



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

# **Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Marius Andrešiūnas**

Projekto autorius

**Doc. dr. Linas Miknius**

Vadovas

---

**Kaunas, 2024**



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

## **Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą**

Baigiamasis magistro studijų projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

---

**Lekt. dr. Odeta Viliūnienė**

Statybinių sprendimų dalies  
konsultantė

**Marius Andrešiūnas**

Projekto autorius

**Prof. dr. Irena Pekarskienė**

Finansinių ir ekonominių  
skaičiavimų dalies  
konsultantė

**Doc. dr. Linas Miknius**

Vadovas

**Prof. dr. Gintaras Denafas**

Aplinkosauginio vertinimo  
konsultantas

**Prof. Habil. dr. Vytautas  
Mickevičius**

Recenzentas

**Doc. dr. Dalia Nizevičienė**

Darbuotojų saugos ir  
sveikatos dalies konsultantė

---

**Kaunas, 2024**



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

Marius Andrešiūnas

## **Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Marius Andrešiūnas

*Patvirtinta elektroniniu būdu*



## Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Tvirtinu:  
Cheminės technologijos fakulteto dekanas  
Doc. dr. V. Kitrytė-Syrpa

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

Dekano potvarkis Nr. V25-02-23,  
2024 m. gegužės mėn. 15 d.

2024 m. vasario mėn 12 d.

### Baigiamojo magistro projekto užduotis

Projekto tema

Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – perdirbti naftos produktų atliekas į bazinę alyvą.  
Darbo uždaviniai:

- atlikti literatūros analizę apie naftos produktų atliekas, jų rūšis, perdirbimo į bazinę alyvą būdus ir kiekius Lietuvoje bei užsienyje;
- laboratorijoje ištirti naftos produktų atliekų mišinio distiliacijos charakteristiką, nustatyti potencialią tepalinio distiliato išėigą, ištirti savybes ir atlikti kokybės gerinimą;
- sudaryti šios žaliavos perdirbimo technologinę schemą;
- pateikti statybinius sprendimus su brėžiniais;
- atlikti ekonominius ir finansinius projekto skaičiavimus;
- atlikti aplinkosauginį įvertinimą;
- aprašyti saugios gamybos ir gaisrinės saugos reikalavimus.

Reikalavimai ir sąlygos

Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanų 2024 m. kovo 6 d. potvarkiu Nr. V25-02-10 patvirtintuose „Pirmosios pakopos studijų programos Cheminė technologija ir inžinerija ir antrosios pakopos studijų programos Chemijos inžinerija baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodiniuose reikalavimuose“.

Vadovas:

Doc. dr. Linas Miknius

2024-02-05

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Užduotį gavau:

Marius Andrešiūnas  
(studento vardas, pavardė)

2024-02-05  
(parašas, data)

Andrešiūnas, Marius. Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Linas Miknius; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: bazinė alyva, naftos produktų atliekos, atmosferinė distiliacija, vakuuminė distiliacija, adsorbicija, klampos indeksas.

Kaunas, 2024. 87 p.

### **Santrauka**

Šiame baigiamajame magistro projekte yra suprojektuotas naftos produktų atliekų perdirbimo gamybinės linijos patobulinimas, kurio pagalba naftos produktų atliekos yra perdirbamos iki bazinės alyvos bei kitų didelę paklausą turinčių produktų, tokių kaip, benzinas ir dyzelinas. Patobulinimas yra diegiamas jau egzistuojančioje įmonėje, kurioje gamybos linija užsibaigdavo ties atmosferine distiliacija. Į naujinimą įeina dviejų pagrindinių įrengimų įdiegimas – vakuuminės distiliacijos kolonos bei dviejų adsorberių, įkrautų adsorbentu (Fulerio žeme), modulio.

Projekte yra atlikta literatūros, susijusios su naftos produktų atliekų perdirbimu, apžvalga, tiriamoji dalis, kurioje aprašyti atmosferinės distiliacijos, vakuuminės distiliacijos, klampos indekso nustatymo bei adsorbicijos Fullerio žeme eksperimentai. Inžinerinėje dalyje yra pateikta proceso technologinė schema su aprašymu bei pagrindiniai technologiniai skaičiavimai, statybnių sprendimų aprašymo dalis, atlikti finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai bei aplinkosauginis vertinimas. Darbuotojų saugos ir sveikatos dalyje yra pateiktos projektuojamo objekto charakteristikos, darbo aplinkos profesinės rizikos vertinimas, aprašomas gamybos saugumas, higieniškas bei atitikimas gaisrinės saugos reikalavimams. Grafinėje dalyje yra pateikti *AutoCad* programa ant A1 formato lapų nubraižyti pricipinės technologinės schemos, sklypo plano bei gamybos modulio ir jo pjūvio brėžiniai.

Andrešiūnas, Marius. Processing of Waste Oil Products into Base Oil. Master's Final Degree Project / supervisor doc. dr. Linas Miknius; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Engineering Sciences, Chemical Engineering.

Keywords: base oil, petroleum waste, atmospheric distillation, vacuum distillation, adsorption, viscosity index.

Kaunas, 2024. 87 p.

### **Summary**

In this Master's Final Degree Project, an improvement of the production line for processing petroleum waste is designed. This improvement enables the recycling of petroleum waste into base oil and other high-demand products such as gasoline and diesel. The enhancement is implemented in an existing company where the production line previously ended at atmospheric distillation. The upgrade involves the installation of two main pieces of equipment – a vacuum distillation column and a module of two adsorbers filled with an adsorbent (Fuller's earth).

The project includes a survey of the literature related to petroleum waste recycling, an experimental part describing the processes of atmospheric distillation, vacuum rectification, viscosity index determination, and adsorption with Fuller's earth. The engineering section provides a technological process diagram with description and key technological calculations, a description of construction solutions, financial and economic calculations, and an environmental assessment. In the safety and health of employees part, the characteristics of the designed facility are presented, along with an occupational risk assessment of the work environment, descriptions of production safety, hygiene, and fire safety requirements. The drawings section includes principal technological scheme, site plan, and production module with sectional drawing created with *AutoCAD* software on A1 format sheets.

## Turinys

<b>Lentelių sąrašas .....</b>	<b>9</b>
<b>Paveikslų sąrašas .....</b>	<b>11</b>
<b>Įvadas.....</b>	<b>12</b>
<b>1. Literatūros apžvalga .....</b>	<b>13</b>
1.1. Procesai naudojami variklinių alyvų regeneracijai.....	13
1.1.1. Regeneracijos procesas naudojant rūgštį ir molį.....	13
1.1.2. Ekstrakcija tirpikliu .....	13
1.1.3. Vakuuminė distiliacija.....	14
1.1.4. Hidrinimas .....	14
1.1.5. Regeneracija naudojant membranas .....	14
1.1.6. Katalitiniai procesai.....	15
1.2. Europoje naudojami variklinių alyvų regeneracijos būdai.....	15
1.2.1. „Hylube“ regeneracijos procesas.....	15
1.2.2. MRD ekstrahavimo tirpikliu procesas.....	16
1.2.3. „Revivoil“ procesas bei jo pokytis .....	17
1.2.4. „Snamprogetti“ procesas .....	18
1.3. Variklinių alyvų regeneracija laboratorijos sąlygomis.....	18
1.3.1. Apdorojant rūgštimi ir atliekant balinimą .....	18
1.3.2. Apdorojant ksilenu .....	19
1.3.3. Ekstrahuojant tirpikliu .....	20
1.4. Žaliavos angliavandenilių įtaka pagamintoms bazinėms alyvoms.....	20
1.4.1. Žaliavą sudarantys komponentai .....	20
1.4.2. Teigiamos angliavandenilių savybės, lemiančios alyvų kokybę.....	21
1.5. Žaliavinės naftos rūšys .....	23
1.6. Žaliavos parinkimas bazinių alyvų gamybai .....	23
1.7. Aspektai, kurie lemia sieros kiekio bazinėse alyvose ribojimą.....	25
1.8. Pagrindiniai bazinių alyvų tipai.....	25
1.9. Variklinių alyvų pagrindinės funkcijos .....	26
<b>2. Tiriamoji dalis.....</b>	<b>27</b>
2.1. Medžiagos ir įranga .....	27
2.2. Žaliavos filtracija (mechaninis perskyrimas) .....	27
2.3. Atmosferinė distiliacija (žaliavos frakcinės sudėties nustatymas).....	28
2.4. Vakuuminė distiliacija.....	34
2.5. Klamos indekso nustatymas .....	37
2.6. Bazinės alyvos apdirbimas Fulerio žeme .....	38
2.7. Tyrimų rezultatai ir išvados.....	40
<b>3. Inžinerinė dalis.....</b>	<b>41</b>
3.1. Technologinė dalis.....	41
3.1.1. Technologinė schema .....	41
3.1.2. Technologiniai skaičiavimai.....	43
3.1.3. Žaliavos bei produktų reikalavimai .....	45
3.2. Statybiniai sprendimai .....	45
3.3. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.....	47
3.3.1. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas .....	47

3.3.2.	Produkcijos gamybos apimtys .....	48
3.3.3.	Tiesioginiai gamybos kaštai .....	48
3.3.4.	Netiesioginiai gamybos kaštai .....	52
3.3.5.	Bendri gamybos kaštai .....	54
3.3.6.	Veiklos kaštai .....	55
3.3.7.	Finansinės sąnaudos .....	56
3.3.8.	Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai .....	57
3.3.9.	Produktų kainų skaičiavimas .....	57
3.3.10.	Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas .....	58
3.3.11.	Projekto pelnas ir grynujų pinigų srantai.....	59
3.3.12.	Projekto investicijų efektyvumo vertinimas.....	61
3.3.13.	Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai.....	64
3.4.	Aplinkosauginis vertinimas .....	66
3.4.1.	Bendrieji duomenys.....	66
3.4.2.	Atliekos.....	68
3.4.3.	Aplinkos oro tarša.....	69
3.4.4.	Vartojamas vanduo ir susidaranti nuotekos .....	71
3.4.5.	Apibendrinimas .....	72
<b>4.</b>	<b>Darbuotojų sauga ir sveikata .....</b>	<b>74</b>
4.1.	Projektuojamo objekto charakteristika .....	74
4.2.	Profesinės rizikos vertinimas.....	74
4.3.	Saugi gamyba .....	77
4.4.	Darbo higiena .....	78
4.5.	Gaisrinė sauga .....	79
<b>5.</b>	<b>Grafinė dalis.....</b>	<b>81</b>
	<b>Išvados .....</b>	<b>82</b>
	<b>Literatūros sąrašas .....</b>	<b>83</b>
	<b>Priedai.....</b>	<b>87</b>
1	priedas. Naftos produktų atliekų perdirbimo į bazinę alyvą technologinė schema .....	87
2	priedas. Įmonės sklypo planas .....	87
3	priedas. Gamybos modulio planas su įrengimų išdėstymu .....	87
4	priedas. Technologinės linijos pjūvis .....	87
5	Statybinių sprendimų dalies konsultanto patvirtinimas.....	87
6	Finansinių ir ekonominių skaičiavimų dalies konsultanto patvirtinimas .....	87
7	Aplinkosauginio vertinimo dalies konsultanto patvirtinimas.....	87
8	Darbuotojų saugos ir sveikatos dalies konsultanto patvirtinimas.....	87



## Lentelių sąrašas

<b>1.1 lentelė.</b> Įvairių rūšių angliavandenilių struktūros [8, 9] .....	21
<b>1.2 lentelė.</b> Pagrindinių bazinių alyvų komponentų kokybinių rodiklių palyginimas [3].....	22
<b>1.3 lentelė.</b> Alyvų, pagamintų, perdirbant skirtinguose regionuose išgautą naftą, pagrindinės savybės [7] .....	24
<b>2.1 lentelė.</b> Frakcinės sudėties nustatymo duomenys (pirmi 3 bandymai) .....	29
<b>2.2 lentelė.</b> Frakcinės sudėties nustatymo duomenys (4; 5; 6 bandymai ir visų šešių bandymų vidurkis).....	30
<b>2.3 lentelė.</b> Visų trijų atmosferinės distiliacijos bandymų masės balanso rezultatai .....	32
<b>2.4 lentelė.</b> Visų keturių vakuuminės distiliacijos bandymų masės balanso rezultatai.....	36
<b>2.5 lentelė.</b> Pagrindinių parametrų suvestinė lentelė.....	40
<b>3.1 lentelė.</b> Atmosferinės ir vakuuminės distiliacijos kolonų bei adsorberio medžiagų masės balansas .....	43
<b>3.2 lentelė.</b> Vakuuminės distiliacijos kolonos skersmens skaičiavimams reikalingi parametrai .....	43
<b>3.3 lentelė.</b> Vakuuminės distiliacijos kolonos aukščio skaičiavimams reikalingi parametrai .....	44
<b>3.4 lentelė.</b> Apskaičiuotas vakuuminės distiliacijos aukštis.....	44
<b>3.5 lentelė.</b> Įmonės sklypo, pastato bei gamybos modulio techniniai parametrai [48] .....	46
<b>3.6 lentelė.</b> Technologinių įrengimų vertė [14].....	47
<b>3.7 lentelė.</b> Produkcijos gamybos apimtys planavimas [14] .....	48
<b>3.8 lentelė.</b> Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms [14] .....	48
<b>3.9 lentelė.</b> Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui (operatorių darbo užmokesčiui) [14] .....	50
<b>3.10 lentelė.</b> Tiesioginės išlaidos elektros energijai [14] .....	51
<b>3.11 lentelė.</b> Netiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui [14] .....	52
<b>3.12 lentelė.</b> Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija) [14] .....	52
<b>3.13 lentelė.</b> Netiesioginių gamybos išlaidų sąmata, tūkst. Eur [14] .....	53
<b>3.14 lentelė.</b> Gamybos kaštai [14].....	54
<b>3.15 lentelė.</b> Veiklos sąnaudų paskirstymas [14] .....	55
<b>3.16 lentelė.</b> Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas [14] .....	56
<b>3.17 lentelė.</b> Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai [14] .....	57
<b>3.18 lentelė.</b> Gaminių kainų apskaičiavimas [14] .....	57
<b>3.19 lentelė.</b> Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis [14].....	59
<b>3.20 lentelė.</b> Pelno (nuostolio) ataskaita [14].....	59
<b>3.21 lentelė.</b> Finansinės būklės pakeitimų (pinigų srautų) ataskaita [14].....	60
<b>3.22 lentelė.</b> Diskonto normos nustatymas [14].....	61
<b>3.23 lentelė.</b> Projekto paprasti ir diskontuoti grynieji pinigų srautai (GPS), tūkst. Eur. [14].....	61
<b>3.24 lentelė.</b> Projekto ekonominio vertinimo rodikliai [14].....	62
<b>3.25 lentelė.</b> Lūžio taško skaičiavimas [14] .....	63
<b>3.26 lentelė.</b> Projekto balansas [14] .....	64
<b>3.27 lentelė.</b> Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai [14] .....	64
<b>3.28 lentelė.</b> Energijos suvartojimas .....	66
<b>3.29 lentelė.</b> Energijos gamyba .....	66
<b>3.30 lentelė.</b> Duomenys apie naudojamas žaliavas, chemines medžiagas ar preparatus [25, 26, 27, 28, 38, 39, 40].....	66
<b>3.31 lentelė.</b> Žaliavų bei produktų sandėliavimas [44] .....	68
<b>3.32 lentelė.</b> Pavojingų atliekų tvarkymas [41, 42].....	69

<b>3.33 lentelė.</b> Į aplinkos orą išmetami teršalai ir jų kiekis [43] .....	69
<b>3.34 lentelė.</b> Stacionarių taršos šaltinių fiziniai duomenys [43, 44] .....	70
<b>3.35 lentelė.</b> Tarša į aplinkos orą [43, 44, 45] .....	70
<b>3.36 lentelė.</b> Numatomas vandens vartojimas [43] .....	72
<b>3.37 lentelė.</b> Duomenys apie nuotekas [43] .....	72
<b>4.1 lentelė.</b> Identifikuoti rizikos veiksniai ir jų prevencinės priemonės [18, 19, 20, 21, 22, 23, 30]	75
<b>4.2 lentelė.</b> Sunaudojamų bei pagaminamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai [25, 26, 27, 28, 30] .....	77

## Paveikslų sąrašas

<b>1.1 pav.</b> „Hylube“ proceso schema [1, 11].....	16
<b>1.2 pav.</b> MRD proceso schema [1].....	17
<b>1.3 pav.</b> „Snamprogetti“ proceso schema [11].....	18
<b>1.4 pav.</b> Vandens ir lengvesniųjų angliavandenilių pašalinimas iš alyvos, vakuuminės distiliacijos metodu, laboratorijos sąlygomis [6] .....	20
<b>1.5 pav.</b> Lydymosi temperatūros ar klampos indekso priklausomybė nuo grandinės šakotumo [9] 22	
<b>2.1 pav.</b> Frakcinės sudėties nustatymo įrangos schema [12] .....	29
<b>2.2 pav.</b> Temperatūros priklausomybė nuo distiliato tūrio .....	31
<b>2.3 pav.</b> Alyva po adsorbcijos (b) ir prieš adsorbciją (a) .....	39
<b>3.1 pav.</b> Technologinė schema .....	42
<b>3.2 pav.</b> Diskontuoti pinigų srautai su atsipirkimo laiku [14].....	62
<b>3.3 pav.</b> Bazinės alyvos lūžio taškas [14] .....	63
<b>3.4 pav.</b> Dyzelino lūžio taškas [14] .....	64
<b>4.1 pav.</b> Bazinės alyvos gamybos zonos bei operatorinės evakuacijos planas .....	80

## Įvadas

Bazinės alyvos regeneracijos metu, mažos vertės naftos produktų mišinys yra perdirbamas į visą eilę angliavandenilių, turinčių ženkliai didesnę paklausą, tarpe kurių yra ir bazinė alyva. Šis produktas turi platų pritaikymą – nuo mechaninių detalių trinties mažinimo, taip prailginant jų tarnavimo laiką, iki paviršių aušinimo agento, metalo apdorojimo įrengimuose. Todėl gaminamų bazinių alyvų asortimentas yra ypač platus.

Bazinės alyvos iš naftos produktų atliekų gaunamos kombinuojant įvairius perskyrimo ir gryninimo procesus. Siekiant pagaminti bazinę alyvą iš naftos produktų atliekų, paprastai pradedama nuo mechaninio perskyrimo, išvalant mineralines priemaišas ir vėliau taikant atmosferinę bei vakuuminę distiliacijas, išskiriamos reikiamos virimo temperatūros intervalo frakcijos, kurios vėliau ekstrahuojamos, kristalizuojamos bei legiruojamos hidrovalymo procese. Žiūrint iš aplinkosauginės pusės bazinės alyvos regeneracija yra patrauklus procesas, nes jo žaliava yra naftos produktų atliekos, arba nekondiciniai naftos produktai, užteršti oksidacijos produktais bei mineralinėmis priemaišomis, kurie nebeteke savo pradinio pritaikymo. Taigi, vietoje to, kad šios atliekos būtų, sudeginamos ar kitaip utilizuojamos, jos yra perdirbamos iki bazinių alyvų, atstatant jų pirmykštę paskirtį. Beje perdirbant atliekas iki bazinės alyvos, gaunami ir kiti produktai (naftos dujos, benzinas, dyzelinas, gudronas), kurie turi platų pritaikymą energetinių produktų gamyboje bei naftos chemijos pramonėje.

Šiame darbe daugiausiai dėmesio yra skiriama tepalinės angliavandenilių frakcijos išskyrimui, kurios virimo temperatūra atitinka bazinės alyvos intervalą ir atliekami savybių tyrimai bei kokybės gerinimo bandymai. Remiantis tyrimų rezultatais atlikti gamybos įrengimų skaičiavimai, kurie leido suprojektuoti gamybos linijos įmonėje patobulinimą. Atlikti projekto finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai, pateikti ir aprašyti technologinės schemos, įmonės sklypo plano bei gamybos modulio su pjūviais brėžiniai. Taip pat, atliktas aplinkosauginis vertinimas bei pateikti darbuotojų saugos ir sveikatos vertinimo aspektai.

Darbo tikslas – perdirbti naftos produktų atliekas į bazinę alyvą.

Darbo uždaviniai:

1. atlikti literatūros analizę apie naftos produktų atliekas, jų rūšis, perdirbimo į bazinę alyvą būdus ir kiekius Lietuvoje bei užsienyje;
2. laboratorijoje ištirti naftos produktų atliekų mišinio distiliacijos charakteristiką, nustatyti potencialią tepalinio distiliato išėigą, ištirti savybes ir atlikti kokybės gerinimą;
3. sudaryti šios žaliavos perdirbimo technologinę schemą;
4. pateikti statybinius sprendimus su brėžiniais;
5. atlikti ekonominius ir finansinius projekto skaičiavimus;
6. aprašyti saugios gamybos ir gaisrinės saugos reikalavimus;
7. atlikti aplinkosauginį įvertinimą.

## 1. Literatūros apžvalga

Bendras alyvos regeneravimo procesas susideda iš kelių etapų. Visų pirma, panaudotas alyvos mišinys yra filtruojamas, kad pasišalintų kietosios dalelės. Tada vyksta vandens ir lengvųjų angliavandenilių (angliavandenilinių dujų, benzino bei dyzelino) pašalinimas distiliacijos būdu, gaunamas mazutas. Toliau vyksta vakuuminė distiliacija, kad iš mazuto būtų pašalintas dar likęs tam tikras dyzelino frakcijos kiekis bei alyvoms per sunkūs komponentai, pavyzdžiui, gudronas. Po vakuuminės distiliacijos atliekamas asfaltenu (juodų, turinčių didelį aromatikos kiekį bei sunkiai perdirbamų komponentų) pašalinimas. Šio veiksmo metu atliekamas sunkiai perdirbamų asfaltenu atskyrimas nuo lengvai perdirbamų komponentų, taikant jų skirtingą tirpumą. Asfaltenu pašalinimas gali būti atliekamas cheminiu būdu, naudojant propaną, atliekant ekstrahavimą tirpikliu. Taip pat, gali būti naudojamas fizikinis būdas – terminis asfaltenu pašalinimas. Vėliau gautas junginys yra apdirbamas moliu ar tam tikra žeme (Fulerio žeme, atapulgitu) arba hidrinamas (naudojant vandenilį ir katalizatorių), turint tikslą iš bazinės alyvos pašalinti dar likusias nepageidaujamas priemaišas, bei gauti šviesią spalvą [1, 2].

Norint išgauti tinkamą bazinę alyvą turi būti atlikti dar 3 procesai [2]:

- Aromatinių junginių, sudėtyje turinčių azoto ar sieros, pašalinimas. Šis veiksmas pagerina alyvų efektyvumą, suteikdamas joms atsparumą oksidacijai.
- Minimalizuota klampos priklausomybė nuo temperatūros (pagerintas klampos indeksas). Tai irgi gali būti pasiekama aromatinių angliavandenilių pašalinimo metu.
- Kristalizacijos temperatūros žeminimas, kad alyva būtų efektyvi esant žemai aplinkos temperatūrai. Tai pasiekama mažinant ilgų grandinių (didelės molekulinės masės) parafinų kiekį distiliate.

### 1.1. Procesai naudojami variklinių alyvų regeneracijai

#### 1.1.1. Regeneracijos procesas naudojant rūgštį ir moli

Reikia paminėti, kad panaudota alyva pirmiausia yra iš anksto apdorojama (dažniausiai vykdoma atmosferinė distiliacija), kad iš jos būtų pašalinti lengvieji angliavandeniliai ir vanduo. Tada yra pridama koncentruotos sieros rūgštys, kuri padeda nusodinti priemaišas, sulfidus ar kitus priedus. Paveikus sieros rūgštimi, alyva paliekama nusistovėti 24 valandoms 25 °C temperatūroje. Taip iš šių medžiagų susiformuoja dumblas, kuris yra atskiriamas nuo alyvos. Naudojant tam tikrus molius, tokie teršalai, pavyzdžiui, kaip organinės rūgštys, vaškai ar koloidai taip pat yra pašalinami iš regeneruojamos alyvos. Paminėtina, kad molis veikia ir kaip adsorbentas norint pašalinti nepageidaujamą spalvą ir kvapą. Galiausiai, yra vykdoma vakuuminė distiliacija, kurios metu yra siekiama išgauti tam tikrų savybių bazinę alyvą, nuo jos atskiriant sunkiojo dyzelino frakciją. Šiuo metodu gautos bazinės alyvos savybės nėra pačios geriausios, jos turi tam tikrą specifinį kvapą ir yra tamsios spalvos, taip pat, gana pastebimai padidėja policiklinių angliavandenilių skaičius. Dėl šio proceso metu susidarančio didelio kiekio pavojingų atliekų, metodas dabartiniais laikais nebėra plačiai taikomas, nors jis yra gana pigus. [1, 3, 11]

#### 1.1.2. Ekstrakcija tirpikliu

Šis metodas efektyviai pakeitė procesą apdorojant rūgštimi ir moliu, nes vykdant ekstrakciją tirpikliu gaunama bazinė alyva pasižymi geresniu oksidaciniu stabilumu, geresnėmis klampos ir temperatūros

charakteristikomis. Šiuo metodu gautos bazinės alyvos yra geresnės kokybės ir turi mažiau teršalų [3].

Priklausomai nuo užsibrėžto tikslo, gali būti naudojami įvairiausi tirpikliai, tokie kaip, 2-propanolis, 1-butanolis, N-metilpirolidonas, metiletilketonas (MEK), etanolis, toluenas, acetonas, propanas ir t. t. [3].

Kaip atliekama ekstrakcija tirpikliu plačiau yra aprašyta 1.2.2. skyrelyje.

### **1.1.3. Vakuuminė distiliacija**

Visų pirma panaudota variklinė alyva (žaliava) yra kaitinama iki maždaug 120 °C, norint pašalinti vandenį. Tada žaliava yra tiekama į vakuuminės distiliacijos koloną, kurioje palaikomas maždaug 20 mmHg slėgis ir 240 °C. Tokiu būdu nuo alyvos yra atskiriami lengvesnieji angliavandeniliai, kurie gali būti panaudojami šiame procese kaip kuras šilumai gauti, bei sunkesnieji angliavandeniliai (gudronas). Iš kolonos apačios išteka 240 °C frakcija – iš dalies regeneruota bazinė alyva, kuri dažniausiai yra tiekama kitam procesui – tolimesniam apdorojimui [3].

Pagrindiniai vakuuminės distiliacijos privalumai lyginant su atmosferine distiliacija yra, kad atskyrimas vykdomas žemesnėje temperatūroje, todėl išvengiama kai kurių angliavandenilių destrukcijos ir savybių pasikeitimo bei yra naudingiau atskirinti didelės virimo temperatūros komponentus, nes nereikia tokių didelių energijos sąnaudų [3].

Šiuo metodu gauta bazinė alyva vis dar pasižymi gana dideliu nešvarumų, metalų ir degimo produktų, tokių kaip, anglis, kiekiu. Todėl, kaip ir anksčiau paminėta, turi būti siunčiama tolimesniam apdirbimui kitais metodais, kuriuos taikant būtų kuo daugiau sumažinti šių teršalų kiekiai [3].

### **1.1.4. Hidrinimas**

Šis metodas dažniausiai yra taikomas po vakuuminės distiliacijos. Pastarojo proceso distiliatas yra hidrovalomas – veikiamas vandeniliu aukštame slėgyje ir temperatūroje kartu reakcijoje dalyvaujant ir tam tikram katalizatoriui. Hidrinimo metodo pagrindinis tikslas yra iš bazinės alyvos pašalinti chlorą, sierą, azotą ir nepageidaujamus organinius junginius, taip pat, paversti daugumą alyvos sudėtyje esančių angliavandenilių sočiaisiais. Išvalyta alyva pasižymi geresniu kvapu, spalva (sumažėja juodas atspalvis) ir cheminėmis savybėmis. [3]

Šis metodas turi gana daug privalumų. Iš gana prastos kokybės žaliavos gaunamos bazinės alyvos pasižymi stabilia, panašia į pirminę alyvą, spalva, aukšta klampumo indekso verte ir palyginti dideliu atsparumu oksidacijai. Taip pat, beveik visi šio proceso metu gauti šalutiniai produktai turi gana platų panaudojimą, taigi, nepanaudoto likučio beveik nelieka. Tačiau hidrinimas yra gana brangus procesas, nes jam reikalingas vandenilis bei dažnas katalizatoriaus keitimas [3].

### **1.1.5. Regeneracija naudojant membranas**

Priemaišos, tokios kaip, metalų ar dulkių dalelės iš panaudotos variklinės alyvos gali būti šalinamos ją praleidžiant per tam tikras polimerines membranas. Dažniausiai naudojamos polietersulfono (PES), polivinilideno fluorida (PVDF) ir poliakrilnitrilo (PAN) membranos. Procesas atliekamas palaikant maždaug 40 °C temperatūrą ir apytiksliai 0,1 MPa slėgį. Apdorota alyva tampa truputį skystesnė lyginant su žaliava ir pagerėja jos pliūpsnio taško vertė [3].

### 1.1.6. Katalitiniai procesai

Variklinių alyvų regeneracija atliekama naudojant katalizatorius. Vienas iš tokių procesų, kur yra naudojamas katalizatorius, yra vadinamas „Hylube“ procesas, apie kurį yra rašoma tolimesniame skyrelyje (žr. 1.2.1. skyrel.).

## 1.2. Europoje naudojami variklinių alyvų regeneracijos būdai

Šioje skiltyje aprašomi procesai dažniausiai yra sudaryti kombinuojant atskirus prieš tai jau aprašytus procesus į vieną technologiją. Pagrindiniai būdai [1, 3, 11]:

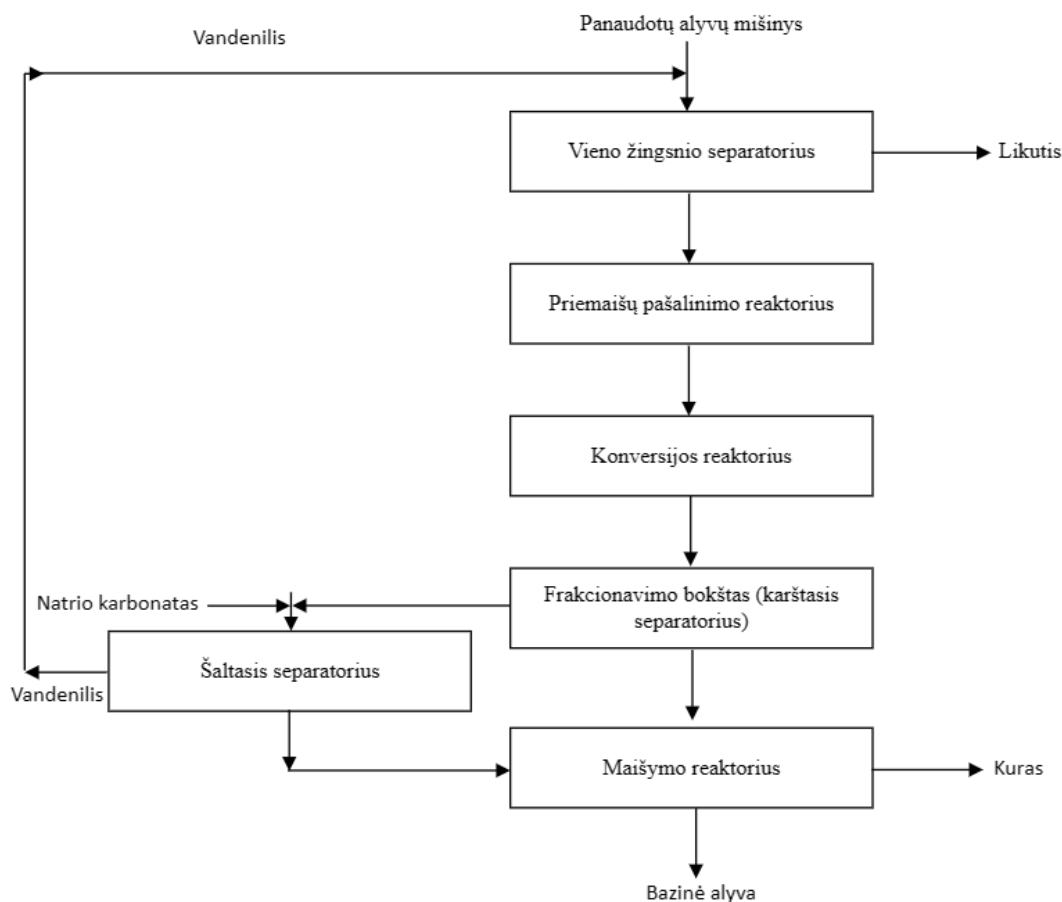
- regeneracijos procesas panaudojant rūgštį ir molį;
- „Hylube“ regeneracijos procesas;
- „Mineralol Raffinerie Dollbergen“ (MRD) ekstrahavimo tirpikliu procesas, naudojant N-metil-2-pirolidoną;
- „Revivoil“ procesas;
- „Snamprogetti“ procesas;
- „Vaxon“ procesas;
- „CEP“ procesas (alyvos regeneracijos procesas, kurį sukūrė draugija „Chemijos Inžinerijos Partneriai“ („Chemical Engineering Partners“));
- „Ecohuile“ procesas;
- „Recyclon“ procesas;
- „Interline“ procesas.

Šiame darbe yra aprašomi pirmi 5 būdai, pirmasis yra jau aprašytas aukščiau (1.1.1. skyrel.), o likę 4 aprašomi / aptariami tolesniuose skyreliuose.

### 1.2.1. „Hylube“ regeneracijos procesas

Šio proceso žaliava būna tam tikrų panaudotų alyvų mišinys, kuriose yra randama gana didelės koncentracijos geležies, cinko, fosforo ir kalcio. Šiam procesui yra tinkama žaliava, kuri nėra kaip nors iš anksto apdirbta ar paruošta. [1, 3]

Pirmoje proceso dalyje, taikant separatorių, žaliava yra atskiriama nuo lengvesniųjų komponentų ir nedistiliuojamų priemaišų. Vėliau srautas yra praleidžiamas per reaktorių, kuriame yra didelės poros turinčio katalizatoriaus, kuris surenka, metalo turinčias priemaišas ir tokiu būdu žaliava yra apvaloma nuo metalo junginių. Tada vyksta žaliavos hidrinimas pagrindiniame konversijos reaktoriuje. Jame palaikomas 60 – 80 barų slėgis ir 300 – 350 °C temperatūra. Čia hidrinimo metu regeneruojamos alyvos kokybė smarkiai pagerėja – išauga jos atsparumas oksidacijai ir išgaunama naujai alyvai būdingesnė spalva. Šiame reaktoriuje katalizatorius ne tik konvertuoja heteroatomus, tokius kaip sieras ir azotas, bet ir gali padidinti klampos indeksą, prisotindamas aromatinius junginius. Iš pagrindinio reaktoriaus srautas patenka į fraccionavimo bokštą (karštąjį separatorių), kur yra atskiriamos skirtingos frakcijos: benzinas, dyzelinas, gazolis ir bazinė alyva. Iš čia lengvesnieji angliavandeniliai patenka į žemos temperatūros (šaltąjį) separatorių, tik prieš tai jie yra sumaišomi su natrio karbonatu. Šiame separatoriuje nusistovi, tai yra, atsiskiria nuotekos (vanduo). Iš šaltojo reaktoriaus daug vandenilio turintys garai yra išvalomi, suspaudžiami, pakaitinami ir grąžinami į pačią pradžią – maišytuvą, kuriame yra maišoma žaliavinė alyva. Angliavandeniliai, surinkti iš separatorių (karštojo ir šaltojo) yra sufrakcionuojami ir maišomi taip, kad būtų galima gauti tam tikros norimos klampos alyvas [1, 11]. Šio proceso schema pateikta toliau.



1.1 pav. „Hylube“ proceso schema [1, 11]

Šios technologijos išeiga yra daugiau nei 85 % bazinės alyvos. Tačiau procesas yra labai brangus ir reikalauja labai daug įgūdžių bei patirties turinčio personalo [3].

### 1.2.2. MRD ekstrahavimo tirpikliu procesas

Pirmiausia, iš alyvos yra pašalinamas vanduo, tada srautas patenka į vakuuminės distiliacijos koloną, kurioje nuo jo yra atskiriami lengvesnieji bei sunkesnieji angliavandeniliai. Kaip pagrindinė žaliava šiam procesui ir yra naudojama alyva, kuri jau apvalyta nuo vandens, lengvesniųjų bei sunkesniųjų angliavandenilių. Žaliava tiekama į absorberį, kuriame vandens garais yra išvaloma nuo ištirpusio deguonies likučio. Tada srautas yra paduodamas į apatinę ekstrakcijos kolonos dalį ir jis kyla ja į viršų. Sunkesnis už žaliavą tirpiklis – N-metilpirolidonas yra tiekiamas į kolonos viršų ir ja leidžiasi žemyn. Tokiu būdu, kolonoje susiduria dviems srautams, nepageidaujami aromatiniai angliavandeniliai ir kiti teršalai yra atskiriami nuo pagrindinio srauto. Rafinato fazė, kurioje yra dalis tirpiklio, išteka pro kolonos viršų ir yra nukreipiama į distiliacijos ir vėliau stripingo kolonas, kuriose yra pašalinamas tirpiklis ir taip lieka tik pagaminta bazinė alyva. Tirpiklis yra nukreipiamas atgal į ekstrakcijos koloną. [1]

Ekstraktas nuolatos yra išleidžiamas iš kolonos apačios, ataušinamas, tiekiamas į separatorių, kuriame yra atskiriamas nuo antrinio rafinato. Pastarasis yra gražinamas į ekstrakcijos koloną, taip yra didinama proceso išeiga. Ekstraktas iš separatoriaus yra tiekiamas į distiliacijos ir vėliau stripingo koloną, kur iš jo yra pašalinamas tirpiklis. Jis yra gražinamas atgal į ekstrakcijos koloną. Susidaręs ekstraktas (iš alyvos pašalinti junginiai) yra tiekiamas į tam tikrus rezervuarus. [1]

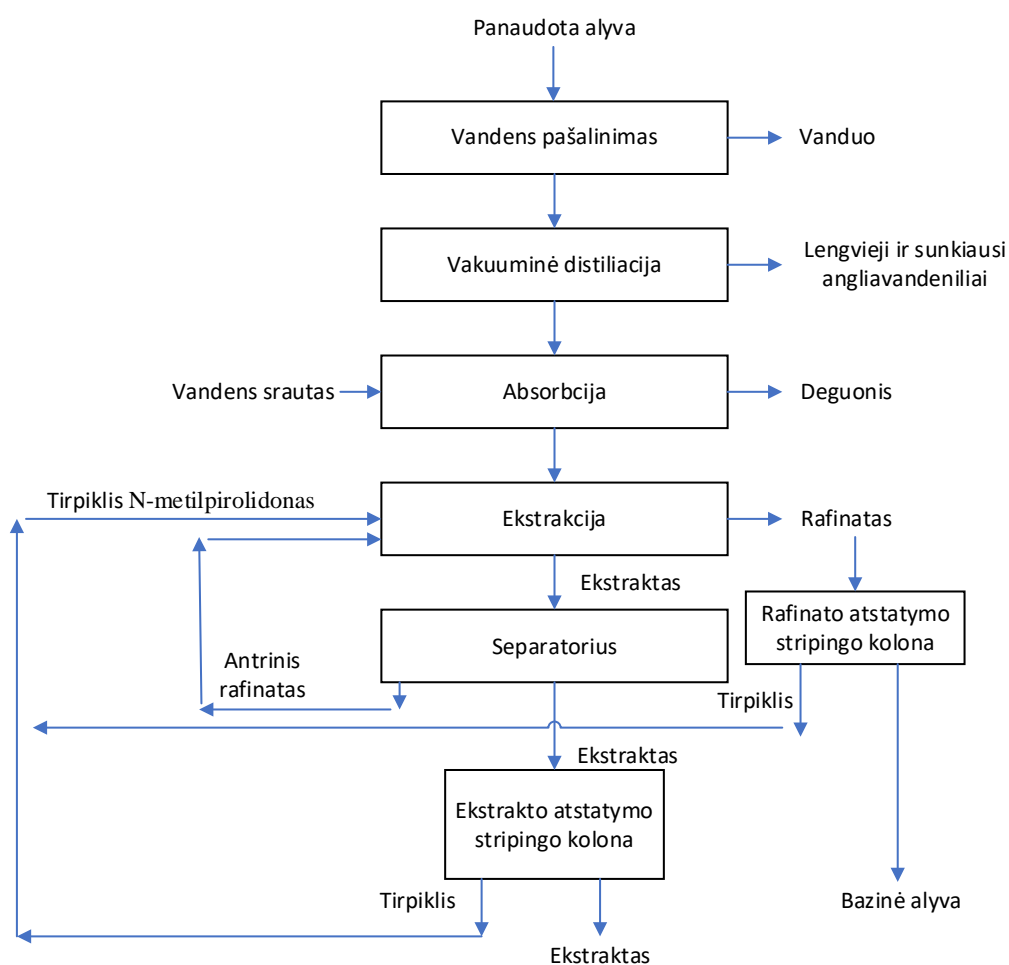


Iš distiliacijos kolonos nuo rafinato ir ekstrakto atskirtas tirpiklis yra iš karto tiekiamas atgal į tirpiklio rezervuarus, tačiau stripingo kolonoje atskirtas tirpiklis turi per daug drėgmės, taigi, iš jo pirmiausia dar turi būti pašalintas perteklinis vanduo [1].

Vidutinė bazinės alyvos išeiga pasiekama šio proceso metu yra 91 %. Bazinė alyva gauta šiuo metodu yra gana aukštos kokybės, nes yra pašalinami kenksmingi poliaromatiniai junginiai ir yra išsaugoma sintetinės bazinės alyvos sudėtis [1].

N-metilpirolidonas yra mažo lakumo tirpiklis, pasižymintis selektyviu giminingumu nesotiesiems angliavandeniliams, aromatiniams medžiagoms ir sieros junginiams [1].

Proceso schema pateikta 1.2 pav.



1.2 pav. MRD proceso schema [1]

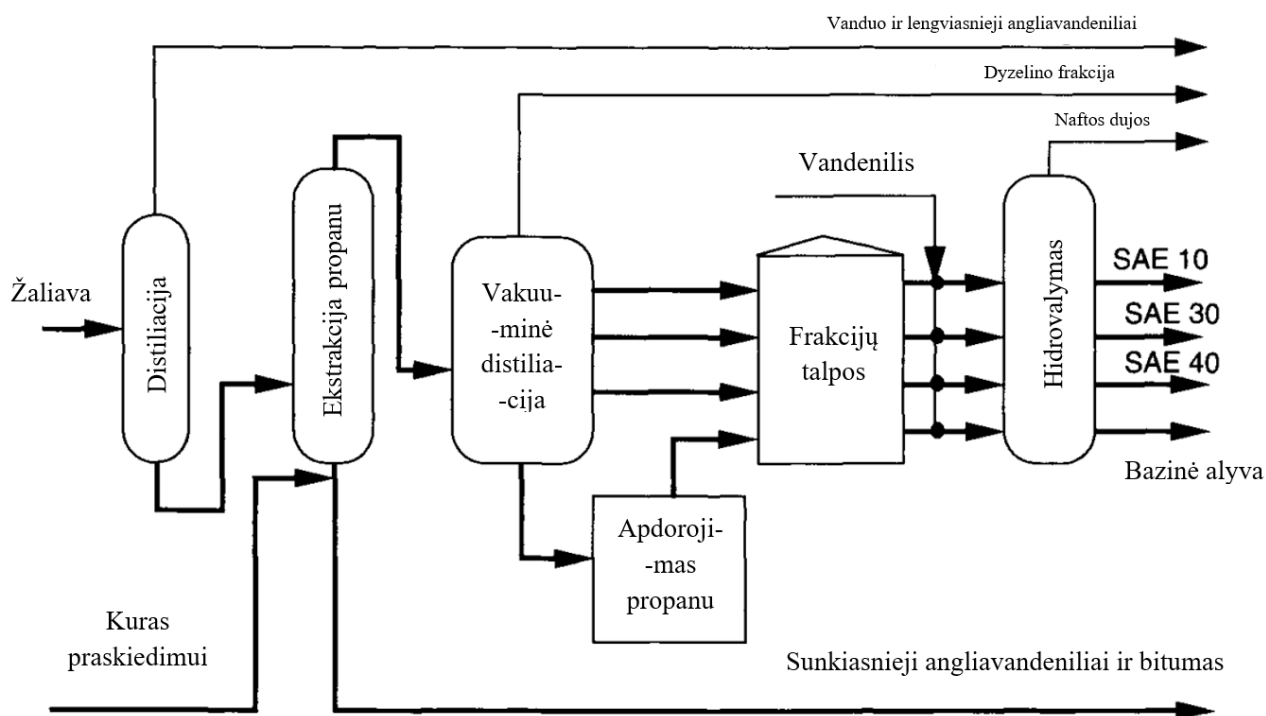
### 1.2.3. „Revivoil“ procesas bei jo pokytis

Visų pirma žaliava patenka į distiliacijos koloną, kurioje yra palaikomas didelis vakuumas. Ten ji yra apvaloma nuo lengvesniųjų angliavandseniųjų ir vandens. Tada visada sekdamo alyvos veikimo sieros rūgštimi etapas, tai leisdavo pašalinti priemaišas nusodinimo būdu. Ir tik po minėtojo žingsnio būdavo atliekamas balinimas moliu, kurio tikslas yra pašalinti vis dar likusias nepageidaujamas medžiagas bei atstatyti alyvos spalvą. Tačiau, po atsiradusių išpareigojimų procesuose visiškai atsisakyti sieros rūgšties, reikėjo net keliais kartais padidinti sunaudojamo molio kiekį (nuo 3 masės procentų iki 7 ar 8). Taip pat, dėl to teko padidinti ir balinimo proceso temperatūrą iki maždaug 275 °C, kuri iš kart po

šio žingsnio turi būti sumažinama, nes sekančiam žingsniui – filtravimui tokios aukštos temperatūros jau nereikia. Dėl minėtų priežasčių (išaugusio molio kiekio bei temperatūros) šiame procese buvo išvis atsisakyta balinimo molio žingsnio ir pereita prie katalizinio hidrinimo. Pastarasis yra vykdomas dideliame slėgyje, kad būtų galima ženkliai sumažinti aromatinių angliavandenių kiekį [11].

#### 1.2.4. „Snamprogetti“ procesas

Kaip ir daugumoje paminėtų procesų, visų pirma, žaliava pereina distiliacijos stadiją. Tada seka jos apvalymas tirpikliu – propanu. Pastarajame žingsnyje ekstraktoriaus apačioje yra atliekamas praskiedimas, kad likučio klampa truputį sumažėtų. Po ekstrakcijos propanu bazinė alyva jau būna apvalyta nuo 90 % priemaišų ir tai labai palengvina toliau sekančią vakuuminę distiliaciją. Kadangi bazinė alyva po pirmojo apdorojimo propanu būna apvalyta nuo apytiksliai 90 % priemaišų (dar 10 % lieka), po vakuuminės distiliacijos dauguma vis dar likusių priemaišų būna susikaupę distiliacijos likutyje. Taigi, tam likučiui yra tikslinga atlikti dar vieną apdorojimą propanu su tikslu pašalinti beveik visas priemaišas, nuosėdas (metalo likučius). Po vakuuminės distiliacijos visos frakcijos yra laikomos atskirose talpose ir atskirai tiekiamos į hidrovalymo koloną. Po pastarojo žingsnio yra gaunamos alyvos frakcijos, kurias maišant tarpusavyje, galima gauti tam tikros norimos klamos bazinę alyvą. [11]



1.3 pav. „Snamprogetti“ proceso schema [11]

### 1.3. Variklinių alyvų regeneracija laboratorijos sąlygomis

Esant poreikiui atlikti tam tikrus tyrimus, variklinių alyvų regeneraciją galima atlikti ir laboratorijos sąlygomis. Trys moderniausi bei populiariausi būdai yra pateikiami toliau.

#### 1.3.1. Apdorojant rūgštimi ir atliekant balinimą

Visų pirma, tam tikras kiekis (apie 300 ml) panaudotos variklinės alyvos yra supilamas į 500 ml stiklinę. Į kitą 50 ml stiklinę yra įpilama apie 30 ml sieros rūgšties. Stiklinė su varikline alyva yra

pašildoma iki 40 – 45 °C ir šią temperatūrą yra stengiamasi palaikyti. Tada tokioje temperatūroje į variklinę alyvą yra staigiai supilama sieros rūgštis ir maišoma apie 10 minučių. [4]

Vėliau šiam mišiniui yra leidžiama pastovėti apie 4 valandas, kad nusėstų priemaišos (sulfidai ir t. t.), atsiskyrusios paveikus alyvą rūgštimi. Nusėdęs rūgštinių savybių turintis dumblas yra atskiriamas nuo alyvos. [4, 1]

Kitas etapas – vadinamas alyvos balinimas. Rūgštimi apdorota alyva yra dar truputį pakaitinama iki maždaug 110 °C. Tada į ją pridedama 6 % balinimo miltelių (jie dažniausiai susideda iš bentonito, atapulgito ir sepiolito) ir mišinys yra maišomas 10 minučių. Minėtasis baliklis padeda pašalinti dar likusius nešvarumus ir nepageidaujamą spalvą iš alyvos. Po šio žingsnio eina alyvos neutralizavimas [4].

Paminėtina, kad alyvos balinimas gali būti atliekamas ir naudojant kitą reagentą – aktyvuotą anglį. Naudojant pastarąjį reagentą, viskas atliekama taip pat kaip ir naudojant balinimo miltelius (naudojamas kiekis irgi toks pat), tik vienintelis skirtumas yra tas, kad alyva yra labiau pakaitinama – iki maždaug 130 – 140 °C [4].

Vėliau alyva yra neutralizuojama, nes reikia, kad jos PH būtų neutralus. Atsižvelgiant į balintos alyvos PH, į ją yra pridedama maždaug 4 % hidratuotų kalkių ir mišinys vėl maišomas 10 minučių [4].

Tada mišiniui vėl yra leidžiama nusistovėti apie 4 valandas ir po to nuosėdos yra atskiriamos nuo alyvos dekantavimo būdu [4].

Galiausiai, yra vykdomas filtravimas. Alyva yra filtruojama naudojant filtrinį audinį, filtratas – skaidri alyva yra surenkama kolboje, o ant filtrinio audinio, kuris yra išmetamas, lieka nuosėdos [4].

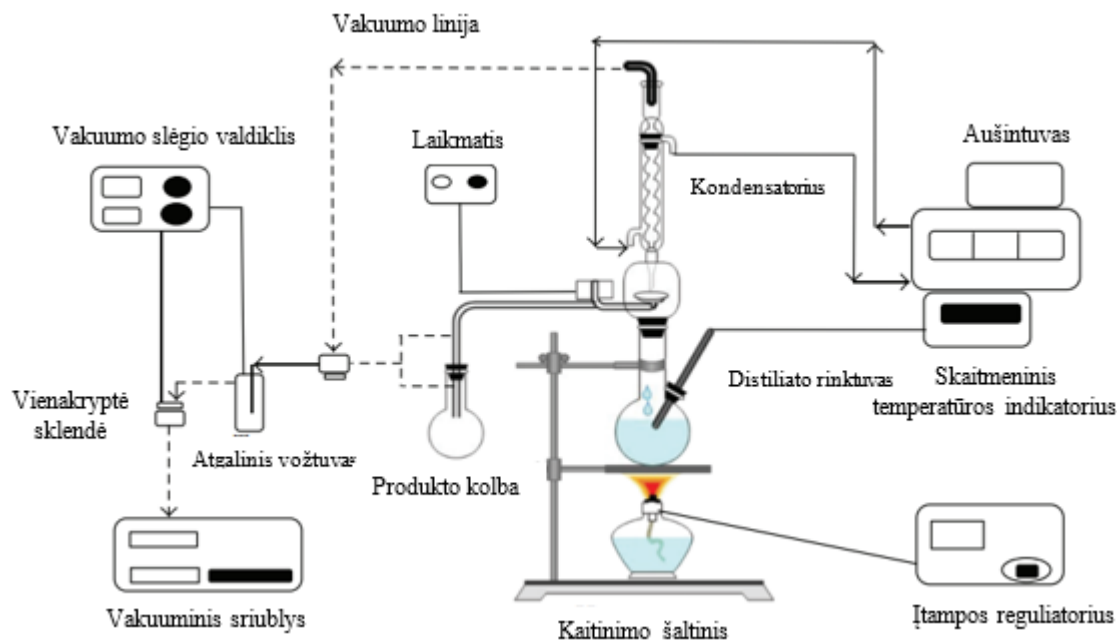
### **1.3.2. Apdorojant ksilenu**

Iš pradžių vykdomas žaliavos paruošimas. Panaudotai variklinei alyvai leidžiama nusistovėti, tada ji yra dar ir profiltruojama. Vėliau filtratas yra paduodamas distiliacijai (arba vakuuminei distiliacijai (1.4 pav.)), kad būtų pašalintas vanduo, dalis lengvesniųjų bei sunkesniųjų angliavandenilių, glikolio tirpiklių ir kitų nepageidaujamų priedų [5, 6].

Po paruošimo seka metalų pašalinimas iš alyvos. Tai atliekama nusodinant pasklidusias kietąsias metalų daleles. Tačiau dar lieka iš dalies oksiduoti tirpūs metalų junginiai, kurie irgi turi būti pašalinti. Tam yra naudojami įvairūs procesai: vakuuminė distiliacija, apdorojimas rūgštimi, skiedimas ir flokuliacija (kai pridedama koagulianto, kuris padeda sulipdyti daleles vienas su kitomis ir tada jas pasidaro lengviau atskirti) [5].

Šiuo atveju šalinant metalus yra vykdomas praskiedimas, naudojant ksileną (jo pridedama apie 20 %). Ksilenas padeda tam tikrus tarpmolekulinius ryšius padaryti nestabiliais, tada tam tikri junginiai suyra į daleles ir sunkesnės iš jų (dažniausiai metalai) yra nusodinamos naudojant centrifugą [2].

Vėliau alyva yra apdorojama bentonitu. Tai daroma panašiai kaip jau yra aprašyta anksčiau (žr. 1.3.1. skyrel.). Bentonitas padeda išgauti pageidaujamą alyvos spalvą (šviesesnę), klampumą, rūgštingumą ir „Conradson carbon“ reikšmę [5, 4].



**1.4 pav.** Vandens ir lengvesniųjų angliavandenilių pašalinimas iš alyvos, vakuuminės distiliacijos metodu, laboratorijos sąlygomis [6]

### 1.3.3. Ekstrahuojant tirpikliu

Panaudota alyva yra apvaloma nuo vandens ir lengvesniųjų bei sunkesniųjų angliavandenilių vakuuminės distiliacijos būdu, palaikant apie 2 – 8 mbar vakuumą (1.4 pav.). Tada žaliava yra ekstrahuojama tirpikliu, kurio sudėtis yra: 38 % butanolio, 37 % propanolio ir 25 % butanono. Alyva su tirpikliu gali būti maišoma santykiu 1:2, 1:3 arba 1:4. Mišinys paliekamas nusistovėti 12 valandų ir šiam laikui praėjus, nuosėdos (dumblas) yra atskiriamos nuo alyvos. Panaudotas tirpiklis gali būti regeneruojamas iš dumblo. [6]

## 1.4. Žaliavos angliavandenilių įtaka pagamintoms bazinėms alyvoms

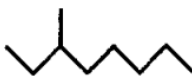
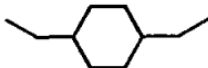
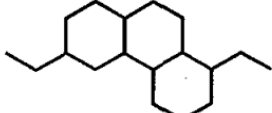
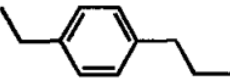
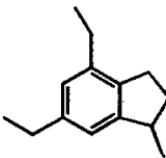
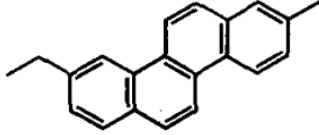

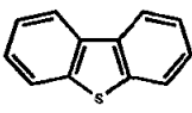
Komponentai sudarantys žaliavinę naftą yra skirstomi į dvi pagrindines grupes – angliavandenilinius ir neangliavandenilinius (siera, azotas, deguonis, metalai). Kai kurie iš tų komponentų turi savybių, kurios yra pageidaujamos alyvose, tačiau nemažai yra komponentų, kurių savybės yra žalingos [7] [8].

### 1.4.1. Žaliavą sudarantys komponentai

Angliavandeniliai kiekybiškai, žinoma, dominuoja žaliavinėje naftoje ir yra skirstomi į alkanus, alkenus, aliciklinius ir aromatinius junginius [7].

Alkanai dar vadinami parafinais, jie susideda iš prisotintų linijinių ar šakotų grandinių. Alkenai, vadinami olefinais, nesotieji junginiai, jie yra gana reti žaliavinėje naftoje. Jų kiekis gali būti padidinamas krekingo ar dehidrogenizacijos procesų metu. Aliciklai – naftenai, yra prisotintos ciklinės struktūros angliavandeniliai. Aromatiniai angliavandeniliai – ciklinės struktūros su konjuguotais dvigubais ryšiais junginiai, dažniausiai turintys benzeno žiedą [7, 8].

**1.1 lentelė.** Įvairių rūšių angliavandenilių struktūros [8, 9]

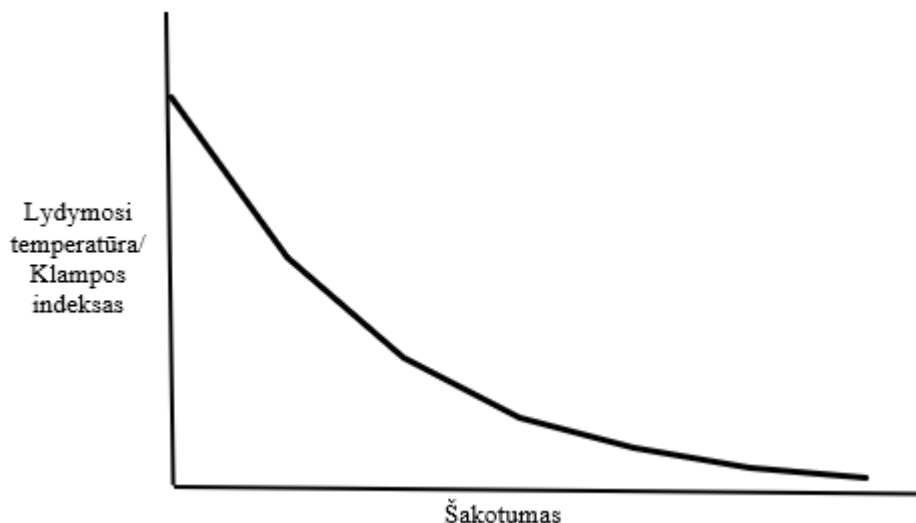
Angliavandenilių tipai	Struktūra
Parafinai (čia įeina ir izoparafinai)	
Mononaftenai	
Trinaftenai	
Monoaromatiniai	
Aromatinių ir naftenų hibridai	
Tetraaromatiniai	
Tiofenas	
Dibenzentiofenas	

#### 1.4.2. Teigiamos angliavandenilių savybės, lemiančios alyvų kokybę

Toliau plačiau bus rašoma tik apie angliavandenilių savybes, nes dauguma neangliavandenilinių junginių, esančių žaliavinėje naftoje, paprasčiausiai yra linkę į oksidaciją arba redukciją, tai yra procesai žalingi alyvos savybėms.

Tos pačios molekulinės masės alkanai, alicikliniai ir aromatiniai angliavandeniliai turi labai skirtingas fizikines ir chemines savybes. Fizikinės savybės veikia alyvų viskozimetrinius rodiklius, o cheminis stabilumas lemia oksidacijos ar redukcijos procesus [7].

Atsižvelgiant į sąlyginai didelę alkanų molekulinę masę ir virimo temperatūrą, jie turi palyginti mažą tankį ir klampą. Alkanai turi gana gerą klampos indeksą – atsparumą klampos kitimui, kintant temperatūrai (jų klampa pakinta palyginti mažai, kintant temperatūrai), ko negalima pasakyti apie ciklinius angliavandenilius. Tačiau alkanų izomerai jau šios geros savybės netenka, dėl šakotumo didėjimo (žr. 1.5 pav.) [7, 9].



**1.5 pav.** Lydimosi temperatūros ar klampos indekso priklausomybė nuo grandinės šakotumo [9]

Nors linijiniai alkanai (n-parafinai) alyvos virimo intervale turi gerą atsparumą klampos kitimui, kintant temperatūrai, bet dėl aukštos jų lydymosi temperatūros alkanai iš tirpalų dažnai kristalizuojasi. Kalbant apie šakotus alkanus, yra priešingai – jie neturi gero atsparumo klampos kitimui, kintant temperatūrai ir nėra linkę kristalizuotis. Egzistuoja tokia šakotumo zona, kurioje alkanai dar turi pakankamai gerą atsparumą klampos kitimui ir kristalizacijai. Apibendrinant alkanus, jie turi pakankamai gerą atsparumą klampos kitimui, yra gana atsparūs oksidacijai bei palankiai reaguoja į oksidacijos inhibitorius [7, 9].

Alicikliniai angliavandeniliai pagal savo molekulinę masę jau turi palyginti didelį tankį ir klampą, lyginant su alkanais. Aliciklinių angliavandenilių privalumas yra toks, kad jie turi gana žemas lydymosi temperatūras, taigi, jie nėra linkę kristalizuotis. Trūkumas būtų toks, kad jie turi gana prastą atsparumą klampos kitimui, kintant temperatūrai (klampos indeksą). Alicikliniai angliavandeniliai, turintys vieną žiedą, vis dėlto yra gana panašūs į šakotų grandinių alkanus, jie turi daug panašių savybių, taigi, abu junginiai yra gana pageidaujami komponentai, formuojant bazines alyvas. Alicikliniuose angliavandeniliuose geriau tirpsta priedai, tačiau jų stabilumas oksidaciniams procesams yra prastesnis, lyginant su alkanais [7, 9].

**1.2 lentelė.** Pagrindinių bazinių alyvų komponentų kokybinių rodiklių palyginimas [3]

Kokybinis rodiklis	Parafinai	Naftenai	Aromatiniai angliavandeniliai
Klampos indeksas	Puikus	Prastas – geras	Prastas
Takumas, esant žemai temperatūrai	Prastas	Geras	Geras
Takumo temperatūra (kuo žemesnė, tuo geriau)	Prasta	Gera	Puiki

Kokybinis rodiklis	Parafinai	Naftenai	Aromatiniai angliavandeniliai
Oksidacinis ir terminis stabilumas	Puikus	Prastas – geras	Prastas
Priedų tirpumas	Prastas	Geras	Puikus

Aromatinių angliavandenilių klampa ir tankis yra dar didesni. Atsparumas klamos kitimui, kintant temperatūrai yra prastas, tačiau lydymosi temperatūra yra žema. Aromatiniuose angliavandeniliuose labai gerai tirpsta priedai, jų atsparumas oksidacijai yra palyginus prastas. Bet bendrai paėmus, tam tikras aromatinių angliavandenilių kiekis, kaip ir alkanų bei aliciklinių angliavandenilių, irgi gali būti pageidaujamas bazinėse alyvose. [7, 9]

### 1.5. Žaliavinės naftos rūšys

Nafta pagal savo fizikines savybes gali būti 4 rūšių, kurios yra pateikiamos žemiau.

1. A klasės – lengva bei laki nafta. Dažniausiai tokia nafta yra permatoma, greitai garuojanti ir labai degi, turi stiprų kvapą bei greitai plinta ant kietų paviršių ir vandens.
2. B klasės – tiršta, alyvą primenanti nafta, ji yra mažiau kenksminga lyginant su A klasės nafta, nes yra ne tokia laki ir degi.
3. C klasės – rudos ar juodos spalvos, limpanti, tiršta nafta. Nors ir tiršta, šios klasės nafta dar geba prasiskverbti į poras. Jos tankis yra artimas vandens tankiui, taigi, kartais gali plūduriuoti ant vandens, o kartais ir skęsti.
4. D klasės – nebeturinti skystos fazės nafta. Nekenksminga, juodos ar tamsiai rudos spalvos, į poras tokias nafta jau nebeprasiskverbia. [52]

Taip pat, nafta gali būti klasifikuojama ir pagal tankį į lengvąją, vidutinę, sunkiąją ir labai sunkią. Ši klasifikacija vyksta pasitelkiant „API“ (Amerikos naftos instituto) sukurtą tankio rodiklį. Šis „API“ tankis remiasi vandens tankiu, tai yra, lygina naftos tankį su vandens. Pavyzdžiui, didesnis už 10° „API“ tankis rodo, kad nafta yra mažiau tanki už vandenį. Taigi, labai sunki nafta turi „API“ tankį mažesnį už 10°, sunkioji nafta – nuo 10° iki 22,3°, vidutinė – nuo 22,3° iki 31,1° ir lengvoji didesni už 31,1°. [53]

Žaliavinę naftą, taip pat, ir jos atliekas, galima suskirstyti į rūšis ir pagal joje dominuojančius angliavandenilius [7]:

- parafininė nafta;
- olefininė nafta;
- nafteninė nafta;
- aromatiniais angliavandeniliais praturtinta nafta.

### 1.6. Žaliavos parinkimas bazinių alyvų gamybai

Įvairios žaliavinės naftos savo sudėtyje turi skirtingas proporcijas aukščiau minėtų junginių (alkanų, alkenų, aliciklinių ir aromatinių angliavandenilių). Pagrindiniai faktoriai, į kuriuos yra atsižvelgiama renkantis žaliavą bazinių alyvų gamybai yra šie [7]:

- žaliavoje esančių angliavandenilių turinys, nuo kurio priklausys ir bazinės alyvos sudėtis;
- kokios reikia bazinės alyvos išeigos;
- fizikines ir chemines bazinės alyvos savybes, kurios priklauso nuo žaliavos, iš kurios alyva gaminama.

Bazinės alyvos gamybos procesas susideda iš tam tikrų žingsnių, kurie padeda išgryninti ir išskirti bazinę alyvą iš žaliavinės naftos. Tie žingsniai yra pateikiami žemiau [7] [9].

- Filtracija – žaliavos mechaninis perskyrimas. Padeda pašalinti mechanines priemaišas iš žaliavos.
- Distiliacija – pašalina dar esantį vandenį bei tiek per mažos, tiek per didelės virimo temperatūros komponentus iš mišinio.
- Vakuuminė distiliacija – apvalymas nuo sunkesniųjų (didelės molekulinės masės) angliavandenilių.
- Nepageidaujamų aromatinių angliavandenilių pašalinimas (pavyzdžiui, ekstrakcijos tirpikliu būdu). Po šio proceso alyvoje pasilieka didelio sotumo laipsnio angliavandeniliai bei yra pagerinamas produkto klampos indeksas ir stabilumas.
- Dervų pašalinimas – yra pašalinamos dervos, tai yra, ilgos grandinės linijinių parafinų perteklius.
- Baigiamasis apdorojimas moliu, žeme arba hidrovalymas – Pagerina produkto (bazinės alyvos) stabilumą (pašalinant likusius heteroaromatinius angliavandenilius ir olefinus) bei spalvą su kvapu, o hidrovalymas dar ir sumažina sieros kiekį.

Žaliava, perėjusi šiuos žingsnius, tampa produktu – bazine alyva, kurios išeiga priklauso nuo geidžiamų komponentų kiekio žaliavinėje naftoje. Alyvų distiliatai gauti apdorojant skirtingas žaliavines naftas, gali turėti labai skirtingas savybes [7]. Tai galima matyti 1.3 lentelėje.

**1.3 lentelė.** Alyvų, pagamintų, perdirbant skirtinguose regionuose išgautą naftą, pagrindinės savybės [7]

Naftos šaltinis	Šiaurės jūra	Vidurio rytai	Nigerija	Venesuela
Klampa esant 40 °C (cSt)	16	14	18	23
Takumo temperatūra (°C)	25	19	18	-48
Klampos indeksas	92	70	42	10
Sieros koncentracija (masės %)	0,3	2,6	0,3	1,6
Aromatiniai angliavandeniliai (masės %)	20	18,5	28	21

Perdirbant Šiaurės jūros ir vidurio rytų regionuose išgautą naftą, distiliatuose galime gauti palyginti aukštą klampos indeksą ir takumo temperatūrą, nes būtent ši žaliava pasižymi dideliu alkanu kiekiu sudėtyje. Bazinės alyvos, gautos iš parafininių (dideliu alkanų kiekiu pasižyminčių) žaliavų, yra labai plačiai naudojamos automobilių pramonėje, kur yra vertinama alyvų savybė išlaikyti stabilią klampą dideliame temperatūrų intervale [7].

Distiliatai, gauti perdirbant Nigerijoje ir Venesueloje išgautą žaliavinę naftą, turi palyginti mažai alaknų, taigi, tokia žaliava jau yra praturtinta naftenais, kas lemia, kad šios žaliavos produktai turės žemesnį klampos indeksą. Kalbant būtent apie Venesuelos naftą, ji visiškai neturi dervų, taigi, dervų pašalinimo žingsnio, perdirbant šią žaliavą, nereikia [7].



## **1.7. Aspektai, kurie lemia sieros kiekio bazinėse alyvose ribojimą**

Sieros kiekio apribojimai jau paruoštose eksploatuoti bazinėse alyvose yra taikomi dėl kelių priežasčių, kurios pateikiamos žemiau.

1. Aplinkosauginių reikalavimų. Didelis sieros kiekis alyvose bei kure, lemia aukštą sieros išmetimo į aplinką lygį ir dėl to didesnę aplinkos taršą. Dėl šios priežasties kiekvienoje valstybėje yra įvesti sieros kiekio apribojimai minėtuose produktuose. Be to, degdama siera išskiria sieros dioksidą (SO<sub>2</sub>), kuris turi įtakos ne tik blogėjančiai oro kokybei, bet yra kenksmingas ir žmonėms [9].
2. Katalizatorių nuodijimo. Didelė sieros koncentracija alyvose ar kure yra žalinga automobilių išmetamosiose sistemose įrengtiems katalizatoriams, nes degant daug sieros turinčiam kurui ir alyvai, išmetamosiose dujose skiriasi sieros junginiai, kurie apnuodija katalizatorius, tai lemia, kad jie pilnai nebeatlieka savo funkcijų, praranda savo aktyvumą ir ilgaamžiškumą [9].
3. Variklių našumo. Daug sieros junginių turinčios alyvos gali lemti padidėjusį variklio dalių dilimą ir koroziją. Šie du procesai neigiamai veikia variklių našumą bei ilgaamžiškumą [9].
4. Bazinių alyvų oksidacinio stabilumo. Mažas sieros kiekis alyvose leidžia palaikyti oksidacinį stabilumą, kas leidžia alyvas išlaikyti tinkamas eksploatacijai ilgesnį laiką. Didelė sieros koncentracija bazinėse alyvose lemia spartesnį jų oksidavimą, dėl ko eksploatacijos metu jose susidaro daugiau priemaišų (nuosėdų, dervų ir dumblo) [9].

## **1.8. Pagrindiniai bazinių alyvų tipai**

Bazinės alyvos gali būti standartinės ir nestandartinės. Standartinės bazinės alyvos yra tos, kurių klampos indekso vertės yra 95 ar mažesnės, o nestandartinės – tokios, kurių vertės viršija 100. Standartinės dažniausiai yra gaminamos naudojant ekstrahavimo tirpikliu būdą, o nestandartinės jau atliekant apdirbimą vandeniliu – hidrovalymą arba dar gali būti gaunamos dervų izomerizacijos metu, kai žaliava yra linkusi sudaryti dervas [8].

### **Standartinės bazinės alyvos**

Jos skirstomos į du tipus – praturtintos parafiniais ir praturtintos naftenais. Vienoks ar kitoks tipas nustatomas, žinant alyvų klampos indeksą ir takumo temperatūrą. Kaip jau minėta anksčiau, parafininės alyvos turi aukštą klampos indeksą ir takumo temperatūrą, o nafteninės atvirkščiai [8].

### **Neutraliosios alyvos**

Šios alyvos yra parafininės kilmės, gautos vakuuminės distiliacijos proceso metu, perdirbtos taip, kad turėtų kuo didesnę klampos indeksą ir jos yra apvalytos nuo aromatinių angliavandenilių. Taip pat, iš jų yra pašalintos dervos, kad sumažėtų takumo temperatūra bei jos hidrovalomos, kad pagerėtų alyvų stabilumas [8].

### **Šviesiosios bazinės alyvos ir cilindrinės alyvos**

Tai alyvos gaminamos iš parafininių ir nafteninių angliavandenilių vakuuminės distiliacijos likučio. Šviesiosios bazinės alyvos yra gaunamos taikant sunkiųjų angliavandenilių (asfaltenu) pašalinimą propanu, ekstrahavimą tirpikliu arba hidrovalymą bei dervų pašalinimą, naudojant katalizatorių arba tirpiklį. Cilindrinės alyvos gaminamos naudojant tik sunkiųjų angliavandenilių pašalinimą propanu bei dervų pašalinimą tirpikliu, pastarasis atliekamas siekiant sumažinti takumo temperatūrą [8].

### **Blyškiosios nafteninės bazinės alyvos**

Tai naftenais prarurtintos alyvos, kurios yra gautos vakuuminės distiliacijos metu. Taip pat, jos būna apvalomos nuo aromatinių angliavandenių. Beje šioms alyvoms nėra reikalinga dervų pašalinimo stadija, nes pastarųjų tokioje alyvoje susidaro mažai [8].

### **1.9. Variklinių alyvų pagrindinės funkcijos**

Variklinės alyvos padeda varikliui efektyviai atlikti savo darbą, atlikdamos savo pagrindines funkcijas, kurios yra pateikiamos žemiau.

- Jos padeda varikliui lengvai užsivesti. Kad variklis lengvai užsivestų ir efektyviai dirbtų, alyva turi būti ne per klampi ir ne per skysta. Tai ypač aktualu, keičiantis oro temperatūrai. Taigi, alyvos turi būti gaminamos taip, kad turėtų optimalią klampą prie plataus temperatūrų intervalo, kuriame ta klampa kuo mažiau kistų [10].
- Sutepdamos vidines variklio detales alyvos padeda išvengti spartaus tų detalių dėvėjimosi. Alyvos turi turėti tokias savybes, kad užtikrintų kuo mažesnę trintį tarp metalinių dalių. Taigi, alyvos turi sudaryti labai ploną sluoksnį, tarp visų variklio dalių, kuris padeda išvengti tiesioginio kontakto [10].
- Apsaugo variklio detales nuo korozijos. Variklyje iš sudegusio kuro formuojasi vanduo ir anglies dioksidas, taip pat, kadangi procesas niekada nebūna idealus, susidaro ir dalis suodžių bei anglies. Šie visi komponentai labai skatina metalinių detalių koroziją, taigi, viena iš alyvos užduočių yra kuo labiau sumažinti tą koroziją [10].
- Palaiko detalių ir viso variklio švarą. Kadangi variklinės alyvos yra periodiškai keičiamos, jos neleidžia prisikaupti per daug nuosėdų, dumblo ir vandens variklyje ir ant jo detalių, nes su kiekvienu keitimu dalis tų nešvarumų yra pašalinama. Taigi, tai apsaugo variklį nuo greito susidėvėjimo bei prailgina pastarojo tarnavimo laiką [10].
- Variklinės alyvos padeda aušinti tam tikras variklio detales. Variklio aušinimo sistema atlieka tik maždaug apie 60 % aušinimo funkcijos, kitą dalį atlieka variklinės alyvos. Aušinimo sistema ataušina tik variklio viršutinėje dalyje esančias detales, o visas apatinėje variklio dalyje išdėstytas dalis, iš tiesų, aušina alyva [10].

## 2. Tiriamoji dalis

Tiriamosios dalies tikslas yra gauti bazinę alyvą iš naftos atliekų mišinio (ši žaliava gauta iš įmonės, kuriai yra projektuojamas patobulinimas), atliekant filtraciją, atmosferinę distiliaciją, vakuuminę distiliaciją bei adsorbiciją Fulerio žeme (atapulgitu). Taip pat, šioje dalyje yra siekiama iširti kaip aukščiau minėti procesai pagerina pagrindines alyvos kokybę lemiančias savybes: klampos indeksą, šviesos lūžio rodiklį ar atsparumą oksidacijai.

### 2.1. Medžiagos ir įranga

Ekspluatuota laboratorijos įranga:

laboratorinės svarstyklės; porcelianinė lėkštelė; gyvsidabrio stulpelio termometras; skysčio lūžio rodiklio nustatymo įranga; elektrinė džiovykla; matavimo cilindras; apvaliadugnė kolba su atvamzdžiu; kūginė kolba su atvamzdžiu; vakuuminė šlanga, vakuuminis siurblys; frakcinės sudėties nustatymo įranga; vakuuminės distiliacijos įranga; termostatas; viskozimetras; stiklinės lazdelės; 20 ml švirkštas.

Naudotos medžiagos laboratorijoje:

Naftos produktų atliekų mišinys; Fulerio žemė (atapulgitas); bevandenis natrio sulfatas; vanduo; toluenas, acetonas.

### 2.2. Žaliavos filtracija (mechaninis perskyrimas)

Filtracija yra reikalinga, kad iš žaliavos pašalintumė visas mechanines priemaišas (metalo daleles, purvą, žemes ir t. t.).

Visų pirma, filtracijai yra paruošiamas specialus filtras, kuris yra supintas iš labai smulkios vielos. Tada yra surenkama filtravimo įranga. Ant kūginės kolbos su atvamzdžiu viršaus uždedama filtravimo lėkštutė su skylutėmis, į ją dedamas paruoštas filtras. Kolbos šoninis atvamzdis vakuumine šlanga yra sujungiamas su vakuuminiu siurbliu. Įjungus siurblį (kolboje sudarant vakuumą) ir pilant į lėkštutę žaliavą vyksta filtracija vakuumu. Pro filtrą pratekėjęs skystis yra filtratas, o ant filtro pasilikęs likutis yra vadinamas šlamu.

Pateikiami filtracijos masės balanso skaičiavimai.

Žaliavos su talpa prieš filtravimą masė buvo 671,7 g, tuo tarpu talpos masė – 83,6 g. Taigi, žaliavos prieš filtravimą (paduodamos į filtracijos įrengimą) masė:

$$m_z = 671,7 \text{ g} - 83,6 \text{ g} = 588,1 \text{ g}.$$

Filtrato su talpa masė po filtravimo buvo 1807,6 g, talpos masė – 1240,42 g. Taigi, filtrato masė:

$$m_f = 1807,6 \text{ g} - 1240,4 \text{ g} = 567,2 \text{ g}.$$

Vielos filtro masė prieš filtravimą buvo 3,868 g, o po filtravimo, kai ant jo pasiliko filtravimo likutis, tapo 10,909 g. Taigi, likučio masė:

$$m_l = 10,909 \text{ g} - 3,868 \text{ g} = 7,041 \text{ g}.$$

Masės balanso neatitikimas:

$$588,1 - (567,2 + 7,041) = 13,859 \text{ g};$$

$$\left(\frac{567,2+7,041}{588,1}\right) \cdot 100 \% = 98 \%$$

Iš šių skaičiavimų matosi, kad šios filtracijos masės balansas sueina 98 %. Bendrai filtrato ir likučio gavosi 13,859 g mažiau nei išteko žaliavos. Tokį rezultatą galėjo lemti ant indų sienelių pasilikusios medžiagos jas perpilant iš vieno indo į kitą bei svėrimų paklaidos.

Priemaišų dalis žaliavoje:

$$588,1 \text{ g} - 100 \%$$

$$7,041 \text{ g} - x \%$$

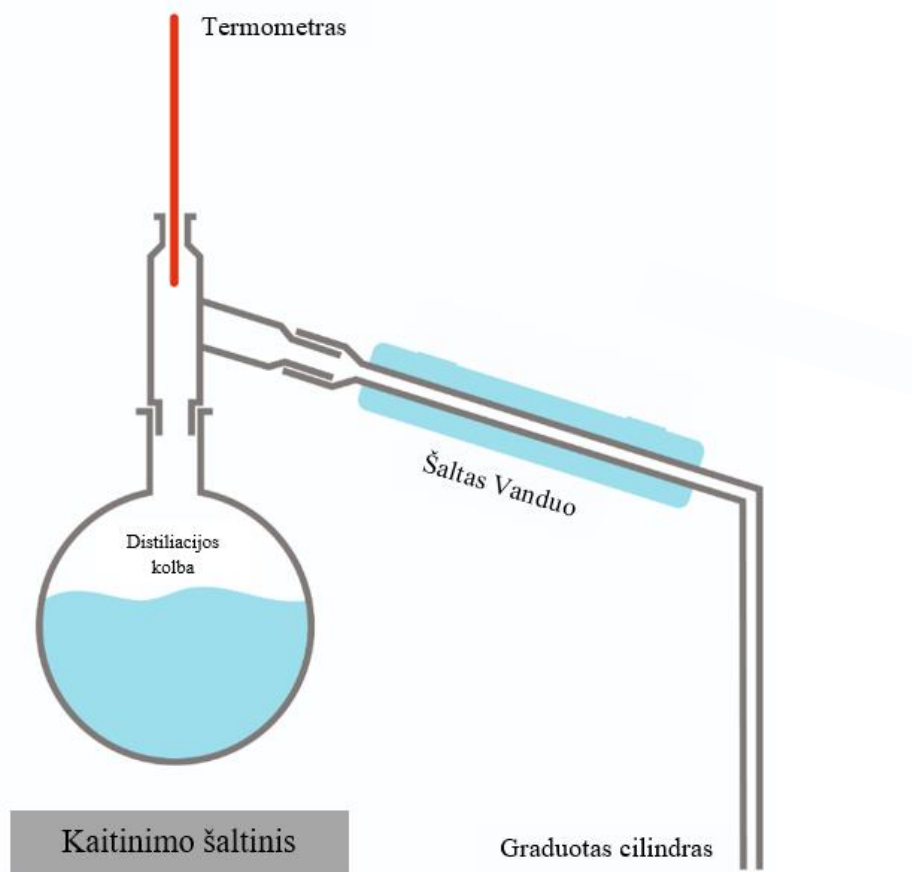
$$x = \frac{7,041 \cdot 100}{588,1} = 1,2 \%$$

Iš atliktų svėrimų ir skaičiavimų matosi, kad pradiniam 588,1 g žaliavos kiekyje buvo apie 7,041 g priemaišų (kietųjų dalelių), o tai sudarė 1,2 % žaliavos masės.

### **2.3. Atmosferinė distiliacija (žaliavos frakcinės sudėties nustatymas)**

Kadangi žaliava (naftos atliekų mišinys) turi gana daug vandens ir lengvesniųjų angliavandenilių, visų pirma, yra atliekama atmosferinė distiliacija su tikslu iš žaliavos pašalinti kuo daugiau pastarųjų junginių. Taip pat, ją atliekant yra nustatoma frakcinė sudėtis.

Į matavimo cilindrą yra pripilama 100 ml nufiltruotos žaliavos. Tada ji yra supilama į apvaliadugnę kolbą su atvamzdžiu, per kurį distiliacijos metu išeina susidarę garai į kondensatorių. Kolbos viršus yra užkemšamas kamščiu su anga, į kurią įkišamas termometras skirtas temperatūros fiksavimui. Kolba yra įstatoma į stovą ant elektrinio kaitinimo aparato, jos atvamzdis sujungiamas su kondensatoriumi. Kitame kondensatoriaus gale pastatomas matavimo cilindras, kuris leidžia matyti, kiek distiliato prilaša. Įrangos schema matoma sekančiame paveiksle.



2.1 pav. Frakcinės sudėties nustatymo įrangos schema [12]

Įjungiamas kaitinimas ir stebima, kada nukris pirmas distiliato lašas į cilindrą, jam nukritus užfiksuojama temperatūra. Ši temperatūra yra vadinama virimo pradžios temperatūra. Tada viso proceso metu temperatūra yra fiksuojama kas 5 distiliato tūrio procentus. Tai atliekama arba kol yra gaunama apytiksliai 85 tūrio procentai distiliato, arba kol temperatūra pakyla iki 350 °C. Kai išpildoma viena iš dviejų sąlygų, distiliacija baigiama. Apvaliadugnėje kolboje likęs distiliacijos likutis (mazutas) yra mūsų tolimesnio proceso žaliava, jis bus naudojamas vakuuminėje distiliacijoje.

Kadangi į distiliacijos kolbą maksimaliai galima pripilti tik 100 ml žaliavos, yra atliekami šeši identiški bandymai, kad būtų gautas reikiamas kiekis produkto (distiliacijos likučio) tolimesniems tyrimams. Taip pat, atlikus 6 bandymus ir pastebint, kad rezultatai vienas nuo kito drastiškai nesiskiria, galima teigti, kad jie yra tikrai tikslūs ar atvirkščiai. Distiliacijos metu gauti rezultatai pateikiami 2.1 ir 2.2 lentelėse.

2.1 lentelė. Frakcinės sudėties nustatymo duomenys (pirmi 3 bandymai)

1 bandymas		2 bandymas		3 bandymas	
Virimo pradžios temperatūra 76 °C		Virimo pradžios temperatūra 75 °C		Virimo pradžios temperatūra 71 °C	
Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais
84	5	108	5	80	5

1 bandymas		2 bandymas		3 bandymas	
Virimo pradžios temperatūra 76 °C		Virimo pradžios temperatūra 75 °C		Virimo pradžios temperatūra 71 °C	
Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais
87	10	113	10	85	10
110	15	124	15	92	15
144	20	135	20	132	20
153	25	150	25	150	25
167	30	163	30	165	30
181	35	176	35	170	35
190	40	190	40	180	40
215	45	214	45	185	45
239	50	234	50	204	50
265	55	263	55	222	55
285	60	275	60	250	60
323	65	295	65	279	65
344	70	308	70	300	70
350	75	312	75	308	75
-	-	325	80	348	80

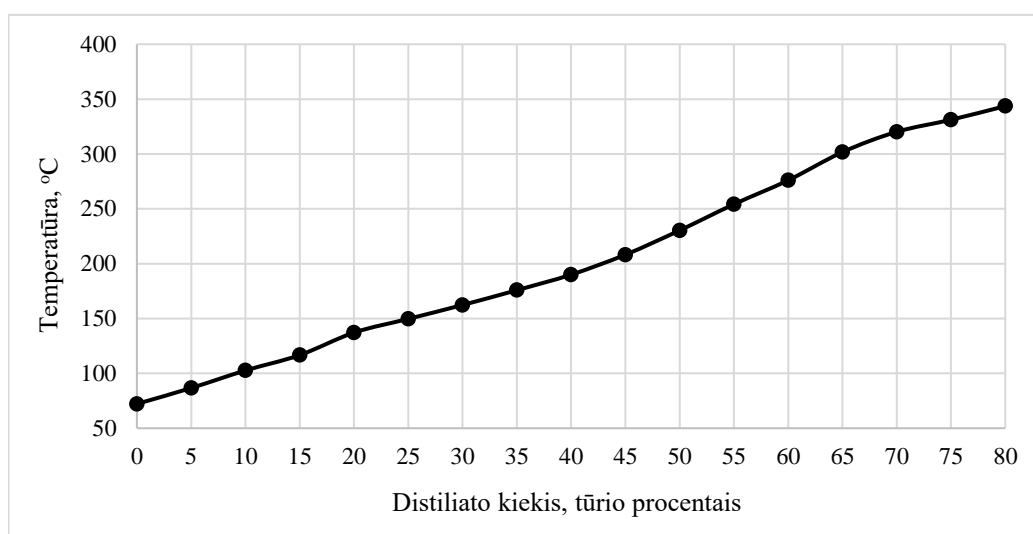
Sekančioje lentelėje pateikiami trijų likusių bandymų rezultatai ir visų šešių bandymų rezultatų vidurkis.

**2.2 lentelė.** Frakcinės sudėties nustatymo duomenys (4; 5; 6 bandymai ir visų šešių bandymų vidurkis)

4 bandymas		5 bandymas		6 bandymas		Šešių bandymų vidurkis	
Virimo pradžios temperatūra 76 °C		Virimo pradžios temperatūra 68 °C		Virimo pradžios temperatūra 67 °C		Virimo pradžios temperatūra 72 °C	
Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais
100	5	73	5	75	5	87	5
115	10	105	10	111	10	103	10
130	15	124	15	120	15	117	15
141	20	138	20	133	20	137	20
156	25	146	25	143	25	150	25
167	30	160	30	152	30	162	30
184	35	173	35	171	35	176	35
200	40	190	40	190	40	190	40

4 bandymas		5 bandymas		6 bandymas		Šešių bandymų vidurkis	
Virimo pradžios temperatūra 76 °C		Virimo pradžios temperatūra 68 °C		Virimo pradžios temperatūra 67 °C		Virimo pradžios temperatūra 72 °C	
Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais	Temperatūra, °C	Distiliato kiekis, tūrio procentais
218	45	208	45	209	45	208	45
242	50	232	50	231	50	230	50
264	55	255	55	256	55	254	55
289	60	277	60	280	60	276	60
304	65	304	65	305	65	302	65
329	70	315	70	325	70	320	70
344	75	330	75	343	75	331	75
350	80	345	80	350	80	344	80

Iš gautų duomenų nubraižomas temperatūros priklausomybės nuo distiliato tūrio grafikas. Jis braižomas remiantis visų šešių bandymų vidurkio reikšmėmis (žr. 2.2 pav).



2.2 pav. Temperatūros priklausomybė nuo distiliato tūrio

Iš šio grafiko matosi, kad distiliuojamoje žaliavoje visų virimo temperatūrų (nuo 72 °C iki 344 °C) angliavandenilių pasiskirstymas yra gana vienodas, nes grafikas eina tolygia linija aukštyn (tolygiai didėjant temperatūrai, didėja ir distiliato kiekis), nėra tūrio didėjimų esant vienodai konkrečiai temperatūrai.

Taip pat, iš grafiko duomenų galima nustatyti, kaip yra pasiskirstę komponentai (benzinas, žibalas ir dyzelinas) bendrame distiliato kiekyje. Benzinas, kurio virimo temperatūra yra nuo 72 °C iki 140 °C, sudaro 21 % tūrio, žibalas, kuris verda 140 – 230 °C temperatūros intervale, sudaro 50 – 21 = 29 % tūrio bei dyzelinas, verdantis 230 – 350 °C, sudaro 77 – 21 – 29 = 27 % tūrio (čia skaičius 77 yra bendras į matavimo cilindrą prilašėjusio distiliato kiekis mililitrais arba tūrio procentais). Tūrio procentai yra perskaičiuojami į masės procentus, pavyzdys rodomas tik su benzinu.

Benzino išeiga tūrio procentais (21 %) yra lygi benzino tūriui – 21 ml, nes 100 ml yra lygu 100 % tūrio. Toliau yra reikalingas benzino tankis, jis priimtas  $0,73 \text{ g/cm}^3$ , žinant jį bei turint benzino tūrį, galima apskaičiuoti benzino masę:  $21 \cdot 0,73 = 15,33 \text{ g}$ . Galiausiai, gali būti skaičiuojama benzino išeiga masės procentais, nes yra žinoma kokia žaliavos masė buvo distiliuojama (82,07 g – 100 ml žaliavos masė) ir yra jau surasta benzino masė, taigi, norint surasti benzino išeią, belieka tik atlikti vieną veiksmą:  $\frac{15,33}{82,07} \cdot 100 = 19 \%$ . Lygiai taip pat yra skaičiuojamos ir žibalo su dyzelinu išeigos: žibalo – 29 % bei dyzelino irgi 29 %.

Atmosferinės distiliacijos masės balanso skaičiavimai:

Visiems 6 bandymams skirtos nufiltruotos žaliavos 100 ml masė yra vienoda:

$$m_{N\check{z}} = 199,36 \text{ g} - 117,29 \text{ g} = 82,07 \text{ g};$$

čia 199,36 g – cilindro su 100 ml nufiltruotos žaliavos masė, 117,29 g – tuščio cilindro masė.

1 bandymas:

75 tūrio procentų distiliato su cilindru masė – 177,14 g, išplauto cilindro masė – 118,41 g, taigi, 75 tūrio procentų distiliato masė yra:

$$m_D = 177,14 \text{ g} - 118,41 \text{ g} = 58,73 \text{ g}.$$

Distiliacijos likučio su kolba masė – 75,81 g, išplautos kolbos masė – 56,93, taigi, likučio masė yra:

$$m_L = 75,81 \text{ g} - 56,93 \text{ g} = 18,88 \text{ g}.$$

Masės balanso neatitikimas:

$$82,07 - (58,73 + 18,88) = 4,46 \text{ g};$$

$$\left( \frac{58,73+18,88}{82,07} \right) \cdot 100 \% = 95 \%$$

Iš šių skaičiavimų matosi, kad 1 bandymo atmosferinės distiliacijos masės balansas sueina 95 %. Bendrai distiliato ir likučio gavosi 4,46 g mažiau nei buvo įpilta nufiltruotos žaliavos. Tokį rezultatą galėjo lemti ant indų sienelių pasilikusios medžiagos jas perpilant iš vieno indo į kitą bei svėrimų paklaidos.

Atitinkamai yra skaičiuojamos ir likusių penkių bandymų masės. Visų 6 bandymų masės balanso rezultatai pateikiami sekančioje lentelėje.

**2.3 lentelė.** Visų trijų atmosferinės distiliacijos bandymų masės balanso rezultatai

Komponentas	Masė, g	Kiekis nuo žaliavos, %
<b>1 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	82,07	100
Iš viso	82,07	100
<b>Išeina</b>		



<b>Komponentas</b>	<b>Masė, g</b>	<b>Kiekis nuo žaliavos, %</b>
Distiliatas	58,73	72
Likutis (mazutas)	18,88	23
Iš viso:	77,61	95
<b>2 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	82,07	100
Iš viso	82,07	100
<b>Išeina</b>		
Distiliatas	63,19	74
Likutis (mazutas)	18,88	23
Iš viso:	82,01	100
<b>3 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	82,07	100
Iš viso	82,07	100
<b>Išeina</b>		
Distiliatas	62,75	76
Likutis (mazutas)	17,23	21
Iš viso:	79,98	97
<b>4 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	82,07	100
Iš viso	82,07	100
<b>Išeina</b>		
Distiliatas	64,00	78
Likutis (mazutas)	18,06	22
Iš viso:	82,06	100
<b>5 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	82,07	100
Iš viso	82,07	100
<b>Išeina</b>		
Distiliatas	64,81	79
Likutis (mazutas)	17,23	21
Iš viso:	82,04	100
<b>6 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		

Komponentas	Masė, g	Kiekis nuo žaliavos, %
Žaliava	82,07	100
Iš viso	82,07	100
<b>Išsėja</b>		
Distiliatas	62,30	76
Likutis (mazutas)	19,70	24
Iš viso:	82,00	100

Kaip ir po pirmojo bandymo masės balanso skaičiavimų buvo minėta, medžiagų balanso nesutapimus visų bandymų metu galėjo lemti ant indų sienelių pasilikusios medžiagos jas perpilant iš vieno indo į kitą bei svėrimų paklaidos.

Šios stadijos (atmosferinės distiliacijos) metu gautas likutis (mazutas) yra sekančio žingsnio, vakuuminės distiliacijos, žaliava. Taigi, paskaičiuojamas visų bandymų metu gautų likučio kiekių vidurkis procentais, tai parodo, kokia šios proceso stadijos (atmosferinės distiliacijos) mazuto išsėja:

$$w = \frac{23+23+21+22+21+24}{6} = 22,33 \%$$

Verta paminėti, kad prieš paskutinę, šeštąją atmosferinę distiliaciją žaliavai buvo atliktas vandens pašalinimas, nes ji gana ilgą laiką prabuvo tam tikroje talpoje, taigi, iš visos žaliavos daug vandens turėjo būti nusėdę tos talpos dugne, iš kur medžiaga ir buvo imama paskutinei distiliacijai. Vanduo buvo šalinamas naudojant bevandenį natrio sulfatą. Į talpą su likusia žaliava buvo priberta natrio sulfato miltelių, gerai išmaišyta ir palikta 24 valandoms. Tada visa žaliava buvo nufiltruota, po šio proceso ją jau buvo galima naudoti atmosferinei distiliacijai. Šiam procesui per didelis vandens kiekis yra žalingas, nes reakcijos metu ant kolbos sienelių susikondensavę vandens lašeliai nukrenta atgal į jau gerokai aukštesnės negu vandens virimo temperatūros skystį ir sukelia labai staigią reakciją artimą sprogimui. Taigi, pašalinant didžiąją dalį vandens iš žaliavos, galima minimalizuoti tokių nepageidautinų reakcijų kiekį ir taip dirbti saugiau.

#### 2.4. Vakuuminė distiliacija

Sekantis etapas šiame visame procese yra vakuuminė distiliacija. Jos žaliava yra atmosferinės distiliacijos metu gautas likutis vadinamas mazutu. Apie 5 ml žaliavos yra įpilama į 25 ml kolbutę, ji yra sujunginama su dviem kondensatoriais ir visas šitas elementas yra įstatomas į specialų stovą, kuris turi kaitinimo šaltinį bei rotacinę pavarą.

Reikia paminėti, kad išvis yra atliekami 4 vakuuminės distiliacijos bandymai. Tik pirmame iš jų yra naudojama maža 25 ml kolbutė, į kurią galima supilti tik apie 5 ml žaliavos (nes proceso metu kolbutė turi būti horizontalioje pozicijoje). Sekančiuose trijuose bandymuose jau yra naudojama didesnė kolbutė, į kurią galima supilti apie 35 ml žaliavos, taigi, per tą patį laiką galima gauti daugiau produkto (vakuuminio distiliato).

Sistema vakuumine šlanga yra sujunginama su vakuuminiu siurbliu bei vakuuminiu manometru, kurio pagalba galima stebėti slėgį sistemoje.

Eksperimento pradžioje temperatūra užstatoma 200 °C ir kolbutės sukimasis nustatomas 20 rpm. Slėgis sumažinamas 600 mbar (negalime staigiai daryti didelio vakuumo, kad neprasidėtų per staigus virimas ir į sistemą „neįspjautų“ žaliavos).

Kai yra pasiekama užstatyta 200 °C temperatūra, palaispniui, atsargiai, stebint procesą, yra didinamas vakuumas, kol pasiekiamas 0 mbar slėgis. Tada toks slėgis visada ir išlaikomas vakuuminio siurblio pagalba.

Procesui susistabilizavus, temperatūra yra palaispniui didinama kas 5 °C iki maksimalios galimos (300 °C) temperatūros. Ir taip vyksta vakuuminė distiliacija, jos metu dviejuose kondensatoriuose renkasi vakuuminis distiliatas – pirmajame (esančiame arčiau kolbutės) sunkesnis, o antrajame – lengvesnis.

Pasiekus 300 °C temperatūrą, ji yra išlaikoma dar apie 20 minučių, kad susikondensuotų kuo daugiau distiliato. Vėliau, kai distiliacija yra baigta, temperatūra numažinama iki kambario temperatūros ir leidžiama sistemai atvėsti. Kai ji atvėsta iki 200 °C, yra uždaromas vožtuvas (jo negalima atsukti taip, kad sistema kontaktuotų su aplinka, nes staigiai pakilus slėgiui, gali labai staigiai pakilti temperatūra ir sistema gali net užsidegti), kuris jungia sistemą su siurbliu ir pastarasis gali būti išjungiamas. Kai sistema atvėsta iki maždaug 70 °C, kolbutę su kondensatoriais galima išimti ir sistemą išjungti iš elektros.

1 bandymas:

kolbutė su kondensatoriais yra pasveriami ir sudaromas masės balansas.

Švarios, tuščios distiliacijos (25 ml) kolbutės (1), į kurią bus pilama žaliava masė – 28,40 g.

Švaraus, tuščio kondensatoriaus (2) masė – 48,60 g.

Švaraus, tuščio kondensatoriaus (3) masė – 48,78 g.

Kolbutės (1) su žaliava masė – 32,92 g.

Žaliavos masė:

$$m_z = 32,92 - 28,40 = 4,52 \text{ g.}$$

Kolbutės (1) su likučiu (gudronu) masė – 30,23 g.

Likučio (gudrono) masė:

$$m_L = 30,23 - 28,40 = 1,83 \text{ g.}$$

Kondensatoriaus (2) su lengvesniu distiliatu masė – 48,75 g.

Lengvesniojo distiliato masė:

$$m_{D2} = 48,75 - 48,60 = 0,15 \text{ g.}$$

Kondensatoriaus (3) su sunkesniu distiliatu masė – 51,30 g.

Sunkesniojo distiliato masė:

$$m_{D3} = 51,30 - 48,78 = 2,52 \text{ g.}$$

Bendras vakuuminio distiliato kiekis:

$$m_D = 0,15 + 2,52 = 2,67 \text{ g.}$$

Masės balanso neatitikimas:

$$4,52 - (2,67 + 1,83) = 0,02 \text{ g;}$$

$$\left(\frac{2,67+1,83}{4,52}\right) \cdot 100 \% = 99,56 \%.$$

Iš šių skaičiavimų matosi, kad 1 bandymo vakuuminės distiliacijos masės balansas sueina 99,56 %. Bendrai distiliato ir likučio gavosi 0,02 g mažiau nei buvo įpilta žaliavos.

Šiame procese gautas vakuuminis distiliatas jau yra labai artimas bazinei alyvai, todėl jis bus naudojamas sekančiame tyrime – klampos indekso nustatyme. Taigi, apskaičiuojama pirmojo bandymo metu gauta vakuuminės distiliacijos išeiga (vakuuminio distiliato kiekis procentais nuo žaliavos kiekio):

$$w_1 = \frac{2,67}{4,52} \cdot 100 \% = 59 \%.$$

Analogiškai masės balanso skaičiavimai yra atliekami ir trims likusiems bandymams. Visų bandymų masės balanso rezultatai yra pateikiami 2.4 lentelėje.

**2.4 lentelė.** Visų keturių vakuuminės distiliacijos bandymų masės balanso rezultatai

Komponentas	Masė, g	Kiekis nuo žaliavos, %
<b>1 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	4,52	100
Iš viso	4,52	100
<b>Išeina</b>		
Vakuuminis distiliatas	2,67	59
Likutis (gudronas)	1,83	40
Iš viso:	4,50	99
<b>2 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	31,47	100
Iš viso	31,47	100
<b>Išeina</b>		
Vakuuminis distiliatas	12,80	41
Likutis (gudronas)	18,67	59
Iš viso:	31,47	100
<b>3 bandymas</b>		

Komponentas	Masė, g	Kiekis nuo žaliavos, %
<b>Įeina</b>		
Žaliava	37,77	100
Iš viso	37,77	100
<b>Išeina</b>		
Vakuuminis distiliatas	8,43	22
Likutis (gudronas)	29,28	78
Iš viso:	37,71	100
<b>4 bandymas</b>		
<b>Įeina</b>		
Žaliava	10,05	100
Iš viso	10,05	100
<b>Išeina</b>		
Vakuuminis distiliatas	6,69	67
Likutis (gudronas)	2,75	27
Iš viso:	9,44	94

Paskaičiuojamas visų bandymų metu gautų vakuuminio distiliato kiekių vidurkis procentais, tai parodo, kokia šios proceso stadijos (vakuuminės distiliacijos) išeiga:

$$w = \frac{59+41+22+67}{4} = 47,25 \%$$

## 2.5. Klampos indekso nustatymas

Klamos indeksas yra apskaičiuojamas pagal ASTM D2270 testo metodą. Kad tai būtų galima padaryti, reikia nustatyti alyvos kinematinę klampą esant 40 °C ir vėliau 100 °C temperatūrose.

Apie 20 ml bazinės alyvos (vakuuminio distiliato) yra supilama į specialiai parinktą viskozimetą, kurio skersmuo yra 1,16 mm ir konstanta  $C = 0,08946 \text{ mm}^2/\text{s}^2$ .

Viskozimetras yra patalpinamas į stiklinę, kurioje yra palaikoma 40 °C temperatūra. Temperatūrą padeda palaikyti prie stiklinės prijungtas termostatas. Į stiklinę visada yra įmerktas termometras, kuris padeda įsitikinti, kad joje yra reikiama temperatūra. Kai pilnai nusistovi 40 °C, pro viskozimetro tam skirtą galą yra pritraukiama alyvos virš aukštesniosios išplatėjimo ribos. Tada atidžiai stebima, kada alyvos meniskas pasieks tą ribą ir kai ji yra kertama, nuimamas laikas chronometru. Stebima per kiek laiko alyva pasieks antrąją, žemesnę ribą, kuri yra po išplatėjimu. Kai alyvos meniskas kerta tą ribą, laikas yra sustabdomas ir užfiksuojamas. Tada pakartojamas dar vienas toks bandymas ir žiūrima per kiek skiriasi pirma ir antra reikšmės. Jei reikšmės skiriasi mažiau nei per 1 sekundę, viskas gerai, galime iš jų išvesti vidurkį ir jau gauname reikalingą laiką. Tačiau, jei pirma ir antra reikšmės viena nuo kitos skiriasi daugiau nei per vieną sekundę, tada atliekamas dar vienas identiškas bandymas. Po jo vieną reikšmę, kuri labiausiai išsiskiria iš trijų, galima atmesti. Ir taip išvedamas vidurkis iš dviejų likusių artimiausių reikšmių.

Tada viskozimetras keliamas į kitą stiklinę, kuri jau yra kaitinama degikliu. Joje stengiamasi palaikyti 100 °C temperatūrą. Ir kai ši temperatūra pasiekama bei yra pastovi, atliekamas lygiai toks pat eksperimentas kaip ir prie 40 °C temperatūros. Toliau yra pateikiami eksperimento, vykdyto 40 °C temperatūroje, rezultatai:

Bandymas buvo kartotas 3 kartus, nes antrąjį kartą gavosi daugiau nei 1 sekundės skirtumas nuo pirmojo:

- 1) 240,61 s;
- 2) 241,85 s (atmetama);
- 3) 240,13 s.

Paskaičiuojamas vidurkis:  $\frac{240,61+240,13}{2} = 240,37 \text{ s}$ .

Gautas vidurkis dauginamas iš viskozimetro konstantos ir taip sužinoma alyvos kinematinė klampa esant 40 °C temperatūrai:

$$240,37 \text{ s} \cdot 0,08946 \text{ mm}^2/\text{s}^2 = 21,50 \text{ mm}^2/\text{s}.$$

Lygiai taip pat skaičiuojama ir alyvos kinematinė klampa esant 100 °C temperatūrai, rezultatas gaunamas 3,96  $\text{mm}^2/\text{s}$ .

Tada skaičiuokle [13], kuri skaičiavimus atlieka pagal ASTM D2270 testo metodą, yra surandamas bazinės alyvos klamos indeksas, kurio reikšmė yra 60.

Išvada:

Toks bazinės alyvos klamos indeksas dar yra per mažas, kad ji galėtų būti naudojama variklinei alyvai gaminti. Tai daug ką pasako apie žaliavą, kuri mūsų atveju yra naftos atliekos. Jose buvo palyginus maža koncentracija alyvos atliekų ir turbūt labiau vyravo lengvesniųjų angliavandenilių atliekos – benzino ar dyzelino. Taigi, norint išgauti geresnį klamos indeksą (pardavinėjamų paruoštų, jau su priedais alyvų klamos indeksas būna apie 80 – 180), šią mano gautą bazinę alyvą dar reikėtų apdirbti. Jai atlikti hidrokrekingą, kad prisisotintų aromatiniai angliavandeniliai. Jį atlikus bendrai alyvos kinematinė klampa truputį sumažėtų, bet pats klamos indeksas padidėtų, nes skirtumas tarp kinematinės klamos prie 40 °C ir prie 100 °C gerokai sumažėtų. Būtent šis skirtumas ir lemia klamos indeksą – kuo jis didesnis, tuo klamos indeksas mažesnis ir atvirkščiai.

## 2.6. Bazinės alyvos apdirbimas Fulerio žeme

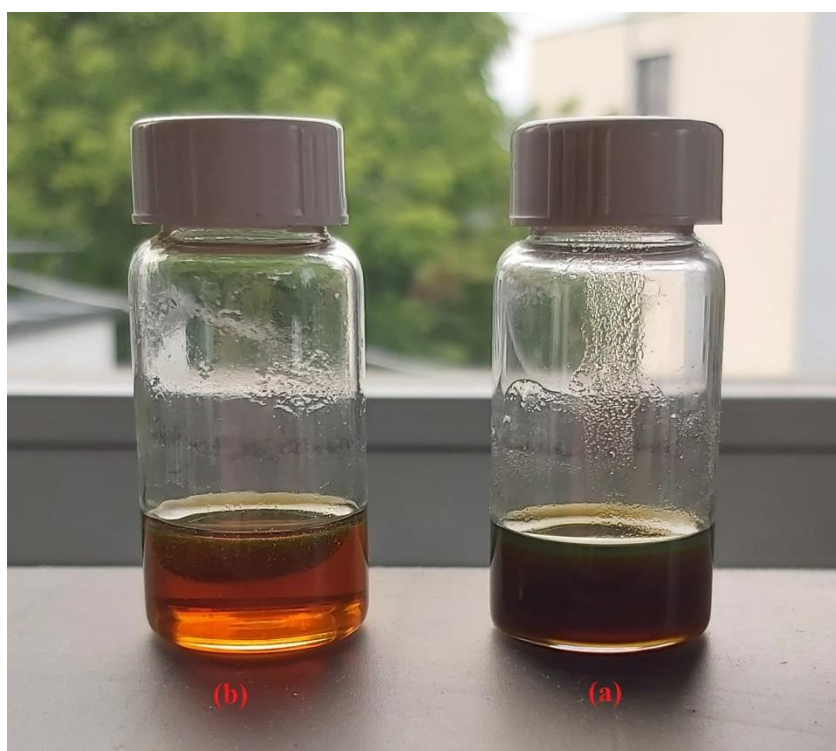
Vakuuminis distiliatas (dalinai apdirbta bazinė alyva) po vakuuminės distiliacijos dar yra apdirbamas Fulerio žeme, su tikslu pagerinti jo savybes: spalvą, kvapą, bei lūžio rodiklį.

Adsorbicijai Fulerio žeme paruoštos alyvos masė yra 16,23 g. Pagal šią masę apskaičiuojama, kiek adsorbicijai reikia Fulerio žemės. Iš literatūros šaltinio [15] žinoma, kad geriausiai spalva pasišalina, kai žemės yra imama 15 % arba 25 % nuo alyvos, taigi, šiuo atveju buvo nutarta imti 25 %:  $16,23 \text{ g} \cdot 0,25 = 4,06 \text{ g}$ .

Prieš adsorbiciją dar yra išmatuojamas alyvos lūžio rodiklis:  $n_D^{20} = 1,4950$ , kuris bus išmatuojamas ir po adsorbicijos palyginimui.

Visų pirma, pasvertas 4,06 g Fulerio žemės kiekis yra iškaitinamas 170 °C temperatūroje parą laiko, kad iš žemės pasišalintų visas adsorbuotas vanduo ir jos adsorbicinės savybės suaktyvėtų. Tada 16,23 g alyvos yra supilama į kolbutę ir gerai sumaišoma su karščiu aktyvuota Fulerio žeme. Vėliau, kolbutė yra laikoma 45 °C temperatūroje, apie 20 minučių, periodiškai maišant jos turinį, tokios sąlygos gautos, remiantis [15] šaltiniu. Per tokį laiką adsorbicija įvyksta ir tada jau galima alyvą filtruoti, norint pašalinti žemę su adsorbuotais angliavandeniliais. Filtracija vykdoma gana paprastai, imamas 20 ml švirštas, kurio apatinė anga yra uždengta vatos sluoksniu. Į jį yra supilamas alyvos ir Fulerio žemės mišinys ir nuolat spaudžiant švirksną yra vykdoma filtracija padidintame slėgyje.

Po adsorbicijos ir filtracijos pagerėjo alyvos kvapas (pasidarė nebe toks intensyvus) bei ji pasidarė šviesesnės, gintaro spalvos. Pateikiama nuotrauka palyginimui:



**2.3 pav.** Alyva po adsorbicijos (b) ir prieš adsorbiciją (a)

Taip pat, pastebėtas ir alyvos po adsorbicijos lūžio rodiklio sumažėjimas:  $n_D^{20} = 1,4935$ . Tai parodo, kad alyvoje galėjo truputį sumažėti aromatinių angliavandenilių koncentracija.

Pasverta kiek alyvos pavyko išskirti po adsorbicijos ir filtracijos. Gauta alyvos masė 11,31 g, taigi, adsorbicijos Fulerio žeme išeiga gavosi 70 procentų:

16,23 g – 100 %;

11,31 g – x %;       $x = \frac{11,31 \cdot 100}{16,23} = 69,69 \%$ .

## 2.7. Tyrimų rezultatai ir išvados

Žaliavą nudistiliavus atmosferinėje kolonoje, ji buvo apvalya nuo lengvesniųjų angliavandenilių, buvo išskirtos 2 frakcijos – distiliatas (į kurį įeina benzinai, dyzelinas bei kažkiek vandens) ir likutis (mazutas). Projektuojant gamybinės linijos patobulinimą, iš pirmosios tyrimo dalies (atmosferinės distiliacijos) pagrindinis reikalingas žinoti rodiklis yra šio proceso mazuto išėiga, nes būtent mazutas yra naudojamas kaip žaliava kitame procese – vakuuminėje distiliacijoje. Išėiga yra pateikiama 2.5 lentelėje.

Vakuuminė distiliacija padėjo nudistiliuoti jau sunkesnius angliavandenilius (gudroną) bei nedidelę dalį dar likusių lengvesniųjų (dyzelino). Šio proceso tikslinis produktas yra vakuuminis distiliatas (neapdirbta bazinė alyva), nes sekančiam eksperimentui – adsorbacijai Fulerio žeme jis yra naudojamas kaip žaliava. Taigi, vakuuminio distiliato išėiga yra pateikiama 2.5 lentelėje.

Neapdirbtai bazinei alyvai buvo nustatytas klampos indeksas. Jis parodo alyvos klampos kitimo atsparumą, kintant temperatūrai. Eksperimento metu gautas klampos indeksas pateikiamas 2.5 lentelėje.

Galiausiai, buvo atlikta adsorbicija Fulerio žeme, su tikslu pagerinti alyvos spalvą ir kvapą. Taip pat, buvo nustatytas alyvos lūžio rodiklis prieš adsorbiciją ir po jos. Adsorbicijos Fulerio žeme išėiga bei lūžio rodikliai yra pateikiami 2.5 lentelėje.

**2.5 lentelė.** Pagrindinių parametų suvestinė lentelė

<b>Eksperimentas</b>	<b>Parametras, matavimo vienetas</b>	<b>Parametro reikšmė</b>
Atmosferinė distiliacija	Mazuto išėiga, %	22,33
Vakuuminė distiliacija	Vakuuminio distiliato išėiga, %	47,25
Klampos indekso nustatymas	Klampos indeksas	60
Adsorbicija Fulerio žeme	Išskirtos alyvos išėiga, %	69,69
	Lūžio rodiklis prieš adsorbiciją	1,4950
	Lūžio rodiklis po adsorbicijos	1,4935



### **3. Inžinerinė dalis**

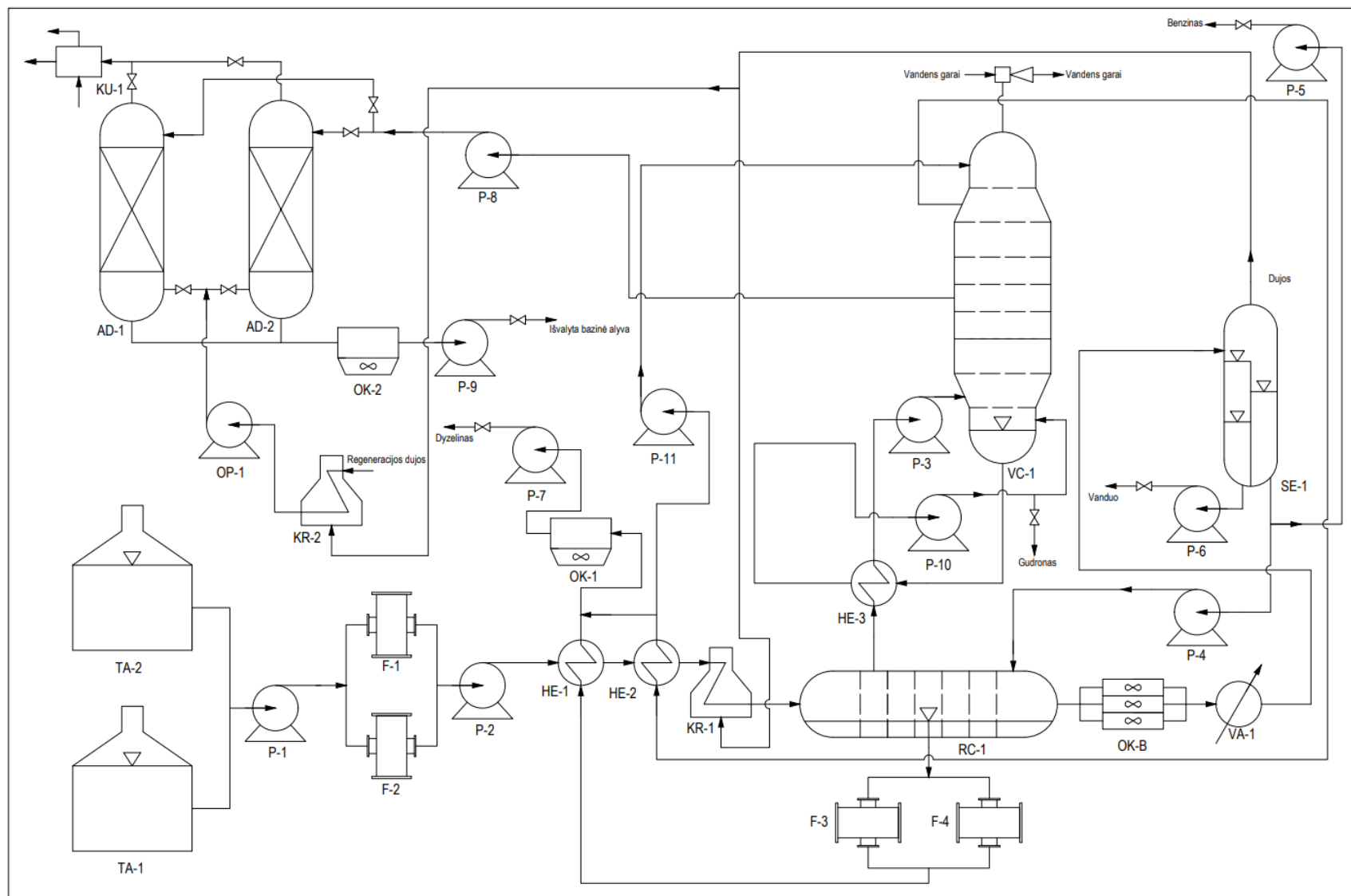
#### **3.1. Technologinė dalis**

Šioje dalyje yra apibūdinama visa technologinė linija, tai yra, pateikiama bei aprašoma technologinė schema. Pateikiami nagrinėjamų bei projektuojamų procesų medžiagų masių balansai, diegiamo įrengimo (vakuuminės distiliacijos kolonos) konstrukciniai skaičiavimai bei aprašoma naudojama žaliava ir gaunami produktai, reikalavimai jiems.

##### **3.1.1. Technologinė schema**

Žaliava iš talpyklų TA-1 ir TA-2 siurbliu P-1 yra leidžiama pro filtrus F-1 ir F-2. Prafiltruota žaliava siurbliu P-2 yra tiekiami į šilumokaitį HE-1, kuriame yra pašildoma iš distiliacijos kolonos tekančia dyzelino frakcija, tada tiekiami į šilumokaitį HE-2, kuriame yra dar kartą pašildoma jau iš vakuuminės distiliacijos kolonos tekančia dyzelino frakcija. Po šilumokaičių žaliava įteka į vamzdinę krosnį KR-1, kurioje yra galutinai pašildoma iki apytiksliai 400 °C. Iš krosnies ištekėjusi žaliava patenka į atmosferinę distiliacijos koloną RC-1, kurioje ji išdistiliuojama į 3 frakcijas – benziną ir dujas, dyzeliną, mazutą. Iš dešiniausios kolonos dalies išteka angliavandenilinių dujų ir benzino mišinys, kuriame yra ir vandens likutis. Šis mišinys yra ataušinamas orinių kondensatorių bloke OK-B ir vandens aušintuve VA-1. Ataušintas mišinys yra tiekiamas į separatorių SE-1, kuriame yra atskiriamos angliavandenilinių dujų ir benzino frakcijos nuo vandens. Vanduo išeina pro separatoriaus apačią ir yra skaitomas kaip atlieka. Angliavandenilinės dujos išteka pro separatoriaus viršų ir yra tiekiamos į vamzdivines krosnis KR-1 ir KR-2 kaip kuras. O benzinai išteka iš separatoriaus apačios ir dalis jo siurbliu P-4 yra tiekiami atgal į distiliacijos koloną RC-1 kaip recirkuliatas, o dalis siurbliu P-5 jau yra tiekiami į benzino produkto talpą. Nuo kolonos RC-1 vidurinių lėkščių yra imama dyzelino frakcija, ji siurbliu P-7 pagalba patenka į filtrus F-3 ir F-4, kur yra išvaloma nuo dar joje likusių kietųjų dalelių, tada prateka šilumokaitį HE-1 ir orinį kondensatorių OK-1, kuriuose dyzelino frakcija yra atvėsinama ir galiausiai jau išteka kaip vienas iš galutinių produktų. Nuo kolonos RC-1 kairiųjų lėkščių mazuto frakcija yra tiekiami į šilumokaitį HE-3, kuriame yra pašildoma iki maždaug 390 °C ir siurbliu P-3 paduodama į vakuuminės distiliacijos kolonos VC-1 apatinę dalį. Joje yra gaunamos 3 frakcijos – dyzelinas, vakuuminis distiliatas ir gudronas. Pastarasis išteka iš vakuuminės kolonos VC-1 apačios, prateka šilumokaitį HE-3 kaip šildymo agentas ir tada dalis jau ataušinto gudrono siurbliu P-10 yra duodama atgal į kolonos apačią kaip recirkuliatas, o kita dalis išteka kaip produktas. Nuo kolonos VC-1 viršutinių lėkščių yra nuimama dyzelino frakcija, ji prateka šilumokaitį HE-2 kaip šildymo agentas, taip yra ataušinama ir tada dalis jos siurbliu P-11 yra tiekiami atgal į vakuuminės kolonos VC-1 viršutinę dalį kaip recirkuliatas, o kita dalis patenka į dyzelino frakcijos srautą, jau ištekantį iš kolonos RC-1, prieš orinį kondensatorių OK-1. Iš kolonos VC-1 vidurio išteka vakuuminis distiliatas (neišvalyta bazinės alyvos frakcija), kuris siurbliu P-8 yra tiekiamas į vieno iš adsorberių AD-1 ar AD-2 (priklausomai nuo to, kuris tuo metu veikia, o kuriame vyksta įkrovos regeneracija) viršų. Pro adsorberį su Fulerio žemės įkrova pratekėjusi alyva yra išvaloma nuo kokso ir pranyksta jos tamsi spalva. Tada alyvos frakcija patenka į orinį kondensatorių OK-2 atvėsitimui ir siurbliu P-9 yra tiekiami į išvalytos bazinės alyvos talpyklą.

Į vieną iš adsorberių (AD-1 arba AD-2), kuriame vyksta įkrovos – Fulerio žemės regeneracija yra orapūte OP-1 tiekiamos regeneracijos dujos, kurios iš pradžių yra pašildomos vamzdivinėje krosnyje KR-2.



3.1 pav. Technologinė schema

### 3.1.2. Technologiniai skaičiavimai

Remiantis iš įmonės, kurioje projektuojamas patobulinimas, gauta informacija bei laboratorinių tyrimų duomenimis, yra sudaromi atmosferinės ir vakuuminės distiliacijos kolonų bei dviejų identiškų adsorberių medžiagų masės balansai.

Reikia paminėti, kad atmosferinės distiliacijos kolona įmonėje jau yra įdiegta ir sėkmingai veikia, taigi, jos medžiagų masės balansas yra žinomas iš praktikos. O vakuuminės distiliacijos kolonos ir adsorberio įkrauto Fulerio žeme balansai yra sudaromi remiantis laboratorinių tyrimų duomenimis bei paskaitų medžiaga [47]. Būtent pastarieji įrenginiai (vakuuminės distiliacijos kolona ir du adsorberiai įkrauti Fulerio žeme) yra projektuojami į jau egzistuojančią gamybos liniją kaip patobulinimas. Jis padės išgauti didesnę kiekį dyzelino bei visiškai naują, šioje technologinėje linijoje anksčiau negamintą produktą – bazinę alyvą.

3.1 lentelė. Atmosferinės ir vakuuminės distiliacijos kolonų bei adsorberio medžiagų masės balansas

Atmosferinė distiliacija			Vakuuminė distiliacija			Adsorbcija Fulerio žeme		
Komponentas	Kiekis, t/metus	Kiekis nuo žaliavos, %	Komponentas	Kiekis, t/metus	Kiekis nuo žaliavos, %	Komponentas	Kiekis, t/metus	Kiekis nuo žaliavos, %
<b>Įteka</b>			<b>Įteka</b>			<b>Įteka</b>		
Žaliava (naftos produktų atliekos)	50000	100	Žaliava (mazutas)	11000	100	Žaliava (vakuuminis distiliatas)	5198	100
<b>Išteka</b>			<b>Išteka</b>			<b>Išteka</b>		
Naftos dujos	500	1	Vakuuminis distiliatas	5198	47	Išvalyta bazinė alyva	3638	70
Benzinas	21000	42	Dyzelinas	1536	14			
Dyzelinas	17500	35	Likutis (gudronas)	4263	39	Ant žemės pasilikę angliavandeniliai su priemaišomis	1559	30
Likutis (mazutas)	11000	22	Skilimo dujos	4	0,04			

Toliau yra skaičiuojami vakuuminės distiliacijos kolonos skermuo ir aukštis. Sekančioje lentelėje pateikiami pagrindiniai reikalingi parametrai kolonos skersmens skaičiavimams.

3.2 lentelė. Vakuuminės distiliacijos kolonos skersmens skaičiavimams reikalingi parametrai

Temperatūra kolonoje (T), K	Slėgis kolonoje (P), Pa	Garų masinis debitas (G), kg/s	Garų molekulinė masė (M)	G/M	Garų tūrinis debitas (V), m <sup>3</sup> /s	Didžiausias leistinas garų greitis (w), m/s
623,15	1599,86	0,09445	450,00	0,00021	0,68	3,00

Temperatūra ir slėgis kolonoje, garų molekulinė masė bei didžiausias leistinas garų greitis yra priimami, remiantis paskaitose įgytomis žiniomis [47]. Garų masinis debitas prilyginamas ketvirtadaliui žaliavos (mazuto) debito. Turint šiuos duomenis yra skaičiuojamas garų tūrinis debitas pagal (3.1) formulę.

$$V = 22,4 \cdot \frac{T}{273,15} \cdot \frac{101325}{P} \cdot \frac{G}{M}, \quad (3.1)$$

čia  $T$  – temperatūra kolonoje, K;  $P$  – slėgis kolonoje, Pa;  $G$  – garų masinis debitas, kg/s bei  $M$  – garų molekulinė masė [47].

Turint šiuos visus dydžius, gali būti apskaičiuojamas kolonos skersmuo [47]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,68}{3,14 \cdot 3}} = 0,54 \text{ m.}$$

Pagal šią gautą reikšmę yra parenkamas artimiausias siauresniosios kolonos dalies skersmuo – 1 m bei platesnės kolonos dalies skersmuo – 2 m. Į šiuos skersmenis bus atsižvelgiama tolimesniame gamybinės linijos projektavimo procese.

Pateikiami pagrindiniai duomenys vakuuminės distiliacijos kolonos aukščio skaičiavimams:

**3.3 lentelė.** Vakuuminės distiliacijos kolonos aukščio skaičiavimams reikalingi parametrai

Atstumas tarp lėkščių ( $\alpha$ ), m	Lėkščių skaičius zonoje 2 ( $n_2$ )	Lėkščių skaičius zonoje 3 ( $n_3$ )	Lėkščių skaičius zonoje 4 ( $n_4$ )	Lėkščių skaičius zonoje 6 ( $n_6$ )
0,6	6	8	3	5

Kolonos aukščio skaičiavimams reikalingi duomenys (3.3 lentelė) gauti, atsižvelgiant į prielaidas, padarytas, remiantis paskaitose įgytomis žiniomis [47]. Kolonos dangtis ir dugnas yra elipsinis (1 ir 8 zonos). Nuo kolonos viršaus iki dyzelino išvado yra 6 lėkštės (2 zona), kur vyksta deflegmacija ataušintu dyzelinu. Tarp dyzelino ir vakuuminio distiliato išvadų yra įrengtos 8 lėkštės (3 zona). Eianant žemyn yra dar dvi distiliacijos lėkštės bei pusiauakla lėkštė, atliekanti mazuto lašų gaudyklės funkciją (4 zona). Vėliau seka 3 m aukščio įvado zona (5 zona), o po ja 5 kaskadinės nugarinimo lėkštės (6 zona). Tarp skysčio paviršiaus ir apatinės nugarinimo lėkštės yra apie 2 m (7 zona).

1 ir 8 zonų (elipsinių dangčio ir dugno) aukščiai skaičiuojami taip [47]:

$$h_1 = h_8 = 0,25 \cdot d = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{ m.}$$

2, 3, 4 bei 6 zonų aukščiai skaičiuojami vienodai [47]. Parodomas 2 zonos aukščio skaičiavimas:

$$h_2 = (n_2 - 1) \cdot \alpha = (6 - 1) \cdot 0,6 = 3 \text{ m.}$$

Pateikiama visų zonų apskaičiuotų bei priimtų aukščių suvestinė lentelė.

**3.4 lentelė.** Apskaičiuotas vakuuminės distiliacijos aukštis

Zona	Aukštis, m
1	0,25

Zona	Aukštis, m
2	3,00
3	4,20
4	1,20
5	3,00
6	2,40
7	2,00
8	0,25
Suma	16,30

Į vakuuminės kolonos aukštį bus atsižvelgiama tolimesniame gamybinės linijos projektavimo procese.

### 3.1.3. Žaliavos bei produktų reikalavimai

Žaliava (naftos produktų atliekos) griežtų reikalavimų neturi, nes konkrečios jos sudėties neįmanoma apsibrėžti, ji nuolat kinta. Pagal jos sudėtį yra kažkiek reguliuojami gamybiniai parametrai, kad perdirbimas vyktų kuo efektyviau. Žaliavos ieškoma tokios, kad sudėtyje būtų kuo didesnė koncentracija angliavandenilių, kurie priklauso benzino (virimo temperatūra tarp 30 °C ir 200 °C) bei dyzelino (virimo temperatūra tarp 150 °C ir 380 °C) frakcijoms, nes būtent šios frakcijos turi didžiausią paklausą ir pelningumą. Aišku, žiūrima, kad žaliava būtų kuo švaresnė – turėtų kuo mažiau nepageidaujamų priemaišų (purvo, kietųjų dalelių, metalo, sieros). Taip pat, atsižvelgiama ir į vandens kiekį žaliavoje – kuo jo mažiau, tuo žaliava geresnės kokybės, nes vanduo yra žalingas visoms perdirbimo proceso stadijoms ir todėl jį reikia atskirti nuo žaliavos prieš tiekiant į perdirbimą, o tai lemia papildomus kaštus. Visos šios išvardintos charakteristikos turi labai didelę reikšmę žaliavos kainai ir kokybei, taigi, stengiamasi rasti atliekas, kurios turėtų kuo geresnę kainos ir kokybės santykį.

Gaminamas benzinai ir dyzelinas turi atitikti Europoje šiems produktams taikomus standartus. Benzino standartas – EN 228 [49] bei dyzelino standartas – EN 590 [50].

Projektuojamos gamybinės linijos tikslas pagaminti bazinę alyvą atitinkančią bent pirmąją bazinės alyvos klasifikavimo grupę, jai priklausančios alyvos yra laikomos pigiausiomis rinkoje [51]. Šią grupę atitinkančių alyvų klampos indeksas turi būti 80 – 120 intervale, alyvos turi išlaikyti savo savybes vienodas nuo 32 °C iki 150 °C temperatūros [51]. Šiai grupei peiklausančios alyvos savo sudėtyje paprastai turi daugiau nei 0,03 % sieros bei mažiau nei 90 % sočiųjų angliavandenilių, alyvos spalva varijuoja nuo gintaro iki rudai auksinės [51].

### 3.2. Statybiniai sprendimai

Naftos atliekų perdirbimui į bazinę alyvą yra pasirinkta jau egzistuojanti naftos atliekų perdirbimo įmonė. Ši įmonė naftos atliekų mišinį, susidedantį iš panaudotų alyvų, nekondicinio, užteršto benzino ar dyzelino ir kitokių atliekų, perdirba į tris švarias frakcijas – benzina, dyzeliną ir mazutą. Mano darbo tikslas yra įdiegti į šią jau pelningai veikiančią sistemą 2 papildomus įrengimus (vakuuminę distiliacijos koloną ir adsorbcijos kompleksą, sudarytą iš dviejų adsorberių, įkraudų Fulerio žeme, kitaip vadinama, atapulgitu), kurie padėtų iš mažiausią vertę turinčio produkto – mazuto, gauti daugiau dyzelino bei dar vieną papildomą frakciją – išvalytą bazinę alyvą, taip pat, kaip šalutinis

produktas gaunamas gudronas, kuris yra taip pat parduodamas. Šiam projektui pasirinkta jau egzistuojanti įmonė, nes jos technologija yra labai artima mano baigiamojo projekto temai, įmonė veikia pelningai, turi daug ryšių, iš kurių nuolat perka savo žaliavas (naftos atliekas), bei yra apstu tikslinių klientų, kuriems nuolat parduoda savo produktus, turi gerą infrastruktūrą – yra prie pat geležinkelio bei įmonė yra geroje strateginėje vietoje, lengvai pasiekiamoje autotransportu, taigi, žaliavos į įmone patenka, o produktai iš įmonės klientus pasiekia lengvai ir greitai. Sanitarinėms bei gamybos reikmėms vandenį įmonei tiekia UAB „Jonavos vandenys“, elektros energija gaunama iš UAB „Ignitis“, o šilumos energijai reikiamą dujų kiekį įmonė pasigamina pati, nes atmosferinės distiliacijos proceso metu išsiskiria nemažai naftos dujų. Įmonė per metus perdirba apie 50000 tonų žaliavos. Šio perdirbimo metu yra gaunama apie 11000 tonų mazuto, kuris yra mano baigiamajame darbe nagrinėjimo proceso žaliava.

**3.5 lentelė.** Įmonės sklypo, pastato bei gamybos modulio techniniai parametrai [48]

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1.	1. Sklypas: 1.1. sklypo plotas; 1.2. statinio užimtas žemės plotas; 1.3. apželdintas žemės plotas; 1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius; 1.5. asfaltuotas sklypo plotas.	ha m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> vnt. m <sup>2</sup>	1,34 1330,10 518,80 30 7523,20
2.	2. Pastatai: 2.1. bendrasis plotas: 2.1.1. pagrindinis; 2.1.2. pagalbinis; 2.2. pastato tūris; 2.3. aukštų skaičius; 2.4. pastato aukštis; 2.5. darbuotojų skaičius.	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> vnt. m -	1330,10 807,50 522,60 10497,50 3 13,00 49
3.	3. Gamybos modulis: 3.1. aukštų skaičius; 3.2. plotis tarp ašių; 3.3. ilgis (tarp ašių); 3.4. orientacija.	vnt. m m -	2 3,8 11,2 Į šiaurės vakarus

Įmonės teritorijoje yra daug transportui judėti skirtų kelių, kurių plotis yra apie 5 – 8 m ir zonų apsisukimui, nes į įmonę ir iš jos dažnai važinėja transportas su žaliava ir produktais. Po vamzdiniais pravažiuojamasis aukštis yra 4,5 m ir daugiau. Beje prie pat įmonės teritorijos yra ir geležinkelio bėgiai, kuriais taipogi yra įvežamos žaliavos ir išvežami produktai. Taip pat teritorijoje yra ilgi pėsčiųjų takai, tankiausiai jie išdėstyti aplink administracinį pastatą, nes jame dirba daugiausiai žmonių. Pėsčiųjų takų plotis yra apie 1 - 1,5 m. Teritorijoje yra keletas žaliųjų erdvių, bet jose augantys augalai negali būti labai aukšti saugumo sumetimais, kad netrukdytų transporto priemonių matomumui [48].

Gamybos modulio plotis yra 3,8 m, ilgis – 11,2 m ir aukštis – 8,3 m, taip pat, prie gamybinio modulio iš šonų į abi puses stovi dar trys įrengimai, kurie šį modulį prailgina iki 16,9 m. Kad gamybinio modulio brėžinys būtų aiškesnis, verta paminėti, kad gamyba yra vykdoma lauke, ne pastate.

Įrengimai yra sustatyti dviem aukštais ant gelžbetoninių pertvarų (tik trys įrengimai – vakuuminė distiliacijos kolona, adsorberių kompleksas ir separatorius – yra pastatyti jau ant žemės, asfaltuotos dangos, šalia gamybinio modulio), antro aukšto pertvarą ir stogą laiko plieninės kolonos, seinų nėra, yra įrengti plieniniai atitvarai antrame aukšte, kad nebūtų pavojaus nukristi. Stogas suformuotas plonomis metalinėmis sijomis, kurios dengtos čerpėmis, stogo pagrindinė funkcija – tiesiog apsaugoti įrengimus nuo kritulių, kad ne taip sparčiai vyktų jų korozija [48].

Prieduose 1 – 4 yra pateikiami keturi *AutoCAD* programa nubraižyti A1 formato brėžiniai: technologinė schema, sklypo planas ir gamybinio modulio planas bei technologinės linijos pjūvis.

### 3.3. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

Skaičiavimai atliekami su prielaida, kad objektas (gamybinės linijos patobulinimas) yra projektuojamas jau egzistuojančios įmonės teritorijoje. Todėl sklypo įsigijimui papildomų lėšų nereikia skirti. Skaičiavimuose nustatant reikalingų įrengimų įsigijimo kainas, yra priimama apie 30 % paklaida. Jos negalima išvengti, nes norint sužinoti tikslias tam tikrų įrengimų kainas, jau reikėtų kreiptis į tam tikras įmones ir laukti iš jų konkrečių pasiūlymų.

#### 3.3.1. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Projekte ilgalaikį turtą sudaro planuojami diegti nauji įrengimai. Sprendimas, kokie įrengimai bus diegiami, buvo priimtas įvertinus, kokio galutinio produkto yra norima (bazinės alyvos bei papildomo dyzelino kiekio) ir maždaug kokios yra finansinės įmonės galimybės. Taigi, reikia: vakuuminės distiliacijos kolonos, adsorberių, orinio kondensatoriaus, išcentrinių siurblių bei vamzdinės krosnies. Visa reikalinga informacija apie išvardintus įrengimus yra pateikiama lentelėje žemiau.

3.6 lentelė. Technologinių įrengimų vertė [14]

Eil. Nr.	Įrengimo pavadinimas	Vieneto kaina, Eur	Kiekis	Vertė, Eur
1	Vakuuminė distiliacijos kolona	75000	1	75000
2	Adsorberis	15000	2	30000
3	Orinis kondensatorius	2000	1	2000
4	Išcentrinis siurblys	1500	6	9000
5	Vamzdinė krosnis	18000	1	18000
Viso				209000

### 3.3.2. Produkcijos gamybos apimtys

Kadangi yra aišku kiek įmonė per metus perdirba naftos produktų atliekų (viso proceso žaliavos) bendrai (50000 t/metus), tai iš laboratorinių tyrimų susiradus visų gamybinės linijos procesų išėigas, galime apskaičiuoti kiek maždaug yra įmanoma pagaminti kiekvieno produkto (bazinės alyvos, dyzelino bei gudrono). Visas technologinio proceso masės balansas, sudarytas remiantis iš įmonės gauta informacija bei atliktų laboratorinių tyrimų duomenimis buvo pateiktas anksčiau (žr. 3.1.2. skyrel.). Šio balanso informacija ir yra naudojama, planuojant gamybos apimtis.

**3.7 lentelė.** Produkcijos gamybos apimties planavimas [14]

Projekto metai	Įsisavinimo koeficientas	Gamybos apimtis, t/metus		
		Bazinė alyva	Dyzelinas	Gudronas
1	0,70	2546,60	1078,00	2984,10
2	1,00	3638,00	1540,00	4263,00
3	1,00	3638,00	1540,00	4263,00
4	0,90	3274,20	1386,00	3836,70
5	0,80	2910,40	1232,00	3410,40

Priimama, kad brandos (2 ir 3) metais įsisavinimo koeficientas yra lygus 1. Pirmais, ketvirtais bei penktais metais šis koeficientas priimamas mažesnis, nes numatoma, kad šiais metais bus pagaminama mažiau produkcijos.

### 3.3.3. Tiesioginiai gamybos kaštai

Į tiesioginius kaštus įeina išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms, tiesioginio darbo užmokesčio su atskaitymais socialiniam ir sveikatos draudimams išlaidos, elektros bei šilumos energijos kaštai. Tačiau šiuo atveju išlaidų šilumos energijai nėra skiriama, nes ji yra gaminama pačios įmonės, deginant atmosferinės distiliacijos metu išsiskyrusias naftos dujas. Taip pat, neskaičiuojamos išlaidos ir vandeniui, nes diegiamas gamybinės linijos patobulinimas nereikalauja papildomų vandens sąnaudų.

**3.8 lentelė.** Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms [14]

Produkto/ žaliavos pavadinimas	Produkto gamybos planas, t	Atskirų produktų dalis nuo bendros gamybos apimties	Žaliavos kaina, Eur/t	Žaliavos poreikis, t	Medžiagų kaštai	
					Gaminio, Eur/t	viso tūkst. Eur
<b>1 metai</b>						
Bazinė alyva	2546,60	0,39	-	2967,12	489,35	1246,19
Dyzelinas	1078,00	0,16	-	1256,01	489,35	527,52
Gudronas	2984,10	0,45	-	3476,87	489,35	1460,28
Viso	6608,70	1,00	-	7700,00	1468,06	3234,00
Mazutas (žaliava)	-	-	420,00	7700,00	-	3234,00
<b>Brandos metai (2 ir 3 metai)</b>						



Produkto/ žaliavos pavadinimas	Produkto gamybos planas, t	Atskirų produktų dalis nuo bendros gamybos apimties	Žaliavos kaina, Eur/t	Žaliavos poreikis, t	Medžiagų kaštai	
					Gaminio, Eur/t	viso tūkst. Eur
Bazinė alyva	3638,00	0,39	-	4238,75	489,35	1780,27
Dyzelinas	1540,00	0,16	-	1794,30	489,35	753,61
Gudronas	4263,00	0,45	-	4966,95	489,35	2086,12
Viso	9441,00	1,00	-	11000,00	1468,06	4620,00
Mazutas (žaliava)	-	-	420,00	11000,00	-	4620,00
<b>4 metai</b>						
Bazinė alyva	3274,20	0,39	-	3814,87	489,35	1602,25
Dyzelinas	1386,00	0,16	-	1614,87	489,35	678,25
Gudronas	3836,70	0,45	-	4470,26	489,35	1877,51
Viso	8496,90	1,00	-	9900,00	1468,06	4158,00
Mazutas (žaliava)	-	-	420,00	9900,00	-	4158,00
<b>5 metai</b>						
Bazinė alyva	2910,40	0,39	-	3391,00	489,35	1424,22
Dyzelinas	1232,00	0,16	-	1435,44	489,35	602,89
Gudronas	3410,40	0,45	-	3973,56	489,35	1668,90
Viso	7552,80	1,00	-	8800,00	1468,06	3696,00
Mazutas (žaliava)	-	-	420,00	8800,00	-	3696,00

Atskirų produktų dalis nuo bendros gamybos apimties paskaičiuojama dalinant atskiro produkto gamybos planą iš visų produktų gamybos plano sumos. Pirmų metų bazinės alyvos pavyzdys:

$$\frac{2546,60 \text{ t}}{6608,70 \text{ t}} = 0,39.$$

Žaliavos kaina yra priimama, išnagrinėjus panašių produktų kainas ir todėl gali būti nevisai tiksli – turėti paklaidą.

Žaliavos poreikis kiekvieniems metams paskaičiuojamas sudauginant kiekvienų metų įsisavinimo koeficientą su žaliavos kiekiu. Mano diegiamas patobulinimas yra tiesiog gamybinės technologinės linijos prailginimas. Iki patobulinimo ji užsibaigdavo ties atmosferine distiliacija, po jo papildomai yra pastatoma vakuuminės distiliacijos bei adsorbcijos Fulerio žeme įrengimai. Taigi, kaip žaliava, skaičiuojant finansus, yra imama nebe naftos produktų atliekos, bet atmosferinės distiliacijos likutis – mazutas, kurio per metus susidaro 11000 tonų. Taigi, žaliavos poreikis pirmiems metams paskaičiuojamas taip:

$$11000 \text{ t} \cdot 0,7 = 7700 \text{ t}.$$

O žaliavos poreikis kiekvienam produktui atskirai paskaičiuojamas tiesiog dauginant bendrą žaliavos poreikį iš atskirų produktų dalies nuo bendros gamybos apimties.

Bendra žaliavos poreikio kaina paskaičiuojama sudauginant žaliavos tonos kainą su žaliavos poreikiu:

$420 \text{ Eur}/t \cdot 7700 \text{ t} = 3234 \text{ Eur}$ . Tada šį gautą skaičių dauginant iš atskirų produktų dalies nuo bendros gamybos apimties, gauname kiek kainuoja žaliava pagaminti kiekvienam produktui atskirai. Galiausiai, šį gautą skaičių padalinant iš gamybos plano, gauname kiek kainuoja pagaminti kiekvieno gaminio vieną toną:

$$\frac{1246,19 \cdot 1000}{2546,60} = 489,35 \text{ Eur}/t.$$

Toliau yra skaičiuojamos išlaidos operatorių darbo užmokesčiui.

**3.9 lentelė.** Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui (operatorių darbo užmokesčiui) [14]

Gaminiai	Gamybos apimtis, t	Atskirų produktų dalis nuo bendros gamybos apimties	Operatorių skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur	Darbo užmokestis, tūkst. Eur	Atskaitymai VSD, GF, IDIF, Eur
<b>1 metai</b>						
Bazinė alyva	2546,60	0,39	10	1900,00	87,86	1,56
Dyzelinas	1078,00	0,16	10	1900,00	37,19	0,66
Gudronas	2984,10	0,45	10	1900,00	102,95	1,82
Iš viso	6608,70	1,00	-	-	228,00	4,04
<b>Brandos metai (2 ir 3 metai)</b>						
Bazinė alyva	3638,00	0,39	10	2000,00	92,48	1,64
Dyzelinas	1540,00	0,16	10	2000,00	39,15	0,69
Gudronas	4263,00	0,45	10	2000,00	108,37	1,92
Iš viso	9441,00	1,00	-	-	240,00	4,25
<b>4 metai</b>						
Bazinė alyva	3274,20	0,39	10	2100,00	97,11	1,72
Dyzelinas	1386,00	0,16	10	2100,00	41,11	0,73
Gudronas	3836,70	0,45	10	2100,00	113,79	2,01
Iš viso	8496,90	1,00	-	-	252,00	4,46
<b>5 metai</b>						
Bazinė alyva	2910,40	0,39	10	2200,00	101,73	1,80
Dyzelinas	1232,00	0,16	10	2200,00	43,06	0,76
Gudronas	3410,40	0,45	10	2200,00	119,21	2,11
Iš viso	7552,80	1,00	-	-	264,00	4,67

Čia skaičiuojamos išlaidos tik tų darbuotojų darbo užmokesčiui, kurie „tiesiogiai“ gamina produktą, tai yra, operatorių. Priimama, kad operatorių yra išvis 10, dirba po 5 vienoje pamainoje. Mėnesinis operatorių darbo užmokestis priimtas, panagrinėjus vidutinius šiuo metu Lietuvoje operatoriams (dirbantiems panašiose srityse) mokamus atlyginimus. Įvertinama ir tai, kad atlyginimai kiekvienais metais turi kažkiek kilti.

Darbo užmokestis, tenkantis kiekvienam gaminiui, paskaičiuojamas dauginant atskirų produktų dalis nuo bendros gamybos apimties iš operatorių skaičiaus bei mėnesinio darbo užmokesčio. Pavyzdžiui pirmaisiais metais bazinei alyvai tenkantis darbo užmokestis:

$$0,39 \cdot 10 \cdot 1900 \text{ Eur} = 87858 \text{ Eur}.$$

Atskaitymų socialiniam ir sveikatos draudimams išlaidos skaičiuojamos bendrą darbo užmokestį padauginant iš 0,0177, nes darbdavio atskaitymai sudaro 1,77 % apskaičiuoto bendro darbo užmokesčio.

Sekantys skaičiavimai yra elektros energijos kaštai.

**3.10 lentelė.** Tiesioginės išlaidos elektros energijai [14]

Įrengimų variklių suminis aktyvinis galingumas, kW,	Variklių galingumo panaudojimo koeficientas	Įrengimų metinis efektyvus darbo laikas, h	Elektros energijos poreikis jėgai, kWh	Elektros 1 kWh kaina, Eur	Išlaidos elektros energijai, tūkst. Eur
1	2	3	4 = 1 × 2 × 3	5	6 = 4 × 5
<b>1 metai</b>					
21,00	0,70	5661,60	83225,52	0,26	21,64
<b>Brandos metai (2, 3 metai)</b>					
21,00	0,90	8088,00	152863,20	0,29	44,33
<b>4 metai</b>					
21,00	0,80	7279,20	122290,56	0,31	37,91
<b>5 metai</b>					
21,00	0,75	6470,40	101908,80	0,33	33,63

Įrengimų variklių suminis aktyvinis galingumas yra visų elektros energiją vartojančių įrengimų galingumo suma. Tie įrengimai yra: 6 išcentriniai siurbliai, vienas orinis kondensatorius bei vienas vakuuminis siurblys. Visų įrengimų galingumai priimti, remiantis būtent šiam technologiniam procesui tinkamų parametrų įrengimų techniniais duomenimis. Todėl galingumas gali būti nevisai tikslus ir turėti tam tikrą paklaidą. Įrengimų metinis efektyvus darbo laikas skaičiuotas pagal tai kiek dienų gamykla per metus dirba be sustojimo, tai yra, apie 337 dienas. Ir būtent šis skaičius tada yra padauginamas iš kiekvienų metų įsisavinimo koeficiento. Elektros energijos 1 kWh kaina priimta, panagrinėjus elektros tiekėjų vidutines kainas. Kaip skaičiuojasi elektros energijos poreikis jėgai bei išlaidos elektros energijai yra parodyta lentelės antroje eilutėje.

### 3.3.4. Netiesioginiai gamybos kaštai

Prie netiesioginių gamybos kaštų yra priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios išlaidos, tačiau padedančios palaikyti gamybą. Tai yra, išlaidos netiesiogiai su gamyba susijusių darbuotojų darbo užmokesčiui, įrenginių nusidėvėjimo išlaidos bei išlaidos netiesiogiai su gamyba susijusiai energijai (vandens, patalpų šildymo, elektros bei apšvietimo) [14].

Šiam technologinio proceso patobulinimui bus skaičiuojamos tik netiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui ir amortizacijai (įrengimų nusidėvėjimui), nes diegiamas patobulinimas neturi tiesioginės įtakos išlaidoms vandeniui, patalpų šildymui bei apšvietimui.

**3.11 lentelė.** Netiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui [14]

Profesija	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur	Pagrindinis DU fondas, Eur	Atskaitymai VSD, GF ir IDIF	Su darbuotojais susijusios išlaidos, Eur
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2×3×12 mėn.</b>	<b>5 = 1,77 % nuo 4</b>	<b>6 = 4+5</b>
Pagalbiniai darbininkai	2	1000	24000	425	24425
Inžinieriai	2	2200	52800	935	53735
Viso:			76800	1359	78159

Kaip atliekami visi lentelės skaičiavimai yra parodyta antroje jos eilutėje. Sekančioje lentelėje yra pateikiama informacija apie įrengimų amortizaciją.

**3.12 lentelė.** Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija) [14]

Įgalaikio turto rūšis	Įsigijimo vertė, tūkst. Eur	Normatyvinė eksploataavimo trukmė, metais	Nusidėvėjimo suma, tūkst. Eur metams					Likutinė vertė, tūkst. Eur
			1	2	3	4	5	
Vakuuminė distiliacijos kolona	75,00	15	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	52,50
Adsorberis	30,00	12	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	18,75
Orinis kondensatorius	2,00	4	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	-0,25
Išcentrinis siurblys	9,00	7	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	3,21
Vamzdinė krosnis	18,00	10	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	9,90
Kiti įrengimai, įranga	4,00	5	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,40
Viso:	138,00	-	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70	84,51

Normatyvinė įrengimų eksploataavimo trukmė yra priimama. Metinė nusidėvėjimo vertė yra skaičiuojama pagal tokią formulę:

$$N = \frac{V_1 - V_2}{T}, \quad (3.2)$$

čia:  $N$  – metinė nusidėvėjimo vertė, Eur;

$V_1$  – turto pradinė vertė, Eur;

$V_2$  – turto likvidacinė vertė, Eur (neturi viršyti 10 % pradinės vertės, taigi, priimama 10 %);

$T$  – normatyvinė pagrindinių priemonių eksploataavimo trukmė, metais [14].

Vakuuminės distiliacijos kolonos metinė nusidėvėjimo vertė:  $N = \frac{75 - 75 \cdot 0,1}{15} = 4,50$  tūkst. Eur.

Likutinė vertė kiekvienam įrengimui skaičiuojama tiesiog iš įsigijimo vertės atimant visų penkių metų metines nusidėvėjimo vertes.

Toliau yra pateikiama apibendrinanti lentelė su netiesioginių gamybos išlaidų sąmata.

**3.13 lentelė.** Netiesioginių gamybos išlaidų sąmata, tūkst. Eur [14]

Išlaidų rūšys	Projekto metai				
	1	2	3	4	5
Pagalbinės medžiagos	331,76	473,94	473,94	426,55	379,15
Darbo užmokestis	76,80	76,80	76,80	76,80	76,80
Atskaitymai VSD, GF ir IDIF	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Amortizaciniai atskaitymai	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70
Įrengimų remontas	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Vidaus transporto remontas	0,50	0,50	0,50	0,75	0,85
Gamybinių cechų pastatų remontas	1,00	1,00	1,00	2,00	2,50
Kitos išlaidos	17,88	24,47	24,47	22,37	20,33
Iš viso:	464,83	636,30	636,30	581,63	528,52

Į šią lentelę yra sudėtos visos apskaičiuotos netiesioginės išlaidos. Dar nepamintėtos yra išlaidos pagalbinėms medžiagoms, taigi, jos yra priimamos 10 % nuo bendrų žaliavos kaštų ir dar prie šių išlaidų yra pridėjama adsorberių įkrovos kaina – 11,94 tūkst. Eur. Tarp nepamintėtų yra ir išlaidos įrengimų remontui, kurios yra priimamos kaip 80 % kitos įrangos kainos (iš 3.12 lentelės). Vidaus transporto bei gamybinių cechų pastatų remonto išlaidos kiekvienais metais yra taipogi priimtose.

Kitos išlaidos tai yra 4 % nuo visų lentelėje paminėtų netiesioginių išlaidų sumos. Visi kiti lentelėje esantys komponentai jau yra aptarti prie ankstesnių skaičiavimų.

### 3.3.5. Bendri gamybos kaštai

Apskaičiuotos tiesioginės ir netiesioginės gamybos išlaidos yra suvedamos į vieną bendrą suvestinę lentelę.

**3.14 lentelė.** Gamybos kaštai [14]

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst. Eur			
	Gaminiai			Viso
	Bazinė alyva	Dyzelinas	Gudronas	
<b>Pirmaisiais projekto gyvavimo metais</b>				
Pagrindinės medžiagos, tūkst. Eur	1246.19	527.52	1460.28	3234.00
Energija (šiluminė, elektros), tūkst. Eur	8.34	3.53	9.77	21.64
Gamybinių darbininkų (pagrindinių) darbo užmokestis, tūkst. Eur	87.86	37.19	102.95	228.00
Atskaitymai VSD, GF ir IDIF, tūkst. Eur	1.56	0.66	1.82	4.04
Gamybinės netiesioginės išlaidos, tūkst. Eur	179.12	75.82	209.89	464.83
Viso gamybos kaštų, %	39	16	45	100
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	1523.06	644.73	1784.72	3952.51
Produkcijos gamybos planas, t/metus	2546.60	1078.00	2984.10	6608.70
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	598.08	598.08	598.08	1794.23
<b>Brandos stadijoje (2, 3 metai)</b>				
Pagrindinės medžiagos, tūkst. Eur	1780.27	753.61	2086.12	4620.00
Energija (šiluminė, elektros), tūkst. Eur	17.08	7.23	20.02	44.33
Gamybinių darbininkų (pagrindinių) darbo užmokestis, tūkst. Eur	92.48	39.15	108.37	240.00
Atskaitymai VSD, GF ir IDIF, tūkst. Eur	1.64	0.69	1.92	4.25
Gamybinės netiesioginės išlaidos, tūkst. Eur	245.19	103.79	287.32	636.30
Viso gamybos kaštų, %	39	16	45	100
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	2136.67	904.47	2503.74	5544.88
Produkcijos gamybos planas, t/metus	3638.00	1540.00	4263.00	9441.00
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	587.32	587.32	587.32	1761.96
<b>4-siais projekto gyvavimo metais</b>				
Pagrindinės medžiagos, tūkst. Eur	1602.25	678.25	1877.51	4158.00
Energija (šiluminė, elektros), tūkst. Eur	14.61	6.18	17.12	37.91
Gamybinių darbininkų (pagrindinių) darbo užmokestis, tūkst. Eur	97.11	41.11	113.79	252.00
Atskaitymai VSD, GF ir IDIF, tūkst. Eur	1.72	0.73	2.01	4.46

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst. Eur			
	Gaminiai			Viso
	Bazinė alyva	Dyzelinas	Gudronas	
Gamybinės netiesioginės išlaidos, tūkst. Eur	224.13	94.88	262.63	581.63
Viso gamybos kaštų, %	39	16	45	100
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	1939.81	821.14	2273.06	5034.00
Produkcijos gamybos planas, t/metus	3274.20	1386.00	3836.70	8496.90
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	592.45	592.45	592.45	1777.36
<b>5-siais projekto gyvavimo metais</b>				
Pagrindinės medžiagos, tūkst. Eur	1424,22	602,89	1668,90	3696,00
Energija (šiluminė, elektros), tūkst. Eur	12,96	5,49	15,19	33,63
Gamybinių darbininkų (pagrindinių) darbo užmokestis, tūkst. Eur	101,73	43,06	119,21	264,00
Atskaitymai VSD, GF ir IDIF, tūkst. Eur	1,80	0,76	2,11	4,67
Gamybinės netiesioginės išlaidos, tūkst. Eur	203,66	86,21	238,65	528,52
Viso gamybos kaštų, %	39	16	45	100
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	1744,37	738,41	2044,04	4526,82
Produkcijos gamybos planas, t/metus	2910,40	1232,00	3410,40	7552,80
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	599,36	599,36	599,36	1798,07

Gaminio gamybinė savikaina parodo kiekvieno produkto vienos tonos gamybos bendras išlaidas. Ji yra gaunama dalinant visų gamybos kaštų sumą iš gamybos plano (apimties).

### 3.3.6. Veiklos kaštai

Prie veiklos sąnaudų yra priskiriamos administracinių patalpų išlaikymo išlaidos (amortizacijos, pagalbinių medžiagų, apšvietimo, šildymo, vandens ir buitinių reikmių). Priskiriamos ir administracijos darbuotojų darbo užmokesčio su atskaitymais išlaidos. Taip pat, veiklos sąnaudoms priklauso ryšių paslaugų ir produkcijos realizavimo išlaidos [14].

Šiuo konkrečiu atveju veiklos sąnaudos yra priimamos, kad sudaro 8 % gamybos kaštų, pirmaisiais projekto gyvavimo metais, sumos:

$$3952,51 \cdot 0,08 = 316,20 \text{ tūkst. Eur.}$$

Toliau veiklos sąnaudos yra išskirstomos kiekvieniems metams bei kiekvienam produktui atskirai.

### 3.15 lentelė. Veiklos sąnaudų paskirstymas [14]

Rodikliai	Viso	Gaminiai		
		Bazinė alyva	Dyzelinas	Gudronas
Gamybos kaštai, %	100	39	16	45

Rodikliai	Viso	Gaminiai		
		Bazinė alyva	Dyzelinas	Gudronas
Veiklos sąnaudos, tūkst. Eur	316,20	121,84	51,58	142,78
<b>1 metai</b>				
Pardavimo planas, tūkst. t	6,61	2,55	1,08	2,98
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	47,85	47,85	47,85
<b>Brandos metai (2, 3 metai)</b>				
Pardavimo planas, tūkst. t	9,44	3,64	1,54	4,26
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	33,49	33,49	33,49
<b>4 metai</b>				
Pardavimo planas, tūkst. t	8,50	3,27	1,39	3,84
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	37,21	37,21	37,21
<b>5 metai</b>				
Pardavimo planas, tūkst. t	7,55	2,91	1,23	3,41
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	41,87	41,87	41,87

Visų pirma, veiklos sąnaudos yra išskirstomos kiekvienam produktui, tai daroma dauginant bendras veiklos sąnaudas (316,20 tūkst. Eur.) iš kiekvieno produkto gamybos kaštų dalies. Pavyzdys su bazine alyva:

$$316,20 \text{ tūkst. Eur} \cdot 0,39 = 121,84 \text{ tūkst. Eur.}$$

Tada seka kiekvienam gaminiui tenkančių veiklos sąnaudų išskirstymas pagal projekto metus: veiklos sąnaudas tam tikram gaminiui padalinant iš to gaminio pardavimo plano atitinkamais metais:

$$\frac{121,84 \text{ tūkst. Eur}}{2,55 \text{ tūkst. t}} = 47,85 \text{ Eur.}$$

### 3.3.7. Finansinės sąnaudos

Finansinėms sąnaudoms yra priskiriamos banko paskolų palūkanos. Šiame projekte paskola sudaro 25 % įgyvendinimui reikalingų investicijų:

$$(134 + 98,81 + 10) \cdot 0,25 = 60,70 \text{ tūkst. Eur.}$$

Metinė palūkanų norma priimta pagal Lietuvos banko statistinę informaciją – 6,49 %. Visi paskolos duomenys pateikiami lentelėje žemiau.

**3.16 lentelė.** Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas [14]

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
Paskolos suma, tūkst. Eur.	60,70	48,56	36,42	24,28	12,14
Metinė palūkanų norma, %	6,49	6,49	6,49	6,49	6,49
Palūkanos, tūkst. Eur.	3,94	3,15	2,36	1,58	0,79
Paskolos padengimas, tūkst. Eur.	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14



### 3.3.8. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Čia yra pateikiami investiciniai kaštai trumpalaikiam ir ilgalaikiam turtui įsigyti, taip pat, turi būti numatyti įrengimų statybos ir montavimo darbų kaštai, kurie šiuo atveju yra priimami 10 tūkst. eurų.

**3.17 lentelė.** Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai [14]

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	tūkst. Eur	Struktūra	tūkst. Eur
Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	134.00	Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai (75 %)	182.11
Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	98.81	Paskolos (25 %)	60.70
Statybos, montavimo darbų kaštai	10.00	Kiti finansinių lėšų šaltiniai	0.00
Viso kaštų:	242.81	Viso šaltinių:	242.81

Šiam projektui įgyvendinti 75 % lėšų bus imama iš įmonės nuosavų pinigų (akcininkų nuosavybės), o likę 25 % bus paimti iš paskolos. Visa informacija apie investicijas ir finansavimo šaltinius yra pateikiama lentelėje aukščiau.

### 3.3.9. Produktų kainų skaičiavimas

Kadangi jau visos sąnaudos yra apskaičiuotos, jau galima skaičiuoti gaminių kainas. Jos apskaičiuojamos pagal tų gaminių gamybos, veiklos ir finansines išlaidas bei nusistatytą pelno normą.

Gaminių kainų skaičiavimai pateikiami sekančioje lentelėje.

**3.18 lentelė.** Gaminių kainų apskaičiavimas [14]

Gaminiai	Gaminio gamybinė savikaina, Eur	Giminiui, tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	Giminiui tenkančios investicinės veiklos sąnaudos, Eur	Gaminio pilnoji savikaina, Eur	Pelnas		Kaina Eur/t
					%	Eur/t	
<b>1 metai</b>							
Bazinė alyva	598,08	47,85	0,60	646,52	24	155,16	801,68
Dyzelinas	598,08	47,85	0,60	646,52	54	349,12	995,64
Gudronas	598,08	47,85	0,60	646,52	-	-	420,24
<b>Brandos metai (2, 3 metai)</b>							
Bazinė alyva	587,32	33,49	0,29	621,10	29	180,12	801,22
Dyzelinas	587,32	33,49	0,29	621,10	60	372,66	993,77
Gudronas	587,32	33,49	0,29	621,10	-	-	416,14

Gaminiai	Gaminio gamybinė savikaina, Eur	Giminiui, tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	Giminiui tenkančios investicinės veiklos sąnaudos, Eur	Gaminio pilnoji savikaina, Eur	Pelnas		Kaina
					%	Eur/t	Eur/t
<b>4 metai</b>							
Bazinė alyva	592,45	37,21	0,19	629,85	27	170,06	799,91
Dyzelinas	592,45	37,21	0,19	629,85	58	365,31	995,16
Gudronas	592,45	37,21	0,19	629,85	-	-	415,70
<b>5 metai</b>							
Bazinė alyva	599,36	41,87	0,10	641,33	25	160,33	801,66
Dyzelinas	599,36	41,87	0,10	641,33	55	352,73	994,06
Gudronas	599,36	41,87	0,10	641,33	-	-	416,86

Giminiui tenkančios investicinės veiklos sąnaudos kiekvienais metais apskaičiuojamos tam tikrų metų palūkanas dauginant iš atskirų produktų dalies nuo bendros gamybos apimties bei gautą reikšmę dalinant iš tų metų gaminio gamybos apimties. Bazinės alyvos pirmų metų pavyzdys:

$$\frac{3940 \cdot 0,39}{2546,60} = 0,60.$$

Gaminio pilnoji savikaina gaunama tiesiog susumavus produkto savikainą, jam tenkančias veiklos bei investicines veiklos sąnaudas [14].

Kiekvieno produkto pelnas yra adekvačiai pasirenkamas pagal produktų rinkos kainas, kiekvienais metais pelno procentai yra priimti šiek tiek skirtingi.

Gudronas pelno išvis neneša, nes šis produktas yra kaip šalutinis ir jo pilnoji pagaminimo savikaina yra visada didesnė negu pardavimo kaina, tačiau jo išvis negaminti neįmanoma, jis susidaro proceso metu. Išmesti jo irgi neapsimoka, nes jis yra kažko vertas, taigi, jis vis tiek yra parduodamas, tik iš jo pelno negaunama, tiesiog padengiama tam tikra dalis bendrų kaštų. Nepaisant gudrono nepelningumo, kiti gaminami produktai (bazinė alyva bei dyzelinas) yra gana pelningi, todėl bendras pelnas yra gaunamas teigiamas.

Lentelėje pelno procentai yra išreiškiami ir piniginiu pelnu tonai (sudauginus gaminio savikainą su pelno dalimi). Žinant šią reikšmę ir ją pridėjus prie gaminio pilnosios savikainos yra gaunama produkto galutinė kaina.

### 3.3.10. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas

Šiame skyrelyje apskaičiuojama trumpalaikio turto vertė.

**3.19 lentelė.** Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis [14]

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
Gamybos kaštai, tūkst. Eur.	-	3952,51	5544,88	5544,88	5034,00	4526,82
Apyvartinių lėšų metinis poreikis, tūkst. Eur	-	329,38	462,07	462,07	419,50	377,23
Apyvartinių lėšų papildomas poreikis, tūkst. Eur	-	230,56	132,70	0,00	-42,57	-42,27
Apyvartinės lėšos, tūkst. Eur	98,81	329,38	462,07	462,07	419,50	377,23

Čia gamybos kaštai yra jau apskaičiuoti iš anksčiau, tai jie tiesiog perkopijuojami. Apyvartinių lėšų metinis poreikis apskaičiuojamas gamybos kaštus dalinant iš 360 ir padauginant iš apyvartos trukmės dienomis. Apyvartos trukmė yra priimta 30 dienų, taigi, pirmųjų metų pavyzdys:

$$\frac{3952,51}{360} \cdot 30 = 329,38 \text{ tūkst. Eur.}$$

Apyvartinių lėšų metinis poreikis ir apyvartinės lėšos kiekvienais metais yra tiesiog ta pati reikšmė.

Apyvartinių lėšų papildomas poreikis gaunamas iš skaičiuojamų metų apyvartinių lėšų metinio poreikio atimant prieš tai buvusių metų apyvartinės lėšas. Antrųjų metų skaičiavimo pavyzdys:

$$462,07 - 329,38 = 132,70 \text{ tūkst. Eur.}$$

Apyvartinės lėšos nuliniiais metais sudaro 30 % apyvartinių lėšų pirmaisiais metais – 98,81 tūkst. Eur.

**3.3.11. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai**

Visų pirma, yra sudaroma projekto pelno (nuostolio) ataskaita.

**3.20 lentelė.** Pelno (nuostolio) ataskaita [14]

Rodiklis, tūkst. Eur	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
Pardavimų pajamos	4368,89	6219,25	6219,25	5593,29	4979,49
Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	3952,51	5544,88	5544,88	5034,00	4526,82
Bendras pelnas (nuostolis)	416,39	674,37	674,37	559,28	452,67
Veiklos sąnaudos	316,20	316,20	316,20	316,20	316,20
Veiklos pelnas (nuostolis)	100,19	358,17	358,17	243,08	136,47
Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudos	3,94	3,15	2,36	1,58	0,79
Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą	96,25	355,02	355,81	241,51	135,68
Pelno mokestis	14,44	53,25	53,37	36,23	20,35
Grynasis pelnas (nuostolis)	81,81	301,77	302,44	205,28	115,33

Pardavimų pajamos yra gautos susumavus visų komponentų tonos kainos ir gamybos apimties sandaugas. Pirmųjų metų pavyzdys:

$$\frac{(2546,60 \cdot 801,68 + 1078 \cdot 995,64 + 2984,10 \cdot 420,24)}{1000} = 4368,89 \text{ tūkst. Eur.}$$

Parduodamos produkcijos gamybos kaštai jau buvo suskaičiuoti anksčiau (3.19 lentelėje). Bendras pelnas ar nuostolis gaunamas iš pardavimų pajamų atimant produkcijos gamybos kaštus. Veiklos sąnaudos jau buvo apskaičiuotos (3.15 lentelėje), o veiklos pelnas apskaičiuojamas iš bendro pelno (nuostolio) atimant veiklos sąnaudas. Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudos yra tiesiog kiekvienais metais mokamos palūkanos. Pelnas ar nuostolis prieš apmokestinimą yra veiklos pelno (nuostolio) bei finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų skirtumas. Pelno mokestis priimamas 15 % nuo bendro pelno, taigi, grynasis pelnas (nuostolis) yra gaunamas iš pelno (nuostolio) prieš apmokestinimą atimant pelno mokestį. [14]

Toliau yra sudaroma pinigų srautų ataskaita. Joje matomi gauti ir išleisti pinigai iš įmonės, finansinės bei investicinės veiklų per aprašomą laikotarpį [14].

**3.21 lentelė.** Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita [14]

Rodikliai	Projekto metai					
	0	1	2	3	4	5
<b>1. Pinigų srautai iš įmonės veiklos, tūkst. Eur:</b>						
1.1. Grynasis pelnas (nuostolis)	0,00	81,81	301,77	302,44	205,28	115,33
1.2. Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos	0,00	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70
1.3. Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	98,81	230,56	132,70	0,00	-42,57	-42,27
1.4. Finansinės veiklos sąnaudų eliminavimas	0,00	16,08	15,29	14,50	13,72	12,93
Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos (1.1+ 1.2 - 1.3 - 1.4)	-98,81	-154,14	164,47	298,63	244,83	155,36
<b>2. Pinigų srautai iš investicinės veiklos, tūkst. Eur:</b>						
2.1. Ilgalaikio turto perleidimas (įsigijimas)	144,00	0,00	0,00	0,00	0,00	84,51
Grynieji pinigų srautai iš investicinės veiklos	-144,00	0,00	0,00	0,00	0,00	84,51
3. Bendri metiniai pinigų srautai	-242,81	-154,14	164,47	298,63	244,83	239,88

Nuliniais metais papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą yra investicijos į trumpalaikį turtą, kurios jau yra apskaičiuotos anksčiau (3.17 lentelėje). Visa šita suma yra grynasis pinigų srautas iš įmonės veiklos nuliniiais metais. Nuliniais metais buvo investuota ir į ilgalaikį turtą, ši investavimo suma irgi jau yra apskaičiuota aukščiau (3.17 lentelėje) ir ji yra priskiriama gryniesiems pinigų srautams iš investicinės veiklos. Bendri metiniai pinigų srautai yra grynujų pinigų srautų iš įmonės veiklos ir grynujų pinigų srautų iš investicinės veiklos suma [14].

Visais kitais metais grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos yra apskaičiuojami pagal pateiktą pavyzdį lentelėje prie šio rodiklio skliausteliuose.

Penktaisiais metais ilgalaikio turto perleidimo bei grynąjų pinigų srautų iš investicinės veiklos vertė yra lygi likutinei įrenginių nusidėvėjimo vertei, kuri jau buvo apskaičiuota pagrindinių priemonių nusidėvėjimo lentelėje [14].

### 3.3.12. Projekto investicijų efektyvumo vertinimas

Norint surasti projekto efektyvumo vertinimo rodiklius, reikia įvertinti laiko poveikį pinigams, todėl gryniesiems pinigų srautai (GPS) yra diskontuojami [14].

Norint atlikti diskontavimą, visų pirma, reikia apskaičiuoti diskonto normą. Ji pateikiama lentelėje žemiau.

**3.22 lentelė.** Diskonto normos nustatymas [14]

	proc.	koef.
Skolinto kapitalo kaštai (SKK)	5,52	0,055
Nuosavo kapitalo kaštai (NKK)	15,00	0,150
Diskonto norma (kapitalo kaštai)	12,63	0,126

Skolinto kapitalo kaštai (SKK) skaičiuojami pagal tokią formulę:

$$SKK = (1 - t) \cdot i, \quad (3.3)$$

čia:  $t$  – yra pelno mokesčio tarifas 15 %,  $i$  – paskolos palūkanų norma (6,49 %) [14].

$$SKK = (1 - 0,15) \cdot 6,49 = 5,52 \%$$

Nuosavo kapitalo kaštai (savininkų pageidaujamas pelningumas) yra priimamas 15 %.

Diskonto norma skaičiuojama remiantis skolintų (0,25) ir nuosavų (0,75) kaštų dalimis:

$$0,25 \cdot 5,52 + 0,75 \cdot 15 = 12,63 \%$$

Tada yra atliekamas diskontavimas, naudojant *Microsoft Excel* funkciją. Rezultatai pateikiami lentelėje.

**3.23 lentelė.** Projekto paprasti ir diskontuoti gryniesiems pinigų srautai (GPS), tūkst. Eur. [14]

Projekto metai	Paprasti GPS		Diskontuoti GPS	
	metiniai GPS	bendri GPS	metiniai GPS	bendri GPS
0	-242,81	-242,81	-242,81	-242,81
1	-154,14	-396,95	-136,85	-379,67
2	164,47	-232,47	129,66	-250,01
3	298,63	66,15	209,02	-40,99
4	244,83	310,99	152,15	111,16
5	239,88	550,86	132,35	243,51

Metiniai gryniesiems pinigų srautai (GPS) imami iš ankstesnių lentelių, o bendri GPS gaunami prie praėjusių metų bendrų GPS pridėdant einamųjų metų metinius GPS.

**3.24 lentelė.** Projekto ekonominio vertinimo rodikliai [14]

Rodikliai	Matavimo vienetai	Reikšmės
Diskontuotas atsipirkimo laikas	metai	3,27
Grynoji esamoji vertė (GEV)	tūkst. Eur	243,51
Vidinė pelno norma (IRR)	%	32,64
Modifikuota vidinė pelno norma (MIRR)	%	24,36
Pelningumo indeksas (PI)	koeficientas	1,64

Šie rodikliai skaičiuojami remiantis 3.23 lentelės duomenimis. Diskontuotas atsipirkimo laikas skaičiuojamas iš metų prieš visišką išmokų padengimą atimant bendrą GPS prieš išmokų padengimą ir metinių GPS po visiško išmokų padengimo dalmenį:

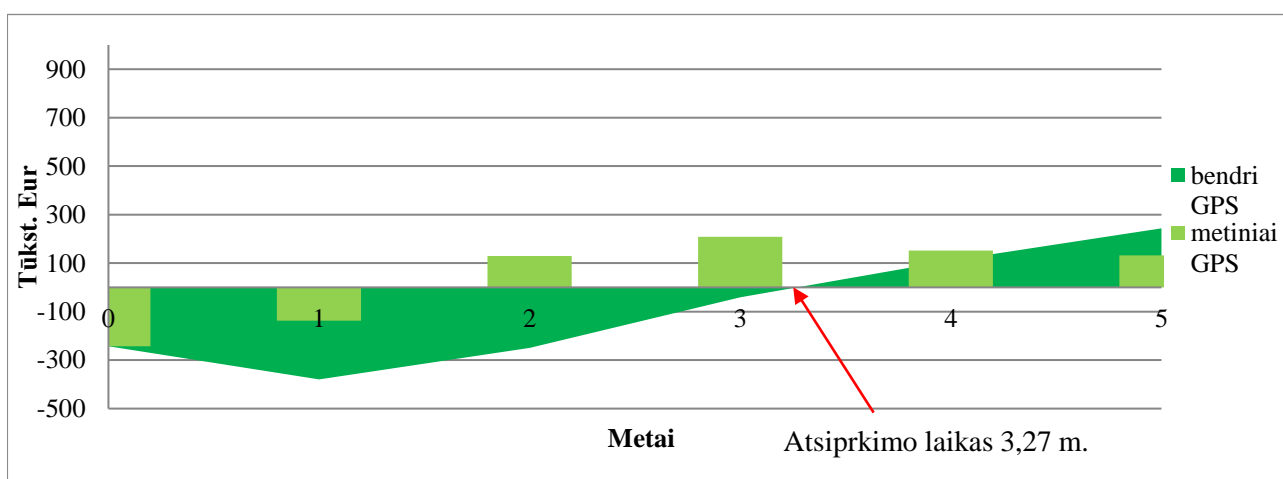
$$3 - \frac{-40,99}{152,15} = 3,27 \text{ metų.}$$

Grynoji esamoji vertė (GEV) yra lygi penkių metų diskontuotų bendrų GPS vertei.

IRR ir MIRR yra skaičiuojami iš paprastųjų metinių GPS intervalo naudojant atitinkamas (IRR ir MIRR) *Microsoft Excel* funkcijas.

Pelningumo indeksas (PI) skaičiuojamas iš diskontuotų metinių GPS. Tai daroma dalinant teigiamų metinių GPS sumą iš neigiamų metinių GPS sumos.

Atsipirkimo laikas pavaizduojamas grafiškai:



**3.2 pav.** Diskontuoti pinigų srautai su atsipirkimo laiku [14]

Šiam projektui yra skaičiuojami lūžio taškai ir brėžiami jo grafikai tik pagrindiniams (bazinei alyvai ir dyzelinui) produktams. Lūžio taškas parodo, kada projekto bedrosios pajamos yra lygios bendrosioms projekto išlaidoms, šiame taške pelnas yra lygus 0. Jis taip pat padeda nustatyti reikalingą pagaminti ir parduoti produkcijos kiekį, kad veikla taptų pelninga. Šis taškas yra skaičiuojamas pagal brandos stadijos duomenimis [14].

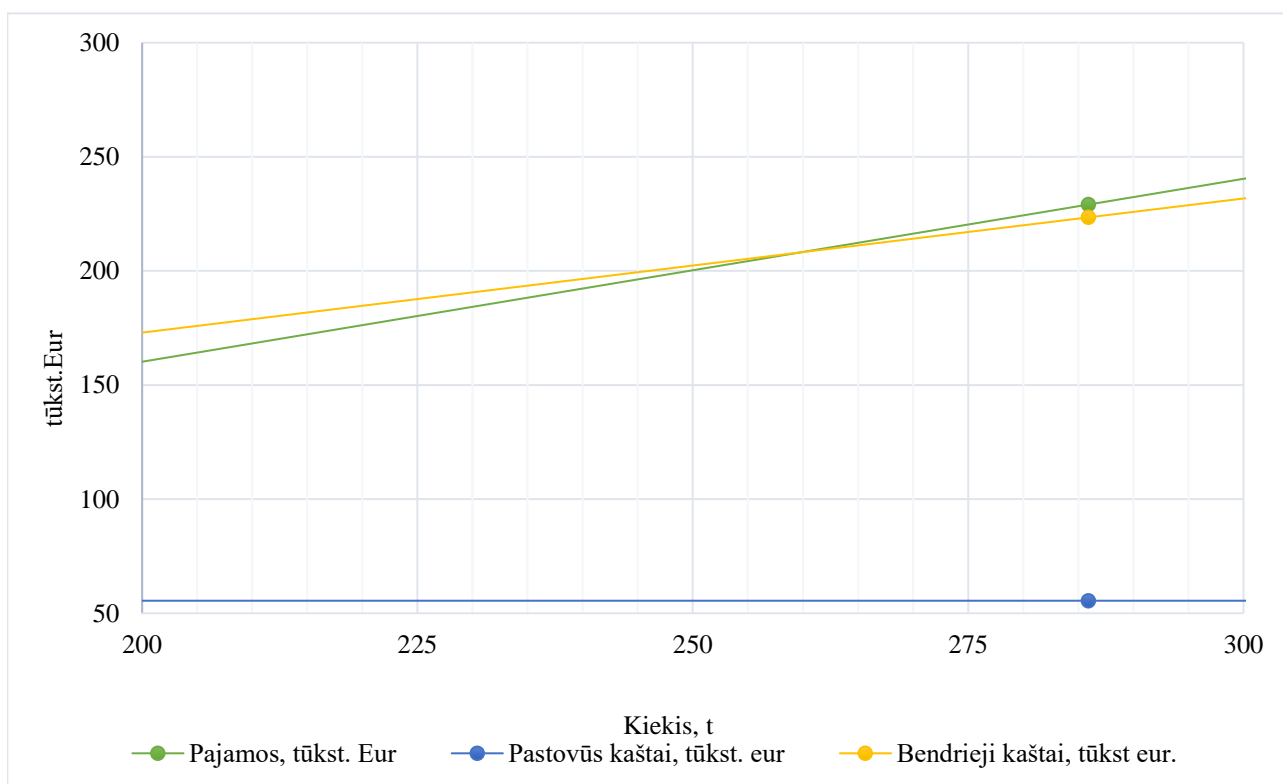
**3.25 lentelė.** Lūžio taško skaičiavimas [14]

Rodikliai	Bazinė alyva	Dyzelinas
Pastoviųjų kaštų suma, priskirta gaminiui, Eur	55489,04	23489,04
Gaminio kaina, Eur	801,22	993,77
Gaminio kintamieji kaštai, Eur	587,32	587,32
Lūžio taškas, t	259,41	57,79
Pardavimų planas, t	3638,00	1540,00

Pastoviųjų kaštų suma priskirta gaminiui yra lygi investicijoms į ilgalaikį turtą padaugintoms iš kiekvieno produkto dalies nuo bendros gamybos apimtys. Gaminio kaina ir pardavimų planas (gamybos apimtis) jau yra apskaičiuoti, tai jie tiesiog kopijuojami. Gaminio kintamieji kaštai yra lygūs gaminio gamybinei savikainai, kuri jau taipogi yra apskaičiuota. Lūžio taškas yra skaičiuojamas pastoviųjų kaštų suma, priskirtą gaminiui dalinant iš gaminio kainos ir gaminio kintamųjų kaštų skirtumo. Bazinės alyvos pavyzdys:

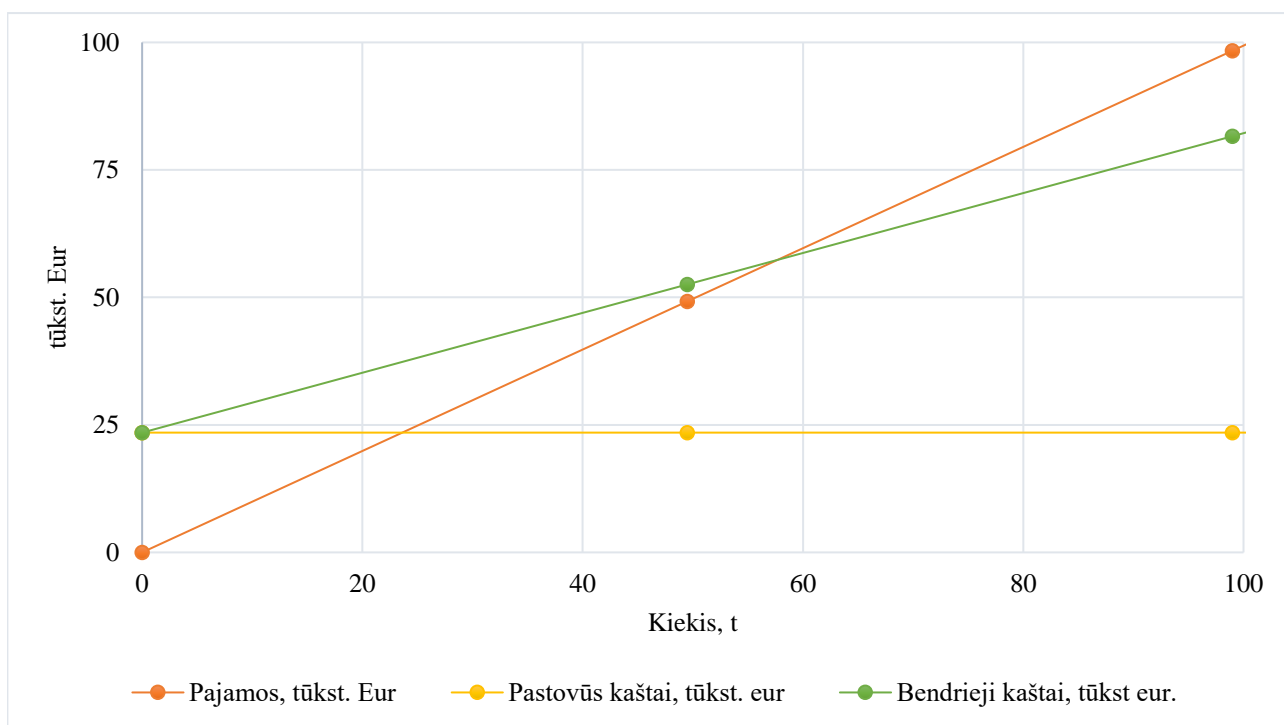
$$\frac{55489,04}{801,22 - 587,32} = 259,41 \text{ t.}$$

Bazinės alyvos lūžio taškas pavaizduojamas grafiškai:



**3.3 pav.** Bazinės alyvos lūžio taškas [14]

Taip pat, pavaizduojamas ir dyzelino lūžio taškas:



**3.4 pav.** Dizelino lūžio taškas [14]

Galiausiai, yra sudaromas projekto balansas, jis parodo kiekvienų metų grynuosius pinigų srautus (GPS) ir būsimuosius GPS [14]. Balansas sudaromas remiantis 3.23 lentelės duomenimis.

**3.26 lentelė.** Projekto balansas [14]

Projekto gyvavimo metai	0	1	2	3	4	5
0	-242,81	-242,81	-242,81	-242,81	-242,81	-242,81
1		-154,14	-154,14	-154,14	-154,14	-154,14
2			164,47	164,47	164,47	164,47
3				298,63	298,63	298,63
4					244,83	244,83
5						239,88
<b>Būsimieji GPS</b>	-242,81	-396,95	-232,47	66,15	310,99	550,86

### 3.3.13. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai

Pateikiama suvestinė lentelė su pagrindiniais projekto rodikliais, gautais visų skaičiavimų metu.

**3.27 lentelė.** Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai [14]

Rodikliai	Projekte
Bazinės alyvos pardavimo apimtis brandos stadijoje, t	3638,00
Dyzelinas pardavimo apimtis brandos stadijoje, t	1540,00



<b>Rodikliai</b>	<b>Projekte</b>
Gudronas pardavimo apimtis brandos stadijoje, t	4263,00
Pardavimų pajamos, tūkst. Eur	6219,25
Bendras personalas, žmonėmis	14
Darbininkų skaičius	12
Dirbančiojo darbo našumas, tūkst. Eur	444,23
Darbininko darbo našumas, tūkst. Eur	518,27
Dirbančiojo vidutinis metinis darbo užmokestis, Eur	22628,57
Darbininko vidutinis metinis darbo užmokestis, Eur	22000,00
Gamybos kaštai brandos stadijoje, tūkst. Eur	5544,88
Bazinės alyvos pilnoji savikaina, Eur	621,10
Dyzelino pilnoji savikaina, Eur	621,10
Gudrono pilnoji savikaina, Eur	621,10
Grynasis pelnas, Eur	302,10
Investicijų apimtis, tūkst. Eur	242,81
Bendrasis pelningumas, %	11
Veiklos pelningumas, %	6
Grynasis pelningumas, %	5
Investicijų grąža %	124
Veiklos rentabilumas, %	6
Apyvartų skaičius per metus	12
Apyvartos trukmė, dienomis	30
Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, Eur	0,07
Projekto kapitalo kaštai, %	12,63
Projekto investicijų diskontuotas atsipirkimo laikas, metais	3,27
Projekto grynoji esamoji vertė, Eur.	243,51
Vidinė pelno norma, %	32,64
Modifikuota vidinė pelno norma, %	24
Pelningumo indeksas	1,64

Bendrasis pelningumas gaunamas bendrąjį pelną padalinus iš pardavimų pajamų, veiklos pelningumas – veiklos pelną padalinus iš pardavimų pajamų ir grynasis pelningumas gaunamas grynąjį pelną padalinus iš pardavimų pajamų. Investicijų grąža apskaičiuojama grynąjį pelną padalinus iš investicijų apimties ir padauginus iš 100. Veiklos rentabilumas skaičiuojamas veiklos pelną padalinus iš gamybos kaštų veiklos sąnaudų sumos. Apyvartines lėšas padalinus iš pardavimų pajamų gauname produkcijos imlumą apyvartinėms lėšoms.

### 3.4. Aplinkosauginis vertinimas

Šiame skyriuje yra atliekamas naftos produktų atliekų perdirbimo į bazinę alyvą proceso aplinkosauginis vertinimas. Čia bus aptariami bendrieji gamybos duomenys, atliekos, aplinkos oro tarša bei vandens sąnaudos.

#### 3.4.1. Bendrieji duomenys

Naftos produktų atliekų perdirbimo įmonėje yra diegiamas patobulinimas – papildoma gamybinė linija, kurioje atmosferinės distiliacijos likutis (mazutas) yra toliau perdirbamas iki bazinės alyvos. Tai vyksta mazutui atliekant vakuuminę distiliaciją, vėliau jau vakuuminiam distiliatui (neapdirbtai bazinei alyvai) atliekant spalvos tobulinimą, naudojant adsorberius įkrautus Fulerio žeme.

Per metus patobulinimas padeda pagaminti 3638 t išvalytos bazinės alyvos bei papildomai išgauti ir 1540 t dyzelino.

Įmonėje elektros energija yra perkama:

#### 3.28 lentelė. Energijos suvartojimas

Energijos rūšis	Per metus suvartojamas energijos kiekis, kWh	Energijos tiekėjas
Elektros energija	152863	UAB „Ignitis“

Šiluminė energija yra pasigaminama, deginant naftos produktų atliekų atmosferinės distiliacijos proceso metu išsiskyrusias naftos dujas:

#### 3.29 lentelė. Energijos gamyba

Energijos rūšis	Planuojama pagaminti, kWh
Šiluminė energija	6390000

Bazinės alyvos gamybai yra naudojama viena žaliava – naftos produktų atliekos. O iš šios žaliavos per visas gamybos stadijas susidaro visa eilė produktų: naftos dujos, benzinas, dyzelinas, mazutas, vakuuminis distiliatas bei išvalyta bazinė alyva. Iš jų mazutas bei vakuuminis distiliatas yra neišskiriami kaip atskiri produktai, o tik kaip tarpiniai, kurie naudojami gamyboje toliau. Informacija apie visus šiuos produktus ir žaliavą yra pateikiama lentelėje žemiau.

#### 3.30 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavas, chemines medžiagas ar preparatus [25, 26, 27, 28, 38, 39, 40]

Žaliavos, cheminės medžiagos ar preparato pavadinimas	Kiekis per metus, t	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
		Kategorija	Pavojaus nuoroda	Rizikos frazės
Naftos produktų atliekos (žaliava)	50000	Degus skystis – 2. Ūmus toksiškumas įkvėpus – 4. Toksiškumas tam tikriems organams – 1.	H224 H315 H340 H350	Ypač degus skystis ir garai. Sukelia odos dirginimą. Gali sukelti genetinius sutrikimus. Gali sukelti vėžį.

Žaliavos, cheminės medžiagos ar preparato pavadinimas	Kiekis per metus, t	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
		Kategorija	Pavojaus nuoroda	Rizikos frazės
		Odos dirginimas – 2. Akių dirginimas – 2A. Kancerogenas – 1A. Reprodukcinų organų toksinas – 1B.	H411 H373	Toksiškas vandens organizmams. Gali kelti pavojų tam tikriems organams, jei veikia ilgai ar pasikartojančiai.
Naftos dujos	500	Degiosios dujos – 1.	H220 H280	Ypač degios dujos. Suslėgtos dujos, gali sprogti pakaitinus.
Benzinas	24000	Degus skystis – 1. Toksiškumas – 1. Kancerogenas – 1B. Akių dirginimas – 2A. Mutagenas – 1B. Reprodukcinų organų toksinas – 2. Odos dirginimas – 2. Centrinės nervų sistemos toksinas – 3. Toksiškumas vandens organizmams – 2.	H224 H304 H315 H319 H336 H340 H350 H373 H411	Ypač degus skystis ir garai Gali būti mirtinas prarijus Sukelia odos dirginimą. Sukelia akių dirginimą. Gali sukelti svaigimą. Gali sukelti genetinius sutrikimus. Gali sukelti vėžį. Gali kelti pavojų organams. Toksiškas vandens organizmams.
Dyzelinas	16040	Degus skystis – 4. Ūmus toksiškumas įkvėpus – 4. Odos dirginimas – 2. Kancerogenas – 2. Toksiškumas tam tikriems organams – 2.	H227 H332 H315 H351 H304 H373	Degus skystis. Pavojingas įkvėpus. Sukelia odos dirginimą. Sukelia vėžį. Gali būti mirtinas prarijus. Gali kelti pavojų tam tikriems organams, jei veikia ilgai ar pasikartojančiai.
Išvalyta bazinė alyva	3638	-	-	-

Naftos produktų atliekos (žaliava) yra laikomos 300 tonų talpose (jos yra 2), kurios stovi lauke, taigi, yra gerai ventiliuojamos. Talpos yra visiškai uždaros, visos galinčios atsidaryti angos yra uždarytos ir užrakintos. Iš talpų į gamybos zoną arba iš autocisternų ar traukinių vagonų į talpas žaliava patenka tvarkingais, periodiškai tikrinamais, sandariais vamzdžiais.

Naftos dujos nėra sandėliuojamos, jos iš karto vamzdynais yra tiekiamos į gamybos procese veikiančias vamzdynines krosnis. Tačiau zonoje yra numatyta vieta sandėliuoti šias dujas, esant nestandartinėms situacijoms. Yra numatytas požeminis suskystintų naftos dujų rezervuaras, kuris yra ventiliuojamas, uždarytas ir užrakintas, į jį nepatenka tiesioginiai saulės spinduliai, aplink jį nėra jokių degimo šaltinių ir jo visiškai neveikia joks šilumos šaltinis. Rezervuaras yra periodiškai tikrinamas.

Benzinas, dyzelinas ir bazinė alyva yra laikomi lygiai tokiomis pat sąlygomis kaip ir žaliava, kiekvienas produktas turi po vieną jam skirtą 300 tonų talpą.

Duomenys apie žaliavų bei produktų laikymą yra pateikiami 3.31 lentelėje.

**3.31 lentelė.** Žaliavų bei produktų sandėliavimas [44]

Eil. Nr.	Žaliavos, cheminės medžiagos, preparato pavadinimas	Transportavimo būdas	Kiekis, saugomas vietoje, t	Saugojimo būdas
1	Naftos produktų atliekos (žaliava)	Autocisternomis, geležinkelio vagonais, vamzdžiais	600	Nerūdijančio plieno specialios talpyklos
2	Naftos dujos	Vamzdžiais	Nesaugoma (nestandartiniais atvejais iki 250 tonų)	Nesaugoma (nestandartiniais atvejais yra numatytas požeminis rezervuaras)
3	Benzinas	Autocisternomis, geležinkelio vagonais, vamzdžiais	300	Nerūdijančio plieno specialios talpyklos
4	Dyzelinas	Autocisternomis, geležinkelio vagonais, vamzdžiais	300	Nerūdijančio plieno specialios talpyklos
6	Išvalyta bazinė alyva	Autocisternomis, geležinkelio vagonais, vamzdžiais	300	Nerūdijančio plieno specialios talpyklos

### 3.4.2. Atliekos

Bazinės alyvos gamybos procese susidaro dvi pagrindinės atliekos – gudronas bei vanduo užterštas naftos produktais. Gudronas gali būti skaitomas ir kaip atlieka, ir iš dalies kaip produktas, nes jis yra parduodamas, tačiau paskaičiavus jo pagaminimo kaštus, iš jo neuždirbama. Tačiau jo negaminti neįmanoma, nes jis tiesiog lieka kaip likutis šio gamybos proceso metu. Dauguma judančių įrengimų dalių turi būti tepamos alyva ir ją periodiškai keičiant, susidaro ir panaudotos alyvos atliekos. Tačiau šios atliekos yra maišomos su žaliava, taigi, taip yra perdirbamos. Beje dar yra ir statybinės atliekos, likusios po naujų įrengimų diegimo, jos yra tvarkomos pagal LR statybinių atliekų tvarkymo taisyklės [41].

Kaip ir minėta aukščiau, šalutinis produktas – gudronas yra parduodamas, taigi, apie jo kaip atliekos šalinimą nebereikia galvoti. Vanduo užterštas naftos produktais yra tiekiamas į nuotekų valymo nuo naftos produktų įrenginius, kuriuose įrengti tam tikri filtrai. Šių įrenginių našumas 50 l/s. Jie nufiltruoja 98 % naftos produktų bei 90 % suspenduotų medžiagų. Taigi vanduo pratekėjęs pro tuos filtrus jau gali būti kreipiamas į kanalizacijos tinklus.

Informacija apie atliekas susijusias su gamybos procesu bei jų tvarkymą yra pateikiama 3.32 lentelėje.

**3.32 lentelė.** Pavojingų atliekų tvarkymas [41, 42]

Technologinis procesas	Atliekos					Numatomi atliekų tvarkymo būdai	
	pavadinimas	Kiekis		Agregatinis būvis (kietas, skystas, pastos)	Kodas pagal atliekų sąrašą		Pavojingumas
		t/dieną	t/metus				
Vakuuminė distiliacija	Gudronas	12,65	4263	Skystas	13 05 06	Toksiškas vandens organizmams  Gali kelti pavojų tam tikriems organams, jei veikia ilgai ar pasikartojančiai	Parduodamas sumažinta kaina
Žaliavos nusodinimas, vandens atskyrimas	Vanduo užterštas naftos produktais	7,42	2500	Skystas	13 05 07	Toksiškas vandens organizmams  Gali kelti pavojų tam tikriems organams, jei veikia ilgai ar pasikartojančiai	Išvalomas ir tiekiamas į kanalizaciją
Įrangos diegimas	Statybinės atliekos	Apie 0,1 tonos	Apie 1 toną	Kietas	17 01	Medžiagos, kurios dulka ir gali sukelti sprogimo pavojų	Tvarkomos pagal LR statybinių atliekų tvarkymo taisykles [41]

### 3.4.3. Aplinkos oro tarša

Proceso metu į aplinkos orą yra išmetami 3 pagrindiniai teršalai – anglies monoksidas, azoto oksidai bei lakieji organiniai junginiai (LOJ) [43]. Informacija pateikiama lentelėje žemiau.

**3.33 lentelė.** Į aplinkos orą išmetami teršalai ir jų kiekis [43]

Teršalo pavadinimas	Teršalo kodas	Išmetama, t/m
Anglies monoksidas	5917	62,23
Azoto oksidai	5872	4,11
Lakieji organiniai junginiai (LOJ)	308	1,38
	<b>Iš viso</b>	68,72

Aplinkos oras yra teršiamas iš stacionarių ir mobilių taršos šaltinių. Šio proceso metu pagrindiniai stacionarūs taršos šaltiniai yra kaminai, šalinantys degimo produktus, vamzdiniai bei produktų ar žaliavų pakrovimo ar iškrovimo vietos. O mobilūs taršos šaltiniai yra visos į įmonės teritoriją

patenkančios motorinės transporto priemonės, naudojančios degalus. Duomenys apie stacionarius taršos šaltinius yra pateikiami lentelėse žemiau.

**3.34 lentelė.** Stacionarių taršos šaltinių fiziniai duomenys [43, 44]

Taršos šaltiniai					Išmetamųjų dujų rodikliai pavyzdžio paėmimo (matavimo) vietoje			
Pavadinimas	Nr.	Koordinatės	Aukštis, m	Išmetimo angos matmenys, m	Srauto greitis, m/s	Temperatūra, °C	Tūrio debitas, Nm <sup>3</sup> /s	Teršalų išmetimo trukmė, val./m
Naftos produktų perdirbimo įrenginio degiklis; Keturi krekingo katilų degikliai; Kogeneracinė jėgainė.	1	520488; 6104440	30,00	0,30	6,2	175,9	0,395	8760  2880  1000
Vamzdynai	2	520509; 6104433	10,00	0,50	5,0	0	0,98	8760
Autocisternų iškrovimas	3	520501; 6104415	10,00	0,50	5,0	0	0,98	100
Geležinkelio cisternų iškrovimas	4	520496; 6104415	10,00	0,50	5,0	0	0,98	100
Autocisternų užpildymas iš talpyklų	5	520497; 6104409	10,00	0,50	5,0	0	0,98	100
Geležinkelio cisternų užpildymas iš talpyklų	6	520490; 6104409	10,00	0,50	5,0	0	0,98	100

Toliau yra pateikiamos stacionarių šaltinių taršos vertės.

**3.35 lentelė.** Tarša į aplinkos orą [43, 44, 45]

Veiklos rūšies kodas	Cecho ar kt. pavadinimas arba Nr.	Taršos šaltiniai		Teršalai		Tarša		
		Pavadinimas	Nr.	Pavadinimas	Kodas	Vienkartinis dydis		Metinė, t/metus
						Vnt.	Maks.	
040101	Krekingo katilai	Keturi degikliai (šiluminis našumas po 550 kW)	1	Anglies monoksidas (CO)	5917	g/s	2,58196	19,505
				Azoto oksidai NO <sub>x</sub>	5872	g/s	0,17767	1,542

Veiklos rūšies kodas	Cecho ar kt. pavadinimas arba Nr.	Taršos šaltiniai		Teršalai		Tarša		
		Pavadinimas	Nr.	Pavadinimas	Kodas	Vienkartinis dydis		Metinė, t/metus
						Vnt.	Maks.	
040101	Naftos produktų atliekų perdirbimo įrenginys	Degiklis (šiluminis našumas 1,70 MW)		Anglies monoksidas (CO)	5917	g/s	1,54109	43,664
				Azoto oksidai NOx	5872	g/s	0,08299	2,408
				LOJ	308	g/s	0,00013	0,004
040101	Kogeneracinė jėgainė	Kogeneracinė jėgainė (šiluminis našumas 0,14 MW)		Anglies monoksidas (CO)	5917	g/s	0,00181	0,065
				Azoto oksidai NOx	5872	g/s	0,04358	0,157
				LOJ	308	g/s	0,02872	0,103
040104	Technologinė linija	Vamzdynai	2	LOJ	308	g/s	0,03967	1,251
040104	Autocisternos	Autocisternų iškrovimas	3	LOJ	308	g/s	0,00260	0,006
		Autocisternų pildymas	5	LOJ	308	g/s	0,00248	0,005
040104	Geležinkelio cisternos	Geležinkelio cisternų iškrovimas	4	LOJ	308	g/s	0,00260	0,006
		Geležinkelio cisternų pildymas	6	LOJ	308	g/s	0,00248	0,005
Iš viso								68,721

Dujinį kurą deginantys įrenginiai, kurių šiluminė galia yra nuo 0,12 MW iki 1 MW, turi tokias teršalų ribines vertes: sieros oksidas – nenormuojama, azoto oksidai – 350 mg/Nm<sup>3</sup> bei kietosios dalelės – nenormuojama [46]. O kurių šiluminė galia yra nuo 1 MW iki 50 MW, turi tokias: sieros oksidas – nenormuojama, azoto oksidai – 350 mg/Nm<sup>3</sup>, anglies monoksidas – 400 mg/Nm<sup>3</sup> bei kietosios dalelės – nenormuojama [46].

#### 3.4.4. Vartojamas vanduo ir susidaranti nuotekos

Gamybos technologiniams procesams ir buitiniams reikmėms vandenį tiekia įmonė UAB „Jonavos vandenys“.

### 3.36 lentelė. Numatomas vandens vartojimas [43]

Vandens šaltinis	Didžiausias planuojamas gauti vandens kiekis			Veikla, kur vanduo bus naudojamas	Didžiausias planuojamas suvartoti vandens kiekis kiekvienoje veikloje		
	m <sup>3</sup> /m	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /h		m <sup>3</sup> /m	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /h
UAB „Jonavos vandenys“	1000	2,97	0,12	Gamybos technologiniams procesams	910	2,70	0,11
				Buitinėms reikmėms	90	0,27	0,01

Buitinės nuotekos yra išleidžiamos į kitos šalia esančios įmonės fekalinės kanalizacijos tinklus, nes su ja yra sudaryta sutartis. O gamybos technologinių procesų, paviršinės nuotekos yra, visų pirma, apvalomos jau aukščiau aprašytais (žr. 3.5.2 skyrel.) filtrais ir tada išleidžiamos į „Jonavos paslaugos“ kanalizacinius tinklus. Informacija apie nuotekų išleidimą yra pateikiama lentelėje žemiau.

### 3.37 lentelė. Duomenys apie nuotekas [43]

Nr.	Koordinatės	Priimtovo numeris	Planuojamų išleisti nuotekų aprašymas	Išleistuvo tipas	Išleistuvo vietos aprašymas	Numatomas išleisti didžiausias nuotekų kiekis			
						m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /m
1	6104487; 520477	1	Nevalytos buitinės nuotekos į kitos įmonės fekalinės kanalizacijos tinklus	Kitos įmonės fekalinės kanalizacijos tinklai	Kitos įmonės fekalinės kanalizacijos tinklų šulinys	0,00018	0,5	2	720
2	6104504; 520459	2	Mechaniškai valytos paviršinės nuotekos į UAB „Jonavos paslaugos“ kanalizacijos tinklus	UAB „Jonavos paslaugos“ kanalizacijos tinklai	UAB „Jonavos paslaugos“ kanalizacijos tinklų šulinys	0,005	18	42	4040

### 3.4.5. Apibendrinimas

Technologinio proceso (naftos produktų atliekų perdirbimo į bazines alyvas) metu susidaro ir yra naudojamos medžiagos, kurios yra degios ar net sprogios bei yra žalingos aplinkai. Tačiau jos yra naudojamos ir sandėliuojamos pagal visus LR saugumo reikalavimus ir taip rizika pakenkti aplinkai yra sumažinta iki leistinų ribų. Visos proceso metu susidaranti atliekos, taip pat, yra tvarkomos pagal LR įstatymus, kad jos darytų kuo mažesnę neigiamą poveikį aplinkai. Yra atlikta visų technologiniame procese dalyvaujančių aplinkos oro taršos šaltinių inventorizacija – nustatyti taršos šaltiniai, tų šaltinių išmetami teršalai bei jų skaitinės vertės. Įvertintas vartojamo vandens bei susidarantių nuotekų kiekis. Pateikta informacija, iš kur vanduo yra gaunamas bei kur pridudamos nuotekos ir kas jas tvarko. Aprašyta, kaip nuotekos yra valomos.



Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazines alyvas aplinkosauginiu požiūriu yra labai naudingas. Proceso žaliava yra naftos produktų atliekos, kurios vietoj to, kad būtų šalinamos, yra perdirbamos dar kartą. Taip yra mažinama aplinkos tarša, kuri neišvengiamai atsiranda šalinant tokias aplinkai kenksmingas atliekas. Projektuojamo technologinio proceso metu beveik nesusidaro nereikalingų produktų, nes visos išgautos medžiagos (net mažiausią vertę turintis produktas – gudronas) turi panaudojimo sričių, taigi, jie visi gali būti parduodami ir nei vieno iš jų nereikia šalinti kaip atliekos.

## **4. Darbuotojų sauga ir sveikata**

Šiame skyriuje yra įvertinama darbuotojų sauga ir sveikata, pateikiant projektuojamo objekto charakteristiką, profesinės rizikos vertinimą, aprašant saugią gamybą, darbo higieną bei gaisrinę saugą [30].

### **4.1. Projektuojamo objekto charakteristika**

Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis yra įrenginėjamas jau egzistuojančios įmonės teritorijoje.

Šios gamybos metu yra naudojami pneumatiniai, hidrauliniai bei elektriniai prietaisai ir įrengimai, taip pat, yra naudojami slėginiai indai.

Iš naudojamų pavojingų medžiagų gali būti išskiriamos tokios: karšti vandens garai, naftos atliekos, naftos produktai (suskystintos naftos dujos, benzinas, dyzelinas, mazutas, vakuuminis distiliatas, bazinės variklinės alyvos). Visos šios medžiagos laikomos pavojingomis dėl savo savybės prie tam tikrų sąlygų užsiliepsnoti ar netgi sprogti, taip pat, jos savo sudėtyje turi aromatinių angliavandenilių, kurie gali būti pavojingi žmonėms, jų kvėpavimo takams.

Atsižvelgiant į Lietuvos Respublikos specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymą bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis yra priskiriamas kokso ir rafinuotų naftos produktų gamybai, išskyrus biokuro maišymą gamybinei veiklai, jos kodas pagal Ekonominės veiklos rūšių klasifikatorių yra 19. Pagal šį kodą nustatomas sanitarinės apsaugos zonos dydis yra 1000 m. Kadangi gamybos zonoje yra vienas požeminis suskystintų naftos dujų rezervuaras, kurio talpa yra 500 m<sup>3</sup>, pagal tą patį įstatymą privalo būti 10 metrų apsaugos zona nuo rezervuaro išorinės sienelės [16].

Daugiau informacijos apie įmonę [17]:

- įmonė priklauso I grupės ekonominės veiklos rūšiai;
- įmonėje dirba 48 darbuotojai;
- pagal ekonominę veiklos rūšį ir darbuotojų skaičių įmonėje yra vienas Darbuotojų saugos ir sveikatos specialistas (samdomas išorės darbuotojas);
- darbuotojų saugos ir sveikatos komitetas nėra įsteigtas, kadangi yra iki 50 darbuotojų, yra tik renkami darbuotojų atstovai.

### **4.2. Profesinės rizikos vertinimas**

Profesinės rizikos vertinimo pagrindinis tikslas yra apsaugoti darbuotojus nuo darbe kylančių rizikų arba jas kiek įmanoma sumažinti. Tai atliekama aptinkant ir įvertinant rizikas, jas šalinant, mažinant ar diegiant prevencines priemones [18].

„Rizikos vertinimo atlikimas yra suskirstytas į tokius etapus:

- parengiamieji darbai;
- rizikos veiksnių tyrimas, rizikos dydžio nustatymas, sprendimo dėl rizikos priimtumo priėmimas;
- rizikos pašalinimas ar sumažinimas;
- rizikos stebėjimas [18].“

Rizikos veiksniai yra skirstomi į cheminius, biologinius, ergonominius, fizikinius, fizinius bei psichosocialinius [18]. Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybiniame modulyje aptikti rizikos veiksniai ir jų prevencinės priemonės yra pateikiamos 4.1 lentelėje.

**4.1 lentelė.** Identifikuoti rizikos veiksniai ir jų prevencinės priemonės [18, 19, 20, 21, 22, 23, 30]

Rizikos veiksnys	Rizikos veiksnio lokacija	Rizikos veiksnio dydis, matavimo vienetas	Ribinė rizikos veiksnio vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė	Profesinės rizikos šalinimo ir mažinimo priemonės
<b>Cheminiai veiksniai</b>					
Benzinas	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	< 200 mg/m <sup>3</sup>	IPRD – 200 mg/m <sup>3</sup> TPRD – 500 mg/m <sup>3</sup>	5 valandos per pamainą	Vamzdynų, įrengimų ir jungčių sandarumo tikrinimas. Respiratoriai, dujokaukės
Dyzelinas	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	-	-	5 valandos per pamainą	Vamzdynų, įrengimų ir jungčių sandarumo tikrinimas. Respiratoriai
Tepalo rūkas, įskaitant dūmus	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	< 1 mg/m <sup>3</sup>	IPRD – 1 mg/m <sup>3</sup> TPRD – 3 mg/m <sup>3</sup>	5 valandos per pamainą	Darbiniai rūbai, batai, naftos produktams atsparios pirštinės, akiniai, respiratoriai
Benz(a)pirenas	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	< 0,002 mg/m <sup>3</sup>	IPRD – 0,002 mg/m <sup>3</sup> TPRD – 0,02 mg/m <sup>3</sup>	5 valandos per pamainą	Respiratoriai, dujokaukės
<b>Ergonominiai veiksniai</b>					
Vienkartinio rankomis keliamo krovinio masė, kai krovinys keliamas sulenkus rankas į aukštį nuo blauzdos vidurio iki žemyn nuleistos rankos krumplių	Visa įmonės teritorija	vyr. < 20 kg mot. < 13 kg	Ne daugiau kaip: vyr. – 20 kg mot. – 13 kg	3 – 4 kartus per pamainą	Krovinių svorio kontrolė, darbuotojų instruktavimas, informaciniai ženklai bei naudojama krovinių kėlimo įranga
Statinis darbas per pamainą prilaikant svorį dviem rankomis ir dalyvaujant liemens ir kojų raumenims	Visa įmonės teritorija	vyr. < 130 000 kg·s mot. < 65 000 kg·s	Ne daugiau kaip: vyr. – 130 000 kg·s mot. – 65 000 kg·s	2 – 3 kartus per pamainą	Krovinių svorio kontrolė, darbuotojų instruktavimas bei naudojama krovinių kėlimo įranga
Darbo poza	Visa įmonės teritorija	-	-	6 valandos per pamainą	Darbuotojų švietimas apie teisingą darbo

Rizikos veiksnys	Rizikos veiksnio lokacija	Rizikos veiksnio dydis, matavimo vienetą	Ribinė rizikos veiksnio vertė, matavimo vienetą	Rizikos veiksnio poveikio trukmė	Profesinės rizikos šalinimo ir mažinimo priemonės
					pozą sėdint bei stovint
Darbo monotonią	Operatorinė, ofiso patalpos	-	-	6 valandos per pamainą	Periodinės 5 – 10 min pertraukėlės ir monotoniškų darbų keitimasis tarp darbuotojų
<b>Fizikiniai veiksniai</b>					
Triukšmas	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	< 80 dBA	87 dBA	5 valandos per pamainą	Ausų kištukai ir apsauginės ausinės, įspėjamieji ženklai
<b>Fiziniai veiksniai</b>					
Elektros įtampa	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	-	-	5 valandos per pamainą	Darbiniai antistatiniai rūbai, dielektriniai batai, elektros įtampai atsparios pirštinės, įrengti įspėjamieji ženklai
Karštos medžiagos ir/ar paviršiai	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	-	-	5 valandos per pamainą	Tinkamai izoliuoti karštį skleidžiantys įrengimai, dirbant naudojamos karščiui atsparios pirštinės, įrengti įspėjamieji ženklai
Aukštai esantys įrengimai	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	-	-	5 valandos per pamainą	Įrengti atitvarai, įspėjamieji ženklai
Slėginiai indai	Bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	-	-	5 valandos per pamainą	Tikrinama indų būklė kas 2 metus
<b>Psichosocialiniai veiksniai</b>					
Dieninės ir naktinės pamainos trunkančios 12 valandų	Operatorinė, bazinės alyvos gamybos iš naftos atliekų gamybinis modulis	-	-	12 valandų per pamainą	Periodinės pertraukėlės kas valandą po 10 minučių darbo metu, įrengtos patalpos poilsiui

Kadangi gamybos procese yra naudojamos ir susidaro medžiagos, kurios yra degios ar net sprogios, yra įvertinamos jų fizikinės sąvybės susijusios su užsiliepsnojimu ir sprogimu – gaisrinio pavojingumo rodikliai. Rezultatai pateikiami 4.2 lentelėje.

**4.2 lentelė.** Sunaudojamų bei pagaminamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai [25, 26, 27, 28, 30]

Medžiagos pavadinimas	Pagaminama ar sunaudojama per pamainą, t	Pliūpsnio temperatūra, °C	Sprogumo ribos, %		Savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra, °C	Užsiliepsnojimo temperatūra, °C
			Apatinė	Viršutinė		
Suskystintos naftos dujos	0,74	-105	2	9,5	400	410
Benzinas	35,61	-45	1,4	7,6	260	280
Dyzelinas	22,98	62	0,5	7,5	240	210
Bazinė alyva	4,24	215	-	-	250	410

Kai jau turime medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius, remiantis jais galima nustatyti tik išorinių įrenginių kategoriją, kadangi gamyba yra vykdoma ne patalpoje, o lauke. Taigi, bazinės alyvos gamybos modulio įrengimai yra priskiriami A<sub>sgi</sub> kategorijai, nes įrangoje darbo metu būna degių dujų bei labai degių skysčių, kurių pliūpsnio temperatūra neviršija 28 °C. Taip pat būna medžiagų, kurios tam tikromis sąlygomis sprogs. [29]

Operatorinė pagal gaisrinės saugos pagrindinius reikalavimus [29] yra priskiriama E<sub>g</sub> kategorijai, nes joje išvis nėra degių medžiagų.

Galiausiai, gamybinio modulio teritorija gali būti priskirta tam tikrai zonai iš 6 galimų (0 zona; 1 zona; 2 zona; 20 zona; 21 zona; 22 zona), kurioje gali susidaryti sprogi aplinka. Ji parenkama pagal sprogiosios aplinkos susidarymo dažnumą ir jos išsilaikymo trukmę. Šiuo atveju bazinės alyvos gamybos modulis yra priskiriamas 1 zonai, nes tai yra vieta, kurioje „darbo metu kartais gali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro užsiliepsnojančių dujų, garų ar skysčių mišinys“. [37]

### 4.3. Saugi gamyba

Norint užtikrinti saugią gamybą, darbdavio iniciatyva yra įdiegtos pažangios ir patikimos įrengimų ir jų prietaisų valdymo sistemos, kad darbuotojai galėtų greitai ir efektyviai valdyti, įjungti ar išjungti tam tikrus prietaisus, atsitikus nenumatytiems atvejams. Yra įdiegtos signalizacijos, pranešančios apie įvairių kritinių parametrų pasikeitimus, kurie gali turėti įtakos darbuotojų saugumui.

Patys darbuotojai turi laikytis priešgaisrinės saugos, sanitarijos bei saugaus darbo reikalavimų. Darbuotojai turi elgtis atsakingai ir negali palikti įrengimų valdymo pultų be priežiūros, kad nepraleistų tam tikrų svarbių pranešimų apie galimus parametrų pasikeitimus ir galėtų greitai reaguoti. Darbuotojai turi teisę atsisakyti dirbti su įrengimais, kurie yra netvarkingi ar neatitinka saugos reikalavimų. Įrengimų negalima remontuoti, kol jie yra įjungti ir veikia. Darbuotojus supažindinti su visais saugiais darbo metodais yra darbdavio atsakomybė. Supažindinimas su saugaus darbo metodais gali vykti toliau aprašoma tvarka.

Darbuotojams vykdomi įvadinis, pirminis bei periodinis instruktavimai susiję su darbuotojų sauga ir sveikata. Įvadinis instruktavimas – tai naujų darbuotojų supažindinimas su bendrais pavojais, rizika ir prevencija įmonėje, gali būti ir mokymai vykstantys naujiems darbuotojams, pirminis instruktavimas – darbuotojų supažindinimas su konkrečiais rizikos veiksniais ir prevencija darbo vietoje gali būti ir mokymai darbuotojams, keičiantiems poziciją ir galiausiai, periodinis instruktavimas – tai mokymai vedami periodiškai kas vienerius metus visiems gamyklos

darbuotojams. Esant specialiems poreikiams gali būti numatomi mokymo kursai darbo metu pagal specifiką, vedami vidiniai mokymai darbuotojų saugos ir sveikatos specialisto bei darbuotojai siunčiami į stažuotes. Taip pat, specialiais atvejais (įvykus nelaimei darbe, pasikeitus teisės aktams, ilgą laiką darbuotojui nebuvus darbe, pasikeitus darbo specifikai) darbuotojams gali būti atliekamas ir papildomas instruktavimas [24].

Kadangi šiame gamybos procese naudojamos žaliavos ir susintetinami produktai yra degūs ar net sprogūs, eksploatuojami kibirkštį keliantys įrengimai turi būti įžeminami bei įnulinami. Taip pat, negali būti leidžiama gamybos įrengimų remontuoti kibirkštį keliančiais įrankiais, nebent kaip nors kitaip yra užtikrinamas priešgaisrinis saugumas to remonto metu. Siurbliai, kompresoriai ir kiti galintys smarkiai įkaisti prietaisai turi būti su geromis ir veikiančiomis vėdinimo sistemomis, kad jų užkaitimas nesukeltų gaisro. Gamybos modulyje turi būti reguliariai tikrinamas vamzdynų ir aparatų sandarumas (o aptikus neatitikimą, jis turi būti nedelsiant sutvarkomas), kad būtų išvengta gaisro ar sprogo pavojaus bei, kad darbuotojams netektų nuolat kvėpuoti toksiškais medžiagomis. Visame modulyje neturi būti išsiliejusių produktų ar žaliavos, nes tai irgi gali sukelti gaisrą ar sprogo pavojų.

Elektros įrenginiai, kurie vis dėlto yra naudojami, nes be jų neįmanoma išsiversti variklinės alyvos gamybos modulyje, yra parenkami pagal sprogo zonos tipą, kuris yra I ir reikalauja aukšto apsaugos lygio. Taigi, iš šios informacijos yra žinoma, kokią įrangos grupę ir kategoriją reikia parinkti ir ji yra II IG [31].

#### **4.4. Darbo higiena**

Darbdavys darbuotojams užtikrina patogią bei nekenksmingą darbo aplinką. Tai turi būti daroma arba visiškai panaikinant visus rizikos veiksnius, arba jei to padaryti neįmanoma, juos kuo labiau sušvelninant, naudojant tam tikras apsaugos priemones. Darbuotojams yra suteikiama komfortabili šiluminė darbo aplinka, visose darbo vietose įrengiamas visus reikalavimus atitinkantis apšvietimas ir įrenginių keliamas triukšmas šalinamas, taikant tam tikras apsaugos priemones.

Operatorių pagrindinėje darbo vietoje – operatorinėje yra atliekamas lengvas fizinis darbas, kuris priskiriamas Ib kategorijai [32]. Taigi, remiantis higienos norma, šiltuoju metų laikotarpiu tokioje patalpoje yra palaikoma 22 – 24 °C temperatūra, 40 – 60 % oro santykinis drėgnis bei oro judėjimo greitis ne didesnis nei 0,1 m/s [32]. O šaltuoju metų laikotarpiu atitinkamai temperatūra 21 – 23 °C, santykinis oro drėgnis 40 – 60 % bei oro judėjimo greitis ne didesnis kaip 0,2 m/s [32]. Rečiau aplankomoje darbo vietoje – gamybos zonoje, kuri yra lauke, yra užtikrinamas geras įrengimų, turinčių karštus paviršius, izoliavimas bei darbuotojams, kuriems reikia dirbti prie tokių įrengimų, juos tvarkyti ar panašiai, yra suteikiami karščiui atsparūs kostiumai bei karščiui atsparios pirštinės [32].

Bazinės alyvos gamybos modulis turi pagrindinę darbo vietą – operatorinę, tačiau kartais tenka atlikti darbus ir lauke prie įrengimų, pačioje gamybos zonoje. Operatorinėje dažniausia atliekami darbai, kuriems reikia nedidelio regos tikslumo, taigi jos apšvietimą stengiamasi palaikyti 200 – 300 lx ribose. Gamybos zonoje dirbti tenka rečiau, nes įrenginiai nereikalauja nuolatinės priežiūros, taigi joje stengiamasi palaikyti 100 – 150 lx apšvietimą. [30, 33]

Operatorinėje triukšmo vertė yra gerokai žemesnė lyginant su žemutine normine triukšmo verte veiksmams pradėti (80 dBA), joje triukšmas būna apie 50 dBA, taigi jokių prevencinių priemonių nereikia. Tačiau gamybos zonoje pastovi triukšmo vertė jau siekia apatinę norminę ekspozicijos vertę

– 80 dBA. Pastarojoje zonoje yra reikalavimas dirbti su ausinėmis arba bent su ausų kištukais. Šias asmenines apsaugos priemones darbdavys suteikia visiems darbuotojams, kurių darbas yra susijęs su gamybos zona. Taip pat, įeinant į gamybos zoną visur yra iškabinti įspėjamieji ženklai apie triukšmą ir įpareigojamieji ženklai, kad reikia naudoti išduotas klausos apsaugos priemones. [21, 34, 30]

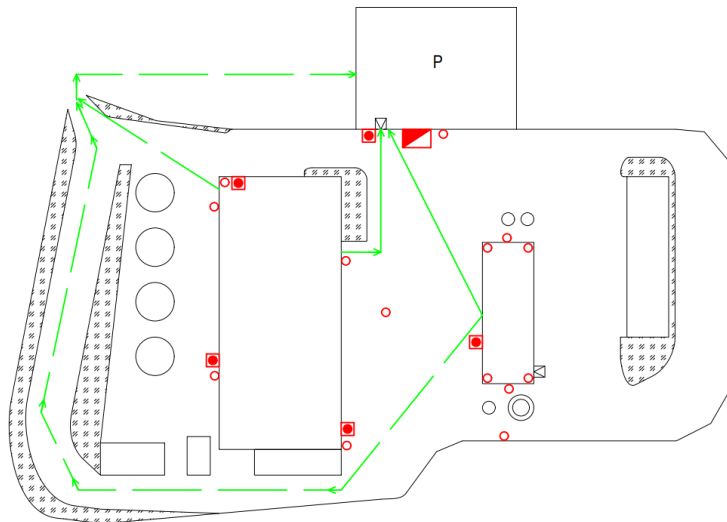
#### **4.5. Gaisrinė sauga**

Kadangi gamybos metu yra naudojamos ir susidaro medžiagos, kurios kelia gaisro ar sprogimo pavojų, šiame poskyryje yra pateikiami sprendimai ir prevencijos priemonės, kurios padeda išvengti pastarųjų pavojų [30].

Projektuojant gamybos zoną buvo atsižvelgta į gaisro ir sprogimo pavojų ir visuose aplink esančiuose statiniuose naudojamos medžiagos buvo renkamos, kad būtų atsparios ugniai [30]. Tai padeda išvengti gaisro plitimo.

Operatorinė yra suprojektuota su dviem evakuaciniais išėjimais, kurie yra paženklinėti pagal visus reikalavimus ir visur ant sienų yra rodyklės su kryptimis link artimiausio išėjimo. Evakuaciniai išėjimai yra neužkrauti daiktais bei jų durys visada atsidaro lengvai (tai yra periodiškai tikrinama). Operatorinėje yra paskirta vieta, kurioje yra pakabinta gaisrinės saugos instrukcija. Kadangi operatorinė yra 96 m<sup>2</sup> ploto ir ji priskiriama E<sub>g</sub> kategorijai, joje yra vienas 6 kg ABC tipo miltelinis gesintuvas, nes čia yra daug ištaisai veikiančių elektros prietaisų [29, 35].

Bazinės alyvos gamybos zonoje yra įrengta priešgaisrinė signalizacija su garsiakalbiais. Kilus gaisrui, signalizacija suveikia ir per garsiakalbius yra pranešama kaip elgtis tokioje situacijoje. Zonoje yra didelis kiekis tolygiai iškabintų gaisrinės saugos instrukcijų, prie kurių yra didelis kiekis dujokaukių ir respiratorių, kuriais gali naudotis darbuotojai, atsitikus avarijai. Iš teritorijos galima išeiti dviem evakuaciniais išėjimais, link kurių veda evakuaciniai keliai, pavaizduoti evakuacijos plane (4.1 pav.). Evakuaciniai keliai yra pažymėti gerai matomais ženklais, šie keliai yra visada apšviesti ir neužkrauti jokiais daiktais. Iš anksto nustatyta evakuacijos susirinkimo vieta (nebent per garsiakalbius pranešama kitaip) yra automobilių aikštelė, esanti už aptvertos gamybos teritorijos ribų. Gesintuvų tipas ir kiekis gamybos zonoje nustatomas remiantis bendrosiomis gaisrinės saugos taisyklėmis [35]. Visoje gamybinėje zonoje yra skystųjų bei dujinių medžiagų gaisro rizika, tokie gaisrai yra priskiriami B ir C klasėms. Tokioms gaisro klasėms gesinti geriausiai tinka gesintuvai pripildyti ABC tipo milteliais beje tokie gesintuvai yra tinkami ir elektros įrenginių gesinimui, tai irgi gana svarbu, nes zonoje yra nuolat veikiančių elektros įrenginių, kurie nuolat turi įtampas. Kadangi gamybos zonos teritorija yra 6050 m<sup>2</sup> ploto, joje yra tolygiai išdėstyti aštuoni 20 – 25 kg bei keturi 40 kg anksčiau minėto tipo kilnojamieji gesintuvai [35, 36, 30].



Sutartiniai ženklai

Eil. Nr	Pavadinimas	Žymuo
1	Gesintuvas	○
2	Gaisro signalizacijos jungiklis	◼
3	Priešgaisrinis stendas su smėliu, kibirais, kastuvais	◻
4	Pagrindinis evakuacijos kelias	→
5	Atsarginis evakuacijos kelias	→
6	Automobilių aikštelė	P

4.1 pav. Bazinės alyvos gamybos zonos bei operatorinės evakuacijos planas



## 5. Grafinė dalis

Šią dalį sudaro keturi brėžiniai nubraižyti ant trijų A1 formato lapų, naudojant *AutoCAD* programą:

1. naftos produktų atliekų perdirbimo į bazinę alyvą technologinė schema (1 priedas);
2. įmonės sklypo planas (2 priedas);
3. lauke esančio gamybos modulio planas su įrengimų išdėstymu (3 priedas).
4. lauke esančios technologinės linijos pjūvis (4 priedas)

## Išvados

1. Projekto metu atlikti moksliniai tyrimai:
  - 1.1. Po naftos produktų atliekų mechaninio valymo, vandens atskyrimo ir atmosferinės distiliacijos gauta: benzino frakcijos – 19 %, žibalo frakcijos – 29 %, dyzelino frakcijos – 29 %, mazuto (vakuuminės distiliacijos žaliavos) – 22 %.
  - 1.2. Vakuuminės distiliacijos procese, distiliuojant mazutą, esant 0 mbar slėgiui ir 300 °C temperatūrai, buvo išskirtas vakuuminis distiliatas, kurio išeiga siekė – 47,3 %.
  - 1.3. Gautai bazinei alyvai nustačius kinematinės klampas esant 40 ir 100 °C temperatūroms, apskaičiuota klampos indekso vertė – 60.
  - 1.4. Adsorbicija Fulerio žeme padėjo pagerinti alyvos spalvą bei kvapą. Taip pat, po adsorbicijos buvo pastebėtas alyvos lūžio rodiklio sumažėjimas, nuo 1,4950 iki 1,4935.
2. Projekte sudaryta žaliavos (naftos produktų atliekų) perdirbimo technologinė schema su aprašymu, aprašyti statybiniai sprendimai. Sudaryti atmosferinės ir vakuuminės distiliacijos bei adsorbicijos Fulerio žeme medžiagų masės balansai. Apskaičiuotas diegiamos vakuuminės distiliacijos kolonos skersmuo bei aukštis.
  - 2.1. Į atmosferinę distiliacijos koloną patenka 50000 t/metus žaliavos. Išteka 500 t/metus naftos dujų, 21000 t/metus benzino, 17500 t/metus dyzelino ir 11000 t/metus mazuto.
  - 2.2. Į vakuuminę distiliacijos koloną patenka 11000 t/metus mazuto. Išteka 4,4 t/metus skilimo dujų, 5198 t/metus vakuuminio distiliato, 1536 t/metus dyzelino bei 4263 t/metus gudrono. Kolonos skersmuo 2 m vidurinėje dalyje ir po 1 m apatinėje bei viršutinėje dalyse, bendras aukštis – 16,3 m.
  - 2.3. Į adsorberį, įkrautą Fulerio žeme, įteka 5198 t/metus vakuuminio distiliato. Išteka 3638 t/metus išvalytos bazinės alyvos ir ant Fulerio žemės pasilieka 1559 t/metus angliavandenilių su priemaišomis.
3. Atlikti finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai, rasti pagrindiniai rodikliai: atsipirkimo laikas – 3,27 metai, grynoji esamoji vertė (GEV) – 243,51 tūkst. Eur, vidinė pelno norma (IRR) – 32,64 %, modifikuota vidinė pelno norma (MIRR) – 24,36 %, pelningumo indeksas (PI) – 1,64.
4. Darbe atliktas aplinkosauginis vertinimas ir išnagrinėta darbuotojų sauga ir sveikata, atliktas profesinės rizikos vertinimas bei aprašyti gaisrinės saugos reikalavimai.
5. Grafinėje dalyje pateikti technologinės schemas, sklypo plano, gamybos modulio bei technologinės linijos pjūvio brėžiniai, parengti *AutoCAD* programa ant A1 formato lapų.

## Literatūros sąrašas

1. KUPAREVA, Antonina, Paivi Maki-Arvela ir Dmitry Yu. Murzin. *Technology for rerefining used lube oils applied in Europe: a review* [interaktyvus]. Society of Chemical Industry, 2013 [žiūrėta 2024-03-05]. Prieiga per: doi: <https://doi.org/10.1002/jctb.4137>.
2. LYNCH, Thomas R. *Process Chemistry of Lubricant Base Stocks* [interaktyvus]. CRC Press, 2007 [žiūrėta 2024-01-15]. ISBN 9780429195778. Prieiga per: <https://ia801002.us.archive.org/3/items/chemicalindustriesthomasr.lynychprocesschemistryoflubricantscrepress2007/%28Chemical%20Industries%29%20Thomas%20R.%20Lynch%20-%20Process%20Chemistry%20of%20Lubricants-CRC%20Press%20%282007%29.pdf>.
3. BOADU, K.O., O. F. Joel, D. K. Essumang ir B. O. Evbuomwan. *A Review of Methods for Removal of Contaminants in Used Lubricating Oil* [interaktyvus]. Chemical Science International Journal, 2019 [žiūrėta 2024-02-19]. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.9734/CSJI/2019/v26i430101>.
4. ISAH, A.G., M. Abdulkadir, K. R. Onifade, U. Musa, M. U. Garba, A. A. Bawa ir Y. Sani. *Regeneration of Used Engine Oil* [interaktyvus]. World Congress on Engineering, 2013 [žiūrėta 2023-12-01]. ISBN 9789881925107. Prieiga per: [https://www.researchgate.net/publication/290795308\\_Regeneration\\_of\\_Used\\_Engine\\_Oil](https://www.researchgate.net/publication/290795308_Regeneration_of_Used_Engine_Oil).
5. DANANE, F., A. Ahmia, A. Bakiri ir N. Lalaoui. *Experimental regeneration process of used motor oils* [interaktyvus]. Journal of Renewable Energies, 2014 [žiūrėta 2024-03-04]. Prieiga per: <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/121093>.
6. ABRO, Rashid, Xiaochun Chen, Khanji Harijan, Zulifqar A. Dhakan ir Muhammad Ammar. *A Comparative Study of Recycling of Used Engine Oil Using Extraction by Composite Solvent, Single Solvent, and Acid Treatment Methods* [interaktyvus]. Hindawi Publishing Corporation, 2013 [žiūrėta 2024-01-20]. Prieiga per: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/952589/>.
7. MORTIER, R.M., M. F. Fox ir S. T. Orszulik. *Chemistry and Technology of Lubricants*. London: Springer Science+Business Media B.V., 2010. ISBN 9781402086618.
8. SEQUEIRA Avilino Jr. *Lubricant Base Oil And Wax Processing*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1994. ISBN 0824792564.
9. TOTTEN George E., Steven R. Westbrook ir Rajesh J. Shah. *Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance, and Testing*. Glen Burnie, MD: ASTM International, 2003. ISBN 0803120966.
10. *Petro-Canada Lubricants Handbook* [interaktyvus]. Petro-Canada Lubricants, 2007 [žiūrėta 2024-03-07]. Prieiga per: [Handbook Canadian \(cbmro.com\)](http://Handbook.Canadian(cbmro.com)).
11. AUDIBERT François. *Waste engine oils: rerefining and energy recovery*. Amsterdam: Elsevier, 2006. ISBN 0444522026.
12. *Atmospheric Distillation* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2024-04-22]. Prieiga per: <https://wiki.anton-paar.com/en/atmospheric-distillation/>.
13. *ASTM D2270 / Viscosity Index (VI) from 40°C and 100°C* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-04-22]. Prieiga per: <https://wiki.anton-paar.com/en/astm-d2270-viscosity-index-vi-from-40c-and-100c/>.
14. PEKARSKIENĖ Irena. *Inžinerijos ekonomika*. Paskaitų medžiaga, 2023.
15. SUBASH Mira chares, Sankar Karthikumar, S. Nabisha Begum ir C. Manjula. *Cleaner and Circular Bioeconomy. Optimization studies on decolourization of non-edible cashew oil for*

- industrial application* [interaktyvus]. Elsevier, 2022 [žiūrėta 2024-04-22]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772801322000045>.
16. *Lietuvos Respublikos specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymas 2019 m. birželio 6 d., Nr. XIII-2166* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/46c841f290cf11e98a8298567570d639>.
  17. *Dėl įmonių darbuotojų Saugos ir sveikatos tarnybų pavyzdinių nuostatų patvirtinimo 2011 m. birželio 2 d., Nr. A1-266/V-575* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.400565/asr>.
  18. *Dėl profesinės rizikos vertinimo bendrųjų nuostatų patvirtinimo 2012 m. spalio 25 d. Nr. A1-457/V-961* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.435935/asr>.
  19. *Dėl Lietuvos higienos normos HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“ patvirtinimo 2011 m. rugsėjo 1 d. Nr. V-824/A1-389* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.405920>.
  20. *Dėl ergonominių profesinės rizikos veiksnių tyrimo metodinių nurodymų patvirtinimo 2005 m. liepos 15 d. Nr. V-592/A1-210* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.260443?jfwid=32wf948v>.
  21. *Dėl Lietuvos higienos normos HN 33:2011 “triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje” patvirtinimo 2011 m. birželio 13 d. Nr. V-604* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.402074/asr>.
  22. *Dėl saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklių patvirtinimo 2010 m. kovo 30 d. Nr. I-100* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.368840/asr>.
  23. *Dėl slėginių indų priežiūros taisyklių patvirtinimo 2002 m. lapkričio 15 d. Nr. 403* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.196494>.
  24. NIZEVIČIENĖ Dalia. *Darbuotojų Sauga Ir Sveikata*. Paskaitų Medžiaga, 2024.
  25. *Liquid Petroleum Gas (LPG) Safety Data Sheet* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: [https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/en\\_nz/new-zealand/home/documents/data-sheets/liquid-petroleum-gas-lpg.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/en_nz/new-zealand/home/documents/data-sheets/liquid-petroleum-gas-lpg.pdf).
  26. *Gasoline Safety Data Sheet* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-04]. Prieiga per: <https://cglapps.chevron.com/msdspds/SDSDetailPage.aspx?docDataId=680684&docFormat=PDF>.
  27. *Automotive Diesel Fuel Safety Data Sheet* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-04]. Prieiga per: [https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/en\\_au/australia/home/products-services/data-sheets/automotive-diesel-fuel.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp/country-sites/en_au/australia/home/products-services/data-sheets/automotive-diesel-fuel.pdf).
  28. *Base Oil Safety Data Sheet* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: [https://molgroup.info/storage/documents/products/base\\_oils\\_waxes/bs\\_150\\_material\\_safety\\_data\\_sheet.pdf](https://molgroup.info/storage/documents/products/base_oils_waxes/bs_150_material_safety_data_sheet.pdf).
  29. *Dėl gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų patvirtinimo 2010 m. gruodžio 7 d. Nr. I-338* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-05]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.388658/asr>.

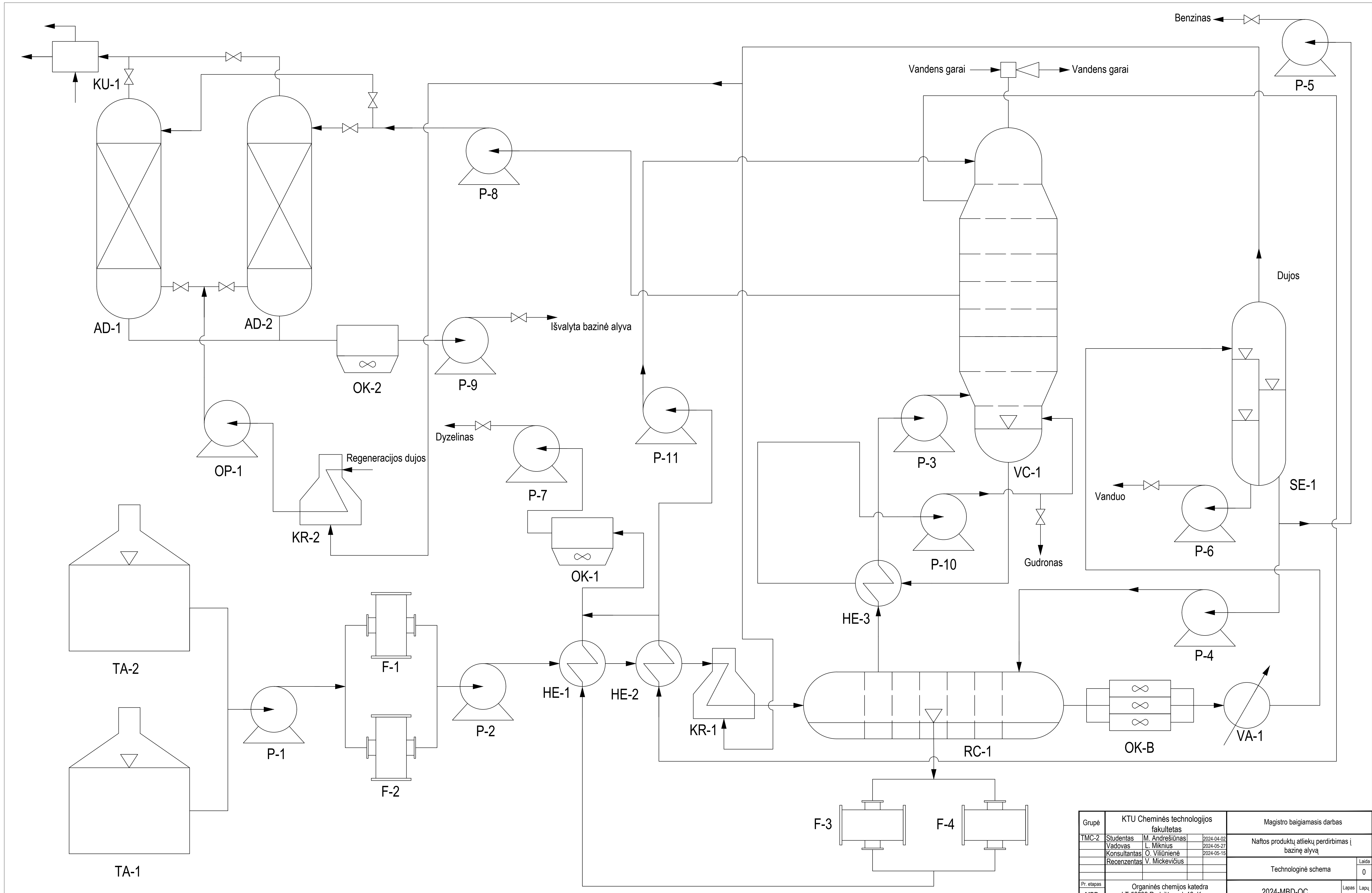
30. VALANČIUS Z., D. Nizevičienė, O. Viliūnienė, J. Solnyškinienė, I. Stasiulaitienė. *Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. cheminės technologijos fakulteto chemijos inžinerijos studijų programos magistrantams*. Kaunas: Leidykla „Technologija“, 2013. ISBN 978-609-02-1045-1.
31. *Dėl specialiųjų patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklių patvirtinimo 2013 m. kovo 5 d. Nr. 1-52* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.444266>.
32. *Dėl Lietuvos higienos normos HN 69:2003 “šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai” patvirtinimo. 2003 m. gruodžio 24 d. Nr. V-770* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.230880>.
33. *Dėl Lietuvos higienos normos HN 98 : 2000 “natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos mažiausios ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai” patvirtinimo. 2000 m. gegužės 24 d., Nr. 277* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.101854/asr>.
34. *Dėl darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo. 2005 m. balandžio 15 d., Nr. A1-103/V-265* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.254877/asr>.
35. *Dėl bendrųjų gaisrinės saugos taisyklių patvirtinimo 2005 m. vasario 18 d., Nr. 64* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-07]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.250714/asr>.
36. *Dėl stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklių patvirtinimo. 2016 m. sausio 6 d., Nr. 1-1* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-03]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/9086d3a0b4ba11e59010bea026bdb259>.
37. *Dėl darbuotojų, dirbančių potencialiai sprogioje aplinkoje, saugos nuostatų patvirtinimo 2005 m. rugsėjo 30 d., Nr. A1-262* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-03]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.263216/asr>.
38. *Liquefied Petroleum Gas (LPG) Safety Data Sheet (SDS)* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-15]. Prieiga per: <https://www.originenergy.com.au/content/dam/origin/lpg/LPG-BUS-HSE-IST-0007%20-%20Safety%20Data%20Sheet%20-%20Liquefied%20Petroleum%20Gas.pdf>.
39. *Crude Oil Safety Data Sheet* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-15]. Prieiga per: <https://www.keyera.com/assets/Attachments/Safety-Data-Sheets-2021/Sales-Products/English/Crude-Oil-PG-1-SDS-EN.pdf>.
40. *Crude Oil Safety Data Sheet TESORO* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-15]. Prieiga per: <https://www.marathonpetroleum.com/content/documents/Operations/Tesoro SDS/Crude Oil SDS Tesoro.pdf>.
41. *Dėl statybinių atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo 2006 m. gruodžio 29 d., Nr. D1-637* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-15]. Prieiga per: [https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.291562/asr?\\_cf\\_chl\\_tk=BmxCRtsHryFgYTPp3dh](https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.291562/asr?_cf_chl_tk=BmxCRtsHryFgYTPp3dh).
42. *Dėl atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo 1999 m. liepos 14 d., Nr. 217* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-15]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.84302/NrysgheJKV>.
43. *Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimui Nr.2/7 pakeisti 2022 m.* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-10]. Prieiga per: <https://old.gamta.lt/files/Paraiska TIPK%20 pakeitimui 2022 09.pdf>.

44. *Dėl aplinkos oro taršos šaltinių ir iš jų išmetamų teršalų inventorizacijos ir ataskaitų teikimo taisyklių patvirtinimo 2002 m. birželio 27 d., Nr. 340* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-11]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.179328/asr>.
45. *Dėl išmetamų teršalų iš vidutinių kurų deginančių įrenginių normų patvirtinimo. 2017 m. rugsėjo 18 d., Nr. D1-778* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-12]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/729b26309e8c11e7a65c90dfe4655c64/qvXkjuPuUP>.
46. *Dėl išmetamų teršalų iš kurų deginančių įrenginių normų LAND 43-2013 patvirtinimo 2013 m. balandžio 10 d., Nr. D1-244* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-14]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.446368?jfwid=-kyrux93us>.
47. MIKNIUS, Linas. *Naftos perdirbimo technologija*. Paskaitų medžiaga, 2020.
48. VILIŪNIENĖ O., A. Grinevičienė. *Chemijos pramonės įmonių projektavimas*. Paskaitų medžiaga, 2023.
49. *GASOLINE EN 228* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-26]. Prieiga per: [http://consiliari.pl/gasoline\\_en\\_228/#:~:text=They%20prepare%20European%20Standards%20for,producers%20and%20distributors%20follow%20them](http://consiliari.pl/gasoline_en_228/#:~:text=They%20prepare%20European%20Standards%20for,producers%20and%20distributors%20follow%20them).
50. *BS EN590 STANDARD FOR DIESEL FUEL* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-26]. Prieiga per: <https://www.ipu.co.uk/en590/>.
51. *Base Oil Groups Explained* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2024-05-26]. Prieiga per: <https://www.machinerylubrication.com/Read/29113/base-oil-groups>.
52. *Types of Crude Oil* [interaktyvus]. 2024 [žiūrėta 2024-05-27]. Prieiga per: <https://www.epa.gov/emergency-response/types-crude-oil>.
53. *Crude Oil Overview* [interaktyvus]. [žiūrėta 2024-05-27]. Prieiga per: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/economics/crude-oil-overview/#:~:text=Crude%20is%20classified%2C%20based%20on,a%20sour%20and%20sweet%20category>.

## **Priedai**

- 1 priedas. Naftos produktų atliekų perdirbimo į bazinę alyvą technologinė schema**
- 2 priedas. Įmonės sklypo planas**
- 3 priedas. Gamybos modulio planas su įrengimų išdėstymu**
- 4 priedas. Technologinės linijos pjūvis**
- 5 Statybinių sprendimų dalies konsultanto patvirtinimas**
- 6 Finansinių ir ekonominių skaičiavimų dalies konsultanto patvirtinimas**
- 7 Aplinkosauginio vertinimo dalies konsultanto patvirtinimas**
- 8 Darbuotojų saugos ir sveikatos dalies konsultanto patvirtinimas**

Visi išvardinti priedai iš eilės yra pateikti sekančiuose puslapiuose.



Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas		Magistro baigiamasis darbas		
TMC-2	Studentas	M. Andrešiūnas	2024-04-02	Naftos produktų atliekų perdėbimas į bazinę alyvą	
	Vadovas	L. Miknius	2024-05-27		
	Konsultantas	O. Viliūnienė	2024-05-15		
	Recenzentas	V. Mickevičius		Technologinė schema	Laida
					0
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra			2024-MBD-OC	Lapas
MBD	LT-50299 Radvilėnų pl. 19, Kaunas				Lapų
					1 1



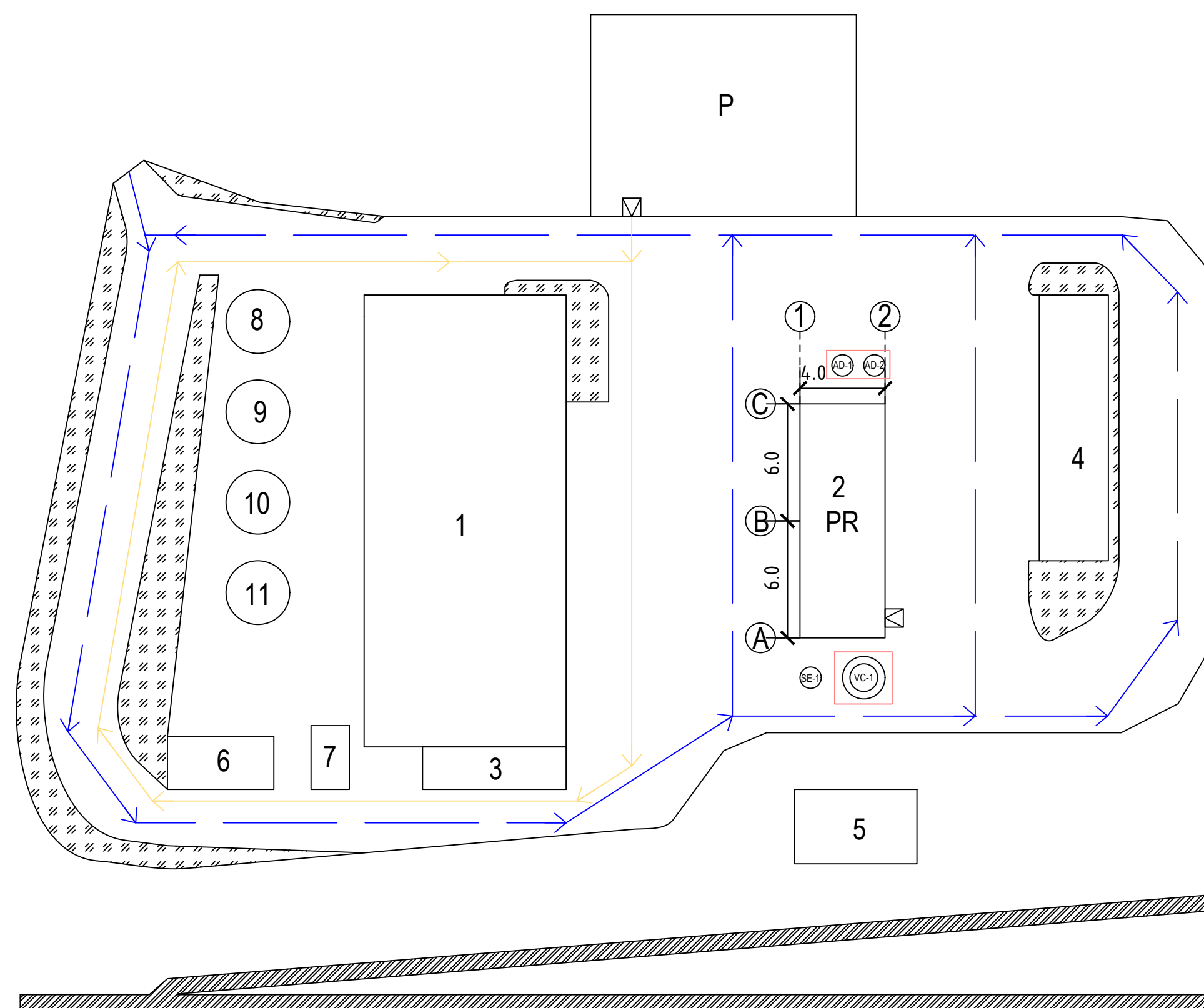
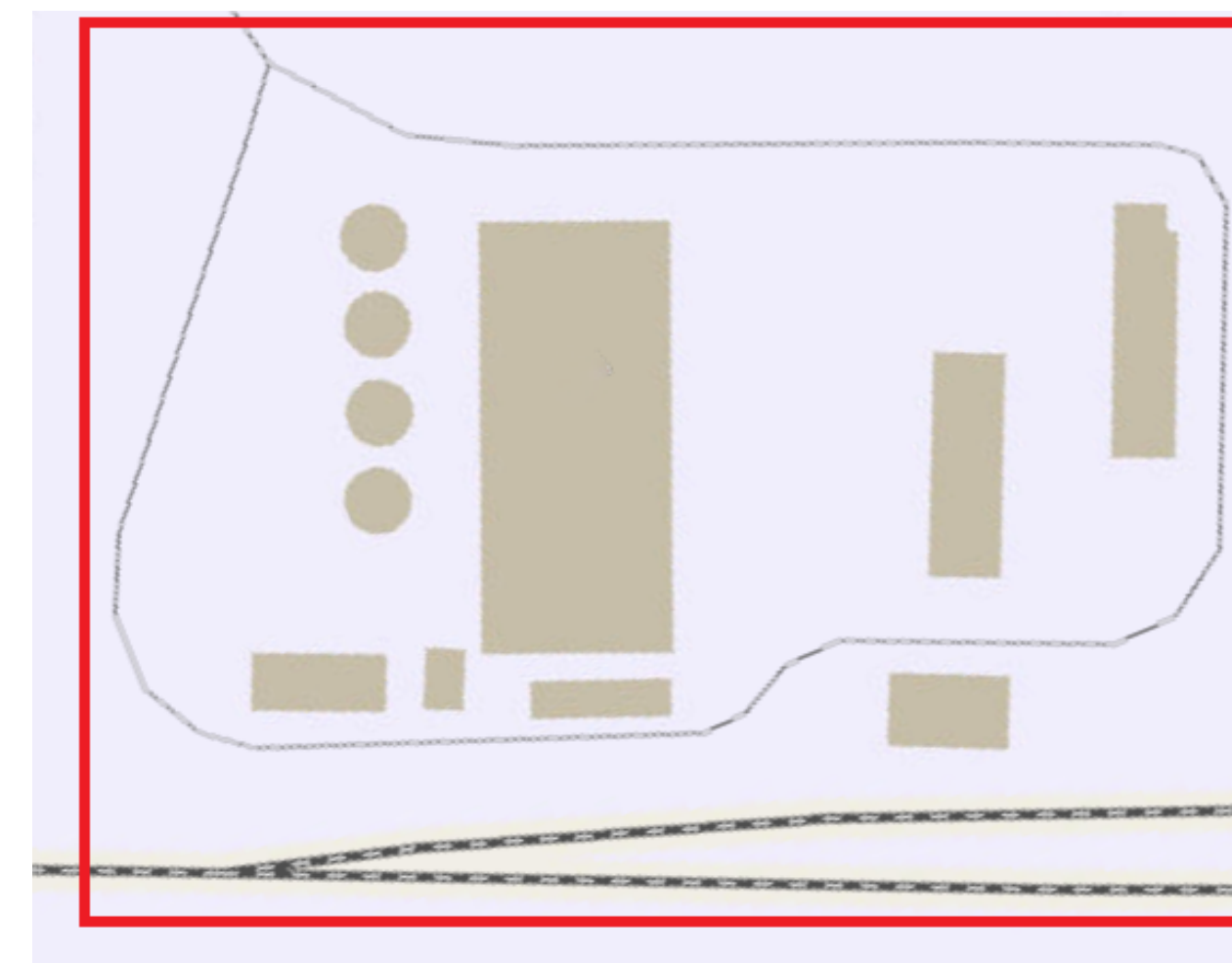
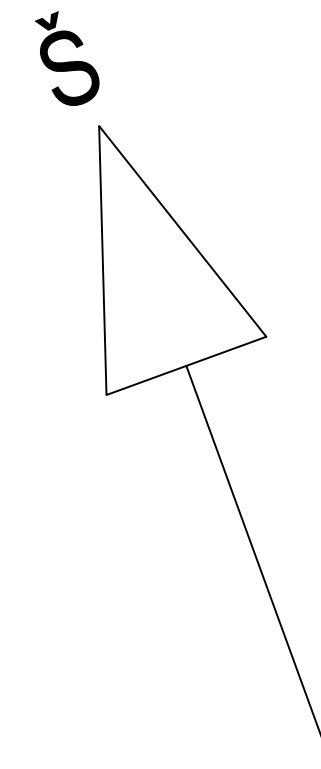
## Sklypo eksplikacija

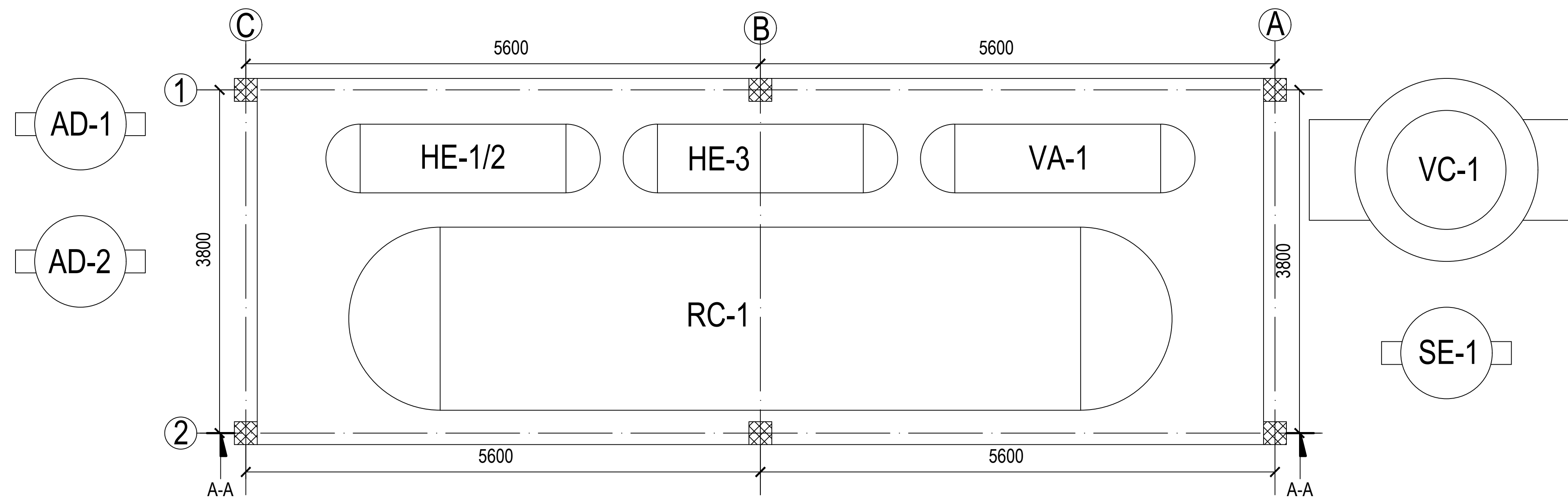
Eil. Nr	Pavadinimas
1	Administracinės patalpos
2	Projektuojamas gamybinis modulis
3	Elektrinė
4	Sandėlys
5	Transportavimo patalpos
6	Siurblinė
7	Ūkinės patalpos
8	Žaliavų ir ptoduktų talpykla
9	Žaliavų ir ptoduktų talpykla
10	Žaliavų ir ptoduktų talpykla
11	Žaliavų ir ptoduktų talpykla

## Sutartiniai ženklai

Eil. Nr	Pavadinimas	Žymuo
1	Projektuojamas gamybinis modulis	PR
2	Geležinkelis	
3	Žolė	
4	Įėjimas	
5	Autotransporto kelias	
6	Pėsčiųjų takas	
7	Automobilių aikštelė	P
8	Separatorius	SE-1
9	Vakuuminė rektifikacijos kolona	VC-1
10	Adsorberiai	AD-1; AD-2
11	Proceso patobulinimai	

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas		
TMC-2	Studentas	M. Andrešiūnas	2024-04-02	Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą		
	Vadovas	L. Miknius	2024-05-27			
	Konsultantas	O. Viliūnienė	2024-05-15			
	Recenzentas	V. Mickevičius				
				Sklypo planas Mastelis 1:400		Laida 0
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra LT-50299 Radvilėnų pl. 19, Kaunas			2024-MBD-OC		Lapas 1
MBD						Lapų 1

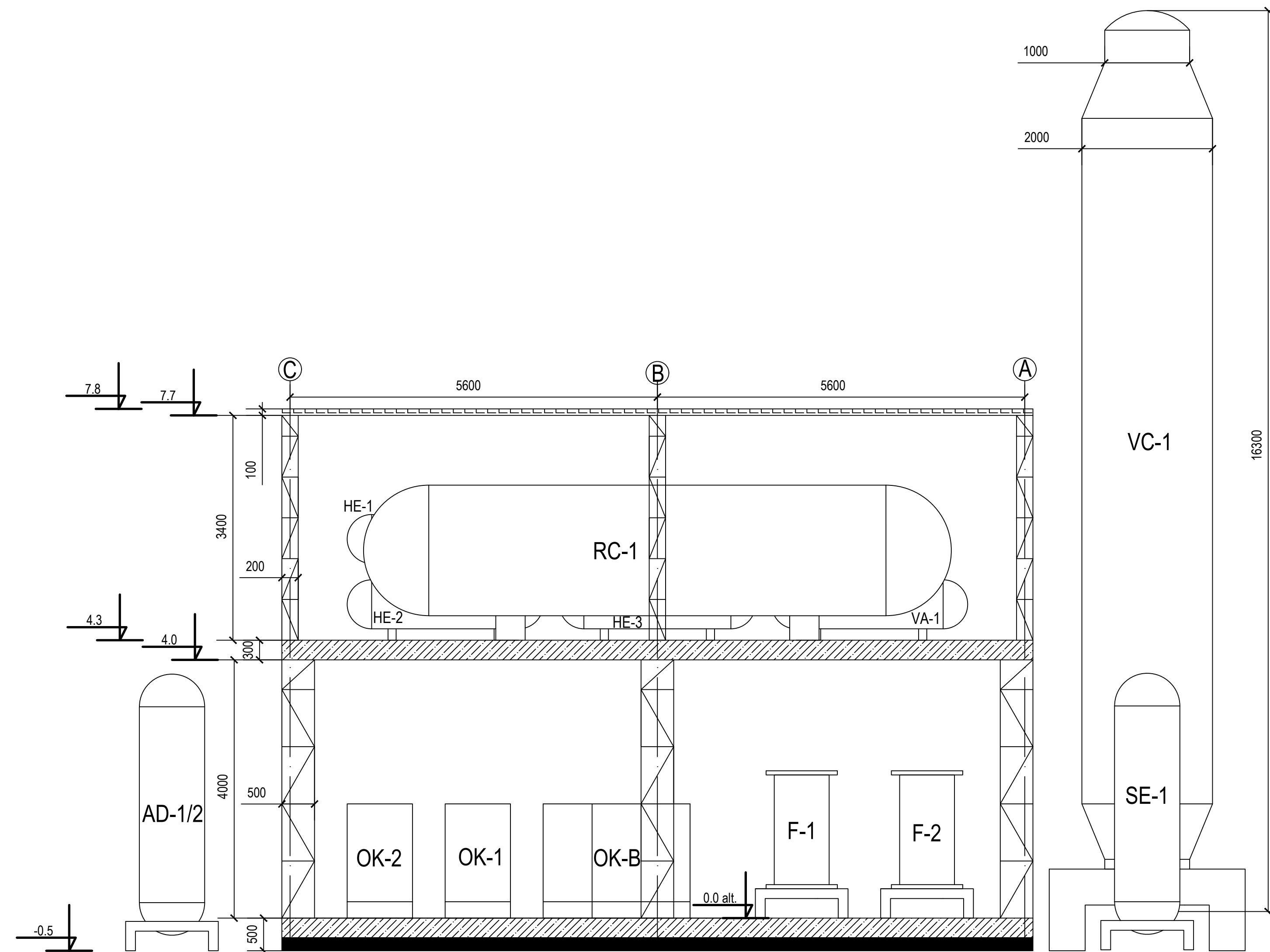




### Gamybos modulio įrengimai

Pozicija	Pavadinimas
AD-1	Adsorberis 1
AD-2	Adsorberis 2
HE-1	Šilumokaitis 1
HE-2	Šilumokaitis 2
HE-3	Šilumokaitis 3
VA-1	Vandens aušintuvas
RC-1	Atmosferinė distiliacijos kolona
VC-1	Vakuuminė distiliacijos kolona
SE-1	Separatorius

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
TMC-2	Studentas	M. Andrešiūnas	2024-04-02	Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą	
	Vadovas	L. Miknius	2024-05-27		
	Konsultantas	O. Viliūnienė	2024-05-15		
	Recenzentas	V. Mickevičius			
				Gamybinio modulio planas	
				Mastelis 1:100	
				Laida	
				0	
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra			2024-MBD-OC	
MBD	LT-50299 Radvilėnų pl. 19, Kaunas				
				Lapas	Lapų
				1	1



### Gamybos modulio įrengimai

Pozi-cija	Pavadinimas
AD-1	Adsorberis 1
AD-2	Adsorberis 2
HE-1	Šilumokaitis 1
HE-2	Šilumokaitis 2
HE-3	Šilumokaitis 3
VA-1	Vandens aušintuvas
RC-1	Atmosferinė distiliacijos kolona
VC-1	Vakuuminė distiliacijos kolona
SE-1	Separatorius
OK-1	Orinis kondensatorius 1
OK-2	Orinis kondensatorius 2
OK-B	Orinių kondensatorių blokas
F-1	Filtras 1
F-2	Filtras 2

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
TMC-2	Studentas	M. Andrešiūnas	2024-04-02	Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą	
	Vadovas	L. Miknius	2024-05-27		
	Konsultantas	O. Viliūnienė	2024-05-15		
	Recenzentas	V. Mickevičius			
				Technologinės linijos pjūvis	Laida
				Mastelis 1:100	0
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra LT-50299 Radvilėnų pl. 19, Kaunas			2024-MBD-OC	Lapas
MBD					1
					1

## Patvirtinimas

Odeta Viliūnienė <odeta.viliuniene@ktu.lt>

2024-05-15, Tr 15:39

Kam: Marius Andrešiūnas <marius.andresiunas@ktu.edu>

Studento **Mariaus Andrešiūno** baigiamojo magistro projekto „**Naftos produktų atliekų perdirbimo į bazinę alyvą**“ skyrius „**Statybiniai sprendimai**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Statybinės dalies konsultantė Odeta Viliūnienė

## ekonominiu skaičiavimu patvirtinimas

Irena Pekarskienė <irena.pekarskiene@ktu.lt>

2024-05-24, Pn 10:27

Kam: Marius Andrešiūnas <marius.andresiunas@ktu.edu>

Laba diena,

Šiuo laišku patvirtinu, kad studento **Mariaus Andrešiūno** baigiamojo magistro projekto „**Naftos produktų atliekų perdirbimas į bazinę alyvą**“ skyrius „**Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas Irena Pekarskienė

Pagarbiai! Best regards

**dr. Irena Pekarskienė**

**Profesorė | Professor**

Kauno technologijos universitetas | Kaunas university of technology

Ekonomikos ir verslo fakultetas | School of Economics and Business

Gedimino g. 50-507, LT-44239 Kaunas

irena.pekarskiene@ktu.lt | evf.ktu.edu

## Aplinkosauginis vertinimas

Gintaras Denafas <gintaras.denafas@ktu.lt>

2024-05-15, Tr 21:56

Kam: Marius Andrešiūnas <marius.andresiunas@ktu.edu>

Studento **Mariaus Andrešiūno** baigiamojo magistro projekto „**Naftos produktų atliekų perdirbimo į bazinę alyvą**“ skyrius „**Aplinkosauginis vertinimas**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas **prof. dr. Gintaras Denafas**

Pagarbiai / Sincerely

-----  
Prof. dr. Gintaras Denafas  
Kauno technologijos universitetas / Kaunas University of Technology  
Cheminės technologijos fakultetas / Faculty of Chemical Technology  
Aplinkosaugos technologijos katedra / Department of Environmental Technology  
Radvilėnų pl. 19, LT-50254, Kaunas, Lietuva / Lithuania  
Tel. / mob. +370-698-70760  
Fax. +370-37-300152  
E-mail: gintaras.denafas@ktu.lt  
<https://fct.ktu.edu/department-of-environmental-technologies/>



Studento *Mariaus Andrešiūno* baigiamojo magistro projekto „*Naftos produktų atliekų perdirbimo į bazinę alyvą*“ skyrius „*Darbuotojų sauga ir sveikata*“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas *doc. dr. Dalia Nizevičienė*