



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekuline
distiliacija iš *Cannabis Sativa* ekstraktų**

Baigiamasis magistro projektas

Laurynas Krišiūnas

Projekto autorius

doc. dr. Linas Miknius

Vadovas

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekuline distiliacija iš *Cannabis Sativa* ekstraktų

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

Laurynas Krišūnas

Projekto autorius

doc. dr. Linas Miknius

Vadovas

Prof. habil. dr. Vytautas Mickevičius

Recenzentas

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Laurynas Krišiūnas

Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekuline distiliacija iš *Cannabis Sativa* ekstraktų

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Lauryno Krišiūno, baigiamasis projektas tema „Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekuline distiliacija iš *Cannabis Sativa* ekstraktų“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekuline distiliacija iš *Cannabis Sativa* ekstraktų

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

| Konsultantai | |
|--|---|
| Vadovas doc. dr. Linas Miknius | Statybinių sprendimų lekt. dr. Odeta Viliūnienė (parašas) (data) |
| Recenzentas prof. habil. dr. Vytautas Mickevičius | Ekonominių skaičiavimų dr. Irena Pekarskienė (parašas) (data) |
| Projektą atliko Laurynas Krišiūnas | Darbuotojų saugos ir sveikatos doc. dr. Dalia Nizevičienė (parašas) (data) |
| | Aplinkosauginio vertinimo prof. dr. Gintaras Denafas (parašas) (data) |

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
prof. K. Baltakys

Suderinta:
Organinės chemijos katedros vedėja doc. dr. E.
Arbačiauskienė

Dekano potvarkis Nr. ST18-F-02-03
2020 m. balandžio mėn. 22 d.

2020 m. balandžio mėn. 22 d.

Magistro projekto užduotis

Projekto tema

Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekuline distiliacija iš *Cannabis Sativa* ekstraktų.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – Distiliacijos būdu izoluoti kanabidiolį, išskiriant didžiausios koncentracijos frakciją iš *Cannabis Sativa* ekstraktų.

Darbo uždaviniai:

1. išskirti molekulines distiliacijos būdu *Cannabis sativa* ekstraktų frakcijas ir nustatyti jų išeigos priklausomybę nuo proceso temperatūros.
2. nustatyti kanabidiolio koncentracijos priklausomybę nuo proceso temperatūros, slėgio, distiliacijos greičio ir distiliacijos pakopų skaičiaus.
3. suprojektuoti pluoštinių kanapių ekstraktų daugiapakopės distiliacijos įrenginį. Našumas pagal žaliavą – 200 t/m.
4. atlikti projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus;
5. numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti;
6. nubraižyti statybos teritorijos planą ir suprojektuoti gamybines patalpas;
7. atlikti proceso aplinkosauginį vertinimą.

Reikalavimai ir sąlygos

Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanu 2019 m. kovo 28 d. potvarkiu Nr. V25-02-02 patvirtintuose „Pirmosios pakopos Cheminė technologija ir inžinerija ir antrosios pakopos Chemijos inžinerija studijų programų baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodiniuose reikalavimuose“.

Vadovas

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Užduotį gavau:

(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

Krisiūnas, Laurynas. Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekuline distiliacija iš *Cannabis Sativa* ekstraktų. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. Linas Miknius; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Inžinerijos mokslai / Chemijos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: CBD, molekulinė distiliacija, *Cannabis sativa*

Kaunas, 2020. 65 p.

Santrauka

Šiame magistro baigiamajame projekte suprojektuota *Cannabis sativa* ekstraktų molekulinės distiliacijos technologinė linija, parinkti technologinės linijos aparatai, kurie užtikrins 200 t per metus našumą.

Baigiamajame projekte pateikiami duomenys apie pradinę žaliavą ir gautus distiliacijos produktus. Aprašyta tyrimų, atliktų su pilotine įranga, metodika bei pateikti rezultatai. Remiantis tyrimų išvadomis suprojektuota technologinė linija sklandžiai gamybai užtikrinti. Atlikti projektuojamos įmonės ekonominiai bei finansiniai skaičiavimai, įvertinti darbuotojų saugos ir sveikatos rizikos veiksniai bei atliktas aplinkosauginis vertinimas.

Krisiūnas, Laurynas. Concentration of Cannabidiol by Multistage Molecular Distillation from *Cannabis Sativa* Extracts. / Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof. Linas Miknius; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Engineering Science / Chemical engineering.

Keywords: CBD, molecular distillation, *Cannabis sativa*.

Kaunas, 2020. 65p.

Summary

In this master's degree project molecular distillation of *Cannabis sativa* extracts technological line was designed. Necessary equipment was picked to guarantee yearly capacity 200 tones.

In this final project data about primary material and final distillation products were submitted. Methodology and results of experiments using pilot plant were described. Based on conclusions made from experiment, technological line was designed to ensure smooth production. Economical and financial calculations were made, employees' safety and health risk evaluation and environmental protection evaluation were performed.

Turinys

| | |
|---|-----------|
| Lentelių sąrašas | 10 |
| Paveikslų sąrašas | 12 |
| Santrumpų ir terminų sąrašas | 13 |
| Įvadas | 14 |
| 1. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai | 15 |
| 2. Literatūros apžvalga | 17 |
| 2.1. Apžvalga apie kanapes | 17 |
| 2.2. Kanabinoidai | 18 |
| 2.3. Daugiapakopė molekulinė distiliacija | 19 |
| 2.3.1. Vakuuminė distiliacija | 19 |
| 2.3.2. Gilaus vakuumo ir molekulinės distiliacijos įranga | 20 |
| 3. Tiriamoji dalis | 22 |
| 3.1. Eksperimento medžiagos ir metodai | 22 |
| 3.2. Tyrimų rezultatai..... | 23 |
| 3.3. Proceso sąlygų parinkimas | 29 |
| 4. Inžinerinė dalis | 30 |
| 4.1. Technologinė dalis | 30 |
| 4.1.1. Technologinė įranga..... | 30 |
| 4.1.2. Trijų pakopų molekulinio distiliatoriaus masės balansas | 32 |
| 4.1.3. Technologinės įrangos schema | 34 |
| 4.2. Statybiniai sprendimai..... | 35 |
| 4.2.1. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara..... | 36 |
| 4.2.2. Bendrųjų statinio (pastato) inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendiniai | 37 |
| 4.2.3. Orientacinės statinio naujos statybos darbų kainos apskaičiavimas | 37 |
| 4.3. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai..... | 38 |
| 4.3.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai..... | 38 |
| 4.3.2. Trumpalaikio turto vertės skaičiavimas..... | 38 |
| 4.3.3. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas | 40 |
| 4.3.4. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas | 43 |
| 4.3.5. Veiklos kaštai..... | 45 |
| 4.3.6. Finansinės ir investicinės sąnaudos..... | 46 |
| 4.3.7. Gaminių kainos skaičiavimas | 46 |
| 4.3.8. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai..... | 46 |
| 4.3.9. Investicijų efektyvumo įvertinimas..... | 48 |
| 4.3.10. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų skaičiavimas | 48 |
| 4.3.11. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas..... | 49 |
| 4.3.12. Vidinės pelno normos skaičiavimas | 49 |
| 4.3.13. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas | 49 |
| 4.3.14. Lūžio taško skaičiavimas | 49 |
| 4.4. Aplinkosauginis vertinimas | 51 |
| 4.4.1. Bendrieji duomenys..... | 51 |
| 4.4.2. Fizikinė tarša..... | 51 |
| 4.4.3. Biologinė tarša | 52 |
| 4.4.4. Atliekos..... | 52 |
| 4.4.5. Vandens tiekimas ir nuotekų valymas..... | 52 |

| | | |
|--------|--|-----------|
| 4.4.6. | Apibendrinimas..... | 53 |
| 4.5. | Darbuotojų sauga ir sveikata..... | 54 |
| 4.5.1. | Projektuojamo objekto charakteristika..... | 54 |
| 4.5.2. | Profesinės rizikos vertinimas..... | 54 |
| 4.5.3. | Saugi gamyba..... | 56 |
| 4.5.4. | Žaibosauga..... | 58 |
| 4.5.5. | Darbo higiena..... | 59 |
| 4.5.6. | Gaisrinė sauga..... | 60 |
| | Išvados..... | 62 |
| | Literatūros sąrašas..... | 63 |
| | Priedai..... | 65 |
| 1 | Priedas. Pastato planas..... | 65 |
| 2 | Priedas. Pjūviai A-A ir B-B..... | 65 |
| 3 | Priedas. Sklypo planas..... | 65 |
| 4 | Priedas. Technologinės linijos schema..... | 65 |

Lentelių sąrašas

| | |
|--|----|
| 1 lentelė. Gamyklos ekonominiai rodikliai (žr. 4.3 skyrių) [2]..... | 16 |
| 2 lentelė. CBD koncentracijos priklausomybė nuo debito. | 23 |
| 3 lentelė. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybė nuo temperatūros pirmoje pakopoje. | 24 |
| 4 lentelė. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybė nuo temperatūros antroje pakopoje. | 25 |
| 5 lentelė. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybė nuo temperatūros trečioje pakopoje. | 27 |
| 6 lentelė. Krumpliaratinio siurblio parametrai [13]..... | 30 |
| 7 lentelė. <i>WELCH CRVpro 8</i> specifikacija. | 31 |
| 8 lentelė. <i>LEO</i> išcentrinio siurblio parametrai [15]. | 31 |
| 9 lentelė. <i>Mobiltherm 600 series</i> šilumos perdavimo alyvos techniniai duomenys [16]. | 32 |
| 10 lentelė. <i>Fulton FT-N 0075</i> kaitintuvo techniniai rodikliai [17]..... | 32 |
| 11 lentelė. Pradinės žaliavos duomenys. | 32 |
| 12 lentelė. Masės balansas. | 33 |
| 13 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai [2]..... | 35 |
| 14 lentelė. Orientacinė statinio naujos darbų kainos suvestinė [2]. | 37 |
| 15 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai [2]..... | 38 |
| 16 lentelė. Trumpalaikio turto poreikis [2]. | 39 |
| 17 lentelė. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos [2]..... | 39 |
| 18 lentelė. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms [2]. | 40 |
| 19 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui [2]. | 41 |
| 20 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai [2]..... | 42 |
| 21 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija) [2]. | 43 |
| 22 lentelė. Gamybos kaštai [2]..... | 44 |
| 23 lentelė. Veiklos kaštai [2]..... | 45 |
| 24 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos gražinimo planas [2]..... | 46 |
| 25 lentelė. Gaminių kainų apskaičiavimas | 46 |
| 26 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst. Eur [2]..... | 47 |
| 27 lentelė. Finansinės būklės pakeitimų (pinigų srautų) ataskaita, tūkst. Eur [2]. | 47 |
| 28 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas[2]. | 50 |
| 29 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavas [2, 25]. | 51 |
| 30 lentelė. Produkto gamybai sunaudojami energetiniai ištekliai [2]. | 51 |
| 31 lentelė. Fizikinė tarša [2]..... | 51 |
| 32 lentelė. Gamybinės atliekos ir jų kiekiai [2]. | 52 |
| 33 lentelė. Naudojamo vandens balansas [2]. | 52 |
| 34 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas[2, 28]..... | 55 |
| 35 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai [2, 29]..... | 55 |
| 36 lentelė. Patalpų ir išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų [2, 30, 31]..... | 56 |
| 37 lentelė. Patalpų ir išorinių įrenginių pavojingų vietų zonos pagal sprogimo ir gaisro pavojų [2, 30, 31]. | 56 |
| 38 lentelė. Pastato kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų [2, 30, 31]..... | 56 |
| 39 lentelė. Dviejų strypų apsaugos zonos parametru skaičiavimas [2, 34, 35]..... | 58 |
| 40 lentelė. Darbo patalpų komfortinės sąlygos [38]..... | 60 |

| | |
|---|----|
| 41 lentelė. Darbo patalpų pakankamos sąlygos [38]..... | 60 |
|---|----|

Paveikslų sąrašas

| | |
|--|----|
| 1 pav. Pagrindinės kanapinių augalų rūšys. | 17 |
| 2 pav. Pagrindiniai kanabinoidai. | 18 |
| 3 pav. Fazių diagrama. | 19 |
| 4 pav. Plėvelinis garintuvas. | 19 |
| 5 pav. Plėvelinio garintuvo kanabinoidų koncentravimui principinė schema. [11]. | 20 |
| 6 pav. Garinimas ir kondensavimas su vidiniu kondensatoriumi [12]. | 21 |
| 7 pav. <i>POPE Scientific Solutions</i> eksperimentinė įranga. | 22 |
| 8 pav. CBD koncentracijos ir slėgio priklausomybė nuo srauto debito. | 23 |
| 9 pav. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos distiliate priklausomybė nuo temperatūros pirmoje pakopoje, $p = 1$ mbar. | 25 |
| 10 pav. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros antroje pakopoje, $p = 0,01$ mbar. | 26 |
| 11 pav. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros trečioje pakopoje, $p = 0,01$ mbar. | 27 |
| 12 pav. Distiliatų išėigų palyginimas, esant skirtingoms temperatūroms. | 28 |
| 13 pav. CBD koncentracijų distiliatuose palyginimas, esant skirtingoms temperatūroms. | 28 |
| 14 pav. <i>WELCH CRVpro 8</i> vakuuminis siurblys [14]. | 31 |
| 15 pav. Projekto rentabilumas. | 48 |
| 16 pav. Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos schema. | 59 |
| 17 pav. Evakuacijos planas [39]. | 61 |

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

CBD – kanabidiolis;

THC – tetrahidrokanabinolis;

LEZ – laisvoji ekonominė zona;

GMP – geros gamybos praktika

GPS – grynujų pinigų srautai;

GEV – grynoji esamoji vertė.

Terminai:

Ekstraktas – tirpalas gautas ekstrakcijos būdu.

Vakuuminė distiliacija – distiliacija vykdoma sumažintame slėgyje.

Molekulinė distiliacija – Tai separavimo, gryninimo, koncentravimo procesas, kai skysčių plėvelė išgarinama nuo paviršiaus, proceso metu palaikant vidutinį vakuumą, o tarp garinamo ir kondensuojamo paviršiaus yra mažas atstumas

Įvadas

Pluoštinė kanapė (lot. *Cannabis Sativa*) yra viena seniausių žemės ūkyje auginamų kultūrų. Dar senovės Egipte pluoštinės kanapės sėklos buvo naudojamos kaip maistas. Pramoninės revoliucijos metu kanapių pluoštas buvo plačiai naudojamas iki kol buvo išmokta kokybiškai perdirbti medvilnę. Po revoliucijos pluoštinių kanapių kultūros auginimas labai sumažėjo. Tačiau dabar, po 200 metų, šių augalų populiarumas vėl išaugo. XXI amžiuje pluoštinės kanapės įgijo naują vertę, dėl jose esančių kanabinoidų.

Vienas pagrindinių kanabinoidų yra kanabidiolis (CBD). Dažniausiai CBD naudojamas maisto papildų ar kosmetikos pramonėje. Šios pramonės gaminamų produktų kaina tiesiogiai priklauso nuo CBD koncentracijos juose. Siekiant gauti kuo aukštesnės koncentracijos CBD ekstraktą reikia panaudoti nemažai apdorojimo procesų, tokių kaip multifrakcinė superkrizinė CO₂ ekstrakcija, žematemperatūre devalskacija bei vakuuminė distiliacija.

Dažniausiai šių procesų neužtenka gauti aukštos koncentracijos ekstraktų, juose lieka tirpiklių, be to, ekstraktai turi nemalonų skonį bei tamsią spalvą dėl juose likusio chlorofilo ir kitų spalvotų junginių. Siekiant gerokai padidinti CBD koncentraciją, išgarinti tirpiklius bei pašalinti chlorofilą su sunkiaisiais vaškais yra naudojama daugiapakopė molekulinė distiliacija. Šis perskyrimo metodas pagrįstas tuo, jog *Cannabis Sativa* ekstraktuose esantys komponentai turi skirtingą sočiųjų garų slėgį, ir taikant skirtingą slėgį bei temperatūrą vykdomas šių komponentų frakcionavimas.

Šio baigiamojo magistro **projekto tikslas** – distiliacijos būdu izoliuoti kanabidiolį, išskiriant didžiausios koncentracijos frakciją iš *Cannabis Sativa* ekstraktų. Pagal projekto tikslą suformuluoti darbo uždaviniai:

1. išskirti molekulinės distiliacijos būdu *Cannabis sativa* ekstraktų frakcijas ir nustatyti jų išeigų priklausomybę nuo proceso temperatūros.
2. nustatyti kanabidiolio koncentracijos priklausomybę nuo proceso temperatūros, slėgio, distiliacijos greičio ir distiliacijos pakopų skaičiaus.
3. suprojektuoti pluoštinių kanapių ekstraktų daugiapakopės distiliacijos įrenginį. Našumas pagal žaliavą – 200 t/m.
4. atlikti projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus;
5. numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti;
6. nubraižyti statybos teritorijos planą ir suprojektuoti gamybines patalpas;
7. atlikti proceso aplinkosauginį vertinimą.

1. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai

Šiame darbe projektuojama *Cannabis sativa* ekstraktų koncentraciją molekuline distiliacija vykdysianti įmonė. Planuojama, jog ši įmonė sugebės perdirbti 200 t/m žaliavos. Gaminama produkcija bus eksportuojama į užsienio rinką. Ši veikla yra nauja, vis dar tobulėjanti ir turinti didelį potencialą.

Šioje įmonėje planuojama sukurti 28 kvalifikuotas darbo vietas. Kadangi įmonę planuojama kurti Kaune, tikimasi, jog tai pritrauks daug jaunų ir gabių specialistų. Įmonė planuoja vykdyti edukacinę veiklą, supažindinant gyventojus su natūraliais komponentais gaunamais iš *Cannabis sativa* ir jų teikiamą naudą žmogaus organizmui.

Objektą planuojama statyti Kauno laisvosios ekonominės zonos (LEZ) teritorijoje. Tokį sprendimą buvo nesunku priimti dėl šių priežasčių [1]:

1. Strategiškai patogi vieta;
2. parengti detalūs sklypų planai;
3. sklypuose atvesta reikalinga infrastruktūra;
4. patogus susisiekimas tiek automobiliu, tiek viešuoju transportu;
5. Kauno mieste esantis universitetas.

Įmonėje planuojama vykdyti veiklą remiantis GMP standartu. Tam suprojektuotos gamybinės ir administracinės patalpos. Parinktos komfortiškos darbo sąlygos, parinkta darbinių patalpų drėgmė ir temperatūra.

Įvertinti įmonės pelningumą ir pagrindinius rodiklius atlikti skaičiavimai, kurie detalie pateikti 4.3 skyriuje. Jų santrauka pateikta 1 lentelėje.

Rentabilumo rodikliai išreiškiami procentais ir skaičiuojami pelno prieš apmokestinimą (P) atžvilgiu [2]:

$$R_{prod} = (P \times 100) / (GK + VS);$$

$$R_{ap} = (P \times 100) / B_{pard}; \quad (1.1)$$

$$R_k = (P \times 100) / (PF + AL);$$

čia: GK ir VS – atitinkamai: parduodamos produkcijos gamybos kaštai ir veiklos sąnaudos, tūkst. Eur.; B_{pard} – pardavimo apimtis, tūkst. Eur.; PF ir AL – atitinkamai: pagrindinių priemonių ir apyvartinių lėšų vertė, tūkst. Eur. Šie duomenys pateikiami 4.3 skyriuje [2].

1 lentelė. Gamyklos ekonominiai rodikliai (žr. 4.3 skyrių) [2].

| Rodikliai | Baziniais metais | Projekte | Pokytis |
|--|-------------------------|-----------------|----------------|
| 1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais brandos stadijoje: | | | |
| Pagrindinis produktas | 94 | 94 | - |
| Šalutinis produktas | 106 | 106 | - |
| 2. Realizacinės pajamos, tūkst. Eur | 2496,4 | 1997,12 | 499,28 |
| 3. Įmonės darbuotojai: | 28 | 28 | - |
| 4. Darbo našumas, tūkst. Eur: | 1759,77 | 1759,77 | - |
| 5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, tūkst. Eur: | | | |
| Darbuotojo | 62,849 | 62,849 | - |
| 6. Gamybos kaštai, tūkst. Eur | 27114,34 | 27114,34 | - |
| 7. Gaminio pilnoji savikaina, Eur: | | | |
| Pagrindinio produkto | 182,97 | 182,97 | - |
| Šalutinio produkto | 154,93 | 154,93 | |
| 8. Grynas pelnas, tūkst. Eur | 6418,30 | 9620,31 | 3202,01 |
| 9. Papildomas pelnas, gautas įgyvendinus projektinius sprendimus, tūkst. Eur | - | - | - |
| 10. Investicijų apimtis, tūkst. Eur | 27114,34 | 27114,34 | - |
| 11. Produkcijos (veiklos) rentabilumas*, % | 19,73 | 19,73 | - |
| 12. Apyvartos rentabilumas*, % | 16,79 | 16,79 | - |
| 13. Kapitalo rentabilumas*, % | 23,67 | 23,67 | - |
| 14. Jų apyvartų skaičius | 200 | 200 | - |
| 15. Apyvartos trukmė dienos, 4 pamainos | 365 | 365 | - |
| 16. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, tūkst. Eur | 27114,34 | 27114,34 | - |
| 17. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metais | 6 | 6 | - |
| 18. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. Eur | 91569,88 | 91569,88 | - |
| 19. Kapitalo kaštai, % | 6,63 | 6,63 | - |
| 20. Vidinė pelno norma, % | 43 | 43 | - |

Skaičiavimų rezultatai rodo, jog įmonė dirbs pelningai.

2. Literatūros apžvalga

2.1. Apžvalga apie kanapes

Cannabis sativa augalą galima rasti daugybėje vietų. Jos auga tiek lygumose, tiek kalnų papėdėse. Kanapių perdirbimo kultūra yra apie 5000–6000 metų senumo ir tai yra vienas seniausių maisto ir tekstilės šaltinių. Kanapinių pluoštų perdirbimas yra kilęs iš Egipto ir vakarinės Azijos dalies, o Europoje kanapės atsirado tarp 1000–2000 metų prieš Kristų.

Šis greitai augantis augalas išgyvena atgimimo amžių dėl savo plataus panaudojimo. Tai yra vienas iš turtingiausių augalų, kuriame yra ne tik begalės fitocheminių junginių, bet jis taip pat praturtintas celiulioziniais audiniais. Tiek farmacija, tiek pramonės sektoriai turi didelį susidomėjimą kanapių augalais. Pluoštinių kanapių metabolizmo metu susidaro bioaktyvūs junginiai, turintys didelę reikšmę žmogaus sveikatai, o pluoštinių kanapių išorinis ir vidinis stiebas yra puiki žaliava bioplastikams gaminti [3].



1 pav. Pagrindinės kanapinių augalų rūšys.

Pačios kanapės yra kilusios iš šilkmedžių šeimos. Pagrindinės kanapių rūšys yra trys: *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* ir *Cannabis ruderalis*. Jos skiriasi savo aukščiu, šakų kiekiu, krūmo augimo greičiu, užauginamų žiedų skaičiumi [4].

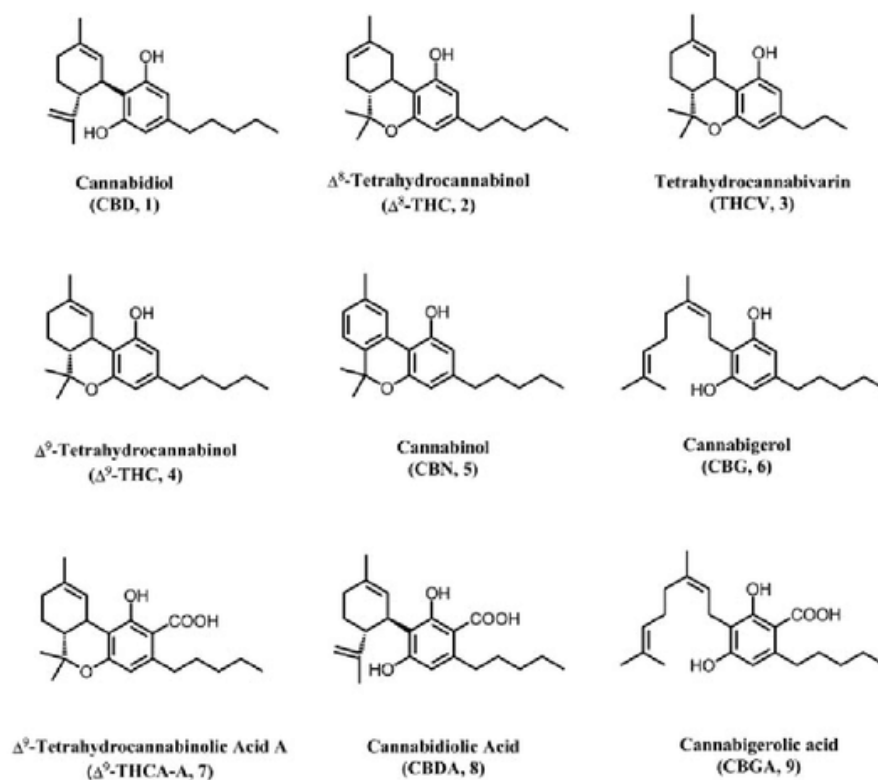
Cannabis sativa pasižymi itin žema tetrahidrokanabinolio koncentracija, paprastai ji neviršija 0,2 %, tad 2014 metais jų auginimas Lietuvoje buvo įteisintas. 2014 metais auginta 1069 ha, o 2016 metais buvo pastebėtas didelis kanapių auginimo proveržis. Pluoštinių kanapių plotai siekė 2453 ha [5]. Lietuvos kanapių augintojų ūkiai pasidalina į tris dalis – pluošto ir sėklų auginimas bei auginimas biomasei. Dėl vis didėjančios pluoštinių kanapių paklausos 2019 metais buvo užsodinta 9 tūkst. hektarų. Dauguma šių auginamų plotų buvo skirta biomasei [6]

2.2. Kanabinoidai

Kanabinoidai – tai cheminiai junginiai randami kanapių šeimos augaluose, pasižymintys gydomosiomis savybėmis. Kanapėse galima rasti per 113 skirtingų kanabinoidų [7]. Kanabinoidai yra vieni iš daugiausiai išstudijuotų cheminių junginių dėl savo plataus gydomojo poveikio, įskaitant ir psichotropinį. Kanabidiolis (CBD) ir tetrahidrokanabinolis (THC) yra populiariausi, tad apie juos rašoma daugiausiai. Kanabinoidų poveikis pasireiškia per žmogaus organizme išsivysčiusią endokanabinoidinę sistemą, kuri susideda iš dviejų receptorių – CB1 ir CB2. Šie receptoriai aktyvuojasi dėl trijų pagrindinių ligandų grupių – endokanabinoidų (gaminami žinduolių kūnuose), fitokanabinoidų (kaip CBD ar THC) ir sintetinių kanabinoidų [4].

CB1 receptorius dalyvauja smegenų veikloje. Taip pat ši receptorių galima rasti keliuose periferiniuose audiniuose, tokiuose kaip skrandis, inkstai, oda, plaučiai ir kt. Vartojant kanapių produktus šis receptorius yra atsakingas ne tik už euforinį ir antikonvulsinį efektus, tačiau dalyvauja ir kituose biologiniuose procesuose žmogaus organizme [4].

CB2 receptorius dažniausiai randamas periferiniuose audiniuose, centrinėje nervų sistemoje, dalyvauja imuninės sistemos veikloje. CB2 receptoriaus veikimas neteikia psichotropinio poveikio, kaip CB1. Tad kanabinoidai, kurie selektyviau sąveikauja su CB2 receptoriumi yra labiau geidžiami, su jais atliekama daugiau klinikinių tyrimų [4].



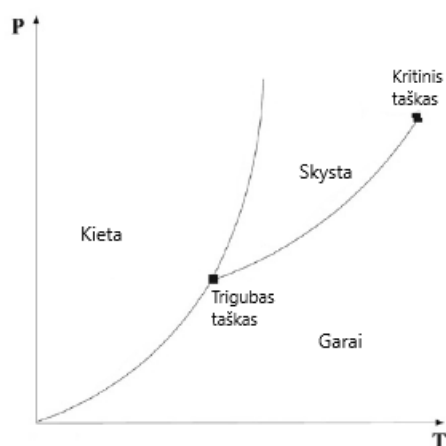
2 pav. Pagrindiniai kanabinoidai.

CBD yra daugiausiai ištirtas kanabinoidas iš visų. CBD gali būti pritaikytas gydyti įvairias ligas, stiprinti imunitetą, pagerinti miegą ir t. t. Jis neturi jokio psichoaktyvaus poveikio. Dėl to jau dabar daugelyje pasaulio šalių CBD produktai yra legalūs ir juos galima nusipirkti.

2.3. Daugiapakopė molekulinė distiliacija

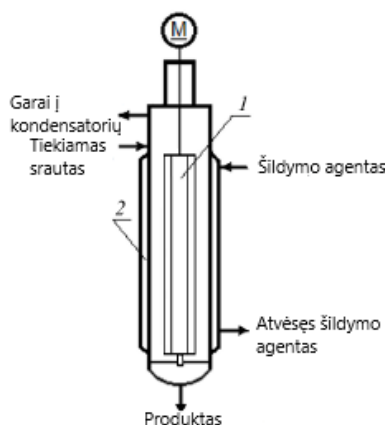
2.3.1. Vakuuminė distiliacija

Esant tam tikroms sąlygoms molekulės, esančios arčiau įkaitusio paviršiaus pradeda, lėkti į jas supančią atmosferą. Kai temperatūra kyla, o slėgis mažėja grynosios medžiagos garavimo temperatūra krenta (žr. 3 pav.). Šia savybe yra paremta vakuuminė distiliacija. Vakuuminė distiliacija naudojama distiliuojant karščiui neatsparias medžiagas. Vakuuminę distiliaciją galima skirstyti į du tipus: paprasta vakuuminė distiliacija, kai nereikia itin žemo slėgio (naudojami tokie prietaisai kaip rotacinis garintuvas) ir gilaus vakuumo distiliacija, kai distiliuojant vakuume sukonzentruojami kanabinoidai ir gaunami sodresni distiliatai [8].



3 pav. Fazių diagrama.

Vienas iš įrengimų naudojamas vakuuminės distiliacijos procese yra plėvelinis garintuvas. Dažniausiai plėvelinius garintuvus eksploatuoja maisto pramonėje ir juos panaudoja kaip koncentravimo prietaisus. Yra du plėvelinių garintuvų tipai: statinis ir rotacinis. Statiniuose tirpalas į garintuvą paskirstomas iš viršaus, tam naudojant skysčio paskirstytuvą. Garinamas tirpalas teka plėvele žemyn. Rotaciniai plėveliniai garintuvai pasižymi tuo, kad juose yra įrengti rotorai, kurie paskirsto srautą žemyn [9].



4 pav. Plėvelinis garintuvas. 1 – Rotorius; 2 – šildomas apvalkalas.

2.3.2. Gilaus vakuumo ir molekulinės distiliacijos įranga

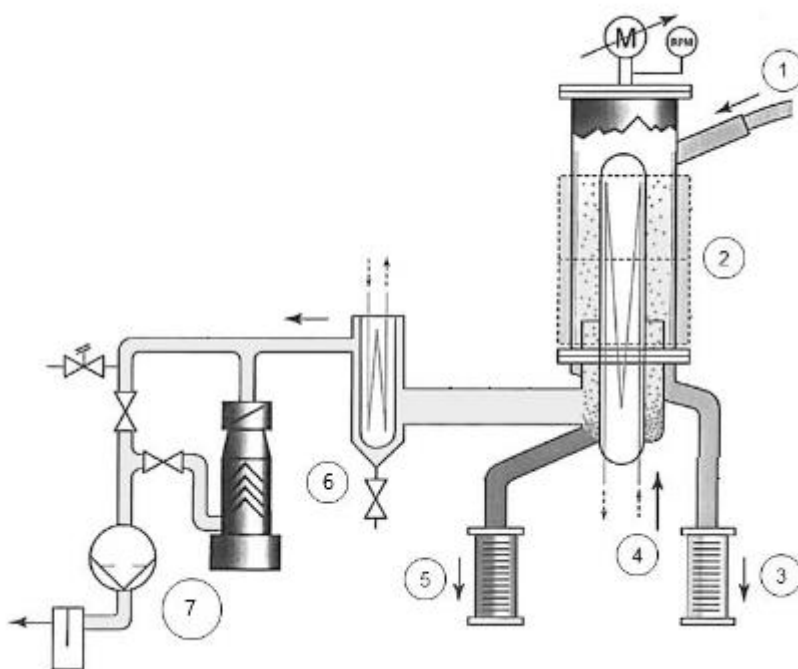
Gilaus vakuumo distiliacijai yra išskiriami dviejų tipų garintuvai:

- plonos plėvelės garintuvas (angl. thin film evaporator);
- trumpo kelio garintuvai (angl. short – path evaporator).

Šie du garintuvai turi panašią konstrukciją. Abiejuose garintuvuose srautas ant kaitinamojo paviršiaus yra paskirstomas rotoriumi, gilus vakuumas pasiekiamas vakuuminiais siurbliais.

Plonos plėvelės garintuvas turi daugybę pritaikymų. Jis naudojamas maisto ir farmacijos pramonėje, juo taip pat galima koncentruoti polimerų tirpalus bei panaudoti naftos perdirbimo procesuose gryninant, koncentruojant produktą [10]. Slėgis plonos plėvelės garintuve gali būti sumažintas nuo 1 iki 100 mbar. Šiam garintuvui montuojamas išorinis kondensatorius, tačiau jis turi būti montuojamas kiek galima arčiau garintuvo [8].

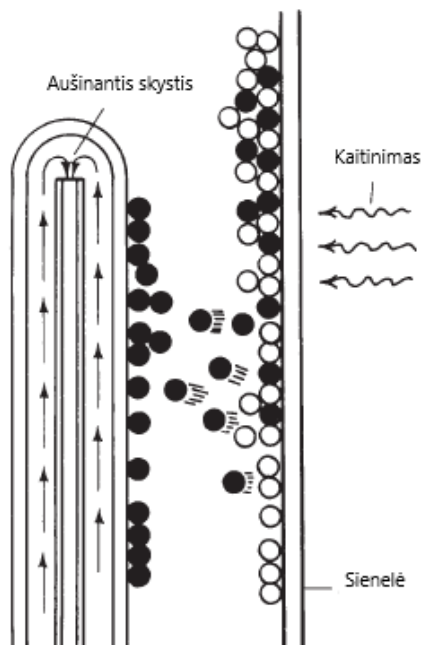
Trumpo kelio distiliacijos garintuvai (žr. 5 pav.), kitaip dar vadinama molekulinės distiliacijos, savo konstrukcijoje turi vidinį kondensatorių, kuris yra įrengtas garintuvo viduryje. Taip yra smarkiai sumažinamas atstumas tarp kaitinamojo ir kondensuojančio paviršiaus. Prieš vakuuminį siurblių įrengiama gaudyklė kurioje sugaunami lakesni cheminiai junginiai. Joje yra palaikoma itin žema temperatūra –70 iki –80 °C. Dėl tokios konstrukcijos, slėgis sistemoje gali siekti iki 0,001 mbar [8].



5 pav. Plėvelinio garintuvo kanabinoidų koncentravimui principinė schema. 1 – įtekantis srautas; 2 – kaitinamas apvalkalas; 3 – distiliacijos likutis; 4 – aušinamasis skystis; 5 – vidinio kondensatoriaus distiliatas; 6 – gaudyklė; 7 – vakuuminis siurblys [11].

Naudojant šiuos du įrengimus galima išgryninti ir sukcentruoti *Cannabis sativa* ekstraktus. Plonos plėvelės garintuvas atlieka likusių tirpiklių ir kitų lakiųjų komponentų nugarinimą, o trumpo kelio

garintuvas atlieka gryninimo ir koncentravimo funkciją. Ekstraktuose po pirminių apdirbimo procesų vis dar lieka vašku, chlorofilo, druskų ir kitų komponentų. Šie junginiai turi didesnę savitąją garavimo slėgį esant tam tikroms temperatūroms, tad jie išlieka skystos būsenos. Parinkus atitinkamas kaitinimo bei kondensavimo temperatūras, taip pat galima selektyviai atskirti kanabinoidus.



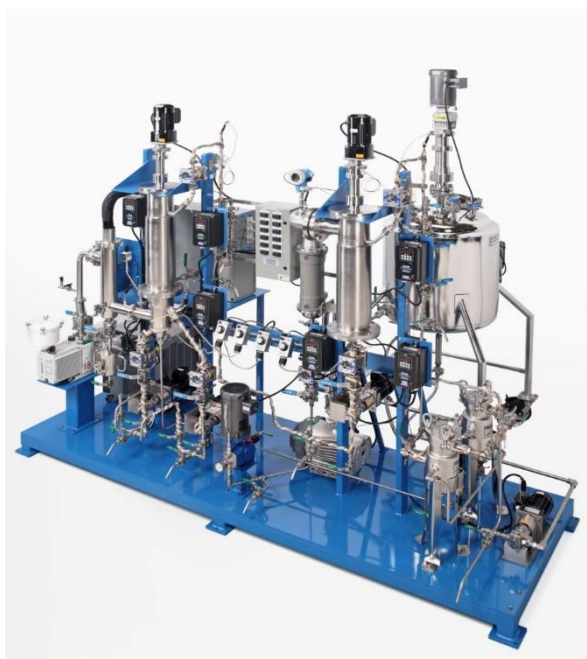
6 pav. Garinimas ir kondensavimas su vidiniu kondensatoriumi [12].

Kadangi aukštos koncentracijos kanabinoidų ekstraktai turi tendenciją atvėسę sudaryti kristalinę gardelę, vidiniame kondensatoriuje būtina palaikyti temperatūrą, kuri aukštesnė už distiliato stingimo temperatūrą, kad susikondensavę kanabinoidai išliktų skystos būsenos iki kol produktas bus surinktas į talpą.

Naudojant tokią technologiją srautas kaitinamu paviršiumi juda greitai, srautas ant kaitinamo paviršiaus užsilaiko labai trumpą laiko tarpą. Sumažėja rizika perkaitinti žaliavą ir prarasti dalį produkto, taip pat yra išgaunamas aukštos kokybės produktas [12].

3. Tiriamoji dalis

Dirbant su pilotiniu dviejų pakopų molekulinium distiliatoriumi, buvo nustatyta, kad koncentruojant ekstraktus, distiliacijos likutyje lieka nemažai CBD, dažniausiai apie 5–6 %. Šio **tyrimo tikslas** – ištirti distiliacijos būdu išskirtų frakcijų kanabidiolio koncentracijas ir išėigas, nustatyti CBD koncentracijos priklausomybę nuo proceso temperatūros, slėgio, distiliacijos greičio ir pakopų skaičiaus ir nuspręsti ar tikslinga taikyti trijų pakopų molekulinį distiliatorių. Šiam eksperimentui buvo naudojamas *POPE Scientific Solutions* firmos dviejų pakopų distiliatorius (7 pav.).



7 pav. *POPE Scientific Solutions* eksperimentinė įranga.

3.1. Eksperimento medžiagos ir metodai

Šiam eksperimentui buvo naudojama 50 kg 10% CBD koncentracijos *Cannabis Sativa* ekstraktai, kuriuose yra apie 1 % tirpiklių. Eksperimentui naudota įranga susideda iš dviejų pakopų. Pirmoje pakopoje, esant 5 mbar slėgiui atliekamas tirpiklių, terpenų ir kitų lakiųjų komponentų išgarinimas plonos plėvelės distiliatoriuje. Antroje pakopoje esant 0,01 mbar slėgiui vyksta ekstrakto koncentravimas trumpo kelio distiliatoriumi. Atlikus bandymą su dviem pakopomis, pagal likutyje esančią CBD koncentraciją, sprendžiama ar atlikti bandymą imituojant trečiąją pakopą.

Nustatyti srauto greičio ir slėgio įtaką CBD koncentracijai atliekami bandymai srautą tiekiant 8 kg/val., 11 kg/val., 14 kg/val., 17 kg/val., 20 kg/val., 23 kg/val. ir 26 kg/val. esant pastoviai 170 °C temperatūrai. Nustačius optimalų greitį, atliekamas tyrimas siekiant nustatyti, kokią įtaką temperatūra turės CBD koncentracijai. Šiam tyrimui parinktos šios temperatūros – 130 °C, 150 °C, 170 °C, 190 °C, 210 °C, 230 °C. Šio tyrimo metu buvo palaikomas pastovus slėgis atitinkamose pakopose ir pastovus srauto greitis nustatytas pirmame tyrime.

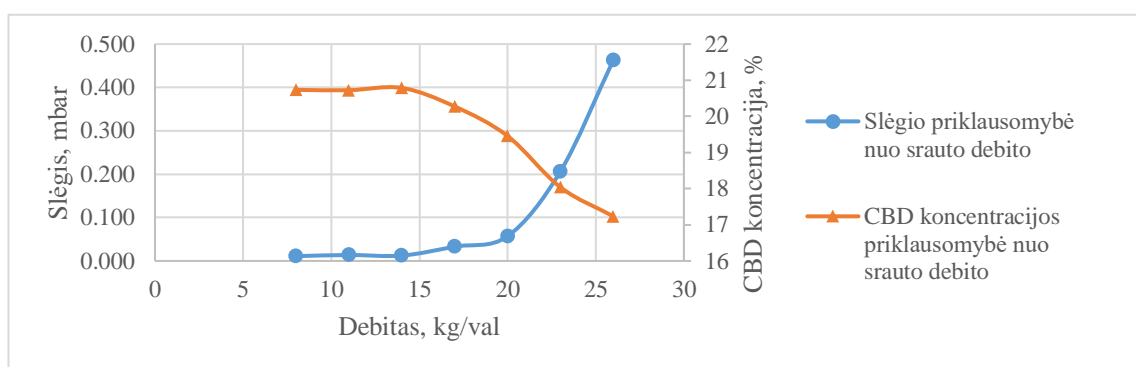
3.2. Tyrimų rezultatai

CBD koncentracijos priklausomybės nuo slėgio ir srauto greičio, kai palaikoma 170 °C pastovi temperatūra, pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė. CBD koncentracijos priklausomybė nuo debito.

| Debitas, kg/val | Slėgis, mbar | Vidurkis | CBD koncentracija, % | Vidurkis |
|-----------------|--------------|----------|----------------------|----------|
| 8 | 0,01 | 0,011 | 20,54 | 20,73 |
| | 0,012 | | 21,03 | |
| | 0,011 | | 20,63 | |
| 11 | 0,014 | 0,014 | 20,41 | 20,72 |
| | 0,012 | | 20,98 | |
| | 0,015 | | 20,78 | |
| 14 | 0,014 | 0,012 | 20,41 | 20,79 |
| | 0,011 | | 21,13 | |
| | 0,012 | | 20,82 | |
| 17 | 0,025 | 0,033 | 20,61 | 20,27 |
| | 0,038 | | 20,02 | |
| | 0,036 | | 20,19 | |
| 20 | 0,051 | 0,057 | 19,51 | 19,46 |
| | 0,062 | | 19,22 | |
| | 0,058 | | 19,64 | |
| 23 | 0,17 | 0,207 | 18,36 | 18,04 |
| | 0,23 | | 17,85 | |
| | 0,22 | | 17,9 | |
| 26 | 0,4 | 0,463 | 17,05 | 17,23 |
| | 0,51 | | 17,52 | |
| | 0,48 | | 17,13 | |

Remiantis gautais duomenimis brėžiamas slėgio priklausomybės nuo debito ir CBD koncentracijos priklausomybės nuo debito grafikas. Priklausomybių grafikas pateikiamas 8 paveiksle.



8 pav. CBD koncentracijos ir slėgio priklausomybė nuo srauto debito.

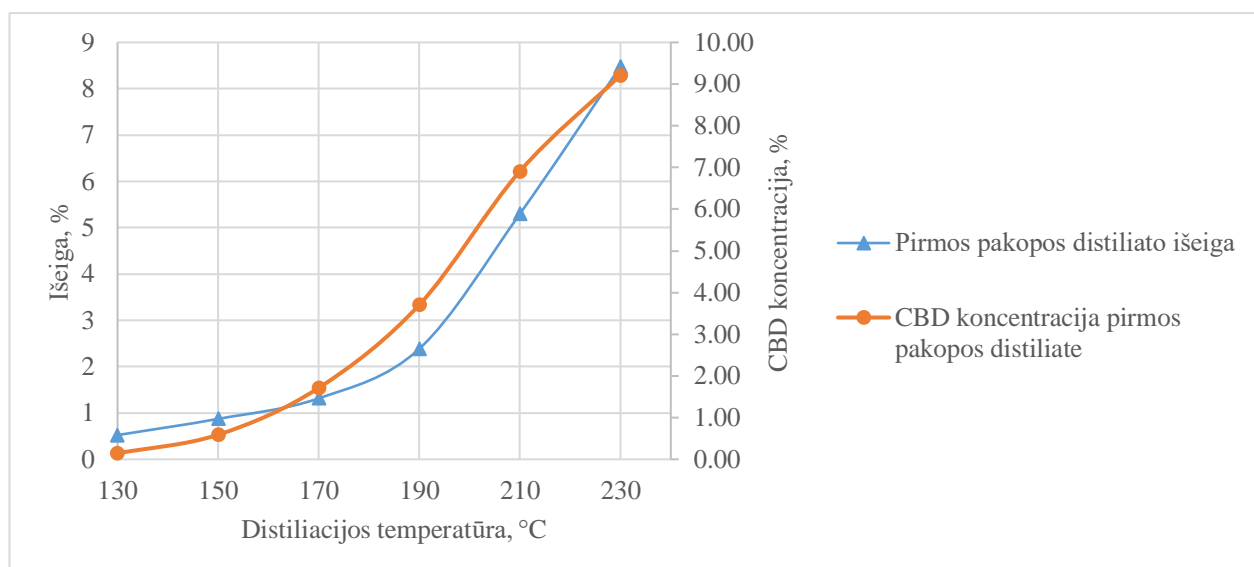
Atlikus bandymą nustatyta, jog didinant debitą, slėgis didėja nuo 0,01 mbar iki 0,46 mbar, o CBD koncentracija distiliate mažėja. Tokia priklausomybė leidžia daryti išvadą, jog CBD koncentracija, slėgis ir debitas yra tiesiogiai susiję vienas su kitu, tad būtina rasti optimaliausią rezultatą užtikrinanti aukštą CBD koncentraciją.

Atlikus pirmąjį bandymą nustatyta, jog srautą tiekiant 17 kg/val debitu į distiliatorių, gaunamas optimaliausias variantas atlikti bandymus keičiant temperatūrą, kai palaikomas pastovus slėgis ir debitas. Atliekamas bandymas ekstraktą distilijuojant pirmoje pakopoje. Duomenys pateikiami 3 lentelėje.

3 lentelė. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybė nuo temperatūros pirmoje pakopoje.

| Temperatūra, °C | Distiliato išėiga, % | Vidurkis, % | CBD koncentracija distiliate, % | Vidurkis, % | CBD koncentracija likutyje, % | Vidurkis, % |
|-----------------|----------------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| 130 | 0,51 | 0,52 | 0,12 | 0,14 | 10,05 | 10,05 |
| | 0,54 | | 0,17 | | 10,05 | |
| | 0,52 | | 0,14 | | 10,05 | |
| 150 | 0,84 | 0,87 | 0,51 | 0,59 | 10,08 | 10,08 |
| | 0,91 | | 0,62 | | 10,09 | |
| | 0,87 | | 0,64 | | 10,08 | |
| 170 | 1,3 | 1,32 | 1,64 | 1,71 | 10,11 | 10,11 |
| | 1,34 | | 1,75 | | 10,11 | |
| | 1,31 | | 1,75 | | 10,11 | |
| 190 | 2,4 | 2,39 | 3,48 | 3,71 | 10,16 | 10,15 |
| | 2,34 | | 3,84 | | 10,15 | |
| | 2,42 | | 3,8 | | 10,15 | |
| 210 | 5,21 | 5,30 | 6,97 | 6,91 | 10,17 | 10,17 |
| | 5,28 | | 6,75 | | 10,18 | |
| | 5,41 | | 7,01 | | 10,17 | |
| 230 | 8,41 | 8,48 | 9,15 | 9,21 | 10,08 | 10,07 |
| | 8,49 | | 9,17 | | 10,08 | |
| | 8,54 | | 9,32 | | 10,06 | |

Pagal gautus duomenis sudaromi distiliato išėigos priklausomybės nuo temperatūros ir CBD koncentracijos distiliate priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros grafikai. Grafikai vaizduojami 9 paveiksle.



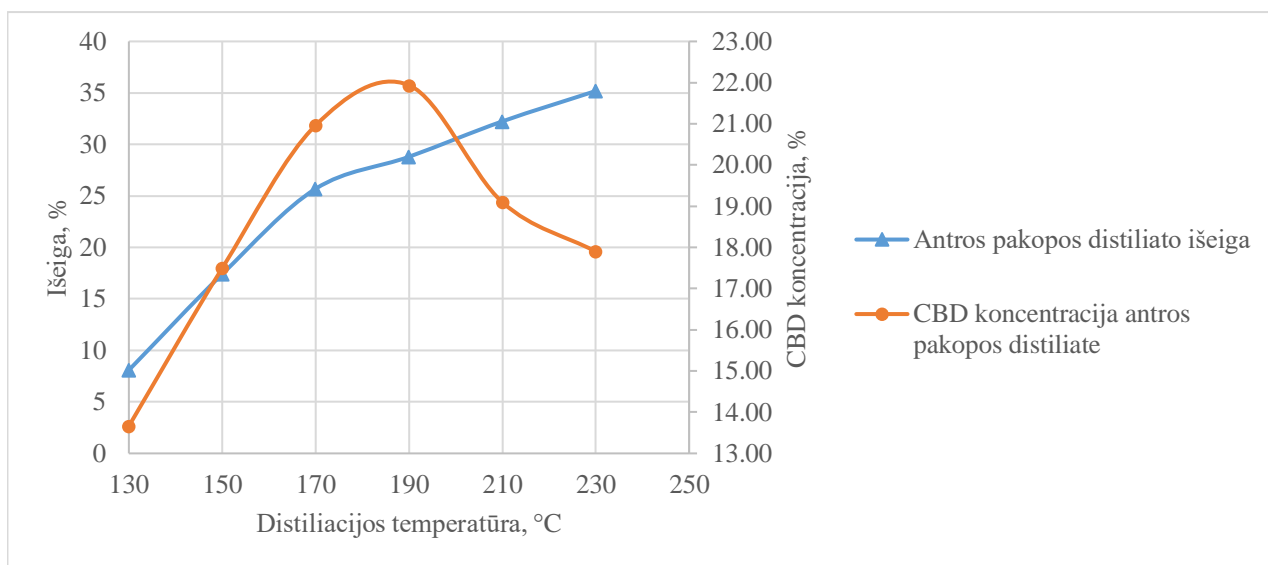
9 pav. Distiliato išeigos ir CBD koncentracijos distiliate priklausomybė nuo temperatūros pirmoje pakopoje, $p = 1 \text{ mbar}$.

Pirmos pakopos distiliatoriaus pagrindinė užduotis yra išgarinti likusią tirpiklių dalį, esančią ekstrakto. Pagal tai parenkama optimaliausia temperatūra šiai funkcijai atlikti. Toliau atliekami bandymai su antrąja pakopa. Duomenys pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė. Distiliato išeigos ir CBD koncentracijos priklausomybė nuo temperatūros antroje pakopoje.

| Temperatūra, °C | Distiliato išeiga, % | Vidurkis, % | CBD koncentracija distiliate, % | Vidurkis, % | CBD koncentracija likutyje, % | Vidurkis, % |
|-----------------|----------------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| 130 | 8,03 | 8,09 | 13,16 | 13,66 | 9,99 | 9,94 |
| | 8,40 | | 14,15 | | 9,88 | |
| | 7,83 | | 13,68 | | 9,95 | |
| 150 | 17,09 | 17,41 | 17,13 | 17,50 | 8,80 | 8,69 |
| | 17,77 | | 18,01 | | 8,54 | |
| | 17,36 | | 17,35 | | 8,73 | |
| 170 | 25,80 | 25,69 | 20,35 | 20,96 | 6,67 | 6,47 |
| | 25,50 | | 21,03 | | 6,49 | |
| | 25,78 | | 21,51 | | 6,26 | |
| 190 | 29,02 | 28,80 | 22,31 | 21,94 | 5,22 | 5,43 |
| | 28,40 | | 21,99 | | 5,50 | |
| | 28,97 | | 21,51 | | 5,56 | |
| 210 | 32,28 | 32,24 | 18,92 | 19,10 | 6,03 | 5,95 |
| | 32,70 | | 19,23 | | 5,79 | |
| | 31,73 | | 19,14 | | 6,03 | |
| 230 | 34,71 | 35,18 | 17,93 | 17,90 | 6,08 | 6,00 |
| | 35,54 | | 18,02 | | 5,87 | |
| | 35,31 | | 17,75 | | 6,06 | |

Pagal gautus duomenis sudaromi antros pakopos distiliato išėigos priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros ir CBD koncentracijos distiliate priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros grafikai. Grafikai vaizduojami 10 paveiksle.



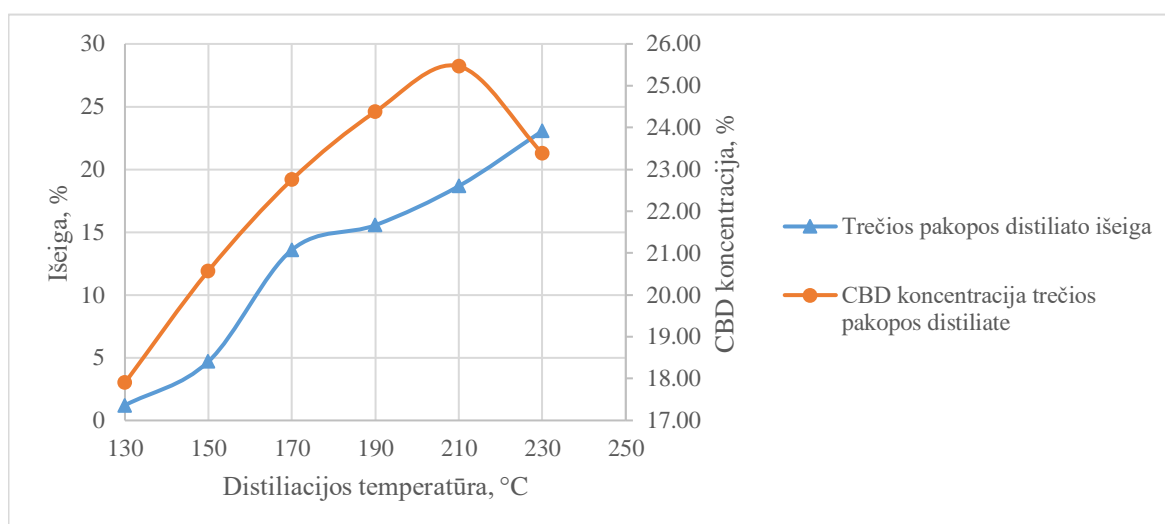
10 pav. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros antroje pakopoje, $p = 0,01$ mbar.

Iš grafiko matyti, jog didinant temperatūrą, didėja distiliato išėiga ir CBD koncentracija. Padidinus temperatūrą iki 210 °C matoma, jog distiliato išėiga toliau didėja, tačiau CBD koncentracija pradeda drastiškai kristi. Iš 3 lentelės duomenų pastebima, jog prie visų tirtų temperatūrų likutyje lieka pakankamai didelis kiekis CBD. Todėl nuspręsta procese imituoti trečią pakopą dviejų pakopų molekuliniam distiliatoriuje ir patvirtinti arba paneigti hipotezę, jog CBD koncentravimo procesą atliekant trijų pakopų distiliatoriumi būtų gauti geresni rezultatai. Rezultatai pateikiami 5 lentelėje.

5 lentelė. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybė nuo temperatūros trečioje pakopoje.

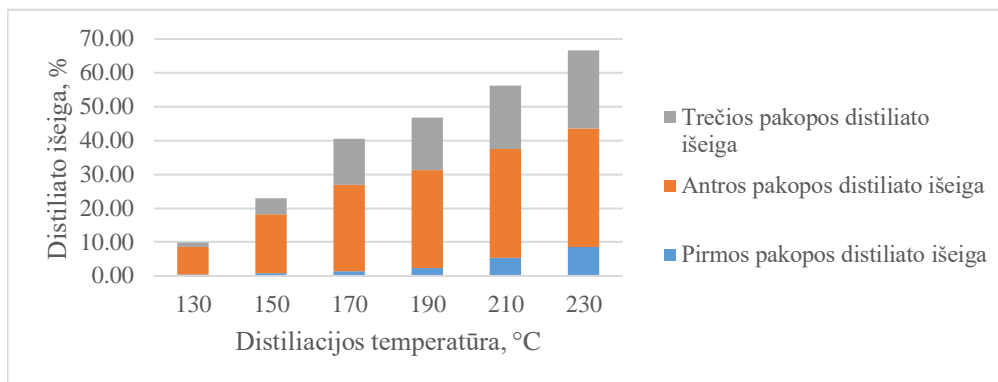
| Temperatūra, °C | Distiliato išėiga, % | Vidurkis, % | CBD koncentracija distiliate, % | Vidurkis, % | CBD koncentracija likutyje, % | Vidurkis, % |
|-----------------|----------------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| 130 | 0,92 | 1,21 | 17,61 | 17,90 | 7,64 | 7,5868 |
| | 1,49 | | 18,24 | | 7,54 | |
| | 1,22 | | 17,85 | | 7,59 | |
| 150 | 4,30 | 4,69 | 20,61 | 20,58 | 6,92 | 6,8430 |
| | 4,76 | | 20,14 | | 6,86 | |
| | 5,02 | | 20,98 | | 6,74 | |
| 170 | 13,38 | 13,59 | 22,61 | 22,76 | 4,25 | 4,1433 |
| | 14,14 | | 23,14 | | 3,87 | |
| | 13,26 | | 22,52 | | 4,31 | |
| 190 | 15,49 | 15,56 | 24,71 | 24,38 | 2,94 | 3,0058 |
| | 15,35 | | 23,88 | | 3,23 | |
| | 15,85 | | 24,55 | | 2,84 | |
| 210 | 18,27 | 18,67 | 25,45 | 25,47 | 1,50 | 1,3111 |
| | 18,85 | | 24,98 | | 1,41 | |
| | 18,89 | | 25,97 | | 1,02 | |
| 230 | 23,17 | 23,06 | 23,15 | 23,39 | 0,14 | 0,0726 |
| | 23,31 | | 23,26 | | 0,01 | |
| | 22,72 | | 23,75 | | 0,07 | |

Iš gautų duomenų brėžiami distiliato išėigos priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros ir CBD koncentracijos distiliate priklausomybės nuo temperatūros grafikai. Grafikai vaizduojami 11 paveiksle.



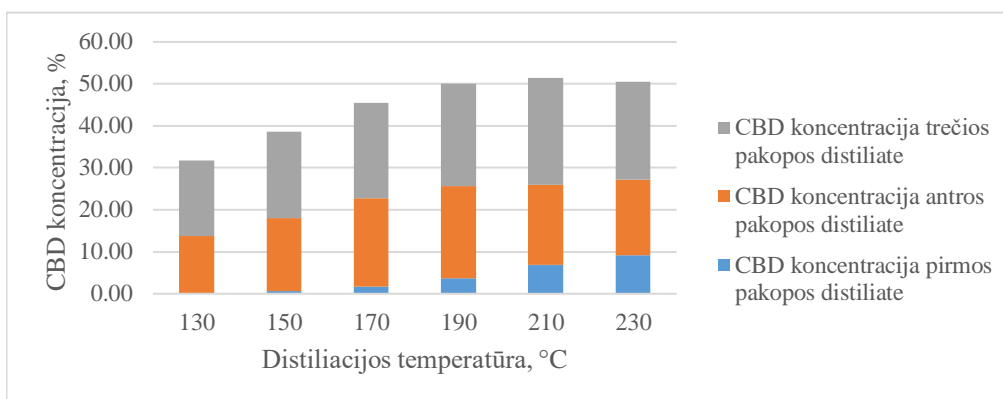
11 pav. Distiliato išėigos ir CBD koncentracijos priklausomybės nuo distiliacijos temperatūros trečioje pakopoje, p = 0,01 mbar.

Grafike pastebime, jog atitinkamai kaip ir antroje pakopoje taip ir trečioje, keliant temperatūrą tiesine priklausomybe, didėja išeiga. 210 °C temperatūroje yra pasiekiamas CBD koncentracijos distiliate maksimumas. Toliau didėjant temperatūrai, CBD koncentracija mažėja. Taip pat iš 4 lentelėje pateiktų duomenų matyti, jog CBD koncentracija likutyje mažėja didinant temperatūrą ir ties 210 °C pasiekia 1,31 %. Norint visiškai išskirti CBD iš likutinės frakcijos, distiliaciją galima atlikti 230 °C temperatūroje. Tačiau tokiomis sąlygomis būtų gaunama žemesnė CBD koncentracija distiliate.



12 pav. Distiliatų išeigų palyginimas, esant skirtingoms temperatūroms.

Lyginant distiliatų išeigas 12 paveiksle matome, jog didžiausia išeiga gaunama antroje pakopoje. Didinant temperatūrą pastebime, jog visose pakopose distiliatų išeigos didėja. Tačiau išlieka ta pati tendencija, kad antros pakopos išeiga didžiausia, o pirmos pakopos mažiausia.



13 pav. CBD koncentracijų distiliatuose palyginimas, esant skirtingoms temperatūroms.

Tuo tarpu žvelgiant į CBD koncentracijas distiliatuose matome, jog didžiausias koncentracijas gauname trečios pakopos distiliatuose, o mažiausias atitinkamai pirmos pakopos distiliatuose. Didėjanti temperatūra CBD koncentracijai didžiausią įtaką turi antroje ir trečioje pakopose. Antroje pakopoje CBD koncentracijos mažėjimas pastebimas prie aukštesnės nei 190°C temperatūros, o trečioje pakopoje prie aukštesnės nei 210 °C. Pagal tyrimų rezultatus parenkamos proceso sąlygos.

3.3. Proceso sąlygų parinkimas

Atlikus mokslinius tyrimus buvo pastebėta, jog šiuo su įrenginiu optimalu distiliaciją vykdyti esant 17 kg/val. žaliavos debitui. Esant tokiam distiliacijos greičiui, slėgis distiliatoriuje išlieka pastovus – apie 10^{-2} mbar. Vėliau buvo nustatyta, jog siekiant atlikti kokybišką CBD koncentravimą, sumažinant CBD kiekį likutyje iki minimalaus, reikalinga trečia pakopa. Pirmosios pakopos optimali temperatūra yra 170 °C, antrosios – 190 °C, o trečiosios 210 °C.

4. Inžinerinė dalis

4.1. Technologinė dalis

4.1.1. Technologinė įranga

Šiame skyriuje pateikiama technologinė įranga, naudojama procese, tam, kad būtų užtikrintas 200 tonų per metus našumas

Krumpliaratinis siurblys

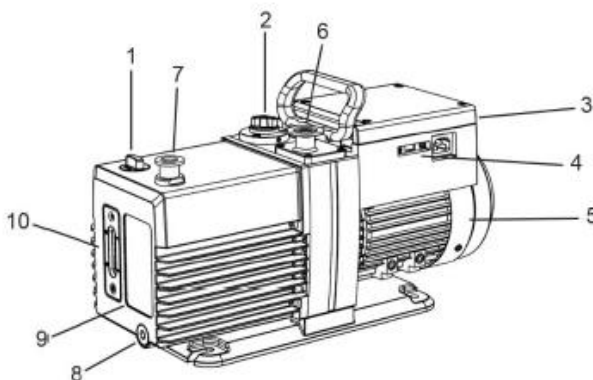
Kadangi yra dirbama su pakankamai klampia žaliava, žaliavos apdirbimo linijoje yra naudojami *SEW Eurodrive* firmos krumpliaratiniai siurbliai. Šios firmos siurbliai tarptautinėje rinkoje gyvuoja jau ilgus metus, firma pasižymi puikiu klientų aptarnavimu. Šie siurbliai turi nerūdijančio plieno korpusą, į kurį galima įdiegti kaitinimo elementus. Šie siurbliai puikiai tinka naudoti įmonėje įdiegus GMP standartą [13]. Pagrindiniai siurblio parametrai pateikiami 6 lentelėje.

6 lentelė. Krumpliaratinio siurblio parametrai [13].

| Pavadinimas | Matavimo vienetas | Vertė |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| Apsisukimų skaičius | aps/min | 28,37 |
| Maksimalus sukimo momentas | Nm | 130 |
| Galia | kW | 0,37 |
| Elektros tinklo dažnis | Hz | 50 |
| Variklio įtampa | V | 230/400 |
| Srovės stipris | A | 1,78/1,02 |
| Našumas | % | 77,3 |
| Skysčio temperatūros intervalas | °C | Nuo -20 iki +80 |

Vakuuminis siurblys

Tam, kad užtikrintai pasiekti žemą slėgį buvo parinktas *WELCH* firmos dviejų pakopų judančių menčių vakuuminis siurblys *CRVpro 8*. *CRVpro* serijos vakuuminių siurblių judančioms dalims sutepti ir aušinti yra naudojama alyva. Tam, kad į gamybines patalpas nebūtų išmetamas alyvos rūkas, yra naudojamas išmetimo filtras, kuris toliau yra jungiamas prie dujų valymo sistemos. Aiškesnė siurblio konstrukcija pavaizduota 14 paveiksle [14].



14 pav. *WELCH CRVpro 8* vakuuminis siurblys. 1 – alyvos pildymo anga; 2 – dujų balanso rankenėlė; 3 – įjungimo/išjungimo jungtukas; 4 – įtampos pakeitimo jungtukas; 5 – variklis; 6 – ištraukimo anga; 7 – išmetimo anga; 8 – alyvos išpylimo anga; 9 – duomenų lentelė; 10 – alyvos lygio stiklas [14].

Techniniai *WELCH CRVpro 8* duomenys pateikti 7 lentelėje [4].

7 lentelė. *WELCH CRVpro 8* specifikacija.

| Pavadinimas | Matavimo vienetas | Vertė |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Oro ištraukimo greitis prie 50Hz | m ³ /h | 7,3 |
| Minimalus slėgis | mbar | 5·10 ⁻⁴ |
| Triukšmo lygis | dB | 50 |
| Alyvos kiekis | ml | 1000 |
| Dažnis | Hz | 50 |
| Variklio galia | kW | 0,37 |
| Nominalus srovės stipris | A | 2,1 |
| Atsparumo klasė | | IP44 |

Vandens siurblys

Tiekti vandenį į vidinius trečios ir antros pakopų kondensatorius, išorinį pirmos pakopos kondensatorių ir žaliavos talpos apvalkalą buvo parinktas *LEO pumps* firmos išcentrinis siurblys *ABK50D* su atviru darbo ratu. Pagrindė šie siurbliai taikomi pumpuoti švarų vandenį ar kitus mažos klampos skysčius. Siurblių korpusas pagamintas iš nerūdijančio plieno, konstrukcija atspari korozijai [15]. Pagrindiniai siurblio parametrai pateikiami 8 lentelėje.

8 lentelė. *LEO* išcentrinio siurblio parametrai [15].

| Pavadinimas | Matavimo vienetas | Vertė |
|---------------------------------|-------------------|----------------|
| Naudojama galia | kW | 0,37 |
| Elektros tinklo dažnis | Hz | 50 |
| Įtampa | V | 230 |
| Maksimalus pakėlimo aukštis | m | 11,6 |
| Maksimalus našumas | m ³ /h | 6 |
| Skysčio temperatūros intervalas | °C | Nuo -15 iki 80 |

Tepalo kaitintuvas

Visose trijose pakopose kaip šildymo agentas yra naudojama *Mobiltherm 600 series* šilumos pernešimo alyva. Ši alyva buvo parinkta dėl šių savybių [16]:

- alyva atspari terminiam krekingui;
- aukštas terminis ir oksidacinis stabilumas;
- aukštas šilumos perdavimo koeficientas
- uždaroje sistemoje alyvą įkaitinti galima iki 315°C

Šilumos pernešimo alyvos techninės savybės pateiktas 9 lentelėje.

9 lentelė. Mobiltherm 600 series šilumos perdavimo alyvos techniniai duomenys [16].

| Pavadinimas | Matavimo vienetas | Vertė |
|------------------------------|--------------------|-------|
| Absoliutus tankis prie 15°C | kg/m ³ | 857 |
| Kinematinė klampa prie 40°C | mm ² /s | 30,4 |
| Kinematinė klampa prie 100°C | mm ² /s | 5,4 |
| Pliūpsnio taškas | °C | 230 |
| Stingio taškas | °C | -12 |

Kaitintuvai įrengiami prie distiliatorių. Kadangi pagrindinis energijos suvartojimas vyksta alyvą įkaitinant iki reikiamos temperatūros, o ne tą temperatūrą palaikant, buvo nuspręsta naudoti elektrinius, o ne dujinius termo skysčio kaitintuvus. Tam parinkti trys *Fulton* gamybos *FT-N 0075* serijos termo skysčių kaitintuvai. Kaitintuvų techniniai rodikliai pateikti 10 lentelėje [17].

10 lentelė. *Fulton FT-N 0075* kaitintuvo techniniai rodikliai [17].

| Pavadinimas | Matavimo vienetas | Vertė |
|--|---------------------|--------------|
| Galia | kW | 22 |
| Įtampa | V | 400 |
| Maksimalus slėgis sistemoje | bar | 11,34 |
| Slėgio nuostoliai sistemoje esant nustatytam debitui | bar | 1,48 |
| Reikalingas šiluminio agento debetas | m ³ /val | 11,4 |
| Matmenys (plotis; ilgis; aukštis) | mm | 508;953;1778 |
| Cirkuliacinio siurblio galia | kW | 5,6 |
| Termo alyvos kiekis sistemoje | L | 68 |
| Naudingumo koeficientas | % | 96 |

4.1.2. Trijų pakopų molekulinio distiliatoriaus masės balansas

Šiam procesui masės balansas buvo skaičiuojamas priimant, jog bus dirbama su 30 % koncentracijos CBD ekstraktu. Pradiniai duomenys pateikti 11 lentelėje.

11 lentelė. Pradinės žaliavos duomenys.

| | t/per metus | kg/diena | kg/h | kg/s | CBD koncentracija, % |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------|---------|----------------------|
| Pradinė žaliava | 200 | 569,80 | 23,74 | 0,00659 | 30 |
| Gryno CBD pradinėje žaliavoje kiekis | 60,00 | 170,94 | 7,12 | 0,00198 | |

Remiantis tyrimų duomenimis buvo sudarytas apytikris masės balansas, apskaičiuojant kiek aukštos kokybės distiliato ir gryno CBD distiliate gausime per metus. Šie duomenys pateikti 12 lentelėje.

12 lentelė. Masės balansas.

| | t/per metus | kg/diena | kg/h | kg/s | Distiliato/likučio išeiga nuo pradinės žaliavos, % | CBD koncentracija, % |
|---|-------------|----------|---------|----------|--|----------------------|
| Pirmas distiliatas (terpenai ir tirpikliai) | 2 | 5,70 | 0,24 | 0,00007 | 1 | 1 |
| CBD kiekis distiliate | 0,02 | 0,06 | 0,0024 | 0,000001 | | |
| Likučio kiekis po pirmos pakopos | 198 | 564,10 | 23,5043 | 0,00653 | 99 | 30,29 |
| Antras distiliatas | 56 | 159,54 | 6,65 | 0,00185 | 28 | 57 |
| CBD kiekis distiliate | 31,92 | 90,94 | 3,79 | 0,00105 | | |
| Likučio kiekis po antros pakopos | 142 | 404,56 | 16,86 | 0,00468 | 71 | 20 |
| Trečias distiliatas | 36 | 102,56 | 4,27 | 0,00119 | 18 | 72 |
| CBD kiekis distiliate | 25,92 | 73,85 | 3,08 | 0,00085 | | |
| Galutinis likutis (vaškai, chlorofilai ir t.t.) | 106 | 301,99 | 12,58 | 0,00350 | 53 | 2,02 |
| CBD kiekis likutyje | 2,14 | 6,10 | 0,25 | 0,00007 | | |

4.1.3. Technologinės įrangos schema

Technologinė linija pateikta A1 formatu 4 priede.

Atsidarius valdymo vožtuvui VC-01 termiškai izoliuotas vandens rezervuaras T-02 užpildomas vandeniu. Vandens siurbliu PC-01 vanduo tiekiamas į elektrinį šilumokaitį HE-05, kuriame vandens srautas pašildomas iki 35-60°C temperatūros. Pašildytas vanduo teka į K-03 vidinį kondensatorių, K-02 vidinį kondensatorių ir HE-01 išorinį kondensatorių. Vanduo pratekėjęs pro kondensatorius toliau tiekiamas į žaliavos talpos su maišykle T-01 apvaskalą. Iš jo vanduo teka į aušintuvą HE-06, kuriame vanduo ataušinamas iki HE-05 užsiduotos temperatūros. Ataušintas vanduo gražinamas į T-02 talpą.

Po devaškacijos proceso, žaliava tiekiamą į T-01 talpą. Šildomas apvaskalas ir maišyklė palaiko žaliavą homogenišką skystame, mažos klampos būvyje. Plonos plėvelės garintuvo K-01 ir trumpo kelio garintuvų K-02 ir K-03 apvaskalai yra užpildyti termo alyva. T-03, T-05, T-07 talpoje esanti termo alyva yra recirkuliuojama pro kaitintuvus, garintuvų apvaskalus ir atgal į tepalo talpą, palaikant nustatytą temperatūrą. Žematemperatūre gaudyklėse HE-02, HE-03 ir HE-04 palaikoma -60°C ar žemesnė temperatūra užtikrinant vakuuminių siurblių PV-01, PV-02 ir PV-03 alyvos apsaugą nuo į siurblių galinčių patekti tirpiklių ar kitų lakių komponentų. Pirmoje pakopoje palaikomas 1mbar slėgis. Antroje ir trečioje pakopose palaikomas 0,01mbar.

Distiliatoriams palaikant darbinį slėgį ir temperatūrą, PG-01 krumpliaratiniu siurbliu srautas tiekiamas į pirmą pakopą, kurioje temperatūra yra apie 170°C. Rotoriumi srautas išsklaidomas plona plėvele. Pirmas distiliatas yra sukondensuojamas vandeniu aušinamu kondensatoriumi HE-01 ir surenkamas S-01 separatoriuje. Nugaravę tirpikliai kondensuojami žematemperatūre gaudyklėse HE-02/03/04.

Iš pirmos pakopos krumpliaratiniu siurbliu PG-02 srautas tiekiamas į antrą pakopą kurioje temperatūra yra apie 190°C. Srautą išsklaidžius ant garintuvo sienelių, dalis kanabinoidų garuoja ir kondensuojasi ant vidinio kondensatoriaus aušinamo cirkuliuojančiu vandeniu. Kondensatas teka žemyn vidiniu kondensatoriumi ir krumpliaratiniu siurbliu PG-03 transportuojamas į antro distiliato surinkimo talpą. Distiliacijos likutis siurbliu PG-04 tiekiamas į trečią pakopą.

Analogiškai antrai pakopai, trečioje pakopoje yra sukondensuojamas aukščiausios CBD koncentracijos distiliatas, kuris PG-05 siurbliu surenkamas į trečio distiliato talpą. Garintuvo sienelėmis nutekėję vaškai, chlorofilas ir kiti junginiai PG-06 siurbliu transportuojami į galutinio likučio talpą.

4.2. Statybiniai sprendimai

Pagal statybos techninio reglamento straipsnio 1.01.03.2017 7.8 punktą projektuojamas gamybos ir pramonės paskirties pastatas [18]. Projektuojamam objektui parinkta lokacija esanti Kauno laisvojoje ekonominėje zonoje (LEZ), Veterinarų gatvėje. Dėl šių priežasčių nuspręsta rinktis šią vietą [1]:

1. Strategiškai patogi vieta;
2. parengti detalūs sklypų planai;
3. sklypuose atvesta reikalinga infrastruktūra;
4. patogus susisiekimas tiek automobiliu, tiek viešuoju transportu;
5. Kauno mieste esantis universitetas.

Objekte bus vykdoma veikla perdirbant *Cannabis Sativa* ekstraktus į aukštesnės vertės koncentratu daugiapakopės molekulinės distiliacijos būdu.

Projektą planuojama įvykdyti per 10 mėnesių. Pastatas susiskirstytas į keturias dalis:

1. administracinės patalpos;
2. pagalbinės patalpos;
3. gamybinės patalpos;
4. žaliavos ir produkto sandėliavimo patalpos

Bendrieji statinio techniniai rodikliai pateikiami 13 lentelėje.

13 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai [2]

| Eil. Nr. | Pavadinimas | Mato vienetas | Kiekis |
|--|---|----------------|--|
| 1 | I. Sklypas | | |
| | 1.1 sklypo plotas | ha | 0,56 |
| | 1.2 statinio užimtas žemės plotas | m ² | 931,21 |
| | 1.3 apželdintas žemės plotas | m ² | 2487,38 |
| | 1.4 automobilių stovėjimo aikštelė | vnt. | 21 |
| | 1.5 sanitarinės (apsaugos) zonos plotis | m | 0 |
| 2 | II. Pastatai | | |
| | 2.1 paskirties rodikliai | | Produkcijos gamyba – 200 t/m, darbuotojų skaičius - 28 |
| | 2.2 bendras plotas: | m ² | 894,25 |
| | 2.2.1 pagrindinis | m ² | 460,6 |
| | 2.2.2 pagalbinis | m ² | 433,65 |
| | 2.3 aukštų skaičius | vnt | 1 |
| | 2.4 pastato aukštis | m | 7,4 |
| 2.5 pastato atsparumas ugniai (I, II ar III) | MJ/ m ² | I | |

4.2.1. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara

Projektuojamas pastatas yra 37,1 metrų ilgio ir 25,1 metrų pločio. Gamybinės dalies statinio aukštis – 7,4 metrai, administracinių patalpų statinio dalies aukštis – 4,32 metrai su 3° stogo nuolydžiu. Gamybinių patalpų aukštis – 5,7 metro, administracinių – 2,5 m. Užimamas sklypo plotas – 0,56 ha.

Konstrukcijos

Projektuojamam statiniui buvo pasirinktos gelžbetoninės 500x500 mm kolonos.

Stogas

Pastato stogas konstruojamas ant metalinės stogą laikančios konstrukcijos. Konstrukcijai parinktos lengvo metalo sijos. Jos tvirtinamos ant kolonų. Stogui parinktas 4° nuolydis. Stogui parinkta profiliuotos skardos danga, kurią tvirtina prie plieninių brūselių (6000x70x200mm).

Stogo šiluminei izoliacijai naudojama 150 mm *PAROC ROS 30* plokštė. Ant šios izoliacinės plokštės montuojama 0,20 mm *PAROC XMV 020bas* orą ir garus izoliuojantis sluoksnis. Ant jo dedama 20 mm *PAROC ROB 60* viršutinė termoizoliacinė plokštė. Visas šilumą izoliuojantis sluoksnis susidedantis iš trijų plokščių padengiamas hidroizoliacine danga [19]

Pagrindas ir grindys

Grindų danga rengiama ant sutankinto natūralaus grunto, ant kurio įrengiamas 200 mm drenuojantis sluoksnis. Grindys apšildomos 100 mm *PAROC GRS 20* plokštėmis. *PAROC GRS 20* plokštės pasižymi gera šilumos izoliacija, yra nedegios [19]. Ant šių plokščių įrengiamas 10 mm skiriamasis sluoksnis ir liejamas 70 mm armuotas išlyginamasis sluoksnis.

Armuotas išlyginamasis sluoksnis padengiamas 5 mm klijų sluoksniu, ant kurio dengiama 9 storio *Flowfresh HF* grindų danga. Ši danga pasižymi atsparumu aukštai temperatūrai, bakterinei taršai, cheminėms medžiagoms. Ji gali pakelti didelį mechaninį spaudimą, o paviršius lengvai valomas ir dezinfekuojamas [20].

Sienos

Gamybinių patalpų sienų šerdis sudaro 2x120mm *PAROC CEL 50CS100* nedegios, šilumą izoliuojančios plokštės. Išorinių sienų paviršius padengiamas 10 mm plakiruotais plieno lakštais. Dedama 20 mm *PAROC FPS 17* plokštė apsaugai nuo ugnies ir 30 mm *PAROC Cortex b* vėdinamų ativarų plokštė [19]. Vidinės gamybinių patalpų sienos padengiamos lengvai valoma, sustiprinta stiklo pluoštu poliesterio danga Glasbord [21].

Administracinių patalpų sienos apšiltinamos 2x130 mm *PAROC CEL 50CS100* plokščių sluoksniu. Montuojamas 30 mm *PAROC Cortex b* plokštės apsaugai nuo vėjo. Išorinės sienos dengiamos 10 mm plakiruotais plieno lakštais. Vidinės sienos apipavidalinamos dailylentėmis.

Durys, vartai ir langai

Projektuojamame pastate yra trys įėjimai/išėjimai. Įėjimai/išėjimai projektuojami su *Hiperionas* plastikinėmis durimis. Jos gaminamos naudojant *GEALAN* profilių sistema. Durys pasižymi atsparumu UV spinduliams bei smūgiams. Durų šilumos laidumo koeficientas – 1,29 W/m²K [22].

Pastate numatomi treji *Ryterna* segmentiniai *Ultra Termo* pakeliami pramoniniai vartai – žaliavos, tarų ir produkcijos sandėliavimo patalpoms. Poliuretano izoliacinis sluoksnis teikia žemą šilumos laidumo koeficientą – $0,5\text{W/m}^2\text{K}$. Sumažinti šilumos nuostolius į aplinką šiuose vartuose yra montuojama dviguba sandarinamoji guma [23].

Pastate numatoma įmontuoti 10 *PLAZA Thermo Superior A+* klasės plastikinių langų. Šie langai turi *KOMMERLING 88 plus* profilį, kuris pasižymi geromis šilumos laidumo savybėmis, kurios gali būti iki $0,8\text{W/m}^2\text{K}$. Langas komplektuojamas su trijų stiklų paketu [24].

Parkavimo vietos

Projektuojamo pastato sklype planuojama išasfaltuoti ir įrengti 21 parkavimosi vietą, iš kurių 2 vietos bus skirtos neįgaliems žmonėms. Likusi sklypo dalis bus apželdinta ir apsodinta medžiais

4.2.2. Bendrųjų statinio (pastato) inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendiniai

Į sklypą yra atvesti visos reikalingos inžinerinės sistemos, tad bus jungiamasi prie bendrų elektros, vandens, dujų ir nuotekų tinklų. Nėra planuojama, jog įmonė turės nuosavus elektros šaltinius ar nuotekų valymo įrengimus. Pastate planuojamas įrenginys – daugiapakopis molekulinis distiliatorius.

4.2.3. Orientacinės statinio naujos statybos darbų kainos apskaičiavimas

Projektuojamo statinio orientacinės statybos darbų kainos pateiktos 14 lentelėje [2]

14 lentelė. Orientacinė statinio naujos darbų kainos suvestinė [2].

| Išlaidų aprašymas | Kaina, € | | | Iš viso (su PVM) |
|---|---------------------------------|------------|----------------|---------------------|
| | Statybos ir montavimo darbai | Įrenginiai | Kitos išlaidos | |
| I. Statybos sklypas | | | | 55 000 |
| II. Statybos sklypo paruošimas | 11 200 | | | 11 200 |
| III. Statinio statyba ir įrengimas | 560 000 | 953 000 | | 1 513 000 |
| IV. Projektavimo ir inžinerinės paslaugos | | | 40 530 | 40 530 |
| V. Kitos išlaidos | - | - | - | - |
| VI. Rezervas | - | - | - | - |
| Iš viso pagal I–VI skyrius | 579 000 | 953 000 | 40 530 | 1 619 730 |

Darbo gale pateikiami brėžiniai:

1 priedas – Pastato plano brėžinys, 2 priedas – Pastato pjūvių A-A ir B-B brėžiniai, 3 priedas – Pastato situacijos plano brėžinys

4.3. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

Daugumoje šalių kalba apie kanapes vis dar opi tema. Todėl molekulinė distiliacija išgaunant aukštos vertės CBD koncentratas iš *Cannabis sativa* ekstraktų pasaulyje vis dar yra pakankamai nauja pramonės šaka. Kadangi ši pramonės šaka yra pakankamai jauna, ji turi savų plusų, tačiau ir savų minusų.

Didžiausią neigiamą poveikį kuriant šios srities pramonę turi maži kiekiai informacijos apie *Cannabis sativa* perdirbimą. Dauguma įmonių užsiimančios šia veikla yra pakankamai naujos. Kadangi veikla vis dar nėra gerai iširta įmonės stengiasi neatskleisti savo komercinių paslapčių, o naujai besikuriančios įmonės turi savarankiškai atrasti optimaliausią technologijos variantą.

Tačiau turint reikiamus įrankius ši pramonės šaka turi nemažai plusų. Vienas iš jų yra tai, jog rinkoje nėra didelės konkurencijos, tad pateikti ir realizuoti pagamintą produktą rinkoje yra lengviau. Ši priežastis lėmė, jog bus projektuojama įmonė pajėgi per metus sukcentruoti 200 t *Cannabis sativa* ekstrakto.

Kadangi gaminamas produktas yra vartojamas kaip maisto papildas, gamybai yra taikomi GMP reikalavimai užtikrinti aukštą produkto kokybę.

Tam, kad būtų įvertintas šio projekto rentabilumas ir kaštai atliekami finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai. Pasitelkus gautus duomenis sprendžiama ar šis projektas pasiteisina [2]

4.3.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Šis projektas rengiamas naujai, jis neturi įstatinio kapitalo, tad ieškomi investicijų šaltiniai. Tam, kad finansuoti šį projektą pasirenkama bankų ilgalaikės ir trumpalaikės paskolos turtui įsigyti. 15 lentelėje pateikiami projekto kaštai (kaštai ilgalaikiam ir trumpalaikiam turtui įsigyti, statybos ir montavimo darbų kaštai bei kiti kaštai) ir finansavimo šaltiniai.

15 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai [2].

| Projekto kaštai | | Finansavimo šaltiniai | |
|---|------------|---|------------|
| Struktūra | tūkst. Eur | Struktūra | tūkst. Eur |
| 1. Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms | 953,00 | 1. Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai | |
| 2. Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms | 24477,66 | 2. Paskolos: | |
| 3. Statybos, montavimo darbų kaštai | 666,73 | ilgalaikės | 24402,91 |
| | | trumpalaikės | 2711,43 |
| 4. Kiti kaštai | 1016,96 | 3. Nuosavos įmonės lėšos | – |
| Viso kaštų: | 27114,34 | Viso šaltinių: | 27114,34 |

4.3.2. Trumpalaikio turto vertės skaičiavimas

Reikalingos pagaminti produktui žaliavų sąnaudos priskiriamos prie trumpalaikio turto [2].

Kadangi sunku prognozuoti gamybos apimtį augimą dėl gaminamo neįprasto produkto, yra pasirenkamas pastovus gamybos prieaugio koeficientas, be augimo. Trumpalaikio turto poreikis pateikiamas 16 lentelėje.

16 lentelė. Trumpalaikio turto poreikis [2].

| Rodiklis | Projekto gyvavimo metai | | | | | | |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Gamybos apimtis, t | - | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 2. Gamybos prieaugio koeficientas | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3. Apyvartinių lėšų metinis poreikis, tūkst. Eur | 24065,60 | 24065,60 | 24065,60 | 24065,60 | 24065,60 | 24065,60 | 24065,60 |
| 4. Apyvartinių lėšų papildomas poreikis, tūkst. Eur | - | | | | | | |
| 5. Apyvartinės lėšos, tūkst. Eur* | 12032,80 | 12032,80 | 12032,80 | 12032,80 | 12032,80 | 12032,80 | 12032,80 |

* Apyvartinis kapitalas formuojamas baziniais (investicijų) metais: tam yra skiriama 50 % apyvartinių lėšų sumos, reikalingos pirmaisiais projekto gyvavimo metais [2].

Planuojant gamybos planavimo procesą yra nustatoma gamybos apimtis natūriniais vienetais prekės gyvavimo ciklui (vidutiniškai penkerių metų laikotarpiui). Brandos stadijoje gamybos įsisavinimo koeficientas lygus 1 [2].

Metų planas yra perdirbti 200 t *Cannabis sativa* ekstrakto. Antros ir trečios pakopos distiliatų išeiga yra 47%. Iš viso planuojama gauti apie 94 tonas antros ir trečios pakopos distiliatų. Taip pat 106 t šalutinio produkto. Produktai pakuojami į 50 kg talpos plastikines talpas, tad atitinkamai pagrindinio produkto pagaminama 1880 vnt., o šalutinio – 2120 vnt. Produkcijos apimtis ir realizacinės pajamos pateikiamos 17 lentelėje.

17 lentelė. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos [2].

| Rodikliai | Gamybos įsisavinimo koeficientas | Gaminiai | | Viso, tūkst. € |
|--|----------------------------------|--------------------|------------------------|----------------|
| | | Pagr. Produktas, t | Šalutinis produktas, t | |
| 1. Produkcijos gamybos (pardavimo) apimtis brandos stadijoje, vnt. | 1 | 94 | 106 | |
| 2. Gaminio kaina, € | | 1170,00 | 140,00 | |
| 3. Realizacinės pajamos brandos stadijoje, tūkst. € | - | - | - | 2496,40 |
| 4. Realizacinės pajamos pirmaisiais projekto gyvavimo metais, tūkst. € | 0,8 | 936,00 | 112,00 | 1997,12 |

4.3.3. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Apsibrėžus gamybos planą, toliau galima vykdyti medžiagų, energijos, žaliavų, darbo bei kitų išteklių poreikio skaičiavimus. Įvertinus gamybos išteklių poreikį galima apskaičiuoti tiesiogines ir netiesiogines gamybos išlaidas kiekvieniems gyvavimo metams. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms pateikiamos 18 lentelėje [2].

18 lentelė. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms [2].

| Medžiagos (žaliavos) pavadinimas | Gamybos planas, vnt. | Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, natūriniais vienetais | Medžiagos kaina, Eur/vnt. | Medžiagos poreikis, natūriniais vienetais | Medžiagų kaštai | |
|----------------------------------|----------------------|--|---------------------------|---|-------------------|------------------|
| | | | | | gaminio, Eur/vnt. | viso, tūkst. Eur |
| CBD ekstraktas* | 4000 | 1 | 500 | 12 | 6000 | 24000 |
| Etiketės | 4000 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,8 |
| Taros, 50kg | 4000 | 1 | 16 | 1 | 16 | 64 |
| Epindorfai | 4000 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,8 |
| Viso: | | | | | 6016,4 | 24065,6 |
| Antrais metais | | | | | | |
| Viso: | | | | | 6016,4 | 24065,6 |
| Trečiais metais | | | | | | |
| Viso: | | | | | 6016,4 | 24065,6 |
| Ketvirtais metais | | | | | | |
| Viso: | | | | | 6016,4 | 24065,6 |
| Penktais metais | | | | | | |
| Viso: | | | | | 6016,4 | 24065,6 |
| Šeštais metais | | | | | | |
| Viso: | | | | | 6016,4 | 24065,6 |

*CBD ekstraktas pakuotėse, kurios yra po 50 kg.

Taip pat įvertinamos tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui, kurios pateikiamos 19 lentelėje [2].

19 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui [2].

| Gaminys, profesijos | Metinė gamybos apimtis, t. | Laiko norma arba išdirbio norma | Programos darbo imlumas, tūkst. h | Darbininkų skaičius | Valandinis tarifinis atlygis, Eur/val. | Vienetinis įkainis, Eur/vnt . | Bendras darbo užmokes- tis, tūkst. Eur | Atskaitymai soc. draudimui, tūkst. Eur |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--|-------------------------------|--|--|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>10</i> | <i>11</i> |
| Pirmais metais | | | | | | | | |
| Pagrindinis produktas | 94 | 70 | 3421,6 | 28 | 9 | 2,7 | 862,4 | 192,28 |
| Šalutinis produktas | 106 | 70 | 3561,6 | 28 | 9 | 2,7 | 897,52 | 200,15 |
| Antrais metais | | | | | | | | |
| Pagrindinis produktas | 94 | 70 | 3421,6 | 28 | 9 | 2,7 | 862,4 | 192,28 |
| Šalutinis produktas | 106 | 70 | 3561,6 | 28 | 9 | 2,7 | 897,52 | 200,15 |
| Trečiais metais | | | | | | | | |
| Pagrindinis produktas | 94 | 70 | 3421,6 | 28 | 9 | 2,7 | 862,4 | 192,28 |
| Šalutinis produktas | 106 | 70 | 3561,6 | 28 | 9 | 2,7 | 897,52 | 200,15 |
| Ketvirtais metais | | | | | | | | |
| Pagrindinis produktas | 94 | 70 | 3421,6 | 28 | 9 | 2,7 | 862,4 | 192,28 |
| Šalutinis produktas | 106 | 70 | 3561,6 | 28 | 9 | 2,7 | 897,52 | 200,15 |
| Penktais metais | | | | | | | | |
| Pagrindinis produktas | 94 | 70 | 3421,6 | 28 | 9 | 2,7 | 862,4 | 192,28 |
| Šalutinis produktas | 106 | 70 | 3561,6 | 28 | 9 | 2,7 | 897,52 | 200,15 |
| Šeštais metais | | | | | | | | |
| Pagrindinis produktas | 94 | 70 | 3421,6 | 28 | 9 | 2,7 | 862,4 | 192,28 |
| Šalutinis produktas | 106 | 70 | 3561,6 | 28 | 9 | 2,7 | 897,52 | 200,15 |

Sąnaudos elektrai yra priklausomos nuo įrenginių galios ir kiekio. Parenkant technologinę įrangą (žr. 4.1 poskyrį) yra pateikiamos kai kurių įrenginių technologinės specifikacijos rastos literatūroje. Tiesioginės išlaidos elektros energijai pateikiamos 20 lentelėje [2].

20 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai [2].

| Įrengimų pavadinimas ir markė | Įrengimų skaičius, vnt. | Variklio galia, kW | Darbo valandų skaičius metuose, h | Elektros energijos poreikis, kW | 1 kWh kaina, Eur | Išlaidos elektros energijai, tūkst. Eur |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7=2x3x4x5x6 |
| Pirmais metais | | | | | | |
| Distiliatoriaus sistema | 3 | 66 | 8424 | 555984 | 0,149 | 82,84 |
| Krumpliaratinis siurblys | 6 | 0,37 | 8424 | 3116,88 | | 0,46 |
| Elektrinis šilumokaitis | 1 | 3 | 8424 | 25272 | | 3,77 |
| Vakuuminis siurblys | 3 | 0,37 | 8424 | 3116,88 | | 0,46 |
| Elektrinis spiralinis aušintuvas | 2 | 1 | 8424 | 8424 | | 1,26 |
| Vandens aušintuvas | 1 | 2 | 8424 | 16848 | | 2,51 |
| Cirkuliacinis vandens siurblys | 1 | 0,37 | 8424 | 3116,88 | | 0,46 |
| Laboratorinė įranga | 5 | 0,5 | 4000 | 2000 | | 0,30 |
| Viso: | 22 | 73,61 | 62968 | 617878,64 | | 0,149 |
| Antrais metais | | | | | | |
| Viso: | 22 | 73,61 | 8424 | 617878,64 | 0,149 | 92,06 |
| Trečiais metais | | | | | | |
| Viso: | 22 | 73,61 | 8424 | 617878,64 | 0,149 | 92,06 |
| Ketvirtais metais | | | | | | |
| Viso: | 22 | 73,61 | 8424 | 617878,64 | 0,149 | 92,06 |
| Penktais metais | | | | | | |
| Viso: | 22 | 73,61 | 8424 | 617878,64 | 0,149 | 92,06 |
| Šeštais metais | | | | | | |
| Viso: | 22 | 73,61 | 8424 | 617878,64 | 0,149 | 92,06 |

Šio proceso metu vandens sąnaudos yra minimalios, vanduo cirkuliuoja uždaroje sistemoje. Sumažinti bakterijų dauginimąsi vandens sistemoje, vanduo periodiškai užkaitinamas arba atnaujinamas.

4.3.4. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Netiesioginiai gamybos kaštai susideda iš su gamyba nesusijusiomis, bet sąlygas gamybai sudarančiomis išlaidomis bei sąnaudomis. Prie šių išlaidų yra priskiriama pagrindinių priemonių ir įrengimų amortizacija. Nusidėvėjimas yra skaičiuojamas tiesiniu būdu (žr. 21 lentelę). Priimama, jog kiekvienais metais amortizaciniai nuostoliai bus vienodi. Atliekant skaičiavimus priimama, jog likvidacinės įrenginių vertės yra 10 % pradinės vertės. Skaičiavimams naudojama 6.1 lygtis [2].

$$A_m = \frac{F_{is} - F_{lv}}{T}; \quad (6.1)$$

čia: A_m – amortizaciniai atskaitymai nusidėvėjimui padengti, tūkst. Eur, F_{is} – įsigijimo vertė, tūkst. Eur; F_{lv} – likvidacinė vertė, tūkst. Eur; T – naudingo naudojimo laikas, metais [2].

21 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija) [2].

| Ilgalaikio turto rūšis | Vieneto kaina, tūkst. Eur | Vienetų skaičius | Įsigijimo vertė, tūkst. Eur | Normatyvinė eksploatavimo trukmė | Nusidėvėjimo suma, tūkst. Eur metams | | | | | | Likutinė vertė, tūkst. Eur | |
|----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|--|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| Žemės sklypas | | | 66,2 | 40 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 64,21 | |
| Pastatas | | | 600,53 | 40 | 30,03 | 30,03 | 30,03 | 30,03 | 30,03 | 30,03 | 450,37 | |
| Įrengimai | | | | | | | | | | | | |
| Distiliatoriai | 874 | 1 | 874 | 10 | 78,66 | 78,66 | 78,66 | 78,66 | 78,66 | 78,66 | 402,04 | |
| Krumpliaratinis siurblys | 3 | 6 | 18 | 5 | 3,24 | 3,24 | 3,24 | 3,24 | 3,24 | 3,24 | -1,44 | |
| Elektrinis šilumokaitis | 2 | 1 | 2 | 5 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | -0,16 | |
| Vakuuminis siurblys | 6 | 2 | 12 | 6 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,2 | |
| Elektrinis spiralinis aušintuvas | 5 | 2 | 10 | 5 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | -0,80 | |
| Vandens aušintuvas | 1 | 1 | 1 | 5 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | -0,80 | |
| Cirkuliacinis vandens siurblys | 1 | 1 | 1 | 5 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | -0,80 | |
| Laboratorinė įranga | 7 | 5 | 35 | 8 | 3,94 | 3,94 | 3,94 | 3,94 | 3,94 | 3,94 | 11,38 | |
| Viso: | 899 | | 953 | | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 412,06 | |

Apskaičiuotos gamybos išlaidos pateikiamos 22 lentelėje [2].

22 lentelė. Gamybos kaštai [2].

| Kaštų rūšys | Gamybos kaštai, tūkst. Eur | | Viso, tūkst. Eur |
|---|----------------------------|---------------------|------------------|
| | Pagrindinis produktas | Šalutinis produktas | |
| <i>Brandos stadijoje</i> | | | |
| 1. Pagrindinės medžiagos | 24065,60 | | 24065,60 |
| 2. Energija technologijai | 92,06 | | 92,06 |
| 3. Gamybinių darbininkų darbo užmokestis | 862,24 | 897,52 | 1759,77 |
| 4. Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui | 192,28 | 200,15 | 392,43 |
| 5. Gamybinės netiesioginės išlaidos | 254,09 | 550,39 | 804,48 |
| Viso gamybos kaštų | 13870,60 | 13243,74 | 27114,34 |
| Produkcijos gamybos planas, t | 94 | 106 | 200 |
| Gaminio gamybinė savikaina | 147,56 | 124,94 | 272,50 |
| <i>Pirmais projekto gyvavimo metais</i> | | | |
| Viso gamybos kaštų | 13870,60 | 13243,74 | 27114,34 |
| Gaminio gamybinė savikaina | 147,56 | 124,94 | 272,50 |
| <i>Antrais projekto gyvavimo metais</i> | | | |
| Viso gamybos kaštų | 13870,60 | 13243,74 | 27114,34 |
| Gaminio gamybinė savikaina | 147,56 | 124,94 | 272,50 |
| <i>Trečiais projekto gyvavimo metais</i> | | | |
| Viso gamybos kaštų | 13870,60 | 13243,74 | 27114,34 |
| Gaminio gamybinė savikaina | 147,56 | 124,94 | 272,50 |
| <i>Ketvirtais projekto gyvavimo metais</i> | | | |
| Viso gamybos kaštų | 13870,60 | 13243,74 | 27114,34 |
| Gaminio gamybinė savikaina | 147,56 | 124,94 | 272,50 |
| <i>Penktais projekto gyvavimo metais</i> | | | |
| Viso gamybos kaštų | 13870,60 | 13243,74 | 27114,34 |
| Gaminio gamybinė savikaina | 147,56 | 124,94 | 272,50 |
| <i>Šeštais projekto gyvavimo metais</i> | | | |
| Viso gamybos kaštų | 13870,60 | 13243,74 | 27114,34 |
| Gaminio gamybinė savikaina | 147,56 | 124,94 | 272,50 |

Gamybinė savikaina gaminiui parodo vieno gaminio gamybos išlaidas ir apskaičiuojama dalijant visą gaminio gamybos kaštų sumą iš jo gamybos apimties [2].

4.3.5. Veiklos kaštai

Į veiklos kaštus (sąnaudos) yra įtraukiamos šios išlaidos: pagalbinių medžiagų ir administracijos patalpų išlaikymo išlaidos, administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atsiskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, administracijos patalpų apšvietimo, apšildymo, vandens ir energijos buitiniams reikmėms išlaidos, administracijos pagrindinių priemonių amortizaciniai atsiskaitymai, paslaugos, produkcijos realizavimo išlaidos, mokesčiai, rinkliavos ir kitos išlaidos [2].

Nustatant veiklos kaštų dydį buvo priimta, jog jie sudaro 20 % gamybos kaštų. Duomenys pateikti 23 lentelėje.

23 lentelė. Veiklos kaštai [2].

| Produktas | Gamybos kaštai, tūkst. Eur | Priimami procentai, % | Veiklos kaštai, tūkst. Eur |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Pirmais projekto veiklos metais | | | |
| Pagrindinis produktas | 13884,12 | 20 | 2776,82 |
| Šalutinis produktas | 13320,38 | 20 | 2664,08 |
| Antrais projekto veiklos metais | | | |
| Pagrindinis produktas | 13884,12 | 20 | 2776,82 |
| Šalutinis produktas | 13320,38 | 20 | 2664,08 |
| Trečiais projekto veiklos metais | | | |
| Pagrindinis produktas | 13884,12 | 20 | 2776,82 |
| Šalutinis produktas | 13320,38 | 20 | 2664,08 |
| Ketvirtais projekto veiklos metais | | | |
| Pagrindinis produktas | 13884,12 | 20 | 2776,82 |
| Šalutinis produktas | 13320,38 | 20 | 2664,08 |
| Penktais projekto veiklos metais | | | |
| Pagrindinis produktas | 13884,12 | 20 | 2776,82 |
| Šalutinis produktas | 13320,38 | 20 | 2664,08 |
| Šeštais projekto veiklos metais | | | |
| Pagrindinis produktas | 13884,12 | 20 | 2776,82 |
| Šalutinis produktas | 13320,38 | 20 | 2664,08 |

4.3.6. Finansinės ir investicinės sąnaudos

Finansines ir investicines veiklos sąnaudas sudaro ilgalaikės ir trumpalaikės paskolų palūkanos, kurių vertės atitinkamai yra 5,5 % ir 7,8 %. Ilgalaikės ir trumpalaikės paskolų ir palūkanų grąžinimo planas pateikiamas 24 lentelėje [2].

24 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas [2].

| Rodiklis | Projekto gyvavimo metai | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|---------|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Paskolos suma, tūkst. Eur. | 27204,50 | 21763,60 | 16322,70 | 10881,80 | 5440,90 | 0 | 0 |
| ilgalaikė | 24484,05 | 19587,24 | 14690,43 | 9793,62 | 4896,81 | 0 | 0 |
| trumpalaikė | 2720,45 | 2176,36 | 1632,27 | 1088,18 | 544,09 | 0 | 0 |
| 2. Metinė palūkanų norma, % | | | | | | | |
| ilgalaikė | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| trumpalaikė | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 |
| 3. Palūkanos, tūkst. Eur. | | | | | | | |
| ilgalaikės | 1346,62 | 1077,30 | 807,97 | 538,65 | 269,32 | 0 | 0 |
| trumpalaikės | 212,20 | 169,76 | 127,32 | 84,88 | 42,44 | 0 | 0 |
| Viso: | 1558,82 | 1247,05 | 935,29 | 623,53 | 311,76 | 0 | 0 |

4.3.7. Gaminių kainos skaičiavimas

Atlikus visus sąnaudų skaičiavimus įvertinama gaminių kaina, tam kad būtų galima planuoti gautinas pajamas. Gaminių kaina skaičiuojama įvertinant pilnas gamybinės išlaidas ir planuojamą pelno normą (rentabilumą), kuri negali būti mažesnė nei 5 %. Gaminių kainos skaičiavimo rezultatai pateikiami 25 lentelėje [2].

25 lentelė. Gaminių kainų apskaičiavimas

| Gaminiai | Gaminių gamybinė savikaina, tūkst. Eur | Gaminiui, tenkančios veiklos sąnaudos, tūkst. Eur | Gaminiui, tenkančios investicinės veiklos sąnaudos, tūkst. Eur | Gaminių pilnoji savikaina, tūkst. Eur | Pelnas | | Viso |
|-----------------------|--|---|--|---------------------------------------|--------|-----------------|----------------|
| | | | | | % | tūkst. Eur/vnt. | tūkst. Eur/vnt |
| Pagrindinis produktas | 147,56 | 29,51 | 5,90 | 182,97 | 21 | 38,42 | 221,40 |
| Šalutinis produktas | 124,94 | 24,99 | 5,00 | 154,93 | 6 | 9,30 | 164,22 |

4.3.8. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Pardavimų apimtys ir parduodamos produkcijos gamybos kaštų skirtumas parodo koks yra bendras pelnas. Norint gauti veiklos pelną (nuostolius) iš bendro pelno atimamos veiklos sąnaudos. Vienas iš svarbiausių skaičiuojamųjų dydžių yra grynas pelnas. Tai pelnas, kuris lieka įmonei, iš jos atskaičius pelno mokestį, kuris yra 15 % nuo apmokestinamo pelno sumos [2]. Prognozuojama, jog kiekvienais metais pradedant nuo antrųjų pardavimų apimtis kils 10%. Įmonės pelno (nuostolių) ataskaita pateikiama 26 lentelėje.

26 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst. Eur [2].

| Rodiklis | Projekto gyvavimo metai | | | | | |
|---|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Pardavimo apimtis | 38219,02 | 42040,92 | 46245,02 | 50869,52 | 55956,47 | 67707,33 |
| 2. Parduodamos produkcijos gamybos kaštai | 27114,34 | 27114,34 | 27114,34 | 27114,34 | 27114,34 | 27114,34 |
| 3. Bendras pelnas (nuostolis) | 11104,68 | 14926,58 | 19130,67 | 23755,18 | 28842,13 | 44652,28 |
| 4. Veiklos sąnaudos | 5422,87 | 5422,87 | 5422,87 | 5422,87 | 5422,87 | 5422,87 |
| 5. Veiklos pelnas (nuostolis) | 32796,15 | 36618,05 | 40822,15 | 45446,65 | 50533,60 | 62284,46 |
| 6. Finansinė ir investicinė veikla | | | | | | |
| 6.1. Pajamos | 5681,81 | 9503,71 | 13707,81 | 18332,31 | 23419,26 | 35170,12 |
| 6.2. Sąnaudos | 1553,65 | 1242,92 | 932,19 | 621,46 | 310,73 | 0,00 |
| 7. Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą | 31242,50 | 35375,13 | 39889,96 | 44825,19 | 50222,87 | 62284,46 |
| 8. Pelno mokestis | 4686,38 | 5306,27 | 5983,49 | 6723,78 | 7533,43 | 9342,67 |
| 9. Grynas pelnas (nuostolis) | 6418,30 | 9620,31 | 13147,18 | 17031,40 | 21308,70 | 35309,62 |

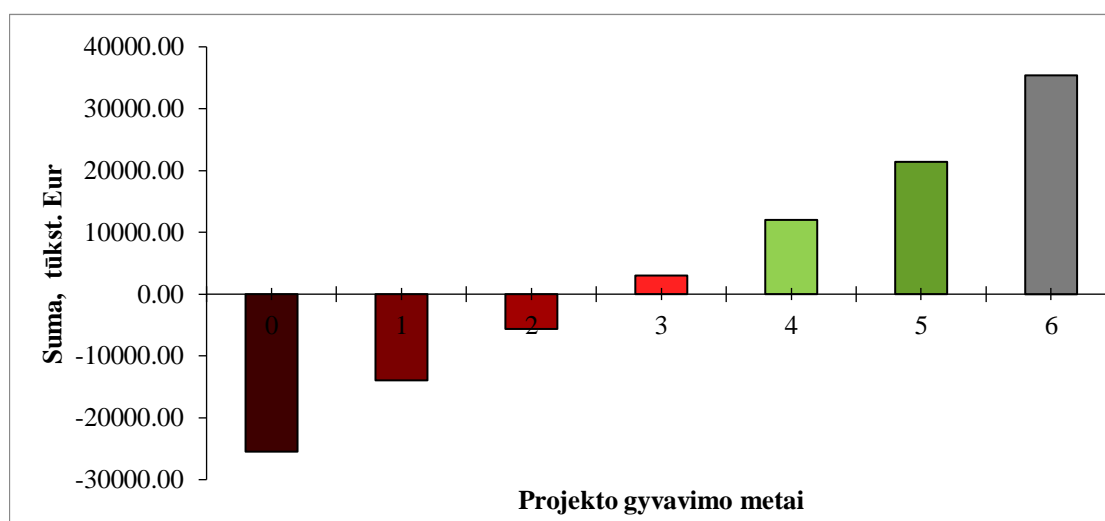
Atlikus įmonės pelno ataskaitą galima įvertinti įmonės finansinę būklę ataskaitiniu laikotarpiu (6 metai). Atlikus skaičiavimus ir sudarius finansinės būklės pakitimų ataskaitą, pateikiami per 6 metus gauti ir išleisti pinigai. Tam, kad būtų galima prognozuoti pinigų srautus, nustatomi atskiri pinigų srautai iš įmonės veiklos, iš investicinės veiklos ir finansinės veiklos. Įmonės veiklos pinigų srautai skaičiuojami prie grynojo pelno pridėdant nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudas, investicijas ir apyvartinį kapitalą, eliminavus finansinės ir investicinės veiklos sąnaudas. Skaičiavimai pateikiami 27 lentelėje [2].

27 lentelė. Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita, tūkst. Eur [2].

| Eil. Nr. | Rodikliai | „0“ metais | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------|---|------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| I. | Pinigų srautai iš įmonės veiklos | | | | | | | |
| 1.1. | Grynasis pelnas (nuostolis) | 0 | 6418,30 | 9620,31 | 13147,18 | 17031,40 | 21308,70 | 35309,62 |
| 1.2. | Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 90,16 | 90,16 |
| 1.3. | Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą | -27114,34 | -21691,47 | -16268,60 | -10845,74 | -5422,87 | 0,00 | 0,00 |
| 1.4. | Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas | 1553,65 | 1242,92 | 932,19 | 621,46 | 310,73 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos (1.1+1.2+1.3+1.4*) | -25470,53 | -13940,09 | -5625,94 | 3013,06 | 12009,42 | 21398,85 | 35399,77 |

4.3.9. Investicijų efektyvumo įvertinimas

Atlikus investicijų efektyvumo vertinimą matomas projekto rentabilumas. Jis pateikiamas 15 paveiksle.



15 pav. Projekto rentabilumas.

Pagal atliktus skaičiavimus pateiktus 27 lentelėje ir 15 paveikslą galima matyti jog įmonės veikla atsipirks per projekto gyvavimo šeštus metus.

4.3.10. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų skaičiavimas

Vidutinių svertinių kapitalo kaštų skaičiavimą atliekame pagal 6.2 lygtį [2]:

$$KK = W_{iS} * k_{iS} \quad (6.2)$$

Čia W_{iS} – svarumo koeficientas, parodantis įsiskolinimą; k_{iS} – įsiskolinimų (paskolos) kaštai.

Pagal kapitalo kaštus galima matyti kokią procentinę kapitalo dalį įmonė turi sumokėti viena ar kita forma už galimybę naudotis kapitalu [2].

Įsiskolinimų (paskolos) kaštai apskaičiuojami pagal 6.3 lygtį [2]:

$$k_{iS} = i * (1 - M) \quad (6.3)$$

$$k_{iS} = i * (1 - M) = 7,8 * (1 - 0,15) = 6,63$$

čia: i – palūkanų norma paskolai, %; M – vidutinė mokesčių norma (vidutiniškai 15%).

Apskaičiavus įsiskolinimų kaštus, pagal 6.2 lygtį apskaičiuojami vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai:

$$KK = W_{iS} * k_{iS} = 1 * 6,63 = 6,63$$

Svarumo koeficiento W_{iS} vertė priimama lygi 1, nes projekto kaštų finansavimo šaltinis yra tik vienas – banko paskola. Kadangi projektas yra naujas, prekiauti akcijomis nenumatoma. Esant tokiai situacijai privilegijuotųjų ir paprastųjų akcijų lyginamieji svoriai kapitalo struktūroje neskaičiuojami [2].

4.3.11. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas

Susumavus grynuosius grynujų pinigų srautus (GPS), diskontuotus pagal kapitalo kainą, gaunama grynoji esamoji vertė (GEV). Tai dydis parodantis visų projekto diskontuotų GPS sumą nuo nulinių metų. Jis apskaičiuojamas pagal 6.4 lygtį [2]:

$$GEV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t}; \quad (6.4)$$

čia: KK – kapitalo kaina/diskonto norma, vieneto dalimis; $\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t}$ – grynujų pinigų srautų, diskontuotų diskonto norma r , visų metų, pradedant nuliniiais, suma [2].

$$GEV = \frac{(-25470,53)}{(1+0,0663)^0} + \frac{6418,3}{(1+0,0663)^1} + \frac{9620,31}{(1+0,0663)^2} + \frac{13147,18}{(1+0,0663)^3} + \frac{17031,4}{(1+0,0663)^4} + \frac{21308,7}{(1)^5} + \frac{35309,62}{(1)^6} = 91569,88 \text{ tūkst. Eur}$$

Pagal apskaičiuotą GEV vertę, kuri yra teigiama, matoma, jog projektas yra efektyvus.

4.3.12. Vidinės pelno normos skaičiavimas

Vidinė pelno norma – tai diskonto norma r , kuri projekto būsimųjų grynujų pinigų įplaukų dabartinę vertę prilygina projekto būsimų išlaidų dabartinei vertei. Tai ekvivalentu tokiai išraiškai [2]:

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t} = 0 \quad (6.5)$$

Gauta pelno norma 43 % yra didesnė už KK (6,63). Iš to priimama, jog finansinė rizika šiam projektui neturėtų didelės įtakos [2].

4.3.13. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas

Pelningumo arba rentabilumo indeksas – tai pelno ir išlaidų santykis [2]:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{\left(\frac{GPS_i}{(1+KK)^n}\right)}{GPS_0}; \quad (6.6)$$

čia: $\frac{GPS_i}{(1+KK)^n}$ – diskontuotų GPS suma, pradedant pirmaisiais metais; GPS_0 – nulinių metų GPS.

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{\left(\frac{GPS_i}{(1+KK)^n}\right)}{GPS_0} = 4,66;$$

Pagal informaciją randamą literatūroje, žinoma, kad PI vertė turi būti didesnė nei vienetas tam, kad projektas būtų priimtinas. Kuo didesnė ši vertė tuo projektas priimtinesnis. Kadangi šiuo atveju PI vertė yra 4,66, galima teigti, jog projektas yra priimtinas [2].

4.3.14. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taškas – tai tokia pardavimo apimtis, kuriai esant bendrosios pajamos lygios visiems gamybos kaštams ir įmonės pelnas lygus nuliui. Lūžio taškas gaunamas apskaičiuojant pelningiausio gaminio išlaidas ir pardavimo pajamas [2].

Lūžio taško arba kritinę gamybinę apimtį dar galima rasti ir pagal 6.8 lygtį [2]:

$$B_{Lj} = \frac{PK_j}{c_j - kk_j}; \quad (6.8)$$

čia: B_{Lj} – j-ojo gaminio pardavimo apimtis lūžio taške, vnt.; PK_j – j-ajam gaminiui priskiriama visa pastoviųjų kaštų suma, tūkst. Eur; c_j – j-ojo gaminio vieneto kaina, tūkst. Eur; kk_j – j-ojo gaminio vieneto kintamieji kaštai, tūkst. Eur.

Lūžio taškas pateikiamas 28 lentelėje.

28 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas[2].

| Rodikliai | Pagrindinis produktas | Šalutinis produktas |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Pastoviųjų kaštų suma, tūkst. Eur | 2776,82 | 2664,08 |
| Gaminio kaina, tūkst. Eur | 221,61 | 165,17 |
| Gaminio kintamieji kaštai, tūkst. Eur | 147,70 | 125,66 |
| Lūžio taškas, vnt. | 37,57 | 67,43 |
| Pardavimų planas, vnt. | 94 | 106 |

Atlikus skaičiavimus randamas lūžio taškas. Jis bus tada, kai bus pagaminama 37,57 vnt. pagrindinio produkto ir 67,43 vnt. šalutinio produkto

4.4. Aplinkosauginis vertinimas

4.4.1. Bendrieji duomenys

Vertinant aplinkosauginius aspektus atsižvelgiama į visą gaminio būvio ciklą, nuo pradinės žaliavos gavimo iki atliekų šalinimo. Tam, kad įvertinti gaminio būvio ciklą būtina remtis nacionaliniais standartais. Šis vertinimas turi būti išsamus, jis reikalauja daug laiko. Dėl to šiame skyriuje nebus atliekama išsami analizė, bus pateikiama tik *Cannabis sativa* ekstraktų koncentravimo daugiapakope molekuline distiliacija aplinkosauginis vertinimas. Šiame procese žaliava yra tik *Cannabis sativa* ekstraktai [2]. Duomenys apie žaliavą pateikiami 29 lentelėje.

29 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavą [2, 25].

| Žaliavos pavadinimas | Kiekis naudojant objektą, t/metus | Cheminės medžiagos klasifikavimas | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------------|
| | | Kategorijos pavadinimas | Pavojaus nuoroda | Rizikos frazės, saugumo frazės |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <i>Cannabis sativa</i> ekstraktas | 200 | 89958-21-4 | - | - |

Cannabis sativa ekstraktų daugiapakopės molekulinės distiliacijos procese per metus sunaudojamas elektros energijos kiekis pateikiamas 30 lentelėje.

30 lentelė. Produkto gamybai sunaudojami energetiniai ištekliai [2].

| Produkcija | | Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai | | |
|---|------------------|---|----------------------|----------------------------|
| Pavadinimas | Kiekis per metus | Pavadinimas | Kiekis per metus, MW | šaltiniai |
| <i>Cannabis Sativa</i> ekstrakto koncentratas | 94 | Elektros energija | 617,88 | Vietiniai elektros tinklai |

Elektros energijos poreikiams patenkinti bus jungiamasi prie vietinių elektros tinklų. Pati įmonė gaminti energijos neplanuoja. Kadangi energija įmonėje nebus gaminama, poveikis aplinkai, gaminant energiją gamybai yra nevertinamas. Priimama, jog poveikis minimalus.

4.4.2. Fizikinė tarša

Dirbant su technologine įranga nustatyta fizikinė tarša, o jos šaltiniai pateikti 31 lentelėje [2].

31 lentelė. Fizikinė tarša [2].

| Taršos rūšis | Taršos šaltinio pavadinimas | Taršos šaltinių skaičius | Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis | Priemonės taršai mažinti |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|---|--|
| Triukšmas | Vakuuminis siurblys | 3 | 50 dBA | Asmeninės apsaugos priemonės - ausinės |

Procese yra naudojami vakuuminiai siurbliai, kurie kelia nedidelį triukšmą. Lietuvos Respublikos įstatymuose yra apibrėžta, jog gamybinės paskirties įrengimų triukšmo lygis gali siekti 87 dBA [26]. Šis taršos šaltinis neviršija 87 dBA ribos, tačiau rekomenduojama naudoti asmenines apsaugos priemones (ausų kištukai, garsą slopinančios ausinės) sumažinti triukšmo poveikį.

4.4.3. Biologinė tarša

Suprojektavus technologinę liniją būtina įvertinti biologinę taršą. Atliekant *Cannabis sativa* ekstraktų koncentravimo procesą daugiapakope molekuline distiliacija, biologinė tarša nebuvo nustatyta.

4.4.4. Atliekos

Gamybos procese yra įrengtas aukštas automatizavimo lygis, pats procesas nėra sudėtingas. Pagrindė gamybinės atliekos sudaro plastmasinė 60 L žaliavos tara. Prie gamybinių atliekų taip pat priskiriamos ir mišrios komunalinės atliekos dėl darbuotojų veiklos. Metiniai gamybinių atliekų kiekiai pateikiami 32 lentelėje.

32 lentelė. Gamybinės atliekos ir jų kiekiai [2].

| Technologinis procesas | Atliekų pavadinimas | Atliekų kiekis, t/metus | Atliekų agregatinė būseną | Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Gamyba | Plastmasinė 60 L tara | 12 | Kieta | 15 01 02 |
| Gamyba | Mišrios komunalinės | 2 | Kieta | 20 03 01 |

Kadangi *Cannabis sativa* ekstraktai nėra agresyvios cheminės medžiagos, po žaliavos pakrovimo dalis plastmasinės taros gali būti išplaunama ir naudojama šalutinio produkto surinkimui, taip sumažinant gamybinės atliekas bei kaštus jų perdirbimui. Likusi dalis talpų rūšiuojama ir pristatoma į atliekų tvarkymo punktus.

4.4.5. Vandens tiekimas ir nuotekų valymas

Gamybai naudojamas vanduo, buitiniams ir administraciniais tikslams panaudotas vanduo drenuojamas į miesto inžinerines vandens sistemas. Technologiniame procese distiliatų kondensavimui, dujų aušinimui ir žaliavos šildymui yra naudojamas vanduo, kuris cirkuliuoja uždaroje sistemoje ir tik pagal nustatytas procedūras periodiškai yra keičiamas arba papildomas jo kiekiui sumažėjus. Sunaudojamo vandens balansas pateikiamas 33 lentelėje

33 lentelė. Naudojamo vandens balansas [2].

| Vandens tiekimo (išgavimo) šaltinis | Vandens naudojimo sritys (tikslai) | Didžiausias paros debitas m ³ /d | Vidutinis metinis kiekis, m ³ | Taupymo ir apsaugos priemonės |
|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|---|
| Miesto inžineriniai tinklai | Buitinis | 0,5 | 60 | - |
| Miesto inžineriniai tinklai | Gamybai | 0,1 | 12 | Recirkuliacija, daugkartinis panaudojimas |

4.4.6. Apibendrinimas

Projektuojamas gamybos procesas yra vykdomas uždarojoje sistemoje, vanduo recirkuliuojamas, pats procesas suvartoja sąlyginai nedidelį kiekį elektros energijos. Gaminant šį produktą biologinė tarša nenustatyta. Triukšmo šaltiniai neviršija leistino triukšmo lygio gamyboje. Procesu metu susidaro nemažas kiekis plastikinių atliekų susidedančių iš plastikinės taros, tačiau dalis taros gali būti naudojama antrą kartą. Prie atliekų prisideda ir mišrios komunalinės atliekos. Galima teigti, jog suvartojamas vandens kiekis yra mažas, didžioji dalis vandens yra suvartoja buitinėms ir administracinėms reikmėms. Kadangi *Cannabis sativa* ekstraktuose naudojamuose molekulinei distiliacijai tirpiklių kiekis yra labai mažas, oro tarša procese nėra vertinama.

Šis vertinimas yra supaprastintas ir preliminarus. Pagal šį vertinimą galima teigti, jog poveikis aplinkai gamybos proceso metu yra nedidelis, o produkto gamyba mažai kenksminga. Tačiau tik atlikus išsamų aplinkosauginį vertinimą, įvertinant visus veiksnius, bus galima nustatyti tikrą poveikį aplinkai.

4.5. Darbuotojų sauga ir sveikata

Šis skyrius yra skirtas aprašyti ir įvertinti darbuotojų saugą ir sveikatą.

4.5.1. Projektuojamo objekto charakteristika

Projektuojama įmonė planuojama statyti Kauno laisvojoje ekonominėje zonoje (LEZ). Įmonė užsiims *Cannabis sativa* ekstraktų perdirbimu daugiapakope molekuline distiliacija. Pastatas bei technologinė linija projektuojama naujai. Vykdamas veiklą įmonė iš *Cannabis sativa* ekstraktų kurs aukštos vertės produktus. Pastato sanitarinės zonos dydis – 50 metrų [27].

4.5.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinę riziką vertinama su tikslu nustatyti ir įvertinti esamas bei galimas rizikas darbe, imantis priemonių jas pašalinti, o jei tai neįgyvendinama, naudoti prevencines priemones apsaugant darbuotojus nuo rizikos arba kiek įmanoma ją sumažinant [28].

Rizikos vertinimas yra nuodugnus tyrimas, kurio metu siekiama nustatyti ar darbuotojai dirba saugioje darbo vietoje. Rizikos vertinimas apima šiuos etapus [28]:

1. parengiamieji darbai;
2. rizikos veiksnių tyrimas, rizikos dydžio nustatymas ir sprendimo dėl rizikos priimtimumo priėmimas;
3. rizikos pašalinimas arba sumažinimas;
4. rizikos stebėjimas.

Tyrimo metu nustatoma ar pakanka egzistuojančių kolektyvinių ir asmeninių apsaugos priemonių, ar reikia imtis papildomų veiksmų rizikai sumažinti [28].

Darbo aplinkoje vertinami fiziniai, fizikiniai, cheminiai, biologiniai, ergonominiai ir psichosocialiniai profesinės rizikos veiksniai. Identifikuoti ir kiekybiškai įvertinti rizikos veiksniai pateikiami 34 lentelėje [2, 28].

34 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas[2, 28].

| Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai | Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta | Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas | Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas | Prevencijos priemonių būtinumas |
|---|--|---|--|--|
| Cheminiai veiksniai | | | | |
| C ₂ H ₅ OH garai | Laboratorinių įrankių dezinfekavimas | 5 mg/m ³ | 1000 mg/m ³ | Ventiliacija |
| Fizikiniai veiksniai | | | | |
| Temperatūra | Distiliatorius | 170-230 °C | 45 °C | Šilumos izoliacija nuo karštų paviršių |
| Triukšmas | Vakuuminis siurblys | 50 dBA | 87 dBA | Ausinės arba ausų kištukai |
| Apšvieta | Gamybos patalpos | 300 lx | 500 lx | Įrengiami papildomi šviesos šaltiniai |
| Fiziniai veiksniai | | | | |
| Statinė elektra | Žaliavos pakrovimas | - | - | Įrengimų įžeminimas |
| Ergonominiai veiksniai | | | | |
| Netinkama darbo pozicija | Visos patalpos | Nepatogi darbo poza 15 % darbo laiko | Nepatogi darbo poza 20 % darbo laiko | Pertraukos, mankšta |
| Nuovargis | Visos patalpos | - | - | Pertraukos, mankšta |

Nustatoma patalpų, pastatų bei išorinių įrenginių sprogimo ir gaisro pavojaus kategorijos pagal patalpoje esančių ir technologijoje naudojamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai pateikiami 35 lentelėje.

35 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai [2, 29]

| Medžiagos pavadinimas | Sunaudojama (pagaminama) per pamainą, t | Pliūpsnio temperatūra, °C | Sprogumo ribos, % | | Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C | Užsidegimo temperatūra, °C |
|--|---|---------------------------|-------------------|-----------|---------------------------------------|----------------------------|
| | | | apatinė | viršutinė | | |
| <i>Cannabis sativa</i> ekstraktas | 0,57 | 170 | 4,5 | 5,5 | 390 | 220 |
| C ₂ H ₅ OH garai | - | 17 | 3,5 | 15 | 425 | Dega skystoje fazėje |

Nustatomos patalpų, pastatų, pastato ir išorinių įrenginių sprogimo ir gaisro pavojų kategorijos. Patalpų, pastatų, pastato ir išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų pateikiamos 36-38 lentelėse.

36 lentelė. Patalpų ir išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų [2, 30, 31].

| Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas | Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną | Kategorija |
|--|---|-----------------|
| Sandėliai | Nedegios medžiagos | E _g |
| Laboratorija | Degūs ir labai degūs skysčiai | C _g |
| Distiliatorius | Karštos, įkaitusios, išlydytos nedegios medžiagos | E _{gi} |
| Administracinės patalpos | Nedegios medžiagos | E _g |

Pavojingos vietos suskirstomos į zonas pagal sprogo aplinkos susidarymo dažnumą ir jos išlaikymo trukmę. Toks suskirstymas numato, kokių priemonių gali reikti imtis ir kokią įrangą naudoti. Zonų skirstymas pagal sprogo ir gaisro pavojų pateiktos 37 lentelėje.

37 lentelė. Patalpų ir išorinių įrenginių pavojingų vietų zonos pagal sprogo ir gaisro pavojų [2, 30, 31].

| Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas | Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną | Pavojingumo vietos zona |
|--|--|-------------------------|
| Distiliatoriaus patalpa Sandėliai | Patalpa, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, negali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro oro ir lengvai užsiliepsnojančių dujų, skysčių, garų arba rūko pavidalo medžiagų mišinys; tačiau jei tokia aplinka susidaro, ji būna labai retai ir tik trumpai, mažai tikėtinų avarijų ir stichinių nelaimių atvejais. | 2 zona |

Pastato kategorija pagal sprogo ir gaisro pavojų pateikiama 38 lentelėje.

38 lentelė. Pastato kategorija pagal sprogo ir gaisro pavojų [2, 30, 31].

| Objekto pavadinimas | Požymis, nulemiantis kategoriją | Kategorija |
|-------------------------|---|----------------|
| Projektuojamas statinys | Kai pastatas nepriskiriamas A _{sg} , B _{sg} ir C _g kategorijoms, o pastate esančių A _{sg} , B _{sg} ir C _g ir D _g kategorijos patalpų bendras plotas viršija 5% pastato patalpų ploto. Leidžiama nepriskirti pastato D _g kategorijai, jeigu A _{sg} , B _{sg} ir C _g ir D _g kategorijos patalpų bendras plotas neviršija 25% pastato ploto (bet ne didesnis kaip 5000 m ²) ir A _{sg} , B _{sg} ir C _g patalpose įrengiama automatinė gaisro gesinimo sistema. | D _g |

4.5.3. Saugi gamyba

Darbuotojų sauga ir sveikata – tai visos prevencinės priemonės, skirtos darbuotojų darbingumui, sveikatai ir gyvybei užtikrinti, kurios naudojamos bei planuojamos visuose įmonės veiklos etapuose, tam, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo profesinių rizikų arba jas sumažinti iki minimalaus lygio [32].

Įmonėje visą laiką vykdoma darbuotojų saugos ir jų sveikatos vidinė kontrolė [2, 32]:

- Darbdavys, darbdavio įgaliotas asmuo ar darbdavį atstovaujantis asmuo nustato darbuotojų saugos ir sveikatos būklę, darbo ir poilsio režimus bei sąlygas skatinančias darbuotojus laikytis darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų.

- Pagal darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymą kiekvienam darbuotojui turi būti sudarytos tinkamos, saugios ir sveikatai nekenksmingos darbo sąlygos. Kiekvieno darbuotojo darbo vieta ir aplinka turi būti saugi ir nekenksminga sveikatai įrengta pagal darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimus.
- Darbdavys imasi priemonių, jog statiniai, kuriuose bus rengiamos darbo vietos, pačios darbo vietos, darbo priemonės, darbo aplinka atitiktų darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimus.
- Darbdavys organizuoja arba paveda atlikti profesinės rizikos vertinimą. Nustačius, kad darbuotojų saugos ir sveikatos būklė neatitinka reikalavimų imasi priemonių.
- Atsižvelgęs į darbuotojų saugos ir sveikatos būklę įmonėje sprendžia, kokios kolektyvinės apsaugos priemonės bus naudojamos, organizuoja kolektyvinių apsaugos priemonių įrengimą ir, jeigu to nepakanka darbuotojus apsaugo nuo rizikos šaltinių panaudodamas asmenines apsaugos priemones.
- Užtikrina, jog darbuotojai įsidarbindami ir darbo metu gautų visą informaciją apie darbuotojų saugos ir sveikatos organizavimą įmonėje, galimą profesinę riziką, priemones rizikai šalinti ir kitą informaciją.

Rengiami privalomi sveikatos patikrinimai [32].

- Organizuoja arba paveda darbdavio įgaliotam asmeniui organizuoti privalomus sveikatos patikrinimus. Darbuotojams sudaromos sąlygos juos atlikti darbo metu.
- Darbuotojai, kurie dirbant gali būti paveikti profesinės rizikos veiksnių, privalo pasitikrinti sveikatą prieš įsidarbindami, o dirbdami atlikti medicininę sveikatos patikrą periodiškai, pagal įmonėje patvirtintą darbuotojų sveikatos patikrinimo grafiką.
- Naktinėse pamainose dirbantys darbuotojai privalo tikrintis sveikatą prieš įsidarbindami ir dirbdami įmonėje, pagal įmonėje nustatyta tvarką.
- Darbdavys ar darbdaviui atstovaujantis asmuo atsako už privalomų darbuotojų sveikatos patikrinimų organizavimą. Darbdavys, darbdaviui atstovaujantis asmuo ar jo pavedimu įgaliotas asmuo tvirtina darbuotojų, kurie turi pasitikrinti sveikatą, sąrašą ir sveikatos tikrinimo grafiką. Jį suderina su asmens sveikatos priežiūros įstaiga. Su šiuo grafiku supažindami įmonės darbuotojai.

Projektuojant ir įrengiant naujus technologinius procesus, bandoma, kiek įmanoma, išvengti pavojingų zonų, tačiau ne visada tai įmanoma. Esant pavojingoms zonoms darbo vietoje, būtina jas apsaugoti. Iš projektuojamos įmonės patalpų pavojingoms priskiriamos dvejios patalpos: Distiliatoriaus patalpa dėl joje esančių karštų paviršių ir srovei laidžių neįžemintų elektros įrenginių bei jų konstrukcijų, turinčių sąlytį su žeme bei laboratorija, kuri tyrimams naudoja lakius ir sprogius skysčius.

Todėl karštus paviršius, kurių temperatūra yra aukštesnė nei 45°C būtina izoliuoti, įrengimus esančius pavojingose patalpose bei lauke, turinčius aukštesnę nei 50 V kintamosios srovės įtampą ir aukštesnę

nei 75 V nuolatinės srovės įtampą būtina įnulinti [33]. O laboratorijoje laikytis saugaus darbo instrukcijų.

4.5.4. Žaibosauga

Kad apsaugoti pastatą nuo žaibo yra numatoma statyti žaibolaidį. Pastatui numatomas II kategorijos apsaugos klasės žaibolaidis, kurio patikimumas yra 0,97. Tam, kad užtikrinti aukštą apsaugos lygį yra statomi dveji žaibolaidžiai, kurių parametrai nurodomi 39 lentelėje [2, 34, 35].

Projektuojamas pastatas yra $h_x = 7,4$ m, o žaibolaidžio aukštis $h = 26$ m.

39 lentelė. Dviejų strypų apsaugos zonos parametrų skaičiavimas [2, 34, 35].

| Apsaugos patikimumas | Žaibolaidžio aukštis h , m | L_{max} , m | L_c , m |
|----------------------|------------------------------|--|--|
| 0,91 | nuo 0 iki 30 | $5,75 h$ | $2,5 h$ |
| | nuo 30 iki 100 | $(5,75 - 3,57 \cdot 10^{-3} \cdot (h - 10)) h$ | $2,5 h$ |
| | nuo 100 iki 150 | $5,5 h$ | $2,5 h$ |
| 0,97 | nuo 0 iki 30 | $4,75 h$ | $2,25 h$ |
| | nuo 30 iki 100 | $(4,75 - 3,57 \cdot 10^{-3} \cdot (h - 30)) h$ | $(2,25 - 0,0107 \cdot (h - 30)) h$ |
| | nuo 100 iki 150 | $4,5 h$ | $1,5 h$ |
| 0,99 | nuo 0 iki 30 | $4,25 h$ | $2,25 h$ |
| | nuo 30 iki 100 | $(4,25 - 3,57 \cdot 10^{-3} \cdot (h - 30)) h$ | $(2,25 - 0,0107 \cdot 10^{-3} \cdot (h - 30)) h$ |
| | nuo 100 iki 150 | $4,0 h$ | $1,5 h$ |

Pagal duomenis apskaičiuojamas maksimalus leistinas atstumas tarp L_{max} , m [2, 34, 35]:

$$L_{max} = 4,75h = 4,75 \cdot 26 = 123,5 \text{ m} \quad (9.1)$$

Apskaičiuojamas atstumas tarp žaibolaidžių L_c , m:

$$L_c = 2,25h = 2,25 \cdot 26 = 58,5 \text{ m} \quad (9.2)$$

Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos zonai apskaičiuoti naudojamos pavienio strypo žaibolaidžio formulės (pusiau kūgiui, kurio matmenys h_0 – kūgio aukštis, m; r_0 – kūgio spindulys, m) [2, 34, 35]:

$$h_0 = h_c = 0,8h = 0,8 \cdot 26 = 20,8 \text{ m} \quad (9.3)$$

$$r_0 = 0,8h = 0,8 \cdot 26 = 20,8 \text{ m} \quad (9.4)$$

Zonos horizontalių pjūvių matmenys apskaičiuojami pagal formules bendras visiems patikimumams [2, 33, 34].

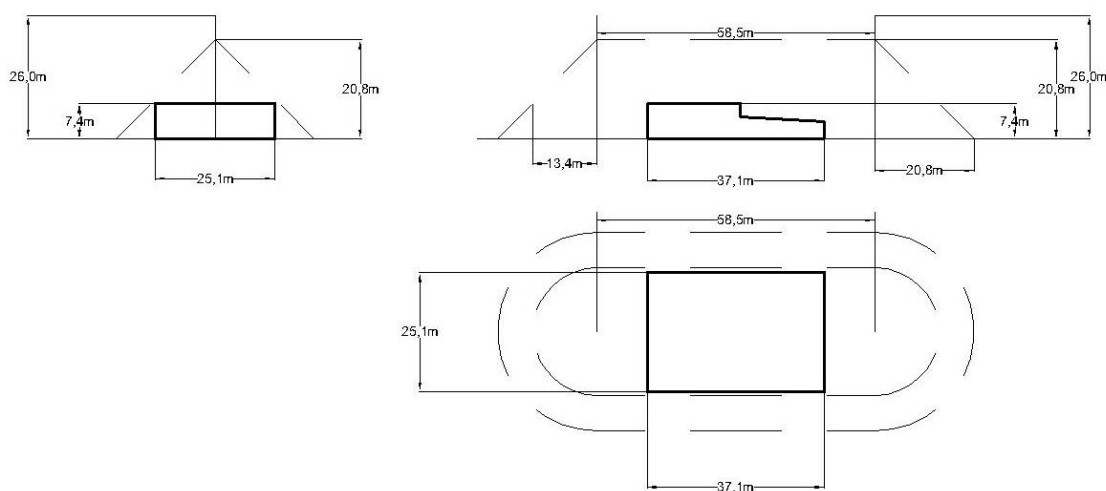
Apskaičiuojamas aukštyje h_x horizontaliame pjūvyje didžiausias zonos r_x pusplotis [2, 34, 35]:

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{20,8 \cdot (20,8 - 7,4)}{20,8} = 13,4 \text{ m} \quad (9.5)$$

Apskaičiuojame horizontalaus pjūvio plotį centre tarp žaibolaidžių r_{cx} aukštyje $h_x \leq h_c$ [2, 34, 35]:

$$r_{cx} = \frac{r_0 \cdot (h_c - h_x)}{h_c} = \frac{20,8 \cdot (20,8 - 7,4)}{20,8} = 13,4 \text{ m} \quad (9.6)$$

Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos schema pateikiama 16 paveikslėlyje.



16 pav. Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos schema.

Žvelgiant į 16 paveikslą galima matyti, jog žaibolaidžio tipas bei matmenys yra teisingai parinkti. Visas pastatas patenka į žaibolaidžių apsaugos zoną.

4.5.5. Darbo higiena

Tam, kad užtikrinti saugų ir sklandų darbą, darbuotojus būtina aprūpinti asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuo nelaimingų atsitikimų. Kadangi įmonėje gaminamas produktas yra priskiriamas maisto papildams, darbuotojai turi būti aprūpinti asmeninėmis apsaugos priemonėmis steriliam darbui atlikti. Siekiant šias sąlygas užtikrinti darbuotojai aprūpinami vienkartiniais medžiaginiai galvos apdangalais, apsauginiais akiniais, respiratoriais, vienkartinėmis pirštinėmis, specialia avalyne ir drabužiais, triukšmą slopinančiomis ausinėmis. Gamybinėse ir administracinėse patalpose numatomos pirmosios pagalbos vaistinėlių rinkiniai [36].

Tam, kad būtų užtikrintas darbuotojų komfortas darbo vietoje, reikia atsižvelgti į šiuos tris pagrindinius parametrus [2]:

- apšvieta;
- šiluminė aplinka;
- triukšmo lygis.

Apšvietimas skirstomas į natūralų apšvietimą (dangaus skliauto tiesioginė arba atspindėta šviesa) ir dirbtinį (elektros techninių įrenginių skleidžiama šviesa). Apšvietimas projektuojamas atsižvelgiant į tai, kad darbuotojams būtų sudarytos sąlygos atlikti darbui, šviesos trūkumas ar perteklius jų nevargintų. Kad tai pasiekti pasirenkama kombinuotas apšvietimas. Patalpose, kur atliekami tikslūs įtempti darbai numatoma 400 lx apšvieta. Laboratorijose, administracinėse patalpose numatoma 300 lx apšvieta [37].

Kad darbuotojams būtų užtikrintas šiluminis komfortas, reikia atsižvelgti į šiuos parametrus: oro temperatūrą patalpose, oro santykinį drėgnį ir oro judėjimo greitį. Pagal esamą metų laikotarpį yra parenkami šiltieji ir šaltieji laikotarpiai, nuo kurių keičiami pastarieji parametrai. Kai trijų iš eilės parų vidutinė oro temperatūra aukštesnė nei +10 °C laikotarpis vadinamas šiltuoju. Kai trijų iš eilės parų vidutinė oro temperatūra žemesnė nei +10 °C laikotarpis vadinamas šaltuoju. Patalpų parametrai šiluminiam darbuotojų komfortui užtikrinti parenkami pagal darbo sunkumo kategoriją ir metų laikotarpį [38].

Išskiriamos trys darbų sunkumo kategorijos: lengvas (Ia, Ib), vidutinio sunkumo (IIa, IIb) ir sunkus fizinis darbas (III). Įmonėje yra Ib ir IIb sunkumo kategorijos. 40 ir 41 lentelėse pateikiami patalpų komfortinių sąlygų dydžiai [38].

40 lentelė. Darbo patalpų komfortinės sąlygos [38].

| Metų laikotarpis | Darbų kategorija | Oro temperatūra, °C | Oro santykinis drėgnumas, % | Oro judėjimo greitis m/s, ne daugiau kaip |
|------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| Šaltasis | Lengvas – Ib | 21 – 23 | 40 – 60 | 0,1 |
| Šaltasis | Vidutinio sunkumo – IIb | 17 – 19 | 40 – 60 | 0,2 |
| Šiltasis | Lengvas – Ib | 22–24 | 40 – 60 | 0,2 |
| Šiltasis | Vidutinio sunkumo – IIb | 20 – 22 | 40 – 60 | 0,3 |

41 lentelė. Darbo patalpų pakankamos sąlygos [38].

| Metų laikotarpis | Darbų kategorija | Oro temperatūra, °C | Oro santykinis drėgnumas, % | Oro judėjimo greitis m/s, ne daugiau kaip |
|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| Šaltasis | Lengvas – Ib | 20 – 24 | 75 | 0,2 |
| Šaltasis | Vidutinio sunkumo IIb | 15 – 21 | 75 | 0,4 |
| Šiltasis | Lengvas – Ib | 21 – 28 | 60 | 0,1 – 0,3 |
| Šiltasis | Vidutinio sunkumo IIb | 16 – 27 | 70 | 0,2 – 0,5 |

Komfortinės darbo patalpų sąlygos bus taikomos administracinėse patalpose, persirengimo kambariuose, laboratorijoje, operatorinėje. Pakankamos darbo patalpų sąlygos bus taikomos gamybinėse ir sandėliavimo patalpose.

4.5.6. Gaisrinė sauga

Įmonės pastate, kuriame atliekama *Cannabis sativa* ekstraktų molekulinė distiliacija technologinėje linijoje gali kilti „A“ klasės gaisras (kietų ir (ar) degant kietėjančių medžiagų gaisras). Kadangi laboratorijoje naudojamos lakios skystos medžiagos (etanolis), joje gali kilti „B“ klasės gaisras (skysčių ar degant besilydančių medžiagų gaisras). Norint apsaugoti įmonę nuo gaisro pavojaus, numatoma priešgaisrinės saugos priemonės [39].

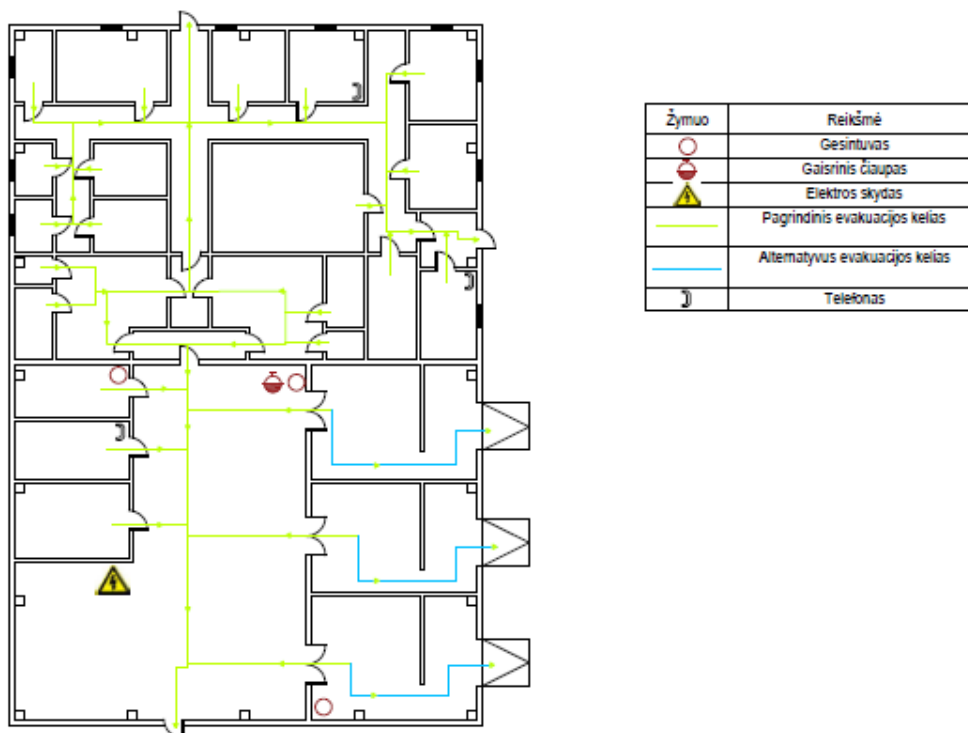
„A“ ir „B“ klasės gaisro gesinimui parenkami ABC tipo milteliniai bei vandens putų gesintuvai.

Gamybinėse patalpose įdiegiamos šios gaisro gesinimo priemonės:

- nedegus audinys;
- ABC tipo putų milteliniai gesintuvai;
- Vandens putų gesintuvas;
- Smėlis;
- priešgaisriniai hidrantai;
- automatinė miltelinė gesinimo sistema;
- gaisrinis čiaupas.

Remiantis bendrosios saugos taisyklėmis, įmonėje esančių ABC tipo gesintuvų skaičius parenkamas pagal patalpų sprogimo ir gaisro pavojaus kategorijas, maksimalų gesinimo plotą bei medžiagų fizikines ir chemines savybes. Patalpose parenkami du ABC tipo gesintuvai po 4 kg ir vandens putų 6 kg gesintuvas. Taip pat dvi smėlio dėžės su kastuvais bei trys nedegūs audeklai randami prie gesintuvų. Visame pastate įdiegiama priešgaisrinė signalizacija ir automatinė gesinimo milteliais sistema.

Nelaimės ar gaisro atveju numatomas pastato evakuacinis planas. Planas pakabinamas gerai matomose vietose, kuriose yra evakuacinis kelias. Plane pateikiami evakuaciniai ženklai. Esant bet kurioje vietoje privalo matytis kryptis prie artimiausio išėjimo, kurie privalo būti lengvai atidaromi pavojaus metu iš pastato vidaus. Evakuacinis planas pateikiamas 17 paveiksle [2, 39].



17 pav. Evakuacijos planas [39].

Išvados

1. Nustatyta, jog didinant temperatūrą nuo 130 iki 230 °C visose trijose pakopose distiliato išeiga didėja. Pirmoje pakopoje distiliato išeiga didėja nuo 0,52 % iki 8,48 % , antroje pakopoje nuo 8,09 % iki 35,12 % ir trečioje nuo 1,21 % iki 23,06 %.
2. Nustatyta, kad tarp temperatūros, slėgio, distiliacijos greičio, pakopų skaičiaus ir kanabidiolio koncentracijos yra ryšys. Atlikus bandymą parinkti optimalūs parametrai. Norint išgauti aukščiausios vertės produktą reikia naudoti trijų pakopų distiliatorių. Atitinkamai temperatūros turi būti 170 °C, 190 °C, 210 °C. Didinant srauto greitį didėjo slėgis ir mažėjo kanabidiolio koncentracija. Taigi buvo nustatyta, jog optimalu srautą tiekti 17 kg/val greičiu.
3. 200 t/m gamybos apimčiai pasiekti parinkti technologinės linijos aparatai, nubraižyta ir aprašyta detali technologinė linija.
4. Nubraižyti ir aprašyti projekto pastato plano, pjūvių ir situacijos planai, Suprojektuotos gamybinės patalpos planuojant įmonėje vykdyti GMP gamybą. Parinkta projekto įgyvendinimo vieta – Kauno LEZ.
5. Atlikti ekonominiai ir finansiniai skaičiavimai rodo, jog remiantis banko paskola kaip pagrindiniu finansuojamuoju šaltiniu įmonės veikla atsipirks per 6 metus. Pagal skaičiavimų gautus rezultatus nustatyta, jog įmonė vykdys nenuostolingą veiklą.
6. Dėl galimos įtakos gamtai buvo atliktas pluoštinių kanapių ekstraktų molekulinės distiliacijos aplinkosauginis vertinimas. Vertinimo metu nustatyti galimų taršos šaltinių nepavyko.
7. Tam, kad užtikrinti kuo saugesnes darbo vietas, atliktas profesinės rizikos vertinimas ir numatytos asmeninės apsaugos priemonės. Nustatyti veiksniai įtakojantys darbuotojų komfortą darbo vietoje. Neatitinkant sąlygoms parinktos prevencinės priemonės. Numatytos gaisro gesinimo priemonės.

Literatūros sąrašas

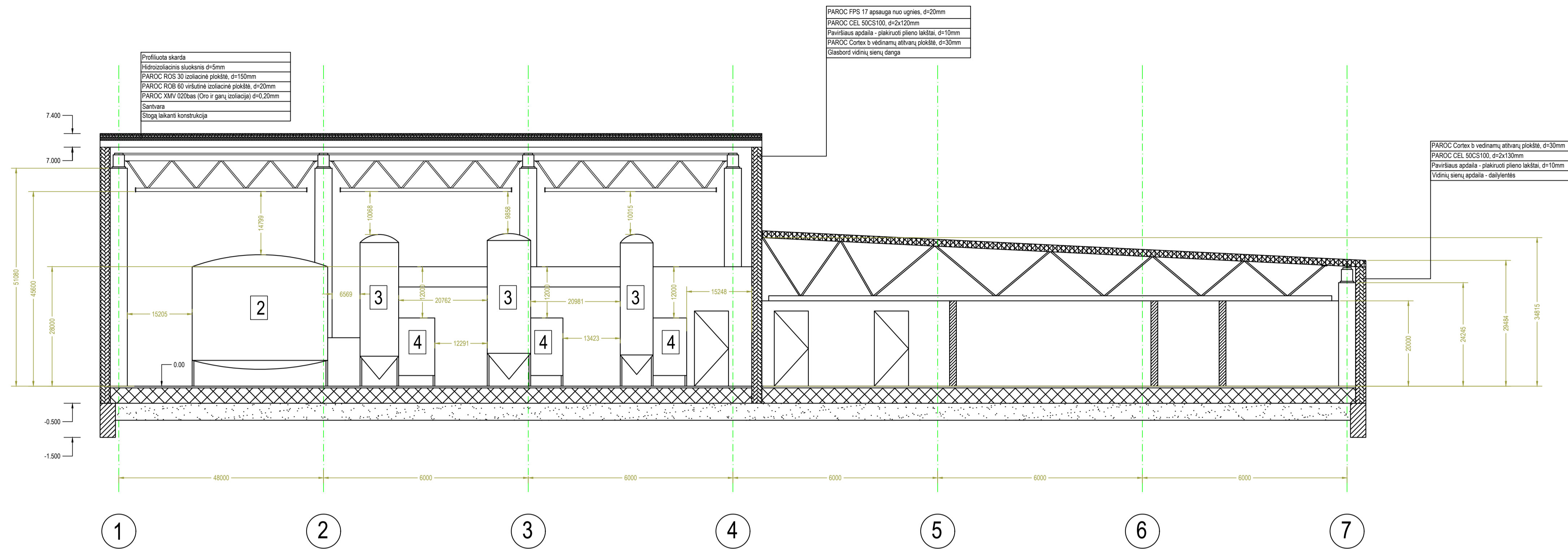
1. www.ftz.lt [žiūrėta 2020-03-25].
2. Z. Valančius, D. Nizevičienė, O. Viliūnienė, J. Solnyškinienė, I. Stasiulaitienė. (2013). Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. Kaunas: Technologija.
3. Christelle M. A., Hausman J.F, Guerriero G. (2016) *Cannabis sativa*: The Plant of the Thousand and One Molecules. *Frontiers in plant science* Vol 7, article 19 [žiūrėta 2020-03-26]. Prieiga per doi:10.3389/fpls.2016.00019.
4. Messina F., Rosati O., Curini M., Marcotullio M.C. *Cannabis* and bioactive Cannabinoids. *Studies in Natural Products Chemistry*, Vol. 45, Chapter 2 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63473-3.00002-2>.
5. <https://zum.lrv.lt/lt/naujienos/pluostines-kanapes-lietuvoje-vis-populiariesnes> [žiūrėta 2020-03-27].
6. <https://www.vz.lt/pramone/2019/12/25/3-tendencijos-pluostiniu-kanapiu-sektoriuje-ko-tikėtis-lietuvoje> [žiūrėta 2020-03-27].
7. <https://formulaswiss.com/blogs/cbd/cannabinoids-in-cannabis> [žiūrėta 2020-03-28].
8. Ketenoglu O., Tekin A. Applications of molecular distillation technique in food products. *Ital. J. Food Sci.*, vol. 27 – 2015, 277-281.
9. Balandis A., Šinkūnas S., Leskauskas B., Vaickelionis G., Valančius Z. (2007). *Chemijos inžinerija*, II knyga. Kaunas: Technologija.
10. Komori S., Takata K., Murakami Y. Flow structure and mixing mechanism in an agitated thin – film evaporator (1988) [žiūrėta 2020-03-29]. *Journal of chemical engineering of Japan*, Vol 21, Issue 6, 639-644. Prieiga per doi: <https://doi.org/10.1252/jcej.21.639>
11. Komese A., Maciel M.R., de Oliveira R.A., Filho R.M. Influence of Residual Sugars on the Purification of Lactic Acid Using Short Path Evaporation [žiūrėta 2020-04-01]. *BioResources* 12(2), 4352-4363. Prieiga per doi: DOI: 10.15376/biores.12.2.4352-4363.
12. <https://www.popeinc.com/still-products/wiped-film-stills-evaporators/> [žiūrėta 2020-04-03].
13. <http://www.seweurodrive.com/produkt/helical-gearmotor-r-series.htm> [žiūrėta 2020-04-05].
14. https://www.idealvac.com/files/manuals/Manual_CRVpro_468_-_V38_2.pdf [žiūrėta 2020-04-06].
15. <https://siurbliai.lt/produktas/abk50d-siurblys/> [žiūrėta 2020-04-06].
16. <https://www.exxonmobil.com/en/marine/products/mobiltherm-600-series> [žiūrėta 2020-04-09].
17. https://www.fulton.co.uk/images/stories/products/thermal_fluid/ft_n/TI-124-FTN-DS.pdf [žiūrėta 2020-04-10].
18. Dėl Statybos techninio reglamento STR 1.01.03:2017, „Statinių klasifikavimas“ patvirtinimo. TAR, 2016-11-21, Nr. 27168.
19. www.paroc.lt [žiūrėta 2020-04-11].
20. <http://svirplys.lt/maisto-pramone/> [žiūrėta 2020-04-13].
21. <https://www.baltgina.lt/lt/sienu-ir-lubu-dangos-glasbord/sienu-ir-lubu-dangos-maisto-pramonei> [žiūrėta 2020-04-15].
22. <http://www.hiperionas.lt/lauko-durys-siltos/lauko-durys-plastikines-siltos> [žiūrėta 2020-04-16].
23. <https://ryterna.lt/pramoniniai-vartai/ultra-termo-pramoniniai-vartai/> [žiūrėta 2020-04-16].
24. <https://www.plazalangai.lt/plastikiniai-langai/> [žiūrėta 2020-04-16].

25. <https://echa.europa.eu/lt/substance-information/-/substanceinfo/100.081.465>
26. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804
27. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004, Nr.134–4878. (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2009, Nr. 152–6849, Valstybės žinios, 2011, Nr.: 46–2201 TAR, 2014-02-14, Nr. 1536).
28. Profesinės rizikos bendrieji vertinimo nuostatai. Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.
29. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. Valstybės žinios, 2010, Nr. 146–7510 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011-06-21, Žin., 2011, Nr.: 75-3661; 2011-02-24, Žin., 2011, Nr. 23-1137).
30. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
31. Stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės. Valstybės žinios, 2009, Nr. 63-2538.
32. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas. Valstybės žinios, 2003-07-16, Nr. 70-3170
33. Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės. Valstybės žinios, 2012, Nr. 18-816
34. STR 2.01.06:2009 Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo. Valstybės žinios, 2009, Nr. 138-6095
35. LST EN 62305-3:2011 Apsauga nuo žaibo. 3 dalis. Fizinė žala statiniams ir pavojus gyvybei. 157 p
36. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123 –5055
37. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014. Nr. 5119
38. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametru norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004, Nr. 45–1485
39. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. Valstybės žinios, 2010, Nr. 146 -7510 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011-06-21, Žin., 2011, Nr.: 75-3661; 2011-02-24, Žin., 2011, Nr. 23-1137)
40. Aušra Berkmanienė, Ieva Cesevičiūtė, Alma Dervinienė, Dainora Maumevičienė, Jurgita Mikelionienė, Jolita Rakickaitė, Živilė Rutkūnienė, Jurgita Stravinskienė, Gintarė Tautkevičienė. (2019). Rašto darbų rengimo metodiniai nurodymai. Kaunas: Technologija.
41. 50. Irmantas Barauskas. PIRMOSIOS PAKOPOS CHEMINĖ TECHNOLOGIJA IR INŽINERIJA IR ANTROSIOS PAKOPOS CHEMIJOS INŽINERIJA STUDIJŲ PROGRAMŲ BAIGIAMŲJŲ PROJEKTŲ RENGIMO IR GYNIMO METODINIAI REIKALAVIMAI. (2019). Kaunas.

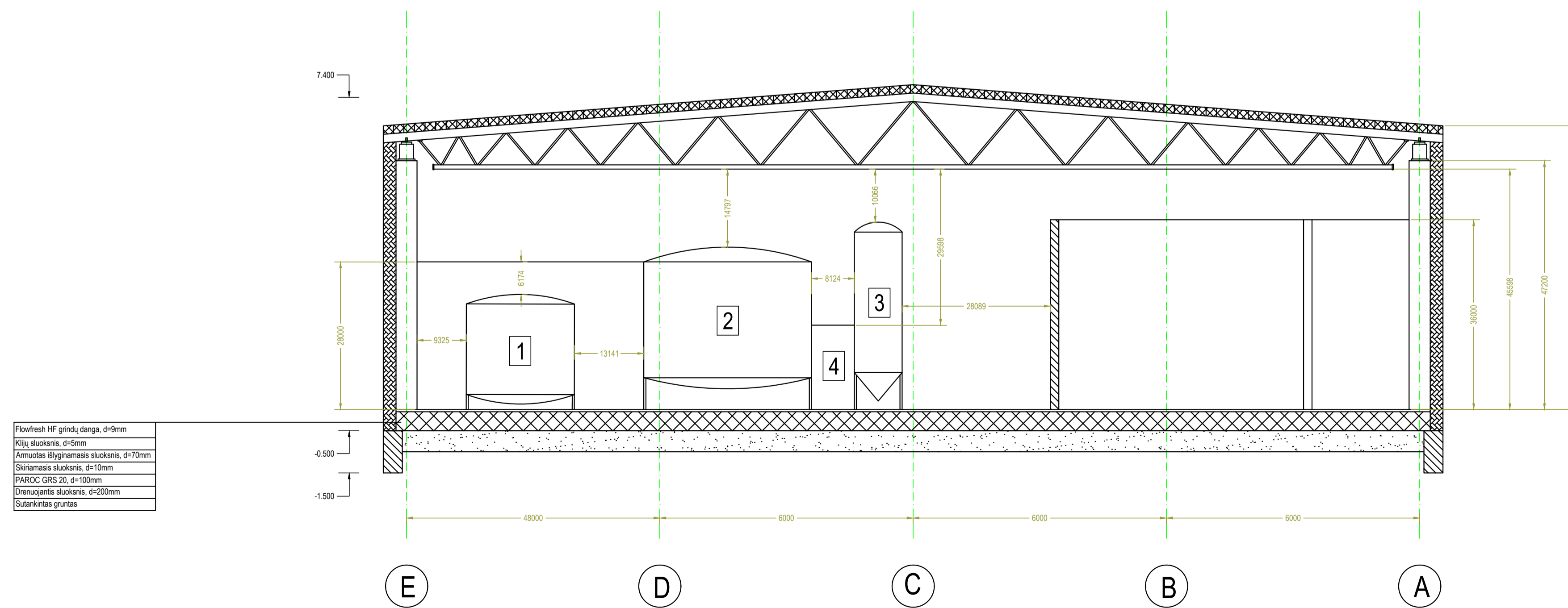
Priedai

- 1 Priedas. Pastato planas**
- 2 Priedas. Pjūvni A-A ir B-B**
- 3 Priedas. Sklypo planas**
- 4 Priedas. Technologinēs linijās shēma**

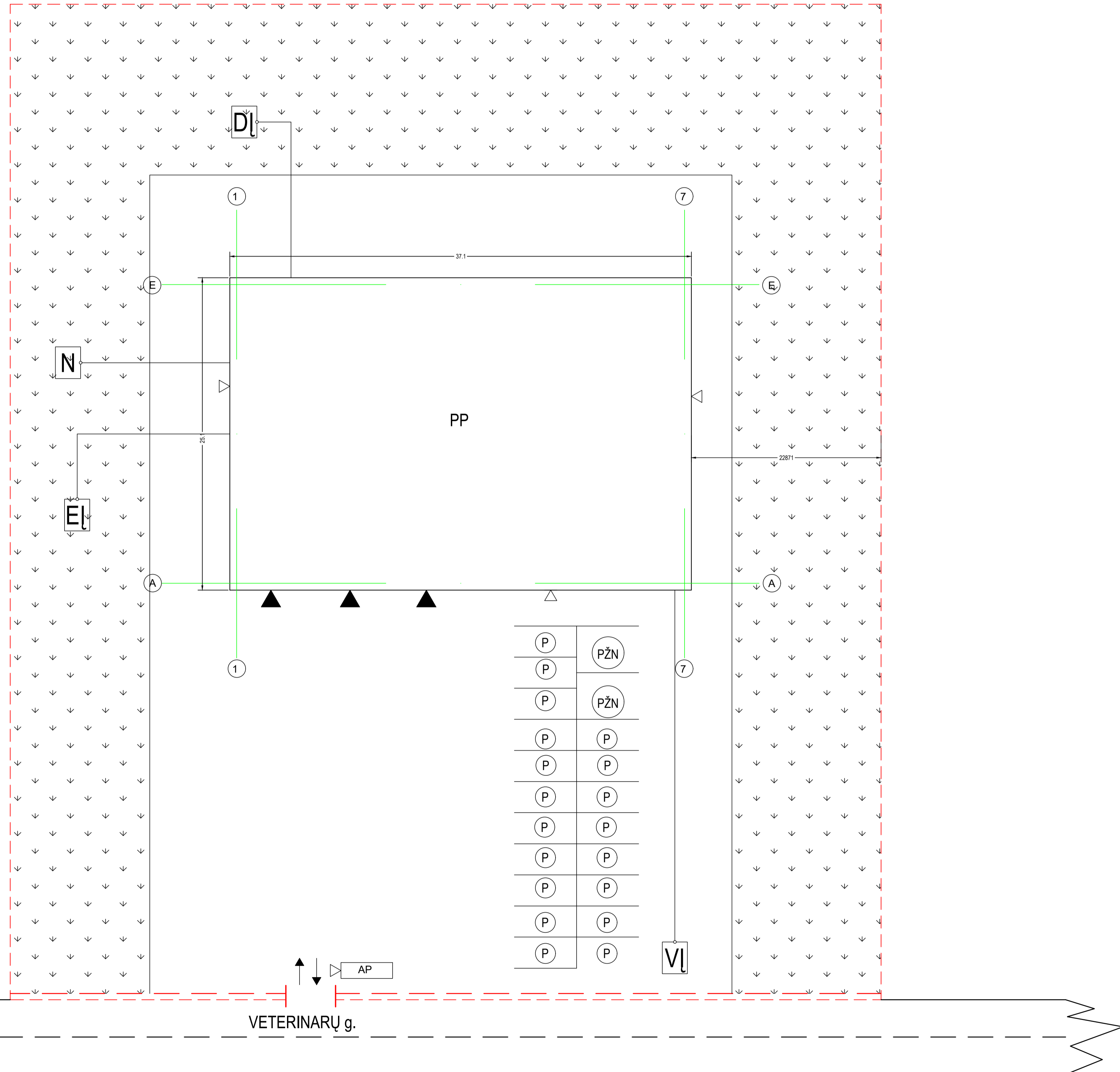
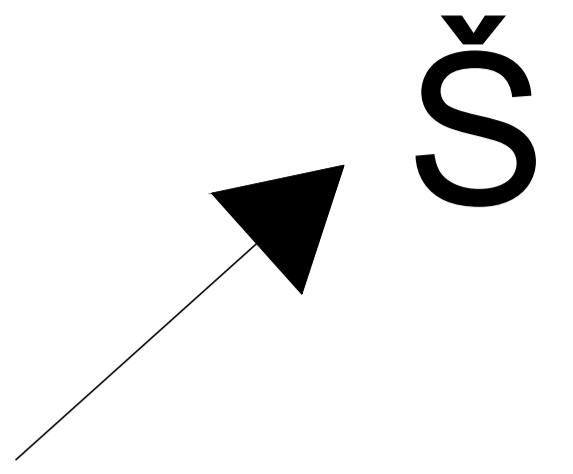
A - A



B - B



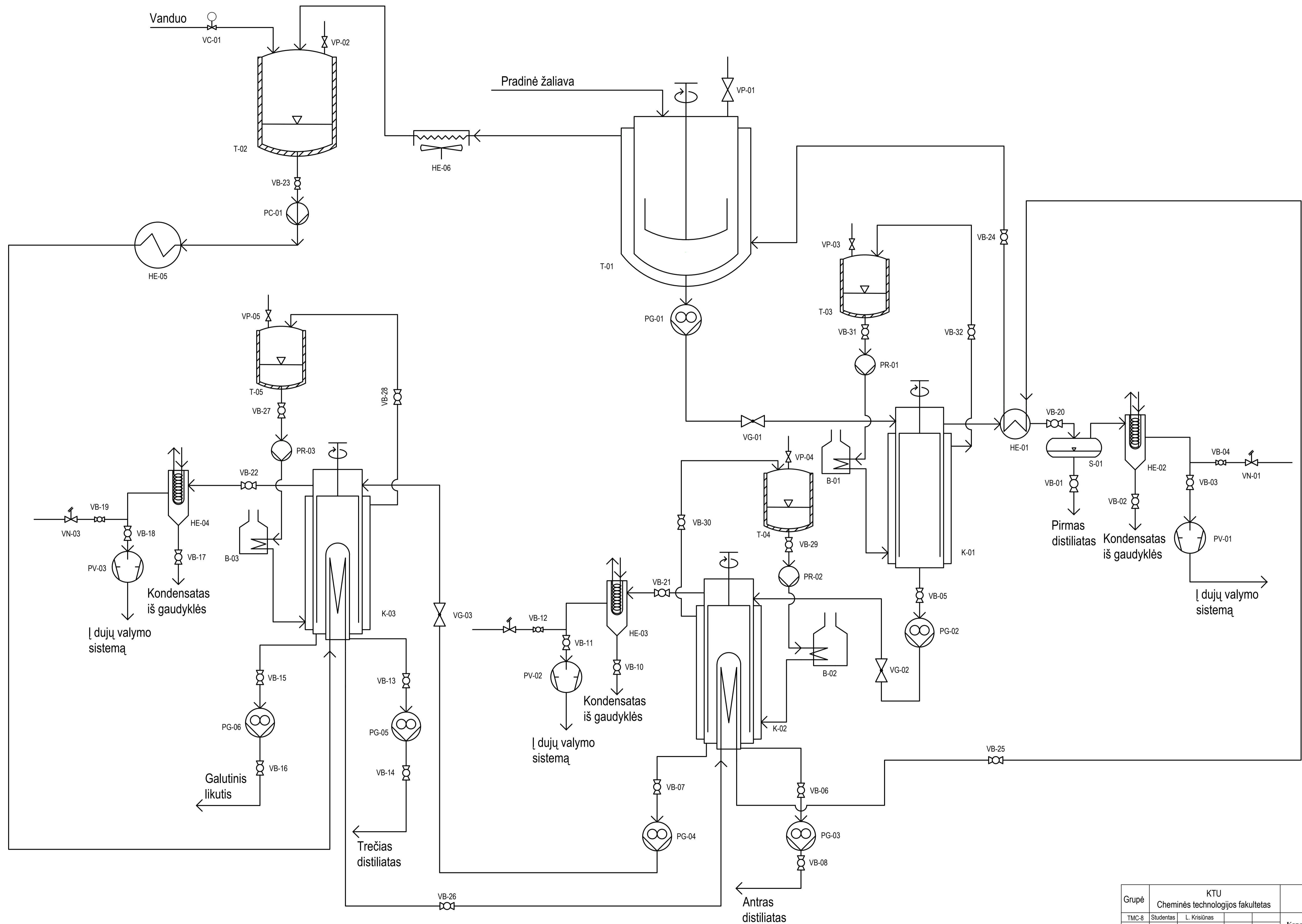
| | | | | |
|------------|--|---------------------|--|------|
| Grupė | KTU Cheminės technologijos fakultetas | | Magistro baigiamasis darbas | |
| TMC-8 | Studentas | L. Krišionas | Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekulinė distiliacija iš <i>Cannabis Sativa</i> ekstraktų | |
| | Konsultantas | Lekt. O. Viliūnienė | | |
| | Vadovas | doc. dr. L. Miknius | | |
| | | | Pastato pjūviai A-A ir B-B | |
| | | | Mastelis 1:80 | |
| Pr. etapas | Organinės chemijos katedra | | Lapas | Lapų |
| MBD | Radvilėnų pl. 19, Kaunas | | 2020-MBD-OCH | 2 4 |



| Eil. Nr. | Pavadinimas | Plotas, m ² |
|----------|-------------|------------------------|
| 1 | Sklypas | 5600 |

| Eil.Nr. | Pavadinimas | Žymuo | Kiekis |
|---------|-------------------------------------|-------|--------|
| 1 | Projektuojamas pastatas | PP | 1 |
| 2 | Dujų įvadas | DI | 1 |
| 3 | Vandens įvadas | VI | 1 |
| 4 | Elektrės įvadas | EI | 1 |
| 5 | Nuotekos | N | 1 |
| 6 | Vartai | ▼ | 3 |
| 7 | Įėjimas/išėjimas | ▽ | 4 |
| 8 | Parkavimo vieta | P | 19 |
| 9 | Parkavimo vieta žmoniems su negalia | PŽN | 2 |
| 10 | Apželdintas plotas | CCC | 1 |
| 11 | Įvažiuojamoji/sivažiavimo | ↑↓ | 1 |
| 12 | Sklypas | □ | 1 |
| 13 | Apsaugos punktas | AP | 1 |

| | | | | | |
|------------|--|--------------------------|--|------|---|
| Grupė | KTU Cheminės technologijos fakultetas | | Magistro baigiamasis darbas | | |
| | TMC-8 | Studentas L. Krišionas | Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekulinė distiliacija iš <i>Cannabis Sativa</i> ekstraktų | | |
| | Konsultantas | Lekt. O. Viliūnienė | Sklypo planas | | |
| | Vadovas | doc. dr.L. Miknius | Mastelis 1:200 | | |
| Pr. etapas | Organinės chemijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas | | Lapas | Lapų | |
| MBD | | | 2020-MBD-OCH | 3 | 4 |



| | | | | |
|------------|--|--------------------|--|-------|
| Grupė | KTU Cheminės technologijos fakultetas | | Magistro baigiamasis darbas | |
| TMC-8 | Studentas | L. Krišionas | Kanabidiolio koncentravimas daugiapakope molekulinė distiliacija iš <i>Cannabis Sativa</i> ekstraktų | |
| | Vadovas | doc. dr.L. Miknius | | |
| | | | Technologinė linijos schema | |
| Pr. etapas | Organinės chemijos katedra | | 2020-MBD-OCH | Lapas |
| MBD | Radvilėnų pl. 19, Kaunas | | | Lapų |
| | | | | 4 |
| | | | | 4 |