



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

***Cannabis sativa* superkritinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija**

Baigiamasis magistro projektas

Vytautas Petronaitis

Projekto autorius

Doc. dr. Linas Miknius

Vadovas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

***Cannabis sativa* superkritinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija**

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

Vytautas Petronaitis

Projekto autorius

Doc. dr. Linas Miknius

Vadovas

Prof.habil.dr. Vytautas Mickevičius

Recenzentas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Vytautas Petronaitis

***Cannabis sativa* superkrizinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Vytauto Petronaičio, baigiamasis projektas tema „*Cannabis sativa* superkrizinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija“ 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

Tvirtinu:

Cheminės technologijos fakulteto dekanas
prof. K. Baltakys

Suderinta:

Organinės chemijos katedros vedėja dr. E.
Arbačiauskienė

Dekano įsakymas Nr. ST18-F-02-03 2019-04-24 2019-05-27

Magistro projekto užduotis

Projekto tema

Superkazinė multifrakcinė *Cannabis sativa* CO₂ ekstrakcija

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – pagal eksperimentinius tyrimus nustatyti ir apskaičiuoti superkazinio multifrakcinio *Cannabis sativa* CO₂ ekstraktoriaus gravitacinio separatoriaus darbinį tūrį bei matmenis.

Darbo uždaviniai:

1. apžvelgti teorinę medžiagą apie *Cannabis sativa*: rūšis, auginimą, perdirbimą;
2. atlikti separatorių tūrio bei srauto linijinio greičio įtakos separatorių darbo kokybei tyrimus;
3. parinkti technologinę įrangą su konkrečiais gamintojais pagrindžiant pasirinkimus;
4. suprojektuoti ir detalai aprašyti technologinę liniją;
5. atlikti projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus;
6. numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti;
7. nubraižyti statybos teritorijos planą ir suprojektuoti gamybines patalpas;
8. atlikti proceso aplinkosauginį vertinimą;
9. pateikti aiškias ir argumentuotas išvadas.

Reikalavimai ir sąlygos

Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanų 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)

Vytautas Petronaitis. *Cannabis sativa* superkryzinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Linas Miknius; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: CBD, CO₂, ekstrakcija, *Cannabis sativa*.

Kaunas, 2019. 68 p.

Santrauka

Šiame baigiamajame magistro projekte aprašyta ir įvertinta superkryzinio multifrakcinio CO₂ ekstraktoriaus separatoriaus darbinio tūrio įtaka srauto linijiniui greičiui. Tyrimas atliktas su realia CO₂ ekstrakcijos pilotine įranga (serijos numeris E222/18, modelis SCNF-1170), kuri yra eksploatuojama mokslinius tyrimus atliekančioje įmonėje UAB „Endobiotech“. Pagal atlikto tyrimo rezultatus pateikti siūlymai bei pastabos, reikalingos tinkamam separatorių darbiniam tūriui apskaičiuoti ir efektyviam separavimui užtikrinti.

Šis tyrimas yra naudingas, nes *Cannabis sativa* superkryzinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija yra pakankamai nauja pramonės šaka. Apie šią pramonės šaką nėra viešai prieinamos informacijos, todėl visa tyrimo metu gauta medžiaga ir rezultatai turi reikšmingą įtaką naujai projektuojamai tokio tipo įmonei. Nuo gautų rezultatų tikslumo ir sugebėjimo juos pritaikyti didesnei pramoninei ekstrakcijos sistemai priklauso visos įmonės rentabilumas.

Tiriamoji projekto dalis apima 21 bandymą, kurio metu keičiami tiekiamo skysto CO₂ debitai. Debitai keičiami naudojantis prie siurblio prijungto elektros variklio dažnio reguliatoriumi. Atliekant kiekvieną bandymą tikrinama ar separavimas buvo atliktas kokybiškai. Separavimo kokybiškumas vertinamas tikrinant kietosios fazės kiekį vandens gaudyklėje. CO₂ debitas keičiamas intervale nuo 300 iki 750 kg/h, 75 kg/h žingsniu. Prie atitinkamo debito atliekami trys bandymai, siekiant kiek įmanoma labiau minimalizuoti galimas paklaidas.

Bandymų metodu nustatčius optimalų CO₂ srauto debitą, kuriam esant separatorius visiškai atskiria kietąją fazę nuo dujų srauto, apskaičiuojamas optimalus srauto judėjimo greitis per separatoriaus skerspjūvio plotą. Pagal apskaičiuotą srauto linijinio greičio vertę projekto įrenginių parinkimo dalyje apskaičiuojami ekstrakcijos sistemos gravitacinio separatoriaus tūris bei matmenys.

Projekte atliktas džiovintos *Cannabis sativa* žaliavos technologinės linijos, apimančios dviejų etapų separavimą, malimą ir granuliavimą su aušinimu ir superkryzinio multifrakcinio CO₂ ekstraktoriaus parinkimas, nurodant konkrečius tiekėjus bei įrenginius, pagrindžiant priežastis, nulėmusias šiuos pasirinkimus. Projekte pateikiamos konkrečių įrenginių specifikacijos.

Taip pat atlikti ekonominiai, finansiniai ir statybiniai skaičiavimai, priimti statybiniai sprendimai bei apžvelgtos pastato inžinerinės sistemos. Atliktas planuojamos veiklos aplinkosauginis vertinimas. Įvertinta darbuotojų sauga ir sveikata, plačiau aptarta darbo su slėginiais indais specifiška, kadangi projektuojamoje įmonėje planuojama eksploatuoti įrenginius, kuriuose naudojamas didesnis nei 300 bar slėgis.

Vytautas Petronaitis. *Cannabis sativa* supercritical multifractional CO₂ extraction. Master's Final Degree / supervisor doc. dr. Linas Miknius; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: CBD, CO₂, extraction, *Cannabis sativa*.

Kaunas, 2019. 68 p.

Summary

In this master degree project the separator of supercritical multifractional CO₂ extractor is described and the impact of separator useful capacity to the linear speed of flow is evaluated. The research is done with real pilot CO₂ extraction system (serial No. E222/18, model SCNF – 1170), which is being operated at the scientific research company UAB „Endobiotech“. According to the results of the research, the proposals and notes are given. That will ensure the correct useful capacity and the linear speed in separator. This will guarantee the effective functioning of the equipment.

This research is useful because the supercritical multifractional CO₂ extraction is rather new branch of industry. There is no public available information. Because of that the whole information and the results are in high importance to the company that is being designed in this project. The rentability of the company is highly dependant to the accuracy and ability to apply the results obtained.

The research part of the project includes 21 experiment. The experiments differs with the flow of liquid CO₂ that is changed while using the frequency converter mounted to the electrical motor of the pump. The efficiency of separation is constantly checked by measuring the amount of solid particles in the water collector during the experiment. The flow of CO₂ is being changed in the interval from 300 to 750 kg/h, with the step of 75 kg/h. 3 equal experiments were made with each chosen relevant flow of CO₂ in order to minimize the possible mistakes.

With determined optimal flow of CO₂ at which the separator is operating functional (the solid particles are fully separated from flow of gasses) the optimal linear speed of flow is being calculated. According the value calculated the separator that is being planned to be operated in the company project is being designed. The volume and the dimensions are being calculated.

In this project the processing of the dried *Cannabis sativa* technological line is designed. The technological line considers of two stages of separators, milling and pelletizing with cooling and the supercritical multifractional CO₂ extraction equipment. The specific suppliers and the models of the equipments has been provided together with the argued reasons of the decisions made. Additionally, the specifications are being provided.

The economical, financial and building calculations were made. The building solutions were accepted and engineering systems were reviewed. The environmental assessment as well as the health and safety of the employee were evaluated. More attention were given to the safety while working with pressurized vessels, because the equipment that is being designed has 300 and more bars of pressure inside of it while being operated.

Turinys

Lentelių sąrašas	10
Paveikslų sąrašas	11
Santrumpų ir terminų sąrašas	12
Įvadas.....	13
1. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai.....	14
2. Literatūros apžvalga	16
2.1. <i>Cannabis sativa</i>	16
2.2. <i>Cannabis sativa</i> derliaus nuėmimas ir perdirbimas.....	18
2.2.1. Derliaus nuėmimas	18
2.2.2. Džiovinimas.....	18
2.2.3. Separavimas.....	18
2.2.4. Granuliavimas.....	19
2.2.5. Superkrizinė multifrakcinė CO ₂ ekstrakcija.....	20
3. Tiriamoji dalis.....	23
3.1. Įranga.....	23
3.2. Medžiagos.....	24
3.3. Tyrimo metodika	24
3.4. Tyrimo rezultatai	25
3.5. Išvados.....	27
4. Technologinė dalis	28
4.1. Technologinė įranga	28
4.1.1. Separatoriai.....	28
4.1.2. Vibrostalas.....	28
4.1.3. „Zigzag“ separatorius	28
4.1.4. Granuliatorius	29
4.1.5. Superkrizinis multifrakcinis CO ₂ ekstraktorius.....	30
4.1.6. Gravitacinis separatorius	31
4.2. Technologinės linijos schema.....	32
5. Statybiniai sprendimai	35
5.1. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara	36
5.1.1. Konstrukcijos.....	36
5.1.2. Stogas	36
5.1.3. Pagrindas ir grindys.....	36
5.1.4. Sienos	36
5.1.5. Durys	37
5.1.6. Langai.....	37
5.1.7. Parkavimo vietos	37
5.2. Bendrųjų statinio (pastato) inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendiniai.....	37
5.3. Orientacinės statinio naujos statybos darbų kainos apskaičiavimas.....	37
6. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.....	38
6.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	38
6.2. Trumpalaikio turto vertės skaičiavimas.....	38
6.3. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	40
6.4. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	42

6.5. Veiklos kaštai	44
6.6. Finansinės ir investicinės sąnaudos	45
6.7. Gaminių kainos skaičiavimas	46
6.8. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai.....	46
6.9. Investicijų efektyvumo įvertinimas	47
6.9.1. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų skaičiavimas.....	48
6.9.2. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas	48
6.9.3. Vidinės pelno normos skaičiavimas	49
6.9.4. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas	49
6.9.5. Lūžio taško skaičiavimas.....	49
7. Aplinkosauginis vertinimas	50
7.1. Poveikio aplinkai vertinimas	51
7.1.1. Bendrieji duomenys.....	51
7.1.2. CO ₂ išleidimas į aplinką	51
7.1.3. Fizikinė tarša	52
7.1.4. Biologinė tarša.....	52
7.1.5. Atliekos.....	52
8. Darbuotojų sauga ir sveikata	54
8.1. Projektuojamojo objekto charakteristika	54
8.2. Profesinės rizikos vertinimas.....	54
8.3. Saugi gamyba	57
8.3.1. Slėginiai indai.....	58
8.3.2. Žaibosauga.....	59
8.4. Darbo higiena	61
8.5. Gaisrinė sauga	62
Išvados	64
Literatūros sąrašas	65
Priedai.....	68
1 priedas. Pastato planas	68
2 Priedas. Pjūviai A – A ir B – B	68
3 Priedas. Sklypo planas.....	68
4 Priedas. Technologinės linijos schema.....	68

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Gamyklos ekonominiai rodikliai (duomenys iš 6 skyriaus) [2]	15
2 lentelė. Tyrime naudojamų medžiagų tankių vertės	24
3 lentelė. Tiekiamo CO ₂ srauto įtaka kietosios fazės kiekiui vandens gaudyklėje	25
4 lentelė. Pramoninio vibrostalo techninės charakteristikos	28
5 lentelė. „ZigZag“ separatoriaus techninės charakteristikos	29
6 lentelė. Kesir International žematemperatūrinio <i>Cannabis sativa</i> granuliatoriaus su malūnu bei aušintuvu techninės charakteristikos	30
7 lentelė. Italų kompanijos „Separeco Srl“ CO ₂ ekstrakcijos sistema „DUAL 240“	31
8 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai [2]	35
9 lentelė. Orientacinė statinio naujos statybos darbų kainų suvestinė [2]	37
10 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai [2]	38
11 lentelė. Trumpalaikio turto poreikis [2]	39
12 lentelė. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos [2]	39
13 lentelė. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms [2]	40
14 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui [2]	41
15 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai [2]	42
16 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija) [2]	43
17 lentelė. Gamybos kaštai [2]	44
18 lentelė. Veiklos kaštai [2]	45
19 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas [2]	45
20 lentelė. Gaminio kainos apskaičiavimas [2]	46
21 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst. Eur [2]	46
22 lentelė. Finansinės būklės pokyčių (pinigų srautų) ataskaita, tūkst. Eur [2]	47
23 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas [2]	49
24 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavą [2]	50
25 lentelė. Gaminamos produkcijos apimtys [2]	51
26 lentelė. Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai [2]	51
27 lentelė. Tarša, išsiskirianti deginant SND [2]	51
28 lentelė. Fizikinė tarša [2]	52
29 lentelė. Gamybinės atliekos ir jų kiekiai [2]	53
30 lentelė. Naudojamo vandens balansas [2]	53
31 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas [2],[35-43]	55
32 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai [2],[44],[45].	56
33 lentelė. Patalpų ir išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų [2],[44],[45]. ..	56
34 lentelė. Patalpų, išorinių įrenginių pavojingų vietų zonos pagal sprogimo, gaisro pavojų [2],[44],[45]	56
35 lentelė. Pastato kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų [2],[44],[45]	57
36 lentelė. Dviejų strypų apsaugos zonos parametrų skaičiavimas. [2],[46],[47]	60
37 lentelė. Darbo patalpų komfortinės sąlygos [2]	62
38 lentelė. Darbo patalpų pakankamos sąlygos [2]	62

Paveikslų sąrašas

1 pav. Labiausiai paplitę kanabinoidai	17
2 pav. Pramonis vibrostalas, gaminamas anglų kompanijos RusselFinex	18
3 pav. Turkijos kompanijos AKYUREK Kardesler Ltd gaminamas „ZigZag“ separatorius	19
4 pav. Amerikiečių įmonės Kesir International granulatorius	20
5 pav. CO ₂ fazių priklausomybės nuo temperatūros ir slėgio grafikas	21
6 pav. Italijos kompanijos Separeco Srl superkryzinis multifraccinis CO ₂ ekstraktorius <i>DUAL 240</i> [15]	22
7 pav. SCNF – 1170 sistemos specifikacija	23
8 pav. Kietosios fazės kiekio priklausomybė nuo tiekiamo CO ₂ srauto	26
9 pav. Technologinės linijos schema	34
10 pav. Projekto rentabilumas.....	47
11 pav. Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos schema.	61
12 pav. Evakuacijos planas [48]	63

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

CBD – kanabidiolis;

THC – tetrahidrokanabinolis;

CO₂– anglies dioksidas;

BCV – būvio ciklo vertinimas;

LEZ – laisvoji ekonominė zona;

SND – suskystintos naftos dujos;

GMP – Gerosios gamybos praktika;

SSE – superkrizinių skysčių ekstrakcija;

GPS – grynujų pinigų srautai;

GEV – grynoji esamoji vertė.

Terminai:

Ekstrahentas– tirpiklis, tirpinantis norimą atskirti mišinio komponentą ekstrakcijos metu.

Krizinė temperatūra – temperatūra, aukščiau kurios negali egzistuoti skystoji fazė, nepasaint kiek bus slegiama.

Krizinis slėgis – slėgis, reikalingas suskystinti dujas, joms esant krizinėje temperatūroje.

Superkrizinė CO₂ ekstrakcija – ekstrakcijos metodas, kai ekstrahentu naudojamos CO₂ dujos yra suslėgtos į nemažesnę nei krizinį slėgį (73,9 bar) ir yra palaikoma nemažesnė nei krizinė temperatūra (31,1 °C).

Ivadas

1993 – 1996 m. *Cannabis sativa* (Pluoštinės kanapės) auginimas buvo legalizuotas daugumoje Europos Sąjungos šalių. 2013 metų gegužės mėnesį Lietuvoje buvo priimtas Pluoštinių kanapių įstatymas, kuris įsigaliojo nuo 2014 m. pradžios. Iki tol visos kanapės mūsų šalyje buvo priskirtos narkotiniams augalams ir buvo draudžiamos auginti.

Lietuvoje legalizavus *Cannabis sativa* auginimą, to teigiami rezultatai greitai tapo akivaizdūs. 2014 m. šių augalų buvo auginama tik 1070 ha, 2015 m. – 2300 ha, 2016 m. – 2454 ha, 2017 m. – 2500 ha, o 2018 m. net 4000 ha.

Labiausiai vertinamas ir didžiausią potencialą pasaulinėje rinkoje turi pluoštinėje kanapėje esantis fitokanabinoidas kanabidiolis (CBD). Šis komponentas plačiausiai naudojamas maisto pramonėje bei kosmetikoje, tačiau daug laiko ir lėšų investuojama į tyrimus ir naujų produktų kūrimą, stipriai auga ir tendencija CBD naudoti farmacijoje.

Yra keletas CBD išgavimo iš augalo būdų, kurių populiariausi yra ekstrakcija alkoholiu ir superkrizinė ekstrakcija anglies dioksidu. Metodų principai panašūs, skiriasi naudojami tirpikliai ir tirpinimo sąlygos. Šiame projekte plačiau apžvelgsime superkrizinę multifrakcinę CO₂ ekstrakciją.

Superkrizinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija lyginant su kitais metodais trūkumų turi tik ją taikančiai įmonei. Taip yra dėl to, jog šio metodo įranga yra nepalyginamai sudėtingesnė ir brangesnė nei kitų, o našumas – sąlyginai mažas. Šio metodo taikymui reikalingi darbuotojai su aukšta kvalifikacija, reikalingi papildomi kursai saugiam darbui su įrenginiu užtikrinti. Iš teigiamų aspektų svarbiausias yra tas, jog nelieta nei mažiausių tirpiklio pėdsakų, visas CO₂ tiesiog išgaruoja.

Šio baigiamojo magistro projekto tikslas yra apskaičiuoti ir tinkamai parinkti superkrizinio CO₂ ekstraktoriaus separatorių matmenis ir suprojektuoti įmonę, kuri išseparuotų, sumaltų, sugranuliuotų ir išekstrahuotų 500 t džiovintos *Cannabis sativa* žaliavos per metus. Pagal šį tikslą suformuluoti ir išspręsti sekantys uždaviniai:

1. apžvelgti teorinę medžiagą apie *Cannabis sativa*: rūšis, auginimą, perdirbimą;
2. atlikti separatorių tūrio bei srauto linijinio greičio įtakos separatorių darbo kokybei tyrimus;
3. parinkti technologinę įrangą su konkrečiais gamintojais pagrindžiant pasirinkimus;
4. suprojektuoti ir detaliai aprašyti technologinę liniją;
5. atlikti projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus;
6. numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti;
7. nubraižyti statybos teritorijos planą ir suprojektuoti gamybines patalpas;
8. atlikti proceso aplinkosauginį vertinimą;
9. pateikti aiškias ir argumentuotas išvadas.

1. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai

Projektuojama *Cannabis sativa* superkrizinę multifrakcinę CO₂ ekstrakciją vykdysianti įmonė, kuri būtų pajėgi išekstrahuoti 500 t džiovintos žaliavos. Nors veikla yra visiškai nauja ir didžiajai daliai visuomenės negirdėta arba nepriimtina, tačiau projektas turės ženklią teigiamą įtaką Lietuvos ekonomikai bei gyventojams.

Viso planuojama sukurti 35 kvalifikuotas darbo vietas, kurių darbo užmokestis numatomas didesnis nei esamas vidurkis Lietuvoje. Lietuva pasaulinėje rinkoje bus pristatoma kaip inovatyvi, naujovių nebijanti šalis užsienio kapitalo investuotojams. Aukščiausios kokybės produktai bus prieinami ir gyventojams, planuojama vykdyti ir šviečiamąją veiklą, parodyti žmonėms natūraliųjų aktyviųjų komponentų, ypač iš *Cannabis sativa*, svarbą ir pritaikymą kasdienybėje, jų naudą.

Planuojamo statyti objekto paskirtis pagal statybos techninio reglamento str. 1.01.03:2017: – 7.8. gamybos ir pramonės paskirties pastatai. Projektuojamo objekto lokacija pasirinkta Kauno laisvoji ekonominė zona (LEZ). Toks sprendimas priimtas dėl sekančių priežasčių [1]:

1. puiki strateginė vieta;
2. sklypai su parengta infrastruktūra;
3. patikima verslo aplinka;
4. specializuotos teritorijos;
5. valdymo bendrovė ir veiklos rezultatai;
6. mokesčių lengvatos.

Projektuojama įmonė papildomai vykdys dviejų lygių *Cannabis sativa* žaliavos separavimą, malimą, granuliavimą ir aušinimą.

Visose objekto patalpose numatyta moderni rekuperacinė sistema, kuri nepertraukiamai keis patalpų orą 5 kartus per valandą. Taip pat numatyta išlaikyti pastovias drėgmės bei temperatūros vertes, užtikrinant tinkamas darbo sąlygas darbuotojams, bei medžiagų sandėliavimui. Gamybinės patalpos bus šildomos grindiniu šildymu, atitinkančiu GMP reikalavimus, o administracinės patalpos bus šildomos radiatoriais.

Įmonėje papildomai įrengiamos modernios automatizuotos drenčerinė bei sprinklerinė gaisro gesinimo sistemos. Taip pat, numatyta priešgaisrinė signalizacija.

Įmonės pagrindiniams rodikliams ir pelningumui įvertinti 6 skyriuje atlikti skaičiavimai, kurių santrauka pateikiama 1 lentelėje.

1 lentelė. Gamyklos ekonominiai rodikliai (duomenys iš 6 skyriaus) [2]

Rodikliai	Baziniais metais	Projekte	Pokytis
1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais brandos stadijoje:			
Pagrindinis produktas	75	75	-
Šalutinis produktas	425	425	
2. Realizacinės pajamos, tūkst. Eur	41375	33100	8275
3. Įmonės darbuotojai:	35	35	-
4. Darbo našumas, tūkst. Eur:	1942,06	1942,06	-
5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, tūkst. Eur:			
Darbuotojo	55,487	55,487	-
6. Gamybos kaštai, tūkst. Eur	29501,98	29501,98	-
7. Gaminio pilnoji savikaina, Eur:			
Pagrindinio produkto	79,38	79,38	-
Šalutinio produkto	72,07	72,07	
8. Grynasis pelnas, tūkst. Eur	6261,88	6127,35	134,53
9. Papildomas pelnas, gautas įgyvendinus projektinius sprendimus, tūkst. Eur	-	-	-
10. Investicijų apimtis, tūkst. Eur	29501,98	29501,98	-
11. Produkcijos (veiklos) rentabilumas*, %	24,03	24,03	-
12. Apyvartos rentabilumas*, %	23,63	23,63	-
13. Kapitalo rentabilumas*, %	13,18	13,18	-
14. Jų apyvartų skaičius	500	500	-
15. Apyvartos trukmė dienos, 4 pamainos	366	366	-
16. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, tūkst. Eur	24008,60	24008,60	-
17. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metais	4	4	-
18. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. Eur	2387,41	2387,41	-
19. Kapitalo kaštai, %	4,641	6,641	-
20. Vidinė pelno norma, %	7,9	7,9	-

*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 7 skyriuje [2].

2. Literatūros apžvalga

2.1. *Cannabis sativa*

Cannabis sativa – Lietuvoje labai seniai naudojamas kultūrinis augalas. Manoma, kad kanapės buvo vieni pirmųjų kultūrinių augalų. Jų sėklų ir kanapinių virvelių liekanų rasta vidurio neolito Narvos kultūros Šventosios gyvenvietėse (III tūkstantmečio pr. m. e.). Moteriškieji kanapių augalai vadinti grūdėmis, vyriškieji – pleiskanėmis. Vyriškieji augalai mažesni už moteriškuosius, greičiau auga ir anksčiau žydi. Kanapės yra vaistingos, maistingos, greitai auga, atsparios piktžolėms ir kenkėjams. Sėklos yra maistingos: jose daugiau baltymų ir aminorūgščių, nei grūdinių kultūrų grūduose, todėl iš sėklų dažniausiai spaudžiamas aliejus. Iki šių dienų Žemaitijoje yra išlikę kanapių vartojimo maistui papročių [3].

Kanapių plaušai yra labai tvirti ir atsparūs vandens poveikiui. Rasta iš kanapių vyta virvė datuojama 2500 m. prieš mūsų esą. Burinių laivų eroje (XV – XVIII a.) visas laivyboje naudotas takelažas (virvės, burės ir kt.) buvo gaminami iš kanapių pluošto, daugumos jūreivių rūbai irgi buvo kanapiniai, todėl kanapės daugumai šalių buvo labai svarbi strateginė žaliava [4].

Kanapės stiebai turi daug celiuliozės, todėl dar viena labai svarbi kanapių panaudojimo sritis – popieriaus gamyba. Pirmasis, Kinijoje išrastas ir pagamintas, popierius buvo kanapinis. Žymioji JAV Nepriklausomybės deklaracija taip pat surašyta ant kanapinio popieriaus. Iš šio augalo yra žymiai lengviau išgauti celiuliozę, nei iš medienos, be to, sunaudojama mažiau kenksmingų chemikalų, todėl kanapių popieriaus fabrikai kur kas mažiau teršia aplinką. Pats popierius gaunamas švaresnis, baltesnis ir stipresnis. Pavydžiui, miškui iki kirtimo užaugti reikia ne mažiau 60 metų, o kanapių derlių tropinio klimato juostose galima imti kad ir tris kartus per metus [4].

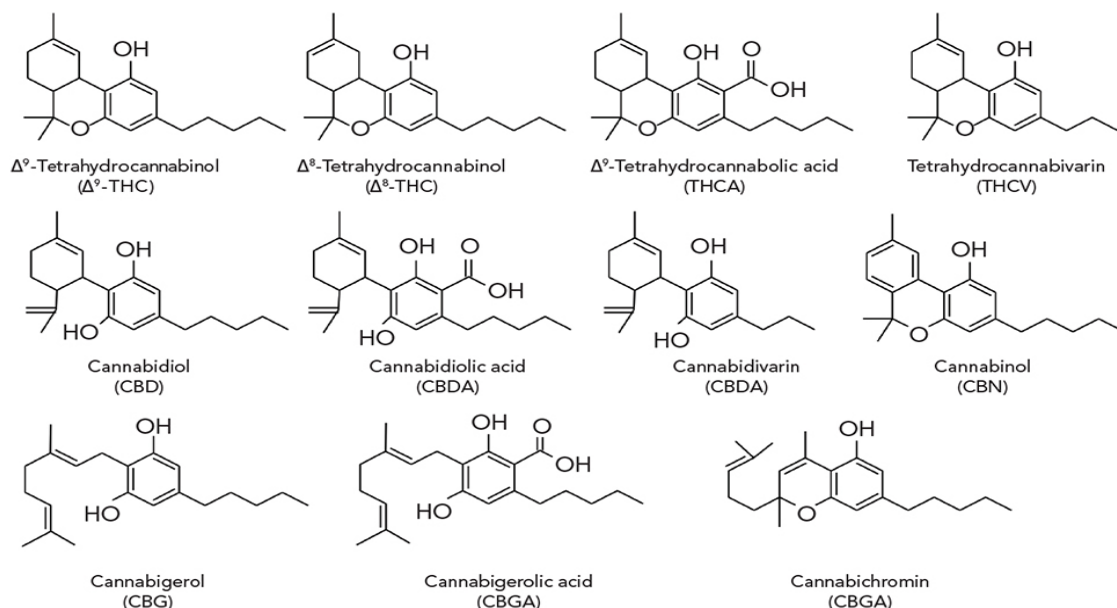
Augalas taip pat gali būti panaudotas alaus gamyboje vietoj apynių. Lietuvoje pluoštui ir sėkloms galima auginti tas kanapių veisles, kuriose būna ne daugiau nei 0,2 procento tetrahidrokanabinolio (THC) ir kurios yra patvirtintos ir įrašytos į leistinų Europos Sąjungoje auginti pluoštinių kanapių sąrašą [4].

Kanapių sėklos/grūdai [4]:

- baltymai sudaro iki 36% visos sėklos masės;
- baltymai kanapių sėklose yra be tripsino inhibitorių, kurie apsunkina baltymų įsisavinimą žmogaus organizme;
- aliejus sudaro iki 35% sėklos masės;
- kanapių sėklų aliejuje yra iki 80% polinesočiųjų riebalų rūgščių Omega-3 ir Omega-6 santykiu 3:1 (57%:19%);
- aliejus turi 8% sočiųjų riebalų rūgščių.

Pastaruoju metu pluoštinės kanapės vis plačiau naudojamos aktyviųjų komponentų, ypač kanabinoido CBD išgavimui. Vis daugiau pasaulio šalių legalizuoja aktyviųjų komponentų išskyrimą, matydami didelį jų potencialą pritaikymui kosmetikoje, maisto prieduose bei farmacijoje [5].

Pluoštinėse kanapėse yra rasta daugiau nei 110 skirtingų kanabinoidų, tačiau tik nedaugelis jų yra ištirti. Jų poveikis žmogui iki šiol nėra visiškai suprantas. 1 paveikslėlyje pavaizduoti labiausiai paplitę ir plačiausiai ištirti kanabinoidai [4]:



1 pav. Labiausiai paplitę kanabinoidai

Kanabidiolis – vienas iš daugiau nei 110 kanabinoidų – aktyvių cheminių junginių kanapės augale. Tai fitokanabinoidas, kuris gali sudaryti iki 40 % augalo ekstrakto. Kanabidiolis turi reikšmingų medicininių savybių, bet priešingai nei pagrindinis psichoaktyvus kanabinoidas kanapėse tetrahidrokanabinolis (THC) – nesukelia euforijos ar apsvaigimo ir iš tiesų gali netgi neutralizuoti psichoaktyvų THC poveikį. Kanabinoidai veikia daugiausiai sąveikaudami su konkrečiais receptoriais, kurie yra žmogaus smegenų ląstelėse: CB1 receptoriuose, kurie aptinkami neuronuose ir glijos ląstelėse įvairiose smegenų dalyse, ir CB2 receptoriuose, kurie daugiausiai aptinkami kūno imuninėje sistemoje. THC keliami efektai yra sąlygojami su CB1 receptorių sąveika. O kanabidiolis turi labai mažą trauką šiems receptoriams ir, kai jie siejasi, yra sukliamas labai mažas efektas arba jo visai nebūna. Taip pat, vis daugėja mokslinių įrodymų, kad CBD veikia kitas smegenų impulsų sistemas ir šie veiksmi gali būti svarbūs pagalbininkai pastarojo terapeutiniams efektams [4].

Faktas, kad kanabidioliu praturtintos kanapės yra nepsichoaktyvios arba mažiau psichoaktyvios nei THC vyraujančios kanapių rūšys, suteikia patrauklų variantą pacientams, ieškantiems palengvėjimo nuo uždegimų, skausmo, nerimo, psichozės, traukulių, spazmų ir daugybės kitų simptomų ir netgi kai kurių ligų, neskaitant apatijos ar disforijos [5].

Moksliniai ir klinikiniai tyrimai pabrėžia kanabidiolio, kaip vaistinės medžiagos potencialą plataus ligų spektro gydyme. Kanabidiolis gali būti naudojamas gydant artritą, diabetą, alkoholizmą, chroniškus skausmus, šizofreniją, depresiją, potrauminio streso sindromą, išsėtinę sklerozę, kai kurias antibiotikams atsparias infekcijas, epilepsiją ir kitus neurologinius sutrikimus. Kanabidiolis turi stiprius neuroprotekcinis ir neurogeninius poveikius. Kanabidiolio, kaip priešvėžinės medžiagos, savybės šiuo metu yra tiriamos įvairiuose akademinių tyrimų centruose JAV bei kitose šalyse [6].

2.2. *Cannabis sativa* derliaus nuėmimas ir perdirbimas

2.2.1. Derliaus nuėmimas

Derlius nuimamas 100 – 115 dienų po sėjos standartiniais javų kombainais [7].

Kūlimą atlikti geriau kai oras yra gana sausas. Derliaus kūlimas pradedamas kai augale randamas didžiausias kiekis CBD. Itin svarbu, kad džiovykla nebūtų nutolusi nuo kuliamo lauko [7].

Kombainai sureguliuojami rapsų kūlimo nustatymais. Kūlimas vyksta 2 – 4 km/h greičiu, minimaliomis apskukomis. Likę stiebai susmulkinami ir užariami [7].

2.2.2. Džiovinimas

Vienas iš svarbiausių žaliavos paruošimo ekstrahavimui etapų yra džiovinimas. Idealiu atveju, džiovinimas turėtų būti vykdomas iš karto, bet ne vėliau kaip po 6 val. po derliaus nuėmimo. Džiovinama iki 7 – 8 % drėgmės, esant kuo žemesnei temperatūrai (50 – 60 °C) ir dideliu oro srautu. Kruopščiai tikrinamas kiekvienas išdžiovintos žaliavos maišas, nes itin svarbu užkirsti kelią šitimui, išvengti pelėsio ir išsaugoti žaliavos kokybę [7].

Negalima džiovinėti aukštoje temperatūroje, nes tai termiškai suskaido natūraliai kanapėse egzistuojančius terpenus, kurie suteikia skonį, kvapą ir patys turi gydomųjų savybių. Aukšta temperatūra yra nepageidautina ir dėl to, jog jos poveikyje skyla dauguma fitokanabinoidų, esančių rūgštinėje formoje. Tai įvyksta dėl to, jog termiškai veikiant šias rūgštis atskyla karboksi grupė, kitaip tariant, rūgštys dekarboksilinasi. Šis reiškinys nepageidautinas, nes rinkoje paklausiausi kuo natūralesni produktai [7].

2.2.3. Separavimas

Išdžiovintoje žaliavoje yra iki 30 % balasto. Balastu laikomos sėklos, kotai, stiebai ir lukštai. Kartais pasitaiko ir kitų mechaninių priemaišų iš žemės ūkio (šiukšlės, akmenys, įrankiai ir pan.). Siekiant kuo efektyviau išnaudoti ekstraktoriaus darbinį tūrį – balastą reikia pašalinti [8]

Pirmo separavimo etapo įrenginys yra vibrostalas (2 pav.). Šis įrenginys rūšiuoja frakcijas pagal jų dydį. Naudojant vibrostalą yra efektyviai pašalinami kotai. Stiebai, sėklos ir jų lukštai bei mechaninės priemaišos yra sąlyginai panašaus dydžio, dėl to vibrostalas žaliavos visiškai neišvalo. Norint tinkamai išvalyti žaliavą yra papildomai reikalingas rūšiavimas pagal skirtingą masę [8].



2 pav. Pramonis vibrostalas, gaminamas anglų kompanijos RusselFinex

Antrasis separavimo etapas yra rūšiavimas oro srauto pagalba pagal dalelių svorį. Šiuo metodu puikiai atskiriamos sėklos, akmenys, atsitiktinės šiukšlės ir stiebai. Rūšiavimo metodas nėra sudėtingas, tam naudojami vadinamieji „ZigZag“ separatoriai (3 pav.). Metodo trūkumu galima būtų įvardinti tai, kad nėra galimybės atskirti lukštų, kadangi jie yra tokie pat lengvi kaip ir norima gauti žaliavos frakcija. Šiam separavimo metodui itin svarbu nuolatinis ir tolygus žaliavos tiekimas. Jeigu tiekama per daug žaliavos – separatorius nebespėja atskirti smulkių dalelių iš viso srauto ir jos iškrenta prie balasto frakcijos. Jeigu žaliavos tiekama per mažai – balastas yra išnešamas oro srauto į gerąsias frakcijas [9].



3 pav. Turkijos kompanijos AKYUREK Kardesler Ltd gaminamas „ZigZag“ separatorius

2.2.4. Granuliavimas

Išvalyta nuo balasto bei kitų nepageidaujamų priemaišų žaliava malama plaktukiniu malūnu ir tiekama tiesiai į granuliatorių. Granuliavimas reikalingas tam, kad kuo daugiau žaliavos tilptų į tą patį ekstraktoriaus tūrį [10],[11].

Granulės negali būti didesnės nei 10 % drėgmės, turi būti 530 – 580 kg/m³ piltinio tankio intervale ir iškart po granuliavimo privalo būti ataušinamos iki kambario temperatūros. Ekstrakcijai palankiausia naudoti 6 – 8 mm granules. Mažos granulės ne efektyviai užima darbinį ekstraktoriaus tūrį ir yra sąlyginai kietos. Didesnio diametro granulėse didėja ir vandens kiekis, o tai nepageidautina kokybiškai ekstrakcijai [10],[11],[12].

Dauguma granuliatorių gamintojų gamina ir rinkai siūlo įprastinius įrenginius, skirtus medienos ar plastikų granuliavimui. Tokie granulatoriai nėra tinkami pluoštinių kanapių perdirbimui, nes darbinė matricos temperatūra įprastai siekia 90 – 110 °C. Dėl šios problematikos projekte pasirinktas specialiai pluoštinių kanapių granuliavimui pritaikytas amerikiečių įmonės Kesir International granuliatorius (4 pav.). Patentuotos technologijos dėka darbinė granuliatoriaus temperatūra neviršija 60 – 70 °C. [12],[13].



4 pav. Amerikiečių įmonės Kesir International granulatorius

2.2.5. Superkazinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija

Iki šiol mokslininkai yra pritaikę eilę įvairių ekstrakcijos metodų norimiems komponentams išekstrahuoti. Plačiausiai naudojamais ir labiausiai ištirtais ekstrakcijos metodais yra laikomi sekantys procesai [14]:

1. ekstrakcija organiniais tirpikliais;
2. ekstrakcija superkritiniais skysčiais (SSE);
3. distiliacija vandens garais;
4. mikrobangomis skatinama ekstrakcija;
5. ultragarsu skatinama ekstrakcija;
6. Soksleto ekstrakcija;
7. hidrolizė;
8. ekstrakcija suslėgtais skysčiais;
9. mišinio rektifikacija ir koncentravimas.

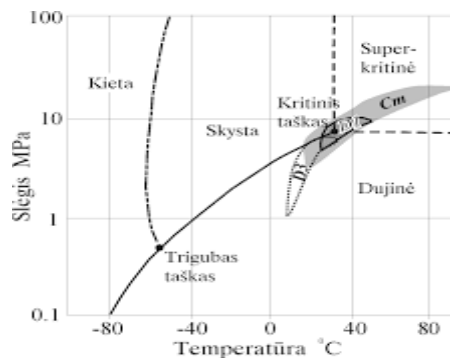
Šiame projekte plačiau apžvelgsime SSE, kurią aktyviesiems komponentams išekstrahuoti iš *Cannabis sativa* žaliavos naudos projektuojama įmonė. Svarbiausi šio metodo pranašumai [14]:

1. sąlyginai greita ekstrakcija;
2. nekenksminga aplinkai;
3. nėra jokių tirpiklių, kurie liktų produkte;
4. nekenksmingos darbo sąlygos;
5. ekstrakciją galima atlikti esant žemoms temperatūroms, taip išsaugant temperatūrai jautrius cheminius junginius;

6. naudojant aukštą slėgį (iki 450 bar) ir CO₂ bakterijos ir mikroorganizmai žūsta – gaunamas produktas yra sterilus;
7. keičiant slėgį ir temperatūrą galima vykdyti atrankią ekstrakciją;
8. ekstrahentas ir ekstraktyvas lengvai atskiriami po ekstrakcijos mažinant temperatūrą arba slėgį;
9. mėginius galima iškart analizuoti, nereikia papildomų gryninimo ar tirpiklių atskyrimo įrangų.

Iš metodo trūkumų pažymėtina tik tai, kad įranga kainuoja ženkliai daugiau nei kiti metodai. Kainos didžiausia dedamoji dalis yra įrangos sudėtingumas, nes viskas privalo veikti automatizuotai eksploatuojant įrenginį iki 450 bar slėgiu. Visos talpos, vamzdynai ir sklendės turi būti pagaminti preciziškai ir individualiai kiekvienam ekstraktoriui. Naudojamas plienas negali būti žemesnės nei 316L klasės. Reikalinga sudėtinga infrastruktūra: ne silpnesnės nei 2000 kg/m² grindys, avarinė CO₂ ventiliacija, kuri pakeistų patalpos oro tūrį bent 20 kartų per valandą šviežiu filtruotu oru, rekuperacinė sistema, kuri užtikrintų bent 3 kartų per valandą patalpos oro tūrio recirkuliaciją, drėgmės ir temperatūros palaikymo sistema. Didelę dalį kainos sudaro ir įrengimo eksploatacijai reikalingi įvairūs leidimai, apsaugos sistemos [15].

SSE metodu ekstrahuojama iš kietų matricų. Skystis yra superkritiniame būvyje tada, kai tiek jo temperatūra, tiek slėgis yra virš jų kritinio taško (5 pav.). Jei virš kritinio taško yra tik vienas iš šių parametrų, sakoma, kad skystis yra subkritiniame būvyje. Kai temperatūra aukštesnė už kritinę, dujos didinant slėgį nebeskystėja, bet suspaudžiamos į superkritinį skystį. Kritinis taškas (temperatūra, slėgis, tankis) yra specifinis kiekvienai konkrečiai medžiagai. Superkritinių skysčių tankiai artimi skysčių tankiams, o klampa artima dujoms. Superkritinių skysčių difuzijos koeficientai tarpiniai tarp dujų ir skysčių. Superkritiniai skysčiai pasižymi unikaliomis fizikocheminėmis savybėmis, kurios labai tinkamos juos naudojant ekstrahuojančiais tirpikliais. Šių skysčių tankis 5 – 20 kartų mažesnis už paprastų skysčių, todėl superkritiniai skysčiai greičiau ir efektyviau prasiskverbia į kietas matricas. Be to, superkritiniuose skysčiuose daug didesni ištirpusių medžiagų difuzijos koeficientai. Dėl šių priežasčių ekstrakcija tampa žymiai greitesnė ir efektyvesnė nei klasikiniai tirpikliais. Antra vertus, superkritinių skysčių tankiai 100 – 1000 kartų didesni už dujų tankius, todėl superkritinių skysčių tirpinamoji galia artimesnė skysčiams nei dujoms. Be to, superkritinių skysčių tankis priklauso nuo slėgio ir temperatūros, todėl tirpinamoji galia gali būti lengvai keičiama keičiant ekstrakcijos slėgį ir temperatūrą [15],[16].



5 pav. CO₂ fazių priklausomybės nuo temperatūros ir slėgio grafikas

Ekstrakcijai superkritiniais skysčiais gali būti naudojamos šios dujos: CO_2 , N_2 , CH_4 , C_2H_6 , N_2O , SO_2 , C_3H_8 , C_3H_6 , NH_3 , SF_6 . CO_2 — naudojamos plačiai dėl savo nenuodingumo, mažo reaktingumo, vidutinės kritinės temperatūros bei slėgio, žemos kainos ir nedegumo. Jis turi unikalias superkritinių skysčių fizikochemines savybes (didelį tankį, mažą klampumą), kurios reguliuojamos keičiant slėgį ir temperatūrą. Naudojant CO_2 kaip superkritinį tirpiklį galima išekstrahuoti aukštomis temperatūroms jautrias medžiagas. Būtina atsižvelgti į ekstrahuojamųjų junginių prigimtį ir poliškumą. Grynas CO_2 efektyviai išekstrahuoja nepolinius ir mažai polinius junginius, tačiau tai blogas tirpiklis poliniams junginiams. Tam kad padidinti skysčio tirpinančiąsias savybes į jį galima įdėti organinių tirpiklių — modifikatorių, tačiau tada pasikeičia kritinio slėgio ir temperatūros vertės — esant per dideliui modifikatoriaus kiekiui, temperatūra gali tapti mažesnė nei kritinė, dėl ko padidėja klampa ir sumažėja difuzijos koeficientas. Kadangi modifikatorius padidina superkritinių skysčių tirpinimo gebą, tai sumažina ekstrakcijos selektyvumą [15],[16].

Projektuojamoje įmonėje pasirinkta eksploatuoti Italijos kompanijos Separeco Srl superkritinį multifrakcinį CO_2 ekstraktorių *DUAL 240* (6 pav.) [15].



6 pav. Italijos kompanijos Separeco Srl superkritinis multifrakcinis CO_2 ekstraktorių *DUAL 240* [15]

3. Tiriamoji dalis

UAB „Endobiotech“ atlikdama mokslinius tyrimus su pilotine multifrakcinės superkritinės CO₂ ekstrakcijos įranga pastebėjo, kad vykdant ekstrakciją 650 kg/h (sistemos deklaruojamas maksimalus našumas – 750 kg/h) skysto CO₂ – dalis kietosios fazės yra mechaniškai išnešama iš separatorių kartu su srautu į vandens lašų separatorių ir tolimesnius sistemos įrenginius, kur kietoji fazė patekti neturi. Dėl šios priežasties sistema yra periodiškai užteršiama, sutrinka šilumokaičių funkcijos ir sistema periodiškai priverstinai stabdoma mechaniniui vamzdynų bei įrenginių valymui.

Kietosios fazės srautas kartu su CO₂ užteršia sistemą dėl netinkamai parinktų sistemos separatorių. Esant per dideliui linijiniui greičiui separatoriuose stebimas sistemos užsiteršimas.

Naudojantis šia praktika buvo iškeltas uždavinys atlikti tyrimą, kurio metu būtų nustatytas optimalus linijinis greitis separatoriuose.

Tyrimo tikslas –naudojantis realia pilotine multifrakcinės superkritinės CO₂ ekstrakcijos įranga (serijos numeris E222/18, modelis SCNF-1170) nustatyti optimalų srauto linijinį greitį separatoriuose, užtikrinant visišką fazių atsiskyrimą. Nustačius optimalų linijinį greitį, apskaičiuoti projektuojamoje įmonėje planuojamos eksploatuoti superkritinės multifrakcinės CO₂ ekstrakcijos sistemos separatoriaus tūrį bei matmenis.

3.1. Įranga

Tyrimas atliktas naudojantis UAB „Endobiotech“ eksploatuojama pilotine superkritinės multifrakcinės CO₂ ekstrakcijos įranga. Sistemos specifikacija pateikiama 7 paveikslėlyje.




SEPARECO Srl
Via Carlo Borra 33/35
Pinerolo (TO) - ITALY

Certification company **APAVE ITALIA CPM nr. 0398**

SCF extraction system PED risk category IV module 6, fluid CO2 code ASME VIII div. 1

Year of manufacture	2018	Min working temperature	-5°C
Model	SCNF-1170	Max working temperature	75°C
Serial number	E222/18	Design pressure Ps	385 bar
Supply voltage	400V/50 HZ	Date of test	06/07/18
Installed power	55 Kw	Max working pressure	330 bar
Max CO₂ pump flow	750Kg/h	CO₂ pump safety valve set-point	385 bar
Max liquid pump flow	75 L/h	Co-solvent saf. valve set.-p.	385 bar
Volume A1	450 L	A1 safety valve set-point	130 bar
Volume E1-E2	170 L	E1.E2 safety valve set-point	360 bar
Volume S0	60 L	S1-S2-S3 safety valve set-point	187 bar
Volume S1	40 L	Compressed air	6 bar
Volume S2-S3	302 L	Instruments supply voltage	24 V DC

7 pav. SCNF – 1170 sistemos specifikacija

3.2. Medžiagos

Tyrimas atliekamas ekstrahuojant 8 mm skersmens *Cannabis sativa* granules, kurių drėgmė neviršija 10 %. Kaip ekstrahentas naudojamas CO₂. Tyrimo metu ekstraktoriuje esančių naudojamų medžiagų tankiai pateikiami 2 lentelėje:

2 lentelė. Tyrime naudojamų medžiagų tankių vertės

Parametras	Medžiaga	
	<i>Cannabis sativa</i>	CO ₂
Tankis, kg/m ³	900	833

3.3. Tyrimo metodika

Tyrimo metodika yra sugalvota individualiai, neaprašyta jokiuose literatūros šaltiniuose.

Metodo esmė: keičiant CO₂ srautą atitinkamai kinta ir srauto linijinis greitis. Esant skirtingam srautui periodiškai tikrinamas kietosios fazės kiekis vandens gaudyklėje, siekiant nustatyti optimalų linijinio greičio dydį, užtikrinantį visišką fazių atskyrimą separatoriuje.

Vandens gaudyklė yra tiesiogiai prie separatoriaus prijungtas įrenginys, todėl kietosios fazės aptikimas joje akivaizdžiai perteikia separatorių funkcijos atlikimo kokybę.

Kiekvieną bandymą ekstrahuojama 100 kg tos pačios kokybės lietuviškos kilmės *Cannabis sativa* žaliavos. Ekstrakcija vykdoma tol, kol pro žaliavos įkrovą siurbliu praeina 1000 kg skysto CO₂. CO₂ kiekis matuojamas sistemoje integruotu Coriolis tipo debitomačiu. Separacijai atlikti naudojamas S0 gravitacinio tipo separatorius, kurio tūris – 60 l, aukštis – 1471 mm, skersmuo – 228 mm. Temperatūra ekstraktoriuje ir separatoriuje – 45 °C. Ekstrakcija vykdoma 300 bar slėgyje. Slėgis separatoriuje – 50 bar.

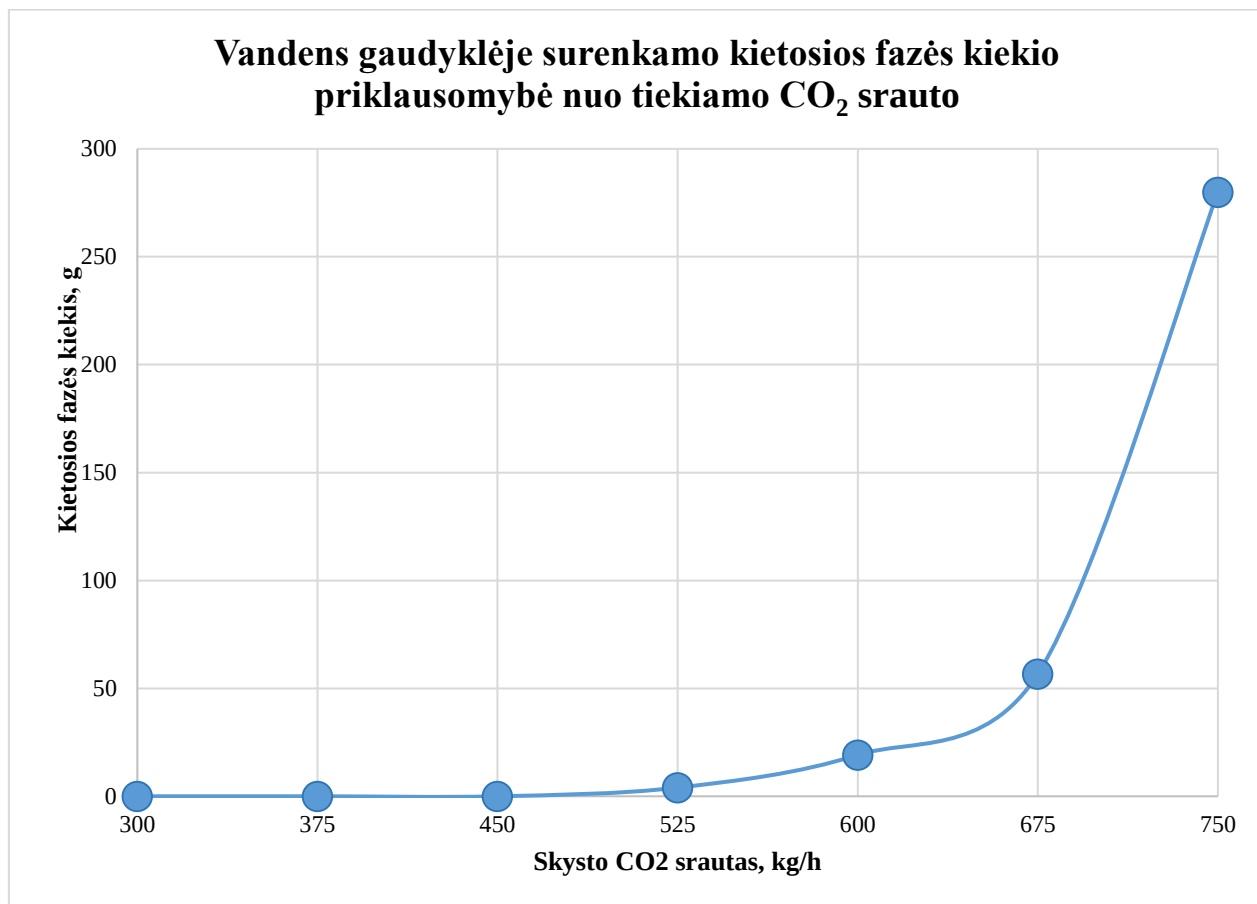
3.4. Tyrimo rezultatai

Tyrimo metu gauti rezultatai pateikiami 3 lentelėje:

3 lentelė. Tiekiamo CO₂ srauto įtaka kietosios fazės kiekiui vandens gaudyklėje

Bandymo Nr.	Skysto CO ₂ srautas, kg/h	Vandens gaudyklėje surenkamas kietosios fazės kiekis, g	Vandens gaudyklėje surenkamo kietosios fazės kiekio vidurkis, g
1.1	300	0	0
1.2		0	
1.3		0	
2.1	375	0	0
2.2		0	
2.3		0	
3.1	450	0	0
3.2		0	
3.3		0	
4.1	525	3,27	4,01
4.2		2,02	
4.3		6,74	
5.1	600	13,54	19,15
5.2		25,89	
5.3		18,01	
6.1	675	67,25	56,64
6.2		45,21	
6.3		57,47	
7.1	750	243,06	279,84
7.2		297,99	
7.3		298,46	

Naudojantis gautais rezultatais braižomas kietosios fazės kiekio priklausomybės nuo tiekiamo CO₂ srauto grafikas. Priklausomybės grafikas pateikiamas 8 paveikslėlyje:



8 pav. Kietosios fazės kiekio priklausomybė nuo tiekiamo CO₂ srauto

Iš 8 paveikslėlio daroma išvada, jog S0 separatorius visiškai atskyrė kietąją fazę nuo dujų srauto esant 525 kg/h maksimaliam skysto CO₂ našumui. Taip pat, pagal gautus tyrimo rezultatus galima patvirtinti faktą, kad separatorius netinkamai atlieka kietosios fazės atskyrimo nuo CO₂ dujų srauto funkciją.

Atsižvelgiant į tyrimo rezultatus, apskaičiuojamas optimalus linijinis greitis separatoriuje, kuris bus naudojamas planuojamo eksploatuoti projektuojamoje įmonėje superkritinės multifrakcinės CO₂ ekstrakcijos sistemos separatoriaus tiksliam parinkimui.

Turint CO₂ masės debitą pagal 3.1 lygtį apskaičiuojamas CO₂ tūrio debitas [17]:

$$V_s = \frac{G}{\rho} \quad (3.1)$$

Čia: V_s – tūrio debitas, m³/s; G – masės debitas, kg/s; ρ – tankis, kg/m³.

$$V_{sCO_2} = \frac{G_{CO_2}}{\rho_{CO_2}} = \frac{525}{\frac{60 \cdot 60}{833}} = 0,000175 \text{ m}^3/\text{s}$$

Norint apskaičiuoti srauto linijinį greitį separatoriuje, reikia apskaičiuoti separatoriaus skerspjūvio plotą. Separatoriaus skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal 3.2 lygtį [17]:

$$S = \pi r^2 \quad (3.2)$$

Čia: S – separatoriaus skerspjūvio plotas, m^2 ; r – spindulys, m .

$$S = 3,14 * \left(\frac{0,228}{2}\right)^2 = 0,041 \, m^2$$

Linijinis greitis separatoriuje apskaičiuojamas pagal 3.3 lygtį [17]:

$$w = \frac{S}{V_{SCO_2}} \quad (3.3)$$

$$w = \frac{0,000175}{0,041} = 0,0043 \, m/s$$

Gauto rezultato patikimumas tikrinamas lyginant kito superkryzinio multifrakcinio CO_2 ekstraktoriaus gamintojo deklaruojamus linijinius greičius separatoriuose su tyrimo metu gautais rezultatais.

Kinijos slėginių indų bei ekstrakcijos sistemų gamintojas „Suizhou aerospace wujiang electro-mechanical equipment co. ltd“ deklaruoja, jog linijinis greitis separatoriuose negali viršyti 0,0045 m/s , todėl priimta, kad rezultatai yra patikimi.

3.5. Išvados

Tyrimas atliktas kartojant procesą tomis pačiomis sąlygomis po tris kartus, ko pasekoje gauti rezultatai yra patikimi. Ženkliai išsiskiriančių rezultatų nebuvo gauta, o nubraižytas grafikas parodo, kad tarp gautų rezultatų yra stipri eksponentinė priklausomybė.

Palyginus gautus eksperimento metu rezultatus su užsienio kompanijos Guizhou Aerospace Wujiang Electro-mechanical Equipment Co., Ltd., taip pat gaminančios superkryzinės multifrakcinės CO_2 ekstrakcijos sistemas, priimta, kad tyrimo rezultatai patikimi. Patikimi tyrimo rezultatai užtikrins sklandžią ir nepertraukiamą projektuojamos įmonės veiklą. Pagal gautus rezultatus bus tinkamai parinktas separatorius, kuris užtikrins visišką kietosios fazės atskyrimą iš srauto [18].

4. Technologinė dalis

4.1. Technologinė įranga

Šiame skyriuje detaliai aprašomi projektuojamoje įmonėje planuojami eksploatuoti įrenginiai, kurie užtikrintų projektinį 500 t džiovintos *Cannabis sativa* žaliavos perdirbimo per metus našumą.

4.1.1. Separatoriai

Projektuojamoje įmonėje planuojama eksploatuoti du skirtingus separatorius: vibrostalą ir „ZigZag“ separatorių. Jų projektiniai našumai parenkami atsižvelgiant į norimą perdirbti 500 t žaliavos našumą bei įvertinant, kad pradinėje žaliavoje yra ~30 % balasto.

4.1.2. Vibrostalas

Planuojamas eksploatuoti anglų kompanijos „RusselFinex“ vibrostalas naudojamas pirminiam džiovintos *Cannabis sativa* žaliavos sijojimui nuo balasto. Šio įrenginio pasirinkimą lėmė gamintojo ilgametė patirtis separavimo sektoriuje, įrenginio tinkamumas perdirbamai *Cannabis sativa* žaliavai, suderinamumas su gerosios gamybos praktika (GMP), CE atitikties ženklas, patogus sietų keitimas, 2 metų garantinės sąlygos ir periodinių techninių aptarnavimų atlikimas.

Separatorius sudarytas iš į korpusą įstatomų paprastai keičiamų 4,8 m² darbinio ploto sietų. Sietus pagal akučių dydį galima keisti keičiantis žaliavai ar norint atlikti eksperimentus. Projektuojamoje įmonėje planuojamo eksploatuoti pramoninio vibrostalo techninės charakteristikos pateikiamos 4 lentelėje:

4 lentelė. Pramoninio vibrostalo techninės charakteristikos

Pavadinimas	Matavimo vienetas	Vertė
Instaliuota galia	kW	15
Tinklo dažnis	Hz	50
Įtampa	V AC	400
Srovės stipris	A	24
Našumas	kg/h	80 – 100
Gaunamų frakcijų skaičius	Vnt.	3
Matmenys (skersmuo:aukštis)	m	2,5:3
Masė	kg	850
Kontaktuojančio su separuojama medžiaga plieno klasė	ASTM	316L
Sietų akučių dydis	mm	2;8
Sieto darbinis plotas	m ²	4,8
Žaliavos padavimo angos diametras	m	0,4
Frakcijų pašalinimo angų diametras	m	0,3
Triukšmo lygis	dB	58

4.1.3. „Zigzag“ separatorius

Naudojant vibrostalą išvalyta pirmame separavimo etape žaliava toliau tiekama į „ZigZag“ separatorių antriniam separavimui. Projektuojamoje įmonėje pasirinkta eksploatuoti Turkijos

kompanijos AKYUREK Kardesler Ltd gaminamas „ZigZag“ separatorių. Šį pasirinkimą nulėmė kaina, gamintojo patikimumas ir didesnė nei 40 metų patirtis, įrenginio suderinamumas su GMP, atitiktis ženklas CE bei profesionalaus serviso ir konsultacijų teikimas.

Projektuojamoje įmonėje planuojamo eksploatuoti „ZigZag“ separatoriaus techninės charakteristikos pateikiamos 5 lentėleje:

5 lentelė. „ZigZag“ separatoriaus techninės charakteristikos

Pavadinimas	Matavimo vienetas	Vertė
Instaliuota galia	kW	30
Tinklo dažnis	Hz	50
Įtampa	V AC	400
Srovės stipris	A	49
Našumas	kg/h	70 – 90
Gaunamų frakcijų skaičius	Vnt.	4
Matmenys (ilgis:plotis:aukštis)	m	5:5:5,5
Masė	kg	4020
Kontaktuojančio su separuojama medžiaga plieno klasė	ASTM	316L
Žaliavos padavimo angos diametras	m	0,6
Frakcijų pašalinimo angų diametras	m	0,25
Triukšmo lygis	dB	78

4.1.4. Granuliatorius

Išvalytų nuo balasto žaliavų granuliavimui planuojamas naudoti amerikiečių įmonės „Kesir International“ žematemperatūrinis *Cannabis sativa* granuliatorius (4 pav.). Įrenginys eksploatuojamas kartu su malūnu žaliavos smulkinimui iki tinkamo granuliavimui dydžio bei aušintuvu, skirtu ataušinti pagamintas granules iki kambario temperatūros.

Pagrindinė šio įrenginio pasirinkimo priežastis yra patentuota žematemperatūrinė *Cannabis sativa* grūdelių gamyba. Taip pat, pažymėtina ir įrenginio suderinamumas su GMP, CE ženklio atitiktis, didelis projektinis našumas, 2 metų garantinis laikotarpis bei profesionalus servisas ir konsultacijos.

Projektuojamoje įmonėje planuojamo eksploatuoti amerikiečių įmonės Kesir International žematemperatūrinio pluoštinių kanapių granuliatoriaus su malūnu bei aušintuvu techninės charakteristikos pateikiamos 6 lentėleje:

6 lentelė. Kesir International žematemperatūrinio *Cannabis sativa* granuliatoriaus su malūnu bei aušintuvu techninės charakteristikos

Pavadinimas	Matavimo vienetas	Vertė
Instaliuota galia	kW	80
Tinklo dažnis	Hz	50
Įtampa	V AC	400
Srovės stipris	A	112
Našumas	kg/h	650 – 750
Matmenys (ilgis:plotis:aukštis)	m	5:5:2,5
Masė	kg	4890
Kontaktuojančio su separuojama medžiaga plieno klasė	ASTM	316L
Tiekiamas plastifikatorius	-	Vanduo
Žaliavos padavimo į malūną angos diametras	m	0,8
Granulių išbyrėjimo į aušintuvą diametras	m	0,3
Ataušintų granulių išbyrėjimo į maišus diametras	m	0,3
Matricą aušinančio fluido temperatūra	°C	-40
Matricijos darbinė temperatūra	°C	60 – 70
Matricijos diametras	m	0,4
Matricijos skylių diametras	mm	8
Triukšmo lygis	dB	85
Granulių piltinis tankis	kg/m ³	500 – 700

4.1.5. Superkrizinis multifrakcinis CO₂ ekstraktorius

Granulės tiekiamos oro transportu į superkrizinį multifrakcinį CO₂ ekstraktorių (6 pav.). Šio pagrindinio projektuojamos įmonės įrenginio gamintoju pasirinkta italų kompanija „Separeco Srl“.

Šios kompanijos ekstraktoriaus pasirinkimą lėmė sekančios priežastys:

- procesai automatizuoti;
- įranga pateikiama su paruoštais receptais ekstrakcijai;
- sistema suderinama su GMP;
- CE ženkle atitiktis;
- įranga atitiktis Industry 4.0, SIL 4 saugos lygį;
- didesnė nei 20 metų patirtis superkritinių skysčių ekstrakcijos įrangos gamyboje;
- nuotolinio prisijungimo prie sistemos galimybė;
- personalo apmokymai;
- įrangos tiekėjas įsipareigoja ne ilgiau nei per 5 dienas operatyviai sutvarkyti gedimus;

- atsarginių dalių rezervo užtikrinimas;
- metų garantinis laikotarpis.

Pasirinktos eksploatuoti projektuojamoje įmonėje italų kompanijos Separeco Srl superkritinės CO₂ ekstrakcijos „DUAL 240“ sistemos specifikacija pateikiama 7 lentelėje:

7 lentelė. Italų kompanijos „Separeco Srl“ CO₂ ekstrakcijos sistema „DUAL 240“

Pavadinimas	Matavimo vienetas	Vertė
Instaliuota galia	kW	75
Tinklo dažnis	Hz	50
Įtampa	V AC	400
Srovės stipris	A	110
Skysto CO ₂ membraninio siurblio našumas	kg/h	1000
Papildomo tirpiklio membraninio siurblio našumas	kg/h	100
Matmenys (ilgis:plotis:aukštis)	m	4,5:7:4,5
Masė	kg	11000
Plieno klasė	ASTM	316L
Ekstraktorių kiekis	vnt.	2
Ekstraktoriaus tūris	l	240
Ekstraktoriaus darbinis įkrovos tūris	l	200
CO ₂ akumuliatoriaus talpa	m ³	4
Maksimali darbinė temperatūra	°C	75
Minimali darbinė temperatūra	°C	-5
Maksimalus darbinis slėgis	bar	330
Hidraulinio bandymo slėgis	bar	385
Nustatytas apsauginių vožtuvų slėgis	bar	360
Suspausto oro slėgis	bar	6
Triukšmo lygis	dB	65
Aplinkos temperatūra	°C	10 – 30
Aplinkos santykinis drėgnumas	%	45 – 80
Debitomačiai	-	Coriolis

4.1.6. Gravitacinis separatorius

Naudojantis atlikto tyrimo rezultatais apskaičiuojami planuojamos eksploatuoti superkritinės multifrakcinės CO₂ ekstrakcijos sistemos separatoriaus darbinis tūris bei matmenys.

Pagal deklaruojamą skysto CO₂ membraninio siurblio našumą apskaičiuojamas tūrio debitas:

Turint CO₂ masės debitą pagal 4.1 lygtį apskaičiuojamas CO₂ tūrio debitas:

$$V_s = \frac{G}{\rho} \quad (4.1)$$

Čia: V_s – tūrio debitas, m³/s; G – masės debitas, kg/s; ρ – tankis, kg/m³.

$$V_s = \frac{G}{\rho} = \frac{\frac{1000}{60 \cdot 60}}{833} = 0,00033 \text{ m}^3/\text{s}$$

Turint srauto tūrio debitą bei tyrimo metu gautą optimalų linijinį greitį, pagal 4.2 lygtį apskaičiuojamas separatoriaus skerspjūvio plotas:

$$S = \frac{V_s}{w} \quad (4.2)$$

Čia: V_s – tūrio debitas, m^3/s ; S – skerspjūvio plotas, m^2 ; w – linijinis greitis, m/s .

$$S = \frac{V_s}{w} = \frac{0,00033}{0,0043} = 0,078 \text{ m}^2$$

Apskaičiavus separatoriaus skerspjūvio plotą, pagal 4.3 lygtį apskaičiuojamas separatoriaus diametras:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} \quad (4.3)$$

Čia: D – diametras, m ; S – skerspjūvio plotas, m^2 .

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,078}{3,14}} = 0,0315 \text{ m}$$

Priimant separatoriaus skersmens ir aukščio santykį 1:7, pagal 4.4 lygtį apskaičiuojamas separatoriaus aukštis:

$$h = D \cdot 7 \quad (4.4)$$

Čia: h – aukštis, m ; D – skerspjūvio plotas, m^2 .

$$h = D \cdot 7 = 0,0315 \cdot 7 = 2,21 \text{ m}$$

Separatoriaus tūris apskaičiuojamas pagal 4.5 lygtį:

$$V = S \cdot h \cdot 1000 = 172,38 \text{ l} \quad (4.5)$$

Čia: V – tūris, l ; h – aukštis, m .

Atsižvelgiant į tai, jog gali keistis žaliava, jos drėgmė bei kokybė, separatorius parenkamas 200 l. Šis rezervas užtikrins visišką kietosios fazės atskyrimą iš srauto net ir esant papildomiems neigiamą įtaką separatoriaus funkcijos atlikimui turintiems veiksniams.

4.2. Technologinės linijos schema

Technologinės linijos schema pateikiama A1 formatu 4 priede. Schema taip pat pateikta ir sumažintu masteliu šio skyriaus pabaigoje kaip 9 paveikslėlis.

Džiovinata *Cannabis sativa* žaliava iš didmaišio, pakabinto ant laikiklio DM – 1, yra išberinama ant juostinio transporterio JT – 1, kuriuo toliau transportuojama į pirminio separavimo nuo balasto įrenginį vibrostalą VS – 1.

Vibrostatu VS – 1 gaunamos trys skirtingo dydžio frakcijos:

- stambiausia frakcija (balastas) juostiniu transporteriu JT – 2 yra transportuojama į didmaišį, pakabintą ant laikiklio DM – 2. Ši frakcija tolimesniems procesams nėra nenaudojama, todėl sandėliuojama ir vėliau išbarstoma ant *Cannabis sativa* laukų;
- vidutinio dydžio frakcija (didžioji dauguma lapų ir stiebų) sraigtiniu transporteriu ST – 1 yra tiekama į antrinio separavimo įrenginio ZZ – 1 viršų;
- smulkiausia frakcija (didžioji dauguma sutrupėjusių lapukų) juostiniu transporteriu JT – 3 tiekama į tarpinę 5 m³ talpą T – 1, kurioje yra sandėliuojama kartu su „ZigZag“ separatoriaus ZZ – 1 smulkiausia frakcija iki prisipildys.

„ZigZag“ separatoriumi iš vidutinės vibrostatu VS – 1 gautos frakcijos yra gaunamos trys sekančios frakcijos:

- stambiausia frakcija (balastas) juostiniu transporteriu JT – 4 yra transportuojama į didmaišį, pakabintą ant laikiklio DM – 2, kuriame taip pat surenkama ir vibrostatu VS – 1 gaunama smulkiausia frakcija;
- vidutinio dydžio frakcija (didžioji dauguma lapų) juostiniu transporteriu JT – 5 yra transportuojama į rutulinį malūną RM – 1, iš kurio sumalta yra granuliuojama granulatoriumi G – 1 į 8 mm diametro granules.
- smulkiausia frakcija (didžioji dauguma lapukų dulkių dydžio lapukų) juostiniu transporteriu JT – 6 tiekama į tarpinę 5 m³ talpą T – 1, kurioje yra sandėliuojama kartu su vibrostatu VS – 1 gauta smulkiausia frakcija.

Tarpinei talpai T – 1 prisipildžius, iš jos frakcija tiekama tiesiogiai į granulatorių G – 1. Frakcijos nereikia papildomai malti, nes ji yra sudaryta iš tinkamo granuliavimui dydžio dalelių.

Pagamintos granulės byra į aušintuvą A – 1, kuriame yra atvėsintos iki patalpos temperatūros (~20 °C). Granulės vėsintos sausu oro srautu.

Priklausomai nuo frakcijos, iš kurios buvo gaminamos granulės, jos yra sandėliuojamos atskirose 5 m³ tarpinėse talpose T – 2 ir T – 3. Atausintos granulės transportuojamos į tarpines talpas juostiniu transporteriu JT – 8. Granulių srautas nukreipiamas į reikiamą talpą triegiu vožtuvu V – 1.

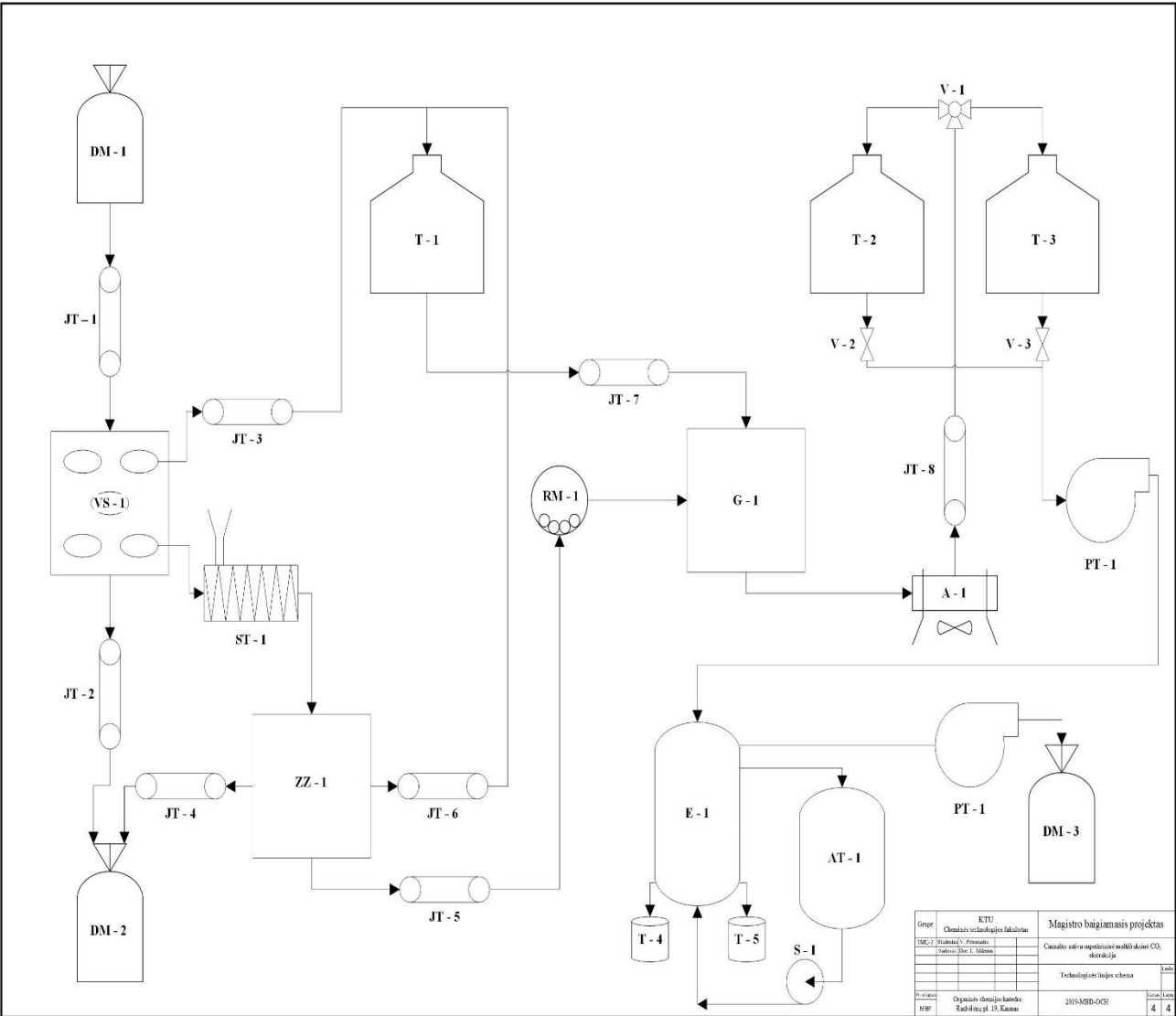
Iš smulkiausios ir vidutinės frakcijų gautos granulės skiriasi aktyviųjų komponentų kiekiu, todėl yra sandėliuojamos ir ekstrahuojamos atskirai. Norima ekstrahuoti frakcija pneumo transporteriu PT – 1 tiekama į superkrizinį multifrakcinį CO₂ ekstraktorių (toliau Ekstraktorius) E – 1. Frakcija pasirenkama atitinkamai atidarius sklendes V – 2 arba V – 3.

Ekstrakcijos procesas vykdomas membraniniu siurbliu S – 1 transportuojant skystą CO₂ iš 4 m³ akumuliacinės talpos AT – 1 į ekstraktorių. Išvalytas nuo ekstrakcijos produktų separatoriuose CO₂ srautas tiekiamas atgal į AT – 1 ir toliau naudojamas kaip superkrizinis tirpiklis ekstraktoriuje.

Ekstraktoriuje gauti ekstraktai išleidžiami į šildomas 0,5 m³ tarpines talpas T – 4 ir T – 5, iš kurių yra išpilstomi į 60 l taras kaip galutiniai projektuojamos įmonės produktai. Tarpinės talpa T – 4 ir T – 5 yra šildomos iki 45 ~ 50 °C tam, kad ekstraktas būtų išsilydęs ir takus.

Likutis po ekstrakcijos iš ekstraktoriaus E – 1 yra išsiurbiamas pneumo transporteriu PT – 2 į didmaišį, pakabintą ant laikiklio DM – 3.

Ekstrakcijos likutis kartu su balastu, gautu separuojant *Cannabis sativa* žaliavą vibrostatu VS – 1 ir „ZigZag“ separatoriumi ZZ – 1, didmaišiuose yra išvežamas ir išbarstomas ant laukų kaip trąša.



9 pav. Technologinės linijos schema

5. Statybiniai sprendimai

Planuojamo statyti objekto paskirtis pagal statybos techninio reglamento str. 1.01.03:2017: – 7.8. gamybos ir pramonės paskirties pastatai [19]. Projektuojamo objekto lokacija pasirinkta Kauno laisvoji ekonominė zona (LEZ), Veterinarų gatvė. Toks sprendimas priimtas dėl sekančių priežasčių [1]:

1. puiki strateginė vieta;
2. sklypai su parengta infrastruktūra;
3. patikima verslo aplinka;
4. specializuotos teritorijos;
5. valdymo bendrovė ir veiklos rezultatai;
6. mokesčių lengvatos.

Pagrindinė objekte vykdoma veikla bus *Cannabis sativa* superkrizinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija. Papildomai bus atliekami žaliavos separavimo ir granuliavimo procesai.

Projekto įvykdymo trukmė – 18 mėnesių. Pastatas bus suskirstytas į tris dalis:

1. ekstraktoriaus patalpa;
2. pagalbinės patalpos
3. sandėliai ir žaliavų pirminis perdirbimo bei granuliavimo patalpos;
4. administracinės patalpos.

Bendrieji statinio techniniai rodikliai pateikiami 8 lentelėje:

8 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai [2]

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	I. SKLYPAS		
	1.1. sklypo plotas	ha	0,554
	1.2. statinio užimtas žemės plotas	m ²	1225
	1.3. apželdintas žemės plotas (žaliasis plotas)	m ²	2005,86
	1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	18
	1.5. sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	m	0
2	II. PASTATAI		<i>Cannabis sativa</i> ekstrakcija – 500t per metus. 35 darbuotojai
	2.1. paskirties rodikliai		
	2.2. bendrasis plotas:	m ²	1195,56
	2.2.1. pagrindinis	m ²	853,24
	2.2.2. pagalbinis	m ²	342,32
	2.3. aukštų skaičius	vnt.	1
	2.4. pastato aukštis	m	7,6
	2.5. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)	MJ/m ²	I

5.1. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara

Projektuojamas objektas yra 49 m ilgio ir 25 m pločio. Aukštis yra 7,6 m. Sklypo plotas – 0,554 ha.

5.1.1. Konstrukcijos

Konstrukcijos – 500 mm diametro gelžbetoninės kolonos [20].

5.1.2. Stogas

Pastato stogas įrengiamas ant metalinės laikančios konstrukcijos. Paklotas ruošiamas iš profiliuotos skardos, ant skardos montuojama 30 mm *PAROC ROB 80* plokštės. *PAROC ROB 80* yra nedegios, apkrovą laikančios šilumos izoliacijos plokštės iš akmens vatos, skirtos naudoti viršutiniam šilumos izoliacijos sluoksniui šiltinant naujai įrengiamus plokščiuosius stogus, ypač tais atvejais kai stogų šilumos izoliacijai keliama didesni nei įprasti stiprumo reikalavimai. Jos sudaro tvirtą pagrindą hidroizoliacijos sluoksniui įrengti [21].

Ant pirmojo plokščių *PAROC ROB80* sluoksnio montuojamas orą ir garus izoliuojantis sluoksnis *PAROC XMV 020 bas*. Ant šio sluoksnio dedamos plokštės *PAROC ROS 30*. *PAROC ROS 30* yra nedegios, apkrovą laikančios šilumos izoliacijos plokštės iš akmens vatos, skirtos naudoti pagrindiniam šilumos izoliacijos sluoksniui šiltinant naujai įrengiamus plokščiuosius stogus [21].

Baigiamajam stogo sluoksniui pakartotinai montuojamos 30 mm *PAROC ROB 80* plokštės, tuomet stogas padengiamas hidroizoliacija [21].

5.1.3. Pagrindas ir grindys

Pagrindas, laikantis grindis ir jas veikiančias apkrovas – natūralus sutankintas gruntas. Ant grunto įrengiamas 80 mm drenuojantis sluoksnis. Grindys apšiltintos *Paroc GRS 20* plokštėmis. *PAROC GRS 20* yra nedegios, apkrovą laikančios ir šilumą izoliuojančios plokštės iš akmens vatos, skirtos naujai statomų pastatų užliejamų grindų ant grunto, virš rūšio, bei rūšių sienų ir pamatų šiltinimui [21].

Ant *Paroc GRS20* plokščių įrengiamas skiriamasis bei 65 mm armuotas išlyginamasis sluoksniai. Išlyginamasis sluoksnis dengiamas 5 mm klijų sluoksniu, ant kurio montuojama 20 mm *HAUPTMANN A3* grindų danga [21].

5.1.4. Sienos

Sienoms naudojama 200 mm *PAROC Cortex One b* plokštės. Jos yra nedegios, šilumos izoliacijos plokštės iš akmens vatossu juoda danga, skirtos renovuojamų ir naujai statomų pastatų vėdinamų sienų šilumos izoliacijai. Jų paviršius yra padengtas nedegia, vandens garams laidžia, tačiau orą izoliuojančia plėvele, todėl jos tinka naudoti ir nedidelio aukštingumo ir aukštuminiuose pastatuose [21].

Administracinių patalpų sienos dengiamos dailylentėmis *Luxor 70* [22]. Gamybinių ir sandėliavimo patalpų sienų danga – lengvai plaunama maisto pramonėje naudojama – *Glasbord*. Tai poliesterio danga sustiprinta stiklo pluoštu, su unikalia higienine plėvele *Surfaseal* neturinčia paviršiaus mikroporų [23].

5.1.5. Durys

Pastate projektuojami trys įėjimai/išėjimai su *GEALAN S800* polivinilchlorido durimis [23]. Įėjimui/išėjimui iš gamybinių ir sandėliavimo patalpų numatomos plieninės *ZK RAL* durys [24]. Administracinėse patalpose montuojamos stiklinės durys [23].

5.1.6. Langai

Pastate montuojami *Aluplast Ideal 8000* 6 kamerų plastikiniai langai. Šie langai yra sukurti pagal trijų stiklų paketo standartą. Taip pat yra panaudotas trigubas tarpinių kompleksas, kuris ne tik teigiamai veikia langų šilumos apsaugą, bet taip pat ir palaiko akustinę izoliaciją [25].

5.1.7. Parkavimo vietos

Prie pastato planuojama įrengti 18 vietų asfaltuotą automobilių stovėjimo aikštelę, iš kurių trys vietos numatomos žmonėms su negalia.

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

Planuojama jungtis prie šalia sklypo esančių inžinerinių sistemų. Pati įmonė elektros energijos negamins, savo nuotekų valymo įrengimų neturės. Pastate projektuojamas pagrindinis įrenginys – superkrizinis multifrakcinis CO₂ ekstraktorius. Taip pat numatoma pagalbinė sausos žaliavos apdorojimo linija: separatoriai, granulatorius su malūnu bei aušintuvu.

5.3. Orientacinės statinio naujos statybos darbų kainos apskaičiavimas

Orientacinės statinio naujos statybos darbų kainos pateikiamos 9 lentelėje [2]:

9 lentelė. Orientacinė statinio naujos statybos darbų kainų suvestinė [2]

Išlaidų aprašymas	Kaina, €			Iš viso (su PVM)
	Statybos ir montavimo darbai	Įrenginiai	Kitos išlaidos	
I. Statybos sklypas				60 000
II. Statybos sklypo paruošimas	20 000			20000
III. Statinio statyba ir įrengimas	600 000	895 000		1 495 000
IV. Projektavimo ir inžinerinės paslaugos			25 000	25 000
V. Kitos išlaidos	-	-	-	-
VI. Rezervas	-	-	-	-
Iš viso pagal I–VI skyrius	620 000	854330	25 000	1 600 000

Projekto pabaigoje prieduose pateikiami sekantys projektuojamos įmonės brėžiniai:

- pastato planas (1 Priedas);
- sklypo planas (2 Priedas);
- pastato pjūviai (3 Priedas).

6. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

Cannabis sativa superkrizinė multifrakcinė CO₂ ekstrakcija pasaulinėje rinkoje dar nėra išplėta pramonės šaka. Tai projektuojamai įmonei turi tiek teigiamą, tiek neigiamą poveikį.

Svarbiausias neigiamas aspektas yra informacijos nebuvimas, nėra viešai prieinamų informacijos šaltinių. Visos tokia veikla užsiimančios įmonės neatskleidžia komercinių paslapčių, darbuotojai raštiškai supažindinti su konfidencialios informacijos sutartimis.

Teigiamas neišplėtos rinkos aspektas yra nedidelė konkurencija. Būtent dėl to ir buvo nuspręsta projektuoti naują įmonę, kuri būtų pajėgi per metus perdirbti 500 t *Cannabis sativa* žaliavos.

Įmonėje visi procesai bus vykdomi pagal GMP reikalavimus, užtikrinant aukščiausią į rinką tiekiamų produktų kokybę.

Norint įvertinti projektuojamos įmonės kaštus bei rentabilumą atliekami finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.

6.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Projektas įgyvendinamas naujai, turint 30 % (8850,59 tūkst. Eur) nuosavų įmonės lėšų. Likusiu projekto finansavimo šaltiniu pasirinkta banko paskola. Projekto finansavimo poreikis bei šaltiniai pateikiami 10 lentelėje [2].

10 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	895,00	1. Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai	
2. Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	24433,76	2. Paskolos:	
3. Statybos, montavimo darbų kaštai	1600,00	ilgalaikės	17701,19
		trumpalaikės	2950,20
4. Kiti kaštai	2573,22	3. Nuosavos įmonės lėšos	8850,59
Viso kaštų:	29501,98	Viso šaltinių:	29501,98

6.2. Trumpalaikio turto vertės skaičiavimas

Apyvartinio kapitalo lėšų poreikį pirmaisiais projekto gyvavimo metais galima nustatyti apytiksliai, remiantis 6.1 lygtimi:

$$AL_1 = \frac{B_{pard}}{360} * n_{ap}; \quad (6.1)$$

čia: n_{ap} – apyvartos trukmė, dienomis; B_{pard} – produkcijos pardavimo apimtis, tūkst. Eur (12 lentelė).

$$AL_1 = \frac{B_{pard}}{360} * n_{ap} = \frac{33100}{360} * 346 = 31,812 \text{ tūkst. Eur.}$$

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

Gamybos apimtys augimą sunku prognozuoti, kadangi gaminamas produktas yra neįprastas ir naujas, todėl pasirenkama pastovi gamybos apimtis, be prieaugio. Trumpalaikio turto poreikis pateikiamas 11 lentelėje:

11 lentelė. Trumpalaikio turto poreikis [2]

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. Gamybos apimtis, natūriniais vienetais	-	500	500	500	500	500
2. Gamybos prieaugio koeficientas	-	1	1	1	1	1
3. Apyvartinių lėšų metinis poreikis, tūkst. Eur	24008,60	24008,60	24008,60	24008,60	24008,60	24008,60
4. Apyvartinių lėšų papildomas poreikis, tūkst. Eur	-	-	-	-	-	-
5. Apyvartinės lėšos, tūkst. Eur*	12004,30	12004,30	12004,30	12004,30	12004,30	12004,30

* Apyvartinis kapitalas formuojamas baziniais (investicijų) metais: tam 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.

Per metus planuojama perdirbti 500 t Cannabis sativa žaliavos. Bendra produktų išeiga – 6 %, iš kurių 0,9 % sudaro pagrindinis, o 5,1 % – šalutinis produktai. Viso pagrindinio produkto planuojama gauti 4500 kg, šalutinio – 25 500 kg. Produktai pakuojami į 60 kg plastikines talpas, todėl pagrindinio produkto gamybinis vienetas yra 75 vnt., o šalutinio – 425 vnt. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos pateikiamos 12 lentelėje:

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

Rodikliai	Gamybinis įsisavinimo koef.	Gaminiai		Viso, tūkst. Eur
		Pagrindinis	Šalutinis	
1. Produkcijos gamybos (pardavimo) apimtis brandos stadijoje, vnt.	1	75	425	
2. Gaminio kaina, tūkst. €		240,00	55,00	
3. Realizacinės pajamos brandos stadijoje, tūkst. €	-	-	-	41375,00
4. Realizacinės pajamos pirmaisiais projekto gyvavimo metais, tūkst. €	0,8	192,00	44,00	33100,00

6.3. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Kai yra žinomas gamybos planas, galima skaičiuoti medžiagų, energijos, žaliavų bei darbo ir kitų išteklių poreikį. Remiantis gamybos išteklių poreikiu galima apskaičiuoti tiesiogines ir netiesiogines gamybos išlaidas kiekvieniems projekto gyvavimo metams. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms pateikiamos 13 lentelėje [2].

13 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
Pagrindinis produktas	75	1	2500	60	150000	11250
Šalutinis produktas	425	1	500	60	30000	12750
Etiketės	500	1	0,2	1	0,2	0,1
Taros	500	1	16	1	16	8
Mėgintuvėliai	500	1	1	1	1	0,5
Viso:					180017,2	24008,6
Antrais metais						
Viso:					180017,2	24008,6
Trečiais metais						
Viso:					180017,2	24008,6
Ketvirtais metais						
Viso:					180017,2	24008,6
Penktais metais						
Viso:					180017,2	24008,6

Apskaičiuojamos tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui. Duomenys pateikiami 14 lentelėje [2]:

14 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui [2]

Gaminys, profesijos	Metinė gamybos apimtis, natūr. vnt.	Laiko norma arba išdirbio norma	Programos darbo imlumas, tūkst. h	Darbininkų skaičius	Valandinis tarifinis atlygis, Eur/val.	Vienetinis įkainis, Eur/vnt.	Bendras darbo užmokestis, 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	75	140	1575	35	10	2,7	551,25	122,93
Šalutinis produktas	425	11	3973,75	35	10	2,7	1390,81	310,15
Antrais metais								
Pagrindinis produktas	75	140	1575	35	9	2,7	551,25	122,93
Šalutinis produktas	425	11	3973,75	35	9	2,7	1390,81	310,15
Trečiaais metais								
Pagrindinis produktas	75	140	1575	35	9	2,7	551,25	122,93
Šalutinis produktas	425	11	3973,75	35	9	2,7	1390,81	310,15
Ketvirtais metais								
Pagrindinis produktas	75	140	1575	35	9	2,7	551,25	122,93
Šalutinis produktas	425	11	3973,75	35	9	2,7	1390,81	310,15
Penktais metais								
Pagrindinis produktas	75	140	1575	35	9	2,7	551,25	122,93
Šalutinis produktas	425	11	3973,75	35	9	2,7	1390,81	310,15

Elektros energijos sąnaudos priklausys nuo naudojamų įrenginių galios bei kiekio. Technologinės įrangos parinkime (žr. 4.1 poskyrį) bei technologinės linijos aprašyme (žr. 4.2 poskyrį) aprašytos kai kurių įrenginių galios, kitų įrenginių galia randama literatūroje. Tiesioginės išlaidos elektros energijai pateikiamos 15 lentelėje [2].

15 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai [2]

Įrengimų pavadinimas ir markė	Įrengimų skaičius, vnt.	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius metuose, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1 kWh kaina, Eur	Išlaidos elektros energijai, tūkst. Eur
1	2	3	4	5	6	7=2x3x4x5x6
Pirmais metais						
Ekstraktorius	1	75	8322	624150	0,903	563,61
Granuliatorius	1	80	8322	665760		601,18
Vibrostatas	1	15	8322	124830		112,72
„ZigZag“ separatorius	1	30	8322	249660		225,44
Šaldymo įranga	2	80	8322	665760		601,18
Transporteris	9	2,5	8322	20805		18,79
Pneumo transportas	2	16	8322	133152		120,24
Maišyklė	2	2	8322	16644		15,03
Laboratorinė įranga	5	0,5	4000	2000		1,81
Viso:	24	301	70576	2502761		2259,99
Antrais metais						
Viso:	24	301	8322	2502761	0,903	2259,99
Trečiais metais						
Viso:	24	301	8322	2502761	0,903	2259,99
Ketvirtais metais						
Viso:	24	301	8322	2502761	0,903	2259,99
Penktais metais						
Viso:	24	301	8322	2502761	0,903	2259,99

Vandens sąnaudų praktiškai nėra, sistemose cirkuliuoja tas pats vandens kiekis, jis procesuose neiekvojamas.

6.4. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Prie netiesioginių gamybos kaštų priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančios sąlygas gamybai, išlaidos. Tam priskiriamas priemonių nusidėvėjimas (amortizacija). Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas skaičiuojamas tiesiniu būdu (16 lentelė). Amortizaciniai nuostoliai kiekvienais metais bus vienodi. Skaičiavimuose likvidacinės įrenginių vertės priimamos 10 % pradinės vertės [2]:

$$A_m = \frac{F_{ls} - F_{lv}}{T}; \quad (6.2)$$

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

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

Ilgalaikio turto rūšis	Vieneto kaina, tūkst. Eur	Vienetų skaičius	Įsigijimo vertė, tūkst. Eur	Normatyvinė eksploataavimo trukmė	Nusidėvėjimo suma, tūkst. Eur metams					Likutinė vertė, tūkst. Eur
					1	2	3	4	5	
Žemės sklypas			400	40	2	2	2	2	2	390
Pastatas			1200	40	60	60	60	60	60	900
Įrengimai										
Ekstraktorius	564	1	564	10	50,76	50,76	50,76	50,76	50,76	310,20
Granuliatorius	80	1	80	10	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	44,00
Vibrostatas	40	1	40	12	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	25,00
„ZigZag“ separatorius	50	1	50	10	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	27,50
Šaldymo įranga	25	2	50	5	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	5,00
Transporteris	8	6	48	5	8,64	8,64	8,64	8,64	8,64	4,80
Pneumo transportas	8	2	16	5	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	1,60
Maišyklė	3,5	2	7	8	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	3,06
Laboratorinė įranga	8	5	40	5	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	4,00
Viso:	786,5		895		93,97	93,97	93,97	93,97	93,97	425,16

Apskaičiuotos gamybos išlaidos pateikiamos gamybos kaštų 17 lentelėje [2]:

17 lentelė. Gamybos kaštai [2]

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst. Eur		Viso, tūkst. Eur
	Pagrindinis produktas	Šalutinis produktas	
Brandos stadijoje			
1. Pagrindinės medžiagos	24008,60		24008,60
2. Energija technologijai	2259,99		2259,99
3.Gamybinių darbininkų darbo užmokestis	551,25	1390,81	1942,06
4.Atskaitymai socialiniamir sveikatos draudimui	122,93	310,15	433,08
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	186,70	671,54	858,24
Viso gamybos kaštų	4801,17	24700,81	29501,98
Produkcijos gamybos planas, vnt	75,00	425,00	500,00
Gaminio gamybinė savikaina	64,02	58,12	122,14
Pirmais projekto gyvavimo metais			
Viso gamybos kaštų	4801,17	24700,81	29501,98
Gaminio gamybinė savikaina	64,02	58,12	122,14
Antrais projekto gyvavimo metais			
Viso gamybos kaštų	4801,17	24700,81	29501,98
Gaminio gamybinė savikaina	64,02	58,12	122,14
Trečiaais projekto gyvavimo metais			
Viso gamybos kaštų	4801,17	24700,81	29501,98
Gaminio gamybinė savikaina	64,02	58,12	122,14
Ketvirtais projekto gyvavimo metais			
Viso gamybos kaštų	4801,17	24700,81	29501,98
Gaminio gamybinė savikaina	64,02	58,12	122,14
Penktais projekto gyvavimo metais			
Viso gamybos kaštų	4801,17	24700,81	29501,98
Gaminio gamybinė savikaina	64,02	58,12	122,14

Gaminio gamybinė savikaina parodo vieno gaminio gamybos išlaidas. Ji apskaičiuojama dalinant visą gaminio gamybos kaštų sumą iš jo gamybos apimtį [2].

6.5. Veiklos kaštai

Į veiklos sąnaudas (kaštus) įtraukiamos: pagalbinių medžiagų ir administracijos patalpų išlaikymo išlaidos. Administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui. Administracijos patalpų apšvietimo, apšildymo, vandens ir energijos buitinėms reikmėms išlaidos. Administracijos pagrindinių priemonių amortizaciniai atskaitymai, paslaugos, produkcijos realizavimo išlaidos, mokesčiai, rinkliavos ir kitos išlaidos. Priimama, kad veiklos kaštai sudaro 20 % gamybos sąnaudų. Veiklos kaštai pateikti 18 lentelėje [2].

18 lentelė. Veiklos kaštai [2]

Produktas	Gamybos kaštai, tūkst. Eur	Priimami procentai, %	Veiklos kaštai, tūkst. Eur
Pirmais projekto veiklos metais			
Pagrindinis produktas	4801,17	20	960,23
Šalutinis produktas	24700,81	20	4940,16
Antrais projekto veiklos metais			
Pagrindinis produktas	4801,17	20	960,23
Šalutinis produktas	24700,81	20	4940,16
Trečiais projekto veiklos metais			
Pagrindinis produktas	4801,17	20	960,23
Šalutinis produktas	24700,81	20	4940,16
Ketvirtais projekto veiklos metais			
Pagrindinis produktas	4801,17	20	960,23
Šalutinis produktas	24700,81	20	4940,16
Penktais projekto veiklos metais			
Pagrindinis produktas	4801,17	20	960,23
Šalutinis produktas	24700,81	20	4940,16

6.6. Finansinės ir investicinės sąnaudos

Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudas sudaro palūkanos iš banko. Imama ilgalaikė ir trumpalaikė banko paskola su 5,5 % ir 7,8 % palūkanomis. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas pateikiamas 19 lentelėje [2].

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

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. Paskolos suma, tūkst. Eur.	29501,98	16521,11	12390,83	8260,55	4130,28	0
ilgalaikė	17701,19	14160,95	10620,71	7080,47	3540,24	0
trumpalaikė	2950,20	2360,16	1770,12	1180,08	590,04	0
2. Metinė palūkanų norma, %						
Ilgalaikė	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
3. Palūkanos, tūkst. Eur.						
ilgalaikės	885,06	708,05	531,04	354,02	177,01	0
trumpalaikės	236,02	188,81	141,61	94,41	47,20	0
Viso:	1121,08	896,86	672,65	448,43	224,22	0

6.7. Gaminių kainos skaičiavimas

Apskaičiavus visas sąnaudas, nustatomos gaminių kainos. Gaminių kainą sudaro jo pilnoji savikaina ir pelnas, kuris skaičiuojamas įvertinant rentabilumą. Gaminių pilnąją savikainą sudaro jo gamybinė savikaina, veiklos sąnaudos bei finansinės veiklos sąnaudos (palūkanos). Gaminių kainos skaičiavimų rezultatai pateikiami 20 lentelėje [2].

20 lentelė. Gaminių kainos apskaičiavimas [2]

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	64,02	12,80	2,56	79,38	20	15,88	95,26
Šalutinis produktas	58,12	11,62	2,32	72,07	10	7,21	79,28

6.8. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Bendrasis pelnas yra pardavimo apimtys ir parduodamos produkcijos gamybos kaštų skirtumas. Veiklos pelnas (nuostoliai) apskaičiuojamas iš bendro pelno atimant veiklos sąnaudas. Labai svarbus įmonei yra grynas pelnas – tai pelnas, liekantis įmonei, atskaičius pelno mokestį, kuris sudaro 15 % nuo apmokestinamo pelno sumos. Įmonės pajamų ir pelno, gauto projekto gyvavimo laikotarpiu ataskaita pateikiama 21 lentelėje [2].

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

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
1. Pardavimo apimtis	40836,04	40836,04	40836,04	40836,04	40836,04
2. Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	29501,98	29501,98	29501,98	29501,98	29501,98
3. Bendras pelnas (nuostolis)	11334,07	11334,07	11334,07	11334,07	11334,07
4. Veiklos sąnaudos	5900,40	5900,40	5900,40	5900,40	5900,40
5. Veiklos pelnas (nuostolis)	34935,65	34935,65	34935,65	34935,65	34935,65
6. Finansinė ir investicinė veikla					
6.1. Pajamos	5433,67	5433,67	5433,67	5433,67	5433,67
6.2. Sąnaudos	1121,08	896,86	672,65	448,43	224,22
7. Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą	33814,57	34038,79	34263,00	34487,22	34711,43
8. Pelno mokestis	5072,19	5105,82	5139,45	5173,08	5206,71
9. Grynas pelnas (nuostolis)	6261,88	6228,25	6194,61	6160,98	6127,35

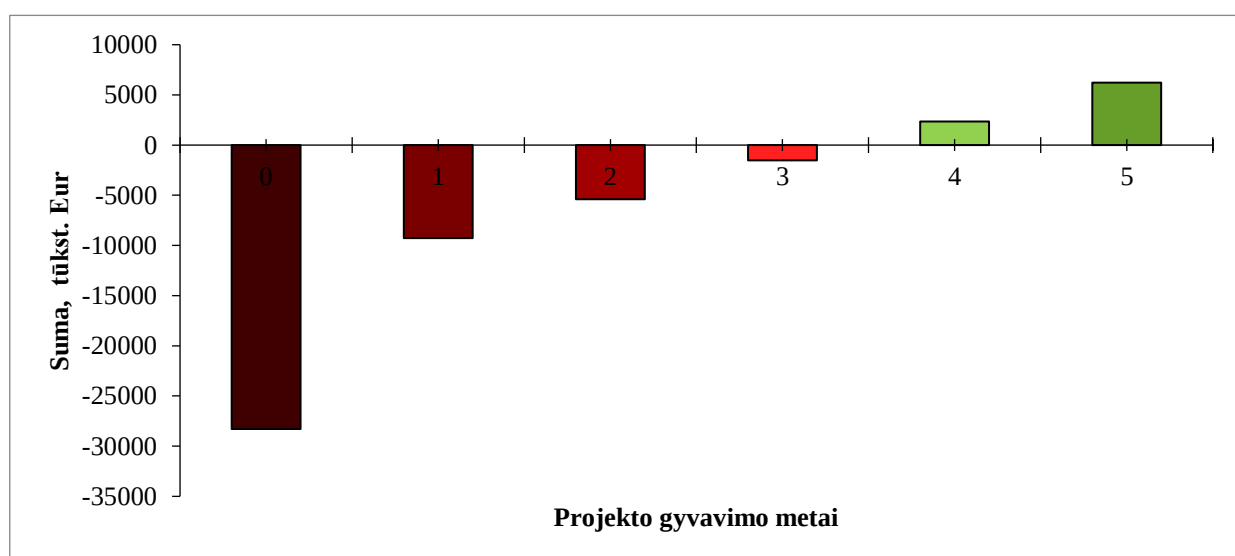
Sudarius pelno ataskaitą galima apskaičiuoti įmonės finansinę būklę 5 metų laikotarpiui. Finansinės būklės pakitimų ataskaitoje (22 lentelė) parodomi per 5 metus gauti ir išleisti pinigai. Pinigų srautai iš įmonės veiklos apskaičiuojami prie grynojo pelno pridėdant nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudas, investicijas į apyvartinį kapitalą bei eliminavus finansinės ir investicinės veiklos sąnaudas (pridedamos palūkanos) [2].

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

Eil. Nr.	Rodikliai	„0“ metais	1	2	3	4	5
1.	Pinigų srautai iš įmonės veiklos						
1.1.	Grynasis pelnas (nuostolis)	0	6261,88	6228,25	6194,61	6160,98	6127,35
1.2.	Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos	93,97	93,97	93,97	93,97	93,97	93,97
1.3.	Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	-29501,98	-16521,11	-12390,83	-8260,55	-4130,28	0,00
1.4.	Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas	1121,08	896,86	672,65	448,43	224,22	0,00
2.	Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos (1.1 1.2+1.3+1.4*)	-28286,94	-9268,40	-5395,97	-1523,54	2348,89	6221,32

6.9. Investicijų efektyvumo įvertinimas

Investicijų efektyvumo vertinimas parodo projekto rentabilumą. Projekto rentabilumas pateikiamas 10 paveikslėlyje:



10 pav. Projekto rentabilumas

Iš 10 paveikslėlio daromos išvados, jog investicijos atsipirkimas planuojamas 4 – aisiais projektuojamos įmonės gyvavimo metais.

6.9.1. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų skaičiavimas

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai skaičiuojami pagal 6.3 lygtį [2]:

$$KK = W_{is} * k_{is} \quad (6.3)$$

čia: W_{is} – svarumo koeficientas, parodantis įsiskolinimų lyginamąjį svorį kapitalo struktūroje. Priimamas 0,7, nes įmonė turi 30 % savo kapitalo [2].

Kapitalo kaštai parodo kokią kapitalo dalį, procentais, įmonė turi sumokėti viena ar kita forma už galimybę juo naudotis [2].

Įsiskolinimų (paskolos) kaštai k_{is} apskaičiuojami pagal 6.4 lygtį [2]:

$$k_{is} = i * (1 - M) \quad (6.4)$$

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

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

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

$$KK = W_{is} * k_{is} = 0,7 * 6,63 = 4,641$$

Svarumo koeficiento W_{is} vertė priimama lygi 1, nes projekto kaštų finansavimo šaltinis yra tik vienas – banko paskola. Akcijos prekiauti nenumatoma.

6.9.2. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas

Sumuojant grynuosius pinigų srautus (toliau GPS), diskontuotus pagal kapitalo kainą, gauname grynąją esamąją vertę (toliau GEV). GEV – tai visų projekto diskontuotų GPS suma, pradedant nulniais metais. GEV apskaičiuojama pagal 6.5 lygtį [2]:

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

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

$$GEV = \frac{(-28286,94)}{(1 + 0.04641)^0} + \frac{6261,88}{(1 + 0.04641)^1} + \frac{6228,25}{(1 + 0.04641)^2} + \frac{6194,61}{(1 + 0.04641)^3} + \frac{6160,98}{(1 + 0.04641)^4} + \frac{6127,35}{(1 + 0.04641)^5} = 2387,41 \text{ tūkst. Eur}$$

Gauta GEV vertė parodo, kad projektuojamos įmonės projektas priimtinas.

6.9.3. Vidinės pelno normos skaičiavimas

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

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t} = 0 \quad (6.6)$$

Gauta pelno norma 7,9 % yra didesnė už KK (4,641), todėl priimama, kad finansinė rizika neturės didelės įtakos investiciniam projektui.

6.9.4. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas

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

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{\frac{GPS_i}{(1+KK)^n}}{GPS_0} = 1,28 \quad (6.7)$$

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

Kadangi $PI > 1$, teigiama, kad projektas priimtinas.

6.9.5. Lūžio taško skaičiavimas

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

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

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

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 23 lentelėje:

23 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas [2]

Rodikliai	Pagrindinis produktas	Šalutinis produktas
Pastoviųjų kaštų suma, tūkst. Eur	960,23	4940,16
Gaminio kaina, tūkst. Eur	95,26	79,28
Gaminio kintamieji kaštai, tūkst. Eur	64,02	58,12
Lūžio taškas, vnt.	30,74	233,52
Pardavimų planas, vnt.	75	425

Apskaičiavus lūžio tašką teigiama, jog įmonės pelnas bus lygus nuliai esant sekančios gamybos apimtims: pagrindinis produktas – 30,74 vnt., šalutinis produktas – 233,52 vnt.

7. Aplinkosauginis vertinimas

Aplinkosaugos problemos tampa vienos aktualiausių šiandieninių problemų visame pasaulyje, nes nuolat auga informacijos apie aplinkos bei jos atskirų komponentų būklę, numatomą jų raidos perspektyvą poreikis [27],[28].

Aplinkosauginis vertinimas apima visuminį požiūrį į gaminį, kai vertinamas gaminio poveikis aplinkai per visą jo būvio ciklą, pradedant žaliavų išgavimu, transportavimu, perdirbimu ir baigiant atliekų surinkimu [27],[28].

Gaminio būvio ciklo analizė duoda visuminį požiūrį į jo poveikį aplinkai ir leidžia priimti sprendimus, kaip gaminti švaresnį produktą. Būvio ciklo duomenų analizė leidžia palyginti tarpusavyje keletą tam pačiam tikslui naudojamų gaminių poveikį aplinkai [27],[28].

Būvio ciklo vertinimas (BCV) – procedūrų rinkinys, skirtas medžiagų ir energijos sąnaudų/atliekų duomenų, kurie gali būti tiesiogiai priskirti produkto funkcionavimui per visą jo būvio ciklą, surinkimui ir poveikio aplinkai vertinimui. Pagrindinis BCV privalumas, palyginti su kitais poveikio aplinkai vertinimo metodais, pavyzdžiui, poveikio aplinkai vertinimu ar aplinkosauginiu auditu, yra sistemos ribų išplėtimas, įtraukiant produkto būvio ciklo metu daromą poveikį aplinkai, neapsiribojant emisijomis ir atliekomis, susidariusiomis tik įmonėje. Pastaruoju metu sparčiai vystosi įvairios BCV metodikos, kuriamos kompiuterinės programos surinktų duomenų apdorojimui, vis plačiau taikomi ekologinio projektavimo metodai [27].

Būvio ciklo vertinimas yra išsamus ir reikalaujantis daug laiko bei resursų vertinimo metodas, todėl šiame projekte pateikiamas tik tam tikros dalies, konkrečiau, superkrizinio multifrakcinio *Cannabis sativa* CO₂ ekstraktoriaus aplinkosauginis vertinimas.

Žaliava

Į įrenginį tiekiamos išdžiovintų ir į smulkią frakciją sumaltų *Cannabis sativa* granulės. Toks žaliavos tipas pasirinktas siekiant kiek įmanoma didesniu žaliavos kiekiu užpildyti ekstraktoriaus darbinį tūrį.

Ekstrahentas

Kaip ekstrahentas naudojamas grynas anglies dvideginis. CO₂ laikomas akumuliacinėje talpoje AT – 1, 50 bar slėgyje. Tokio slėgio CO₂ yra skystosios agregatinės būsenos. Duomenys apie naudojamas medžiagas pateikiamos 24 lentelėje [2],[29],[30]:

24 lentelė. Duomenys apie naudojamas žalias [2]

Žaliavos pavadinimas	Kiekis naudojant objektą, t/metus	Cheminės medžiagos klasifikavimas		
		Kategorijos pavadinimas	Pavojaus nuoroda	Rizikos frazės, saugumo frazės
1	2	3	4	5
CO ₂	60	124-38-9	H280 – turi slėgio veikiamų dujų, kaitinant gali sprogti.	P403 – laikyti gerai vėdinamoje vietoje.
<i>Cannabis sativa</i>	500	89958-21-4	-	-

7.1. Poveikio aplinkai vertinimas

Šioje dalyje aptariamos produkcijos apimtys, energetinės reikmės produkcijos gamybai užtikrinti ir veiklos sąlygojamos taršos.

7.1.1. Bendrieji duomenys

Gaminamos produkcijos pavadinimas ir kiekis pateikiamas 25 lentelėje [2]:

25 lentelė.Gaminamos produkcijos apimtys [2]

Pavadinimas	Kiekis per metus, t
Ekstraktas	30

Energetinių reikmių naudojami ištekliai pateikiami 26 lentelėje [2]:

26 lentelė. Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai [2]

Pavadinimas	Kiekis per metus, MW	Šaltiniai
Elektros energija	963	Vietiniai elektros tinklai
Šiluminė energija	876	Suskystintos naftos dujos (SND)

Visa elektros energija bus perkama iš AB „Elektros skirstymo operatorius“. Ši įmonė elektros energiją perka iš UAB „Kauno termofikacinė elektrinė“. Dėl to, kad projektuojama įmonė elektros negamins – tarša, susidaranti gaminant reikiamą elektros kiekį ekstraktų gamybai, nevertinama [31].

Šiluminei energijai gauti yra naudojami kondensaciniai katilai, kuriuose yra deginamos SND. Dujos perkamos iš AB „ORLEN Lietuva“ [32], todėl tarša susidaranti gaminant šias dujas vertinama nebus. Tarša, sąlygojama SND deginimo dujiniuose katiluose, pateikiama 27 lentelėje [2]:

27 lentelė. Tarša, išsiskirianti deginant SND [2]

Pavadinimas	Norma, g/GJ	Taršos kiekis, kg
NO _x	69	217,6
CO	3,9	12,3
SO _x	79	249,1

7.1.2. CO₂ išleidimas į aplinką

Keičiant ekstraktoriaus įkrovą išleidžiamas į aplinką CO₂ kiekis nėra prilyginamas taršai, kadangi tai yra tas pats iš aplinkos paimtas CO₂ kiekis, kuris buvo sunaudotas jo gamybos metu. CO₂ išleidimas į aplinką yra prilyginamas gražinimu atgal, todėl tarša nebus vertinama.

7.1.3. Fizikinė tarša

Fizikinės taršos šaltiniai ir skleidžiamos taršos lygis pateikiamas 28 lentelėje [2]:

28 lentelė. Fizikinė tarša [2]

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis	Priemonės taršai mažinti
Triukšmas	Membraninis siurblys	1	67 dBA	Asmeninės apsaugos priemonės - ausinės

Technologijoje naudojamas trijų galvų membraninis CO₂ siurblys, kuris kelia minimalų triukšmą. Pagal Lietuvos Respublikos įstatymus gamybinės paskirties įrenginiams leistinas triukšmo lygis yra 87 dBA [33]. Įranga neviršija leistinos ribos, tačiau kaip prevencines priemones nuo triukšmo poveikio galima naudoti asmenines apsaugos priemones.

7.1.4. Biologinė tarša

Superkrizinės ekstrakcijos procesas biologinės taršos nesukelia.

7.1.5. Atliekos

Technologiniame procese atliekos nesusidaro. Po ekstrakcijos likęs pluoštinių kanapių likutis panaudojamas kaip trąša ir yra išbarstomas ant laukų. Visame likutyje yra tik natūralios bioskaidžios organinės medžiagos. Įmonėje susidaro tik mišrios komunalinės atliekos dėl darbuotojų veiklos, jos jų kiekis ir kodas pateikiamas 29 lentelėje [2]:

29 lentelė. Gamybinės atliekos ir jų kiekiai [2]

Technologinis procesas	Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, t/metus	Atliekų agregatinė būseną	Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą
Gamyba	Mišrios komunalinės	1,5	Kieta	20 03 01

Gamybos metu atskirtas, taip pat buitinėms ir administracinėms reikmėms panaudotas vanduo išleidžiamas į miesto inžinerines sistemas. Technologiniam procesui šildyti naudojamas vanduo nuolatos cirkuliuoja uždarose sistemoje, todėl jis neišleidžiamas ir yra priimama, kad vanduo technologiniame procese nenaudojamas. Naudojamo vandens balansas pateikiamas 30 lentelėje [2]:

30 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	0,25	60	-
Miesto inžineriniai tinklai	Gamybai	-	0,75	Recirkuliacija, daugkartinis panaudojimas

Apibendrinimas

Superkrizinės pluoštinių kanapių ekstrakcijos metu tarša išsiskiria tik deginant SND. Visi įrenginio vamzdynai ir šildomi kontūrai yra izoliuoti nuo šilumos nuostolių į aplinką, todėl galimybės mažinti dujų vartojimą (tuo pačiu ir emisijas) nėra.

Atlikus poveikio aplinkai tyrimą nustatyta, kad procesas ir visa įranga yra modernūs ir automatizuoti, tad taršos nesukelia. Patobulinimų, dėl kurių būtų galima sumažinti taršą – nerasta.

8. Darbuotojų sauga ir sveikata

Šiame skyriuje yra aprašoma ir įvertinama darbuotojų saugos ir sveikatos tematika.

8.1. Projektuojamojo objekto charakteristika

Projektuojama įmonė bus statoma laisvojoje ekonominėje zonoje (LEZ). Įmonės pagrindinė vykdoma veikla bus *Cannabis sativa* multifrakcinė superkrintinė CO₂ ekstrakcija. Papildomai įmonė gerins perkamos džiovintos žaliavos kokybę ją apdorodama separavimo įrenginiais. Žaliava bus separuojama dviem įrenginiais: „ZigZag“ oro srauto separatoriumi ir vibrostatu. Išvalyta nuo nereikalingų priemaišų bei balasto žaliava bus malama bei granuliuojama. Objektas ir visa technologinė linija bus statomi naujai. Pastato sanitarinės apsaugos zonos ribos dydis yra 50 metrų [34].

8.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra ištirti esamą profesinę riziką ir numatyti jos prevencijos ar mažinimo priemones įmonės darbuotojams ir personalui. Rizika – traumos ar kitokio darbuotojo sveikatos pakenkimo galimybė dėl kenksmingo ar pavojingo darbo aplinkos veiksnio poveikio [35].

Profesinės rizikos vertinimas pradedamas nuo rizikos veiksnių identifikavimo, vietų, kuriose įmonės darbuotojai gali būti veikiami rizikos veiksnių, nustatymo. Rizikos veiksnių identifikavimas – tai nuodugni žmonėms kenksmingų veiksnių esamoje darbo vietoje analizė [35].

Darbo vietoje ir aplinkoje gali pasireikšti cheminiai, fizikiniai, biologiniai, ergonominiai ir psichosocialiniai veiksniai. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas pateikiamas 31 lentelėje [2],[35-43]:

31 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas [2],[35-43]

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				
CO ₂	Ekstraktorius	15 mg/m ³	9000 mg/m ³	Ventiliacija Avarinė ventiliacija CO ₂ dujokaukės
Dulkės	Granuliatorius, malūnas, oro srauto separatorius, vibro stalas	2 mg/m ³	5 mg/m ³	Ventiliacija Vietiniai dulkių nutraukimai Respiratoriai
Fizikiniai veiksniai				
Temperatūra	Granuliatorius Ekstraktorius	70 °C 85°C	45 °C	Šilumos izoliacija Pirštinės
Triukšmas	Membraninis CO ₂ siurblys	65 dBA	87 dBA	Ausinės
Apšvieta	Gamybos patalpos	300 lx	500 lx	-
Vibracija	Granuliatorius Ekstraktorius Vibro stalas „ZigZag“ separatorius	0,25 m/s ²	1,15 m/s ²	Vibracijos minimalios, prevencija nereikalinga
Fiziniai veiksniai				
Statinė elektra	Žaliavos separavimas	-	-	Įrengimų įžeminimas Antistatiniai drabužiai
Slėgis	Ekstraktorius	350 bar	-	Būtina periodiškai atlikti įrangos bei vamzdyno patikras. Tikrinti ir kalibruoti apsauginius vožtuvus
Elektros įtampa	Granuliatorius Ekstraktorius Vibro stalas „ZigZag“ separatorius	-	-	Periodiškai tikrinti įžeminimus, elektros spintas. Atlikti varžų matavimus
Ergonominiai veiksniai				
Netinkama darbo pozicija	Visos patalpos	Nepatogi darbo poza 10 % darbo laiko	Nepatogi darbo poza 20 % darbo laiko	Petraukos
Nuovargis	Visos patalpos	-	-	Pertraukos

Nustatomos pastato, patalpų, išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų atsižvelgiant į patalpoje esančių ar technologiniame procese naudojamų medžiagų gaisrinio

pavojingumo rodiklius ir kieki, technologinių procesų ypatumus. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai pateikiami 32 lentelėje [2],[44],[45]:

32 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai [2],[44],[45].

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>	0,7	180	4,5	5,5	400	230
<i>Cannabis sativa</i> ekstraktas	0,1	170	4,5	5,5	390	220

Nustatoma patalpos, pastato ir išorinio įrenginio kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų. Patalpų, pastato ir išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų pateikiami 33 lentelėje [2],[44],[45]:

33 lentelė. Patalpų ir išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų [2],[44],[45]

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija
Sandėliai	Degios ir sunkiai degios kietos medžiagos	C _g
Laboratorija	Degios ir sunkiai degios kietos medžiagos	C _g
Ekstraktorius	Degios ir sunkiai degios kietos medžiagos	C _g
Granuliatorius	Degios ir sunkiai degios kietos medžiagos	C _g
Separatoriai	Degios ir sunkiai degios kietos medžiagos	C _g
Administracinės patalpos	Degios ir sunkiai degios kietos medžiagos	C _g

Pagal sprogios aplinkos susidarymo dažnumą, patalpos ir išoriniai įrenginiai suskirstomi į gaisrumo zonas. Zonos pagal sprogimo ir gaisro pavojų pateikiamos 9.4 lentelėje [2],[44],[45].

34 lentelė. Patalpų, išorinių įrenginių pavojingų vietų zonos pagal sprogimo, gaisro pavojų [2],[44],[45]

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Pavojingumo vietos zona
Ekstraktoriaus patalpa Sandėliai	Patalpos ir įrenginiai, kuriose dirbant normaliuoju režimu, negali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro ore esantis degių dulkių ar plaušelių debesis, tačiau jei tokia aplinka susidaro, ji būna labai trumpai.	22 zona

Pastato kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų pateikiama 35 lentelėje [2],[44],[45]

35 lentelė. Pastato kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų [2],[44],[45]

Objekto pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją	Kategorija
Projektuojamas statinys	Kai pastatas nepriskiriamas A_{sg} ir B_{sg} , o pastate esančių A_{sg} , B_{sg} ir C_g kategorijos patalpų bendras plotas viršija 5% pastato patalpų ploto arba 10% pastato patalpų ploto, jei pastate nėra A_{sg} ir B_{sg} kategorijos patalpų. Leidžiama nepriskirti pastato C_g kategorijai, jeigu A_{sg} , B_{sg} ir C_g kategorijos patalpų bendras plotas neviršija 25% pastato ploto (bet ne didesnis kaip 3500 m ²) ir šiose patalpose įrengiama automatinė gaisro gesinimo sistema.	C_g

8.3. Saugi gamyba

Darbuotojų sauga ir sveikata – visos prevencinės priemonės, skirtos darbuotojų darbingumui, sveikatai ir gyvybei darbe išsaugoti, kurios naudojamos ar planuojamos visuose įmonės veiklos etapuose, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo profesinės rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta [2].

Įmonėje vykdoma darbuotojų saugos ir sveikatos vidinė kontrolė [2]:

Darbdaviui atstovaujantis asmuo, organizuodamas darbą įmonėje, nustatys darbuotojų saugos ir sveikatos būklės vidinę kontrolę, darbo ir poilsio režimą, darbo užmokestį taip, kad būtų sudarytos sąlygos, skatinančios darbuotojus laikytis darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų [2].

Darbdavys imsis priemonių darbuotojų saugai ir sveikatai užtikrinti ir organizuos darbuotojų saugos ir sveikatos būklės vidinę kontrolę įmonėje. Tam tikslui darbdaviui atstovaujantis asmuo ar jo pavedimu darbdavio įgaliotas asmuo organizuos rizikos darbuotojų saugai ir sveikatai vertinimą, įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos būklės paso parengimą ir jo pildymą [2].

Vadovaudamasis profesinės rizikos įvertinimo rezultatais, nustatys darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų laikymosi kontrolės tvarką įmonėje [2].

Tvirtins įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybos nuostatus ir (ar) įmonės darbuotojų saugos specialistų pareigybės aprašymus (instrukcijas) [2].

Įpareigos padalinių vadovus įgyvendinti darbuotojų saugos ir sveikatos gerinimo priemones ir kontroliuoti, kaip laikomasi darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimų [2].

Įmonėje numatomi privalomi sveikatos patikrinimai [2]:

Darbuotojai, kurie darbe gali būti veikiami profesinės rizikos veiksnių, tikrinsis sveikatą prieš įsidarbindami, o dirbdami periodiškai, pagal įmonėje patvirtintą darbuotojų sveikatos pasitikrinimų grafiką [2].

Naktį dirbantys ir pamaininiai darbuotojai tikrinsis sveikatą prieš įsidarbindami, o dirbdami įmonėje sveikatą – periodiškai, įmonės darbuotojų sveikatos tikrinimo grafike numatytu laiku [2].

Darbdaviui atstovaujantis asmuo atsakys už privalomų darbuotojų sveikatos patikrinimų organizavimą. Darbdaviui atstovaujantis asmuo ar jo pavedimu darbdavio įgaliotas asmuo tvirtins darbuotojų, kuriems privaloma pasitikrinti sveikatą, sąrašą ir sveikatos tikrinimo grafiką, suderintą

su atitinkama asmens sveikatos priežiūros įstaiga. Su šiuo grafiku pasirašytinai supažindinami įmonės darbuotojai [2].

Projektuojant naujus technologinius procesus, bandoma vengti pavojingų zonų, tačiau dažnai tokių galimybių nėra. Pavojingas zonas būtina apsaugoti. Iš projektuojamos įmonės patalpų pavojingoms priskiriama tik ekstraktoriaus patalpa. Patalpa priskiriama pavojungai zonai dėl sekančių priežasčių:

1. procesas vykdomas didesniame nei 300 bar slėgyje;
2. atsiradus pralaidumui ar įvykus avarijai, dėl CO₂ sąvybių yra rizika stipriai nušalti, nes CO₂ pralaidumas į atmosferinį slėgį stipriai sumažina dujų temperatūrą (iki -78,5 °C) dėl Džaulio ir Tomsono efekto;
3. dėl padidėjusio CO₂ kiekio aplinkoje gali tapti sunku arba nebeįmanoma kvėpuoti.

8.3.1. Slėginiai indai

Ekstraktorius ir akumuliacinė CO₂ talpa yra priskiriami prie slėginių indų (toliau – indai). Saugiam darbui su indais užtikrinti reikia imtis visų priemonių, kurios yra patvirtintos Slėginių indų naudojimo taisyklėse DT 12-02. Taisyklės nustato, kaip montuoti ir eksploatuoti slėginius indus [43].

Už indo konstrukcijos tinkamumą, jo stiprio skaičiavimą ir medžiagos parinkimą, už pagaminimo kokybę ir atitikties įvertinimo procedūrų atlikimą pagal galiojančių techninių reglamentų ir darniųjų standartų reikalavimus yra atsakingas gamintojas ar jo įgaliotas atstovas. Kai gamintojas ar jo įgaliotas atstovas neįvykdė atitinkamų indų gamybos techninių reglamentų įpareigojimų, šios pareigos tenka asmeniui, kuris tiekia indus į rinką. Tie patys įpareigojimai tenka kiekvienam asmeniui, kuris iš įvairios kilmės dalių surenka ar konstruoja indus savo reikmėms.

Indai montuojami ir naudojami gamintojo nustatytais sąlygomis ir vadovaujantis jų techniniais dokumentais, šiomis taisyklėmis, kitais teisės aktais, reglamentuojančiais indų naudojimą ir įrengimą [43].

Taisyklėse indai grupuojami į dvi klases atsižvelgiant į juose laikomų takiųjų medžiagų pavojingumo grupę [43].

Pirmai klasei priskiriami indai, skirti pripildyti pirmos grupės takiųjų medžiagų. Antrą klasę sudaro indai, skirti pripildyti antros grupės takiųjų medžiagų [43].

Takiosios medžiagos skirstomos į dvi grupes [43].

Pirmą grupę sudaro pavojingos tokiosios medžiagos, kurios laikomos [43]:

- sprogstamosiomis;
- ypač degiomis;
- labai degiomis;
- degiosiomis (jeigu didžiausia leidžiamoji temperatūra didesnė už pliūpsnio temperatūrą);
- labai toksiškomis;

- toksiškomis;
- oksiduojančiomis.

Antrą grupę sudaro visos kitos tokiosios medžiagos, kurios nepriskiriamos prie pavojingų taktinių medžiagų [43].

Projektuojamoje įmonėje visi indai priskiriami antrai grupei [43].

Jeigu indas sudarytas iš kelių sekcijų, jis priskiriamas prie pirmos klasės, jeigu bent vienos sekcijos terpė skirta pripildyti pirmos grupės taktinių medžiagų. Jeigu indo sekcijoje laikomos kelios skirtingų grupių tokiosios medžiagos, šį indą priskiriant kuriai nors klasei, remiamasi ta taktine medžiaga, kuri priskiriama pavojingesnei grupei [43].

Naudojama indų armatūra (sklendės, sklėsčiai, ventiliai ir kiti debitą reguliuojantys įtaisai), lygio rodikliai, slėgio ir temperatūros matavimo prietaisai, saugos įtaisai, signaliniai įrenginiai turi atitikti indo darbo parametrus ir būti prižiūrimi pagal gamintojo nurodymus. Jei tokių nurodymų nėra, jie prižiūrimi ir periodiškai tikrinami indo savininko nustatyta tvarka [43].

Visa armatūra, kontrolės ir matavimo priemonės, saugos įtaisai išdėstomi taip, kad būtų patogiai prieinami prižiūrėti ir remontuoti. Nurodomos armatūros atidarymo ir uždarymo kryptys [43].

Terpės išleidimo iš indo armatūra ar kiti įrenginiai rekomenduotinai valdomi taip, kad išleidžiant terpę nesusidarytų smūginių reiškinių. Didelis dėmesys skiriamas tam, kad terpės išleidimas būtų kiek įmanoma saugesnis [43].

Ant indų lygio rodiklių sužymima viršutinio ir apatinio lygių ribos [43].

Skysčio lygio rodiklių ar proceso veikimo stebėjimo įtaisų stiklai trūkimo atveju numatoma apsauga nuo išorinio pažeidimo ir prižiūriniųjų asmenų traumavimo [43].

Induose, kuriuose slėgis gali padidėti daugiau už darbinio slėgio reikšmes, įrengiami saugos įtaisai, neleidžiantys viršyti darbinį slėgį daugiau negu 10%, jeigu kitaip nenurodo indų gamintojas. Saugos įtaisų kiekis, jų pralaidumas ir eksploatacinių charakteristikos pagrindžiamos skaičiavimais bei atitiktis dokumentais [43].

Saugos įtaisai neturi atlikti reguliavimo funkcijų [43].

Indų savininkas pasirūpina, kad laiku būtų atliekami taisyklėse nurodytų indų techninės būklės sekantys tikrinimai [43].

- veikiančio indo patikrinimas;
- vidaus bei išorinė apžiūra;
- hidraulinis bandymas.

8.3.2. Žaibosauga

Pastato apsaugai nuo žaibo numatoma statyti žaibolaidį. Projektuojamas II kategorijos apsaugos klasės žaibolaidis (apsaugos patikimumas – 0,97). Dėl didelių pastato matmenų patikimai apsaugai užtikrinti yra statomi du žaibolaidžiai. Parametrai pateikiami 36 lentelėje [2],[46],[47].

Projektuojamo pastato aukštis $h_x = 7,6$ m, žaibolaidžio aukštis $h = 2$ m.

36 lentelė. Dviejų strypų apsaugos zonos parametrų skaičiavimas. [2],[46],[47]

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	$(5,75-3,57 \cdot 10^{-3} \cdot (h-10)) \cdot h$	$2,5 h$
	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	$(4,75-3,57 \cdot 10^{-3} \cdot (h-30)) \cdot h$	$(2,25-0,0107 \cdot (h-30)) \cdot h$
	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	$(4,25-3,57 \cdot 10^{-3} \cdot (h-30)) \cdot h$	$(2,25-0,0107 \cdot 10^{-3} \cdot (h-30)) \cdot h$
	nuo 100 iki 150	$4,0 h$	$1,5 h$

Pagal duomenis apskaičiuojamas maksimalus leistinas atstumas tarp L_{max} , m [2],[46],[47]:

$$L_{max} = 4,75h = 4,75 \cdot 27 = 128,25 \text{ m} \quad (9.1)$$

Apskaičiuojamas atstumas tarp žaibolaidžių L_c , m:

$$L_c = 2,25h = 2,25 \cdot 27 = 60,75 \text{ m} \quad (9.2)$$

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],[46],[47]:

$$h_0 = h_c = 0,8h = 0,8 \cdot 27 = 21,6 \text{ m} \quad (9.3)$$

$$r_0 = 0,8h = 0,8 \cdot 27 = 21,6 \text{ m} \quad (9.4)$$

Zonos horizontalių pjūvių matmenys apskaičiuojami pagal formules bendras visiems patikimumams [2],[46],[47].

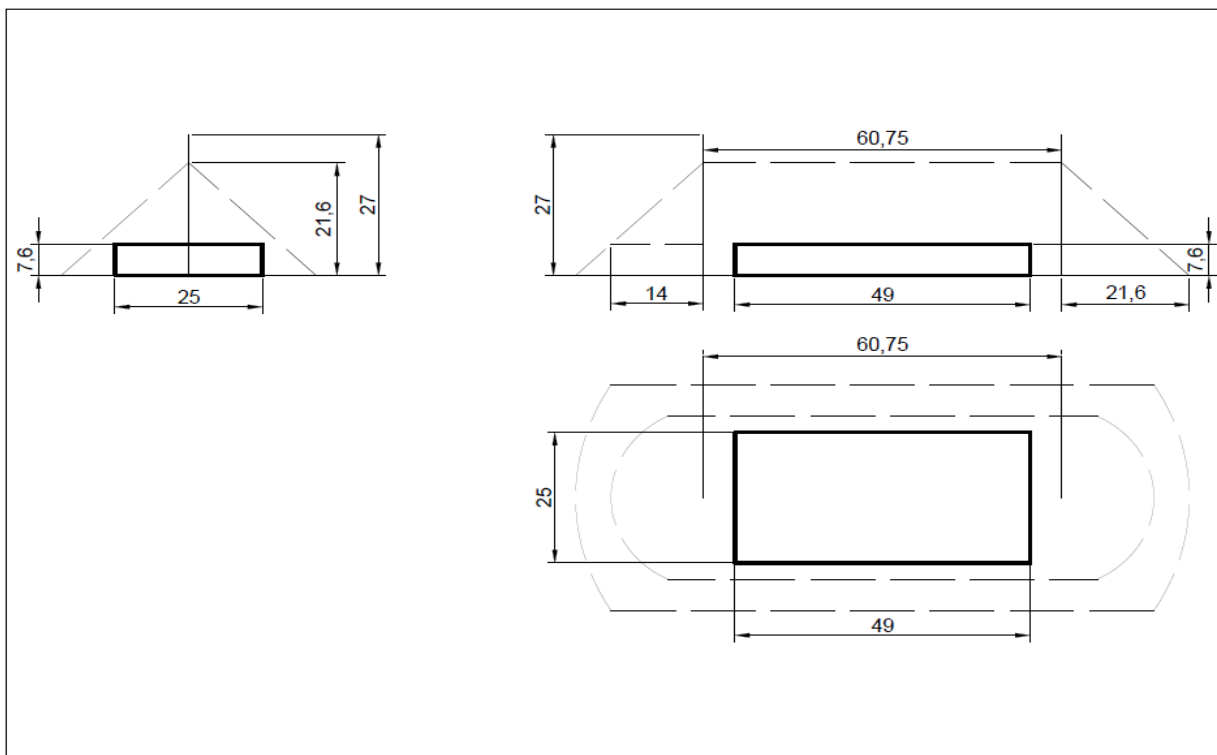
Apskaičiuojamas aukštyje h_x horizontaliame pjūvyje didžiausias zonos r_x pusplotis [2],[46],[47]:

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0} = \frac{21,6 \cdot (21,6 - 7,6)}{21,6} = 14 \text{ m} \quad (9.5)$$

Apskaičiuojame horizontalaus pjūvio plotį centre tarp žaibolaidžių r_{cx} aukštyje $h_x \leq h_c$ [2],[46],[47]:

$$r_{cx} = \frac{r_0 \cdot (h_c - h_x)}{h_c} = \frac{21,6 \cdot (21,6 - 7,6)}{21,6} = 14 \text{ m} \quad (9.6)$$

Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos schema pateikiama 11 paveikslėlyje.



11 pav. Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos schema.

Pagal 11 paveikslėlį priimama, kad žaibolaidžių išdėstymas parinktas tinkamai, nes visas projektuojamas objektas patenka į apsaugos nuo žaibo zoną.

8.4. Darbo higiena

Darbuotojai bus aprūpinami asmeninėmis saugos priemonėmis. Naudojamos priemonės yra ausinės, akiniai, respiratoriai, pirštinės, darbiniai batai. Patalpose yra pirmosios pagalbos vaistinė [2].

Darbuotojų komfortą apibūdina trys pagrindiniai parametrai [2]:

- apšvieta;
- šiluminė aplinka;
- triukšmo lygis.

Apšvietimas skirstomas į natūralų apšvietimą (dangaus skliauto šviesa), dirbtinį apšvietimą (elektros technikos įrenginių šviesa) ir mišrųjį apšvietimą (suderintas natūralusis ir dirbtinis apšvietimas). Apšvietimas įmonėje projektuojamas taip, kad būtų geros sąlygos atlikti darbui - šviesa nevargintų darbuotojų. Tam tikslui pasiekti projektuojamas mišrus apšvietimas, minimali apšvieta patalpose, kuriose neatliekami tikslūs technologiniai skaičiavimai ar įtempti darbai, numatoma 400 lx. Laboratorijose, administracinėse patalpose numatoma 300 lx apšvieta [2].

Norint užtikrinti šiluminį komfortą patalpose, atsižvelgta į šiuos pagrindinius parametrus: oro temperatūrą patalpose, oro santykinį drėgnį bei judėjimo greitį. Priklausomai nuo trijų parų temperatūrų, priskiriami šiltieji ir šaltieji laikotarpiai, nuo kurių ir priklauso pagrindiniai parametrai. Šiltasis laikotarpis yra, kai trijų iš eilės parų vidutinė oro temperatūra aukštesnė nei +10 °C, o

šaltasis – žemesnė arba lygi +10 °C. Šiluminiai parametrai parenkami pagal laikotarpį bei darbo sunkumą [2].

Išskiriamos trys darbų sunkumo kategorijos: lengvas (Ia, Ib), vidutinio sunkumo (IIa, IIb) ir sunkus fizinis darbas (III). Įmonėje yra Ib darbo sunkumo kategorija. 37 ir 38 lentelėse pateikiami dydžiai, pagal Ib ir IIb kategorijas [2].

37 lentelė. Darbo patalpų komfortinės sąlygos [2]

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

38 lentelė. Darbo patalpų pakankamos sąlygos [2]

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

Pakankamos darbo patalpų sąlygos bus taikomos sandėliuose bei gamybinėse patalpose, o komfortinės – laboratorijoje, administracinėse bei persirengimo patalpose.

8.5. Gaisrinė sauga

Įmonės pastate gali kilti A ir B klasės gaisrai.

- A –kietų ir (ar) degant kietėjančių medžiagų gaisras;
- B – skysčių ar degant besilydančių medžiagų gaisras.

Norint apsaugoti nuo gaisro pavojaus, numatomos priešgaisrinės saugos priemonės [2].

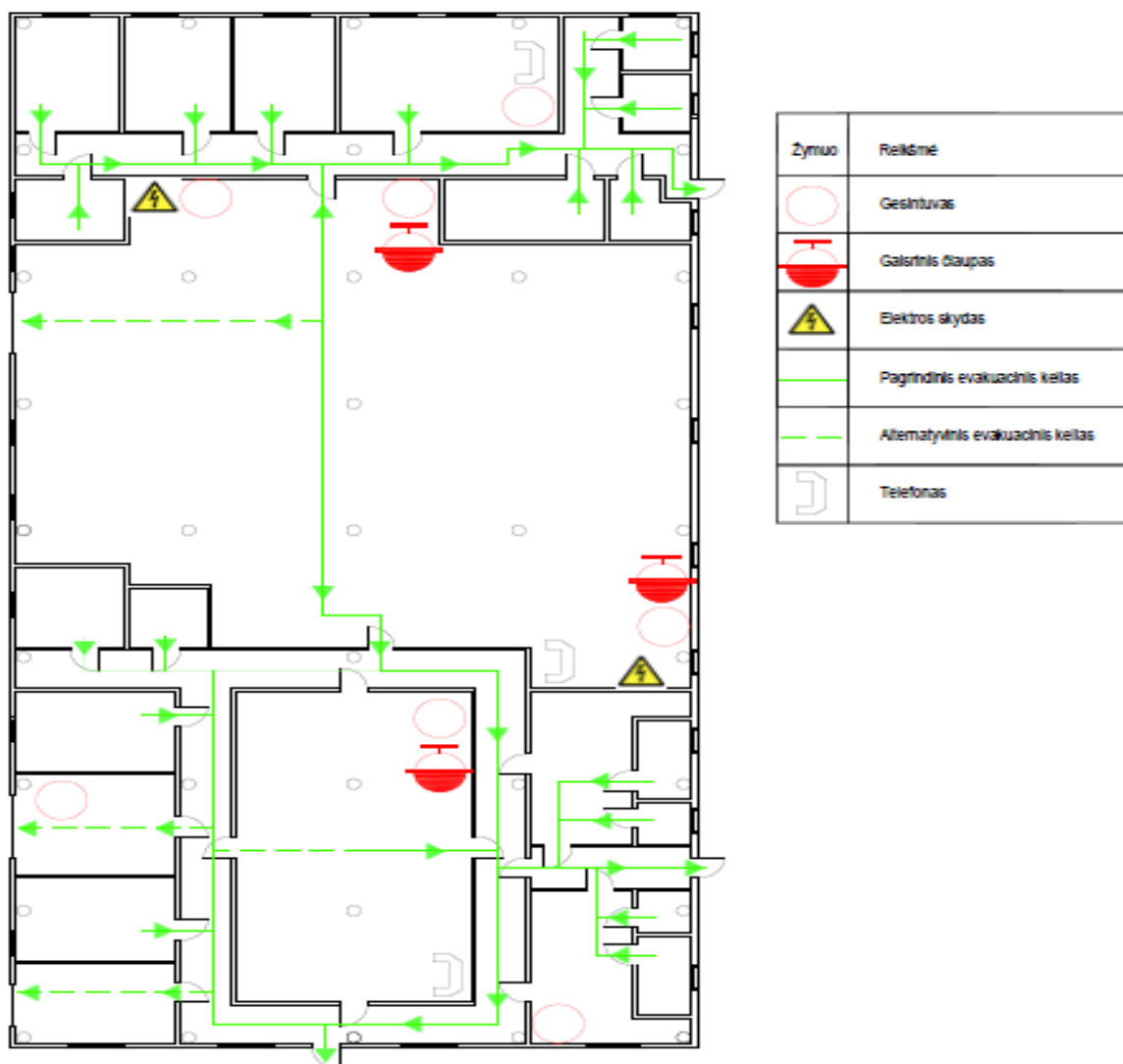
A ir B klasės gaisrams gesinti patalpose parenkamos šios gesinimo priemonės:

- smėlis;
- ABC tipo milteliniai gesintuvai;
- nedegus audeklas;
- gaisrinis čiaupas;

- automatinė sprinklerinė gesinimo sistema
- automatinė drenčerinė gesinimo sistema

Remiantis bendrosios saugos taisyklėmis, įmonėje esančių ABC tipo gesintuvų skaičius nustatomas pagal patalpų sprogimo ir gaisro pavojaus kategorijas, maksimalų gesinimo plotą, bei medžiagų fizikines ir chemines savybes. Parenkami septyni ABC tipo gesintuvai sveriantys po 6 kg. Taip pat trys smėlio dėžės bei septyni nedegūs audeklai paskirstyti patalpose prie kiekvieno iš gesintuvų. Įrengiami trys gaisriniai čiaupai. Visame objekte įrengiamos priešgaisrinės signalizacijos ir sprinklerinės automatinės gaisro gesinimo sistemos. Gamybinėse patalpose papildomai įrengiamos automatinės drenčerinės gaisro gesinimo sistemos.

Nelaimės ar gaisro atveju numatytomas pastato evakuacijos planas. Šis planas pakabinamas gerai matomose patalpų vietose, kuriuose yra evakuacinis kelias. Pateikiami evakuacinio kelio ženklai, kad iš bet kurios vietos aiškiai matytųsi kryptis prie artimiausio išėjimo. Pastate projektuojami ne mažiau nei du evakuaciniai išėjimai, kurie bet koku metu lengvai atidaromi iš pastato vidaus. Evakuacinis planas pateikiamas 12 paveikslėlyje[2],[48].



12 pav. Evakuacijos planas [48]

Išvados

1. Apžvelgus teorinę medžiagą apie Cannabis sativa buvo atliktas separatorių tūrio bei srauto linijinio greičio įtakos separatorių darbo kokybei tyrimas, kurio metu nustatyta, kad optimalus linijinis greitis yra 0,000175 m/s.
2. Pagal gautus tyrimo duomenis apskaičiuotas planuojamo eksploatuoti gravitacinio separatoriaus tūris – 200 l, matmenys: aukštis – 2,21 m ir skersmuo – 0,0315 m.
3. Pagal projektinį 500 t per metus našumą parinkti įrenginiai nurodant konkrečius gamintojus bei įrenginių specifikacijas. Taip pat nurodytos ir aiškos bei argumentuotos priežastys, nulėmusios pasirinkimus.
4. Naudojantis parinktais įrenginiais suprojektuota ir detalai aprašyta technologinė linija. Pateiktas detalus technologinės linijos brėžinys.
5. Siekiant įsitikinti, kad projektuojama įmonė veiklą vykdys nenuostolingai atlikti ekonominiai ir finansiniai skaičiavimai, kurie rodo, kad įmonės veikla atsipirks ketvirtaisiais metais.
6. Siekiant užtikrinti kuo geresnes sąlygas projektuojamos įmonės darbuotojams, atliktas profesinės rizikos vertinimas ir numatytos asmeninės apsaugos priemonės. Taip pat, detaliau aptarta darbo su slėginiais indais tema, nes pagrindinis procesas įmonėje vykdomas didesniame nei 300 bar slėgyje. Įmonėje numatytos papildomos gaisro gesinimo priemonės, užtikrinama nuolatinė oro recirkuliacija.
7. Įvertinant planuojamų eksploatuoti įrenginių matmenis bei atsižvelgiant į tai, jog visi procesai įmonėje vykdomi pagal GMP reikalavimus, suprojektuotas detalus pastato planas. Parinkta lokacija – Kauno LEZ, Veterinarų gatvė.
8. Projektuojamos įmonės veikla gali įtakoti įvairią taršą aplinkai, todėl atliktas proceso, imtinai superkrizinės multifrakcinės CO₂ ekstrakcijos, aplinkosauginis vertinimas. Nustatyta, kad procesas yra automatizuotas, tarša susidaro tik deginant SND, kurios yra reikalingos šiluminei energijai išgauti. Galimų taršos mažinimo priemonių nerasta.

Literatūros sąrašas

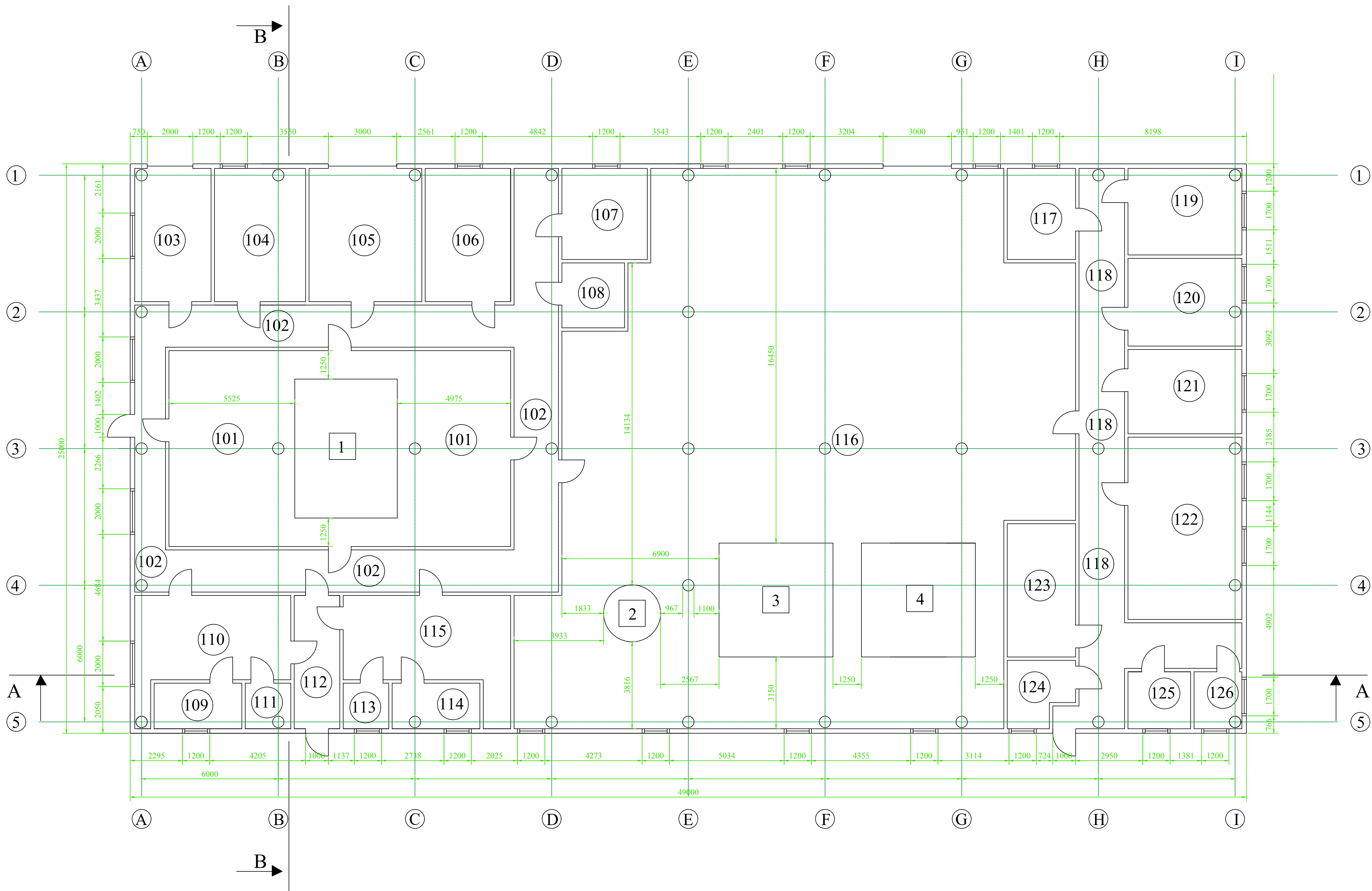
1. <https://ftz.lt/> (Žiūrėta 2019 04 01).
2. Z. Valančius, D. Nizevičienė, O. Viliūnienė, J. Solnyškinienė, I. Stasiulaitienė. (2013). Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. Kaunas: Technologija.
3. http://www.vatzum.lt/lt/naujienos/lietuvoje_auginamos_svarios_pluostines_kanapes/ (Žiūrėta 2019 04 05).
4. <https://www.agropro.lt/useful-information/about-hemp/> (Žiūrėta 2019 05 01).
5. <https://www.cbdschool.com/> (Žiūrėta 2019 03 01).
6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4740396/> (Žiūrėta 2019 05 10).
7. https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2019/02/pluostiniu-kanapiu-auginimo-ypatumai_2019-02-21.pdf (Žiūrėta 2019 04 13).
8. <http://www.russellfinex.com/en/> (Žiūrėta 2019 03 17).
9. <https://akyurekltd.com/en/about.html> (Žiūrėta 2019 03 19).
10. <http://www.tsf.lt/musu-produkcija/granuliu-gamybos-linijos> (Žiūrėta 2019 03 20).
11. <http://www.visimalunai.lt/lt/component/k2/113-granuliatoriai-briket%C5%B3-presai-briketoriai/317-granuliatorius-75-kw-400-v> (Žiūrėta 2019 03 20).
12. Noorfidza Y Haruna, Muhammad T Afzal. (2016). Effect of Particle Size on Mechanical Properties of Pellets Made from Biomass Blends
13. <https://makepellets.ca/low-temperature-hops-hemp-pelleting/>
14. Mauricio A. Rostagno, Juliana M. Prado. (2015). Natural Product Extraction – Principles and Applications. University of Campinas, Brazil.
15. <http://www.separeco.com/index.php/en/>
16. Nikolai Lebovka, Eugene Vorobiev, Farid Chemat. (2016). Enhancing Extraction Processes in the Food Industry. CRC Press, Broken Sound Parkway NW.
17. R. P. Chhabra, V. Shankar. (2018). Coulson and Richardson's Chemical Engineering– Volume 1A: Fluid Flow Fundamentals and Applications, Seventh Edition. Elsevier Ltd.
18. <http://www.scfechina.com/col.jsp?id=101> (Žiūrėta 2019 05 01).
19. <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/c14e6210afe511e6b844f0f29024f5ac/caRbGSOQbK> (Žiūrėta 2019 04 28).
20. <https://aksa.lt/kolonos-rygeliai-saramos-sijos/> (Žiūrėta 2019 03 28).
21. <https://www.paroc.lt/> (Žiūrėta 2019 04 28).
22. <https://www.ermatazas.lt/Apdailos-prekes/Sienu-lubu-dangos/MP-dailyentes/MP-sienu-dailyente-LUXOR-70-2700-x-580-x-12-mm-269818.html> (Žiūrėta 2019 04 28).
23. <https://www.baltgina.lt/lt/sienu-ir-lubu-dangos-glasbord/sienu-ir-lubu-dangos-maisto-pramonei> (Žiūrėta 2019 04 28).
24. <https://www.gealan.de/lt/gealan-fenster-systeme-gmbh> (Žiūrėta 2019 04 29).
25. <http://www.hiperionas.lt/plienines-durys-lengvo-tipo/plienines-durys-lengvo-tipo/plienines-durys-zk-ral-9016--h%C3%B6rmann/70-479> (Žiūrėta 2019 04 29).
26. <http://www.adams.lt/lt/langai/product/22/aluplast-ideal-8000/> (Žiūrėta 2019 04 29).
27. http://vhost.asu.lt/nm/l-projektas/-Aplinkos_tarsa/45.html (Žiūrėta 2019 03 24).

28. Jurgis Kazimieras Staniškis, Irina Kliopova, Jūratė Miliūtė-Plepienė, Jolita Kruopienė, Daina Kliaugaitė, Rasa Uselytė, Visvaldas Varžinskas. (2017). Darni atliekų vadyba. Kaunas: Technologija.
29. <http://www.gaschema.lt/wp-content/uploads/2015/12/Angliar%C5%ABg%C5%A1t%C4%97s-SDL-2016.pdf> (Žiūrėta 2019 03 14).
30. <https://bluebirdbotanicals.com/product-category/extracts/> (Žiūrėta 2019 05 14).
31. <https://www.eso.lt/lt/verslui.html?sr=RVdTSUQ9cm82OXY0YXRjZTY0bGFmb2Q3dnBsNjVnYmg=> (Žiūrėta 2019 03 14).
32. <http://www.orlenlietuva.lt/LT/Wholesale/Puslapiai/default.aspx> (Žiūrėta 2019 03 18).
33. HN 33:2011. „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“. Valstybės žinios, 2011, Nr. 75-3638.
34. 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).
35. Profesinės rizikos bendrieji vertinimo nuostatai. Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.
36. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
37. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.
38. HN 23:2011. Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai. Valstybės žinios, 2011, Nr. 112-5274.
39. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123 -5055.
40. Darbuotojų apsaugos nuo cheminių veiksnių darbe nuostatai. Valstybės žinios, 2001, Nr.65-2396; (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2005, Nr.55-1907).
41. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804.
42. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2004, Nr.41-1350.
43. Slėginių indų naudojimo taisyklės DT 12-02. Valstybės žinios, 2002, Nr. 115-5165.
44. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
45. Stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės. Valstybės žinios, 2009, Nr. 63-2538.
46. STR 2.01.06:2009 Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo. Valstybės žinios, 2009, Nr. 138-6095.
47. LST EN 62305-3:2011 Apsauga nuo žaibo. 3 dalis. Fizinė žala statiniams ir pavojus gyvybei. 157 p.
48. 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).

49. 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.
50. Irmantas Barauskas. PIRMOSIOS PAKOPOSCHEMINĖ 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. Pjūviai A – A ir B – B**
- 3 Priedas. Sklypo planas**
- 4 Priedas. Technologinės linijos schema**

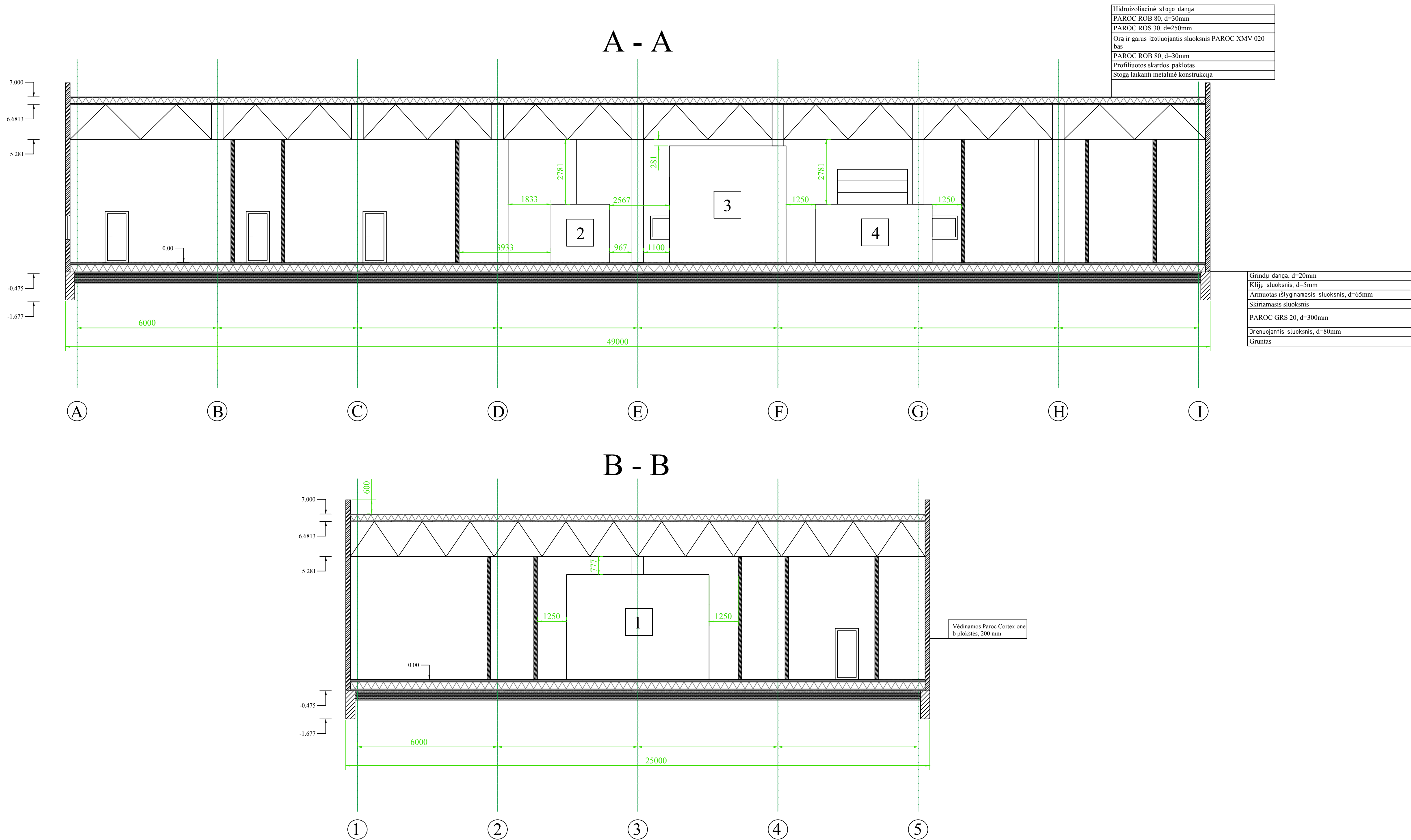


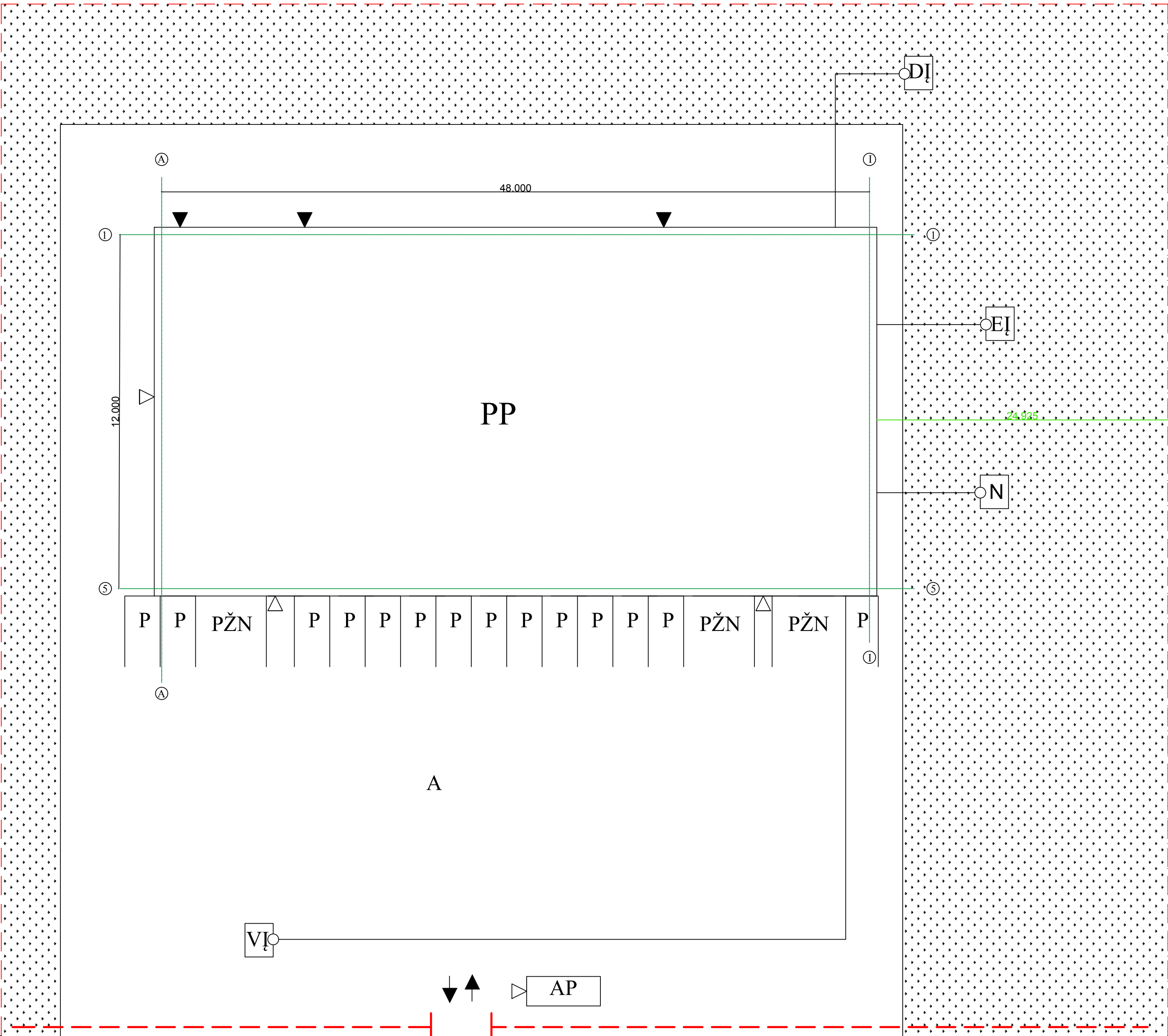
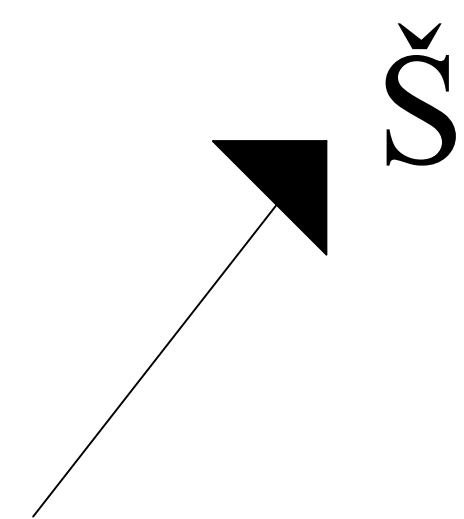
Eksplikacija		
Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m2
1	Projekuojama įmonė	1225.0000

Patalpų eksplikacija		
Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m2
101	Švarioji gamybos zona	129.0000
102	Tarpinė zona	109.8900
103	Tarso sandėliavimo patalpa	19.5975
104	Operatorinė	23.4000
105	Produktų sandėliavimo patalpa	28.9575
106	Laboratorija	21.9735
107	Poilsio kambarys gamybos darbuotojams	15.0000
108	Rūkomasis kamb. gamybos darbuot.	7.8375
109	Moterų dušai	7.7000
110	Moterų persirengimo patalpos	26.8500
111	Moterų tualetas	4.0000
112	Koridorius į persirengimo patalpas	11.7000
113	Vyrų tualetas	4.0000
114	Vyrų dušai	7.7000
115	Vyrų persirengimo patalpos	29.7750
116	Žaliavų sandėlys, separavimo zona	500.2350
117	Rūkomasis administracijos darbuotojams	12.0000
118	Administracinių patalpų koridorius	60.6500
119	Administracinės patalpos	19.0000
120	Administracinės patalpos	19.2500
121	Administracinės patalpos	18.5000
122	Konferencijų salė	40.0000
123	Poilsio zona administracijos darbuotojams	17.5500
124	Apsaugos punktas	7.6775
125	Vyrų tualetai	6.8750
126	Moterų tualetai	5.2500

Įrenginių specifikacija			
Eil. Nr.	Pavadinimas	Žymuo	Kiekis
1	Superkritinis multifrakcinis CO2 ekstraktorius	-	1
2	Vibrostatas	-	1
3	"ZigZag" separatorius	-	1
4	Granuliatorius su malūnu ir ausintuvu	-	1

Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas				Magistro baigiamasis darbas			
TMC - 7	Studentas	Y. Petronaitis				Cannabis Sativa superkritinė multifrakcinė CO2 ekstrakcija			
	Konsultantas	Lekt. O. Vilūnienė							
	Vadovas	Doc. L. Miknius							
						Pastato planas		Laida	0
						Mastelis 1:100			
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra					2019 - MBD - OCH			
MBD	Radvilėnu pl. 19, Kaunas								
						Lapas	Lapų	1	4





Eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m2
1	Sklypas	5540.0000

Įrenginių specifikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Žymuo	Kiekis
1	Projektuojamas pastatas	PP	1
2	Dujų įvadas	DĮ	1
3	Elektros įvadas	EĮ	1
4	Prisijungimas prie nuotekų	N	1
5	Vandens įvadas	VĮ	1
6	Pakrovimo/šukrovimo zona	▼	3
7	Įėjimas/išėjimas	▽	3
8	Parkavimo vieta	P	15
9	Parkavimo vieta žmonėms su negalia	PŽN	3
10	Žaliųjų zona	☐	1
11	Įvažiavimas/išvažiavimas	↕	1
12	Apsaugos punktas	AP	1
13	Sklypo riba	☐	1
12	Asfaltuota zona	A	1
12	Tvora su varlais	—+—	1

Veterinarių gatvė

Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas				Magistro baigiamasis darbas			
TMC - 7	Studentas	V. Petronalis				Cannabis Sativa superkrižinė multifrakcinė CO2 ekstrakcija			
	Konsultantas	Lekt. O. Vilunienė							
	Įvadovas	Doc. L. Miknys				Sklypo planas Mastelis 1:200			
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra					2019 - MBD - OCH		Laida	0
MBD	Radvienu pl. 19, Kaunas							Lapas	
							3	4	

