

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Mantas Martišius

**GAMTINĖS KILMĖS MEDŽIAGOMIS ARMUOTŲ CELIULIOZĖS
ACETATO LAKŠTŲ GAMYBOS ĮMONĖ**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Dr. Paulius Pavelas Danilovas

KAUNAS, 2018

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

**GAMTINĖS KILMĖS MEDŽIAGOMIS ARMUOTŲ CELIULIOZĖS
ACETATO LAKŠTŲ GAMYBOS ĮMONĖ**

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (kodas: 621H81004)

Vadovas

Dr. Paulius Pavelas Danilovas

Recenzentas

Dr. Dalius Gudeika

Projektą atliko

Mantas Martišius

KAUNAS, 2018



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

Mantas Martišius

Chemijos inžinerija (kodas: 621H81004)

„Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiuliozės acetato lakštų gamybos įmonė“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

Patvirtinu, kad mano, **Manto Martišiaus**, baigiamasis projektas tema „Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiuliozės acetato lakštų gamybos 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)

TURINYS

IVADAS	11
1. LITERATŪROS APŽVALGA	12
1.1. Bioplastikai	12
1.2. Celiuliozės acetatas	13
1.3. Kompozicinės medžiagos	14
1.4. Formavimo technologijos	15
2. DARBE NAUDOTOS MEDŽIAGOS IR EKSPERIMENTŲ METODIKOS	17
2.1. Naudotos medžiagos	17
2.2. Eksperimentų metodikos.....	17
2.2.1. Polimerinių plėvelių kompozicijų ruošimas	18
2.2.2. Plėvelių formavimas	20
2.2.3. Plėvelių fizikinių ir mechaninių savybių tyrimai.....	20
2.2.4. Plėvelių pralaidumo elektromagnetinei spinduliutei tyrimai.....	20
2.2.5. Plėvelių mikroskopinio vaizdo tyrimai.....	20
2.2.6. Plėvelių drėgmės absorbcijos tyrimai	20
2.2.7. Mechaninių savybių rezultatų tikslumo įvertinimas	20
3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	22
3.1. Plėvelių mikroskopinio vaizdo tyrimai	22
3.2. Plėvelių fizikinių ir mechaninių savybių tyrimo rezultatai.....	23
3.3. Plėvelių drėgmės absorbcijos tyrimo rezultatai	27
3.4. Plėvelių pralaidumo elektromagnetinei spinduliutei tyrimo rezultatai.....	29
4. INŽINERINĖ DALIS	32
4.1. Technologinė dalis	32
4.1.1. Gaminių asortimento parinkimas.....	33
4.1.2. Žaliavų ir produktų charakteristikos	35
4.1.3. Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo įrenginių parinkimas	37
4.1.4. Produkcijos kiekio, žaliavų poreikio ir reikalingų įrenginių skaičiavimai	39
4.1.5. Reikalingas energijos kiekis pašalinti nuo aušinimo volų	43
4.1.6. Žaliavų transportavimas.....	44
4.1.7. Technologinės schemos aiškinamasis raštas.....	45
5. STATYBINIAI SPRENDIMAI	48
5.1. Bendrieji pastato duomenys	48
5.2. Statinio architektūriniai ir konstrukciniai sprendimai.....	48
6. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI	49
6.1. Pradiniai duomenys.....	49
6.2. Gamybinės savikainos skaičiavimas.....	52
6.3. Gaminių kainos skaičiavimas	65
6.4. Pardavimo pajamų skaičiavimas ir investicijų efektyvumo vertinimas.....	67
6.5. Investicijų efektyvumo vertinimas.....	69
7. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS	72
7.1. Naudojamų medžiagų aplinkosauginio vertinimo duomenys.....	72
7.2. Energetiniai ištekliai	72
7.3. Fizikinė tarša.....	73
7.4. Oro tarša.....	73
7.5. Atliekų tvarkymas	74
7.6. Nuotekų teršalų balansas.....	76
7.7. Aplinkosauginio vertinimo išvados	76
8. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA	77

8.1. Projektuojamo objekto charakteristika	77
8.2. Profesinės rizikos vertinimas	77
8.3. Saugi gamyba.....	80
8.4. Darbo higiena.....	81
8.5. Gaisrinė sauga.....	82
9. IŠVADOS.....	84
LITERATŪROS SĄRAŠAS	85
PRIEDAI.....	87

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Celiuliozės diacetato struktūrinė formulė	13
3.1 pav. Stipris tempiant ties takumo riba	24
3.2 pav. Maksimalus stipris tempiant.	24
3.3 pav. Ištįsa ties takumo riba.	25
3.4 pav. Maksimali ištįsa.	25
3.5 pav. Tampros modulis	26
3.6 pav. Kontrolinės ir plėvelių su celiuliozės miltelių bei smulkintų speltos ir avižų lukštų priedais drėgmės absorbcijos priklausomybė nuo priedo kiekio	28
3.7 pav. Kontrolinės ir plėvelės su regeneruotu celiuliozės pluoštu drėgmės absorbcijos priklausomybė nuo priedo kiekio.....	28
3.8 pav. Plėvelių su smulkintų speltos lukštų priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras	29
3.9 pav. Plėvelių su smulkintų avižų lukštų priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras.....	29
3.10 pav. Plėvelių su celiuliozės miltelių priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras.....	30
3.11 pav. Plėvelių su regeneruotos celiuliozės priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras	30
3.12 pav. Plėvelių pralaidumo priklausomybė nuo priedo koncentracijos, kai bangų ilgis 250-1100 nm.....	30
8.1 pav. Evakuacijos planas.....	83

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Tyrimams naudotos medžiagos.....	17
2.2 lentelė. Liejimo tirpalų ir suformuotų kompozicinių plėvelių sudėtis.....	18
3.1 lentelė. Kompozicinių plėvelių paviršiaus nuotraukos ir jų komentarai	22
4.1 lentelė. Gaminių asortimentas.	34
4.2 lentelė. Gaminio svorio skaičiavimas	35
4.3 lentelė. Įvairios plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo įrenginių linijos	37
4.4 lentelė. Pasirinktos naudoti technologinės linijos įrenginių parametrai	38
4.5 lentelė. Ekstruderio sraigto parametrų reikšmės.....	39
4.6 lentelė. Pagaminamų gaminių ir sunaudojamų žaliavų kiekio skaičiavimas.....	40
4.7 lentelė. Vidutinio žaliavos poreikio metams skaičiavimas.....	41
4.8 lentelė. Medžiagų balansas	42
4.9 lentelė. Gaminį sudarančių žaliavų poreikiai.....	42
4.10 lentelė. Spiralinio kompresoriaus parametrai.	43
4.11 lentelė. Vakuuminio siurblio parametrai.	45
5.1 lentelė. Statinio techniniai rodikliai	48
6.1 lentelė. Planuojamas įmonės gamybos planas	50
6.2 lentelė. Projektuojamai įmonei reikalingos lėšos	51
6.3 lentelė. Žaliavų kilogramo kainos skaičiavimas.....	52
6.4 lentelė. Projekto finansavimo šaltiniai ir sumos	52
6.5 lentelė. Gaminius sudarančių žaliavų kainos skaičiavimas	53
6.6 lentelė. Metinė žaliavų kaina.	54
6.7 lentelė. Pagrindinių medžiagų pirkimo planas.....	55
6.8 lentelė. Metinės papildomos išlaidos.....	56
6.9 lentelė. Reikalingų pakavimui medžiagų kaštų skaičiavimas platiems rulonams	56
6.10 lentelė. Reikalingų pakavimui medžiagų kaštų skaičiavimas mažo pločio rulonams	56
6.11 lentelė. Supakuotų gaminių skaičius per parą.....	57
6.12 lentelė. Pakavimo medžiagoms reikalingos metinės išlaidos	58
6.13 lentelė. Metinis elektros energijos poreikio ir išlaidų įrenginiams skaičiavimas	59
6.14 lentelė. Metinės išlaidos patalpų apšvietimui	60
6.15 lentelė. Metinės išlaidos patalpų šildymui.....	60
6.16 lentelė. Metinės išlaidos vandeniui buitiniams reikmėms	60
6.17 lentelė. Metinės išlaidos darbo užmokesčiui administracijos darbuotojams.....	61
6.18 lentelė. Metinės išlaidos darbo užmokesčiui gamybos darbuotojams.....	61

6.19 lentelė. Amortizaciniai atskaitymai	62
6.20 lentelė. Gamybos kaštai	63
6.21 lentelė. Gaminių gamybinė savikaina.....	64
6.22 lentelė. Veiklos sąnaudos.....	65
6.23 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas.....	65
6.24 lentelė. Gaminių kainos skaičiavimas.....	66
6.25 lentelė. Gaminių pardavimo pajamų planas.....	67
6.26 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita	68
6.27 lentelė. Finansinės būklės (pinigų srautų) ataskaita	69
6.28 lentelė. Projekto grynųjų pinigų srautai.....	69
6.29 lentelė. Diskontuoti metiniai pinigų srautai.....	70
6.30 lentelė. Investicijų efektyvumo vertinimo rodiklių rezultatai.....	70
6.31 lentelė. Gaminių kaina ir savikaina	71
6.32 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimo rodikliai	71
7.1 lentelė. Naudojamų žaliavų pavojaus charakteristikos.....	72
7.2 lentelė. Įrenginiams reikalingi energetiniai ištekliai.....	73
7.3 lentelė. Fizikinės taršos šaltiniai ir taršos lygiai	73
7.4 lentelė. Susidarančių atliekų kiekiai ir būdai šalinti atliekas.....	75
7.5 lentelė. Nuotekų taršalų balansas.....	76
8.1 lentelė. Profesinės rizikos veiksnių vertinimas.....	78
8.2 lentelė. Šaltuoju metų laikotarpiu palaikomi šiluminiai aplinkos parametrai	81
8.3 lentelė. Šiltuoju metų laikotarpiu palaikomi šiluminiai aplinkos parametrai	81
8.4 lentelė. Asmeninės apsaugos priemonės.....	82
8.5 lentelė. Patalpų apšvietos normos.....	82

Martišius Mantas. Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiuliozės acetato lakštų gamybos įmonė. Baigiamasis magistro projektas / vadovas Dr. Paulius Pavelas Danilovas; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Chemijos inžinerija

Reikšminiai žodžiai: kompozitai, celiuliozės acetatas, celiuliozės diacetatas, triacetinas, ekstruzija, polimerų perdirbimas

Kaunas, 2018. 88 p.

SANTRAUKA

Magistro baigiamajame darbe, naudojant triacetinu plastifikuotą celiuliozės diacetatą ir įvairias gamtinės kilmės medžiagas, suformuotos skirtingų kompozicijų plėvelės. Ištirtos plėvelių mechaninės bei fizikinės savybės, atlikti drėgmės absorbcijos tyrimai, elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo tyrimai, padarytos plėvelių mikroskopinio vaizdo nuotraukos bei plėvelės palygintos tarpusavyje.

Suprojektuota lakštų gamybos įmonė. Remiantis tyrimo duomenimis, pasirinkta lakštų sudėtis yra triacetinu plastifikuotas celiuliozės diacetatas ir celiuliozės milteliai. Pasirinktas įmonės lakštų formavimo būdas yra plokščiaplyšė ekstruzija ant aušinamo volo. Apskaičiuoti įmonės ekonominiai rodikliai, atliktas įmonės aplinkosauginis vertinimas bei įvertinta darbuotojų sauga ir sveikata. Nubraižyti suprojektuotos įmonės pastato, pastato pjūvio, sklypo ir technologinės schemos brėžiniai.

Martišius Mantas. Production company of cellulose acetate sheets reinforced with materials of natural origin. Master's Final Degree Project / supervisor dr. Paulius Pavelas Danilovas; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Chemical engineering

Keywords: Composites, cellulose acetate, cellulose diacetate, triacetin, polymer processing, sheet extrusion

Kaunas, 2018. 88 pages.

SUMMARY

In this final Master's thesis different composite films were made by using cellulose diacetate plasticized with triacetin and different natural origin materials. This study investigated the physical-mechanical, water absorption and transmittance of different wavelength light beam properties. Also, microscopic pictures of films were taken.

The technological line for production of thick composite sheet rolls from plasticized cellulose diacetate with cellulose flakes was designed. It was designed that manufacturing plant is capable to process around 6 thousand tons of raw material. Important economical-financial calculations were made in order to evaluate prices of products and overview companies profitability.

The drawing of technological line, building, plot and sections of building from different sides has been prepared.

ĮVADAS

Pasaulyje augant plastikinės taros naudojimui susiduriame su įvairiomis aplinkosauginėmis bei žmogiškosiomis problemomis. Mūsų Žemė, vandenynai ir net gyvenamoji aplinka yra vis labiau teršiama. Didžiąją dalį teršalų sudaro įvairios pakuotės, o iš jų daugiausia plastiko gaminiai. Siekiant tai sustabdyti valstybėse priimami atitinkami įstatymai, ribojantys plastikinių pakuočių naudojimą, didinantys pakuočių kainą ar įvedami pakuočių taros mokesčiai. Ekonominėmis priemonėmis skatinama gamintojus nusigręžti nuo gaminių iš naftos produktų, mat daugelis iš jų yra gamtoje neskaidūs. Pasaulyje stengiamasi judėti link pakuočių, ypač maisto pramonėje, gautų iš atsinaujinančių šaltinių, kurios yra bioskaidžios.

Darbe pasirinkta įsigilinti ir atlikti tyrimus su celiuliozės acetatu. Ši medžiaga gali būti gauta įvairaus pakeitimo laipsnio, tačiau plastikų pramonėje vertingiausia yra 2,5 ir vadinama celiuliozės diacetatas. Tai plačiai tekstilės pramonėje naudojama žaliava, kuri nėra brangi, o ją plastifikavus galime gauti termoplastiką ir formuoti įvairius gaminius. Vienas iš svarbiausių celiuliozės diacetato privalumų – bioskaidumas.

Vienas pagrindinių termoplastikų formavimo būdų yra ekstruzija. Tai procesas, kurio metu kaitinamame cilindre sraigtas transportuoja žaliavos granules, o cilindro gale, išsilydžiusios granulės yra išspaudžiamos pro tam tikrą profiliuojantį antgalį.

Projekto **tikslas** yra ištirti triacetinu plastifikuotas celiuliozės diacetato su įvairiais gamtinės kilmės medžiagų priedais plėveles ir suprojektuoti 6000 tonų gamybos apimties įmonę.

Tikslui pasiekti buvo išsikelti šie **uždaviniai**:

1. Suformuoti plastifikuoto celiuliozės diacetato ir plastifikuoto celiuliozės diacetato su priedais plėveles, ištirti šių plėvelių mechanines bei fizikines savybes, elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo, vandens absorbcijos savybes;
2. Įvertinti lakštų formavimą iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su priedais;
3. Parinkti technologiją gaminių formavimui bei sudaryti planuojamų gaminių asortimentą;
4. Apskaičiuoti projektuojamos įmonės finansinius-ekonominius rodiklius, apskaičiuoti gaminių kainas.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Bioplastikai

21 –ojo amžiaus žmogus nebeįsivaizduoja savo gyvenimo be plastikų. Jie plačiai naudojami pakuotėms, detalėms, įvairiems daiktams ar kaip konstrukcinės medžiagos. Remiantis plastikų gamintojų asociacijos *Plastics Europe*- atliktų tyrimų duomenimis, 2015 metais plastikų pagaminimo vertė peržengė 300 milijonų tonų ribą. Tai milžiniškas šuolis nuo 1950 metų, kai plastikų buvo pagaminama tik 1,5 milijono tonų. Šiuo metu daugiausia plastikų pagaminanti šalis yra Kinija, kuri atsakinga už apie 28 % pagaminamos metinės plastikų produkcijos. Europa yra, atsakinga už apie 18 % pagaminamos plastikų produkcijos.

Šių dienų pramonėje dažniausiai gaminami plastikai, gauti perdirbus naftos produktus. Kaip ir daugelį metų, taip ir dabar, populiariausi išlieka poliolefininiai plastikai, tokie kaip polipropilenas (PP), polietilenas (PE), polimetilpentenas (PMP), polibutilenas (PB), jie užima bemaž 55 % pagaminamų plastikų. Antroje vietoje rikiuojasi polivinilchloridas (PVC) su apie 16 % metinės produkcijos vertės. Toliau yra tokie plastikai kaip polietilentereftalatas (PET), poliamidas (PA), polikarbonatas (PC), polistirenas (PS), poliuretanai (PUR), akrilnitrilo butadieno stirenas (ABS). Taigi, vadinamieji standartiniai plastikai atsakingi už 85 % bendrą metinį plastikų pagaminimo kiekį [1].

Kaip alternatyva tradiciniams, iš naftos produktų gautiems plastikams, vis dažniau pradedami gaminti ir naudoti bioplastikai. Europoje šių plastikų platesnį naudojimą bei skatinimą naudoti rinkoje propaguoja asociacija *European Bioplastics*. Terminas *bioplastikas* gali būti pritaikomas plastikui, jeigu:

- Medžiaga arba produktas sudarytas iš šio plastiko gautas naudojant atsinaujinančius šaltinius arba bent iš dalies sudarytas iš jų. Norint gauti šiuos plastikus, kaip atsinaujinantys šaltiniai gali būti naudojami kukurūzai, mediena, bambukai ar cukranendrės. Toks plastikas yra vadinamas biologinės prigimties bioplastiku.
- Medžiaga arba produktas sudarytas iš plastiko yra mikrobiologiškai skaidus mus supančioje aplinkoje. Tai reiškia, jog mikroorganizmai esantys aplinkoje sugeba paversti šiuos plastikus į atskirus vandens, anglies dioksido junginius bei kompostą. Toks plastikas yra vadinamas bioskaidžiu.

Asociacijos duomenimis 2017 metais buvo pagaminta apie 2,1 milijono tonų bioplastikų, o iki 2022 metų numatoma pasiekti bent 2,6 milijono tonų pagaminamų bioplastikų kiekį. Biologinės kilmės plastikai sudaro apie 57 % gaminamos bioplastikų produkcijos, iš kurių plačiausiai gaminami PET, PA, PE. Bioskaidūs plastikai sudaro apie 43 % gaminamos produkcijos ir iš jų daugiausia

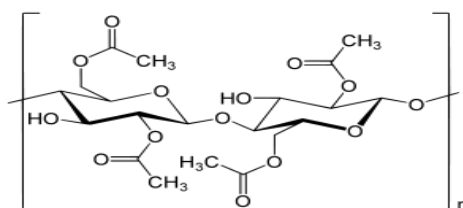
gaminami plastikai yra polibutilenadipatotereftalatas (PBAT), polibutileno sukcinatas (PBS), polilaktidas (PLA) bei krakmolo pagrindu pagaminti bioplastikai.

Bioplastikų panaudojimo sritys apima pakuotes bei plataus vartojimo prekes ir jos sudaro 65 % gaminamos produkcijos, automobilių pramonės (7 %), statybų pramonės (4 %), tekstilės pramonės (11 %), žemės ūkio pramonės (5 %), elektronikos pramonės (2 %), kitos sritis (6 %).

Iš pateiktų duomenų matyti, jog pagaminamų bioplastikų kiekis yra ganėtinai mažas, bet žinant, jog pasaulyje visuominės susivokimas dėl globalinio atšilimo, bei masiškai didėjančio šiukšlių kiekio didėja, galima prognozuoti, jog ateinančiais dešimtmečiais pagaminamas bioplastikų kiekis tik augs [2].

1.2. Celiuliozės acetatas

Siekiant populiarinti bioplastikus atliekami nauji tyrimai su rečiau pramonėje randamais bioplastikais. Vienas iš tokių yra celiuliozės acetatas. Šis plastikas gaunamas iš celiuliozės, kuri yra visiškai atsinaujinantis Žemėje šaltinis. Celiuliozė gali būti gauta iš medienos, medvilnės ar pluoštinių kanapių. Cheminiu požiūriu celiuliozė – tai polisacharidas $(C_6H_{10}O_5)_n$ su kristaline morfologija. Celiuliozė ir jos dariniai, jau seniai taikomi plastikiniams ir neplastikiniams gaminiams gauti. Atliekant celiuliozės cheminį modifikavimą, galima gauti celiuliozės acetatą. Tai dirbtinis polimeras, pasižymintis įvairiomis savybėmis. Celiuliozės acetatas gali būti pagamintas įvairaus pakeitimo laipsnio, bet geriausiomis savybėmis, tokiomis kaip tirpumas įprastiniuose tirpikliuose bei tinkamomis terminio formavimo savybėmis, yra 2,5 [3]. Šio pakeitimo laipsnio celiuliozės acetatas įvardijamas kaip celiuliozės diacetatas (žr. 1.1 pav.) Pramonėje, celiuliozės diacetatas gaminamas esterifikuojant celiuliozę, kai jos hidroksi grupės yra veikiamos organinėmis rūgštimis arba jų anhidridais, pasitelkiant katalizatorius. Ši reakcija vykdoma naudojant neapdorotos vilnos, cukranendrių, perdirbto popieriaus ar medžio celiuliozės produktus. Gaunamas celiuliozės diacetatas miltelių forma. Iš gautų miltelių, naudojant plastiklius, gali būti suformuotos granulės, iš kurių pramonėje formuojami plastikiniai gaminiai, plėvelės, lakštai, cigarečių filtrai ar tekstiliniai pluoštai. Plastiklis naudojamas tam, jog sumažintų celiuliozės diacetato stiklėjimo temperatūrą ir klampą. Tokiu būdu gaunamas termoplastinis celiuliozės diacetatas [4].



1.1 pav. Celiuliozės diacetato struktūrinė formulė

Taigi, norint pagerinti polimero reologines ir termines apdorojimo savybes naudojami įvairūs plastikliai. Vieni iš dažniausiai naudojamų celiuliozės diacetato plastiklių yra dietilo ftalatas, dimetilo ftalatas, trifenilo fosfatas, triacetinas, glicerolio triacetatas, trietilenas, glikolio dipropionatas [4]. Triacetinas gali būti naudojamas kaip maisto priedas E1518. Jis yra saugus žmogaus sveikatai ir nekenksmingas [5].

Kaip jau buvo minėta anksčiau, celiuliozės diacetatas yra gaunamas iš atsinaujinančių šaltinių, o kita patraukli celiuliozės diacetato savybė yra jo bioskaidumas. Daugelio tyrimų metu ši savybė buvo įrodyta ir kaip pavyzdys gali būti pateiktas 1993 metais atliktas tyrimas. Jo metu įvairaus pakeitimo laipsnio celiuliozės acetato plėvelės buvo kompostuojamos kontroliuojamomis aerobinėmis sąlygomis. Tyrėjai nustatė, kad po 18 dienų plėvelės buvo visiškai suskaidytos. Analogiškas bandymas buvo atliekamas anaerobinėmis sąlygomis. Šiuo atveju skaidymas užtruko 30 dienų [6].

Celiuliozės diacetato pritaikymas pramonėje yra gana platus. Iš plėvelių gaminami maišeliai, pakuotės, etiketės, fotojuostos. Plastifikuotas celiuliozės diacetatas pasižymi gana geromis mechaninėmis savybėmis, tačiau šiek tiek nusileidžia tradiciniams plastikams. Taip pat, norint konkuruoti su tradiciniais plastikais reikia atsižvelgti į gaminių kainą. Šią problemą galima išspręsti naudojant plastifikuoto celiuliozės diacetato kompozitus.

1.3. Kompozicinės medžiagos

Kompozicinės medžiagos, tai medžiagos, kurios sudarytos iš dviejų ar daugiau atskirų medžiagų ir atitinka tam tikrus reikalavimus. Šios medžiagos tarpusavyje skiriasi sudėtimi ar faze, o sudarius jų makroskopinį derinį, gaunamas vienas kūnas. Šio derinio sudaromuosius komponentus turi skirti aiški paviršiaus riba, komponentai derinyje turi turėti skirtingas savybes nei kiekvienas atskirai. Kompozicinės medžiagos struktūrinės dalys susideda iš armuojančiosios (stiprinamoji) ir matricos (rišančioji) medžiagų. Kompozicinės medžiagos matrica yra vientisai pasiskirsčiusi visame tūryje ir dažniausiai neturi griežtos orientacijos, o armuojančios medžiagos gali būti orientuotos kuria nors kryptimi. Kompozicinės medžiagos gali būti skirstomos pagal armuojančią medžiagą, tai reiškia, jog yra skirstoma pagal armuojančiosios medžiagos komponentų pavidalą (formą). Taip pat, galimas skirstymas pagal matricą, medžiagą kurioje paskirstoma armuojanti medžiaga. Taigi, pirmuoju skirstymo būdu kompozicinės medžiagos gali būti pluoštinės arba dispersinės. Pluoštinių kompozitų armuojančiąją medžiagą sudaro dalelės, kurių ilgis daug didesnis už skersmenį. Pagal pluoštą dar galima suskirstyti į ištinio, viengijo ir trumpo pluošto. Dispersines armuojančiasias medžiagas sudaro atskirtos dalelės. Pagal dalelių formą armuojančiosios medžiagos gali būti miltelinės, dispersinės, žvynelinės ar ūselinės.

Kompozito matricos gali būti gaminamos iš metalo, keramikos bei polimerinių medžiagų.

Pagrindinis kompozicinių medžiagų privalumas prieš įprastines atskiras medžiagas yra jų gaminių mažesnė masė kartu su geromis mechaninėmis savybėmis. Kompozicinės medžiagos turi mažą tankį, todėl lyginant su matricos medžiagomis, mechaninės savybės kompozicinėse medžiagose pagerėja [7].

Šiuo metu daugiausiai pramonėje naudojami anglies, stiklo ar aramido pluoštai armuojančiai medžiagai kompozicinėse medžiagose, o kaip matricos – įvairūs polimerai ir jų dervos. Naudojant tokias medžiagas yra eikvojami neatsinaujinantys šaltiniai, šios kompozicinės medžiagos aplinkoje yra neskaidžios, todėl didinama žemės tarša. Dėl šių priežasčių vis dažniau atliekami tyrimai, siekiant kompozicinėse medžiagose armuojančiajai fazei ir matricai panaudoti bioplastikus ar biologinės kilmės medžiagas. Šių biokompozicinių medžiagų privalumas prieš įprastines yra netoksiškumas žmogui ir gamtai, atliekų deginimo galimybė bei galimas bioskaidumas.

Plačiai ištirtos natūralios biokompozituose naudojamos armuojančios medžiagos yra bambuko pluoštas, kokoso pluoštas, linų pluoštas, pluoštinių kanapių pluoštas, vilna, medvilnė ir kt.

Plačiai ištirti bioplastikai naudojami matricos medžiagai biokompozituose yra krakmolo, PLA, polikaprolaktanas (PCL), PBS, furfurano dervos bei celiuliozės acetatas, kuris ir pasirinktas plačiau nagrinėti kaip kompozito matricą sudaranti medžiaga [8].

1.4. Formavimo technologijos

Egzistuoja pagrindiniai du būdai formuoti biokompozicinius lakštus iš celiuliozės acetato:

- formavimas iš tirpalų;
- formavimas iš klampiatakių lydalų.

Pirmasis būdas yra pats seniausias, tačiau šiuo metu vis rečiau naudojamas, dėl sukeliamų aplinkosaugos problemų. Šiuo būdu formuojami lakštai tuomet, kai jie turi pasižymėti itin aukšta kokybe, vienodu storiu per visą gaminį ir maksimaliu optiniu pralaidumu.

Kompozicinių lakštų formavimas iš tirpalų. Šiuo būdu formuojant lakštus žaliavos milteliai ar granulės yra ištirpinamos tirpiklyje, kuriame sudaro stabilų tirpalą. Tirpalo klampa turi būti maža. Šiam procesui atlikti naudojami standartiniai pramoniniai maišytuvai. Palaikoma vienoda tinkama temperatūra, maišymo greitis, tinkamas slėgis. Šio etapo metu (jei reikia kito) į maišytuvą taip pat dedami plastikliai, dažai, įvairūs priedai (armuojanti medžiaga). Homogeninė masė iš šios talpos specialiu siurbliu stumiamia per šilumokaičius (jei reikia) į paskirstomąjį antgalį, kuris vienodą tirpalo kiekį paskirsto ant besisukančio būgno ar diržo. Paskirstytas tirpalas gali būti šildomas radiacinėmis bangomis arba oro srautu. Taip pat, siekiant pagreitinti tirpiklio išgaravimą tikslinga džiovinimą atlikti vakuume. Viso šio proceso metu svarbu palaikyti gerą vėdinimą, o surinktus tirpiklio garus kondensuoti atgal į tirpiklio talpas. Iš dalies išdžiūvęs lakštas yra tempiamas per eilę

velenėlių kondicionavimo kameroje, kol galutinai pašalinamas tirpiklis ir galutinis produktas suvyniojamas ant vyniotuvo [9]

Kompozicinių lakštų formavimas iš klampiatakių lydalų. Šis formavimo būdas dar skirstomas į ekstruzinį išpučiamąjį formavimą ir plokščiaplyšę ekstruziją ant aušinamo volo.

Išpučiamojo formavimo metu iš ekstruderio klampiatakės būsenos lydalas yra išspaudžiamas pro žiedo formos profiliuojantį antgalį. Susiformavęs cilindras tam tikru greičiu yra traukiamas tarp poros velenų. Į susiformavusio polimero cilindro vidų tiekiamas suspaustas oras, kuris išpučia cilindrą iki reikiamo pločio. Taip vyksta makromolekulių orientacija skersine kryptimi. Dėl traukimo aukštyn polimero molekulės yra orientuojamos ašine kryptimi. Išorinis, aukštyn traukiamo cilindro paviršius taip pat aušinamas. Sukietėjęs stabilus ir plonasienis cilindras lenkimo plokštėmis suspaudžiamas į plokštumą ir toliau atliekamas vyniojimas arba pjaustymas. Šis metodas taikomas būtent plonasieniams gaminiams, kurie nepatenka į lakšto kategoriją.

Liejimo ant šalto būgno metu iš ekstruderio pro profiliuojantį antgalį išspaudžiamas klampiatakės būsenos polimeras patenka tarp dviejų priešingomis kryptimis besisukančių volų. Praėjęs polimero lydalas pro pirmąjį tarpą jis yra nukreipiamas į antrąjį ir trečiąjį (jei naudojami keturi volai). Nuo volų skaičiaus priklauso galutinis lakšto storis. Tarpai tarp volų nustatomi vis mažesni, taigi galutiniai gaminio matmenys nustatomi paskutiniuose voluose. Suformuoti lakštai vyniojami ant vyniotuvo, o pilnai suvyniotas lakšto rulonas perduodamas į pakavimo įrenginius [10].

Pastarasis metodas yra plačiai taikomas formuoti storesnius lakštus, pasižymi saugumu žmogui ir aplinkai, ekonomiškais.

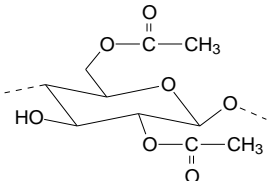
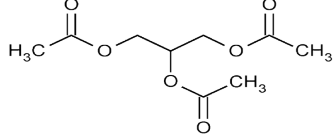
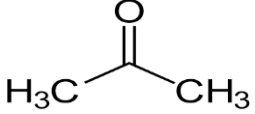
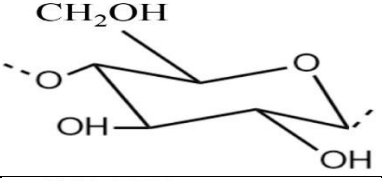
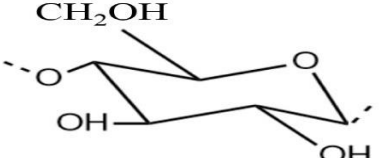
2. DARBE NAUDOTOS MEDŽIAGOS IR EKSPERIMENTŲ METODIKOS

Šiame skyriuje yra aprašytos baigiamajame darbe atliktiems tyrimams naudotos medžiagos ir metodikos, pagal kurias atlikti tyrimai.

2.1. Naudotos medžiagos

Tyrimams atlikti naudotos medžiagos pateiktos 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Tyrimams naudotos medžiagos

Medžiagos pavadinimas, gamintojas	Struktūrinė formulė	Pastabos
Celiuliozės diacetatas, Daicel corporation, Japonija		Prijungtos acto rūgšties kiekis 55,2 %
Triacetinas, Sigma-Aldrich, JAV		Grynumas ≥ 99 %
Acetonas, Reachem Slovakia, Slovakija		Grynumas ≥ 99 %
Smulkinti avižų lukštai	-	-
Smulkinti speltos lukštai, Malsena, Lietuva	-	-
Regeneruotos celiuliozės pluoštas, Cordenka GmbH, Vokietija		Grynumas ≥ 99 %, priedų kiekis $\sim 0,25$ %
Celiuliozės milteliai, JELU-WERK GmbH, Vokietija		Grynumas $\sim 99,5$ %

2.2. Eksperimentų metodikos

Naudojant įvairius priedus ir skirtingus jų kiekius, tyrimams buvo paruošti celiuliozės diacetato acetoniniai tirpalai. Vėliau iš pagamintų tirpalų buvo liejamos plėvelės ir nustatomos įvairios jų savybės.

2.2.1. Polimerinių plėvelių kompozicijų ruošimas

Celiuliozės diacetato acetoninio tirpalo su triacetinu liejimo kompozicija. Kompozicijai paruošti acetone ištirpinamas reikiamas kiekis celiuliozės diacetato miltelių. Sekančio etapo metu į paruoštą acetoninį tirpalą įmaišomas reikiamas kiekis plastiklio triacetino. Tirpalas maišomas mechanine maišykle *EURO-ST PCV* (IKA Werke, Vokietija) su inkarinio tipo maišikliu. Tirpalas maišomas apie 1 h, 70-100 sūkių per minutę greičiu.

Gauto liejimo tirpalo sudėtis ir iš šios kompozicijos suformuotos plėvelės sudėtis nurodyta 2.2 lentelėje.

Celiuliozės diacetato acetoninio tirpalo su triacetinu ir priedais liejimo kompozicijos. Šioms kompozicijoms paruošti papildomai naudojami priedai – smulkinti avižų lukštai, smulkinti speltos lukštai, celiuliozės milteliai, regeneruotos celiuliozės pluoštas. Šios kompozicijos ruošiamos analogiškai kaip ir celiuliozės acetato acetoninio tirpalo su triacetinu liejimo kompozicija, tačiau kartu su plastikliu triacetinu įmaišomas ir reikiamas kiekis priedo. Gautų liejimo tirpalų sudėtis ir iš šių kompozicijų suformuotų plėvelių sudėtis nurodyta 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Liejimo tirpalų ir suformuotų kompozicinių plėvelių sudėtis

Priedas	Liejimo tirpalo sudėtis % (masės), (acetonas/celiuliozės diacetatas/triacetinas/priedas)	Kompozicinės plėvelės sudėtis % (masės), (triacetinas/celiuliozės diacetatas/priedas)
Be priedo (žymėjimas – 0 % (K))	74,29/74,29/7,71/nėra	30/70/nėra
Smulkinti avižų lukštai (žymėjimas – 0,5 % (A))	74,16/18/7,71/0,13	29,85/69,68/0,5
Smulkinti avižų lukštai (žymėjimas – 1 % (A))	74,03/18/7,71/0,26	29,69/69,31/1
Smulkinti avižų lukštai (žymėjimas – 5 % (A))	74,94/18/7,71/1,35	28,49/66,51/5
Smulkinti avižų lukštai (žymėjimas – 10 % (A))	71,44/18/7,71/2,85	26,99/63,01/10
Smulkinti avižų lukštai (žymėjimas – 15 % (A))	69,76/18/7,71/4,53	25,49/59,51/15
Smulkinti avižų lukštai (žymėjimas – 20 % (A))	67,87/18/7,71/6,42	23,99/56,01/20
Smulkinti speltos lukštai (žymėjimas – 0,5 % (S))	74,16/18/7,71/0,130	29,85/69,68/0,5

Lentelės tęsinys

Smulkinti speltos lukštai (žymėjimas – 1 % (S))	74,03/18/7,71/0,26	29,69/69,31/1
Smulkinti speltos lukštai (žymėjimas – 5 % (S))	74,94/18/7,71/1,35	28,49/66,51/5
Smulkinti speltos lukštai (žymėjimas – 10 % (S))	71,44/18/7,71/2,85	26,99/63,01/10
Smulkinti speltos lukštai (žymėjimas – 15 % (S))	69,76/18/7,71/4,53	25,49/59,51/15
Smulkinti speltos lukštai (žymėjimas – 20 % (S))	67,87/18/7,71/6,42	23,99/56,01/20
Celiuliozės milteliai (žymėjimas – 0,5 % (C))	74,16/18/7,71/0,13	29,85/69,68/0,5
Celiuliozės milteliai (žymėjimas – 1 % (C))	74,03/18/7,71/0,26	29,69/69,31/1
Celiuliozės milteliai (žymėjimas – 5 % (C))	74,94/18/7,71/1,35	28,49/66,51/5
Celiuliozės milteliai (žymėjimas – 10 % (C))	71,44/18/7,71/2,85	26,99/63,01/10
Celiuliozės milteliai (žymėjimas – 15 % (C))	69,76/18/7,71/4,53	25,49/59,51/15
Celiuliozės milteliai (žymėjimas – 20 % (C))	67,87/18/7,71/6,42	23,99/56,01/20
Regeneruotos celiuliozės pluoštas (žymėjimas – 0,5 % (T))	74,16/18/7,71/0,13	29,85/69,68/0,5
Regeneruotos celiuliozės pluoštas (žymėjimas – 1 % (T))	74,03/18/7,71/0,26	29,69/69,31/1
Regeneruotos celiuliozės pluoštas (žymėjimas – 2,5 % (T))	73,63/18/7,71/0,66	29,24/68,26/2,5

Naudojant regeneruotos celiuliozės pluošto priedą, gaminami tik trys skirtingi liejimo tirpalai ir kompozicinės plėvelės. Tai atliekama, nes darbo metu buvo pastebėta, jog didžiausias galimas naudoti regeneruotos celiuliozės pluošto priedo kiekis yra labai ribotas. Naudojant didesnį kiekį, nei nurodoma 2.2 lentelėje, nepavyko gauti homogeninio liejimo tirpalo.

2.2.2. Plėvelių formavimas

Plėvelės iš pagal 2.2.1 skyrelyje aprašytą metodiką paruoštų liejimo tirpalų buvo formuojamos sukamojo liejimo principu ant apskritimo formos polipropileno pagrindo. Plėvelių formavimui naudotas *SPS SPIN 150-v3-NPP* (SPS-Europe BV, Nyderlandai) įrenginys. Naudoti parametrai: pagrindo sukimosi greitis 300-450 aps/min, sukimosi trukmė 90s. Iš liejimo tirpalų suformuotos kompozicinės plėvelės iki tolimesnių tyrimų buvo laikomos kondicionavimo kameroje, 20 °C temperatūroje 5 paras 55 % santykiname oro drėgnyje. Kompozicinių plėvelių storis išmatuotas mikrometru, nustatytas vidutinis storis siekė 80-110 μm.

2.2.3. Plėvelių fizikinių ir mechaninių savybių tyrimai

Kompozicinių plėvelių fizikinių ir mechaninių savybių tyrimai atlikti naudojant tempimo mašiną *BDO-FBO.5TH* (Zwick GmbH, Vokietija). Tyrimai atlikti kambario temperatūroje, naudojant iš suformuotų plėvelių išpjautus 100 x 10 mm dydžio bandinius. Iš kiekvienos pagamintos kompozicijos testuota ne mažiau kaip 12 bandinių. Pasirinktas naudoti atstumas tarp spaustuvų $L = 50$ mm.

2.2.4. Plėvelių pralaidumo elektromagnetinei spinduliotei tyrimai

Tyrimui naudotas spektrofotometras *UV/VIS Lambda 25* (PerkinElmer Inc., JAV) su integruojančia sfera.

2.2.5. Plėvelių mikroskopinio vaizdo tyrimai

Kompozicinių plėvelių paviršiaus vaizdo tyrimui buvo naudotas mikroskopas *OLYMPUS BX41* (Olympus America Inc., JAV). Vaizdo nustatymui buvo paruošti mėginiai iš kiekvienos plėvelės, kurios matmenys 1 x 3 cm. Naudotas mikroskopo didinimas 50 kartų.

2.2.6. Plėvelių drėgmės absorbcijos tyrimai

Iš kiekvienos suformuotos kompozicinės plėvelės paruošti du analogiški bandiniai, kurių masė buvo apie 1 g. Prieš tyrimą, bandiniai išlaikyti kondicionavimo kameroje 24 valandas 50 °C temperatūroje. Paruošti ir tiksliai pasverti bandiniai patalpinti į uždarą indą, kurio viduje palaikyta > 95 % santykinė drėgmė, naudojant sotų KNO_3 tirpalą. Bandiniai laikyti 23 °C temperatūroje, periodiškai fiksuojant jų masės pokyčius.

2.2.7. Mechaninių savybių rezultatų tikslumo įvertinimas

Rezultatų aritmetinis vidurkis \bar{x} ir standartinis nuokrypis s apskaičiuojami pagal formules:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2.1)$$

čia: x_i – tiriamasis atsitiktinis dydis, n – rezultatų kiekis.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (2.2)$$

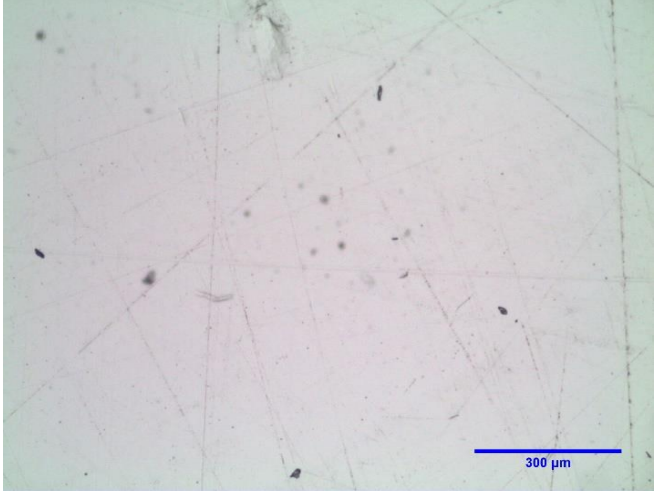

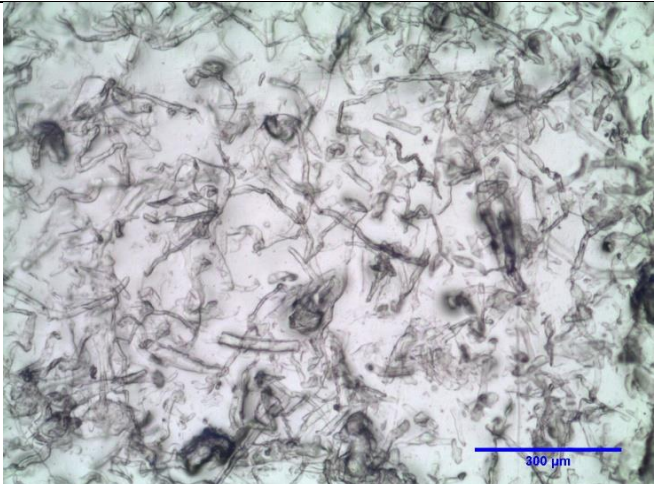
čia: $x_i - \bar{x}$ – atsitiktinio rezultato nuokrypis nuo aritmetinio vidurkio.

3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Plėvelių mikroskopinio vaizdo tyrimai

Šiame poskyryje pateikiamas plėvelių paviršiaus vaizdas. Nuotraukose matomų dalelių pasiskirstymas, dydis ir forma aprašyti nuotraukų komentaruose.

3.1 lentelė. Kompozicinių plėvelių paviršiaus nuotraukos ir jų komentarai

Nuotraukos komentaras	Plėvelės nuotrauka
<p><i>Kontrolinės plėvelės iš plastifikuoto celiuliozės diacetato vaizdas. Nuotraukoje matomi paviršiaus suraižymai bei defektai.</i></p>	 <p>A microscopic image of a control film surface. The surface is light-colored with a network of fine, intersecting lines and some small dark spots, indicating scratches and defects. A blue scale bar in the bottom right corner is labeled '300 μm'.</p>
<p><i>Plėvelės iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su 5% (masės) maltų avižų lukštų vaizdas. Nuotraukoje matomų dalelių dydis svyruoja nuo 5 μm iki 450 μm. Matomos miltelinės, žvynelinės ir trumpo pluošto formos dalelės. Dalelės nėra orientuotos kuria nors kryptimi.</i></p>	 <p>A microscopic image of a film surface containing oat bran particles. The particles are of various sizes and shapes, including small dark spots, irregular brownish fragments, and some elongated, fibrous structures. A blue scale bar in the bottom right corner is labeled '300 μm'.</p>
<p><i>Plėvelės iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su 5% (masės) celiuliozės miltelių priedu vaizdas. Nuotraukoje matomų dalelių dydis svyruoja nuo 5 μm iki 300 μm. Daugiausia matomos trumpo pluošto dalelės, bet yra miltelinių bei žvynelinių formos dalelių. Dalelės nėra orientuotos kuria nors kryptimi.</i></p>	 <p>A microscopic image of a film surface containing cellulose powder particles. The particles are densely packed and vary in size and shape, including small dark spots, irregular brownish fragments, and some elongated, fibrous structures. A blue scale bar in the bottom right corner is labeled '300 μm'.</p>

Lentelės tęsinys

Plėvelės iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su 5% (masės) maltų speltos lukštų priedu vaizdas. Nuotraukoje matomų dalelių dydis svyruoja nuo 5 μm iki 450 μm. Dalelių forma analogiška kaip ir plėvelės su maltų avižų lukštų dalelėmis, tačiau yra daugiau žvynelinių dalelių. Dalelės nėra orientuotos kuria nors kryptimi.

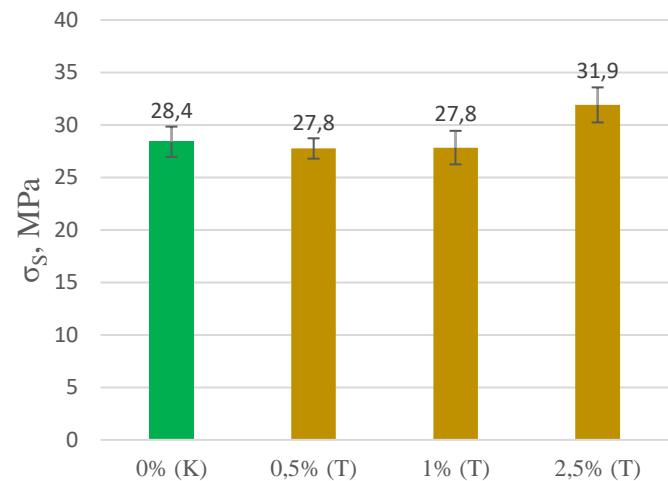
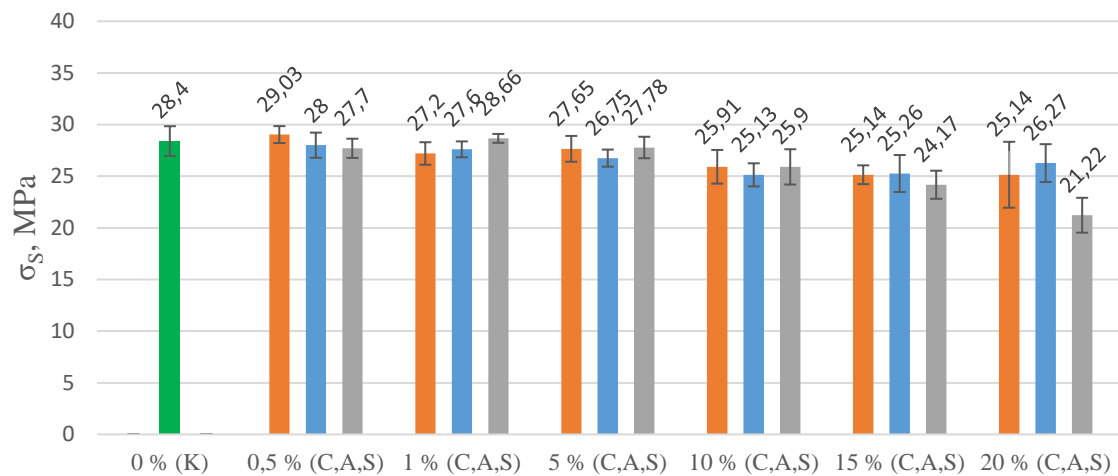


Plėvelės iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su 2,5% (masės) regeneruotos celiuliozės pluošto priedu vaizdas. Nuotraukoje matomų dalelių dydis svyruoja nuo 5 μm iki 1500 μm. Daugiausia matomos trumpo pluošto dalelės ir keletas miltelinių dalelių. Dalelės nėra orientuotos kuria nors kryptimi.

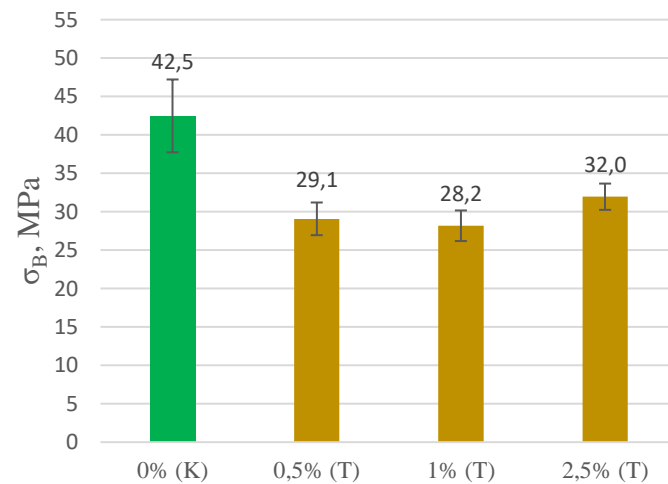
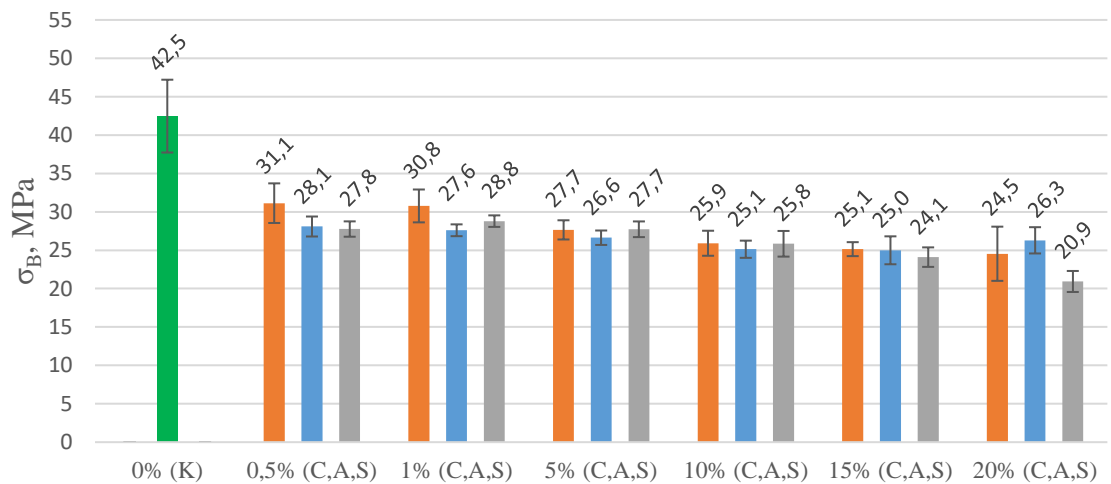


3.2. Plėvelių fizikinių ir mechaninių savybių tyrimo rezultatai

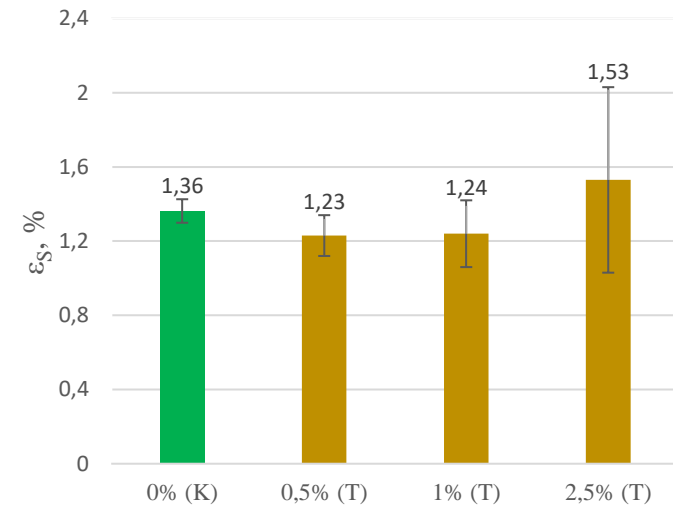
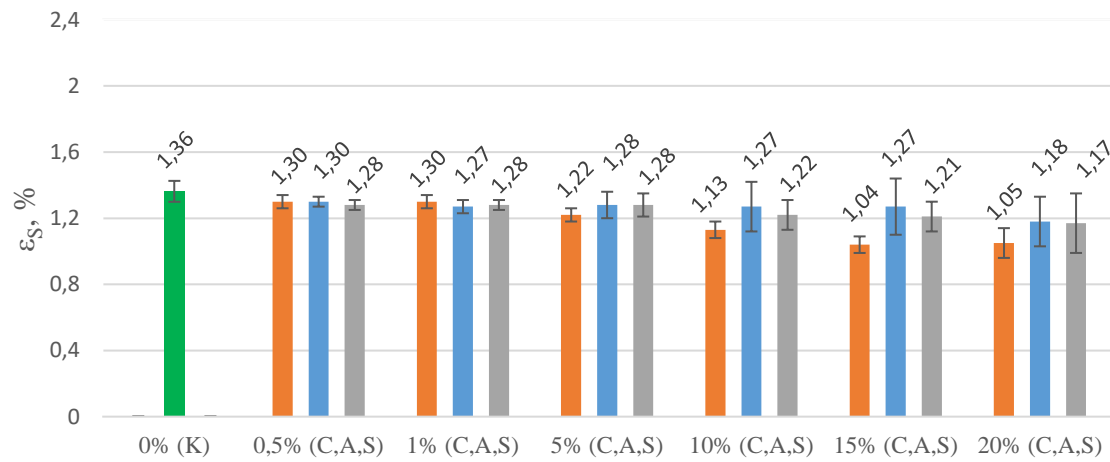
Tyrimo metu siekta ištirti kompozicinių plėvelių fizikines ir mechanines charakteristikas bei palyginti jas su plėvelių, pagamintų tik iš celiuliozės diacetato ir plastiklio, savybėmis. Tyrimų rezultatai pateikti 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 paveiksluose. Paveiksluose simboliu \pm pažymėtas rezultatų standartinis nuokrypis.



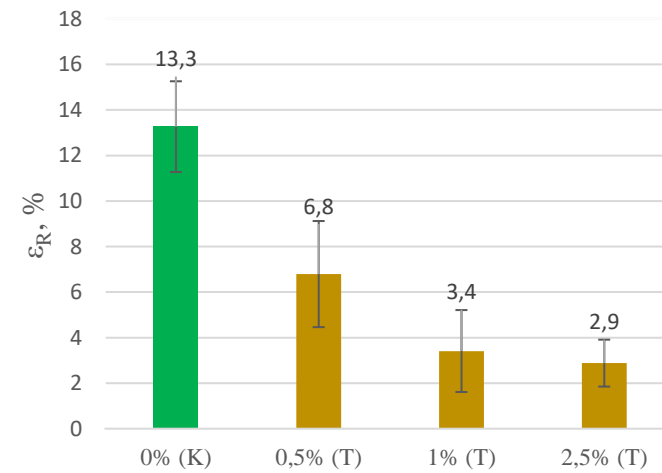
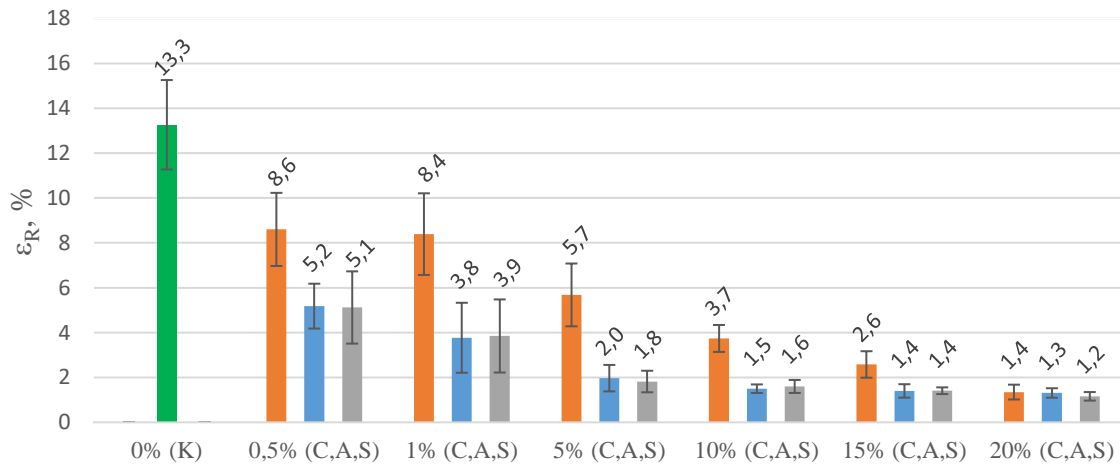
3.1 pav. Stipris tempiant ties takumo riba



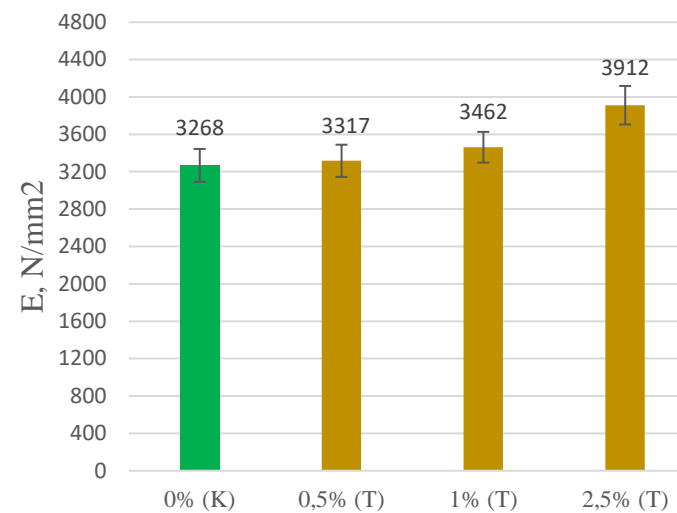
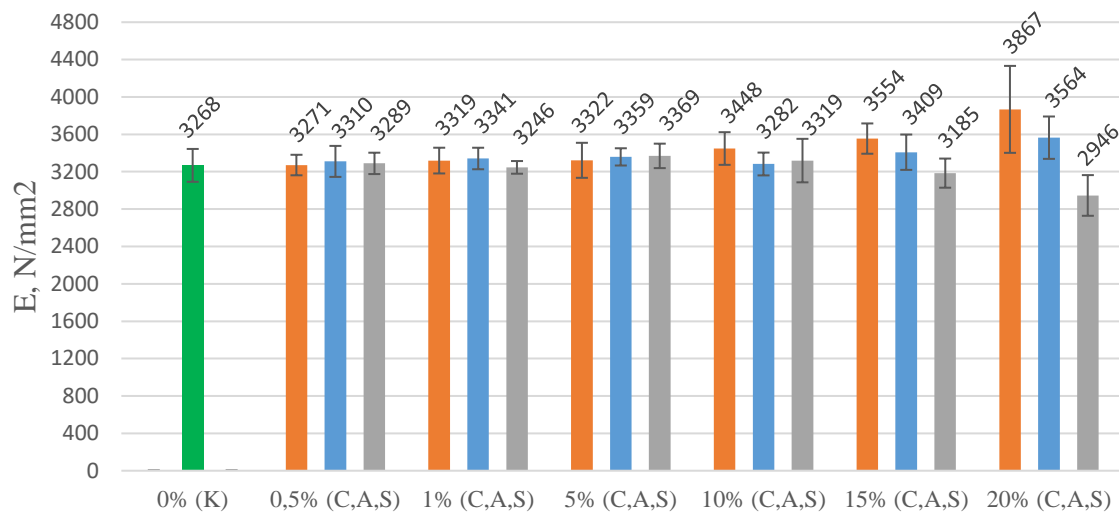
3.2 pav. Maksimalus stipris tempiant.



3.3 pav. Ištįsa ties takumo riba.



3.4 pav. Maksimali ištįsa.



3.5 pav. Tampros modulis

Stipris tempiant ties takumo riba (žr. 3.1 pav.). Plastifikuoto celiuliozės diacetato plėvelių su smulkintais avižų lukštais (0,5-20 %) stipris tempiant ties takumo riba siekia 25-28 MPa ir yra panašus kaip ir kontrolinių plėvelių be pluošto atveju (28 MPa).

Plastifikuoto celiuliozės diacetato plėvelių su smulkintais speltos lukštais (0,5-20 %) stipris tempiant ties takumo riba siekia 21-28 MPa, tačiau pastebėta tai, jog didėjant lukštų kiekiui plėvelėje stipris tempiant ties takumo riba mažėja.

Plastifikuoto celiuliozės diacetato plėvelių su celiuliozės milteliais (0,5-20 %) stipris tempiant ties takumo riba siekia 25-29 MPa. Pastebėta tai, jog didėjant miltelių kiekiui plėvelėje stipris tempiant ties takumo riba mažėja nežymiai.

Plastifikuoto celiuliozės diacetato plėvelių su regeneruotos celiuliozės pluoštu (0,5-2,5 %) stipris tempiant ties takumo riba siekia 27-31 MPa. Pastebėta tai, jog didėjant pluošto kiekiui plėvelėje stipris tempiant ties takumo riba didėja.

Maksimalus stipris tempiant (žr. 3.2 pav.). Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinių plėvelių maksimalus stipris tempiant pasižymi labai panašiomis vertėmis su stipriu tempiant ties takumo riba, tačiau plastifikuoto celiuliozės diacetato plėvelėse be priedų maksimalus stipris tempiant yra žymiai didesnis ir siekia 42 MPa.

Ištįsa ties takumo riba (žr. 3.3 pav.). Tirtų plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinių plėvelių (su maltais avižų ir speltos lukštais) ištįsa ties takumo riba (1,17-1,3 %) yra panaši kaip ir plastifikuotų celiuliozės diacetato plėvelių be pluošto atveju (1,36 %). Pastebėta, jog tirtų plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinių plėvelių su celiuliozės miltelių priedu ištįsa ties takumo riba (1,05-1,3 %) nežymiai mažėja didėjant miltelių kiekiui, o tirtų plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinių plėvelių su regeneruotos celiuliozės pluoštu ištįsa ties takumo riba (1,23-1,53 %) didėja didėjant pluošto kiekiui.

Maksimali ištįsa (žr. 3.4 pav.). Plastifikuotų celiuliozės diacetato plėvelių be pluošto maksimali ištįsa siekia 13 %. Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinių (su maltais avižų ir speltos lukštais) plėvelių maksimali ištįsa mažėja labai panašiai nuo 5 % iki 1 %, didėjant pluošto kiekiui nuo 0,5 % iki 20 %.

Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinių plėvelių su celiuliozės miltelių priedu maksimali ištįsa mažėja nuo 8 % iki 1 %, didėjant pluošto kiekiui nuo 0,5 % iki 20 %.

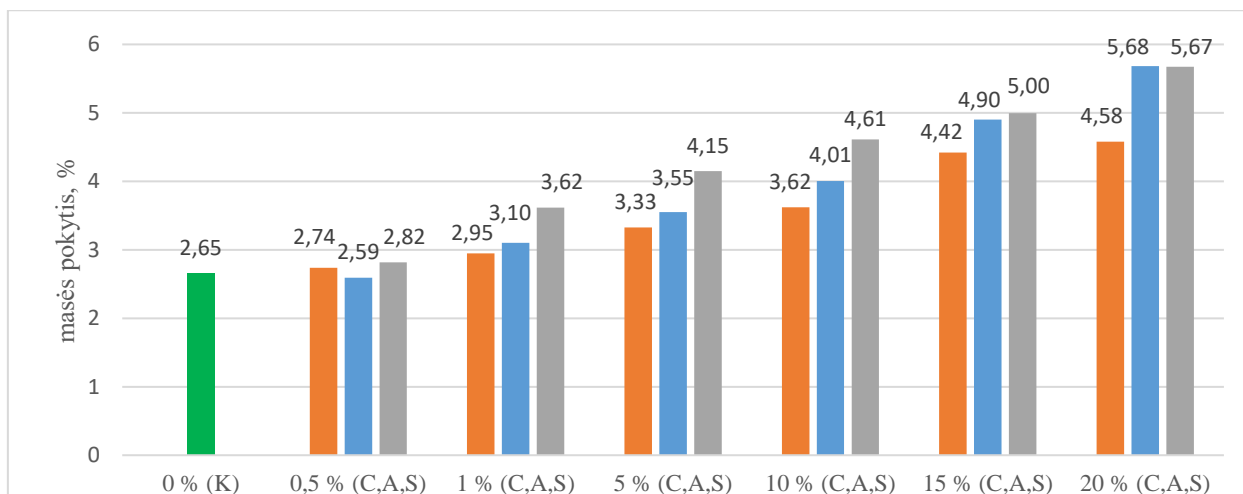
Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinių plėvelių su regeneruotu celiuliozės pluošto priedu maksimali ištįsa mažėja nuo 8 % iki 2 %, didėjant pluošto kiekiui nuo 0,5 % iki 2,5 %.

Tampros modulis (žr. 3.5 pav.). Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinės (išskyrus su smulkintos speltos lukštais) plėvelės yra standesnės, jų tampros modulis siekia 3271-3867 MPa, lyginant su plastifikuotų celiuliozės diacetato plėvelėmis, kurių tampros modulis siekia 3268 MPa.

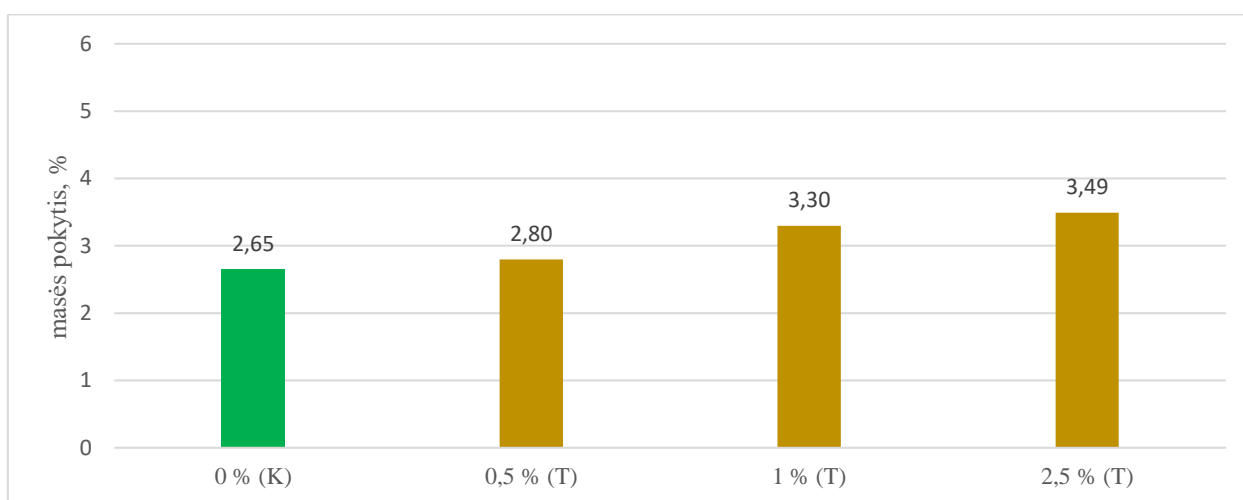
Plastifikuotų celiuliozės diacetato kompozicinės plėvelės su smulkintos speltos lukštais nėra standesnės, jų tampros modulis mažėja nuo 3289 MPa iki 2946 MPa.

3.3. Plėvelių drėgmės absorbcijos tyrimo rezultatai

Tyrimo metu siekta ištirti kompozicinių plėvelių savybę absorbuoti drėgmę ir nustatyti absorbuotos drėgmės kiekį bei palyginti rezultatus su plėvelių, pagamintų tik iš celiuliozės diacetato ir plastikio, drėgmės absorbcija. Bandymo metu plėvelės drėgmę absorbavo iš >95 % santykinės drėgmės oro inde. Tyrimų rezultatai pateikti 3.6 ir 3.7 paveiksluose.



3.6 pav. Kontrolinės ir plėvelių su celiuliozės miltelių bei smulkintų speltos ir avižų lukštų priedais drėgmės absorbcijos priklausomybė nuo priedo kiekio



3.7 pav. Kontrolinės ir plėvelės su regeneruotu celiuliozės pluoštu drėgmės absorbcijos priklausomybė nuo priedo kiekio

Atlikus bandymą pastebėta, jog drėgmės absorbcijos pusiausvyra pasiekama pirmos paros laikotarpyje, gauti tokie rezultatai:

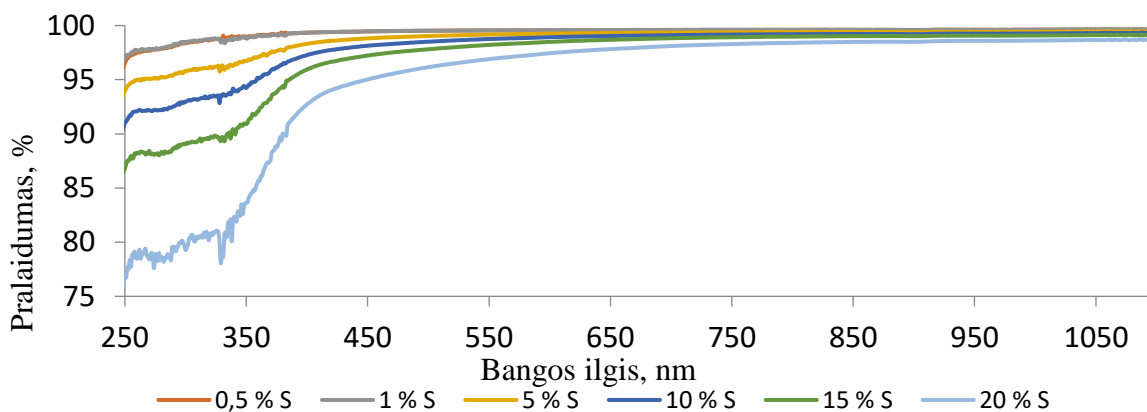
1. Plastifikuoto celiuliozės diacetato plėvelės bandymo metu absorbavo 2,6 % drėgmės (žr. 3.6 pav.).
2. Plėvelių su regeneruotu celiuliozės pluoštu (0,5-2,5 %) drėgmės absorbcija siekė nuo 2,8 % iki 3,4 % drėgmės (žr. 3.7 pav.). Gautos reikšmės artimos kontrolinei plėvelei.
3. Plėvelių su smulkintų speltos lukštų priedu (0,5-20 %) drėgmės absorbcija buvo didžiausia. Plėvelės absorbavo nuo 2,8 % iki 5,6 % drėgmės (žr. 3.6 pav.). Esant priedo koncentracijai >1 %, absorbuotos drėgmės kiekis ženkliai viršijo kontrolinės plėvelės absorbuotą drėgmės kiekį.
4. Plėvelių su celiuliozės miltelių priedu (1-20 %) absorbcija buvo mažiausia, plėvelės absorbavo nuo 2,9 % iki 4,5 % drėgmės, tačiau esant 1 % priedo koncentracijai,

absorbuotos drėgmės kiekis buvo didesnis nei plėvelių su smulkintų avižų ir regeneruotu celiuliozės pluošto priedu (žr. 3.7 pav, 3.6 pav.). Esant priedo koncentracijai >5 %, absorbuotas drėgmės kiekis ženkliai viršijo kontrolinės plėvelės absorbuotą drėgmės kiekį.

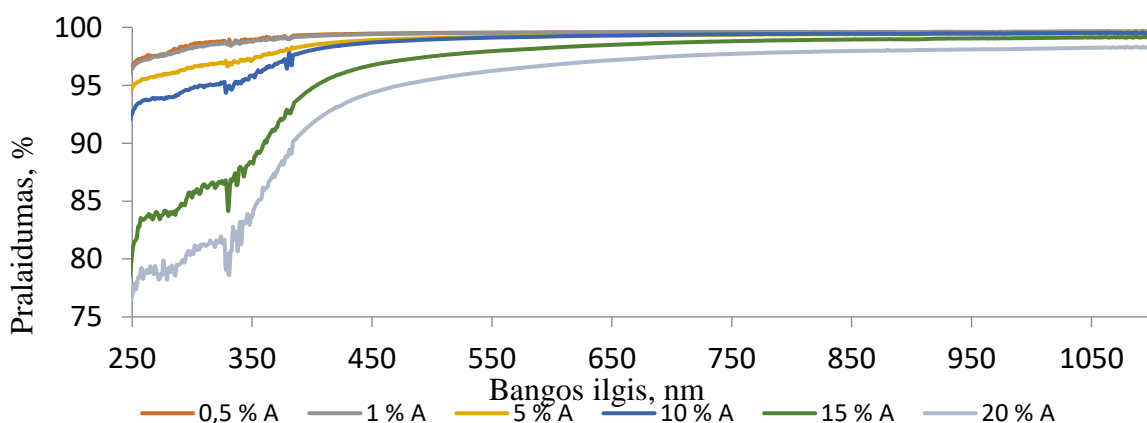
- Plėvelių su smulkintų avižų lukštų priedu (0,5-20 %) absorbuotas drėgmės kiekis buvo nuo 2,5 % iki 5, 6 % (žr. 3.7 pav.). Gautos reikšmės yra didesnės nei plėvelių su celiuliozės milteliais, tačiau mažesnės nei plėvelių su smulkintais speltos lukštais.

3.4. Plėvelių pralaidumo elektromagnetinei spinduliutei tyrimo rezultatai

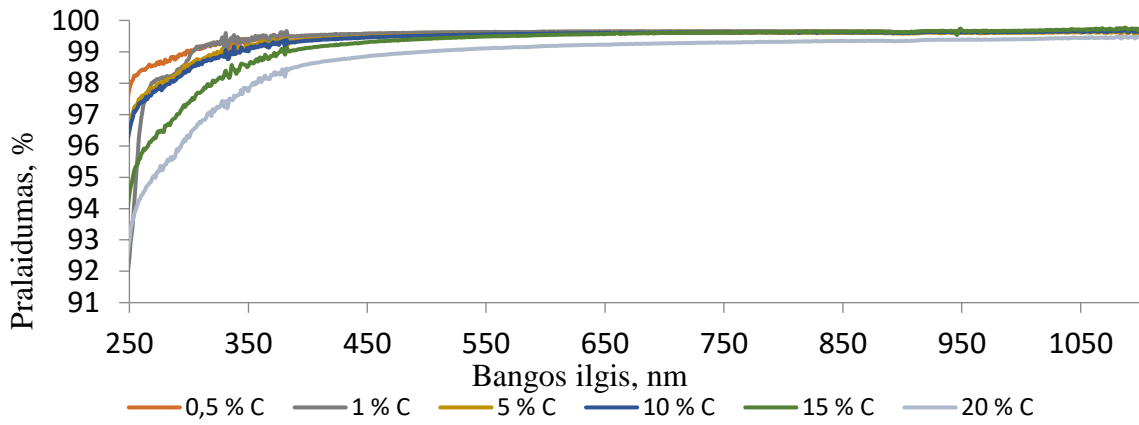
Tyrimo metu siekta nustatyti kompozicinių plėvelių pralaidumą elektromagnetinei spinduliutei. Spinduliuotės bangų ilgis buvo nuo 250 nm iki 1100 nm. Ši spektro dalis sudaryta iš dalies ultravioletinių spindulių, viso regimojo spektro bei infraraudonųjų spindulių spektro. Tyrimų rezultatai pateikti 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 ir 3.12 paveiksluose.



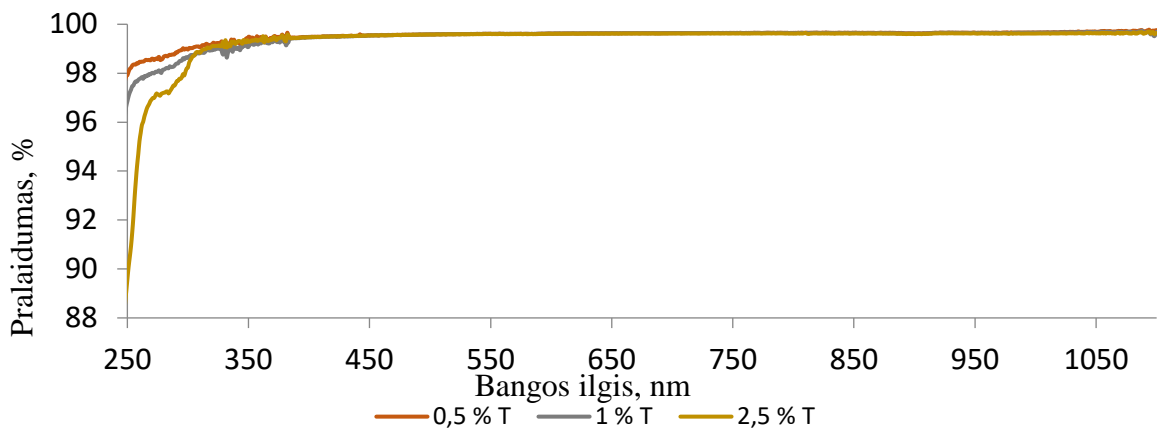
3.8 pav. Plėvelių su smulkintų speltos lukštų priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras



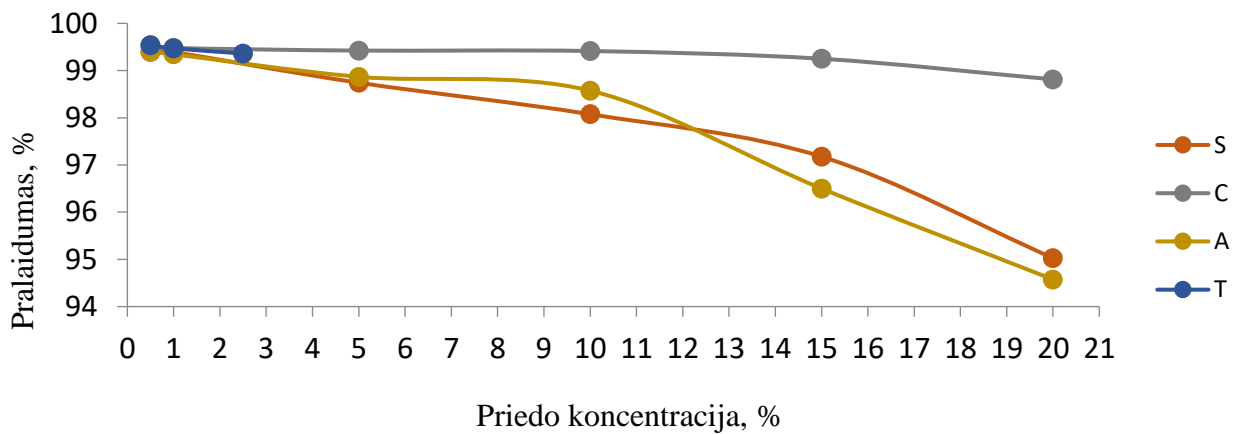
3.9 pav. Plėvelių su smulkintų avižų lukštų priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras



3.10 pav. Plėvelių su celiuliozės miltelių priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras



3.11 pav. Plėvelių su regeneruotos celiuliozės priedu elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumo spektras



3.12 pav. Plėvelių pralaidumo priklausomybė nuo priedo koncentracijos, kai bangų ilgis 250-1100 nm

Plėvelės su regeneruotu celiuliozės pluošto priedu (žr. 3.11 pav.). Nustatyta, jog plėvelių mažiausias pralaidumas elektromagnetinei spinduliuotei yra iki 400 nm bangų ilgio. Plėvelių (0,5-2,5 % priedo) elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumas sumažėjo nuo 99,5 % iki 99,3 %.

Plėvelės su susmulkintų speltos lukštų priedu (žr. 3.8 pav.). Nustatyta, jog plėvelių mažiausias pralaidumas elektromagnetinei spinduliuotei yra iki 750 nm bangų ilgio. Plėvelių (0,5-20 % priedo) elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumas sumažėjo nuo 99,5 % iki 95,0 %. Šios plėvelės, kartu su plėvelėmis, turinčiomis smulkintų avižų lukštų, pasižymėjo prasčiausiomis pralaidumo elektromagnetiniai spinduliuotei.

Plėvelės su susmulkintų avižų lukštų priedu (žr. 3.9 pav.). Iširta, jog plėvelių mažiausias pralaidumas elektromagnetinei spinduliuotei yra iki 800 nm bangų ilgio. Plėvelių (0,5-20 % priedo) elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumas sumažėjo nuo 99,5 % iki 94,5 %.

Plėvelės su celiuliozės miltelių priedu (žr. 3.10 pav.). Nustatyta, jog geriausiomis savybėmis pralaidumui elektromagnetinei spinduliuotei pasižymėjo būtent šios plėvelės. Plėvelėse mažiausias pralaidumas elektromagnetinei spinduliuotei yra iki 500 nm bangų ilgio. Plėvelių (0,5-20 % priedo) elektromagnetinės spinduliuotės pralaidumas sumažėjo nuo 99,5 % ir tik iki 98,8 %.

4. INŽINERINĖ DALIS

Šioje darbo dalyje suprojektuota įmonė, kuri gamins kompozicinius lakštus iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su celiuliozės miltelių priedu.

Parenkami įmonės technologiniai įrenginiai, apskaičiuojamas jų našumas ir reikalingas kiekis. Skaičiuojamas pagaminamos produkcijos kiekis, bei reikalingi žaliavų kiekiai užsiduoti produkcijai pagaminti. Numatomi pagrindiniai projektuojamos įmonės ekonominiai rodikliai, kurie nustato produkcijos kainas, atsipirkimo laiką, projektuojamo pastato bei sklypo kainas ir pačio projekto atsipirkimo laiką. Atliekamas įmonės aplinkosauginis vertinimas, numatomi energetiniai poreikiai ir galimos taršos. Įvertinamos profesinės rizikos įmonėje, sudaromas darbuotojų saugos ir sveikatos planas, įmonės gaisrinė sauga.

4.1. Technologinė dalis

Gaminio ir jį gaminančios įrangos projektavimas ir paleidimas į rinką yra daug pastangų bei žinių reikalaujantis procesas. Šis procesas apima dvi dideles sritis: chemijos ir mechanikos inžineriją. Tam, kad būtų galima suprojektuoti tinkamą plokščiaplyšės ekstruzijos įrenginį, būtina atsižvelgti į medžiagų, iš kurių tas gaminys bus pagamintas, termines, mechanines bei reologines savybes. Nuo šiuo savybių priklauso ekstruderio sraigto ilgis, plotis, jo forma, sraigtų skaičius, kaitinimo zonų skaičius, be to, proceso parametrai – temperatūra, sraigto sukimosi greitis ir kiti. Norint tinkamai suprojektuoti įrenginius ir parinkti jų veikimo režimus naudojamas kompiuterinis modeliavimas ir analizavimas. Jo metu imituojamas ekstruderio veikimo procesas, kai stebimi įvairiausi parametrai t.y. temperatūros pasiskirstymas ekstruderio cilindre, susidariusios klampiatakės medžiagos tekėjimas išilgai cilindro, aušinimo efektyvumas, lydalo tekėjimas pro profiliuojantį antgalį bei pasiskirstymas jame. Taip pat, imituojamas pagamintas gaminys, jo forma ir plotis. Kompiuterinio modeliavimo metu išaiškėja išskylančios problemos, kurias išsprendus ir gavus tinkamą modelį gaminama įranga pritaikyta apdirbti tam tikrą medžiagą. Visas šis įrangos projektavimas apima daug specifinės informacijos analizavimo bei įrangos pasitelkimo, todėl tai atlieka specializuotos įmonės.

Siekiant suprojektuoti numatytą darbe gamybos įmonę ir pasiekti sėkmingą produkto realizavimą rinkoje, priimama, jog gaminys bus gaminamas su jau rinkoje esančiais įrenginiais skirtais apdirbti panašias medžiagas.

Vienas iš tokių pavyzdžių yra įmonė EASTMAN ir jos gaminami lakštai *Tenite Acetate*. Šie lakštai skiriasi nuo planuojamų įmonėje gaminti tuo, jog celiuliozės diacetatas plastifikuojamas dietilo ftalatu, jo kiekis lakšte yra 28 % (masės), lakšto storis 1,5 mm. Taip pat, įmonės produktų sąrašė nėra lakštų su priedais. Tačiau įmonė pateikia reikalingos įrangos parametrus ir aprašymą, norint plokščialyšės ekstruzijos būdu gaminti lakštus iš plastifikuoto celiuliozės diacetato [11].

Planuojama, jog būsimoje įmonėje gaminami kompoziciniai lakštai toliau bus naudojami formuoti gaminius, termoformavimo metodu, kitoje įmonėje. Šio proceso metu lakštas yra vyniojamas įrangos pagalba nuo didelio žaliavos rulono ant tiekimo velenėlių. Sekančio etapo metu kaitinimo kameroje lakštas yra pakaitinamas iki tol, kol suminkštėja iki reikiamos formavimo temperatūros. Pakaitintas lakšto plotas yra atkertamas nuo bendro ilgio ir paslenkamas į formuojančiąją įrangos dalį (arba paslenkamas nenukirtus). Šioje dalyje lakštas yra traukiamas vakuumu arba stumiamas suspausto oro tam, jog padengtų norimos formos detalę ir suformuotų tam tikrą geidžiamą gaminį. Formos paviršius atvėsina termoplastiką ir jis įgauna pastovią formą. Priklausomai nuo pakaitinto lakšto pločio ir ilgio, bei formuojančiosios įrangos, priklauso tai, kiek gaminių galima vieno ciklo metu pagaminti. Šis faktorius labai svarbus tam, jog baigiamojo darbo metu formuojamų lakštų rulonų plotis būtų tinkamas ir suderinamas su termoformavimo įranga. Kitu atveju, gaminama produkcija negalės būti realizuojama ir įmonė nesukurs ekonominės naudos. Įvairių termoformavimo įrangos gamintojų informaciniuose leidiniuose pateikiami tokie apdirbamų lakštų pločio reikalavimai: įmonės ILLIG – nuo 100 mm iki 540 mm; įmonės MULTIVAC – 220 mm, 285 mm, 320 mm, 355 mm, 420 mm, 459 mm, 560 mm; įmonės COMI – 150 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm, 500 mm, 600mm, 700 mm, 800 mm, 1000 mm; įmonės SCANDIVAC – 320 mm, 420 mm, 520 mm, 600 mm, 610 mm; įmonės JORNEN – 260 mm; įmonės BROWN – 660 mm, 914mm, 1067 mm, 1270 mm; GN THERMOFORMING EQUIPMENT – 292 mm, 350mm, 380 mm, 533 mm, , 595 mm, 610 mm, 815 mm, 880 mm, 1194 mm. Taip pat, reikėtų paminėti, jog gamintojai dažniausiai nurodo, kad lakšto plotis gali svyruoti tam tikrose ribose, kurios yra 10 – 20 mm. Tai parodo, kad tiekėjams suteikiama šiek tiek laisvės norint gaminti kelioms įmonėms tinkamą produkciją.

Apžvelgus į keletą termoformavimo įrangos gamintojų parametrus, galima pasirinkti tinkamiausios gaminti produkcijos asortimentą ir pagal tai parinkti plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinę liniją.

4.1.1. Gaminių asortimento parinkimas

Atliekant plokščiaplyšę ekstruziją ant aušinamo volo gaunamas lakštas, tačiau galutinis produktas yra susuktas lakšto rulonas. Lakštai dažniausiai sukami į rulonus, jei jo storis neviršija 2 mm, kitu atveju, lakštai pjaustomi į nedideles dalis. Darbe pasirinktų formuoti gaminių asortimentas pateiktas 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Gaminių asortimentas.

Gaminys	Plėvelės plotis, mm	Lakšto storis, mm	Produkcijos dalis
Mažo pločio rulonas	400	0,5	1/3
Platus rulonas	800	0,5	2/3

Iš pasirinktos gaminti produkcijos matyti, jog gaminių asortimentą sudarys du skirtingi gaminiai. Mažo pločio rulono formavimo procesas išlieka toks pat, kaip ir plataus rulono, tačiau gaminimo metu reguliuojamas peilis lakštą pjausto į dvi dalis ir gaminio vyniojimas atliekamas ant atskirų kartoninių rulonų.

Gaminys bus gaminamas iš plastifikuotų celiuliozės diacetato granuliu ir celiuliozės miltelių. Gaminyje celiuliozės diacetato kiekis bus – 66,51 % (masės), triacetino – 28,49 % (masės), celiuliozės miltelių -5 % (masės). Būtent tokia gaminio kompozicija pasirinkta dėl keleto priežasčių: celiuliozės milteliai yra pigesni nei plastifikuotos celiuliozės diacetato granulės (žr. 6.3 lent.), gaunamas gaminys pasižymi geresnėmis mechaninėmis savybėmis (žr. 3.2. poskyrį), gaunamas gaminys su patrauklia prekine išvaizda t.y. šviesiai balta spalva, gaminys pasižymi geru pralaidumu šviesai (žr. 3.11 pav) ir maža vandens absorbcija (žr. 3.6 pav.)

Siekiant sužinoti tikslią gaminio masę, reikia apskaičiuoti, koks gaminio ilgis bus suvyniotas į ruloną. Šis skaičiavimas turi būti atliekamas gamybos ir bandymo metu, nes besivyniojantis lakštas tarpusavyje sudaro tam tikrą mažą tarpą, kuris teoriškai sunkiai įvertinamas. Tai įvertinti, priimama paklaida, kuri siekia 10%. Į paklaidos įvertinimą įskaitoma tankio paklaida, kuri susidaro gaminant kompozicines medžiagas, t.y. gaunama medžiaga su nenustatytu tankiu. Naudojamų medžiagų tankiai: celiuliozės diacetatas – nuo 1,28 g/cm³ iki 1,32 g/cm³, celiuliozė – nuo 1,5 g/cm³ iki 1,7 g/cm³, triacetinas – 1,16 g/cm³. Žinant, jog kompozicinio lakšto didžiąją dalį sudarys celiuliozės diacetatas, priimame, kad gaminio tankis bus 1,32 g/cm³.

Reikėtų paminėti, jog daugelis termoformavimo įrangos gamintojų nurodo, jog ant jų įrangos įstatomas žaliavos lakšto rulono diametras turi būti nuo 700 mm iki 1000mm. Šiuo tikslu, priimame, kad gaminio rulono diametras bus 850 mm.

Projektuojamoje įmonėje pasirinkta, jog gaminio rulonai vyniojami ant 100 mm kartoninio rulono pagrindo.

Gaminio masė apskaičiuojama pagal formules:

$$V_r = V_b - V_k \quad (4.1)$$

Čia: V_r – kompozicinės medžiagos tūris, V_b – bendras suvynioto rulono tūris, V_k – kartoninio rulono tūris.

$$V_b = \pi \left(\frac{d_b}{2}\right)^2 * h_b \quad (4.2)$$

Čia: V_b – mažo pločio rulono rulono tūris, d_b – gaminio diametras, h_b – vyniojamo lakšto plotis.

$$V_k = \pi \left(\frac{d_k}{2} \right)^2 * h_k \quad (4.3)$$

Čia: d_k – kartoninio rulono diametras, h_k – kartoninio rulono plotis (lygus vyniojamo lakšto pločiui).

Atliekami skaičiavimai:

$$V_b = 3,14 * \left(\frac{850}{2} \right)^2 * 400 = 226865000 \text{ mm}^3$$

$$V_k = 3,14 * \left(\frac{100}{2} \right)^2 * 400 = 3140000 \text{ mm}^3$$

$$V_r = 226865000 - 3140000 = 223725000 \text{ mm}^3$$

Sužinojus mažo rulono kompozicinės medžiagos tūrį įvertiname 10 % paklaidą, kuri gali svyruoti tiek teigiama tiek neigiama kryptimi.

$$V_r = (V_b - V_k) * p_+ \quad (4.4)$$

$$V_r = (V_b - V_k) * p_- \quad (4.5)$$

Čia: p_+ – paklaida, numatanti rulono viršsvorį, p_- – paklaida, numatanti rulono mažesnį svorį

Atliekami skaičiavimai:

$$V_r = (226865000 - 3140000) * 1,1 = 246097500$$

$$V_r = (226865 - 3140) * 0,9 = 201352500$$

Platus rulono skaičiavimai atliekami analogiškai.

Žinant šiuos duomenis, sudaroma 4.2 lentelė, kurioje pateikiamas minimalus ir maksimalus gaminio svoris, įvertinus tankį, bei šių reikšmių vidurkis.

4.2 lentelė. Gaminio svorio skaičiavimas

Gaminys	Min., svoris, kg	Maks., svoris, kg	Vidutinė reikšmė, kg
Mažo pločio rulonas	265,7	324,8	295,3
Platus rulonas	531,4	649,6	590,6

Įvertinus 10 % paklaidą, gauname, jog įmonės gaminami mažo pločio rulonai svers 295,3 kg, o platūs rulonai svers 590,6 kg. Viename rulone bus susuktas vientisas lakštas, kurio ilgis sieks 1118,6 metro ilgį, jei jį išvyniotume.

4.1.2. Žaliavų ir produktų charakteristikos

Norint atlikti sėkmingą plokščiaplyšę ekstruziją ant aušinamo volo, bei realizuoti įmonės gaminamą produkciją, gaunama žaliava turi atitikti tam tikrus takumo, dalelių dydžio, piltinio tankio, drėgmės, sunkiųjų metalų kiekio ir kitus parametrus. Įmonės gaminama produkcija yra inovatyvi,

todėl šie parametrai tiksliai nėra apibrėžti. Šiame etape svarbu įvertinti įmonių, kurios gamina panašią produkciją, sukauptą patirtį ir priimti, jog tokie patys parametrai bus naudojami projektuojamoje įmonėje. Pateikiami rinkoje esančių panašių žaliavų parametrai.

Jau minėtos įmonės EASTMAN produkto *Tenite Acetate* pateikiamos savybės: dalelių tipas – 3,2 mm granulės, drėgmės kiekis – iki 0,5 ml/l, takumo indeksas (ASTM D569 metodas) – MH grupė, lyginamasis svoris – 1,27 sant. vnt., klampiatačio lydalo tekėjimo temperatūra – 150 °C, plastiklio kiekis – 29 % (masės).

Įmonės ROTUBA produkto *Naturcell* pateikiamos savybės: dalelių tipas – granulės, takumo indeksas (ASTM D1238 metodas) – 5,3 g/10 min, lyginamasis svoris – 1,31, klampiatačio lydalo tekėjimo temperatūra – 150 °C, plastiklio kiekis – 30 % (masės), drėgmė – gamintojas nurodo, jog granulės prieš apdirbant turi būti džiovinamos 2-3 valandas 65-70 °C laipsnių temperatūroje.

Įmonės CELANESE produkto *Clarifoil* pateikiamos savybės: dalelių tipas – granulės, lyginamasis svoris – 1,31, plastiklio kiekis – 19,5 % (masės).

Nors gamintojai ir nepateikia daug informacijos apie savo produktus, bet pagrindinės žaliavų charakteristikos yra matomos. Tai žinant, priimama, jog plastifikuotos celiuliozės žaliava bus tiekiama 3mm granulėmis, kurios prieš tai jau bus išdžiovintos.

Celiuliozės miltelių žaliava bus perkama iš įmonės JELU-WERK. Produktas *Jalucel pf75*. Produkto savybės: spalva – balti milteliai, celiuliozės kiekis - >99 %, vandenyje tirpių medžiagų kiekis – maks. 1, piltinis tankis – 230 g/l, sunkiųjų metalų kiekis – arsenas (maks. 3 ppm), švinas (maks. 2 ppm), kadmis (maks. 1 ppm), gyvsidabris (maks. 1 ppm), bendras bakterinis skaičius - <10³ KSV, dalelių dydis – pėdsakai 100 μm dydžio dalelių, apie 25 % (masės) 32 μm dydžio dalelių, likusios dalelės mažesnės už 32 μm [12].

Norint rinkoje sėkmingai realizuoti produkciją, pirkėjams būtina pateikti informaciją apie įmonės produktą ir jo charakteristikas. Baigiamojo darbo projektuojamoje įmonėje šiuo tikslu bus pasitelkiami įvairūs standartai.

Stipris tempiant ties takumo riba, stipris tempiant nutrūkimo metu bei ištįsa nutrūkimo metu turi būti matuojama pagal ASTM D792 standartą, o Jungo modulis pagal ASTM D882. Taip pat, labai svarbus šviesos pralaidumas pro lakštą (matuojamas pagal ASTM E308 standartą) bei miglotumas, kuris matuojamas pagal ASTM D1003 standartą. Celiuliozės diacetatas yra hidroskopiškas, pasižymi vandens sugertimi, todėl gaminys turės būti testuojamas pagal ASTM D570 standartą, norint nurodyti vandens sugertį. Lakštų lankstumo modulis yra nustatomas pagal ASTM D790 standartą. Labai svarbus parametras pirkėjams yra temperatūra, prie kurios iš šių lakštų galima formuoti gaminius. Norint nustatyti minkštėjimo temperatūrą, naudojamas ASTM D1525 standartas. Visi šie išvardinti parametrai gaminiuose bus nustatomi nepriklausomos laboratorijos pagal

projektuojamos įmonės užsakymą. Planuojama bandymus atlikti kuomet keičiasi žaliavos partija, bet ne dažniau nei kas pusę metų.

4.1.3. Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo įrenginių parinkimas

Vykdamas plokščiaplyšę ekstruziją, ekstruderis projektuojamas taip, jog klampiatakės būsenos lydalas, tekantis per profiliuojantį antgalį, tinkamai jame pasiskirstytų ir besiformuojantis lakštas ant aušinamo volo suformuotų tinkamą gaminį. Nuo profiliuojančio antgalio pločio ir plyšio aukščio, per kurį teka lydalas, priklausys ekstruderio našumas. Įmonėje plokščiaplyšės ekstruzijos linija pasirenkama iš jau suprojektuotų. Pasirinkimas pagrįstas technologinės linijos galimu našumu.

Ekstruzija yra nepertraukiamas procesas, jos metu tiksliai perdirbamos žaliavos kiekis priklauso nuo kelių parametru, todėl įrenginiuose galima reguliuoti sraigto apsukų skaičių (nuo to tiesiogiai priklauso našumas), kaitinimo zonų temperatūrą ar pasirinkti kitą sraigto konfigūraciją. Šie parametrai, taip pat įtakoja gaminio kokybę. Svarbu atsiminti, jog mažo galingumo ekstruderis negalės atlikti plačios plokščiaplyšės ekstruzijos. Taip yra todėl, nes didėjant sraigto ilgiui, pločiui ar pakeitus sraigto konfigūraciją pagrindinis ekstruderio variklis nepajėgs sukurti sraigto reikiamu greičiu ir ekstruzijos cilindre nesusidarys tinkamas ekstruzijos slėgis, reikalingas ekstruduoti lydalą. Medžiaga gali būti blogai apdirbama, gaunamas įvairaus pobūdžio brokas. Šiuo tikslu gamintojai pateikia bazinius modelius, kurie gali dirbti tam tikrose našumo ribose. Lentelėje 4.3 pateikiami įvairių gamintojų plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo įrenginiai su jų pagrindinėmis charakteristikomis.

4.3 lentelė. Įvairios plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo įrenginių linijos

Įrenginys	Maks., apsukų skaičius, aps/min	Maks., našumas, kg/h	Pagr., variklio galia, kW	Galimas formuoti gaminio plotis, mm	Galimas formuoti lakšto storis, mm
MEAF 90-H36	Iki 220	750	200	Iki 2000	0,2-2
FKI FK/SE-125	Nenurodyta	350	150	Iki 1200	0,5-1,2
ESDE ESE 1-70-29	Iki 220	700	99	Iki 1500	Nenurodyta
GSM 65 line	Nenurodyta	800	150	Iki 2000	0,2-2
B.G. PLAST TM 150	Iki 100	730	240	Iki 2000	1-5

Pasirenkama naudoti FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125 plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija. Įmonė specializuojasi plokščiaplyšės ekstruzijos ir termoformavimo linijų projektavime, todėl yra sukaupusi didelę patirtį ir turi užsitarnavusi pasaulinėje rinkoje gerą vardą. Pagrindiniai šios plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo linijos parametrai pateikti 4.4 lentelėje [13].

4.4 lentelė. Pasirinktos naudoti technologinės linijos įrenginių parametrai

Parametras	Matavimo vienetas	Reikšmė
Veleno skersmuo	mm	125
Veleno ilgio ir pločio santykis (L/D)	-	32
Pagrindinio variklio galia	kW	150
Kaitinimo zonų galia	kW	78
Kaitinimo zonų skaičius	Vnt.	6
Našumas	kg/h	280 – 350
Plokščiaplyšės filjerės plotis	mm	1000
Gaunamo produkto aukštis	mm	0,5-1,2
Gaunamo produkto plotis	mm	800
Plokščiaplyšės filjerės kaitinimo elementų galia	kW	48
Plokščiaplyšės filjerės kaitinimo elementų kiekis	Vnt.	5
Aušinamų volų skaičius	Vnt.	3
Aušinamo volo plotis	mm	1100
Aušinamo volo diametras	mm	350
Volo variklių galia	kW	5,2
Aušinamų volų sukimosi greitis	m/min	0,5-12
Lakšto kėliklio galia	kW	2,2
Lakšto kėliklio greitis	m/min	0,5-12
Lakšto sukimo variklio galia	kW	2,2
Lakšto maksimalus sukimo diametras	mm	1000
Smulkintuvo galia	kW	1,2

Gamintojo pateiktame duomenų lape nurodoma, kad montuojamo sraigto skersmuo yra 125 mm, o ilgio ir pločio (L/D) santykis lygus 32. Pagal šiuos parametrus galime apskaičiuoti, kokius pakeitimus gamintojas turi atlikti sraigto įkrovos, virsmo ir dozavimo zonose, jog galėtume perdirbti celiuliozės diacetatą. Tai būtina todėl, nes nurodytas ekstruderis skirtas perdirbti polipropilena. Perdirbant polipropilena ar polietilena dažniausiai pasiekiamas 4,5 suspaudimo laipsnis, o celiuliozės acetato atveju 3,75. Lentelėje 4.5 pateikiamos tipinės sraigto parametrų reikšmės, priklausomai nuo polimero rūšies [14].

4.5 lentelė. Ekstruderio sraigto parametrų reikšmės

Polimeras	Bendras sraigto ilgis, L	Įkrovos zonos ilgis, L ₁	Virsmo zonos ilgis, L ₂	Dozavimo zonos ilgis, L ₃	Kanalo gylis įkrovos zonoje, H ₁	Kanalo gylis dozavimo zonoje, H ₂
PP, PE	32*D	(14,4-22,4)*D	1,6*D	(8-16)*D	0,176*D	0,0448*D
Celiuliozės acetatas	32*D	12,8*D	8*D	11,2*D	0,2*D	0,0608*D

Iš šios lentelės apskaičiuojame reikšmes, kurias pateiksime gamintojui prieš perkant plokščiaplėsės ekstruzijos ant aušinamo volo liniją. Priimame, jog šių reikšmių pasikeitimas didelės įtakos įrenginio našumui ar kitiems parametrams neturės.

$$L = 32D = 32 * 125 = 4000 \text{ mm}$$

$$L_1 = 12,8D = 12,8 * 125 = 1600 \text{ mm}$$

$$L_2 = 8D = 8 * 125 = 1000 \text{ mm}$$

$$L_3 = 11,2D = 11,2 * 125 = 1400 \text{ mm}$$

$$H_1 = 0,2D = 0,2 * 125 = 25 \text{ mm}$$

$$H_2 = 0,0608D = 7,6 \text{ mm}$$

4.1.4. Produkcijos kiekio, žaliavų poreikio ir reikalingų įrenginių skaičiavimai

Šiame skyriuje skaičiuojami pagaminamos produkcijos ir reikalingų žaliavų kiekiai. Pateikiamas metinis medžiagų balansas. Naudojantis šio skyriaus duomenimis bus atliekami ekonominiai skaičiavimai bei parenkamas reikiamas įrenginių skaičius.

Atliekant skaičiavimus priimama, jog gamybos metu nesusidaro brokas, gamyba vyksta nepertraukiamai ir neįvertinama įrenginių techniniai derinimo ar profilaktikos darbai. Tai atliekama todėl, jog sužinotume teoriškai maksimaliai ir minimaliai įmanomą produkcijos bei reikalingų žaliavų kiekį. Minimalus kiekis gaunamas remiantis minimaliu valandiniu įrenginio našumo kiekiu (280 kg/h), o maksimalus – remiantis maksimaliu įrenginio našumo kiekiu (350kg/h).

Įmonėje gaminami du skirtingi gaminiai, tačiau jie vienas nuo kito skiriasi tik rulono pločiu. Įmonės tikslas – pagaminti vienodą kiekį abiejų gaminių, todėl gaminamos produkcijos laikas paskirstomas atitinkamai.

4.6 lentelė. Pagaminamų gaminių ir sunaudojamų žaliavų kiekio skaičiavimas

Gaminys	Mažo pločio rulonas		Platus rulonas	
Įrenginys	FONG INTERNATIONAL 125	KEE FK/SE-	FONG INTERNATIONAL 125	KEE FK/SE-
Gamybos laiko paskirstymas	1/3		2/3	
Maksimalus sunaudotas žaliavų kiekis per metus gaminio grupei, t	2044		4088	
Bendras maksimaliai sunaudotas žaliavų kiekis per metus, t	6132			
Vidutinis maksimalus gaminių skaičius per metus, vnt.	6921,7 ~ 6922		6921,7 ~ 6922	
Minimalus sunaudotas žaliavų kiekis per metus gaminio grupei, t	1635,2		3270,4	
Bendras minimaliai sunaudotas žaliavų kiekis per metus, t	4905,6			
Vidutinis minimalus gaminių skaičius per metus, vnt.	5537,4 ~ 5537		5537,4 ~ 5537	
Vidutinis gaminių skaičius per metus, vnt.	6229,5 ~ 6229 gaminių vienai gaminio grupei			

Pagal 4.6 lentelėje nurodytus duomenis apskaičiuojame vidutinius žaliavos poreikius metams

4.7 lentelė. Vidutinio žaliavos poreikio metams skaičiavimas.

Gaminys	Žaliavos poreikis, t		
	Min.	Maks.	Vid.
Mažo pločio rulonas	1635,2	2044	1839,6
Platus rulonas	3270,4	4088	3679,2
Suma	4905,6	6132	5518,8

Įmonėje nuspręsta gaminti vienodą gaminių skaičių, todėl norint apskaičiuoti reikalingų plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinių linijų kiekį, naudojama vidutinis metinis žaliavų suvartojimas.

Užsiduotam našumui pasiekti reikiamų technologinių linijų skaičius apskaičiuojamas pagal pateiktą formulę:

$$n_i = \frac{n_u}{n_{vid}} = \frac{6000}{5518,8} = 1,087 \quad (4.6)$$

Čia: n_i – reikiamų įrenginių kiekis, n_u – užsiduotas našumas, n_{vid} – dviejų technologinių linijų vidutinis našumas.

Iš apskaičiuotos vertės matome, jog gautas skaičius artimas vienetui, todėl įmonėje bus reikalingos dvi plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinės linijos.

Žinant šiuos duomenis, sudaromas medžiagų balansas valandai, pamainai, parai, mėnesiui ir metams vienai įrenginio linijai bei kiekvienam gaminiui atskirai. Priimama, jog duotoji linija gamintų tik vieno tipo gaminius. Duomenys pateikti 4.8 lentelėje.

4.8 lentelė. Medžiagų balansas

Įrenginys	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.
FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	280	350	315	3360	4200	3780	6720	8400	7560	201,6	252	226,8	2452,8	3066	2759,4
Gaminys	Per valandą, vnt.			Per pamainą, vnt.			Per parą, vnt.			Per mėnesį, vnt.			Per metus, vnt.		
Mažo pločio rulonas	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.
	2 x 0,4	2 x 0,5	2 x 0,4	11,3	14,2	12,7	22,7	28,7	25,7	682,6	853,3	767,9	8306,1	10382,6	9344, 3
Platus rulonas	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.
	0,4	0,5	0,4	5,6	7,1	6,3	11,3	14,2	12,7	341,3	426,6	383,9	4153	5191,3	4672,1

Remiantis 4.8 lentelės duomenimis, sudaroma 4.9 lentelė, kurioje pateikiamas atskirų žaliavų poreikis valandai, pamainai, parai, mėnesiui ir metams. Tai atliekama todėl, nes įmonėje naudojamos dvi žaliavos – plastifikuotos celiuliozės diacetato granulės ir celiuliozės milteliai.

4.9 lentelė. Gaminį sudarančių žaliavų poreikiai

Žaliava	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.
Plastifikuotas celiuliozės diacetatas	266	332,5	299,2	3192	3990	3591	6384	7980	7182	191,5	239,4	215,4	2330,1	2912,7	2621,4
Celiuliozės milteliai	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.
	14	17,5	15,7	168	210	189	336	420	378	10	12,6	11,3	112,6	153,3	132,9

4.1.5. Reikalingas energijos kiekis pašalinti nuo aušinimo volų

Vykdamas plokščiaplyšę ekstruziją medžiagai suteikiama didelė energija. Polimero granulės yra plastifikuojamos ekstrudero cilindre dėl jame susidarantių šlyties jėgų bei išorinio kaitinimo. Dalis šios energijos turi būti pašalinta ant aušinimo volų, tam jog produktas, prieš jį vyniojant ant popierinio gaminio rulono, būtų įgavęs stabilią formą ir nekeistų savo matmenų ar išvaizdos.

Planuojama, jog plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija bus aušinama vandeniu. Vanduo cirkuliuos tarp trijų aušinimo volų, kurie turi kontaktą su gaminiu. Šiuo tikslu turi būti apskaičiuoti susidarantys šilumos srautai, norint parinkti įrenginį skirtą palaikyti aušinimo agento temperatūrai.

$$Q_1 = \frac{m_{maks.v} * (\omega_{DAC} * C_{DAC} + \omega_{triacetinas} * C_{triacetinas} + \omega_{celiuliozė} * C_{celiuliozė}) * (T_0 - T_1)}{3600} \quad (4.7)$$

Čia: Q_1 – šilumos srautas susidarantis ant aušinančių volų (kW), $m_{maks.v}$ – maksimalus per valandą sunaudojamas plastifikuoto celiuliozės diacetato kiekis su priedu, kg; ω_{DAC} – koeficientas, įvertinantis celiuliozės diacetato kiekį medžiagoje, sant. vnt; $\omega_{triacetinas}$ – koeficientas, įvertinantis triacetino kiekį medžiagoje, sant. vnt; $\omega_{celiuliozė}$ – koeficientas, įvertinantis celiuliozės kiekį medžiagoje, sant. vnt; C_{DAC} – celiuliozės diacetato specifinė šiluma, kJ/kg*K; $C_{triacetino}$ – triacetino specifinė šiluma, kJ/kg*K; $C_{celiuliozė}$ – celiuliozės specifinė šiluma, kJ/kg*K; T_0 – klapiatakio lydalo temperatūra, °C; T_1 – iš dalies atvėsinto gaminio temperatūra, °C.

Atliekamas skaičiavimas:

$$Q_1 = \frac{700 * (0,6651 * 1,794 + 0,2849 * 1,782 + 0,05 * 1,4) * (200 - 140)}{3600} = 20,6 \text{ kW}$$

Parinkamas *THERMAL CARE NQW25* spiralinis kompresorius, nes įrenginio šaldymo galia atitinka reikalingą pašalinti šilumos kiekį. Vanduo cirkuliuoja uždaru ratu tarp šio kompresoriaus ir abiejų plokščiaplyšės ekstruzijos linijų. Tokiu būdu atšaldomi 6 aušinimo volai. Kompresorius parametrai pateikti 4.10 lentelėje [15].

4.10 lentelė. Spiralinio kompresoriaus parametrai.

Parametras	Matavimo vienetas	Reikšmė
Šaldymo galia	kW	90
Siurblio našumas	l/min	310
Siurblio galia	kW	4
Bendra įrenginiui reikalinga galia	kW	22,5
Šaldymo agentas	-	Freonas R-410A
Įrenginio ilgis/aukštis/plotis	m	2,2/1,1/1

4.1.6. Žaliavų transportavimas

Įmonėse žaliavų transportavimas tokio tipo įmonėse gali būti suskirstytas į tris grupes:

- Rankinis
- Mechaninis
- Automatizuotas

Pirmojo metodo būdu, žaliavas į įrenginio bunkerį tiekia operatorius maišais arba tam tikromis talpomis. Šis metodas retai kur taikomas, nes tai reikalauja daug rankinio darbo, pastovios operatoriaus priežiūros ir laiko. Dėl žmogiškosios klaidos įrenginio talpykla gali likti nepapildyta ir gamyba bus sustabdyta. Dažniausiai šio tipo pildymas vyksta mažo našumo įrenginiuose ar laboratorijose, kur nepertraukiamos gamybos sąlyga nėra svarbi.

Mechaninis pildymas, dar kitaip pusiau automatinis, yra tuomet, kai iš tam tikros netoli įrenginio esančios talpos, žaliavos juostinio, kaušinio ar sraigtinio tipo transporteriais yra tiekiamos į įrenginio bunkerį. Šis metodas taip pat vis rečiau naudojamas. Žaliavos turi būti laikomos prie pat įrenginio, todėl išauga judėjimas gamybiniame ceche. Taip pat, galimos operatoriaus neapdairumo klaidos, kaip ir rankinio papildymo metu. Metodas reikalauja pastovios priežiūros ir palyginti daug laiko.

Automatizuoto tiekimo metodas yra labiausiai paplitęs tokio tipo įmonėse. Šiuo būdu, žaliavos granulės ar milteliai, sudarius slėgių skirtumą, yra transportuojami hermetiškais aeroloviais iš vienos vietos į kitą. Tai labai svarbu, nes pagrindinė žaliavų laikymo vieta gali būti atskirta nuo gamybinio cecho, taip pat, žaliavų tiekimas yra reguliuojamas automatiškai. Automatinis žaliavų tiekimas reguliuojamas minimalaus ir maksimalaus lygio daviklių bei automatinių sklendžių pagalba, todėl operatoriaus priežiūra yra minimali.

Įmonėje pasirenkama naudoti būtent pastaroji žaliavų tiekimo sistema. Tam įmonėje bus įrengiama speciali vamzdyno sistema jungianti plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo linijų bunkerius bei sandėlį, kuriame bus talpinama žaliava. Sandėlyje žaliavos talpinamos bunkeriuose, kurie periodiškai bus papildomi. Projektuojamoje įmonėje naudojamos dvi žaliavos, todėl pasirenkama naudoti po du bunkerius kiekvienai žaliavai. Tai atliekama, nes ištuštėjus vienam žaliavos bunkeriu sistemai automatiškai gali perjungti tiekimą iš kito bunkerio, o operatorius papildyti tuščiajį.

Planuojama, jog plastifikuotas celiuliozės diacetatas bus gaunamas maišais, sveriančiais 1 t. Tam parenkami du *PLASTIC SYSTEMS SBB1800* bunkeriai [16]. Šie bunkeriai turi įrengtą keltuvą bei pusę žaliavos maišo talpinančią talpą. Į tuščią bunkerį yra įkeliamas žaliavos maišas, jo apačia prapjaunama ir maišas tampa bunkerio dalimi. Bunkerio aukštis – 4307 mm, plotis – 1800 mm, ilgis

– 1800 mm. Tuščias bunkeris papildomas plastifikuotu celiuliozės diacetatu kas 2,5 valandas (vidutinis plastifikuoto celiuliozės diacetato granulių poreikis įrenginiui per valandą 299,2 kg)

Celiuliozės milteliai bus gaunami 0,5 t maišais. Tam parenkami mažesni *PLASTIC SYSTEMS SBB1400* bunkeriai [16]. Bunkerio aukštis – 3960 mm, plotis – 1500 mm, ilgis – 1500 mm. Maišas bunkeryje turės būti pakeistas kas pamainą (vidutinis celiuliozės miltelių poreikis įrenginiui yra 189 kg per pamainą).

Žaliavos iš bunkerio transportuojamos vamzdynu dėl slėgio skirtumo (dirbtinai sudaryto vakuumo) tarp jo ir įrenginio bunkerio. Vakuumą vamzdyne sudaro vakuuminis siurblys. Pagrindinis kriterijus, pagal ką reikia rinktis šiuos siurblius, yra transportavimo atstumas bei siurblio našumas. Įmonėje vidutinis valandinis žaliavų poreikis technologinei linijai yra 315 kg, o transportavimo atstumas nėra didelis, tačiau reikia nepamiršti, jog transportavimo vamzdynas neina tiesia linija iš bunkerio į įrenginio bunkerį. Vamzdyno linijos bus projektuojamos palubėje prie šoninių sienų. Tai numatant, pasirenkamas vakuuminis siurblys *PLASTIC SYSTEMS PMC5*. Įrenginio parametrai pateikti 4.11 lentelėje [17].

4.11 lentelė. Vakuuminio siurblio parametrai.

Parametras	Matavimo vienetas	Reikšmė
Maksimalus transportavimo našumas 100 m atstumu	kg/h	1000
Maksimalus transportavimo našumas 150 m atstumu	kg/h	800
Maksimalus transportavimo našumas 200 m atstumu	kg/h	500
Išvystomas vakuumas	kPa	70
Galia	kW	5,5
Oro filtro paviršiaus plotas	m ²	11
Sukeliamas garsas	dB(A)	<80
Ilgis/Aukštis/Plotis	m	0,86/1,97/7,0

4.1.7. Technologinės schemos aiškinamasis raštas

- Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinių linijų išdėstymas.

Dvi technologinės linijos išdėstytos lygiagrečiai viena kitai, su 6,2 metro tarpu. Produkcijos rulonai gali būti išimti tik iš vienos technologinės linijos pusės, todėl tam reikalingas atstumas tarp linijų. Rulonai dėl savo didelio svorio gali būti išimti tik šakinio krautuvo pagalba, todėl reikalingas

atstumas tarp įrangos krautuvui saugiai judėti. Tuo pačiu tikslu, paliekamas tarpas tarp antrosios technologinės linijos ir gamybinio cecho sienos. Šakinio krautuvo kelias per gamybinį cechą ir apsisukimo aikštelės prie rulonų paėmimo vietų sužymimos informaciniais ženklais ant grindų. Tai atliekama norint suvaldyti judėjimo srautus ir išvengti nelaimingų atsitikimų.

Palikti tarpai tarp įrenginių ir gamybinio cecho sienų leidžia teisingai išdėstyti aušinamų volų šaldymo vamzdyną. Į kiekvieną technologinę liniją nuvestas šaldančiojo vandens vamzdis ir išvestas sušilusio vandens vamzdis.

- Gamybos proceso aprašymas.
1. Žaliavos atvežamos į įmonę kroviniu transportu. Gamybai reikalingos žaliavos laikomos sandėlyje. Plastifikuoto celiuliozės diacetato žaliavų atsargos sudaromos 3-4 dienoms, o celiuliozės miltelių savaitei;
 2. Plastifikuoto celiuliozės diacetato žaliavos maišas įstatomas į žaliavų bunkerį *SBB1800*, o celiuliozės miltelių į *SBB1400*. Žaliavų iškrovimo bunkeriai sujungti su pneumatinio transporto vamzdynu;
 3. Žaliavos pneumatiniu transportu vamzdynu transportuojamos į technologinės linijos bunkerį. Kiekvienai žaliavai įrengtas atskiras bunkeris ant technologinės linijos;
 4. Žaliavos į ekstruderį dozuojamos gravimetrinio dozavimo būdu. Dozavimo metu iš bunkerio į ekstruderį dozuojamas tikslus žaliavų santykis;
 5. Ekstruderio cilindre besisukantis sraigtas ir kaitinimo elementai paverčia žaliavas į klampiatakę būseną ir ekstruderio cilindro gale gaunamas homogeninis lydalas;
 6. Kaitinimo zonų temperatūros nustatomos tokia tvarka: 50-100-120-160-190-200 °C. Filjerės temperatūra nustatoma 205 °C;
 7. Klampiatakės būsenos lydalas ekstruduojamas pro plokščiaplyšę filjerę. Naudojama pakabos formos filjerė gauti lakštus;
 8. Lydalas įtraukiamas tarp trijų, vertikaliai išdėstytų, priešingomis kryptimis besisukančių volų. Volai formuojamą lakštą atvėsina, išlygina lakšto paviršių bei užfiksuoja lakšto storį;
 9. Lakštas nukreipiamaisiais velenėliais keliauja pro kraštų apipjaustymo įrenginį, kuriame nelygūs kraštai yra nupjaunami. Nupjauti kraštai tempiami į malimo įrenginį.;
 10. Dirbtiniu būdu sudaromas prailgintas lakšto kelias, tam jog lakštas pilnai atvėstų. Tai atliekama išdėstant atitinkamą besisukančių volų skaičių tam tikru atstumu. Tokiu būdu, lakštas kyla aukštyn ir vėl nukreipiamas žemyn. Konkretus pakilimų skaičius nustatomas gamybos metu;
 11. Lakštas vyniojamas ant kartoninio produkcijos rulono;

12. Suvyniotas lakšto rulonas yra nupjaunamas nuo bendro lakšto ir šakinio krautuvo pagalba išvežamas iš gamybinio cecho į sandėlį;
13. Sandėlyje rulonai kraunami ant EUR 3 palečių. Ant vienos paletės sukraunami du platūs rulonai arba keturi mažo pločio rulonai suformuojant vientisą cilindro formos ruloną. Tarpas tarp pačių rulonų ir tarpas tarp rulono bei paletės atskiriamas apskritimo formos storo kartono pagrindu;
14. Sukrauti rulonai aptraukiami polipropileniniu maišu, o sukrauta paletė sutvirtinama dvejomis pakavimo juostomis;
15. Sandėlyje paletės laikomos tol, kol jas išsiveža pirkėjas.

5. STATYBINIAI SPRENDIMAI

5.1. Bendrieji pastato duomenys

Projektuojama įmonė bus statoma Kauno laisvosios ekonominės zonos (LEZ) teritorijoje, aviacijos ir oro parko gatvių sankirtoje. Iš čia itin lengvai pasiekiami A1 ir A6 greitkeliai. Šis aspektas labai svarbus žaliavų atsivežimui ir produkcijos išvežimui. Įmonės statybos vieta yra tik apie 15-20 minučių kelio automobiliu nuo Kauno miesto, o tai svarbu ieškant darbo jėgos. Statinio pagrindiniai techniniai rodikliai nurodyti 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Statinio techniniai rodikliai

Rodiklis	Matavimo vienetai	Reikšmė
Pastato aukštis	m	6,02
Pastato ilgis	m	101,9
Pastato plotis	m	25,1
Pastato tūris	m ³	15397
Sanitarinės apsaugos zonos dydis	m	300
Sklypo teritorijos plotas	m ²	12920
Pastato užimamas plotas	m ²	2557
Išasfaltuotas žemės plotas	m ²	6744
Veja apsėtas žemės plotas	m ²	3618

5.2. Statinio architektūriniai ir konstrukciniai sprendimai

Numatyta, jog įmonės pastatas bus vieno aukšto. Pastato pagrindinės dvi dalys yra gamybinės bei sandėlio patalpos. Suprojektuota, jog į įmonės sandėlio patalpas bus galima patekti per tris 4 x 4 m įvažiavimus. Papildomas, 5,3 x 5 m įvažiavimas įrengtas pastato gamybinėse patalpose. Šio įvažiavimo pagrindinė paskirtis – technologinės įrangos įvežimui. Gamybinės patalpos nuo įmonės administracinių patalpų atskirtos koridoriumi. Sandėlį su gamybinėmis patalpomis jungs vienas įvažiavimas, atskirtas PVC žaliuzėmis. Dalį administracinių patalpų sudarys buitinės patalpos, skirtos persirengti, pavalgyti ir kt.

Vilkikų su puspriekabėmis eismas aplink įmonę vyks ratu, nes į sklypą yra du įvažiavimai iš aviacijos gatvės, tai supaprastins eismo srautus. Prie įmonės administracinių patalpų įrengtos stovėjimo vietos darbuotojams ar įmonės svečiams. Teritorija aplink pastatą išasfaltuota, o nenaudojama sklypo teritorija bus apsėta veja.

Iki sklypo teritorijos atvesti pagrindiniai inžineriniai tinklai.

6. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

Projektuojant naują įmonę svarbu atsižvelgti į galimus makro ir mikro aplinkos veiksnius, kurie gali ją teigiamai arba neigiamai veikti. Šiuo metu palankūs makro aplinkos veiksniai įmonei: demografiniai, ekonominiai, politiniai, ekologiniai. Atitinkamai tai reiškia, jog pasaulyje vis didėja žmonių skaičius (įmonės produkcijos pirkėjai), didžioji dalis pasaulio šalių pasižymi augančia ekonomika (pirkėjai sau gali leisti pirkti brangesnę produkciją), pasaulyje, ypač Europos šalyse, priimami įstatymai skatinantys bioplastikų ir bioskaidžių pakuočių vartojimą (įmonės produkcijos pranašumas) bei aplinkosauginių problemų mažinimas (panaudotas įmonės produktas, gali būti kompostuojamas). Tuo tarpu, palankūs mikro aplinkos veiksniai yra vartotojų požiūris bei konkurentai. Atitinkamai tai reiškia, jog šiuo metu žmonės vis dažniau renkasi ekologinius produktus ar pakuotes ir gaminius, kurie pasižymi mažesniu neigiamu poveikiu aplinkai. Vienas didžiausių privalumų dėl konkurentų projektuojamai įmonei yra jų nebuvimas.

Neigiamai projektuojamą įmonę veikiantys makro ir mikro veiksniai yra produkcijos kaina, žaliavų tiekėjai ir pardavimo pagalbininkai. Tikimasi, jog įmonės projektuojama produkcija bus 2-3 kartus brangesnė nei šiuo metu gaminama produkcija iš įprastinių plastikų, tačiau kaip ir buvo minėta, ekonomikos augimas iš dalies turėtų tai kompensuoti. Įmonei pirmaisiais gyvavimo metais sunku bus rasti plastifikuoto celiuliozės diacetato žaliavos tiekėjus, nes tai nėra populiari žaliava gaminti plastikus. Taip pat, sunku rasti žmones, kurie tikėtų bioproduktų svarba visuomenei ir taptų produkcijos pardavimo tarpininkais ir pagalbininkais.

6.1. Pradiniai duomenys

Šioje darbo dalyje pateikiami pagrindiniai įmonės finansiniai rodikliai, numatomos gaminių kainos ir jų atsipirkimo laikas. Lentelėje 6.2 nurodomas pagrindinis lėšų kiekis reikalingos projektuojamai įmonei. Šios investicijos reikalingos nupirkti sklypui, pastatyti gamybiniam cechui, technologinei bei sandėlio įrangai.

Projektuojamos įmonės statybos darbai prasidės 2018 metų rugsėjo mėnesį ir bus užbaigti per 2019 metus. Pastačius įmonės pastatą vyks technologinės linijos ir papildomų įrenginių paruošiamieji ir derinimo darbai, todėl planuojama, kad pastovi gamyba prasidės nuo 2020 metų pradžios. Įmonė gamins kompozicinius lakštus iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su celiuliozės miltelių priedu. Įmonės gaminys – lakšto rulonas. Rulonai bus skirstomi į dvi grupes, tai mažo pločio ir platūs rulonai.

Lentelėje 6.1 sudarytas gamybos planas penkiems metams į priekį, nustatytas gamybos pajėgumo koeficientas remiantis vidutinio pagaminamo kiekio duomenimis iš 4.6 lentelės.

Planuojama, jog po įmonės paleidimo 2020 metais įmonės gamyba vyks nenutraukiamai visus metus.

6.1 lentelė. Planuojamas įmonės gamybos planas

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Įmonės gaminiai	
		Mažo pločio rulonas	Platus rulonas
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0,7	4360	4360
2021	0,75	4671	4671
2022	0,8	4983	4983
2023	0,85	5294	5294
2024	0,9	5606	5606

Projektuojamoje įmonėje naudojamos plastifikuoto celiuliozės diacetato granulės ir celiuliozės miltelių žaliavos. Žinant tai, jog pirmosios žaliavos šiuo metu pramonėje niekas nenaudoja ir objektyviai kainos negalime sužinoti, plastifikuoto celiuliozės diacetato žaliavų kaina įvertinama remiantis atskirų komponentų kainomis ir plastifikuoto celiuliozės diacetato su kitu plastikliu kaina. Lentelėje 6.3. pateikti žaliavų kilogramo kainos skaičiavimai.

6.2 lentelė. Projektuojamai įmonei reikalingos lėšos

Pavadinimas	Kiekis	Mat. vnt.	Kaina	Mat. vnt.	Reikalingos lėšos, Eur
Lėšos reikalingos įmonės statybai					
Sklypas	129	Aras	3000	Eur/Aras	387000
Pastatas	2557	m ²	1100	Eur/m ²	2812700
Aikštelės asfaltavimas	6744	m ²	30	Eur/m ²	202320
Lėšos reikalingos technologinei įrangai					
Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	2	vnt.	150000	Eur/vnt	300000
Vakuuminis siurblys PLASTIC SYSTEMS PMC5 ir žaliavų transportavimo vamzdynas	1	vnt.	25000	Eu.r/vnt.	25000
Vandens aušinimo įrenginys THERMAL CARE NQW25 ir reikalingas vamzdynas	1	vnt.	30000	Eur/vnt	30000
Žaliavų bunkeris PLASTIC SYSTEMS SBB1800	1	vnt.	4000	Eur/vnt	4000
Žaliavų bunkeris PLASTIC SYSTEMS SBB1400	1	vnt.	3000	Eur/vnt	3000
Lėšos reikalingos sandėlio įrangai					
Šakinis krautuvai TOYOTA 8429	2	vnt.	15000	Eur/vnt	30000
				Suma	3794020

Iš 6.2 lentelės duomenų matyti, jog įmonės technologinei įrangai, pastatui ir sklypui reikės 3,76 milijono eurų.

6.3 lentelė. Žaliavų kilogramo kainos skaičiavimas

Žaliava	Kaina, Eur/kg	Vidutinė kilogramo kaina, Eur.
Celiuliozės milteliai	Nuo 1 iki 3	2
Plastifikuotas celiuliozės diacetatas granulėmis (plastiklis – dietilftalatas)	Nuo 2 iki 6	4
Dietilftalatas	Nuo 1,2 iki 2,5	1,85
Triacetinas	Nuo 0,9 iki 3	1,95

Remiantis 6.3 lentelėje pateiktais duomenimis priimame, jog plastifikuoto celiuliozės diacetato (plastiklis – triacetinas) granulės kainuos 4,2 eurų už kilogramą.

Lentelėje 6.4 pateikiami finansavimo šaltiniai ir finansavimo sumos. Numatoma, jog bus imama paskola iš banko, o kitos reikalingos lėšos bus gaunamos iš investuotojų bei dalies nuosavo turto. Pradinės lėšos trumpalaikiam turtui (apyvartinės lėšos) apskaičiuotos pagal 2020 metų gamybos išlaidas trims mėnesiams. Paskolos atidavimo planas sudarytas penkiems metams į priekį ir pateiktas 6.23 lentelėje.

6.4 lentelė. Projekto finansavimo šaltiniai ir sumos

Kapitalo struktūra	2019		2020	
	Investicinė suma, Eur.	Finansavimo šaltinis	Investicinė suma, Eur.	Finansavimo šaltinis
Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	2258412	Ilgalaikė banko paskola	1505608	Investuotojai, nuosavas turtas (1 % nuo bendros metų sumos)
Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	0		4073783	

Iš lentelės duomenų matome, jog pagrindiniai projekto finansavimo šaltiniai bus ilgalaikė banko paskola bei investuotojų suteikti pinigai ir tik labai maža dalis įmonei reikalingų lėšų bus nuosavas turtas.

6.2. Gamybinės savikainos skaičiavimas

Norint nustatyti gaminių savikainą sudaroma naudojamų žaliavų metinio poreikio lentelė bei apskaičiuojamos planuojamos išlaidos žaliavoms įsigyti. Duomenys apie vidutinę gaminių masę naudojami iš 4.2 lentelės, gamybos plano duomenys iš 6.1 lentelės, gaminių sudarančių žaliavų duomenys iš 4.1.1 skyrelio duomenų.

6.5 lentelė. Gaminius sudarančių žaliavų kainos skaičiavimas

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gamybos planas, vnt.	Gaminiai							
			Mažo pločio rulonas (gaminio masė 295,3 kg)				Platus rulonas (gaminio masė 590,6 kg)			
			Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos poreikis, t	Celiuliozės miltelių žaliavos poreikis, t	Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos kaina, Eur.	Celiuliozės miltelių žaliavos kaina, Eur.	Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos poreikis, t	Celiuliozės miltelių žaliavos poreikis, t	Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos kaina, Eur.	Celiuliozės miltelių žaliavos kaina, Eur.
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0,7	4360	1223,1	64,3	5137020	128600	2446,2	128,7	10274040	257400
2021	0,75	4671	1310,3	68,9	5503260	137800	2620,7	137,9	11006940	275800
2022	0,8	4983	1397,9	73,5	5871180	147000	2795,8	147,1	11742360	294200
2023	0,85	5294	1485,1	78,1	6237420	156200	2970,3	156,3	12475260	312600
2024	0,9	5606	1572,6	82,7	6604920	165400	3145,3	165,5	13210260	331000

Turint šiuos duomenis sudaroma 6.6 lentelė, kurioje apskaičiuojama bendra metinė gaminiams reikalingų žaliavų kaina.

6.6 lentelė. Metinė žaliavų kaina.

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gamybos planas, vnt.	Gaminiai						Metinė žaliavų kaina, Eur.
			Mažo pločio rulonas (gaminio masė 295,3 kg)			Platus rulonas (gaminio masė 590,6 kg)			
			Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos kaina, Eur.	Celiuliozės miltelių žaliavos kaina, Eur.	Gaminio grupės žaliavų kainos suma, Eur.	Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos kaina, Eur.	Celiuliozės miltelių žaliavos kaina, Eur.	Gaminio grupės žaliavų kainos suma, Eur.	
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0,7	4360	5137020	128600	5265620	10274040	257400	10531440	15797060
2021	0,75	4671	5503260	137800	5641060	11006940	275800	11282740	16923800
2022	0,8	4983	5871180	147000	6018180	11742360	294200	12036560	18054740
2023	0,85	5294	6237420	156200	6393620	12475260	312600	12787860	19181480
2024	0,9	5606	6604920	165400	6770320	13210260	331000	13541260	20311580

Žaliavos į projektuojamą įmonę atvežamos krovininiais vilkikais puspriekabėse. Perkant plastifikuoto celiuliozės diacetato granules užsakoma pilna vilkiko puspriekabė, tai yra 33 paletės. Žaliavos tiekiamos 1 t didmaišiais. Perkant celiuliozės miltelių žaliavą užsakomas pusė puspriekabės, tai yra 16 palečių. Šios žaliavos tiekiamos 0,5 t didmaišiuose.

6.7 lentelė. Pagrindinių medžiagų pirkimo planas

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos poreikis metams, t	Celiuliozės miltelių žaliavos poreikis metams, t	Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos poreikis parai, t	Celiuliozės miltelių žaliavos poreikis parai, t	Atvežamos plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos kiekis, t	Atvežamos celiuliozės miltelių žaliavos kiekis, t	Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos pirkimo ir tiekimo intervalas, d	Celiuliozės miltelių žaliavos pirkimo ir tiekimo intervalas, d
2018	0	0	0	0	0	33	8	3-4	16
2019	0	0	0	0	0				
2020	0,7	3669,3	193	10,1	0,5				
2021	0,75	3931	206,8	10,8	0,6				
2022	0,8	4193,7	220,6	11,5	0,6				
2023	0,85	4455,4	234,4	12,2	0,6				
2024	0,9	4717,9	248,2	12,9	0,7				

Iš 6.7 lentelės duomenų matome, jog plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos bus perkamos kiekvieną savaitę po kartą, o celiuliozės miltelių žaliavos kartą per dvi savaites.

Norint užtikrinti įmonės sėkmingą darbą numatomos papildomos metinės išlaidos remonto darbams ar atsarginėms detalėms, smulkiai sandėlio įrangai, variklių tepimo alyvai bei iš anksto nenumatytiems darbams ar įrangai. Skiriamos lėšos šioms išlaidoms pateikiamos 6.8 lentelėje.

6.8 lentelė. Metinės papildomos išlaidos

Išlaidos	Kiekis	Kaina	Išlaidų suma, Eur.
Variklių tepimo alyva	1 t	2500 Eur/t	2500
Įrenginių atsarginės detalės ir remonto darbai	-	-	10000
Smulki sandėlio įranga	-	-	2000
Kitos išlaidos	-	-	5000

Įmonės gaminamos produkcijos pakavimo išlaidos apskaičiuotos 6.9 ir 6.10 lentelėse. Pakavimas atliekamas ant EUR 3 paletės. Pakuojant mažo pločio rulonus ant paletės supakuojami 4 gaminiai, o pakuojant plačius rulonus 2 gaminiai. Gaminiai ant paletės kraunami vienas ant kito taip, kad suformuotų cilindro formą. Tarpas tarp paletės ir apatinio rulono atskiriamas storu apskritimo formos kartonu, kaip ir tarpai tarp pačių rulonų. Suformuotas gaminių cilindras įmaunamas į polipropileno maišą ir sutvirtinamas su palete pakavimo juostomis.

6.9 lentelė. Reikalingų pakavimui medžiagų kaštų skaičiavimas platiems rulonams

Pakavimo medžiagos	Reikalingas kiekis	Kaina	Suma, Eur.
EUR 3 paletė	1 vnt.	8 Eur/vnt	8
Kartono lakštas	3 vnt.	0,4 Eur/vnt	1,2
Polipropileno maišas	1 vnt.	0,4 Eur/vnt	0,4
Pakavimo juosta	4 m	0,1 Eur/m	0,4
Viso:			10

6.10 lentelė. Reikalingų pakavimui medžiagų kaštų skaičiavimas mažo pločio rulonams

Pakavimo medžiagos	Reikalingas kiekis	Vnt. Kaina	Suma, Eur.
EUR 3 paletė	1 vnt.	8 Eur/vnt	8
Kartono lakštas	5 vnt.	0,4 Eur/vnt	2
Polipropileno maišas	1 vnt.	0,4 Eur/vnt	0,4
Pakavimo juosta	4 m	0,1 Eur/m	0,4
Viso:			10,8

Lentelėje 6.11 pateikiamas apskaičiuotas supakuotų palečių skaičius per parą. Skaičiavimai atlikti priėmus, jog gamybinio efektyvumo koeficientas lygus 0,9. Skaičiavimams naudota vidutinis metinis pagaminamas rulonų skaičius iš 6.6 lentelės.

6.11 lentelė. Supakuotų gaminių skaičius per parą

	Mažo pločio rulonai	Platūs rulonai
Gaminių skaičius per parą, vnt.	15	15
Supakuotų palečių skaičius per parą, vnt.	3	7

Iš pateiktų duomenų matyti, jog per savaitės laikotarpį bus sukaupamas pakankamas kiekis palečių užpildyti sunkiasvorio vilkiko puspriekabę plataus tipo rulonų paletėmis, tačiau reikės dar kelių dienų, jog vilkiko puspriekabė būtų užpildyta mažo pločio rulonų paletėmis.

Įvertinus supakuojamų gaminių skaičių per parą ir pakavimo medžiagų kainą apskaičiuojamos metinės išlaidos pakavimo medžiagoms. Rezultatai pateikti 6.12 lentelėje.

6.12 lentelė. Pakavimo medžiagoms reikalingos metinės išlaidos

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gamybos planas, vnt.	Supakuotų palečių skaičius, vnt.		Supakuotos paletės kaina, Eur/vnt	Išlaidos gaminių pakavimui, Eur.		Suma, Eur.
			Mažo pločio rulonas	Platus rulonas		Mažo pločio rulonai	Platus rulonai	
2018	0	0	0	0	10 plačių rulonų paletėi ir 10,8 mažo pločio rulonų paletėi	0	0	0
2019	0	0	0	0		0	0	0
2020	0,7	4360	1090	2180		11772	21800	33572
2021	0,75	4671	1167	2335		12603	23350	35953
2022	0,8	4983	1245	2491		13446	24910	38356
2023	0,85	5294	1323	2647		14288	26470	40758
2024	0,9	5606	1401	2803		15130	28030	43160

Elektros energijos poreikis metams ir išlaidos elektros energijai pateikti 6.13 lentelėje. Išlaidos ir suvartojimas paskaičiuotas atsižvelgiant į įmonės gamybinį pajėgumo koeficientą, įrenginių darbo trukmę ir jų galią.

6.13 lentelė. Metinis elektros energijos poreikio ir išlaidų įrenginiams skaičiavimas

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Kaina Eur/kWh	Poreikis, kWh				Suma, kWh
			THERMAL CARE NQW25	PLASTIC SYSTEMS PMC5	FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	
2018	0	0,019	0	0	0	0	0
2019	0		0	0	0	0	0
2020	0,7		137970	21247	1464322	1464322	3087861
2021	0,75		147825	22765	1568916	1568916	3308422
2022	0,8		157680	24282	1673510	1673510	3528982
2023	0,85		167535	25800	1778105	1778105	3749545
2024	0,9		177390	27318	1882699	1882699	3970106
-	-		Išlaidos, Eur.				Suma, Eur.
2018	0	0,019	0	0	0	0	0
2019	0		0	0	0	0	0
2020	0,7		2621	404	27822	27822	58669
2021	0,75		2809	433	29809	29809	62860
2022	0,8		2996	461	31797	31797	67051
2023	0,85		3183	490	33784	33784	71241
2024	0,9		3370	519	35771	35771	75432

Apskaičiuojamas elektros energijos apšvietimui, vandens ir šiluminės energijos poreikis bei reikalingos išlaidos. Rezultatai pateikti 6.14, 6.15., 6.16 lentelėse.

6.14 lentelė. Metinės išlaidos patalpų apšvietimui

Išlaidų pavadinimas	Patalpų plotas	Apšvietimo laikas, h	Apšvietimo norma, W/m ²	Energijos kiekis patalpoms apšviesti, kWh	1 kWh kaina, Eur.	Išlaidos apšvietimui per metus, Eur.
Gamybinės patalpos						
Patalpų apšvietimas	2304	8760	10	201830	0,019	3834
Eksploatacinės išlaidos						767
Viso:						4601
Administracinės patalpos						
Patalpų apšvietimas	249	4380	10	10906	0,019	207
Eksploatacinės išlaidos						41
Viso:						248

6.15 lentelė. Metinės išlaidos patalpų šildymui

Išlaidų pavadinimas	Šildomas plotas, m ²	1 m ² ploto šildymo kaina, Eur/mėn.	Šildymo sezonas, mėn.	Išlaidos šildymui per metus, Eur.
Gamybinės patalpos				
Patalpų šildymas	2304	0,41	7	6612
Eksploatacinės išlaidos				1322
Viso				7934
Administracinės patalpos				
Patalpų šildymas	249	0,51	7	888
Eksploatacinės išlaidos				177
Viso:				1065

6.16 lentelė. Metinės išlaidos vandeniui buitiniams reikmėms

Išlaidų pavadinimas	Sunaudojimas per parą, l/darbuotojui	Poreikis metams, m ³	1 m ³ vandens kaina, Eur.	Išlaidos vandeniui, Eur.
Šaltam vandeniui	20	263	1,28	336
Šiltam vandeniui	10	131	1,39	183
Eksploatacinės išlaidos				104
Viso:				623

Sudarytas administracijos darbuotojų ir gamybos darbuotojų personalo planas. Dalis gamybos darbuotojų dirba pamainomis. Pamainos trukmė yra 12 valandų. Pirmoji pamaina prasideda 8:00,

baigiasi 20:00. Antroji pamaina prasideda 20:00 ir baigiasi ryte. Pamainoje dirba trys operatoriai, trys sandėlio darbuotojai, vienas mechanikas-inžinierius ir vienas pamainos meistras. Darbuotojam mokamas papildomas atlyginimas lygus mėnesiniam darbo užmokesčiui. Papildomas atlyginimas mokamas už darbą švenčių dienomis ir kaip priedas už gerą darbą. Visi įmonės darbuotojai gauna fiksuotą mėnesinį užmokestį, kuris įvertintas atsižvelgiant į įmonės aprašytus darbuotojų pareigybės nuostatus. Apskaičiuotos išlaidos administracijos ir gamybos darbuotojų darbo užmokesčiui ir atsiskaitymai socialiniam draudimui pateikti 6.17 ir 6.18 lentelėse.

6.17 lentelė. Metinės išlaidos darbo užmokesčiui administracijos darbuotojams

Profesija	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur.	Pagrindinis fondas, Eur.	Papildomas darbo užmokestis, Eur.	Bendras darbo užmokestis	Atskaitymai soc. draudimui, Eur.
Direktorius	1	1100	13200	1100	14300	4430
Vadybininkas	1	800	9600	800	10400	3222
Administratorė	1	650	7800	650	8450	2618
Buhalterė	1	650	7800	650	8450	2618
Viso:	4				41600	12888

6.18 lentelė. Metinės išlaidos darbo užmokesčiui gamybos darbuotojams

Profesija	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur.	Pagrindinis fondas, Eur.	Papildomas darbo užmokestis, Eur.	Bendras darbo užmokestis, Eur.	Atskaitymai soc. draudimui, Eur.
Tiesioginiai gamybos darbuotojai						
Operatorius	12	700	100800	8400	109200	33830
Pamainos meistras	4	750	36000	3000	39000	12082
Viso:	16	1450	136800	11400	148200	45912
Netiesioginiai gamybos darbuotojai						
Mechanikas -inžinierius	4	650	31200	2600	33800	10471
Technologas	1	850	10200	850	11050	3423
Sandėlio darbuotojas	12	650	93600	7800	101400	31414
Viso:	17	2150	135000	11250	146250	45308

Naudojant tiesinį būdą apskaičiuoti amortizaciniai atsiskaitymai. Gauti duomenys pateikti 6.19 lentelėje. Amortizaciniai atsiskaitymai parodo pagrindinių priemonių (įmonės pastato, naudojamos technologinės įrangos) vertės dalį, perkeliama į pagamintos produkcijos vertę (pagrindinių priemonių nusidėvėjimą).

6.19 lentelė. Amortizaciniai atskaitymai

Ilgalaikio turto rūšis	Įsigyjimo vertė, Eur.	Likvidacinė vertė, Eur.	Normatyvinė eksploatavimo trukmė, metai	Nusidėėjimo suma, Eur metams					Likutinė vertė, Eur.
				2020	2021	2022	2023	2024	
I. Pastatas	2812700	281270	50	50628	50628	50628	50628	50628	2559557
II. Įrenginiai									
Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	150000	15000	15	9000	9000	9000	9000	9000	105000
Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	150000	15000	15	9000	9000	9000	9000	9000	105000
Žaliavų bunkeris PLASTIC SYSTEMS SBB1800	4000	400	15	240	240	240	240	240	2800
Žaliavų bunkeris PLASTIC SYSTEMS SBB1400	3000	300	15	180	180	180	180	180	2100
Šakinis krautuvas TOYOTA 8429	15000	1500	15	900	900	900	900	900	10500
Šakinis krautuvas TOYOTA 8429	15000	1500	15	900	900	900	900	900	10500
Vakuuminis siurblys PLASTIC SYSTEMS PMC5 ir žaliavų transportavimo vamzdynas	25000	2500	15	1500	1500	1500	1500	1500	17500
Vandens aušinimo įrenginys THERMAL CARE NQW25 ir reikalingas vamzdynas	30000	3000	15	1800	1800	1800	1800	1800	21000
Viso:	3204700	320470	-	74148	74148	74148	74148	74148	2833957

Visos gamybos išlaidos pateiktos 6.20 lentelėje. Pastovias išlaidas sudaro tiesioginių gamybos darbuotojų darbo užmokestis ir atsiskaitymai socialiniam draudimui bei papildomos metinės išlaidos. Tiesiogines kintamas gamybos išlaidas sudaro netiesioginių gamybos darbuotojų darbo užmokestis, išlaidos įmonės technologinei įrangai reikalinga elektros energija, išlaidos žaliavoms bei pakavimo medžiagoms.

6.20 lentelė. Gamybos kaštai

Kaštų rūšys	Kaštai, Eur.					
	2020	2021	2022	2023	2024	
Pastovios gamybos išlaidos						
Tiesioginių gamybos darbuotojų darbo užmokestis, Eur.	148200	148200	148200	148200	148200	
Atsiskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, Eur.	45912	45912	45912	45912	45912	
Tepimo alyva, įrenginių atsarginės detalės, smulki sandėlio įranga, kitos išlaidos, Eur.	19500	19500	19500	19500	19500	
Tiesioginės kintamos gamybos išlaidos						
Išlaidos žaliavoms, Eur.	Mažo pločio rulonas	5265620	5641060	6018180	6393620	6770320
	Platūs rulonai	10531440	11282740	12036560	12787860	13541260
Išlaidos pakavimo medžiagoms, Eur.	Mažo pločio rulonas	11772	12603	13446	14288	15130
	Platūs rulonai	21800	23350	24910	26470	28030
Išlaidos elektros energijai, Eur.	Mažo pločio rulonas	19556	20953	22350	23747	25144
	Platūs rulonai	39113	41907	44701	47494	50288
Gamybinės netiesioginės išlaidos						
Amortizaciniai atsiskaitymai, Eur.	74148	74148	74148	74148	74148	
Netiesioginių gamybos darbuotojų darbo užmokestis, Eur.	146250	146250	146250	146250	146250	

Lentelės tęsinys

Atsiskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, Eur.	45308	45308	45308	45308	45308
Elektros energija gamybinių patalpų apšvietimui, Eur.	4600	4600	4600	4600	4600
Energija gamybinių patalpų apšiltinimui, Eur.	7934	7934	7934	7934	7934
Vanduo buitiniams reikmėms, Eur.	623	623	623	623	623
Viso:	16381776	17515088	18652622	19785954	20922647

Žinant gamybos išlaidas apskaičiuojama gaminių gamybinė savikaina. Rezultatas pateiktas 6.21 lentelėje.

6.21 lentelė. Gaminių gamybinė savikaina

Gaminiai	Parametras	2020	2021	2022	2023	2024
Metinis gamybos planas, vnt.		4360	4671	4983	5294	5606
Mažo pločio rulonai	Gamybos kaštai gaminiui, Eur.	5543186	5920854	6300214	6677893	7056832
	Gamybinė savikaina, Eur/vnt	1271	1268	1264	1261	1259
Platūs rulonai	Gamybos kaštai gaminiui, Eur.	10838591	11594235	12352409	13108062	13865816
	Gamybinė savikaina, Eur/vnt	2486	2482	2479	2476	2473

Iš pateiktų 6.21 lentelėje duomenų matome, jog mažo pločio rulono gamybinė savikaina yra apie 1,2 tūkst. Eur, o plataus rulono apie 2,4 tūkst. Eur.

6.3. Gaminių kainos skaičiavimas

Norint apskaičiuoti gaminių kainą apskaičiuojami veiklos kaštai (sąnaudos). Į veiklos kaštus įtraukiamas administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atsiskaitymai socialiniam draudimui, pardavimų ir reklamos sąnaudos, pagalbines medžiagas, komandiruočių bei kitos išlaidos.

Nustačius veiklos sąnaudas ir įvertinus gaminiui tenkančios investicinės veiklos sąnaudas skaičiuojama gaminių pilnoji gamybinė savikaina, pelnas ir gaminių kaina. Priimama, jog įmonės atkainis bus 20 % pilnosios gamybinės savikainos, reklamai įmonė per metus išleis apie 0,1 % nuo gaminių gamybinių kaštų, o pagalbines, kanceliariniai reikmenys, ryšio paslaugos ir komandiruočių sudarys iki 0,1 % gamybinių kaštų. Apskaičiuoti rezultatai pateikti 6.22 lentelėje. Įmonės investicinės veiklos sąnaudos pateiktos 6.23 lentelėje.

6.22 lentelė. Veiklos sąnaudos

Išlaidų rūšys	Suma, Eur.
Pardavimų sąnaudos	
Reklama ir skelbimai	20000
Bendrosios ir administracinės sąnaudos	
Pagalbinės medžiagos ir kanceliariniai reikmenys	2000
Administracijos darbuotojų darbo užmokestis	41600
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	12888
Administracinių patalpų elektros energija apšvietimui	248
Administracinių patalpų energija apšiltinimui	1065
Ryšio paslaugos	1000
Komandiruočių	3000
Viso:	81801

Sudarytas palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas. Palūkanų metinė norma nustatyta remiantis Lietuvos Banko duomenimis [18].

6.23 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	2020	2021	2022	2023	2024
Paskolos suma, Eur.	2258412	1806730	1355048	903366	451684
Metinė palūkanų norma, %	3	3	3	3	3
Palūkanos, Eur.	67752	54202	40651	27101	13550
Paskolos padengimas, Eur.	451682	451682	451682	451682	451682

6.24 lentelė. Gaminių kainos skaičiavimas

Gaminys	Parametras	2020	2021	2022	2023	2024
Metinis gamybos planas	vnt.	4360	4671	4983	5294	5606
Mažo pločio rulonai	Gamybinė savikaina, Eur/vnt	1271	1268	1264	1261	1259
	Veiklos sąnaudos Eur/vnt	6	6	5	5	5
	Finansinių sąnaudų kiekis Eur/vnt	5	4	3	2	1
	Pilnoji savikaina, Eur/vnt	1282	1278	1272	1268	1265
	Antkainis, %	20	20	20	20	20
	Pelnas, Eur/vnt	256	256	254	254	253
	Kaina, Eur/vnt	1538	1534	1526	1522	1518
Veiklos sąnaudų kiekis tenkantis gaminio grupei, %	33,4					
Finansinės sąnaudos tenkančios gaminio grupei, %	33,4					
Platūs rulonai	Gamybinė savikaina, Eur/vnt	2486	2482	2479	2476	2473
	Veiklos sąnaudos Eur/vnt	12	12	11	10	10
	Finansinių sąnaudų kiekis Eur/vnt	10	8	5	3	2
	Pilnoji savikaina, Eur/vnt	2508	2502	2495	2489	2485
	Antkainis, %	20	20	20	20	20
	Pelnas, Eur/vnt	502	500	499	498	497
	Kaina, Eur/vnt	3010	3002	2994	2987	2982
Veiklos sąnaudų kiekis tenkantis gaminio grupei, %	66,6					
Finansinės sąnaudos tenkančios gaminio grupei, %	66,4					

6.4. Pardavimo pajamų skaičiavimas ir investicijų efektyvumo vertinimas

Apskaičiuojamos įmonės gaminių pajamos gaunamos iš pardavimų. Sužinojus pardavimų pajamų suma sudaroma įmonės pelno (arba nuostolio) ataskaita. Pelno mokestį įmonei netaikomas, nes įmonė bus statoma Kauno LEZ teritorijoje. Šioje zonoje esančios gamybos ar logistikos įmonės, investuojančios daugiau kaip 1 milijoną eurų pirmuosius dešimt ataskaitinių laikotarpių nemoka pelno mokesčio [19].

6.25 lentelė. Gaminių pardavimo pajamų planas

Metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gaminiai						Pardavimų pajamų suma, Eur.
		Mažo pločio rulonai			Platūs rulonai			
		Metinis gamybos planas, vnt.	Gaminio kaina, Eur/vnt	Pardavimų pajamos, Eur.	Metinis gamybos planas, vnt.	Gaminio kaina, Eur/vnt	Pardavimų pajamos, Eur.	
2018	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0,7	4360	1538	6707424	4360	3010	13121856	19829280
2021	0,75	4671	1534	7163446	4671	3002	14024210	21187656
2022	0,8	4983	1526	7606051	4983	2994	14919102	22525153
2023	0,85	5294	1522	8055350	5294	2987	15812119	23867470
2024	0,9	5606	1518	8509908	5606	2982	16717092	25227000

Sudarius įmonės gaminių pardavimo pajamų planą apskaičiuojami įmonės gaunamo pelno (nuostolio) duomenys.

6.26 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita

Metai	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Gamybinio pajėgumo koeficientas	0	0	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
Pardavimų pajamos, Eur.	0	0	19829280	21187656	22525153	23867470	25227000
Parduodamos produkcijos gamybos kaštai, Eur.	0	0	16381777	17515089	18652623	19785955	20922648
Bendras pelnas (nuostolis), Eur.			3447503	3672567	3872530	4081515	4304352
Veiklos sąnaudos, Eur.	0	0	81801	81801	81801	81801	81801
Veiklos pelnas (nuostolis), Eur.	0		3365702	3590766	3790729	3999714	4222551
Finansinė ir investicinė veikla:							
Sąnaudos (palūkanos), Eur.	0	0	67752	54202	40651	27101	13550
Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą, Eur.	0	0	3297950	3536564	3750078	3972613	4209001
Pelno mokestis	0	0	0	0	0	0	0
Grynasis pelnas (nuostolis), Eur.	0	0	3297950	3536564	3750078	3972613	4209001

Norint apskaičiuoti įmonės investicijų efektyvumą, įvertinami kiekvieno laikotarpio grynujų pinigų srautai (GPS) iš įmonės veiklos bei pinigų srautai iš investicinės veiklos. Projekto atsipirkimo laikas skaičiuojamas sumuojant metinius grynujų pinigų srautus. Apskaičiuoti rezultatai pateikti 6.27 ir 6.28 lentelėse.

6.27 lentelė. Finansinės būklės (pinigų srautų) ataskaita

Rodikliai	Projekto gyvavimo metai					
	0	2020	2021	2022	2023	2024
Pinigų srautai iš įmonės veiklos, Eur.		19829280	21187656	22525153	23867470	25227000
Grynasis pelnas (nuostolis), Eur.		3297950	3536564	3750078	3972613	4209001
Nusidevėjimo ir amortizacijos sąnaudos		74148	74148	74148	74148	74148
Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas, Eur.		67752	54202	40651	27101	13550
Gryniesi pinigų srautai iš įmonės veiklos, Eur.		3439850	3664914	3864877	4073862	4296699
Investicijos į pagrindinį kapitalą, Eur.	-2258412	-1505608	0	0	0	0
Investicijos į apyvartinį kapitalą, Eur.		-4073783	0	0	0	0
Projekto GPS, Eur.	-2258412	-2139541	3664914	3864877	4073862	4296699

6.5. Investicijų efektyvumo vertinimas

Norint įvertinti projekto efektyvumą apskaičiuojamas diskontuotas investicijų atsipirkimo periodas, grynoji esamoji vertė, vidinė pelno norma, pelningumo indeksas, lūžio taškas bei pateikiama grynujų pinigų srautų suvestinė.

Lentelėje 6.28 bendri GPS gaunami sumuojant metinius GPS. Iš šios lentelės duomenų apskaičiuojamas diskontuotas investicijų atsipirkimo laikas (periodas, T).

6.28 lentelė. Projekto grynujų pinigų srautai

Metai	Metiniai GPS, Eur.	Bendri GPS, Eur.
2019	-2258412	-2258412
2020	-2139541	-4397953
2021	3664914	-733039
2022	3864877	3131838
2023	4073862	7205700
2024	4296699	11502399

Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodas T - tai laikas per kurį ekonominė nauda padengia investicines išlaidas. Apskaičiuojamas, kaupiant grynuosius GPS ir stebint, kada jų suma taps lygi nuliui. Kadangi projekto įgyvendinimas trunka 5 metus, tai projektas priimtinas, jei $T < 5$ metai. Rezultatas pateiktas 6.30 lentelėje.

Sumuojant grynuosius pinigų srautus, diskontuotus pagal kapitalo kainą, gauname grynąją esamąją vertę (GEV). GEV - tai visų projekto diskontuotų GPS suma, pradedant nuliniiais metais. Teigiama GEV reiškia, kad tokia suma padidės įmonės turtas ir projektas yra priimtinas. Diskonto koeficientas, tai įsiskolinimo ir nuosavo kapitalo santykis [20]. Skaičiavimo rezultatai pateikti 6.29 ir 6.30 lentelėse.

6.29 lentelė. Diskontuoti metiniai pinigų srautai

Metai	Diskonto koeficientas, Eur.	Diskontuotas grynasis pinigų srautas, Eur.	Suminis diskontuotas pinigų srautas, Eur.
2019	1,000	-2258412	-2258412
2020	0,971	-2076468	-4334880
2021	0,942	3452019	-882861
2022	0,914	3533050	2650188
2023	0,887	3614307	6264495
2024	0,861	3699631	9964126

Pelningumo indeksas (PI) apskaičiuojamas diskontuotų pinigų sumą (pradedant pirmaisiais metais), padalinus iš nulinių metų GPS. Pelningumo indeksas parodo santykinį projekto pelningumą arba dabartinę pelno vertę, tenkančią dabartinių išlaidų vienam piniginiam vienetui. Projektas yra priimtinas, jei PI yra didesnis už vienetą; kuo jis didesnis, tuo projektas priimtinesnis. Rezultatas pateiktas 6.30 lentelėje.

Vidinė pelno norma (IRR) - tai diskonto norma, kuri projekto būsimųjų grynujų pinigų įplaukų dabartinę vertę prilygina projekto būsimų išlaidų dabatinei vertei. Siekiant apskaičiuoti IRR, diskonto norma koreguojama tol, kol GEV pasidaro lygi 0 [20]. Rezultatas pateiktas 6.30 lentelėje.

6.30 lentelė. Investicijų efektyvumo vertinimo rodiklių rezultatai

Rodiklis	Reikšmė	Mato vnt.
Diskontuotas investicijų atsipirkimo laikas (T)	3,19	metai
Grynoji esamoji vertė (projektas priimtinas)	9964126	Eur.
Pelningumo indeksas (projektas priimtinas)	5,41	kartai
Vidinė pelno norma (IRR)	56,76 %	proc.

Lūžio taškas yra tokia pardavimų apimtis, kuriai esant įmonės bendrosios pajamos lygios visiems gamybos kaštams, o įmonės pelnas lygus 0. Lūžio taškas parodo kiek vienetų produkcijos reikia pagaminti ir parduoti, kad įmonės veikla būtų pelninga. Gaminių kainos ir savikainos duomenys pateikti 6.31 lentelėje. Lūžio taško skaičiavimų duomenys ir rezultatai pateikti 6.32 lentelėje.

6.31 lentelė. Gaminių kaina ir savikaina

	Mažo pločio rulonas	Platus rulonas
Gaminio savikaina, Eur.	1259	2473
Gaminio kaina, Eur.	1518	2982

6.32 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimo rodikliai

Rodikliai	Produktai
Pastoviųjų kaštų suma, Eur.	7919604
Gaminių kaina, Eur.	4500
Gaminių kintamieji kaštai, Eur.	3732
Pardavimo planas, vnt.	11212

Iš 6.32 lentelės pateiktų duomenų apskaičiuota, jog projekto lūžio taškas įvyks ties 10311 parduotų gaminių. Skaičiavimai atlikti kuomet projekto gamybinis koeficientas lygus 0,9.

7. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS

Šiame skyriuje vertinamas planuojamos įmonės poveikis aplinkai. Pateikiami naudojamų medžiagų aplinkosauginio vertinimo duomenys, energetiniai ištekliai, fizikinė tarša, oro tarša, atliekų tvarkymas, vandens ir nuotekų teršalų balansas.

Šioje dalyje atliekamas aplinkosauginis vertinimas tik projektuojamos įmonės gamybai, bet neįvertinamas poveikis aplinkai žaliavų gamybos įmonėse. Didžiausias poveikis aplinkai daromas būtent jose, tačiau darbo tikslas nėra įvertinti visą gaminio būvio ciklą.

7.1. Naudojamų medžiagų aplinkosauginio vertinimo duomenys

Projektuojamoje įmonėje bus formuojami lakštai iš plastifikuoto celiuliozės diacetato ir celiuliozės miltelių. Pagrindinės įmonės žaliavos bus plastifikuotos celiuliozės diacetato granulės ir celiuliozės milteliai. Plastifikuotos celiuliozės diacetato žaliavos šiuo metu pramonėje niekas nenaudota, todėl 7.1 lentelėje pateiktos produktą sudarančių cheminių medžiagų charakteristikos. Įmonės gaminama produkcija bus sudaryta iš 66,51 % (masės) celiuliozės diacetato, 28,49 % (masės) triacetino ir 5 % (masės) celiuliozės miltelių.

7.1 lentelė. Naudojamų žaliavų pavojaus charakteristikos.

Medžiagos pavadinimas, gamintojas	Kiekis per metus, t	CAS nr.	EC nr.	Cheminės medžiagos ženklavimas, pavojingumo frazės kodai
Celiuliozės diacetatas, Daicel corporation, Japonija	1743,4	9035-69-2	Nėra	H242; H335; P210; P243
Triacetinas, Sigma-Aldrich, JAV	746,8	102-76-1	203-051-9	H226;H315;H317
Celiuliozės milteliai, JELU-WERK GmbH, Vokietija	132,9	9004-34-6	232-674-9	H242; H335;

7.2. Energetiniai ištekliai

Planuojamoje gamyboje naudojama tik elektros energija. Lentelėje 7.2 pateikiami elektros energijos kiekiai apskaičiuoti atsižvelgiant į įrenginių veikimo trukmę, ekstruduojamą masę ir įrenginių skaičių.

7.2 lentelė. Įrenginiams reikalingi energetiniai ištekliai

Įrenginio pavadinimas	Matavimo vienetai	Sunaudojamas kiekis per metus	Išteklų gavimo šaltiniai
PMC 5	kWh	27318	AB „ESO“
FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	kWh	1882699	
FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	kWh	1882699	
THERMAL CARE NQW25	kWh	177390	

7.3. Fizikinė tarša

Projektuojamoje įmonėje vienintelė fizikinė tarša yra triukšmas. Taršos šaltiniai ir taršos lygiai nurodyti 7.3 lentelėje.

7.3 lentelė. Fizikinės taršos šaltiniai ir taršos lygiai

Taršos rūšis	Technologiniai įrenginiai	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos lygis, dB(A)
Triukšmas	Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija	FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	75
		FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125	75
	Vandens aušinimo įrenginys	THERMAL CARE NQW25	74
	Vakuuminis siurblys	PMC 5	80

Susidaranti fizikinė tarša įmonėje yra nedidelė, taršos šaltiniai yra izoliuoti gamybinėse patalpose, todėl taršai mažinti priemonės netaikomos.

7.4. Oro tarša

Įmonės sandėlio patalpose vykstant žaliavų bunkerių papildymui galima momentinė oro tarša nuo 1 iki 15 mg/m³. Oro tarša vyksta dėl mažų žaliavų dalelių pasklindančių ore, tačiau žaliavų papildymas vyksta tik tam tikrais laiko tarpais, todėl įvertinus tai, jog dalelės spėja nusėsti prie žaliavų bunkerio ir nepalieka sandėlio patalpos poveikis aplinkai nedaromas ir tai neįvertinama kaip poveikį aplinkai darantis veiksnys.

7.5. Atliekų tvarkymas

Pagrindinės įmonės atliekos yra gamybos metu gautas brokas. Brokas gaunamas apipjaustant lakštų kraštus gamybos metu bei stabdant ar paleidinėjant technologinę liniją. Brokas gautas apipjaustant lakštų kraštus yra susmulkinamas ir tiekiamas atgal į gamybą, tačiau brokas gautas stabdant ar paleidinėjant technologinę liniją negali būti gražintas kaip antrinė žaliava. Tai įvyksta todėl, nes šio broko susidarymu metu žaliava yra perkaitinama arba netinkamai plastifikuojama ekstruderio cilindre. Tiekiant tokią žaliavą atgal į gamybą padidėja tikimybė gauti dar daugiau produkcijos neatitinkančios kokybės reikalavimų. Planuojama, jog brokas susidaręs technologinės linijos stabdymo ar paleidimo metu bus ne didesnis nei 0,1 % nuo visos pagamintos produkcijos.

Antrasis atliekų šaltinis yra dulkės, surenkamos pneumatinio transporto filtre. Vamzdžiais transportuojant plastifikuotą celiuliozės diacetatą ir celiuliozės miltelius dalis žaliavų, kurios dėl didelių transportavimo greičių ir mažų dalelių dydžio, negali būti nusodintos plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinės linijos bunkeryje, todėl šios atliekos surenkamos vakuuminio siurblio filtre. Filtras reguliariai valomas, o gautos atliekos sandėliuojamos.

Trečias atliekų šaltinis yra variklių tepimo alyva. Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo, vakuuminio siurblio bei vandens aušinimo įrenginio tepimo alyva yra keičiama periodiškai ir sandėliuojama.

Paskutinis atliekų šaltinis, tai žaliavų didmaišiai. Žaliavos tiekiamos supakuotos didmaišiuose, todėl po žaliavų iškrovimo maišai yra sulankstomi ir sandėliuojami.

Sandėliuojamos atliekos yra saugomos iki tol, kol prisikaupia tinkamas kiekis jas utilizuoti ar atiduoti perdirbimo įmonėms. Lentelėje 7.4 pateikiamas susidarančių atliekų kiekiai ir būdai, kuriais atliekos bus pašalinamos.

7.4 lentelė. Susidarančių atliekų kiekiai ir būdai šalinti atliekas

Technologinis procesas	Atliekos					Atliekų saugojimas objekte	Numatomi atliekų tvarkymo būdai
	Pavadinimas	Kiekis, t/ m	Agregatinis būvis	Kodas pagal atliekų sąrašą	Pavojingumas	Laikymo sąlygos	
Plokščiaplyšė ekstruzija ant aušinamo volo	Brokas	5,5	Kieta	17 02 03, 17 02 04	Nepavojingos	Konteineriuose	Atiduoti kompostavimui
Žaliavų transportavimas	Dulkės	0,3	Kieta	17 02 03	Nepavojingos	Konteineriuose	Atiduoti kompostavimui
Alyvos keitimas	Tepimo alyva	1	Skysta	13 02 08	Nepavojingos	Laikoma talpose, kuriose buvo gauta alyva	Atiduoti perdirbimui
Žaliavos iškrovimas į bunkerį	Polipropileno maišai	6	Kieta	15 01 02	Nepavojingos	Konteineriuose	Atiduoti perdirbimui

7.6. Nuotekų teršalų balansas

Projektuojamoje įmonėje gamybos metu nesusidaro jokių nuotekų. Vienintelės nuotekos, kurios patenka į centrinę nuotekų sistemą yra iš buitinių patalpų. Buitinėse patalpose vanduo bus naudojamas dušuose, valgykloje ir tualete. Lentelėje 7.5 pateiktas buitinių nuotekų teršalų balansas.

7.5 lentelė. Nuotekų teršalų balansas

Nuotekų susidarymo šaltinis	Nuotekų kiekis per parą, m ³	Vidutinis metinis nuotekų kiekis, m ³
Buitinių patalpų nuotekos	1	394

7.7. Aplinkosauginio vertinimo išvados

Iš šio skyriaus lentelėse pateiktų duomenų matome, jog pagrindines aplinkosaugines problemas gali kelti įmonėje susidarantis brokas ir žaliavų didmaišiai. Metinis broko skaičius yra 5,5 t, o panaudotų didmaišių 6 t, tačiau broką sudarančios medžiagos yra bioskaidžios ir saugios aplinkai, todėl brokas gali būti specializuotose įmonėse kompostuojamos su kitomis atliekomis. Didmaišiai atiduodami perdirbimo įmonėms.

8. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

8.1. Projektuojamo objekto charakteristika

Projektuojama įmonė gaminanti kompozicinius lakštus plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo būdu. Lakštai formuojami iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su celiuliozės priedu. Planuojama įmonėje perdirbti apie 6000 tonų žaliavos per metus. Įmonėje bus įrengtos dvi plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinės linijos. Naudojamos žaliavos nėra tiesiogiai pavojingos žmogaus sveikatai, tačiau įmonėje vykstant įvairiems procesams gali atsirasti rizika žmogui. Įmonėje naudojama įranga yra šiuolaikiška, atitinkanti visus standartus ir reikalavimus, taip pat, įrangoje įmontuoti jutikliai bei davikliai padeda apsaugoti darbuotojus nuo įvairių traumų.

Įmonės darbuotojai yra instruktuojami, o įmonėje atliekama esančių technologinių įrenginių ar jų dalių periodinė techninė priežiūra siekiant sumažinti rizikas.

Remiantis sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklėmis parenkamas projektuojamos įmonės sanitarinės apsaugos zonos dydis yra 300 m [21].

8.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimas, tai procesas, kurio metu siekiama identifikuoti darbuotojui kylančius rizikos ir pavojaus veiksnius. Profesinės rizikos vertinimo metu analizuojamas įmonės statinys, patalpa ar kita darbovietės vieta, taip pat, darbuotojo naudojamos darbo priemonės bei prižiūrimi technologiniai procesai. Vertinimo metu nustatoma darbuotojo rizika darbe, numatomos galimos traumos, parenkamos prevencinės priemonės išvengti ar kiek įmanoma sumažinti riziką.

Svarbiausias profesinės rizikos vertinimo etapas yra tinkamai išsiaiškinti rizikos veiksnius. Tai svarbu, nes pagal nustatytus rizikos veiksnius galima tinkamai parinkti prevencines priemones. Darbuotoją galintys veikti rizikos veiksniai: cheminiai, fizikiniai, biologiniai, ergonominiai, psichosocialiniai ar fiziniai [22].

Projektuojamoje įmonėje preliminariai nustatyti rizikos veiksniai ir jų normos pateikiamos 8.1 lentelėje. Įvertinta profesinė rizika ir pasirinktos apsaugos ar prevencinės priemonės.

8.1 lentelė. Profesinės rizikos veiksnių vertinimas

Profesinės rizikos veiksnys			Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Numatytos profesinės rizikos šalinimo ar mažinimo priemonės pavadinimas
Veiksnių pavadinimas, teisės aktuose nustatytas jo leistinas dydis (jei yra).	Nustatytas profesinės rizikos dydis	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta		
Cheminiai veiksniai				
Dulkės, 10 mg/m ³	0-1 mg/m ³	Šalimais vakuuminio siurblio	2 val. per pamainą	Nereikia
Dulkės, 10 mg/m ³	0-15 mg/m ³	Šalimais žaliavų iškrovimo bunkerio	12 val. per pamainą	Žaliavas papildančiam operatoriui išduodamas respiratorius
Fiziniai veiksniai				
Besisukančios ar judamos mašinų dalys	-	Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo linijos	12 val. per pamainą	Linijos aptvėrimas, įspėjamųjų ženklų įrengimas, avarinių išjungimo jungtų įrengimais šalimais besisukančių dalių
Transportavimo įranga	-	Gamybinis cechas ir sandėlis	12 val. per pamainą	Įspėjamieji ženklai, autokeltuvo kelių sudarymas
Karšti paviršiai	-	Plastifikavimo cilindras ir profiliojantis antgalis	12 val. per pamainą	Įspėjamieji ženklai
Elektros įtampa	400V	Visi įrenginiai, kurie veidami naudoja elektros energiją	12 val. per pamainą	Darbo vietoje įrengta tinkama elektros izoliacija ir įrenginių įžeminimas, automatinės išjungimo sistemos

Lentelės tęsinys

Medžiagų išmetimas (pvz., plastinių medžiagų liejimo metu)	-	Plokščiaplyšės ekstruzijos profiluojantis antgalis	12 val. per pamainą	Įspėjamieji ženklai, specialus gaubtas apsaugantis profiluojantį antgalį nuo medžiagų išmetimo.
Fizikiniai				
Triukšmas, 87 dB(A)	75 dB(A)	Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija	12 val. per pamainą	Apsauginės ausinės nėra būtinos, jos išduodamos tik darbuotojo prašymu, bet darbuotojams suteikiami ausų kištukai.
	80 dB(A)	Vakuuminis siurblys	2 val. per pamainą.	
	74 dB(A)	Vandens aušinimo įrenginys	12 val. per pamainą	
Ergonominiai				
Darbo poza	-	Administracijos darbuotojai	8 val. per parą.	Skatinti darbuotojus darbo metu daryti pertraukas ir mankštą [23].

8.3. Saugi gamyba

Atsižvelgdami į profesinės rizikos veiksnių vertinimą, matome, jog darbo vietoje yra keletas darbuotojui nepalankių zonų, kuriose yra padidinta profesinė rizika. Kiekvienas įmonės darbuotojas yra supažindintas su saugaus darbo taisyklėmis bei praėjęs pirminį instruktavimą priėmus į darbą. Planuojama, jog darbuotojai taip pat bus instruktuojami ir apmokomi, jei darbuotojas bus perkeliamas į kitą darbą (ar darbo vietą), pasikeitus darbo organizavimo tvarkai, pradėjus naudoti kitas žaliavas ar modernizavus technologinį procesą, darbo priemones. Projektuojamoje įmonėje bus laikomasi visų norminių teisės aktų, todėl darbuotojai bus instruktuojami pasikeitus saugos ir sveikatos norminiams teisės aktams.

Siekiant optimizuoti darbo veiklą įmonėje ir užtikrinti darbuotojų saugumą vedami instruktavimai ir mokymai atliekami darbų saugos specialistų. Įmonė yra per maža, jog turėtų savo darbų saugos specialistus, todėl jie bus samdomi iš kitų konsultacinių įmonių.

Saugi gamyba susideda iš gamybos technologinio proceso ir įrenginių saugumo, todėl svarbu išnagrinėti profesinės rizikos veiksnių vertinimo 8.1 lentelę ir nustatyti galimas pavojus ar avarijas ir priemones joms išvengti.

Triukšmo lygis gamybiniame ceche nustatomas remiantis Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatais [24]. Nuostatuose nurodytos kasdieninio triukšmo lygio norminės vertės: ribinė ekspozicijos vertė $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$, viršutinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$, apatinė ekspozicijos vertė veiksmams pradėti $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$.

Gamybos ceche veikiančių plokščiaplėsės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinių linijų ir vandens aušinimo įrenginio skleidžiamas triukšmas apskaičiuojamas pagal 7.1 lygtį.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_p} \sum_{i=1}^n t_i * 10^{0,1L_{Aeq,Ti}} \right] \quad (7.1)$$

$$L_{EX,12h} = 10 \lg \left[\frac{1}{720} \left((720 * 10^{0,1*75}) + (720 * 10^{0,1*75}) + (720 * 10^{0,1*74}) \right) \right] = 78 \text{ dB(A)}$$

Čia: $L_{Aeq,ti}$ – ekvivalentaus garso lygio vertė per laikotarpį T_i , kurio metu matuotas (nustatytas) darbuotoją veikiantis triukšmas, dBA; i – laikotarpių skaičius.

Vakuuminis siurblys lygtyje nevertinamas, nes jo darbo laikas pamainoje neviršys 6 valandų. Iš apskaičiuotos vertės matome, jog ji neviršija leistinų normų, todėl kaip ir nurodytą 8.1 lentelėje darbuotojams suteikiami tik ausų kištukai, išskyrus individualius darbuotojų pageidavimus.

Gamybinis cechas priskiriamas pavojingiausioms patalpoms, nes jame grindys yra laidžios elektros srovei ir yra daugiausia elektros eksploatavimo įrenginių, todėl visų įrenginių korpusai turi įnulinimą. Kitose įmonės patalpose, nuolatinės srovės įrenginiai, esantys aukštesnės kaip 50 V įtampos, taip pat, kintamosios srovės įrenginiai, aukštesnės kaip 75 V įtampos, turės įnulinimą [25].

8.4. Darbo higiena

Darbuotojo organizmas reaguoja į daugelį aplinkos faktorių, tai darbo trukmė, darbo ir jo operacijų sunkumą, darbo daiktų ar įrenginių pažinimo ir atskyrimo sąlygas, klausos, uoslės, regėjimo ir lytėjimo organų poveikį.

Siekiant darbuotojam sudaryti tinkamas darbo sąlygas darbo vietose, šiluminės aplinkos parametrų reikšmės sudaromos remiantis Lietuvos higienos norma 69:2003 [26]. Meteorologinės darbo sąlygos, turi didelę įtaką žmogaus fiziologiniams procesams, todėl svarbu tinkamai pasirinkti patalpų temperatūrą, drėgmę, oro cirkuliacinį greitį, šiluminį spinduliavimą. 8.2 ir 8.3 lentelėse pateiktos norminės vertės priklausomai nuo metų laikotarpių [27].

8.2 lentelė. Šaltuoju metų laikotarpiu palaikomi šiluminiai aplinkos parametrai

Darbuotojų kategorija	Darbo kategorija	Oro temperatūra, °C	Oro santykinis drėgnumas, %	Oro judėjimo greitis, m/s, ne daugiau kaip
Administracijos darbuotojai	Lengvas – Ib	21–23	40–60	0,1
Gamybos darbuotojai	Vidutinio sunkumo – IIa	18–20	40–60	0,2
Sandėlio darbuotojai	Vidutinio sunkumo – IIb	17–19	40–60	0,2

8.3 lentelė. Šiltuoju metų laikotarpiu palaikomi šiluminiai aplinkos parametrai

Darbuotojų kategorija	Darbo kategorija	Oro temperatūra, °C	Oro santykinis drėgnumas, %	Oro judėjimo greitis, m/s, ne daugiau kaip
Administracijos darbuotojai	Lengvas – Ib	22–24	40–60	0,2
Gamybos darbuotojai	Vidutinio sunkumo – IIa	21–23	40–60	0,3
Sandėlio darbuotojai	Vidutinio sunkumo – IIb	20–22	40–60	0,3

Įmonėje gamybos ir sandėlio darbuotojams suteikiamos asmeninės apsaugos priemonės. Jos skirtos tam, jog darbuotojas dėvėdamas jas apsaugotų nuo rizikos veiksnių, kurie gali kelti pavojų darbuotojo saugai ir sveikatai.

Asmeninės apsaugos priemonės turi atitikti darbo vietoje esančias darbo sąlygas, ergonominius reikalavimus ir apsaugoti nuo kenksmingų ar pavojingų įmonėje veiksmų. 8.4 lentelėje pateikiamos asmeninės apsaugos priemonės gamybos ir sandėlio darbuotojams [28].

8.4 lentelė. Asmeninės apsaugos priemonės

Darbuotojo darbo vieta	Asmeninės apsaugos priemonės pavadinimas, paskirtis
Gamybos cecho darbuotojas, sandėlio darbuotojas	Darbiniai batai, esant nelaimingam atsitikimui apsaugoti pėdą, apsaugoti nuo elektros iškrovos.
Gamybos cecho darbuotojas, sandėlio darbuotojas	Darbinis kombinezonas, skirtas apsaugoti kūną nuo sužalojimų.
Gamybos cecho darbuotojas, sandėlio darbuotojas	Darbiniai marškinėliai trumpomis rankovėmis, skirti dėvėti po darbinio kombinezonu
Sandėlio darbuotojas	Respiratorius, skirtas apsaugoti kvėpavimo takus nuo žaliavų dulkių
Sandėlio darbuotojas	Darbinis švarkas, skirtas apsaugoti kūną nuo sužalojimų ir šaltuoju metų laiku jaustis komfortabiliai
Gamybos cecho darbuotojas	Ausų kištukai, skirti apsaugoti klausą.

Projektuojamoje įmonėje planuojama naudoti dirbtinį bei natūralų apšvietimą. Apšvietimo parametrų vertės sudaromos pagal Lietuvos higienos normą HN 98:2014 [29]. Dirbtiniam apšvietimui bus naudojamos žemo slėgio dujų išlydžio (liuminescencinės) lempos. Lentelėje 8.5 pateikiamos patalpų apšvietos normos pagal darbų kategorijas.

8.5 lentelė. Patalpų apšvietos normos

Darbo vieta	Regos darbų kategorija	Mažiausia ribinė vertė, lx	NAK mažiausia ribinė vertė, %
Administracinės patalpos	V	200	3
Gamybinės patalpos	IV	300	3
Sandėlio patalpos	IV	300	3

8.5. Gaisrinė sauga

Norint tinkamai projektuojamoje įmonėje įvertinti gaisrinę saugą būtina atsižvelgti į tai kokios medžiagos įmonėje bus laikomos. Pagrindinės žaliavos yra plastifikuotas celiuliozės diacetatas bei celiuliozės milteliai. Šių medžiagų savaiminio pliūpsnio temperatūra yra >350 °C. Žaliavos bei

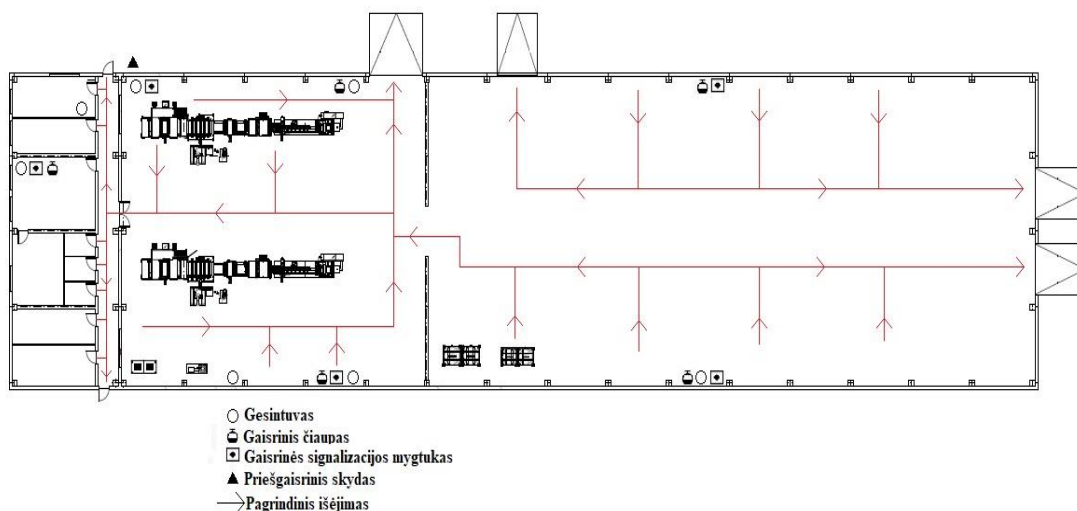
pagaminta produkcija laikomos sandėlyje. Atsižvelgiant į tai, jog gaminama produkcija bei žaliavos bus transportuojamos ar laikomos gamybineme ceche ir sandėlyje, šios patalpos priskiriamos C_g patalpų kategorijai. Įmonėje likusios kitos patalpos priskiriamos E_g patalpų kategorijai. Plokščiaplyšės esktruzijos ant aušinamo volo linija priskiriama C_{gi} įrenginio kategorijai. Taigi, nustatyta, jog projektuojamoje įmonėje gali kilti A ir B tipo gaisrai.

Atsižvelgus į projektuojamoje įmonėje esančias patalpų kategorijas bei naudojamas medžiagas parenkamos atitinkamos prevensinės priemonės:

- ABC tipo milteliniai gesintuvai. Po du 25kg miltelinius gesintuvus prie kiekvienos technologinės linijos, vienas 25kg sandėlio patalpose ir dar du 6 kg administracinėse patalpose.
- Gaisrinis skydas. Įrengiamas objekto išrorėje. Gaisrinį skydą sudaro du kirviai, du laužtuvai, smėlio dėžė, nedegus audeklas, du 6kg ABC gesintuvai.
- Gaisriniai čiaupai. Įrengiami administracinėse, sandėlio ir gamybinėse patalpose.
- Gaisro signalizacija ir dūmų detektoriai. Įrengiami visose įmonės patalpose.

Planuojama, jog įmonės evakuacinius planus sudarys įmonė specializuojanti savo veiklą priešgaisrinėje saugoje. Projektuojamoje įmonėje evakuaciniai planai ir evakuacijos keliai bus pakabinti ir pažymėti matomose vietose [30].

Sudarytas preliminarus evakuacijos planas pateiktas 8.1 paveiksle.



8.1 pav. Evakuacijos planas

9. IŠVADOS

1. Suformuotos skirtingų kompozicijų plastifikuoto celiuliozės diacetato plėvelės, iširtos šių plėvelių mechaninės bei fizikinės savybės. Nustatyta, jog plėvelėse didėjant priedų kiekiui, sumažėja maksimali ištįsa bei maksimalus stipris tempiant, tačiau plėvelėse su priedais (išskyrus turinčią smulkintos speltos lukštų) padidėja tampros modulis. Stipris tempiant ir ištįsa ties takumo riba pasikeičia nežymiai. Gauti duomenys rodo, jog plėvelės su priedais (išskyrus turinčią smulkintos speltos lukštų) yra standesnės, todėl atitinka kompozitų apibūdinimą. Geriausiomis savybėmis pasižymėjo plėvelės, turinčios celiuliozės miltelių bei regeneruotos celiuliozės pluošto priedą, blogiausiomis – plėvelės su smulkintų speltos lukštų priedu.
2. Nustatytas suformuotų plėvelių pralaidumas elektromagnetinei spinduliuotei, kai bangų ilgis 250-1100 nm. Didėjant priedų kiekiui plėvelėse, kiekvienu atveju pralaidumas kito skirtingai. Blogiausiu pralaidumu pasižymėjo plėvelės su smulkintų speltos ir avižų lukštų priedais, o geriausiu – celiuliozės miltelių priedu.
3. Nustatytos plėvelių drėgmės absorbcijos savybės. Plėvelės su priedais (0,5-20 %) absorbavo nuo 2,6 % iki 5,6 % drėgmės. Tuo tarpu kontrolinės plėvelės drėgmės absorbcija buvo 2,6 %.
4. Suprojektuota dviejų tipų lakštų iš plastifikuoto celiuliozės diacetato su celiuliozės miltelių priedu technologinė linija, kurios metinis gamybos našumas yra 6000 tonų perdirbamos žaliavos. Pasirinktos dvi plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinės linijos, kurios užtikrins tinkamą lakštų gamybą, o naudoti pasirinktas 1000 kg/h našumo vakuuminis siurblys ir 90 kW šaldymo galios spiralinis kompresorius – reikiamą žaliavų tiekimą bei įrenginių volų aušinimą.
5. Įvertinti projekto ekonominiai bei finansiniai rodikliai. Apskaičiuota mažo pločio rulono kaina siekia 1,5 tūkst. Eur., o plataus rulono 2,9 tūkst. Eur. Nustatytas įmonės atsipirkimo laikas yra 3,19 metų.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. PlasticsEurope Association of Plastics Manufacturers. *World plastics production 1950-2015*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: <https://committee.iso.org/files/live/sites/tc61/files/The%20Plastic%20Industry%20Berlin%20Aug%202016%20-%20Copy.pdf>
2. European bioplastics. *Material types, terminology, and labels*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_what_are_bioplastics.pdf
3. PULS, J., S. A. WILSON, D. HOLTER. *Degradation of Cellulose Acetate-Based Materials: A Review*. J Polym Environ, 2010, p. 152-165.
4. MEKONNEN, T., et al., *Progress in bio-based plastics and plasticizing modifications*. Journal of Materials Chemistry A, 2013, p. 13379-13398.
5. INT JOURNAL TOXICOL. *Final report on the safety assessment of triacetin*. 2003; 22 Suppl 2:1-10.
6. JI-DONG, G., EBERIEL, D., T., MCCARTHY., S., P., GROSS, R., A. *Cellulose acetate biodegradability upon exposure to simulated aerobic composting and anaerobic bioreactor environments*. 1993, p. 143-153.
7. BUIKA, G. *Polimeriniai kompozitai*. Vilnius, 2008. ISBN 978-9955-20-309-4
8. SHARATH SHEKAR, H., RAMACHANDRA M. *Green Composites: A Review*. 2018, Materials Today: Proceedings 2518–2526
9. ULRICH S., *Solvent cast technology – a versatile tool for thin film production*. 2005, Progress in Colloid and Polymer Science p. 1-14.
10. GRIGALEVIČIUS, S. *Polimerinių medžiagų inžinerija*. Kaunas: Technologija, 2015. ISBN 978-609-02-1144-1.
11. EASTMAN. *Film and Sheet extrusion*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: https://www.eastman.com/Literature_Center/P/PP108.pdf
12. JELU-WERK. *Jelucel Pf safety data sheet*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: <https://www.jelu-werk.com/cellulose/products/food-additive/jelucel-pf-fine-types/>
13. FONG KEE INTERNATIONAL MACHINERY CO. *Machinery Catalog*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: <https://catalog.prm-catalog.com/?lang=en&ID=141>
14. LIUDWIG C. *Polymer processing*. 2017, Ghent University
15. THERMAL CARE. *Product Catalog*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: <https://www.thermalcare.com/assets/pdf/specs/NQ-Series-Product-Catalog-00.pdf>
16. PLASTICS SYSTEMS. *SBB Series*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: http://www.plasticsystems.it/wp-content/uploads/2014/10/2UMK048ENA00-_SBB-13.pdf
17. PLASTICS SYSTEMS. *Suction Units*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: http://www.plasticsystems.it/wp-content/uploads/2014/10/2UMK047EN00-_PM-13.pdf

18. Lietuvos Bankas. *Paskolų palūkanų normos*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: <https://www.lb.lt/lt/paskolu-palukanu-normos>
19. Kauno laisvoji ekonominė zona. *Mokesčių lengvatos*. [Viewed 22 05 2018]. Available from: <http://ftz.lt/kodel-kauno-lez/mokesciu-lengvatos/>
20. VALANČIUS Z., ir kt. *Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai*. Kaunas: Technologija, 2013. ISBN 978-609-02-1046-8.
21. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRO ĮSAKYMAS. *Dėl sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklių patvirtinimo*. Vilnius, 2004 m. rugpjūčio 19 d. Nr. V-586
22. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTRO IR LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRO ĮSAKYMAS. *Dėl profesinės rizikos vertinimo bendrųjų nuostatų patvirtinimo*. Vilnius, 2012 m. spalio 25 d. Nr. A1-457/V-961
23. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRO ĮSAKYMAS. *Dėl Lietuvos higienos normos HN 32:2004 patvirtinimo*. Vilnius, 2004 m. vasario 12 d. Nr. V-65
24. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTRO IR LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRO ĮSAKYMAS. *Dėl darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo*. Vilnius, 2005 m. balandžio 15 d. Nr. A1-103/V-265
25. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS MINISTRO ĮSAKYMAS. *Dėl saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklių patvirtinimo*. Vilnius, 2010 m. kovo 30 d. Nr. 1-100
26. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTRO ĮSAKYMAS. *Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai*. Vilnius, 2003 m. gruodžio 24 d. Nr. V-770
27. BAUBLYS J., JANKAUSKAS P. *Darbų saugos organizavimas ir ergonomikos pagrindai*. Vilnius, 2003.
28. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTRO ĮSAKYMAS. *Dėl darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatų patvirtinimo*. Vilnius, 2007 m. lapkričio 26 d. Nr. A1-331
29. LIETUVOS HIGIENOS NORMA HN 98:2014. *Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. apšvietos mažiausios ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai*. Vilnius, 2014 m. balandžio 30 d. įsakymo Nr. V-520
30. PRIEŠGAISRINĖS APSAUGOS IR GELBĖJIMO DEPARTAMENTO PRIE VIDAUS REIKALŲ MINISTERIJOS DIREKTORIAUS ĮSAKYMAS. *Dėl gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų patvirtinimo*. Vilnius, 2010 m. gruodžio 7 d. Nr. 1-338

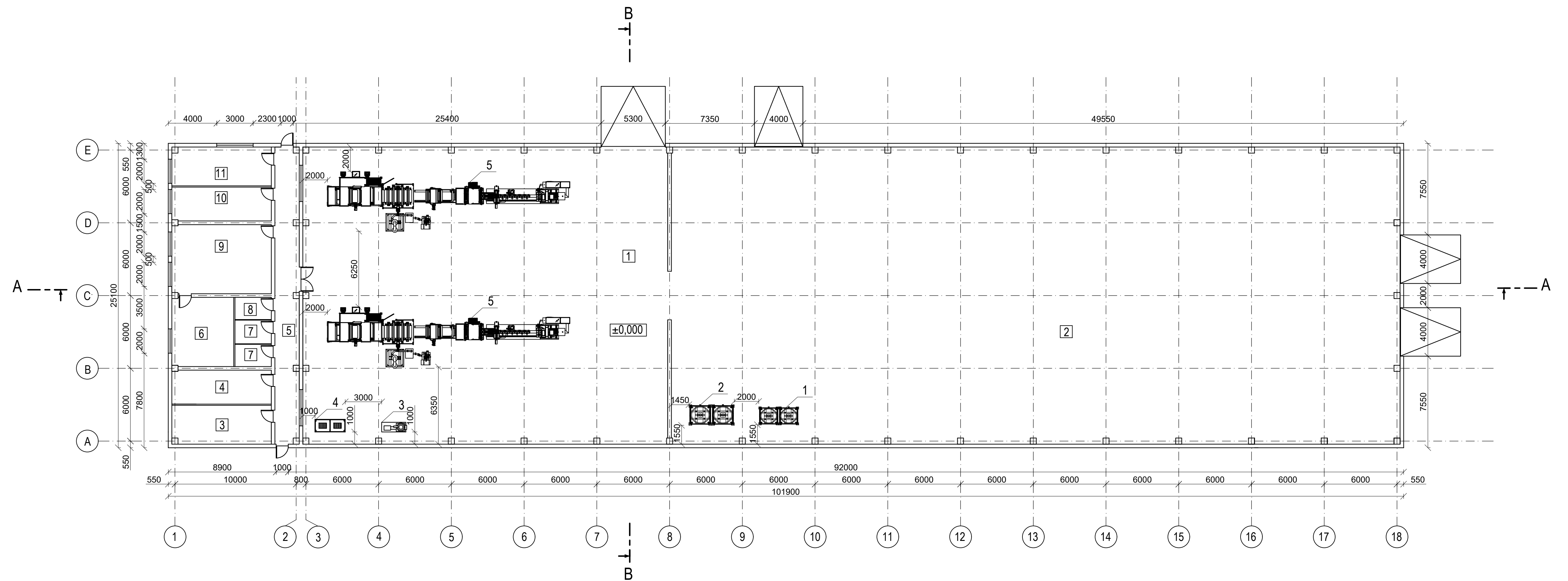
PRIEDAI

1 priedas

PASTATO PLANAS MASTELIS 1:200

Patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m ²
1	Gamybinės patalpos	864,00
2	Sandėliavimo patalpa	1440,00
3	Persirengimo patalpa (mot.)	26,24
4	Persirengimo patalpa (vyr.)	26,24
5	Koridorius	48,00
6	Administracinės patalpos	30,06
7	WC	12,00
8	Dušas	6,00
9	Virtuvė	48,60
10	Administracinės patalpos	26,24
11	Administracinės patalpos	26,24
Viso pastate :		2553,62



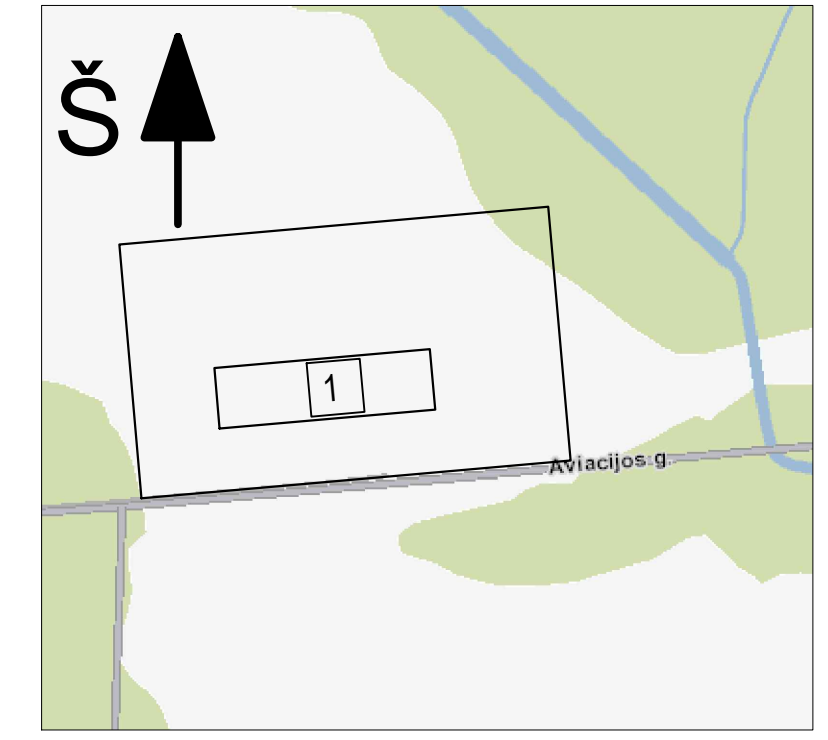
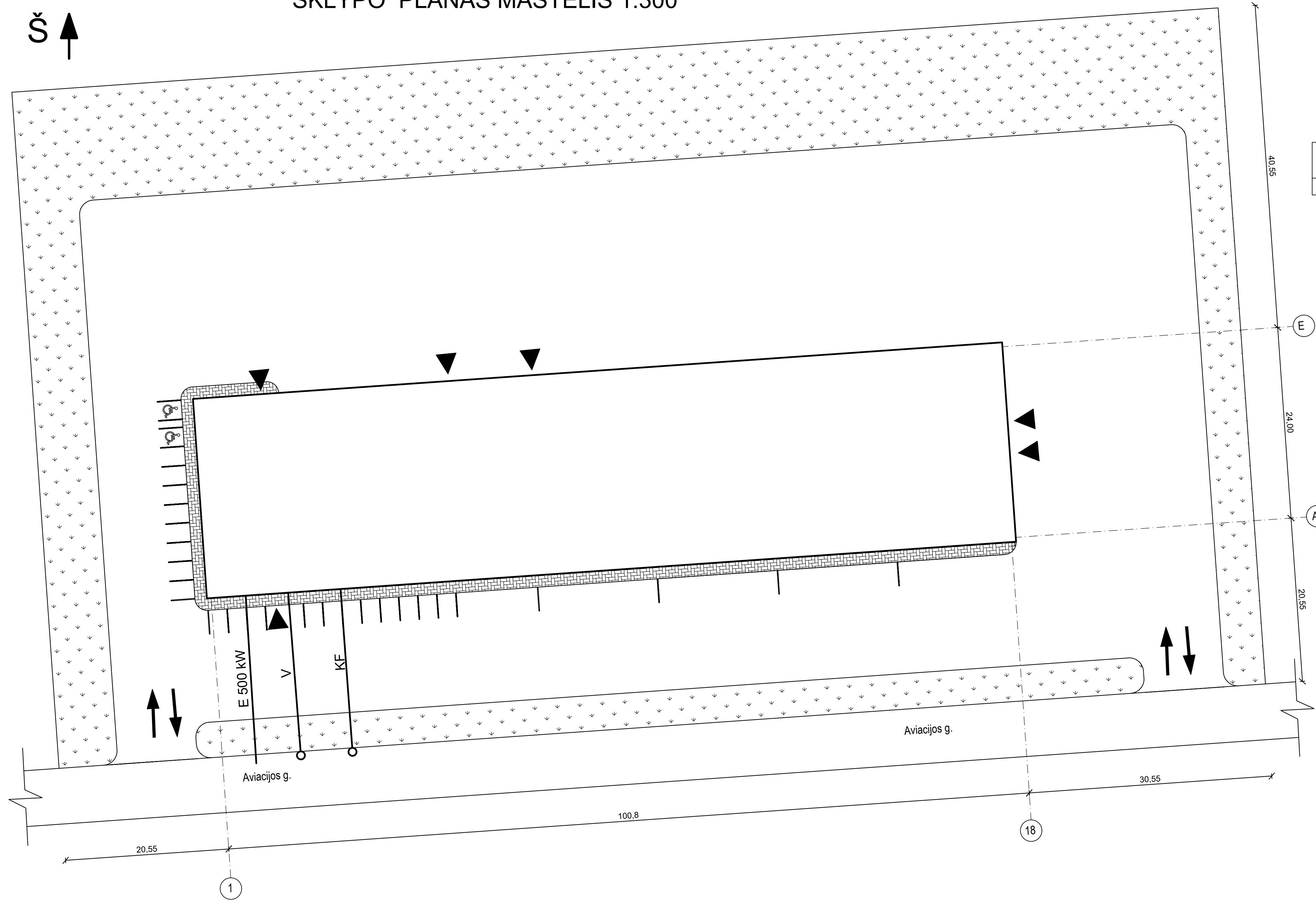
Įrenginių specifikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Modelis
1	Celiuliozės miltelių žaliavos bunkeriai	PLASTIC SYSTEMS SBB 1400
2	Plastifikuoto celiuliozės diacetato žaliavos bunkeriai	PLASTIC SYSTEMS SBB 1800
3	Vakuuminis siurblys	PLASTIC SYSTEMS PMC 5
4	Spiralinis kompresorius	THERMAL CARE NQW 25
5	Plokščiaplėšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija	FONG KEE INTERNATIONAL FK/SE-125

Grupė	Kauno Technologijos Universitetas			Magistro baigiamasis projektas	
TMC-6	Studentas	M.Martišius	2018-	Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiuliozės acetato lakštų gamybos įmonė	
	Vadovas	P.P.Danilovas	2018-		
	Konsult.	O.Vilūnienė	2018-		
	Pastato planas				Laida
					O
Etapas	Polimerų chemijos ir technologijos katedra			2018-MBP-PCT	Lapas
MBP				1	Lapų
				5	

SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:300

SITUACIJOS SCHEMA



Eksplikacija

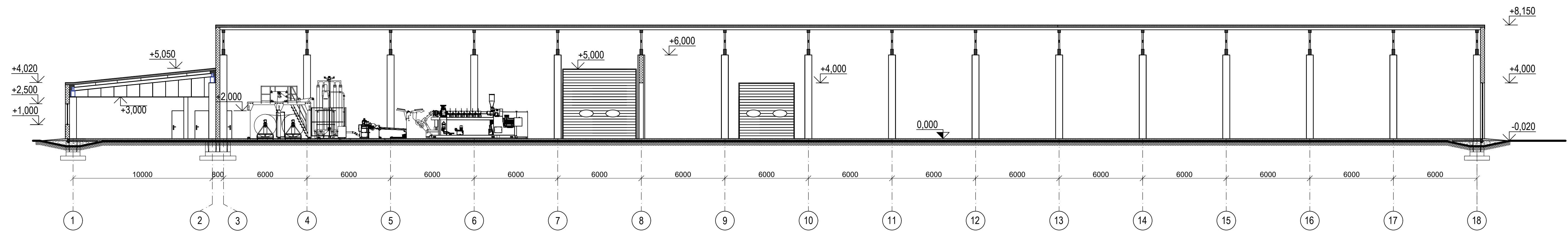
Eil. Nr.	Pavadinimas
1.	Projektuojamas pastatas

Sutartiniai žymėjimai

- įvažiavimas / išvažiavimas
- įėjimas/ išėjimas
- Vėja
- Asfalto danga
- Automobilių stovėjimo vietos
- Trinkelų danga
- ŽN automobilio stovėjimo vieta

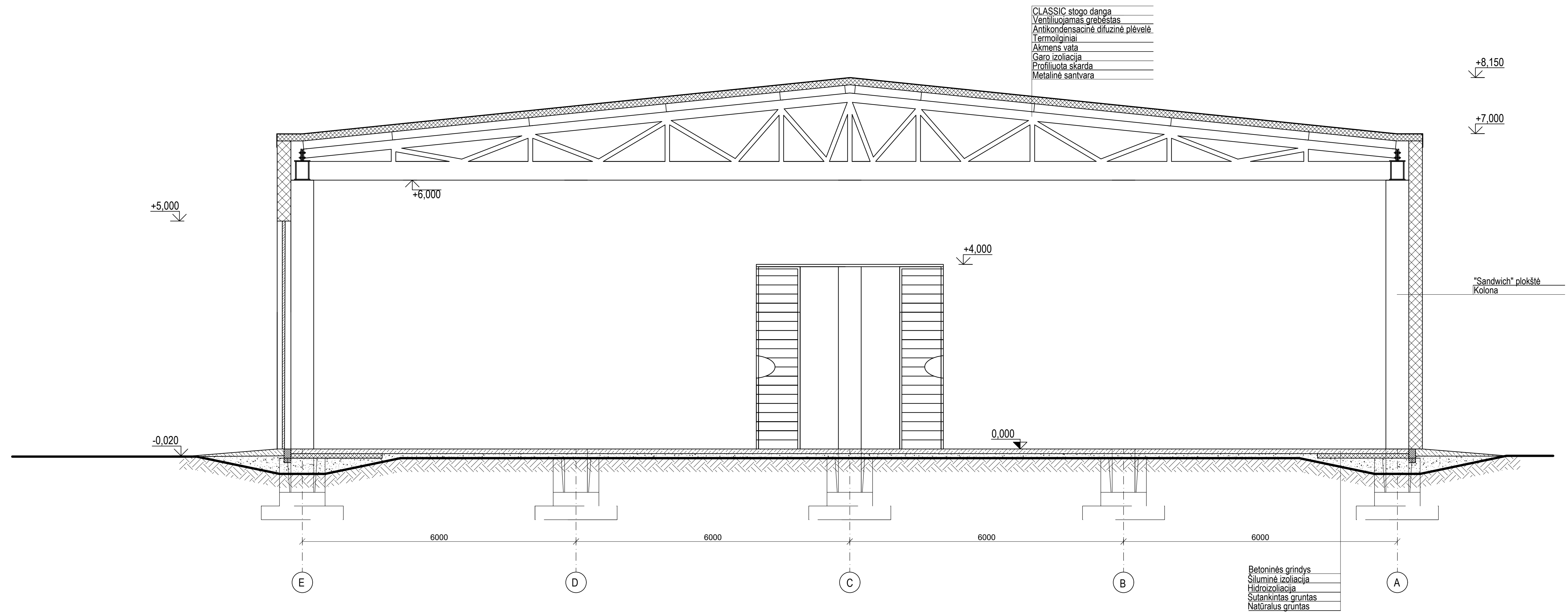
Grupė	Kauno Technologijos Universitetas			Magistro baigiamasis projektas		
TMC-6	Studentas	M.Martišius	2018-	Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiuliozės acetato lakštų gamybos įmonė		
	Vadovas	P.P.Danišovas	2018-			
	Konsult.	O.Vilūnienė	2018-			
				Sklypo planas, Situacijos schema		
				Laida	0	
Etapas	Polimerų chemijos ir technologijos katedra			2018-MBP-PCT	Lapas	Lapų
MBP				2	5	

PJŪVIS A-A MASTELIS 1:150



Grupė	Kauno Technologijos Universitetas			Magistro baigiamasis projektas	
TMC-6	Studentas	M. Martišius	2018-	Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiulozės acetato lakštų gamybos įmonė	
	Vadovas	P.P. Danilovas	2018-		
	Konsult.	O. Viliūnienė	2018-		
				Laida	
				0	
				Pjūvis A-A	
Etapas	Polimerų chemijos ir technologijos katedra			2018-MBP-PCT	
MBP				Lapas	Lapų
				3	5

PJŪVIS B-B MASTELIS 1:50



Grupė	Kauno Technologijos Universitetas			Magistro baigiamasis projektas	
TMC-6	Studentas	M. Martišius	2018-	Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiulozės acetato lakštų gamybos įmonė	
	Vadovas	P.P. Danilovas	2018-		
	Konsult.	O. Vilūnienė	2018-		
				Laida	
				0	
				Pjūvis B-B	
Etapas	Polimerų chemijos ir technologijos katedra			Lapas	Lapų
MBP	2018-MBP-PCT			4	5

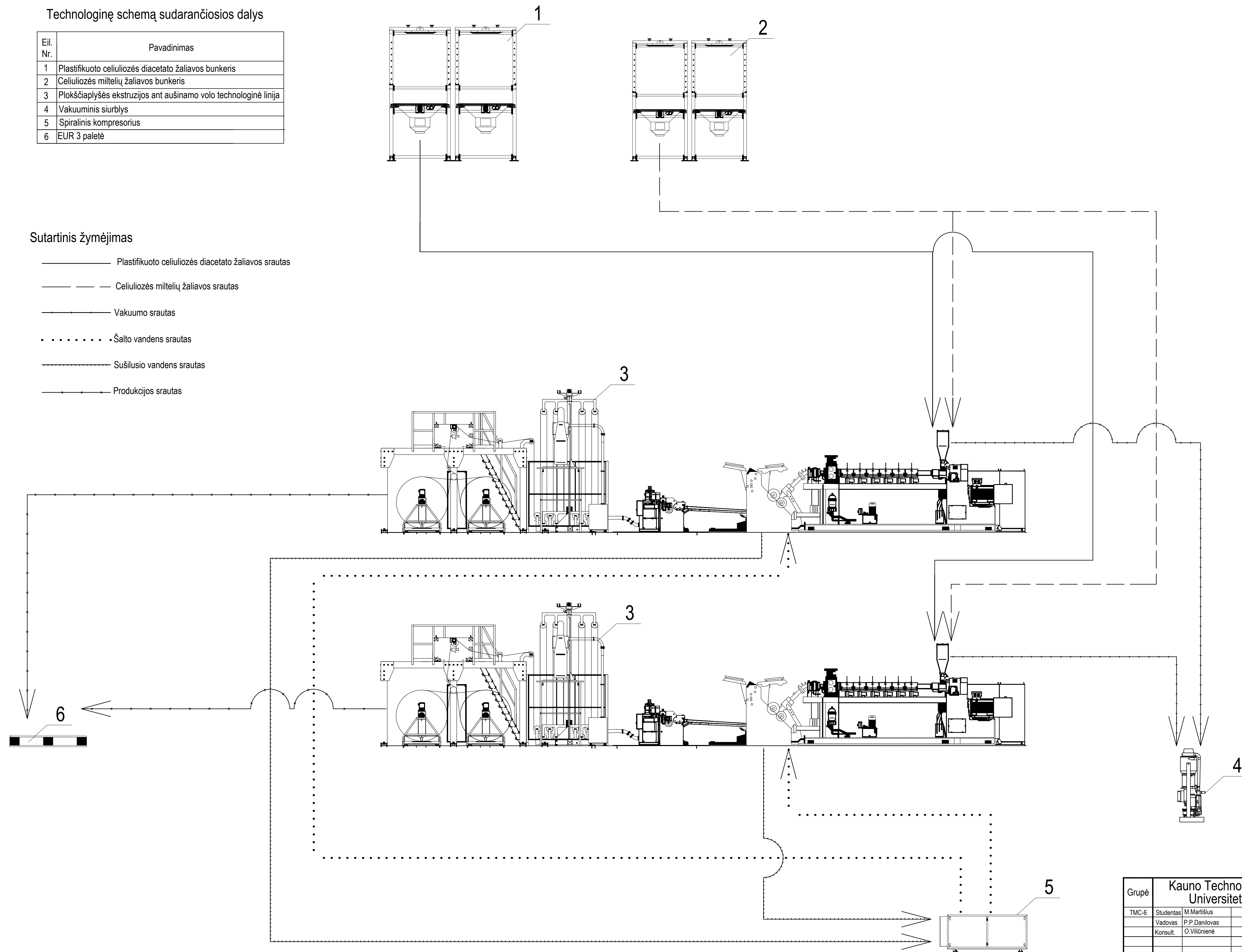
TECHNOLOGINĖ GAMYBOS SCHEMA

Technologinę schemą sudarančiosios dalys

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Plastifikuoto celiuliozės diacetato žaliavos bunkeris
2	Celiuliozės miltelių žaliavos bunkeris
3	Plokščiaplyšės ekstruzijos ant aušinamo volo technologinė linija
4	Vakuuminis siurblys
5	Spiralinis kompresorius
6	EUR 3 paletė

Sutartinis žymėjimas

- Plastikuo celiuliozės diacetato žaliavos srautas
- Celiuliozės miltelių žaliavos srautas
- Vakuomo srautas
- Šalto vandens srautas
- Sušilusio vandens srautas
- Produkcijos srautas



Grupė	Kauno Technologijos Universitetas			Magistro baigiamasis projektas	
TMC-6	Studentas	M. Marišius	2018-	Gamtinės kilmės medžiagomis armuotų celiuliozės acetato lakštų gamybos įmonė	
	Vadovas	P.P. Danilovas	2018-		
	Konsult.	O. Vilūnienė	2018-		
				Technologinė gamybos schema	
				Laida	0
Etapas	Polimerų chemijos ir technologijos katedra			Lapas	Lapų
MBP				2018-MBP-PCT	5 5