastebėjus neatitikimą arba padarius broką, galutinė produkcija yra pergaminama, o tarpiniuose procesuose šalinamos klaidų priežastys. Kokybės kontrolės procesas nuolat tobulinamas, įtraukiant visus įmonės darbuotojus, dirbančius skirtinguose įmonės skyriuose ir padaliniuose. Kokybės valdymo sistema susideda iš daugelių esminių komponentų, pagrindiniai jų pateikti 3.1. paveiksle.



10 pav. Kokybės valdymo komponentai

5. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA

5.1. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimui yra nustatomi rizikos veiksniai ir pavojai įmonės darbuotojams jų darbo vietoje ir aplinkoje. Nustačius rizikos veiksnius ir pavojus, įvertinama galima žala darbuotojų sveikatai, jos atsiradimo priežastys ir tikimybės. Įvertinus galimą žalą darbuotojų sveikatai, priimami rizikos veiksnių darbo vietoje ir aplinkoje mažinimo ir šalinimo būdai ir prevenciniai sprendimai. Profesinės rizikos vertinimo tikslas – įvertinti esamą ir galimą profesinę riziką darbe ir sudaryti saugias ir sveikas darbo sąlygas.

Profesinės rizikos vertinimas atliekamas vadovaujantis Profesinės rizikos vertinimo bendraisiais nuostatais, patvirtintais Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2012 m. spalio 25 d. įsakymu Nr. A1-457/V-961.

Rizikos vertinimas atliekamas padarius rizikos analizę pagal šiuos etapus: pavojų identifikavimas, pažeidžiamų asmenų identifikavimas, rizikos leistinumą nustatymas. Nustatant riziką yra įvardijama poveikio trukmė ir priežastys, sąlygojančios jų pasireiškimą: fizikiniai, cheminiai, ergonominiai, psichosocialiniai, fiziniai, darbo ir poilsio laikas. Vertinimas ir analizė atliekama vadovaujantis darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktais, įstatymais, higienos normomis, instrukcijomis ir taisyklėmis.

Sudarant rizikos vertinimo planą, nurodomi rizikos vertinimo darbai, objektai, įvykdymo terminai ir atsakingi darbuotojai, kurį patvirtina darbdavys ar jo įgaliotas asmuo. Rizikos vertinimo darbų plane numatomi ir žinomos rizikos, kurios kyla ar gali kilti mobiliuose ar laikinose darbo vietose, vertinimo darbai [29]. Kai nustatoma nepriimtina rizika, įmonės vadovas ar jo pavedimu darbdavio įgaliotas asmuo darbuotojų saugai ir sveikatai privalo imtis priemonių rizikos šalinimui ir įgyvendinti prevencines priemones nepriimtina rizikai pašalinti ar sumažinti. Nepriimtinos rizikos atveju yra paruošiamas profesinės rizikos veiksnių mažinimo ir šalinimo planas.

Pavojų identifikavimas

Pavojų identifikavimo etape apibūdinami įmonės potencialūs pavojai, kuriuos sukelia fizikiniai, mechaniniai, cheminiai bei psichologiniai veiksniai. Fizikinių darbo aplinkos veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti darbuotojų sveikatai, duomenys pateikiami 19. Lentelėje, mechaniniai veiksniai, kurie daugiausia pasireiškia per įrenginius, neapsaugotas jų dalis pateikiami 20 lentelėje. Cheminiai veiksniai dažniausiai pasireiškys per gamybos procesuose naudojamus medžiagas ir dažus, yra pateikti 21 lentelėje. Psichofiziologinių veiksnių sukeltų pavojų (darbo krūvis, didelis darbo tempas, darbo poza, psichologinė įtampa, darbo ir poilsio režimo sutrikimas), galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas yra pateiktas 23 lentelėje.

Pavojų identifikavimo metu reikia atsižvelgti ne tik į tai, ar buvo nustatytas esamas ar būsimas pavojus sveikatai, bet ir pavojaus užkirtimo būdus - prevencines priemones. Todėl nors ir įmonėje nebūtų nustatytas galimas pavojus, prevencinės apsaugos priemonės yra rekomenduotinos.

26 lentelė

Fizikinių 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 vietos aplinka (patalpų mikroklimatas)	Ar veikia karštis, šaltis (°C), skersvėjis (m/s), drėgmė (%). Poveikio trukmė (min.)	x		x	
Darbo vietos apšvietimas	Ar yra natūralus apšvietimas, ar pakankamas darbo vietos ir praėjimų apšvietumas, ar nėra akinimo. Apšvieta - Lx	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) (dBA), didžiausias momentinis garso slėgis – 87 ribinė eksp. vertė.		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	
Elektrostatinis laukas	Lauko stiprumas, poveikio trukmė	x		x	
Elektromagnetinis laukas	Lauko stiprumas, poveikio trukmė	x		x	

Analizuojant fizikinius veiksnius, reiktų atkreipti dėmesį į prevencines apsaugos priemones, užtikrinant pakankamą ir laisvą evakuacinį išėjimą, sklandų priešgaisrinių apsaugos sistemų darbą, aiškią ženklavimo ir instrukcijų pateikimo sistemą, triukšmą keliančių įrenginių garso mažinimo būdus.

27 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

27 lentelės tęsinys

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

Vertinant mechaninius veiksmus, reiktų atkreipti dėmesį į besisukančių mašinų dalių, pjovimo įrankių bei transportavimo įrangos saugų ir aiškų naudojimą. Šie veiksniai dažnai priklauso nuo darbuotojų kvalifikacijos ir gebėjimų valdyti įrangą ir susidariusią situaciją. Tam, kad išvengtų pavojingų situacijų, reiktų taikyti prevencines priemones kaip pakartotinis darbuotojų instruktavimas darbo vietoje, instrukcijų kabinimas darbo aplinkoje ir prie įrenginių, judančių arba aštrių įrenginių dalių uždengimas. Naikinant ir išmetant medžiagas tokias kaip tuščias dažų ar kitų cheminių medžiagų taras, reiktų turėti apsaugines pirštines ir darbo aprangą.

28 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 pozijoje 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

28 lentelės tęsinys

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	

Vertinant psichofiziologinių veiksnių sukeltų pavojų, galima teigti, kad pavojingiausi veiksniai yra fizinis krūvis, neteisinga arba statinė darbo poza, monotonija, darbas pamainomis, stresas, ilga sukonzentravimo ir dėmesio išlaikymo trukmė, darbo ir poilsio režimo disbalansas.

29 lentelė

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 pavojų	Lengvai užsidegančių ir sprogstamų 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	

Vertinant chemiųjų veiksnių daromą žalą, galima būtų įvardinti tiesioginį darbą su cheminėmis medžiagomis ir jų produktais. Darbuotojai, dirbantys dažų laboratorijoje susiduria su įvairių cheminių sudėčių dažais ir lakais, spaudėjai ir spaudos paruošėjai su skiedikliais, valikliais ir plovikliais. Šios medžiagos yra lakios ir garuojančios, turi aitrų kvapą, todėl dirbant su šiomis medžiagomis reiktų naudoti apsuauuginėmis pirštelėmis ir vienkartiniais respiratoriais.

5.2. Pažeidžiamų asmenų identifikavimas

Šis rizikos vertinimo etapas skirtas nustatyti įmonės darbuotojus, kurie dirba rizikingiausioje sveikatai aplinkoje ir yra įtraukiami į pažeidžiamų asmenų sąrašą. Atlikus pavojų identifikavimą nustatyta, kad prie rizikingiausios darbuotojų grupės galima būtų priskirti gamybos darbuotojus: pjovimo-sukimo, laminavimo įrenginių operatorius, spaudėjus, spaudos formų gamybos operatorius, mechanikus, žaliavų ir gaminių sandėlininkus, koloristus ir spaudos paruošėjus, pagalbinius darbuotojus ir vairuotojus. Šie asmenys savo darbo aplinkoje susiduria arba didesnė tikimybe susidurti su akustiniu triukšmu, pastovia fizine apkrova, vibracija, jie dirba su cheminėmis medžiagomis, judančiomis įrenginių dalimis. Dalis darbuotojų dirba stovint arba nuolant judant, kelia krovinius arba yra atsakingi už judančių įrenginių valdymą.

Prie mažesnės rizikos grupės galima būtų priskirti įmonės administracijos ir dizaino skyriaus darbuotojus. Šiems darbuotojams galimi rizikos veiksniai būtų per mažas apšvietimas, sausas darbinės aplinkos oras ir nekokybiškas administracinių patalpų vėdinimas, intensyvus darbas prie kompiuterio ir psichologiniai veiksniai. Visi nauji darbuotojai darbo pradžioje gauna darbo saugos instruktažą, o asmenys, kurie neperiodiškai lankosi gamybos padaliniuose išklauso privalomą saugumo gamybos padalinyje instruktažą bei įeidami į pakuočių gamybos patalpas gauna vienkartinę aprangą.

5.3. Rizikos leistinumo nustatymas

Pagal atliktą aplinkos veiksnių analizę darbo vietoje yra nustatomas rizikos leistinumas. Kadangi pažeidimų darbo vietoje nebuvo nustatyta, rizikos leistinumas vertinamas atsižvelgiant į labiausiai tikėtinus rizikos veiksnius.

Kadangi didžiausią riziką gamyboje kelia akustiniai triukšmai, siekiant sumažinti šią riziką darbuotojams yra skiriami kištukai į ausis. Kitas svarbus rizikos veiksnys yra cheminių medžiagų poveikis odai ir kvėpavimo takams, todėl siekiant sumažinti neigiamą poveikį darbuotojams skiriami respiratoriai ir apsauginės pirštinės. Siekiant sumažinti dar vieną rizikos veiksnį - įrenginių skleidžiamas vibracijas - po įrenginiais yra patiesiami guminiai pagrindai, kurie turi sugerti vibracines bangas. Dar vienas svarbus rizikos veiksnys yra fizinio arba įtempto darbo su kompiuteriu poilsio ir darbo režimo disbalansas. Kadangi gamybos darbuotojai dirba įtemptą ir ilgą fizinį darbą, siekiant sumažinti fizinį krūvį kas valandą yra privaloma 5-10 minučių pertrauka, o sunkūs rulonai ar kiti daiktai yra keliami specialiais keltuvais. Dirbant įtemptą darbą su kompiuteriu taip pat kas valandą yra privalomos pertraukos po 5-10 minučių, skirtos akių ir raumenių mankštai, todėl yra rekomenduojamas fizinis aktyvumas pertraukų metu.

Visos veiklos, pavojai, saugos priemonės, galimi trukūmai, pasekmės ir rizikos dydis, išreikštas balais, yra pateikti rizikos įvertinimo duomenų lape (24 lentelė). Rizikos sumažinimo veiksmų planas yra pateiktas 25 lenetelėje, kurioje buvo parinkti reikalingi veiksmai rizikos sumažinimui ir jų atlikimo terminai.

30 lentelė

Rizikos įvertinimo duomenų lapas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka/nepakanka	Pavojaus dydis (balais)	Sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės (balais)	Rizikos dydis (balais)
Spaudos formų gamyba/ dažų maišymas/ spausdinimas	Cheminės medžiagos	Pirštinės ir respiratoriai, spec. laikymo talpyklos	Pakanka	2	1	1	2
	Akustinis triukšmas	Ausų kištukai	Nepakanka	2	1	2	4
	Vibracija	Antivibraciniai guminiai pagrindai	Pakanka	1	1	1	1
	Judantys mechanizmai	Judančių dalių uždengimas, darbuotojų pastovus instruktažimas ir mokymai	Pakanka	2	2	2	4
Sunkių daiktų transportavimas	Daiktų nuvertimas, sugadinimas arba raumenų patempimai ir sužalojimai	Tušti ir erdvūs perėjimo takai ir sandėliavimo patalpos, darbuotojų mokymai naudojantis spec. keltuvais	Pakanka	1	1	2	3
Įrenginių valymo darbai	Cheminės medžiagos	Pirštinės ir respiratoriai, spec laikymo talpyklos	Pakanka	2	1	1	2
Įtemptas darbas su kompiuretiu arba įtempta fizinė veikla	Pervargimas, persitempimas	Kas valandą daromos 5-10 min. pertraukos	Nepakanka (ilgesnės pertraukos, lėtesnis darbo tempas)	2	1	2	2

31 lentelė

Rizikos sumažinimo veiksmų planas

Veikla	Reikalingi veiksmai	Veiksmų prioritetai, atsižvelgiant į rizikos dydį (balais)	Atsakingas	Veiksmų atlikimo terminas
Spausdinimas	Triukšmo šaltinio izoliavimo darbai, klausos apsaugos priemonių naudojimas	4	Spaudos darbų vadovas	3 mėn.
Naudojimas judančiais mechanizmais (sukimo, pjovimo įrenginiai, spaudos mašinos)	Darbuotojų pastovūs mokymai naudotis įrengimais, saugesnių įrankių ar įrenginių pasirinkimas, judančių detalių uždengimas	4	Spaudos darbų vadovas	Nuolat

Sunkių daiktų transportavimas	Keltuvų naudojimas sunkiems rulonams ar daiktams kelti, patogių pravažiavimo ir praėjimo takų užtikrinimas, mokymai darbuotojams.	3	Sandėlio ir logistikos vadovai	Nuolat
-------------------------------	---	---	--------------------------------	--------

5.4. Ekologija – aplinkos apsauga

Spaudos pramonės įmonės labiausiai yra reguliuojamos dėl įmonėse naudojamų cheminių medžiagų (spaudos dažų, valiklių, skiediklių) naudojimo, kurios sunkiai suyra ar yra perdirbamos, todėl privalo būti surenkamos ir utilizuojamos. Įmonė dėl naudojamų cheminių medžiagų ir įvairių rūšių žaliavų privalo laikytis įvairių aplinkosauginių įstatymų ir direktyvų (LOJ, TIPK ir TARŠOS), teikti įvairias nuotekų tvarkymo, aplinkos oro apsaugos, vandens naudojimo, cheminių medžiagų gamybos, importavimo ir eksportavimo, ataskaitas. Ataskaitose pateikiame pagaminamų ir sunaudojamų medžiagų kiekius, pagal kuriuos galima vertinti įmonės daromą įtaką aplinkai.

Kadangi cheminių medžiagų naudojimas įmonė griežtai reglamentuojamas, šios medžiagos yra laikomos specialiose tam skirtose patalpose, tuščios taros surenkamos ir išvežamos utilizuoti.

Taip pat siekiant įmonėje palaikyti nuolatinį oro ir vandens valymą, administracinės ir gamybos patalpos nuolat yra vėdinamos, kondicionuojamos ir drėkinamos, palaikoma tinkama oro temperatūra ir santykinis oro drėgnumas. Spaudos metu naudojami „žemo“ kvapo dažai. Vandens garų, cheminių ar kitų dujų koncentracija yra nuolat kontroliuojama specialiais jutikliais, kurie automatiškai įjungia oro valymo filtrą, esant per didelei dujų koncentracijai. Užterštas vanduo iš gamybinių patalpų yra valomas įvairiais nustatytais nuotekų valymo metodais.

Diegiant bioskaidžių plėvelių naudojimą spaudai, reikia atsižvelgti, kad naudojami dažai yra skirti ir paprastoms neskaidžioms plėvelėms, todėl žaliavų su spauda likučiai taip pat turi būti greitai tvarkomi ir perdirbami – pašalinant kenksmingas chemines medžiagas, esančias dažuose ir lakuose.

Siekiant sumažinti gamybos išmetamų atliekų kiekį nuolat turi būti taikomi tam tikri vadybos sistemos žingsniai: planavimas, įgyvendinimas, tikrinimas, tobulinimas. Pagal šį principą ne tik gamyba, bet ir kiekvienas įmonės skyrius gali sumažinti daiktų ar atliekų perteklių. Galimi veiksmai mažinant įtaką aplinkai galėtų būti šie: žaliavų ir gamybinių medžiagų optimizacija, elektros energijos taupymas pertraukų metu (pietų pertraukos metu išjungiamas apšvietimas, dienos metu naudojamas mažesnis apšvietimas negu vakare), modernių ir taupančių elektros energiją įrenginių ir šildymo sistemų pakeitimas arba integravimas, nuolatinis atliekų ir popierių (administracijos skyriaus) surinkimas, rūšiavimas ir atidavimas perdirbimui.

6. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

Šioje dalyje yra pristatomos reikalingos investicijos keičiant dalį sintetinių ir įprastinių gamybinių žaliavų į bioskaidžias, galutinio produkto atsipirkimo skaičiavimai. Taip pat aptariama naujos valdymo sistemos įdiegimo pavyzdys ir jo įtaka įmonės veiklai, leidžianti sumažinti laiko ir finansinių išteklių švaistymą bei per tą patį laiko vienetą bei nenaudojant papildomų išteklių, padidinti pelningumą.

6.1. Įmonės analizė

Įmonė „Aurika UAB“ yra viena didžiausių ir stiprausių etikečių ir pakuočių spaustuvių Lietuvoje ir tarp Baltijos šalių, turinti du atskirus padalinius - etikečių ir pakuočių gamybos – Kaune ir filialą Vilniuje. Įmonės produkcijos tikslinės grupės yra Lietuvos ir užsienio maisto ir gėrimų, chemijos, kosmetikos gamintojai. Įmonės pagrindiniai konkurentai yra UAB „Pakmarkas“ (polimerinių pakuočių bei etikečių gamintojai ir pakavimo medžiagų prekybininkai), UAB „Lietpak“ (pakavimo medžiagų gamintojai maisto, statybos medžiagų, higienos ir technikos prekių pramonei), UAB „Panoden“ (polimerinių pakuočių, skirtų maisto pramonei gamintojai).

Kadangi įmonė yra viena lyderiaujančių savo srityje, siekianti įvairiais būdais diegti inovacijas ir naujausius technologinius ir vadybinius sprendimus, ji yra suinteresuota skatinti aplinkai mažiau kenksmingų medžiagų naudojimą.

Bioskaidžios medžiagos šiuo metu dar nėra plačiai naudojamos spaustuose, tačiau žvelgiant į perspektyvas – jų naudojimas ir pritaikymas maisto pakuotėms yra populiarėjantis dėl daugėjančių tyrimų šioje srityje. Didžiausi bioskaidžių medžiagų pritaikymo maisto pakuotėms trukdžiai yra pakankamai brangi žaliavos kaina, mechaninių ir barjerinių savybių ribos lyginant su įprastomis polimerinėmis medžiagomis ir mažas tokių pakuočių populiarumas tarp klientų. Kadangi inovacijos tikslas yra nukreiptas į verslo produktyvumo ir konkurencingumo didinimą, diegiant jas reiktų atsižvelgti ne tik į įmonės interesus, bet ir į klientų pageidavimus, o tai reikštų, kad jeigu klientas nėra pasiruošęs investuoti į perkamą produktą, įmonės investicijos į inovaciją gali neatsipirkti. Todėl prieš diegiant naują inovaciją visų pirma reiktų įvertinti klientų pageidavimus ir pirkimo tendencijas, nes siūlomas naujas produktas kaip bioskaidi pakuotė, turi pirmiausia atitikti kliento išskeltus pakuotės kokybinius kriterijus. Žinoma dabartinės bioskaidžios žaliavos vis dar nepasižymi tokiomis geromis mechaninėmis ir barjerinėmis savybėmis kaip įprastos polimerinės medžiagos, tačiau bioskaidžių plėvelių rinkai prognozuojamas didelis augimas ir ši rinka bus viena iš pagrindinių, darančių didelę įtaką bioekonomikos plėtrai.

Atsižvelgus į tai, kad ankstesniuose darbuose, kuriuose buvo analizuojama įmonės „Aurika UAB“ veikla, buvo pateiktos makroaplinkos ir konkurentų analizės, įmonės potencialo ir finansinio

pajėgumo vertinimai, marketingo strategijų alternatyvos, įmonės savianalizės SWOT metodu, rinkos perspektyvos vertinimai, parodantys įmonės pranašumą prieš konkurentus ir pakankamus išteklius įgyvendinant naujus projektus, buvo nuspręsta šiame darbe didesnę dėmesį skirti įmonėje šiuo metu vykstantiems svarbiems procesams ir trumpai pristatyti įmonėje diegiamą projektą – naują gamybinių ir vadybinių procesų valdymo sistemą. Trumpa šios sistemos realių rezultatų apžvalga, leidžia daryti išvadą, kad įmonė yra pajėgi diegti inovacijas ir įgyvendinti naujus projektus.

Ši sistema apjungia visus gamybinius ir vadybinius procesus, kurių pasekoje gamybos planavimas vyksta produktyviau ir lengviau, atsiranda galimybė reaguoti į iškilusias situacijas greičiau, fiksuoti ir vėliau atsekti beveik bet kurį gamybos žingsnį nuo užsakymo priėmimo iki galutinio produkto išsiuntimo. Valdymo sistemą sudaro kelios pagrindinės dalys: pirkėjo arba pardavėjo informacija, pranešimai, sąmatų skaičiavimo, gamybos planavimo, gamybos užsakymų, gaminių informacijos ir archyvo, pardavimo užsakymų ir sąskaitų blokai. Naujos valdymo sistemos įdiegimo procesas užtruko 1 metus ir yra vis dar tobulinamas, tačiau visuose įmonės skyriuose yra pastebimi teigiami rezultatai, kurie sutaupo darbuotojų laiką atliekant kasdienes užduotis, trumpina užduočių atlikimo trukmę, padeda archyvuoti dokumentus ir informaciją, optimizuoti gamybinius ir vadybinius procesus, įgalina klientą lengviau ir greičiau pateikti užsakymus, gauti pagrindinę informaciją apie užsakymą ir stebėti jo būsenas.

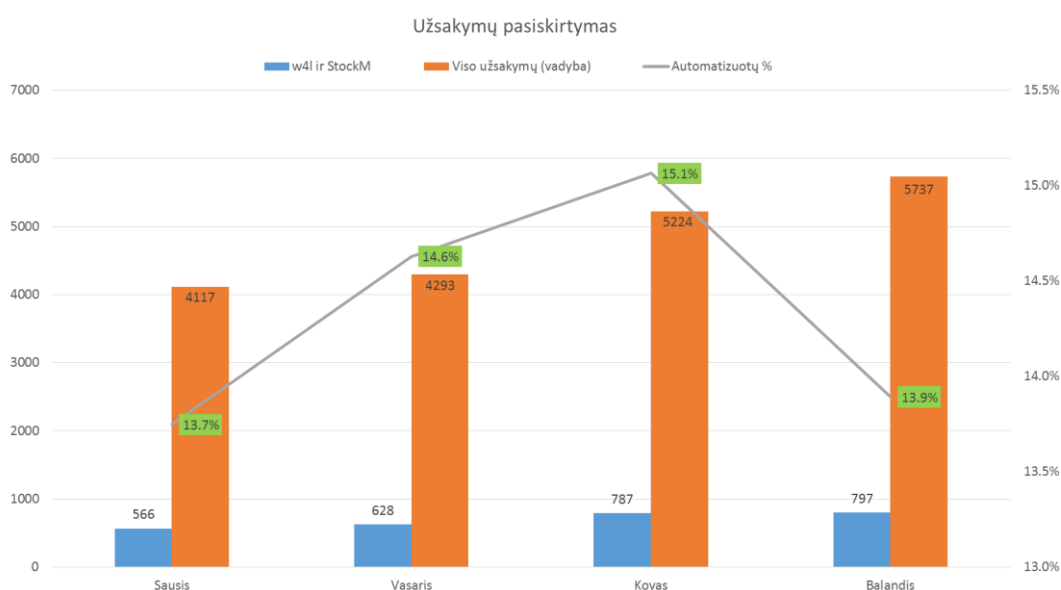
Sistemos diegimo pagrindiniai tikslai buvo šie – optimizuoti gamybinius ir vadybinius procesus, sukurti lengvesnią ir labiau interaktyvią komunikaciją tarp įmonės ir kliento, įgalinti tarpsproceinius ir tarpisteminius informacijos mainus.

Sistemos laukiami ir siekiami rezultatai – efektyvesnis užsakymų pateikimas, naudojant internetinių užsakymų platformą, techninio darbo sumažinimas, tikslesnis ir produktyvesnis užduočių atlikimas (užsakymų suvedimas, kainos paskaičiavimas ir išsiuntimas klientui, technologinių procesų planavimo įrankio išnaudojimas), greitesnės ir lankstentės gamybos galimybės, didesnės pajamos per tą patį laiko vienetą.

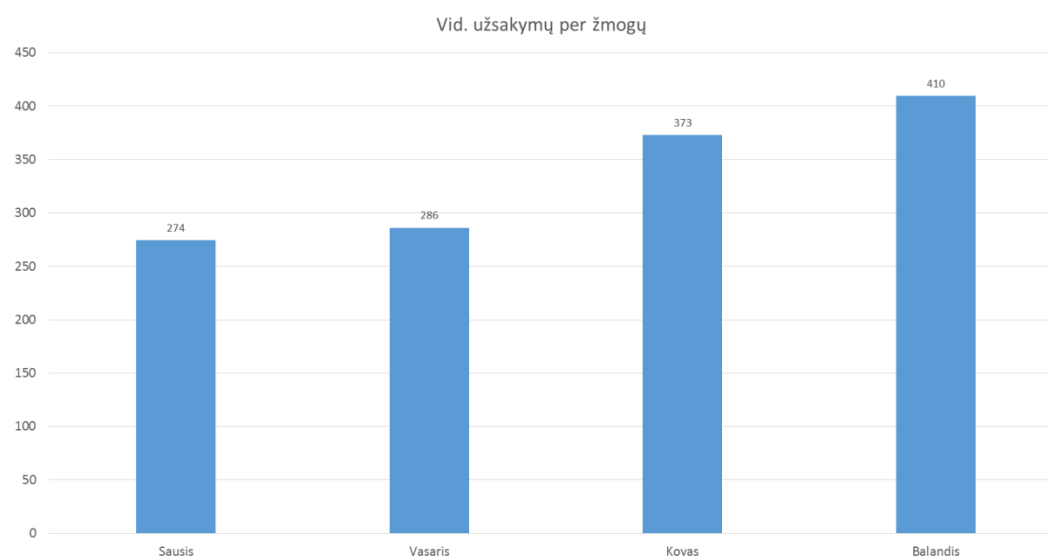
Kadangi dauguma įmonės duomenų yra konfidencialūs, darbe yra pateikiami apibendrinti tik klientų aptarnavimo skyriaus rezultatai. Nauja sistema buvo pradėta diegti 2015 m. birželio mėn., tačiau paveikslė yra pateikti tik pastarųjų 4 mėnesių darbo rezultatai, atsižvelgiant į tai, kad pusę metų po sistemos įdiegimo darbo ir kokybės rodikliai buvo smukę dėl bandomojo sistemos laikotarpio, kurio metu įmonės darbuotojai mokėsi dirbti šia sistema, buvo sudaromos bendros sistemos naudojimo taisyklės, pati sistema pritaikoma specialiai fleksografijos spaudos technologinių procesų valdymui.

Pirmame grafike yra pateiktas užsakymų pasiskirstymas sausio-balandžio mėnesiais, kuris parodo kiek iš viso per tam tikrą mėnesį buvo suvesta užsakymų. Atskirai (mėlyna spalva) išskirtas

internetinių (*w4l-web - for labels*) ir užsakymų iš sandėlinio (*StockM*) kiekis. Taip pat apskaičiuota automatizuotų, pateiktų per internetinę užsakymų pateikimo sistemą, užsakymų procentinė dalis nuo mėnesio bendro užsakymo kiekio. Iš pateiktų rezultatų matyti, kad kas mėnesį bendras užsakymų kiekis didėja, žinoma reikia atsižvelgti ir į klientų elgesio dėsningumus ir sezoniškumą, kai yra užsakomi tam tikri gaminiai tik tam tikro sezono (vasaros, priešventinio) pradžioje. Tačiau pagrindinis naujos sistemos, ją taikant klientų aptarnavimo skyriuje, tikslas yra didinti automatizuotų užsakymų kiekį, todėl analizuojant skyriaus rezultatus didžiausias dėmesys yra skiriamais būtent šiems kiekybiniais rezultatams. Iš pateikto grafiko galima matyti, kad yra pastebimas nuolatinis automatizuotų užsakymų augimas, kuris lemia laiko sąnaudų, skirtų techniniams darbams atlikti, mažinimą.



11. pav. Suvestų užsakymų sausio-balandžio mėn. suvestinė



12 pav. Suvedamų užsakymų, tenkančio vienas asmeniui sausio-balandžio mėn. vidurkiai

Antrame grafike pateikti užsakymų kiekiai sausio-balandžio mėnesiais per kliento aptarnavimo vadybininką (įskaičiuojant ir internetinius užsakymus). Iš pateiktų rezultatų matyti, kad naujos sistemos pagalba klientų aptarnavimo vadybininkai per tą patį darbo laiką gali suvesti daugiau užsakymų, ko pasekoje kyla darbo našumas ir galimybė priimti daugiau užsakymų.

6.2. Įmonės potencialo vertinimas

Analizuojant įmonės potencialą įgyvendinant naują projektą buvo sudaryta vertinimo lentelė, kurioje balais vertinami valdymo veiksniai – kaštai, technologijų ir darbuotojų kvalifikacijos lygis, pelningumas, turimi rezursai, produkto kokybė, įmonės kultūra, rinkos plantumas, išskirtinumas rinkoje. Pagal vertinimo balus buvo apskaičiuotas įmonės potencialas, kurio vertė - 4,7.

32 lentelė

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 tiekinių rinka	Siaura					+			Plati
10	Ypatinga specializacija	Nepalanki					+			Palanki
11	Ypatinga komunikacija	Nepalanki					+			Palanki
12	Kūrybiškumas	Siauras					+			Platus
Suma			0	0	0	0	6	4	2	

Verta pažymėti, kad šiais metais įmonė buvo apadovanota ne viename konkurse, naujausias įmonės įvertinimas buvo už sėkmingus eksporto rezultatus. Lietuvos pramonininkų konfederacijos IX-ojo suvažiavimo metu „Aurikai“ buvo įteiktas „Lietuvos metų eksportuotojos 2015“ apdovanojimas už tai, kad per pastaruosius metus pagaminamos produkcijos eksportas sudarė 61 proc., per metus eksportas paaugo 14 proc., eksportuota į 26 užsienio šalis.

6.3. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Projekto investicijų skaičiavime yra skaičiuota tik trumpalaikio turto vertė, nes priimta, kad įmonė jau įsigijusi ilgalaikį turtą. Kadangi projektas apima tik dalinį žaliavos pakeitimą, investicijos į naujus statybos, montavimo darbus arba naujų įrenginių ir baldų pirkimą, neskaičiuojamos. Išlaidos patalpoms neskaičiuojamos, nes įmonė turi nuosavas gamybinės ir administracinės patalpas.

Šio projekto finansiniai šaltiniai yra nuosavos lėšos.

33 lentelė

Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

Projekto kaštai,		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	tūkst. Eur	Struktūra	tūkst. Eur
Trumpalaikiam turtui įsigyti: žaliavoms ir kitoms medžiagoms	2212,72	Akcininkų nuosavybė, akcinis kapitalas, rezervai	2296,03
Kiti kaštai (darbuotojų atlyginimai)	83,30		
Viso kaštų:	2296,03	Viso šaltinių:	2296,03

6.3.1. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas

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

$$AL_{1m} = \frac{B_{pard}}{360} \times n_{ap}, \text{ kur} \quad (1)$$

n_{ap} - apyvartos trukmė dienomis;

B_{pardj} – 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 apimtį prieaugio koeficientą, kuris nustatomas pagal formulę:

$$k = B_{pardj} / B_{pardj-1}, \text{ kur} \quad (2)$$

B_{pardj} – pardavimų apimtis einamaisiais metais,

$B_{pardj-1}$ – pardavimų apimtis prieš tai ėjusiais metais.

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

$$AL_i = AL_1 \times k \quad (3)$$

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

$$\Delta AL_i = AL_i - AL_{i-1} \quad (4)$$

34 lentelė

Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. Gamybos apimtis, natūriniais vienetais		32944000	37062000	41180000	41180000	45298000
2. Gamybos prieaugio koeficientas	0	0,8	0,9	1	1	1.1
3. Apyvartinių lėšų metinis poreikis, tūkst. €	22054,55	17643,64	15879,29	15879,28	15879,28	17467,21
4. Apyvartinių lėšų poreikio prieaugis, tūkst. €	0	0	-3352,29	0	0	3334,65
5. Apyvartinės lėšos, tūkst. €* €*	22054,55	17643,64	15879,29	15879,28	15879,28	20801,85

* Apyvartinis kapitalas formuojamas jau nuliniiais (investicijų) metais: tam skiriama nuo 20 iki 60 % apyvartinių lėšų sumos, reikalingos pirmaisiais projekto gyvavimo metais.

Nuliniais (investavimo) metais yra investuojama į trumpalaikį turtą ir apskaičiuojamos apyvartinės lėšos 5-iems metams į priekį. Taip pat priimta, kad pakuočių gamyba augs, o ne mažės, ir pagal tai yra nusistatyti gamybos prieaugio koeficientai.

6.3.2. Produkcijos gamybos apimties planavimas

Atliekant gamybos planavimo procesą, yra nustatoma gamybos apimtis natūriniais vienetais prekės gyvavimo ciklui (vidutiniškai penkerių metų laikotarpiui). Šiuo atveju priimta, kad gamyba tik augs, todėl gamybos prieaugio koeficientai nustatomi iki brandos metų 0,8-0,9, nuo brandos metų 1-1,1. Pagal tai apskaičiuota gamybos apimtis kiekvieniems metams.

35 lentelė

Gamybos apimties skaičiavimas

Produkcijos pavadinimas	Gamybos apimtis, vnt.				
	1	2	3	4	5
	Įsisavinimo koeficientas 0,8	Įsisavinimo koeficientas 0,9	Įsisavinimo koeficientas 1	Įsisavinimo koeficientas 1	Įsisavinimo koeficientas 1,1
Pakuotė I	2304000	2592000	2880000	2880000	3168000
Pakuotė II	2880000	3240000	3600000	3600000	3960000
Pakuotė III	4320000	4860000	5400000	5400000	5940000

35 lentelės tęsinys

Pakuotė IV	2880000	3240000	3600000	3600000	3960000
Pakuotė V	6160000	6930000	7700000	7700000	8470000
Pakuotė VI	960000	1080000	1200000	1200000	1320000
Pakuotė VII	1920000	2160000	2400000	2400000	2640000
Pakuotė VIII	5120000	5760000	6400000	6400000	7040000
Pakuotė IX	2400000	2700000	3000000	3000000	3300000
Pakuotė X	4000000	4500000	5000000	5000000	5500000

6.4. Gamybos kaštų skaičiavimas

Pagal kaštų priskyrimą atskiroms produkcijos rūšims, gamybos kaštai skirstomi į tiesioginius ir netiesioginius kaštus. Tiesioginiams kaštams priskiriami pagrindinių žaliavų ir medžiagų kaštai, tiesioginio darbo užmokesčio ir atskaitymų socialiniam ir sveikatos draudimui kaštai ir kaštai technologinių procesų energijai. Netiesioginiai kaštai yra tos bendros išlaidos, kurios apskaičiuojamos bendra suma ir kurių negalime tiesiogiai priskirti konkrečiam gaminiui (gamybinių cechų įrengimų ir patalpų išlaikymui reikalingų medžiagų vertė, gamybos vadovų, specialistų, techninių vykdytojų darbo užmokestis ir atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, cechų apšvietimo, apšildymo ir buitiniams reikmėms skirtos energijos išlaidos, amortizaciniai atskaitymai, kitų tarnybų paslaugos ir kitos išlaidos).

6.4.1. Tiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

Prie tiesioginių išlaidų yra priskiriamos žaliavų, spaudos dažų ir spaudos formų, reikalingų pagaminti produktą bei tiesioginio darbo užmokesčio su mokesčiai kaštai.

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

$$MK_i = B_{mi} \times c_{mi}; \quad MK_j = \sum MK_{ij}$$

36 lentelė

Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Sp. formos polimeras BASF Ace D + 20% nuobiros, m ²	Polimeras tūkst. € (1m ² kaina 145 €)	Dažai, tūkst. €		Viso išlaidų medžiagoms per metus, tūkst. €
				CMYK ir Pantone	Plėvelė, tūkst. €	
1	2	3	4	5	6	7=4+5+6
1	Pakuotė I	19,34	2,80	12,38	37,51	52,70
2	Pakuotė II	34,63	5,02	27,98	69,96	102,96
3	Pakuotė III	75,13	10,89	53,05	146,34	210,28
4	Pakuotė IV	36,34	5,27	26,84	103,23	135,34
5	Pakuotė V	122,30	17,73	95,71	237,79	351,23
6	Pakuotė VI	100,64	14,59	96,09	412,93	523,61
7	Pakuotė VII	18,93	2,74	18,35	85,21	106,31

36 lentelės tęsinys

8	Pakuotė VIII	6,52	0,95	5,46	24,47	30,87
9	Pakuotė IX	13,48	1,95	19,10	98,32	119,37
10	Pakuotė X	32,61	4,73	32,06	152,94	189,73
Viso:		427,32	61,96	300,54	997,06	1359,56
Pagalbinės medžiagos sudaro 20% pagrindinių medžiagų sumos				271,91		tūkst. €
Viso išlaidų medžiagoms 1359,56 + 271,91				1631,47		tūkst. €

37 lentelė

Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

Eil. Nr.	Pareigos	Darbuotojų sk.	Darbo užmokestis, €/mėn.	Sodra, 30,98%	Suma, €/mėn.
1	2	3	4	5	6
1	Vadybininkas	1	900,00	278,82	1178,82
2	Technologas	1	1300,00	402,74	1702,74
3	Spaudėjas	1	900,00	278,82	1178,82
4	Techninis redaktorius	1	550,00	170,39	720,39
5	Spaudos formų operatorius	1	500,00	154,90	654,90
6	Pjovėjas-sukėjas	1	500,00	154,90	654,90
7	Spaudos paruošėjas	1	350,00	108,43	458,43
8	Pakuotojas	1	300,00	92,94	392,94
Viso:		8	5300,00	1641,94	6941,94
Viso per metus:			63600,00	19703,28	83303,28

38 lentelė

Tiesioginės išlaidos įrenginių elektros energijai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Įrengimų skaičius	Galia, kW	Darbo valandų skaičius, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1 kWh kaina, €	Išlaidos el. energijai per metus, €
1	2	3	4	5	6=4*5	7	8
1	Kompiuteris	3	1,2	37,00	133,20	0,122	16,25
2	Skaitmeninis spausdintuvas	1	2,8	37,00	103,60	0,122	12,64
3	Sp.f. graviravimo įrenginys	1	1,9	630,00	1197,00	0,122	146,03
4	Sp.f. eksponavimo įrenginys	1	10	1806,00	18060,00	0,122	2203,32
5	Sp.f. plovimo įrenginys	1	5	294,00	1470,00	0,122	179,34
6	Spaudos mašina	1	45	134,40	6048,00	0,122	737,86
7	Supjaustymo ir sukimo įr.	1	9	392,55	3532,98	0,122	431,02
9	Pakavimo įrenginys	1	5	753,46	3767,30	0,122	459,61
Viso:							4186,07

Tiesioginės išlaidos vandeniui

Išlaidų pavadinimas	Sunaudojimas per parą, l/1 darb.	Poreikis metams, m ³	1 m ³ vandens kaina, €.	Išlaidos vandeniui per metus, €
1	2	3	4	5=4*5
Išlaidos vandeniui	70	17640	1	17640,00
Eksplotacinės išlaidos*(15%)				2646,00
Viso:				20286,00

6.4.2. Netiesioginių gamybinių ir veiklos išlaidų skaičiavimas

Prie netiesioginių gamybos išlaidų priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančios sąlygas gamybai darbo, medžiagų, energijos ir amortizacijos (nusidėvėjimo) išlaidos/sąnaudos.

Netiesioginės išlaidos – patalpų apšvietimui

Išlaidų pavadinimas	Patalpų plotas	Apšvietimo norma, W/m ²	Apšvietimo laikas per metus, h	En. kiekis patalpoms apšviesti, kWh	1 kWh kaina, €	Išlaidos apšvietimui per metus, €
1	2	3	4	5=(2*3*4)/1000	6	7
Spaudos formų gamybos baro patalpos apšvietimas	115,00	60	2010	13869,00	0,122	1692,02
Spaudos baro patalpos apšvietimas	326,00	60	2010	39315,60	0,122	4796,50
Patalpų apšvietimas	441,00	60	6030	159553,80	0,122	19465,56
Eksplotacinės išlaidos*(15%)						2919,83
Viso:						22385,40

Netiesioginės išlaidos vandeniui

Išlaidų pavadinimas	Kiekis 1 žmogui, l	Darbuotojų kiekis, vnt.	l1 kaina, €	Išlaidos vandeniui per metus, €
1	2	3	4	5=2*3*4*243
Išlaidos šaltam vandeniui	15	9	0,001	34,02
Išlaidos karštam vandeniui	10	9	0,0244	553,39
Eksplotacinės išlaidos*(15%)				88,11
Viso:				675,52

Netiesioginės išlaidos šildymui

Eil.	Išlaidų pavadinimas	1 m ² apšildymo galingumo norma per mėnesį, kW/m ²	1 m ² apšildymo kaina, €/kWh	Valandų skaičius per mėnesį	Patalpų plotas, m ²	Mėnesių skaičius	Metinės išlaidos, €	
Nr.								
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	$8=3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7$	
1	Išlaidos gamybinių patalpų šildymui	0,1	0,10	744	441,00	7	21950,89	
2	Eksploatacinės išlaidos 15%							3292,63
Viso:							25243,52	

Investavimo kaštų suvestinė

Kaštų pavadinimas	Suma, tūkst. €	Suma, tūkst. € Metams
Įrengimai	0	0
Montavimo darbai	0	0
Baldai	0	0
Viso pagrindinio kapitalo:	0	0
Patalpų nuoma		0,00
Atlyginimai (su Sodra)		83,30
Išlaidos medžiagoms		1631,47
Išlaidos el. energijai		4,19
Išlaidos apšvietimui		22,39
Išlaidos vandeniui		20286,68
Išlaidos šildymui		25,24
Viso apyvartinio kapitalo:		22053,26
Viso kapitalo		22053,26

Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimo (amortizacija)

Ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, tūkst. €	Likvidacinė vertė, tūkst. €	Naudingo naudojimo laikas, m	Nusidėvė jimas tūkst. €	2018 metai	2019 metai	2020 metai	2021 metai	Likutinė vertė
				2017 metai					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kompiuteris	1,98	0,40	5	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,40
Skaitm. spausdintuvas	4,40	0,88	5	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,88
Sp.formų graviravimo įr.	44,00	8,80	5	7,04	7,04	7,04	7,04	7,04	8,80

44 lentelės tęsinys

Sp. formų eksponavimo įr.	33,00	6,60	6	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	11,00
Sp. formų plovimo įr.	22,00	4,40	6	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	7,33
Spaudos mašina	220,00	44,00	7	25,14	25,14	25,14	25,14	25,14	94,29
Supjaustymo ir sukimo įr.	16,50	3,30	10	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	9,90
Sp. formų montavimo įrenginys	0,88	0,18	9	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,49
Pakavimo įr.	2,20	0,44	10	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,32
Baldai ir kt. įr.	0,60	0,12	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
Viso:	345,56			42,21	42,21	42,21	42,21	42,21	134,52

6.5. Gaminų kainos skaičiavimas

Apskaičiavus tiesiogines ir netiesiogines išlaidas, veiklos ir finansinės veiklos sąnaudas nustatoma gaminamų prekių savikaina brandos stadijai.

45 lentelė

Gaminų savikaina

	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos kiekis per metus, tūkst. egz.	Tiesioginių išlaidų suma per metus, €	Tiesioginės išlaidos tenkančios 1 gaminiui, €	Netiesioginių išlaidų suma per metus, €	Netiesioginės išlaidos tenkančios 1 gaminiui, €	Gaminio savikaina, €
Eil. Nr.	2	3	4	5=4/3	6	7=6/3	8=5+7
1	Pakuotė I	2880	63473,22	0,02204	4830,44	0,0016772	0,02372
2	Pakuotė II	3600	113738,47	0,03159	4830,44	0,0013418	0,03294
3	Pakuotė III	5400	221061,93	0,04094	4830,44	0,0008945	0,04183
4	Pakuotė IV	3600	146121,06	0,04059	4830,44	0,0013418	0,04193
5	Pakuotė V	7700	362011,46	0,04701	4830,44	0,0006273	0,04764
6	Pakuotė VI	12000	76272,11	0,06356	4830,44	0,0040254	0,06759
7	Pakuotė VII	2400	117083,13	0,04878	4830,44	0,0020127	0,05080
8	Pakuotė VIII	6400	41652,19	0,00651	4830,44	0,0007548	0,00726
9	Pakuotė IX	3000	130145,62	0,04338	4830,44	0,0016101	0,04499
10	Pakuotė X	5000	200503,07	0,04010	4830,44	0,0009661	0,04107

Apskaičiavus išlaidas gaminio vienetui (savikainą), galima nustatyti orientacinę gaminio kainą ir apskaičiuoti pardavimo pajamas.

Gaminių kaina

Produkcijos pavadinimas	Produkcijos kaina, €	Pilnoji avikaina	kaina tukst. Vnt./ €	Antkainis	Kaina
Pakuotė I	0,042	0,02372	0,75	0,017787413	0,042
Pakuotė II	0,058	0,03294	0,75	0,024701857	0,058
Pakuotė III	0,073	0,04183	0,75	0,031373941	0,073
Pakuotė IV	0,073	0,04193	0,75	0,031448231	0,073
Pakuotė V	0,083	0,04764	0,75	0,035731355	0,083
Pakuotė VI	0,118	0,06759	0,75	0,050689099	0,118
Pakuotė VII	0,089	0,05080	0,75	0,038097993	0,089
Pakuotė VIII	0,013	0,00726	0,75	0,005447184	0,013
Pakuotė IX	0,079	0,04499	0,75	0,033744015	0,079
Pakuotė X	0,072	0,04107	0,75	0,030800027	0,072

Produkcijos kaina 3 gamybos metais

Produkcijos pavadinimas	Pilnoji savikaina	Rentabilumas 75%	Antkainis, €	Kaina, €
Pakuotė I	0,024	0,75	0,018	0,042
Pakuotė II	0,033	0,75	0,025	0,058
Pakuotė III	0,042	0,75	0,031	0,073
Pakuotė IV	0,042	0,75	0,031	0,073
Pakuotė V	0,048	0,75	0,036	0,083
Pakuotė VI	0,068	0,75	0,051	0,118
Pakuotė VII	0,051	0,75	0,038	0,089
Pakuotė VIII	0,007	0,75	0,005	0,013
Pakuotė IX	0,045	0,75	0,034	0,079
Pakuotė X	0,041	0,75	0,031	0,072

6.6. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Pinigų srautų ataskaitoje 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.

Apskaičiuojant investicijų efektyvumą, įvertinami tik i-tojo laikotarpio grynujų pinigų srautai iš įmonės veiklos bei pinigų srautai iš investicinės veiklos.

Grynasis pelnas

Rodikliai	2017	2018	2019	2020	2021
Pardavimo apimtis, tūkst. €	3682,09	41423,55	2660,64	2660,64	2926,71
Parduotų prekių savikaina, tūkst. €	912,22	1520,37	1520,37	1368,33	1216,29
Bendras pelnas, tūkst. €	2769,87	39903,18	1140,28	1292,31	1710,41
Veiklos sąnaudos, tūkst. €	182,44	304,07	304,07	273,67	243,26
Finansinė investicinė veikla, tūkst. € pajamos					
Išlaidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ataskaitinių metų pelnas iki mokesčių, tūkst. €	2587,43	39599,11	836,20	1018,65	1467,15
Pelno mokestis, tūkst. €	388,11	5939,87	125,43	152,80	220,07
Grynasis ataskaitinių metų pelnas, tūkst. €	2199,31	33659,24	710,77	865,85	1247,08

* Veiklos sąnaudos sudaro 20 proc. Gamybos kaštų.

Pinigų srautai iš įmonės veiklos apskaičiuojami prie grynojo pelno pridėdant nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudas; investicijas į apyvartinį kapitalą bei eliminavus finansinės ir investicinės veiklos sąnaudas (pridedamos palūkanos). Pinigų srautai iš investicinės veiklos investiciniu laikotarpiu („0“-niais metais) bus lygūs investicijoms į pagrindinį kapitalą (su minuso ženklu). Paskutiniaisiais metais jie bus lygūs ilgalaikio turto likutinei vertei (su pliuso ženklu).

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

Grynujų pinigų srautų skaičiavimas

Rodikliai	Metai				
	2017	2018	2019	2020	2021
I Grynujų pinigų srautas					
1. Grynasis pelnas	2199,31	33659,24	710,77	865,85	1247,08
2. Amortizaciniai atskaitymai	42,21	42,21	42,21	42,21	42,21
Viso	2241,52	33701,45	752,98	908,06	1289,29
II. Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	17642,61	12526,25	15878,35	15878,35	20800,64
III. Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos	19884,13	46227,70	16631,33	16786,41	22089,93
IV. Finansinės veiklos pelno (nuostolio) eliminavimas (pridedamos palūkanos)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V. Investicijos į pagrindinį kapitalą	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VI. Projekto GPS	19884,13	46227,70	16631,33	16786,41	22089,93

Projekto finansiniai-ekonominiai rodikliai

Rodikliai	Baziniais metais
1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais (tūkst. vnt) brandos stadijoje:	
Pakuotė I	2880
Pakuotė II	3600
Pakuotė III	5400
Pakuotė IV	3600
Pakuotė V	7700
Pakuotė VI	1200
Pakuotė VII	2400
Pakuotė VIII	6400
Pakuotė IX	3000
Pakuotė X	5000
2. Realizacinės pajamos, tūkst. €	2394577,58
3. Įmonės personalas, žmonėmis:	8
Tame skaičiuje darbininkai	6
4. Darbo našumas, tūkst. €:	
Dirbančiojo	299322,20
Darbininko	399096,26
5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, €:	
Dirbančiojo	7950,00
Darbininko	10600,00
6. Gamybos kaštai, tūkst. €	1520366,72
7. Gaminio pilnoji savikaina, €:	
Pakuotė I	0,024
Pakuotė II	0,033
Pakuotė III	0,042
Pakuotė IV	0,042
Pakuotė V	0,048
Pakuotė VI	0,068
Pakuotė VII	0,051
Pakuotė VIII	0,007
Pakuotė IX	0,045
Pakuotė X	0,041
8. Grynasis pelnas, tūkst. €	2260253,179
11. Produkcijos (veiklos) rentabilumas, %	148665
12. Apyvartos rentabilumas, %	94,39
13. Kapitalo rentabilumas, %	10249,06
14. Apyvartų skaičius	108,58
15. Apyvartos trukmė, dienos	3,36
16. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, €	102490,65
18. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. €	118039,44

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Literatūros analizė parodė, kad pagrindė dėl apdorojimo galimybių, kainos ir silpnų mechaninių bei barjerinių savybių bioskaidūs biopolimerai nėra taip plačiai taikomi pakuočių gamyboje lyginant su nebioskaidžiais biopolimerais. Pagrindiniai bioskaidūs biopolimerai, naudojami pakuočių gamyboje yra šie polilaktido rūgštis (PLA), termoplastinis krakmolos (TPS), krakmolos sumaišytas su alifatiniais poliesteriais ir ko – poliesteriais arba krakmolos esteriais, krakmolos sumaišytas su natūraliomis medžiagomis.

2. Tyrimams buvo išlietos bioskaidžios - oksietilkrakmolos ir diacetato – plėvelės bei atlikti plėvelių storio, trinties koeficientų ir drėkinimo kampo matavimai. Palyginus su rinkoje esančia BoPLA (polilaktido) bioskaidžia plėvele, kurios storis yra 20 μm, nustatyta, kad oksietilkrakmolos plėvelės yra storesnės vidutiniškai nuo 2,75 iki 3,8 karto. Todėl norint panaudoti oksietilkrakmolos plėvelę spausdinimo bei pakavimo procesuose, reiktų tobulinti pastarosios gamybos technologinius procesus, siekiant gauti tolygaus storio polimerinę plėvelę. Kadangi oksietilkrakmolos ir diacetato biodegraduojančių plėvelių charakteristikos neatitinka fleksografinėi spaudai keliamų reikalavimų ir turėtų būti tobulinamas jų gamybos procesas, todėl lanksčių pakuočių gamybai siūloma naudoti BoPLA plėveles.

3. Atlikus lipnių etikečių gamybos proceso projektavimą nustatyta, kad technologinei užduočiai atlikti reikia 6 žmonių ir 6 technologinių įrenginių, pilnas apkrovimas yra apskaičiuojamas tik spaudos formų UV eksponavimo ir džiovavimo įrenginys. Visi kiti įrenginiai pagal gautus apskaičiavimus yra nepakankamai apkrauti.

4. Atlikus technologinių procesų darbo saugos bei ekologijos problemų analizę nustatyta, kad didžiausia yra cheminių veiksnių daroma žala - tiesioginis darbas su cheminėmis medžiagomis ir jų produktais. Dar vienas svarbus rizikos veiksnys yra fizinio arba įtempto darbo su kompiuteriu poilsio ir darbo režimo disbalansas. Siekiant sumažinti fizinę krūvį kas valandą yra privaloma 5-10 minučių pertrauka, o sunkūs rulonai ar kiti daiktai yra keliami specialiais keltuvais.

5. Diegiant bioskaidžių plėvelių naudojimą spaudai, reikia atsižvelgti, kad naudojami dažai yra skirti ir paprastoms neskaidžioms plėvelėms, todėl žaliavų su spauda likučiai taip pat turi būti grežtai tvarkomi ir perdirbami – pašalinant kenksmingas chemines medžiagas, esančias dažuose ir lakuose.

6. Nustatyti pagrindiniai ekonominiai rodikliai, gaminio pilnoji savikaina – 0,024-0,068 €; kaina -0,042-0,118 už vnt., būsimas grynasis pelnas - 2260253,179 tūkst. €; Vidutinis metinis darbo užmokestis (darbininko) – 10600,00 tūkst. €.

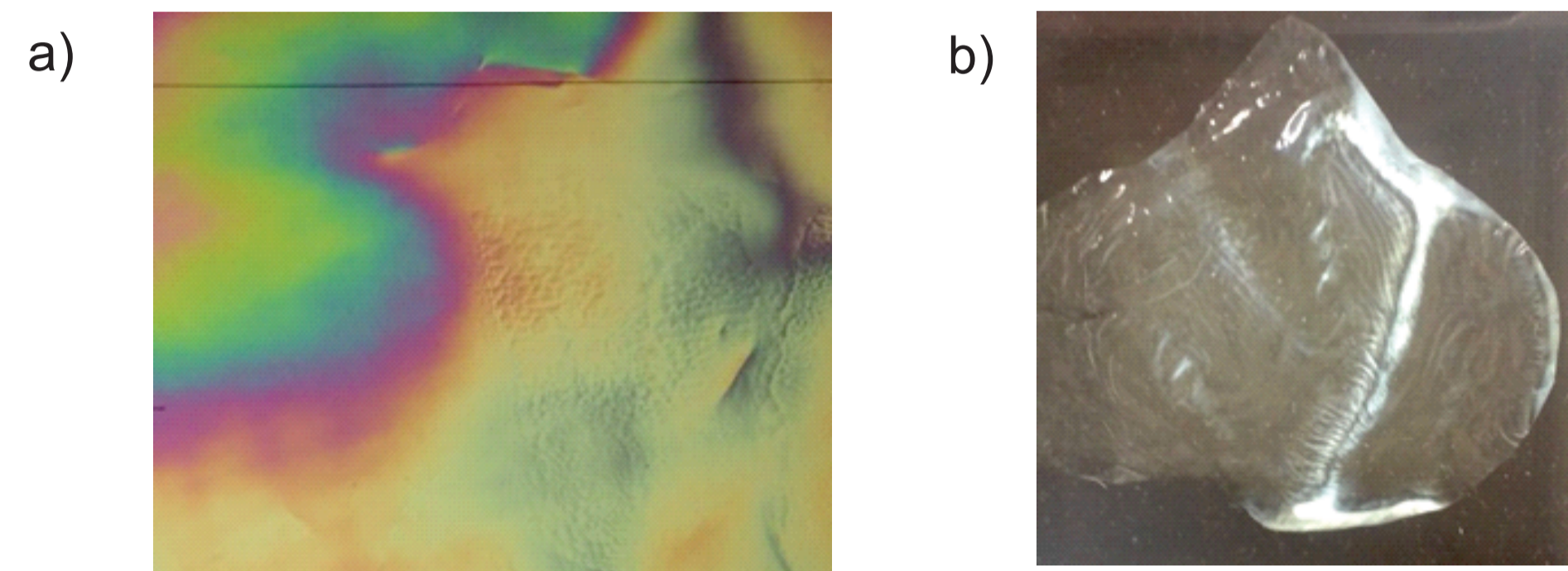
LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. ITEC-SDE. *Polimeras*, [interaktyvus] [žiūrėta 2014 11 10]. Prieiga per internetą: <http://www.itec-sde.com/lt/search_results?search=%23Polymer>.
2. Zodziai.lt. Tarptautinių žodžių žodynas. *Polimeras*, [interaktyvus] [žiūrėta 2014-11-10]. Prieiga per internetą: <<http://www.zodziai.lt/reiksme&word=Polimeras&wid=15633>>.
3. Molly Waters, Cast vs. Calendered Vinyl, [interaktyvus] [žiūrėta 2014-11-12]. Prieiga per internetą: <<http://www.signindustry.com/vinyl/articles/2005-07-01-Avery-CastVsCalendered.php3>>.
4. Aleksandro Stulginskio universitetas. *Laboratorinis darbas. Plastikų identifikavimas*. [interaktyvus] [žiūrėta 2014-12-01]. Prieiga per internetą: <[file:///C:/Users/Vaiva/Downloads/plastiku_lab_teorija%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Vaiva/Downloads/plastiku_lab_teorija%20(1).pdf)>.
5. Central Europe project PLASTiCE. *Bioplastics – opportunity for the future, 2013*. [interaktyvus] [žiūrėta 2015-03-01] Prieiga per internetą: <http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/outputlib/Plastice_Bioplastics_Opportunity_for_the_Future_web.pdf>.
6. . Ed. J.Y. Wong, J.D. Bronzino. *Biomaterials CRC Press: Boca Raton, London, New York. 2007*.
7. Danys J. Straipsnis laikraštyje „Pakuotojo kelrodis”. *Biologiškai irių medžiagų panaudojimas pakuotėms – ateities perspektyva*. 2006 gegužė.
8. European Bioplastics. *Environmental Communications Guide for Bioplastics* [interaktyvus] [žiūrėta 2014-12-10]. Prieiga per internetą: <<http://www.european-bioplastics.org/>>.
9. Siracusa V., Rocculib ., Romanib S., Dalla Rosa M. *Biodegradable polymers for food packaging: a review*. Trends in Food Science & Technology, 19 (2008) 634e643.
10. Peelman N., Ragaerta, P., De Meulenaer B., Adoncs D., Peeters R., Cardond L., Van Impe F., Devlieghere F. *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology 32 (2013) 128e141.
11. K. Van de Velde, Kiekens P. *Biopolymers: overview of several properties and consequences on their applications*. Polymer Testing 21 (2002) 433–442.
12. Central Europe project PLASTiCE. *A prosperous future for environmentally biodegradable plastics in Central Europe*. [interaktyvus] [žiūrėta 2015-03-01] Prieiga per internetą: <http://issuu.com/plasticeproject/docs/roadmap_for_action/25>.
13. Sikorska W., Janeczek H. *Techniques useful in biodegradation tracking and biodegradable polymers characterization* [interaktyvus] [žiūrėta 2015-03-01] Prieiga per internetą: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbX1ZlZj6aXRlbG5lcGxhc3R5fGd4OjQ1YjJyYjQwZDE4M2JmNmE>>.
14. European Bioplastics. *Bioplastics packaging – Combining performance with sustainability. Fact sheet*. [interaktyvus] [žiūrėta 2015-04-10]. Prieiga per internetą: <<http://www.european-bioplastics.org/>>.
15. Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misraa, Sujata K. Bhatia, Amar K. Mohanty. *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science 38 (2013) 1653– 1689.
16. fBB - Institute for Bioplastics and Biocomposites. Hochschule Hannover - University of Applied Sciences and Arts. *Market statistics* [interaktyvus] [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <<http://ifbb.wp.hs-hannover.de/downloads/index.php?site=Statistics&nav=5-0-0-0-0>>.
17. Langley, J., Turner, N., Yoxall, A. Attributes of packaging and influences on waste. *Packaging technology and science*. 2011, vol. 24, no.3, p. 161-175.

18. **Aplinkos apsaugos agentūra.** *I vidaus rinką išleistų pakuočių apskaita* [interaktyvus] [Cituota: 2016 m. kovo 4d.]. Prieiga per internetą: <http://atliekos.gamta.lt/cms/index?rubricId=841d0a00-bedd-41da-acb5-b4ca06951c41>
19. **Plastics Europe (Association of Plastics Manufacturers).** *Plastics – the Facts 2015* [interaktyvus] [Cituota: 2016 kovo 4 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics---the-facts-2015.aspx>
20. **Bucci, D.Z., Tavares, L.B.B., Sell, I.** Biodegradation and physical evaluation of PHB packaging. *Polymer testing*, 2007, vol. 26, no. 7, p. 908-915.
21. **Kale, G., Auras, R., et al.** Biodegradability of polylactide bottles in real and simulated composting conditions. *Polymer testing*. 2007, vol.26, no.4, p. 1049-1061.
22. **Han, L., Qin, Y., Liu, D., Chen, H., et al.** Evaluation of biodegradable film packaging to improve the shelf-life of *Boletus edulis* wild edible mushrooms. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2015, vol. 29, p. 288-294.
23. **Wang, H., Wei, D., Zheng, A., Xiao, H.** Soil burial biodegradation of antimicrobial biodegradable PBAT films. *Polymer Degradation and Stability*. 2015, vol. 116, p. 14-22.
24. **Almenar E., Samsudin H., Auras, R., et al.** Postharvest shelf life extension of blueberries using a biodegradable package. *Food Chemistry*, 2008, vol. 110, no. 1, p. 120-127.
25. **Petersen, K., Nielse, V., Olsen, M.** Physical and Mechanical Properties of Biobased Materials Starch, Polylactate and Polyhydroxybutyrate. *Starch – Stärke*. 2001, vol. 53, no.8, p. 356-361.
26. **Siracusa, V., Rocculi, P., et al.** Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2008, vol. 19, no.12, p. 634-643.
27. Lietuvos standartizacijos departamento internetinės katalogas, [interaktyvus] [Cituota: 2016 gegužės 10 d.]. prieiga per internetą: <http://www.lsd.lt/standards/catalog.php?ics=0&pid=610487>.
28. Lietuvos standartizacijos departamento internetinės katalogas, [interaktyvus] [Cituota: 2016 gegužės 10 d.]. prieiga per internetą: <http://www.lsd.lt/standards/catalog.php?ics=0&pid=629042>
29. UAB "SABELIJA" *Profesinės rizikos vertinimo darbų planas*, [interaktyvus] [Cituota: 2016 gegužės 10 d.]. prieiga per internetą: <http://www.sabelija.lt/lt/paslaugos/item/69-profesines-rizikos-vertinimo-darbu-planas>

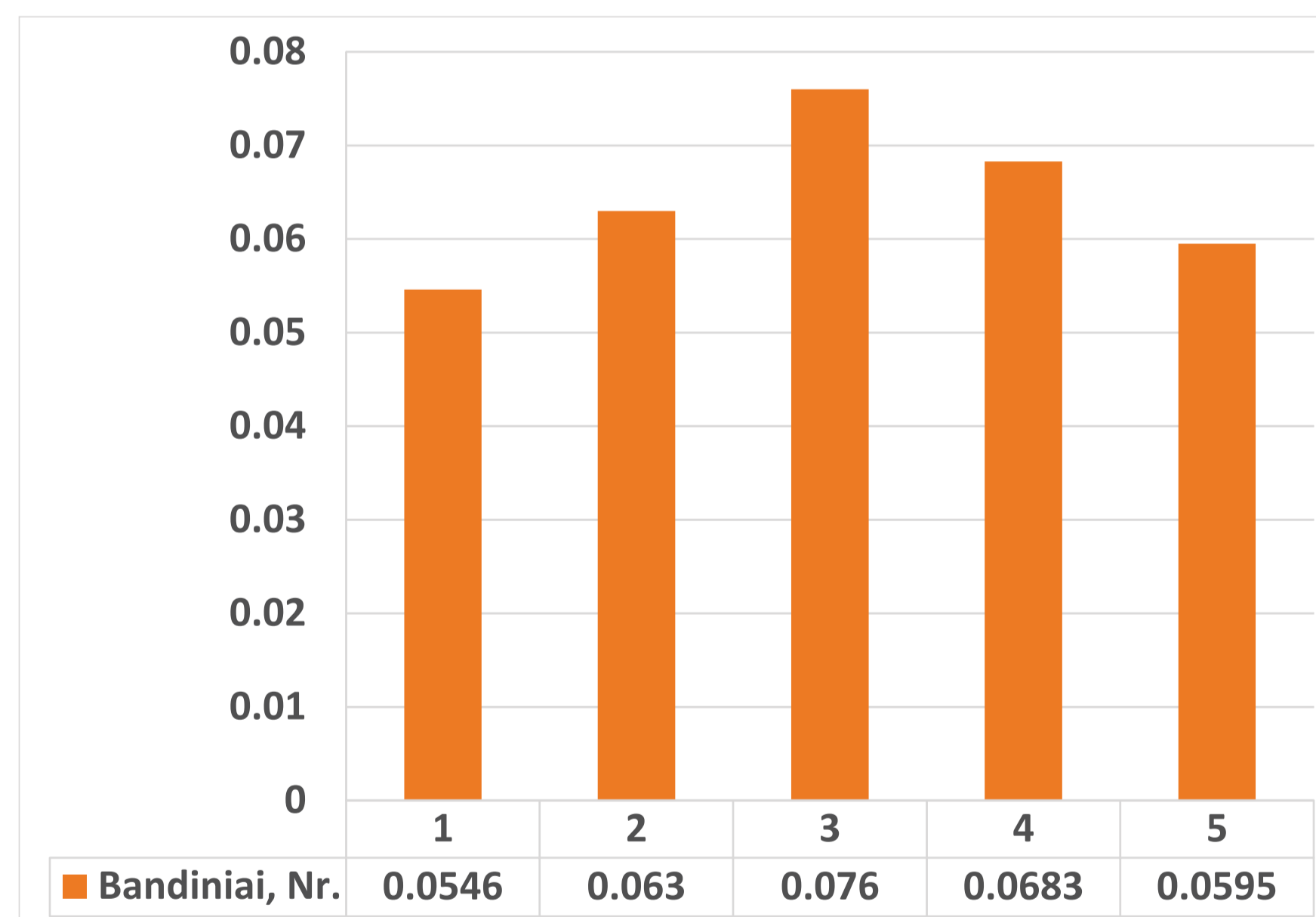
TIRIAMOSIOS DALIES REZULTATŲ APŽVALGA

1. Liekamųjų įtempių nustatymo tyrimas naudojant fototamprumo metodą



a) Diacetato ir b) oksietilkrakmolo plėvelių vaizdas

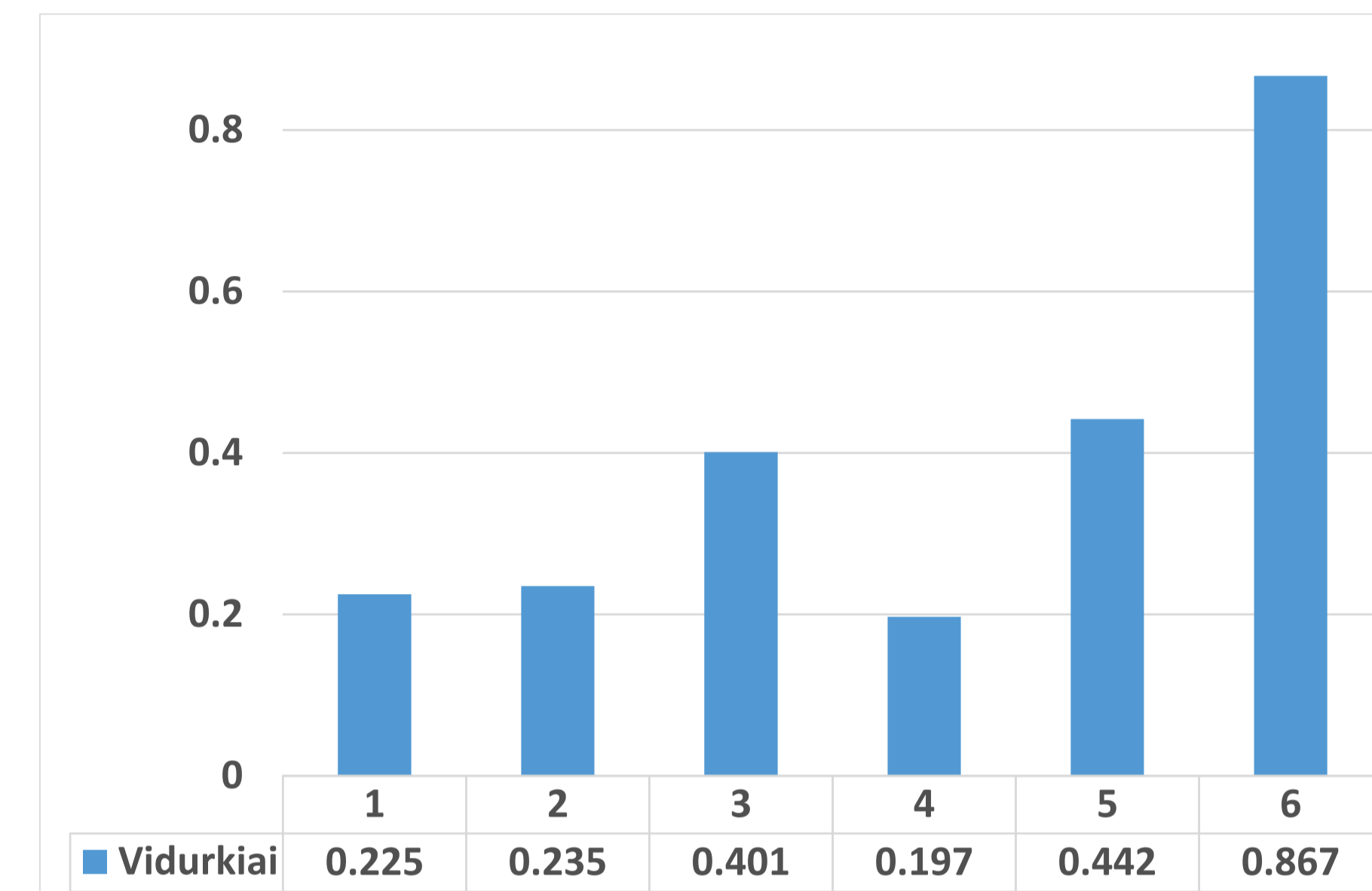
2. Oksietilkrakmolo plėvelės storio matavimas, mm



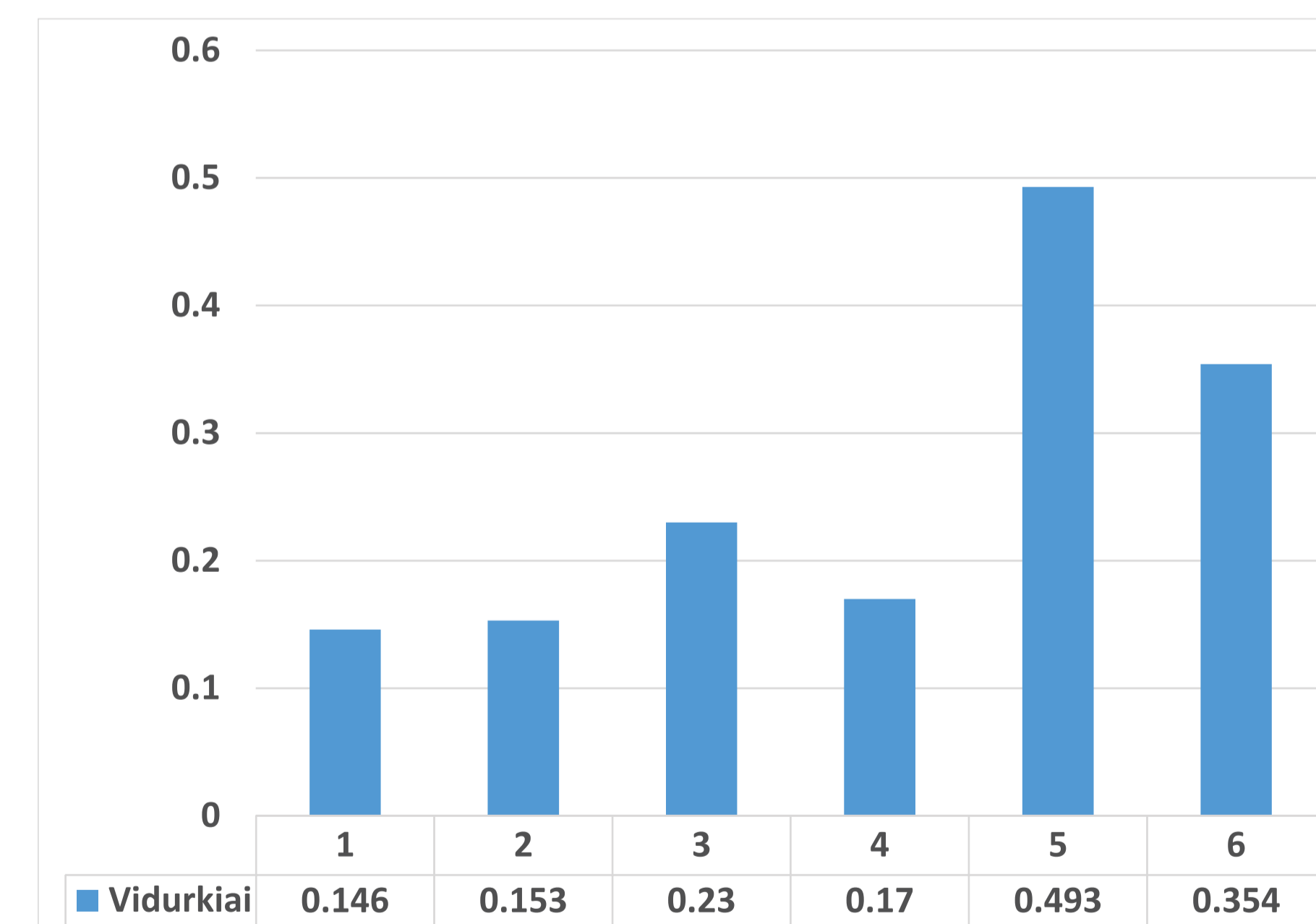
3. Drėkinimo kampo matavimas

Medžiaga, jos storis mikronais	BOPP 20	BOPP 30	BOPP 35	BOPP 40	BoPLA	Oksietilkrakmolas
Drėkinimo kampo matavimo reikšmių vidurkis,	51,75	37,50	43,60	37,20	72,97	0,0
Paviršiaus aktyvacijos lygis, mN/m	46	51	49	51	39	-

4. Plėvelių trinties koeficiento matavimas



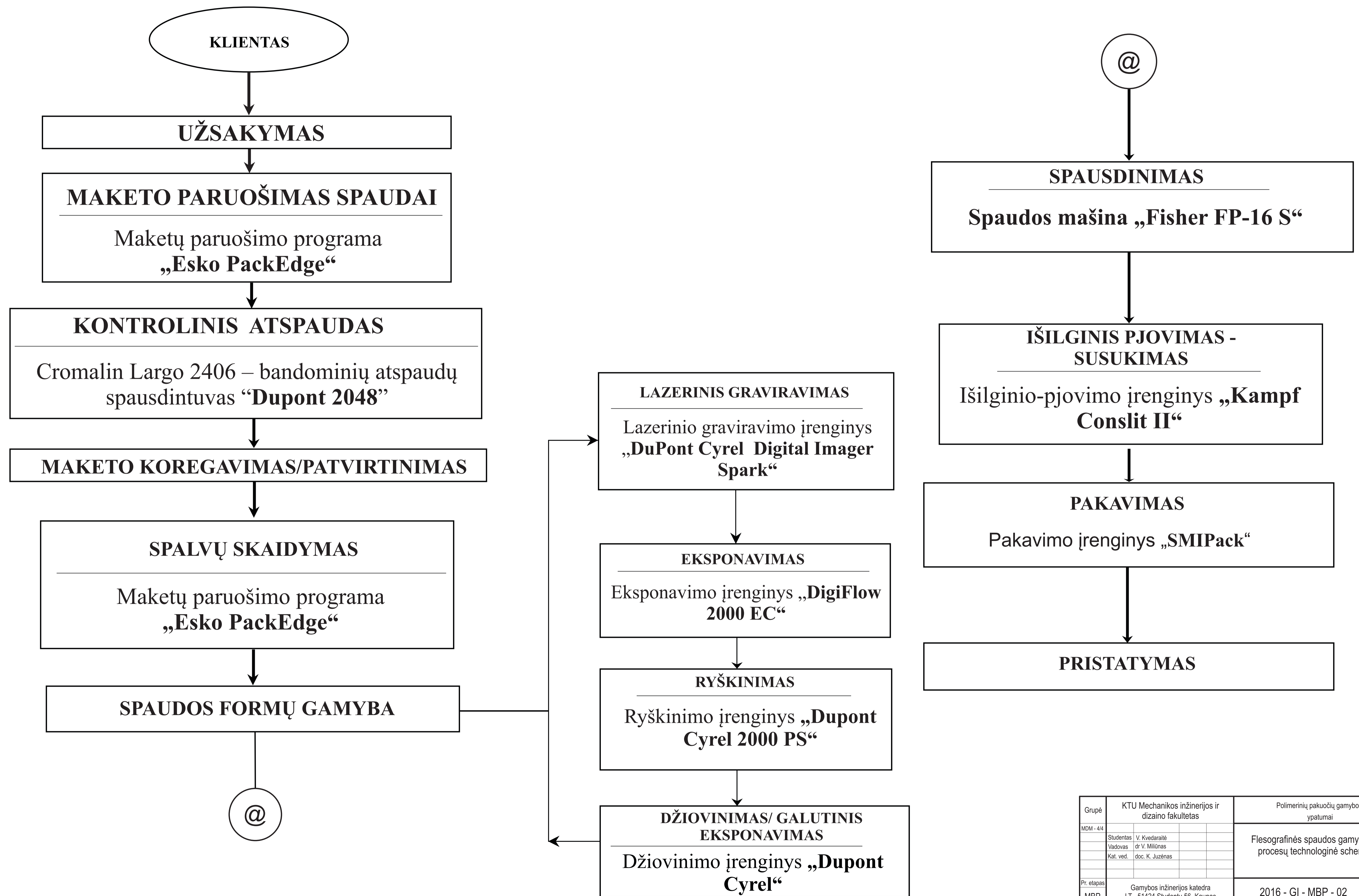
Statinio trinties koeficiento vidutinės reikšmės



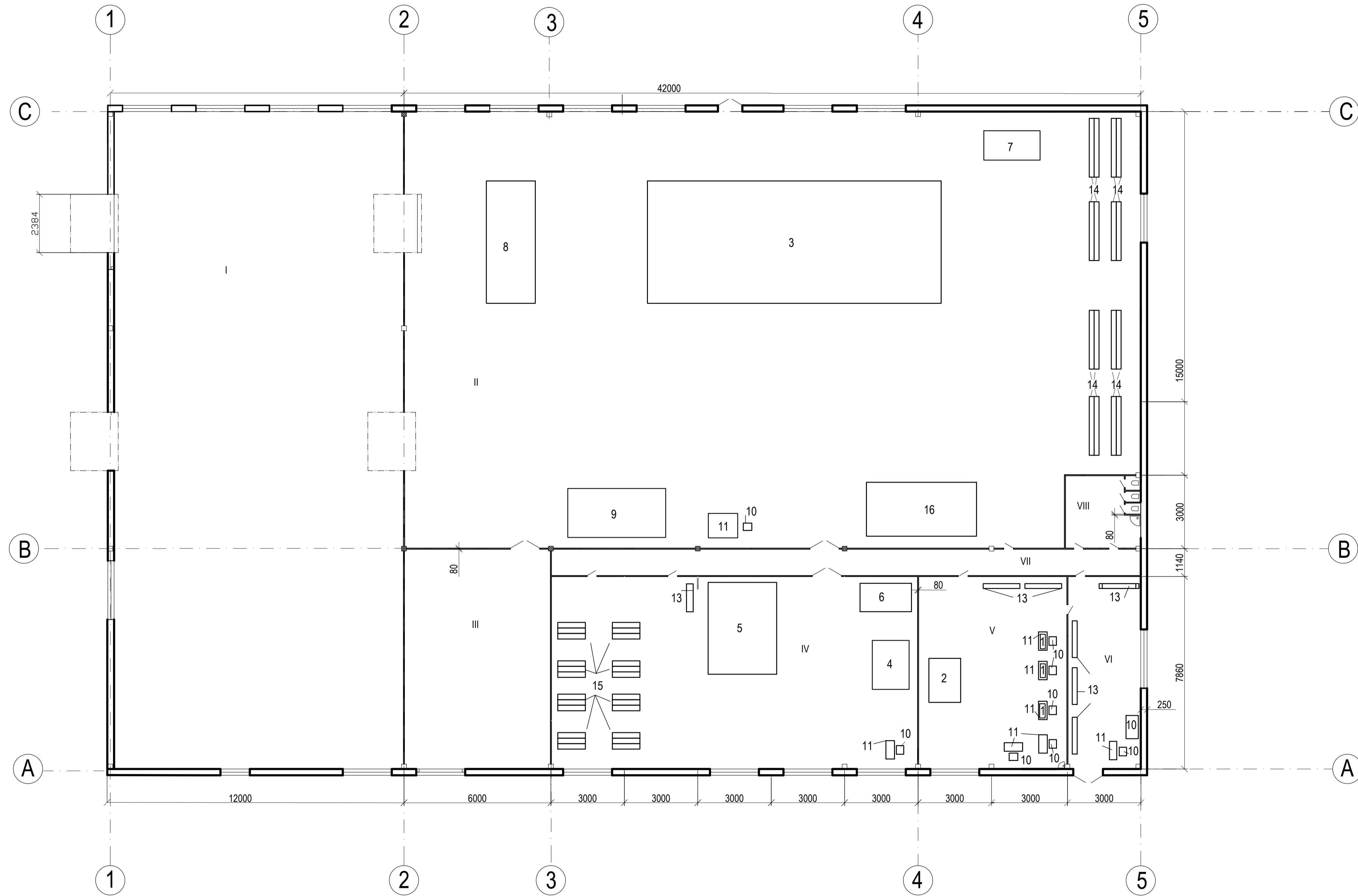
Dinaminio trinties koeficiento vidutinės reikšmės

Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas	Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai
MDM - 4/4	Studentas V. Kvedaraitė Vadovas dr. V. Mišūnas Kat. ved. doc. K. Juzėnas	Tiriamosios dalies rezultatų apžvalga
Pr. etapas MBP	Gamybos inžinerijos katedra LT - 51424 Studentų 56, Kaunas	2016 - GI - MBP - 01
		Laida 0
		Lapas Lapų 1 6

Fleksografinės spaudos gamybinių procesų technologinė schema



Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas		Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai	
MDM - 4/4	Studentas	V. Kvedaraitė		Laida
	Vadovas	dr V. Mišūnas		0
	Kat. ved.	doc. K. Juzėnas		
Pr. etapas	Gamybos inžinerijos katedra		2016 - GI - MBP - 02	Lapas
MBP	LT - 51424 Studentų 56, Kaunas			Lapų
				6



Grupė		Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai	
MDM-4/4	Studentas V. Kvedaraitė	2016	Laida
	Vadovas V. Miliūnas	2016	Projektuojamos įmonės darbo patalpų planas M 1:100
	Kat. ved. K. Juzėnas	2016	
MBP	Gamybos inžinerijos katedra LT - 51424 Studentų 56, Kaunas		2016 - GI - MBP - 03
			Lapas Lapų 3 6

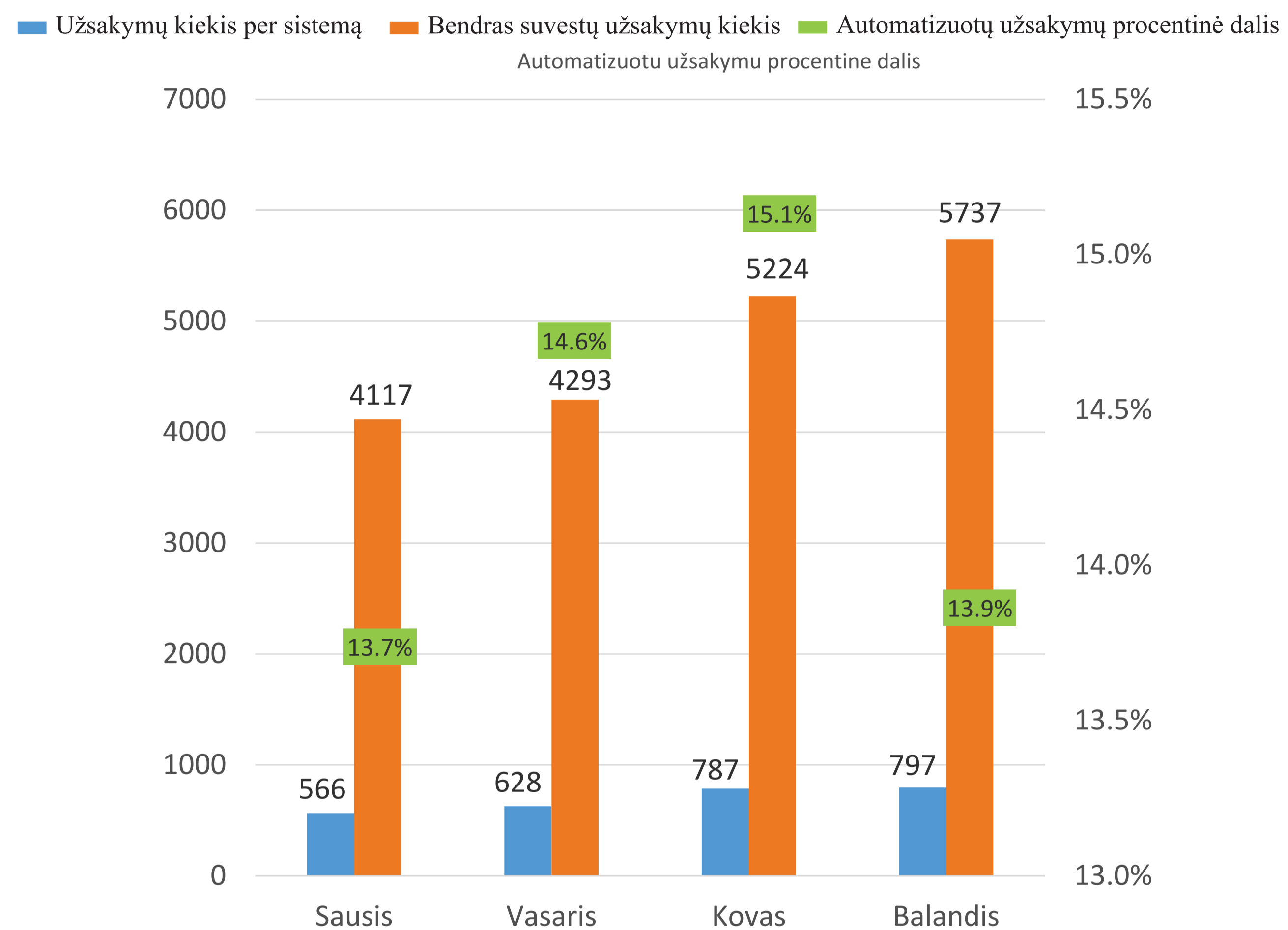
TECHNINIAI-EKONOMINIAI RODIKLIAI

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Dydis
1.	Darbo dienų skaičius	d.	252
2.	Pamainų skaičius	vnt.	1
3.	Pramoninio-gamybinio personalo skaičius		8
4.	Metinė gamybos programa		
4.1	Tiesiniais metais	m	4376762,86
4.2	Spausdinamos medžiagos kiekis	m ²	4521194,70
4.3	Baigtos produkcijos kiekis	vnt.	4330000
5.	Gamybos kaštai	Eur	1520366,72
6.	Sąlyginio gaminio savikaina	Eur	
	Pakuotė I		0,024
	Pakuotė II		0,033
	Pakuotė III		0,042
	Pakuotė IV		0,042
	Pakuotė V		0,048
	Pakuotė VI		0,068
	Pakuotė VII		0,051
	Pakuotė VIII		0,007
	Pakuotė IX		0,045
	Pakuotė X		0,041
7.	Sąlyginio gaminio kaina	Eur	
	Pakuotė I		0,042
	Pakuotė II		0,058
	Pakuotė III		0,073
	Pakuotė IV		0,073
	Pakuotė V		0,083
	Pakuotė VI		0,118
	Pakuotė VII		0,089
	Pakuotė VIII		0,013
	Pakuotė IX		0,079
	Pakuotė X		0,072
8.	Bendras kapitalas		
8.1	Pagrindinis kapitalas	Eur	0,00
8.2	Apyvartinis kapitalas	Eur	22053,26
9.	Grynasis pelnas	Eur	2260253,179
11.	Grynoji esamoji vertė	Eur	118039,44
12.	Darbuotojo vidutinis atlyginimas	Eur	9275

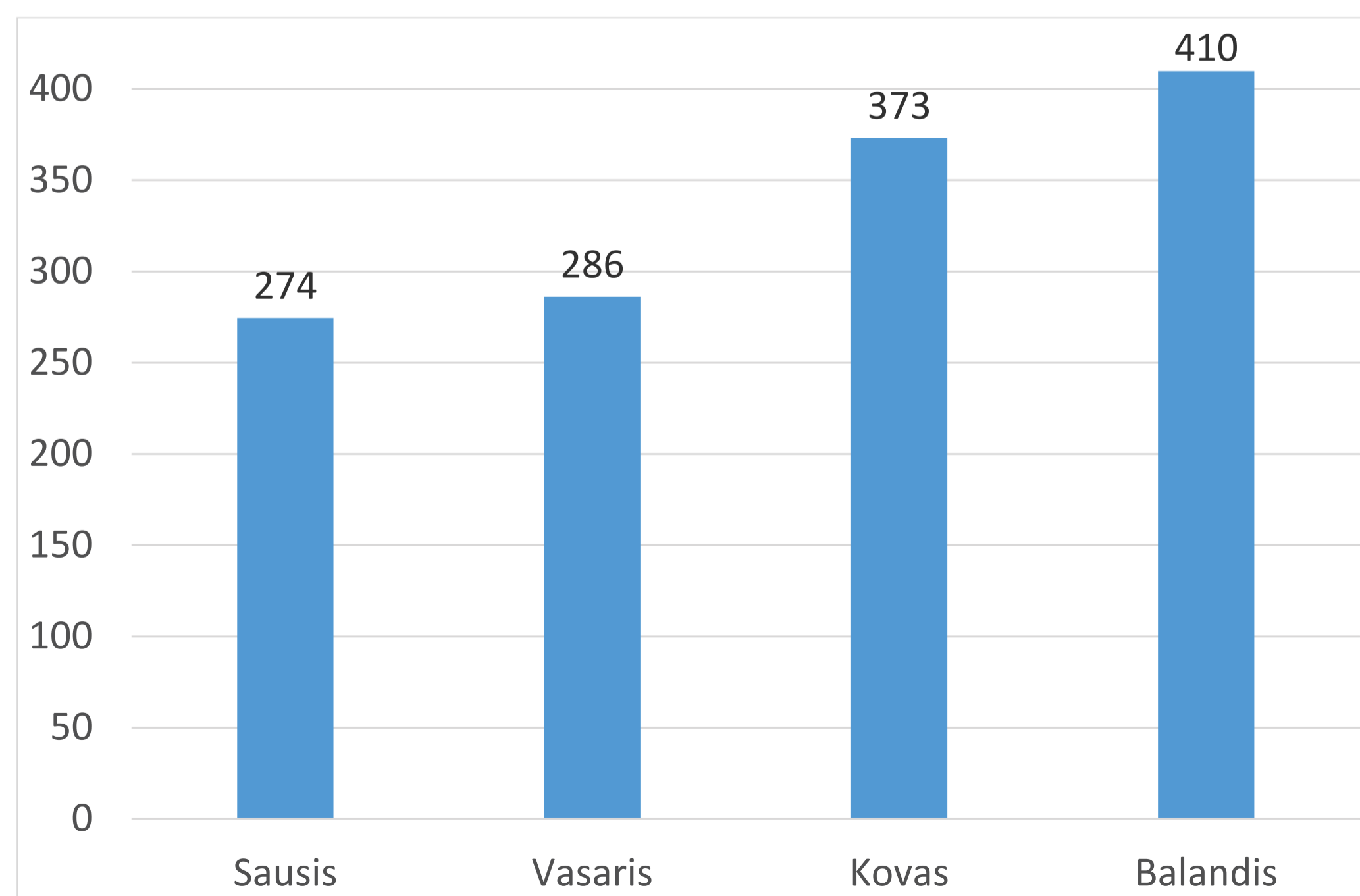
Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas	Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai	
MDM - 4/4	Studentas V. Kvedaraitė		Laida
	Vadovas dr V. Mišūnas	Techniniai ekonominiai rodikliai	4
	Kat. ved. doc. K. Juzėnas		
	Konsultant. doc. dr. I. Pekarskienė		
Pr. etapas	Gamybos inžinerijos katedra	2016 - GI - MBP - 04	Lapas Lapų
MBP	LT - 51424 Studentų 56, Kaunas		4 6

ĮMONĖS ANALIZĖ

Suvedamų užsakymų suvestinė



Suvedamų užsakymų vidurkiaai per mėnesį tenkantys vienam aptarnavimo vadybininkui



ĮMONĖS POTENCIALO VERTINIMAS

Nr.	Valdymo veiksniai	Vertinimas	Valdymo įvertinimo skalė (balais)						Klasifikacija	
			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 tiekinių rinka	Siaura					+			Plati
10	Ypatinga specializacija	Nepalanki					+			Palanki
11	Ypatinga komunikacija	Nepalanki					+			Palanki
12	Kūrybiškumas	Siauras					+			Platus
Suma			0	0	0	0	6	4	2	

Grupė	KTU Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas	Polimerinių pakuočių gamybos ypatumai
MDM - 4/4	Studentas V. Kvedaraitė Vadovas dr V. Mičiūnas Kat. ved. doc. K. Juzėnas Konsultant. doc. dr. I. Pekarskienė	Laida Įmonės analizė 4
Pr. etapas	Gamybos inžinerijos katedra LT - 51424 Studentų 56, Kaunas	2016 - GI - MBP - 05 Lapas 5 Lapų 6

FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

1. GAMINIO KAINA

Produkcijos pavadinimas	Produkcijos kaina, €	Pilnoji avikaina	Kaina tūkst. Vnt./ €	Antkainis	Kaina
Pakuotė I	0,042	0,02372	0,75	0,017787413	0,042
Pakuotė II	0,058	0,03294	0,75	0,024701857	0,058
Pakuotė III	0,073	0,04183	0,75	0,031373941	0,073
Pakuotė IV	0,073	0,04193	0,75	0,031448231	0,073
Pakuotė V	0,083	0,04764	0,75	0,035731355	0,083
Pakuotė VI	0,118	0,06759	0,75	0,050689099	0,118
Pakuotė VII	0,089	0,05080	0,75	0,038097993	0,089
Pakuotė VIII	0,013	0,00726	0,75	0,005447184	0,013
Pakuotė IX	0,079	0,04499	0,75	0,033744015	0,079
Pakuotė X	0,072	0,04107	0,75	0,030800027	0,072

2. GRYNASIS PELNAS

Rodikliai	2017	2018	2019	2020	2021
Pardavimo apimtis, tūkst. €	3682,09	41423,55	2660,64	2660,64	2926,71
Parduotų prekių savikaina, tūkst. €	912,22	1520,37	1520,37	1368,33	1216,29
Bendras pelnas, tūkst. €	2769,87	39903,18	1140,28	1292,31	1710,41
Veiklos sąnaudos, tūkst. €	182,44	304,07	304,07	273,67	243,26
Finansinė investicinė veikla, tūkst. € pajamos					
Išlaidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ataskaitinių metų pelnas iki mokesčių, tūkst. €	2587,43	39599,11	836,20	1018,65	1467,15
Pelno mokestis, tūkst. €	388,11	5939,87	125,43	152,80	220,07
Grynasis ataskaitinių metų pelnas, tūkst. €	2199,31	33659,24	710,77	865,85	1247,08

3. GRYNŲJŲ PINIGŲ SRAUTŲ SKAIČIAVIMAS

Rodikliai	Metai				
	2017	2018	2019	2020	2021
I Grynujų pinigų srautas					
1. Grynasis pelnas	2199,31	33659,24	710,77	865,85	1247,08
2. Amortizaciniai atskaitymai	42,21	42,21	42,21	42,21	42,21
Viso	2241,52	33701,45	752,98	908,06	1289,29
II. Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	17642,61	12526,25	15878,35	15878,35	20800,64
III. Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos	19884,13	46227,70	16631,33	16786,41	22089,93
IV. Finansinės veiklos pelno (nuostolio) eliminavimas (pridedamos palūkanos)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V. Investicijos į pagrindinį kapitalą	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VI. Projekto GPS	19884,13	46227,70	16631,33	16786,41	22089,93