

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

**Julius Grigaliūnas**

**PLASTIKINIŲ CELIULIOZĖS DIACETATO GAMINIŲ  
FORMAVIMO ĮMONĖ**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

dr. Paulius Pavelas Danilovas

**KAUNAS, 2017**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

**PLASTIKINIŲ CELIULIOZĖS DIACETATO GAMINIŲ**  
**FORMAVIMO ĮMONĖ**

Baigiamasis magistro darbas

**Chemijos inžinerija (kodas: 621H81004)**

**Vadovas**

Dr. Paulius Pavelas Danilovas

**Konsultantai:**

Statybinių sprendimų:

Lekt. dr. Odeta Viliūnienė

**Recenzentas**

Doc. dr. Ramunė Rutkaitė

Ekonominių skaičiavimų:

Doc. dr. Petras Oržekauskas

**Projektą atliko**

Julius Grigaliūnas

Aplinkosauginio vertinimo:

Doc. dr. Inga Stasiulaitienė

Darbuotojų saugos ir sveikatos:

Doc. dr. Dalia Nizevičienė

**KAUNAS, 2017**

# KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

## CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:

Cheminės technologijos fakulteto  
dekanas Prof. E.Valatka

Dekano isakymas Nr. ST18-F-02-1

2017 m. gegužės mėn. 02 d.

Suderinta:

Polimerų chemijos ir technologijos katedros  
vedėjas prof. habil. dr. Juozas Vidas Gražulevičius

2017 m. gegužės mėn. 02 d.

### Tiriamąo-taikomojo pobudžio

### MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui **Julii Grigaliūni**

1. Projekto tema: Plastikinių celiuliozės diacetato gaminių formavimo įmonė
2. Projekto tikslas: Ištirti skirtingais plastikiais plastifikuoto celiuliozės diacetato savybes bei suprojektuoti 6000 tonų metinės gamybos apimties celiuliozės diacetato gaminių formavimo įmonę.

Projekto uždaviniai:

- Suformuoti plastifikuoto celiuliozės diacetato kompozicijas ir ištirti jų takumą, termines ir mechanines savybes.
- Įvertinti celiuliozės diacetato pritaikymą maisto indelių gamybai.
- Sudaryti gaminių asortimentą ir parinkti technologinės linijos įrengimus.
- Apskaičiuoti gaminių kainas ir projektuojamos įmonės atsipirkimo laiką.

3. Projekto sudėtinės dalys: literatūros apžvalga, tiriamoji (eksperimentinė) dalis technologinė dalis, statybiniai sprendimai, finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai, aplinkosauginis vertinimas, darbuotojų sauga ir sveikata

4. Grafinė medžiaga: technologinė schema, statybos teritorijos planas, pastato planas, pastato pjūvis.

Užduoties išdavimo data 2017 m. vasario mėn. 01 d.

Užbaigto projekto pateikimo terminas 2017 m. birželio 01 d.

Vadovas: dr. Paulius Pavelas Danilovas

2017-02-01

Užduoti gavau: Julius Grigaliūnas

2017-02-01



## KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos fakultetas

(Fakultetas)

Julius Grigaliūnas

(Studento vardas, pavardė)

Chemijos inžinerija (621H81004)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Plastikinių celiuliozės diacetato gaminių formavimo įmonė“

### AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

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

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Juliaus Grigaliūno**, baigiamasis projektas tema „Plastikinių celiuliozės diacetato gaminių formavimo įmonė“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

\_\_\_\_\_  
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

Grigaliūnas, Julius. Plastikinių celiuliozės diacetato gaminių formavimo įmonė. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas dr. Paulius Pavelas Danilovas; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologiniai mokslai T000, Chemijos inžinerija 05T

Reikšminiai žodžiai: *bioplastikai, celiuliozės diacetatas, maisto pakuotės*

Kaunas, 2017. 71 p.

## SANTRAUKA

Naudojant skirtingus plastiklius, darbe suformuotos plastifikuoto celiuliozės diacetato kompozicijos ir ištirtos bei tarpusavyje palygintos jų terminės, mechaninės ir takumo savybės. Atlikti tyrimai parodė, jog geriausiomis mechaninėmis savybėmis ir didžiausiu takumu pasižymėjo celiuliozės diacetato ir triacetino kompozicijos. Kompozicijų mechaninės savybės yra panašios į plačiai vartojamo plastiko – polipropileno.

Suprojektuota bioskaidžių maisto pakavimui skirtų indelių gamybos įmonė. Technologinė įranga projektuota orientuojantis į plonasienių gaminių formavimą injekcinio liejimo būdu. Projektuojant technologinę liniją įvertinta, jog įmonė galėtų gaminti įvairaus dydžio ir formos indelius bei dangtelius. Suskaičiuoti pagrindiniai įmonės ekonominiai-finansiniai rodikliai, gaminių kainos ir atsipirkimo laikas. Įvertintas gamybos poveikis aplinkai bei apžvelgti darbuotojų saugos ir sveikatos klausimai.

Grigaliūnas, Julius. FACTORY FOR MANUFACTURING OF PLASTIC PRODUCTS FROM CELLULOSE DIACETATE. *Master's thesis in Chemical Engineering / supervisor dr. Paulius Pavelas Danilovas. The Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.*

Research area and field: Technology Sciences T000, Chemical Engineering 05T

Key words: *Bioplastics, Cellulose diacetate, food packaging*

Kaunas, 2017. 71 p.

## SUMMARY

In this project several plasticized cellulose diacetate compositions were formed using different plasticizers and their thermal, mechanical and melt flow properties were investigated. It was found that cellulose diacetate and triacetin compositions showed the best properties and it was concluded that it is the most viable choice for practical injection moulding applications. Mechanical properties of formed compositions were similar to other widely used plastic – polypropylene.

A manufacturing plant for biodegradable food packaging was designed. Technological equipment was chosen in accordance to the thin wall injection moulding technology. While designing the manufacturing plant, the ability to produce packaging of various sizes and forms was taken into account. The main economical and financial calculations were made in order to assess the price of biodegradable packaging products and to evaluate the time it takes until production becomes profitable.

# Turinys

Įvadas	1
1. Literatūros apžvalga	2
1.1 Bioplastikai	2
1.2 Maisto pakuotėms keliami reikalavimai	3
1.3 Reikalavimai priedams, esantiems maisto pakuotėse	3
1.4 Celiuliozė diacetato tinkamumas maisto pakuotėms, trūkumai ir privalumai	5
1.5 Naudotų plastiklių savybės, aktualumas	5
1.6 Pakuočių iš termoplastinio celiuliozės diacetato gamybos technologijos	6
1. Tiriamoji (eksperimentinė) dalis	8
1.1 Medžiagos ir metodai	8
2.1.1 Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicijų ruošimas	8
2.1.2 Termogravimetrinė analizė	9
2.1.3 Takumo nustatymas	9
2.1.5 Bandinių liejimas	9
2.1.6 Išlietų bandinių mechaninio tempimo bandymas	9
2.2 Tyrimų rezultatai	10
3. Inžinerinė dalis	16
3.1 Technologinė dalis	16
3.1.1 Gaminių asortimento pasirinkimas	16
3.1.2. Injekcinio liejimo įrenginių parinkimas	17
3.1.3. Produkcijos kiekio, žaliavų poreikio ir reikalingų įrengimų skaičiavimai	21
3.1.4. Žaliavų tiekimas	24
3.1.5 Liejimo formų ir injekcinio liejimo įrenginių aušinimas	26
3.1.6. Papildoma įranga	27
3.1.7. Technologinės schemos aiškinamasis raštas	28
3.2. Statybiniai sprendimai	30
3.2.1. Bendrieji duomenys	30

3.2.2. Architektūriniai, konstrukciniai ir inžineriniai projektiniai sprendimai	30
3.3 Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai	32
3.3.1. Pradiniai duomenys	32
3.3.2. Gamybinės savikainos skaičiavimas	34
3.3.3. Gaminių kainos ir pardavimo pajamų skaičiavimas	45
3.3.4. Finansinės ir investicinės sąnaudos	48
3.3.5. Investicijų efektyvumo vertinimas	50
3.4. Aplinkosauginis vertinimas	51
3.4.1. Duomenys apie naudojamą žaliavą	51
3.4.2. Energetiniai ištekliai	52
3.4.3. Fizikinė tarša	52
3.4.4. Atliekų tvarkymas	53
3.4.5. Nuotekų teršalų balansas	55
3.5. Darbuotojų sauga ir sveikata	56
3.5.1. Projektuojamo objekto charakteristika	56
3.5.2. Profesinės rizikos vertinimas	56
3.5.3. Saugi gamyba	59
3.5.4. Darbo higiena	59
3.5.4. Gaisrinė sauga	61
4. Išvados	64
5. Literatūros ir kitų informacinių šaltinių sąrašas	65
6. Priedai	67
7. Grafinė dalis	71



## Ivadas

Pastaruojamu metu sparčiai augant vartotojiškai kultūrai, pasaulyje sunaudojama vis daugiau plastiko gaminių, kurių didžiąją dalį sudaro įvairios pakuotės. Plastiką daugiausiai gaunamas iš naftos produktų ir gamtinių dujų. Šių žaliavų kainų pokyčiai daro didžiulę ekonominę įtaką plastikų rinkai, o jų ištekliai yra riboti. Atsižvelgiant į ekologiškumą, labai svarbų vaidmenį vaidina plastikų perdirbimas ir jų antrinis panaudojimas. Deja, plastikinės pakuotės yra sunkiai perdirbamos, nes dažniausiai yra užterštos maisto likučiais ir mikroorganizmais. Tai nepraktiškas ir ekonomiškai nenaudingas procesas, todėl nemaža dalis pakuočių kaupiasi sąvartynuose. Naujų bioplastikų kūrimas ir tyrimai vis dažniau akcentuojami kaip pagrindinis būdas šiai problemai spręsti.

Gaminant pakuotes injekcinio liejimo būdu, plastiką išlydomas plastifikavimo cilindre ir dideliu slėgiu spaudžiamas į liejimo formą, kurioje vėsta ir suformuoja pakuotę. Tokiu būdu gaminami įvairūs indeliai ir dangteliai maisto produktams. Šioje srityje plačiausiai naudojamas polipropilenas, pasižymintis geromis mechaninėmis ir reologinėmis savybėmis. Aplinkosauginiu požiūriu didžiausias šios žaliavos trūkumas – ilgas suirimo laikas.

Šiame darbe atliekami tyrimai su įvairiomis bioskaidžiomis celiuliozės diacetato ir plastikų kompozicijomis. Pagal gautus tyrimų rezultatus, pasirenkama kompozicija, kuri labiausiai tinka maisto indelių gamybai ir projektuojama gamybos įmonė.

**Projekto tikslas:** Ištirti skirtingais plastikiais plastifikuoto celiuliozės diacetato savybes bei suprojektuoti 6000 tonų metinės gamybos apimties celiuliozės diacetato gaminių formavimo įmonę.

### Projekto uždaviniai:

- Suformuoti plastifikuoto celiuliozės diacetato kompozicijas ir ištirti jų takumą, termines ir mechanines savybes.
- Įvertinti celiuliozės diacetato pritaikymą maisto indelių gamybai.
- Sudaryti gaminių asortimentą ir parinkti technologinės linijos įrengimus.
- Apskaičiuoti gaminių kainas ir projektuojamos įmonės atsipirkimo laiką.

# 1. Literatūros apžvalga

## 1.1 Bioplastikai

Kasmet pasaulyje suvartojama daugiau negu 200 milijonų tonų įvairių plastikų. Didžioji jų dalis gaunama iš naftos produktų ir gamtinių dujų. Šių žaliavų kainų pokyčiai daro didžiulę ekonominę įtaką plastikų rinkai ir jų ištekliai yra riboti. Ekologiniu požiūriu, taip pat svarbus yra plastikų perdirbimas ir antrinis panaudojimas. Dėl šių priežasčių, alternatyvių žaliavų tyrimai ir panaudojimas tampa vis aktualesni [1].

Viena iš alternatyvų – bioplastikai. Anot *European Bioplastics*, plastikas gali būti laikomas bioplastiku, jeigu jis tenkina bent vieną iš šių sąlygų [2]:

1. Medžiaga arba produktas yra pilnai arba dalinai pagamintas iš atsinaujinančių šaltinių, biomasės. Pavyzdžiui – krakmolas, celiulozė, bioetanolis.
2. Medžiaga arba produktas yra bioskaidus. Tai reiškia, kad mikroorganizmai, esantys aplinkoje, gali šias medžiagas suskaidyti iki vandens, anglies dioksido ir komposto.

Bioskaidumas priklauso nuo medžiagos cheminės struktūros sudėties, o ne nuo žaliavų kilmės. Tai reiškia, kad plastikai pagaminti iš naftos produktų gali būti bioskaidūs, o plastikai pagaminti iš biomasės gali šia savybe nepasižymėti. Tačiau, abi šios medžiagos – bioplastikai.

Pramonėje plačiausiai naudojami bioplastikai pagaminti iš atsinaujinančių šaltinių. Polietilenas, polipropilenas, polivinilchloridas, pagamintas iš bioetanolio, pasižymi tokiomis pačiomis savybėmis, kaip ir plastikai, pagaminti iš naftos produktų. Tai reiškia, kad tokių bioplastikų pritaikymo sritis yra plati ir gana paprastai integruojama į gamybą. Nors tikimybė, kad visa plastikų rinka pereis prie bioplastikų naudojimo yra maža, yra sričių kur bioplastikai – pranašesni. Maisto pakuočių gamyboje šiuo metu dominuoja PE, PET, PVC, PP, PS dėl savo didelio pasirinkimo sąlyginai mažomis kainomis ir geromis savybėmis (mechaninės, terminės savybės, pralaidumas vandeniui, anglies dioksidui, skaidrumas ir t.t.) [1], tačiau pakuotės, pagamintos iš šių medžiagų, yra sunkiai perdirbamos ir nėra bioskaidžios. Plastikinės pakuotės yra sunkiai perdirbamos, nes dažniausiai yra užterštos maisto likučiais ir mikroorganizmais. Tai nepraktiškas ir ekonomiškai nenaudingas procesas, todėl nemaža dalis pakuočių kaupiasi sąvartynuose. Šią problemą galima išspręsti maisto pakuočių gamyboje naudojant bioskaidžius plastikus.

## 1.2 Maisto pakuotėms keliami reikalavimai

*Europos parlamento ir tarybos reglamentas (EB) Nr. 1935/2004* nurodo bendruosius reikalavimus žaliavoms ir gaminiams, kurie yra skirti liestis su maisto produktais. Žaliavos ir gaminiai yra gaminami vadovaujantis gerosiomis gamybos praktikomis, kad juos naudojant įprastomis ar numanomomis sąlygomis, į maisto produktus neišsiskirtų tokie sudedamųjų medžiagų kiekiai, kurie galėtų [3]:

1. Kelti pavojų žmonių sveikatai
2. Nepriimtina pakeisti maisto sudėtį
3. Pabloginti jo organoleptines savybes

Be to, žaliavos ar gaminio ženklavimas, reklamavimas ir pateikimas neturi klaidinti vartotojų.

*Europos komisijos reglamentas (ES) Nr. 10/2011* nusako pagrindinius metodus, kuriais nustatomas medžiagos ar gaminio tinkamumas liestis su maistu. Taip pat, pateikti leistinų naudoti medžiagų sąrašai ir jiems taikomi apribojimai [4].

*Europos komisijos reglamentas (EB) Nr. 2023/2006* nustato skirtų liestis su maistu žaliavų ir gaminių, gerosios gamybos praktikos (GGP) taisyklės [5]. Gerosios gamybos praktika – tai kokybės užtikrinimo aspektai, kurių dėka medžiagos ir gaminiai yra gaminami nuosekliai, kontroliuojama jų atitiktis taikomiems reikalavimams ir jų numatomi naudojimo paskirčiai atitinkantiems kokybės standartams, jie nekelti pavojaus žmonių sveikatai ir nesukelia nepriimtinių maisto sudėties ar jo organoleptinių savybių pokyčių.

Aukščiau išvardintus reglamentus Lietuvoje apibendrina higienos norma *HN 16:2011* „Medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maistu, specialieji sveikatos saugos reikalavimai“.

## 1.3 Reikalavimai priedams, esantiems maisto pakuotėse

Bendru atveju, polimerai yra saugūs naudojimui maisto pakuotėse, nes tai didelės molekulinės masės makromolekulės, kurios sunkiai migruoja į maisto produktus. Didžiausią riziką maisto pakuotėms kelia mažos molekulinės masės medžiagos, esančios plastikuose. Tai gali būti monomero, tirpiklio likučiai, įvairios technologinės priemaišos ir priedai, polimero destrukcijos produktai ir t.t. Mažos molekulinės masės medžiagos lengviau migruoja į maisto produktus ir turėtų būti pašalinamos technologinio proceso metu.

Leistinus, migruojančių į maistą, cheminių medžiagų kiekius nustato higienos norma *HN 16:2011* [6]. Migracijos tyrimai atliekami atsižvelgiant į maisto produktą, kuris bus laikomas pakuotėje. Kadangi atlikti tyrimus su maisto produktais yra gana sudėtinga, naudojami modeliniai tirpalai.

**1.3.1 lentelė.** Modeliniai tirpalai migracijos tyrimams [6]

Maisto produkto rūšis	Modelinis tirpalas
Vandeningi maisto produktai (t. y. kurių pH > 4,5)	Analizės vanduo (distiliuotas vanduo ar atitinkamos kokybės vanduo)
Rūgštiniai maisto produktai (t. y. vandeningi maisto produktai, kurių pH < 4,5)	Acto rūgštis, 3 %
Alkoholio turintys maisto produktai	Etanolis, 10 % Etanolio koncentracija turi būti naudojama tokia, kokia yra maisto produkte, jei ne didesnė kaip 10 %
Sausi maisto produktai	Nėra

Kai kuriems maisto produktams tyrimai atliekami naudojant kelis modelinius tirpalus. Taip pat yra atsižvelgiama į gaminio naudojimo sąlygas: kokioje temperatūroje laikoma, kiek laiko maisto produktas laikomas, ar gaminyje skirtas naudoti mikrobangų krosnelėje, orkaitėje. Žemiau pateiktoje lentelėje nurodytų elementų bendroji migracija neturi viršyti 10 mg/dm<sup>2</sup>. Specifinė elementų migracija tiriama naudojant 3 % acto rūgšties tirpalą.

**1.3.2 lentelė.** Leistina specifinių elementų migracija į maisto produktus [6]

Eil. nr.	Pavadinimas	Leidžiamas kiekis mg/l, ne daugiau kaip
1	Aliuminis	0,5
2	Boras	0,5
3	Cinkas	5
4	Chromas	0,1
5	Geležis	0,3
6	Gyvsidabris	0,005
7	Kadmis	0,001
8	Nikelis	0,1
9	Švinas	0,03
10	Varis	1
11	Fluoras	1
12	Arsenas	0,05

## **1.4 Celiuliozė diacetato tinkamumas maisto pakuotėms, trūkumai ir privalumai**

Celiuliozės diacetatas (arba diacetilceliuliozė – DAC), vienas iš komerciškai svarbiausių celiuliozės darinių, yra bioskaidus plastikas. Jis gaminamas iš celiuliozės, ją veikiant ledine acto rūgštimi, acto rūgšties anhidridu ir katalizatoriais. Gautas reakcijos produktas iškrenta nuosėdomis ir yra tirpinamas acetone, filtruojamas. Didžioji dalis DAC sunaudojama tekstilės pramonėje ir cigarečių filtrų gamybai [7].

DAC pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis, atsparumu smūgiams, skaidrumu. Skylant DAC, išsiskiria acto rūgštis, kuri yra plačiai naudojama maisto pramonėje, todėl šio skilimo produkto patekimas į maistą, yra sąlyginai nekenksmingas. Vienintelė rizika – maisto skonio pokytis, tačiau tai priklauso nuo daugybės faktorių: pakuotės su maistu laikymo sąlygų, trukmės, maisto produkto sudėties.

Didžiausias šios medžiagos trūkumas - aukšta stiklėjimo temperatūra, dėl to, lyginant ją su įprastais plastikais, DAC sudėtingiau perdirbti. Stiklėjimo ir takumo temperatūros sumažinimas, naudojant įvairius plastiklius kaip priedus, leistų lengviau ir ekonomiškiau perdirbti DAC į gaminius. Šioje srityje yra atlikta nemažai bandymų ir tyrimų naudojant tradicinius plastiklius kaip ftalatai, glicerolio dariniai, fosfatai ir t.t. Deja, susidurta su nemažai problemų, kylančių dėl plastiklio migracijos ir jo kenksmingumo žmogaus sveikatai ir gamtai [7].

Atlikti DAC ir įvairių plastiklių kompozicijų terminės destrukcijos tyrimai rodo, kad didelę įtaką medžiagos mechaninėms savybėms daro temperatūra. Bandiniai, kurie buvo laikomi 32 paras 80 °C, susitraukė, tapo trapūs dėl plastiklio migracijos [8]. Atsižvelgus į tai, kad maisto produktai dažniausiai laikomi kambario temperatūroje, mažai tikėtina, kad pakuotė susidurs su ilgu terminiu poveikiu jos naudojimo metu.

Tačiau, verta atkreipti dėmesį į ultra violetinių spindulių poveikį pakuotėms, pagamintoms iš DAC. Tie patys bandiniai buvo veikiami 32 paras UVA, UVB ir UVC spinduliuotėmis. Bandiniai, paveikti UVA spinduliuotės nepakito, o paveikti UVB ir UVC spinduliuotės bandiniai pageltonavo ir skleidė acto kvapą [8]. Atsižvelgiant į tai, kad dienos šviesos UV spindulių spektrą sudaro apie 95 % UVA spinduliuotė, galime manyti, kad maisto pakuotės, pagamintos iš DAC, bus pakankamai atsparios dienos šviesos UV poveikiui per savo eksploataavimo laiką.

Įvertinus DAC savybes ir reikalavimus, keliamus maisto pakuotėms, ši žaliava galėtų būti pritaikyta maisto pakuočių gamyboje.

## **1.5 Naudotų plastiklių savybės, aktualumas**

Siekiant pagerinti DAC technologines savybes ir tuo pačiu nesukelti rizikos maisto produktams pakuotėse, tinkamo plastiklio parinkimas – vienas iš svarbiausių uždavinių.

Plastikliai yra mažos molekulinės masės medžiagos, galinčios lengviau migruoti iš pakuotės į maisto produktus. Dėl to, žmogaus sveikatai nepavojingi ir beskoniai, bekvapiai plastikliai yra patraukliausi šioje situacijoje. Žemiau aprašyti plastikliai, kurie buvo pasirinkti tyrimams atlikti. Du iš jų, triacetinas ir trietilcitratas, naudojami maisto pramonėje kaip priedai, tai didžiulis privalumas, kuris padėtų įtikinti maisto pakuotės pirkėjus dėl pakuotės saugumo.

Triacetinas – 1,2,3-triacetiloksiopropanas, dar žinomas kaip glicerino triacetatas. Gaunamas glicerolį veikiant acto rūgštimi, anhidridais. Tai bespalvis ir bekvapis klampus skystis, naudojamas kaip maisto priedas E1518, atliekantis humektanto funkciją. Triacetinas taip pat naudojamas kaip plastiklis vaistų pramonėje ir cigarečių filtrų gamyboje. Tai žmogaus sveikatai nekenksminga medžiaga, todėl jos panaudojimas maisto pakuočių gamyboje, nepažeidžia reikalavimų keliamų maisto pakuotėms [9].

Trietilcitratas – citrinų rūgšties esteris, naudojamas kaip maisto priedas E1505, atliekantis emulsiklio funkciją. Leidžiamas naudoti ir pripažintas saugiu Europos Sąjungoje, JAV, Australijoje [10].

2-acetilrietilcitratas – plastiklis, skirtas naudojimui su celiuliozės acetatu. JAV leistas naudoti maisto plėvelių gamyboje [11].

Dietilftalatas – bespalvis, turintis specifinį kvapą, plastiklis. Degdamas išskiria toksiškus garus. Skaidomas mikroorganizmų, tačiau kenksmingas jiems. Tai daugiausiai naudojamas DAC plastiklis, iš kurio ir DAC, gaminami akinių rėmeliai, meno skulptūros, foto juostelės [12].

## **1.6 Pakuočių iš termoplastinio celiuliozės diacetato gamybos technologijos**

Plastikinių maisto pakuočių gamybos technologijas galima suskirstyti į 3 grupes:

1. Pakuotės, pagamintos injekcinio liejimo būdu. Plastiką išlydomas plastifikavimo cilindre ir dideliu slėgiu spaudžiamas į liejimo formą, kurioje vėsta ir suformuoja pakuotę. Tokiu būdu gaminami įvairūs indeliai ir dangteliai maisto produktams. Šioje srityje plačiausiai naudojamas polipropilenas, pasižymintis geromis mechaninėmis ir technologinėmis savybėmis.
2. Plastikinių butelių išpučiamasis formavimas. Pusgaminiai, suformuoti injekcinio liejimo būdu, karštu oru ir mechaniniu poveikiu formuojami į butelius. Didžiausią rinkos dalį užima polietilentereftalatas, kuris pasižymi geromis mechaninėmis ir barjerinėmis savybėmis.
3. Plėvelių gamyba. Ekstruduotas plastikas išpučiamas oro srove į plonasienį cilindrą. Plėvelės daugiausiai gaminamos iš mažo ir didelio tankio polietileno bei polipropileno.

Visos šios technologijos yra tarpusavyje panašios, nes vienoje ar kitoje stadijoje naudojami ekstruderiai, plastifikavimo cilindrai. Teoriškai, plastifikuotas DAC, kaip ir bet kuris kitas termoplastikas, galėtų būti pritaikytas visose srityse. Šiame darbe nagrinėjamas plastifikuoto DAC pritaikymas injekcinio liejimo technologijoje, gaminant maisto pakuotes. Atlikti tyrimai eksperimentinėje dalyje parinkti taip, kad leistų tarpusavyje palyginti įvairius plastiklius ir jų įtaką plastifikuoto DAC savybėms.

# 1. Tiriamoji (eksperimentinė) dalis

## 1.1 Medžiagos ir metodai

Tiriamos diacetilceliuliozės (DAC) ir 4 plastiklių kompozicijos. Įvertinama plastiklių įtaką bandinių liejimo parametrams, takumui, terminėms ir mechaninėms savybėms. Ruošiamos 4 kompozicijos, kuriuose yra 70 % DAC ir 30 % plastiklio.

**Lentelė 2.1.1.** Tiriamų kompozicijų sudėtis

Kompozicijos Nr.	Sudėtis	
	70 %	30 %
1	DAC	Triacetinas
2	DAC	Trietilcitratas
3	DAC	2-acetiltriethylcitratas
4	DAC	dietilftalatas

Tyrimams naudotas Daicel firmos celiuliozės diacetatas, kuriame prijungtos acto rūgšties kiekis – 55,2 %. Naudotų plastiklių savybės pateikiamos 2.1.2. lentelėje.

**Lentelė 2.1.2.** Naudotų plastiklių savybės

Plastiklis	Tiekėjas	Grynumas, %	CAS numeris	Virimo temperatūra, °C	Molinė masė, g/mol	Tankis, g/cm <sup>3</sup>
Triacetinas	Sigma-Aldrich	99	102-76-1	259	218,2	1,158-1,162
Trietilcitratas		98	77-93-0	276,3	276,3	1,114
2-acetiltriethylcitratas		99	77-89-4	297	318,3	1,136
Dietilftalatas		99	84-66-2	295	222,2	1,12

### 2.1.1 Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicijų ruošimas

Plastifikuotas celiuliozės diacetatas gautas iš pradžių paruošiant celiuliozės diacetato acetoninį tirpalą su plastikliu, tuomet išliejus plėveles ir pašalinus iš jų acetoną. DAC koncentracija plėvelių liejimo tirpale siekė 18 %. DAC tirpalų ruošimui naudota mechaninė maišyklė EURO-ST PCV. Maišymui naudotas klampių skysčių maišiklis, maišymo trukmė 1-1,5 h, maišiklio sukimosi greitis 150-250 aps/min.

Iš paruoštų DAC tirpalų liejamos plėvelės. Pilama 18 g tirpalo į plastikines 80 mm skersmens formeles. Išlietos plėvelės laikomos traukos spintoje kol nugaruoja didžioji dalis acetono, po to kaitinama 60 °C temperatūroje 2 val., taip pašalinant iš plėvelių likutinį acetono kiekį. Plėvelės sukarpomos į 5x5 mm dydžio gabaliukus ir taip paruoštos plastifikuotos



celiuliozės diacetato kompozicijos iki tolimesnių tyrimų laikomos eksikatoriuje ne trumpiau, nei 5 paras.

### **2.1.2 Termogravimetrinė analizė**

Lakių komponentų kiekiui ir kompozicijos destrukcijos temperatūros, nustatymui atliekama termogravimetrinė analizė, naudojant PERKIN ELMER TGA 4000 įrangą. 10 mg bandinys kaitinamas nuo 20 °C iki 600 °C azoto aplinkoje (20 ml/min), 10 °C/min greičiu..

### **2.1.3 Takumo nustatymas**

Termoplastinio DAC takumui nustatyti naudojamas ZWICK ROELL C flow plastomatis. Visų DAC ir plastiklių kompozicijų takumai matuojami vienodomis sąlygomis (esant 185 °C temperatūrai ir 5 kg apkrovai). Galvutės vidinis skersmuo – 2,095 ± 0,005 mm , ilgis – 8,000 ± 0,025 mm. Tyrimo eigą ir skaičiavimo metodiką aprašo *EN ISO 1133:1999 standartas*.

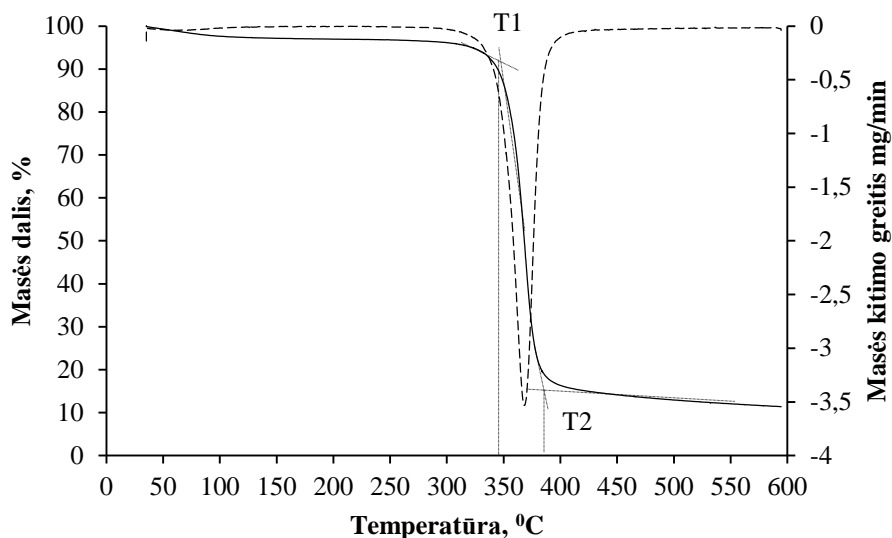
### **2.1.5 Bandinių liejimas**

Bandiniai liejami naudojant injekcinio liejimo įrangą HAAKE™ MiniJet Pro. 2.1.1 skyrelyje paruoštos kompozicijos (~8 g) dedama į kaitinimo cilindrą. Mišinys suslegiamas rankiniu būdu naudojant įrengimo stumoklį. Palaukiama, kol nusistovės kaitinimo cilindro temperatūra ir vykdoma injekcija į liejimo formą. Liejimo formos temperatūra – 50 °C. Injekcijos laikas – 10 s. Formavimo metu naudota kaitinimo cilindro temperatūra 175 – 225 °C, o injekcijos ir išlaikymo slėgiai 350 – 850 bar. Suformuoti 1 mm storio, 60 mm ilgio 10 mm pločio bandiniai.

### **2.1.6 Išlietų bandinių mechaninio tempimo bandymas**

Išlieti bandiniai prieš bandymus kondicionuoti 5 dienas 23 °C temperatūroje ir 63 % drėgmėje. Išlietų bandinių mechaninės savybės tiriamos atliekant tempimo bandymus, naudojant ZWICK ROELL tempimo mašiną. Iš gautų tempimo kreivių randamos kompozicijų tampros modulio ir trūkstamojo stiprio tempiant vertės.

## 2.2 Tyrimų rezultatai



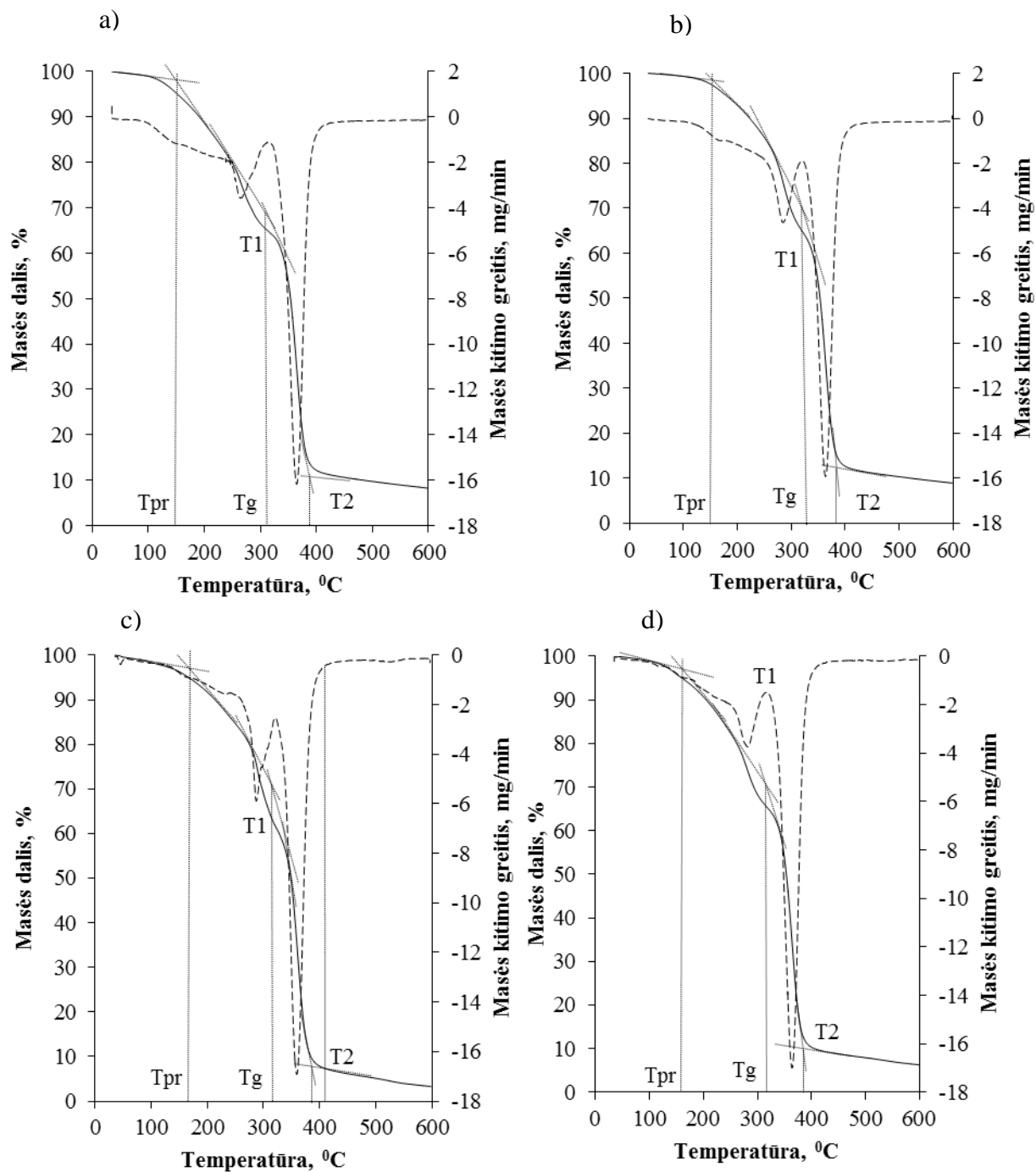
**2.2.1 pav.** DAC terminė kreivė. Išžybinė kreivė žymi masės dalis, brūkšniuota – išvestinė.

2.2.1 paveiksle pateikta neplastifikuoto celiuliozės diacetato termograma. Šioje termogramoje aiškiai matyti terminis virsmas 347 – 380 °C intervale (T1 – T2), priskiriamas terminiai celiuliozės diacetato destrukcijai. Intensyviausias DAC skilimas fiksuojamas 371 °C temperatūroje.

Skirtingais plastikliais plastifikuoto celiuliozės diacetato kompozicijų termogramos pateiktos 2.2.2 paveiksle. Šiose termogramose aiškiai išreikšti keli terminiai virsmai. Pirmasis terminis virsmas  $T_{pr} - T_g$  parodo plastiklio išsiskyrimą. Antroji pakopa parodo paties DAC terminį skilimą. Siekiant tarpusavyje palyginti skirtingais plastikliais plastifikuoto DAC kompozicijų terminį stabilumą, naudojami atskaitos taškai nustatyti liestinių metodu.

1.  $T_{pr}$  – plastiklio pasiūalinimo intervalo pradžio taškas.
2.  $T_g$  – plastiklio pasiūalinimo pabaigos taškas.

Masės nuostoliai dėl išsiskyrusių lakių medžiagų apskaičiuojami intervale nuo bandymo pradžios iki  $T_g$ . Plastiklio pasiūalinimo intervalas,  $T_{pr} - T_g$ . DAC skilimo intervalas  $T_1 - T_2$ . Taip pat fiksuojama temperatūra, kurioje greičiausiai pasiūalina plastiklis ir skyla DAC.



**2.2.2 pav.** DAC ir plastiklių kompozicijų termogramos: a) DAC ir triacetino kompozicija, b) DAC ir trietilcitrato kompozicija, c) DAC ir 2-acetiltriethylcitrato kompozicija, d) DAC ir dietilftalato kompozicija

Iš termogramų rastos charakteringosios bandinių terminių virsmų temperatūros pateiktos 2.2.1 lentelėje.

### 2.2.1. lentelė. Termogravimetrinės analizės tyrimų rezultatai

Bandinys	Masės nuostolis dėl išsiskyrusių lakių komponentų, %	Plastiklio išsiskyrimo intervalas ( $T_{pr} - T_g$ )	Temperatūra, kurioje intensyviausiai skiriasi plastiklis, $^{\circ}C$	DAC skilimo intervalas ( $T_1 - T_2$ )	Temperatūra, kurioje intensyviausiai skyla DAC, $^{\circ}C$	Masės likutis termogramos užrašymo pabaigoje
DAC	5	-	-	347-380	370	11,4
DAC+triacetinas	30,2	152-312	265	330-382	365	8,2
DAC+trietilcitratas	30,1	161-323	280	333-385	364	8,9
DAC+2-acetiltrietilcitratas	31,3	171-318	288	329-380	361	3,3
DAC+dietilftalatas	30,5	172-320	286	320-381	364	6,3

Iš gautų termogravimetrinės analizės rezultatų matyti, jog plastikliai pasišalino iš plastifikuoto DAC kompozicijų 152 – 323  $^{\circ}C$  temperatūroje. Plastiklio triacetino migracija iš kompozicijos prasideda žemiausioje, 152  $^{\circ}C$  temperatūroje. Tai sietina su mažesne, lyginant su kitų plastiklių, triacetino virimo temperatūra. Dietilftalato ir 2-acetiltrietilcitrato virimo temperatūros didžiausios iš visų tirtų plastiklių, todėl ir jais plastifikuoto DAC kompozicijos yra termiškai stabiliausios. Celiuliozės diacetato destrukcija vyksta išgaravus plastikliams, todėl didelių pokyčių, tarp celiuliozės diacetato terminės destrukcijos temperatūrų, lyginant neplastifikuoto DAC ir plastifikuoto DAC terminės destrukcijos intervalus ir intensyviausio skilimo taškus, nepastebėta.

Perdirbant DAC ir plastiklių kompozicijas, plastiklio išsiskyrimas yra neigiamas reiškinys, nes nuo plastiklio kiekio priklauso kompozicijos reologinės ir mechaninės savybės. Nors įvertinus termogravimetrinės analizės rezultatus, galima teigti, kad atspariausios plastiklio išsiskyrimui dėl terminio poveiko yra DAC ir 2-acetiltrietilcitrato bei DAC ir dietilftalato kompozicijos, termogravimetrinės analizės bandymas neimituoja realių perdirbimo procesų, nes bandinys veikiamas tik jį kaitinant. Realiuose procesuose medžiaga patiria ne tik terminį poveikį, ją taip pat veikia didelės šlyties jėgos ir slėgis.

Atlikus terminių savybių tyrimus, buvo iširtos kompozicijų takumo savybės. Kompozicijų masinio takumo rodikliai nurodyti 2.2.2 lentelėje. Matyti, jog triacetinu plastifikuoto DAC masinio takumo rodiklis yra didžiausias ir siekia 7,9 g/10min. Kitais plastikliais plastifikuoto DAC kompozicijų masinio takumo rodiklis yra 4,1 – 4,7 g/10 min ribose. Remiantis šiais duomenimis, atrinktos optimalios sąlygos, siekiant injekcinio liejimo būdu iš plastifikuoto DAC

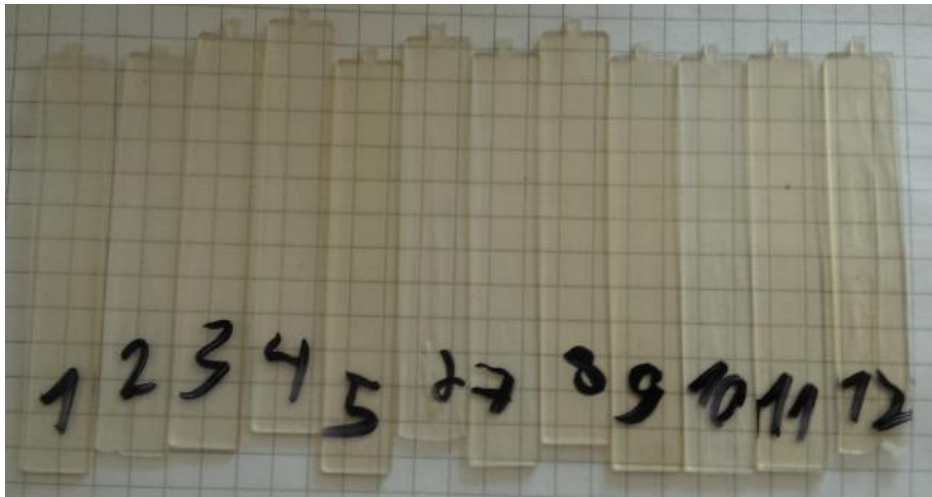
kompozicijų suformuoti 1 mm storio, 60 mm ilgio ir 10 mm pločio plastikinius bandinius. Tinkami bandinių liejimo parametrai ir nustatytos jų mechaninės charakteristikos pateiktos lentelėse, esančiose prieduose. Analizuojant duomenis pastebėta tendencija, jog bandinių mechaninės savybės prastėja didėjant liejimo temperatūrai ir injekcijos slėgiui. Po išliejimo bandiniai kondicionuoti klimatinėje kameroje 5 dienas. Pastebimas bandinių masės prieaugis po kondicionavimo visais atvejais neviršijo 2 %. Šis masės padidėjimas priskiriamas iš oro absorbuotam vandens kiekiui, tai rodo plastikinių bandinių hidrofiliškumą.

Tyrimų metu vizualiai pastebėtas neigiamas didesnės liejimo temperatūros ir slėgio efektas bandiniams. Bandiniai išlieti griežtesnėmis sąlygomis pageltonuodavo, buvo matomi skirtumai tarp vienas po kito liejamų bandinių. Bandinių mechaninės charakteristikos pateiktos 2.2.2. lentelėje. Iš pateiktų duomenų matyti bendra tendencija, jog bandinius liejant didesnėje temperatūroje, gaunami prastesnių mechaninių charakteristikų bandiniai. 2.2.3. paveiksle matomi iš DAC ir 2-acetilrietilcitrato kompozicijos 225 °C temperatūroje išlieti bandiniai. Bandiniai Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8 ir Nr. 9, išlieti vienas po kito 2 min laiko intervalais. Matyti, jog dėl didelės liejimo 225 °C temperatūros ir ilgesnės, nei 4 min kompozicijos išbuvimo šioje temperatūroje trukmės gauti vizualinių defektų turintys bandiniai. Matyti, aukštoje temperatūroje vyksta junginių destrukcijos reakcijos, dėl ko gaunami gelsvą atspalvį turintys bandiniai.



**2.2.3. pav.** Bandinių, išlietų iš DAC ir 2-acetilrietilcitrato kompozicijos 225 °C temperatūroje skirtingais laiko intervalais: po 2, 4, 6 ir 8 min.

Mažiausiai vizualinių defektų pastebėta bandiniuose su DAC ir triacetino kompozicija. Bandiniai išlieti griežtesnėmis sąlygomis mažai skyrėsi nuo kitų bandinių. Bandiniai išlieti iš to pačio cilindro užkrovimo Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8 ir Nr. 9 vienas nuo kito skyrėsi nežymiai.



2.2.4. pav. Bandiniai, išlieti iš DAC ir triacetino kompozicijos

2.2.2. lentelė. Visų atliktų tyrimų apibendrintų rezultatų suvestinė

Kompozicija	Plastiklio išsiskyrimo intervalas	Temperatūra, kurioje intensyviausiai skiriasi plastiklis	Takumas	Liejimo temperatūra	Liejimo slėgiai	Tampros modulis	Trūkstamasis stipris
	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	g/10min	$^{\circ}\text{C}$	bar	$\text{N}/\text{mm}^2$	Mpa
DAC+triacetinas	152-312	265	7,9±0,1	175	600-550	1056±63	37±5
				180	500	1058	39
				185	500-450	971±13	41±6
				190	550-400	933±25	37±3
				195	500-400	896±46	34±3
DAC+trietilcitratas	161-318	280	4,7±0,2	190	800-750	1023±121	37±3
				195	750-700	933±37	35±3
DAC+2-acetilrietitcitratas	171-316	288	4,1±0,4	220	850-800	938±56	35±5
				225	850-650	908±50	32±6
DAC+dietilftalatas	172-315	286	4,3±0,2	190	850-800	950±11	49±3
				195	800-750	954±34	36±2
				200	850-700	965±10	43±5

Apibendrinti visų atliktų tyrimų rezultatai pateikti 2.2.2 lentelėje. DAC ir triacetino kompozicijos takumas buvo beveik 2 kartus didesnis negu kitų kompozicijų, todėl iš šios kompozicijos lengviausiai formuosis gaminiai, iškils mažiau technologinių problemų, proceso parametrai (liejimo slėgis ir temperatūra) gali būti mažesni. Pastarąjį teiginį patvirtina bandinių liejimo parametrai. Taip pat, bandiniai išlieti iš šios kompozicijos pasižymėjo geriausiomis

mechaninėmis savybėmis ir buvo skaidrūs, turėjo mažiausiai vizualinių defektų. Atsižvelgiant į tyrimų duomenis tolesniam projektavimui pasirenkama DAC ir triacetino kompozicija.

Darbe buvo palygintos triacetinu plastifikuoto DAC kompozicijos charakteristikos su plačiai vartojamo termoplastiko polipropileno savybėmis (žr. 2.2.3. lentelę). Lyginant lentelėje pateiktus duomenis, galime spręsti, jog iš šių medžiagų galima suformuoti panašių mechaninių savybių gaminius. Celiuliozės diacetato ir triacetino kompozicija pasižymi didesniu trūkstamoju stipriu, o polipropilenas – didesniu tampros moduliu. Didžiausias plastifikuoto celiuliozės diacetato trūkumas – sąlyginai nedidelis takumas.

**2.2.3. lentelė.** Polipropileno ir celiuliozės diacetato plastifikuoto triacetinų mechaninių savybių ir takumo palyginimas

Savybė	Polipropilenas	Celiuliozės diacetato ir triacetino kompozicija
Tampros modulis, N/mm <sup>2</sup>	1500-2000	1058
Trūkstamasis stipris, MPa	28 – 36	33 – 41
Trūkstamasis pailgėjimas, %	2 – 50	6,91 – 7,01
Takumas, g/10min	23	7,9±0,1

Lyginant lentelėje pateiktus duomenis, galime spręsti jog iš šių medžiagų galima suformuoti panašių mechaninių savybių gaminius. Abi medžiagos yra skaidrios. Celiuliozės diacetato ir triacetino kompozicija pasižymi didesniu trūkstamoju stipriu, o polipropilenas – didesniu tampros moduliu. Didžiausias plastifikuoto celiuliozės diacetato trūkumas – sąlyginai nedidelis takumas.

### **3. Inžinerinė dalis**

Šioje dalyje projektuojama įmonė, gaminanti plastikinius indelius iš DAC ir triacetino (toliau – plastifikuotas DAC) injekcinio liejimo būdu. Sudaromas gaminių asortimentas ir parenkami technologiniai įrenginiai, skaičiuojamas žaliavų poreikis bei reikalingų įrengimų skaičius užduotam našumui pasiekti. Nagrinėjamas technologinės linijos išdėstymas ir statybiniai sprendimai. Prognozuojami pagrindiniai įmonės ekonominiai rodikliai, skaičiuojamos gaminių kainos ir projekto atsipirkimo laikas. Atliekamas aplinkosauginis įmonės veiklos vertinimas, aptariamai darbuotojų saugos ir sveikatos klausimai.

#### **3.1 Technologinė dalis**

##### **3.1.1 Gaminių asortimento pasirinkimas**

Gaminių ir jų liejimo formų projektavimas – vienas iš svarbiausių etapų injekcinio liejimo technologijoje. Nuo gaminio formos priklauso jo eksploatacinės savybės, savikaina ir liejimo proceso parametrai. Projektuotojai siekia, kad gaminys atitiktų jam keliamus reikalavimus ir būtų kuo optimaliau gaminamas (trumpesnis gamybos ciklas, mažesnės liejimo proceso temperatūros ir slėgiai, mažiau brokuotų gaminių). Visais atvejais ieškoma kompromiso tarp gaminio formos ir liejimo proceso parametrų.

Projektavimui naudojamas kompiuterinis modeliavimas. Sukuriamas gaminys ir simuliuojamas jo liejimas, aušinimas, tekėjimas liejimo formoje. Galima numatyti, kokie proceso parametrai būtų optimaliausi ir tokiu būdu, dar prieš gaminant liejimo formą, užkirsti kelią daugeliui problemų. Pavyzdžiui, atlikus plonasienio indelio liejimo simuliaciją, gali paaiškėti, kad nepakanka liejimo įrengimo sukuriama injekcijos slėgio. Šiuo atveju, galimi keli sprendimo variantai: pastorinti gaminio sienelės, padidinti lydalo temperatūrą, padidinti liejimo formos temperatūrą, bandyti išlieti naudojant galingesnį įrengimą. Visi šie sprendimo variantai turės skirtingą įtaką gamybos procesui ir kaštams. Dėl šių priežasčių, optimalus gaminių ir liejimo formų projektavimas – sudėtingas ir kompleksinis uždavinys, reikalaujantis daug žinių ir patirties iš projektuotojo. Dažniausiai, tokia veikla užsiima specializuotos įmonės.

Modeliuojant naudojama įvairi programinė įranga, kuri yra pasirenkama atsižvelgiant į modeliavimo tikslus. Visais atvejais modeliavimo rezultatams didelę įtaką turi nustatytos medžiagos savybės. Modeliavimui atlikti, reikia visos eilės medžiagos savybių: mechaninių, terminų, reologinių. Tik turint patikimus savybių matavimo rezultatus, galime modeliuojant numatyti gamybos technologinius ir ekonominius ypatumus.

Siekiant sėkmingo produkto realizavimo rinkoje, daroma prielaida, kad gaminami plastikiniai indeliai turėtų būti plonasieniai, įvairių dydžių, panašios formos į rinkoje esančius



polipropileninius indelius. Sudaryta gaminių lentelė, leis numatyti kiek ir kokių įrengimų reikės gamybai. Indelių ir dangtelių svorių ribos parinktos pagal rinkoje esančius polipropileninius indelius.

### 3.1.1.1. lentelė. Gaminių asortimentas

Gaminių grupė	Tūris, ml	Indelio masė, g	Dangtelio masė, g	Produkcijos dalis
Maži indeliai	50 – 250	6 – 13	3 – 5	1/3
Vidutinio dydžio indeliai	250 – 750	13 – 24	6 – 10	1/3
Dideli indeliai	750 – 1500	30 – 55	10 – 15	1/3

### 3.1.2. Injekcinio liejimo įrenginių parinkimas

Mažėjant sienelės storiui trumpėja gaminio aušinimo laikas ir mažėja sunaudojamos medžiagos kiekis, bet reikalingas didelis injekcijos slėgis. Įrengimai dažniausiai dirba visą parą ir atlieką žymiai daugiau mechaninių judesių, negu įrengimai, liejantis įprastus storasienius gaminius. Dėl šių priežasčių, liejant plonasienius gaminius, naudojami specializuoti injekcinio liejimo įrengimai, kurių konstrukcija tvirtesnė, hidraulinės sistemos siurbliai galingesni. Be to, reikalinga tiksli kompiuterinė valdymo sistema bei hidraulinio slėgio akumulatoriai. Įrengimai parenkami iš Sumitomo Shi DEMAG EL-EXIS SP katalogo [14]. Ši įrengimų grupė projektuota būtent plonasienių plastikinių pakuočių gamybai, o pati įmonė turi sukaupusi didžiulę patirtį injekcinio liejimo sektoriuje.

Konkretūs įrengimų modeliai parenkami atsižvelgiant į šiuos parametrus:

1. Injekcijos cilindro tūris.
2. Išvystomas maksimalus injekcijos slėgis.

Siekiant nustatyti reikalingą injekcijos cilindro tūrį, skaičiuojama injekcijos masė pagal formulę:

$$m_i = m_g \cdot n \quad (3.1.2.1.)$$

Čia:  $m_i$  – injekcijos masė g,

$m_g$  – gaminio masė g,

$n$  – liejamų gaminių skaičius

Lentelėje 3.1.2.1. pateikti skaičiavimų rezultatai, kuomet naudojamos formos, leidžiančios lieti 4 gaminius vienu metu.

### 3.1.2.1. lentelė. Apskaičiuotos injekcijos masės

Injekcijos masė, g				
Gamininių grupės	Indeliai		Dangteliai	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Maži indeliai	24	52	12	20
Vidutinio dydžio indeliai	52	96	24	40
Dideli indeliai	120	220	40	60

Injekcijos lydalo tūris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$v_i = \frac{m_i}{k_i} \quad (3.1.2.2.)$$

Čia:

$m_i$  – injekcijos masė g

$k_i$  – lydalo pataisos koeficientas g/ml, įvertinantis lydalo tankį ir plastifikavimo sraigto grįžtamojo vožtuvo charakteristikas. Šio koeficiento reikšmė, šiems įrengimams, yra nuo 0,73 iki 1,15, priklausomai nuo medžiagos. Skaičiavimams priimama  $k_i$  koeficiento reikšmė – 0,7, taip siekiant įvertinti maksimalų tūrį, kurį galėtų užimti plastifikuotas DAC.

Lentelėje 3.1.2.2. pateikti injekcijos lydalo tūrio skaičiavimų rezultatai

### 3.1.2.2. lentelė. Apskaičiuoti injekcijos tūriai

Injekcijos tūris, ml				
Gamininių grupės	Indeliai		Dangteliai	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Maži indeliai	34,29	74,29	17,14	28,57
Vidutinio dydžio indeliai	74,29	137,14	34,29	57,14
Dideli indeliai	171,43	314,29	57,14	85,71

Reikalingas injekcijos cilindro tūris apskaičiuojamas priimant, kad injekcijos lydalo tūris užima 50 % viso injekcijos cilindro tūrio. Tai optimali reikšmė, nes injekcijos cilindro tūris susijęs su plastifikavimo cilindro tūriu. Didėjant injekcijos cilindro tūriui, didėja ir plastifikavimo cilindro tūris, dėl to liejant mažai užpildytu cilindru, didėja termomechaninis poveikis medžiagai, o liejant su pilnai užpildytu cilindru gali neužtekti plastifikavimo cilindro našumo minimaliam gamybos ciklo laikui pasiekti.

Reikalingas injekcijos cilindro tūris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$v_{ir} = \frac{(v_{min} + v_{max}) \cdot 100}{2 \cdot p} \quad (3.1.2.3.)$$

Čia:

$v_{min}$  – minimalus injekcijos lydalo tūris ml,

$v_{maks}$  – maksimalus injekcijos lydalo tūris ml,

$p$  – injekcijos cilindro užildymas pagal tūrį, %

**3.1.2.3. lentelė.** Apskaičiuoti reikalingi injekcijos cilindro tūriai

Reikalingas injekcijos cilindro tūris, ml		
Gamininių grupės	Indeliai	Dangteliai
Maži indeliai	108,57	45,71
Vidutinio dydžio indeliai	211,43	91,43
Dideli indeliai	485,71	142,86

Iš 3.1.2.3. lentelės duomenų matome, jog dangtelių liejimui reikalingi įrengimai su mažesniu injekcijos cilindro tūriu. Siekiant gamybos lankstumo, būtų naudinga, jog tie patys įrengimai galėtų optimaliai lieti ir indelius ir dangtelius, dėl to padidinamas liejamų dangtelių skaičius iki 8. Perskaičiuoti duomenys pateikti 3.1.2.4. lentelėje.

**3.1.2.4. lentelė.** Perskaičiuoti reikalingi injekcijos cilindro tūriai.

Reikalingas injekcijos cilindro tūris, ml		
Gamininių grupės	Indeliai	Dangteliai
Maži indeliai	108,57	91,43
Vidutinio dydžio indeliai	211,43	182,86
Dideli indeliai	485,71	285,71

Pagrindiniai injekcinio liejimo įrengimų parametrai ir kiekis pateikti 3.1.2.5. lentelėje.

**3.1.2.5. lentelė.** Pagrindinės injekcinio liejimo įrengimų charakteristikos [14]

Parametras	Mat. Vnt.	Komentaras	EI-Exis SP 150/500-475	EI-Exis SP 200/560-675	EI-Exis SP 300/720-1600
Maksimalus injekcijos cilindro tūris	cm <sup>3</sup>		177	255	530
Maksimalus injekcijos slėgis	bar		2423	2418	2426
Maksimalus injekcijos greitis	cm <sup>3</sup> /s		962	1257	1963
Sraigto diametras	mm		35	40	50
L/D		Sraigto ilgio ir skersmens santykis, standartiniams sraigtams - 25	25	25	25
Sraigto geometrija		Padidinto maišymo ir šlyties zonos	Spec.	Spec.	Spec.

### 3.1.2.5. lentelės tęsinys.

Maksimali darbinė temperatūra	°C	Plastifikavimo cilindro	400	400	400
Kaitinimo zonų skaičius	Vnt.	Didesnis kaitinimo zonų/elementų skaičius užtikrina tolygesni medžiagos lydimą plastifikavimo cilindre ir griežtesnę temperatūros kontrolę. Standartiniuose įrengimuose naudojamos 4-5 zonos.	6	6	6
Maksimali liejimo formos užspaudimo jėga	kN	Parametras reikalingas formų projektuotojams	1500	2000	3000
Atstumas tarp liejimo formos tvirtinimo plokščių	mm	Parametras reikalingas formų projektuotojams	1060	1235	1445
Alyvos rezervuaro talpa	l		400	400	550
Darbinė alyvos temperatūra	°C		50	50	50
Siurblio galia	kW	Hidraulinės sistemos siurblys	18,5	18,5	30
Sraigto elektros variklio galia	kW		26,4	35,8	57,9
Liejimo formos judėjimo mechanizmų bendra galia	kW		22	32,4	47
Bendra kaitinimo elementų galia	kW		13,6	14,6	23
Bendra galia	kW		80,5	101,3	157,9
Sauso ciklo laikas	s- mm	Nustatomas pagal EUROMAP 6 standartą. Parodo laiką per kurį liejimo forma pilnai uždaroma/atidaroma ir atstumą, kuris buvo naudojimas matavimams. Šis parametras leidžia įvertinti liejimo formos judėjimo mechanizmų greitį.	1,0- 350	1,15- 392	1,35- 504
Masė	kg	be alyvos	7665	9713	16832
Matmenys	mm	Ilgis	5,96	6,61	8,12
		Plotis	1,66	1,76	2,01
		Aukštis	2,17	2,28	2,57

### 3.1.3. Produkcijos kiekio, žaliavų poreikio ir reikalingų įrengimų skaičiavimai

Šiame skyriuje skaičiuojami produkcijos kiekiai kiekvienai gaminių grupei, žaliavų poreikis, masės balansas. Gauti duomenys naudojami ekonominiams skaičiavimams, injekcinio liejimo įrengimų skaičiui parinkti ir kitų technologinės linijos įrengimų parinkimui.

Skaičiuojant produkcijos kiekius priimama, kad nesusidaro broko, o ciklo laikas yra lygus 6 sekundėms. Neįvertinami įrengimų sustojimai dėl liejimo formų keitimo, proceso parametru derinimo, techninių profilaktikų. Tada skaičiavimų rezultatai parodys maksimalius pagaminamos produkcijos kiekius. Kadangi naudojamos liejimos formos gebančios lieti 4 indelius arba 8 dangtelius, lentelėje 3.1.3.1. paskirstomas gamybos laikas įrengimams.

#### 3.1.3.1. lentelė. Paskirstytas gamybos laikas ir pagaminamos produkcijos metinis kiekis

Gaminiai	Maži indeliai	Maži dangteliai	Vid. Dydžio indeliai	Vid. Dydžio dangteliai	Dideli indeliai	Dideli dangteliai
Įrenginys	El-Exis SP 150/500-475		El-Exis SP 200/560-675		El-Exis SP 300/720-1600	
Gamybos laiko pasiskirstymas	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3
Išlietų gaminių skaičius per metus, vnt	14016000	14016000	14016000	14016000	14016000	14016000

Pagal 3.1.3.1. ir 3.1.1.1. lentelės apskaičiuojamas metinis žaliavos poreikis gaminiams, naudojant trijų rūšių parinktus injekcinio liejimo įrengimus.

#### 3.1.3.2. lentelė. Metinis žaliavos poreikis

Gaminiai	Žaliavos poreikis, t		
	Min.	Maks.	Vid.
Maži indeliai	84,10	182,21	133,15
Maži dangteliai	42,05	70,08	56,06
Vid. dydžio indeliai	182,21	336,38	259,30
Vid. dydžio dangteliai	84,10	140,16	112,13
Dideli indeliai	420,48	770,88	595,68
Dideli dangteliai	140,16	210,24	175,20
Suma	953,09	1709,95	1331,52

Kadangi liejamas gaminių skaičius yra vienodas, skaičiuojant reikalingą įrengimų skaičių, naudojama vidutinė metinė žaliavos poreikio suma.

Apskaičiuojamas reikalingų įrengimų skaičius užsiduotam našumui pasiekti:

$$n_1 = \frac{6000}{1331,52} = 4,5 \text{ (3.1.3.1.)}$$

Skaičius  $4,5 \approx 5$ , todėl iš viso reikalinga  $3 \times 5 = 15$  injekcinio liejimo įrengimų.

**3.1.3.3. lentelė.** Reikalingas injekcinio liejimo įrenginių kiekis

Įrenginio pavadinimas	Kiekis, vnt.
El-Exis SP 150/500-475	5
El-Exis SP 200/560-675	5
El-Exis SP 300/720-1600	5

Atsižvelgus į reikalingą įrengimų skaičių Lentelėje 3.1.3.4. sudaromas medžiagų balansas valandai, 12 valandų trukmės pamainai, dienai, mėnesiui ir metams. Remiantis šiais duomenimis projektuojami ir parenkami kiti įrengimai.

**3.1.3.4. lentelė** Medžiagų balansas

Gaminiai	Per valandą, kg			Per pamainą, kg			Per parą, kg			Per mėnesį, t			Per metus, t		
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.
Maži indeliai	48,0	104,0	76,0	576,0	1248,0	912,0	1152,0	2496,0	1824,0	35,0	75,9	55,5	420,48	911,04	665,76
Maži dangteliai	24,0	40,0	32,0	288,0	480,0	384,0	576,0	960,0	768,0	17,5	29,2	23,4	210,24	350,40	280,32
Vidutinio dydžio indeliai	104,0	192,0	148,0	1248,0	2304,0	1776,0	2496,0	4608,0	3552,0	75,9	140,2	108,0	911,04	1681,92	1296,48
Vidutinio dydžio indeliai	48,0	80,0	64,0	576,0	960,0	768,0	1152,0	1920,0	1536,0	35,0	58,4	46,7	420,48	700,80	560,64
Dideli indeliai	240,0	440,0	340,0	2880,0	5280,0	4080,0	5760,0	10560,0	8160,0	175,2	321,2	248,2	2102,40	3854,40	2978,40
Dideli dangteliai	80,0	120,0	100,0	960,0	1440,0	1200,0	1920,0	2880,0	2400,0	58,4	87,6	73,0	700,80	1051,20	876,00
Suma, kg	544,0	976,0	760,0	6528,0	11712,0	9120,0	13056,0	23424,0	18240,0	397,1	712,5	554,8	4765,4	8549,8	6657,6

### 3.1.4. Žaliavų tiekimas

Siekiant užtikrinti nepertraukiamą įrengimų veikimą, svarbu tinkamai parinkti žaliavų tiekimo sistemą. Projektuojant tokią sistemą galimi įvairūs įrangos pasirinkimo variantai:

1. Vietinio tiekimo sistema. Kiekvienas injekcinio liejimo įrenginys turi atskirą vakuuminį siurblių ir žaliavos laikymo bunkerį. Tokios sistemos naudojamos, kada įmonė naudoja daug skirtingų žaliavų, o įrengimų našumui nėra dideli. Didžiausias trūkumas – didėjant injekcinio liejimo įrengimų skaičiui, didėja reikalingos įrangos skaičius ir sudėtingėja žaliavos bunkerių pildymas, atsiranda didesnė rizika, kad dėl darbuotojo klaidos, įrengimui pritrūks žaliavos ir jis bus priverstas sustoti. Antravertus didelis įrangos skaičius – privalumas, kai sugenda vienas vakuuminis siurblys, jį nesunkiai galima pakeisti kitu nuo kito įrengimo.
2. Centralizuota tiekimo sistema. Naudojama, kai injekcinio liejimo įrengimai naudoja tą pačią žaliavą dideliais kiekiais. Žaliava gali būti tiekama iš vieno bunkerio, vamzdžiais naudojant vieną ar kelis vakuuminius siurblius. Lyginant su vietinio tiekimo sistemomis, centralizuotos tiekimo sistemos leidžia paprasčiau organizuoti žaliavų tiekimą, tačiau išskyla rizika, jog sugedus vakuuminiui siurbliui sustos visi apraunajami įrengimai.
3. Kombinuota tiekimo sistema. Tai sistemos sudarytos naudojant centralizuoto ir vietinio tiekimo įrengimus.

Šiuo atveju vienintelė naudojama žaliava – plastifikuotas DAC. Be to naudojama 15 injekcinio liejimo įrengimų. Dėl to pasirenkama centralizuota tiekimo sistema. Planuojama, jog injekcinio liejimo įrengimai bus išdėstyti dvejomis eilėmis. Parinksime 2 vakuuminius siurblius kiekvienai eilei, kurie užtikrins nepertraukiamą plastifikuoto DAC tiekimą į injekcinio liejimo įrengimus. SiurbLIAI parenkami pagal maksimalų valandinį plastifikuoto DAC sunaudojimą, siurblio naudingą darbo laiką ir transportavimo atstumą. Reikalingas vakuuminio siurblio transportavimo našumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_r = \frac{m_{\text{maks.v}} \cdot 60}{n_{\text{vs}} \cdot t_n} \quad (3.1.4.1.)$$

Čia:

$M_r$  – reikalingas siurblio transportavimo našumas, kg/h

$m_{\text{maks.v}}$  – maksimalus per valandą sunaudojamas plastifikuoto DAC kiekis, kg

$n_{\text{vs}}$  – vakuuminių siurblių skaičius, vnt



$t_n$  – naudingas siurblio darbo laikas, min. Šiuo atveju parenkamas 10 min, nes siurbliai veiks periodiškai.

$$M_r = \frac{976 \cdot 60}{2 \cdot 10} = 2928 \text{ kg/h}$$

**3.1.4.1. lentelė.** Parinktų vakuuminių siurblių parametrai [15].

Įrengimų kiekis	vnt.	2
Įrengimo modelis		PMC7
Maksimalus transportavimo našumas 30 m atstumu	kg/h	2800
Maksimalus transportavimo našumas 80 m atstumu	kg/h	1800
Maksimalus transportavimo našumas 200 m atstumu	kg/h	1000
Išvystoma minimali absoliutinio slėgio reikšmė	bar	0,3
Žaliavos transportavimo vamzdžių vidinis ir išorinis diametras	mm	60/70
Oro filtro paviršiaus plotas	m <sup>2</sup>	11
Galia	kW	7,5
Masė	kg	280
Ilgis/Plotis/Aukštis	m	1,4/0,67/1,97

Kiekvienas injekcinio liejimo įrenginys turi savo žaliavos tiekimo bunkerį ir vamzdyną iki žaliavų tiekimo zonos. Bunkeryje įrengti granulių lygio jutikliai. Nukritus žaliavos lygiui iki minimalios reikšmės, suveikia minimalaus lygio jutiklis, įsijungia vakuuminis siurblys, automatiškai atidaromos bunkerio sklendės ir bunkeris pildomas iki kol suveikia maksimalaus lygio jutiklis. Jeigu reikia vienu metu pildyti kelis bunkerius, valdymo sistema pirmiausiai baigia pilnai užpildyti bunkerį ir tik po to pradeda pildyti kitą.

Planuojama, kad plastifikuotas DAC bus gaunamas maišais po 0,5 t. Parenkami 2 maišų iškrovimo įrenginiai SBB1500 (Ilgis 1,5 m, plotis 1,5 m, aukštis 3,96 m) [16]. Iškrovimo įrenginiai sudaryti iš keltuvo ir žaliavos bunkerio. Maišai pakeliami virš žaliavos bunkerio ir iškraunami. Žaliavos bunkeris sujungtas bendra, išsišakojančia jungtimi su žaliavos tiekimo vamzdžiais, naudojant lanksčiais montuojamas jungtis. Dėl to įmanoma įrengimams tiekti ir atskiras žaliavas. Žaliava sandėliuojama atskiroje zonoje, žaliavų tiekimo operatorius yra atsakingas už nenutrūkstamą žaliavos tiekimą.

Per valandą, veikiant visiems įrengimams, operatoriui reikėtų pakeisti po 2 maišus. Tokiu būdu sumažinama žaliavos kontakto su aplinkos oru trukmė ir tuo pačiu rizika, jog

plastifikuotas DAC prisisotins drėgmės. Drėgną žaliavą sunku perdirbti ir išdžiovinti, be to išskyla rizikia, jog džiovinant plastifikuotą DAC nugaruos dalis plastiklio.

### 3.1.5 Liejimo formų ir injekcinio liejimo įrenginių aušinimas

Injekcinio liejimo metu medžiagai suteikiama didelė energija plastifikavimo cilindre, kuri po liejimo turi būti pašalinta. Taip pat, svarbu užtikrinti injekcinio liejimo įrengimų alyvos darbinę temperatūrą ir žaliavios bunkerio tiekimo kanalo sienelės temperatūrą.

Planuojama uždara aušinimo sistema vandeniu. Įrengimą, aušinimo agento temperatūrai palaikyti parinksime pagal maksimalų bendrą šilumos srautą, susidarantį vėstant plastifikuotam DAC liejimo formoje. Šilumos srautai susidarantys dėl injekcinio liejimo įrengimo veikimo nevertinami, nes yra sąlyginai nedideli.

$$Q_1 = \frac{m_{\max.v} \cdot (\omega_{DAC} \cdot c_{DAC} + \omega_{triacetinas} \cdot c_{triacetinas}) \cdot (T_1 - T_2)}{3600} \quad (3.1.5.1.)$$

Čia:

$Q_1$  – šilumos srautas susidarantis liejimo formose, kW

$m_{\max.v}$  – maksimalus per valandą sunaudojamas plastifikuoto DAC kiekis, kg

$\omega_{dac}$  – koeficientas įvertinantis DAC kiekį medžiagoje.

$\omega_{triacetinas}$  – koeficientas įvertinantis triacetino kiekį medžiagoje.

$c_{dac}$  – DAC specifinė šiluminė talpa, kJ/kg\*K

$c_{triacetinas}$  – triacetino specifinė šiluminė talpa, kJ/kg\*K

$T_1$  – lydalo temperatūra, °C

$T_1$  – temperatūra iki kurios atvėsta gaminy, °C

$$Q_1 = \frac{976 \cdot (0,7 \cdot 1,794 + 0,3 \cdot 1,782) \cdot (230 - 20)}{3600} = 101,93 \text{ kW}$$

Parenkamas Thermal Care TCW300C centrifūginis kompresorius [17]. Vanduo tiekiamas vamzdynų aplink injekcinio liejimo įrenginius. Vanduo reikalingas šaldymui imamas iš tiekiamojo vamzdžio ir poto grąžinamas atgal į sistemą grįžtamuoju vamzdžiu.

### 3.1.5.1. lentelė. TCW300C centrifūginio kompresoriaus parametrai [17].

Parametras		Mat. Vnt.	Komentaras
Šaldymo galia	296	kW	Kai šaldomas vanduo nuo 15,5 °C iki 10 °C
Siurblio našumas	833	l/min	
Slėgio nuostoliai	1,15	bar	
Šaldymo agentas	1,1,1,2 - tetrafluoetanas		Dar žinomas kaip R-134a, Freonas 134a
Šaldymo agento kiekis	27,2	kg	
Įrengimo masė	907	kg	
Ilgis/Aukštis/Plotis	3/0,7/1,95	m	

Liejimo formos temperatūros kontrolei parenkami SHINI firmos automatiniai vandens kaitintuvai STM-1220W [18]. Šie įrengimai statomi prie kiekvienos injekcinio liejimo mašinos. Vanduo ištekėjęs iš liejimo formos, siurbliu paduodamas į kaitintuvą, o iš jo į liejimo formą. Proceso metu registruojama vandens temperatūra. Esant per didelei temperatūrai, atsidaro vožtuvai ir dalis vandens išleidžiama bei paduodama šalto vandens porcija. Vandens temperatūra kontroliuojama  $\pm 0,5$  °C tikslumu. Šie įrengimai užtikrina patikimą liejimo formos temperatūros kontrolę.

### 3.1.5.2. lentelė. STM-1220W parametrai [18].

Parametras		Mat. Vnt.
Vandens kaitintuvo galia	12	kW
Siurblio galia	1,5	kW
Maksimalus siurblio našumas	90	l/min
Maksimalus siurblio išvystomas slėgis	5,5	bar
Ilgis/Plotis/Aukštis	0,74/0,28/0,69	m

### 3.1.6. Papildoma įranga

Šiame skyriuje aptariami technologiniai įrengimai, kurie nėra pagrindiniai, tačiau yra reikalingi

1. Robotai ir juostiniai transporteriai. Gaminius iš liejimo formų išima trijų ašių robotai ir dėlioja ant juostinio transporterio. Tvarkingai sudėliotus gaminius, darbuotojai deda į dėžes ir supakuoja. Dažniausiai tokią įrangą siūlo injekcinio liejimo įrengimų tiekėjai arba specializuotos įmonės.

2. Suspausto oro sistema. Suspaustas oras reikalingas robotams ir kartais liejimo formoms. Pagrindiniai sistemos komponentai – kompresorius ir vamzdynas.
3. Šaldymo sistemos vamzdynas. Vamzdynas projektuojamas konsultuojantis su šaldymo įrangos tiekėjais.
4. Žaliavų tiekimo sistemos vamzdynas ir žaliavos tiekimo bunkeriai. Šie komponentai projektuojami konsultuojantis su vakuuminio siurblio tiekėjais.
5. Kranas. Reikalingas liejimo formų keitimui ir įrengimų kilnojimui. Krano kėlimo pajėgumas turi būti didesnis negu sunkiausias įrengimas.

### **3.1.7. Technologinės schemos aiškinamasis raštas**

- Technologinių įrengimų ir vamzdynų išdėstymas.

15 injekcinio liejimo įrengimų išdėstyti horizontaliai dvejomis eilėmis. Įrengimų eilių išdėstymo kryptis yra priešingos, siekiant supaprastinti produkcijos, liejimo formų ir žmonių judėjimo srautus. Gaminių išėmimo robotai montuojami taip, kad būtų vidinėje technologinės linijos dalyje. Išorinėse dalyse yra įrenginių valdymo skydai ir jungtys prie vandens, vakuumo, suspausto oro sistemų. Keičiant liejimo formas, jos transportuojamos išorine dalimi.

Toks įrenginių išdėstymas užtikrina nesikertančius judėjimo srautus, tačiau nėra optimalus užimamo gamybinio ploto atžvilgiu. Plečiantis įmonei, galima injekcinio liejimo įrengimus perstatyti eilėmis vertikaliai, taip į tą patį gamybinį plotą sutalpinant daugiau įrengimų, bet apsunkinant judėjimo srautus.

Kiekvienam injekcinio liejimo įrenginiui reikalingas prisijungimas prie vandens, vakuumo ir suspausto oro sistemų. Technologinėje schemoje pateiktas numatomas technologinių įrengimų ir vamzdynų išdėstymas.

- Gamybos aprašymas.

Plastifikuotas DAC atvežamas 0,5 t maišais į medžiagų tiekimo zoną. Naudojant SBB1500 maišų iškrovimo įrenginius, plastifikuotas DAC tiekiamas į centrinę žaliavų tiekimo sistemą. Kiekviena injekcinio liejimo įrenginių eilė turi po maišų iškrovimo įrenginį ir vakuuminį siurblį PMC7. Iš iškrovimo įrenginių plastifikuotas DAC tiekiamas į žaliavos tiekimo bunkerius naudojant vakuumą. Kiekvienas injekcinio liejimo įrenginys turi atskirą vamzdyną, kuriuo tiekama žaliava.

Iš žaliavų tiekimo bunkerio plastifikuotas DAC tiekiamas į plastifikavimo cilindrą. Cilindre sraigtas transportuoja, maišo ir lydo žaliavą iki reikalingos lydalo temperatūros. Plastifikavimo cilindro temperatūrą kontroliuoja varžiniai kaitintuvai. Sraigto gale įrengtas atbulinis vožtuvas, pro kurį plastifikuotas DAC tiekiamas į injekcijos cilindrą. Užpildžius

injekcijos cilindrą reikiamų kiekiu žaliavos, sraigtas nustoja sukstis ir atitraukiamas atgal. Po to, sraigtas, veikiamas hidraulinio stūmoklio, atlieką injekcija į liejimo formą. Atvėsus plastifikuotam DAC, liejimo forma atidaroma ir gaminius išima robotai. Liejimo forma uždaroma ir gamybos ciklas kartojamas iš naujo. Gaminius į dėžes sudeda darbininkai ir išveža į sandėlį.

## 3.2. Statybiniai sprendimai

### 3.2.1. Bendrieji duomenys

Projektuojama įmonė gamina maisto pakuotes iš plastifikuoto celiuliozės diacetato. Pagrindinė gamybos įranga – 15 injekcinio liejimo įrengimų. Planuojama, jog objektas bus statomas Kauno laisvosios ekonomikos zonoje. Iš čia lengvai pasiekiami greitkeliai A1 ir A6, už 4 km įsikūrusi Palemono geležinkelio krovinių stotis (ateityje planuojama geležinkelio jungtis tarp Kauno LEZ ir terminalo), netoliese yra Kauno oro uostas. Kauno LEZ yra apie 20 min kelio automobiliu nuo Kauno centro ir 10-15 min nuo pagrindinių gyvenamųjų rajonų. Lentelėje 3.2.1. nurodami bendrieji statinio techniniai rodikliai.

**Lentelė 3.2.1.** Bendrieji statinio techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vienetai	Kiekis
1	Sklypo teritorijos planas	ha	1,69
2	Statinių užimamas bendras žemės plotas	m <sup>2</sup>	4473,01
3	Apželdintas žemės plotas	m <sup>2</sup>	7146,59
4	Išasfaltuotas žemės plotas	m <sup>2</sup>	5280,14
5	Sanitarinės apsaugos zonos dydis	m	300
6	Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	35
7	Pastato ilgis	m	91,1
8	Pastato plotis	m	49,1
9	Pastato aukštis	m	8,2
10	Pastato tūris	m <sup>3</sup>	36678,7

### 3.2.2. Architektūriniai, konstrukciniai ir inžineriniai projektiniai sprendimai

Projektuojamas pastatas yra vieno aukšto, ant stogo įrengti stoglangiai, apšviečiantys gamybinės patalpas bei sandėlį. Visame pastate įrengtas dirbtinis apšvietimas, atsižvelgiant į tai kad, planuojama gamybą visą parą. Sandėlyje įrengti du 4 m pločio įvažiavimai, žaliavų atvežimui ir produkcijos išvežimui. Taip pat 1 įvažiavimas įrengtas gamybinėse patalpose, technologinės įrangos gabenimui.

Į sklypą yra vienas įvažiavimas iš Veterinarų gatvės. Aplink pastatą teritorija išasfaltuota. Lengvajam autotransportui įrengta 35 vietų stovėjimo aikštelė prie pagrindinio įėjimo. Sunkiajam autotransportui įrengta apsisukimo aikštelė prie įvažiavimų į sandėlį. Nenaudojama sklypo teritorija apsodina vėja.

Gamybinių patalpų planas sudarytas atsižvelgiant į technologinės įrangos išdėstymą ir kiekį. Visi gamybos įrengimai yra vienoje patalpoje, išdėstyti horizontaliai dvejomis eilėmis. Žaliavų ir produkcijos sandėlis yra šalia gamybinių patalpų, šias patalpas jungia 2 pravažiavimai, kurie užtikrina efektyvesnę gamybinių srautų judėjimą. Taip pat, suprojektuotos pagalbinės patalpos, rūbinės/persirengimo kambariai su tualetais ir dušais, pagrindinis biuras, valgyka.

Iki sklypo ribos yra atvestas asfaltuotas kelias ir pagrindiniai inžineriniai tinklai: vandentiekis, kanalizacija, dujotekis, lietaus nuotekų sistema.

### 3.3 Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

#### 3.3.1. Pradiniai duomenys

Šioje dalyje skaičiuojami pagrindiniai projektuojamos įmonės finansiniai rodikliai, gaminių kainos ir atsipirkimo laikas. Lentelėje 3.3.1.1. pateiktos investicijos, reikalingos sklypui nupirkti, gamybiniam cechui pastatyti ir technologinei įrangai įsigyti.

Lentelė 3.3.1.1. Reikalingos lėšos statyboms ir technologinei įrangai

Pavadinimas	Kiekis	Mat. Vnt.	Kaina	Mat. Vnt.	Reikalingos Lėšos
Sklypas	169	Aras	2500	Eur/Aras	422500
Pastatas	4473	m <sup>2</sup>	1500	Eur/m <sup>2</sup>	6709500
Aikštutės asfaltavimas	5280	m <sup>2</sup>	25	Eur/m <sup>2</sup>	132000
Injekcinio liejimo įrengimas El-Exis SP 150/500-475	5	Vnt.	35000	Eur/vnt	175000
Injekcinio liejimo įrengimas El-Exis SP 200/560-675	5	Vnt.	40000	Eur/vnt	200000
Injekcinio liejimo įrengimas El-Exis SP 300/720-1600	5	Vnt.	45000	Eur/vnt	225000
Vakuuminis siurblys PMC7 ir žaliavų tiekimo sistema	1	vnt,	50000	Eur/vnt	50000
Žaliavų iškrovimo įrenginiai SBB 1500	2	vnt.	5000	Eur/vnt	10000
Centrifuginis kompresorius TCW300C ir šaldymo sistemos vamzdynas	1	vnt.	50000	Eur/vnt	50000
Automatiniai vandens kaitintuvai STM-1220W	15	vnt.	4000	Eur/vnt	60000
Robotai ir juostiniai transporteriai	15	vnt.	10000	Eur/vnt	150000
Liejimo formos	15	vnt.	20000	Eur/vnt	300000
Suma, Eur					8484000

Planuojama, jog statybos darbai prasidės 2018 metų pradžioje ir bus baigti metų gale. Po statybos darbų, vyks technologinės įrangos diegimas ir bandymai, planuojama gamybą pradėti 2019 metais. Įmonės produkcija – įvairaus dydžio indeliai skirti maisto produktams, kurie gaminami iš bioskaidaus plastiko – plastifikuoto celiuliozės diacetato. Gaminių asortimentas yra įvairūs ir jie grupuojami pagal tūrį (maži indeliai iki 250 ml, vidutinio dydžio iki 750 ml, dideli indeliai iki 1500 ml).

Skaičiuojant buvo priimta, kad 1 gaminių (pakuotę) sudaro indelis ir dangtelis, o gaminių pasiskirstymas pagal grupę – vienodas. Gamybinio pajėgumo koeficientas nustatytas, pagal



3.1.3.1. lentelę ir įjেকcinio liejimo įrengimų skaičių. Priimant, kad įrenginiai dirba be sustojimo visus metus, gamybos ciklas – 6 s. Sudaromas gamybos planas 5 metams.

**Lentelė 3.3.1.2.** Gamybos planas

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gaminiai		
		Mažos pakuotės, tūkst. Vnt.	Vidutinio dydžio pakuotės tūkst. Vnt.	Didelės pakuotės, tūkst. Vnt.
2018	0	0	0	0
2019	0,7	49056	49056	49056
2020	0,8	56064	56064	56064
2021	0,85	59568	59568	59568
2022	0,9	63072	63072	63072
2023	0,9	63072	63072	63072

Pagrindinės žaliavos, plastifikuoto triacetinu celiuliozės diacetato, kaina, nustatyta atsižvelgiant į rinkoje esančią plastifikuoto dietilftalatu celiuliozės diacetato kainą ir naudojamų plastikų kainas. Lentelėje 3.3.1.3. pateiki surinkti kainų duomenys ir apskaičiuota pagrindinės žaliavos kaina.

**Lentelė 3.3.1.3.** Žaliavų kainos skaičiavimas

Žaliava	Kaina, Eur/kg	Vid. Kaina Eur.
Plastifikuotas celiuliozės diacetato granulės (naudojant dietilftalatą)	nuo 2 iki 5	3,5
Dietilftalatas	nuo 1,1 iki 1,3	1,2
Triacetinas	nuo 1,2 iki 1,4	1,3
Plastifikuotas celiuliozės diacetato granulės (naudojant triacetiną)	nuo 2,1 iki 5,1	3,6

### 3.3.2. Gamybinės savikainos skaičiavimas

Siekiant apskaičiuoti gaminių savikainą, apskaičiuojamas plastifikuoto DAC poreikis ir išlaidos žaliavoms įsigyti. Gaminių vid. masės apskaičiuoti pagal 3.1.1.1. lentelės duomenis.

**Lentelė 3.3.2.1. Žaliavų poreikio ir kaštų skaičiavimas**

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gaminiai													
		Mažos pakuotės, tūkst. Vnt.				Vidutinio dydžio pakuotės tūkst. Vnt.				Didelės pakuotės, tūkst. Vnt.				Iš viso žaliavų, kg	Suma, Eur
		Gamybos planas, tūkst. Vnt.	Gaminio masė, kg/tūkst. Vnt.	Žaliavos poreikis, kg	Žaliavų kaina, Eur	Gamybos planas, tūkst. Vnt.	Gaminio masė, kg/tūkst. Vnt.	Žaliavos poreikis, kg	Žaliavų kaina, Eur	Gamybos planas, tūkst. Vnt.	Gaminio masė, kg/tūkst. Vnt.	Žaliavos poreikis, kg	Žaliavų kaina, Eur		
2018	0	0	13,5	0	0	0	26,5	0	0	0	55	0	0	0	0
2019	0,7	49056		662256	2384122	49056		1299984	4679942	49056		2698080	9713088	4660320	16777152
2020	0,8	56064		756864	2724710	56064		1485696	5348506	56064		3083520	11100672	5326080	19173888
2021	0,85	59568		804168	2895005	59568		1578552	5682787	59568		3276240	11794464	5658960	20372256
2022	0,9	63072		851472	3065299	63072		1671408	6017069	63072		3468960	12488256	5991840	21570624
2023	0,9	63072		851472	3065299	63072		1671408	6017069	63072		3468960	12488256	5991840	21570624

Žaliava atvežama maišais po 0,5 t. Vienoje vilkiko puspriekabėje telpa 34 euro palečių su žaliava. Lentelėje 3.3.2.1. apskaičiuoti žaliavų poreikiai metams ir parai bei nustatytas žaliavų pirkimo ir tiekimo intervalas.

**Lentelė 3.3.2.2.** Žaliavų pirkimo planas

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Žaliavų poreikis metams, t	Žaliavų poreikis parai, t	Atvežamos žaliavos kiekis, t	Žaliavų pirkimo ir tiekimo intervalas
2018	0	0	0	17	1-2 d.
2019	0,7	4660,32	12,768		
2020	0,8	5326,08	14,592		
2021	0,85	5658,96	15,504		
2022	0,9	5991,84	16,416		
2023	0,9	5991,84	16,416		

Sklandžiai gamybai vystyti yra numatomos metinės papildomos išlaidos gamybai. Skiriamos lėšos įrenginių remontui ir nenumatytoms išlaidoms. Įvertinamos išlaidos hidraulinės alyvos keitimui. Alyva keičiama 2 kartus per metus.

**Lentelė 3.3.2.3.** Metinės papildomos išlaidos gamybai

Išlaidos	Poreikis	Kaina	Išlaidos
Hidraulinė alyva	13,5 tonų	2000 Eur/t	27000
Įrenginių atsarginės dalys ir remontas	-	-	12000
Kitos išlaidos	-	-	10000

Lentelėje 3.3.2.4. skaičiuojamos išlaidos vienai produkcijos paletai supakuoti. Pakavimui sunaudojama 1 euro paletė, 24 kartoninės dėžės ir 24 plastikiniai maišai. Ant 1 paletės telpa 8000 vnt. mažų indelių ir dangtelių, 6000 vidutinio dydžio indelių ir dangtelių arba 4000 didelių indelių ir dangtelių.

**Lentelė 3.3.2.4.** Pakavimo medžiagų kaštų skaičiavimas.

Pagalbinės medžiagos	Reikalingas kiekis, vienai produkcijos paletei, vnt.	Vnt. kaina	Suma, Eur	Gaminių kiekis ant paletės		
				Mažos pakuotės, tūkst. Vnt.	Vidutinio dydžio pakuotės tūkst. Vnt.	Didelės pakuotės, tūkst. Vnt.
Paletės	1	10	10	8	6	4
Gofruoto kartono dėžės	24	0,85	20,4			
Polipropileningieji maišai	24	0,2	4,8			
Pakavimo juosta	0,2	1	0,2			
Suma, Eur			35,4			

3.3.2.4. lentelėje apskaičiuojamas per dieną susidarančių produkcijos palečių skaičius, kai gamybinio pajėgumo koeficientas – 0,9. Iš apskaičiuotų duomenų matome, kad per dieną susidaro 85 supakuotos produkcijos paletės. Tai sudaro apie 3 pilnai pakrautas vilkiko puspriekabes.

**Lentelė 3.3.2.4.** Per dieną supakuotos produkcijos kiekiai

Rodiklis	Mažos pakuotės	Vidutinio dydžio pakuotės	Didelės pakuotės
1. Per dieną pagaminamų gaminių skaičius, tūkst,	192	192	192
1. Supakuotos produkcijos palečių skaičius, vnt	24	32	48

Įvertinus paletės ir pakavimo medžiagų kainą, pagaminamos ir supakuojamos produkcijos kiekį, apskaičiuojamas metinės išlaidos pakavimo medžiagoms 3.3.2.5. lentelėje.

**Lentelė 3.3.2.5.** Metinės išlaidos pakavimo medžiagoms.

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Supakuotos produkcijos palečių skaičius, vnt			Paletės ir pakavimo medžiagų kaina, Eur/vnt	Išlaidos pakavimo medžiagoms, Eur			Suma, Eur
		Mažos pakuotės	Vidutinio dydžio pakuotės	Didelės pakuotės		Mažos pakuotės	Vidutinio dydžio pakuotės	Didelės pakuotės	
2018	0	0	0	0	35,4	0	0	0	0
2019	0,7	6132	8176	12264		217073	289430	434146	940649
2020	0,8	7008	9344	14016		248083	330778	496166	1075027
2021	0,85	7446	9928	14892		263588	351451	527177	1142216
2022	0,9	7884	10512	15768		279094	372125	558187	1209406
2023	0,9	7884	10512	15768		279094	372125	558187	1209406

Metinis elektros energijos poreikis gamybai pateiktas 3.3.2.6. Skaičiuojant poreikį injekcinio liejimo įrengimams priimta, kad įrengimai sunaudoja 2 kWh elektros energijos 1 kg medžiagos perdirbti. Praktikoje šis skaičius, svyruoja nuo 0,7 iki 1,6 priklausomai nuo ciklo laiko, proceso parametrų ir įrenginio tipo. Skaičiuojant priimta didesnė reikšmė, nes liejami plonasiainiai gaminiai, reikalingi aukšti proceso parametrai o ciklo laikas yra sąlyginai trumpas. Kitų įrengimų elektros energijos suvartojimas apskaičiuotas pagal jų galią ir veikimo laiką, gamintojo nurodomas reikšmes. Kilovatvalandės kaina nustatyta naudojantis elektros skirstymo operatoriaus skaičiuokle.

**Lentelė 3.3.2.6.** Metinės išlaidos elektros energijai.

Metai	Gamybinio pajėgumo koeicientas	Kaina, Eur kWh	Poreikis, kWh							
			El-Exis SP 150/500-475	El-Exis SP 200/560-675	El-Exis SP 300/720-1600	TCW300C	PMC7	STM-1220W	Suma	
2018	0	0,0234	0	0	0	0	0	0	0	
2019	0,7		1324512	2599968	5396160	478632	22995	137970	9960237	
2020	0,8		1513728	2971392	6167040	547009	26280	157680	11383129	
2021	0,85		1608336	3157104	6552480	581197	27923	167535	12094574	
2022	0,9		1702944	3342816	6937920	615385	29565	177390	12806020	
2023	0,9		1702944	3342816	6937920	615385	29565	177390	12806020	
				Išlaidos, Eur						
2018	0		0	0	0	0	0	0	0	
2019	0,7		30994	60839	126270	11200	538	3228	233070	
2020	0,8		35421	69531	144309	12800	615	3690	266365	
2021	0,85		37635	73876	153328	13600	653	3920	283013	
2022	0,9		39849	78222	162347	14400	692	4151	299661	
2023	0,9		39849	78222	162347	14400	692	4151	299661	

Elektros energijos poreikis ir išlaidos apšvietimui apskaičiuojami atskirai gamybinėms patalpoms ir įmonės administracijai.

**Lentelė 3.3.2.7.** Išlaidos patalpų apšvietimui

Rodikliai	
Gamybinės patalpos	
Šviestuvų galingumo norma, W/m <sup>2</sup>	10
Elektros energijos tarifas, Eur/kWh	0,0234
Gamybinis plotas, m <sup>2</sup>	3795,63
Apšvietimo laikas, h	8760
Elektros energijos poreikis apšvietimui, kWh	332497,188
Išlaidos už elektros energiją apšvietimui, Eur	7780,4
Įmonės administracija	
Patalpų plotas, m <sup>2</sup>	503,27
Apšvietimo laikas, h	4380
Elektros energijos poreikis apšvietimui, kWh	22043,226
Išlaidos už elektros energiją apšvietimui, Eur	515,81

Projektuojamoje įmonėje vanduo naudojamas tik būtinėms reikmėms. Jo poreikis ir išlaidos apskaičiuojami bendrai visai įmonei.

**Lentelė 3.3.2.8.** Išlaidos vandeniui

Rodikliai	Reikšmė
Vandens tarifas, Eur/m <sup>3</sup>	1,46
Poreikis dienai	5
Iš viso	1825
Suma, Eur	2664,5

Kaip ir elektros energija apšvietimui, šiluminės energijos poreikis apšildymui ir buitiniams reikalams apskaičiuojamas atskirai gamybinėms patalpoms ir įmonės administracijai.

**Lentelė 3.3.2.9.** Šiluminės energijos poreikis ir išlaidos

Rodikliai	Reikšmė
Šildymo sezono trukmė, mėn.	7
Šilumos sunaudojimo norma per mėnesį 1m <sup>2</sup> apšildyti, Gkal	0,01
Šiluminės energijos kaina, Eur/Gkal	30
<b>Gamybinės patalpos</b>	
Gamybinis plotas, m <sup>2</sup>	3795,63
Šiluminės energijos poreikis per metus, Gkal:	310,6941
Apšildymui	265,6941
Buitiniams reikalams	45
Išlaidos šiluminei energijai, Eur:	9320,82
Apšildymui, Eur	7970,82
Buitiniams reikalams, Eur	1350
<b>Įmonės administracija</b>	
Plotas, m <sup>2</sup>	503,27
Šiluminės energijos poreikis, Gkal:	45,2289
Apšildymui	35,2289
Buitiniams reikalams	10
Išlaidos šiluminei energijai, tūkst.Eur:	1356,86
Apšildymui	1056,86
Buitiniams reikalams	300

**Lentelė 3.3.2.10.** Personalo planas

Darbuotojų grupė	Pareigos	Darbuotojų skaičius, vnt	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur
Administracijos darbuotojai	Direktorius	1	2000
	Technologai	2	1000
	Vadybininkai	8	800
	Adminstratorė	1	700
	IT specialistas	1	800
Gamybos darbuotojai dirbantys dienomis	Automatikos specialistai	2	1000
	Mechanikai	4	800
	Kiti	5	700
Darbuotojai dirbantys pamainomis	Pamainos meistras	4	1000
	Budintis mechanikai	4	800
	Operatoriai	12	700
	Pagalbiniai darbuotojai, pakuotojai	32	500
	Sandėlio darbuotojai	24	500



Sudarytas personalo planas. Didžiąją darbuotojų dalį sudaro pamaininiu darbo grafiku dirbantys žmonės. Pamainos trukmė – 12 valandų. Viena pamaina dirba 2 dienas nuo 8 ryto iki 8 vakaro ir po to 2 naktis nuo 8 vakaro iki 8 ryto. Vieną pamainą sudaro: 1 pamainos meistras, 1 budintis mechanikas, 3 įrengimų operatoriai, 8 pagalbinių darbuotojai ir 6 sandėlio darbuotojai. Apskaičiuoti atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui pateikti 3.3.2.11. lentelėje.

**Lentelė 3.3.2.11. Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui**

Darbuotojai	Kiekis	Metinis darbo užmokestis, Eur	Vid. Metinis darbo užmokestis	Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, Eur
Administracijos darbuotojai	13	142800	10984,6154	44268
Gamybos darbuotojai dirbantys dienomis	11	104400	9490,90909	32364
Darbuotojai dirbantys pamainomis	76	523200	6884,21053	162192
Suma	89	770400		206460

Lentelėje 3.3.2.12. skaičiuojami amortizaciniai atskaitymai. Jie parodo pagrindinių priemonių (pastatų, technologinės įrangos) vertės dalį perkeliama į produkciją. Vertė perkeliama į pagamintos produkcijos savikainą, vykstant įrenginių eksploatacijai ir nusidevėjimui. Nusidevėjimas skaičiuotas tiesiniu būdu, todėl atskaitymai kiekvienais metais gaunami vienodi.

**Lentelė 3.3.2.12.. Amortizaciniai atskaitymai**

Ilgalaikis turtas	Vertė, Eur	Likvidacinė vertė, Eur	Eksploatavimo trukmė metais	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Pastatas	6709500	1341900	50	107352	107352	107352	107352	107352	107352
Injekcinio liejimo įrengimas El-Exis SP 150/500-475	175000	87500	10	8750	8750	8750	8750	8750	8750
Injekcinio liejimo įrengimas El-Exis SP 200/560-675	200000	100000	10	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Injekcinio liejimo įrengimas El-Exis SP 300/720-1600	225000	112500	10	11250	11250	11250	11250	11250	11250
Vakuuminis siurblys PMC7 ir žaliavų tiekimo sistema	50000	10000	15	2667	2667	2667	2667	2667	2667
Žaliavų iškrovimo įrenginiai SBB 1500	10000	2000	20	400	400	400	400	400	400
Centrifūginis kompresorius TCW300C ir šaldymo sistemos vamzdynas	50000	10000	10	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Automatiniai vandens kaitintuvai STM-1220W	60000	12000	15	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Robotai ir juostiniai transporteriai	150000	30000	10	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Liejimo formos	300000	60000	10	24000	24000	24000	24000	24000	24000
Suma	7929500	1765900		183619	183619	183619	183619	183619	183619

**Lentelė 3.3.2.13. Gamybos kaštai**

Kaštų rūšys		Kaštai, Eur					
		2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tiesioginės pastovios gamybos išlaidos							
Darbininkų darbo užmokestis, Eur		0	627600	627600	627600	627600	627600
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui		0	194556	194556	194556	194556	194556
Tiesioginės kintamos gamybos išlaidos							
Išlaidos žaliavoms, Eur	Mažos pakuotės	0	2384122	2724710	2895005	3065299	3065299
	Vidutinio dydžio pakuotės	0	4679942	5348506	5682787	6017069	6017069
	Didelės pakuotės	0	9713088	11100672	11794464	12488256	12488256
Išlaidos pakavimo medžiagoms, Eur	Mažos pakuotės	0	217073	248083	263588	279094	279094
	Vidutinio dydžio pakuotės	0	289430	330778	351451	372125	372125
	Didelės pakuotės	0	434146	496166	527177	558187	558187
Išlaidos elektros energijai	Mažos pakuotės	0	30994	35421	37635	39849	39849
	Vidutinio dydžio pakuotės	0	60839	69531	73876	78222	78222
	Didelės pakuotės	0	126270	144309	153328	162347	162347
Gamybinės netiesioginės išlaidos							
Išlaidos hidraulinei alyvai ir įrengimų remontams		0	49000	49000	49000	49000	49000
Suma		0	18807060	21369332	22650468	23931604	23931604

Susumuotos gamybos išlaidos pateiktos 3.3.2.13 lentelėje. Tiesiogines pastovias gamybos išlaidas sudaro darbininkų darbo užmokestis ir atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui. Tiesioginės kintamos gamybos išlaidos susideda iš išlaidų žaliavoms, pakavimo medžiagoms ir elektros energijai. Susumavus gamybos išlaidas, toliau skaičiuojama gamybinė produkcijos savikaina 3.3.2.14. lentelėje.

**Lentelė 3.3.2.14. Gamybinė savikaina**

Gaminiai	Rodikliai	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Mažos pakuotės	Gamybos kaštai	0	2922573	3298600	3486614	3674627	3674627
	Produkcijos planas	0	49056	56064	59568	63072	63072
	Gamybinė savikaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	59,58	58,84	58,53	58,26	58,26
	Vienos pakuotės gamybinė savikaina, Eur	-	0,060	0,059	0,059	0,058	0,058
Vidutinio dydžio pakuotės	Gamybos kaštai	0	5320597	6039199	6398500	6757801	6757801
	Produkcijos planas	0	49056	56064	59568	63072	63072
	Gamybinė savikaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	108,46	107,72	107,42	107,14	107,14
	Vienos pakuotės gamybinė savikaina, Eur	-	0,1085	0,1077	0,1074	0,1071	0,1071
Didelės pakuotės	Gamybos kaštai	0	10563889,1	12031532,47	12765354,17	13499175,86	13499175,86
	Produkcijos planas	0	49056	56064,00	59568,00	63072,00	63072,00
	Gamybinė savikaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	215,34	214,60	214,30	214,03	214,03
	Vienos pakuotės gamybinė savikaina, Eur	-	0,2153	0,2146	0,2143	0,2140	0,2140

### 3.3.3. Gaminių kainos ir pardavimo pajamų skaičiavimas

Siekiant apskaičiuoti gaminio kainą sudaromas veiklos sąnaudų planas. Prie veiklos sąnaudų priskiriama elektros energija naudojama apšvietimui, šiluminė energija ir vanduo, įmonės administracijos darbo užmokestis ir kitos išlaidos susijusios su veikla.

**Lentelė 3.3.3.1.** Veiklos sąnaudų planas metams.

Išlaidų rūšys	Suma, Eur
Pardavimų sąnaudos	
Reklama ir skelbimai	10000
Bendrosios ir administracinės sąnaudos	
Pagalbinės medžiagos	3000
Administracijos darbuotojų darbo užmokestis	142800
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	44268
Elektros energija	9296,25
Šiluminė energija	10677,69
Vanduo	2664,5
Ryšio paslaugos	1000
Komandiruotės	5000
Kuras	1500
Amortizacija	183618,7
Suma, Eur	413825,1

Apskaičiavus veiklos sąnaudas, toliau skaičiuojama gaminio kaina ir pelnas 3.3.3.2. lentelėje. Nustatomas antkainis – 25 %. Apskaičiuotos kainos yra 2 – 3 sykius didesnės negu rinkoje esančių konkurencingų gaminių kainos. Lentelėje 3.3.3.3. apskaičiuojamos gautos pardavimų pajamos.

**Lentelė 3.3.3.2. Gaminių kainų skaičiavimas**

Gaminys	Rodiklis	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Mažos pakuotės	Gamybinė savikaina, Eur/tūkst. Vnt.4	-	59,58	58,84	58,53	58,26	58,26
	Veiklos kaštai, Eur/tūkst. Vnt.	-	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46
	Pilnoji savikaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	62,04	61,30	60,99	60,72	60,72
	Antkainis, %	-	25	25	25	25	25
	Pelnas, Eur/tūkst. Vnt.	-	15,51	15,32	15,25	15,18	15,18
	Kaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	77,55	76,62	76,24	75,90	75,90
Vidutinio dydžio pakuotės	Gamybinė savikaina, Eur/tūkst. Vnt.4	-	107,72	107,72	107,42	107,14	107,14
	Veiklos kaštai, Eur/tūkst. Vnt.	-	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46
	Pilnoji savikaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	110,18	110,18	109,88	109,60	109,60
	Antkainis, %	-	25	25,000	25,000	25,000	25,000
	Pelnas, Eur/tūkst. Vnt.	-	27,55	27,55	27,47	27,40	27,40
	Kaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	137,73	137,73	137,34	137,01	137,01
Didelės pakuotės	Gamybinė savikaina, Eur/tūkst. Vnt.4	-	215,34	214,60	214,30	214,03	214,03
	Veiklos kaštai, Eur/tūkst. Vnt.	-	2,460	2,460	2,460	2,460	2,460
	Pilnoji savikaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	217,804	217,064	216,759	216,488	216,488
	Antkainis, %	-	25	25	25	25	25
	Pelnas, Eur/tūkst. Vnt.	-	54,45	54,27	54,19	54,12	54,12
	Kaina, Eur/tūkst. Vnt.	-	272,25	271,33	270,95	270,61	270,61

**Lentelė 3.3.3.3. Pardavimo pajamų planas**

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gaminiai									Gautų pardavimo pajamų suma, Eur
		Mažos pakuotės, tūkst. Vnt.			Vidutinio dydžio pakuotės tūkst. Vnt.			Didelės pakuotės, tūkst. Vnt.			
		Gamybos planas	Pilnoji savikaina Eur/tūkst. Vnt.	Gautos pardavimų pajamos, Eur	Gamybos planas	Pilnoji savikaina Eur/tūkst. Vnt.	Gautos pardavimų pajamos, Eur	Gamybos planas	Pilnoji savikaina Eur/tūkst. Vnt.	Gautos pardavimų pajamos, Eur	
2018	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0
2019	0,7	49056	77,55	3804090	49056	137,73	6756248	49056	272,25	13355735	23916073
2020	0,8	56064	76,62	4295677	56064	137,73	7721426	56064	271,33	15211843	27228946
2021	0,85	59568	76,24	4541471	59568	137,34	8181329	59568	271,33	16162583	28885382
2022	0,9	63072	75,90	4787264	63072	137,01	8641232	63072	270,95	17089302	30517798
2023	0,9	63072	75,90	4787264	63072	137,01	8641232	63072	270,61	17067950	30496446

### 3.3.4. Finansinės ir investicinės sąnaudos

Projekto įgyvendinimui reikalingos investicijos ir jų šaltiniai pateikiami 3.3.4.1. lentelėje. 2018 metų pradžioje planuoja imti paskolą iš banko. Paskola skirta sklypo pirkimui ir įmonės statybos darbams. Kita reikalingų lėšų dalis bus gaunama iš investuotojų, ji skirta technologinės įrangos įsigyjimui ir apyvartiniam kapitalui sudaryti. Pradinės lėšos apyvartiniam kapitalui apskaičiuotos, pagal 2019 gamybos išlaidas trimis mėnesiams.

**Lentelė 3.3.4.1.** Investicijos ir jų šaltiniai

Kapitalo struktūra	2018		2019	
	Inv. Suma	Finansavimo šaltiniai	Inv. Suma	Finansavimo šaltiniai
Pagrindinis kapitalas, ilgalaikis turtas, Eur	7264000	Banko paskola	1220000	Investuotojai
Pradinės lėšos apyvartiniam kapitalui	0		4701765	

Sudaromas paskolos atidavimo planas. Paskola imama 7 metams, pirmasis mokėjimas atliekamas 2019 metais, kai įmonė jau gauna pajamų. Paskola atiduodama lygiomis dalimis iki 2024 metų.

**Lentelė 3.3.4.2.** Paskolos atidavimo planas.

Rodiklis	Metai						
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Paskolos suma, eur.	7264000	7917760	6598133	5278507	3958880	2639253	1319627
Metinė palūkanų norma, %	9	9	9	9	9	9	9
Palūkanos, eur.	653760	712598	593832	475066	356299	237533	118766
Paskolos padengimas, eur.	0	1319627	1319627	1319627	1319627	1319627	1319627



Lentelėje 3.3.4.3. pateikiama įmonės pelno/nuostolio ataskaita. Įvertinamos pardavimų pajamos, gamybos kaštai, veiklos sąnaudos ir finansiniai įsipareigojimai. Kadangi įmonė statoma Kauno LEZ teritorijoje ir investuojama daugiau negu 1 milijonas eurų, pirmus šešis metus įmonei netaikomas pelno mokestis. O kitus dešimt metų, mokama tik 50 % Lietuvos įmonių pelno mokesčių.

**Lentelė 3.3.4.3. Įmonės pelno/nuostolio ataskaita**

Metai	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gamybinio pajėgumo koeficientas	0	0,7	0,8	0,85	0,9	0,9
Pardavimo apimtis, Eur	0	23916073	27228946	28885382	30517798	30496446
Gamybos kaštai, Eur	0	18807060	21369332	22650468	23931604	23931604
Veiklos sąnaudos, Eur	0	413825	413825	413825	413825	413825
Bendras pelnas, Eur	0	4695188	5445789	5821090	6172369	6151017
Finansinė investicinė veikla						
Banko paskolos grąžinimas, Eur	0	1319627	1319627	1319627	1319627	1319627
Palūkanos, Eur	0	712598	593832	475066	356299	237533
Metų pelnas iki mokesčių, Eur	0	2662963	3532331	4026397	4496443	4593858
Pelno mokestis, Eur	0	0	0	0	0	0
Grynasis pelnas, Eur	0	2662963	3532331	4026397	4496443	4593858

### 3.3.5. Investicijų efektyvumo vertinimas

Siekiant apskaičiuoti investicijų efektyvumą, skaičiuojamas projekto atsipirkimo laikas. Atsipirkimo laikas skaičiuojamas sumuojant metinius grynujų pinigų srautus (GPS). Įmonės metiniai grynujų pinigų srautai apskaičiuojami 3.3.5.1. lentelėje.

**Lentelė 3.3.5.1.** Įmonės finansinės būklės ataskaita.

Rodikliai	Metai					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Bendras pelnas, eur	0	4695188	5445789	5821090	6172369	6151017
Amortizaciniai atskaitymai, eur	0	183619	183619	183619	183619	183619
Viso, eur:	0	4878807	5629408	6004708	6355988	6334636
Investicijos į pagrindinį kapitalą	8484000	0	0	0	0	0
Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą, eur	4701765	0	0	0	0	0
Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos, eur	0	4878807	5629408	6004708	6355988	6334636
Finansinės veiklos pelno (nuostolio) eliminavimas, pridedamos palūkanos, eur	0	2032225	1913459	1794692	1675926	1557159
Projekto GPS, eur	-13185765	2846582	3715949	4210016	4680062	4777477

**Lentelė 3.3.5.1. Grynųjų pinigų srautai**

Metai	Metiniai GPS, Eur	Bendri GPS, Eur
2018	-13185765	-13185765
2019	2846582	-10339183
2020	3715949	-6623234
2021	4210016	-2413218
2022	4680062	2266844
2023	4777477	7044321

Susumavus GPS, matome jog įmonė atsipirks 2022 metais.

### 3.4. Aplinkosauginis vertinimas

#### 3.4.1. Duomenys apie naudojamas žaliavas

Šioje dalyje pateikiami duomenys apie projektuojamo objekto naudojamas medžiagas, energetinius šaltinius, susidarančias atliekas ir jų tvarkymą gamybos dalyje, kad įvertinti potencialų poveikį aplinkai. Skaičiavimai atlikti pagal maksimalų technologinį našumą. Pagrindinė naudojama žaliava yra plastifikuotas celiuliozės diacetatas, kuris susideda iš 70 % celiuliozės diacetato ir 30 % triacetino. Pramonėje kol kas ši žaliava nenaudojama, todėl 3.4.1. lentelėje pateikiami duomenys apie šios žaliavos komponentus.

**Lentelė 3.4.1.1. Duomenys apie naudojamas žaliavas**

Žaliavos pavadinimas	Žaliavos komponentai	Kiekis naudojant objektą, t/metus	CAS nr.	EC nr.	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas
					Pavojingumo frazės kodai
Plastifikuotas celiuliozės diacetatas	celiuliozės diacetatas, 70 %	5710	9035-69-2	Nėra	Nėra
	triacetinas, 30 %	2447	102-76-1	203-051-9	H226; H315 ; H317

### 3.4.2. Energetiniai ištekliai

Gamyboje naudojama tik elektros energija. Lentelėje 3.4.2.1. pateikti produkcijos ir elektros energijos kiekiai apskaičiuoti atsižvelgiant į gamybos ciklo laiką, injekcijos masę ir įrengimų skaičių.

**Lentelė 3.4.2.1.** Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius.

Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai			
pavadinimas	Pavadinimas	kiekis per metus, kWh	šaltiniai
El-Exis SP 150/500-475	Elektros energija	1892160	AB "Litgrid"
El-Exis SP 200/560-675		3714240	
El-Exis SP 300/720-1600		7708800	
TCW300C		683761	
PMC7		32850	
STM-1220W		197100	

### 3.4.3. Fizikinė tarša

Gamyboje nesusidaro reikšminga fizikinė tarša, vienintelė tarša – triukšmas. Lentelėje 3.4.3.1. pateikti taršos šaltiniai ir taršos lygiai. Kadangi jie yra sąlyginai nedideli ir visa technologinė įranga yra gamyklos viduje, papildomos priemonės taršai mažinti netaikomos.

**Lentelė 3.4.3.1.** Konkrečios veiklios sąlygojama fizikinė tarša

Taršos rūšis	Technologiniai įrengimai	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis	Priemonės taršai mažinti
Triukšmas	Injekcinio liejimo įrengimai	El-Exis SP 150/500-475	5	75	Netaikoma
		El-Exis SP 200/560-675	5	75	Netaikoma
		El-Exis SP 300/720-1600	5	75	Netaikoma
	Vakuuminis siurblys	PMC-7	2	80	Netaikoma

### 3.4.4. Atliekų tvarkymas

Didžiausią atliekų dalį sudaro gamybinis brokas, kuris atsiranda paleidinėjant ir stabdant bei derinant įrengimo parametrus. Dažniausiai dalis broko susmulkinama ir panaudojama dar syki, maišant su pagrindine žaliava. Įmaišoma nuo 1 iki 5 % susmulkinto broko, priklausomai nuo panaudotos žaliavos patirto termomechaniniam poveikio ir destrukcijos laipsnio. Šiame darbe projektuojamoje gamybos linijoje šis metodas netaikomas, nes plastifikuotas celiuliozės diacetatas yra jautrus termomechaniniam poveikiui, gali pasireikšti plastiklio nugaravimas, kuris pakeis žaliavos technologines savybes. Išlieti gaminiai gali turėti vizualinių defektų, pasižymėti prastesnėmis mechaninėmis savybėmis bei pakeisti maisto produkto organoleptines savybes. Dėl šių priežasčių, planuojama, jog susidaręs brokas bus atiduodamas šiukšlių deginimo įmonėms.

Tiekiant plastifikuotą celiuliozės diacetatą vamzdžiais, susidaro dulkės, nes tiekiamos granulės dideliu greičiu kontaktuoja su vamzdžio sienelėmis ir viena su kita. Dulkės surenkamos oro filtre, kuris įmontuotas vakuuminiame siurblyje PMC-7 prieš panaudoto oro išleidimo angą. Filtrai reguliariai valomi, o susidariusios dulkės atiduodamas deginti kartu su broku.

Injekcinio liejimo įrengimuose hidraulinė alyva keičiama kas 6 mėnesius. Sustabdoma gamyba ir visiems įrengimams pakeitimas vykdomas vienu metu. Dėl to susidariusios alyvos atliekos nekaupiamos sandėlyje ir yra atiduodamos perdirbimo įmonei vienu metu.

Plastifikuotas celiuliozės diacetatas atvežamas polipropileno maišuose. Maišai po iškrovimo sandėliuojami konteineriuose ir poto parduodami perdirbimo įmonėms. Lentelėje 3.4.4.1. pateikti susidarantys atliekų kiekiai ir šalinimo būdai

**Lentelė 3.4.4.1. Atliekos, atliekų tvarkymas**

Technologinis procesas	Atliekos pavadinimas	Numatomas atliekų kiekis , t/metus	Atliekų agregatinis būvis	Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą	Atliekų pavojingumas	Atliekų saugojimo objekte laikymo sąlygos	Atliekų saugojimo objekte didžiausias kiekis	Numatomi atliekų perdirbimo būdai
Injekcinis liejimas	Brokas	66,6	kieta	15 01 02 , 16 01 19	Nepavojinga	Konteineriuose	1	Atiduoda deginimui
plastifikuoto DAC tiekimas	Dulkės	1,5	kieta	16 01 19	Nepavojinga	Konteineriuose	1	Atiduodama deginimui
Hidraulinės alyvos keitimas	Hidraulinė alyva	13.5	skysta	13 01 13	Nepavojinga	Laikintai laikomai sandėlyje	6	Atiduoti perdirbimui
plastifikuoto DAC iškrovimas	Polipropileno maišai	8	kieta	15 01 02	Nepavojinga	Konteineriuose	1	Parduoti perdirbimui

### 3.4.5. Nuotekų teršalų balansas

Gamybos procese aušinami įrengimai bei liejimo formos. Technologinio vandens cirkuliacija vyksta ratu, todėl reikšmingų nuotekų nesusidaro. Į nuotekas patenka vanduo iš buitinių patalpų: tualetų, dušų, valgyklos. Nuotekos pašalinamos centrine nuotekų sistema. Lentelėje 3.4.5.1. pateiktas vandens sunaudojimas buitiniams reikmėms.

**Lentelė 3.4.5.1.** Vandens sunaudojimas buitiniams reikmėms ir nuotekų teršalų balansas

Nuotekų susidarymo šaltiniai	Didžiausias paros nuotekų kiekis, m <sup>3</sup> /d	Vidutinis metinis nuotekų kiekis, m <sup>3</sup> /m	Teršalo pavadinimas	Teršalo kiekis t/m
Buitinės nuotekos	5	1825	Buitinės nuotekos	1825

Analizuojant lentelėse pateiktus duomenis, matome jog didžiausias dėmesys turi būti skiriamas atliekų tvarkymui ir susidarančio jų kiekio mažinimui. Per metus gali susidaryti apie 68,1 t plastifikuoto celiuliozės diacetato gamybinių atliekų (brokas, dulkės). Šį skaičių galima sumažinti nustatant ir analizuojant gamybinio broko atsiradimo priežastis bei imantis atitinkamų veiksnių joms pašalinti.

## **3.5. Darbuotojų sauga ir sveikata**

### **3.5.1. Projektuojamo objekto charakteristika**

Projektuojama įmonėje gaminanti maisto pakuotes iš plastifikuoto celiuliozės diacetato. Pakuotės yra bioskaidžios ir panašios į rinkoje esančius polipropileninius indelius. Įmonėje yra 15 injekcinio liejimo įrengimų, kurie geba per metus perdirbti apie 6000 tonų žaliavios. Naudojama žaliavai nėra kenksminga žmogaus sveikatai, o naudojami įrengimai yra aprūpinti modernia saugumo įranga, naudojami įvairūs jutikliai ir automatinės įrenginių blokavimo sistemos, siekiant apsaugoti darbuotojus.

Įmonėje taikomas periodiškasis darbuotojų instruktavimas, o darbuotojai yra aprūpinami individualiomis saugos priemonėmis. Vykdoma pastovi technologinių įrengimų ir jų apsaugos priemonių patikra, siekiant sumažinti riziką, kylančią dėl nenumatytų technologinės įrangos gedimų.

Atsižvelgus į įmonės veiklą, nustatomas sanitarines apsaugos zonos dydis – 300 m. [19]

### **3.5.2. Profesinės rizikos vertinimas**

Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra iširti galimą profesinę riziką projektuojamame objekte ir numatyti jo prevencijos ar mažinimo priemones. Rizika – traumos ar kitokio darbuotojo sveikatos pakenkimo galimybė dėl kenksmingo ir (ar) pavojingo darbo aplinkos veiksnio (veiksnių).

Profesinės rizikos vertinimas pradedamas nuo rizikos veiksnių identifikavimo, vietų, kuriose darbuotojai gali būti veikiami rizikos veiksnių, nustatymo. Rizikos identifikavimas – tai nuodugni žmonėms kenksmingų veiksnių darbo vietoje analizė. Darbo vietoje ir aplinkoje gali pasireikšti cheminiai, fizikiniai, biologiniai, fiziniai, ergonominiai ir psichosocialiniai veiksniai. Projektuojamo objekto rizikos veiksniai, jų leistinos normos ir apsaugos priemonės pateikiamos 3.5.2.1.lentelėje.[20] [21] [22]



**Lentelė 3.5.2.1.** Rizikos veiksnių, ribinių verčių ir apsaugos priemonių lentelė.

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Apsaugos priemonės
<b>Cheminiai veiksniai</b>					
Dulkėtumas (plastifikuoto celiuliozės diacetato dulkės)	Vakuuminis siurblys, PMC-7	0 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	3 val. per pamainą	Dulkes sulaiko filtras, sugedus arba užsikimšus filtrui įrenginys nustoja veikti, todėl mažai tikėtina, jog bus viršyta ribinė vertė ir reikės apsaugos priemonių
	Žaliavių iškrovimo zona	0-15 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	12 val. per pamainą	Iškraunant žaliavos maišus, gali atsirasti rizika jog dulkės pasklis iškrovimo vietoje, dėl to žaliavių operatoriams išduodami respiratoriai
<b>Fizikiniai veiksniai</b>					
Elektra	Visi įrengimai naudojantys elektros energiją	400 V		12 val. per pamainą	Įžeminimas, avarinio išjungimo ir blokavimo sistemos.
Triukšmas	El-Exis SP 150/500-475	75 dB	85 dB	12 val. per pamainą	Individualios apsaugos priemonės nėra būtinos. Darbuotojams išduodami ausų kištukai, ausinės pagal pageidavimą.
	El-Exis SP 200/560-675	75 dB	85 dB	12 val. per pamainą	
	El-Exis SP 300/720-1600	75 dB	85 dB	12 val. per pamainą	
	PMC-7	80 dB	85 dB	3 val. per pamainą	
Karšti paviršiai	Plastifikavimo cilindras	190-220 °C		12 val. per pamainą	Įrengti įspėjamieji ženklai, paviršiai izoliuoti.

**Lentelės 3.5.2.1. tęsinys**

Fiziniai veiksniai					
Judantys mechanizmai, įrengimų dalys	Liejimo formos			12 val. per pamainą	Sumontuoti atitvarai, avarinio stabdymo mygtukai. Įdiegta automatizuota apsaugos sistema, atidarius įrenginio apsaugines duris stabdomas įrenginio veikimas, "užrakinama" liejimo forma, sustabdomi robotai.
	Plastifikavimo cilindras			12 val. per pamainą	
	Gaminių išėmimo robotai			12 val. per pamainą	
	Žaliavių iškrovimo įrenginiai			12 val. per pamainą	Įrengtas distancinis įrengimo valdymas
	Juostiniai transporteriai			12 val. per pamainą	Juosta juda lėtai, apsaugos įrengimų nereikia
Ergonominiai veiksniai					
Fizinis darbas	Gaminių pakavimas ir išvežimas	15 kg	30 kg vyrams, 10 kg moterims	12 val. per pamainą	Rizika leistina, gaminius pakuoja moterys, o sukrauna ant palečių ir išveža vyrai

Pagal pateiktus lentelės duomenis matyti, kad didžiausią riziką darbuotojų sveikatai sukelia judantys mechanizmai ir įrenginiai. Darbuotojai yra supažindinti su saugaus darbo taisyklėmis ir procedūromis, vykdoma pastovi darbo vietų analizė ir patikra. Siekiant nustatyti problemines vietas, pasitelkiami darbų saugos specialistai ir vykdomi periodiniai darbuotojų instruktavimai bei mokymai. Įmonėje siekiama ugdyti kiekvieno darbuotojo suvokimą apie saugų darbą ir jo svarbą.

### **3.5.3. Saugi gamyba**

Naudojant elektros įrenginius, būtina numatyti apsaugos nuo elektros srovės priemones, kurios pasirenkamos pagal elektros įrenginių įtampą ir patalpos klasę, nustatytą atsižvelgiant į elektros srovės pavojingumą žmonėms.

Gamybinės patalpos neturi pavojingos ar labai pavojingos patalpos požymių, todėl pagal elektros įrenginių eksploatavimo saugos taisykles, priskiriamos normaliai (nepavojingai) patalpai [23]. Naudojamiems injekcinio liejimo įrengimams reikalinga 400 V įtampa, todėl šiems įrengimams būtinas korpuso įnulinimas [24].

Beveik visi hidrauliniai arba hibridiniai injekcinio liejimo įrengimai savo konstrukcijoje turi slėginį indą – hidraulino slėgio akumuliatorių. Šis indas yra užpildytas azotu, o už jo konstrukcijos tinkamumą ir atitikties procedūrų įvertinimą yra atsakingas gamintojas. Naudojami slėginiai indai priskiriami prie antros klasės indų ir jų registruoti potencialiai pavojingų įrenginių valstybės registre – nereikia [25]. Kiekvienas indas turi savo pasą, kuriame nurodyta jo pastatymo vieta, gamintojas, paskirtis, techniniai parametrai ir kiti atitikties dokumentai. Hidraulinio slėgio akumulatoriai įmonėje yra pastoviai tikrinami, atliekama jų nuolatinė priežiūra.

### **3.5.4. Darbo higiena**

Siekiant sukurti komfortabilią aplinką darbuotojams, darbo vietose nustatomi higienos reikalavimai. Darbo patalpų šiluminių aplinkos parametrų vertės nustatomos remiantis Lietuvos higienos norma HN 69:2003 “Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose” [26]. Pagrindiniai šiluminės aplinkos parametrai yra oro temperatūra, oro judėjimo greitis, oro santykinis drėgnis ir šiluminis spinduliavimo intensyvumas. Norminės vertės nustatomos atsižvelgiant į metų laikotarpį ir darbų sunkumo kategorija. Išskiriami du metų laikai: šiltasis ir šaltasis. Darbų sunkumo kategorijos nustatomos pagal darbo energijos sąnaudas. Nustatyti šiluminės aplinkos parametrai pateikiami 3.5.4.1 ir 3.5.4.2. lentelėse.

### 3.5.4.1. Šiluminiai aplinkos parametrai šaltuoju metu laiku

Darbuotojai	Darbų kategorija	Oro temperatūra, °C	Oro santykinis drėgnumas, %	Oro judėjimo greitis, m/s, ne daugiau kaip
Administracijos darbuotojai	Lengvas – Ia	22–24	40–60	0,1
Gamybos darbuotojai	Vidutinio sunkumo – IIa	18–20	40–60	0,2
	Vidutinio sunkumo – IIb	17–19	40–60	0,2
Sandėlio darbuotojai	Sunkus – III	16–18	40–60	0,3

### Lentelė 3.5.4.2. Šiluminiai aplinkos parametrai šiltuoju metu laiku

Darbuotojai	Darbų kategorija	Oro temperatūra, °C	Oro santykinis drėgnumas, %	Oro judėjimo greitis, m/s, ne daugiau kaip
Administracijos darbuotojai	Lengvas – Ia	23–25	40–60	0,1
Gamybos darbuotojai	Vidutinio sunkumo – IIa	21–23	40–60	0,3
	Vidutinio sunkumo – IIb	20–22	40–60	0,3
Sandėlio darbuotojai	Sunkus – III	18–20	40–60	0,4

Projektuojame objekte naudojama dirbtinė ir natūrali apšvieta. Natūralaus apšvietimo neužtenka norint užtikrinti reikiamą švieios kiekį darbo vietoje, o gamyba bus vykdoma visą parą. Dėl šių priežasčių pakankamą apšvietą darbo vietoje užtikrins dirbtinis apšvietimas. Pagal Lietuvos higienos normą HN 98:2014 nustatomos regos darbų kategorijos ir patalpų norminė apšvieta [27]. Duomenys pateikiami 3.5.4.3. lentelėje.

### Lentelė 3.5.4.3. Apšvietimo vertės darbo vietose

Darbo vieta	Regos darbų charakteristika	Mažiausio matomo objekto dydis, mm	Regos darbų kategorija	Mažiausia ribinė vertė, lx	Natūralus apšvietimas NAK, %
Adminstracinės patalpos	Nelabai tikslūs	1,1 - 5,0	V	200	3
Gamybinės patalpos	Nelabai tikslūs	1,1 - 5,0	V	200	3
Sandėlis	Netikslūs	Daugiau kaip 5,0	VI	100	3

### 3.5.4. Gaisrinė sauga

Siekiant apsaugoti projektuojamą objektą nuo gaisro reikia atsižvelgti į naudojamus medžiagas ir jų kiekius. Pagrindinė naudojama žaliava – plastifikuotas celiuliozės diacetatas. Žaliava laikoma sandėlyje, gamybinėse patalpose žaliava išlydoma ir suformuojami gaminiai. Pagaminta produkcija išvežama iš gamybinių patalpų ir laikoma sandėlyje. Didžiausia gaisro rizika kyla perkaitinus lydomą medžiagą. Gamybos įrengimai yra aprūpinti programine įranga, kuri kontroliuoja lydalo temperatūrą ir esant nukrypimams išjungia įrengimą. Medžiagų gaisrinio ir sprogo pavojingumo rodikliai pateikiami lentelėje 3.5.4.1.

**Lentelė 3.5.4.1.** Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai

Medžiagos pavadinimas	Sunaudojama per pamainą	Pliūpsnio temperatūra, °C	Sprogumo ribos		Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C	Užsidegimo temperatūra, °C
			apatinė	viršutinė		
Plastifikuotas celiuliozės diacetatas	9,12 tonos	-	-	-	>347	-
Hidraulinė alyva	Bendras alyvos kiekis įrengimuose – 6,75 tonos	208	-	-	-	-
Vanduo	Vanduo cirkuliuoja ratu	nedegus	-	-	-	-

Įmonėje gali kilti A ir B tipo gaisrai. Parenkant gesinimo priemones taip pat svarbu atsižvelgti ir į naudojamus pagalbines medžiagas. Gamybos įrengimuose naudojama hidraulinė alyva, kuri avarijos atveju gali išsilieti. Išsiliejimas ne gaisro metu nėra labai pavojingas, nes darbinė hidraulinės alyvos temperatūra 50 °C.

Nustatytos patalpų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų atsižvelgiant į naudojamų medžiagų pavojingumo rodiklius pateiktos 3.5.4.1. lentelėje [28]

**Lentelė 3.5.4.1. Patalpų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų**

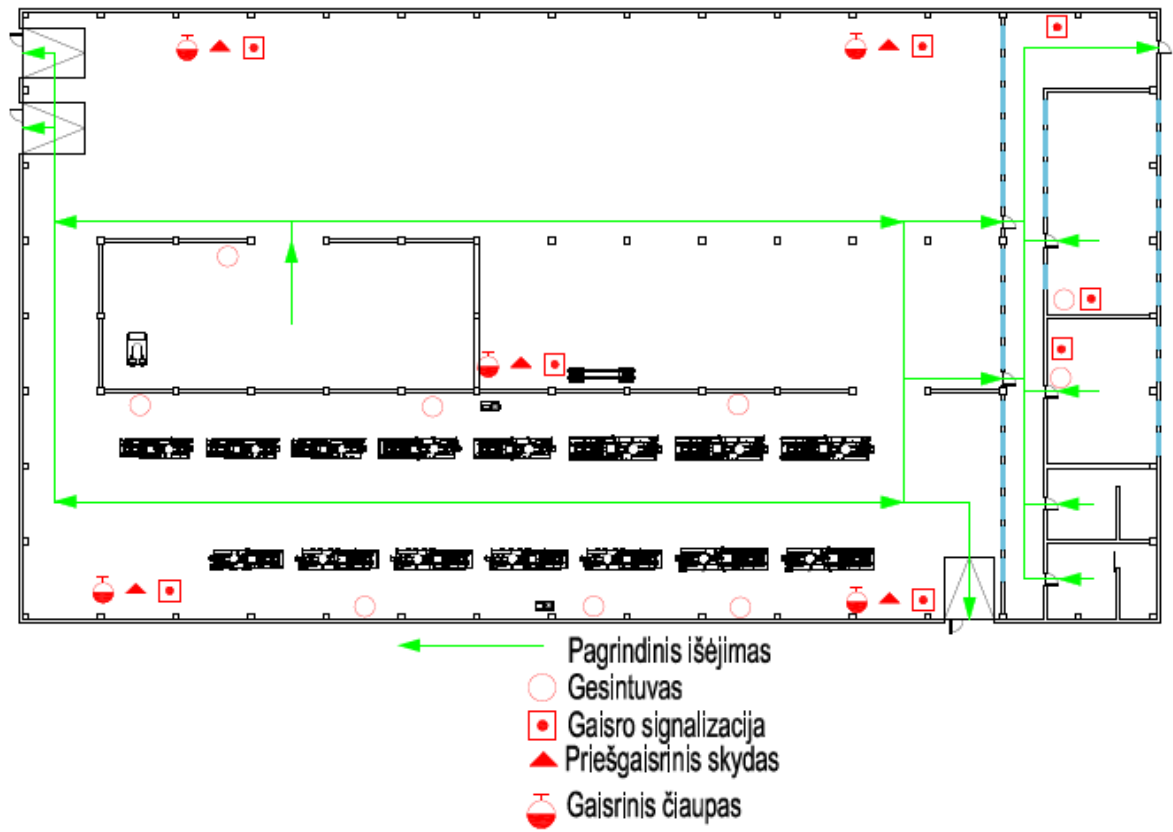
Eil. Nr.	Objektas	Plotas, m <sup>2</sup>	Požymis nulemiantis pavojingumo kategorija	Kategorija
1	Laukiamasis	54,9	Nedegios kietos medžiagos	Eg
2	Biuras	153,99	Nedegios kietos medžiagos	Eg
3	Valgykla	101,79	Nedegios kietos medžiagos	Eg
4	Moterų rūbinė	47,88	Nedegios kietos medžiagos	Eg
5	Vyrų rūbinė	47,88	Nedegios kietos medžiagos	Eg
6	Koridorius	131,44	Nedegios kietos medžiagos	Eg
7	Gamybinė zona	1425,3	Išlyditos medžiagos	Cg
8	Sandėlys	1814,3	Degios kietos medžiagos	Cg
9	Pagalbinės patalpos	347,49	Nedegios kietos medžiagos	Eg
10	Žaliavų tiekimo zona	208,51	Degios kietos medžiagos	Cg

Atsižvelgus į patalpų kategorijas ir į naudojamų medžiagų pavojingumą parenkamos šios gaisro gesinimo ir prevencijos priemonės:

1. Gaisrinis vandentiekis – gamybinėje zonoje ir sandėlyje įrengiami gaisriniai čiaupai. Pastato išorėje – vandens hidrantai.
2. Milteliniai gesintuvai – gesintuvai parenkami pagal galinčio kilti gaisro tipą, gesinamus objektus (įrenginiai naudojantys elektros įtampą) ir galinčias užsidegti medžiagas. Aplink injekcinio liejimo įrengimus, išdėstyti šeši 25 kg talpos ABC gesintuvai, kuriais galima gesinti elektros įrenginius. Taip pat vienas 25 kg gesintuvas yra pagalbinėse patalpose Administracijos patalpose ir valgykloje laikomi du 6 kg analogiški gesintuvai.
3. Priešgaisriniai stendai – išdėstyti gamybinėje zonoje ir sandėlyje. Juose laikomos pirminės gaisro gesinimo priemonės: miltelinis gesintuvas, kirviai, laužtuvai, nedegus audinys, gaisrinės žarnos.
4. Gaisro signalizacija ir dūmų detektoriai

Projektuojamam objektui sudaromas evakuacijos planas, kuriame nurodyti pagrindiniai evakuacijos keliai, išėjimai, gaisro gesinimo ir prevencijos priemonių išdėstymas.

## Evakuacijos planas



Pav. 3.5.4.1. Evakuacijos planas

## 4. Išvados

1. Plastiklis triacetinas skiriasi iš plastifikuoto DAC kompozicijos žemesnėje temperatūroje, nei kiti darbe naudoti plastikliai, tačiau dėl geresnių takumo savybių iš triacetinu plastifikuotų DAC kompozicijų gaminius galima formuoti mažesnėje temperatūroje ir slėgyje, todėl formavimo metu išvengiama intensyvios gaminio terminės destrukcijos ir suformuojami geresnių mechaninių ir optinių charakteristikų gaminiai.
2. Triacetinu plastifikuotas celiuliozės diacetatas galėtų būti pritaikomas maisto indelių gamyboje, nes šios kompozicijos mechaninės savybės yra panašios į plačiai maisto indelių gamybai naudojamo polipropileno, o plastiklis triacetinas, taip pat naudojamas kaip maisto priedas, todėl jo galima migracija į maisto produktus neturėtų sukelti pavojų žmogaus sveikatai.
3. Suprojektuota maisto pakavimui skirtų celiuliozės diacetato indelių su dangteliais formavimo įmonė, gebanti per metus pagaminti daugiau, nei 6000 t produkcijos. Penkiolika parinktų injekcinio liejimo įrenginių užtikrins nepertraukiamą įvairaus tūrio ir masės indelių gamybą, o parinkti du vakuuminiai siurbliai – tinkamą žaliavų tiekimą į liejimo įrenginius.
4. Indelių iš celiuliozės diacetato gamybos kaštai yra 2 – 3 kartus didesni nei šiai dienai populiarių polipropileninių maisto pakavimui skirtų indelių, tačiau celiuliozės diacetato gaminiai pasižymi bioskaidumu ir tikėtina, jog šiai produkcijai atsirastų paklausa ekologiškų pakuočių rinkoje. Parduodant produkciją apskaičiuotomis kainomis, įmonė atsipirktų per 5 metus.



## 5. Literatūros ir kitų informacinių šaltinių sąrašas

1. Siracusa V., Rocculi P., Romani S., Dalla Rosa M., Trends in food science and technology, Biodegradable polymers for food packaging: a review, 2008 m.
2. European Bioplastics, Fact sheet, 2016 m.
3. Europos parlamento ir tarybos reglamentas (EB) Nr. 1935/2004.
4. Europos komisijos reglamentas (ES) Nr. 10/2011.
5. Europos komisijos reglamentas (EB) Nr. 2023/2006.
6. Lietuvos higienos norma HN 16:2011 „Medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maistu, specialieji sveikatos saugos reikalavimai“
7. Seung-Hwan L., Shiraishi N., Plasticization of Cellulose Diacetate by Reaction with Maleic Anhydride, Glycerol, and Citrate Esters During Melt Processing, 2000 m.
8. Rambaldi D., Suryawanshi C., Eng C., Preusser F., Polymer Degradation and Stability, Effect of thermal and photochemical degradation strategies on the deterioration of cellulose diacetate, 2013 .
9. Int Journal Toxicol "Final report on the safety assessment of triacetin.". 2003
10. Park H., Misra M., Drzal L., Mohanty A., Effect of Eco-Friendly Triethyl Citrate Plasticizer , 2004
11. Johnson W., Final report on the safety assessment of acetyl triethyl citrate, acetyl tributyl citrate, acetyl trihexyl citrate, and acetyl trioctyl citrate. 2002
12. Erickson B., Regulators and retailers raise pressure on phthalates. 2015
13. Congyu B. Cellulose acetate / plasticizer systems: structure morphology and dynamics (Daktaro disertacija), Lionas, 2015 m.
14. Sumitomo Shi Demag El-Exis Sp katalogas. Prieiga per internetą, [http://sumitomo-shi-demag.us/pdfs/El-Exis\\_SP\\_Detailed\\_Specs\\_ENGLISH.pdf](http://sumitomo-shi-demag.us/pdfs/El-Exis_SP_Detailed_Specs_ENGLISH.pdf)
15. Vakuuminių siurblių katalogas PM series. Prieiga per internetą . <http://www.plasticsystems.it/wp-content/uploads/2014/10/2UMK047EN00-PM-13.pdf>
16. Iškvrimo įrenginių katalogas SBB series. Prieiga per internetą: <http://www.plasticsystems.it/wp-content/uploads/2014/10/2UMK048ENA00-SBB-13.pdf>
17. Thermal Care centrifuginų kompresorių katalogas. Prieigai per internetą: <https://www.thermalcare.com/tc-centrifugal-compressor-chiller/>

18. Automatinių vandens kaitintuvų SHINI katalogas. Prieiga per internetą:  
<http://shini.ca/heaters-chillers/standard-water-heaters/stm-1220w-standard-water-heater>
19. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004, Nr.134-4878. (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2009, Nr. 152-6849).
20. HN 23:2011. Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai. Valstybės žinios, 2011, Nr. 112-5274.
21. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804.
22. Dėl ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodinių nurodymų patvirtinimo. 2005 m. Nr. V-592/A1-210
23. Elektros įrenginių eksploatavimo saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 39-1878.
24. Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės. Valstybės žinios, 2012, Nr. 18-816.
25. Slėginių indų naudojimo taisyklės DT 12-02. Valstybės žinios, 2002, Nr. 115-5165.
26. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
27. HN 98:2000. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2000, Nr. 44-1278.
28. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. Valstybės žinios, 2010, Nr. 146 -7510 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011-06-21, Žin., 2011, Nr.: 75-3661; 2011-02-24, Žin., 2011, Nr. 23-1137).

## 6. Priedai

**Priedas Nr. 1.** DAC ir triacetino kompozicijos liejimo parametrai ir tempimo bandymų rezultatai.

DAC + triacetinas									
Liejimo nr.	Bandinio nr.	Liejimo Temperatūra	Injekcijos slėgis	Išlaikymo slėgis	Masė prieš kondicionavimą	Masė po kondicionavimo	Masės pokytis	Tampros modulis, $E_{mod}$	Trūkstamasis slėgis, $\sigma_R$
		$^{\circ}C$	bar	bar	$\sigma g$	$\sigma g$	%	$N/mm^2$	Mpa
1	-	180	400	400	-	-	-	-	-
	-	180	400	400	-	-	-	-	-
	1	180	500	500	0,7	0,7	0,3	1055,5	37,0
	-	180	450	450	-	-	-	-	-
2	-	175	550	550	-	-	-	-	-
	2	175	550	550	0,7	0,7	0,3	1122,3	43,8
	3	175	600	600	0,8	0,8	0,1	994,6	33,3
	-	175	650	650	-	-	-	-	-
	-	175	650	650	-	-	-	-	-
3	-	185	400	400	-	-	-	-	-
	-	185	400	400	-	-	-	-	-
	4	185	450	450	0,8	0,8	0,4	984,0	35,5
	5	185	500	500	0,8	0,8	0,7	957,3	46,7
4	-	190	400	400	-	-	-	-	-
	6	190	400	400	0,7	0,7	0,1	928,8	36,9
	7	190	450	450	0,7	0,8	0,1	983,6	30,7
	8	190	500	500	0,8	0,8	0,4	914,2	38,5
	9	190	550	550	0,8	0,8	0,8	905,6	42,7
5	-	195	350	350	-	-	-	-	-
	-	195	350	350	-	-	-	-	-
	10	195	400	400	0,7	0,8	0,7	862,2	30,1
	11	195	450	450	0,8	0,8	0,9	965,8	32,9
	12	195	500	500	0,7	0,7	1,0	861,2	38,8
						Vid.	0,5	961,2	37,2

**Priedas Nr. 2.** DAC ir 2-acetilrietilcitrato kompozicijos liejimo parametrai ir tempimo bandymų rezultatai.

DAC + 2-acetilrietilcitratas									
Liejimo nr.	Bandinio nr.	Liejimo Temperatura	Injekcijos slėgis	Išlaikymo slėgis	Masė prieš kondicionavimą	Masė po kondicionavimo	Masės pokytis	Tampros modulis, $E_{mod}$	Trūkstamasis stipris, $\sigma_R$
		$^{\circ}\text{C}$	bar	bar	$\text{g}$	$\text{g}$	%	$\text{N/mm}^2$	Mpa
1	-	180	800	800	-	-	-	-	-
	-	190	800	800	-	-	-	-	-
	-	200	800	800	-	-	-	-	-
	-	210	800	800	-	-	-	-	-
	1	220	800	800	0,8	0,8	2,0	939,4	30,0
2	-	220	800	800	-	-	-	-	-
	-	220	850	850	-	-	-	-	-
	2	220	850	850	0,7	0,8	1,2	1037,3	42,2
	3	220	850	850	0,8	0,8	1,4	867,4	31,1
3	-	220	800	800	-	-	-	-	-
	-	220	800	800	-	-	-	-	-
	4	220	800	800	0,7	0,8	1,6	866,5	40,1
	5	220	850	850	0,8	0,8	1,6	978,0	30,8
4	6	225	850	850	0,7	0,8	1,6	964,4	39,2
	7	225	850	850	0,8	0,8	1,1	994,4	40,4
	8	225	800	800	0,8	0,8	1,6	824,1	32,2
	9	225	750	750	0,7	0,7	1,2	870,0	25,5
5	-	225	700	700	-	-	-	-	-
	10	225	700	700	0,7	0,8	1,5	936,8	28,6
	11	225	650	650	0,8	0,8	1,2	902,2	31,0
	-	225	650	650	-	-	-	-	-
6	-	200	850	850	-	-	-	-	-
	-	200	850	850	-	-	-	-	-
	-	200	850	850	-	-	-	-	-
	-	200	850	850	-	-	-	-	-
	12	200	850	850	0,8	0,8	1,2	866,9	27,5
						Vid.	1,4	920,6	33,2

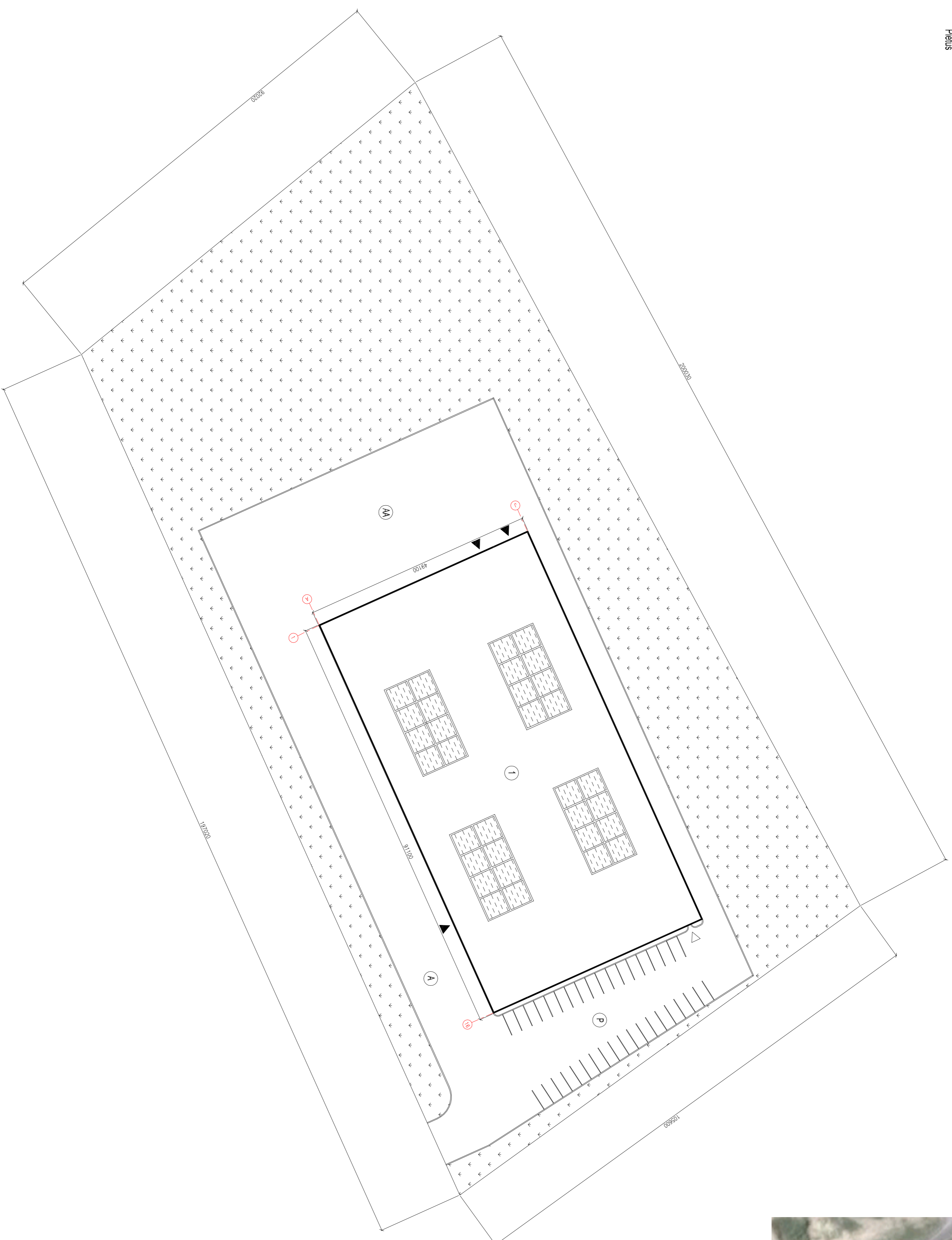
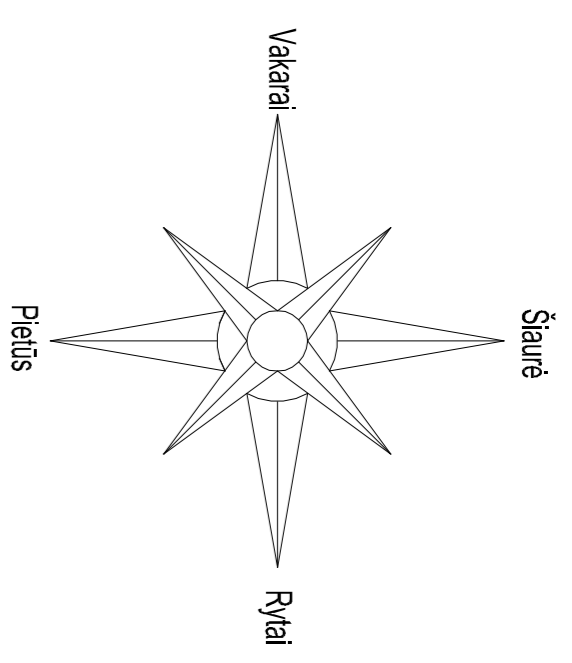
**Priedas Nr. 3.** DAC ir dietilftalato kompozicijos liejimo parametrai ir tempimo bandymų rezultatai.

DAC + dietilftalatas									
Liejimo nr.	Bandinio nr.	Liejimo Temperatūra	Injekcijos slėgis	Išlaikymo slėgis	Masė prieš kondicionavimą	Masė po kondicionavimo	Masės pokytis	Tampros modulis, $E_{mod}$	Trūkstamas stipris, $\sigma_R$
		$^{\circ}C$	bar	bar	$\sigma g$	$\sigma g$	%	$N/mm^2$	Mpa
1	-	185	600	600	-	-	-	-	-
	-	185	700	700	-	-	-	-	-
	-	185	800	800	-	-	-	-	-
	-	185	850	850	-	-	-	-	-
	1	190	800	800	1,0	1,0	0,3	960,2	45,6
	-	195	800	800	-	-	-	-	-
2	2	195	800	800	1,0	1,0	0,1	872,2	37,6
	3	195	800	800	1,1	1,1	0,5	972,4	33,2
	-	195	700	700	-	-	-	-	-
	-	195	800	800	-	-	-	-	-
3	4	195	750	750	0,9	0,9	0,4	947,8	36,3
	5	195	750	750	1,0	1,0	0,3	956,6	33,8
	6	195	750	750	1,0	1,0	0,3	1024,8	37,9
	-	195	750	750	-	-	-	-	-
4	7	200	700	700	1,1	1,1	0,0	-	-
	8	200	700	700	1,0	1,0	0,1	949,6	36,9
	9	200	700	700	1,0	1,0	0,5	967,7	42,1
	10	200	700	700	1,0	1,0	0,4	977,8	50,1
5	-	190	800	800	-	-	-	-	-
	-	190	800	800	-	-	-	-	-
	11	190	850	850	1,0	1,0	0,1	939,0	51,6
					Vid.	0,3	956,8	40,5	

**Priedas Nr.4.** DAC ir trietilcitrato kompozicijos liejimo parametrai ir tempimo bandymų rezultatai.

DAC + trietilcitratas									
Liejimo nr.	Bandinio nr.	Liejimo Temperatūra	Injekcijos slėgis	Išlaikymo slėgis	Masė prieš kondicionavimą	Masė po kondicionavimo	Masės pokytis	Tampros modulis, $E_{mod}$	Trūkstamasis stipris, $\sigma_R$
		$^{\circ}C$	bar	bar	$\sigma g$	$\sigma g$	%	$N/mm^2$	Mpa
1	-	180	350	350	-	-	-	-	-
	-	180	400	400	-	-	-	-	-
	-	180	450	450	-	-	-	-	-
	-	180	500	500	-	-	-	-	-
	-	185	700	700	-	-	-	-	-
	-	185	800	800	-	-	-	-	-
2	1	190	800	800	1,1	1,1	1,2	840,9	32,4
	2	190	750	750	1,0	1,0	0,9	1093,4	41,7
	3	190	700	700	0,9	1,0	0,8	1135,5	37,5
	4	190	750	750	0,9	1,0	1,1	-	-
3	5	195	750	750	0,8	0,8	0,1	958,1	33,3
	6	195	750	750	0,9	1,0	1,0	-	-
	7	195	750	750	1,1	1,1	1,2	973,1	36,8
	8	195	700	700	1,0	1,0	0,9	927,9	36,8
4	9	195	700	700	1,0	1,0	0,5	945,1	30,9
	10	195	700	700	1,1	1,1	0,4	978,8	39,2
	11	195	700	700	1,1	1,1	0,9	954,1	37,5
	12	195	700	700	0,9	0,9	0,6	823,6	31,1
						Vid.	0,8	963,0	35,7

## **7. Grafiné dalis**



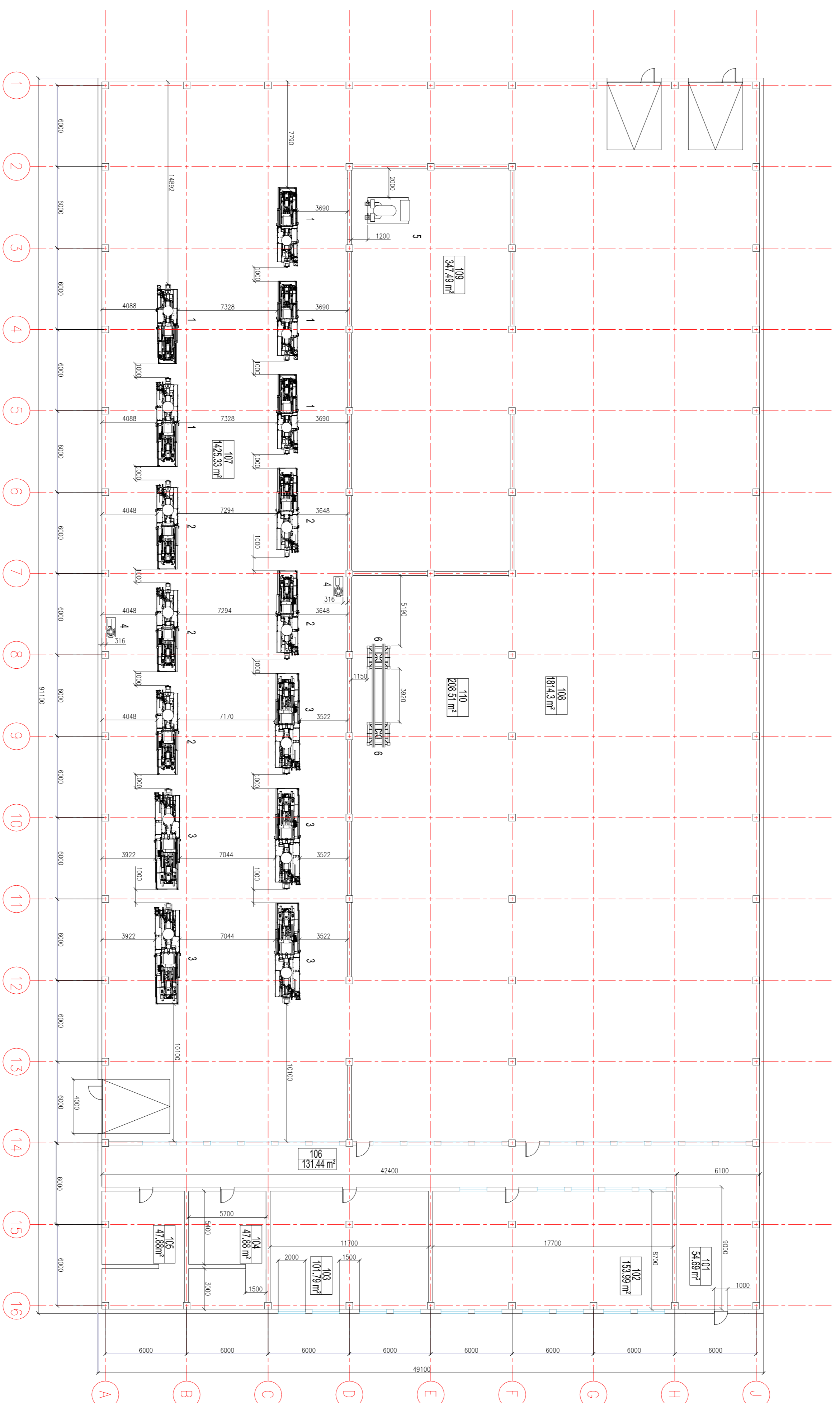
Situacijos planas 1:1500

**Eksplikacija**

- ① Projektuojamas pastatas
- P Automobilų stovėjimo aikštelė
- A Asfaltas
- AA Apsukimo aikštelė
- Veja
- Langai
- ▶ Įvažiuojamieji sandėli ir gamybinės patalpos
- ▽ Pagrindinis įėjimas

Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
TMC-5	Pratęs	Vytautas Šturmaitis	Pratęs	Data	
	Sudarė	Jūlija Čiulpauskaitė			Plastikinų, celulozės dirbalo gaminių formavimo įmonė
	Įteikė	Paulius Šturmaitis, Dainius			
	Konstatare	Daiva Vėlinė			
					Siatybos teritorijos planas, mastelis 1:500
Pr. statusas		Polimerų chemijos ir technologijos katedra		2017-MBD-PCT	Lapai 1 Iš viso 4





Patalpų eksplikacija

Ei.Nr.	Paradinimas	Poetas, m²
101	Laidamasis	54,9 m²
102	Biuras	153,99m²
103	Valgykla	101,79 m²
104	Molėru rūdinė	47,88 m²
105	Vyrių rūdinė	47,88 m²
106	Koridorius	131,44 m²
107	Gamytinė zona	1425,33 m²
108	Sardėlys	1844,3 m²
109	Pagalbinės patalpos	347,49 m²
110	Zaliavų laikymo zona	208,51 m²

Įrenginių specifikacija

Ei.Nr.	Paradinimas	Žymuo	Kiekis
1	Išplėtos ligno technologijos modulinis išdėstymas	EE-5as Sp. 150306-RT5	5
2	Išplėtos ligno technologijos modulinio dydžio modulinis ir dangtelėms	EE-5as Sp. 200356-RT5	5
3	Išplėtos ligno technologijos didesnis išdėstymas ir dangtelėms	EE-5as Sp. 300725-1500	5
4	Viduriniai stumčiai	PNCT	2
5	Centrifugos kompresorius	TCH300C	1
6	Zaliavų švirkšto pampylės	SBB 1500	2

Grupė  
**KTU Cheminės technologijos fakultetas**

**Magistro baigiamasis darbas**

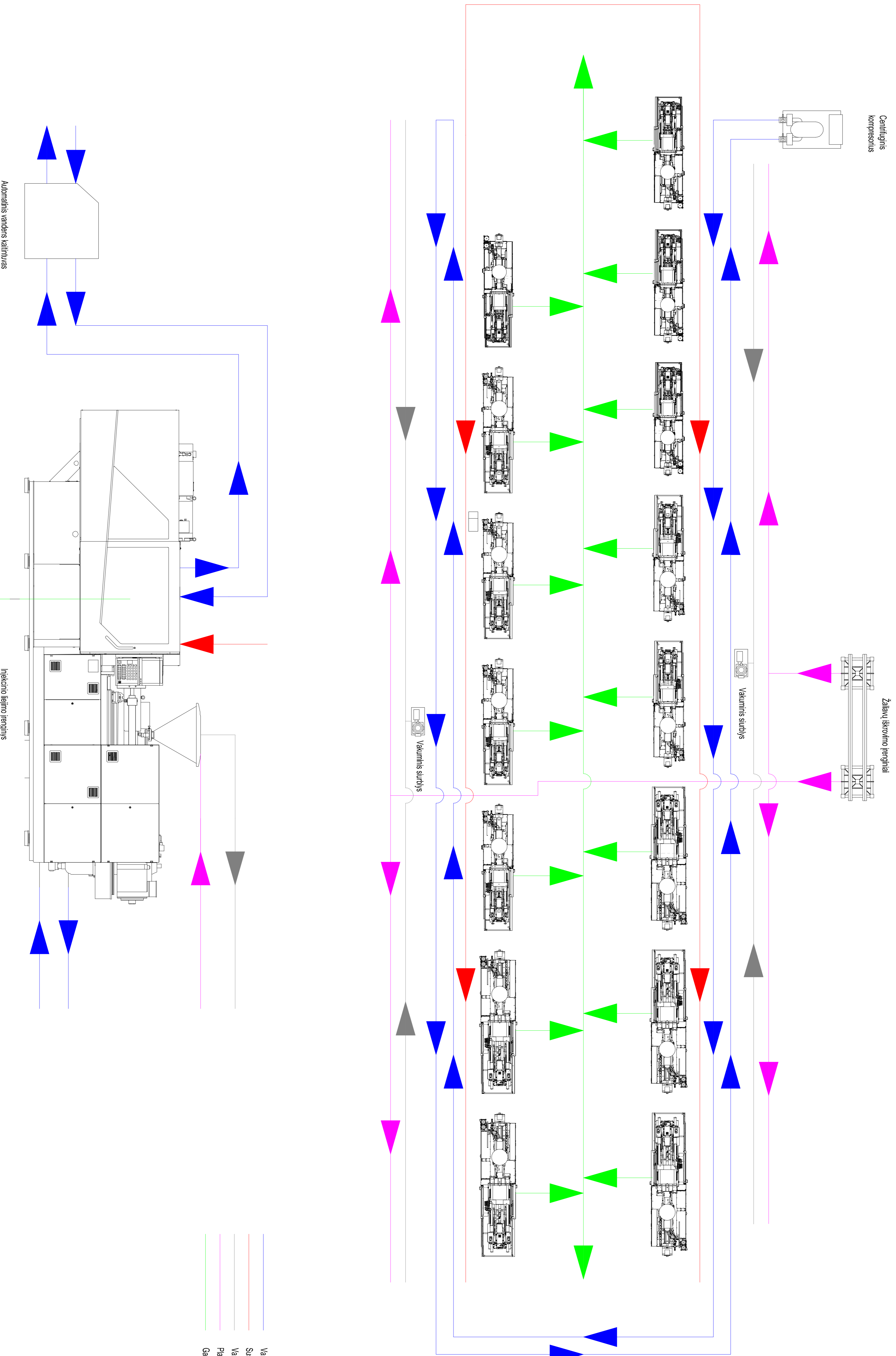
Technologijos grupė  
Plastikinų celuliozės diacetato gaminių formavimo įmonė

Pastato planas, mastelis 1:200

Projektas  
**MBD** Polimerų chemijos ir technologijos katedra

Lapų 2  
Lauk. 4





- Vėdinio
- Suspaustas oras
- Vakuumas
- Plastifikuotas DAC
- Gaminiai

<b>KTU Cheminės technologijos fakultetas</b>				<b>Magistro baigiamasis darbas</b>	
Grupė	Technologijos	Fakultetas	Data	Plastikinų celuliozės diacetato gaminių formavimo įmonė	
TMC-5	Procesas	Vidurių Pasiruošimas			
	Suvorai	Julian Čiulėnas			
	Vidiniai	Paulius Švedas, Dariuskus			
<b>Technologinė schema</b>					
Pr. datai	2017-MBD-PCT	Polimerų chemijos ir technologijos katedra	Lapai	4	4