



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Tautvydas Vizgaitis

**Kartono pakuočių su papildomomis savybėmis gamybos
technologijų tyrimai**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
dr. Vaidas Bivainis

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
GAMYBOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
(parašas) Doc. dr. Kazimieras Juzėnas
(data)

**Kartono pakuočių su papildomomis savybėmis gamybos
technologijų tyrimai**

Baigiamasis magistro projektas

Grafinių komunikacijų inžinerija (kodas 621H74002)

Vadovas

(parašas) dr. Vaidas Bivainis
(data)

Recenzentas

(parašas)
(data)

Projektą atliko

(parašas) Tautvydas Vizgaitis
(data)

KAUNAS, 2015

sažiningumas

užduotis

Vizgaitis, T. Kartono pakuočių su papildomomis savybėmis gamybos technologijų tyrimai. Magistro baigiamasis projektas / vadovas lekt. dr. Vaidas Bivainis; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas, Gamybos inžinerijos katedra.

Kaunas, 2015. 93 psl.

Santrauka

Magistro baigiamajame projekte tiriamos padengto papildomomis dangomis kartoninio popieriaus savybės. Paprastai kartoninis popierius yra naudojamas kartoninių pakuočių gamyboje. Toks popierius gali būti dengiamas įvairiomis papildomomis dangomis, viena iš jų – dispersinė frikcinė danga. Dispersinės dangos dengimui naudojami specialūs užnešimo strypai. Tam tikslui atlikti vandens sugerties tyrimai, panaudojant Cobb₁₂₀ metodiką bei dinaminio paviršiaus drėkinimo kampo tyrimai. Taip pat atliktas padengto ir nepadengto kartoninio popieriaus paviršiaus statinis ir dinaminis trinties koeficiento tyrimas. Cobb₁₂₀ tyrimas leidžia įvertinti skysčių (vandens) įgeriamumą į padengtą ir nepadengta kartoninio popieriaus paviršių, per sąlyginai ilgą bandymo atlikimo laiką (120 s), tuo tarpu dinaminis drėkinimo kampo nustatymas leidžia įvertinti įgeriamumą pasirinktame laiko intervale, kuris šiame tyrime buvo (nuo 0 iki 6 s). Paviršiaus statinio ir dinaminio trinties koeficiento tyrimas parodo padengto ir nepadengto paviršių trintį. Be jau ankščiau minėtų mokslinės tiriamosios dalies, darbą išviso sudaro 5 skyriai: techniniai-ekonominiai rodikliai, technologijos projektavimas, darbų sauga ir ekologija, finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.

Technologijų projektavimo skyriuje projektuojama kartoninių pakuočių gamybos ofsetiniu būdu technologija. Atliekami dešimties skirtingų pakuočių tipų iš kurių dviejų tipų pakuotės dengiamos dispersine frikcine danga technologiniai skaičiavimai ir parenkami reikiami įrengimai. Pagal gautus skaičiavimus sudarytas patalpų ir įrenginių išdėstymo planas. Suprojektuotai technologijai pateikiamos būtinos kokybės kontrolės sąlygos ir veiksniai kurie privalo būti atliekami, kad užtikrinti tinkamą produkcijos kokybę. Darbų saugos ir ekologijos skyriuje atliekamas profesinės rizikos įvertinimas, nurodomos priemonės kurių pagalba užtikrinama darbuotojų sauga darbe.

Baigiamajame skyriuje - finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai, remiantis suprojektuota technologija apskaičiuojama gaminių savikaina, atsipirkimo laikas, atliekamas investicijų efektyvumo vertinimas.

Vizgaitis, T. Researches of Production Technologies of Paperboard Packages with Additional Properties. Master Final Degree Project / Supervisor lekt. dr. Vaidas Bivainis; Kaunas University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Design, Department of Production Engineering.

Kaunas, 2015. 93 pages.

Summary

The Master's final project investigated properties of paperboard coated with additional coatings. Usually paperboard is used for the paperboard packaging production. The paperboard surfaces can be coated with various additional coatings, one of them – dispersion coating. For dispersion coating can be used stainless coating rods with stainless steel wire. In this research work it was made absorption tests, using Cobb₁₂₀ methodology and dynamic surface wetting angle tests. It is also made coated and uncoated paperboard surface static and dynamic friction coefficient tests. Cobb₁₂₀ research allows estimate fluid (water) absorption to the coated and uncoated paperboard surface over a relatively long test period (120 sec), meantime, the dynamic wetting angle test allows monitoring of liquid absorption in the selected time interval, which in this research was between 0 to 6 s. The surface friction study shows – the static and dynamic coefficients of friction for coated and uncoated surfaces. Excluding the previously described scientific research - the work consists of 5 chapters: technical – economic characteristics, technology, industrial safety and the environment, financial and economic calculations.

In technology projection section was designed paperboard packaging with offset technology. There were made technology calculations of ten different types of packages, from which the two types of packaging were covered with anti-slip dispersion coating, all equipment has been selected for these technologies. According to the calculations, it was made up the premises and equipment layouts. It provides the necessary quality control conditions and factors which must be carried out to ensure proper product quality. In safety and ecology section carried out a professional risk assessment, which should include a means which guarantee the safety of employees at work.

In the final chapter – the financial and economic calculations, based on technology designed – are calculated the products costs, the payback time and investments efficiency.

Turinys

Įvadas	10
1. Techniniai - ekonominiai rodikliai	12
2. Mokslinė tiriamaoji dalis	13
2.1. Literatūros apžvalga	13
2.1.1. Pakuočių funkcijos ir naudojamos medžiagos	13
2.1.2. Kartoninių pakuočių gamyba	14
2.1.3. Paviršiaus įtempimas tarp dviejų fazių: kietojo kūno ir skysčio drėkinimas	16
2.2. Tyrimų apžvalga.....	17
2.2.1. Mechanškai lankstomo kartono reakcijos į sulenkimus.....	17
2.2.2. Pakuočių mechaninių charakteristikų tyrimai	20
2.2.3. Kartono pakuočių veikiamų statinės apkrovos, baigtinių elementų modeliavimas ir eksperimentai	22
2.2.4. Kartono plastiškumo modelis - deformacijos grūdinimas.....	23
2.2.5. Nanodalelėmis dengtų kartono paviršių atsparumas eksploatacijai	24
2.2.6. Dengimo technologijos vandens ir tirpiklių pagrindu.....	25
2.2.7. Cinko oksido polimerų, padengtų atominio sluoksnio nusodinimo prie žemų temperatūrų plona plėvele, antibakterinės apsaugos savybės.....	26
2.2.8. Super hidrofobinės dangos ant celiuliozės: gamyba, savybės ir pritaikymas	27
2.2.9. Tyrimų apžvalgos apibendrinimas	28
2.3. Kartoninio popieriaus padengto papildoma danga paviršinių savybių tyrimai.....	29
2.3.1. Medžiagos ir metodika	29
2.3.2. Paviršiaus trinties koeficiento tyrimas	32
2.3.3. Vandens sugerties tyrimas Cobb ₁₂₀ metodu	33
2.3.4. Dinaminio drėkinimo kampo tyrimas	35
2.3.5. Paviršiaus laisvoji energija.....	38
3. Technologijos projektavimas	40
3.1. Technologinio proceso projektavimas	40
3.2. Kartoninių pakuočių produkcijos darbų apimtys skaičiavimas.....	41
3.3. Spaudos formų paruošimo baras	43
3.4. Popieriaus pjaustymas	44
3.5. Spaudos baras	45
3.6. Darbų po spausdinimo baras	46
3.6.1. Folijavimas ir įspaudų formavimas	46
3.6.2. Kirtimas ir bigavimas	47

3.6.3. Kartono apipjovimas	48
3.6.4 Kartoninių pakuočių lukštenimas.....	48
3.6.5 Kartoninių pakuočių kljavimas	49
3.7 Įrengimų ir darbuotojų kiekio skaičiavimas.....	49
3.8 Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas.....	52
3.9 Technologinių procesų kokybės kontrolė	53
4. Darbų sauga ir ekologija	57
4.1. Profesinės rizikos vertinimas	57
4.1.1. Pavojų identifikavimas.....	57
4.1.2. Rizikos leistinumo nustatymas.....	62
6.2. Oro ir vandens valymas.....	63
5. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai	65
5.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	65
5.1.1. Ilgalaikio ir trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas - žaliavų ir medžiagų išlaidos	65
5.2. Gamybos kaštai	69
5.2.1. Tiesioginiai gamybos kaštai	69
5.2.2. Netiesioginės gamybinės išlaidos.....	70
5.3. Veiklos sąnaudų skaičiavimas.....	72
5.4. Finansinės ir investicinės sąnaudos.....	74
5.5. Gaminių kainos skaičiavimas.....	74
5.6. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai	75
5.7. Investicijų efektyvumo vertinimas	77
5.7.1. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai.....	77
5.7.2. Investavimo naudingumo įvertinimas	78
5.7.3. Lūžio taško skaičiavimas	81
5.8. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai	82
Literatūros sąrašas	86
PRIEDAS Nr. 1	90

Įvadas

Pakavimo pramonė vystosi be sustojimo. Galutinių vartotojų pageidavimai keičiasi, aplinkosaugos svarba auga, o prekių ženklų savininkai vis atkakliau kovoja dėl savo prekių vietos lentynoje. Vyksta įnirtinga kova tarp pardavėjų ir prekių ženklų savininkų [1]. Todėl rinkoje vyrauja didelė pakuočių įvairovė. Pakuotės gali būti pagamintos iš medžio, plastiko, metalo, kartoninio popieriaus ir kitų medžiagų, pasižyminčių įvairiomis mechaninėmis, cheminėmis, fizikinėmis charakteristikomis ir savybėmis, tinkamumo įvairių produktų laikymui (pvz. birūs produktai, skysčiai), spaudos užnešimui ir kitomis savybėmis [2, 3].

Populiariausia medžiaga pakavimui yra kartoninis popierius ir gofro kartonas. Plačiausiai naudojama dėl sąlyginai mažos kainos, transportavimo ir sandėliavimo privalumų, didelio dizaino ir konstrukcijų pasirinkimo, sąlyginai paprastos gamybos, bei dėl minimalios taršos. Žaliavos naudojamos gaminti pakuotes iš popieriaus, yra lengvai perdirbamas produktas, o tai leidžia priskirti prie ypač ekologiškai švarios medžiagos. Popierius paveikus klimato sąlygoms, greitai suyra, priešingai plastikui kuris gamtoje gali išbūti per 500 metų [2, 4].

Pakuotę galima apibrėžti kaip – talpa arba kitas prekės apvalkalas, atliekantis tokias tris pagrindines pakuotės funkcijas: apsaugos funkciją, identifikavimo ir rėmimo funkciją, bei papildomo patogumo funkciją [5]. Pakuotė potencialų pirkėją turi patraukti spalvingumu, neįprasta forma, originalumu, taip pat suteikti kuo daugiau informacijos apie prekę. Dažnai ant pakuotės užspaudžiamas kompanijos, pagaminusios prekę, logotipas, o apipavidalinant, naudojamos „firminės“ spalvos, kad pirkėjas, vos žvilgtelėjęs į dėžutę, žinotų – kas yra prekės gamintojas [6]. Gerai supakuotas produktas išlaiko savo savybes, apsaugodamas prekę nuo sugedimo, transportavimo pažeidimų

Norint gauti tam tikras papildomas savybes, kartoninis popierius gali būti dengiamas papildomomis dangomis, kurios suteikia papildomų funkcinių savybių, tokių kaip – atsparumas įbrėžimams, UV apsauga, neatsispindintis ar neslidus paviršius [7, 8]. Siekiant išvengti mechaninių pažeidimų ir pasiekti papildomų savybių, popieriaus ar kartono paviršius gali būti dengiamas specialia, trintį didinančia danga. Ši danga padidina pakavimo atsparumą pradūrimui, kuris priklauso nuo paviršiaus trinties koeficiento [9]. Padengus popierių skirtingų storių frikcine danga keičiasi ne tik paviršiaus trinties koeficientas, bet ir vandens sugertis, vandens garu pralaidumas ir kitos medžiagos barjerinės savybės.

Daugelio publikuotų tyrimų autoriai per daugybę metų yra pakankamai gerai išnaginę svarbiausias grafinio kartono savybes, atlikę daugybę su tuo susijusių tyrimų. Tačiau kartoninį

popierių padengus papildomomis dangomis, reikalingi nauji tyrimai. Atlikus kartoninio popieriaus tyrimų apžvalgą, buvo pasigesta darbų kur būtų tirta papildomai užneštų dangų savybės. Kadangi viena svarbiausių poligrafijos pramonėje naudojamų medžiagų savybių yra kieto paviršiaus drėkinimas skysčiais, todėl nuspręsta atlikti skysčių sugerties tyrimus, taip pat įvertinti pasirinktos dangos suteikiamas papildomas paviršiaus slydimo savybes.

Darbo tikslas: atlikti papildomomis dangomis padengto grafinio kartono paviršinių savybių tyrimus bei suprojektuoti šio kartono pakuočių gamybos įmonę.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti pasirinktos tematikos literatūros šaltinių analizę.
2. Atlikti padengtų papildomomis dangomis ir nepadengtų grafinių kartonų vandens įgeriamumo bei dinaminio paviršiaus drėkinimo tyrimus.
3. Atlikti padengtų papildomomis dangomis ir nepadengtų grafinių kartonų paviršiaus statinio ir kinematinio trinties koeficiento nustatymo tyrimus.
4. Atlikti kartoninių pakuočių gamybos technologijos projektavimą ir parinkti reikiamus įrengimus.
5. Atlikti naudojamų technologijų kokybės kontrolės ir darbų saugos analizę.
6. Atlikti projekto įvertinimą, pagal skirtingus finansinius kriterijus.

1. Techniniai - ekonominiai rodikliai

1.1 lentelė

Svarbiausieji techniniai-ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Dydis
1.	Darbo dienų skaičius	d.	252
2.	Pamainų skaičius	vnt.	1-3
3.	Pramoninio-gamybinio personalo skaičius:		
3.1	pagrindiniai darbininkai	vnt.	12
3.2	pagalbiniai darbininkai	vnt.	12
3.3	vadovai, specialistai, tarnautojai	vnt.	5
4.	Metinė gamybos programa:		
4.1	spaudos lankų skaičius	tūkst. egz.	14038,33
4.2	spalvos atspaudų skaičius	tūkst. egz.	56783,32
4.3	baigtos produkcijos kiekis	tūkst. egz.	38400
5.	Gamybos kaštai	EUR.	2363957
6.	Gaminio savikaina (Dribsniai „Pusrytainis“)	EUR.	0,096
7.	Gaminio kaina (Dribsniai „Pusrytainis“)	EUR.	0,115
8.	Bendras kapitalas:		
8.1	pagrindinis kapitalas	EUR.	1371860
8.2	apyvartinis kapitalas	EUR.	217320
9.	Grynasis pelnas (2016 m.)	EUR.	443353
10.	Grynoji esamoji vertė (2020 m.)	EUR.	973865
11.	Pelningumo indeksas	-	1,50
12.	Atsipirkimo laikas	m	3,58
13.	Darbuotojo vidutinis atlyginimas	EUR./mėn.	893,37

2. Mokslinė tiriamoji dalis

2.1. Literatūros apžvalga

2.1.1. Pakuočių funkcijos ir naudojamos medžiagos

Vis konkurencingesnėje aplinkoje didėja diferenciacijos ir produktų išskirtinumo svarba. Prekių ženklų savininkai ir mažmenininkai vienodai kovoja dėl vartotojų dėmesio prekybos vietoje. Kaip dėmesio atkreipimo priemone jie naudoja pakuotes. Trys vyraujančios pakavimo alternatyvos vadinamos pirminiu, antriniu ir tretiniu pakavimu:

- pirminės pakuotes naudojamos tiesioginiam kontaktui su maisto produktais;
- antrines pakuotes apima kelias pirmines pakuotes;
- tretinės pakuotes apima kelias antrines pakuotes ir naudojamos transportuojant [1].

Pakuotės atliekamos funkcijos (žr. 2.1 lentelė) yra labai svarbios tiek prekei, tiek vartotojui, tiek gamintojui. Šių funkcijų išpildymas sąlygoja pakuotės medžiagoms keliamus reikalavimus. Priklausomai nuo prekės, pakuotė turi turėti atitinkamus kriterijus:

- šviesos, drėgmės, karščio, riebalų, oro ir kt. barjerai;
- atsparumas smūgiams, mechaniniams pažeidimams ir kt. [5].

2.1 lentelė

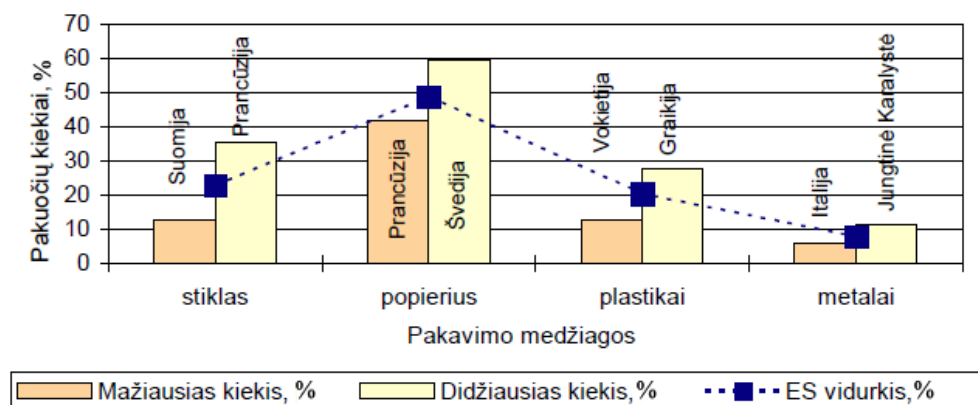
Pakuočių funkcijų skirstymas į tris grupes [5]

Apsaugos funkcija		Identifikavimo ir rėmimo funkcija	Papildomo patogumo funkcija
Prekių kiekio	Prekių kokybės		
Natūralios netekties sumažinimas	Apsauga nuo išorinio poveikio	Informavimas	Papildomo patogumo funkcija
Grobstymo sumažinimas	Apsauga nuo prekės savybių pasireiškimo	Dalyvavimas reklamos veiksmuose	Sandėliuojant
		Dalyvavimas pardavimų rėmimo veiksmuose	Perkant
			Vartojant

Pakuotės, be popieriaus, gali būti pagamintos iš medžio, plastiko, metalo ir kitų medžiagų, pasižyminčių įvairiomis mechaninėmis, cheminėmis, fizikinėmis charakteristikomis ir savybėmis, tinkamumo įvairių produktų laikymui (pvz. birūs produktai, skysčiai), spaudos užnešimui ir kitomis savybėmis. Vis dėl to dažniausiai pasirenkant medžiagas svarbiausias aspektas yra kaina ir prekės apsaugos funkcija. Pačios pigiausios medžiagos, kurios atitinka apsaugos kriterijus, yra popierius ir plastikai. Populiariausios yra kartoninės pakuotės, kurių didžiausias privalumas: sąlyginai maža kaina, transportavimo ir sandėliavimo paprastumas, sąlyginai paprasta gamyba, bei minimali tarša [2, 5].

Popierius - tai viena seniausių dirbtinių pakavimo medžiagų. Kaip pakavimo priemonė taip pat naudojamas kartonas bei gofrokartonas. Aplinkosauginiu požiūriu popierius - tai ekologiška

medžiaga. Visų pirma popierius ir kartonas gaminami iš atsinaujinančių žaliavų – medienos ar kitų augalinių pluoštų. Jei medienos per metus sunaudojama ne daugiau negu jos priauga, žalos gamtai nebus padaroma [5].



2.1 pav. Pagrindinių pakavimo medžiagų panaudojimas kai kuriose Europos Sąjungos šalyse, svorio procentais [3]

Popieriaus kaip pigios, ekologiškos medžiagos naudojimas pakavimo srityje nemažėja, nors ir tenka konkuruoja su energingai besivystančia plastikų pramone. Popieriaus ir kartono dalis pakavimo šakoje skirtingose šalyse sudaro tiek pagal svorį, tiek pagal vertę 40-60 % visų pakavimo medžiagų (žr. 2.1 pav.) [3].

Kartono rūšys ir asortimentas:

- pakavimo;
- poligrafinis;
- avalynės (vidpadžiams, užkulniams, ir t.t.);
- statybinis (patalpų, sienoms iš vidaus apmušti);
- baldinis (baldams pakuoti);
- specialusis [2].

Be ankščiau paminėtų faktų, kad popieriaus ir kartono pakuotės yra pagrindinė pakavimo medžiaga, tai ir labai svarbi Lietuvos spaudos pramonės šaka. Lietuvos spaustuvininkų asociacija (LISPA) duomenimis spaudos gamyboje 2012 m. didžiausią dalį sudarė dėžės, dėžutės ir panašūs gaminiai – apie 33 %, kiti niekur nepriskirti gaminiai – apie 20 %, etiketės – 13,2 %, laikraščiai ir žurnalai – 11,4 %, knygos ir vaikiškos knygelės – 8 % [10].

2.1.2. Kartoninių pakuočių gamyba

Pakuotės medžiagos bei jos konstrukcijos savybių ir mechaninių charakteristikų įvertinimas yra pradinis taškas, nuo kurio prasideda pakuotės projektavimas. Be konkrečių, su pakuotės naudojimu susijusių reikalavimų, egzistuoja ir teisiniai reikalavimai, kurių bendras tikslas – mažinti

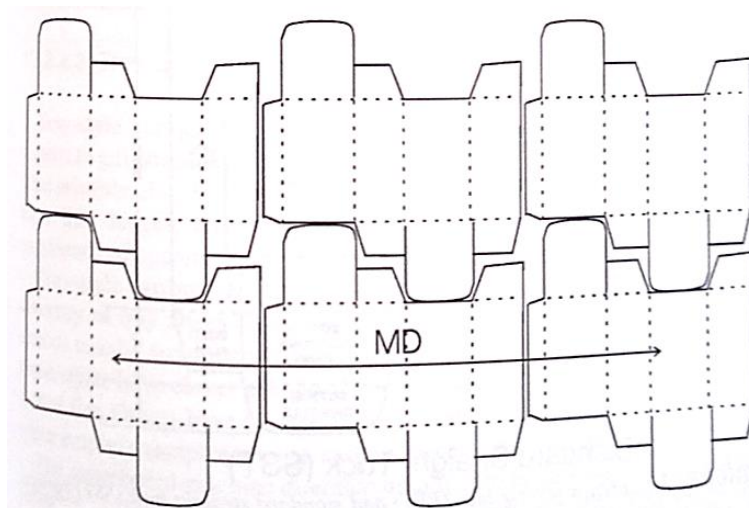
susidarancius pakuočių atliekų kiekius. ES pakuočių direktyvos 94/62/EB devintajame straipsnyje pateikiami reikalavimai pakuotėms:

1. Konkretūs pakuočių gamybos ir sudėties reikalavimai, kuriuose akcentuojama, jog pakuotės turi būti gaminamos taip, kad jų tūrį ir svorį ribotų minimalūs dydžiai, kurie yra būtini, kad pakuotės atitiktų saugos, higienos ir pakuojamam produktui keliamus bei vartotojui priimtinius reikalavimus.
2. Konkretūs pakartotinio pakuočių panaudojimo reikalavimai.
3. Konkretūs reikalavimai, keliami pakuotėms, kurių atliekos turi būti panaudojamos perdirbant jų medžiagą, gaunant energiją ar biologiškai ją skaidant [11].

Siekiant supaprastinti sudėtingus kartoninių pakuočių ir įpakavimo konstrukcijų (išklotinių) žodinius apibūdinimus yra sukurtas FEFCO katalogas. Šio katalogo išklotinių konstrukcijos brėžiniai yra lengvai suprantami visame pasaulyje. Šie FEFCO katalogo standartai naudojami pakuočių gamyboje.

Visuose brėžiniuose nurodyti vidiniai dėžučių matmenys yra išreiškiami tokiu būdu: $L \times B \times H$ (ilgis \times plotis \times aukštis). Matmenys turėtų būti matuojami ant plokščio paviršiaus, matuojant nuo sulenkimo taško, tačiau nepamirštant medžiagos (sienelės) storio [12].

Tuo tarpu pačiuose gamybos procesuose didelę įtaką spaudos kokybei turi medžiagos, skirtos spausdinti, glotnumas, kontakto su spaudos forma tolygumas. Esant paviršiaus nelygumams, piešinys blogai atsispaudžia arba visai neatsispaudžia. Kuo lygesnis paviršius, ant kurio spausdinama, tuo geresnė atspaudo kokybė [6].



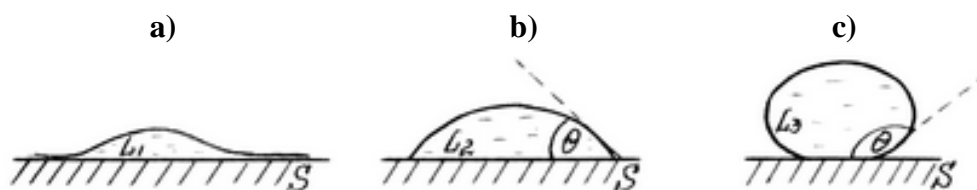
2.2 pav. Teisinga plaušų kryptis. [13]

Gamybos metu nemažiau svarbu tiksliai nustatyti kartoninio popieriaus plaušo kryptį. Veikiant drėgmei, temperatūrai, mechaninėms apkrovoms spaudos mašinose arba išbaigimo įrenginiuose, plaušeliai skersine ir išilgine kryptimi išsitempia nevienodai. Nuo popieriaus plaušelių

krypties priklauso popieriaus atsparumas lūžimui, išilgine popieriaus liejimo kryptimi popierius atlaiko iki 3 kartų daugiau dvigubų lenkimų skaičių, negu skersine popieriaus liejimo kryptimi. Taip pat nuo plaušelių orientacijos priklauso popieriaus atsparumas plėšimui: išilgine kryptimi popieriaus lapas plyšta lygiau, negu skersine kryptimi. Popieriaus lapas išilgine liejimo kryptimi yra du kartus standesnis, lyginant su skersiu liejimo kryptimi. Pvz. netinkamai parinkta popieriaus kryptis sukelia nesutapimą iškertant ar folijuojant – neigiamai veikiama kokybė. Kaip taisyklė, dėžučių kartono kryptis turi būti statmena (žr. 2.2 pav.) kartono klijavimo vietoms bei pagrindui. Dėl šios priežasties prieš gamybą būtina įvertinti kryptį [14].

2.1.3. Paviršiaus įtempimas tarp dviejų fazių: kietojo kūno ir skysčio drėkinimas

Drėkinimas pasireiškia tuo, kad ties skysčio ir kietojo kūno lietimosi riba išsilieja skystis. Skysčių drėkinimas ypač svarbus technikoje, kai reikia klijuoti, lituoti, suvirinti metalus, taip pat nemažiau svarbus ir vykstant spaudos procesams. Skysčio lašelis atsiradęs ant kieto paviršiaus gali pasielgti skirtingai (žr. 2.3 pav.). Jeigu skystis išplinta kietojo kūno paviršiumi, padengdamas jį plona plėvele, tuo atveju sakoma, kad skystis visiškai drėkina kietojo kūno paviršių. Kontaktinis sąlyčio kampas tokiu atveju lygus 0 (žr. 2.3 pav. a)), taigi pilnas drėkinimas, kai $\theta=0$, o $\cos\theta=1$ [15].



2.3 pav. Kontaktiniai sąlyčio kampai, skysčio lašui jungiantis su kietu paviršiumi. S – kietas paviršius; L – skysčio lašelis; θ – drėkinimo sąlyčio kampas [1]

Kontaktinio sąlyčio kampo θ reikšmė yra drėkinimo matas. Jis nustatomas kaip kampas tarp kietojo kūno paviršius su skysčio paviršiaus liestine trijų fazių (kietojo kūno, skysčio ir dujų) sąlyčio taške. Kampas θ nukreipiamas skystos fazės kryptimi. Kai skysčio lašelis L_2 liečiasi su kietuoju paviršiumi, sąlyčio kampas $0 < \theta < 90^\circ$ (žr. 2.3 pav. b)) šiuo atveju stebimas dalinis drėkinimas [15].

Trečiuoju atveju skysčio lašelis L_3 liečiasi su kietuoju paviršiumi, sąlyčio kampas $\theta > 90^\circ$ (žr. 2.3 pav. c)) šiuo atveju skystis nedrėkina kietojo kūno. Skysčio lašelį veikiančios jėgos stengiasi sumažinti kietojo kūno ir skysčio sąlyčio plotą [15]. Nusistovėjusios pusiausvyros sąlyga:

$$\cos\theta = \frac{\sigma_S - \sigma_{SL}}{\sigma_L}, \quad (2.1)$$

Dydis $\sigma_L \times \cos\theta$ vadinamas adheziniu įtempimu. Ši lygtis vadinama Jungo - Diuprė lygtimi, nustatančia jėgų pusiausvyrą. Iš šios lygties galima apskaičiuoti kietojo kūno paviršiaus įtempimą ir tarpfazinį paviršiaus įtempimą [16]:

$$\sigma_S = \sigma_{SL} + \sigma_L \times \cos\theta, \quad (2.2)$$

Paviršiaus įtempimai vertinami, kaip fazių paviršiuje veikiančios jėgos [16].

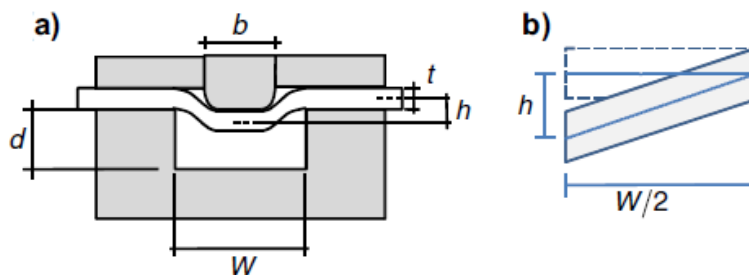
Kohezija (lot. cohaesus – „surištas“) – vandens molekulių jungimasis tarpusavyje. Vandens molekulės pasižymi didele kohezija. Kohezija yra akivaizdi, kai vanduo teka – jo molekulės neišsisklaido kas sau. Jas sukibusias laiko vandeniliniai ryšiai [17].

Adhezija (lot. adhaesio – „sukibimas“) – dviejų skirtingų kietųjų kūnų, kietojo kūno ir skysčio arba nesimaišančių skysčių susiliečiančių paviršių sukibimas dėl kūnų dalelių sąveikos. Matuojama jėga arba darbu, kuris reikalingas susiliečiančių kūnų paviršiaus vienetiniam plotui perskirti [17].

2.2. Tyrimų apžvalga

2.2.1. Mechanškai lankstomo kartono reakcijos į sulenkimus

Darbe [18] buvo atlikti eksperimentiniai kartono bigavimo tyrimai, bandant įvertinti mechaninį lenkimo parametrų efektą. Pirmiausiai buvo sujungtos lenkimo proceso charakteristikos, jas charakterizavo šlyties (kirpimo) įtempimo parametras - γ (žr. 2.4 pav. b)).

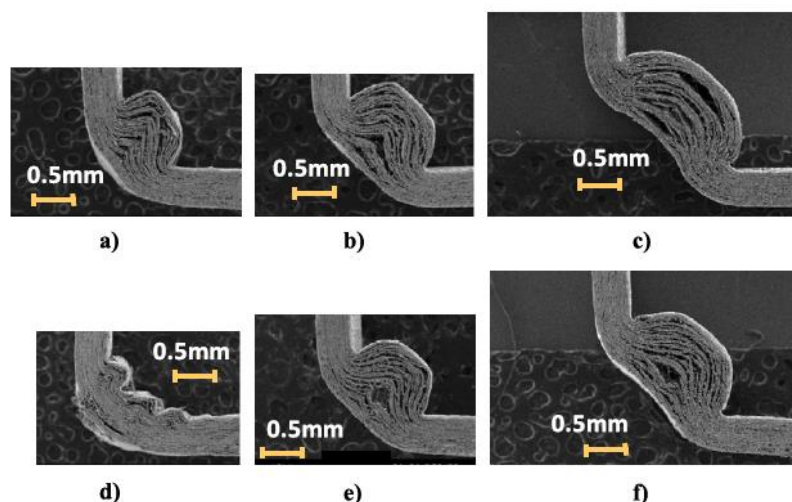


2.4 pav. Schematinis bigavimo vaizdavimas: a) bigų lenkimo linijos parametrai; b) šlyties (kirpimo) įtempimo parametro pradinis apibrėžimas [18].

$$\gamma = \frac{2h}{W}, \quad (2.3)$$

Formulė (2.3) kur h yra įspaudimo gylis, W griovelio plotis γ yra nesisteminis parametras susijęs su kartono šlyties (kirpimo) deformacija, kaip parodyta 2.4 pav. kuris didėja sunkėjant lenkimo procesui. Naudojamas plieno įrankis kurio storumas $b=0,72$ mm, spindulys $r=0,36$ mm, griovelio plotis $W=1,5$ mm ir gylis $d=1,0$ mm. Buvo atlikti lankstymai su trijų tipų kartoniniais popieriais, kurių gramatūra 350 g/m^2 , bet šiek tiek skirtingomis savybėmis, abiem plaušo kryptimis.

Didėjant γ reikšmei kartono pažeidimas didėja, vyksta atsiskuoksnivimas. Kai $\gamma=0$, matyti, kad kartonas pažeistas labai mažai. Iš formulės matyti, kad γ artimas 0, kai įspaudimo gylis artimas 0. Didėjant γ (šlyties įtempimo parametru) įtempimas didėja, o kuo didesnis γ , tuo labiau pažeidžiamas kartonas, tuo stipresnis atsiskuoksnivimas. Iš tyrimo [18] pateikto grafiko matyti, kad lenkimo momentas sparčiausia auga, kai γ artimas 0. Aukščiausia kritinė lenkimo momento reikšmė įgyjama kai kampas lygus 28° , lenkimo kampui dar augant pasipriešinimas – lenkimo momentas nežymiai mažėja, ir šiek tiek sumažėjęs beveik išlieka pastovus. Reikšmei γ pasiekus 0,6 ir daugiau, lenkimo momentas stipriai sumažėja, reiškia tokio pasipriešinimo lenkimui nėra, nepasiekiamo ir kritinė riba. Esant $\gamma=0,87$, kartono įspaudimas padidėja iki 0,65 mm. O santykis tarp W ir h sumažėja iki 2,3 karto. Galime daryti išvadą, kad pasiekus tam tikrą ribą ir įspaudus kartoną giliau į griovelį pasipriešinimas lenkimui pasidaro nežymus.



2.5 pav. Skirtingos γ reikšmės: a) $\gamma=0,35$; b) $\gamma=0,88$; c) $\gamma=1,41$; d) $\gamma=0$; e) $\gamma=0,61$; f) $\gamma=1,15$ [18]

Ankščiau analizuotam tyrimo [18] buvo tirta priklausomybė nuo įlenkimo gylio, tačiau ten tyrimas apsiribojo lenkimo kampu iki 90° . Tuo tarpu lenkimo dideliu kampu savybės biguojamam kartonui, kartoninio popieriaus priešinimasis lenkimui eksperimentiniame tyrimo [19] lenkiama (apkraunant kartoną) iki 180° laipsnių. Tyrimo tikslas surasti kritinius momentus, kada pasipriešinimas lenkimui yra didžiausias (tuomet kartono struktūra pažeidžiama labiausiai).

Buvo tiriamas dviejų skirtingų storių kartoninis popierius. Bandinys pirmas ir antras tokio paties storio 0,40 mm, trečias bandinys 0,44 mm. Kartoninio popieriaus bandiniai buvo talpinami į manipuliacinį robotą. Bandymai buvo atliekami lenkiant nuo 0 iki 180° kampu. Kiekvienas pavyzdys buvo monotoniškai apkraunamas (ir nukraunamas) per panašiai 3 sekundes, 22-26 $^{\circ}\text{C}$ temperatūroje.

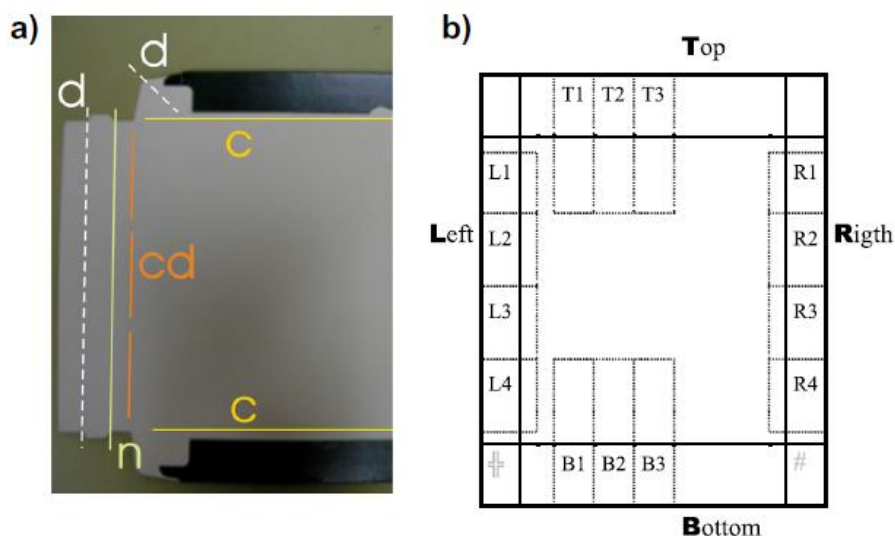
Buvo bandomas kartoninis popierius su skirtingais lankstymo variantais ir iškirstas iš skirtingų lanko dalių, kaip pavaizduota 2.6 pav.

Bigų formavimo variantai:

- standartinis, žymimas (n);
- standartinis skersinis, žymimas (c);
- pertraukiamas, punktyrinis, žymimas (d).

Pagal vietą lanke skirstomi į (žr. 2.6 pav.):

- kairės pusės (L);
- dešinės pusės (R);
- viršaus (T);
- apačios (B).



2.6 pav. Kartoninis popierius: a) bigų formavimo variantai; b) bandinių vieta lanke [19]

Siekiant išsiaiškinti kaip pasiekti kuo aukštesnės kokybės, gražesnės išvaizdos, pakuotes - atliekami lankstymo tyrimai. Šių tyrimų tikslas, kaip kuo mažiau pažeisti kartono savybes, sumažinti atsisluoksniavimą ir išgauti kuo lygesnes lenkimo linijas.

Iš gautų rezultatų galima daryti išvadas, kad lenkimo parametrai gali kisti labai įvairiai, jeigu kartonas storesnis, tai nereiškia, kad jis labiau priešinasi lenkimui už plonesnį, gali būti ir atvirkščiai, kartonas gali būti plonesnis, bet standesnis, gali būti lenkiamas iš vienos ar iš kitos pusės ir kiekvienu atveju parametrai bus skirtingi, tai patvirtina atlikti bandymai. Stebint atliktame tyrime standartinio skersinio lenkimo (c) diagramas [19] pastebėta, kad plonesnis kartoninis popierius lenkimui priešinasi labiau, nei storesnis. Lenkimo momentas atitinkamuose taškuose storesnio kartono yra mažesnis nei plonesnio kartono.

Nors darbe buvo užsibrėžtas tikslas surasti kritinius momentus, kada pasipriešinimas lenkimui yra didžiausias galima teigti, kad nei tiksliai prognozuoti, nei tiksliai apskaičiuoti lenkimo momento reikšmių neįmanoma, nes jos priklauso nuo daugybės įvairių faktorių, gali tai būti

popieriaus storis, gramatūra, paviršiaus standumas, iš kurios pusės popierius lenkiamas, kaip giliai įspaudžiama ir kitų parametru.

2.2.2. Pakuočių mechaninių charakteristikų tyrimai

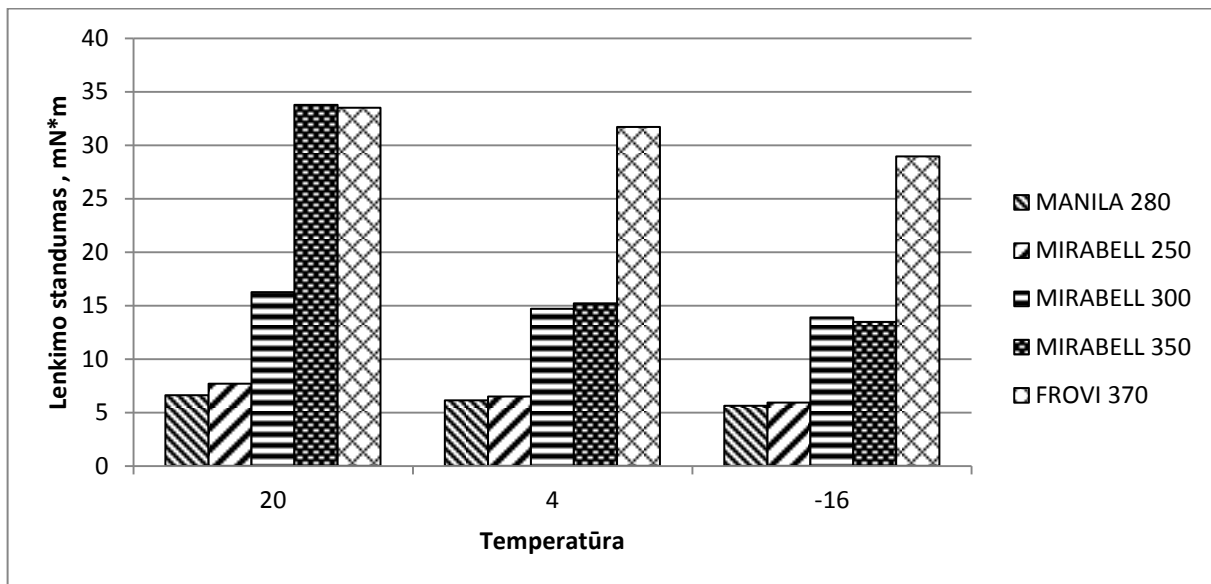
Eksploatacinių veiksnių įtaka pakuočių kartono mechaninėms charakteristikoms tyrime [20] naudojama suomių firmos Lorentzen & Wettre prietaisas (angl.: „L&W Bending Tester“). Šiame tyrime atliekami sulenkimo testai ir nustatomos sulenkimo charakteristikos prie lenkimo kampų: 5° , $7,5^{\circ}$, 15° , 30° .

Svarbiausias akcentas kuo šis tyrimas [20] skiriasi nuo kitų lenkimo tyrimų, kad lenkimui buvo naudotas kartonas, kuris savaitę buvo patalpintas skirtingose temperatūrose: 20°C , 4°C ir -16°C . Tyrimams naudotas kartonas: Manila 280 g/m^2 , Mirabell 250 g/m^2 , Mirabell 300 g/m^2 , Mirabell 350 g/m^2 , Frovi 370 g/m^2 . Tyrimo metu nustatyta eksploatacinių sąlygų įtaka lenkimo atsparumo charakteristikoms. Tyrimo metu buvo matuojamos jėgos bandiniui lenkti numatytais kampais - 5° , $7,5^{\circ}$, 15° , 30° .

Iš autorių gautų rezultatų matyti, kad atspariausias lenkimui prie kambario temperatūros yra kartonas Mirabela kurio gramatūra 350 g/m^2 jam artimas yra kartonas Frovi 370 g/m^2 . Tokį patį kartoną eksploatuojant temperatūrose 4°C ir -16°C Mirabell 350 g/m^2 atsparumas lenkimui ryškiai sumažėja ir priartėja prie kartono atsparumo Mirabell 300 g/m^2 , Frovi 370 g/m^2 atsparumas lenkimui esant aukščiau paminėtoms temperatūroms sumažėja nežymiai iš šis kartonas išlieka atspariausias lenkimui, prie visų temperatūrų. Kartono Manila 280 g/m^2 atsparumas lenkimui daugumoje atvejų yra mažesnis už mažesnės gramatūros kartono Mirabell 250 g/m^2 atsparumą lenkimui. Lyginant visas tris diagramas bendrai, galime daryti išvadą, kad visų kartonų atsparumas lenkimui eksploatuojant žemose temperatūrose – sumažėja ir sumažėja netolygiai. Todėl gamintojams reikėtų atkreipti dėmesį renkantis kartoną dėžutėms, kurios bus eksploatuojamos žemose temperatūrose.

$$S_{Din} = \frac{60 * F * l^2}{\pi * \phi * b}, \quad (2.4)$$

Taip pat pagal formulę (2.4), iš šiame tyrime [20] gautų rezultatų buvo paskaičiuotas lenkimo standumas S_{DIN} , kur F - jėga (mN), l - lenkimo ilgis (m), b – plotis (m), ϕ – lenkimo kampas. Pagal juos nubraižius stulpelinę diagramą (žr. 2.7 pav.) galima daryti sekančias išvadas, kad Mirabell 350 g/m^2 kartonas yra atspariausias esant kambario temperatūrai, o temperatūrai sumažėjus iki 4°C laipsnių arba net iki -16°C atsparumas lenkimui sumažėja du kartus, prie -16°C šio kartono atsparumas tampa mažesnis netgi už kartono Mirabela 300 g/m^2 . Kartono Frovi 370 g/m^2 atsparumas lenkimui mažėjant temperatūrai mažėja, bet ne taip ryškiai kaip kartono Mirabell 350 g/m^2 .



2.7 pav. Lenkimo standumo priklausomybė nuo temperatūros

Iš šių tyrimų [20] ir analizės rezultatų galima daryti išvadas, kad gaminat kartonines dėžutes labai svarbu atkreipti dėmesį į įvairias kartono savybes: gramatūrą, standumą, atsparumą lenkimui, kartono charakteristikas eksploatuojant kartoną įvairiomis sąlygomis, esant skirtingai temperatūrai. Produkcijos gamintojams yra aktualu žinoti kokios kartono rūšys yra standžiausios ir patvariausios esant skirtingoms eksploatavimo sąlygoms. Privaloma užtikrinti, kad, neprarastų savo pagrindinių mechaninių savybių (pavyzdžiui, išlaikytų savo pradinę formą) ir pagaminta produkcija eksploatavimo metu išliktų nepažeista. Kaip matyti iš auščiau pateiktų tyrimo rezultatų, beveik panašios gramatūros kartonas į temperatūras reaguoja labai skirtingai.

Pakuočių mechaninių charakteristikų tyrime [21], buvo atlikta gniuždymo bandymai veikiant pakuotes statinėmis apkrovomis. Buvo ištirtos pakuotės, kurių A – dugno siūlės suklijuotos, B – dugno siūlės prasilenkiančios ir neklijuotos, dėžutės stačiakampės formos ir dėžutės kvadratinės formos ir trijų skirtingų dydžių dugno ploto. Pakuotės buvo pagamintos iš 275 g/m^2 gramatūros kartono (išilgine kryptimi). Sulyginus stačiakampės formos dėžutes su klijuotu dugnu pastebime, kad didėjant dugno plotui atlaikoma apkrova mažėja panašiai tolygiai, tačiau tas pačias dėžutes lyginant su dėžutėmis kurių dugnas neklijuotas, atlaikoma apkrova esant šiame tyrime mažiausiam dugno plotui, sumažėja beveik 5 kartus, didėjant dugno plotui, dėžučių neklijuotu dugnu atlaikoma apkrova kinta labai nežymiai ir esant didžiausiam tiriamam dugno plotui atlaikoma apkrova 4 kartus mažesnė, nei esant suklijuotam dugnui. Lyginant kvadratinių matmenų dėžutes su panašiu dugno plotu pastebime, kad kvadratinės dėžutės atlaiko mažesnes apkrovas, ir esant klijuotam dugnui, jų atlaikomos apkrovos mažėja beveik tolygiai didėjant dugno plotui. Tačiau kai dugnas yra neklijuotas atlaikomos kvadratinių dėžučių apkrovos sumažėja 4,8 karto, o lyginant su mažiausio dugno ploto dėžutėmis iki 4,5 karto lyginant su didžiausio tiriamojo

dugno ploto dėžutėmis. Iš aukščiau apžvelgtų rezultatų daroma išvada, kad norint pakuoti sunkesnio svorio gaminius, reikia atkreipti dėmesį ar pakankamai atsparios dėžutės jeigu jų dugno siūlės nesuklijuotos. Sulyginant tarpusavyje visas dėžutes kurių dugno siūlės yra suklijuotos, pastebime, kad visais atvejais stačiakampės formos dėžutės atlaiko didesnes apkrovas, už panašaus dugno ploto kvadratinės dėžutes, netgi didžiausio dugno ploto stačiakampės dėžutės atlaikoma apkrova yra beveik lygi mažesnio dugno ploto kvadratinės dėžutės atlaikomoms apkrovoms. Sulyginus visas dėžutes, kurių dugnai nekljuoti pastebime, kad visų stačiakampių dėžučių atlaikomos apkrovos mažėja labai nežymiai ir visada didesnės už atitinkamo dugno ploto kvadratinių dėžučių apkrovas.

Tuo tarpu tiriant kartoninių pakuočių atsparumą gniuždymui, buvo atliktas pakuočių pagamintų iš skirtingų gamintojų, taip pat iš skirtingų gramatūrų kartonų tyrimas [14], gniuždant kartono liejimo kryptimi ir skersine liejimui kryptimi. Iš esmės tuo šis tyrimas ir skiriasi nuo kitų anksčiau aprašytų tyrimų, nes šiame darbe nustatyta kartono atsparumo gniuždymui priklausomybė nuo kartono liejimo krypties. Buvo pagamintos trijų skirtingų išmatavimų pakuotės – A1 (230mm × 118 mm × 48mm), A2 (165mm × 118 mm × 48mm), A3 (137mm × 77 mm × 37mm), iš minkšto MC Mirabell kartono skirtingų gramatūrų, iš vidutinio minkštumo kartono Kromopak skirtingų gramatūrų ir kieto kartono FROVI Carry taip pat skirtingų gramatūrų.

Iš šio tyrimo [14] galima padaryti neginčytiną išvadą, kad pakuotės gniuždomos skersine liejimui kryptimi yra silpnesnės, tai yra joms sugniuždyti reikalinga mažesnė maksimali apkrova, tačiau iš pateiktų tyrimų rezultatų negalima padaryti jokių išvadų kiek procentų pakuotės skersine kryptimi yra silpnesnės nei išilgine kryptimi, nes išvedus iš duotų tyrimų procentus kiek skiriasi maksimalios apkrovos dėžučių išilginio ir skersinio liejimo kryptimis, galima pastebėti, kad šis procentas kinta nuo 1,28 % iki 28,34 %. Procentai kinta labai įvairiai ir jų numatyti nuspėti (apskaičiuoti) neįmanoma, nes tai priklauso nuo įvairių faktorių.

Taip pat iš darbe [14] pateiktos tyrimų rezultatų lentelės galima pastebėti, kad A2 modelio dėžutės atsparesnės (reikalinga didesnė maksimali apkrova joms sugniuždyti), nei A1 ir A3 modelio dėžutės. Tam įtakos gal būt turėjo, kaip ir tyrime [22] teigiama, kad dėžutės standumui turi įtakos dėžutės ilgio ir pločio santykis. Kuo santykis mažesnis, tuo dėžutė standesnė. A2 ilgio ir pločio santykis – 1,4, A1 – 1,95, o A3 – 1,78. Kaip matoma ilgio ir pločio santykis A2 dėžučių yra mažiausias, taigi pagal minėtas išvadas jos turėtų būti standžiausios.

2.2.3. Kartonų pakuočių veikiamų statinės apkrovos, baigtinių elementų modeliavimas ir eksperimentai

Tiriamajame darbe [22] atlikti kartoninių pakuočių tyrimai gniuždant. Buvo tiriamos trys analogiškos pakuotės, tik skirtingų aukščių, kitas tyrimas buvo atliktas gniuždant pakuotės atskiras

dalį, viršutiniąją, vidurinę ir apatinę pakuotės dalį. Visi tyrimai buvo atlikti eksperimentiškai, o tyrimų rezultatai pavaizduoti diagramomis. Šalia šių tyrimų buvo atliktas kompiuterinis modeliavimas su programa ABAQUS, rezultatų sulyginimui tose pačiose diagramose buvo pavaizduotos kompiuteriu sumodeliuotų tyrimų diagramos. Tiriant atskirą kartono dalį tyrimų ir kompiuterinio modeliavimo vaizdas diagramose gautas labai panašus. Atliekant dviejų dėžučių 75×75 mm tyrimus eksperimentinis ir kompiuterinis rezultatai gauti panašūs, tik kompiuteriu užkraunant maksimalia jėga (apie 95 N, lūžio taškas, kurį pasiekus vyksta pakuotės sutrumpėjimas, nuiminėjant apkrovą) pakuotės sutrumpėjimas gaunamas mažesnis, kompiuteriniam modeliavime pakuotė turėtų būti patvaresnė. Bandant skirtingų išmatavimų dėžutes, rezultatai labai panašūs aukščiau aprašytiems. Eksperimentinius ir kompiuteriu sumodeliuotus rezultatus pavaizdavus diagramoje, kur pavaizduota standumo priklausomybė, nuo dėžutės aukščio ir pločio santykio, gaunamas didelis rezultatų nesutapimas, kai aukščio ir pločio santykis yra nuo 0,5 iki 1,5 karto. Kompiuteriniame modelyje šiam santykiui esant 0,5 dėžutės standumas turėtų būti 990 N/mm, tyrimų rezultatais, faktiškai jis yra apie 300 N/mm. Tik aukščio ir pločio santykiui esant apie 2 tyrimų ir kompiuterinės analizės rezultatai beveik sutampa. Šiuos nesutapimus galima būtų paaiškinti dėžučių geometrinių formų netobulumu, tai pat dėl bigavimo netobulumo.

Tyrimų ir kompiuterinio modeliavimo rezultatai visiškai nesutapo, kai buvo atliekami tyrimai atskirų dėžučių dalių. Tiriant viršutinės dėžutės dalies ir apatinės dėžutės dalies gniuždymą, rezultatai gavosi priešingi nei, kad kompiuterinio modelio. Dėžutės viršutinėje ir apatinėje dalyje yra sulenktas ir suklijuotas kartonas, taigi jis gaunasi iš trijų sluoksnių, ir standumas šių detalių gaunasi daug didesnis.

Didžiausi įtempimai susidaro gniuždant visą pakuotę prie viršutinės ir apatinės briaunos, bei pakuotės šoninėse sienelėse aplink sienelės centrą. Tyrimais nustatyta, kad vidurinioji pakuotės dalis 4 kartus standesnė nei visa pakuotė, tam daro įtaką briaunų lankstymo netobulumas. Tai silpnoji vieta, kur reikia ieškoti galimybių pagerinti lankstymo kokybę ir pasiekti didesnę pakuočių standumą.

2.2.4. Kartono plastiškumo modelis - deformacijos grūdinimas

Eksperimentiniam tyrimui [23] atliekami kartono elastingumo tyrimai, tampriai grūdinant kartoną. Šiame darbe tampriu kartono grūdinimu vadinama, kai tiriamas pavyzdys apkraunamas viena kryptimi, o vėliau apkraunamas statmena kryptimi. Buvo naudoti bandiniai 100 mm ilgio ir 15 mm pločio. Šių bandinių storis 0,38 mm. Bandymai atliekami kambario temperatūroje, tai yra 23 °C. Tempimo bandymai kartoti po šešiolika kartų. Mankštinimo efektas atskleidė bandinio pasirengimą apkrovimams. Gauti tyrimų rezultatai negali tiksliai numatyti kartono elgsenos įvairiais

atvejais, tačiau galima pagal šią sistemą sumodeliuoti ir palyginti eksperimentinius tyrimus su kompiuteriu gautais rezultatais. Remiantis šiais tyrimais galima sumodeliuoti, numatyti specifinius apkrovos atvejus - skaitmeninę vaizdo koreliaciją (angl.: „Digital Image Correlation DIC“). Neproporcingo apkrovimo atvejai yra naudojami daugelyje pramonės procesų, susijusių su kartono gaminių gamyba.

Tyrimė [23] didelis skaičius tiriamų pavyzdžių buvo mankštinami iš anksto MD (liejimo) ir CD (skersine) kryptimis iki nutrūkimo, vidutiniškai iki 6,5 % skersine kryptimi ir 3,1 % liejimo kryptimi. Kai kurie pavyzdžiai po to buvo apkraunami statmena (prieš tai buvusiai) kryptimi. Liejimo kryptimi tempiami kartono pavyzdžiai, kurie prieš tai nebuvo mankštinami (tempiami) priešinga kryptimi, jie yra standesni ir jiems reikalinga didesnė tempimo jėga. Iš anksto mankštintų pavyzdžiai (pratemptų priešinga liejimui kryptimi) elgsena labai panaši. Tempiant bandomuosius pavyzdžius skersine kryptimi, jų elgsena labai panaši tiek prieš tai jau mankštinto (tempto gamino) tiek pirmą kartą tempiamo gaminio.

Analogiškai eksperimentiniams modeliams buvo sumodeliuotas kompiuterinis modelis. Iš anksto nemankštintų pavyzdžių rezultatai tempiant liejimo kryptimi identišškai sutampa su sumodeliuotais rezultatais. Tempiant pavyzdžius liejimo kryptimi, kai prieš tai jie buvo tempiami skersine kryptimi ir šiuos rezultatus palyginant su sumodeliuotais, buvo pastebėtas visiškas neatitikimas. Sumodeliavus prieš tai mankštintą pavyzdį, jis turėtų būti tvirtesnis ir sunkiau pasiduoti lenkimui, turėtų būti apkraunamas didesnę tempimo jėga, kad įveikti pasipriešinimą tempimui.

Iš eksperimentinių tyrimo rezultatų daroma išvada, kad norint mažiau pažeisti kartoną, tikslinga ieškoti galimybių, kad tą patį poveikį būtų galima pasiekti su mažesne apkrovimo jėga. Taigi gaminį iš anksto užgrūdinus, pratemptus priešinga kryptimi galima su mažesne jėga įveikti kartono pasipriešinimą tempimui.

2.2.5. Nanodalelėmis dengtų kartono paviršių atsparumas eksploatacijai

Pagrindinis šio darbo [8] tikslas nustatyti atsparumą dilimui eksploataavimo metu, kai nanodalelių danga padengiama karšto skysčio purškimo (angl.: „liquid flame spray – LFS“) technika ant organinių, lanksčių medžiagų, tokių kaip popierius, kartonas ir polimerinių dangų substratų. Šiame darbe buvo tyrinėjama LFS dengimo technika titano dioksidu (TiO_2) ir silicio dioksidu (SiO_2) padengti kartonai buvo bandomi rotaciniais trinties testais. TiO_2 sukuria labai hidrofobišką paviršių, o SiO_2 – hidrofiliinį. Mechaninis paviršiaus pažeidimas ir su tuo susiję funkcinių savybių pokyčiai, kuriuos įtakoja paviršiaus dilinimas, buvo tiriami mikroskopine įranga, matuojant vandens drėkinimo kampą. Kambario temperatūros ir drėgmės sąlygomis, buvo

matuojamas vandens drėkinimo kampas prieš rotacinę trinties testą ir po rotacinio trinties testo po skirtingų apsisukimų skaičiaus. Tyrimai buvo atliekami trijų skirtingų kartonų, etalono, niekuo nepadengto, padengto titano dioksidu (TiO_2) ir silicio dioksidu (SiO_2). Iš darbe pateiktų grafikų buvo matyti, kad bandinio padengto titano dioksidu (TiO_2) drėkinimo kampas virš 110° , toks paviršius nendrėkinamas, bandinio padengto silicio dioksidu (SiO_2) drėkinimo kampas kinta nuo 20° iki 60° , šis paviršius yra drėkinamas, kartono nepadengto jokiais nanodalelėmis drėkinimo kampas išlieka pastovus apie 80° . Šis paviršius drėkinamas. Po kartono paviršių dilinimo testų drėkinimo kampai pakinta nežymiai. Niekuo nedengto paviršiaus drėkinimo kampas beveik visai nepakinta, silicio dioksidu (SiO_2) dengto paviršiaus drėkinimo kampas po testo sumažėja 20° ir išlieka pastovus ar tai būtų dilinamas 10-čia ar 30-čia apsisukimų. Analogiškai elgiasi ir silicio dioksidu (SiO_2) padengtas paviršius. Drėkinimo kampas pakinta 10° ir išlieka pastovus ar tai būtų veikiamas 10-čia ar 30-čia apsikukimų. Iš to galima daryti išvadą, kad šiuo būdu (LFS) padengus kartono paviršius titano dioksido (TiO_2) ar silicio dioksido (SiO_2) nanodalėlėmis, kartono savybės eksploatuojant mažai kinta. Šiek tiek kitoks rezultatas pastebimas, per mikroskopą studijuojant bandinių paviršius po rotacinių trinties tyrimų. Per mikroskopą pastebimi paviršiaus pakitimai ir paviršiaus šiurkštumo pakitimai. Paviršiaus šiurkštumas mažėja atliekant skirtingą skaičių dilinimo testų – mažėja. Atlikus daugiau nei 10 apsisukimų, šiurkštumas nusistovi, nebekinta. Silicio dioksido (SiO_2) nanodalėlėmis dengti paviršiai yra atsparesni dilinimui, nei titano dioksido (TiO_2) danga, kurios šiurkštumas po dilinimo testo krenta nuo 400nm iki 200nm. Reiškia Silicio dioksido (SiO_2) nanodalėlių sukibimas (adhezija) yra geresnis.

2.2.6. Dengimo technologijos vandens ir tirpiklių pagrindu

Dengimo procesas yra svarbi technologija, tobulinant pakavimo plėveles, kad jos patenkintų specifinius reikalavimus. Papildomi sluoksniai dengiami norint apsaugoti nuo deguonies, drėgmės patekimo į pakuotę, dėl sukibimo, dėl apsaugojimo nuo statinių defektų, dėl pakuotės patvarumo, estetinio vaizdo. Plonais sluoksniais gali būti dengiamos abi plėvelės pusės arba viena. Naujausi pasiekimai leidžia vienu metu padengti iki 12 ir daugiau plonų sluoksnių. Šiame straipsnyje [24] aptariama keletas dengimo aspektų ir pateikiama plati apžvalga skirtingų padengimo būdų. Specifiniai dangos sprendimai priklauso nuo dangos funkcijų.

Yra daug dengimo metodų, kurie naudojami daugybę metų. Vienas iš būdų suklasifikuoti naudojamus metodus pagal mechanizmus, naudojamus kontroliuoti šlapios dangos svorį ir storį:

- savaiame nusistatantis;
- koreguotas;
- išlanksto nustatytas;

- hibridinis.

Kad dengiamas paviršius gerai sukibtų su dengiama plėvele, kad būtų gera adhezija, dengiantis skystis turi drėkinti dengiamąjį paviršių. Silpnas substrato (dengiamasis paviršius) ribinio paviršiaus sluoksnis dažnai būna prasto sukibimo priežastis. Tą galima patobulinti panaudojant apšvitinimą arba plazminį apdorojimą, tokiu būdu padidinant paviršiaus įtempimą arba energiją. Dar naudojami pagalbinių paviršiaus padengimo sluoksniai, kurie gali pagerinti sukibimą-adheziją.

Išstudijavus šiame straipsnyje minimas dengimo technologijas galima daryti išvadą, kad tinkamo dengiamo paviršiaus panaudojimas yra sėkmingo padengimo pagrindas. Tinkamo dengiamo paviršiaus panaudojimas gali užtikrinti aukštą padengimo kokybę ir minimalias sąnaudas. Norint pilnai užtikrinti pakavimo medžiagų kokybei keliamus reikalavimus, svarbu atsižvelgti į daugybę faktorių parenkant tinkamą substrato (pagrindo) dengimo metodą, technologiją, dengimo medžiagas, tirpiklius, džiovinimo būdus.

2.2.7. Cinko oksido polimerų, padengtų atominio sluoksnio nusodinimo prie žemų temperatūrų plona plėvele, antibakterinės apsaugos savybės.

Susirūpinimas dėl maisto produktų saugos ir poreikis kuo ilgesnį laiką išlaikyti maisto produktus aukštos kokybės skatina tyrinėti antibakterinę apsaugą, tobulinant pakuočių medžiagas. Nedaug tyrimų yra atlikta, kuriuose ant cinko oksido pagrindo buvo nusodinamas atominis sluoksnis (angl.: „Atomic layer deposition – ALD“) prie žemų temperatūrų, kad sukurti pakuočių antibakterinę apsaugą. Šio darbo [25] tikslas – palygintini savybes plonų plėvelių nusodintų ant cinko oksido (ZnO) su analogiškais nusodinimais ant aliuminio oksido.

Atominių sluoksnio nusodinimas (ALD) yra aktuali technologija gaminant neorganines plonas plėveles prie žemos temperatūros. Vieno ciklo metu padengimas – nusodinamas ant paviršiaus tik vienas sluoksnis. Aliuminio oksidas (Al_2O_3) iš aliuminio trimetilo ($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$) ir vanduo kaip pirminė medžiaga yra labiausiai tyrinėjama ALD sistema. Aliuminio oksidas (Al_2O_3) yra stabili amorfinė medžiaga (neturinti formos) galima nusodinti žemose temperatūrose ir prikimbanti prie įvairių paviršių, tai yra patrauklu dėl apsaugos nuo įvairių polimerų difuzijos.

Eksperimentų metu buvo tyrinėjamos medžiagų savybės: medžiagos storis, terminis stabilumas, plėvelės plokštumas, šurkštumas, optinės savybės, panaudojant įvairius metodus. Antimikrobinis aktyvumas buvo vertintas panaudojant du skirtingus metodus, pradžioje buvo tikrinama panaudojant difuzijos testą pagal EN 1104 (angl.: „Determination of the transfer of antimicrobial constituents – Hemmhof test“). Šis bandymas atliekamas vertinant medžiagų sąlytį su maistu. Mėginys yra padedamas ant maitinamosios terpės, kurioje yra tinkamas mišrus užkratas.

Mėginys yra išlaikomas inkubacinį laikotarpį (72 ir 12 valandų) ir po to išmatuojamas mėginio antibakterinis aktyvumas milimetrais. Mėginių antibakterinis aktyvumas taip pat buvo vertinamas pagal japonų standartus JIS Z 2801 (angl.: „Antimicrobial products – Test for anti-microbial activity and efficacy“) šis naudojamas plastikui, metalui ir keramikai.

Apžvelgus šiame darbe pateiktą informaciją, galima daryti išvadą, kad norint ilgiau išsaugoti maisto produktus nepakitusios kokybės, būtina ieškoti naujų medžiagų, galinčių tai užtikrinti. Vienas iš tokių metodų tai cinko oksido polimerų, padengimas plona plėvele, nusodinant atominį sluoksnį prie žemų temperatūrų

2.2.8. Super hidrofobinės dangos ant celiuliozės: gamyba, savybės ir pritaikymas

Tiriamajame darbe [26] nagrinėjamos superhidrofobinės dangos ant celiuliozės. Kietojo paviršiaus drėkinimo savybių tyrimai atlieka svarbų vaidmenį – adhezijos tyrimuose, spausdinimo sukibimo ir paviršių savaiminio apšalinimo. Pastaruoju metu labai padidėjo superhidrofobinių medžiagų pritaikymas ant celiuliozės pagrindo. Sukurta daug skirtingų medžiagų nusodinimo ant celiuliozės paviršiaus metodų: plazmos nusodinimas, cheminis garų nusodinimas, atominio sluoksnio nusodinimas, nanodalelių nusodinimas, zolio kristalų nusodinimas. Visa tai leidžia patobulinti celiuliozės gaminių tokių, kaip: popierius, kartonas, medvilnės audiniai – savybes, be to naujas dangos, gali pasižymėti geru drėkinimu arba atvirkščiai – būti superhidrofobiškos. Medžiagų paviršių suaktyvinimas buvo atliekamas ugnimi, iškrova, plazma. Tipiškas būdas sukurti superhidrofobišką paviršių, tai tiesiog padengti plonu sluoksniu hidrofilinį paviršių. Paviršių padengimui naudojamos medžiagos turinčios žemą paviršiaus energiją, tai siloksanai (lot.: silicium – silicis gr. + oxy – rūgštus) arba fluoro polimerai.

Mokslininkų grupė [26] pristatė naują būdą, kaip sukurti ant porėto substrato slidų paviršių, tam panaudojamas tepimo skystis, jis suleidžiamas į poringą paviršių. Ši technologija labai skiriasi nuo įprastinės superhidrofobiškos, nes tepimo skystis yra užrakinamas nanomikroporų substrate, taip sukuriama glotnus slidus paviršius su aukštais ir žemais paviršiaus įtempimais. Ši medžiaga gali būti pritaikyti maisto pakuotėms, nes iš tokių pakuočių maistas savaime išsivalo, išslysta, tokiu atveju sumažinamas pakuočių atliekos su maisto likučiais. Šios ir kitos panašios technologijos gali prisidėti prie pasaulinio užterštumo mažinimo. Nors yra daug perspektyvų šioje srityje, tačiau tokių paviršių problema, lengvas jų dilimas, dėvėjimasis. Dirbtiniai superhidrofobiški paviršiai savaime negali atsistatyti, taip kaip sutinkami gamtoje. Gamyba atsparių dėvėjimuisi paviršių yra pagrindinė spręstina problema gaminat superhidrofobiškus paviršius.

Kaip buvo prieš tai minėta, superhidrofobinės dangos celiuliozės pagrindu sukuria tvarią ir ekologišką alternatyvą sumažinant iškastinių žaliavų (polimerų) panaudojimą. Superhidrofobinės

dangos ant popieriaus ir medvilnės paviršių sukuria naujų savybių ir funkcijų medžiagas ir praplečia jų panaudojimo galimybes. Superhidrofobinių popierių galima naudoti, kaip atstumiantį vandenį, kad per pakuotę nepraeitų vanduo ir garai, galima panaudoti maisto produktų pakavimui ir gėrimų pakavimui, taip pat galimybė kurti pakuotes, kurios savaime išsivalo nuo maisto likučių.

2.2.9. Tyrimų apžvalgos apibendrinimas

Kaip jau anksčiau buvo minėta svarbią vietą poligrafijos pramonėje užima produkcijos pakuotės, kurių pagrindinė žaliava yra kartoninis popierius. Kartoninis popierius turi atitikti visus technologinius, eksploatacinius ir ekonominius reikalavimus, keliamus poligrafinėms medžiagoms. Su tikslu išsiaiškinti įvairių faktorių įtaką pakuočių kokybei ir jų atitikimą keliamiems reikalavimams darbe buvo išanalizuota įvairūs moksliniai tyrimai ir įvertinti rezultatai. Išsiaiškinta, kaip kuo kokybiškiau atlikti pakuočių bigavimą, kokią įtaką bigavimui turi plaušelių kryptis. Nuo plaušelių orientacijos priklauso popieriaus atsparumas plyšimui: išilgine kryptimi popieriaus lapas plyšta lygiau negu skersine kryptimi. Be to išilgine kartono liejimo kryptimi gaunama lygesnė lenkimo linija, nes skersine kryptimi lenkiant popieriaus lapą lūžta plaušeliai ir lenkimo linija gaunama „grubi“. Popieriaus lapas išilgine liejimo kryptimi yra du kartus standesnis, lyginant su skersine liejimo kryptimi. Išilgine liejimo kryptimi popierius yra atsparesnis trynimui negu skersine kryptimi. Popieriaus ar kartono atsparumas gniuždymui yra mažesnis už atsparumą tempimui. Todėl svarbu atsižvelgti į šiuos stiprumo skirtumus kai yra projektuojama įvairi produkcija iš popieriaus ar kartono, pavyzdžiui gaminant iš kartono, jos gali būti veikiamos tiek išorinėmis gniuždymo jėgomis, tiek vidinėmis (pačio supakuoto gaminio) tempimo jėgoms [14].

Šiuo metu įvairūs mokslininkai vis daugiau dėmesio skiria papildomų dangų kūrimui ir tyrimams, nes šios dangos suteikia papildomų savybių, užtikrina taip norimą pakuotės apsaugą nuo deguonies, drėgmės patekimo į pakuotę, taip pat gali apsaugoti nuo statinių defektų. Visa tai prisideda prie bendro produkto kokybės lygio kėlimo. Nemažiau svarbus aspektas – ekologija. Celiuliozės pagrindo medžiagos yra gaminamos iš atsinaujinančių šaltinių, lengvai suyrančios, o tuo tarpu polimerams reikalingos iškastinės medžiagos, taip pat įvairūs polimerai gamtoje gali išbūti iki 500 metų.

Reikia atkreipti dėmesį, kad dažniausiai autoriai nagrinėja kartono reakciją į įvairius mechaninius veiksnius, tokius kaip gniuždymo, lenkimo, atsparumas priklausomybė nuo kartoninio popieriaus krypties ir temperatūrinius pokyčius kartoniniam popieriui. Tuo tarpu daug rečiau atliekami kartoninio popieriaus tyrimai, kur būtų užnešama įvairiomis dangomis, tuo labiau kad dangų pasirinkimas yra labai didelis, todėl buvo nuspręsta atlikti pakuočių kartono ir užneštų papildomų dangų paviršinių savybių tyrimus.

2.3. Kartoninio popieriaus padengto papildoma danga paviršinių savybių tyrimai

2.3.1. Medžiagos ir metodika

Tyrimui buvo naudojamas Alaska kartoninis popierius. Alaska yra aukštos kokybės pilnai dengtas (viršutinė pusė 2 kartus kreiduota), su kremine apačia (GC2) kartoninių pakuočių popierius, naudojamas aukštos kokybės spaudos darbams, tokiems kaip - farmacijos, kosmetikos, maisto ir kitoms pakuotėms.

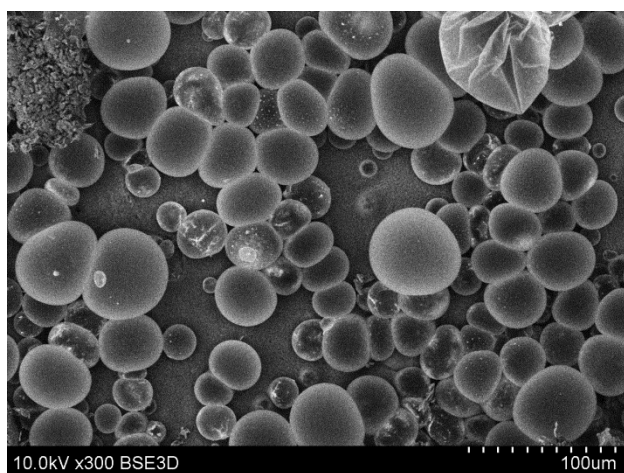
2.2 lentelė

Alaska popieriaus charakteristikos [24]

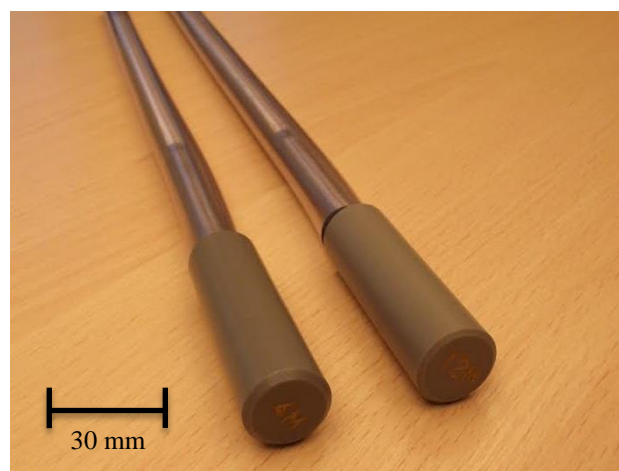
Parametrai	Nuokrypiai	Vertė	Standartas
Gramatūra (g/m ²)	+/- 4 %	250	ISO 536
Storis (µm)	+/- 4 % max. 20 µm	410	ISO 534
Standumas - DIN 53 121 (5°) MD* CD** (mNm)	+/- 15%	29,6 / 14,4	ISO 2493
Standumas - Taber (15°) MD*/ CD** (mNm)		16,4 / 8,0	
Standumas - L&W (15°) MD*/ CD** (mN)		340 / 165	
Drėgnės kiekis (%)	+/- 1 %	7,5	ISO 287
Ryškumas viršutinės pusės UV D65 (%)	+/- 1 %	91	ISO 2470-2
Ryškumas apatinės pusės UV D65 (%)	+/- 1 %	>70	
Blizgumas 75° Gardner (%)		>45	TAPPI 480 om – 99
Šiurkštumas PPS S10 (µm)		<1,3	ISO 8791-4

*MD – mašininė kryptis, **CD – priešinga kryptis

Popieriaus padengimui naudota dispersinė danga - Paramelt „VDM-JS-130114-A”, kuri sumažina popieriaus arba kartono paviršiaus slidumą. Ši danga yra vandens pagrindo ir pagaminta iš termoplastinių elastomerų, dangos klampumas yra 300 mPa esant 23 °C temperatūrai. Pagal dispersinių sistemų skirstymą, ši danga priklauso koloidiniams tirpalams (1-100 nm).



2.8 pav. Dispersinės dangos vaizdas per SEM, vaizdą išdidinus 300 kartų



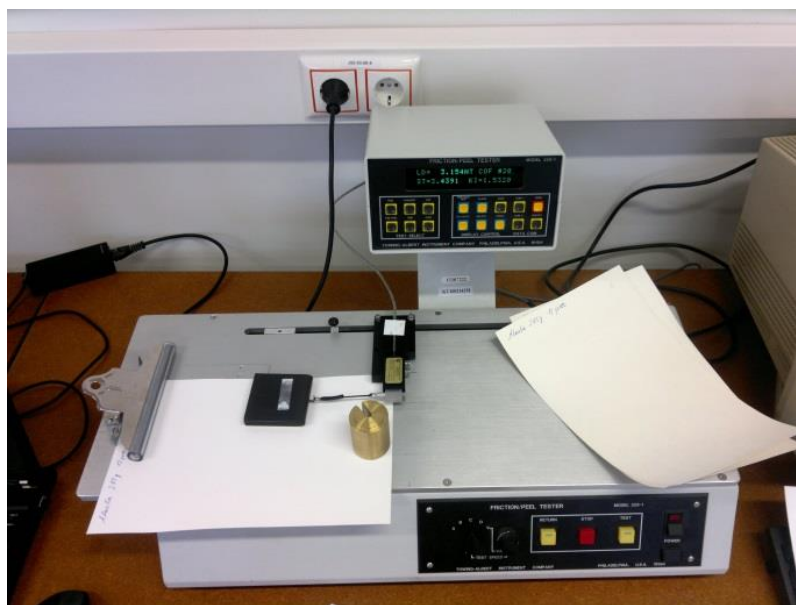
2.9 pav. Strypai skirti dangos užnešimui 4 µm ir 12 µm

Kietas paviršius užneštas dispersine frikcine danga vaizduojamas žr. 2.8 pav. Šiame paveikslėlyje demonstruojamas danga per elektroninį mikroskopą, kai vaizdas buvo išdidintas 300 kartų.

Dinaminio drėkinimo kampo nustatymui, buvo naudojamas kambario temperatūroje išlaikytas distiliuotas vanduo.

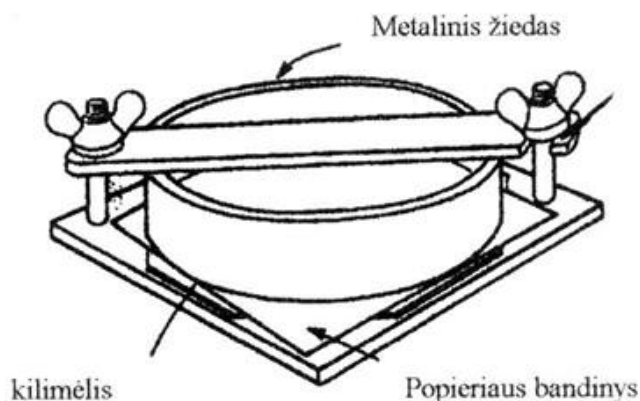
Dispersinės dangos užnešimui buvo naudojamas RK Printing K101 Control Coater (RK PrintCoat Instruments Ltd, United Kingdom) įrenginys, kuris panaudojus papildomą įrangą gali imituoti ofsetinės arba fleksografinės spaudos būdą. Šiuo atveju pagal dispersinės dangos gamintojo rekomendacijas buvo naudota dviejų tipų strypai 4 μm ir 12 μm (žr. 2.9 pav.) arba atitinkamai 0,05 mm ir 0,15 mm vielutės diametrai dangos dengimui. Dengimo greitis buvo pasirinktas 40 mm/s. Džiovinimui naudota krosnelė su elektoriniu valdikliu, kurio pagalba reguliuojama temperatūra. Padengtas kartoninis popierius krosnelėje buvo išlaikomas 50-60 s, 140 °C temperatūroje.

Trinties koeficientas buvo nustatomas su Thwing Albert Friction/Peel Tester Model 225- 1 (Thwing-Albert Instrument Company, USA) įrenginiu pagal ISO 15359 standartą. Paviršiniai trinties koeficiento tyrimai buvo atlikti tarp: 1) dviejų nedengtų kartoninio popieriaus bandinių ir 2) tarp dviejų dengtų kartoninio popieriaus bandinių. Iš viso buvo naudojami 6 tipų bandiniai, kurių išmatavimai 75×75 mm. Dviejų tipų bandiniai buvo nedengti, tai A ir B pusė. Dviejų tipų dengti 4 μm A ir B pusė ir galiausiai dviejų tipų dengti 12 μm danga. Pagrindiniai parametrai: testavimo laikas – 15 s, greitis 150 mm per minutę ir SLED – 200 g. SLED yra svarelis prie kurio tvirtinamas bandinys svoris.



2.10 pav. Įrenginys skirtas paviršiaus trinties koeficientui nustatyti

Vandens sugerčiai nustatyti skirtas Cobb prietaisas (žr. 2.11 pav.) susideda iš metalinio žiedo (100 mm pločio ir 25 mm aukščio), metalinės pagrindo plokštelės, veržtuvo, neopreno kilimėlio, kieto nerūdijančio plieno ritinėlio (200 mm pločio; 10 kg svorio).



2.11 pav. Cobb prietaisas

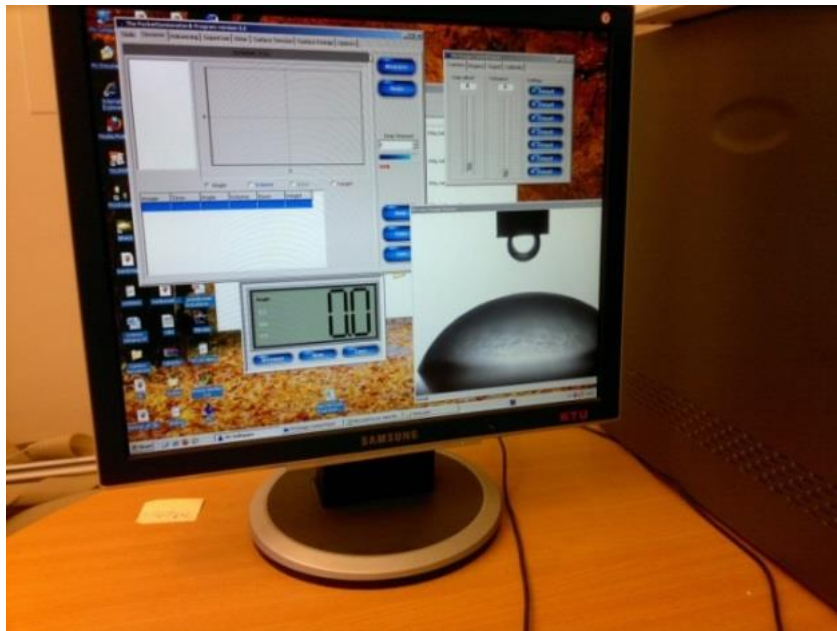
Cobb metodu galima išmatuoti vandens kiekį, kuris įsigeria į popierių ar kartoną. Vandens kiekis, kurį sugeria popieriaus ar kartono paviršius, apskaičiuojamas pasveriant pavyzdį prieš ir po vilgymo. Aukštos Cobb reikšmės rodo gebėjimą sugerti skystį, o mažos Cobb reikšmės rodo atsparumą skysčių įsigėrimui.

Vandens sugerties tyrimas buvo atliekamas pagal ISO 535:1991 standartą Cobb₁₂₀ metodu. Atliekant tyrimus šiuo metodu reikalingi 125 mm ilgio ir 125 mm pločio bandiniai, kurie prieš patalpinant Cobb įrenginyje yra pasveriami. Cobb įrenginio rezervuaras užpildomas ~1cm storio vandens sluoksniu. Bandytas atliekamas 120 s, likus 10-15 s iki bandymo pabaigos vanduo išpilamas iš rezervuaro, kartoninis popierius nusausinamas naudojant sugeriamąjį popierių, galiausiai uždedamas antras sugeriamasis popierius ir 10 kg ritinėliu pervažiuojama per juos (pašalinamas perteklinis vanduo). Po šių procedūrų bandinys dar kartą pasveriamas, gautas skirtumas parodo vandens sugertį Cobb vienetais arba kitaip sakant - gramais.

Svorio nustatymui naudotos elektroninės analitinės svarstyklės su automatine korekcija kintant aplinkos sąlygoms. Maksimalus galimas pasverti bandinių svoris – 210 g, minimalus – 1 mg. Svėrimo tikslumas – 0,1 mg. Nerūdijančio plieno platformėlė – 80 mm.

Pocket PG2 goniometras (Khushboo Scientific Pvt. Ltd, USA) skirtas kontaktinio kampo matavimui tarp skysto lašelio ir kietos (hidrofilinės) medžiagos. Kontaktinis kampas yra dažniausiai naudojamas suprasti, kaip skystis ir kietą medžiagą sąveikauja vienas su kitu. Šio prietaiso pagalba galima matuoti statinį kampą arba dinaminį kampą, kuris fiksuojamas laiko atžvilgiu. Šio įrenginio programinės įrangos pagalba nustatomi ne tik kampai, bet ir lašelio aukštis,

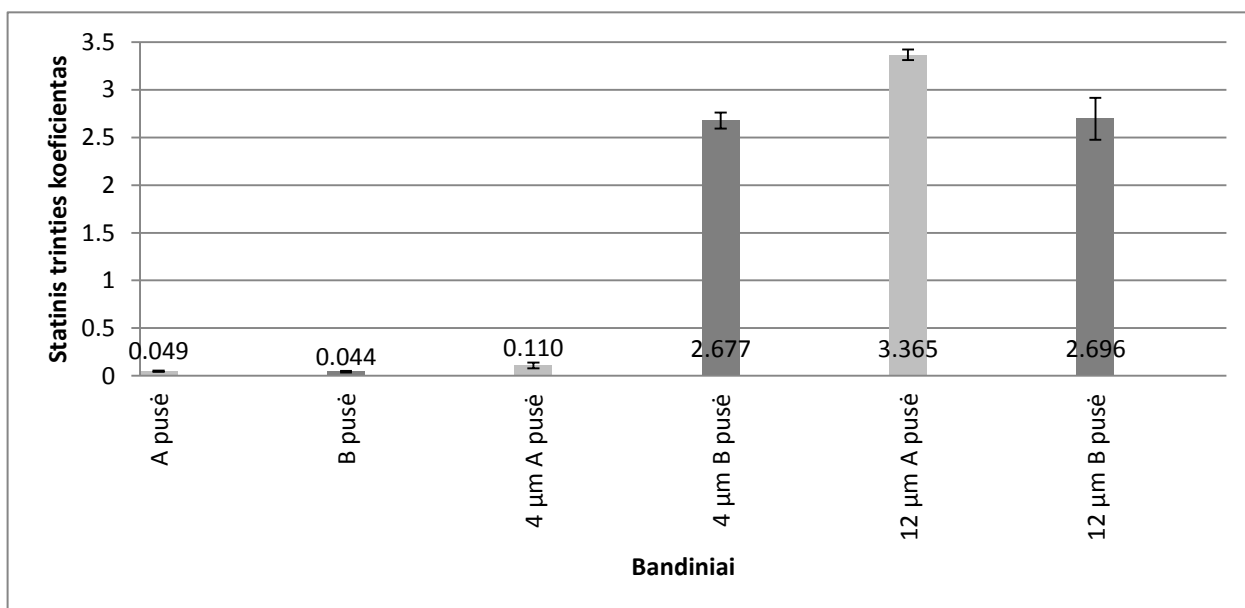
plotis, tūris, taip pat kiekvienas matavimas fiksuojamas grafiškai ir pateikiamos lašelio nuotraukos. Dinaminiam drėkinimo kampui nustatyti, buvo naudojamas kambario temperatūros distiliuotas vanduo. Taip pat goniometro Pocket PG2 instrukcijoje yra pateikta lentelė, kaip kinta paviršiaus laisvoji - potencinė energija priklausomai nuo drėkinimo kampo pokyčio.



2.12 pav. Pocket PG2 goniometro programinės įrangos vaizdas kompiuterio ekrane

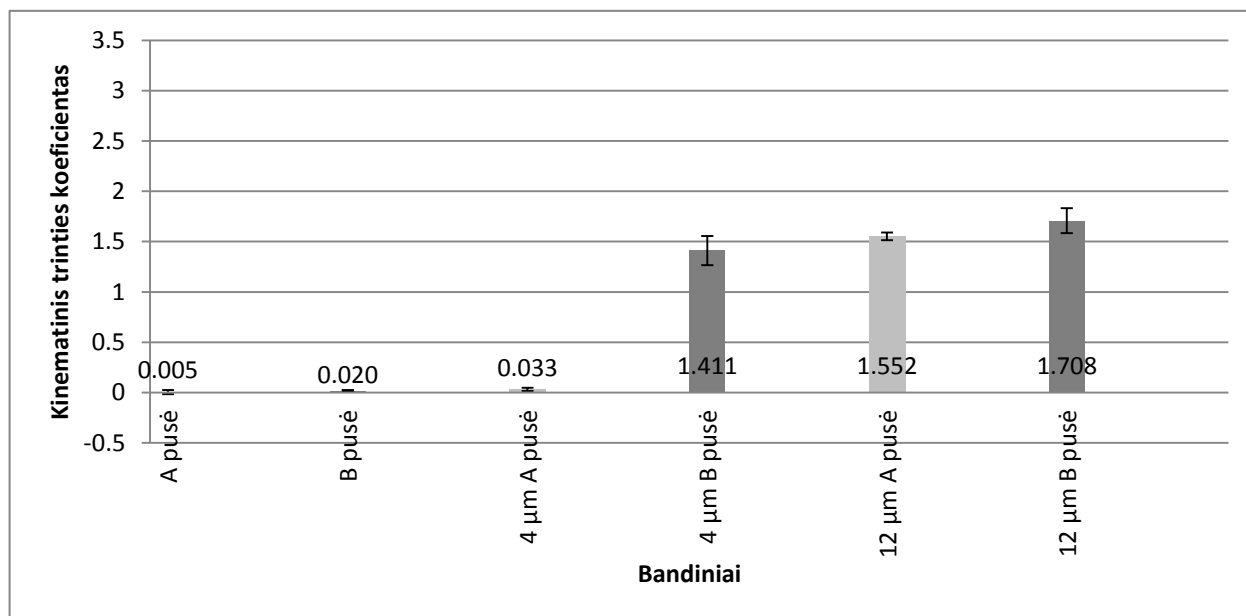
2.3.2. Paviršiaus trinties koeficiento tyrimas

Grafikas (žr. 2.13 pav.) vaizduoja statinio trinties koeficiento vidurkius kiekvienam variantui (iš viso 6 tipų bandiniai).



2.13 pav. Statinis trinties koeficientas, bei pasikliautinis intervalas

Kaip matyti iš grafiko esant nepadengtam popieriaus paviršiui, trinties koeficientas dešimtis kartų mažesnis už padengto 4 μm ir 12 μm dispersine danga trinties koeficiento rezultatus. Taip pat iš grafiko matyti, kad A pusę padengus 12 mikronų storio sluoksniu statinis trinties koeficientas beveik 30 kartų didesnė, nei padengus 4 mikronų storio sluoksniu. Atitinkamai padengus B pusę, statinė trinties koeficientas nepriklauso nuo padengimo storio, tik padengtai B pusei 12 μm dispersine danga būdingas didelis bandymo rezultatų svyravimas.



2.14 pav. Kinematinis trinties koeficientas, bei pasikliautinis intervalas

Statinė trintis, tai yra didžiausia trintis prieš pradėdant kūnui judėti. Iš statinio trinties koeficiento ir kinematinio trinties koeficiento (žr. 2.14 pav.) grafikų matyti, kad visais atvejais statinis koeficientas yra didesnis už kinematinį. Didžiausi trinties koeficiento rezultatai kaip ir statiniam trinties koeficiento tyrime gauti dengiant 4 μm danga B pusę, bei dengiant 12 μm A ir B puses. Nors su visų tipų bandiniais kinematinis trinties koeficientas gautas mažesnis, nei tų pačių bandinių statinis trinties koeficientas, bet bandinių dengtų 4 μm danga B pusės nuokrypa gauta didesnė, nei statinio trinties koeficiento.

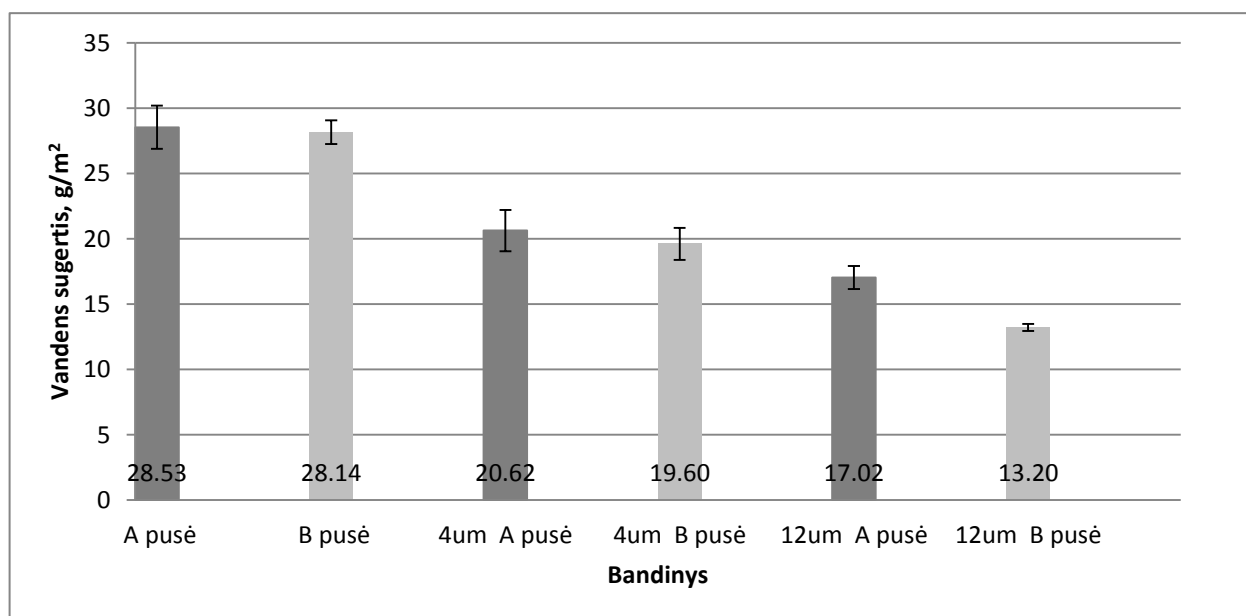
2.3.3. Vandens sugerties tyrimas Cobb₁₂₀ metodu

Vandens sugerties tyrimas buvo atliekamas su 6 tipų bandiniais, tai yra ne dengtais jokia danga A ir B pusės, dengtais dispersine 4 μm danga A ir B pusės ir dengtais dispersine 12 μm danga A ir B pusės. A pusė – 2 kartus kreiduota, B pusė – kreminė nekreiduota. Bandymams naudotas jau anksčiau minėtas Alaska 250 g/m² kartoninis popierius. Visi bandiniai buvo išlaikyti standartinėmis sąlygomis (kambario temperatūroje) keletą parų.

Cobb₁₂₀ metodu gauti rezultatai

Medžiaga	Band. Nr.	m ₁ , g	m ₂ , g	Vandens sugertis, g/m ²	Vandens sugerties vidutinė reikšmė, g/m ²	Variacija, g/m ²	Variacijos koeficientas	Pasikliautinis intervalas g/m ²
Be dengimo A pusė	1	3,935	4,479	34,816	28,53	4,92	17,25%	1,660
	2	3,921	4,315	25,216				
	3	3,975	4,444	30,016				
	4	3,965	4,341	24,064				
Be dengimo B pusė	1	3,935	4,359	27,136	28,14	2,68	9,51%	0,902
	2	3,911	4,332	26,944				
	3	3,918	4,330	26,368				
	4	3,944	4,446	32,128				
4 μm dengimas A pusė	1	3,922	4,135	13,632	20,62	4,70	22,77%	1,583
	2	3,889	4,240	22,464				
	3	3,913	4,284	23,744				
	4	3,925	4,279	22,656				
4 μm dengimas B pusė	1	3,942	4,270	20,992	19,60	3,62	18,46%	1,220
	2	3,976	4,198	14,208				
	3	3,966	4,298	21,248				
	4	3,887	4,230	21,952				
12 μm dengimas A pusė	1	3,889	4,164	17,600	17,02	2,61	15,36%	0,882
	2	3,950	4,270	20,480				
	3	3,950	4,181	14,784				
	4	3,996	4,234	15,232				
12 μm dengimas B pusė	1	3,923	4,112	12,096	13,20	0,80	6,07%	0,270
	2	3,960	4,176	13,824				
	3	3,975	4,180	13,120				
	4	4,051	4,266	13,760				

Žemiau pateiktame grafike (žr. 2.15 pav.) pavaizduoti 6 tipų bandiniai ant Alaska 250 g/m² popieriaus, Cobb₁₂₀ vandens sugerties vidurkių rezultatai, atlikus kiekvieno iš bandinių tipų 4 bandymus. Rezultatai pateikiami vandens sugerties g/m².



2.15 pav. Vandens sugertis, bei pasikliautinis intervalas

Iš šios stulpelinės diagramos matyti, kad atliekant Cobb₁₂₀ vandens drėkinimo tyrimą geriausias drėkinimas yra, kai popierius niekuo nepadengtas, drėkinimas mažėja popierių dengiant vis storesniu sluoksniu ir kaip matyti iš grafiko popieriaus pusė rezultatams įtakos beveik nedaro, šiek tiek geriau vandenį sugeria viršutinė A popieriaus pusė.

2.3.4. Dinaminio drėkinimo kampo tyrimas

Kaip ir Cobb₁₂₀ vandens sugerties tyrime, atliekant dinaminio drėkinimo kampo tyrimą yra naudojami 6 tipų bandiniai, iš kurių 4 tipai dengti dispersine danga. Šis tyrimas atliekamas naudojant Pocket PG2 goniometrą, kuriam reikalingi 150 mm ilgio ir 15 mm pločio bandiniai. Esminis skirtumas tarp Cobb₁₂₀ ir dinaminio kontaktinio kampo nustatymo yra, kad tyrimą atliekant dinaminiu metodu kampas fiksuojamas laike iki tam tikros pasirinktos reikšmės. Šiuo atveju kampas buvo nustatinėjamas iki 6 s. Kampo nustatymui ant turimų bandinių buvo lašinamas distiliuotas vanduo, kompiuterinės programos pagalba buvo gauti drėkinimo kampo duomenys (kampas, lašelio plotis, aukštis ir tūris) laiko atžvilgiu. Taip pat kameros pagalba programa automatiškai fiksuoja ir išsaugo lašelio vaizdus. Visi duomenys buvo suvidurkinti (žr. 2.4 lentelė). Esant idealiam daliniam drėkinimui, drėkinimo kampas laikui bėgant - mažėja, lašelio aukštis mažėja, lašelio pagrindo plotis laiko atžvilgiu didėja (platėja, pasiskleidžia ant kieto paviršiaus), lašelio tūris mažėja (vanduo geriasi į kietą paviršių).

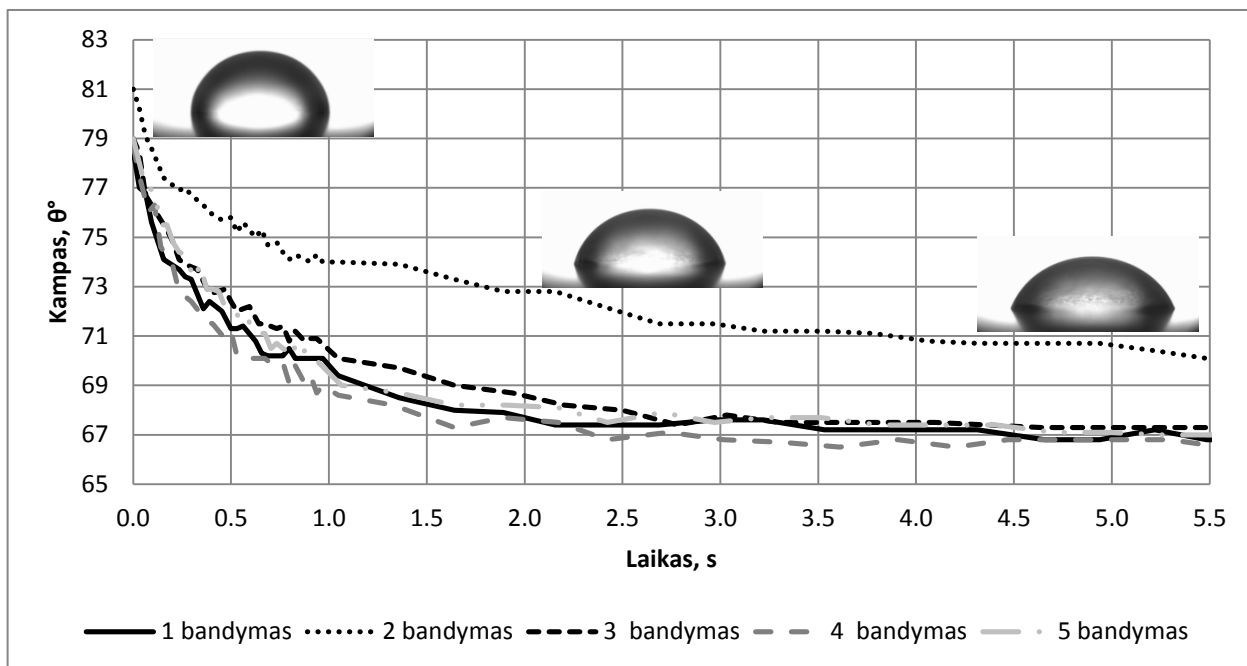
2.4 lentelė

Suvidurkintos drėkinimo kampo reikšmės

Laikas, s	A pusė drėkinimo kampas, laipsniais θ°	B pusė drėkinimo kampas, laipsniais θ°	4 μm A pusė drėkinimo kampas, laipsniais θ°	4 μm B pusė drėkinimo kampas, laipsniais θ°	12 μm A pusė drėkinimo kampas, laipsniais θ°	12 μm B pusė drėkinimo kampas, laipsniais θ°
0,0	80,71	77,82	69,84	91,25	93,78	93,65
0,1	78,26	76,43	68,46	90,89	90,52	93,82
0,2	76,67	75,99	67,64	90,39	88,15	92,01
0,3	75,61	75,59	67,13	91,24	88,01	90,59
0,4	74,70	75,41	66,41	90,97	87,29	91,56
0,5	74,00	75,16	65,96	91,19	88,80	91,24
0,6	73,50	74,85	65,43	91,09	88,22	91,47
0,7	72,92	74,72	64,93	90,37	89,27	93,08
0,8	72,68	74,33	64,46	90,73	90,03	92,86
0,9	72,42	74,26	64,04	90,82	91,52	92,99
1	71,87	73,95	63,49	91,20	89,72	91,57
2	69,90	72,26	61,49	90,69	88,27	91,05
3	69,24	71,65	60,93	90,55	86,39	92,65
4	69,06	70,92	60,40	90,44	87,45	91,99
5	68,78	70,58	59,96	90,48	86,32	91,97

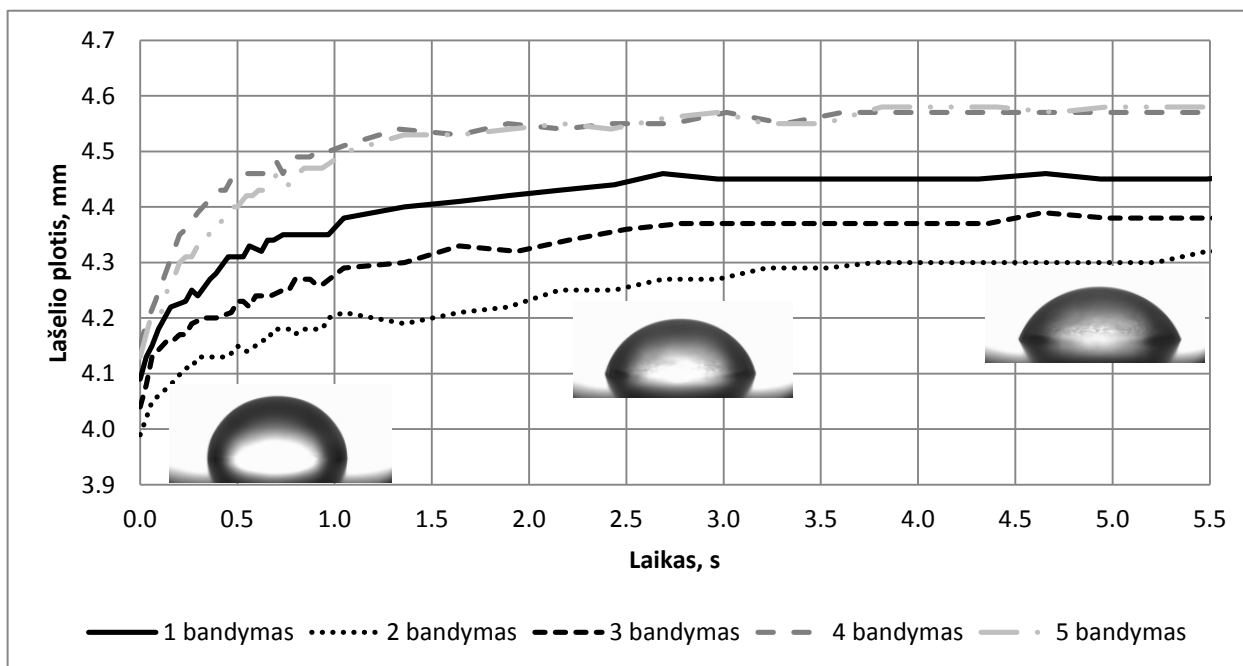
Suvidurkintos drėkinimo kampo reikšmės pasirinktuose laiko intervaluose leidžia geriau pažvelgti kaip lašelis „elgiasi“ laike, o grafikas (žr. 2.16 pav.) vaizduoja vandens lašelio kampo

pokytį laiko atžvilgiu. Šis tyrimas buvo atliekamas ant to paties bandinio paviršiaus skirtingu laiku užlašinant 5 lašelius.



2.16 pav. Vandens lašelio kampo pokytis laiko atžvilgiu A pusė, be dengimo bandymai

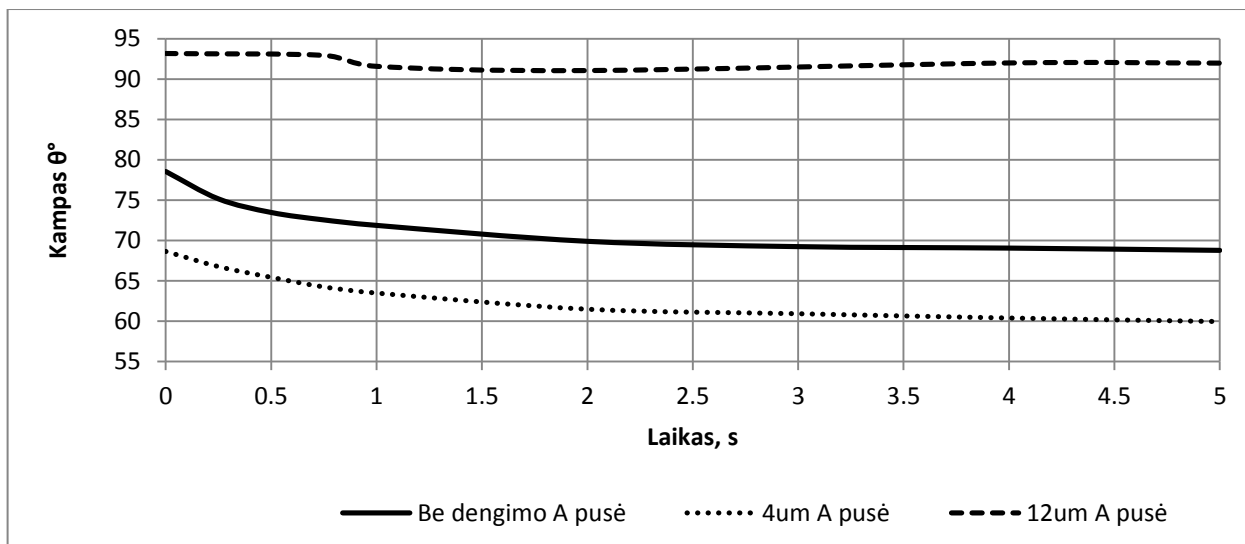
Visais atvejais kartonas yra dalinai drėkinamas ir drėkinimo kampas, kintant laikui mažėja, tai reiškia, kad drėkinimas gerėja, tačiau per trumpą 6 sekundžių laikotarpį drėkinimo kampas nesumažėja iki 0, taigi per tokį trumpą laiko tarpą nepasiekiamas pilnas drėkinimas.



2.17 pav. Vandens lašelio pločio pokytis laiko atžvilgiu A pusė, be dengimo bandymai

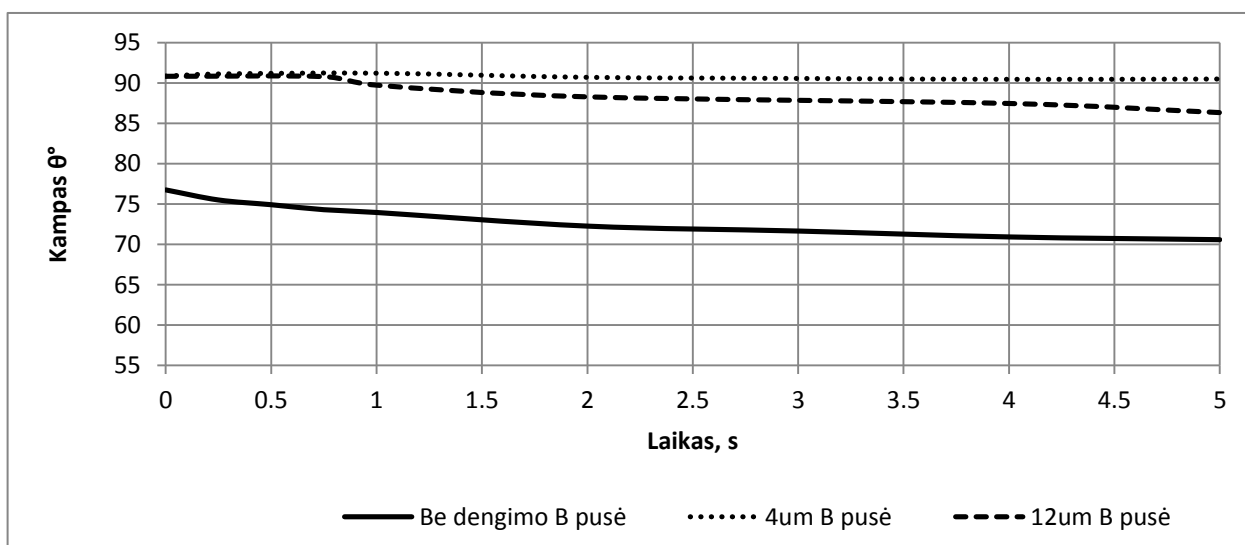
Kaip ir prieš tai aptartame grafike, šiame grafike (žr. 2.17 pav.) pateikiami to paties bandinio rezultatai, tik šiuo atveju pateikiami lašelio pasklidimo ant paviršiaus - pločio pokyčio rezultatai laiko atžvilgiu. Kaip matyti iš grafiko, pirmąją sekundę vyksta drėkinimo histerizė, rezultatai svyruoja. Po pirmos sekundės lašelio pasklidimo ant paviršiaus plotis didėja, drėkinimas gerėja.

Grafike (žr. 2.18 pav.) pavaizduota 3 tyrimų atliktų ant Alaska 250 g/m² A popieriaus pusės: be padengimo, su 4 μm ir 12 μm padengimais, 10-ties bandymų intervalų vidurkių kreivės, kurios parodo dinaminį drėkinimo kampo θ kitimą.



2.18 pav. Kampo priklausomybė nuo laiko A pusė

Viršutinė kreivė vaizduoja drėkinimo kampo kitimą, kai popierius padengtas 12 μm dispersine danga, kaip matyt iš kreivės, drėkinimo kampas yra virš 90⁰ todėl šiuo atveju popierius visiškai nedrėkinamas. Iš kitų dviejų kreivių matyti, kad popierius dalinai drėkinamas. Kaip rodo rezultatai geresnis drėkinimas gautas, kai popierius padengtas 4 μm dispersine danga.



2.19 pav. Kampo priklausomybė nuo laiko B pusė

Grafike (žr. 2.19 pav.) pavaizduota 3 tyrimų atliktų ant Alaska 250 g/m² B popieriaus pusės: be dengimo, su 4 μm ir 12 μm padengimais, 10-ties bandymų vidurkių kreivės, kurios parodo dinaminį drėkinimo kampo θ kitimą. Viršutinės dvi kreivės vaizduoja drėkinimo kampo kitimą, kai popierius padengtas 4 μm ir 12 μm dispersine danga. Šios kreivės gautos išvedus kiekvieno tyrimo 10-ties bandymų vidurkius ir gautuosius vidurkius sutraukus į laiko intervalus ir dar kartą suvidurkinus. Tokiu būdu kreivės beveik išsitiesino, nesimato drėkinimo histerizės. Iš pradžių matyti, kad vandens lašelis popieriaus nedirškino, $\theta > 90^0$, praėjus 1 sekundei prasidėjo dalinis drėkinimas. Apatinė kreivė vaizduoja drėkinimo kampa, kai popierius nėra padengtas. Kaip matyti iš grafiko popierius dalinai drėkinamas.

2.3.5. Paviršiaus laisvoji energija

Skysčio paviršiuje esančias molekules veikia nekompensuotos sąveikos jėgos. Jos yra nukreiptos į skysčio vidų ir paviršiaus liestinės kryptimi siekdamos sumažinti paviršiaus plotą. Šios jėgos vadinamos paviršinės įtempties jėgomis. Dėl nekompensuotų jėgų (potencialinių jėgų) veikimo paviršinės molekulės turi padidintą potencinės energijos kiekį [27].

2.5 lentelė

Paviršiaus laisvoji energija A pusė

Laikas, s	Drėkinimo kampas, laipsniais θ°	Paviršiaus laisvoji energija W_p dyn/cm	Paviršiaus laisvoji energija W_p μN/m	Drėkinimo kampas, laipsniais θ°	Paviršiaus laisvoji energija W_p dyn/cm	Paviršiaus laisvoji energija W_p μN/m	Drėkinimo kampas, laipsniais θ°	Paviršiaus laisvoji energija W_p dyn/cm	Paviršiaus laisvoji energija W_p μN/m
Alaska 250g/m ² A pusė			Alaska 250g/m ² 4 μm A pusė			Alaska 250g/m ² 12μm A pusė			
0	80,71	36	3,6	77,82	37	3,7	69,84	40	4
0,1	78,26	37	3,7	76,43	38	3,8	68,46	41	4,1
0,2	76,67	37	3,7	75,99	38	3,8	67,64	41	4,1
0,3	75,61	38	3,8	75,59	38	3,8	67,13	41	4,1
0,4	74,70	38	3,8	75,41	38	3,8	66,41	41	4,1
0,5	74,00	38	3,8	75,16	38	3,8	65,96	41	4,1
0,6	73,50	39	3,9	74,85	38	3,8	65,43	42	4,2
0,7	72,92	39	3,9	74,72	38	3,8	64,93	42	4,2
0,8	72,68	39	3,9	74,33	38	3,8	64,46	42	4,2
0,9	72,42	39	3,9	74,26	38	3,8	64,04	42	4,2
1	71,87	39	3,9	73,95	38	3,8	63,49	42	4,2
2	69,90	40	4	72,26	39	3,9	61,49	43	4,3
3	69,24	40	4	71,65	39	3,9	60,93	43	4,3
4	69,06	40	4	70,92	40	4	60,40	43	4,3
5	68,78	40	4	70,58	40	4	59,96	43	4,3

Vandens paviršiaus įtempimo koeficientas, nekintant aplinkos sąlygoms arba nekintant priemaišoms, išlieka pastovus. Tokiu atveju paviršiaus laisvoji – potencinė energija kinta, keičiantis paviršiaus plotui. Pagal šią lentelę buvo išsirinkta paviršiaus laisvosios energijos vertės dyn/cm,

priklausomai nuo drėkinimo kampo, perskaičiuota į SI sistemos vienetus $\mu\text{N}/\text{m}$. Visos reikšmės pateiktos lentelėse (žr. 2.4 ir 2.5 lentelės) šalia iš visų bandymų išvestų drėkinimo kampų vidurkių.

2.6 lentelė

Paviršiaus laisvoji energija B pusė

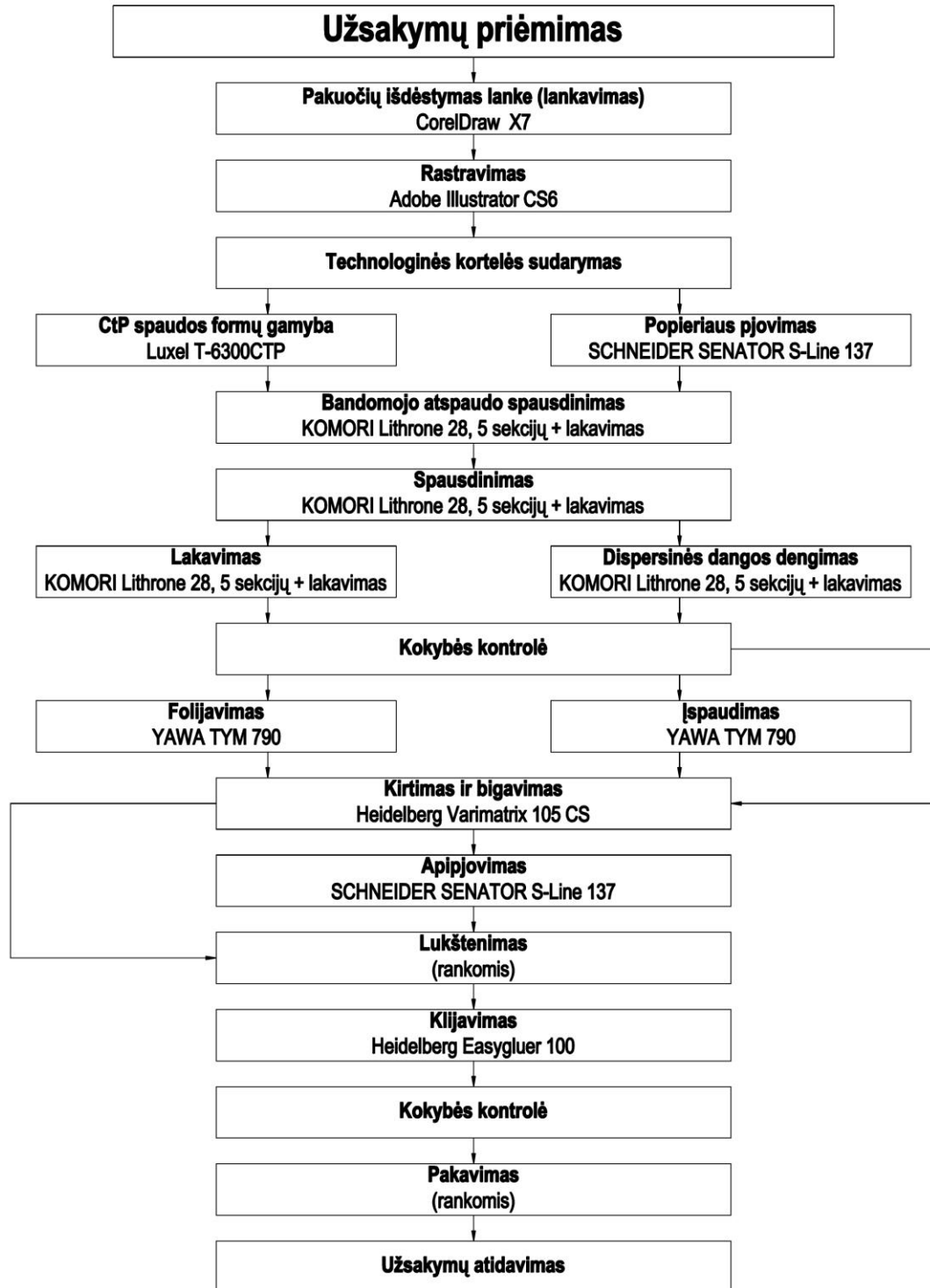
Laikas, s	Drėkinimo kampas, laipsniais θ°	Paviršiaus laisvoji energija W_p dyn/cm	Paviršiaus laisvoji energija W_p $\mu\text{N}/\text{m}$	Drėkinimo kampas, laipsniais θ°	Paviršiaus laisvoji energija W_p dyn/cm	Paviršiaus laisvoji energija W_p $\mu\text{N}/\text{m}$	Drėkinimo kampas, laipsniais θ°	Paviršiaus laisvoji energija W_p dyn/cm	Paviršiaus laisvoji energija W_p $\mu\text{N}/\text{m}$
0	91,25	32	3,2	93,78	31	3,1	93,65	31	3,1
0,1	90,89	32	3,2	90,52	32	3,2	93,82	31	3,1
0,2	90,39	32	3,2	88,15	33	3,3	92,01	32	3,2
0,3	91,24	32	3,2	88,01	33	3,3	90,59	32	3,2
0,4	90,97	32	3,2	87,29	34	3,4	91,56	32	3,2
0,5	91,19	32	3,2	88,80	33	3,3	91,24	32	3,2
0,6	91,09	32	3,2	88,22	33	3,3	91,47	32	3,2
0,7	90,37	32	3,2	89,27	33	3,3	93,08	31	3,1
0,8	90,73	32	3,2	90,03	32	3,2	92,86	31	3,1
0,9	90,82	32	3,2	91,52	32	3,2	92,99	31	3,1
1	91,20	32	3,2	89,72	32	3,2	91,57	32	3,2
2	90,69	32	3,2	88,27	33	3,3	91,05	32	3,2
3	90,55	32	3,2	86,39	34	3,4	92,65	31	3,1
4	90,44	32	3,2	87,45	34	3,4	91,99	32	3,2
5	90,48	32	3,2	86,32	34	3,4	91,97	32	3,2

Per 6 sekundes drėkinimo kampas pakinta nelabai žymiai, taigi ir paviršiaus laisvoji energija daugiausiai yra pakitusi per 0,4 $\mu\text{N}/\text{m}$. Viename iš tyrimų, kai kartoninis popierius buvo dengtas iš B pusės 4 μm dispersinės dangos sluoksniu, paviršiaus laisvoji energija viso bandymo metu per 6 sekundes išliko nepakitusi. Kai popierius buvo dengtas iš B pusės 12 μm dispersinės dangos sluoksniu, paviršiaus laisvoji energija viso bandymo metu padidėjo ir sumažėjo 3 kartus.

3. Technologijos projektavimas

3.1. Technologinio proceso projektavimas

Kartoninių pakuočių gamybą sudaro technologinių procesų grandinė (žr 3.1 pav.). Šios grandinės pradžia – užsakymas. Grandinės pabaiga yra užsakymo atidavimas arba pristatymas užsakovui.



3.1 pav. Technologinių procesų schema

Suderinus visas detales su užsakovu suformuojamas užsakymas. Iš anksto aptariami technologiniai procesai, apskaičiuojama užsakymo sąmata. Kartoninių pakuočių kainą sudaroma iš kintamų ir nuolatinių kaštų, pavyzdžiui dažai, laikas, formos turi fiksuotą kainą.

Užsakovui sudėjus parašus ant užsakymo lapo, prasideda gamybiniai procesai. Kiekvienas užsakymas turi savo technologinę kortelę. Joje yra visa informacija, reikalinga produkcijos gamybai. Šioje kortelėje surašomos technologines operacijos, kurios bus vykdomos gaminant kartonines pakuotes. Vėliau ši kortelė keliauja per kiekvieną gamybinį procesą, operatorius pasirašo, parašo atliktą tiražą. Šioje kortelėje pateikiama informaciją apie tiražą, pritaismui duotų lapų skaičių. Taip pat pateikiama visa informacija apie spalvas, jų kiekį, lako tipą. Nurodomas - koks bus naudojamas popierius, gamintojas, gramatūra. Pjovėjai šioje kortelėje mato informaciją apie formatą, kaip reikia apipjauti popierių prieš spaudą.

Kontrolinis atspaudas spausdinamas tiražo pradžioje su spaudos mašina, koreguojamos spalvos pagal užsakovo pageidavimus, arba pagal turimą originalą

Tam, kad maksimaliai išnaudoti popierių, pakuotės spaudos lanke yra suglaudžiamos (žr 3.2 pav.) iki tiek, kad išlaikyti tinkamus atstumus reikalingus pakuočių kirtimui. Taip pat popieriaus lanke paliekama vietos užlaidos technologiniams laukams, kontrolinei spalvų tikrinimo skalei ir spaudos mašinos griebtukams.



3.2 pav. Kartoninės pakuotės spaudos lanko pavyzdys

3.2. Kartoninių pakuočių produkcijos darbų apimties skaičiavimas

Kartoninių pakuočių darbų apimties skaičiavimas sudaromas iš dešimties pakuočių, kurios gaminamos iš trijų skirtingų gamintojų kartoninio popieriaus. Produkcija gaminama spausdinimui

naudojant ofsetinį spaudos būdą, pagrindinės kartoninių pakuočių charakteristikos pateikiamos 3.1 lentelėje, kur nurodomas pakuočių tiražas, pavadinimų skaičius, spalvingumas ir kiti reikalingi duomenys. Gamybinė užduotis suformuojama 3.2 lentelėje.

3.1 lentelė

Išleidžiamos produkcijos charakteristikos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Produkcijos formatas, cm	Pavadinimų sk. per metus	Tiražas, tūkst. egz.	Spalvin-gumas	Gramatūra, g/m ²	Kartoninio popieriaus pavadinimas
1	2	3	4	5	6	8	9
1	Arbata „Žvalus rytas“	40×26	150	15	4+L	250	Alaska
2	Arbata „Imbierinė“	39×20	170	25	4+L	250	Alaska
3	Dribsniai „Pusrytainis“	46×37	300	60	4+L	350	Multiboard Eco Frost
4	Gira „Geras skonis“	26×23	70	12	5+L	275	Alaska
5	Gliukožė	28×18,5	100	8	4+L	275	Alaska
6	Alkoholio pakuotė	23×45	250	10	4+L*	275	Alaska
7	Aliejaus pakuotė	24×25	150	15	4+L*	275	Alaska
8	Košė „Avižinis“	33×25	200	20	4+L	275	Alaska
9	Vitaminų rinkinys	22×20,5	170	9	5+L	300	Arktika
10	Vitaminas E	17×12	180	11	5+L	300	Arktika

* šis gaminys vietoj įprasto lako dengiamas dispersine danga turinčia papildomų savybių.

Alaska – vienpusio kreidavimo, su kremine apačia. Pasižymi itin dideliu viršutinės pusės baltumu. Kartono klasė – GC2, naudojamas aukštos kokybės spaudos darbams, tokiems kaip – maisto, kosmetikos ir kitoms pakuotėms. Popieriaus gramatūra nuo 200 g/m² iki 350 g/m².

Multiboard – kartoninių dėžučių popierius pagamintas iš makulatūros. Popieriaus gramatūra nuo 230 g/m² iki 630 g/m².

Arktika – vienpusio kreidavimo, su balta apačia. Kartono klasė – GC1. Pasižymi didelių standumu ir atsparumu pradūrimas, kas aktualu gaminant vaistų pakuotes. Skirtas aukštos kokybės gaminiams. Popieriaus gramatūra nuo 250 g/m² iki 450 g/m².

3.2 lentelė

Gamybinė užduotis produkcijos spausdinimui

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Formatas, cm ir lanko dalis	Pavad. sk. per metus	Tiražas, tūkst. egz.	Produkcijos lanko dalis	Produkcijos apimtis spaudos lankais, vnt.	Metinis atspaudų kiekis, tūkst. egz.
1	2	3	4	5	6	7=5×6	8=4×7
1	Arbata „Žvalus rytas“	72×51/3	150	15	0,33	5000	750
2	Arbata „Imbierinė“	64×51/4	170	25	0,25	6250	1062,5
3	Dribsniai „Pusrytainis“	72×51/2	300	60	0,5	30000	9000
4	Gira „Geras skonis“	64×51/4	70	12	0,25	3000	210
5	Gliukožė	72×51/4	100	8	0,25	2000	200
6	Alkoholio pakuotė	72×51/3	250	10	0,33	3333,33	833,33
7	Aliejaus pakuotė	72×51/4	150	15	0,25	3750	562,5
8	Košė „Avižinis“	72×51/4	200	20	0,25	5000	1000
9	Vitaminų rinkinys	72×52/6	170	9	0,17	1500	255
1	Arbata „Žvalus rytas“	72×51/3	150	15	0,33	5000	165
Viso:							14038,33

3.3. Spaudos formų paruošimo baras

Spaustuvė atlieka tik baigiamuosius maketo paruošimo darbus, užsakovas pateikia jau sukurtą pilną kartoninės pakuotės dizainą. Todėl atliekami tik būtini spaudai darbai – kartoninių pakuočių išdėliojimas lanke, kontrolinės spalvų skalės uždėjimas, kontrolinių kryžiuokų sudėjimas spalvų sutapdinimui ir kiti smulkūs darbai. Kartoninių pakuočių lankavimui reikalinga daugiau laiko, nei pavyzdžiui knygų, nes tai yra specifinis gaminys. Kartoninės pakuotės lankavimas užtrunka 45-60 minučių, tam daugiausiai įtakos turi rinkmenos dydis, sudėtingumas ir spalvų skaičius. Lankavimo laiko norma parenkama pagal spalvingumą ir pakuočių skaičių lanke. Rastravimui parenkama 3 minučių laiko norma.

3.3 lentelė

Paruošiamųjų darbų trukmės skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Formatas, cm ir lanko dalis	Pavad. sk. per metus	Leidinio skaitmeninių montažų kiekis, vnt.	Laiko norma lankavimui, h	Laiko norma rastravimui, h	Lankavimo ir rastravimo metinė laiko norma, h
1	2	3	4	5	7	8	9=(4×7)+(4×5×8)
1	Arbata „Žvalus rytas“	72×51/3	150	1	0,75	0,05	120
2	Arbata „Imbierinė“	64×45/4	170	1	0,75	0,05	136
3	Dribsniai „Pusrytainis“	72×51/2	300	1	0,75	0,05	240
4	Gira „Geras skonis“	64×51/4	70	1	1	0,05	73,5
5	Gliukozė	72×51/4	100	1	0,75	0,05	80
6	Alkoholio pakuotė	72×51/3	250	1	0,75	0,05	200
7	Aliejaus pakuotė	72×51/4	150	1	0,75	0,05	120
8	Košė „Avižinis“	72×51/4	200	1	0,75	0,05	160
9	Vitaminų rinkinys	72×52/6	170	1	1	0,05	178,5
10	Vitaminas E	72×52/12	180	1	1	0,05	189
Viso:							1497

Baigus dalinius maketavimo darbus, maketai siunčiami į kompiuterį kuris sujungtas su spaudos formų gamybos įrenginiu. Spaudos formos gaminamos CtP būdu su Luxel T-6300CTP, šio įrenginio pagalba nereikalingi atskiri įrengimai spaudos formų ryškinimui ir eksponavimui, todėl taupomos sąnaudos. Parenkant laiko normą spaudos formų gamybai atsižvelgiama į maksimalų šio įrenginio pajėgumą – 20 spaudos formų per valandą. Be jokių abejonių įrenginys negali visada dirbti 100%, todėl priimama, kad našumas iki 65% arba kitaip tariant 13 plokščių per valandą.

3.4 lentelė

Spaudos formų gamyba

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Formatas, cm ir lanko dalis	Plokštės formatas, mm	Pavad. sk. per metus	Spalvin-gumas	Leidinio spaudos plokščių kiekis, vnt.	Metinis spaudos plokščių kiekis, vnt.	Laiko norma plokščių gamyb., h	Plokščių gamybos metinė laiko norma, h
1	2	3	4	5	6	7=6	8=5×7	9	10=8×9
1	Arbata „Žvalus rytas“	72×51/3	74×54	150	4+L	4	600	0,077	46,2
2	Arbata „Imbierinė“	64×51/4	74×54	170	4+L	4	680	0,077	52,36
3	Dribsniai „Pusrytainis“	72×51/2	74×54	300	4+L	4	1200	0,077	92,4
4	Gira „Geras skonis“	64×51/4	74×54	70	5+L	5	350	0,077	26,95

Spaudos formų gamyba

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Formatas, cm ir lanko dalis	Plokštės formatas, mm	Pavad. sk. per metus	Spalvin-gumas	Leidinio spaudos plokščių kiekis, vnt.	Metinis spaudos plokščių kiekis, vnt.	Laiko norma plokščių gamyb., h	Plokščių gamybos metinė laiko norma, h
1	2	3	4	5	6	7=6	8=5×7	9	10=8×9
5	Gliukozė	72×51/4	74×54	100	4+L	4	400	0,077	30,8
6	Alkoholio pakuotė	72×51/3	74×54	250	4+L	4	1000	0,077	77
7	Aliejaus pakuotė	72×51/4	74×54	150	4+L	4	600	0,077	46,2
8	Košė „Avižinis“	72×51/4	74×54	200	4+L	4	800	0,077	61,6
9	Vitaminų rinkinys	72×52/6	74×54	170	5+L	5	850	0,077	65,45
10	Vitaminas E	72×52/12	74×54	180	5+L	5	900	0,077	69,3
Viso:									568,26

3.4. Popieriaus pjaustymas

Dėl sandėliavimo sumetimų ir dėl ekonominės naudos spaustuvė paprastai išigyja standartinio formato kartoninį popierių 72×102, 64×102, 72×52. Didesnio formato popierius paprastai yra pigesnis, taip pat mažėja makulatūros kiekis, nes galima lanksčiau planuoti užsakymus. Spaudos mašinos maksimalus formatas 72×52, todėl paprastai prieš spaudą būtinas kartoninio popierių pjaustymas. Kartoninio popieriaus pjovimui naudojama Schneider Senator 137 H S-Line gilijotina, maksimalus šūsies aukštis 170 mm.

3.5 lentelė

Popieriaus lapų kiekis vienam tiražui

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Perkamo popieriaus formatas, cm	Reikiamas formatas, cm	Popieriaus lapų kiekis spausdinimui, vnt.	Popieriaus lapų kiekis iš nupirkto popieriaus	Reikalinga popieriaus kiekis, vnt.
1	2	3	4	5	6=3/4	7=5/6
1	Arbata „Žvalus rytas“	72×102	72×51	5000	2	2500
2	Arbata „Imbierinė“	64×102	64×51	6250	2	3125
3	Dribsniai „Pusrytainis“	72×102	72×51	30000	2	15000
4	Gira „Geras skonis“	64×102	64×51	3000	2	1500
5	Gliukozė	72×102	72×51	2000	2	1000
6	Alkoholio pakuotė	72×102	72×51	3334	2	1667
7	Aliejaus pakuotė	72×102	72×51	3750	2	1875
8	Košė „Avižinis“	72×102	72×51	5000	2	2500
9	Vitaminų rinkinys	72×52	72×52	1500	1	1500
10	Vitaminas E	72×52	72×52	917	1	917

Šūsnių skaičius:

Naudojant formulę apskaičiuojamas šūsnių skaičius vienam tiražui. Vėliau šis skaičius suapvalinamas į sveiką skaičių.

$$N_{\text{šusn.sk.}} = \frac{N_{\text{lapų}} \times \text{popieriaus storis, [m]}}{\text{šūsies aukštis, [m]}}, \quad (3.1)$$

$$N_{\text{šusn.sk.}} = \frac{2500 \times 0,27 \div 1000}{0,15} = 5$$

Popieriaus pjaustymas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Gramatūra, g/m ²	Lapostoris, mm	Popieriaus lapų kiekis, vnt.	Pavad. sk. per metus	Šūsnų skaičius vienam tiražui	Pjovimų skaičius	Laiko norma vienai šūsniui supjaustyti	Metinė laiko norma lapų pjaustymui, h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10=6×7×9
1	Arbata „Žvalus rytas“	250	0,27	2500	150	5	1	0,017	12,75
2	Arbata „Imbierinė“	250	0,27	3125	170	6	1	0,017	17,34
3	Dribsniai „Pusrytainis“	350	0,4	15000	300	40	1	0,017	4,76
4	Gira „Geras skonis“	275	0,31	1500	70	4	1	0,017	7
5	Gliukozė	275	0,31	1000	100	3	1	0,017	5,1
6	Alkoholio pakuotė	275	0,31	1667	250	4	1	0,017	17
7	Aliejaus pakuotė	275	0,31	1875	150	4	1	0,017	10,2
8	Košė „Avižinis“	275	0,31	2500	200	6	1	0,017	20,4
9	Vitaminų rinkinys	300	0,35	1500	170	4	1	0,017	11,56
10	Vitaminas E	300	0,35	917	180	3	1	0,017	9,18
Viso									312,29

Laiko normos pjaustymui parenkamas priklauso nuo būsimų pjovimų skaičiaus. Parenkant laiko normą kartoninio popieriaus pjovimui įvertinama laiko trukmė kiek užtrunkama sukrauti popierių į pjovimo mašiną, vėliau jį išlygiuoti, atlikti pjūvį ir galiausiai turimą reikiamo formato kartoninį popierių sukrauti atgal ant popieriaus padėklų. Paprastai jeigu atliekamas vienas pjovimas reikalinga 60 s, jeigu du pjovimai 90 s.

3.5. Spaudos baras

Spaudos darbai atliekami su Komori Lithrone 28, 5 spalvų spaudos mašina, kurios pagrindinės charakteristikos pateikiamos - PRIEDAS Nr 1. Ši spaudos mašina yra su įmontuotu automatiniu dažų aparato išplovimo mechanizmu, dėl to sutaupomas laikas ir plovimui reikia ~6 minučių. Spaudos formų pritaikymo laikas daugiausiai priklauso nuo spaudėjo įgūdžių. Vienai spaudos formai pritaikyti yra reikalingos apytiksliai 2 minutės, bet į spaudos mašinos pritaikymo laiką įeina ne tik spaudos formų montavimas ir reguliavimas. Taip pat reikia atlikti popieriaus padavimo sistemos reguliavimą, popieriaus slėgio reguliavimą, pritaikyti lakavimo formą ir atlikti kontrolinių atspaudų spausdinimą. Atliekant kontrolinius atspaudus pasitaiko, kad atsiranda nenumatyto broko, dėl to tenka rankiniu būdu valyti dažų ir lakavimo sekcijas, taip pat po kontrolinių atspaudų spausdinimo gali būti atliekamas pavyzdžiui spalvų koregavimas. Įvertinus visas ankščiau minėtas aplinkybes priklausomai nuo formų skaičiaus parenkama 20 ir 24 minučių laiko norma. Dirbdama maksimaliu greičiu ši spaudos mašina gali atspausdinti 15000 lapų per valandą, bet realiomis sąlygomis greitis daug mažesnis, nes reikia papildyti popieriaus lapų stalą, taip pat kartais reikia atlikti automatinį spaudos mašinos plovimą, todėl realus greitis ~6500 lapų per valandą.

Spaudos cecho metinės gamybos apimtys skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Pavadinimų skaičius	Apimtis spaudos lankais, tūkst. egz.	Laiko norma dažų aparato plov., h	Formų pritaismų skaičius, vnt.	Laiko norma pritaismui, h	Metinė užduotis dažų aparato plov. ir pritaismui, h	Laiko norma 1000 atsp. spausdinimui, h	Metinė užduotis spausdinimui, h	Metinė laiko norma paruošimui ir spausdinimui, h
1	2	3	4	5	6	7	8=3×5+3×6×7	9	10=3×4×9	11=8+10
1	Arbata „Žvalus rytas“	150	5	0,1	5*	0,33	262,5	0,154	116	378
2	Arbata „Imbierinė“	170	6,25	0,1	5*	0,33	297,5	0,154	164	461
3	Dribsniai „Pusrytainis“	300	30	0,1	5*	0,33	525	0,154	1,39	1,91
4	Gira „Geras skonis“	70	3	0,1	6*	0,4	175	0,154	32	207
5	Gliukozę	100	2	0,1	5*	0,33	175	0,154	31	206
6	Alkoholio pakuotė	250	3,33	0,1	5*	0,33	437,5	0,154	128	566
7	Aliejaus pakuotė	150	3,75	0,1	5*	0,33	262,5	0,154	87	349
8	Košė „Avižinis“	200	5	0,1	5*	0,33	350	0,154	154	504
9	Vitaminų rinkinys	170	1,5	0,1	6*	0,4	425	0,154	39	464
10	Vitaminas E	180	9,167	0,1	6*	0,4	450	0,154	25	475
Viso:									2161,78	5521,78

* pritaísoma ne tik spaudos, bet ir lakavimo formos.

** šios pakuotės vietoj įprasto lakavimo dengiamos dispersine danga, mažinančia paviršiaus slidumą.

Alkoholio ir aliejaus pakuotės yra dengiama dispersinė danga - Paramelt „VDM-JS-130114-A”, kuri sumažina popieriaus arba kartono paviršiaus slidumą. Ši danga yra vandens pagrindo ir pagaminta iš termoplastinių elastomerų. Padengus pakuotes šia danga, papildomai apsaugomas pakuotės turinys, nes mažėja tikimybė tokią pakuotę pav.numesti nuo prekybinės lentynos, taip pat saugiau transportuoti.

3.6. Darbų po spausdinimo baras

Atlikus spaudos darbus kartoninių pakuočių užbaigimui reikalingi papildomi darbai po spausdinimo. Dalis užsakovų norėdami išskirtinumo kartoninėms pakuotėms pageidauja atlikti folijavimą, tuo tarpu vaistų pakuotėms yra reikalingas Brailio rašto išspaudimas. Vėliau atliekamas kartoninių pakuočių kirtimas ir rankinis lukštenimas. Siekiant produktyviau išnaudoti laiką ir kad lukštenimo procesas vyktų greičiau pakuotės papildomai apipjaunamos.

3.6.1. Folijavimas ir išpaudų formavimas

Folijuota kartoninė pakuotė atrodo solidžiau, taip pat auksinio arba sidabrinio atspalvio folija pakuotei suteikia prabangos. Aišku visi papildomi procesai didina produkto savikainą, todėl ne kiekvienas užsakovas pageidauja folijavimo. Išspaudimas paprastai reikalingas vaistų pakuotėms, nes reikia suformuoti Brailio raštą neregiamams. Tokiems darbams puikiai tinka ir ne pačių brangiausių gamintojų folijavimo ir išpaudimo mašina – Yawa Tym 790. Šios mašinos pritaismui ir kontroliniams bandiniams reikalinga ~45 minutės. Didžiausias įmanomas folijavimo greitis

~4000 spaudos lankų per valandą, o įspaudimo ~4500. Optimalus šio įrengimo greitis yra ~65% maksimalaus pajėgumo.

3.8 lentelė

Folijavimo ir įspaudimo metinės gamybos apimtys skaičiavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Atliekamas technologinis procesas	Folijav. arba įspaudimo lapų kiekis per metus, tūkst.vnt.	Pritaismų skaičius, vnt.	Laiko norma vienam pritaismui, h	Metinė užduotis pritaismui, h	Laiko norma 1000 lapų folijavimui arba įspaudimui, h	Metinė laiko norma lapų folijavimui arba įspaudimui, h
1	2	3	4	5	6	7=5×6	8	9=7+(4×8)
1	Arbata „Žvalus rytas“	Folijavimas	750	150	0,67	100,5	0,36	370,5
2	Gira „Geras skonis“	Folijavimas	210	70	0,67	46,9	0,36	122,5
3	Vitaminų rinkinys	Įspaudimas	255	170	0,67	113,9	0,32	195,5
4	Vitaminas E	Įspaudimas	165	180	0,67	120,6	0,32	173,4
Viso								861,9

3.6.2. Kirtimas ir bigavimas

Jeigu prieš tai aptartos kartoninių pakuočių operacijos (folijavimas ir įspaudimas) nėra būtinos, tai kirtimas ir bigavimas yra tiesiog privalomas gaminant didelius kiekius kartoninių pakuočių. Šios technologijos atlikimui reikalinga moderni įranga, todėl kirtimas ir bigavimas atliekamas su Heidelberg Varimatrix 105 CS. Šio įrengimo greitis yra iki 7500 popieriaus lapų per valandą, taip pat yra galimybė užkrauti produkciją be stabdymų. Realiomis sąlygomis greitis siekia ~65% maksimalaus greičio. Pritaismo laiko norma 60-90 minučių, daugiausiai laiko užima štampos formos montavimas ir bigų montavimas. Kuo didesnis pakuočių skaičius lanke, tuo pritaistas užtrunka ilgiau.

3.9 lentelė

Darbo imlumas kartoninių pakuočių iškirtimui ir bigavimui per metus

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Iškertamų kartono lapų kiekis, tūkst.vnt.	Pritaismų skaičius, vnt.	Laiko norma vienam pritaismui, h	Metinė užduotis pritaismui, h	Laiko norma 1000 lapų iškirtimui, h	Metinė laiko norma lapų iškirtimui, h
1	2	3	4	5	6=4×5	7	8=6+(3×4×7)
1	Arbata „Žvalus rytas“	5	150	1	150	0,205	303,75
2	Arbata „Imbierinė“	6,25	170	1,5	255	0,205	472,81
3	Dribsniai „Pusrytainis“	30	300	1	300	0,205	2145
4	Gira „Geras skonis“	3	70	1,5	105	0,205	148,05
5	Gliukozė	2	100	1,5	150	0,205	191
6	Alkoholio pakuotė	3,333	250	1,5	375	0,205	545,83
7	Aliejaus pakuotė	3,75	150	1	150	0,205	265,31
8	Košė „Avižinis“	5	200	1,5	300	0,205	505
9	Vitaminų rinkinys	1,5	170	1,5	255	0,205	307,28
10	Vitaminas E	0,917	180	1,5	270	0,205	303,83
Viso:							5187,86

3.6.3. Kartono apipjovimas

Siekiant, kad rankinis lukštenimas vyktų operatyviau, pakuotės po kirtimo ir bigavimo proceso yra apipjaunamas. Dažniausiai daromi du pjovimai, nupjaunama viršutinė ir apatinė popieriaus lanko dalis, lygiai su pakuotės kirtimo linija. Dažniausiai atliekami 2 pjovimai, todėl laiko norma yra 90 s.

3.10 lentelė

Popieriaus apipjovimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Gramatūra, g/m ²	Lapostoris, mm	Popieriaus lapų kiekis, vnt.	Pavad. sk. per metus	Šūsnų skaičius vienam tiražui	Pjovimų skaičius	Laiko norma vienai šūsniui apipjauti	Metinė laiko norma lapų pjaustymui, h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10=6×7×9
1	Arbata „Žvalus rytas“	250	0,27	5000	150	9	2	0,025	33,75
2	Arbata „Imbierinė“	250	0,27	6250	170	12	2	0,025	51
3	Dribsniai „Pusrytainis“	350	0,4	30000	300	80	0	0	0
4	Gira „Geras skonis“	275	0,31	3000	70	7	2	0,025	12,25
5	Gliukožė	275	0,31	2000	100	5	2	0,025	12,5
6	Alkoholio pakuotė	275	0,31	3334	250	7	2	0,025	43,75
7	Aliejaus pakuotė	275	0,31	3750	150	8	2	0,025	30
8	Košė „Avižinis“	275	0,31	5000	200	11	2	0,025	55
9	Vitaminų rinkinys	300	0,35	1500	170	4	2	0,025	17
10	Vitaminas E	300	0,35	917	180	3	2	0,025	13,5
Viso									268,75

3.6.4 Kartoninių pakuočių lukštenimas

Kartoninių pakuočių lukštenimas reikalauja daug rankinio darbo. Lukštenimo trukmei daug įtakos turi darbuotojų patirtis, motyvacija, produkcijos sudėtingumas. Kuo daugiau kartoninių pakuočių popieriaus lanke, tuo užtrunka ilgiau, taip pat vaistų pakuotėms taikomi aukštesni kokybės standartai, todėl papildomai reikia tikrinti šių pakuočių kokybę.

3.11 lentelė

Kartoninių pakuočių lukštenimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Lukštenamų popieriaus lapų kiekis per metus, tūkst. vnt.	Pakuočių kiekis lanke, vnt.	Laiko norma 1000 lapų lukštenimui, h	Metinė laiko norma lapų lukštenimui, h
1	2	3	4	5	6=3×5
1	Arbata „Žvalus rytas“	750	3	1	750
2	Arbata „Imbierinė“	1062,5	4	1,15	1221,88
3	Dribsniai „Pusrytainis“	9000	2	1	9000
4	Gira „Geras skonis“	210	4	1,15	241,5
5	Gliukožė	200	4	1,15	230
6	Alkoholio pakuotė	833,33	3	1	833,33
7	Aliejaus pakuotė	562,5	4	1,15	646,88
8	Košė „Avižinis“	1000	4	1,15	1150
9	Vitaminų rinkinys	255	6	2	510
10	Vitaminas E	165	12	2	330
Viso:					14913,58

3.6.5 Kartoninių pakuočių kljavimas

Kartoninių pakuočių kljavimas yra užbaigiamasis technologinis procesas. Šiam procesui naudojamos kljavimo mašina, kuri kartu ir „pramankština“ pakuotės lenkimų vietas. Kiek įmanoma vizualiai operatorius ir padėjėjas turi patikrinti kartoninių pakuočių kokybę, nes po šio technologinio proceso pakuotės yra atiduodamos užsakovui. Šiai operacijai naudojama Heidelberg Easygluer 100 kljavimo mašina, kurios pagrindiniai parametrai pateikti – PRIEDAS Nr. 1. Maksimalus našumas iki 40000 pakuočių, kuo mažesnis pakuotės aukštis tuo pasiekiamas aukštesnis greitis, bet realus bendras greitis parenkamas 15000 pakuočių per valandą.

3.12 lentelė

Kartoninių pakuočių kljavimas

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Tiražas, tūkst.	Pavadinimu skaičius	Laiko norma vienam pri-taisymui, h	Metinė užduotis pri-taisymui, h	Laiko norma 1000 lapų kljavimui, h	Metinė laiko norma lapų išskirtimui, h
1	2	3	4	5	6=4×5	7	8=(3×4×7)+6
1	Arbata „Žvalus rytas“	15	150	1	150	0.05	262,5
2	Arbata „Imbierinė“	25	170	1	170	0.05	382,5
3	Dribsniai „Pusrytainis“	60	300	1	300	0.05	1200
4	Gira „Geras skonis“	12	70	1	70	0.05	112
5	Gliukozė	8	100	1	100	0.05	140
6	Alkoholio pakuotė	10	250	1	250	0.05	375
7	Aliejaus pakuotė	15	150	1	150	0.05	262,5
8	Košė „Avižinis“	20	200	1	200	0.05	400
9	Vitaminų rinkinys	9	170	1	170	0.05	246,5
10	Vitaminas E	11	180	1	180	0.05	279
Viso:							3660

3.7 Įrengimų ir darbuotojų kiekio skaičiavimas

Spaudos mašinos ir pjovimo mašinos tarnavimo laikas parinktas – 15 ir atitinkamai 14 metų. Folijavimo įrangai – 8 metus, o visai likusiai įrangai – 10 metų tarnavimo laiką (T_e). Kapitalinio remonto, einamojo remonto, apžiūrų laikas pasirinktas atsižvelgiant pagal įrenginių sudėtingumą.

3.13 lentelė

Įrenginių darbo laiko fondo skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	F_r , h	T_e , m	Įrenginių prastovos dėl remonto ir apžiūrų, h					n, %	Įrenginio technologinių sustojimų laikas per metus f_{ts} , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas F_m , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu F_{mp} , h
				dėl remonto				dėl apžiūrų				
				f_k	f_l	f_p	t_{rem}	f_o				
1	2	3	4	5	6	7	8=5+6+7	9	10	11=(3×10)/100	12=3-8-9-11	13=3-8
1	Luxel T-6300CtP	2009	10	56	30	3	89	2	1	20,09	1897,91	1920
2	SCHNEIDER SENATOR S-Line 137	2009	14	40	20	4	64	2	1	20,09	1922,91	1945
3	KOMORI Lithrone 28	6027	15	120	40	8	168	6	3	180,81	5672,19	5859

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=(3×10)/100	12=3-8-9-11	13=3-8
4	YAWA TYM790	2009	8	90	30	6	126	4	4	80,36	1798,64	1883
5	Heidelberg Varimatrix 105 CS	6027	10	90	30	6	126	4	2	120,54	5776,46	5901
6	Heidelberg Easygluer 100	4018	10	60	20	4	84	3	2	80,36	3850,64	3934

Rėžiminį įrenginio darbo laiko fondą apskaičiuoju pagal formules:

$$F_r = [(D_d \times t_v) - D_{pršv} \times A] \times p, \quad (3.2)$$

$$D_d = D_k - D_{iš} - D_{šv}, \quad (3.3)$$

$$D_d = 366 - 105 - 9 = 252 d$$

čia: F_r - režiminis įrenginio darbo laiko fondas, h

D_d - darbo dienų skaičius per metus;

t_v - pamainos darbo trukmė dirbant su kompiuterine įranga – 7,4h, dirbant su visa kita įranga – 8h

D_{pršv} - priešventinių dienų skaičius, pagal 2016 metus – 7 dienos

A - priešventinės dienos pamainos trukmės sutrumpinimas, pasirenkamas – 1h

p - pamainų skaičius, spaustuvė dirba skirtingu pamainų režimu.

D_k - metinis kalendorinių dienų skaičius, pagal 2016 metus – 366 dienos;

D_{iš} - metinis išėiginių dienų skaičius, pagal 2016 metus – 105 dienos;

D_{šv} - metinis šventinių dienų skaičius, pagal 2016 metus – 9 dienų.

Dirbant su spaudos ir kirtimo mašinomis (dirbama 3 pamainos):

$$F_r = [(252 \times 8) - 7 \times 1] \times 3 = 6027 h$$

Dirbant su klijavimo mašina (dirbama 2 pamainos):

$$F_r = [(252 \times 8) - 7 \times 1] \times 2 = 4018 h$$

Dirbant su kitomis mašinomis (dirbama 1 pamaina):

$$F_r = [(252 \times 8) - 7 \times 1] \times 1 = 2009 h$$

Dirbant su kompiuteriu (dirbama 1 pamaina):

$$F_r = [(252 \times 7,4) - 7 \times 1] \times 1 = 1857,8 h$$

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=(3×6)/100	8=3-5-7	9=3-7
1	Kompiuteris „Dell OptiPlex 9030 AIO“ lankavimui ir rastravimui	1857,8	5	20	1	18,58	1819,22	1839,22

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	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	6=3/(4×5)	7
1	Kompiuteris „Dell OptiPlex 9030 AIO“ lankavimui ir rastravimui	1497	1819,22	1,1	0,75	1
2	Luxel T-6300CTP	568,26	1897,91	1,1	0,27	1
3	SCHNEIDER SENATOR S-Line 137	581,04*	1922,91	1,1	0,27	1
4	KOMORI Lithrone 28	5521,78	5672,19	1,1	0,88	1
5	YAWA TYM790	861,9	1798,64	1,1	0,44	1
6	Heidelberg Varimatrix 105 CS	5187,86	5776,46	1,1	0,82	1
7	Heidelberg Easygluer 100	3660	3850,64	1,1	0,86	1

*pjovimo ir apipjovimo metinių laiko normų suma

Įrenginių kiekis skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{ir} = \frac{M}{F_m \times k_{bn}}, \quad (3.4)$$

$$N_{ir} = \frac{1497}{1819,22 \times 1,1} = 0,75$$

Reikiamų darbuotojų skaičiaus skaičiavimas

Eil. Nr.	Profesija	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu, F _{mp} , h	Apskaičiuotas įrenginių kiekis, N _{ir}	Pagrindinis darbuotojo darbo laiko fondas, F _{ef} , h	Darbuotojų skaičius	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	6=(3×4)/5	7
1	Maketuotojas lankavimui ir rastravimui	1839,22	0,75	1616,29	0,85	1
2	Ctp operatorius	1920	0,27	1727,74	0,30	1
3	Pjovėjas	1945	0,28	1727,74	0,31	1
4	Spaudėjas	5859	0,88	1727,74	3,00	3
5	Folijavimo ir išpaudimo operatorius	1883	0,44	1727,74	0,47	1
6	Kirtėjas	5901	0,82	1727,74	2,79	3
7	Klijuotojas	3934	0,86	1727,74	1,97	2

Reikiamas darbuotojų skaičius apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R_{\text{darb}} = \frac{F_{mp} \times N_{ir}}{F_{ef}}, \quad (3.5)$$

$$R_{\text{darb}} = \frac{1839,22 \times 0,75}{1727,74} = 0,3$$

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

$$F_{ef} = F_r \times (1 - k_n), \quad (3.6)$$

$$F_{ef} = 2009 \times (1 - 0,14) = 1727,74 \text{ h}$$

3.17 lentelė

Reikiamų darbuotojų (rankiniam darbui) skaičiaus skaičiavimas

Eil. Nr.	Profesija	Metinė laiko norma, M, h	Pagrindinis darbuotojo darbo laiko fondas, F_{ef} , h	Darbuotojų skaičius	
				Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5=3/4	6
1	Lukštentojas	14913,58	1727,74	8,63	11
2	Klijuotojo padėjėjas ir pakuotojas	3660	1727,74	2,12	

Reikiamas darbuotojų skaičius rankiniam darbui apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R_{\text{darb}} = \frac{M}{F_{ef}}, \quad (3.7)$$

$$R_{\text{darb}} = \frac{14913,58}{3660} = 8,63$$

3.8 Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas

3.18 lentelė

Įrengimų ir baldų užimamas plotas projektuojamame skyriuje

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys, m	Užimamas plotas, m^2	
				vieno	visų
1	2	3	4	5	6=3×5
1	Luxel T-6300CTP	1	1,028×1,77	1,82	1,82
2	SCHNEIDER SENATOR S-Line 137	1	2,02×2,26	4,57	4,57
3	KOMORI Lithrone 28	1	10,1×2,9	29,29	29,29
4	YAWA TYM790	1	3,86×3,56	13,74	13,74
5	Heidelberg Varimatrix 105 CS	1	7,075×3,87	27,38	27,38
6	Heidelberg Easygluer 100	1	14,6×2,4	35,04	35,04
7	Stalas kompiuteriui	1	1,2×0,7	0,84	0,84
8	Kėdė	1	0,5×0,55	0,28	0,28
Viso:					112,96

Reikalingas minimalus cecho plotas:

$$S_1 = K_y \sum S_M, \quad (3.8)$$

čia: K_y – koeficientas

S_M – įrenginių ir baldų užimamas plotas

$$S_1 = 5,3 * 1,82 + 6,6 * 4,57 + 3,8 * 29,29 + 4,7 * 13,74 + 4,7 * 27,38 + 5 * 35,04 = 519,6$$

Reikalingas minimalus administracijos patalpų plotas:

$$S_2 = \sum S_M (K_{\check{z}} * N_{\check{z}}), \quad (3.9)$$

čia: S_M – įrenginių ir baldų užimamas plotas

$K_{\check{z}}$ – 10 (pagal normas ne nemažiau 6 m²);

$N_{\check{z}}$ – darbuotojų skaičius

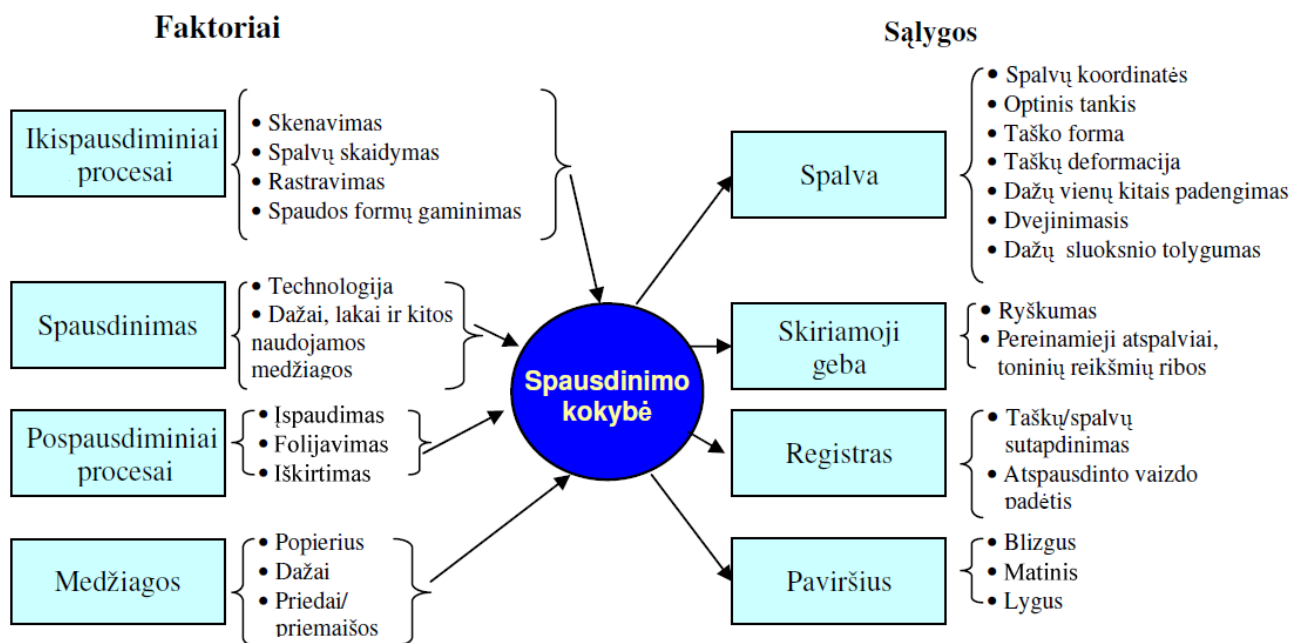
$$S_2 = 1,12 * (10 * 1) = 11,2$$

Bendras plotas: $S = 519,6 + 11,2 = 530,8 \text{ m}^2$

Atlikus skaičiavimus paaiškėjo, kad minimalus spaustuvės plotas yra ~530 m² neįskaičiuojant sanitarinių mazgų, koridoriaus, ofiso ir sandėlių.

3.9 Technologinių procesų kokybės kontrolė

Atspaudo kokybė labai priklauso nuo paruošiamųjų darbų prieš spaudą, spausdinimo proceso, spaudos mašinos techninės priežiūros ir naudojamų medžiagų, pavyzdžiui - popieriaus ir dažų. Galutinė atspausdintos produkcijos kokybė priklauso nuo baigiamųjų procesų ir įrangos [28].



3.3 pav. Faktoriai ir sąlygos, nuo kurių priklauso spausdinimo kokybė [29]

Pagrindinis kokybės kriterijus yra tikslus originalo pakartojimas atspaude. Jis nustatomas pagal pagrindinius parametrus: fizinius, kolorimetrinius ir psichologinius. Tačiau originalas skiriasi nuo atspaudu, o skirtumo panaikinti beveik neįmanoma. Taip atsitinka todėl, kad:

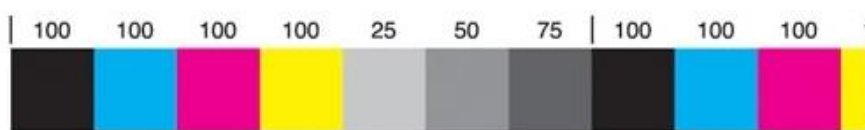
- atspaudas spausdinamas ant kitokios medžiagos (popieriaus) nei originalas;

- atspaudas spausdinamas kitais dažais (kadangi spektrinės dažų charakteristikos originale ir atspaude nevienodos, spalvų panašumo galime tikėtis tik esant atitinkamam apšvietimui);
- originale ir atspaude yra skirtingas optinis dažų tankis – jie skirtingai atspindi šviesą. Ir net tuomet, jei, pavyzdžiui, naudojant kolorimetriją, bus gautas spalvų atitikimas, dar liks psichologiniai faktoriai, kurie neleis garantuoti absoliutaus identiškumo [30].

Pagrindinė kokybiškos spaudos sąlyga – būtina laikytis visų technologinių reikalavimų kiekviename gamybos etape. Tik kruopšti technologijos kokybės kontrolė, pradedant medžiagų parinkimu ir baigiant tiražo pakavimu padės pasiekti produkcijos kokybę. Tačiau spausdinant pagrindinis vaidmuo gamyboje tenka spaudos procesui [30].

Žmogaus regėjimas nėra tobulas, o tai poligrafijoje turi didelę reikšmę. Tuomet mums padeda matavimo prietaisai – densitometras ir spektrofotodensitometras. Su densitometru galima nustatyti atspaudo spalvos neatitikimus. Densitometru atliekami densitometriniai matavimai – matuojamos kontrolinių atspaudų po pritaisymo, tiražo spausdinimo pradžioje šimtaprocentinės plokštumos. Tuo tarpu su spektrofotometru, galima išmatuoti LAB spalvų erdvės koordinatas [30].

Siekiant užtikrinti matavimų tikslumą, visai įranga turėtų būti laikomasi nacionalinių metrologinių patikrinimo taisyklių ar nuostatų, taip pat turėtų būti atliekami periodiniai kalibravimo patikrinimai.



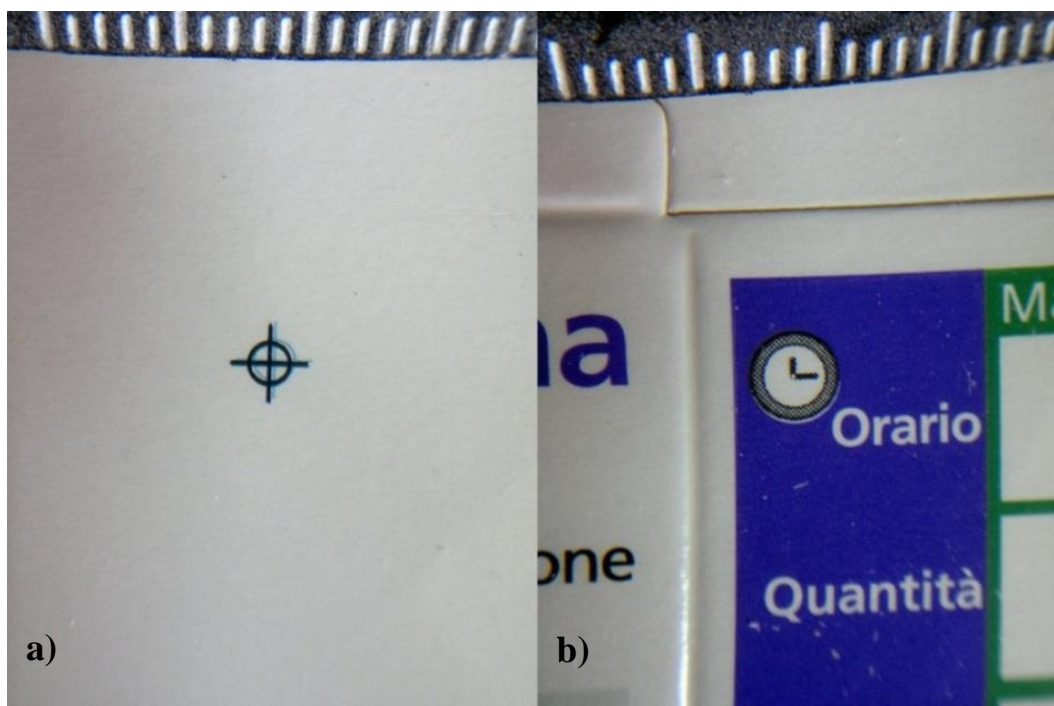
3.4 pav. CMYK kontrolinė spalvų skalės dalis [30]

Kontrolinė skalė (žr. 3.4 pav.) - tai kontrolinių elementų visuma (laukų, testinių objektų) atspaude, leidžianti įvertinti jo kokybę. Tuo pačiu kontroliuojami kaip ir atskiri defektai, atsirandantys dėl tam tikrų spausdinimo procesų trūkumų, taip ir jų bendras efektas. Kontrolinėje skalėje dažnai naudojami 100%-niai spalvų laukai. Jų tiek, iš kiek spalvų dažų spausdinamas tiražas. Spalvų laukai matuojami densiometru ir lyginami su standartais, egzistuojančiais duotiems dažams. Matuojant spaudėjas sužino – ar visų spalvų dažai paduodami tolygiai, kokių trūksta, ir gali "pripilti" jų iki reikiamos reikšmės gavimo [31].

Vienas svarbiausių dalykų atliekant spausdinimo kontrolę, yra sutapdinti kontrolinius elementus – „kryžiukus“, linijas. Priklausomai nuo to kiek yra naudojama spalvų spausdinimui, tiek yra ir sutapdinimo „kryžiukų“. Reiškias jeigu spausdinama CMYK keturiomis spalvomis, tai kiekvienos spalvos sutapdinimo elementai turi persidengti. Paprastai spalvų sutapdinimui yra naudojami „kryžiukai“, šių elementų kontrolei geriausia naudoti padidinamąjį stiklą. Kadangi esant nedideliame šių elementų nesutapimui, plika akimi ganėtinai sudėtinga pastebėti. Nesutapdinus

kontrolinių elementų atsiranda brokas. Spalvų sutapdinimas vyksta perstumiant spaudos formos cilindrą į reikiamą padėtį.

Kokybiškai kartoninių pakuočių gamybai būtina ne tik gera spaudos proceso kontrolė, nors tai yra vienas iš pagrindinių procesų. Būtina pilnas kokybės kontrolės palaikymas visuose gamybos etapuose.



3.5 pav. Netinkamas kontrolinių elementų sutapdinimas. a) sutapdinimo kryžiuokai; b) gautas brokas

Formų gaminimo procesų kontrolėje naudojamos kontrolinės skalės skirtos išaiškinti tipines spaudos formų pagaminimo problemas, pavyzdžiui, neteisingą gradacijos perdavimą, smulkių detalių dingimą ir pan. Problemos, kaip taisyklė, atsiranda neteisingai parinkus eksponavimo laiką ar ryškinimo režimą [31].

Optimalaus eksponavimo laiko nustatymui paprastai naudojamas toninis optinis pleištas, kiekvienas laukas kurio turi didesnę optinę tankį, nei prieš tai esantis. Pleišto konstanta lygi kvadratinei šakniai iš 2, t.y. pirmo lauko apšviestumas 1,4 karto didesnis, nei antro ir 2 kartus didesnis nei trečio, ir t.t. Toks tankių paskirstymas patogus ekspozicijos nustatymui [31].

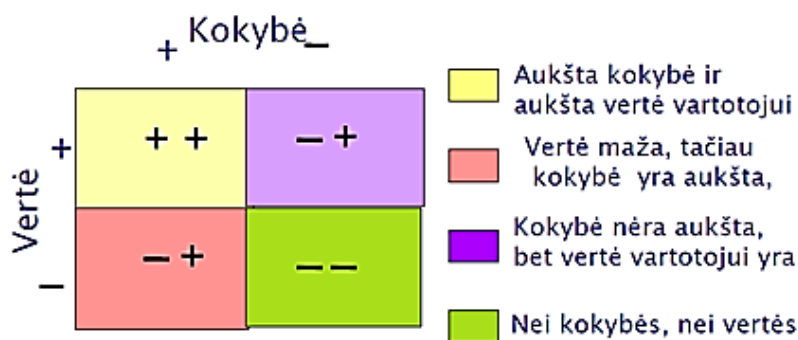
Darbuose po spaudos svarbu tikrinti - ar tinkamai buvo atliktas tam tikras procesas. Pavyzdžiui, formuojant įspaudimą arba Brailio raštą tikrinama, ar tinkamose vietose buvo suformuotas Brailio raštas, ar sukurtas pakankamo aukščio reljefas, kad būtų galima perskaityti. Esant netikslumams, išimamos formos ir koreguojama jų padėtis. Jeigu yra nepakankamas slėgis tam tikroje vietoje, galima virš klijuotos plokštės dėti plonus popieriaus lapukus, kurie tose vietose

padidina slėgį ir ištaiso broką. Kai pavyksta galutinai pritaisyti, kokybę galima tikrinti kas keletą šimtų lapų, priklausomai nuo produkcijos sudėtingumo.

Atliekant kartoninių pakuočių kirtimą svarbiausia stebėti, ar tinkamai suformuotos lankstymo vietos. Žinoma reikia stebėti ir ar gerai išsikirto pakuotės, nors galutiniame etape, tai kokybės neįtakoja. Tiesiog ne itin gerai iškirstos kartoninės pakuotės sukelia nepatogumų lukštenant pakuotes.

Paskutinis etapas - klijavimas, šiame etape ne tik žiūrima klijavimo kokybė. Šiame etape yra galutinė kartoninių pakuočių kokybės kontrolė. Todėl stengiamasi tikrinti ne tik ar gerai susiklijavę, ar tinkamoje vietoje tepami klijai, bet ir bendra kartoninių pakuočių kokybė. Po šio etapo kartoninės pakuotės supakuojamos ir keliauja pas užsakovą.

Prie visų jau aukščiau minėtų faktorių palaikyti tinkamai kokybei svarbus tinkamas medžiagų sandėliavimas. Tam cheminėms medžiagoms ir popieriui skirtos patalpos su tinkamomis klimatinėmis (temperatūra, drėgmė) sąlygomis



3.6 pav. Vertės ir kokybės matrica [32]

Vertės ir kokybės matricoje (žr. 3.6 pav.) gerai atsispindi ko turi siekti spaustuvė gaminant kartonines pakuotes. Spaustuvės tikslas privalo būti – aukšta kokybė ir aukšta vertė vartotojui.

Norint užtikrinti bendrą kokybės kontrolę, spaustuvėje reikėtų įsidięgti atitinkamą kokybės kontrolės sertifikatą. Pavyzdžiui ISO 9001 sertifikatas įrodo organizacijos įsipareigojimą siekti kokybės. Įsidięgus ISO 9001 kokybės vadybos sistemos sertifikatą, būtų atvertas kelias įsidięgti ISO 14001 aplinkos apsaugos vadybos sistemą. Rūpinimasis aplinka gerina įmonės įvaizdį. Tinkama aplinkos apsaugos vadyba daro teigiamą įtaką įmonės ekonominiams rodikliams bei didina jos konkurencingumą. Be kita ko, įvairių standartų laikymasis pakankamai svarbus argumentas partneriams iš vakarų valstybių. Įrodymas, kad į aplinkos apsaugą žvelgiama atsakingai, šiandien yra vienas iš pirkimo kriterijų. Atsakomybę už aplinkos apsaugą suvokiantys klientai verslo partneriais renkasi panašaus požiūrio besilaikančias įmones, t.y. tokias, kurios patvirtina savo įsipareigojimus aplinkos apsaugai tarptautiniu mastu pripažintais sertifikatais [33].

4. Darbų sauga ir ekologija

Darbuotojų sauga ir sveikata – visos prevencinės priemonės, skirtos darbuotojų darbingumui, sveikatai ir gyvybei darbe išsaugoti, kurios naudojamos ar planuojamos visuose įmonės veiklos etapuose, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo profesinės rizikos arba kad ji būtų kiek įmanomai sumažinta. Darbo saugos tikslas – sudaryti žmogui saugias ir sveikas darbo sąlygas ir taip išsaugoti žmogaus sveikatą, darbingumą per visą jo darbo laikotarpį [34].

Už darbuotojų saugą ir sveikatą įmonėje atsakingas darbdavys, kuris imasi priemonių darbuotojų saugai ir sveikatai užtikrinti, organizuoja darbuotojų saugos ir sveikatos vidinę kontrolę įmonėje. Darbdavys privalo priimdamas į darbą, o taip pat periodiškai organizuoti visų darbuotojų instruktavimą saugos ir sveikatos klausimais. Atskiruose padaliniuose už darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus atsakingas padalinio vadovas. Padalinio vadovai atestuojami įmonėje saugos ir sveikatos klausimais [35].

Darbo aplinka – tai darbuotoją tiesiogiai supanti erdvės dalis, kurioje ji gali veikti kenksmingi ir pavojingi veiksniai. Meteorologines aplinkos sąlygas (mikroklimatą) sudaro: šiluminė spinduliuotė, oro temperatūra, santykinė oro drėgmė, oro judėjimo greitis, slėgis. Šie parametrai labai svarbūs darbingumui, žmogaus šilumos apykaitai, šiluminei organizmo pusiausvyrai [36].

4.1. Profesinės rizikos vertinimas

4.1.1. Pavojų identifikavimas

Fizinių veiksnių sukeliami pavojai pasireiškia per patalpų mikroklimatą, apšvietimą, darbo vietos priešgaisrinį parengimą, triukšmą, įvairias vibracijas ir kitų tipų veiksnius, visos charakteristikos pateikiamos 4.1 lentelėje.

4.1 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, skersvėjis, drėgmė. Poveikio trukmė ar tinkama vėdinimo sistema		×	×	
Darbo vietos apšvietimas	Ar yra natūralus apšvietimas, ar pakankamas darbo vietos ir praėjimų apšvietumas, ar nėra akinimo, stroboskopinio efekto		×	×	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Ar yra tinkami evakuaciniai išėjimai, durys, ar tinkamai pažymėti. Ar yra gaisro gesinimo priemonės.	×		×	
Triukšmas	Triukšmo poveikio dydis (per dieną, per savaitę), didžiausias momentinis garso slėgis		×		×

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
Vibracija, darbas su vibruojančiais įrankiais, vibraciją keliančios mašinos	Vibracijos intensyvumas, poveikio trukmė		×	×	
Elektros lauko įtampa	Ar tinkama izoliacija, įžeminimas ir kt.	×		×	
Jonizuojantis spinduliavimas	Radiacijos lygis, poveikio trukmė	×		×	
Infragarasas	Infragarso lygis, poveikio trukmė	×		×	
Ultragarasas	Ultragarso lygis, poveikio trukmė	×		×	
Elektrostatinis laukas	Lauko stiprumas, poveikio trukmė	×		×	
Elektromagnetinis laukas	Lauko stiprumas, poveikio trukmė	×		×	
Infraraudonasis spinduliavimas	Ar neviršija didžiausio leistino dydžio	×		×	
Ultravioletinis spinduliavimas	Ar neviršija didžiausio leistino dydžio	×		×	

Įmonėje žaliavų įvežimui ir produkcijos išvežimui yra numatytos atskiros patalpos, todėl ženkliai sumažėja skersvėjų pavojus, taip pat tokiu būdu žiemos metu apsaugomos gamybinės patalpos nuo šalčio skverbimosi. Tam tikru laiku darbuotojai lukštenantys pakuotes gali patirti akinimą nuo saulės spindulių, to galima išvengti pakeičiant darbo vietos poziciją – persėdant į kitą vietą.

Karščio pavojus pasireiškia dirbant su spaudos mašina, bet tam nereikalingos papildomos prevencinės priemonės, nes yra įdiegta ventiliacijos sistema. Taip pat nuo kai kurių įrengimų pasireiškia didelis triukšmo poveikis, nes gamybinės patalpos yra neatskirtos viena nuo kitos. Triukšmo prevencijai visų pirma būtina naudoti triukšmą slopinančias ausines arba ausų kamštukus. Triukšmą būtų galima lokalizuoti įrengiant pertvaras. Ne paslaptis, kad visur kur dirba įvairūs mechanizmai atsiranda ir vibracijos, todėl būtina tinkama įrengimų techninė priežiūra, taip pat prieš pastato rekonstrukciją būtina pasirūpinti tinkamų grindų įrengimu, kurios kaip amortizatoriai sugeria vibracijas. Viena paprasčiausių priemonių mažinti virpesių įtaką kūnui, avėti batus su amortizuojančiais padais iš specialios gumos.

Tam, kad negauti įvairių traumų susijusių su elektra, įrengimų priežiūra privalo būti patikėta tik darbuotojams turintiems elektrotechninį išsilavinimą ir sertifikatą.

Spaustuvėje įdiegta priešgaisrinė sistema, taip pat ant sienų sukabinti evakuacijos planai ir gesintuvai. Priešgaisrinės sistemos tikslas kuo greičiau aptikti įmanomą gaisro pavojų ir apsaugoti žmones nuo tiesioginės ugnies. Būtinai periodiniai saugos instruktavimai taip pat privalomos saugos pratybos. Įvykus incidentui žmonės privalo nepasimesti ir laikytis šių taisyklių:

- degančiose arba pilnose dūmų patalpose nevaikščioti po vieną;
- degančiose patalpose eiti užsidėjus šlapią drabužį ar skudurą;

- pagrindinė dūmų koncentracija yra viršutinėje patalpų dalyje, todėl patartina eiti susilenkus;
- saugotis krentančių nuolaužų;
- pavojinga staigiai atidarinėti duris pilnose dūmų patalpose, nes didelis oro srautas gali sukelti dar didesnę liepsną.

4.2 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		×	×	
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Ar tinkama įrankių apsaugų konstrukcija	×		×	
Transportavimo įranga, kranai, liftai ir kt.	Ar gresia pavojus darbuotojui būti sužalotam		×		×
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	Ar gresia pavojus nukristi ir kt.		×		×
Karštos medžiagos ir/ar paviršiai	Ar tinkamai apsaugai ir kt.	×		×	

Peržvelgus mechaninių veiksnių sukeltus pavojus nustatyta, kad yra pavojus iš mašinų besisukančių dalių. Šis pavojus stipriai sumažėja laikantis technologinių įrenginių instrukcijų, taip pat įrengimus būtina eksploatuoti pilnos komplektacijos su visom gamintojo numatytais įrengimo dalimis ir apsaugos priemonėmis. Didžiausiu mechaniniu pavojumi galima įvardinti transportavimo įrangą. Netinkamai manevruojant su palečių keltuviu gali apvirsti krovinyje ir susižeisti darbuotojas, taip pat neapdairiai nuleidžiant padėklą su keltuviu, galima susižeisti pėdą. Nuo pastarojo veiksnio apsaugoma, naudojant specialius batus kaustytais galais. Pavojus gali iškilti ir neatsargiai naudojantis kopėčiomis, todėl reikia stengtis sunkesnius daiktus ar medžiagas sandėliuoti patogiai pasiekiamose vietose

4.3 lentelė

Biologinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

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

Spaustuvėje nebuvo nustatyta biologinių veiksnių sukeltų pavojų, kurie galėtų pakenkti sveikatai.

Psichofiziologinių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Darbo galia (W), vienkartinio keliamo krovinio masė (kg), smulkių stereotipinių plaštakos ir pirštų judesių skaičius per pamainą		×		×
Darbo sunkumas (Statinis darbas)	Statinio krūvio dydis per pamainą prilaikant svorį (kg·s) viena ranka, dviem rankomis, dalyvaujant liemens ir kojų raumenims)		×		×
Valdymo įrangos išdėstymas nuolatinėje darbo vietoje	Įrangos išdėstymas matavimo lauko pasiekiamumo zonų horizontalioje ir vertikalioje plokštumose (1,2,3 zona)	×		×	
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis (kg) (iki 4,5 kg, iki 9,0 kg, virš 9,0 kg)	×		×	
Darbo poza	Laisvas, nelaisvas, stovint, sėdint, darbas nuolat pasilenkus, darbas atsitūpus, ant kelių, aukštoje apribotoje erdvėje, pamainos laiko dirbant nepatogioje pozoje dalis		×		×
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Vaikščiojimai, susiję su technologiniu procesu (km)	×		×	
Darbo įtampa (Dėmesys)	Vienu metu stebimų darbo proceso objektų skaičius, koncentravimo trukmė, informacinių signalų skaičius (per val.)	×		×	
Darbo įtampa (Regos ir klausos analizatoriai)	Stebimo objekto dydis (mm), objekto dydis (mm), suprantamų žodžių ir signalų procentas	×		×	
Darbo emocinė įtampa	Darbas pagal nustatytą grafiką, darbas esant laiko ir informacijos trūkumui, darbas, lydimas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	×		×	
Darbo monotonija	Elementų skaičius besikartojančioje operacijoje, besikartojančios operacijos trukmė (s), darbo proceso pasyvaus stebėjimo trukmė (proc. nuo pamainos laiko)	×			×
Darbas izoliuotoje vietoje (kai darbuotojas dirba vienas arba izoliuotoje patalpoje)	Informacijos stoka, bendradarbių paramos stoka	×		×	
Jaunų darbininkų, nėščių moterų, neįgalių asmenų darbas	Sveikatos būklė. Apmokymo laipsnis		×	×	
Darbo patalpų dydis, dizainas	Ar patalpos, darbo vieta patalpoje tinkamai suprojektuotos, užtenka vietos	×		×	

Kartoninių pakuočių gamyboje pagrindinė naudojama medžiaga – kartoninis popierius. Per metus sunaudojama daugybė tonų kartoninio popieriaus, dažniausiai kartoninį popierių į įrengimus tenka sukrauti rankiniu būdu. Todėl žmonėms turintiems stuburo problemų būtina naudoti specialią įrangą. Daug problemų gali sukelti nepatogi darbo vieta, pastovi stovėseną. Todėl reikalinga teisingos pozos pasirinkimas, taip pat kėdės ir stalai su reguliuojamu aukščiu. Pakuočių lukštenimas yra labai monotoniškas darbas, be kita ko čia reikia stebėti ir kokybę. Taip pat žmonės atliekantys šį darbą patiria didelį krūvį ant rankų, todėl būtinos dažnesnės pertraukos, kad išvengti papildomų traumų.

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		×	×	
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		×		×
Cheminės medžiagos, sukeliančios sprogdimo, gaisro pavojų	Lengvai užsidegančių ir sprogstamų medžiagų koncentracija, saugojimas ir naudojimas	×		×	
Dulkės	Dulkių koncentracija ar tinkama ir pakankama ventiliacija		×		×
Kelių vienos krypties cheminių medžiagų poveikis	Kenksmingumo klasė, koncentracija, poveikio trukmė, dažnis		×	×	

Spaustuvėje nustatyta daug cheminių veiksnių galinčių sukelti pavojų ir žalą sveikatai, tarp kurių pagrindinės naudojamos žaliavos – spaudai naudojami dažai, lakas, spaudos plokščių ryškinimo skystis, klijai ir įvairios valymo priemonės. Darbuotojai dirbantys su šiomis medžiagomis turi imtis visų būtinų saugumo priemonių, naudoti pirštines, stengtis, kad neužtikštų šių medžiagų ant veido ar kitų atvirų kūno dalių. Nuo popieriui naudojamų įvairių užpilų spaustuvėje gali kauptis dulkės, todėl būtina kuo dažniau valyti grindis ir tinkamai ventiliuoti patalpas.

Apžvelgus įvairių tipų sukeltus pavojus galima konstatuoti, kad kaip ir kiekvienoje gamybos srityje, taip ir kartoninių pakuočių gamyboje tyko įvairūs pavojai, ypač jeigu neprižiūrima ir nesilaikoma darbų saugos.

Kiekvienas darbuotojas privalo naudoti individualias apsaugos priemones, kurios skirtos:

- saugoti akis (paprasti akiniai, poliarizuoti stiklai, šviesos filtrai, sandarus akiniai ir t.t.);
- ausims (triukšmą slopinančios ausinės);
- kvėpavimo takams (respiratoriai, dujokaukės);
- veidui (skaidrūs apsauginiai skydeliai, kaukės);
- rankoms (darbinės pirštinės, dielektrinės pirštinės, gumuotos pirštinės, karščiui, šalčiui atsparios pirštinės ir t.t.).

Taip pat skiriama speciali avalynė, prijuostės, specialūs kostiumai ir kita [37].

Darbuotojams išduodami apsauginiai darbo drabužiai, avalynė turi atitikti jų darbo pobūdį bei sąlygas ir garantuoti darbuotojų saugą ir sveikatą. (1985 m. rugpjūčio 21 d. nutarimas Nr.289/P-8 ir 1987 m. kovo 24 d. nutarimas Nr. 177/P-4) [37].

4.1.2. Rizikos leistinumą nustatymas

4.6 lentelė

Rizikos įvertinimo duomenų lapas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka (nepakanka)	Galimi trūkumai	Pavojaus dydis (balais)	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės (balais)	Rizikos dydis (balais)
Spausdinimas ir kiti įrengimai	Mechaniniai	Mašina apsaugota kaip reikalaujama standartuose ir naudojimo instrukcijose	Taip	Neatliktas eilinis techninis aptarnavimas	1	3	1	3
	Triukšmas	Yra klausos apsaugos priemonių	Ne	Mašinos skleidžiamas triukšmas neviršija didžiausių leistiną lygį	2	2	2	8
Popieriaus pjaustymas	Mechaniniai	Operatorius kasdien tikrina popieriaus pjaustymo mašinos automatinę priemonių veiką	Taip	Neužfiksuoti mašinos tikrinimo rezultatai-neaišku ar toks tikrinimas iš tikrųjų atliktas	1	1	1	1
Darbas su padėklų keltuvu	Per didelis kroviny, galimybė apversti krovinį	Atsakingas darbuotojų instruktavimas	Taip	Atsitiktiniai daiktai ant grindų, žmogiškasis faktorius (skubėjimas, išsiblaškytas)	1	2	1	2
	Galimybė nuleisti padėklą ant kojos	Atsakingas darbuotojų instruktavimas, kaustyti batai	Taip	Gamybos darbuotojai avi įprastus batus	2	2	1	4
Darbas su kenksmingomis medž.	Kenksmingi ar degūs chemikalais, galimas tiesioginis kontaktas su kūno dalimis	Specialios pirštinės	Ne	Atviros kūno dalys, nenaudojamos pirštinės	2	2	1	4
		Yra chemikalų saugykla	Taip	Bloga talpų būklė	1	2	1	2
			Taip	Talpos nepaženketėmis	1	2	1	2
			Taip	Neaišku ar naudojamoms pirštinėms atitinka reikalavimus	2	2	1	4
Darbas gamybinėse patalpose	Galima įkvėpti dulkių	Periodinis patalpų valymas, ventiliacijos sistema	Taip	Neatsakingas patalpų plovimas, nėra apsauginių kaukių	2	2	2	8
Medžiagų kėlimas	Kėlimas rankomis	Personalas apmokytas saugiai dirbti, dinaminio ir statinio darbo dydžiai neviršija leistinų pagal higienos normas dydžių	Taip	Naudojami nenumatyti stalai ar kėdės	2	1	2	4
	Galimybė nukristi nuo kopėčių	Tam skirtos kopėčios	Ne	Pašaliniai daiktai ant grindų, neatsargumas	2	2	1	4

Rizikos įvertinimo duomenų lapas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka (nepakanka)	Galimi trūkumai	Pavojaus dydis (balais)	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės (balais)	Rizikos dydis (balais)
Išpakavimas	Kėlimas rankomis Peiliai	Kaip anksčiau Naudojami saugūs peiliai	Taip		1	1	1	1
Darbo poza	Netaisiklinga poza	Ergonomiška darbo vieta	Taip	Netinkamai pritaikyta darbo vieta	1	2	2	4
Patalpų priežiūra	Susigrūdimas Kliūtys Paslydimas	Kiekvienas darbuotojas yra atsakingas už savo darbo vietos priežiūrą Įdarbintas valytojas Yra atliekų konteineriai	Taip	Kliūtys praėjimuose	1	1	1	1
			Taip	Kliūtys prie evakuacinio išėjimo	2	1	2	4
			Ne	Atliekos ant grindų	1	2	1	2
Padėklų saugojimas ir priežiūra	Krintantys padėklai Sugadinti padėklai	Yra speciali vieta padėklams sustatyti Atsargumo priemonių nesiiimta	Ne	Nestabili padėklų stirta	1	2	2	4
			Taip	Perpildyta saugykla	1	1	1	1
			Taip	Naudojami pažeisti padėklai	2	1	2	4
Darbo įtampa	Stresas, nervinės situacijos		Ne	Per didelis darbo krūvis, monotoniškas darbas	1	2	2	4

Įvertinus įvairius atsirandančias pavojus pagal tris kategorijas – pavojaus dydį, traumų ar kitokių sveikatos pakenkimų tikimybę, pasekmes, buvo apskaičiuota ir nustatyta rizikos dydis. Pagal rizikos dydį galima spręsti, kad bendra rizika spaustuvėje nėra didelė daugiausiai svyruoja tarp 1 ir 4 balų. Padidintos rizikos buvo nustatytos dėl spausdinimo ir kitų įrengimų triukšmo, čia reikėtų imtis priemonių lokalizuojant triukšmą, kaip tarpinė priemonė turi būti naudojamos apsauginės ausinės ar kitos priemonės apsaugančios klausą. Dar vienas pavojus pasireiškia dėl dulkių, ypač dėl to, kad gamybinės patalpos yra bendrai apjungtos, todėl būtinas atsakingas grindų valymas ir nepertraukiamas ventiliacinės sistemos veikimas.

6.2. Oro ir vandens valymas

Gamybinių patalpų oras dažniausiai užsiteršiamas tuomet, kai nepakankamai izoliuojami taršos šaltiniai, būna nesandari aparatūra, įrenginiai, netinkama ventiliacija:

- dulksės (organinės ir neorganinės kilmės);
- fizikiniai kenksmingi veiksniai (jonizuojanti spinduliuotė, vibracijos, triukšmas, elektromagnetiniai laukai, aukšta ar žema temperatūra ir panašiai);
- nuodingos (cheminės) medžiagos;
- biologiniai veiksniai (virusai, bakterijos, mikroorganizmai);
- fiziniai veiksniai (nepatogi kūno padėtis, monotoniškumas, kraujotakos sutrikimai) [37].

Svarbu atkreipti dėmesį, kad jeigu naudojama ne vandens pagrindo medžiagos – džiovinimo metu išgaruoja tirpiklis į aplinką. Jis privalo būti pašalintas prieš išleidžiant į atmosferą. Tai yra privaloma pagal Vyriausybės standartus. Tai atliekama išeinantį orą praleidžiant per įrenginius kuriuose tirpiklio garai ir kiti teršalai kondensacijos metodu atskiriami ir absorbuojami į aktyvuotą anglį ar kokį nors kitą absorbentą arba absorbuojami į cirkuliuojantį vandenį, kuris po to išvalomas. Išgrynintas tirpiklis gali būti panaudojamas dar kartą arba jeigu jis yra degus, gali būti sudeginamas. Jei tirpiklis yra teršiantis gamtą, privaloma ieškoti kitų tirpiklių, kurie saugotų aplinką nuo taršos, jeigu tai įmanoma.

Be kita ko gamybinėse patalpose privalo būti įrengti ventiliacijos įrenginiai galintys tiek papildyti švariu oru gamybines patalpas, tiek išvalyti gamybinėse patalpose atsirandančias nepageidaujamas medžiagas. Tam galima taikyti biotechnologijas, kur oro valymas paremtas bakterijų, mielių ir grybų biologiniu skaidymu. Šis būdas yra efektyvus ir tuo pačiu nepavojingas aplinkai, be viso to pigesnis nei terminis, mechaninis ar cheminis valymas. Valant orą tokiu būdu nereikalingos pavojingos cheminės medžiagos.

Siekiant, kad nebūtų užteršiamas vanduo įvairiomis pavojingomis medžiagomis, turi būti įrengtos atskiros praustuvės, kur naudojamos šios medžiagos, vanduo surenkamas į atskirą nuotekų sistemą, kur vėliau papildomų įrengimų pagalba yra išvalomas.

5. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

5.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Iš Europos struktūrinių fondų, numatoma gauti parama pagal 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 3 prioriteto „Smulkiojo ir vidutinio verslo konkurencingumo skatinimas“ priemonę Nr. 03.3.1-LVPA-K-803 „Regio Invest LT+“. Priemonės tikslas – paskatinti mažų, labai mažų ir vidutinių įmonių investicijas į inovatyvios gamybos ir (ar) inovatyvių paslaugų verslo pradžia ir plėtrą ir taip sudaryti sąlygas augti įmonių darbo našumui, sparčiau vystytis Lietuvos regionams ir jiems ekonomiškai augti.

5.1 lentelė

Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

Eil. Nr.	Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
	Struktūra	tūkst. EUR	Struktūra	tūkst. EUR
1	Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	1251,86	Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai	200
2	Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	217,32	Paskolos: ilgalaikės, trumpalaikės	500
3	Statybos, montavimo darbų kaštai	120	Lėšos, kurias įmonei laikinai skolingi tiekėjai	
4	Kiti kaštai		Europos Struktūriniai fondai	900
	Viso kaštų:	1589,18	Viso šaltinių	1600

5.1.1. Ilgalaikio ir trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas - žaliavų ir medžiagų išlaidos

5.2 lentelė

Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Eil. Nr.	Objekto, darbų ir išlaidų pavadinimas	Sąmatinė kaina, tūkst. EUR.			Viso, tūkst. EUR.
		Statybos ir montavimo darbai, tūkst. EUR.	Įrenginių baldų inventoriaus	Kitos išlaidos	
1	Statybos objektai ir darbai				
1.1	Gamybinis korpuso statybos išlaidos	180			180
1.2	Kitų objektų statybos darbų išlaidos	120			120
2	Kitos išlaidos				
	Viso (ilgalaikio turto):	300			300

5.3 lentelė

Spaudos baras. Reikiamas dažų kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Dažų norma tūkst. atspaudų, kg*	Metinis spaudos lankų kiekis, tūkst. atsp.	Reikalingas dažų kiekis, kg	Dažų 1 kg kaina, EUR.	Bendra dažų kaina, EUR.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6
1	Arbata „Žvalus rytas“	C – 0,134 M – 0,134 Y – 0,134 K – 0,134	750	100,693 100,693 100,693 100,693	5,40 5,40 5,40 5,40	2174,97

Spaudos baras. Reikiamas dažų kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Dažų norma tūkst. atspaudų, kg	Metinis spaudos lankų kiekis, tūkst. atsp.	Reikalingas dažų kiekis, kg	Dažų 1 kg kaina, EUR.	Bendra dažų kaina, EUR.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6
2	Arbata „Imbierinė“	C – 0,119 M – 0,119 Y – 0,119 K – 0,119	1062,5	126,799 126,799 126,799 126,799	5,40 5,40 5,40 5,40	2738,85
3	Dribsniai „Pusrytainis“	C – 0,134 M – 0,134 Y – 0,134 K – 0,134	9000	1208,318 1208,318 1208,318 1208,318	5,40 5,40 5,40 5,40	26099,66
4	Gira „Geras skonis“	C – 0,095 M – 0,095 Y – 0,095 K – 0,095 Pant. - 0,095	210	20,049 20,049 20,049 20,049 20,049	5,40 5,40 5,40 5,40 11,65	666,63
5	Gliukozė	C – 0,134 M – 0,134 Y – 0,134 K – 0,134	200	26,852 26,852 26,852 26,852	5,40 5,40 5,40 5,40	579,99
6	Alkoholio pakuotė	C – 0,134 M – 0,134 Y – 0,134 K – 0,134	833,33	111,881 111,881 111,881 111,881	5,40 5,40 5,40 5,40	2416,63
7	Aliejaus pakuotė	C – 0,134 M – 0,134 Y – 0,134 K – 0,134	562,5	75,52 75,52 75,52 75,52	5,40 5,40 5,40 5,40	1631,23
8	Košė „Avižinis“	C – 0,134 M – 0,134 Y – 0,134 K – 0,134	1000	134,258 134,258 134,258 134,258	5,40 5,40 5,40 5,40	2899,96
9	Vitaminų rinkinys	C – 0,110 M – 0,110 Y – 0,110 K – 0,110 Pant. - 0,110	255	27,926 27,926 27,926 27,926 27,926	5,40 5,40 5,40 5,40 11,69	929,64
10	Vitaminas E	C – 0,110 M – 0,110 Y – 0,110 K – 0,110 Pant. - 0,110	165	18,069 18,069 18,069 18,069 18,069	5,40 5,40 5,40 5,40 12,36	613,64
Viso:						40751,21

Dažų kiekis skaičiuojamas įvertinant, kad bus dengiama 65% ploto ir 1,25 µm storiu.

5.4 lentelė

Reikiamas popieriaus kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Popieriaus pavadinimas	Lapo formatas, cm	Metinis sp. lankų kiekis, tūkst. atspaudų	Koeficientas, įvertinantis nuobiras, k_n	Privedimo koeficientas, k_p	Popieriaus lapų kiekis, tūkst. vnt	Popieriaus 1000. lapų kaina, EUR.	Bendra kaina, EUR.
1	2	3	4	5	6	7	8=5×6/7	9	10=8×9
1	Arbata „Žvalus rytas“	Alaska	720×510	750,00	1,05	2	393,75	194,50	76586,29
2	Arbata „Imbierinė“	Alaska	640×510	1062,5	1,05	2	557,81	175,58	97940,04

Reikiamas popieriaus kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Popieriaus pavadinimas	Lapo formatas, cm	Metinis sp. lankų kiekis, tūkst. atspaudų	Koeficientas, įvertinantis nuobiras, k_n	Privedimo koeficientas, k_p	Popieriaus lapų kiekis, tūkst. vnt	Popieriaus 1000. lapų kaina, EUR.	Bendra kaina, EUR.
1	2	3	4	5	6	7	8=5×6/7	9	10=8×9
3	Dribsniai „Pusrytainis“	Multiboard Eco Frost	720×510	9000	1,05	2	4725,0	249,15	1177230,01
4	Gira „Geras skonis“	Alaska	640×510	210	1,05	2	110,25	202,23	22296,02
5	Gliukozę	Alaska	720×510	200	1,05	2	105	209,85	22033,89
6	Alkoholio pakuotė	Alaska	720×510	833,33	1,05	2	437,5	209,85	91807,87
7	Aliejaus pakuotė	Alaska	720×510	562,5	1,05	2	295,31	209,85	61970,31
8	Košė „Avižinis“	Alaska	720×510	1000	1,05	2	525	209,85	110169,45
9	Vitaminų rinkinys	Artica	720×520	255,00	1,05	1	267,75	142,89	38258,00
10	Vitaminas E	Artica	720×520	165	1,05	1	173,25	142,89	24755,18
Viso:									1723047,05

5.5 lentelė

Reikiamas drėkinimo skysčio kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Skysčio kiekis tūkst. atspaudų, l	Metinis spaudos lankų kiekis, tūkst. atsp.	Reikalingas skysčio kiekis, l	Skysčio 1 l kaina, EUR.	Bendra skysčio kaina, EUR.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6
1	Arbata „Žvalus rytas“	0,161	750,00	120,49	0,5	60,24
2	Arbata „Imbierinė“	0,143	1062,5	151,73	0,5	75,86
3	Dribsniai „Pusrytainis“	0,161	9000	1445,85	0,5	722,93
4	Gira „Geras skonis“	0,143	210	29,99	0,5	14,99
5	Gliukozę	0,161	200	32,13	0,5	16,07
6	Alkoholio pakuotė	0,161	833,33	133,88	0,5	66,94
7	Aliejaus pakuotė	0,161	562,5	90,37	0,5	45,18
8	Košė „Avižinis“	0,161	1000	160,65	0,5	80,33
9	Vitaminų rinkinys	0,164	255,00	41,77	0,5	20,88
10	Vitaminas E	0,164	165	27,03	0,5	13,51
Viso:						1116,93

Drėkinimo skysčio kiekis skaičiuojamas, kad bus dengiama 35% ploto ir 1,25 μm storium.

5.6 lentelė

Reikiamas pudros kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Pudros norma tūkst atspaudų, kg	Metinis spaudos lankų kiekis, tūkst. atsp.	Reikalingas pudros kiekis, kg.	Pudros 1kg kaina, EUR.	Bendra pudros kaina, EUR.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6
1	Arbata „Žvalus rytas“	0,2	750,00	150,00	4,37	655,50
2	Arbata „Imbierinė“	0,2	1062,5	212,50	4,37	928,63
3	Dribsniai „Pusrytainis“	0,2	9000	1800,00	4,37	7866,00
4	Gira „Geras skonis“	0,2	210	42,00	4,37	183,54
5	Gliukozę	0,2	200	40,00	4,37	174,80
6	Alkoholio pakuotė	0,2	833,33	166,67	4,37	728,33
7	Aliejaus pakuotė	0,2	562,5	112,50	4,37	491,63
8	Košė „Avižinis“	0,2	1000	200,00	4,37	874,00
9	Vitaminų rinkinys	0,2	255,00	51,00	4,37	222,87
10	Vitaminas E	0,2	165	33,00	4,37	144,21
Viso:						12269,50

5.7 lentelė

Reikiamas folijos kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Folijos norma vienam lankui, m	Metinis spaudos lankų kiekis, tūkst. atsp.	Reikalingas folijos kiekis, m	Folijos 1 m kaina, EUR.	Bendra folijos kaina, EUR.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5=3×4</i>	<i>6</i>	<i>7=5×6</i>
1	Arbata „Žvalus rytas“	0,72	750	540000	0,06	32400
2	Gira „Geras skonis“	0,64	210	126000	0,06	8064
Viso:						40464

Folijos kiekis parenkamas pagal lanko ilgį.

5.8 lentelė

Reikiamas bigų ir štančų kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Štančų kiekis metams	Vieno štanco kaina	Pavadinimų skaičius, vnt.	Bigų kaina vienam tiražui, EUR.	Bendra štančų ir bigų kaina, EUR.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7=5×6+3×4</i>
1	Arbata „Žvalus rytas“	1	58	150	9	1408
2	Arbata „Imbierinė“	1	58	170	9	1588
3	Dribsniai „Pusrytainis“	1	58	300	9	2758
4	Gira „Geras skonis“	1	58	70	9	688
5	Gliukozė	1	58	100	9	958
6	Alkoholio pakuotė	1	58	250	9	2308
7	Aliejaus pakuotė	1	58	150	9	1408
8	Košė „Avižinis“	1	58	200	9	1858
9	Vitaminų rinkinys	1	58	170	9	1588
10	Vitaminas E	1	58	180	9	1678
Viso:						16240

Atliekant pakuočių kirtimą ir bigavimą tai pačiai produkcijai užtenka vienos formos visiems metams. Ši forma gaminama priėmus pirmą kartą užsakymą. Tuo tarpu bigų norma visai produkcijai parenkama vienoda.

5.9 lentelė

Reikiamas lako kiekis ir išlaidos

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas (pakuotės)	Naudojama medžiaga	Lako kiekis tūkst atspaudu, l	Metinis sp. lankų kiekis, tūkst. atsp.	Reikalingas lako kiekis, l	Lako 1 l kaina, EUR.	Bendra lako kaina, EUR.
<i>1</i>	<i>2</i>		<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5=3×4</i>	<i>6</i>	<i>7=5×6</i>
1	Arbata „Žvalus rytas“	Lakas	0,628	750	470,93	1,97	927,74
2	Arbata „Imbierinė“	Lakas	0,558	1062,5	593,03	1,97	1168,27
3	Dribsniai „Pusrytainis“	Lakas	0,628	9000	5651,21	1,97	11132,88
4	Gira „Geras skonis“	Lakas	0,558	210	117,21	1,97	230,90
5	Gliukozė	Lakas	0,628	200	125,58	1,97	247,40
6	Alkoholio pakuotė	Dispersinė danga	0,628	833,33	523,26	4,61	2412,23
7	Aliejaus pakuotė	Dispersinė danga	0,628	562,5	353,20	4,61	1628,25
8	Košė „Avižinis“	Lakas	0,628	1000	627,91	1,97	1236,99
9	Vitaminų rinkinys	Lakas	0,640	255	163,26	1,97	321,62
10	Vitaminas E	Lakas	0,640	165	105,64	1,97	208,10
Viso:							19514,38

Lako ir dispersinės dangos kiekis skaičiuojamas įvertinant, kad bus dengiama 95% ploto ir 2 µm storium.

Pagrindinių ir pagalbinių medžiagų suvestinė

Eil. Nr.	Gaminio pavadinimas	Išlaidos dažams, EUR.	Išlaidos popieriui, EUR.	Viso išlaidų pagrindinėms žaliavoms, EUR.	Išlaidos drėk. skyst., EUR.	Išlaidos pudrai, EUR.	Išlaidos folijai, EUR.	Išlaidos bigams, EUR.	Išlaidos lakui ir disp. dangai, EUR.	Išlaidos pagalb. medž., EUR.
1	2	3	4	5	6=3×5	7	8	9=3×7×8	10	11
1	Arbata „Žvalus rytas“	2174,97	76586,29	78761,26	60,24	655,50	32400	1408	927,74	35451,48
2	Arbata „Imbierinė“	2738,85	97940,04	100678,89	75,86	928,63		1588	1168,27	3760,76
3	Dribsniai „Pusrytainis“	26099,66	1177230,01	1203329,67	722,93	7866,00		2758	11132,88	22479,81
4	Gira „Geras skonis“	666,63	22296,02	22962,66	14,99	183,54	8064	688	230,90	9181,43
5	Gliukozė	579,99	22033,89	22613,88	16,07	174,80		958	247,40	1396,27
6	Alkoholio pakuotė	2416,63	91807,87	94224,50	66,94	728,33		2308	2412,23	5515,50
7	Aliejaus pakuotė	1631,23	61970,31	63601,54	45,18	491,63		1408	1628,25	3573,06
8	Košė „Avižinis“	2899,96	110169,45	113069,41	80,33	874,00		1858	1236,99	4049,32
9	Vitaminų rinkinys	929,64	38258,00	39187,64	20,88	222,87		1588	321,62	2153,37
10	Vitaminas E	613,64	24755,18	25368,81	13,51	144,21		1678	208,10	2043,82
Viso:		40751,21	1723047,05	1763798,26	1116,93	12269,50	40464,0	16240	19514,38	89604,82

5.2. Gamybos kaštai

5.2.1. Tiesioginiai gamybos kaštai

Spaudos formų gamybos baras. Žaliavų ir medžiagų išlaidos

Eil. Nr.	Žaliavų, medžiagų pavadinimai	Mat. vnt.	Kiekis	Mat. vnt. kaina, EUR.	Suma, EUR.
1	2	3	4	5	6=4×5
1	Spaudos plokštė	vnt.	7380	2,57	18966,6
2	Ryškalas*	ltr.	738	4,27	3151,26
3	Apsauginis skystis**	ltr.	147,6	4,05	597,78
Viso:					22715,64

*100 plokščių reikalinga 10 l ryškalo; **100 plokščių reikalinga 2 l apsauginio skysčio;

Darbo užmokestis gamybiniam darbininkams

Eil. Nr.	Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesio atlyginimas, EUR.	Pagrindinis fondas, EUR.	Soc. draudimas, EUR.	Metinis fondas, EUR.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6
1	Maketuotojas lankavimui ir rastravimui	1	720	720	223,06	11316,67
2	CtP operatorius	1	720	720	223,06	11316,67
3	Pjovėjas	1	720	720	223,06	11316,67
4	Spaudėjas	3	1150	3450	1068,81	54225,72
5	Folijavimo ir įspaudimo operatorius	1	720	720	223,06	11316,67

Darbo užmokestis gamybiniam darbininkams

Eil. Nr.	Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesio atlyginimas, EUR.	Pagrindinis fondas, EUR.	Soc. draudimas, EUR.	Metinis fondas, EUR.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6
6	Kirtėjas	3	720	2160	669,17	33950,02
7	Klijuotojas	2	720	1440	446,11	22633,34
8	Lukštentojas	9	450	4050	1254,69	63656,28
9	Klijuotojo padėjėjas ir pakuotojas	2	450	900	278,82	14145,84
10	Vairuotojas	1	600	600	185,88	9430,56
Viso:						243308,45

5.13 lentelė

Elektros energijos išlaidos gamybiniam įrengimams

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Įrenginių kiekis, vnt.	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius per metus, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1 kWh kaina, EUR.	Išlaidos elektros energijai, EUR.
1	2	3	4	5	6=4×5	7	8=6×7
1	Kompiuteris „Dell OptiPlex 9030 AIO“ lankavimui ir rastravimui	1	0,5	1497	748.5	0,129	96,56
2	Luxel T-6300CTP	1	4	568,26	2273.04	0,129	293,22
3	SCHNEIDER SENATOR S-Line 137	1	7,5	581,04	4357,8	0,129	562,16
4	KOMORI Lithrone 28	1	28	5521,78	154609.96	0,129	19944,68
5	YAWA TYM790	1	26	861,90	22409.4	0,129	2890,81
6	Heidelberg Varimatrix 105 CS	1	21,5	5187,86	111538.95	0,129	14388,53
7	Heidelberg Easygluer 100	1	7	3660	25620	0,129	3304,98
Viso:					321635.65		41480,94

5.14 lentelė

Tiesioginių gamybos kaštų suvestinė

Eil.Nr.	Kaštų pavadinimas	Suma, EUR.
1	Išlaidos spaudos plokštėms ir ryškalamams	22715,64
2	Darbo užmokestis gamybiniam darbininkams	243308,45
3	Elektros energija gamybiniam įrengimams	41480,94
Viso tiesioginių gamybos kaštų:		307505,03

5.2.2. Netiesioginės gamybinės išlaidos

5.15 lentelė

Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

Pavadinimas	Kiekis	Kaina, EUR.	Iš viso, EUR.	Nusidėvėjimas m.	Likvidac. vertė	Amortizacija
1	2	3	4	5	6=4×10%	7=(4-6)/5
Gamybiniai pastatai	1	255000	255000	30	25500	7650
ĮRENGIMAI						
Kompiuteris „Dell“ lankavimui ir rastravimui	1	1500	1500	5	150	270

Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

Pavadinimas	Kiekis	Kaina, EUR.	Iš viso, EUR.	Nusidėvėjimas m.	Likvidac. vertė	Amortizacija
1	2	3	4	5	6=4×10%	7=(4-6)/5
ĮRENGIMAI						
Luxel T-6300CTP	1	41700	41700	10	4170	3753
SCHNEIDER SENATOR S-Line 137	1	42500	42500	14	4250	2732,14
KOMORI Lithrone 28	1	410000	410000	15	41000	24600
YAWA TYM790	1	195000	195000	8	19500	21937,50
Heidelberg Varimatrix 105 CS	1	240000	240000	10	24000	21600
Heidelberg Easygluer 100	1	135000	135000	10	13500	12150
VISO :			1065700		106570	87042.64
Programinė įranga			1555	5		311
Viso gamybinis ilgalaikis turtas			1322255,00			95003.64
Administracinės patalpos			45000	30	4500	1350
Baldai inventorius			4600	5	460	828
Iš viso negamybinis turtas			49600			2178
Is viso ilgalaikis turtas			1371855,00			97181,64

5.16 lentelė

Išlaidos programinei įrangai

Eil. Nr.	Programinės įrangos pavadinimas	Kiekis, vnt.	Kaina, EUR.	Suma, EUR.
1	2	3	4	5
1	Windows 8.1	1	231	231
2	CorelDRAW Graphics Suite X7	1	947	947
3	Adobe Illustrator CS6	1	377	377
Viso:				1555

5.17 lentelė

Netiesioginių gamybos išlaidų suvestinė

Eil.Nr.	Kaštų pavadinimas	Suma, EUR.
1	Gamybinių pastatų amortizacija	7650
2	Gamybinių įrengimų amortizacija	87042.64
3	Programinės įrangos amortizacija	311
4	Kitos netiesioginės gamybos išlaidos(5% nuo tiesioginių gamybos išlaidų)	108045,40
Viso netiesioginių gamybos išlaidų:		203049,05

Tiesioginiai gamybos kaštai ir netiesioginės gamybos išlaidos kiekvienam gaminiui paskirstomos proporcingai pagrindinių ir pagalbinių medžiagų sąnaudoms. Paskirsčius šias sąnaudas gauname kiekvieno gaminio gamybinę savikainą.

Gminių gamybinės savikainos skaičiavimas

Eil. Nr.	Gaminio pavadinimas	Viso išlaidų pgr. žaliavoms, EUR.	Išlaidos pagalbinėms medž., EUR.	Viso pgr. ir pagalb. medž., EUR.	Viso pgr. ir pagalb. medžiagų, %	Tiesioginiai gamybos kaštai	Netiesioginės gamybos išlaidos	Viso gamybinė savikaina, EUR.	Viso metinė gamybinė programa, vnt.	Vieno vnt. gamybinė savikaina, EUR.
1	2	3	4	3+4=5	6	7	8	9=5+7+8	10	11
1	Arbata „Žvalus rytas“	78761,26	35451,48	114212,74	6,16	18949,46	12512,54	145674,75	2250000	0,065
2	Arbata „Imbierinė“	100678,89	3760,76	104439,65	5,64	17327,97	11441,86	133209,48	4250000	0,031
3	Dribsniai „Pusrytainis“	1203329,67	22479,81	1225809,47	66,14	203378,63	134293,21	1563481,31	18000000	0,087
4	Gira „Geras skonis“	22962,66	9181,43	32144,09	1,73	5333,15	3521,54	40998,77	840000	0,049
5	Gliukozė	22613,88	1396,27	24010,15	1,30	3983,61	2630,42	30624,18	800000	0,038
6	Alkoholio pakuotė	94224,50	5515,50	99740,00	5,38	16548,24	10926,99	127215,22	2500000	0,051
7	Aliejaus pakuotė	63601,54	3573,06	67174,60	3,62	11145,19	7359,29	85679,08	2250000	0,038
8	Košė „Avižinis“	113069,41	4049,32	117118,72	6,32	19431,60	12830,91	149381,23	4000000	0,037
9	Vitaminų rinkinys	39187,64	2153,37	41341,01	2,23	6859,04	4529,10	52729,16	1530000	0,034
10	Vitaminas E	25368,81	2043,82	27412,64	1,48	4548,13	3003,18	34963,96	1980000	0,018
Viso:		1763798,257	89604,82	1853403,07	100	307505,03	203049,05	2363957,15	38400000	

5.3. Veiklos sąnaudų skaičiavimas

Vadovaujancio personalo darbo užmokestis

Eil. Nr.	Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesio atlyginimas, EUR.	Pagrindinis fondas, EUR.	Soc. draudimas, EUR.	Metinis fondas, EUR.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6
1	Direktorius	1	1300	1300	402,74	20432,88
2	Administratorė	1	600	600	185,88	9430,56
3	Buhalterė	1	600	600	185,88	9430,56
4	Technologas	1	900	900	278,82	14145,84
5	Gamybos vadovas	1	900	900	278,82	14145,84
Viso:						67585,68

Baldų nusidėvėjimas (amortizacija)

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis	Kaina, EUR.	Iš viso, EUR.	Nusidėvėjimas, m.	Likvidacinė vertė	Amortizacija
1	2	3	4	5	6	7=5×10%	8=(5-7)/6
1	Stalas kompiuteriui	4	150	600	5	60	108,00
2	Kėdė	12	100	1200	5	120	216,00
3	Stalas	2	400	800	5	80	144,00
4	Lentyna	7	200	1400	5	140	252,00
5	Drabužių spintelė	2	300	600	5	60	108,00
Viso :				4600		Viso :	828,00

Išlaidos apšvietimui

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Patalpų plotas, m ²	Apšvietimo norma, W/m ²	Energijos kiekis patalpoms apšviesti, kWh	1 kWh kaina, EUR.	Išlaidos apšvietimui per metus, EUR.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5=3×4</i>	<i>6</i>	<i>7=5/6</i>
1	Gamybinės patalpos	744,34	60	89320,8	0,129	11522,38
2	Pagalbinės patalpos	196,94	60	11816,4	0,129	1524,32
3	Administracija	200,8	60	12048	0,129	1554,19
4	Eksploatacinės išlaidos*					2190,13
Viso:						16791,02

*15% nuo bendros sumos.

5.22 lentelė

Išlaidos vandeniui

Eil. Nr.	Išlaidų pavadinimas	Kiekis 1 žmogui, litrais	Darbuotojų skaičius, žmonėmis	1 m ³ kaina, EUR.	Išlaidos vandeniui per metus, EUR.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6=3×4×5</i>
1	Išlaidos šaltam vandeniui	25	29	1.46	1058.5
2	Išlaidos karštam vandeniui	25	29	1.46	1058.5
3	Eksploatacinės išlaidos*				381.06
Viso:					2498.06

*18% nuo bendros sumos.

5.23 lentelė

Išlaidos šildymui

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Patalpų plotas, m ²	Apšildymo koeficientas	Reikalingas kuro kiekis per sezoną, kub. m.	1 kubinio metro kaina, EUR.	Metinės išlaidos, EUR.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7=5*6</i>
1	Gamybinės patalpos	744,34	0,04	8931,44	0,42	3751,20
2	Pagalbinės patalpos	196,94	0,04	2790,38	0,42	1171,96
3	Administracija	200,80	0,06	4257,27	0,42	1788,05
4	Abonementinis mokestis**					47,88
5	Eksploatacinės išlaidos*					1013,86
Viso:						7772,96

*15% nuo bendros sumos; **abonementinis mokestis 3,99 EUR mėnesiui.

5.24 lentelė

Veiklos sąnaudų suvestinė

Eil. Nr.	Kaštų pavadinimas	Suma, EUR.
1	Vadovaujančio personalo atlyginimai	67585,68
2	Ilgalaikio turto amortizacija	2178,00
3	Išlaidos apšvietimui	16791,02
4	Išlaidos vandeniui	7772,96
5	Išlaidos šildymui	2498,06
6	Kitos veiklos sąnaudos (5% nuo gamybos kaštų)	118197,86
Viso veiklos sąnaudų		215023,58

Veiklos sąnaudas paskirstome proporcingai gamybinei savikainai. Taip pat paskirstomos ir palūkanos už ilgalaikę paskolą.

5.4. Finansinės ir investicinės sąnaudos

5.25 lentelė

Palūkanų mokėjimo ir paskolos gražinimo planas

Rodikliai	Metai				
	2016	2017	2018	2019	2020
1. Kredito (paskolos) suma, Eur.	500000	462363,89	422406,47	379984,56	334946,16
- ilgalaikė, EUR.	500000	462363,89	422406,47	379984,56	334946,16
2. Metinė palūkanų norma, %:	6%	6%	6%	6%	6%
- ilgalaikės paskolos	6%	6%	6%	6%	6%
3. Palūkanos, tūkst. EUR.	28976,19	26654,88	24190,39	21573,90	18796,03
- ilgalaikės	28976,19	26654,88	24190,39	21573,90	18796,03
Viso:					
4. Ilgalaikio kredito padengimas (grąžinimas), tūkst. EUR.	37636,11	39957,42	42421,91	45038,40	47816,27

Paimta ilgalaikė paskola 10-čiai metų, su 6 % metinių palūkanų. Mėnesinė įmoka suskaičiuota funkcijos PMT pagalba, mėnesinė įmoka yra 5551,03 EUR., metinė įmoka už paskolą 66612,30 EUR. Iš šios sumos 28976,19 EUR. palūkanos už pirmus metus ir 37636,11 EUR. paskolos dengimas už pirmus metus. Visų kitų metų palūkanų ir kredito dengimo sumos parodytos lentelėje 5.25.

5.5. Gaminių kainos skaičiavimas

5.26 lentelė

Pilnosios savikainos ir gaminių kainų skaičiavimas

Eil. Nr.	Gaminio pavadinimas	Viso gamybinė savikaina, EUR.	Viso gamyb. sav., %	Veiklos sąnaudos	Palūkanos už kreditą, EUR.	Pilnoji savikaina, EUR.	Viso metinė gamybinė programa, vnt.	Vieno vnt savikaina, EUR.	Pelnas, Eur. 1 vienetui (rentab. 20 %)	Vieneto kaina, EUR.	Metinės realizacinės pajamos, EUR.
1	2	3	4	5	6	7=3+5+6	8	9=7/8	10	11=9+10	12=8*11
1	Arbata „Žvalus rytas“	145674,75	6,16	13250,45	1785,61	160710,81	2250000	0,071	0,014	0,086	192852,98
2	Arbata „Imbierinė“	133209,48	5,64	12116,62	1632,81	146958,92	4250000	0,035	0,007	0,041	176350,70
3	Dribsniai „Pusrytainis“	1563481,31	66,14	142212,96	19164,36	1724858,63	18000000	0,096	0,019	0,115	2069830,36
4	Gira „Geras skonis“	40998,77	1,73	3729,21	502,54	45230,53	840000	0,054	0,011	0,065	54276,64
5	Gliukozė	30624,18	1,30	2785,55	375,38	33785,11	800000	0,042	0,008	0,051	40542,13
6	Alkoholio pakuotė	127215,22	5,38	11571,39	1559,34	140345,95	2500000	0,056	0,011	0,067	168415,14
7	Aliejaus pakuotė	85679,08	3,62	7793,30	1050,21	94522,59	2250000	0,042	0,008	0,050	113427,11

Pilnosios savikainos ir gaminių kainų skaičiavimas

Eil. Nr.	Gaminio pavadinimas	Viso gamybinė savikaina, EUR.	Viso gamyb. sav., %	Veiklos sąnaudos	Palūkanos už kreditą, EUR.	Pilnoji savikaina, EUR.	Viso metinė gamybinė programa, vnt.	Vieno vnt savikaina, EUR.	Pelnas, Eur. 1 vienetui (rentab. 20 %)	Vieneto kaina, EUR.	Metinės realizacinės pajamos, EUR.
1	2	3	4	5	6	7=3+5+6	8	9=7/8	10	11=9+10	12=8*11
8	Košė „Avižinis“	149381,23	6,32	13587,59	1831,04	164799,87	4000000	0,041	0,008	0,049	197759,84
9	Vitaminų rinkinys	52729,16	2,23	4796,20	646,33	58171,69	1530000	0,038	0,008	0,046	69806,03
10	Vitaminas E	34963,96	1,48	3180,29	428,57	38572,82	1980000	0,019	0,004	0,023	46287,38
Viso:		2363957,15	100	215023,58	28976,19	2607956,92	38400000				3129548,31

Gaminių apyvartumas trunka dažniausiai apie vieną dieną, todėl priimama, kad apyvartinėms lėšoms pakankamas rezervas yra vieno mėnesio kaštai : pilnoji savikaina/12=214,3 tūkst. EUR.

5.6. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Dažniausiai projekto naudingumas vertinamas analizuojant 5 m.periodą. 5 metų laikotarpyje numatau, kad gamybos apimtys augs nežymiai pirmais metais po įdiegimo 3%, sekančiais 2 %, ketvirtais metais 2 %, 5 metais 2 % . Atitinkamai augs ir gamybos kaštai. Veiklos sąnaudų augimas numatomas 1 % kiekvienais metais, dėl atlyginimų augimo ir elektros, vandens, šildymo kainų svyravimo.

5.27 lentelė

Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, EUR.

Eil. Nr.	Rodikliai	Projekto gyvavimo metai				
		I (2016)	II (2017)	III (2018)	IV (2019)	V (2020)
1	Pardavimo apimtis	3129548,31	3223434,76	3287903,45	3353661,52	3420734,75
2	Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	2363957,15	2434875,86	2483573,38	2533244,85	2583909,74
3	Bendras pelnas (nuostolis)	765591,16	788558,89	804330,07	820416,67	836825,01
4	Veiklos sąnaudos	215023,58	217173,82	219345,56	221539,01	223754,40
5	Veiklos pelnas (nuostolis)	550567,58	571385,07	584984,51	598877,66	613070,60
6	Finansinė ir investicinė veikla 6.1. Palūkanos	28976,19	26654,88	24190,39	21573,90	18796,03
7	Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą	521591,38	544730,20	560794,12	577303,76	594274,57
8	Pelno mokestis	78238,71	81709,53	84119,12	86595,56	89141,19
9	Grynasis pelnas (nuostolis)	443352,68	463020,67	476675,00	490708,19	505133,39

Grynasis pelnas per 5 metų laikotarpį, %: 17,47%

5.28 lentelė

Įmonės pelno paskirstymo projektas, EUR.

Eil. Nr.	Rodikliai	2016	2017	2018	2019	2020
1	Nepaskirstytas rezultatas - pelnas (nuostoliai)	0,00	363363,35	742194,50	1130911,11	1529703,84
2	Grynasis ataskaitinio laikotarpio rezultatas - pelnas (nuostoliai)	443352,68	463020,67	476675,00	490708,19	505133,39
3	Pelnas paskirstymui	443352,68	826384,01	1218869,50	1621619,30	2034837,22
Pelno pasiskirstymas						
4	Įstatymais numatytas rezervo fondas 5%	22167,63	23151,03	23833,75	24535,41	25256,67
5	Dividendai 7 % nuo pelno	31034,69	32411,45	33367,25	34349,57	35359,34
6	Paskolos padengimas	37636,11	39957,42	42421,91	45038,40	47816,27
7	Premijos darbuotojams	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Nepaskirstytas pelnas (nuostoliai)	363363,35	742194,50	1130911,11	1529703,84	1938765,86

5.29 lentelė

Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita, EUR.

Eil. Nr.	Rodikliai	Projektiniais metais	I (2016)	II (2017)	III (2018)	IV (2019)	V (2020)
1.	Pinigų srautai iš įmonės veiklos						
1.1.	Grynasis pelnas (nuostolis)		443352,68	463020,67	476675,00	490708,19	505133,39
1.2.	Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos		97181,64	97181,64	97181,64	97181,64	97181,64
1.3.	Investicijos į apyvartinį kapitalą	-217329,74					
1.4.	Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas		28976,19	26654,88	24190,39	21573,90	18796,03
I.	Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos (1.1 +1.2+1.3+1.4*)	-217329,74	569510,51	586857,19	598047,04	609463,74	621111,06
II.	Investicijos į pagrindinį kapitalą	-1730700					1241431,79
2.1.	Iš ilgalaikio turto perleidimo (išsigijimo)						
III.	Bendri metiniai pinigų srautai (I+II)	-1948029,74	569510,51	586857,19	598047,04	609463,74	1862542,85

5.7. Investicijų efektyvumo vertinimas

5.30 lentelė

Eil. Nr.	Grynojo pinigų srauto elementai	Projekto gyvavimo metai				
		I (2016)	II (2017)	III (2018)	IV (2019)	V (2020)
1	Grynasis pelnas, EUR.	443352,68	463020,67	476675,00	490708,19	505133,39
2	Turto nusidėvėjimas, EUR.	97181,64	97181,64	97181,64	97181,64	97181,64
3	Ekonominis naudingumas, EUR.	540534,32	560202,31	573856,65	587889,84	602315,03
4	Pelno norma, %	20,73	20,91	21,04	21,17	21,31

5.7.1. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai

Įvertinant kiekvienos suformuoto kapitalo struktūros sudedamosios dalies lyginamąjį svorį w , galima nustatyti svertinį įvairių kapitalo rūšių įsigijimo kaštų vidurkį KK . Šios investicijos atveju KK nustatomas:

$$KK = w_d \times k_d \times (1 - T) + w_s \times k_s, \quad (5.1)$$

čia: k_d – palūkanų norma, proc.,

T – mokesčių valstybei dydis, proc.

k_s - nepaskirstyto pelno kaštai – laukiama pelno norma, proc.

w_d - skolinto kapitalo lyginamoji dalis

w_s - grynojo pelno lyginamoji dalis

$k_s = k_{rf} + (k_m - k_{rf})b$, t.y. nuo rizikos laisva pelno norma, kurią galime uždirbti + (konkreto verslo pelno norma - k_{rf}) * verslo naudingumo koeficientas arba rinkos rizika.

Dažniausiai projekto naudingumas vertinamas analizuojant 5m. periodą. 5 m. laikotarpyje (k_s - prognozuojamas 17,47% pelningumas, T - 15 proc. pelno mokestis):

$$KK = \frac{500}{700} \times 6\% \times (1 - 15\%) + \frac{200}{700} \times 17,47\% = 8,63\%$$

Sudarius pinigų srautų diagramas negalima vien tik matematiškai palyginti investicijų su gaunama nauda, nes grynų pinigų srautas yra dinaminis, o pinigų vertė laike kintanti. Kitimą lemia aplinkos jėgos: išorinė – per metinę infliaciją, vidinė – per kapitalo kainą. Todėl reikia nustatyti diskonto normą i , per kurią skaičiuojama reali pinigų vertė.

$$i = i_{inf} + KK, \quad (5.2)$$

čia: i_{inf} – infliacija,

KK – svertinis įvairių kapitalo rūšių įsigijimo kaštų vidurkis

$i = 2,5\%$ (prognozuojama 2015 infliacija) + 8,63 = 11,13%

5.7.2. Investavimo naudingumo įvertinimas

1. **Investicinio projekto atsipirkimo laikas T** - tai laikas, per kurį gaunamos grynosios pajamos iš investicijų padengia investicines išlaidas;

$$\text{Atsipirkimo laikas} = \frac{\text{Grynosios investicijos}}{\text{Grynosios pajamos per metus}}, \quad (5.3)$$

$$\text{Atsipirkimo laikas} = \frac{1589,18}{443,35} = 3.58 \text{ metų}$$

Investicijos laikomos efektyviomis, jei $T < 5$, reikšias atsipirkimo požiūriu ši investicija yra efektyvi.

2. **Grynoji esamoji vertė NPV** – tai būsimųjų grynujų pinigų srautų diskontavimas pagal svertinius investicinio kapitalo kaštus esamajam laiko momentui ir apskaičiuojama:

$$NPV = \frac{\sum CF_t}{(1+i)^t}, \quad (5.4)$$

čia: i – diskonto norma,

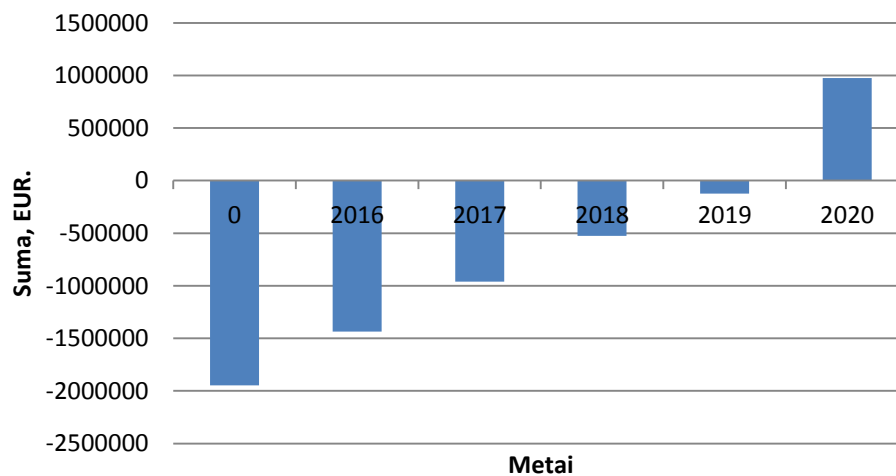
CF_t - grynųjų pinigų srautai.

$$NPV = -1948029,74 + \frac{569510,51}{(1+0,1113)^1} + \frac{586857,19}{(1+0,1113)^2} + \frac{598047,04}{(1+0,1113)^3} + \frac{609463,74}{(1+0,1113)^4} + \frac{1862542,85}{(1+0,1113)^5} = 973865,28 \text{ EUR.}$$

5.31 lentelė

Diskontuoti pinigų srautai, EUR.

Metai	Diskontuoti metiniai GPS	Bendri GPS
0	-1948029,74	-1948029,74
2016	512472,34	-1435557,40
2017	475192,74	-960364,66
2018	435754,02	-524610,64
2019	399597,36	-125013,28
2020	1098878,56	973865,28



5.1 pav. Diskontuoti pinigų srautai

Investicijos laikomos efektyviomis, jei $NPV > 0$, taigi, ši investicija yra efektyvi.

3. Grynoji būsimoji vertė NFV – tai esamųjų grynujų pinigų srautų diskontavimas pagal svertinius investicinio kapitalo kaštus būsimajam laiko momentui ir apskaičiuojama:

$$NPV = \sum CF_t \times (1 + i)^t, \quad (5.5)$$

čia: i – diskonto norma,

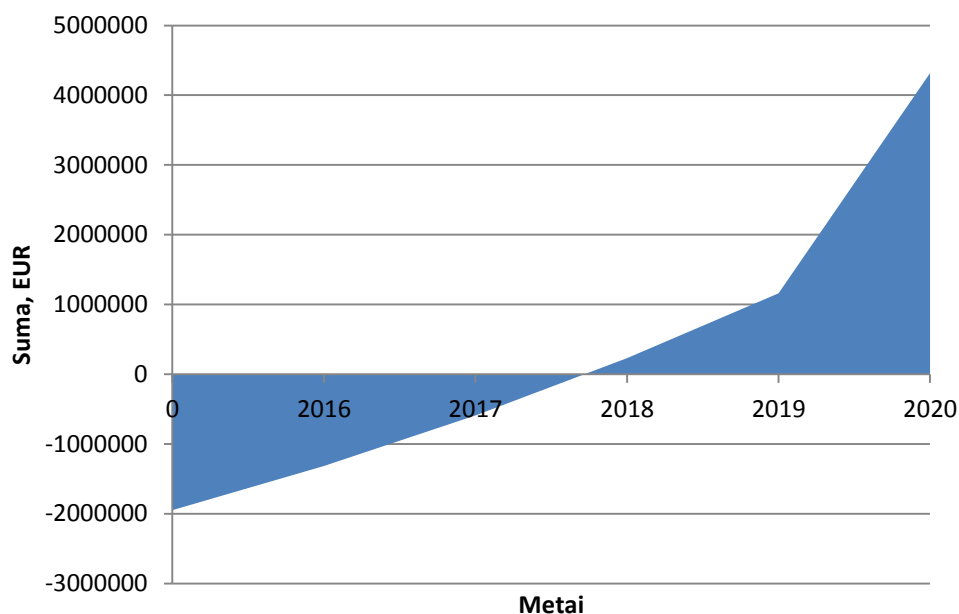
CF_t - grynųjų pinigų srautai.

$$\begin{aligned} NFV &= -1948029,74 + 569510,51 * (1 + 0,1113)^1 + 586857,19 * (1 + 0,1113)^2 + 598047,04 \\ &\quad * (1 + 0,1113)^3 + 609463,74 * (1 + 0,1113)^4 + 1862542,85 * (1 + 0,1113)^5 \\ &= 4316878,93 \text{ EUR.} \end{aligned}$$

5.32 lentelė

Projekto balansas, EUR.

Projekto gyvavimo metai	0	2016	2017	2018	2019	2020
0	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74
2016		632897,03	632897,03	632897,03	632897,03	632897,03
2017			724761,40	724761,40	724761,40	724761,40
2018				820784,77	820784,77	820784,77
2019					929550,80	929550,80
2020						3156914,67
Būsimieji	-1948029,74	-1315132,71	-590371,31	230413,45	1159964,25	4316878,93



5.2 pav. Projekto balansas

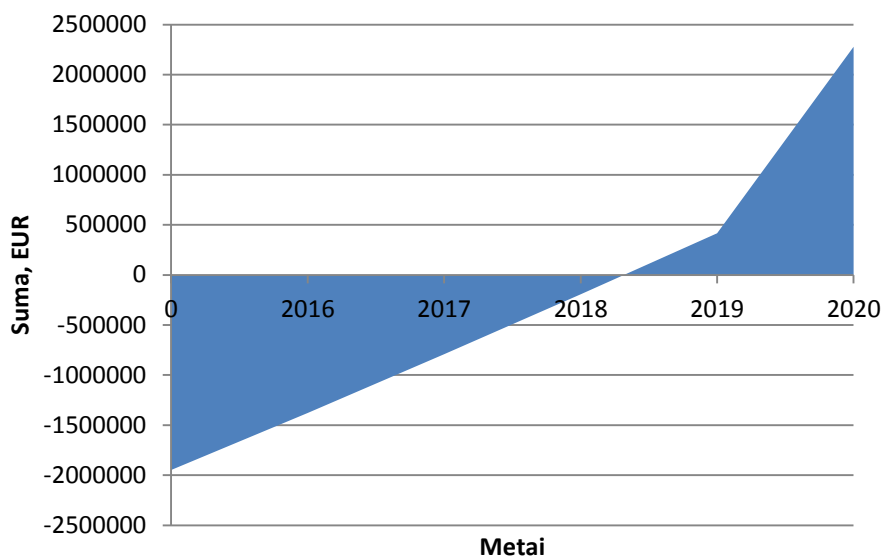
Investicijos laikomos efektyviomis, kai $NFV = 2 NPV$ arba daugiau. Šiuo atveju santykis tarp NPV ir $NFV = 4,33$ karto. Ši investicija yra efektyvi.

3.1. Grynoji būsimoji – nediskontuota

5.33 lentelė

Projekto balansas, EUR.

Projekto gyvavimo metai	0	2016	2017	2018	2019	2020
0	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74	-1948029,74
2016		569510,51	569510,51	569510,51	569510,51	569510,51
2017			586857,18	586857,18	586857,18	586857,18
2018				598047,03	598047,03	598047,03
2019					609463,73	609463,73
2020						1862542,84
Būsimieji	-1948029,74	-1378519,23	-791662,04	-193615	415848,73	2278391,57



5.3 pav. Projekto balansas

4. Pelningumo indeksas PI.

$$PI = \frac{\sum CF_t}{I_t (1+i)^t}, \quad (5.6)$$

čia: i – diskonto norma,

CF_t - grynieji pinigų srautai,

I_t – investicinės lėšos.

$$PI = \frac{\frac{569510,51}{(1+0,1113)^1} + \frac{586857,19}{(1+0,1113)^2} + \frac{598047,04}{(1+0,1113)^3} + \frac{609463,74}{(1+0,1113)^4} + \frac{1862542,85}{(1+0,1113)^5}}{1948029,74} = 1,5$$

PI parodo, kiek diskontuotų pinigų srautų gaunama diskontuotam investicijų litui. Jeigu $PI < 1$ investicija neefektyvi. **Pagal pelningumo indeksą ši investicija yra efektyvi.**

5. Vidinė pelno norma IRR

$$NPV = 0 = \frac{\sum CF_t}{(1+IRR)^t}, \quad (5.7)$$

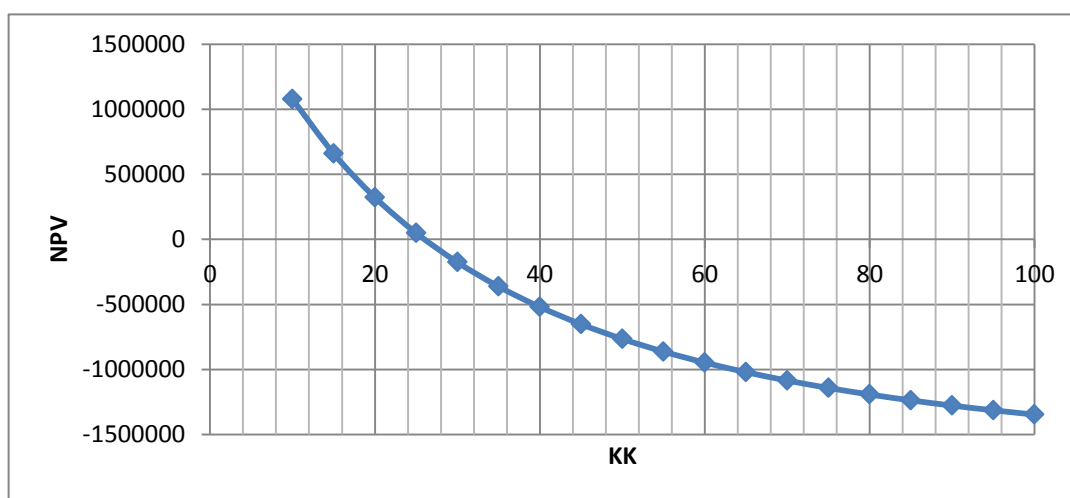
čia: i – diskonto norma,

CF_t - grynųjų pinigų srautai,

NPV - grynoji esamoji vertė.

$$-1948029,74 + \frac{569510,51}{(1 + IRR)^1} + \frac{586857,19}{(1 + IRR)^2} + \frac{598047,04}{(1 + IRR)^3} + \frac{609463,74}{(1 + IRR)^4} + \frac{1862542,85}{(1 + IRR)^5} = 0$$

Skaičiuojant su šia norma diskontuotos išlaidos lygios diskontuotoms pajamoms. Taikydamas šį metodą investuotojas nusistato *barjerinę* normą, kuri yra mažiausia priimtina projekto pelningumo norma. Apskaičiuojama investicinio projekto pelningumo norma. Projektas, kurio pelningumo norma yra aukštesnė už barjerinę, laikomas vertu dėmesio ir nagrinėjamas toliau. Jei apskaičiuota pelningumo norma mažesnė už barjerinę normą, tai laikoma, kad projektas nepriimtinas. **Apskaičiavus Excel IRR funkcijos pagalba IRR= 26,02% .**



5.4 pav. Vidutinė pelno norma

5.7.3. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taškas (arba Lūžio momentas) - tai tokia pardavimų apimtis, kuriai esant bendrosios pajamos lygios visiems gamybos kaštams ir įmonės pelnas lygus nuliui. Pagal lūžio taško grafiką galima nustatyti, kokį kiekį produkcijos reikia pagaminti ir parduoti, kad įmonės veikla būtų pelninga. Lūžio taškas randamas skaičiuojant pelningiausio gaminio gamybos išlaidas bei pardavimų pajamas.

Lūžio taško arba kritinę gamybinę apimtį dar galima rasti ir pagal lygtį:

$$B_{Lj} = \frac{PK_j}{c_j - kk_j}, \quad (5.8)$$

čia: B_{Lj} - j-ojo gaminio pardavimo apimtis lūžio taške, vnt;

PK_j - j-ajam gaminiui priskiriama visa pastoviųjų kaštų suma, EUR.;

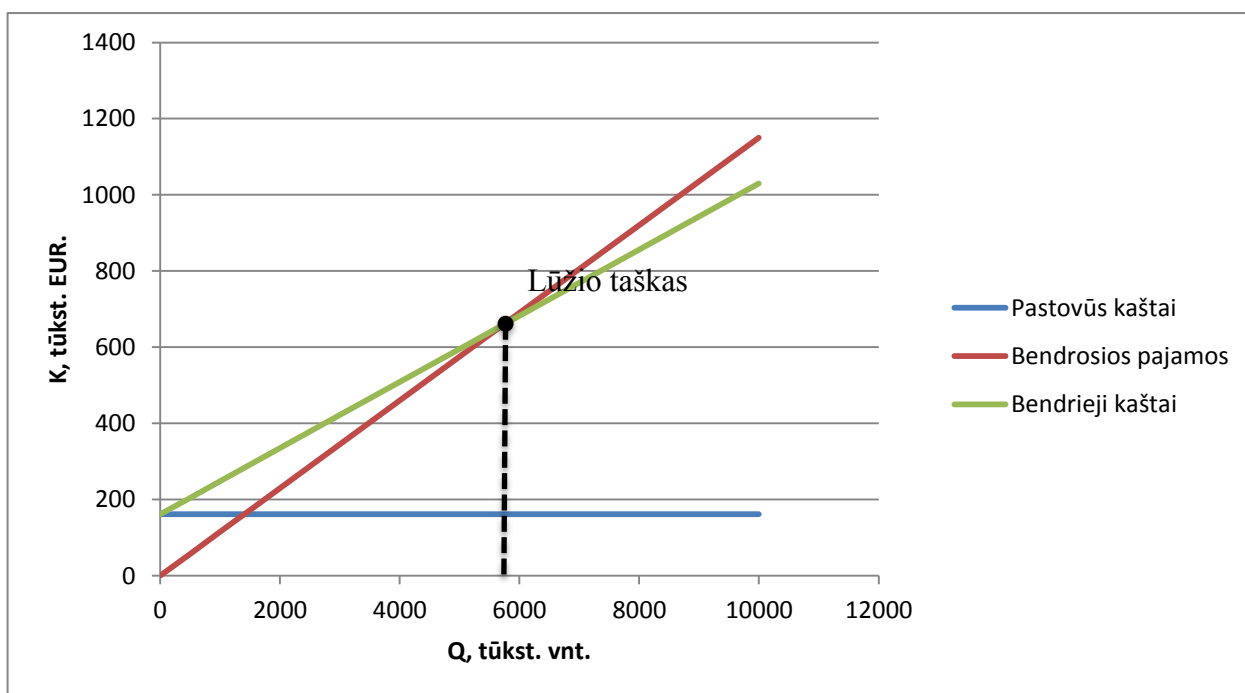
c_j - j-ojo gaminio vieneto kaina, EUR.;

kk_j - j-ojo gaminio vieneto kintamieji kaštai, EUR.

5.34 lentelė

Lūžio taško apskaičiavimas

Rodikliai	Dribsniai „Pusrytainis“
Pastoviųjų kaštų suma, EUR.	161377,33
Gaminio kaina, EUR.	0,115
Gaminio kintamieji kaštai, EUR.	0,087
Lūžio taškas, tūkst.vnt	5736,74
Pardavimų planas, vnt.	18000000



5.5 pav. Lūžio taškas

5.8. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai

5.35 lentelė

Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodikliai	Brandos metais po rekonstrukcijos (2016)
1	2	3
1.	Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais brandos stadijoje:	
	Arbata „Žvalus rytas“	2250000
	Arbata „Imbierinė“	4250000
	Dribsniai „Pusrytainis“	18000000
	Gira „Geras skonis“	840000
	Gliukozė	800000
	Alkoholio pakuotė	2500000
	Aliejaus pakuotė	2250000
	Košė „Avižinis“	4000000
	Vitaminų rinkinys	1530000
	Vitaminas E	1980000
2.	Realizacinės pajamos, tūkst.EUR.	3085,52

Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodikliai	Brandos metais po rekonstrukcijos (2016)
1	2	3
3.	Įmonės personalas, žmonėmis:	29
	tame skaičiuje darbininkai	24
4.	Darbo našumas, tūkst.EUR.	
	Dirbančiojo	106,40
	Darbininko	128,56
	Vidutinis metinis darbo užmokestis, EUR.	
	Dirbančiojo	10720,49
	Darbininko	10137,85
6.	Gamybos kaštai, tūkst. EUR.	2339,95
7.	Gaminio pilnoji savikaina, EUR.:	
	Arbata „Žvalus rytas“	0,07
	Arbata „Imbierinė“	0,03
	Dribsniai „Pusrytainis“	0,09
	Gira „Geras skonis“	0,05
	Gliukozė	0,04
	Alkoholio pakuotė	0,06
	Aliejaus pakuotė	0,04
	Košė „Avižinis“	0,04
	Vitaminų rinkinys	0,04
	Vitaminas E	0,02
8.	Grynasis pelnas, tūkst. EUR.	437,11
9.	Papildomas pelnas, gautas įgyvendinus projektinius sprendimus	
10.	Investicijų apimtis, tūkst. EUR.	1585
11.	Produkcijos (veiklos) rentabilumas, %	20,23
12.	Apyvartos rentabilumas, %	16,67
13.	Kapitalo rentabilumas, %	32,45
14.	Jų apyvartų skaičius	
	Arbata „Žvalus rytas“	150
	Arbata „Imbierinė“	170
	Dribsniai „Pusrytainis“	300
	Gira „Geras skonis“	70
	Gliukozė	100
	Alkoholio pakuotė	250
	Aliejaus pakuotė	150
	Košė „Avižinis“	200
	Vitaminų rinkinys	170
	Vitaminas E	180
15.	Apyvartos trukmė, dienos	
	Arbata „Žvalus rytas“	0,60
	Arbata „Imbierinė“	0,67
	Dribsniai „Pusrytainis“	1,19
	Gira „Geras skonis“	0,28
	Gliukozė	0,40
	Alkoholio pakuotė	0,99
	Aliejaus pakuotė	0,60
	Košė „Avižinis“	0,79
	Vitaminų rinkinys	0,67
	Vitaminas E	0,71
16.	Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, EUR.	0,833
17.	Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metais	3,63
18.	Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst.EUR.	954,36
19.	Kapitalo kaštai, proc.	8,63%
20.	Vidinė pelno norma, %	25,75%

Išvados

1. Atlikus literatūros šaltinių analizę paaiškėjo, kad dažniausiai yra tyrinėjamos mechaninės kartoninio popieriaus savybės. Galima teigti, kad iš anksto tiksliai prognozuoti ar tiksliai apskaičiuoti įvairių parametru neįmanoma. Nes popierius nėra etaloninė medžiaga (dėl nevienodos struktūros). Kartoninio popieriaus savybės priklauso nuo daugybės įvairių faktorių: popieriaus storio, gramatūros, paviršiaus standumo, klimatinių sąlygų lanko dalies iš kurios paimtas bandinys.
2. Vis daugiau autorių tyrinėja įvairias papildomas dangas. Šioms dangoms siekiama atrasti tinkamiausią dengimo metodą, technologiją, tirpiklius, džiovimo būdą. Taip pat susirūpinimas dėl maisto produktų saugos ir poreikio kuo ilgesnį laiką išlaikyti maisto produktus aukštos kokybės skatina tyrinėti antibakterinę apsaugą. Nemažiau svarbus ekologinis aspektas, todėl polimerines medžiagas siekiama keisti į celiuliozės pagrindo medžiagas kurios dengiamos papildoma danga, dėl kurios maistas iš tokios pakuotės savaime išsivalo, išslysta.
3. Atlikus frikcine danga padengto kartoninio popieriaus statinio trinties koeficiento tyrimus gauta, kad padengtų paviršių, statinis trinties koeficientas padidėja iki 60-70 kartų. Kinematinis trinties koeficientas visais atvejais gautas mažesnis už statinį, nes statinė trintis yra didžiausia trintis prieš pradėdant kūnui judėti.
4. Atlikus vandens sugerties padengto ir nepadengto paviršių vandens sugerties tyrimus Cobb₁₂₀ metodu, paaiškėjo kad paviršius geriau drėkinamas, kai nepadengtas papildoma danga. Popieriaus dengimo pusė tyrimų rezultatų beveik neįtakuoja, tačiau kuo storesniu frikcines dangos sluoksniu padengtas kartoninis popierius, tuo prasčiau yra drėkinamas.
5. Atlikus dinaminį vandens sugerties tyrimą nustatyta, kad esant 6 s trukmės bandymams A pusės kartoninis popierius dengtas 12 μm frikcine danga, yra nedrėkinamas, nes kampas viršija 90°.
6. Atlikus dinaminį vandens sugerties tyrimus B bandinio pusės, kartoninis popierius dengtas 4 ir 12 μm danga, pirmąją sekundę yra nedrėkinamas, o po pirmosios sekundės pasireiškia dalinis drėkinimas.
7. Šiuose tyrimuose naudota papildomai užnešama frikcinė danga sėkmingai gali būti naudojama gaminių transportavimo ir sandėliavimo metu. Taip pat gali būti naudojama tam tikriems gaminiams pvz. - elektros prietaisų ir stiklinės taros pakuotėms, nes ypač pagerėja paviršiaus trinties savybės, dėl kurių paviršius tampa neslidus.
8. Įvertinus projektą pagal skirtingus finansinius kriterijus galima daryti sekančias išvadas:
 - investicijos laikomos efektyviomis jeigu projekto atsipirkimas yra mažesnis nei 5 metai, gautas ~3,5 metų;
 - projekto grynoji esamoji vertė gauta didesnė už 0. Gauta 973865,28 EUR., todėl ši investicija yra efektyvi;

- investicijos laikomos efektyviomis, kai grynoji būsimoji vertė yra lygi $2 \times$ grynoji esamoji vertė arba daugiau. Šiuo atveju santykis tarp grynosios būsimosios vertės ir grynosios esamosios vertės yra 4,33 karto;
- jeigu pelningumo indeksas didesnis už 1, investicija yra efektyvi. Šiuo atveju gauta 1,5.

Pasiūlymai

1. Iškirštų kartoninių pakuočių lukštenimui naudoti tam skirtus įrengimus.
2. Reikalinga po keletą tos pačios paskirties įrenginių.
3. ISO 9001 ir ISO 14001 standartų įsidiegimas.
4. Vietoj popierinių technologinių kortelių, naudoti planšetinius kompiuterius.

Literatūros sąrašas

1. ALAURI, H.; THUNSTROM, B.; KUGIENĖ, J. Maisto pakavimo apžvalga – 2016 m. ir vėliau. „Stora Enso“ apžvalga. 2014
2. GECECKIENĖ, L. Kartoninių pakuočių ir jų elementų mechaninių charakteristikų tyrimai. *Daktaro disertacija*. Kaunas: KTU, 2013, p. 9.
3. DANYS, J.; LEBEDYS, A. Maisto produktų pakuočių plėtros tendencijos Europoje. *Maisto chemija ir technologija*. Kaunas: KTU, 2004, T. 38, Nr.1, p. 16. ISSN 1392-0227
4. TAPINAITĖ, G., Kartonas veržiasi į žaislų, baldų ir netgi statybos pramonę. *Kauno diena* [interaktyvus]. 2014, [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://kauno.diena.lt/naujienos/ivairenybes/gamta/mokslininke-kartonas-verziasi-i-zaislu-baldu-ir-netgi-statybos-pramone-610100>
5. GOFMANAITĖ, E.; KIBIRKŠTIS, E. Pakuočių medžiagų ekologiškumo aspektų tyrimas. *Konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas: Technologija, 2009, p. 322-326.
6. MACIJAUSKAITĖ, I. Pakuotė: gofrokartonas ir spauda. *Formatas*. Kaunas: Aušra, 2004, Nr. 7, p. 46-48.
7. ANDERSON, C.; Ernstsson, M.; Jarnstrom, L. Barrier properties and heat sealability/failure mechanisms of dispersion-coated paperboard. *Packaging Technology and Science*. 2002, 15, p. 209-224
8. STEPIEN, M.; CARRASCO, G.; SAARINEN, J.; TEISALAC, H.; TUOMINEN, M.; AROMAA, M.; HAAPANEN, J.; KUUSIPALO, J.; MAKELA, J.; TOIVAKKA, M. Wear resistance of nano particle coatings on paperboard. *Wear*. 2013, 307, p. 112.
9. KIRWAN, M.; *Handbook of Paper and Paperboard Packaging Technology*. Chichester : Wiley, 2013, p. 428. ISBN 9780470670668.
10. LIETUVOS SPAUSTUVININKŲ ASOCIACIJA. *2012 metų metinė veiklos ataskaita*. 2013
11. BIVAINIS, V. Kartono pakuočių konstrukcijų tyrimai. *Daktaro disertacija*. Kaunas: KTU, 2011, psl. 9.
12. Kartoninių dėžių gidas. *Supakuota.lt* [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.supakuota.lt/kartotiniu-deziu-gidas>
13. TWEDE, D.; SELKE, S. E. M. *Cartons, crates and corrugated board: handbook of paper and wood packaging technology*. Pennsylvania: DEStech Publications, 2005, p. 369. ISBN: 1932078428
14. KABELKAITĖ, A. Popieriaus ir kartono liejimo krypties ir medžiagos defektų įtakos savosioms virpesių modoms tyrimas. *Daktaro disertacija*. Kaunas: KTU, 2009.
15. MISHCHENKO, A.V. *Koloidinės chemijos paskaitų konspektas, chemijos - technologijos specialybės studentams*. Cherson: Chersono valstybinis technikos universitetas, 2003, 74-78psl.

16. Parametrai. *Porometer* [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://porometer.ru/porometers/>
17. Adhezija, Kohezija. *Science Graph* [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://lt.sciencegraph.net/wiki/Adhezija>
18. GIAMPIERI, A.; PEREGO, U.; BORSARI, R. A constitutive model for the mechanical response of the folding of creased paperboard. *International Journal of Solids and Structures*. 2011, T. 48, p. 2275-2287.
19. MENTRASTI, L.; CANNELDA, F.; PUPILLI, M.; S.DAI, J. Large bending behavior of creased paperboard. I. Experimental investigations. *International Journal of Solids and Structures*. 2013, T. 50, p. 3089–3096.
20. ČEPAITĖ, G.; DABKEVIČIUS, A. Eksploatacinių veiksnių įtaka pakuočių kartono mechaninėms charakteristikoms. *Konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas: Technologija, 2008, p. 243-249.
21. MILIŪNAS, V.; BIVAINIS, V.; KIBIRKŠTIS, E. Pakuočių mechaninių charakteristikų tyrimai. *Konferencijos pranešimų medžiaga*. Kaunas: Technologija, 2008, p. 253-257.
22. BELDIE, L.; SANDBERG, G.; SANDBERG, L. Paperboard Packages Exposed to Static Loads-finite Element Modelling and Experiments. *Packaging Technology And Science*. 2001, T. 14, p. 171-178.
23. BORGQVIST, E.; LINDSTROM, T.; TRYDING, J.; WALLIN, M.; RISTINMAA, M.; Distortional hardening plasticity model for paperboard. *International Journal of Solids and Structures*. 2014, T. 51, p. 2411-2423.
24. GURTOFF, E.; COHEN, E. Water and solvent based coating technology. *Multilayer Flexible Packaging – Technology and Applications for the Food*. Burlington : Elsevier Science, 2009, p. 163-189. ISBN 0815520220.
25. NISSIA, M.; PITKANENA, M.; SALOA, E.; KENTTA, E.; TANSKANENB, A.; SAJAVAARAC, T.; PUTKONENA, M.; SIEVANENA, J.; SNECKA, A.; RATTOA, M.; KARPPINENB M.; HARLINA, A. Antibacterial and barrier properties of oriented polymer films with ZnO. *Thin Solid Films*. 2014, T. 562, p. 331-337
26. TEISALA, H.; TUOMINEN, H.; KUUSIPALO, J. Superhydrophobic Coatings on Cellulose-Based Materials: Fabrication, Properties, and Applications. *Advanced Materials Interfaces*. Wiley 2014, T. 1.
27. Skysčių mechanika, Scribd [interaktyvus]. 2009, [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: http://www.scribd.com/doc/52698219/1-1-6-Skyschiu-mechanika-Fizika-KTU-2009#force_seo

28. SIDARAVICIUS, J. *Fizikiniai teoriniai informacijos registravimo ir spausdinimo procesų pagrindai*. Vilnius: Technika, 2005, p. 188
29. KIPHHAN, H. *Handbook of print media : technologies and production methods*. Berlin: Springer, 2001, p. 99. ISBN 978-3-540-67326-2
30. MACIJAUSKAITĖ, I. Spaudos kokybės kontrolė. *Formatas*. Kaunas : Aušra, 2004, Nr. 7, p. 28-29
31. Kas tai yra kontrolinės skalės, kam ir kodėl jos reikalingos. *Reco* [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.reco.lt/>
32. KLEBANSKAJA, N. Marketingo strategija. *Versli Lietuva* [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.verslilietuva.lt/uploads/old/files/files/PDF/SeminaruMedziaga/>
33. ISO 14001 sertifikavimas. *Bureau veritas lietuva*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: http://www.bureauveritas.lt/wps/wcm/connect/bv_lt/local/services+sheet/iso-14001-sertifikavimas
34. Darbuotojų sauga ir sveikata. *Socialinė saugos ir darbo ministerija*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.socmin.lt/lt/darbo-rinka-uzimtumas/darbuotoju-sauga-ir-sveikata.html>
35. Darbuotojų saugos ir sveikatos darbo organizavimas įmonėje. *Statyba jums*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.statybajums.lt/temos/darbo-gaisrine-sauga/darbuotoju-saugos-ir-sveikatos-darbo-organizavimas-imoneje>
36. Darbo aplinka, darbo higienos reikalavimai. *Statyba jums*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-10]. Prieiga per internetą: <http://www.statybajums.lt/temos/darbo-gaisrine-sauga/darbo-aplinka-darbo-higienosreikalavimai>
37. MARČIULAITIENĖ, M. *Darbuotojų sauga ir sveikata*. Vilnius: VKK, 2001
38. Board, paper, converters. *Warren*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://www.warrenboard.co.uk/stocksearch>
39. Ofsetinė spauda. *Polymark*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://manrolandshop.lv/lt/6-ofseta-druka>
40. Luxel T-6300CTP. *Fujifilm*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://www.fujifilm.eu/eu/products/graphic-systems/p/luxel-t-6300ctp/#specifications>
41. Lithrone - 28. *Used printing press*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://www.used-printing-press.com/komori-lithrone-28.html>
42. Dell OptiPlex 9030 AIO. *Fortakas*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://www.fortakas.lt/firminiai-stacionarus-kompiuteriai/dell/526131/dell-optiplex-9030>


43. Technical Details of the Easygluer 100. *Heidelberg*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: https://www.heidelberg.com/global/media/en/global_media/products_postpress_folding_carton_gluing/pdf_13/easygluer_100.pdf
44. Technical Data Varimatrix 105 C/CS. *Heidelberg*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: https://www.heidelberg.com/global/media/en/global_media/products_postpress_die_cutting/pdf_3/varimatrix_105_c_cs___technical_data.pdf
45. Schneider Senator Guillotines. *Schneider Senator*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: http://www.schneider-senator.com/S_productsSLine.html
46. Automatic Foil Stamping Machine TYM790. *Shanghai Yawa*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: http://yawamc.en.ec21.com/Automatic_Foil_Stamping_Machine_TYM790--4230594_4682001.html

PRIEDAS Nr. 1

Įmonėje naudojamų įrengimų pagrindinės charakteristikos pateikiamos 1 lentelėje.

1 lentelė.

Įmonės technologiniai įrengimai [40-46]

Eil. Nr.	Įrangos (mašinos) vaizdas	Įrangos pavadinimas / pagrindinės techninės charakteristikos	
1.		Luxel T-6300CTP, terminis CtP įrenginys;	
		Maksimalus formos dydis, mm	830 × 633
		Minimalus formos dydis, mm	324 × 370
		Skiriamoji geba, dpi	1200/2000/2400/ 2438/2540/4000
		Našumas (maksimalaus formato plokštės, 2,400 dpi), plokštės/val	21
		Darbinė temperatūra	23°C ± 2°C
		Darbinis drėgnumas	nuo 40 iki 70%
		Reikalinga galia, kW	4
2.		Kompiuteriai Dell OptiPlex 9030 AIO	
		Ekrano skersmuo	23"
		Operatyvioji atmintis	8 GB
		Procesorius	Intel Core i5-4590S
		Operacinė sistema	Windows 8.1
		Papildoma programinė įranga	CorelDRAW Graphics Suite X7 ir Adobe Illustrator CS6
		Reikalinga galia, kW	0,5
3.		KOMORI Lithrone 28, 5 sekcijų + lakavimas, ofsetinė spaudos mašina	
		Spalvų skaičius	5
		Maksimalus lapo dydis, mm	520 × 720
		Maksimalus spausdinimo plotas, mm	510 × 710
		Spaudos formos dydis, mm	600 × 730
		Maksimalus spausdinimo greitis, ats./h	15000
		Priėmimo stalo aukštis, mm	900
		Užkrovimo stalo aukštis, mm	900
		Reikalinga galia, kW	28
4.		SCHNEIDER SENATOR S-Line 137, pjovimo mašina	
		Pjovimo ilgis, mm	1370
		Peilio plotis, mm	12
		Maksimalus pakrovimo aukštis	170
		Greitis mm/s	300
		Prispaudimo slėgis, daN:	
		minimalus	200
maksimalus	4500		
Reikalinga galia, kW	7,5		

Įmonės technologiniai įrengimai

Eil. Nr.	Įrangos (mašinos) vaizdas	Įrangos pavadinimas / pagrindinės techninės charakteristikos	
5.		Varimatrix 105, pakuočių kirtimo mašina	
		Lapo formatas, mm: maksimalus minimalus	1050 × 750 300 × 350
		Spaudimo galia, t	300
		Popieriaus gramatūra, g/m ² : maksimali minimali	1400 80
		Maksimalus iškirtimo greitis, lapais/val:	7500
		Užkrovimo stalo aukštis, mm	1000
		Priėmimo stalo aukštis, mm	1000
		Reikalinga galia, kW	21,75
6.		YAWA TYM790, folijavimo, išpaudimo mašina	
		Lapo formatas, mm: maksimalus minimalus	790 × 560 310 × 210
		Popieriaus gramatūra, g/m ² : maksimali minimali	450 90
		Maksimalus greitis, lapais/val: išpaudimo folijavimo	4500 4000
		Reikalinga galia, kW	26
7.		Heidelberg Easygluer 100, pakuočių klijavimo mašina	
		Maksimalus greitis, m/min	iki 300
		Maksimalus pakuotės plotis, mm	700
		Popieriaus gramatūra, g/m ² : maksimali minimali	600 200
		Klijavimo zonų skaičius	iki 4
Reikalinga galia, kW	7		