



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Antanas Zubrickas

**AKTYVIŲJŲ KOMPONENTŲ IŠSKYRIMAS
VAKUUMINĖS DISTILIACIJOS BŪDU IŠ *CANNABIS*
SATIVA SUPERKRIZINIŲ CO₂ EKSTRAKTŲ**

Baigiamasis magistro darbas

Vadovas

Doc. Linas Miknius

Kaunas, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ORGANINĖS CHEMIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Padalinio vadovas

Prof. dr. Vytas Martynaitis

AKTYVIŲJŲ KOMPONENTŲ IŠSKYRIMAS
VAKUUMINĖS DISTILIACIJOS BŪDU IŠ *CANNABIS*
***SATIVA* SUPERKRIZINIŲ CO₂ EKSTRAKTŲ**

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa Chemijos inžinerija (kodas 621H81004)

Darbą atliko

Antanas Zubrickas

Vadovas

Doc. Linas Miknius

Recenzentas

Doc. Kęstutis Rutkauskas

Konsultantai

Lietuvių kalbos

V.Stankevičienė

Ekonominių skaičiavimų

A.Taraškevičius

Darbuotojų saugos ir sveikatos

D.Nizevičienė

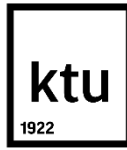
Aplinkosauginio vertinimo

I.Stasiulaitienė

Statybinių sprendimų

O.Viliūnienė

Kaunas, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Antanas Zubrickas

Studijų programa Cheminė technologija ir inžinerija (kodas 612H81001)

Baigiamojo darbo „Aktyviųjų komponentų išskyrimas vakuuminės distiliacijos būdu iš *Cannabis Sativa* superkrizinių CO₂ ekstraktų.“

AKADEMINIO SAŽINGUMO DEKLARACIJA

2015 m. mėn. d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Antano Zubricko** baigiamasis darbas tema „Aktyviųjų komponentų išskyrimas vakuuminės distiliacijos būdu iš *Cannabis Sativa* superkrizinių CO₂ ekstraktų“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena darbo dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymu 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.

(studento vardas ir pavardė, įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:

Cheminės technologijos fakulteto dekanas
Prof. E.Valatka

Suderinta:

Organinės chemijos katedros vedėjas

Dekano įsakymas Nr. ST17-F-02-3
2015 m. balandžio mėn. 16 d.

prof. V.Martynaitis

2015 m. Vasario mėn. 10 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui (-ei) Antanui Zubrickui

1. Darbo tema: Aktyviųjų komponentų išskyrimas vakuuminės distiliacijos būdu iš *Cannabis Sativa* superkrizinių CO₂ ekstraktų.

2. Darbo tikslas ir uždaviniai:

1. Suprojektuoti vakuuminės distiliacijos įrenginį, perdirbantį 50 t. per metus pluoštinių kanapių ekstrakto.
2. Nustatyti žaliavoje esančio pagrindinio komponento kiekį;
3. Atlikti distiliacija vandens garais tyrimus, esant atmosferinėms slėgiui;
4. Atlikti vakuuminės distiliacijos tyrimus, esant skirtingam slėgiui ir skirtingai temperatūrai;
5. Sudaryti vakuuminės distiliacijos technologinę schemą, ir pagrindinio įrenginio brėžinį;
6. Atlikti įrenginio konstrukcinius, ir ekonominius skaičiavimus;
7. Priimti statybinius sprendimus;
8. Įvertinti įrenginio aplinkosaugą, darbo saugą ir sveikatą.

3. Darbo sudėtinės dalys:

- 3.1. Literatūros apžvalga;
- 3.2. Laboratoriniai tyrimai, jų rezultatai ir aptarimas;
- 3.3. Technologinių įrenginių parinkimas;
- 3.4. Darbuotojų sauga ir sveikata;
- 3.5. Statybiniai sprendimai;
- 3.6. Aplinkosauginis vertinimas;
- 3.7. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai;
- 3.8. Išvados
- 3.9. Bibliografinių nuorodų sąrašas.
- 3.10. Grafinė dalis:
 1. Technologinė schema;
 2. Detalusis brėžinys;
 3. Pastato planas;
 4. Pastato pjūviai;
 5. Sklypo planas.

Užduoties išdavimo data 2015 m. Vasario mėn. 10 d.

Užbaigto darbo pateikimo terminas 2015 m. Birželio 5 d.

Vadovas: doc. Linas Miknius
(vardas, pavardė)

(parašas)

2015-02-10
(Data)

Užduotį gavau: Antanas Zubrickas
(studento vardas, pavardė)

(parašas)

2015-02-10
(Data)

SANTRAUKA

Šiame magistro baigiamajame darbe suprojektuota vakuuminės distiliacijos technologinė schema ir atlikti technologiniai, ekonominiai skaičiavimai. Technologinė linija per metus perdirba 50 t *Cannabis Sativa* superkritinių CO₂ ekstraktų, gaunant produktuose didesnes aktyviųjų komponentų koncentracijas.

Darbe pateikta informacija apie pluoštines kanapes *Cannabis Sativa*, jų auginimą, perdirbimą, panaudojimą. Aprašyti laboratorijoje atliktų eksperimentų metodai ir gauti tyrimų rezultatai. Iš gautų tyrimų rezultatų suprojektuotas technologinis procesas. Apskaičiuoti pagrindiniai įrenginiai, pateikta technologinė schema, vykdanči aktyviųjų komponentų išskyrimą iš *Cannabis Sativa* superkritinių CO₂ ekstraktų. Atliktas darbo saugos, aplinkosaugos vertinimas, taip pat ekonominiai skaičiavimai, įrodantys technologijos ekonominį naudingumą.

SUMMARY

In this conclusive master degree project the technological scheme of vacuum distillation and the calculations of technological, economical units are made. The technological range use 50 tons of supercritical CO₂ extract of *Cannabis sativa*, getting better concentrate of active components in product.

In this project information about *Cannabis Sativa*, its growing, its conversion and its applications are produced. Methodology of laboratory experiments and results are described. Based on laboratory researches the technological process was chosen. Main equipment, the technological scheme, which carry out active components from supercritical CO₂ extract of *Cannabis Sativa* are calculated. The workplace safety, environmental protection and economical calculations, which prove the efficiency of technology, are made.

TURINYS

ĮVADAS	10
1. LITERATŪROS APŽVALGA	12
2. LABORATORINIAI TYRIMAI, JŲ REZULTATAI IR APTARIMAS	17
2.1.1. Žaliavoje esamo CBD kiekio nustatymas efektyviosios skysčių chromatografijos metodu	17
2.2. Aktyviųjų komponentų koncentracijos didinimas žaliavoje distiliacijos metodu	17
2.2.1. Distiliacija vandens garais	17
2.2.2. Vakuuminė distiliacija	19
3. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGINIŲ PARINKIMAS	23
3.1. Vakuuminės distiliavimo kolonos konstrukciniai skaičiavimai.....	23
3.2. Išcentrinio siurblio konstrukciniai skaičiavimai.....	25
3.3. Elektrinės krosnies konstrukciniai skaičiavimas.....	27
4. TECHNOLOGINĖS SCHEMOS APRAŠYMAS	30
5. BENDRAS DARBO APIBŪDINIMAS IR PAGRINDINIAI RODIKLIAI	31
6. TECHNINIS EKONOMINIS PAGRINDIMAS	32
6.1. Pradinė padėtis.....	32
6.2. Statybos rajono (miesto) charakteristika bei pagrindimas.....	32
6.3. Žaliavų zonos charakteristika ir materialinio aprūpinimo pagrindimas	33
6.4. Gamybinio pajėgumo ir gamybinės programos pagrindimas	33
6.5. Statybos aikštelės (teritorijos) charakteristika bei pagrindimas.....	33
7. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA	34
7.1. Projektuojamojo objekto charakteristika	34
7.2. Profesinės rizikos vertinimas.....	34
7.3. Saugi gamyba	37
7.3.1. Žaibolaidžio skaičiavimas	37
7.4. Darbo higiena	40
7.5. Gaisrinė sauga	40
8. STATYBINIAI SPRENDIMAI	43
8.1. Bendrieji duomenys	43
8.2. Statinio architektūrinė, konstrukcinė sandara	44
8.3. Bendrųjų statinio (pastato) inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai.....	44
8.4. Orientacinės statinio naujos statybos, griovimo darbų kainos apskaičiavimas	45
9. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS	46
10. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI	49
10.1. Inovacijos projektavimo ir diegimo aplinkos analizė: ekonominių ir organizacinių problemų nustatymas	

10.2.	<i>Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai</i>	49
10.3.	<i>Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas</i>	50
10.3.1.	<i>Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas</i>	50
10.3.2.	<i>Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos</i>	51
10.4.	<i>Gamybos kaštai</i>	51
10.4.1.	<i>Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas</i>	51
10.4.2.	<i>Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas</i>	53
10.5.	<i>Veiklos kaštai</i>	54
10.6.	<i>Finansinės ir investicinės sąnaudos</i>	54
10.7.	<i>Gaminių kainos skaičiavimas</i>	55
10.8.	<i>Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai</i>	55
10.9.	<i>Investicijų efektyvumo vertinimas</i>	57
10.9.1.	<i>Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštų skaičiavimas</i>	57
10.9.2.	<i>Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas</i>	58
10.9.3.	<i>Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas</i>	58
10.9.4.	<i>Vidinės pelno normos skaičiavimas</i>	59
10.9.5.	<i>Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas</i>	59
10.9.6.	<i>Lūžio taško skaičiavimas</i>	59
10.10.	<i>Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai</i>	60
	IŠVADOS	61
	PRIEDAI	65

LENTELIŲ SĄRAŠAS

LENTELĖ 1. DISTILIACIJOS VANDENS GARAIS TYRIMŲ REZULTATAI.....	18
LENTELĖ 2. PRADINIAI DUOMENYS.....	23
LENTELĖ 3. IŠCENTRINIO SIURBLIO IR SU JUO SUSIJUSIŲ ELEMENTŲ PARAMETRAI.....	25
LENTELĖ 4. IŠSIURBIMO VAMZDYNO VIETINĖS KLIŪTYS IR JŲ KOEFICIENTAI.....	26
LENTELĖ 5. TEKANČIOS, PER ELEKTRINĘ KROSNĮ, ŽALIAVOS PARAMETRAI.....	28
LENTELĖ 6. BENDRAS DARBO APIBŪDINIMAS IR PAGRINDINIAI RODIKLIAI.....	31
LENTELĖ 7. RIZIKOS VEIKSNIŲ IDENTIFIKAVIMAS IR KIEKYBINIS ĮVERTINIMAS.....	35
LENTELĖ 8. PASTATŲ, PATALPŲ IR ĮRENGINIŲ KATEGORIJS PAGAL SPROGUMO IR GAISRO PAVOJŲ, PAVOJINGŲ VIETŲ ZONOS.....	36
LENTELĖ 9. RIBINIŲ ATSTUMŲ L_{MAX} IR L_C EMPIRINĖS FORMULĖS.....	38
LENTELĖ 10 GRUNTO SAVITOJI VARŽA.....	39
LENTELĖ 11. GAISRO KLASĖ IR UGNĮ GESINANTI MEDŽIAGA.....	42
LENTELĖ 12. BENDRIEJI STATINIO TECHNINIAI RODIKLIAI.....	43
LENTELĖ 13. STATINIŲ STATYBA IR REKONSTRUKCIJA (NEGYVENAMIEJI PASTATAI) 1M ³ STATINIO KAINA.....	45
LENTELĖ 14. SUVESTINĖ STATYBOS KAINOS APSKAIČIAVIMAS.....	45
LENTELĖ 15. DUOMENYS APIE NAUDOJAMAS ŽALIAVAS.....	46
LENTELĖ 16. DUOMENYS APIE ENERGETINĖMS REIKMĖMS NAUDOJAMUS IŠTEKLIUS.....	46
LENTELĖ 17. KONKREČIOS VEIKLOS SĄLYGOJAMA FIZIKINĖ IR BIOLOGINĖ TARŠA.....	46
LENTELĖ 18. ATLIEKOS.....	47
LENTELĖ 19. ATLIEKŲ TVARKYMAS.....	47
LENTELĖ 20. NAUDOJAMO VANDENS BALANSAS.....	47
LENTELĖ 21. NUOTEKŲ IR TERŠALŲ BALANSAS.....	48
LENTELĖ 22. PROJEKTO FINANSAVIMO POREIKIS IR ŠALTINIAI.....	49
LENTELĖ 23. SUVESTINĖ STATYBOS KAINOS SKAIČIUOTĖ.....	50
LENTELĖ 24. GAMYBINĖ APIMTIS PENKERIŲ METŲ LAIKOTARPYJE.....	51
LENTELĖ 25. PRODUKCIJOS GAMYBOS APIMTIS REALIZACINĖS PAJAMOS.....	51
LENTELĖ 26. IŠLAIDOS PAGRINDINĖMS MEDŽIAGOMS IR ŽALIAVOMS.....	52
LENTELĖ 27. TIESIOGINĖS IŠLAIDOS DARBO UŽMOKESČIUI.....	52
LENTELĖ 28. TIESIOGINĖS IŠLAIDOS ELEKTROS ENERGIJAI.....	52
LENTELĖ 29. PAGRINDINIŲ PRIEMONIŲ NUSIDĖVĖJIMAS (AMORTIZACIJA).....	53
LENTELĖ 30. GAMYBOS KAŠTAI.....	54
LENTELĖ 31. PALŪKANŲ MOKĖJIMO IR PASKOLOS GRAŽINIMO PLANAS.....	55
LENTELĖ 32. GAMINIŲ KAINŲ APSKAIČIAVIMAS.....	55
LENTELĖ 33. ĮMONĖS PELNO (NUOSTOLIO) ATASKAITA.....	56
LENTELĖ 34. FINANSINĖS BŪKLĖS PAKITIMŲ (PINIGŲ SRAUTŲ) ATASKAITA.....	56
LENTELĖ 35. LŪŽIO TAŠKO APSKAIČIAVIMAS.....	60

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

PAV. 1. ŠIUKŠLYNINĖS, SĖJAMOSIOS IR INDINĖS KANAPIŲ STIEBALI	12
PAV. 2. INDINĖ KANAPĖ (<i>CANNABIS INDICA</i>).....	12
PAV. 3.INDINĖS KANAPĖS LAPAS.....	12
PAV. 4. SĖJAMOJI KANAPĖ (<i>CANNABIS SATIVA</i>).....	12
PAV. 5. SĖJAMOSIOS KANAPĖS LAPAS.	12
PAV. 6. ŠIUKŠLYNINĖ KANAPĖ (<i>CANNABIS RUDERALIS</i>).....	13
PAV. 7. ŠIUKŠLYNINĖS KANAPĖS LAPAS.....	13
PAV. 8. VYRIŠKOS (KAIRĖJE) IR MOTERIŠKOS (DEŠINĖJE) GIMINĖS SĖJAMOSIOS KANAPĖS SU ŽIEDYNAIS.....	14
PAV. 9. TETRAHIDROKANABINOLIS (THC) CHEMINĖ FORMULĖ.	15
PAV.10. KANABIDIOLIS (CBD) CHEMINĖ FORMULĖ.....	15
PAV. 11. DISTILIACIJOS VANDENS GARAIS APARATŪRA.....	18
PAV. 12. VAKUUMINĖS DISTILIACIJOS APARATŪRA.	19
PAV. 13. SLĖGIO ĮTAKA PROSECO VEIKLAI, KAI $T = \text{CONST}$	20
PAV. 14. TEMPERATŪROS ĮTAKA PROCESO VEIKLAI, KAI $P = \text{CONST}$	20
PAV. 15. DISTILIACIJOS KARTOTINUMO ĮTAKA PRODUKTO IŠEIGAI IR CBD KIEKIUI PRODUKTE.....	21
PAV. 16. PRODUKTO TYRIMO CHROMATOGRAMA GAUNANT 75 % CBD.....	21
PAV. 17. KOLONOS ZONOS RIBOS.....	24
PAV. 18. IŠCENTRINIO SIURBLIO SANDARA.	25
PAV. 19. ŽAIBOLAIDŽIO APSAUGINĖS ZONOS SCHEMA.	39
PAV. 20. ĖVAKUACIJOS PLANAS.....	41
PAV. 21. PROJEKTO ATSIPIRKIMO DIAGRAMA.	58

IVADAS

Pasaulyje aiškiai pastebima vis didesnis nesveiko maisto vartojimas. Tokią tendenciją lemia pernelyg didelis žmogaus užimtumas, skubėjimas, o kartais ir informacijos stoka apie maisto gerąsias ir blogąsias savybes. Vartojant nevisavertį maistą, organizmas negauna pakankamai reikalingų maisto medžiagų, todėl žmogus negali džiaugtis puikia sveikata. Sprendžiant šią problemą, vartojami praturtinti koncentruotomis maisto medžiagomis maisto papildai, pagerinantys žmogaus organizmo būklę ir savijautą.

Maisto papildai gaunami ir natūralių žaliavų – sveikų augalų, vaistažolių, lašišinių šeimos žuvų ir kt. Juose esančios veikliosios medžiagos yra natūralios, išgrynintos, koncentruotos, įvairių cheminių arba fizinių formų.

Vienas iš neseniai atrastų maisto papildams gaminti šaltinių yra sėjamosios kanapės – *Cannabis Sativa*. Kanapėse gausu veikliųjų medžiagų, svarbių žmogaus organizmui. Nustatyta, kad sėjamosiose kanapėse yra palyginti mažas kiekis medžiagų paveikiančių žmogaus psichiką. Todėl šis augalas gali būti kaip žaliava, gaminant maisto papildus.

Viena iš svarbiausių aktyviųjų medžiagų naudojamų maisto papilduose pagamintų iš kanapių yra kanabidiolis (CBD). Šia medžiaga yra praturtinamas distiliuotas kanapių ekstraktas, kuris tiekiamas į rinką. Distiliuotas kanapių ekstraktas turi unikalių savybių, kurios efektyviai gydo daugybę negalavimų t. y.: slopina uždegimo, skausmo, nerimo, psichozinius bei spazminius simptomus. Vartojant distiliuotą kanapių ekstraktą, galima išgydyti sergančius artritu, diabetu, alkoholizmu, lėtiniu skausmu, šizofrenija, epilepsija. [10].

Pagrindinis kanapių ekstrakto išgavimo būdas yra superkriazinė CO₂ ekstrakcija. Tačiau šis metodas yra sudėtingas ir brangus. Paminėtina tai, kad tokiu būdu gautame ekstrakto yra daug priemaišų. Taigi norint, kad priemaišų būtų mažiau reikia ieškoti alternatyvių aktyviųjų komponentų išgavimo būdų iš *Cannabis Sativa* superkritiniu CO₂ ekstraktu.

Šiame darbe yra tiriamas aktyviųjų komponentų išskyrimas taikant distiliacijos procesą. Tokiu būdu iš ekstrakto yra pašalinamos priemaišos ir gaunamas kanabidioliu praturtintas distiliatas.

Šio darbo tikslas – suprojektuoti vakuuminės distiliacijos įrenginį, perdirbantį 50 t. per metus pluoštinių kanapių ekstrakto.

Uždaviniai:

1. Nustatyti žaliavoje esančio pagrindinio komponento kiekį;
2. Atlikti distiliacija vandens garais tyrimus, esant atmosferinėms slėgiui;
3. Atlikti vakuuminės distiliacijos tyrimus, esant skirtingam slėgiui ir skirtingai temperatūrai;

4. Sudaryti vakuuminės distiliacijos technologinę schemą, ir pagrindinio įrenginio brėžinį;
5. Atlikti įrenginio konstrukcinius, ir ekonominius skaičiavimus;
6. Priimti statybinius sprendimus;
7. Įvertinti įrenginio aplinkosaugą, darbo saugą ir sveikatą.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Kanapė tai vienas iš seniausių žmonijai žinomų kultūrinių augalų, kilusių iš centrinės Azijos tiksliau iš šiaurinės Indijos. Yra skiriamos trys kanapės rūšys: sėjamoji kanapė (*Cannabis Sativa*), kitaip dar vadinama pluoštinė kanapė, indinė kanapė (*Cannabis Indica*) ir šiukšlyninė kanapė (*Cannabis Ruderalis*). [1]



Pav. 1. Šiukšlyninės, sėjamosios ir indinės kanapių stiebai.

Indinės kanapės augalai paprastai yra trumpesni ir storesni, nei kitos rūšies kanapių augalai, siekiantis iki 1-2 metrų aukščio. Giliai dantyti ir persidengiantys. [2]



Pav. 2. Indinė kanapė (*Cannabis Indica*).



Pav. 3. Indinės kanapės lapas.

Sėjamoji kanapė yra aukštesnė ir liesesnė, nei kitos kanapės. Siekia iki 5-6 metrų aukščio. Joms būdingas siaurai dantytos formos lapai. [3]



Pav. 4. Sėjamoji kanapė (*Cannabis Sativa*).



Pav. 5. Sėjamosios kanapės lapas.

Šiukšlyninė kanapė yra mažiausia iš visų kanapių tipų. Šių kanapių lapija yra labai panaši į sėjamosios kanapės lapiją, tačiau ji kur kas skurdesnė. [4]



Pav. 6. Šiukšlyninė kanapė (*Cannabis Ruderalis*).



Pav. 7. Šiukšlyninės kanapės lapas.

Visų rūšių kanapės gamina apie 60 metabolitų, kurie vadinami kanabinoidais. Šie augalai taip pat gerai žinomi kaip narkotinių medžiagų turintys augalai. Tačiau atskirų veislių kanapės turi skirtingus kiekius psichika veikiančių medžiagų, ir panaudojamos skirtingai.[5]

Geriausiai kanapės auga derlinguose, vandeniui laidžiuose dirvožemiuose, kurių pH 7,1-7,6. Dirvos dirbimas priklauso nuo priešsėlio – tai gali būti ražienų skutimas ir arimas arba tik arimas. Kanapių beveik nepažeidžia jokie augalų ligų sukėlėjai, o dėl savo intensyvaus augimo ir fitoncidinių savybių (jų šaknys ir pats augalas į aplinką išskiria tam tikras medžiagas) kanapės beveik visiškai nustelbia piktžoles. Be to, jų beveik nepuola kenkėjai. Kanapės neišsekina dirvožemio, priešingai jos lapai sugeria CO₂, o tai pagerina dirvožemio derlingumą. Dėl šios priežasties reikia mažiau trąšų po to sodinamiems pasėliams. Kanapės naudingos dirvai, kurioje jos auga, priešingai nei kitos grūdinės kultūros, kurios išsekina dirvožemį nuo maistingųjų medžiagų.[6]

Sėjamoji kanapė paplitusi visame pasaulyje. Lietuvoje jos labai seniai naudojamos kaip kultūrinis augalas. Manoma, kad kanapės buvo vieni pirmųjų Lietuvoje auginamų kultūrinių augalų. Dažniausiai auginama dėl sėklų, pluošto ir THK (Tetrahidrokanabinoliai – psichoaktyvios medžiagos, randamos kanapėse). Sėjamosios kanapės užauga apie 3 – 3,5 metro, tačiau gali siekti ir iki 6 metrų aukščio. Stiebas yra tvirtas ir nuo jo simetriškos šakos auga aukštyn, lapeliai siauri. Sėjamosios kanapės yra išskiriamos į lytis: moteriškieji augalai vadinti grūdėmis, vyriškieji – pleiskanėmis. Vyriškieji augalai mažesni už moteriškuosius, greičiau auga ir anksčiau žydi.



Pav. 8. Vyriškos (kairėje) ir moteriškos (dešinėje) giminės sėjamosios kanapės su žiedynais.

Pluoštinės kanapės buvo viena pirmųjų, žmonių vartoto maisto rūšių, ir jos nebuvo siejamos su psichiką veikiančia narkotine medžiaga. Šis augalas naudojamas maistui, gydymui, baldams gaminti, namams statyti ir t.t. Kanapės turi eilę pranašumų prieš kitus augalus:

- kanapinis audinys drėgmę sugeria 8 kartus geriau nei medvilninis;
- kanapinis audinys 10 kartų patvaresnis nei medvilninis;
- pirmieji „Levi’s“ džinsai buvo pasiūti iš kanapinio audinio;
- iš 1 ha kanapių galima pagaminti tiek popieriaus, kiek iš 4 ha medžių;
- kanapiniame popieriuje nėra dioksinu ar sieros;
- kanapių popierių galima pakartotinai perdirbti 7 kartus, o iš medienos gaminamą popierių – iki 3 kartų;
- kanapių sėklos yra geriausiai įsisavinamų baltymų šaltinis;
- kanapių sėklose yra didžiausias subalansuotų būtinųjų riebiųjų rūgščių kiekis;
- kanapių sėklose aliejus sudaro 30 – 50 % svorio;
- kanapės tūkstančius metų naudojamos gydomiesiems tikslams;
- auginant kanapes sėkloms, jos sudaro pusę augalo svorio;
- kanapė – vienas greičiausiai augančių augalų žemėje;
- kanapes galima auginti bet kurioje vietoje, kur auga grūdinių kultūrų. [7]

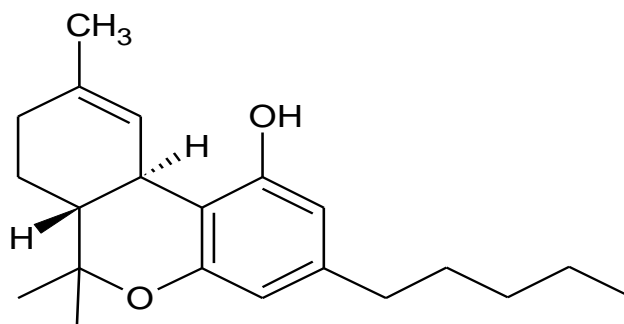
Sėklos yra maistingos: jose daugiau baltymų ir aminorūgščių, nei grūdinių kultūrų grūduose. Todėl iš sėklų dažniausiai spaudžiamas aliejus. Kanapių aliejus yra žinomas kaip turtingiausias nesočiųjų riebiųjų rūgščių („gerųjų“ riebalų) šaltinis, jos sudaro 81% tūrio. Jose gausu būtinų amino rūgščių, tame tarpe ir gama linoleninių rūgščių, kurios yra labai retai sutinkamos maistingosios medžiagos. Jos randamos motinos piene. Kanapių sėklų aliejuje yra augalinių sterolių, alifatinių alkoholių. Minėtame aliejuje taip pat randama A, C, D ir E vitaminų, beta karotino, mineralų fosforo, kalio, magnio, kalcio, šiek tiek mažesni kiekiai geležies ir cinko. Kanapių sėklose yra 20 – 25 % baltymų, 20 – 30 % angliavandenių, 25 – 35 % aliejaus ir 10 – 15 % netirpios ląstelienos. [8]

Kanapėse pagrindinės randamos cheminės medžiagos yra tetrahidrokanabinolis (THC) ir kanabidiolis (CBD). Medicinoje, farmacijoje kanapių lapai, kuriuose THC koncentracija yra santykinai didelė, naudojami kaip raminamieji, slopinamieji vaistai. Tuo tarpu auginant kanapes maistui ar tekstilės pramonei, parenkamos tam tikros kanapių rūšys. Kitu atveju kanapės auginamos specialiomis sąlygomis, kad augaluose THC kiekis būtų kaip įmanoma mažesnis. Kanapės gali būti auginamos dviem būdais: didinant THC lygį (narkotinėms medžiagoms ir vaistams) arba didinant CBD lygį (maisto ir pramonės rinkoms). Nors šie junginiai laikomi panašiais, THC turi haliucinogeninių savybių, o CBD slopina bet kokį haliucinogeninį poveikį.

Tetrahidrokanabinolis (THC) tai viena iš pagrindinių psichoaktyvių medžiagų, kurios randamos kanapėse.

Pagal tetrahidrokanabinolio (THC) kiekį kanapės skirstomos į 3 fenotipus:

- narkotinio tipo, turinčios 1 – 20 % THC.
- vidutinio tipo, turi 0,3 – 1,0 % THC;
- pluoštinio tipo, turi < 0,3 % THC.



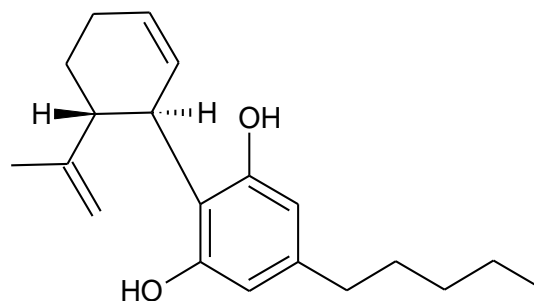
Pav. 9. Tetrahidrokanabinolis (THC) cheminė formulė.

Šios medžiagos stimuliuoja smegenų ląsteles ir taip kūne sukuriama euforija. Taip pat gali sukelti haliucinacijas, pakeisti mąstymą ar sukelti klievesį. Dažnas vartojimas psichika veikiančių medžiagų iššaukia šizofrenijos priepuolius. Todėl THC yra laikoma viena iš dažniausiai naudojamų nelegalių narkotikų pasaulyje. Jų kiekis yra kontroliuojamas įstatymais daugelyje šalių. Lietuvoje užaugintose kanapėse šių medžiagų kiekis turi būti nedidesnis nei 0,3% THC, kuomet esant tokiam kiekiui psichika nėra veikiamas. Iš kanapių gaminamas pluoštas ir maistinis aliejus. Pirma kartą THC išskirtas iš kanapių dervų, kurios vadinamos hašišu.

Kita pagrindinė cheminė medžiaga randama kanapėse – kanabidiolis (CBD).

CBD cheminiai duomenys:

- Cheminė formulė $C_{21}H_{30}O_2$;
- Molekulinė masė – 314,46g/mol.;
- Lydymosi temperatūra 62-63°C; [9]



Pav10. Kanabidiolis (CBD) cheminė formulė.

CBD junginys turi medicininį poveikį ir gali neutralizuoti psichiškai veiklią medžiagą – THC. Taip pat ši veiklioji medžiaga turi gydomųjų savybių, kuri slopina uždegimo, skausmo, nerimo, psichozinius bei spazminius simptomus. Šio medikamento vartojimas gali išgydyti

sergančius artritu, diabetu, alkoholizmu, lėtiniu skausmu, šizofrenija, epilepsija. CBD junginys turi ir neurogeninį efektą, kuris efektyviai kovoje su vėžinėmis ląstelėmis.[10]

Kanapių ekstraktas gausus CBD kiekiu, yra gaunamas įvairiais ekstrakcijos metodais. Kiekvienas išgavimo būdas turi tam tikrų privalumų ir trūkumų. Dalis metodų yra saugesni arba rentablesni už kitus. Pagrindiniai yra trys kanapių ekstrakto išgavimo būdai. Tai yra:

- Kritinio slėgio CO₂ ekstrakcijos metodas;
- Tirpiklių ekstrakcijos metodas;
- Alyvuogių aliejaus ekstrakcija.

Kritinio slėgio CO₂ ekstrakcijos metodas yra saugus ir švarus. Procese naudojamas anglies dioksidas aukštame slėgyje ir žemoje temperatūroje. Tokiu būdu išskirtas ekstraktas išaugo ir išlaiko kanapių aliejaus švarumą ir grynumą, bei veiksmingumą. Tačiau toks metodas reikalauja brangios ir sudėtingos įrangos.

Tirpiklių ekstrakcijos metodas reikalauja naudoti cheminius tirpiklius kaip butaną, heksaną, izopropilo alkoholį arba etanolį, kad išskirti kanabinoidus iš kanapių. Toks tirpiklių išskyrimo metodas yra pigesnis bei lengvesnis nei CO₂ ekstrakcija, tačiau produkte gali pasilikti pavojingų sveikatai tirpiklio likučių.

Alyvuogių aliejaus ekstrakcijos metodas galimas naudoti, tačiau jis nėra visiškai ištirtas. Dėl šios priežasties jis yra mažai žinomas ir naudojamas. [11]

2. LABORATORINIAI TYRIMAI, JŲ REZULTATAI IR APTARIMAS

Tyrimo objektas – *Cannabis Sativa* superkriziniai CO₂ ekstraktai iš Lenkijos, kurių sudėtyje yra 9,29% kanabidiolio (CBD). Tyrimai atlikti naudojant efektyviosios skysčių chromatografijos (HPLC) metodą.

Tyrimo tikslas – taikant įvairius distiliacijos būdus, distiliacijos produkte gauti didžiausią pagrindinio komponento koncentraciją, vadovaujantis tyrimų rezultatais suprojektuoti technologinio proceso gamybos liniją, įvertinti jos efektyvumo ir rentabilumo rodiklius.

2.1.1. Žaliavoje esamo CBD kiekio nustatymas efektyviosios skysčių chromatografijos metodu

Tai chromatografijos metodas, kurio metu eliucija vyksta, esant dideliame slėgiui. Tyrimams reikalingi maži tiriamų mėginių ir eliucijos buferių kiekiai. Chromatografijos kolonėlėms pripildyti, kaip stacionarioji fazė gali būti pritaikyti įvairūs nešikliai – hidrofobiniai adsorbentai, jonitiniai, giminingumo nešikliai ar molekuliniai sietai, atsižvelgiant į tai, kokios cheminės struktūros ar molekulinės masės junginius reikia išskirti ir nustatyti. HPLC yra greitas, ekonomiškasis chromatografijos būdas, nes galima aptikti mažus medžiagų kiekius. Todėl naudojamas biochemijos, molekulinės biologijos, biotechnologijos, farmacijos, eksperimentinėse medicinos laboratorijose.

2.2. Aktyviųjų komponentų koncentracijos didinimas žaliavoje distiliacijos metodu

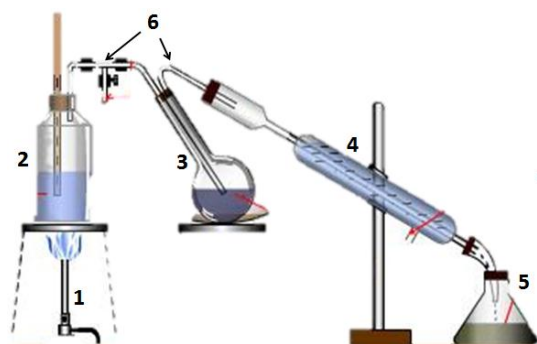
Eksperimentai bus atliekami naudojant distiliacijos vandens garais ir vakuuminės distiliacijos metodus.

2.2.1. Distiliacija vandens garais

Distiliavimo vandens garais metodas taikomas išskirti medžiagoms, turinčioms aukštą virimo temperatūrą ir netirpioms arba blogai tirpioms vandenyje. Tokios medžiagos distiliuojasi kartu su vandens garais.

Distiliuojant heterogeninį mišinį, jo virimo temperatūra yra visada mažesnė už žemiausios virimo temperatūros mišinio komponento virimo temperatūrą, tol kol yra dviejų fazių mišinys. Tai leidžia perdistiliuoti didelės molekulinės masės junginius, žemesnėje kaip 100 °C temperatūroje, esant atmosferiniam slėgiui.

Naudojama įranga:



1. Degiklis
2. Vandens garų generatorius
3. Apvaliadugne kolba
4. Kondensatorius
5. Distiliato rinktuvas
6. Sujungimo vamzdeliai.

Pav. 11. Distiliacijos vandens garais aparatūra.

Metodika:

Vandens garų distiliacija yra vykdoma, esant atmosferiniam slėgiui.

Distiliuojamas ekstraktas supilamas į apvaliadugnę kolbą. Ji užkemšama kamščiu su pro jį prakištu ilgu, beveik siekiančiu kolbos dugną vamzdeliu, kuris jungiamas su garų generatoriumi. Vandens ir distiliuojamos medžiagos garai patenka į kondensatorių, iš kurio skysčio būsenoje nuteka į distiliato rinktuvą. Distiliuoti baigiama, kai į rinktuvą pradeda lašėti grynas vanduo.

Vėliau gautas produktas atskiriamas nuo vandens dalomajame piltuve ir išdžiovinamas. Produkte esančio CBD kiekis nustatomas skysčių chromatografu.

Eksperimento rezultatai:

Lentelė 1. Distiliacijos vandens garais tyrimų rezultatai.

Žaliavos kiekis, g	CBD kiekis žaliavoje, %	Produkto kiekis, g	CBD kiekis produkte, %	Išėiga, %	Vandens garų sąnaudos,	Vandens sąnaudos kondensavimui, l	Proceso trukmė, min
100	9,29	0,12	0,07	0,048	0,7	131,25	105
150		0,21	0,09	0,084	1,5	281,25	225
200		0,25	0,10	0,100	1,9	356,25	285
250		0,29	0,12	0,116	2,2	412,5	330

Atlikus distiliaciją vandens garais, nustatyta:

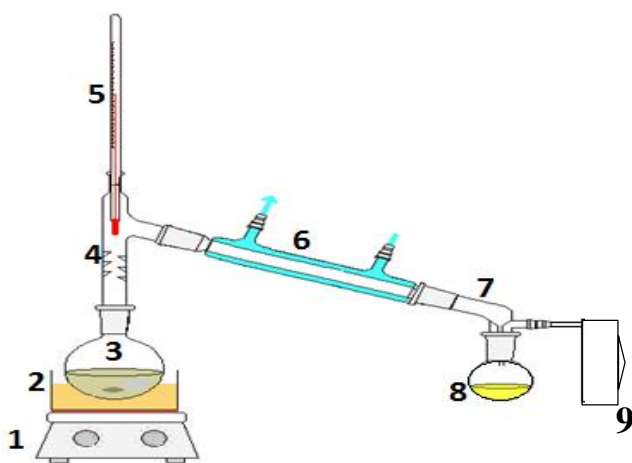
- produkto išėiga siekia vidutiniškai 0,087 %;
- CBD koncentracija produkte padidėja iki 0,1 %.

2.2.2. Vakuuminė distiliacija

Distiliavimas esant sumažintam slėgiui yra alternatyvus didelės molekulinės masės junginių išskyrimo metodas, apsaugantis juos nuo terminio skilimo, oksidacijos ar polimerizacijos. Distiliuojant sumažinus slėgį, sumažėja junginio virimo temperatūra ir kartu jo cheminio kitimo galimybė.

Vakuuminei distiliacijai naudojamos tik apvaliadugnės kolbos [12].

Naudojama įranga:



Pagrindinis.12. Vakuuminės distiliacijos aparatūra.

1. Kaitinimo plytelė-maišyklė;
2. Vonele su kaitinimo skysčiu;
3. Apvaliadugne kolba žaliavai;
4. Viurco kaklelis;
5. Termometras;
6. Kondensatorius;
7. Alonžas;
8. Distiliato rinktuvas;
9. Vakuuminis siurblys

Pav. Klaida! Jei norite tekstui, kuris bus čia rodomas, taikyti 0, naudokite skirtuką

Metodika:

Apvaliadugnė kolba su 200 g žaliavos įstatoma į vonele su šildančiuoju skysčiu. Distiliuojamo produkto garų temperatūrą matuoja termometras įtvirtintas Viurco priedo kaklelyje. Vykdam distiliaciją susidariusi garų fazė patenka į kondensatorių, iš kurio ataušintas ir sukondensuotas distiliatas nukreipiamas į rinktuvą. Distiliavimo įrenginys jungiamas su vakuumometru, rodančiu sistemos slėgį proceso metu.

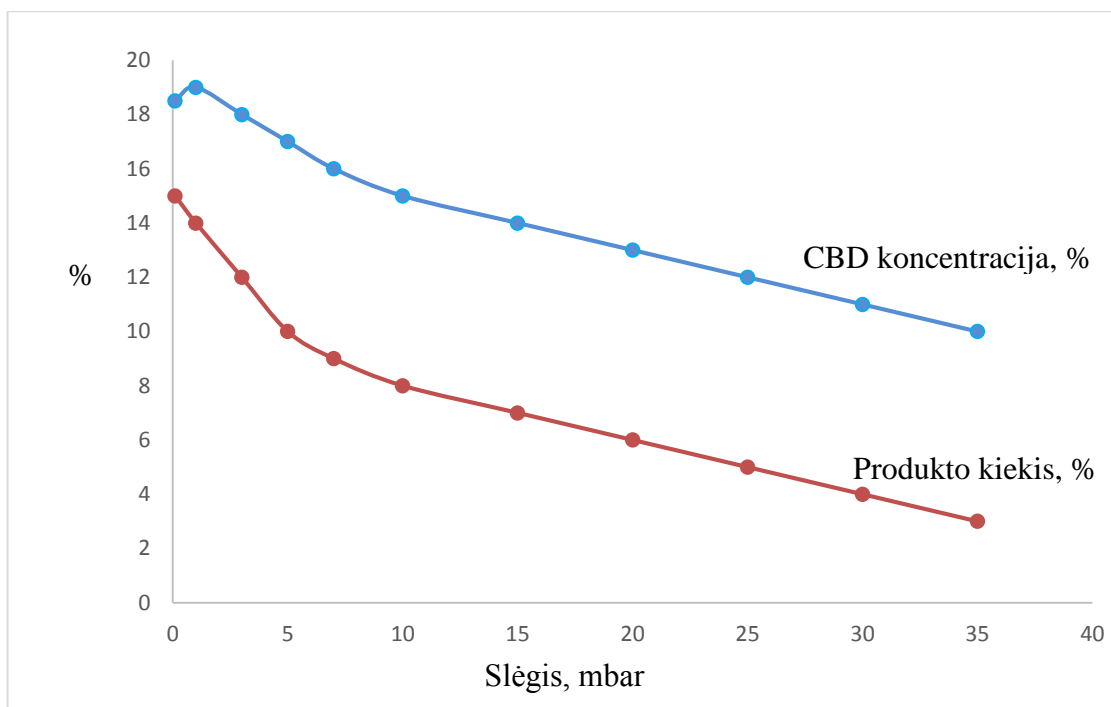
Eksperimento metu buvo naudojama 200 g kanapių ekstrakto, kuriame nustatytas 9,29% CBD kiekis. Distiliacija atliekama, esant skirtingam slėgiui ir temperatūrai.

Eksperimento rezultatai:

Pirmas tyrimas:

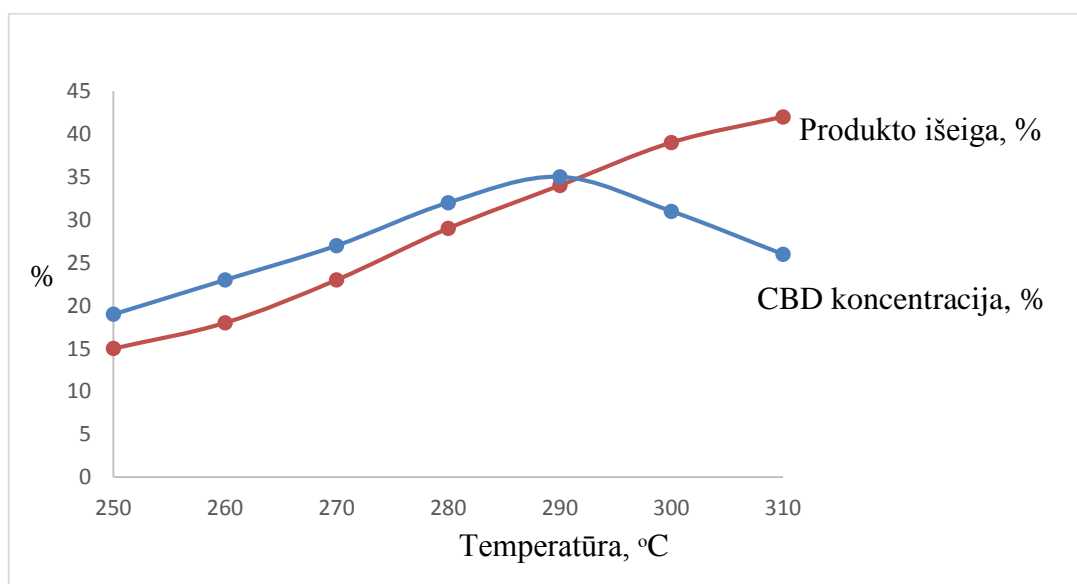
Pirmuoju tyrimu buvo siekiama nustatyti optimalius proceso parametrus.

Slėgis nustatomas esant pastoviai 250 °C temperatūrai. Proceso trukmė 50 min.



Pav. 13. Slėgio įtaka proceso veiklai, kai $T = \text{const}$.

Iš grafiko matyti, kad didėjant vakuumui didėja distiliato išeiga, ir jame esantis CBD kiekis. Slėgio taškas kurį gamine pasiekti yra 1 mbar. Pagal tai sprendžiama optimali proceso temperatūra.



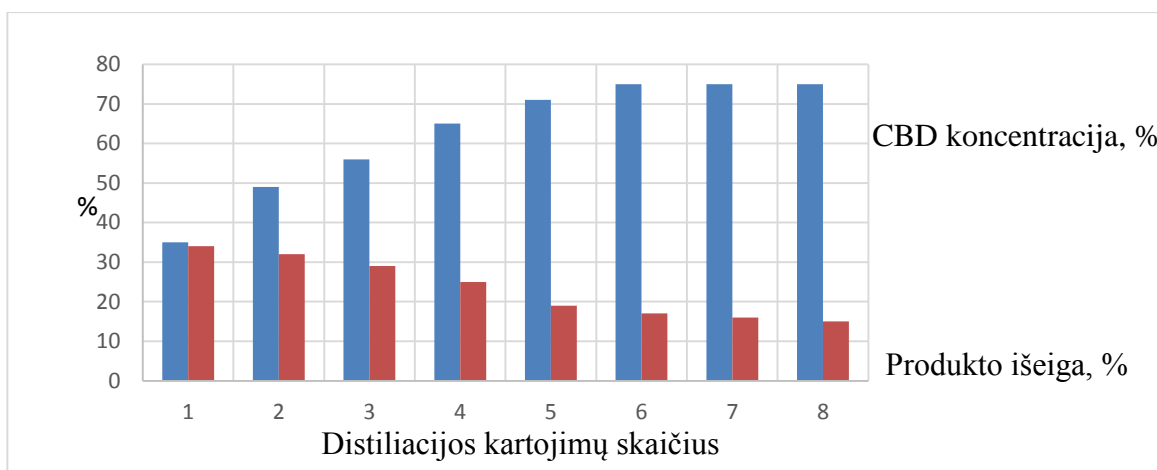
Pav. 14. Temperatūros įtaka proceso veiklai, kai $P = \text{const}$.

Pirmoju tyrimu buvo nustatyta:

- Optimalus slėgio taškas 1 mbar;
- Optimalus temperatūros taškas 290 °C;
- Optimaliomis proceso sąlygomis gaunama 34 % produkto išeiga, kuriame 35 % CBD komponento.

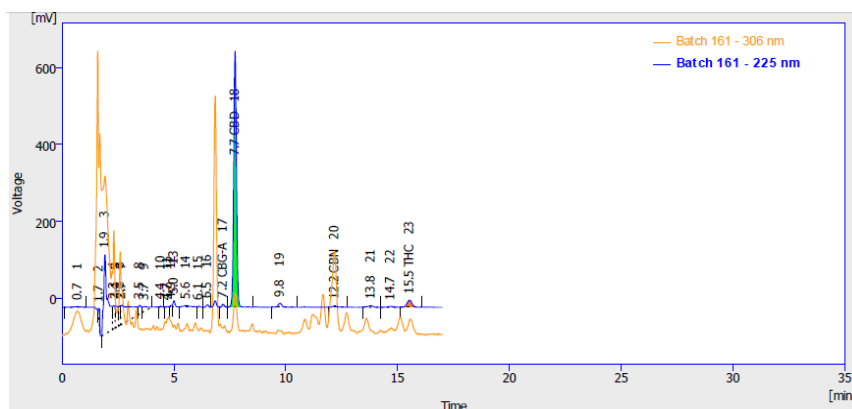
Antras tyrimas:

Jo metu siekiama nustatyti daugkartinės distiliacijos įtaką produkto išeigai ir CBD kiekiui produkte, vykdant procesą esant nustatytoms optimalioms sąlygoms.



Pav. 15. Distiliacijos kartotinumų įtaka produkto išeigai ir CBD kiekiui produkte.

Optimaliomis sąlygomis gauto produkto CBD kiekis, tiriamas skysčių chromatografijos būdu, kurios rezultatas pateiktas Pav. 16.



Result Table (ESTD - Batch 161 - 306 nm)

Reten. Time [min]	Response	Amount [mg/g]	Amount [%]	Peak Type	Compound Name
2	21.486	0.022	2.20	Ordnr	CBD-A
Total		1.000	2.20		

Result Table (ESTD - Batch 161 - 225 nm)

Reten. Time [min]	Response	Amount [mg/g]	Amount [%]	Peak Type	Compound Name
17	61.185	N/A	N/A	Error	CBG-A
18	5764.014	0.750	75.00	Ordnr	CBD
20	51.391	0.013	1.31	Ordnr	CBN
23	290.513	0.016	1.61	Ordnr	THC
Total		1.000	77.92		

Pav. 16. Produkto tyrimo chromatograma gaunant 75 % CBD.

Antruoju tyrimo metu buvo nustatyta:

- Vykstant daugkartinę produkto distiliaciją, distiliato išeiga mažėja, o CBD kiekis jame didėja.
- Distiliuojant daugiau kaip 6 kartus, distiliato kiekis mažėja, o CBD koncentracija produkte nekinta.

Atlikus eksperimentus nustatyta:

1. Distiliuojant žaliavą vandens garais yra gaunamas produktas, tačiau distiliacija yra neefektyvi. Gaunami produkto kiekiai ir CBD koncentracija produkte yra neįžymūs.
2. Vakuuminės distiliacijos metodas gaminant produktą yra efektyvus. Nustatyta, kad optimalios distiliacijos sąlygos yra 1 mbar slėgis ir 290 °C temperatūra. Kartojant produkto distiliavimą, nekeičiant optimalių distiliacijos parametrų verčių, 6-tąjį kartą galima pasiekti 17 % distiliato išeigą, kuriame CBD kiekis siekia 75 %.

3. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGINIŲ PARINKIMAS

Šiame skyriuje atliekami technologinės įrangos skaičiavimai, parenkami įrenginiai ir pagalbiniai aparatai. Vadovaujantis laboratoriniuose tyrimuose gautais rezultatais projektuojamas žaliavos vakuuminės distiliacijos technologinis įrenginys. Projektuojama atsižvelgiant į distiliacijos kartotinumą, ir reikiamas proceso sąlygas.

Projektuojamos linijos našumas – 25kg/h.

3.1. Vakuuminės distiliavimo kolonos konstrukciniai skaičiavimai

Vakuuminės distiliavimo kolona projektuota siekiant perdirbti 50 t CO₂ ekstrakto per metus. Projektuojama cilindrinės formos vakuuminė distiliacijos kolona, iš 5 mm storio plieno. Masės ir šilumos mainų paviršiaus ploto padidinimui yra įmontuojamos 6 vožtuvinės lėkštės. Vožtuvinių lėkščių yra mažesnis jautrumas, garų greičio pokyčiui, nes pačios prisitaiko prie srauto, keisdamos aktyvųjį skerspjūvį. Aktyvusis rektifikacijos lėkštės skerspjūvis yra kintamas ir priklauso nuo vožtuvėlio pakilimo aukščio.

Lentelė 2. Pradiniai duomenys.

Masės debitas, G	25 kg/h
Temperatūra, T	290 °C
Slėgis, P	1 mbar
Žaliavos molekulinė masė, M	314,46 g/mol
Sunkaus distiliato tankis, ρ	900 kg/m ³

Pastaba: Visi pradiniai duomenys ir skaičiavimo metodikos pasirenkamos remiantis laboratoriniais duomenimis arba literatūros šaltiniais [13],[14],[15],[16].

Vidutinis garų tūrinis debitas vakuuminėje kolonoje V:

$$V = 22,4 * \frac{T}{273,15} * \frac{101325}{P} * \frac{G}{M} * Z = 22,4 * \frac{290 + 273,15}{273,15} * \frac{101325}{100 * 10^5} * \frac{3600}{314,46} * 1 = 1,03 \text{ m}^3 / \text{s} \quad (3.1.1)$$

$\frac{G}{M}$ – suminis vidutinis molinis garų debitas vakuuminėje kolonoje;

Z – spūdimumo koeficientas. Jai slėgis aparate neviršija 4*10⁵ Pa Z=1.

Didžiausias garų leistinas greitis w:

$$w_4 = \frac{0,305}{3600} * K * \sqrt{\frac{\rho_s * \rho_g}{\rho_g}} = \frac{0,305}{3600} * 300 * \sqrt{\frac{820 * 0,82}{0,82}} = 0,89 \text{ m} / \text{s} \quad (3.1.2)$$

K – koeficientas;

ρ_s – tankis skystoje fazėje, kg/m³;

ρ_g – tankis garų fazėja, kg/m^3 .

Apskaičiuojamas vakuuminės kolonos skersmuo, D ir skerspjūvio plotas F :

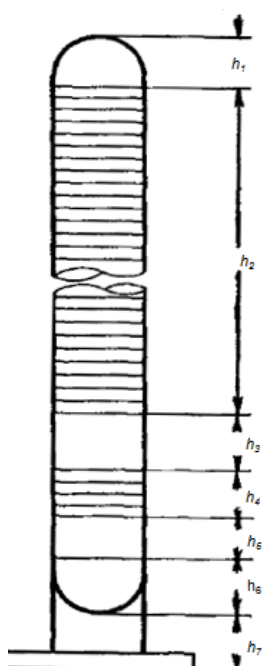
$$D = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * w}} = \sqrt{\frac{4 * 1,03}{3,1416 * 0,89}} = 1,22 \text{ m} \quad (3.1.3)$$

$$F = \pi * \frac{D}{2} = 3,1416 * \frac{1,22}{2} = 1,16 \text{ m}^2 \quad (3.1.4)$$

V – vidutinis garų tūrinis debitas vakuuminėje kolonoje, m^3/s ;

w – didžiausias garų leistinas greitis, m/s .

Apskaičiuojamas vakuuminės kolonos auštis H , susidedantis iš atskirų kolonos dalių h :



$$h_1 = 0,5D = 0,5 * 0,39 = 0,61 \text{ m} \quad (3.1.5)$$

$$h_2 = (n - 1)\alpha = (6 - 1) * 0,4 = 2 \text{ m} \quad (3.1.6)$$

n – lėkščių skaičius, pasirenkamos 6 lėkštės;

α – atstumas tarp lėkščių, 0,4 m

$$h_3 = 3\alpha = 3 * 0,4 = 1,2 \text{ m} \quad (3.1.7)$$

$$h_4 = 0 \text{ m} \quad (3.1.8)$$

h_4 zonoje nėra montuojamos lėkštės, todėl ši zona eliminuojama;

$$h_5 = 0,5 \text{ m} \quad (3.1.9)$$

h_5 zona pasirenkama pagal žaliavos srautą, ir tai yra 0,5 m;

Pav. 17. Kolonos zonos ribos.

$$h_6 = r + \frac{V_{lik} - V_{pusf.}}{F_{skersp}} = 0,6 + \frac{0,008 - 0,47}{1,16} = 0,2 \text{ m} \quad (3.1.10)$$

$$V_{lik} = \frac{G_{lik} * 600}{\rho_{lik}} = \frac{0,0069 * 600}{900} = 0,008 \text{ m}^3 \quad (3.1.11)$$

$$V_{pusf.} = \frac{2}{3} * \pi * r^3 = \frac{2}{3} * 3,1416 * 0,61^3 = 0,47 \text{ m}^3 \quad (3.1.12)$$

$$h_7 = 0,5 \text{ m} \quad (3.1.13)$$

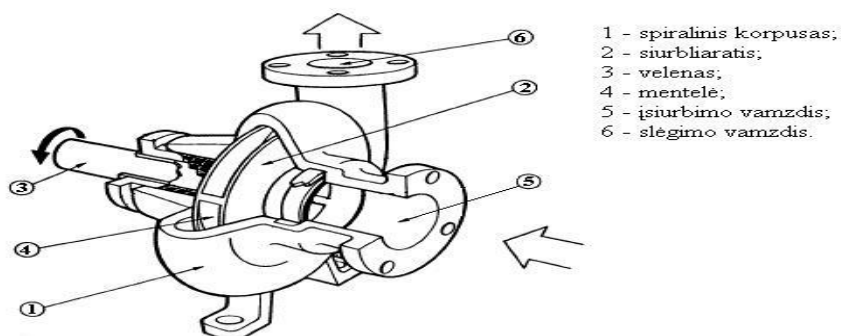
h_7 zona pasirenkama 0,5 m;

Tuomet H :

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 = 0,61 + 2 + 1,2 + 0 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 5,01 \text{ m} \quad (3.1.14)$$

3.2. Išcentrinio siurblio konstrukciniai skaičiavimai.

Vakuuminės distiliacijos įrenginyje, produktas – distiliuotas kanapių ekstraktas transportuojamas išcentrinio siurbliu. Tokie siurbliai yra parenkami dėl jų paprastos konstrukcijos ir pigaus eksploatavimo.



Pav. 18. Išcentrinio siurblio sandara.

Pagrindinis išcentrinio siurblio darbo elementas yra korpuse 1 laisvai besisukantis siurbliaratis 2. Jis tvirtinamas ant veleno 3, kuris sujungtas su elektros varikliu. Siurbliaratis sudarytas iš dviejų diskų, kuriuos jungia tarp diskų įmontuotos lenktos mentelės. Taip susidaro kanalai, kuriais transportuojamas skystis. Išcentrinuose siurbliuose skysčiai išsiurbiami ir suslegiami nenutrūkstamai ir tolygiai, veikiami siurbliaračio sukimosi metu atsiradusios išcentrinės jėgos. Sukantis siurbliaračiui 2, skystis, stumiamas menčių ir bloškiamas išcentrinės jėgos, iš centro patenka į pakraščius ir toliau liestinės kryptimi į slėgimo vamzdinę. Siurbliaračio centre susidaro vakuumas, dėl kurio skystis nenutrūkstamai kyla išsiurbimo vamzdžiu į siurbliaračio kanalus.

Lentelė 3. Išcentrinio siurblio ir su juo susijusių elementų parametrai.

H_{geom} – aukštis, į kurį reikia pakelti skystį, m	0,7
Vakuuminio distiliato tankis ρ , kg/m^3	900
Laisvo kritimo pagreitis g , m/s^2	9,81
Produkto tūrinis debitas V , m^3/s	0,0012
Išsiurbimo vamzdžio vidinis skerspjūvio skersmuo D , m	0,041
Išsiurbimo vamzdžio skerspjūvio plotas $S = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2; \text{m}^2$	0,0013
Vamzdžio ilgis l_{iss} , m	4
Sieneles nelygumai Δe , mm	0,2
Produkto kinematinė klampa μ , m^2/s	0,00018
Naudingumo koeficientas η	0,8
β – elektros variklio galios atsargos koeficientas	1,1
η_p – pavaros naudingumo koeficientas	0,95
η_v – variklio naudingumo koeficientas	0,95

Pastaba: Visos parametrų reikšmės yra randamos literatūroje, arba remiantis praktikos metu sukauptais duomenimis, kai kurie parametrai apskaičiuoti elementariai, pagal duotas formules [13],[14],[15],[16].

Skaičiuojant siurblio parametrus būtina parinkti transportuojamą vamzdinę. Transportuoti žaliavą yra pasirinkti plieniniai virinti tiesiasišliai vamzdžiai (45x2).

Skaičiavimai atliekami Lentelės 3 pateiktais duomenimis.

Vidutinis tūrinis (vidutinis linijinis) greitis w :

$$w = \frac{V}{S} = \frac{0,0012}{0,0013} = 0,89 \text{ m/s} \quad (3.2.1)$$

Slėgio nuostoliai vamzdynuose:

Slėgio nuostoliai dėl greičio:

$$h_{gr} = \frac{w^2}{2g} = \frac{0,89^2}{2 * 9,81} = 0,04 \text{ m} \quad (3.2.2)$$

Slėgio nuostoliai dėl trinties:

Norint apskaičiuoti slėgio nuostolis dėl trinties, būtina žinoti koks yra skysčio judėjimas. Tai nusako Reinoldso kriterijus Re .

$$Re = \frac{w * d}{\mu} = \frac{0,89 * 0,041}{0,00018} = 6,56 < 2300 \quad (3.2.3)$$

Pagal Re nustatome trinties koeficientą.:

Kadangi vamzdžiuose $Re < 2300$, tai trinties koeficientą skaičiuosime pagal šią formulę:

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{6,56} = 9,76 \quad (3.2.4)$$

Galiausiai apskaičiuojame slėgio nuostolius dėl trinties:

$$h_{rr} = \lambda \frac{1}{d} * \frac{w^2}{2g} = 9,76 * \frac{1}{0,041} * \frac{0,89^2}{2 * 9,81} = 9,7 \text{ m} \quad (3.2.5)$$

Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių:

Projektuojant siurblių būtina atkreipti dėmesį į galimų vietinių kliūčių įvairovę ir vamzdyno tiesimą. Taigi lentelėse bus pateikta vietinių kliūčių skaičius atsižvelgiant į vamzdyno ilgį.

Lentelė 4. Išsiurbimo vamzdyno vietinės kliūtys ir jų koeficientai.

	Vietinių kliūčių koef.		
Įėjimas į atvamzdį	1	0,5	0,5
Sklendė	1	0,25	0,25
Alkūnė	4	1,19	4,76
		Viso:	5,51

Apskaičiuojame slėgio nuostolius dėl vietinių kliūčių:

$$h_{vk} = \sum \xi_{vk} * \frac{w_{išs}^2}{2g} = 0,65 * \frac{0,23^2}{2 * 9,81} = 0,002 \text{ m} \quad (3.2.6)$$

Aukščio nuostoliai hidraulinėje sistemoje:

$$h_n = h_{gr} + h_{tr} + h_{vk} = 0,04 * 9,7 + 0,002 = 9,96 \text{ m}. \quad (3.2.7)$$

Hidraulinei sistemai parenkamo siurblio išvystomas slėgio aukštis H :

Kadangi stripingo kolonoje ir produkto talpoje slėgis atmosferinis tai:

$$p_1 = p_0, \text{ tuomet } \frac{p_1 - p_0}{\rho g} = 0 \quad (3.2.8)$$

p_1 – slėgis talpoje, Pa;

p_2 = slėgis stripingo kolonoje, Pa.

$$H = H_{geom} + h_n = 0,7 + 9,96 = 10,66 \text{ m} \quad (3.2.9)$$

Turint hidraulinei sistemai parenkamo siurblio išvystomo slėgio aukštį, galima sužinoti kokios galios variklis mums turi būti prijungtas prie vamzdyno.

Siurblio galia:

$$N_s = V * \rho * g * H = 0,0012 * 900 * 9,81 * 10,66 = 111 \text{ W} \quad (3.2.10)$$

Siurblio gaunama iš variklio galia (veleno galia):

$$N_{vel} = \frac{N_s}{\eta} = \frac{111}{0,8} = 139 \text{ W} \quad (3.2.11)$$

Siurblio variklio galia :

$$N_v = \beta \frac{N_{vel}}{\eta_p \eta_v} = 1,1 * \frac{139}{0,95 * 0,95} = 169 \text{ W} \quad (3.2.12)$$

3.3. Elektrinės krosnies konstrukciniai skaičiavimas

Elektrinės krosnies konstrukcija parenkama atsižvelgiant į keletą reikalavimų. Projektuojant reikia tinkamai parinkti darbinius greičius aparate; svarbu gerai parinkti konstrukcines medžiagas (teisingai parinkus medžiagas galime užtikrinti efektyvesnius šilumos mainus), įvertinti žaliavos cheminį aktyvumą (šilumos mainų paviršiaus užterštumo galimybė). Taip pat aktualu šilumos mainų aparatų kompaktiškumas, nedidelė masė, konstrukcijos paprastumas, kad aparatas būtų lengvai montuojamas ir remontuojamas.

Projektuojant kaitinimo įrenginį reikia žinoti, kokios temperatūros agentas patenka į įrenginį ir iki kokios temperatūros reikia pašildyti tiekiamą žaliavą. Žinant žaliavos pradinę, bei norimą galinę temperatūras, jų entalpijas apskaičiuojamas šilumos kiekis reikalingas pašildyti norimą medžiagą.

Šilumos balansas:

Žaliava – CO₂ ekstraktas, kurio pradinė temperatūra $t_{pr} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, galinė temperatūra $t_{gal} = 290\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Lentelė 5. Tekančios, per elektrinę krosnį, žaliavos parametrai

G, kg/h	25
$h_{pr, 50\text{ }^{\circ}\text{C}}$, kJ/kg	93,41
$h_{gal, 290\text{ }^{\circ}\text{C}}$, kJ/kg	678,4
Šilumokaičio naudindumo koeficientas. η	0,97
Šildomojo fluideo tankis ρ kg/m ³	900

Pastaba: Parametrų reikšmės yra pasirenkamos literatūros šaltiniiais[13],[14],[15],[16].

Apskaičiuojame šilumos kiekį Q :

$$Q = G(h_{pr} - h_{gal}) * \eta = 25 * (678,41 - 93,41) * 0,97 = 14186,0 \text{ kJ} / h = 3940,55 \text{ W} \quad (3.3.1)$$

Vidutinis temperatūrų skirtumas nustatomas tarp įeinančios ir išėinančios iš įrenginio temperatūrų:

$$t_{pr} = 50\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \longrightarrow \quad t_{gal} = 290\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\tau_v = \frac{\Delta t_d - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_d}{\Delta t_m}} = \frac{290 - 50}{\ln \frac{290}{50}} = 136,5\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.3.2)$$

Reikalingas šilumos paviršiaus plotas, F:

Norint apskaičiuoti reikalingą šilumos mainų paviršiaus plotą F, reikia žinoti: kokį maksimalų šilumos kiekį reikia atiduoti šildomajam fluidui (Q); vidutinį temperatūrų skirtumą ir šilumos perdavimo koeficientą, kurį priimame – $k = 70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Apskaičiuojamas reikalingas šilumos paviršiaus plotas:

$$F = \frac{Q}{k * \Delta\tau_v} = \frac{3940,55}{70 * (136,5 + 273,15)} = 0,41 \text{ m}^2 \quad (3.3.3)$$

Kadangi elektra tiesiogiai atiduoda tokį patį šilumos kiekį, koks elektrinio įrenginio galingumas, būtina paskaičiuoti ar nustatytas šilumos paviršiaus plotas neperkaitins žaliavos, ir neįvyks medžiagos terminis skilimas. Tuo tikslu pasirenkama, kad didžiausia įkaitinimo temperatūra būtų 350 °C, priimant, kad šilumos perdavimo koeficiento vertė – $k = 70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

$$F = \frac{Q}{k * \Delta\tau_v} = \frac{30478,8}{70 * (350 + 273,15)} = 0,16 \text{ m}^2 \quad (3.3.4)$$

Priimame, kad šildymo įtaisas bus cilindro formos vamzdis, kur šildymo paviršiaus plotas bus cilindro šoninis paviršiaus plotas. Šildymas vyksta indukciniu būdu. Šildant indukciniu būdu, šildytuvą apvyniojamas apvijomis. Jomis leidžiant kintamąją elektros srovę, aparato sienelėse

indukuoja elektros srovę, todėl jos tolygiai šyla. Jo privalumai – procesas paprastai vyksta tyliai, į aplinką neišskiriama daug šilumos, kaitinti galima tiksliai, o elektros šildymo įranga yra lengvai reguliuojama.

Pasirenkame, kad vamzdžio pro kurį tekės fluidas skersmuo 0,1 m (sienelės storis 8 mm). Žinant šilumos paviršiaus plotą apskaičiuojamas reikalingo įrenginio aukštis:

$$S = 2\pi r h \quad (3.3.5)$$

$$0,16 = 2 \cdot 3,1416 \cdot \left(\frac{0,1}{2}\right) \cdot h$$

$$h = 1,02 \text{ m.}$$

Apskaičiuojamas fluideo išbuvimo laikas įrenginyje, kai žinomas tėkmės greitis w :

Fluideo tėkmės greitis:

$$w = \frac{V}{S} \quad (3.3.6)$$

čia: S – srauto skerspjūvio plotas, m^2 .

Srauto skerspjūvio plotas apskaičiuotas pagal lygtį:

$$S = 0,785 \cdot d^2 = 0,785 \cdot (0,1)^2 = 0,003 \text{ m}^2 \quad (3.3.7)$$

čia: d – vamzdžio vidinis skersmuo, m.

Tada:

$$w = \frac{25}{900 \cdot 0,003} = 0,002 \text{ m/s} \quad (3.3.8)$$

Tai fluideo išbuvimo laikas:

$$0,002 \text{ m} - 1 \text{ s}$$

$$1,02 \text{ m} - x$$

$$x = 6,25 \text{ min} \quad (3.3.9)$$

4. TECHNOLOGINĖS SCHEMOS APRAŠYMAS

Žaliava, *Cannabis Sativa* superkritinis CO₂ ekstraktas, yra pašildoma iki 50 °C talpoje T-1, prie jos primontuotu šilumokaičiu TK-2. Tuomet CO₂ ekstraktas išsilydo ir gali būti transportuojamas vamzdynais. Žaliava iš talpos, siurbliu S-3 yra pumpuojama pro elektrinę krosnį EK-4, kurioje žaliavos temperatūra pakeliamą iki 290 °C ir tiekiamą į rektifikacinę koloną K-5.

Kolonos žaliavos įvado zonoje yra įmontuoti žaliavos nukreiptuvai, kurie žaliavos srautą pasiskirsto po visą kolonos skerspjūvio plotą. Žaliavos tiekimo zoną nuo kolonos rektifikacijos zonos skiria kolonos akloji lėkštė. Ji apsaugo apatines rektifikacijos lėkštes nuo sunkaus distiliato patekimo. Kolonos apačios temperatūrai palaikyti yra įrengiama sunkaus distiliato recirkuliacijos sistema. Sunkusis distiliatas, iš kolonos apačios yra nukreipiamas į virintuvą V-6, kuriame dėl temperatūros ir tankio skirtumų sukuriamas srautas. Iš virintuvo sunkusis į koloną. Kolonos K-5 apačios temperatūra yra palaikoma 280 °C, užtikrinant distiliacijos greitį.

Kolonos apačioje esančio sunkus distiliatas tiekiamas cirkuliaciniu vamzdynu siurbliu S-7 kolonos šildymo vamzdyną. Jis skirtas stebėti kanabidiolio koncentracija distiliato likutyje. Esant minimaliam aktyvaus komponento koncentracijai likutyje, šis išvedamas iš įrenginio.

Susidarę garai kyla į kolonos viršų, kurioje yra įmontuotos 6 rektifikacinės lėkštės. Iš kolonos viršaus lengvoji distiliato frakcija tiekiamą pro vandens aušintuvą AV-8, į separatorių SP-9. Joje yra atskiriamos dvi fazės: vanduo ir lengvoji distiliato frakcija. Vandens kiekis žaliavoje sudaro 5%. Atsiskyręs vanduo yra neužterštas cheminėmis medžiagomis, todėl vamzdynais yra nukreipiamas į centrinę kanalizaciją. Dalis lengvojo distiliato siurbliu S-10 grąžinamas į kolonos K-5 viršutinę dalį kaip recirkuliacinis laistiklis, dalis išleidžiama iš įrenginio į surinkimo talpą T-11.

Iš kolonos K-5, nuo antros lėkštės yra išleidžiamas distiliato produktas ir tiekiamas į stripingo koloną K-11, kuri skirta lengvųjų komponentų atskirimiui. Į stripingo koloną yra leidžiamos inertinės dujos – azotas. Šiuo būdu yra sumažinamas garų parcialinis slėgis ir kolonoje procesą galima vykdyti esant žemesnėje temperatūroje. Iš stripingo kolonos viršaus, lengvieji komponentai grąžinami į koloną K-5. Dalis jų transportuojama į surinkimo talpą T-12. Distiliuotas produktas tiekiamas į talpą T-14. Čia produktas analizuojamas ir vertinamas.

Viso įrenginio sistemos vakuuminiam slėgiui sudaryti yra įrengta vakuuminė sistema. Kur vakuuminis siurbliu S-15, iš talpos SP-9 yra traukiamas oro mišinys. Kad apsaugoti vakuuminio siurblio darbą sutrikus normaliam proceso režimui, prieš siurbliu S-15 yra įrengiama garų gaudyklė DG-14. Gaudyklė yra užpildyta skystu azotu. Čia esant -198 °C temperatūroje vyksta absoliutus garų, kurie susidaro sutrikus gamybos veiklai, sukondensavimas. Susidaręs kondensatas nukreipiamas atgal į gamybos separacinę talpą.

5. BENDRAS DARBO APIBŪDINIMAS IR PAGRINDINIAI RODIKLIAI

Lentelė 6. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai

Rodikliai	Baziniais metais	Projekte	Pokytis
1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais brandos stadijoje:			
Distiliuotas kanapių ekstraktas	-	8.500	-
2. Realizacinės pajamos, tūkst. €	-	232.142,30	232.142,30
3. Įmonės personalas, žmonėmis	-	4	4
4. Darbo našumas, tūkst. €	-	162.415	162.415
5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, tūkst. €	-	25,76	25,760
6. Gamybos kaštai, tūkst. €	-	184.667,91	184.667,91
7. Gaminio pilnoji savikaina, tūkst. €			
Distiliuotas kanapių ekstraktas	-	34,81	34,81
8. Grynasis pelnas, tūkst. €	-	66.715,78	66.715,78
9. Investicijų apimtis, tūkst. €	186.043,1	-	-
10. Produkcijos (veiklos) rentabilumas, %	-	35,57	35,57
11. Apyvartos rentabilumas, %	-	52,64	52,64
12. Kapitalo rentabilumas, %	-	39,24	39,24
13. Apyvartos trukmė, dienos	-	250	250
14. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, tūkst. €	-	6.517,69	6.517,69
15. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metais	-	3	3
16. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. €	-	107.162,42	107.162,42
19. Kapitalo kaštai, %	-	5,19	5,19
20. Vidinė pelno norma, %	-	24	24

6. TECHNINIS EKONOMINIS PAGRINDIMAS

6.1. Pradinė padėtis

Didėjantis susidomėjimas kanapėmis, jų auginimas – skatina kanapių perdirbimą ir jos produktų vartojimą. Lietuvoje 2013m. sėjamųjų kanapių deklaruota 282,79ha pasėlių, 2014m. – 1063,09ha. Statistiniais duomenimis stebima didėjanti kanapių auginimo tendencija [17].

Projektuojamas statinys, tai technologine gamybos linija, kurios tikslas – vakuuminės distiliacijos būdu išskirti aktyvius komponentus iš *Cannabis Sativa* superkrizinių CO₂ ekstraktų. Technologinis įrenginys yra kuriamas gamybinei įmonei UAB „Biofera“. Gamykloje suprojektuota technologinė linija aiškiai apibrėžia šios įmonės uždavinius. Nustatyti produktų esamą sudėtį, gerinti kokybę ir didinti produktų išeią su juose esančiais aktyviais komponentais. Užtikrinti tikslus tyrimų rezultatus. Gausinti žaliavos perdirbimą ir produktų tiekimą į rinką.

Įmonės veikla orientuota į naują ir vertingą technologiją, produktus, kurie ilgainiui turės svarbų vaidmenį visame pasaulyje. Įmonės veiklai vykdyti, bus naudojamas tiksliai suprojektuotas nuolatinio veikimo vakuuminės distiliacijos įrenginys. Projektuojant turi būti atsižvelgiama į veiklos principus, gamybos technikos išnaudojimą, reikiamų papildomų įrenginių panaudojimą. Įmonė planuoja pagaminti 50 t per metus pluoštinių kanapių CO₂ ekstrakto.

6.2. Statybos rajono (miesto) charakteristika bei pagrindimas

Įmonę numatyta įkurti viename iš didžiausių Lietuvos miestų, Kaune. Pasirinkta vieta yra Dainavos mikrorajone, Pramonės prospekto pradžioje esančiame laisvame sklypo plote.

Dainavos mikrorajonas yra Kauno miesto struktūrinis – administracinis padalinys, filialas. Dainava – Seniūnijos plotas – 5,28 km². Jos plote gyvena apie 65 000 gyvenamąją vietą deklaravusių gyventojų. [14]

Gamyklos aprūpinimui: vanduo imamas iš miesto vandentiekio; nuotekos išleidžiamos į centralizuotą miesto kanalizacijos tinklą; elektros energija tiekama iš Lietuvos elektros skirstomųjų tinklų operatoriaus „LESTO“.

Pasirinkta vieta labai lengvai pasiekama tiek automobiliu, tiek viešuoju transportu. Tad įmonė sudarys palankias sąlygas žmonių darbingumo lygiui kelti, ne tik Dainavos mikrorajone, bet ir visame mieste. Kaune yra stipriausia Lietuvoje, cheminės technologijos bazė – Kauno technologijos universitetas, Chemijos technologijos fakultetas, kuriame yra išugdomi jauni ir perspektyvūs cheminės srities specialistai. Bendradarbiaujant su Kauno technologijos universitetu į gamybą yra įtraukiami jauni specialistai. Tokiu žingsniu yra siekiama stiprinti įmonės mokslinę bazę, o kartu siekiama mažinti ir jaunų specialistų emigraciją iš Kauno, ar Lietuvos.

6.3. Žaliavų zonos charakteristika ir materialinio aprūpinimo pagrindimas

Gamyboje pagrindinę žaliavą sudaro sėjamosios kanapės (*Cannabis Sativa*) superkrizinių CO₂ metodu gauti ekstraktai. Ekstraktų sudėtyje gausu įvairių medžiagų, kaip CBD; CBDa; THC; THCa; CBG; CBGa; CBN; CBC ir kitų. Dėl pradinės žaliavos įvairovės, ekstraktai gaunami taip pat įvairūs. Tankis svyruoja nuo 0,830 g/ml iki 0,915 g/ml. Į įmonę atgabenama žaliava kurios sudėtyje nustatytas 9,29 % CBD kiekis. Atlikus vakuuminę distiliaciją, šalutiniai produktai, kurie sudaro apie 83 % perdirbamos žaliavos, išvežamos kompostavimui.

Vakuuminiai distiliacijai vykdyti, bei pastato aptarnavimui elektros energija tiekama iš Lietuvos elektros skirstomųjų tinklų operatoriaus „LESTO“. Vanduo imamas iš miesto vandentiekio – UAB „Kauno vandenys“, nutekamieji vandenys išleidžiami į miesto kanalizacijos tinklą.

Vakuuminės distiliacijos vykdymo priežiūrai numatyta 4 darbuotojų komanda.

6.4. Gamybinio pajėgumo ir gamybinės programos pagrindimas

Distiliuotas kanapių ekstraktas yra unikalus savo savybėmis, todėl kelia didžiulį susidomėjimą tiek individualiems žmonėms, tiek tam tikrų sričių specialistams, kuriant naujus produktus. Gebėjimas produktą tinkamai vartoti, ar įvesti į kitų produktų sudėtį, skatina aktyviųjų komponentų gamybą. Gaminant distiliuotą kanapių ekstraktą pritaikoma esamos techninės aparatūros ar technologiniai modeliai. Dar tobulinant šiuos procesus gaunami didesni kiekiai ir geresnės kokybės distiliatas.

Vakuuminės distiliacijos būdu perdirbama 50 t/metus žaliavos. Gaunant 17% produkto išėigą.

6.5. Statybos aikštelės (teritorijos) charakteristika bei pagrindimas

Pramonės prospekto pradžia, kur numatyta statybos teritorija, yra pakankamai rami, daug aplink esančios augmenijos. O tai įmonę dar labiau sugretina su ekologija ir gamta, kadangi visa veikla remiasi iš gamtos imtais augalais, juos fiziškai apdorojant. Pasirinkta vieta puikiai tinka infrastruktūrai plėtoti šiame regione. Įmonės veikla neturi jokios neigiamos įtakos gyventojams, todėl statybos aikštelę galima statyti ir prie gyvenamųjų namų kvartalo, tuo metu patogų prisijungti prie inžinerinių tinklų. Aplink statybos aikštelę yra didelis sklypo plotas, todėl statant objektą, nesukels neigiamos įtakos gyventojams, ar Pramonės prospektu važiuojantiems eismo dalyviams. Pramonės prospekto pradžia yra nedaug nutolusi nuo Kauno technologijos universiteto, chemijos technologijos fakulteto, todėl nedidelis atstumas leidžia lengviau įmonei bendradarbiauti, ir siekti geresnių rezultatų. Ši vieta yra prie pagrindinio kelio, o tai labai svarbu vystant gamybą.

7. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

Šiame skyriuje įvertinama projektuojamos įmonės darbuotojų sauga ir sveikata.

Šis skyrius skirstomas į poskyrius:

- projektuojamojo objekto charakteristika;
- profesinės rizikos vertinimas;
- saugi gamyba;
- darbo higiena;
- gaisrinė sauga.

7.1. Projektuojamojo objekto charakteristika

Projektuojamas vakuuminės distiliacijos technologinė linija, gamybos įmonėje UAB „Biofera“, kurią numatoma įkurti Kauno mieste, Dainavos mikrorajone. Jos paskirtis: vykdam vakuuminę distiliaciją, išskirti aktyviuosius komponentus. Pagrindiniai komponentai yra kanabidiolis (CBD) ir CBDa. Procesu vykdymui naudojama tik viena papildoma medžiaga, t. y. skystas azotas, kuris skirtas visiškam garų sukondensavimui. Aktyvieji komponentai yra gaunami distiliuoto kanapių ekstrakto sudėtyje.

Vakuuminės distiliacijos technologinėje linijoje naudojami procesai yra pavojingi dėl įrenginyje esančių kaitinimo elementų, kurie įkaista iki 290 °C temperatūros.

Naudojant sanitarinių apsaugos zonų nustatymo ir režimo taisyklių priedu, parenkamas sanitarinių apsaugos zonų ribų dydis, kuris lygus 500 m už įmonės teritorijos ribų. [18]

7.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimas – nelaimingų atsitikimų ir profesinių ligų prevencija. Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra nustatyti ir įvertinti esamą ar galimą riziką darbe, ją pašalinti, o jei negalima pašalinti, įdiegti prevencijos priemones, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta. Profesinės rizikos vertinimo proceso įgyvendinimas įmonėje, padės užtikrinti įmonės veiklos efektyvumą, svarbiausio įmonės resursų – darbuotojų, sveikatos išsaugojimą.

Atlikus profesinės rizikos vertinimą sužinoma: realią darbų saugos ir darbo sąlygų būklę įmonėje; kaip gerinti darbo sąlygas pagal pateiktas profesinės rizikos vertinimo išvadas; kuriose darbo vietose rizika nepriimtina, o kuriose priimtina ar toleruotina; kur reikia įdiegti kolektyvines apsaugos priemones ar darbuotojus aprūpinti asmeninėmis apsaugos priemonėmis.

Darbuotojams dirbant geromis ir sveikomis darbo sąlygomis bus geresnis darbo našumas, geresni darbo rezultatai.

Lentelė 7. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas [12], [21], [22], [23]

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinumas
Cheminiai veiksniai					
Skystas azotas	Gamybinė patalpa	-198 °C	Nenurodytas	8h/parą	-
Dujinis azotas	Gamybinė patalpa	~22°C	Nenurodytas	8h/parą	-
Fizikiniai veiksniai					
Apšvietimas	Pastatas kuriame projektuota technologinė linija	300lx	300lx	8h/parą	-
Aukšta temperatūra	Elektrinė krosnis, virintuvas	~290°C, ~280°C	45°C	8h/parą	Izoliacija
Triukšmas	Siurblių darbas	60dBA	87dBA	8h/parą	-
Drėgnis	Gamybinė patalpa	45-50%	Iki 75 %	8h/parą	-
Ergonominiai veiksniai					
Darbo poza	Gamybinės patalpos	Nepatogi darbo poza 15% darbo laiko	Nepatogi darbo poza 25% darbo laiko		Keletas minučių pertraukos
Nuovargis	Gamybinės patalpos	-	-		15 min pertraukos kas 2h

Patalpų kategorijos skirtomos, pagal sprogimo ir gaisro pavojų atsižvelgiant į patalpoje esančių ar technologiniame procese naudojamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius, technologinių procesų ypatumus.

Įvertinus naudojamas chemines medžiagas, darbo priemones, technologinius procesus ir pavojingų vietų klasifikavimo požymius, į zonas suskirstomos tos vietos, kuriose gali susidaryti sprogi aplinka.

Pavojingos vietos ir zonas skirstomos pagal sprogiosios aplinkos susidarymo dažnumą ir jos išsilaikymo trukmę. Toks skirstymas leidžia nustatyti, kokių priemonių reikės imtis ir kokią įrangą naudoti.

Lentelė 8. Pastatų, patalpų kategorijos pagal sprogumo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonas.

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Gamybinis pastatas	Pastatas nepriskiriamas A _{sg} , B _{sg} ir C _{sg} kategorijai. Pastate esančių D _g kategorijos patalpų bendrasis plotas viršija 5 % pastato patalpų ploto.	D _g
Kokybės laboratorija	Karštos, įkaitusios, išlydytos nedegios medžiagos; medžiagos, kurias apdorojant išspinduliuoja šiluma. Tai vieta, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, nesusidaro sprogi aplinka.	D _g , 2 zona
Gamybinė patalpa	Karštos, įkaitusios, išlydytos nedegios medžiagos; medžiagos, kurias apdorojant išspinduliuoja šiluma. Tai vieta, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, nesusidaro sprogi aplinka.	D _g , 2 zona

7.3. Saugi gamyba

Šiame poskyryje nagrinėjami fizinių rizikos veiksnių sukelti pavojai ir numatomos prevencinės priemonės. Išnagrinėjamas gamybos technologinio proceso ir jo įrenginių saugumas, numatomos galimos avarijos ir priemonės joms išvengti.

Projektuojant naujus technologinius procesus reikia stengtis išvengti pavojingų zonų. Jei tokios galimybės nėra, pavojingas zonas reikia apsaugoti parenkant ir apskaičiuojant jų apsaugas, apsauginio blokavimo, stabdymo įtaisus ir kt.

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

Šiame darbe projektuojamos gamybinės patalpos yra priskiriamos normaliai (nepavojingai) patalpai. Kadangi vykstant gamybai normaliu režimu nesusidaro sprogi aplinka ir jai nėra priskiriama labai pavojingoms ar pavojingoms patalpoms būdingi požymiai. Technologinėje linijoje visos metalinės konstrukcijos yra įžemintos. Elektriniai prietaisai yra izoliuoti, kad žmogus negalėtų tiesiogiai prisiliesti prie elektros šaltinio. Patalpos drėgnis nesiekia 60%. Grindų danga sausa ir nelaidi elektros srovei. Patalpose įrengta ventiliacinė sistema, kuri palaiko reikiamą temperatūrą patalpose, bei užtikrina saugų darbo mikroklimatą. Gamybos linijoje esantys įrenginiai, kurių sienelės temperatūra viršija 45°C, yra izoliuojami.

Nors patalpos yra priskiriamos, nepavojingų patalpų kategorijai, saugaus darbo ir gamybos kokybės užtikrinimui yra naudojamos įvairios priemonės. Visi asmenys patenkantys į gamybos patalpas, turi susipažinti su gamyboje veikiančių įrenginių techniniais rodikliais, jų veikimo principais, ir išklausti įvadinį, pirminį instruktažą apie saugaus elgesio taisykles gamybos patalpose. Dirbantys asmenys griežtai laikosi gamybos reikalavimų ir saugaus elgesio taisyklių.

7.3.1. Žaibolaidžio skaičiavimas

Išorinei statinių apsaugai naudojami žaibolaidžiai. Žaibolaidis skirtas tiesioginiams žaibo smūgiams į statinį sulaikyti ir žaibo srovei nuvesti į žemę. Žaibo srovė turi būti nuvedama į žemę be jokių terminių ar mechaninių statinio pažeidimų ir kibirkščiavimo. Apsaugai nuo atmosferinių viršįtampių turi būti naudojamos apsaugos nuo viršįtampių priemonės.

Žaibolaidžiai, atsižvelgiant į žaibo ėmiklį, gali būti strypiniai, lyniniai, tinkliniai ir aktyvieji. Statinio konstrukciniai elementai gali būti naudojami kaip žaibo ėmikliai. Statinio apsaugai galima naudoti ir kelių tipų žaibolaidžius. Žaibolaidis laikomas dvigubu, kai tarp strypinių žaibolaidžių atstumas L neviršyje ribinės reikšmės L_{max} . Priešingu atveju abu žaibolaidžiai laikomi pavieniais.

Vidinės srities matmenys pagal parametrus: h_0 – nurodo didžiausia zonos aukštį prie žaibolaidžio; h_c – nurodo mažiausia zonos aukštį tarp žaibolaidžių. Kai atstumas tarp žaibolaidžių $L \leq L_c$, tai reiškia kad zonos riboje nėra įlinkio ($h_c=h_0$). [20]

Ribiniai atstumai L_{max} ir L_c apskaičiuojami iš žemiau pateiktos lentelės empirinėmis formulėmis, tinkančioms žaibolaidžiams iki 150 m aukščio.

Lentelė 9. Ribinių atstumų L_{max} ir L_c empirinės formulės

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

Pastatui projektuojama dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos zona, kurios patikimumas 0,91. Tokio tipo žaibolaidžio apsaugos zona priskiriama pusiau kuginė ir apskaičiuojama naudojant pavienio strypo žaibolaidžio formulės.

➤ Pradiniai duomenys:

- a_p – pastato ilgis ($a_p = 18,78$ m);
- b_p – pastato plotis ($b_p = 12,64$ m);
- h_x – pastato aukštis ($h_x = 6,8$ m);
- $a_{pž}$ – atstumas tarp pastato ir žaibolaidžio ($a_{pž} = 5$ m).
- h – žaibolaidžio aukštis ($h = 12$ m);

➤ Apskaičiuojamas:

- Atstumas L , m tarp žaibolaidžių:

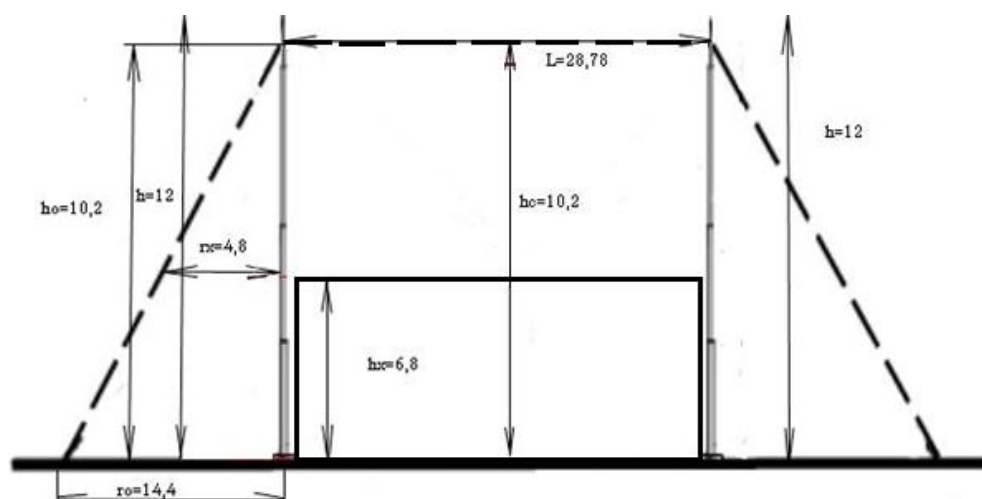
$$L = a_p + 2 \cdot a_{pž} = 18,78 + 2 \cdot 5 = 28,78$$
 m.
- Ribiniai atstumai L_{max} , m; L_c , m:

$$L_{max} = 5,75h = 5,75 \cdot 12 = 69$$
 m.

$$L_c = 2,5h = 2,5 \cdot 12 = 30 \text{ m.}$$

$L \leq L_c$, Tai zonos riboje nėra įlinkio ($h_c=h_0$).

- Apsaugos zonos aukštis h_0 , m :
 $h_0 = 0,85h = 0,85 \cdot 12 = 10,2 \text{ m.}$
 $h_c = h_0 = 10,2 \text{ m.}$
- Apsaugos zonos kūgio spindulys r_0 , m :
 $r_0 = 1,2h = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ m.}$
- Apsaugos zonos pusplotis r_x Pastato aukštyje h_p :
 $r_x = r_0 \cdot (h_0 - h_x) / h_0 = 14,4 \cdot (10,2 - 6,8) / 10,2 = 4,8 \text{ m.}$
- Apsaugos zonos plotis r_{cx} viduryje tarp žaibolaidžio h_p aukštyje nuo žemės:
 $r_{cx} = r_c \cdot (h_c - h_x) / h_c = 14,4 \cdot (10,2 - 6,8) / 10,2 = 4,8 \text{ m. [24], [25].}$



Pav. 19. Žaibolaidžio apsauginės zonos schema.

Įžeminimui yra naudojami dirbtiniai įžemikliai. Šie įžemikliai pagaminti iš plieno ir padengti laidžia antikorozine danga.

Įžeminimo įrenginiai klojami atsižvelgiant į grunto rūšį, bei jo savitąją varžą (12 lentelė), gruntą džiovinančių šilumos vamzdynų ar kitu šilumos šaltinių, nuo kurių turi būti nutolę įžemikliai.

Lentelė 10 Grunto savitoji varža

Grunto rūšis	Savitoji varža ρ , Ωm
Durpžemis, juodžemis	10 – 100
Molingas gruntas, dumblas	20 – 300
Smėlingas gruntas	100 – 1500
Akmenuotas gruntas	200 – 5000

Įžemiklis yra 42mm skersmens, ir 3m ilgio. Montuojamas į molingą gruntą, kurio savitoji varža 30 Ω .

Apskaičiuojame įžeminimo varža:

$$R = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \frac{\ln 4l}{d} = \frac{30}{2 \cdot 3,1416 \cdot 3} \cdot \frac{\ln(4 \cdot 3)}{0.052} = 8,66\Omega \quad (1.2.1.1.)$$

IEC standartuose nurodoma, kad įžeminimo varža turi būti ne didesnė kaip 10 Ω visiems žaibolaidžiams. [26]

7.4. Darbo higiena

Šiame poskyryje nagrinėjami cheminiai, fizikiniai rizikos veiksniai. Patalpose dirbtinės apšvietos ribinės vertės nustatytos pagal regos darbų reikalavimus, praktinius eksperimentus, bei energijos sąnaudų rentabilumo faktoriumi. Remiantis higienos normos HN 98 : 2014 duomenimis, buvo nustatyta darbo zonos, darbo ir veiklos tipas. Projektuojamo objekto patalpose dirbtinės apšvietos ribinės vertės leidžia gerai matyti darbo objektą bei užtikrina gerą darbuotojo savijautą., kuriems atlikti reikia vidutinio regos tikslumo. Todėl patalpų norminė apšvieta pasirinkta 300lx. [21]

Vertinant įrenginių keliamą triukšmą ir vadovaujantis darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatais apsprendžiama projektuojamos objekto ribinis garso lygis, kuris ne viršija 85 dBA. O tai sudaro palankias ir saugias sąlygas darbuotojams atlikti savo pareigas be papildomų triukšmo saugos priemonių.

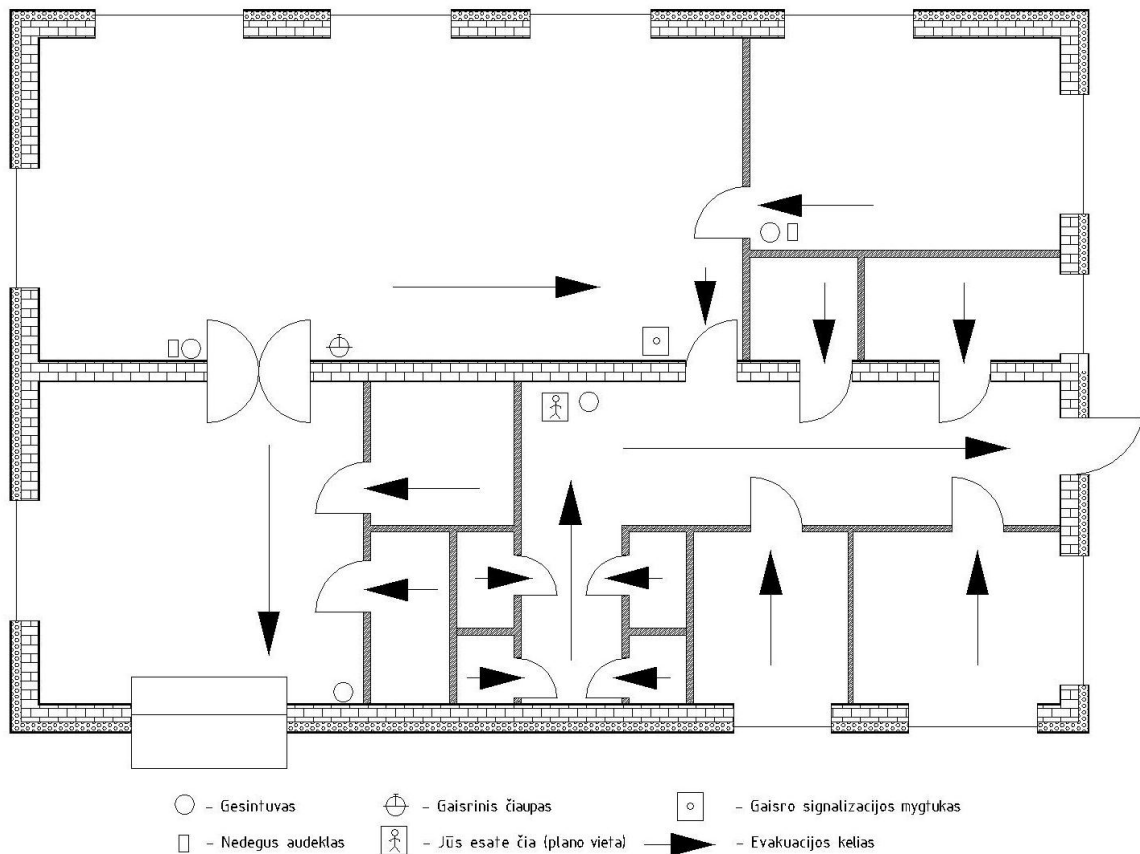
Gamybinėse patalpose dirbantys darbuotojai turi turėti papildomas priemones, kad užtikrinti saugaus darbo, bei gamybos kokybės reikalavimus. Darbuotojai gamybos metu turi dėvėti specialius darbo rūbus, t. y. chalatas, specialios klumpės, pritaikytos prie grindų dangos, pirštinės, vienkartiniai galvos apdangalai, vienkartinė apsauginė veido kaukė, apsauginiai akiniai.

Patalpose yra palaikoma šiluminio komforto aplinkos parametrų vertės. Šiluminės aplinkos parametrų vertės nustatomos atsižvelgiant į metų laikotarpį ir darbų sunkumo kategoriją. Skiriami du metų laikotarpiai: šaltasis ir šiltasis. Pagal darbų sunkumo kategoriją darbas įmonė priskiriamas prie vidutinio sunkumo (IIa,) fizinis darbas. Tad šaltuoju metų laiku yra palaikomos tokios parametrų vertės : oro temperatūra 18-20 °C, oro judėjimo greitis 0,2 m/s, oro santykinis drėgnis 40-60 %; šiltuoju: oro temperatūra 21-23 °C, oro judėjimo greitis 0,3 m/s, oro santykinis drėgnis 40-60 % [23].

7.5. Gaisrinė sauga

Šioje dalyje pateikiama gaisrų ir sprogimų prevencijos. Pagrindinės pastato ir technologinio įrenginio statybos, eksploatacijos ir techninio pertvarkymo gaisrinės saugos reikalavimai nurodyti Bendrosiose priešgaisrinės saugos ir Gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų taisyklėse.

Projektuojamos technologinės linijos pastate yra numatyti du įėjimai/išėjimai iš patalpų. Vienas yra skirtas žmonių srautui, kitas – žaliavų bei produktų srautui. Gamybos metu, kilus gaisro pavojui numatyta, jog žmonių evakuacijai iš pastato, bus naudojamas žaliavų pristatymo bei produkto išvežimo išėjimas. Visos pastato durys yra projektuotos taip, kad iš vidaus būtų galima lengvai atidaryti. Evakuacijos kryptis yra nurodomas pagrindiniame koridoriuje esančiais ženklais, bei pastato evakuacijos planu [27].



Pav. 20. Evakuacijos planas.

Statinio patalpose įrengta pirminių gaisro gesinimo priemonių. Gesintuvų tipas ir skaičius nustatomas atsižvelgiant į galimo gaisro klasę, gesinimo medžiagos tinkamumą gaisrui gesinti, maksimalų gesinimo plotą, patalpų pavojingumo gaisrui ir sprogimui kategoriją, jose naudojamų ir laikomų medžiagų fizikines ir chemines savybes. Technologinių įrenginių apsaugai gesintuvų turi būti tiek, kiek jų numatyta pagal technologinius reikalavimus.

Lentelė 11. Gaisro klasė ir ugnį gesinanti medžiaga

Klasė	Gaisro	Ugnį gesinanti medžiaga					
	Charakteristika	Vanduo	Putos	Dujos	Milteliai		
					ABC tipo	BC tipo	D tipo
A	Kietųjų medžiagų gaisrai, kai degimo metu susidaro anglis	+	+	-	++	-	-
B	Skystųjų arba galinčių suskystėti kietųjų medžiagų gaisrai	-	++	+	++	++	-
C	Dujų gaisrai	-	-	+	++	++	-
D	Metalų gaisrai	-	-	-	-	-	++

Sutartiniai ženklai: ++ veiksmingiausia, + veiksminga, – ne tokia veiksminga.

Patalpoje yra elektros įrenginių, nuolat turinčių įtampos, todėl pasirenkami gesintuvai tinkantys elektros įrenginiams gesinti neišjungus įtampos. Remiantis gaisro klasės ir ugnį gesinančios medžiagos duomenimis (lentele 11), bei gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų taisyklėmis, nustatyta, kad veiksmingiausia gesinti dujų ir miltelių ABC klasės gesintuvais [27].

Gaisrams gesinti įmonėje yra įrengiami pirminės gaisro gesinimo priemonės:

- Milteliniai gesintuvai MG-50, 4vnt;
- Nedegūs asbestiniai audiniai, 2vnt;
- Gaisrinis čiaupas 1vnt.

Gaisro židiniui aptikti ir pranešti apie gaisrą yra įrengiama priešgaisrinė signalizacija.

8. STATYBINIAI SPRENDIMAI

Ši projekto dalis susideda iš tekstinės ir grafinės dalies.

Tekstinės projekto dalies sudėtis:

- bendrieji duomenys;
- statinio architektūrinė, konstrukcinė sandara;
- bendrųjų pastato (statinio) inžinerinių sistemų (vandentiekio, nuotekų šalinimo, šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo, elektros bei kitų sistemų) ir technologinės įrangos sprendimai;
- orientacinės statinio naujos statybos, rekonstrukcijos, griovimo darbų kainos apskaičiavimas.

Grafinėje projekto dalyje būtina pateikti projektuojamo statinio sklypo planas, pastato planas, jo skersinis ir išilginis pjūvis.

8.1. Bendrieji duomenys

Projektuojamas įmonės UAB „Biofera“ naujos statybos pastatas, kur bus įdiegta vakuuminės distiliacijos technologinė linija skirta aktyviųjų komponentų išskyrimui iš *Cannabis Sativa* superkrizinių CO₂ ekstraktų. Statoma Kauno mieste, Dainavos mikrorajone. Pagrindiniai statinio techniniai duomenys pateikti 11 lentelėje.

Lentelė 12. Bendrieji statinio techniniai rodikliai.

Eil.Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	I. SKLYPAS		
	1.1. sklypo plotas	ha	0,1594
	1.2. statinio užimtas žemės plotas	m ²	237
	1.3. apželdintas žemės plotas (žalasis plotas)	m ²	537
	1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	10
	1.5. sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	m	500
2	II. PASTATAS		
	2.1. paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai)		Gamybinė įmonė perdirba 50 t/metus kanapių CO ₂ ekstrankto. Dirbančiųjų skaičius siekia 4.
	2.2. bendrasis plotas:		
	2.2.1. pagrindinis	m ²	206,3
	2.2.2. pagalbinis	m ²	133,6
	2.3. pastato tūris	m ²	79,2
	2.4. aukštų skaičius	m ³	898,29
	2.5. pastato aukštis	vnt.	1
2.6. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)	m	6,8	
	MJ/m ²	2,8	

8.2. Statinio architektūrinė, konstrukcinė sandara

Projektuojamas objektas bus statomas įmonės teritorijoje. Pastato fasadas orientuotas pietryčių kryptimi. Pastato ilgis $L=18,78$ m, plotis $B=12,64$ m, aukštis $H=6,8$ m. Pastato statybai naudojamos gelžbetoninės konstrukcijos: perdangos plokštės, pamatai. Pastato išorinėms sienoms statyti naudojamas tinkas ir „Silkos“ blokelių mūras. Sienų šiltinimui naudojama akmens vatos plokštės „PAROC FAL 1“. Vidinėms pertvaroms statyti naudojamos gipso kartono pertvaros. Pastato vidaus temperatūra lygi $22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pastate yra du išėjimai: pagrindinis ir žaliavų – produktų pristatymo ir atidavimo išėjimas. Pagrindiniame išėjime yra įmontuotos „Mikea OE“ durys, kurių matmenys 1000×2080 . Viduje montuojamos laminuotos durys „C38“, kurių matmenys 900×2000 ir 700×2000 . Viduje įmontuojamos „Hormann“ gamybos dviejų sąvarų durys „ZK“ kurių matmenys 1800×2100 . Žaliavų pakrovimo ir produktų iškrovimui montuojamos L griovelio su „New Silkgrain Titan“ paviršiumi pakeliamos durys. Naudojami langai - „Veka Alphaline 90MD“ vokiški, 70mm, profilių sienelių storis atitinka A klasę (DIN EN 12608), šilumos laidumo koeficientas $U=0,8\text{ W/m}^2\text{K}$. Pastate radiatoriai „Kermi“ sumontuoti po langais. Vėdinimui yra sumontuoti stoginiai ventiliatoriai „UN Campus Bonn“, Vokietija. Pastato laboratorijoje yra įrengiamos „Kotterman“ traukos spintos, specialiams tyrimams atlikti. Jos yra gaminamo Vokietijoje.

8.3. Bendrųjų statinio (pastato) inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

Projektuojamo statinio inžinerinės sistemos diegiamos atsižvelgiant į pastato aptarnavimo praktiškumo rodiklius. Pagrindiniai inžineriniai tinklai tiesiami į įmonę yra: miesto vandentiekis, centrinė miesto kanalizacija, centralizuotas miesto šildymas, skirstomieji tinklai.

Aptarnaujant pastatą vandeniu, pirmiausia miesto vandentiekis yra atitiesiamas į pastato vandens mazgo patalpą, iš kurios vanduo paskirstomas po visą statinį. Nutekamieji vandenys iš pastato yra šalinami į centralizuotą miesto kanalizaciją. Jos priežiūrai, statinio sklype yra įrengtas kanalizacijos šulinys. Elektros skirstomieji tinklai aptarnauja pastatą iš statinio sklype esančios elektros skydinės.

Gamybai reikalingi įrenginiai ir jų dalys yra gaminami pagal individualius užsakymus, arba įsigijami pagal gamybai reikalingus aptarnavimo rodiklius. Gamybinėse patalpose įrenginio sudedamos dalys yra išdėstomi remiantis gamybinio ploto atsargos koeficientu, nesukeliant jiems papildomų apkrovų. Technologinės linijos vamzdynai yra tiesiami nesukeliant nepatogumo darbuotojams aptarnaujantiems vakuuminės distiliacijos įrenginį.

8.4. Orientacinės statinio naujos statybos, griovimo darbų kainos apskaičiavimas

Orientacinę statinio naujos statybos kainą apskaičiuojama naudojantis UAB „Sistela“ statinių statybos skaičiuojamųjų kainų palyginamaisiais ekonominiais rodikliais, bei parengtu nekilnojamo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynu. Palyginamieji ekonominiai rodikliai apskaičiuoti statinių analogo pagrindu, įvertinant darbo, medžiagų, mechanizmų eksploatacijos skaičiuojamąsias rinkos kainas. Nekilnojamo turto atkūrimo kaštų (statybinės vertės) kainynas skirtas naudoti nustatant statinių vertę, apskaičiuojamą pagal atkuriamosios vertės metodą.

Orientacinės statinio naujos statybos kainos apskaičiavimas galimas turint pagrindinius statinio techninius rodiklius: statinio tūrį. (13 lentelės).

Lentelė 13. Statinių statyba ir rekonstrukcija (negyvenamieji pastatai) 1m³ statinio kaina.

Paskirtis	Statinio tūris, m ³	Nauja statyba
Gamybos, pramonės	iki 1000	134,09
	1001–2500	118,16
	2501–5000	107,74
	daugiau 5000	93,55

Bendras investicijų poreikis statinio projektui parengti ir jį pastatyti nustatomas apskaičiuojant suvestinę statybos kainą. Visos apskaičiuotos išlaidos statinio projektui parengti ir įgyvendinti yra grupuojamos pagal išlaidų grupes ir sudaromas suvestinis statybos kainos apskaičiavimas (14 lentelė). [28]; [29]; [30].

Lentelė 14. Suvestinė statybos kainos apskaičiavimas.

Išlaidų aprašymas	Kaina, €			Iš viso (su PVM), €
	Statybos ir montavimo darbai	Įrenginiai	Kitos išlaidos	
I. Statybos sklypas			302 860,00	366 460,60
II. Statybos sklypo paruošimas			2 300,00	2 783,00
III. Statinio statyba ir įrengimas	184 188,30	178 571,43	308 921,00	221 415,84
IV. Projektavimo ir inžinerinės paslaugos			161,00	194,81
V. Kitos išlaidos	1200,00	505,00	3 600,00	6 419,05
Iš viso:	182 988,30	178 571,43	308 921,00	595 273,30

9. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS

Aplinkosauginis vertinimas plačiąja prasme apima vertinimą per visą gaminio būvio ciklą (nuo žaliavų išgavimo iki atliekų šalinimo). Viso gamybos proceso ar produkto vertinimas būvio ciklo požiūriu yra išsamus ir reikalaujantis daug laiko, bei resursų. Tačiau šiame darbe pateikiama tik gamybos dalies aplinkosauginis vertinimas, pabrėžiant produkto gamybos metu daromą poveikį aplinkai. Nagrinėjama aktyviųjų komponentų išskyrimas vakuuminės distiliacijos būdu iš *Cannabis Sativa* superkrizinių CO₂ ekstraktų, todėl šiuo atveju žaliava nėra ruošiama, ekstrahuojama, ar išgaunama. Todėl vertinime pateikiama vakuuminėje distiliacijoje naudojamų medžiagų pavojingumo aplinkai įvertinimas, informacija apie energetinius išteklius, atliekų ir nuotekų įvertinimas.

Lentelė 15. Duomenys apie naudojamas žaliavas [26].

Žaliavos pavadinimas	Kiekis naudojant objektą, t/metus	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
		kategorijos pavadinimas	pavojaus nuoroda	rizikos frazės, saugumo frazės
1	2	3	4	5
CO ₂ ekstraktai	50	8001-22-7	Nepavojingas	-
Skystas azotas	1	7727-37-9	H281	R: S: 9-23-38

Lentelė 16. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius.

Produkcija		Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai		
Pavadinimas	kiekis per metus	pavadinimas	kiekis per metus	šaltiniai
Kanapių aliejus	50 t/metus	Elektros energija	14000 kW/h	Elektros tiekėjai

Sekančiame aplinkosauginio vertinimo etape pateikiami duomenys apie objekto veiklos sąlygojamą fizikinę ir biologinę taršą (17 lentelė).

Lentelė 17. Konkrečios veiklos sąlygojama fizikinė ir biologinė tarša.

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis	Priemonės taršai mažinti
Triukšmas	Vakuuminis siurblys	1	53dBA	Nėra
Aukšta temperatūra	Distiliacijos zonos šildytuvai	1	290°C	Įrenginio išorinės dalies izoliacija

Joje įvertinami fizikinės taršos šaltiniai, vykdant vakuuminę distiliaciją. Pastebima, kad vakuuminio siurblio triukšmo lygis nesiekia, reglamentuotą 87dBA triukšmo lygį, todėl apsaugos

priemonių nereikalaujama [22]. Distiliacijos zonos šildytuvo išorinės sienelės temperatūra viršija nustatytą 45 °C temperatūrą, todėl įrengiama išorinės dalies izoliacija.

Atliekų tvarkymo sprendiniai pateikiami 18 lentelėje:

Lentelė 18. Atliekos

Technologinis procesas	Atliekos pavadinimas	Atliekų kiekis, t/metus	Atliekų agregatinė būseną
Vakuuminė distiliacija	Distiliacijos likutis	41 500	Klampus

Atlikus vakuuminę distiliaciją susidaro didelis kiekis distiliacijos likučio. Gauta šalutinė medžiaga nėra sandėliuojama įmonėje, todėl po atlikto proceso iškart išvežama.

Lentelė 19. Atlieku tvarkymas.

Atliekos	Atliekų pavojingumas	Atliekų saugojimo objekte laikymo sąlygos	Atliekų saugojimo objekte didžiausias kiekis	Numatomi atliekų tvarkymo būdai
Distiliacijos likutis	Nepavojinga biomasė	Išvežamas	–	Išvežama ant dirbamos žemės plotų, kompostavimui.

Vakuuminės distiliacijos likutis – augalinės kilmės biomasė, pavojaus aplinkai neturi. Ji sudaryta iš organinių medžiagų, kurios yra labai lengvai skaidomos dirvožemyje. Kompostuotos tokio tipo medžiagos, puikiai tinka tręšti dirbamus žemės plotus.

Tolesniame aplinkosauginio vertinimo etape pateikiama informacija apie naudojamo vandens ir nuotekų teršalų balansą, susidarančių ir išleidžiamų nuotekų kiekius bei fizikines/chemines charakteristikas.

Lentelė 20. Naudojamo vandens balansas.

Vandens tiekimo (išgavimo) šaltinis	Vandens naudojimo sritys (tikslai)	Didžiausias debitas m ³ /metus	Vidutinis metinis kiekis, m ³	Taupymo ir apsaugos priemonės
1	2	3	4	5
Miesto vandentiekis	Šaldantysis agentas kondensatoriuje	15	15	Pasirenkamas tikslus vandens kiekis, reikiamas kondensatoriuje.
Miesto vandentiekis	Buitinėms reikmėms	12.5	12,5	Nėra

Lentelė 21. Nuotekų ir teršalų balansas.

Nuotekų susidarymo šaltiniai	Didžiausias nuotekų kiekis, m ³ /metus	Vidutinis metinis nuotekų kiekis, m ³ /metus	Teršalo pavadinimas	Teršalo kiekis t/m
1	2	3	4	5
Kondensatorius	15	15	Nutekamieji vandenys	15
Buitinės nuotekos	12,5	12,5	Nutekamieji vandenys	12,5

Vanduo naudojamas, kaip šaldantysis agentas, skirtas distiliato sukondensavimui, kondensatoriuje. Sąlyčio su kitomis cheminėmis medžiagomis neturi, todėl cheminė vandens sudėtis lieka nepakitusi viso proceso metu.

Visi nutekamieji vandenys tiekiami į centralizuotą miesto kanalizaciją [30].

Atlikus gamybos dalies – vakuuminės distiliacijos aplinkosauginį įvertinimą, nustatytą, jog vykdant aktyviųjų komponentų išskyrimą vakuuminės distiliacijos būdu iš *Cannabis Sativa* superkrizinių CO₂ ekstraktų, poveikis aplinkai yra minimalus. Įmonės veikla aplinkai, taršos nekelia.

10. FINANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

10.1. Inovacijos projektavimo ir diegimo aplinkos analizė: ekonominių ir organizacinių problemų nustatymas

Distiliuotas kanapių ekstraktas, tai naujas produktas skirtas papildyti maisto papildų racionui. Šis produktas turi unikalių savybių, nei kiti panašaus tipo maisto papildai. Praturtintas aktyviaisiais komponentais distiliuotas kanapių ekstraktas, suteikia žmogaus organizmui, daug gydomųjų savybių.

Aktyvieji komponentai išskiriami vakuuminės distiliacijos būdu, kurios įranga nėra sudėtinga. Lyginant panašių maisto papildų gamybos įrangą.

Užtikrinant gamybos darbo sąlygas, bei techninius reikalavimus, nuspręsta statyti naują gamybos įmonę. Renkantis statybos vietą, buvo atsižvelgta į statybvietės aplinką, susisiekimą, dirbančių gyventojų esamą padėtį, nekilnojamo turto rinką.

Projekto objektas yra efektyvus tuo, jog Lietuvoje pagaminamas visiškai naujas produktas, kuris turi didelę paklausą pasaulyje.

10.2. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Projekto investicijų skaičiavimas pradedamas nuo kaštų, reikalingų ilgalaikiam turtui įsigyti, skaičiavimo. Antras kaštų elementas – trumpalaikio – apyvartinio kapitalo įsigijimo kaštai.

Pagrindiniai finansavimo šaltiniai yra numatomi: ilgalaikės bankų paskolos.

Visi skaičiavimai pateikiami suvestinėje (22 lentelė).

Lentelė 22. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai.

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	Tūkst. €	Struktūra	Tūkst. €
1. Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	1.313,41	1. Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai	-
2. Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	219.573,87	2. Paskolos: ilgalaikės, trumpalaikės	220.887,28
Viso kaštų:	220.887.28	Viso šaltinių:	220.887,28

Projektą įgyvendinti numatoma per trijų metų laikotarpį.

10.3. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Naujai statybai reikalingos investicijos nustatomos, atliekant skaičiavimus. Skaičiuojama apytiksliai, remiantis analogiškų ar panašių objektų apytikriais sąmatinės vertės rodikliais. Pradžioje apskaičiuojama technologinių įrengimų vertė, pastatų statybos darbų vertė, baldų ir inventoriaus vertė, po to suvestiniai duomenys perkeliama į suvestinę statybos kainos skaičiuotės (23 lentelę.).

Pastaba: Į technologinių įrengimų vertę įskaityti priedai už garantijas, komplektavimą, tiekimo, pristatymo ir montavimo išlaidos bei PVM.

Statybos darbų vertę galima apskaičiuoti sustambintai: patalpų plotas padauginamas iš vieno statomo ploto kvadratinio metro kainos. Kadangi skirtinguose Lietuvos regionuose statybos darbų kainos skiriasi, tikslinga jas patikslinti regioninėse nekilnojamojo turto agentūrose, statybos darbų kompanijose. Gamybinis plotas ir statybos darbų vertė gali būti paskaičiuota statybinėje darbo dalyje. Šiuo atveju reikia pateikti nuorodas į atitinkamas lenteles.

Skaičiuojant ilgalaikio turto vertę po rekonstrukcijos, nurodoma parduodamo, likviduojamo ir paliekamo turto vertė.

Lentelė 23. Suvestinė statybos kainos skaičiuotė [31], [32], [33].

Objekto, darbų ir išlaidų pavadinimas	Sąmatinė kaina, tūkst. €
1. Statybos teritorijos paruošimo išlaidos	
1.1. Sklypo kaina	369,24
1.2. Aikštelės paruošimo išlaidos	2,78
2. Statybos objektai ir darbai	
2.1. Gamybinis korpuso statybos išlaidos	610,57
2.2. Kitų objektų statybos darbų išlaidos	388.959,59
3. Kitos išlaidos	6,42
Viso (ilgalaikio turto)	1.377,98

10.3.1. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas

Gamybą nuspręsta vykdyti nustatytais sąlygomis, pagal suprojektuotą įrenginį. Penkerių metų laikotarpyje nekeičiant gamybos apimtį. Taigi trumpalaikio turto vertės, penkerių metų laikotarpyje pateiktos 24 lentelėje. Apyvartinis kapitalas neformuojamas.

Lentelė 24. Gamybinė apimtis penkerių metų laikotarpyje.

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. Gamybos apimtis, natūriniais vienetais	0	8500	8500	8500	8500	8500
2. Gamybos prieaugio koeficientas		1	1	1	1	1

10.3.2. Produkcijos gamybos apimtis ir realizacinės pajamos

Planuojant gamybos planavimo procesą yra nustatoma gamybos apimtis natūriniais vienetais prekės gyvavimo ciklui (penkerių metų laikotarpiui), pradedant rinkos įsisavinimu ir baigiant pardavimo masto smukimu. Brandos stadijoje gamybos įsisavinimo koeficientas lygus 1. Kitais projekto eksploataavimo metais įsisavinimo koeficientas priimamas 0,6.

Lentelė 25. Produkcijos gamybos apimtis realizacinės pajamos.

Rodikliai	Gamybos įsisavinimo koeficientas	Gaminiai	Viso, vnt, tūkst. €
		Distiliuotas kanapių ekstraktas	
1. Produkcijos gamybos (pardavimo) apimtis brandos stadijoje, vnt.	1	8500	8500
2. Gaminio kaina, tūkst. €		45,52	386.903,83
3. Realizacinės pajamos brandos stadijoje, tūkst. €	-	-	-
4. Realizacinės pajamos pirmaisiais projekto gyvavimo metais, tūkst. €	0,6	232.142,30	232.142,30

10.4. Gamybos kaštai

Kai žinomas gamybos planas, galima skaičiuoti žaliavų, medžiagų, energijos, darbo ir kitų išteklių poreikį, reikalingą planuojamai gamybos apimčiai įvykdyti. Remiantis apskaičiuotu išteklių poreikiu natūriniais vienetais ir jų verte, sudaromas gamybos kaštų planas: apskaičiuojamos tiesioginės ir netiesioginės gamybos išlaidos kiekvieniems projekto gyvavimo metams atskirai.

10.4.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Planuojant gamybos aprūpinimą žaliavomis ir pagrindinėmis medžiagomis, pirmiausia skaičiuojamas šių medžiagų poreikis. Po to, apskaičiuojamos išlaidos pagrindinėms medžiagoms kiekvieniems projekto gyvavimo metams atskirai.

Lentelė 26. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms.

Medžiagos (žaliavos) pavadinimas	Gamybos planas, vnt.	Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, natūriniais vienetais, kg	Medžiagos kaina, tūkst. €	Medžiagos poreikis, natūriniais vienetais	Medžiagų kaštai	
					Gaminio, tūkst. €/vnt.	Viso, tūkst. €
Kanapių CO2 ekstraktas 1kg	8.500	5,88	3,23	49,98	18,99	161.415

Technologinė linija dirba 250 dienų per metus, 40 valandų į savaitę. Įmonei gamybinėse patalpose dirba 4 gamybiniai darbuotojai.

Lentelė 27. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui [34].

Gaminys, profesijos	Metinė gamybos apimtis, natūriniais vnt.	Laiko norma arba išdirbio norma, h	Gaminio imlumas, h	Darbininkų skaičius	Valandinis tarifinis atlygis, €/val.	Pagrindinis darbo užmokestis, tūkst. €	Atskaitymai soc. draudimui, tūkst. €
Distiliuotas kanapių ekstraktas 1kg	8500	2000	0,24	4	3,22	25,76	7,93

Lentelė 28. Tiesioginės išlaidos elektros energijai [35]

Įrengimų pavadinimas ir markė	Įrengimų skaičius, vnt.	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius metuose, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1kWh kaina, Lt	Išlaidos elektros energijai, tūkst. Lt
Siurblys	4	0,5	2000	1000	0,141	564,00
Šilumokaitis	1	3		6000		5.076,00
Kaitinimo krosnis	1	3,9		7800		8.578,44
Virintuvas	1	2,2		4400		2.729,76
Vakuuminis siurblys	1	3,1		6200		5.420,04
Viso:	8	12,7		25400		22.368,24

10.4.2. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Prie netiesioginių gamybos išlaidų priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančios sąlygas gamybai (cechų meistrų, viršininkų, kontrolierių, sandėlininkų, valytojų ir kt. darbuotojų darbo užmokestis), darbo medžiagų, energijos ir amortizacijos (nusidėvėjimo) išlaidos/sąnaudos.

Likvidacinės įrenginių vertės priimamos 10 % nuo pradinės vertės.

Pagrindiniai priemonių nusidėvėjimas skaičiuojamas tiesiniu būdu. Tuomet amortizaciniai atsiskaitymai nusidėvėjimo padengimui kiekvienais metais bus vienodi:

$$A_m = \frac{F_{is} - Fl_v}{T}; \quad (10.3.2.)$$

Čia:

A_m – amortizaciniai atsiskaitymai nusidėvėjimui padengti, tūkst. €;

F_{is} – įsigijimo vertė, tūkst. €;

Fl_v – likvidacinė vertė, tūkst. €;

T – naudingo naudojimo laikas, metais.

Lentelė 29. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija).

Ilgalaikio turto rūšis	Įsigijimo vertė, tūkst. €	Normatyvinė eksploatavimo trukmė	Nusidėvėjimo suma, tūkst. € metams					Likvidacinė vertė, tūkst. €	Likutinė vertė, tūkst. €
			I	II	III	IV	V		
Pastatas	616,99	80	6,94	6,94	6,94	6,94	6,94	61,70	582,28
Įrenginiai	388,96	30	11,67	11,67	11,67	11,67	11,67	38,90	330,62
Sklypas	369,24	500	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	36,92	365,94
Viso:	1.375,19		19,27	19,27	19,27	19,27	19,27	137,52	1.278,84

Lentelė 30. Gamybos kaštai.

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst. €
	Gaminiai
	Distiliuotas kanapių ekstraktas 1kg
<i>Brandos stadijoje</i>	
1. Pagrindinės medžiagos	162.235,08
2. Energija technologijai	22.368,24
3. Gamybinių darbininkų darbo užmokestis	25,76
4. Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	7,94
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	30,90
Viso gamybos kaštų, tūkst. €	184.667,91
Viso gamybos kaštų, %	100,00
Produkcijos gamybos planas, vnt.	8.500,00
Gaminio gamybinė savikaina, tūkst., €	21,73
<i>Pirmaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
Viso gamybos kaštų, tūkst. €	184.667,91
Gaminio gamybinė savikaina, tūkst. €	21,73
<i>Antraisiais projekto gyvavimo metais</i>	
Viso gamybos kaštų, tūkst. €	184.667,91
Gaminio gamybinė savikaina, tūkst. €	21,73
<i>Trečiaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
Viso gamybos kaštų, tūkst. €	184.667,91
Gaminio gamybinė savikaina, tūkst. €	21,73
<i>Ketvirtaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
Viso gamybos kaštų, tūkst. €	184.667,91
Gaminio gamybinė savikaina, tūkst. €	21,73
<i>Penktaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
Viso gamybos kaštų, tūkst. €	184.667,91
Gaminio gamybinė savikaina, tūkst. €	21,73

10.5. Veiklos kaštai

Į veiklos sąnaudas (kaštus) įtraukiamos visos papildomos sąnaudos, nepriskiriamos gamybos kaštams. Priimama, kad jos sudaro 40 % gamybos kaštų. 40.583,12 tūkst. €.

10.6. Finansinės ir investicinės sąnaudos

Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudoms šiuo atveju priskiriamos palūkanos už banko paskolas. Siekiant sumažinti kapitalo kainą, pasirenkama imti ilgalaikę paskolą su 6,1% palūkanomis. Grąžinant bankui 40% veiklos pelno, kiekvienais metais. 15.241,00 tūkst. €.

Lentelė 31. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas [37].

Rodikliai	Metai					
	0	I	II	III	IV	V
1. Kredito (paskolos) suma, tūkst. €						
Ilgalaikė	186.043,11	151.882,68	117.722,26	83.561,84	49.401,42	15.241,00
2. Metinė palūkanų norma, %:						
Ilgalaikės paskolos	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10
3. Palūkanos, tūkst. €						
Ilgalaikės	11.348,63	9.264,84	7,181,06	5.097,72	3.013,49	929,70
4. Ilgalaikio kredito padengimas (grąžinimas), tūkst. €		34.160,42	34.160,42	34.160,42	34.160,42	15.241,00

10.7. Gaminių kainos skaičiavimas

Apskaičiavus visas sąnaudas, nustatome gaminių kainas. Apskaičiuojama remiantis jų gamybos pilnomis išlaidomis ir planuojama pelno norma (rentabilumu), kuris lygus 10 %.

Lentelė 32. Gaminių kainų apskaičiavimas.

Gaminiai	Gamybinė savikaina, tūkst. €	Veiklos sąnaudos, tūkst. €	Investicinės veiklos sąnaudos, tūkst. €	Pilnoji savikaina, tūkst. €	Pelnas		Viso tūkst. €
					Rentabilumo procentas	tūkst. €	
Kanapių ekstraktas 1kg	21,73	6,52	6,57	34,81	10	3,48	38,29

10.8. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Šioje dalyje teikiami pelno (nuostolio) ataskaita ir apskaičiuoti grynieji pinigų srautai. Apskaičiuojant grynąjį pelną, atskaitoma 15% pelno mokestis.

Lentelė 33. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst. €.

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	I	II	III	IV	V
1. Pardavimo apimtis	325.469,34	325.469,34	325.469,34	325.469,34	325.469,34
2. Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	184.667,19	184.667,19	184.667,19	184.667,19	184.667,19
3. Bendras pelnas (nuostolis)	140.801,43	140.801,43	140.801,43	140.801,43	140.801,43
4. Veiklos sąnaudos	55.400,37	55.400,37	55.400,37	55.400,37	55.400,37
5. Veiklos pelnas (nuostolis)	85.401,05	85.401,05	85.401,05	85.401,05	85.401,05
6. Finansinė ir investicinė veikla					
6.2. Sąnaudos	9.264,84	7,181,06	5.097,72	3.013,49	929,70
7. Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą	76.136,21	78.210,00	80.303,78	82.387,57	84.471,35
8. Pelno mokestis	11.420,43	11.733,00	12.045,57	12.358,14	12.670,70
9. Grynasis pelnas (nuostolis)	64.715,78	66.487,00	68.258,21	70.029,43	71.800,65

Lentelė 34. Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita.

Eil. Nr.	Rodikliai	Projektiniais metais	1-siais metais	2-siais metais	3-siais metais	4-siais metais	5-siais metais
1.	Pinigų srautai iš įmonės veiklos tūkst. €.						
1.1.	Grynasis pelnas (nuostolis)	0	64.715,78	66.487,00	68.258,21	70.029,43	71.800,65
1.2.	Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos	0	19,27	19,27	19,27	19,27	19,27
1.3.	Investicijos į apyvartinį kapitalą	-186.043,10	0	0	0	0	0
1.4.	Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas	11.348,63	9.264,84	7,181,06	5.097,72	3.013,49	929,70
2.	Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos tūkst. €.	-186.043,10	-121.327,33	-54.840,33	13.417,88	83.447,36	155.248,00

10.9. Investicijų efektyvumo vertinimas

10.9.1. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštų skaičiavimas

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai apskaičiuojami pagal formulę:

$$KK = W_{is} \cdot k_{is} + W_{pr} \cdot k_{pr} + W_p \cdot k_p; \quad (10.9.1.1.)$$

Čia:

W_{is} , W_{pr} , W_p – svarumo koeficientai, parodantys įsiskolinimų, privilegijuotųjų ir paprastųjų akcijų lyginamąjį svorį kapitalo struktūroje.

Kadangi įmonė nesiekia parduoti akcijų ar obligacijų, tai privilegijuotųjų ir paprastųjų akcijų svarumo koeficientus eliminuojame.

Įsiskolinimų (paskolos) kaštai k_{is} paskaičiuojama pagal lygtį:

$$k_{is} = i \cdot (1 - M) \quad (10.9.1.2.)$$

Čia:

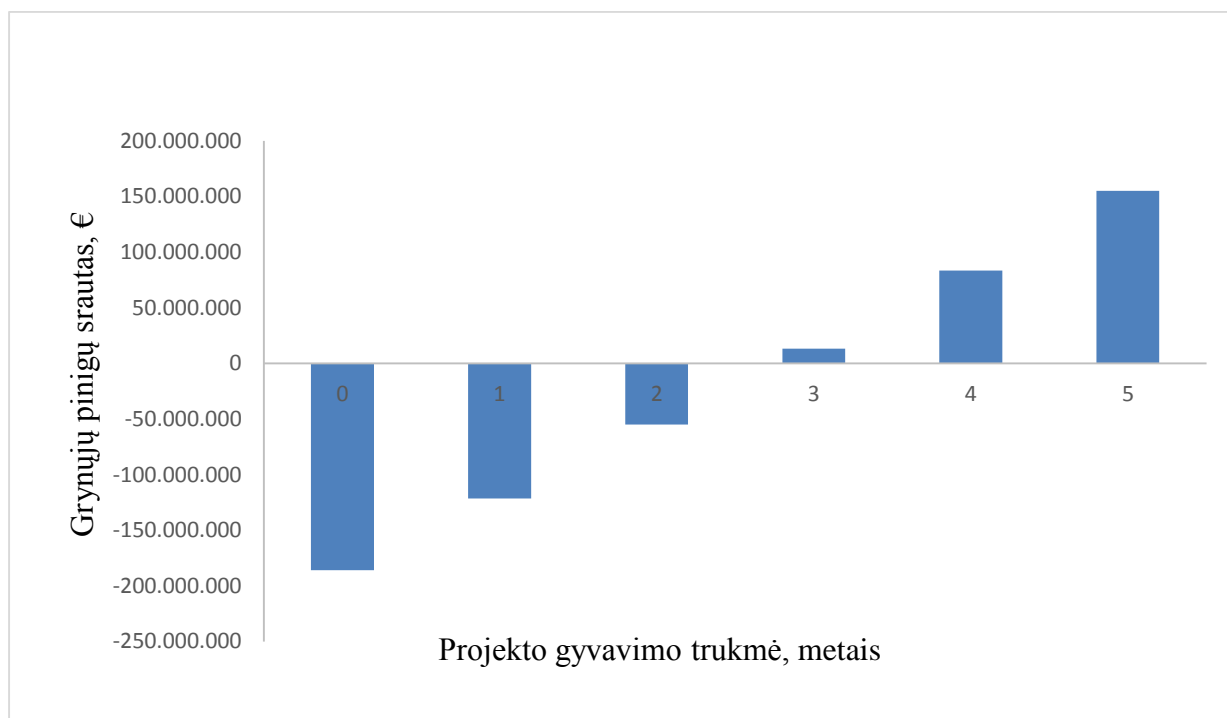
i – palūkanų norma paskolai, %;

M – vidutinė mokesčių norma, kurią sudaro 15 %.

Taigi kapitalo kaštai:

$$KK = 1 * 6,1(1 - 0,15) = 5,19$$

10.9.2. Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodo skaičiavimas



Pav. Klaida! Jei norite tekstui, kuris bus čia rodomas, taikyti 0, naudokite skirtuką
Pagrindinis.21. Projekto atsipirkimo diagrama.

10.9.3. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas

Sumuojant grynuosius GPS, diskontuotus pagal kapitalo kainą, gauname grynąją esamąją vertę (GEV). GEV – tai visų projekto diskontuotų GPS suma, pradedant nuliniiais metais.

$$GEV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t}; \quad (10.8.3.1.)$$

Čia: KK – kapitalo kaina/diskonto norma, vieneto dalimis;

$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t}$ – grynujų pinigų srautų, diskontuotų diskonto norma r , visų metų, pradedant

nuliniais, suma.

Taigi grynoji esama vertė:

$$GEV = 107.162.423 \text{ €}$$

GEV reiškia, kad tokia suma padidės įmonės turtas.

10.9.4. Vidinės pelno normos skaičiavimas

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

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+KK)^t} = 0. \quad (10.8.4.1.)$$

Vidinė pelno norma lygi 24%.

10.9.5. Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas

Jis parodo santykinį projekto pelningumą arba dabartinę pelno vertę, tenkančią dabartinių išlaidų vienam piniginiam vienetui. Projektas yra priimtinas, jei PI yra didesnis už vienetą; kuo jis didesnis, tuo projektas priimtinesnis.

Pelningumo arba rentabilumo indeksas – tai pelno ir išlaidų santykis:

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{GPS_i}{(1+KK)^i} \right)}{GPS_0}; \quad (10.8.5.1.)$$

Čia:

$\frac{GPS_i}{(1+KK)^i}$ – diskontuotų GPS suma, pradedant pirmaisiais metais;

GPS_0 – nulinių metų GPS.

Taigi pelningumo indeksas yra lygus:

$$PI=1,54$$

10.9.6. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taškas (arba Lūžio momentas) – tai tokia pardavimų apimtis, kuriai esant bendrosios pajamos lygios visiems gamybos kaštams ir įmonės pelnas lygus nuliui. Pagal lūžio tašką galima nustatyti, kokį kiekį produkcijos reikia pagaminti ir parduoti, kad įmonės veikla būtų pelninga.

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

$$B_{Lj} = \frac{PK_j}{c_j - kk_j}; \quad (10.8.6.1.)$$

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

PK_j – j-ajam gaminiui priskiriama visa pastoviųjų kaštų suma, €;

c_j – j-ojo gaminio vieneto kaina, €;

kk_j – j-ojo gaminio vieneto kintamieji kaštai, €.

Lentelė 35. Lūžio taško apskaičiavimas.

Rodikliai	Distiliuotas kanapių ekstraktas 1kg.
Pastoviųjų kaštų suma, tūkst. €	55.400,37
Gaminio kaina, tūkst. €	38,29
Gaminio kintamieji kaštai, tūkst. €	34.809,56
Lūžio taškas, vnt.	15915,28
Pardavimų planas, vnt.	8.500,00

10.10. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai

Šiame skyriuje yra pateikiama įmonės pagrindiniai ekonominiai rodikliai, nusakantys svarbiausius įmonės darbo parametrus.

1. Rentabilumo rodikliai:

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

$$R_{ap} = (P \times 100) / B_{pard}; \quad (10.9.1.)$$

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

Čia:

GK ir VS – atitinkamai: parduodamos produkcijos gamybos kaštai ir veiklos sąnaudos, €;

B_{pard} – pardavimo apimtis, €;

PF ir AL – atitinkamai: pagrindinių priemonių ir apyvartinių lėšų vertė, €.

Taigi:

$$R_{pro} = 35,57 \%$$

$$R_{ap} = 52,64 \%$$

$$R_k = 39,24 \%$$

2. Produkcijos imlumo apyvartinėms lėšoms rodiklis (I_{prod}).

$$I_{prod} = 6517,69 \text{ €}$$

Atlikus ekonominį vertinimą, galima teigti, kad projektas yra rentabilus ir efektyvus. Naujas produktas turi paklausą ir investavus į šį projektą, trijų metų bėgyje pasiekiamas atsiperkamumas.

IŠVADOS

Šio technologinio – ekonominio baigiamojo darbo metu atlikta pluoštinių kanapių – *Cannabis Sativa* literatūrinė apžvalga. Pateikta laboratorinių tyrimų metu gauti rezultatai. Kuriant vakuuminės distiliacijos įrenginį, atlikti statybiniai sprendimai. Pateikti technologiniai ir ekonominiai skaičiavimai, bei darbuotojų saugos ir sveikatos, aplinkosaugos vertinimai.

Šio darbo pateikti sprendimai, vertinimai ir skaičiavimai leidžia padaryti tokias išvadas:

1. Pluoštinių kanapių *Cannabis Sativa* ekstraktuose, gautuose superkritinės CO₂ ekstrakcijos metu, yra 9,29 % pagrindinio komponento kanabidiolio.
2. Vykiant *Cannabis Sativa* ekstrakto distiliacija vandens garais atmosferinėmis sąlygomis, gaunami nežymus aktyvaus komponento koncentracijos didėjimas, todėl šis metodas yra neefektyvus.
3. Vykiant *Cannabis Sativa* ekstrakto vakuuminės distiliacijos būdu, gaunamas aktyvaus komponento koncentracijos didėjimas. Tyrimo metu nustatytos optimalios darbo sąlygos, gaunant 17 % distiliato išeigą, kurio sudėtyje yra 75 % kanabidiolio. Vakuuminė distiliacija vykdoma esant 1 mbar vakuumui, bei 290 °C temperatūrai.
4. Pagal nustatytas optimalias vakuuminės distiliacijos darbo sąlygas, suprojektuota vakuuminės distiliacijos technologinė linija, bei pagrindinis distiliacijos įrenginys. Atlikti įrenginio konstrukciniai ir ekonominiai skaičiavimai, perdirbant 50 t kanapių ekstrakto.
5. Atlikti statybiniai sprendimai, brėžiniuose aiškiai parodomi technologinio pastato gabaritai, įrenginių ir patalpų išdėstymas, parinktos tinkamos statybinės medžiagos pastato statybai.
6. Aplinkosauginių vertinimu, nustatomos pašalinių medžiagų kiekiai, jų įtaka aplinkai. Nustatyta, kad technologinis įrenginys nedaro taršos poveikio aplinkai, o susidaręs vakuuminio distiliato likutis išvežamas kompostavimui.
7. Darbuotojų saugos ir sveikatos vertinimu nustatyta pagrindiniai fizikiniai ir cheminiai veiksniai. Parinktos atitinkamos apsaugos priemonės, numatytos saugios gamybos ir priešgaisrinės saugos priemonės. Suprojektuota pastato apsauga nuo žaibo.
8. Atlikti įrenginio konstrukciniai, ir ekonominiai skaičiavimai.
9. Ekonominė analizė rodo, kad projektas atsiperka trečiais gyvavimo metais.

LITERATŪRA

1. Best Outdoor Marijuana Seeds For Your Climate [interaktyvus]. 2015 Banaldis 24. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://www.ilovegrowingmarijuana.com/what-marijuana-strain-to-grow-outdoors-in-your-specific-climate/>>.
2. The Cannabis grow Bible [interaktyvus]. 2015 kovo 23. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://www.kindgreenbuds.com/cannabis-grow-bible/species/>>.
3. Cannabis [interaktyvus]. 2012 Rugsėjis 19. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://www.abc.net.au/health/library/stories/2002/08/22/1829503.htm>>.
4. Wild Cannabis Ruderalis bud and seeds – a lucky find [interaktyvus]. 2015 kovo 23. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <https://cannabisgrowing.wordpress.com/2012/09/19/wild-cannabis-ruderalis-bud-and-seeds-a-lucky-find/>>
5. Marry Brett, Anglija.Kanapės verčia susirūpinti. Pranešimas CIADO organizacijos surengtai tarptautinei konferencijai, Rumunija, 2008.
6. Kanapės senovės Lietuvoje, BPKAPA [interaktyvus]. 2013 kovas. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< http://www.archive-lt-2013.com/lt/h/2013-05-22_2129460_30/Kanap%C4%97s-senov%C4%97s-Lietuvoje-BPKAPA/>.
7. Kodėl kanapė? [Interaktyvus]. 2013 kovo 5. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://www.naturehemp.com/p/kodel-kanape.html#axzz3UrCvTWfb>>.
8. Kanapė supermaistas [interaktyvus] 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://hempcamp.org/kanape-maiste/kanape-supermaistas/>>.
9. What is CBD? [interaktyvus]. 2015 -. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://cbdcrew.org/what-is-cbd> >.
10. Cannabidiol:from an inactive cannabinoid ti a drug with wide spectrum of action [interaktyvus]. 2008 kovo 7. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://www.scielo.br/pdf/rbp/v30n3/a15v30n3.pdf> >.
11. Extraction Methods [interaktyvus]. 2015-. 2015 Gegužės 3. Prieiga per internetą:< <http://www.projectcbd.org/products/concentrates/> >.
12. Virginija Jakubkienė, Algirdas Brukštus organinės „Chemijos laboratoriniai darbai“ mokomoji knyga.Vilniaus universitetas. Vilnius.
13. Alfredas Balandis, Aras kantautas, Benonas Leskauskas, Giedrius Vaickelionis, Zenonas Valančius, „Chemijos inžinerija II“, „KTU leidykla 2007m“.

14. А. Г.Сарданашвили, А. И. Львоваб „Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа“, Москва, 1980.
15. А.И.Скобло, Ю.К.Молоканов, А.И.Владимиров, В.А.Щулкунов, „Рпоцессы и аппараты нефте-газо-переработки и нефтехимии“, Москва 2000.
16. Эмирджанов Р.Т., Лемъеранский Р. А. Основы технологический расчетов в нефтепереработке и нефтехимий. Москва, 1989.
17. 2013m. Pasėlių deklaravimo statistika rajonuose pagal deklaruotus plotus [interaktyvus]. 2015m kovas. 2015 Gegužės 12. Prieiga per internetą:
< <https://www.nma.lt/index.php/parama/tiesiogines-ismokos/statistika/349> >.
18. Apie seniūnija [interaktyvus]. 2015m kovas 13. 2015 Gegužės 15. Prieiga per internetą:
< <http://dainava.kaunas.lt/index.php?2071787922>>.
19. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004, Nr.134-4878.
20. Dujinio ir skysto azoto domenu lapas. Priedas 1.
21. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšviestos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. Teisės aktų registras, Nr. 2014-05119
22. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybinės žinios, 2005, Nr.53-1804.
23. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Paramertų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybinės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
24. STR 2.01.06:2009 Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo. Valstybės žinios, 2009, Nr. 138-6095.
25. Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos zonos skaičiavimas [interaktyvus] 2015 -. 2015 Gegužės 20. Prieiga per internetą: < <http://www.manoenergija.lt/2-zaib.-apsaug.-zonos-skaic.html> >.
26. Išorinė apsauga nuo žaibo [interaktyvus]. 2015 . 2015 Gegužės 21. Prieiga per internatą:
<<http://remontogidas.lt/images/elektra/Isorine%20apsauga%20nuo%20zaibo.%20www.remontogidas.lt.pdf> >
27. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybinės žinios, 2010, Nr. 99-5167:
28. Priešgaisrinė įranga darbo saugos priemonės [interaktyvus].2015-. 2015 Gegužės 21. Prieiga per internetą: < <http://www.geslita.lt/priesgaisrines-prekes/gesintuvai> >.
29. Informacija apie chemines medžiagas ir preparatus [interaktyvu]. 2015 -. 2015 Gegužės 23. Prieiga per internetą:
<<http://infochema.gamta.lt/infochema/rsearch/index.jsp?url=&inlanguage=lt&pathId=14>>.

30. Dėl Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministro 1999 m. liepos 14 d. Įsakymo nr. 217 „Dėl atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo“ pakeitimo. 2012 m. sausio 31d. Nr. D1-85, Valstybės žinios, 2012-02-04, Nr. 16-697 .
31. Technikos nuomos kaina [interaktyvu]. 2015- . 2015 Gegužės 23. Prieiga per internetą:
< <http://krumupievupjovimas.lt/lt/top/kainos/>>.
32. Nekilnojamo turto pastatų projekto kainos [interaktyvus]. 2015 - . 2015 Gegužės 23. Prieiga per internetą: < <http://eksploit.lt/projektai/> >.
33. Nekilnojamo turto skelbimai [interaktyvu]. 2015 Gegužė 23. 2015 Gegužė 22. Prieiga per internetą:
<http://www.aruodas.lt/sklypai/kaune/?detailed_search=&redirect_skelbiu=0&redirect_edomus=0&obj=11&FRegion=43&FDistrict=6&FAreaOverAllMax=&FAreaOverAllMin=&FOfferType=0&FPriceMax=&FPriceMin=&FOrdDir=did&gclid=CjwKEAajw96aqBRDNhM6MtJfE-wYSJADiMfggpqnmUbtOeHVfGjoOCYKwxUeDap1PpDHPieTT7VIVFRoC6ifw_wcB&Page=3>
34. Mokesčiai [interaktyvu]. 2015 - . 2015 Gegužės 23. Prieiga prie interneto:
<<http://www.verslilietuva.lt/lt/verslo-pradzia/veikla/mokesciai/>>.
35. Elektros energija [interaktyvu]. 2015 sausio 2. 2015 Gegužės 24. Prieiga prie interneto:
<<http://www.lesto.lt/lt/privatiems/elektros-energijos-kainos-ir-tarifu-planai/elektros-energijos-kainos-eurais-2015.html>>.
36. Palūkanų normos [interaktyvu]. 2015 kovo 23. 2015 Gegužės 24. Prieiga prie interneto:
<<https://www.swedbank.lt/lt/pages/bendros-kredito-kainos-metine-norma-akl>>.

PRIEDAI