



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Olga Gribeškova

**Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys AB „Lietuvos
geležinkeliai“**

Baigiamasis magistro darbas

Vadovas

doc. dr. Linas Miknius

Kaunas, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ORGANINĖS CHEMIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
prof. Vytas Martynaitis

**Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys AB „Lietuvos
geležinkeliai“**

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa Chemijos inžinerija (kodas 621H81004)

Magistrantė

Olga Gribeškova

Vadovas

Doc. Linas Miknius

Recenzentas

Doc. Dr. Vytautas Mickevičius

Konsultantai:

Darbuotojų sauga ir sveikata

Doc. Dalia Nizevičienė

Statybiniai sprendimai

Doc. Odeta Viliūnienė

Ekonominiai skaičiavimai

Doc. dr. Audrius Taraškevičius

Aplinkos saugos vertinimas

Lekt. Inga Stasiulaitienė

Kaunas, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Olga Gribeškova

Chemijos inžinerija (kodas 621H81004)

Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys AB „Lietuvos geležinkeliai“

AKADEMINIO SAŽNINGUMO DEKLARACIJA

2015 m. birželio mėn. 8 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Olgos Gribeškovos** baigiamasis darbas tema „Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys AB „Lietuvos geležinkeliai“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena darbo dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymu nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(studento vardas ir pavardė, įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
Prof. E.Valatka

Suderinta:
Katedros vedėjas

Dekano įsakymas Nr. _____
2015 m. _____ mėn. __ d.

prof. V. Martynaitis
2015 m. birželio mėn. __ d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui (-ei) **Olga Gribeškova**

1. Darbo tema: Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginio projektavimas

2. Darbo tikslas ir uždaviniai:

1. Suprojektuoti 150 l/h panaudotų alyvų perdirbimo įrenginį AB „Lietuvos geležinkeliai“, perdirbanti metinį panaudotų variklinių alyvų kiekį per tris vasaros mėnesius. Proceso tikslas – pagaminti skystą kurą energijos gamybai.

3. Darbo sudėtinės dalys:

- 3.1. Technologinio proceso moksliniai tyrimai
- 3.2. Technologinė dalis
- 3.3. Technologinės linijos schemos aprašas
- 3.4. Technologiniai skaičiavimai
- 3.5. Statybiniai sprendimai
- 3.6. Finansinis ekonominis projekto įvertinimas
- 3.7. Darbo sauga
- 3.8. Aplinkosauginis projektuojamo objekto vertinimas
- 3.9. Bibliografinis aprašas
- 3.10. Išvados
- 3.11. Grafinė dalis:
 - 3.11.1 Technolginė schema
 - 3.11.2. Pagrinidinis aparatas
 - 3.11.3. Statinio planas
 - 3.11.4. Du statinio pjūviai (išilginis, skersinis)
 - 3.11.5. Sklypo planas

Užduoties išdavimo data 2014 m. rugsėjo mėn. 15 d.

Užbaigto darbo pateikimo terminas 2015 m. birželio 8 d.

Vadovas: doc. Linas Miknius

2014-09-15_____

Užduotį gavau: Olga Gribeškova

2014-09-15_____

Olga Gribeškova, Chemijos inžinerija, Kauno Technologijos Universitetas

Vadovas: dr. Linas Miknius

Magistro baigiamojo darbo anotacija, pateikta birželio 9 d. 2015 m.:

Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys AB „Lietuvos geležinkeliai“

Šiame magistriniame darbe yra projektuojamas AB „Lietuvos geležinkelių“ panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys, kurio našumas yra 150 l/h.

Šio projekto tikslas yra sumažinti panaudotų alyvų pelenų kiekį, kad jis atitiktų skystojo kuro privalomuosius kokybės rodiklius [1].

Siekiant sumažinti kuro peleningumą, laboratorijoje atlikti moksliniai tyrimai, kurių metu buvo nustatyta, kad lokomotyvų variklių panaudotų alyvų pelenų kiekį galima ženkliai sumažinti panaudojus vienkartinio išgarinimo vakuume procesą.

Remiantis tyrimų rezultatais buvo sudaryta technologinė įrenginio schema ir apskaičiuoti pagrindiniai įrenginio aparatai.

Numatytos apsaugos priemonės, atitinkančios darbų saugos reikalavimus.

Atliktas ekonominis projekto vertinimas.

Grafinę darbo dalį sudaro šeši brėžiniai: technologinė įrenginio schema, pagrindinis aparatas, pastato planas, pastato pjūviai (išilginis, skersinis) ir sklypo planas.

Struktūra: įvadas, mokslinė dalis, technologinė dalis, statybiniai sprendimai, ekonominiai skaičiavimai, darbo saugos reikalavimai, aplinkosauginis vertinimas, išvados, bibliografinis aprašas.

Darbo apimtis: 73 psl., 9 paveikslai, 40 lentelių, 14 bibliografinių nuorodų.

Olga Gribeškova, Chemical Engineering, Kaunas University of technology

Academic supervisor: dr. Linas Miknius

Abstract of Master's Thesis, Submitted 9 June 2015:

AB "Lithuanian Railways" waste lubricating oils reprocessing plant

This master thesis presents projection of the AB "Lithuanian Railways" waste lubricating oils reprocessing plant with the capacity of 150 l/h. The aim of the project is to reduce the ash content of waste oils and meet the requirements posed by liquid fuels [1].

In order to reduce ash content of the fuel, laboratory research was made, which identified that the use of a vacuum distillation had significantly reduced the ash content in locomotive engine's used oils.

Based on the research results, there were made technological drawings, calculations regarding primary equipment inventory and completed economic evaluation of the project. Provided safeguards meet all safety requirements. The graphical part of the thesis consists of six drawings: technological scheme of the device, the main machine, building plan, building sections (longitudinal, transverse) and the territory plan.

Structure: introduction, science research, technical part, constructional decisions, economical calculations, safety requirements, environmental aspect evaluation, conclusions and suggestions, references.

Thesis consist of: 73 p. text without appendixes, 9 pictures, 40 tables, 14 bibliographical entries.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	1
PAVEIKSLŲ IR GRAFIKŲ SĄRAŠAS.....	3
ĮVADAS.....	4
1. TECHNOLOGINIO PROCESO MOKSLINIAI TYRIMAI.....	5
1.1. Technologinio proceso mokslinių tyrimų aprašymas.....	5
1.2. Pagrindinės tiriamų variklių alyvų charakteristikų aprašymas	6
1.3. Variklių alyvų fizikinių parametrų nustatymas.....	8
1.4. Variklinių alyvų pelenigumo nustatymas.....	12
1.5. Panaudotų variklinių alyvų pelenigumo mažinimo metodai.....	15
1.5.1. Filtracijos metodas	15
1.5.2. Adsorbcijos (perkoliacijos) metodas.....	16
1.5.3. Vakuuminės distiliacijos metodas.....	17
1.6. Panaudotų alyvų distiliacijos produktų ir likučių analizė.	21
2. TECHNOLOGINĖ DALIS.....	22
2.1. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai	22
2.2. Techninis ekonominis pagrindimas	23
2.2.1. Pradinė padėtis	23
2.2.3. Žaliavų zonos charakteristika ir materialinio aprūpinimo pagrindimas.....	24
2.2.4. Gamybinio pajėgumo ir gamybinės programos pagrindimas	24
2.2.5. Rekonstruojamo statinio teritorijos charakteristika ir pagrindimas	24
2.3. Pagrindiniai technologinio proceso įrenginių aprašymas.....	25
3. TECHNOLOGINĖS SCHEMOS APRAŠAS	26
4. TECHNOLOGINIAI SKAIČIAVIMAI	28
4.1. Elektrinės krosnies EK-1 skaičiavimai.....	28
4.2. Žaliavos pašildymo šilumokaičio TK-1 skaičiavimai.....	31
4.3. Siurbio S-1 transportuojančio žaliavą skaičiavimai.....	35
4.4. Separatoriaus SP-1 skaičiavimai	37
5. STATYBINIAI SPRENDIMAI.....	39
5.1. Bendrieji duomenys	39
5.2. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara	39

5.3.	Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai	40
5.4.	Orientacinės statinio naujos statybos rekonstrukcijos ir griovimo darbų kainos apskaičiavimas	42
6.	FININANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI	43
6.1.	Inovacijos charakteristika.....	43
6.2.	Inovacijos projektavimo ir diegimo aplinkos analizė,	43
	problemų įvardijimas.....	43
6.3.	Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas	44
6.4.	Trumpalaikio turto vertės apskaičiavimas.....	45
6.5.	Gamybos kaštai	46
6.5.1.	Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas.....	47
6.5.2.	Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	52
6.6.	Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	55
6.8.	Produkcijos gamybos apimtis ir gautinos pajamos	56
6.9.	Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai	57
7.	DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA	58
7.1.	Projektuojamo objekto charakteristika	58
7.2.	Profesinės rizikos vertinimas.....	58
7.3.	Saugi gamyba	61
7.4.	Apsaugos nuo žaibo įrenginio apsaugos zonų parametrų skaičiavimai [10].....	61
7.5.	Elektros įranga potencialiai sprogiuje ir degioje aplinkoje	62
7.6.	Sprogiuose ir degiose zonose naudojamos įrangos žymėjimas	63
7.7.	Darbo higiena	64
7.8.	Gaisrinė sauga.....	64
8.	APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS.....	67
9.	IŠVADOS	71
10.	BIBLIOGRAFINIS APRAŠAS.....	72

LENTELIŲ SĄRAŠAS

Lentelė 1.1.1. Pagrindinės naujų dyzelinių variklių alyvų charakteristikos.....	5
Lentelė 1.2.1. CAT DEO 15W-40 alyvos sudėtis	7
Lentelė 1.6.1. Panaudotų alyvų pagrindiniai rodikliai	21
Lentelė 2.1.1 . Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai.....	23
Lentelė 4.1.1. EK-1 pradiniai duomenys.....	30
Lentelė 4.2.1. Duomenų šilumokaičio skaičiavimams lentelė	31
Lentelė 4.3.1. Duomenų siurblio skaičiavimams lentelė.....	35
Lentelė 4.4.1. SP-1 pradiniai duomenys	37
Lentelė 5.1.1. Bendrieji statinio techniniai rodykliai	39
Lentelė 5.3.1. Technologiniai įrenginiai	41
Lentelė 5.3.2. Laboratorinė įranga	41
Lentelė 5.3.3. Esamos įrangos suvestinė.....	42
Lentelė 5.4.1. Statybos darbų suvestinė	42
Lentelė 6.3.1. Suvestinė statybos kainos skaičiuotė.....	44
Lentelė 6.3.2. Įrenginių kainos suvestinė	44
Lentelė 6.3.3. Laboratorijos įrangos kainos suvestinė	45
Lentelė 6.3.4. Esamo turto vertė	45
Lentelė 6.3.5. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis	46
Lentelė 6.5.1.1. Išlaidos darbo užmokesčiui	47
Lentelė 6.5.1.2. Išlaidos elektros energijai.....	48
Lentelė 6.5.1.3. Išlaidos energijai tiesiogiai nesusijusiai su gamyba, suvestinė	51
Lentelė 6.5.1.4. Išlaidos vandeniui.....	52
Lentelė 6.5.1.4. Pagrindinių įrenginių nusidėvėjimas (amortizacija)	52
Lentelė 6.5.1.5. Gamybos kaštai	54
Lentelė 6.6.1. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai.....	55
Lentelė 6.7.1. Produkto kainos apskaičiavimas	56
Lentelė 6.8.1. Gamybos apimtis.....	56
Lentelė 6.9.1. Įmonės pelno ataskaita	57
Lentelė 6.9.2. Finansinės būklės pokyčių (pinigų srautų) ataskaita, atisperkumumas.....	57
Lentelė 7.2.1. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas	59
Lentelė 7.2.2. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai	60
Lentelė 7.3.3. Pastatų, patalpų ir įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos.....	60

Lentelė 7.3.1. Elektros įrangos sprogioms zonoms parinkimas	61
Lentelė 7.4.1. Pradinių duomenų lentelė	61
Lentelė 7.4.2. "Mano energija" skaičiavimo rezultatai	62
Lentelė 8.1. Duomenys apie naudojamas žaliavas	67
Lentelė 8.2. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius	68
Lentelė 8.3. Panaudotos alyvos perdirbimo įrenginio sąlygojama fizikinė ir biologinė tarša	68
Lentelė 8.4. Atliekos, atliekų tvarkymas	69
Lentelė 8.5. Naudojamo vandens balansas	69

PAVEIKSLŲ IR GRAFIKŲ SĄRAŠAS

Paveikslas 1.3.1. Aparatūra vandens kiekius nustatyti Dino ir Starko metodu.....	9
Paveikslas 1.3.2. Aparatūra koksuojamumui nustatyti: 1 - porcelianinis tigris; 2 - vidinis metalinis tigris su dangčiu; 3 - išorinis metalinis tigris su dangčiu; 4 - liepsnos aukščio ribotuvas; 5 - gaubtas; 6 - mufelinė krosnelė; 7 - smėlis	10
Paveikslas 1.3.3. Prietaisas bendrosios sieros kiekiui nustatyti lempiniu metodu.....	11
Paveikslas 1.5.1.1. Vakuuminės distiliacijos sistema	17
Paveikslas 4.4.1. Vakuuminės distiliacijos sistema	28
Paveikslas 4.2.1. TK-1 srautų judėjimas	32
Paveikslas 4.7.1. Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos zonos schema.....	62
Paveikslas 7.8.1. Evakuacijos planas	66
Paveikslas 7.8.2. Evakuacijos plano sutartiniai ženklai	66
Grafikas 1.5.1.1. Filtracijos efektyvumo analizė	16
Grafikas 1.5.2.1. Adsorbcijos efektyvumo analizė	17
Grafikas 1.5.3.1. M14 panaudotos alyvos distiliacijos vakuume charakteristika	19
Grafikas 1.5.3.2. CAT DEO panaudotos alyvos distiliacijos charakteristika vakuume.....	20
Grafikas 1.5.3.3. Panaudotos alyvos Q8 T860 distiliacijos vakuume charakteristika	20
Grafikas 4.1.1. VI kreivės sudarymas M14 alyvai.....	29
Grafikas 4.1.2. VI kreivės sudarymas CAT DEO alyvai	29
Grafikas 4.1.3. VI kreivės sudarymas Q8 T860 alyvai	30

IVADAS

AB „Lietuvos geležinkeliai“ veiklos objektas yra Lietuvos Respublikos teisės aktuose nustatytų viešosios geležinkelių infrastruktūros valdytojo funkcijų atlikimas, keleivių ir krovinių vežimas geležinkelių transportu, taip pat geležinkelio kelių ir jų įrenginių apsaugos zonų priežiūros darbų organizavimas ir kitos ūkinės-komercinės veiklos vykdymas, racionaliai naudojant bendrovės lėšas, turtą ir kitus išteklius.

AB „Lietuvos geležinkeliai“ lokomotyvai naudoja trijų rūšių dyzelinių varikliu alyvas. Atidirbus nustatytas motovalandas, arba nebetenkinant variklių gamintojų brokavimo normų reikalavimų, alyvos yra keičiamos naujomis, o atidirbusios kaupiamos tam skirtose talpose, o vėliau perkamos pavojingų atliekų tvarkytojų. Tokiu būdu susidaro 200 m³ per metus atidirbusios alyvos, kurią bendrovė galėtų panaudoti kaip kurą katilinėms. Nors šios alyvos pasižymi didele energetine verte, jų peleningumas netenkina reikalavimų, keliamų skystajam kurui [1].

Šiame magistriniame darbe nagrinėjama lokomotyvų atidirbusių variklinių alyvų racionalaus panaudojimo galimybė, siekiant sutaupyti Bendrovės lėšas energetiniame sektoriuje.

Siekiant sumažinti kuro peleningumą, laboratorijoje atlikti moksliniai tyrimai, kurių rezultatais remiantis suprojektuotas nuolatinio veikimo panaudotų alyvų vakuuminės distiliacijos įrenginys, perdirbantis metinį panaudotų variklinių alyvų kiekį per tris mėnesius.

1. TECHNOLOGINIO PROCESO MOKSLINIAI TYRIMAI

1.1. Technologinio proceso mokslinių tyrimų aprašymas

Tyrimams buvo pasirinkta AB „Lietuvos geležinkeliai“ panaudotą alyvą. Panaudota alyva – tai lokomotyvų variklių alyvų atliekos, kurios atidirbo nustatytas motovalandas arba nebetenkina variklių gamintojų brokavimo normų reikalavimų.

Susidaro apie 200 m³ per metus atidirbusios alyvos, kurią Bendrovė galėtų panaudoti kaip kurą katilinėms. Nors šios alyvos pasižymi didele energetine verte, jų peleningumas netenkina reikalavimų, keliamų skystajam kurui, (iki 0,4 %) [1].

Šio tyrimo tikslas yra nustatyti efektyvų panaudotų alyvų pelenų kiekio sumažinimo metodus.

Buvo atlikti trijų pagrindinių naudojamų dyzelinių variklių alyvų parametrų analizė. Lentelėje 1.1.1 yra pateikiamos naujų variklių alyvų charakteristikos.

Lentelė 1.1.1. Pagrindinės naujų dyzelinių variklių alyvų charakteristikos

Alyvos markė	Klampos klasė pagal SAE ¹ klasifikaciją	Pliūpsnio temperatūra, °C	Kinematinė klampa, prie 40°C, v mm ² /s	Kinematinė klampa, prie 100°C, v mm ² /s	Klampos indeksas (KI)	Užšalimo temperatūra, °C	Lyginamasis tankis ρ^{15}
M-14 G2CS	40	215	110	13,5	92	-10	0,890
CAT DEO	15	215	103	14,2	103	-27	0,878
Q8 T860	10	220	96	14,4	96	-27	0,871

Pasirinkti trys pelenų kiekio mažinimo metodai: filtracija, perkoliacija (adsorbicija) ir vakuuminė distiliacija.

Šioje dalyje aprašomi tyrimų rezultatai, lyginamos alyvų charakteristikos ir peleningumo mažinimo metodai ir pasirenkamas efektyviausiai būdas alyvų atliekų perdirbimui.

¹ SAE (Society of Automotive Engineers) - automobilių inžinierių bendruomenė, kuri yra informacijos ir patirties šaltinis, kuriais remiantis yra atliekamos autotransporto projektavimas, gamyba, techninė priežiūra bei valymas.

1.2. Pagrindinės tiriamų variklių alyvų charakteristikų aprašymas

Alyvos – tai klampūs, riebus skysčiai, skirti besitrinančių paviršių trinties ir susidėvėjimo sumažinimui. Yra keletas alyvų sintezės būdų: naftos perdirbimo metu (mineralinės alyvos), cheminių junginių sintezės, tokių kaip poliolefinai, silikonai, esteriai, anglies fluoridų ir kt. būdu (sintetinės alyvos) [1] ir chemiškai apdorojant mineralines alyvas (mineralinė-sintetinė).

Alyvų kokybė – tai savybių visuma, būtina alyvoms atlikti darbą pagal paskirtį. Toks rodiklis kaip klampa yra pagrindinis visoms alyvoms, nepriklausomai nuo jų paskirties, kiti rodikliai būtini tik tam tikromis taikymo sąlygomis ir kiekvienu konkrečiu atveju alyvos charakterizuojamos atskirais kokybės rodikliais.

Alyvų paskirtis bei kokybės lygis yra alyvų asortimento bazė. Dėl konstrukcinių ir eksploatacinių sąlygų skirtumo vienu metu egzistuoja keletas variklinių alyvų klasifikavimo sistemų – API / ILSAC², JASO³, ACEA⁴ ir ГOCT⁵ [2].

Variklinių alyvų savybes nustatomos pagal kokybės charakteristikas ir pagal reiškinius vykstančius alyvose, eksploatacijos metu. Šio pagrindu savybės skirstomos į sekančias grupes:

- Fizikinės-cheminės (tankis, spalva, užterštumas, vandens kiekis, temperatūrinė charakteristika) ir cheminės (šarminis ir rūgštinis skaičius, sieros kiekis, koksojamumas, peleningumas, lakumas ir t.t) savybės;
- Klampumas (dinaminis, kinematinis, santykinis);
- Tepalinės savybės;
- Pasipriešinimas oksidacijai;
- Plovimo savybės;
- Antikorozinės savybės;
- Sudėties rodikliai;
- Savybės, charakterizuojančios eksploatavimo, laikymo ir transportavimo saugumą.

Šiame darbe buvo atlikta naujų ir panaudotų variklinių alyvų pagrindinių fizikinių-cheminių ir cheminių savybių analizė.

Analizuojamos alyvos pagal prigimti:

1. M-14 G2CS – yra mineralinė alyva, tai sieringos naftos distiliato komponentas su priedais, jos pagrindą sudaro virš 95 % mineralinės alyvos;

² API Engine Service Classification System – vystosi nuo 1969 metų, API, ASTM ir SAE bendradarbiavimo rezultatas.

³ JASO DX-1 (projektas) – variklinių alyvų, kurios skirtos japonu gamintoju aukšto lygio dyzeliniams varikliams, specifikacija.

⁴ Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles (ACEA) – sukurta Europos automobilių gamintojų asociacijos klasifikavimo sistema, veikianti nuo 1996 metų.

⁵ ГOCT – rusiška klasifikavimo sistema, naudojama NVS šaliu.

2. CAT DEO 15W-40⁶ – yra sintetinė alyva, pagaminta iš dietiloksilato ir priedų, kurie nėra atskleidžiami gamintojo.

Lentelė 1.2.1. CAT DEO 15W-40 alyvos sudėtis

Ingrediento pavadinimas	Kiekis, %	Klasifikacija pagal 67/548/EEC ⁷
Bazinė alyva	≥50 - <75	neklasifikuojama
Cinko ditiofosfatas	≥1 - <2,5	Xi; N; R38-41-51/53

3. Q8 T860 10W-40 – yra sintetinė alyva, savo sudėtyje turinčią < 3% mineralinės alyvos.

Lentelė 1.2.2. Variklinės alyvos Q8 T860 sudėtis

Ingrediento pavadinimas	Kiekis, %	Klasifikacija pagal 67/548/EEC
Tepalai, C ₂₀ -C ₅₀ , neutrali hidrinta bazinė alyva	≥50 - <75	neklasifikuojama
Dietil ditiofosfatas, O,O-di-C1-14-alkil esteriai, cinko druskos	≥1 - <2,5	Xi; R41, R38 N; R51/53

⁶ W pagal SAE „winter“ – žymuo, reiškiantis alyvos priskirimą žieminių alyvų klasei.

⁷ Suklasifikuotų cheminių medžiagų sąrašas

1.3. Variklių alyvų fizikinių parametrų nustatymas

Lentelėje 1.3.1. yra pateikiami naujos ir naudotos lokomotyvų variklių alyvų, atitinkamai iš gamintojo ir AB „Lietuvos geležinkeliai“, fizikiniai rodikliai.

Lentelė 1.3.1. Laboratorinių tyrimų rezultatai

Alyvos rūšis	Lokomotyvų variklinė alyva					
Alyvos markė	M14G2 CS		CAT DEO		Q8-T60	
Klampos klasė	40		15W-40		10W-40	
Tirta alyva	Nauja	Naudota	Nauja	Naudota	Nauja	Naudota
Fizikinis rodiklis						
Kinematinė klampa, 40 °C, mm ² /s	110	112	103	107	96	98
Kinematinė klampa, 100 °C, mm ² /s	13,11	13,50	13,49	14,20	13,98	14,40
Vandens kiekis, %	0,01	0,00	0,091	0,032	0,185	0,030
Pliūpsnio temperatūra, °C	215	218	215	215	224	220
Koksuojamumas, %	1,5	2,652	1,143	1,408	1,463	1,783
Sieros kiekis, %	0,55	0,51	0,542	0,404	0,636	0,63
Rūgštinis skaičius, mg KOH/g	9	9,8	2,8	3,6		
Šarminis skaičius, mg KOH/g	10,5	9,2	10,3	8,5	12,5	11,1

Kinematinė klampa charakterizuoja alyvų takumą, standartinės nustatymo temperatūros 40 °C ir 100 °C [2]

Kinematinės klampos nustatymas buvo atliktas vadovaujantis ASTM⁸ D 445. Šis metodas remiamas laiko, kurio reikia skysčiui tūriui, veikiamam gravitacijos jėgu, pratekti pro sukalibruotą stiklinį kapiliarą apskaičiavimu.

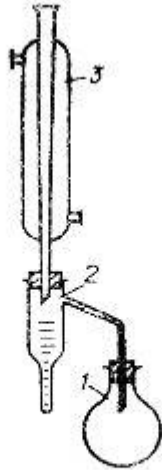
Klampa buvo nustatyta su viskozimetru Stabinger ViscometerTM: SVM 3000.

Vanduo alyvoje yra labiausiai nepageidaujama užteršimo rūšis. Ji patenka gali patekti į alyva: su purvu, drėgmės kondensacijos karteryje⁹ metu arba gedimo produktų garų kondensacijos metu. Vanduo alyvoje gali būti ištirpusiu arba laisvuju pavidalu. Ištirpęs vanduo neturi svarios įtakos alyvos savybėms neturi, tačiau laisvas vanduo gali sudaryti emulsiją ir tuo žymiai pakeisti klampą. Todėl vandens kiekis yra griežtai reglamentuojamas.

Vandens kiekis alyvose buvo nustatytas ASTM D95 Dino ir Starko metodu, kuris pagrįstas tarpusavyje netirpių naftos ar jos produktų mėginio distiliavimu [3].

⁸ American Society for Testing and Materials (ASTM) -

⁹ Dėžės formos nejudama vidaus degimo variklio dalis



6 pav. Aparatūra vandens kiekiui nustatyti Dino ir Starko metodu: 1 – apvaliadugnė kolba; 2 – Dino ir Starko vandens rinktuvas; 3 – grįžtamasis vandens kondensatorius

Paveikslas 1.3.1. Aparatūra vandens kiekius nustatyti Dino ir Starko metodu

nustojus vandens kiekiui didėti vandens rinktuve ir nuskaidrėjus tirpiklio viršutiniam sluoksniui. Mėginiui ataušus iki kambario temperatūros vanduo susikaupęs vandens rinktuve buvo pasvertas ir apskaičiuotas iš formulės, o rezultatai surašyti į lentelę 1.3.1.:

$$X = 100 \cdot \frac{V}{G}; \quad (1.1)$$

čia X – vandens kiekis, %; V – vandens kiekis, susikaupęs Dino ir Starko vandens rinktuve, ml; G – bandymui paimtas alyvos svėrinys, g.

Pliūpsnio temperatūra – tai pati žemiausia temperatūra, iki kurios pašildžius skystį specialiame aparate, išsiskiria pakankamas garų kiekis degiam mišiniui su oru sudaryti [3]. Šis rodiklis susijęs su variklių alyvų francinę sudėtimi ir jų bazinių komponentų molekulių struktūra ir yra svarbus dėl kelių priežasčių:

1. Tai gaisro pavojaus rodiklis, todėl svarbu kad pliūpsnio temperatūra būtų kuo aukštesnė.
2. Šis rodiklis parodo lakiųjų komponentų buvimą alyvos frakcijoje, kurios greitai išgaruoja variklio darbo metu.
3. Analizuojant alyvą darbo metu yra lengva nustatyti praskiedimą kuru, pliūpsnio temperatūros mažėjimo metu. [2].

Pliūpsnio temperatūra uždaramame tiglyje buvo nustatyta remianti ASTM D 93 arba kitaip Penskio ir Martenso metodu.

Nustatymo eiga: į metalinį tiglį įpailama analizuojama alyva, įjungiamas prietaisai. Kadangi yra žinoma, kad alyvos pliūpsnio temperatūra yra aukštesnė nei 150 °C, mėginys šildomas 10-12

Nustatymo eiga: kaip tirpiklis buvo pasirinktas – benzinas. Alyvos mėginys prieš tai pašildytas iki 50 °C maišomas 5 min, išmaišius – įpilama 100 g. alyvos į apvaliadugnę kolbą ir 100 ml benzino, išmaišoma. Tolygiam virimui užtikrinti į kolbą buvo įdėta keletas pemzos gabaliukų. Paruoštas mėginys prijungiamas prie Dino ir Starko vandens rinktuvo išleidimo vamzdelio, o prie viršutinės dalies prijungiamas grįžtamasis kondensatorius, kurio galas yra užkemšamas vata. Mišinys šildomas kolbos šildytuvu.

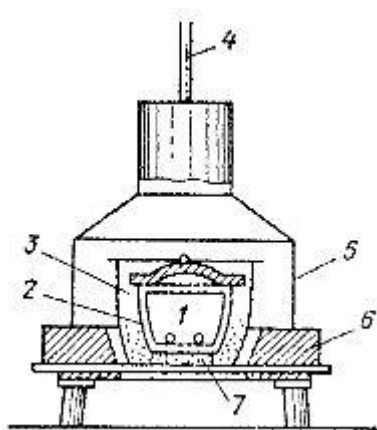
Distiliavimas buvo nutrauktas po 40 min.,

°C per minutę greičiu. Tiriamoji alyva tikrinama kas 2 °C. Nustatymas buvo baigtas pastebėjus užgęstančios liepsnos plykstelėjimą. Rezultatai surašyti lentelėje 1.3.1.

Koksuojamumas tai alyvos polinkis kaitinimo be oro metu sudaryti liekanas. Tai alyvos švarumo rodiklis, kadangi priedai gali daryti didelę įtaką koksuojamumui. Paprastai koksuojamumas nustatomas tik bazinėms alyvoms.

Remiantis ASTM D 4530 metodu, kurio specialiomis bandymo sąlygomis kaitinant alyvą be oro.

Nustatymo eiga: 10 g. alyvos svėrinys įpilamas į porcelianinį tiglį ir įdedamas į vidinį



Paveikslas 1.3.2. Aparatūra koksuojamumui nustatyti: 1 - porcelianinis tiglis; 2 - vidinis metalinis tiglis su dangčiu; 3 - išorinis metalinis tiglis su dangčiu; 4 - liepsnos aukščio ribotuvas; 5 - gaubtas; 6 - mufelinė krosnelė; 7 - smėlis

plieninį tiglį, kuris vėliau įstatomas į išorinį, kurio dugnas pripildytas smėliu, ir abu uždengiami dangčiais. Tigliai įdedami į specialią tuščiavidurę mufelinę krosnį ir uždengiama gaubtu. Kad alyvos garai degtų tolygiai, po gaubtų padedama 1 cm² ploto asbestinis tarpiklis. Po išoriniu tigliu pakišamas degiklis ir fiksuojamas laikas. Nustojus degti alyvos garams, degiklio liepsna padidinama ir tiglio dugnas įkaitinamas iki raudonumo ir ne daugiau kaip per 7 min. pašalinamas degiklis, o per 3 min. nuimamas gaubtas ir išorinio tiglio dagtis. Ne daugiau kaip per 15 min. porcelianinis tiglis įdedamas į eksikatorių, kuriame aušinamas 35 min., o vėliau pasveriamas rezultatai surašyti į 2 lentelę.

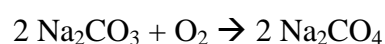
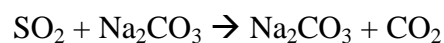
Alyvos koksuojamumas apskaičiuojamas iš formulės:

$$K = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100; \quad (1.2);$$

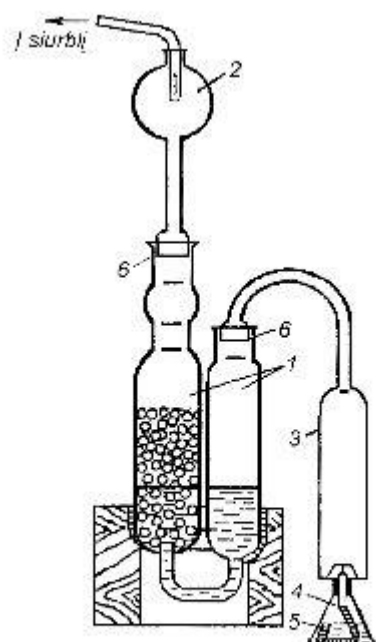
čia m_1 – kokso masė, g; m_2 – tiriamos alyvos svėrinio masė, g.

Sieros kiekis – tai variklių alyvų sieringumo įvertinimo rodiklis. Sieros junginiai į alyvą patenka iš žaliavinės naftos arba su sieros turinčiais priedais. Sieros kiekis alyvoje leidžia spręsti apie jos antikoroazines savybes (kuo daugiau jos sudėtyje sieros junginių, tuo daugiau alyvą linkusi oksiduotis), o taip pat rodo priedų buvimą alyvoje.

Sieros kiekis buvo nustatytas lempiniu metodu, kurio esmė naftos produktų sudeginimas stiklinėje lempe su filtru ir susidariusių sieros dujų absorbavimas natrio karbonato tirpalu [3]:



Nustatymo eiga: į lempas įpilamas 1 ml alyvos mėginiai ir praskiesti santykiu 7:1 su benzinu. Į trečiąją lempą (kontroliniam bandymui), įpilama etilo alkoholio. Kontrolinio bandymo



20 pav. Prietaisas bendrosios sieros kiekiui nustatyti lempiniu metodu: 1 – absorberis; 2 – pusrų gaudytuvas; 3 – lempos stiklas; 4 – lempa su dagčiu; 5 – bandinys

Paveikslas 1.3.3. Prietaisas bendrosios sieros kiekiui nustatyti lempiniu metodu

oranžinės spalvos. Iš pradžių buvo nutitruotas kontrolinis mėginys, naudojant jį kaip etaloną tiriamai alyvai. Sieros kiekis x , % apskaičiuojamas iš formulės, o duomenys surašomi į 1.3.1. lentelė:

$$x = \frac{(V - V_1) \cdot 0,0008 \cdot 100}{G}; \quad (1.3)$$

čia V – 0,05 N druskos rūgšties kiekis, sunaudotas kontrolinio bandinio titravimui, ml; V_1 – 0,05 N druskos rūgšties kiekis, sunaudotas alyvos tirpalo titravimui, ml; 0,0008 – sieros kiekis, ekvivalentinis 1 ml 0,05 N druskos rūgšties tirpalo, g; G – mėginio masė.

Naujos alyvos rūgštiniai komponentai turi silpną rūgštingumą, kuris nedaro pastebimo įtakos metalų korozijai [2]. Variklių alyvų rūgštinis skaičius išreiškiamas per kalio hidroksido kiekį miligramais, kuris reikalingas silpnų rūgščių neutralizacijai, esančios 1 grame alyvos.

Rūgšties skaičiaus nustatymas atliekamas pagal ASTM D 664 metodą.

Nustatymo eiga: į kūginę kolbą supilama 20 g tiriamosios alyvos, kurioje ištirpinama 40 ml šarminio mėlynojo 6B indikatoriaus tirpalo ir gerai išplakamas. Vėliau kolbos turinys, maišant, titruojamas alkoholiniu kalio hidroksido tirpalu iki raudonos spalvos. Lygiagrečiai buvo atliekamas kontrolinis bandymas ir naudojamas kaip etalonas. Rūgštinis tiriamos alyvos skaičius RS mg KOH/g apskaičiuojamas pagal lygtį, o rezultatai surašyti į 1.3.1. lentelę:

$$RS = \frac{V_1 \cdot V_2 \cdot T}{m}; \quad (1.4)$$

čia V_1 – titravimui sunaudoto 0,05 M alkoholinio kalio hidroksido tirpalo tūris, ml; V_2 – 0,05 M alkoholinio kalio hidroksido tirpalo tūris, sunaudotas kontrolinio bandinio titravimui, ml; T – 0,05 M alkoholinio kalio hidroksido tirpalo titras, mg/ml; m – alyvos bandinio masė, g.

Šarminis skaičius išreiškiamas kalio hidroksido kiekiu mg, ekvivalentiniu visų šarminių komponentų kiekiui, esančių 1 grame alyvos. Kuo didesnis variklinės alyvos šarminis skaičius, tuo didesnis kiekis rūgščių, susidariusių alyvos oksidacijos ir kuro degimo metu, kuris gali virsti neutraliai junginiais Alyvos variklyje darbo metu, šarminis skaičius, neišvengiamai mažėja, dėl neutralizuojančių priedų sudirbimo. Šarminiam skaičiui sumažėjus 50 % nuo pradinės vertės, variklinė alyva pakeičiama nauja [2].

Šarminis skaičius nustatomas ASTM D 4739 metodu, naudojant potenciometrinį titravimą druskos rūgštimi, tyrimo rezultatai surašyti į 1.3.1. lentelę.

IŠVADOS:

Lyginant naujų ir panaudų variklines alyvų charakteristikas nustatyta, kad panaudotų alyvų rodikliai: kinematinė klampa, vandens kiekis, pliūpsnio temperatūra, sieros kiekis ir rūgštinis skaičius beveik nepasikeitė ir yra reglamentuojamų verčių ribose. Kaip ir buvo prognozuojama pakito šarminis skaičius dėl neutralizuojančių priedų sudirbimo, ir koksuojamumas dėl atidirbusios alyvos užteršimo mechaninėmis priemaišomis.

Magistro baigiamojo darbo užduotis yra suprojektuoti alyvų perdirbimo įrenginį, kurio produktas – skystasis kuras, skirtas energijos gamybai. Pagal skystojo kuro deginimo Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos direktyvos reikalavimus 2001/80/EC „dėl teršalų emisijos į orą iš didelių kurų deginančių įrenginių apribojimo“, visi aukščiau išvardinti rodikliai neviršija leistinų ribų.

1.4. Variklinių alyvų pelenigumo nustatymas

Peleningumas – tai pelenų kiekis, kuris susidaro sudegant alyvai. Šviežia švari alyva be priemaišų turi sudegti be „pėdsakų“. Pelenų susidarymas alyvoje parodo jo užteršimo lygį bei priedų buvimą joje. Priedai, esantys alyvoje ženkliai padidina jo peleningumą. [2]

Tiriamų alyvų pelenų kiekis nustatomas ASTM D 482 metodu, sudeginus produkto mėginį ir sausą likutį iškaitinus 650 °C temperatūroje iki jis visas virs pelenais.

Tyrimų eiga:

Tigliai 1,2,3,4 prieš eksperimentą pasveriami ir duomenys surašomi į lentelę 1. Tigliai papildomi alyva Q8 T860 10W-40. Tigliai su kartu esančia alyva pasveriami, duomenys surašomi į lentelę 1.4.1.

Iš 4 filtrų suformuojami 4 kūgiai, prieš tai nustatant *filtro peleningumą*¹⁰. Filtrai įmerkiami į tiglius su alyvomis taip, kad kūgiai būtų visų tūriu apsemtu tiriamosios alyvos mėginius.

Tigliai pastatomi spirale dengtu elektrinio kaitintuvo, o šalia pastatomas kitas tiglis su bevandene alyva, į kurią panardintas termometras, kontroliuojantis temperatūrą. Lėtai šildoma, iki 100-120 °C siekiant išgarinti vandenį. Popierinis filtras uždegamas ir stebimas degimas, reguliuojant kaitinimą taip, kad alyvos bandiniai neišbėgtų iš tiglių ir liepsna neužgestų. Deginama iki anglingo alyvos likučio susidarymo. Nelikus skystajai fazei, tigliai sudedami į mufelinę krosnį.

Mufelinėje krosnyje tigliai kaitinami 2 valandas, esant 650°C temperatūrai. Likę tigliuose pelenai pasveriami, o duomenys surašomi į lentelę 1.4.1.

filtro peleningumas nustatomas remiantys viršuje aprašytą metodu, ir lygus 0,001 g.

Lentelė 1.4.1. Alyvos CAT DEO peleningumo tyrimų suvestinė

Tiglio Nr.	m_t , g	m_{t+a} , g	m_a , g	m_{t+p} , g	x , %
1	61,324	83,482	22,158	61,562	1,070
2	66,509	91,267	24,758	66,768	1,042
3	60,234	82,936	22,702	60,469	1,031
4	66,509	83,165	16,656	66,689	1,075

čia m_t – tiglio masė, g; m_{t+a} – tiglio ir tiriamosios alyvos suminė masė, g; m_a – alyvos masė, g; m_{t+p} – tiglio ir susidariusių pelenų masė, g; x – peleningumas, %.

$$x = \frac{(m_{t+p} - m_t)}{m_a} \cdot 100; \quad (1.5)$$

Į tiglius 4-6 buvo pripilta alyva M14 G2CS, kurios pelenų nustatymo procesas identiškas aukščiau aprašytam, o rezultatai surašomi į lentelę 1.4.2.

Lentelė 1.4.2. Alyvos M14 peleningumo tyrimų suvestinė

Tiglio Nr.	m_t , g	m_{t+a} , g	m_a , g	m_{t+p} , g	x , %
3	64.642	83.535	18.893	64.876	1.233
4	57.450	73.499	16.049	57.652	1.252
5	65.745	86.828	21.083	66.006	1.233
6	66.510	89.260	22.750	66.798	1.262

čia m_t – tiglio masė, g; m_{t+a} – tiglio ir tiriamosios alyvos suminė masė, g; m_a – alyvos masė, g; m_{t+p} – tiglio ir susidariusių pelenų masė, g; x – peleningumas, %.

¹⁰ Filtrų peleningumas nustatomas remiantys ASTM D 482 metodu, ir lygus 0,001 g

Į tiglius 1 ir 2 buvo pripilta alyva iš talpos Nr. 3, atitinkamai į 3 ir 4 tiglius – alyva iš talpos Nr. 4.

Lentelė 1.4.3. Alyvos Q8 T860 peleningumo tyrimų suvestinė

Tiglio Nr.	m_t , g	m_{t+a} , g	m_a , g	m_{t+p} , g	x, %
7	58,965	73,535	14,570	59,175	1,434
8	63,598	75,499	11,901	63,778	1,504
9	66,526	79,828	13,302	66,722	1,466
10	51,236	63,260	12,024	51,412	1,455

čia m_t – tiglio masė, g; m_{t+a} – tiglio ir tiriamosios alyvos suminė masė, g; m_a – alyvos masė, g; m_{t+p} – tiglio ir susidariusių pelenų masė, g; x – peleningumas, %.

Nustačius atskirų panaudotų alyvų peleningumą, paruošiamas jų mišinys, santykiu 1 M14: 1 CAT DEO: 1 Q8 T860 ir nustatomas pelenų kiekis.

Lentelė 1.4.4. Panaudotų alyvų mišinio peleningumas

Tiglio Nr.	m_t , g	m_{t+a} , g	m_a , g	m_{t+p} , g	x, %
11	60,123	74,269	14,146	60,303	1,265
12	59,863	75,567	15,704	60,059	1,242
13	61,356	78,026	16,670	61,571	1,284
14	61,569	77,942	16,373	61,780	1,283

Taip pat buvo ištirtas naujų nenaudotų alyvų peleningumas, aukščiau išvardintais metodais, tyrimo rezultatai pateikiami lentelėje 1.4.5.

Lentelė 1.4.5. Naujų variklinių alyvų peneningumo rezultatų suvestinė

Alyvos markė	m_t , g	m_{t+a} , g	m_a , g	m_{t+p} , g	x, %
CAT DEO	62,564	79,361	16,797	62,744	1,066
M14 G2	56,321	75,667	19,346	56,517	1,008
Q8 T860	58,362	74,521	16,159	58,577	1,324

IŠVADOS:

Iš tyrimų rezultatų matyti, kad panaudotų alyvų peleningumas lyginant su naujomis 15 proc. Šio padidėjimo priežastis yra alyvos užtešimas mechaninėmis priemaišomis: dulkės, bei variklio dilimo produktai.

1.5. Panaudotų variklinių alyvų peleningumo mažinimo metodai

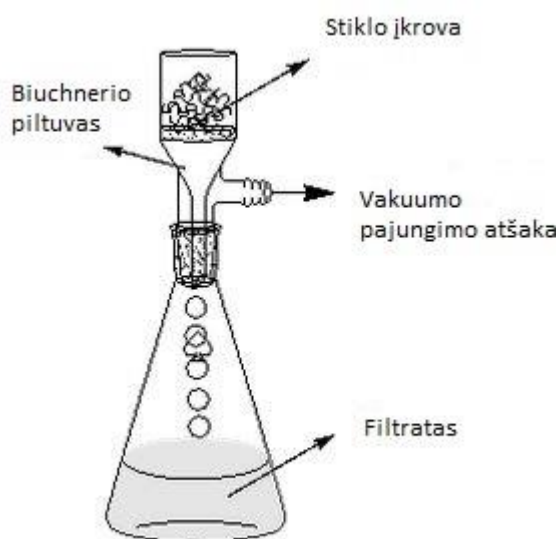
Peleningumo nustatymo poskyryje, ištirtų alyvų peleningumas viršija nustatytus skystojo kuro kokybės reikalavimus [1]. Todėl tokia alyva negali būti naudojama, kaip katilinių kuras.

Šiame poskyryje išbandomi panaudotos alyvom pelenų kiekio mažinimo metodai, siekiant pagaminti produktą, atitinkanti reikalavimus peleningumui.

1.5.1. Filtracijos metodas

Filtracija – tai mechaninių priemaišų dalelių ir dervų šalinimas, praleidžiant tiriamąją medžiagą per tinklines ir akytas filtrų pertvaras. Kaip filtravimo medžiagos yra naudojami metaliniai ir plastmasiniai tinklai, veltinis, medžiagos, popierius, kompozitai ir keramika.

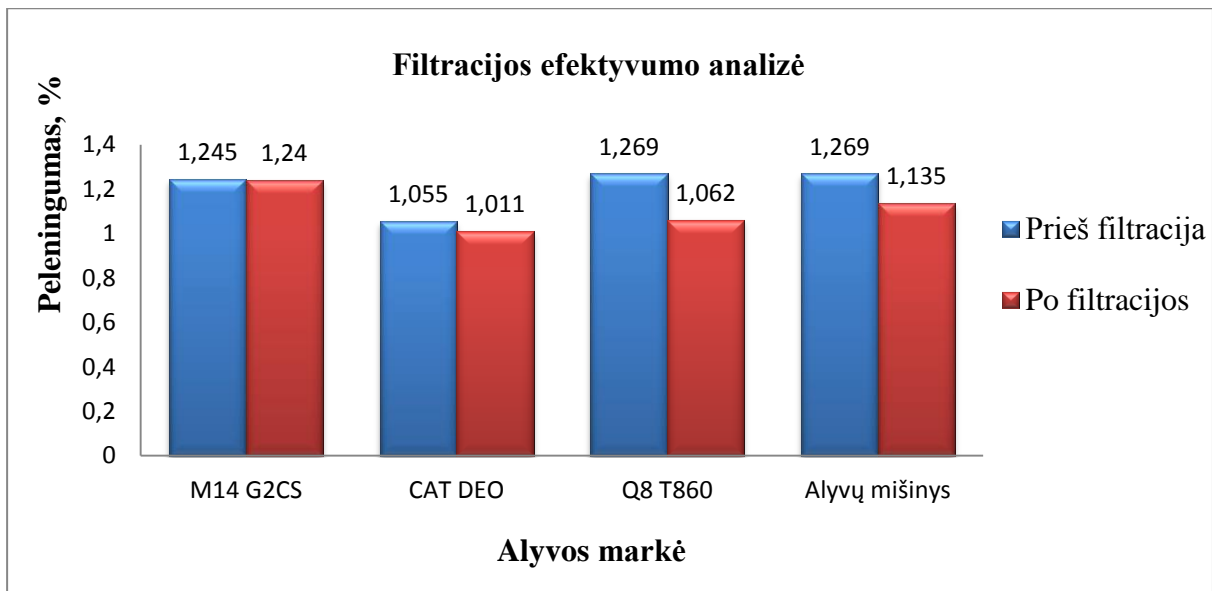
Svarbi filtracijos metodo dalis – tai filtravimo medžiagos pasirinkimas. Panaudotų alyvų tyrimams pasirenkama stiklo įkrova, dėl savo patvarumo šilumai ir cheminėms reagentams ir mechaninio stiprumo



Atlikimo eiga:

Į Biuchnerio piltuvą pripildyto stiklo įkrovą įpilama kiekviena analizuojama alyva, kad ji būtų pilnai apsėmusi įkrovą, įjungiamas vakuumas ir laukiama kol bandinys nusifiltruos. Bandymas pakartojamas su kiekviena alyva atskirai ir su trijų alyvų mišinių, nustatomas jų filtratų peneningumas. Filtratų peleningumas surašomas į lentelę:

Paveikslas 1.5.1.1. Vakuuminio filtravimo schema



Grafikas1.5.1.1. Filtracijos efektyvumo analizė

IŠVADOS:

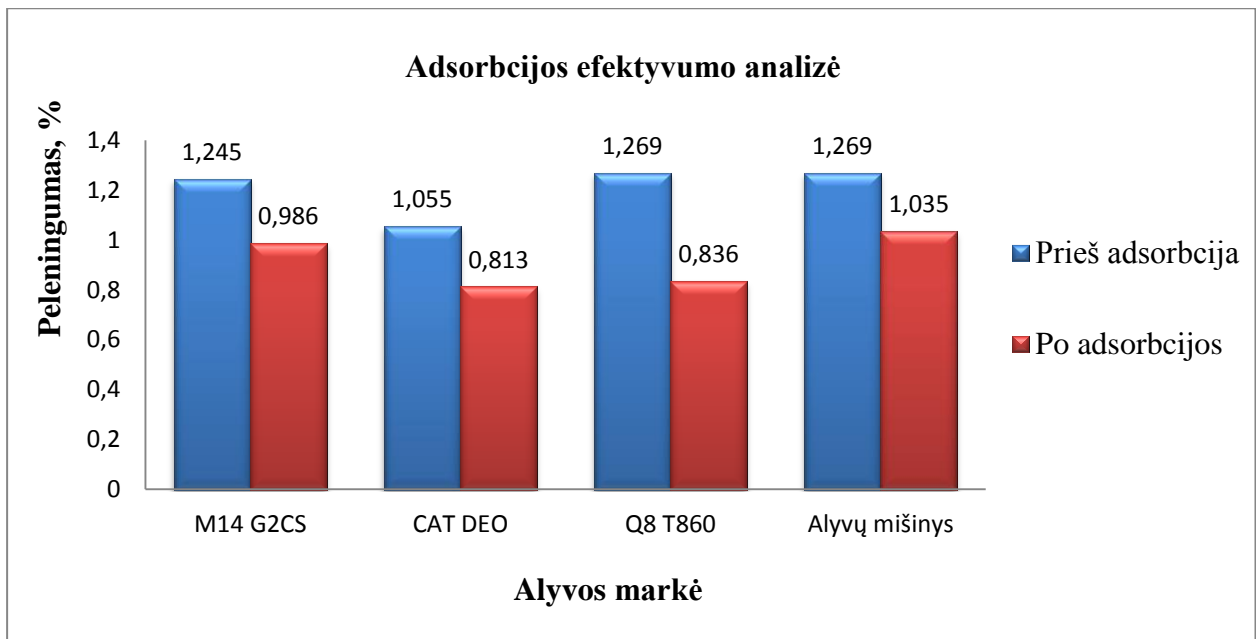
Filtracijos būdu išvalius panaudotas variklines alyvas, peleningumas išlieka didesnis kaip 1 proc. Todėl šis metodas skystojo kuro gamybai netinka.

1.5.2. Adsorbcijos (perkoliacijos) metodas

Adsorbcija medžiagos koncentravimo adsorbento paviršiuje procesas. Pasirinkti tyrimams adsorbentai – silikagelis ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ir betonitai.

Adsorbcinis valymas gali būti atliekamas kontaktinių metodu – alyva sumaišoma su smulkintu adsorbentu arba perkoliaciniu metodu – alyva praleidžiama per adsorbentą adsorbcijos kolonoje. Tyrimams pasirenkamas perkoliacinis metodas.

Analizės eiga: į perkoliacijos kolonėlę pripildytą adsorbento įpilama kiekviena analizuojama alyva ir leidžiama jai laisvai tekėti sudarius hidrostatinį stulpą. Ištiriamas perkoliacijos produkto peleningumas.

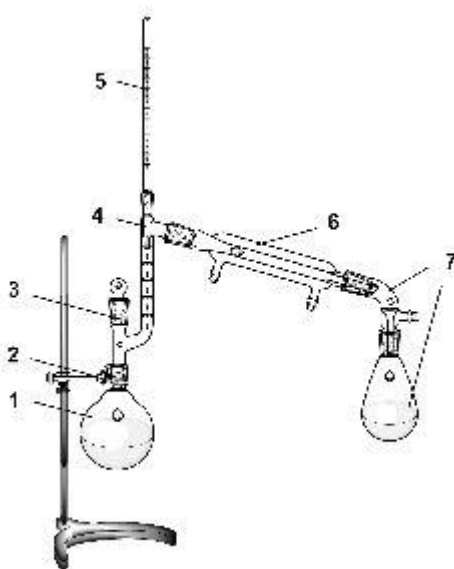


Grafikas 1.5.2.1. Adsorbcijos efektyvumo analizė

IŠVADOS:

Perkoliacijos tyrimų rezultatai rodo, kad šis procesas yra veiksmingesnis už filtraciją, tačiau peleningumo nesumažina iki įsakymo reikalavimo vertės. Šis būdas negali būti naudojamas alyvų perdirbimo įrenginyje.

1.5.3. Vakuuminės distiliacijos metodas



Paveikslas 1.5.3.1. Vakuuminės distiliacijos schema

Vakuuminės distiliacijos metodo esmė – vienkartinis tiriamos alyvos išganimas sumažiname slėgyje. Svarbi šio proceso dalis – aparatūros pajungimas, privalo būti užtikrintas vakuuminės sistemos sandarumas. Vakuuminė sistema yra sudaryta iš: 1 – apvaliadugnės kolbos, į kurią įpilama 150 gramų tiriamosios alyvos (skystis turi užimti ne daugiau negu 1/3 kolbos tūrio); 2 – metalinis laikiklis, kuris neturi tiesiogiai liestis su stiklinę kolbą (tarp kolbos ir laikiklio įdedami guminiai tarpikliai); 3 – Trišakis, kuris parenkamas skysčiams, turinčius aukštesnę negu 120 °C temperatūrą; 4 – deflegmatorius (nebuvo naudojamas, konkrečiu atveju); 5 – termometras; 6- Vandens kondensatorius su Kleizeno priedu,

naudojamas, konkrečiu atveju); 5 – termometras; 6- Vandens kondensatorius su Kleizeno priedu,

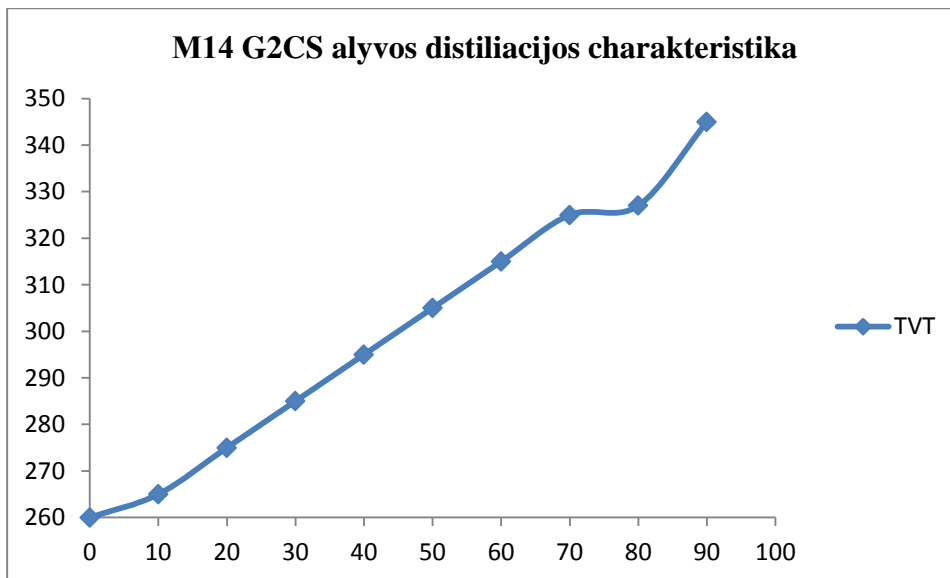
juo ilgis parenkamas pagal alyvų virimo intervalo dydį; 7 – Alonžas, vienos frakcijos nudistiliavimui su atšaka, vakuuminio siurblio pajungimui ir kondensato surinkimo kolba. Taip yra numatyta lizdo formos elektrinė plytelė, tiriamos medžiagos kaitinimui.

Panaudotos alyvos M14 G2CS vakuuminė distiliacija.

Taikant aukščiau aprašyta aparatūrą, yra atliekamas vakuuminė distiliacija: įpilus M14 tiriamosios alyvos 1/3 apvaliagudnės kolbos tūrio, įsitikinama kad aparatūra yra sandari ir membraninis vakuuminis siurblys yra įjungiamas. Pavaliadugnė kolbą su bandinių apvyniojama asbesto pluoštų ir tolygiai kaitinama, stebint skysčio ir garų temperatūrą. Ant termometro pastebimas skysčio lašelis, tai reiškia, kad alyva neperkaitinta procesas vyksta tolygiai. Pirmą kondensato lašai fiksuojami alyvos skystai fazei M14 pasiekus 260 °C, garų fazės temperatūra – 215 °C. Procesas vyko 1 lašo per 2 sekundės greičiu. Sumažėjus lašų tekėjimo greičiui iki kritinės ribos distiliacija sustabdoma, sistema ataušinama, išleidžiamas oras, vakuuminis siurblys išjungiamas (tik ataušus sistemai). Eksperimento rezultatai pateikiami 1.5.3.1. lentelėje.

Lentelė 1.5.3.1. Panaudotos alyvos M14 G2CS vakuuminės distiliacijos rezultatų suvestinė

%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	315
Alyvos garų temperatūra, t_g , °C	215	225	235	245	265	275	285	295	305	345
Skystos alyvos temperatūra, t_{sk} , °C	260	265	275	285	295	305	315	325	327	9,5
Slėgis p, mbar	7,8	7,8	7,8	7,9	8	8,2	8,4	8,6	8,7	8,9



Grafikas 1.5.3.1. M14 panaudotos alyvos distiliacijos vakuume charakteristika

Kondensatas ir distiliatas pasveriamas ir nustatomą proceso išeigą.

$M_{a+k}=307.010$ g; $m_a=101.80$ g; $m_d=85.118$ g, $m_f=17,655$ g

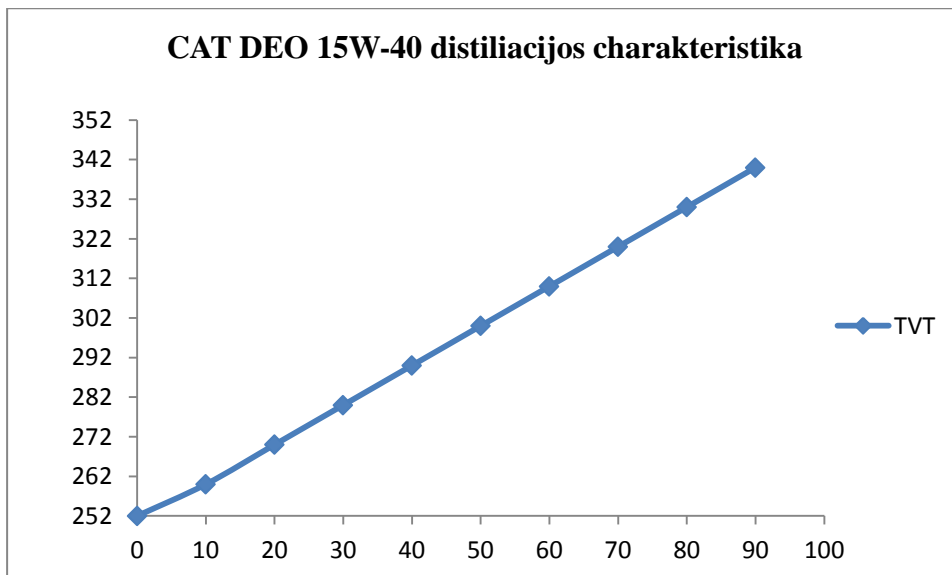
Išeiga apskaičiuojama iš formulės:

$$\omega, \% = \frac{m_d}{m_a} \cdot 100; \quad (1.6)$$

Alyvos M14 G2CS išeiga yra 85 %.

Panaudotos alyvos CAT DEO vakuuminė distiliacija.

Distiliacijos procesas atliekamas identišškai kaip aprašyta ankstesnėje poskyryje. Čia pateikiami tik tiriamosios alyvos CAT DEO tyrimų rezultatai.



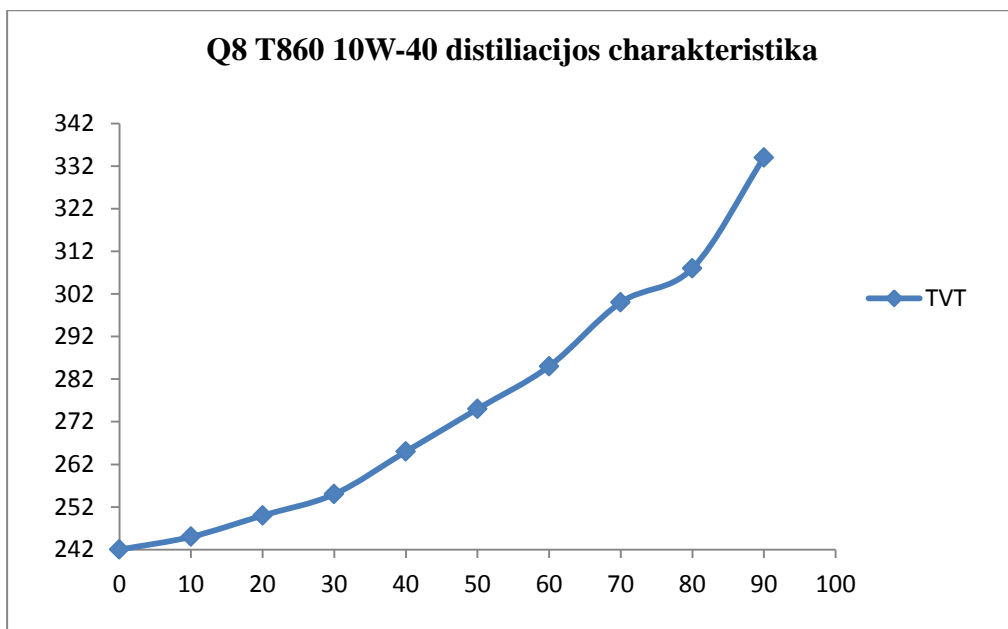
Grafikas 1.5.3.2. CAT DEO panaudotos alyvos distiliacijos charakteristika vakuume

Kondensatas ir distiliatas pasveriamas ir nustatomą proceso išeigą.

$M_{a+k}=174,95$ g; $m_a=97,996$ g; $m_d=82,266$ g, $m_l=15,173$ g

Iš formulės (1.6) nustatyta išeiga – 82 %.

Panaudotos alyvos Q8 T60 vakuuminė distiliacijos rezultatai.



Grafikas 1.5.3.3. Panaudotos alyvos Q8 T860 distiliacijos vakuume charakteristika

Kondensatas ir distiliatas pasveriamas ir nustatomą proceso išeigą.

$M_{a+k}=332,946$ g; $m_a=150,207$ g; $m_d=127,73$ g, $m_l=18,814$ g

Iš formulės (1.6) nustatyta išeiga lygi 85 %.

1.6. Panaudotų alyvų distiliacijos produktų ir likučių analizė.

Atlikus vakuuminę distiliaciją alyvų M14, CAT DEO ir Q8 T860 distiliacijos produktai ir likučiai. Analizė atliekama ankstesnėse poskyriuose aprašytais metodais, o rezultatai surašomi į lentelę 1.6.1.

Lentelė 1.6.1. Panaudotų alyvų pagrindiniai rodikliai

Alyvos rūšis	Lokomotyvų variklinė alyva					
Alyvos markė	M14G2 CS		CAT DEO		Q8-T60	
Klampos klasė	40		15W-40		10W-40	
Tirta alyva	Produktas	Likutis	Produktas	Likutis	Produktas	Likutis
Fizikinis rodiklis						
Kinematinė klampa, 40 °C, mm ² /s	26,02	-	26,61	-	26,88	-
Kinematinė klampa, 100 °C, mm ² /s	4,83	-	4,90	-	4,98	-
Koksuojamumas, %	0,12	-	0,11	-	0,14	-
Peleningumas, %	0,000	9,11	0,00	8,98	0,0044	10,18

IŠVADOS:

Iš lentelės 1.6.1. duomenų matyti, kad taikant vakuuminę distiliaciją kaip variklių alyvų atliekų perdirbimo būdą, pelenų kiekis distiliacijos produkte ženkliai sumažėja (iki tūkstantųjų dalių). Visas pelenų kiekis perėjo į distiliacijos likutį.

Panaudotų alyvų įrenginio projektavimui pasirinktas vakuuminės distiliacijos metodas.

2. TECHNOLOGINĖ DALIS

2.1. Bendras darbo apibūdinimas ir pagrindiniai rodikliai

Panaudotų alyvų vakuuminės distiliacijos įrenginys projektuojamas Radviliškyje, AB „Lietuvos geležinkeliai“ priklausančiame lokomotyvų depo naftos produktų sandėlyje¹¹. Šio statinio plotas – 466,24 m², kuris yra pakankamas naujai technologinei linijai įrengti.

Diegiant naują įrenginį buvo atlikti vidaus statybos darbai, siekiant pakeisti statinio vidaus išplanavimą, darbų suvestinė pateikta ekonominėje dalyje lentelėje 6.3.1.

Projektuojamas įrenginio našumas – 150 l/h. Proceso žaliava – panaudotų alyvų mišinys (alyvų rūšys nurodytos lentelėje 1), kurių susidaro AB „Lietuvos geležinkeliai“ 200 m³ per metus iš lokomotyvų variklių alyvų atliekų. Gaminama produkcija – skystasis kuras, skirtas energijos gamybai.

Dėl nedidelio alyvos atliekų kiekio, įrenginio eksploatacijos laikas yra sumažinamas iki trijų mėnesių per metus, o siekiant sutaupyti Bendrovės lėšas energetiniame sektoriuje, nuspręsta įrenginį paleisti vasaros metu.

Remiantis moksliniais tyrimais, pateiktus pirmoje projekto dalyje buvo sudaryta technologinė vakuuminės distiliacijos linija, kurios schema pateikta grafinėje darbo dalyje. Žaliavą į įrenginį atvežama IBC mobiliais konteneriais ir supilama į požeminę talpą iš kurios siurbliais transportuojama į 100 m³ talpą T-1, kurioje ir yra laikoma iki įrenginio paleidimo. Pagrindiniai įrenginio aparatai yra elektrinė krosnis EK-1, kurioje yra pašildoma medžiaga iki darbinės 300°C temperatūros ir garų-dujų fazių atskirimo separatorius SP-1.

Vakuuminės distiliacijos įrenginys yra nuolatinio veikimo ir tris mėnesius dirbs be gamybos stabdymo, todėl nuspręsta organizuoti cecho ir laboratorijos darbuotojams keturių pamainų po 12 val. darbo grafiką. Kiekvienoje pamainoje po vieną žmogų, dėl nedidelio įrenginio našumo. Inžinierius, gamybos vadovas ir administracijos darbuotojas dirbs įprastiniu grafiku – 8 val. 5 dienas per savaitę.

Projekto atsiperkamumas dėl aukštų projektavimo kaštų metais ir skiriamų ES struktūrinio fondo investicijų nepakankamumo pasireiškia tik ketvirtais įrenginio eksploataavimo metais.

¹¹ Ši informacija negali būti viešinama 6 metų laikotarpyje

Lentelė 2.1.1. Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai

	Projektiniais metais	1 metais	2 metais	3 metais	4 metais	5 metais
1. Produkcijos pardavimo apimtis, litrais		144000	153000	171000	180000	216000
2. Gautinas pajamos. EUR	0	116277,33	125199,61	141360,69	148794,31	177105,37
3. Įmonės personalas, žmonėmis		11	11	11	11	11
4. Vidutinis metinis darbo užmokestis		41192,33	41192,33	41192,33	41192,33	41192,33
5. Gamybos kaštai	-354441	63170,67	63034,85	63314,99	63310,39	63247,08
6. Gaminio savikaina		0,58	0,579	0,581	0,581	0,580
7. Gaminio pilnoji savikaina	0,79	0,80	0,81	0,811	0,804	0,79
8. Investicijos (ES fondas)	289855					
9. Grynasis pelnas	-64586	-60792,70	-49443,92	-24866,54	5912,12	60348,03

2.2. Techninis ekonominis pagrindimas

2.2.1. Pradinė padėtis

Lokomotyvų depo naftos produktų sandėlių tikslinga rekonstruoti į panaudotų alyvų perdirbimo įrenginį dėl Bendrovės lėšų sutaupymo energetiniame sektoriuje. Projektuojamas įrenginys atsipirks ketvirtais eksploataavimo metais.

Sandėlyje atliekami vidaus statybos darbai, siekiant adaptuoti esamas patalpas prie naujo technologinio proceso. Pastate įrengiami:

- Laboratorija, produkto kokybės rodyklių nustatymui;
- Administracinės patalpas, darbuotojų patogumui,
- Poilsio ir persirengimo patalpas, darbuotojų gerovei užtikrinti.

Patalpoje esančias talpas ir krupliaratinius siurblius, kurie yra geroje būklėje, priimtas sprendimas panaudoti technologinėje linijoje, sutaupymo tikslais.

2.2.2. Rekonstruojamo statinio vietovės charakteristika ir pagrindimas

Radviliškis – miestas šiaurinėje Lietuvos dalyje, Šiaulių apskrityje, 21 km į pietryčius nuo Šiaulių. Svarbus geležinkelio mazgas ir pramonės centras. Gyventojų skaičius: 17 254.

Miesto vakariniu pakraščiu eina geležinkelis Vilnius–Šiauliai. Radviliškis išsidėstęs šiaurės vakarų – pietryčių kryptimi.

Radviliškio rajonas žinomas gaiviųjų gėrimų, medienos, baldų, žemės ūkio mašinų, metalo dirbinių, drabužių gamyba, maisto pramone.

Lokomotyvų depo esantys rekonstruojamas statinis teigiamai paveiks gyventojų užimtumo lygi, atsiradusiomis darbo vietomis.

2.2.3. Žaliavų zonos charakteristika ir materialinio aprūpinimo pagrindimas

Kadangi žaliava neperkama, o susidaro tiesiogiai AB „Lietuvos geležinkeliai“ aprūpinimas lengvai įveikiamas etapas, projektinėje dalyje.

Lokomotyvų variklių alyvų atliekos, tiekiamos iš įvairių Bendrovės sandėlių – geležinkelio mazgu. Į įrenginį planuojama atvežti IBC mobiliais konteineriais, o tada kaupiamos įrenginio talpoje iki metų, kol neperdirbamos.

Vanduo, buitiniams poreikiams į patalpas bus tiekiamas centralizuotai, pasinaudojus Bendrovės UAB “Radviliškio vanduo” paslaugomis.

Elektros energiją patalpų apšvietimui, įrenginių darbui bei kitiems poreikiams, įrenginys bus aprūpintas iš savų energetinių šaltinių – sklypo teritorijoje esančio transformatorinės.

2.2.4. Gamybinio pajėgumo ir gamybinės programos pagrindimas

Gamybinis įrenginio pajėgumas tiesiogiai priklauso nuo žaliavos išteklių. Vidutiniškai per metus susidaro 200 m³ alyvos atliekų.

Numatoma perdirbti visą per metus susidariusi atliekų kiekį, per tris vasaros projektuojamo objekto eksploatavimo, mėnesius.

2.2.5. Rekonstruojamo statinio teritorijos charakteristika ir pagrindimas

Rekonstruojamas statinys yra lokomotyvų depe, lygumoje su vyraujančių šiaurės-vakarų, vakarų priešinga gyvenvietei kryptimi vėjų.

Arti jo projektuojamo objekto kiti Bendrovės statiniai, vienas iš jų – transformatorinė pastotė. Todėl yra patogus elektros energijos tiekimas.

Kadangi sklypas yra pačiame Radviliškio centre, prisijungimas prie centralizuoto vandens tiekimo yra patogus.

Tikslinga technologinę liniją įrengti būtent šiose patalpose dėl puikaus susiekimo, patogaus prisijungimo prie elektrinių ir vandens tinklų bei ženkliai mažesnių sąnaudų projektavimui.

2.3 Pagrindiniai technologinio proceso įrenginių aprašymas

1. Krosnies KR-1 viduje yra dviejų ejų, dviejų nepriklausomų kaitinimo zonų, DN25 vamzdis, trečioje ejoje pereinantis į DN150, turintis elektrinį kaitinimą, kuriame vyksta žaliavos išgarinimas. Darbinę temperatūrą (300°C) ir darbinį nugarinimo laipsnį (0,85) pasiekusi žaliava iš krosnies KR-1 teka į separatorių SP-1.

2. Separatorius SP-1. Įkaitinta iki darbinės temperatūros 300°C žaliava, garų ir skysčio mišinio būsenoje per viršuje esantį įvado atvamzdį patenka į separatorių SP-1. Skystis veikiamas gravitacijos krenta į separatoriaus dugną, o garų fazė horizontaliai juda link kitame separatoriaus gale, viršutinėje dalyje esančio distiliato garų išvado atvamzdžio. Garų judėjimo kryptimi, už žaliavos įvado ir prieš distiliato išvadą, viršuje, 10 cm atstumu nuo atvamzdžių yra 15 cm aukščio pertvaros, apsaugančios distiliatą nuo likučio lašelių patekimo. Distiliacijos likutis yra pašalinamas pro separatoriaus dugną, priešingoje pusėje nei žaliavos įvadas, esantį atvamzdį. Separatoriuje sumontuoti temperatūros, slėgio ir skysčio lygio jutikliai. Darbinis slėgis separatoriuje SP-1 yra 10 mbar, skysčio lygis – 5-15 cm.

3. Talpa-separatorius T-3. Distiliatas skystame būvyje per viršuje esantį įvado atvamzdį patenka į talpą-separatorių T-3. Skystis veikiamas gravitacijos krenta į separatoriaus dugną. Kitame separatoriaus gale, per viršutinį atvamzdį ir tris trišakius yra susisiekimas su vakuuminiu siurbliu. Talpoje yra temperatūros, slėgio ir skysčio lygio jutikliai. Darbinis slėgis – 10 mbar, darbinis skysčio lygis – 0-60 %.

4. Šilumokaičio TK-1 yra „vamzdis vamzdyje“ tipo. Jo viduje yra sumontuotas 1,5 metro ilgio ir 0,057 m diametro vamzdelis, sutvirtintas retinėmis plokštėmis. Distiliato garai patenka į vamzdinę erdvę, perduodant nuo sienelės žaliavai, esančiai tarpvamzdinėje erdvėje šilumą..

3. TECHNOLOGINĖS SCHEMOS APRAŠAS

Žaliava į panaudotų alyvų perdirbimo pastatą atvežama 1 m³ talpos IBC konteineriais ir išpilama į požeminę 3 m³ surinkimo talpą PT-1, turinčią grubaus valymo filtrą. Iš jos, siurbliu S-1, alyvos per rankinio valdymo sklendę nukreipiama į 100 m³ talpą T-1.

Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys nėra paleidžiamas, kol talpoje T-1 variklių alyvų atliekų kiekis yra mažesnis negu 90 proc.

Esant pakankamam alyvų atliekų kiekiui iš talpos T-1 žaliava pumpuojama siurbliu S-2 į talpą T-3, kurioje šildoma 217 °C temperatūros distiliato srautu tekančiu iš garų-skysčio fazių separatoriaus SP-1. Pašildyta iki 50 °C temperatūros žaliava iš talpos T-4 transportuojama per sklendę V-16 siurbliu S-5 per sklendę V-17 (debito reguliavimui) į „vamzdys vamzdyje“ tipo šilumokaitį TK-1. Šilumokaityje TK-1 žaliavos temperatūra, šildant produkto garams, pakeliamama nuo 50 °C iki 150 °C. Skystame būvyje pašildyta žaliava tiekama į elektrinę krosnį EK-1, kurioje pakaitinama iki darbinės 300 °C temperatūros. Krosnyje EK-1 yra sumontuotos termoporos, kurios matuoja kaitinamo srauto temperatūrą, o davikliai reguliuoja išgarinimo proceso temperatūrą. Iš krosnies KR-1, žaliava mišrios (85 % skysčio ir 15 % garų) agregatinės būsenos, termiškai izoliuotu vamzdynu patenka į termiškai izoliuotą vertikalų separatorių SP-1 (darbinė temperatūra iki 300°C), kuriame gravitacijos jėgų veikiama skystoji fazė krenta į separatoriaus dugną, o garų fazė kyla į viršų. SP-1 viršuje yra sumontuota lašų gaudyklė, apsaugančią distiliatą nuo likučio lašelių patekimo. Garų fazė, kaip pagrindinis produktas, ištekėjusi pro separatoriaus SP-1 viršutinį atvamzdį, termiškai izoliuotu vamzdynu, prateka pro šilumokaitį TK-1, atiduodama šilumą žaliavai ir dalinai kondensuojasi. Dalinai susikondensavęs produktas tekėdamas termiškai izoliuotu vamzdynu patenka į talpoje T-4 sumontuotą vamzdį, kur jo temperatūra sumažėja, patenka į talpą-separatorių T-3, kuriame sumontuota slėgio, temperatūros ir skysčio lygio matavimo bei pastarųjų dviejų parametrų valdymo įranga. Skysčio lygis talpoje T-3 valdomas automatine sklende V-14. Talpos-separatoriaus T-3 viršus sujungtas su pagrindiniu darbinio vakuuminio siurbliu VS-1, kuris užtikrina 10 mbar slėgį visoje sistemoje. Iš vakuuminio siurblio VS-1 ištekantis oro srautas, vamzdynu, sujungtu su talpos T-4 alsuokliu, išleidžiamas į atmosferą.

Iš talpos-separatoriaus T-3, per sklendę V-13, skystasis pagrindinis produktas vamzdynu teka į talpą T-5, kuri eksploatuojama, esant kintamam slėgiui – nuo 10 mbar, pagrindinio produkto įtekėjimo į ją metu, iki atmosferinio, pagrindinio produkto išpumpavimo iš jos metu. Iš talpos T-10 apačios, siurbliu S-4, pagrindinis produktas – distiliatas, išpumpuojamas į požeminę surinkimo talpą PT-3.

Proceso atlieka - skystosios agregatinės būsenos distiliacijos likutis, iš separatoriaus SP-1 apačios, savitaka įteka į termiškai izoliuotą talpą T-2, kurioje sumontuota temperatūros, slėgio ir skysčio lygio matavimo bei pastarųjų dviejų parametrų valdymo įranga. Talpa T-2 eksploatuojama, esant kintamam slėgiui – nuo 10 mbar, likučio įtekėjimo į ją metu, iki atmosferinio, jo išpumpavimo iš talpos metu. Iš talpos T-3 apačios, siurbliu S-3, proceso atlieka išpumpuojama į požeminę 3 m³ surinkimo talpą PT-2. Iš jos yra imami mėginiai, distiliacijos likučio takumo temperatūrai nustatyti.

Sklendės V-14 ir V-11, V-7 ir V-5 uždaromos, o V-15 ir V-9 atidaromos siekiant padidinti talpose, atitinkamai T-5, T-2 slėgį ir tokiu būdu atitinkamai siurbliais S-4 ir S-3 pagrindinį produktą ir distiliacijos likutį iš įrenginio į surinkimo talpas, atitinkamai PT-3 ir PT-2.

Įrenginiui dirbant talpų T-5 ir T-3 pripildymo režime, t.y., siurbliai S-4 ir S-3 yra išjungti, arba sklendės V-11 ir V-15 ir V-9 ir V-5 uždarytos, o sklendės V-10 ir V-6 atidarytos, vakuumą visoje sistemoje palaiko vakuuminis siurblys VS-1. Skysčio lygis separatoriuje SP-1 reguliuojamas sklendę V-8.

4. TECHNOLOGINIAI SKAIČIAVIMAI

4.1 Elektrinės krosnies EK-1 skaičiavimai

EK-1 paskirtis – išgarinti 85% žaliavos nuo bendro tūrio. Esminis šio proceso parametras – temperatūra.

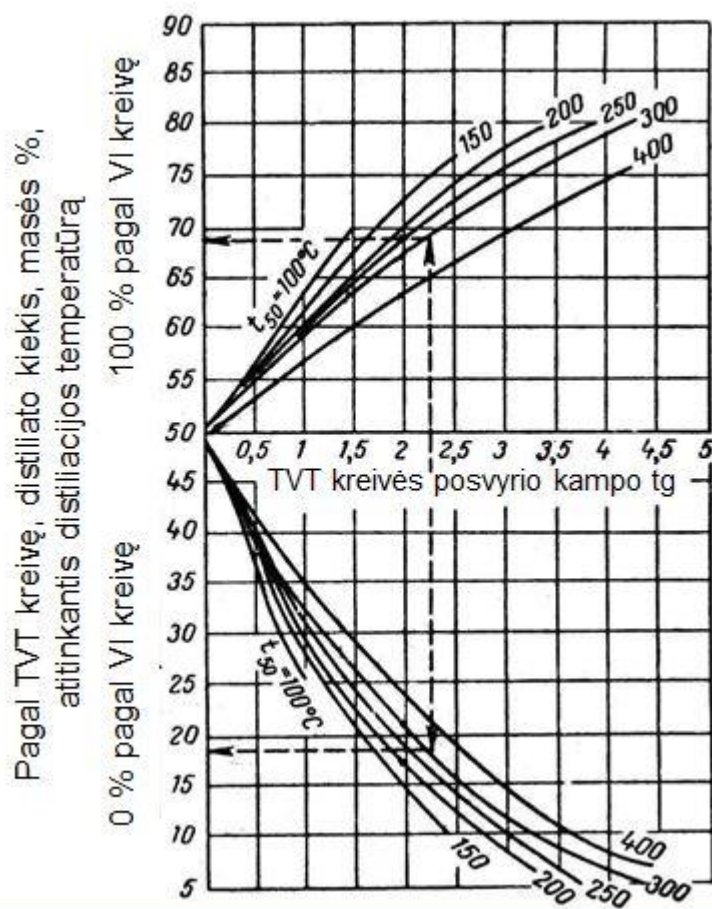
Technologinio proceso mokslinių tyrimų dalyje yra pavaizduotos alyvų distiliacijos charakteristikos, esant ~10 mbar slėgiui. Iš šių kreivių sudarius vienkartinio išgarinimo (VI) tieses, nustatoma temperatūra, kuria reikia palaikyti krosnyje, norint išpildyti proceso sąlygas.

Vienkartinį išgarinimo kreivės sudarymo metodo esmė:

1. Apskaičiuojamas TVT kreivės posvyrio kampo tangentas:

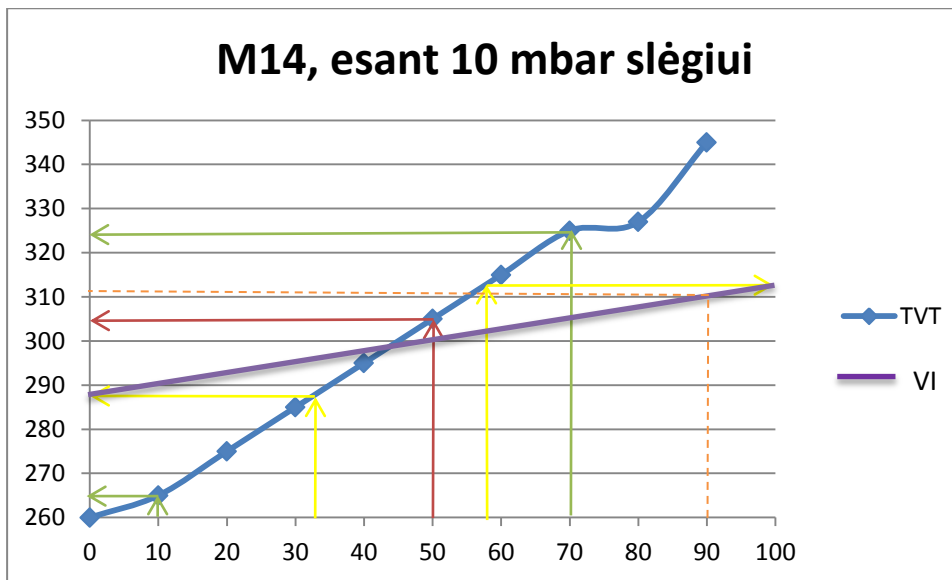
$$tgTVT = \frac{t_{70} - t_{10}}{70 - 10}; \quad (4.7)$$

2. Iš paveikslu 6 yra nustatomi 0% ir 100% nudistiliavimo kreivės taškus.



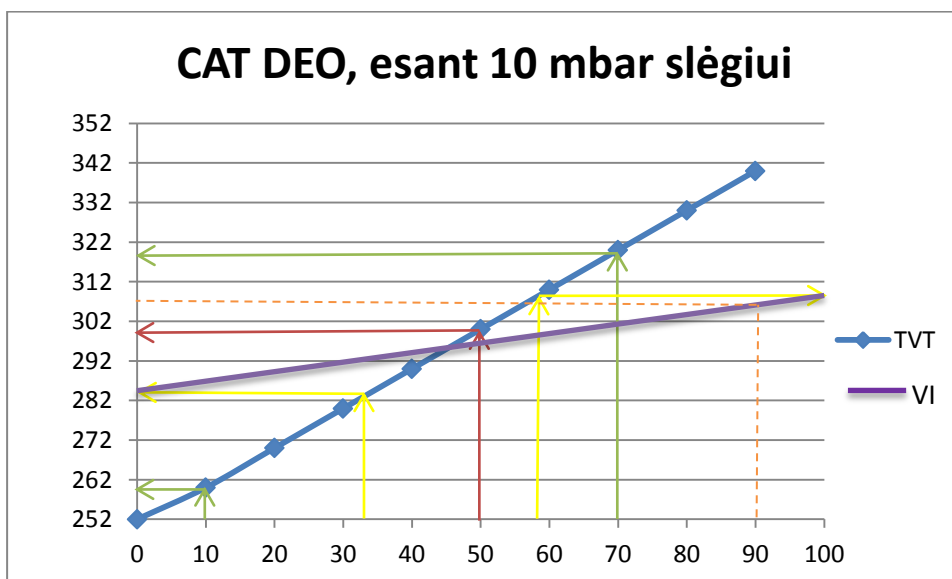
Paveikslas 4.1.1. VI kreivės sudarymo grafikas

Panaudotų alyvų vienkartinio išgarinimo (VI) kreivių sudarymas:



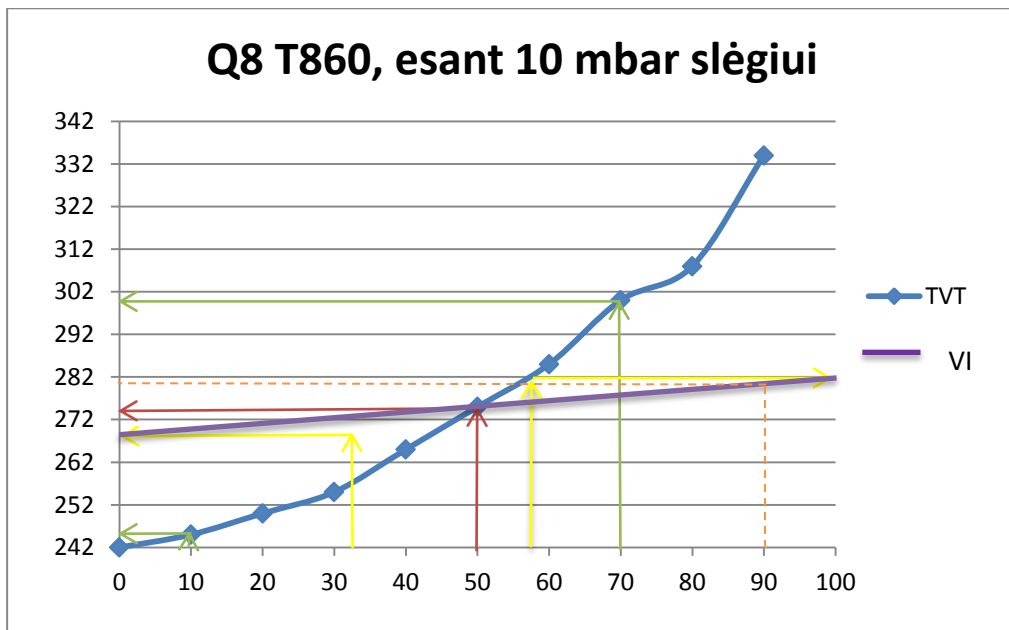
Grafikas 4.1.1. VI kreivės sudaryms M14 alyvai

Oranžinė punktyrinė linija vaizduoja prie kokio temperatūros nusidistiliuos 90 % alyvos. Panaudota alyvai M14 ši temperatūra yra lygi 311 °C.



Grafikas 4.1.2. VI kreivės sudarymas CAT DEO alyvai

Oranžinė punktyrinė linija vaizduoja prie kokio temperatūros nusidistiliuos 90 % alyvos. Panaudota alyvai M14 ši temperatūra yra lygi 307 °C.



Grafikas 4.1.3. VI kreivės sudarymas Q8 T860 alyvai

Oranžinė punktyrinė linija vaizduoja prie kokio temperatūros nusidistiliuos 90 % alyvos. Panaudota alyvai M14 ši temperatūra yra lygi 280 °C.

Krosnyje TK-1 būtina įrengti temperatūros reguliavimo bei signalizavimo sistemas tam, kad pašildyti žaliavą iki darbinės temperatūros, kuri lygi $t_v=300$ °C.

Šildomojo paviršiaus ploto radimas:

Lentelė 4.1.1. EK-1 pradiniai duomenys

G, kg/s	c_p , J/(kg·K)	Kaitinimo elemento pradinė temperatūra, t_1 , °C	Kaitinimo elemento galinė temperatūra, t_2 °C	Žaliavos pradinė temperatūra, t_3 °C	Žaliavos galinė temperatūra, t_4 °C	d_1	d_2
0.03298	2229,178	350	400	150	300	0,025	0,150

1. Apskaičiuojama šilumė krosnies apkrova:

$$Q = G \cdot c_p (t_1 - t_2); \quad (4.8)$$

$$Q=50285,93 \text{ kJ/h}$$

2. Nustatomas vidutinis temperatūrinis skirtumas

$$\Delta t_v = \frac{t_4 - t_3}{\ln \frac{\Delta t_4}{\Delta t_3}}, \quad (4.9)$$

3. Apskaičiuojamas šildomo paviršiaus plotas, m²:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_v}; \quad (4.10)$$

$$F = 1,06 \text{ m}^2$$

4. Pagal šildomo paviršiaus plotą nustatomas, reikalingas vamzdžių ilgis L, m:

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d}; \quad (4.11)$$

$$L_1 = 10,1 \text{ m, kai } d_1 = 0,025 \text{ m}$$

$$L_2 = 1,12 \text{ m, kai } d_2 = 0,150 \text{ m}$$

Pagal apskaičiuotus parametrus projektuojama EK-1.

4.2. Žaliavos pašildymo šilumokaičio TK-1 skaičiavimai

Šiame magistriniame darbe yra skaičiuojamas žaliavos pašildymo šilumokaitis TK-1 [4]. Iš talpos T-5 siurbliu S-5 į šilumokaitį TK-1 yra tiekama žaliava (panaudotų alyvų mišinys) pašildymui, prieš elektrinę krosnį EK-1.

Skaičiavimo eiga.

1. Sudaroma lentelė iš turimų parametrų, kurie bus reikalingi tolimesniems šilumokaičio skaičiavimams:

Lentelė 4.2.1. Duomenų šilumokaičio skaičiavimams lentelė

G _s , kg/s	G _k , kg/s	t _{k1} , °C	t _{s1} , °C	t _{s2} , °C	c _s , J/(kg*K)	c _k , J/(kg*K)	ρ _s , kg/m ³
0,0367	0,0330	300	50	150	1867,726	2514,88	879,656
ρ _k , kg/m ³	d _{vamz} , m	μ _s , Pa*s	μ _k , Pa*s	λ _s , tarpv, W/m*K	λ _k , vamz, W/m*K	δ, m	d _{vid} , m
4,084	0,057	0,0027	0,004	0,151	0,125	0,002	0,049

Komponentų šiluminės talpą C_p apskaičiuojama iš Krego lygties, teisingai 273-673 K temperatūrų intervale:

$$C_p = \frac{31,56}{\sqrt{\rho_{293}}} \cdot (762 + 3,39 \cdot T); \quad (4.12)$$

čia ρ₂₉₃ – naftos produkto tankis normaliomis sąlygomis, kg/m³.

Komponentų šilumos laidumo koeficientas λ apskaičiuotas taikant Krego-Smito lygtį:

$$\lambda = \frac{156,6}{\rho_{293}} \cdot (1 - 0,00047 \cdot T); \quad (4.13)$$

Dinaminės klampos μ yra apskaičiuotos iš formulės:

$$\mu = \frac{\nu}{\rho}; \quad (4.14)$$

Kinematinės klampos savo ruožtu buvo perskaičiuotos atsižvelgiant į temperatūrą pagal Valtero formulę:

$$\lg \lg(\nu + 0,8) = a + b \cdot \lg T; \quad (4.15)$$

čia ν - kinematinė klampa, cSt; T – absoliutinė temperatūra, K.

Pastoviųjų a ir b nustatymui reikia žinoti ν_1 ir ν_2 , atitinkamai prie temperatūros T_1 ir T_2 :

$$a = \lg \lg(\nu_1 + 0,8) - b \cdot \lg T_1; \quad (4.16)$$

$$b = \frac{\lg \left[\frac{\lg(\nu_1 + 0,8)}{\lg(\nu_2 + 0,8)} \right]}{\lg \frac{T_1}{T_2}}; \quad (4.17)$$

d_{vam} yra parenkamas pagal šilumokaičio apskaičiavimo metodiką [3].

2. Pasirinktas šilumokaičio tipas:

Pasirinktas „vamzdis vamzdyje“ tipo šilumokaitis su priešsroviniu srautu judėjimu.

3. Sudaromas šilumokaičio šilumos balansas ir apskaičiuojama šildančiojo agento galinė temperatūra.

Žaliava iš talpos T-5 patenka į šilumokaitį TK-1 50°C ir pašildoma 300°C distiliato srautu iš SP-1 iki 150°C.

$$t_{k2} = t_{k1} - \frac{G_s c_s (t_{s2} - t_{s1})}{G_k c_k} \quad (4.18);$$

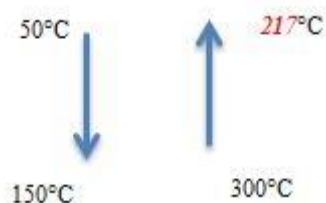
čia G_s – šildomojo agento (žaliavos) debitas, kg/h; $G_k c_s$ – šildančiojo agento (garų) debitas, kg/h; c_k, c_s – šildančiojo ir šildomojo agentų šiluminės talpos, kJ/(kg*K); t_{s1}, t_{s2} – pradinė ir galinė šildomojo agento temperatūros; t_{k1} – šildančiojo agento pradinė temperatūra.

$$t_{k2} = 350 - \frac{0,0367 \cdot 1867,726 \cdot (150 - 50)}{0,0330 \cdot 2514,88} = 217^\circ\text{C}$$

4. Randama šilumokaičio šiluminė apkrova.

$$Q_k = G_k c_k (t_{k1} - t_{k2}) \quad (4.19);$$

$$Q_k = 0,0330 \cdot 2697,124 \cdot (350 - 273) = 6885,73 \text{ W}$$



Paveikslas 4.2.1. TK-1 srautų judėjimas

$$\Delta t_{\text{virš}} \quad 167^\circ\text{C}$$

5.

ustatomas vidutinis temperatūrų skirtumas, esant priešpriešiniam srautų judėjimui.

Iš pradžių apskaičiuojami viršutinių bei apatinių srautų temperatūrų skirtumai, o tada nustatomas skirtumas tarp jų.

$$\Delta t_{\text{apat}} = 150^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{virš}}/\Delta t_{\text{apat}} = 0,89$$

Kadangi $0,89 < 2$, tai Δt_{vid} apskaičiuojamas kaip randant vidutinę reikšmę:

$$\Delta t_{\text{vid}} = \frac{223-200}{2} = 158,5^{\circ}\text{C}$$

6. Nustatomas šildančiojo agento (fr. C_4) judėjimo režimas vamzdžiuose.

Priimama orientacinė Reinoldso kriterijaus reikšmė lygi 800 ,tada apsiskaičiuojamas vamzdžių skaičius n iš formulės:

$$n = \frac{G_k}{0.785 d_{\text{vid}} Re \mu} \quad (4.20);$$

čia d_{vid} – vidinis vamzdžių diametras, m; μ_k – šildančiojo agento dinaminė klampa, Pa*s.

$$n = \frac{0,0330}{0.785 \cdot 0,049 \cdot 800 \cdot 0,004} = 0,38 \text{ vnt.}$$

Pagal vamzdžių skaičių pasirenkamas šilumokaičio diametras iš literatūros [3]. Parenktas 0,108 m diametro ir 1 vamzdžio 0, šilumokaitis. Patikslinama Reinoldso kriterijaus reikšmė:

$$Re = \frac{0,0330}{0.785 \cdot 0,004 \cdot 0,0047 \cdot 37} = 307,5 \quad (4.21);$$

Tekėjimo pobūdis – laminarinis.

7. Šilumos atidavimo koeficiento skaičiavimas.

Prandlio kriterijos šildančiajam agentui, randamas iš lygties:

$$Pr = \frac{\mu_k c_k}{\lambda_k} \quad (4.22);$$

čia λ_k – šildančiojo agento šilumos laidumo koeficientas, W/(m*K).

$$Pr = 40$$

Šilumos atidavimo koeficientas apskaičiuojamas iš formulės:

$$\alpha_{k,v} = \frac{\lambda_{k,v}}{d_{\text{vid}}} \cdot d_{\text{vid}} \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.43} \quad (4.23);$$

$$\alpha_{k,v} = 54,07 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

8. Šilumos perdavimo koeficiento nuo sienelės garams nustatymas.

Prandlio kriterijus apskaičiuotas pagal (28) formulę yra lygus:

$$Pr_{\text{š, tv}} = 0,22$$

Toliau nustatome žaliavos judėjimo greitį tarpvamzdinėje erdvėje.

$$\omega_{\text{š}} = \frac{G_{\text{š}}}{\rho_{\text{š}} 0.785 (D^2 - nd^2)} \quad (4.24);$$

čia D – šilumokaičio diametras, m; $\rho_{\text{š}}$ – šildomojo agento tankis.

$$\omega_{\text{š}} = \frac{0,0367}{879,656 \cdot 0.785 (0,273^2 - 37 \cdot 0,025^2)} = 1,22 \text{ m/s}$$

Reinoldso kriterijaus nustatymui, apskaičiuojamas d_{ekv} :

$$d_{\text{ekv}} = \frac{D^2 - nd^2}{D^2 + nd} \quad (4.25);$$

$$d_{ekv} = \frac{0,273^2 - 37 \cdot 0,057^2}{0,273^2 + 37 \cdot 0,057} = 0,122 \text{ m}$$

Ir pagal (27) formulę nustatome Re kriterijų:

Re= 49722,22, produkto tekėjimo pobūdis – turbulentinis

Pasirenkame Re kriterijų garmas: 50000..

Apsiskaičiuojamas Niuselto kriterijus iš formulės:

$$Nu = C[(d_{ekv}Re)^{0.5}]Pr^{0.33} \quad (4.26);$$

čia C – koeficientas lygus 1.72, kadangi yra segmentinė pertvara.

$$Nu = 194,35$$

Nustačius Niuselto kriterijų apskaičiuojamas žaliavos šilumos atdavimo koeficientą iš lygties:

$$\alpha = \frac{Nu}{d_{ekv}} \quad (4.27);$$

$$\alpha_{s, v} = 231,49 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

9. Randamas šilumos perdavimo koeficientas K.

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{k, v}} + \sum \frac{\delta}{\lambda_{pl}} + \sum r_3 + \frac{1}{\alpha_{s, tv}}} \quad (4.28);$$

čia δ – sienelės storis, m; r_s – šildančiojo ir šildomojo terminų pasipriešinimų užterštumui suma, 0,0005 m²*K/W; λ_{pl} – plieno šilumos laidumo koeficientas, 17.5 W/(m*K).

$$K = 42,6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

10. Šilumokaičio šilumos perdavimo paviršiaus radimas.

$$F = \frac{Q_k}{K \cdot \Delta t_{vid}} \quad (4.29);$$

$$F = 1,02 \text{ m}^2$$

Pagal šildančiojo paviršiaus plotą, iš literatūros [3], pasirenkamas vienas šilumokaitis, kurio F=1,08 m², d=0,108 m, n=1, l=0,5 m vamzdžių diametras 57x4.

11. Apskaičiuojamas šilumokaičio paviršiaus ploto atsarga:

$$Atsarga, \% = \frac{F_{pasirinktas} - F_{apskaičiuotas}}{F_{apskaičiuotas}} \cdot 100; \quad (4.30)$$

$$Atsarga = 5,9 \%$$

12. Vienos ėjos plotas, tarpvamzdinėje erdvėje.

$$f = 0,0066 \text{ m}^2$$

13. Persiskaičiuojami parametrai.

Pasitikslinamas produkto greitis ω (4.24), Reinoldso kriterijaus reikšmė Re (4.21), Niuselto kriterijaus reikšmė Nu (4.26), šilumos atidavimo koeficientas α (4.27) bei šilumos perdavimo paviršiaus plotas F (4.29).

$$\omega_g = 12,13 \text{ m/s}$$

$$Re = 493414$$

$$Nu = 255,26$$

$$\alpha_s = 259,58 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$F = 0,99 \text{ m}^2$$

$$\text{Atsarga} = 8,06 \%$$

4.3. Siurbio S-1 transportuojančio žaliavą skaičiavimai

Apskaičiuota, kokio galingumo siurblio reikia, kad alyvų mišinį transportuoti iš rezervuaro į talpą T-1.

Skaičiavimų eiga.

1. Sudaroma lentelė iš turimų parametrų, kurie bus reikalingi tolimesniems šilumokaičio skaičiavimams:

Lentelė 4.3.1. Duomenų siurblio skaičiavimams lentelė

Žaliavos tūrinis debitas, m^3/s	žaliavos tankis, kg/m^3	Skysčio greitis slėgimo vamzdyje w , m/s	Skysčio greitis siurbimo vamzdyje w , m/s	slėgimo vamzdžio skerspjūvio plotas s , m^2	siurbimo vamzdžio skerspjūvio plotas s , m^2	slėgimo vamzdžio diametras d , m	siurbimo vamzdžio diametras d , m	slėgimo vamzdžio ilgis l , m	siurbimo vamzdžio ilgis l , m
$4,17 \cdot 10^{-5}$	879,676	2	2	0,000314	0,000314	0,02	0,02	15,3	2,4

Skysčio masės debitas duotas užduotyje dydis, tūrinis debitas skaičiuojamas masinį padalinus iš tankio. Greičiai slėgimo ir siurbimo vamzdžiuose yra parenkami pagal literatūroje nurodytus eksperimentinius duomenys.

2. Slėgimo vamzdžio diametras d , m yra 0,025 mm , jis užduodamas atsižvelgiant į vamzdžio diametrą.

Slėgimo vamzdžio skerspjūvio plotas s , m^2 apskaičiuotas ir įrašytas į duomenų lentelę.

3. Skaičiuojami slėgio nuostoliai vamzdyne:

Skaičiuojamas Reinoldso kriterijus, kai skysčio dinaminė klampa yra lygi 0,0027 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ir apskaičiuota iš dinaminės klampos, kuri savo ruožtu buvo apskaičiuota atsižvelgiant į temperatūros pokytį pagal Valtero lygtį ir Vinogradovo monogramos pagalba.

Slėgimo vamzdžiui:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{2 \cdot 0,15 \cdot 879,676}{0,0027} = 13209 \quad (4.31)$$

Siurbimo vamzdžiui:

$$Re = 13209$$

Trinties koeficientas esant laminariniam tekėjimui slėgimo vamzdžiui:

$$\lambda = \frac{A}{Re} = 0,0048 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (4.32)$$

kur $A=64$

Siurbimo vamzdžiui:

$$\lambda = 0,0048 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Nustatome vietinių kliūčių koeficientų sumą:

Vietinės kliūtys slėgimo vamzdžiui: $\xi = 6,01$, nes yra 4*1,19 alkūnės, 0,15 sklendė, 1*1 ištekėjimas iš vamzdį.

Siurbimo vamzdžiui $\xi = 3,77$, nes yra 3*1,19 alkūnės, 0,2 įtekėjimas į vamzdį.

Nustatome bendrus slėgio nuostolius slėgimo vamzdžiui:

$$h_{n,sl} = (\lambda \cdot \frac{l_{sl}}{d} + \sum \xi) \cdot \frac{\omega^2}{2 \cdot g} = (0,22 \cdot \frac{15,3}{0,15} + 6,01) \cdot \frac{2^2}{2 \cdot 9,8} = 0,88 \text{ m} \quad (4.33)$$

Bendrus slėgio nuostolius siurbimo vamzdžiui:

$$h_{n,js} = 1,98 \text{ m}$$

Slėgio nuostolių suma:

$$h_n = 0,88 + 1,98 = 2,87 \text{ m}$$

4. Siurblio išvystomas slėgio aukštis H , m :

$$H = H_{geom} + \frac{p_1 - p_0}{\rho \cdot g} + h_n = 3,6 + 0 + 7,33 = 6,47 \text{ m} \quad (4.34)$$

čia geometrinis aukštis nustatomas pagal įmonės brėžinį $H_{geom} = 3,6 \text{ m}$, p_1 – slėgis kolonoje T-1, į kurią tiekiamas skystis, Pa, p_0 – slėgis rezervuare, iš kurios siurbiamas skystis, Pa, kadangi abu šie įrengimai dirba atmosferinio slėgio sąlygose, jų skirtumas lygus 0.

5. Naudingumo koeficientas: $\eta = \eta_t \cdot \eta_h \cdot \eta_m = 0,79$ (4.35)

η_t – tūrio naudingumo koeficientas 0.96-0.98, priimamas 0.97; η_h – hidraulinis naudingumo koeficientas 0.85-0.96, priimamas 0.88; η_m – mechaninis naudingumo koeficientas 0.92-0.96, priimamas 0.93.

6. Galia naudingam skysčio įsiurbimui:

$$N_s = V \cdot \rho \cdot H = 4,17 \cdot 10^{-5} \cdot 879,676 \cdot 10,93 = 0,0023 \text{ kW} \quad (4.36)$$

7. Siurblio gaunama iš variklio galia

$$N_{vel} = \frac{V \cdot \rho \cdot g \cdot H}{\eta} = \frac{4,17 \cdot 10^{-5} \cdot 879,676 \cdot 9,81 \cdot 10,93}{0,79} = 0,0029 \text{ kW} \quad (4.37)$$

8. Siurblio variklio galia:

$$N_v = \beta \cdot \frac{N_{vel}}{\eta_p \cdot \eta_v} = 1.1 \cdot \frac{0,0049}{1 \cdot 0,95} = 0,0034 \text{ kW} \quad (4.38)$$

β pasirenkamas iš intervalo 1.1 – 1.2. η_s ir η_p – paties siurblio ir perdavimo koeficientai.

Išvados:

Dėl nedidelio transportuojamo srauto tūrinio ir geometrinis aukščio nereikalaujančio aukšto galingumo, apskaičiuotos galios yra labai mažas.

Atsižvelgiant į skaičiavimus parenkami 5 krumpliaratiniai siurbliai, kurių variklio galia 3 kW.

4.4. Separatoriaus SP-1 skaičiavimai

Projektuojamame įrenginyje yra tik vienas separatorius SP-1, kuriame atsiskiria žaliavos garų fazė nuo skystosios fazės

SP-1 yra dvifazis vertikalusis separatorius.

Skaičiavimu eiga.

1. Sudaroma lentelė iš turimų parametrų (gauti praktikos metu), kurie bus reikalingi tolimesniems šilumokaičio skaičiavimams:

Lentelė 4.4.1. SP-1 pradiniai duomenys

$\rho_s, \text{kg/m}^3$	$M_d, \text{g/mol}$	$V_{s,} \text{m}^3/\text{s}$	$G_{s,} \text{kg/s}$	T, K	P, Pa	$G_d, \text{kg/s}$	$V_g, \text{m}^3/\text{s}$
879,743	242,5	$4,166 \cdot 10^{-6}$	1.574222	573,15	1000	0.0329	0,65

Pastaba: ρ_{MEA} – monoetanolamino tankis; M_d – dujų molekulinė masė; $V_{s, \text{MEA}}$ – tūrinis MEA debitas; T – temperatūra separatoriuje; P – slėgis separatoriuje; G_d – dujų debitas, jis yra lygus 0.5 proc. nuo MEA debito; V_{dr} – drenažo (angliavandenilių kondensato) tūrinis debitas.

2. Dujinės fazės tūrinis debitas separatoriuje:

$$V_d = 22.4 \cdot \frac{T}{273.15} \cdot \frac{101325}{P} \cdot \frac{G_d}{M_d} \cdot Z \quad (4.39)$$

$$V_d = 0,648 \text{ m}^3/\text{s}.$$

3. Leistinas dujų greitis:

$$u_d = 0.0334 \cdot \sqrt{\frac{\rho_s}{\rho_d}} \quad (4.40)$$

čia $\rho_s = 879,743 \text{ kg/m}^3$; $\rho_d = 4,396 \text{ kg/m}^3$

$$u_d = 0,47 \text{ m/s}.$$

4. Separatoriaus skerspjūvio ploto nustatymas.

$$S_d = \frac{V_d}{u_d} = \frac{0.0165}{0.0012} = 1.377 \text{ m}^2 \quad (4.41)$$

5. Separatoriaus skersmens nustatymas.

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_d}{\pi - \frac{\alpha \cdot \pi}{180} + \sin \alpha \cdot \cos \alpha}}; \quad (4.42)$$

čia α – puse centrinio kampo, 45° .

$$D = 1.243 \text{ m.}$$

6. Separatoriaus aukščio skaičiavimas.

Skysčio sluoksnio aukštį H_v galima priimti 0,06 m, nes yra automatinis lygio reguliatorius.

Skysčio ištekėjimo atvamzdžio aukštis $h_2 = 0,3$ m.

Garų zonos aukštis:

$$3 \leq H_g \leq \frac{G_{MEA} \cdot \tau}{3600 \cdot \rho_{MEA} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}}; \quad (4.43)$$

$$3 \leq H_g \leq 7,415$$

H_g priimtas 3,5 m.

Laisvosios erdvės aukštis tarp atraminės pertvaros ir lašų gaudyklės h_6 [m] turi būti ne mažesnė kaip 0,5 m. Priimama 0,5 m.

Laisvosios erdvės aukštis virš lašų gaudyklės h_8 priimamas 0.5 m. Suminis cilindrinės dalies separatoriaus aukštis H [m]:

$$H = H_s + H_g + H_{dr} + h_2 + h_4 + h_8 \quad (4.44)$$

$$H = 4,9 \text{ m.}$$

7. Apatinės ir viršutinės sferinių separatoriaus dalių aukščiai h_s [m]:

$$h_s = 0.09 \cdot D \quad (4.45)$$

$$h_s = 0.112 \text{ m.}$$

8. Separatoriaus tūris:

$$V = 5,95 \text{ m}^3.$$

5. STATYBINIAI SPRENDIMAI

5.1. Bendrieji duomenys

Panaudotų lokomotyvų perdirbimo įrenginys AB „Lietuvos geležinkeliai“ yra projektuojamas lokomotyvų depo naftos produktų sandėlyje Radviliškyje (S. Daukanto g.).

Lokomotyvų depo naftos produktų sandėlis yra 466,24 m² pastatas, kuris bus rekonstruojamas, siekiant įrengti naują vakuuminės distiliacijos proceso technologinę liniją.

Lentelė 5.1.1. Bendrieji statinio techniniai rodikliai

Eil. nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	I. SKLYPAS		
	1.1 Sklypo planas	ha	0,17
	1.2 Apželdintas žemės plotas	m ²	657,45
	1.3 Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	20
2	II. PASTATAI		
	2.1 Paskirties rodikliai		
	2.2 Bendras plotas:		
	2.2.1 Pagrindiniai	m ²	466,24
	2.2.2 Pagalbinis (Transformatorinė pastotė)	m ²	79,55
	2.3 Pastato tūris	m ³	2588
	2.4 Aukštų skaičius	vnt.	1
	2.5 Pastato aukštis	m	5,551
2.6 Pastato atsparumas ugniai	MJ/m ²	I	

5.2. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara

Pastato sienas yra iš mūro, kuris savo ruožtu sudarytas iš keramikinių medžiagų, nes jos pasižymi dideliu stipriu ir puikiomis šilumą izoliuojančiomis savybėmis. Svarbiausi keramikinių blokų ypatumai: ekologiškumas, efektyvi šilumos izoliacija ir akumuliacija, didelis atsparumas gniuždymui (10 ir 15 MPa), gera garso izoliacija ir atsparumas ugniai. Pastato iš keramikinių blokelių mūro atsparumas ugniai – iki 4 val. (priskiriamas A1 degumo klasei), t. y. laikomas nedegiu. Planuojamas vykdyti pastate procesas yra itin pavojingas dėl vakuumo ir pakankamai aukštos temperatūros todėl statinis iš tokių medžiagų pilnai tenkina reikalavimui.

Pjūvyje A-A yra stogo ir grindų dangos izoliacinės medžiagos.

Stogo perdengimo plokštė yra mūryta iš keramikinių medžiagų kaip ir pastato sienos. Sekanti po perdengimo plokštės medžiaga – PAROC ROB 80. Tai nedegios, apkrovą laikanti

šilumos izoliacijos plokštės iš akmens vatos, skirtos naudoti viršutiniam šilumos izoliacijos sluoksniui šiltinant renovuojamus ar naujai įrengiamus plokščiuosius stogus, ypač tais atvejais kai stogų šilumos izoliacijai keliami didesni nei įprasti stiprumo reikalavimai. Jos sudaro tvirtą pagrindą hidroizoliacijos sluoksniui įrengti. Iškart po šios izoliacijos dedamas orą ir garus izoliuojantis sluoksnis PAROC XMV 020 bas, kadangi akmens vatos plokštės yra laidžios vandens garams. Po šio 10 mm storio sluoksnio, seka 160 mm PAROC ROS 30 šilumos izoliacijos plokštė, kuri yra nedegi, apkrovą laikanti plokštė iš akmens vatos, skirta naudoti pagrindiniam šilumos izoliacijos sluoksniui šiltinant naujai įrengiamą plokščią stogą. Virš pagrindinio šilumos izoliacijos sluoksnio uždedamas PAROC ROS 50, kurio diametras lygus 40 mm. Tai nedegi, apkrovą laikanti šilumos izoliacijos plokštė iš akmens vatos, skirta sudaryti lygų ir tvirtą pagrindą hidroizoliacijos sluoksniui įrengti. Viršutinis sluoksnis yra hidroizoliacinė danga. Šios dangos pagrindas – neaustinis poliesteris, iš abiejų pusių padengtas aukštos kokybės modifikuotu polimerais SBS, sumaišytu su mineraliniu užpildu bitumo sluoksniu. Dangos paviršius padengtas stambiagrūdžiais mineraliniais pabarstais (skalūnu), apsaugančiais bituminį sluoksnį nuo saulės ultravioletinių spindulių poveikio. Ši danga atitinka svarbiausius techninius reikalavimus bei statybinės normas, nustatytas šios rūšies produktams bei garantuoja patikimą plokščiųjų stogų ir kitų konstrukcijų hidroizoliaciją. Medžiagos sudėtyje nėra žmonėms ir gyvūnams pavojingų medžiagų. Tarnavimo laikas - daugiau nei 25-30 metų.

Pastato grindų danga yra sudaryta iš mineralinių sausų pabarstų, dengiamo ant šviežiai betonuoto betono. Ši mineralinė danga pasižymi atsparumų dilumui, cheminėms medžiagoms ir yra nelaidi vandeniui. Prieš dangą yra klijų sluoksnis, kuris aprūpina gerą grindų dangos ir armuoto betono sukibimą. Po skiriamojo sluoksnio, esanti prieš armuoto betono sluoksnį dedamos PAROC GRS 20 šilumą izoliuojančios plokštės iš akmens vatos. Jos yra nedegios, apkrovą laikančios ir tinkamos naudoti šilumos izoliacijai jas įrengiant grunte.

Visos šios aukščiau išvardintos medžiagos atitinka projektuojamo proceso reikalavimui, todėl jokių pakeitimų šiuose srityse nenumatoma.

5.3. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

Rekonstruojamame statinyje numatomos sekančios inžinerinės sistemos: vandentiekis, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo, dujų, elektros, nuotolinio ryšio (telekomunikacijų), gaisrinės saugos ir gaisro aptikimo, pranešimo apie jį ir gesinimo, dūmų, šiukšlių šalinimo, procesų valdymo, automatizavimo, signalizacijos sistemos.

Vakuuminės distiliacijos technologinei linijai įdiegti reikalingi technologiniai įrenginiai surašyti lentelėje 5.3.1. Šios įrenginius planuojama įsigyti iš įvairių tiekėjų, kuo mažesne kaina.

Lentelėje 5.3.2. yra išvardytas reikalingos laboratorinės įrangos sąrašas. Laboratorija pastate bus įrengta po rekonstrukcijos, prieš rekonstrukcija laboratorijos nebuvo.

Lentelė 5.3.1. Technologiniai įrenginiai

Įrenginio pavadinimas	Markė	Kiekis, vnt.	Iš viso, EUR
Elektrinė krosnis	HBB-36	1	841
Separatorius	-	1	50000
Šilumokaitis	Vamzdis vamzdyje tipo	1	29000
Vakuuminis siurblys	2X-4A DVE 0,55 kW	1	917
Temperatūros jutikliai -70°C - +400°C	ATEX ZTD	7	2800
Temperatūros jutikliai -40°C- +200 °C	ATEX PT 100 PROBE	6	288
Slėgio jutikliai	ProSense SPT25	4	460
Debitomatis	HUITIAN HT- 0988	1	500
Plieninis elektra virintas vamzdis DN150	150x150x5.0	50 (m)	800
		22	85606

Lentelė 5.3.2. Laboratorinė įranga

Įrangos pavadinimas	Markė	Kiekis	Iš viso, EUR
Daugiafunkcinis matuoklis	MT	1	6255
Pliūpsnio temperatūros matuoklis	TP411	2	5000
Užšalimo temperatūros matuoklis	SYD-2430	2	5500
Elektroninės svarstyklės	KERN ABJ 80- 4M	1	6740
Elektroninės svarstyklės	KB-150	2	992
Elektroninė plytelė	ZNCL-BS	4	560
Traukos spinta	BOKA	3	1000
Laboratoriniai indai	-	-	4500
		18	5000

Lokomotyvų depo naftos produktų sandėlio pastate esami įrengimai, kurie bus panaudoti technologinei linijai įdiegti, surašyti lentelėje 5.3.3.

Lentelė 5.3.3. Esamos įrangos suvestinė

Įrangos pavadinimas	Markė	Kiekis
Talpa 100 m ³	-	1
Talpa 12 m ³	-	1
Talpa 5 m ³	-	3
Krumpliaratinis siurblys	-	6
Iš viso		11

5.4. Orientacinės statinio naujos statybos rekonstrukcijos ir griovimo darbų kainos apskaičiavimas

Lentelėje 5.4.1. yra nurodytos statybos darbų rūšys bei kainą

Lentelė 5.4.1. Statybos darbų suvestinė

Darbų pavadinimas	Plotas, m ²	1m ² kaina, EUR	Iš viso, EUR
Sienų griovimas	181	18	3258
Sienų montavimas	274	12	3288
Sienų ir lubų glaistymas, šlifavimas, gruntavimas	274	4	1096
Sienų ir lubų dažymas (2 kartus)	274	4	1096
Elektros instaliacijos išvedžiojimas	40 m	0,7 (1m)	28
Rozetės, jungiklio ir t.t. įrengimas	12 vnt.	1,5 (vnt.)	18
Durų įstatymas	12 vnt.	35 (vnt.)	420
Klozeto įrengimas	3 vnt.	15 (vnt.)	45
Praustuvės įrengimas	5 vnt.	12 (vnt.)	60
Šviestuvo montavimas	10 vnt.	6 (vnt.)	60
			9369

6. FININANSINIAI IR EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

6.1. Inovacijos charakteristika

Šiluma tai produktas, kuris niekada nepraras savo aktualumo. Gyvenamieji namai, pastatai, gamyklos – visos šios statinių rūšys reikalauja apšildymo. Šilumai išgauti reikalinga energija. Šios energijos šaltiniai gali būti įvairūs: atsinaujinantieji (saulės šviesa, biomasė, vėjas ir t.t.) ir neatsinaujinantys (nafta, dujos ir t.t.).

Kuriama inovacija – sumažinto peleningumo panaudotos alyvos gamyba. Sumažinto peleningumo alyva (SPA) gaminama panaudotas lokomotyvų alyvas distilijuojant vakuume.

Taip perdirbtos panaudotos alyvos turi ženkliai mažesni pelenų kiekį (iki 0,04%), o tai suteikia teisę AB „Lietuvos geležinkeliams“ naudoti šias alyvas kaip katilinių kurą [1].

Šios inovacijos naujumas Bendrovei yra aukštas, nes anksčiau panaudotos lokomotyvų alyvos buvo pridudamos specialioms tarnyboms utilizavimui. Gaminamo produkto vartotojas yra pati Bendrovė.

Panaudotų alyvų perdirbimo proceso produktas bus skirtas AB „Lietuvos geležinkelių“ vidiniam vartojimui. Bendrovė naudos produktą kaip šiluminės energijos šaltinį, jai priklausančių pastatų apšildymui, siekiant sutaupyti Bendrovės lėšas energetiniame sektoriuje. Todėl išlaidos marketingui nenumatomos, o rizika nedidelė.

6.2. Inovacijos projektavimo ir diegimo aplinkos analizė, problemų įvardijimas

Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys AB „Lietuvos geležinkeliai“ projektuojamas Radviliškyje alyvų regeneracijos pastate. Įvardytame pastate esančią įrangą bus naudojama naujam procesui įdiegti, o trūkstama – perkama. Šiam projektui atliekama analizė siekiant nustatyti jo pranašumus, trūkumus, galimybes.

Pranašumai:

- Atliekų perdirbimas
- Pakankami finansiniai ištekliai (ES fondas)
- Bendrovės lėšų sutaupymas perspektyvoje
- Vidinis vartojimas

Trūkumai:

- Mažas įrenginio našumas

Galimybės:

- Perdribti ir kitų įmonių alyvų atliekas

6.3. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Skaičiuojamos investicijos reikalingos alyvų regeneracijos pastatą rekonstruoti į alyvų perdirbimo pastatą.

Lentelė 6.3.1. Suvestinė statybos kainos skaičiuotė

Darbų pavadinimas	Plotas, m ²	1m ² kaina, EUR	Iš viso, EUR
Sienų griovimas	181	18	3258
Sienų montavimas	274	12	3288
Sienų ir lubų glaistymas, šlifavimas, gruntavimas	274	4	1096
Sienų ir lubų dažymas (2 kartus)	274	4	1096
Elektros instaliacijos išvedžiojimas	40 m	0,7 (1m)	28
Rozetės, jungiklio ir t.t. įrengimas	12 vnt.	1,5 (vnt.)	18
Durų įstatymas	12 vnt.	35 (vnt.)	420
Klozeto įrengimas	3 vnt.	15 (vnt.)	45
Praustuvės įrengimas	5 vnt.	12 (vnt.)	60
Šviestuvo montavimas	10 vnt.	6 (vnt.)	60
			9369

Toliau skaičiuojamos išlaidos reikalingos įsigyti technologinius įrenginius vakuuminės distiliacijos proceso įgyvendinimui.

Lentelė 6.3.2. Įrenginių kainos suvestinė

Įrenginio pavadinimas	Markė	Kiekis, vnt.	Kaina, EUR	Iš viso, EUR
Elektrinė krosnis	НБВ-36	1	30000	30000
Separatorius	-	1	50000	50000
Šilumokaitis	Vamzdys vamzdyje tipo	1	29000	29000
Vakuuminis siurblys	2X-4A DVE 0,55 kW	1	917	917
Temperatūros jutikliai -70°C - +400°C	ATEX ZTD	7	400	2800
Temperatūros jutikliai -40°C- +200 °C	ATEX PT 100 PROBE	6	48	288

Slėgio jutikliai	ProSense SPT25	4	115	460
Debitomatis	HUITIAN HT-0988	1	500	500
Plieninis elektra virintas vamzdis DN150	150x150x5.0	50 (m)	16	800
Automatizavimo sistemos	-	-	150000	150000
				264765

Įrangos reikalingos panaudotų alyvų laboratoriniams tyrimams skaičiavimai.

Lentelė 6.3.3. Laboratorijos įrangos kainos suvestinė

Įrangos pavadinimas	Markė	Kiekis	Kaina, EUR	Iš viso, EUR
Mufelinė krosnis	M4	3	4085	12255
Daugiafunkcinis matuoklis	MT	1	20000	20000
Pliūpsnio temperatūros matuoklis	MT	2	8000	16000
Užšalimo temperatūros matuoklis	MT	2	10000	20000
Elektroninės svarstyklės	KERN ABJ 80-4M	1	992	992
Elektroninės svarstyklės	KB-150	2	280	560
Elektrinė plytelė	ZNCL-BS	4	250	1000
Traukos spinta	BOKA	3	1500	4500
Laboratoriniai indai	-	-	5000	5000
				80307

Lentelė 6.3.4. Esamo turto vertė

Įrangos pavadinimas	Markė	Kiekis	Kaina, EUR	Iš viso, EUR
Talpa 100 m ³	-	1	900	900
Talpa 12 m ³		1	423	423
Talpa 5 m ³		3	300	900
Krumpliaratinis siurblys	-	6	450	2700
Iš viso				4923

6.4. Trumpalaikio turto vertės apskaičiavimas

Apyvartinio kapitalo (lėšų) poreikį pirmaisiais projekto gyvavimo metais galima nustatyti apytiksliai, remiantis šią lygtimi:

$$AL_1 = \frac{B_{pard}}{360} \cdot n_{ap}; \quad (6.46)$$

čia n_{ap} – apyvartos trukmė, dienomis; B_{pard} – produkcijos pardavimo apimtis arba gamybos kaštai, tūkst. EUR.

Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą, keičiantis gamybos apimčiai antraisiais ir vėlesniais metais, apskaičiuojamos praėjusių metų apyvartinį kapitalą patikslinus pagal gamybos apimties prieaugio koeficientą, kuris nustatomas iš formulės:

$$k = \frac{B_{pardj}}{B_{pardj-1}}; \quad (6.47)$$

čia B_{pardj} – pardavimų apimtis einamaisiais metais; $B_{pardj-1}$ – pardavimų apimtis prieš metus.

Apyvartinių lėšų metinis poreikis (AL_i) antraisiais, trečiaisiais ir i-taisiais metais nustatomas iš formulės:

$$AL_i = AL_1 \cdot k; \quad (6.48)$$

Apyvartinio kapitalo (lėšų) poreikio prieaugis ateinančiais metais nustatomas iš formulės:

$$\Delta AL_i = AL_1 - AL_{i-1}; \quad (6.49)$$

Lentelė 6.3.5. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
Gamybos apimtis, l	108044,602	115408,48 4	131262,947 1	137162,717 9	162089,033
Gamybos prieaugio koeficientas	1,00	1,07	1,14	1,04	1,18
Apyvartinių lėšų metinis poreikis, EUR	27611,40	29493,28	31404,57	28852,43	32629,16
Apyvartinis lėšų poreikio prieaugis, EUR		-1881,88	-3793,17	-1241,03	-5017,77
Apyvartinės lėšos, EUR	108044,602	115408,48 4	131262,947 1	137162,717 9	162089,033

6.5. Gamybos kaštai

Gamybos kaštai pagal priklausomybę nuo gamybos apimties skirstomi į pastoviuosius ir kintamuosius. Pastovieji kaštai beveik nepriklauso nuo gamybos apimties pokyčių, t.y.: darbuotojų darbo užmokestis, patalpų apšildymo ir kitos išlaikymo išlaidos. Kintamieji kaštai

didėja arba mažėja proporcingai gamybos apimtims pokyčiui, t.y.: energijos technologiniai kaštai, žaliavų ir kiti.

6.5.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Vakuuminei distiliacijai yra naudojamos lokomotyvų variklių alyvų atliekos, kurios susidaro AB „Lietuvos geležinkelių“ Bendrovėje per metus. Todėl jokių papildomų išlaidų žaliavoms nenusimato, perdirbamos bus tik tos alyvos, kurios bus išbrokuotos per minėtą laikotarpį, o tai yra 200 m³ žaliavos.

Toliau skaičiuojamos išlaidos naujo įrenginio darbuotojų darbo užmokesčiui.

Lentelė 6.5.1.1. Išlaidos darbo užmokesčiui

Eksploatacijos metai	Profesija	Laiko norma arba išdirbio norma, val	Laikas per savaitę, val.	Darbininkų skaičius	Valandinis tarifinis atlygis, EUR/val.	Mėnesinis darbo užmokestis, EUR	3 mėn. darbo užmokestis, EUR	Atskaitymai soc. draudimui, EUR
1	Operatorius/-ė	11,5	46	4	4,5	5854,88	17564,63	5445,03
	Chemikai	11,5	46	4	4	5204,33	15613,00	4840,03
	Gamybos inžinierius/-ė	8	40	1	6,1	1138,67	3416,00	1058,96
	Buhalteris/-ė	8	40	1	3	560,00	1680,00	520,80
	Gamybos vadovas/-ė	8	40	1	8	1493,33	4480,00	1388,80
Iš viso:				11			42753,63	13253,62
2	Operatorius/-ė	11,5	46	4	4,5	5854,88	17564,63	5445,03
	Chemikai	11,5	46	4	4	5204,33	15613,00	4840,03
	Gamybos inžinierius/-ė	8	40	1	6,1	1138,67	3416,00	1058,96
	Buhalteris/-ė	8	40	1	3	560,00	1680,00	520,80
	Gamybos vadovas/-ė	8	40	1	8	1493,33	4480,00	1388,80
Iš viso				11			42753,63	13253,62
3	Operatorius/-ė	11,5	46	4	4,5	5854,88	17564,63	5445,03
	Chemikai	11,5	46	4	4	5204,33	15613,00	4840,03

	Gamybos inžinierius/-ė	8	40	1	6,1	1138,67	3416,00	1058,96
	Buhalteris/-ė	8	40	1	3	560,00	1680,00	520,80
	Gamybos vadovas/-ė	8	40	1	8	1493,33	4480,00	1388,80
Iš viso				11			42753,63	13253,62
	Operatorius/-ė	11,5	46	4	4,5	5854,88	17564,63	5445,03
4	Chemikai	11,5	46	4	4	5204,33	15613,00	4840,03
	Gamybos inžinierius/-ė	8	40	1	6,1	1138,67	3416,00	1058,96
	Buhalteris/-ė	8	40	1	3	560,00	1680,00	520,80
	Gamybos vadovas/-ė	8	40	1	8	1493,33	4480,00	1388,80
Iš viso			11			42753,63	13253,62	
5	Operatorius/-ė	11,5	46	4	4,5	5854,88	17564,63	5445,03
	Chemikai	11,5	46	4	4	5204,33	15613,00	4840,03
	Gamybos inžinierius/-ė	8	40	1	6,1	1138,67	3416,00	1058,96
	Buhalteris/-ė	8	40	1	3	560,00	1680,00	520,80
	Gamybos vadovas/-ė	8	40	1	8	1493,33	4480,00	1388,80
Iš viso			11			42753,63	13253,62	

Projektuojamam įrenginio normaliam darbo režimui užtikrinti reikalinga energija. Energija įmonėje bus naudojama: technologinių įrenginių paleidimui, patalpų apšvietimui, pastato apšildymui ir kt.

Lentelė 6.5.1.2. Išlaidos elektros energijai

Eksploatacijos metai	Įrenginio pavadinimas ir markė	Įrenginių skaičius, vnt.	Variaklio galia, kW	valandų skaičius 3 mėn.,	Elektros energijos poreikis, kWh	1kW kaina, EUR ¹²	Išlaidos elektros energijai, EUR
1 metai	Elektrinė krosnis	1	15	2208	33120	0,1476	4888,51
	Šilumokaitis	1	15	2208	33120	0,1476	4888,51
	Krumpliaratinis	6	3	2208	39744	0,1476	5866,21

¹² „...nuo 2015 m. sausio 1 d. elektros energijos tiekimo kaina yra 0,1476 Eur/kWh su PVM“ – AB „Lietuvos geležinkeliai“.

	siurblys						
	Vakuuminis siurblys	1	0,55	2208	1214,4	0,1476	179,25
	Mufelinė krosnis	3	1,2	2208	2649,6	0,1476	1173,24
	Daugiafunkcinis matuoklis	1	0,12	2208	264,96	0,1476	39,11
	Pliūpsnio temperatūros matuoklis	2	1	2208	2208	0,1476	651,80
	Užšalimo temperatūros matuoklis	2	1	2208	2208	0,1476	651,80
	Elektroninės svarstyklės	1	0,12	2208	264,96	0,1476	39,11
	Elektroninės svarstyklės	2	0,12	2208	529,92	0,1476	78,216
	Elektrinė plytelė	4	1,2	2208	10598,4	0,1476	1564,32
	Traukos spinta	3	0,8	2208	5299,2	0,1476	782,16
Iš viso							20802,25
2 metai	Elektrinė krosnis	1	15	2208	33120	0,1466	4855,392
	Šilumokaitis	1	15	2208	33120	0,1466	4855,392
	Krumpliaratinis siurblys	6	3	2208	39744	0,1466	5826,4704
	Vakuuminis siurblys	1	0,55	2208	1214,4	0,1466	178,03104
	Mufelinė krosnis	3	1,2	2208	7948,8	0,1466	1165,29
	Daugiafunkcinis matuoklis	1	0,12	2208	264,96	0,1466	38,84
	Pliūpsnio temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,1466	647,39
	Užšalimo temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,1466	647,39
	Elektroninės svarstyklės	1	0,12	2208	264,96	0,1466	38,84
	Elektroninės svarstyklės	2	0,12	2208	529,92	0,1466	77,69
	Elektrinė plytelė	4	1,2	2208	10598,4	0,1466	1553,73
	Traukos spinta	3	0,8	2208	5299,2	0,1466	776,86
Iš viso							20661,31
3 metai	Elektrinė krosnis	1	15	2208	33120	0,1485	4918,32
	Šilumokaitis	1	15	2208	33120	0,1485	4918,32
	Krumpliaratinis siurblys	6	3	2208	39744	0,1485	5901,984

	Vakuuminis siurblys	1	0,55	2208	1214,4	0,1485	180,3384
	Mufelinė krosnis	3	1,2	2208	7948,8	0,1485	1180,40
	Daugiafunkcinis matuoklis	1	0,12	2208	264,96	0,1485	39,35
	Pliūpsnio temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,1485	655,78
	Užšalimo temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,1485	655,78
	Elektroninės svarstyklės	1	0,12	2208	264,96	0,1485	39,35
	Elektroninės svarstyklės	2	0,12	2208	529,92	0,1485	78,69
	Elektrinė plytelė	4	1,2	2208	10598,4	0,1485	1573,86
	Traukos spinta	3	0,8	2208	5299,2	0,1485	786,93
Iš viso							20929,09
4 metai	Elektrinė krosnis	1	15	2208	33120	0,1485	4918,32
	Šilumokaitis	1	15	2208	33120	0,1485	4918,32
	Krumpliaratinis siurblys	6	3	2208	39744	0,1485	5901,984
	Vakuuminis siurblys	1	0,55	2208	1214,4	0,1485	180,3384
	Mufelinė krosnis	3	1,2	2208	7948,8	0,1485	1180,40
	Daugiafunkcinis matuoklis	1	0,12	2208	264,96	0,1485	39,35
	Pliūpsnio temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,1485	655,78
	Užšalimo temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,1485	655,78
	Elektroninės svarstyklės	1	0,12	2208	264,96	0,1485	39,35
	Elektroninės svarstyklės	2	0,12	2208	529,92	0,1485	78,69
	Elektrinė plytelė	4	1,2	2208	10598,4	0,1485	1573,86
	Traukos spinta	3	0,8	2208	5299,2	0,1485	786,93
Iš viso							20929,091
5 metai	Elektrinė krosnis	1	15	2208	33120	0,148	4901,76
	Šilumokaitis	1	15	2208	33120	0,148	4901,76
	Krumpliaratinis siurblys	6	3	2208	39744	0,148	5882,112

	Vakuuminis siurblys	1	0,55	2208	1214,4	0,148	179,7312
	Mufelinė krosnis	3	1,2	2208	7948,8	0,148	1176,42
	Daugiafunkcinis matuoklis	1	0,12	2208	264,96	0,148	39,21
	Pliūpsnio temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,148	653,57
	Užšalimo temperatūros matuoklis	2	1	2208	4416	0,148	653,57
	Elektroninės svarstyklės	1	0,12	2208	264,96	0,148	39,21
	Elektroninės svarstyklės	2	0,12	2208	529,92	0,148	78,43
	Elektrinė plytelė	4	1,2	2208	10598,4	0,148	1568,56
	Traukos spinta	3	0,8	2208	5299,2	0,148	784,28
Iš viso							20858,62

Lentelė 6.5.1.3. Išlaidos energijai tiesiogiai nesusijusiai su gamyba, suvestinė

Eksploatacijos metai	Paskirtis	Plotas, m ²	Darbo dienų skaičius	Energijos poreikis, 1 m2	Suminis energijos poreikis, kW	1kW kaina, EUR	Išlaidos elektros energijai, EUR
1 metai	Patalpų apšvietimas	443,82	92	0,1	4083,144	0,1476	602,67
Iš viso							602,67
2 metai	Patalpų apšvietimas	443,82	92	0,1	4083,144	0,1466	598,59
Iš viso							598,59
3 metai	Patalpų apšvietimas	443,82	92	0,1	4083,144	0,1485	606,35
Iš viso							606,35
4 metai	Patalpų apšvietimas	443,82	92	0,1	4083,144	0,1485	606,35
Iš viso							606,35
5 metai	Patalpų apšvietimas	443,82	92	0,1	4083,144	0,148	604,30
Iš viso							604,30

Lentelė 6.5.1.4. Išlaidos vandeniui

Eksploatacijos metai	Vandens tiekimo šaltinis	Vandens naudojimo sritys	Paros debitas, m ³	Vidutinis kiekis per 3 mėn., m ³	1 m ³ kaina, EUR	Išlaidos 3 mėn., EUR
1 metai	Geriamos vanduo	Buitinės reikmės	5	460	0,91	418,6
Iš viso						418,6
2 metai	Geriamos vanduo	Buitinės reikmės	5	460	0,93	427,8
Iš viso						427,8
3 metai	Geriamos vanduo	Buitinės reikmės	5	460	0,94	432,4
Iš viso						432,4
4 metai	Geriamos vanduo	Buitinės reikmės	5	460	0,93	427,8
Iš viso						427,8
5 metai	Geriamos vanduo	Buitinės reikmės	5	460	0,95	437
Iš viso						437

6.5.2. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Prie netiesioginių gamybos išlaidų priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančias sąlygas gamybai, darbo medžiagų, energijos ir amortizacijos (nusidėvėjimo) išlaidos ir (ar) sąnaudos.

Ilgalaikio turto nusidėvėjimas apskaičiuojamas iš formulės:

$$NS = \frac{V_1 - V_2}{T} \quad (6.50)$$

Lentelė 6.5.1.4. Pagrindinių įrenginių nusidėvėjimas (amortizacija)

Ilgalaikio turto rūšis	Įsigijimo vertė, EUR	Normatyvinė eksploatacavimo trukmė, metai	Likvidacinė vertė, EUR	Nusidėvėjimo suma, EUR, 3 mėn.					Likutinė vertė, EUR
				1	2	3	4	5	
Elektrinė krosnis	30000	25	3000	1080	1080	1080	1080	1080	24600
Separatorius	50000	30	5000	1500	1500	1500	1500	1500	42500
Šilumokaitis	29000	30	2900	870	870	870	870	870	24650
Vakuuminis siurblys	917	15	91,7	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	641,9
Temperatūr	2800	5	280	504	504	504	504	504	280

os jutikliai -70°C - +400°C									
Temperatūr os jutikliai -40°C- +200 °C	288	5	28,8	51,84	51,84	51,84	51,84	51,84	28,8
Slėgio jutikliai	460	5	46	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	46
Debitomati s	500	5	50	90	90	90	90	90	50
Plieninis elektra virintas vamzdis DN150	800	35	80	20,57	20,57	20,57	20,57	20,57	697,14
Automatiza vimo sistemos	15000 0	15	15000	11000	11000	11000	11000	11000	95000
Mufelinė krosnis	12255	5	1225,5	2205, 9	2205, 9	2205, 9	2205, 9	2205, 9	1225,5
Daugiafunk cinis matuoklis	20000	5	2000	3600	3600	3600	3600	3600	2000
Pliūpsnio temperatūr os matuoklis	16000	5	1600	2880	2880	2880	2880	2880	1600
Užšalimo temperatūr os matuoklis	20000	5	2000	3600	3600	3600	3600	3600	2000
Elektroninė s svarstyklės	992	12	99,2	74,4	74,4	74,4	74,4	74,4	620
Elektroninė s svarstyklės	560	8	56	63	63	63	63	63	245
Elektroninė plytelė	1000	5	100	180	180	180	180	180	100
Traukos spinta	4500	15	450	270	270	270	270	270	3150
Laboratorin iai indai	5000	10	500	450	450	450	450	450	2750
Iš viso				28577 ,53	28577 ,53	28577 ,53	28577 ,53	28577 ,53	20218 4,34

Visos apskaičiuotos anksčiau išlaidos įrašomos į gamybos kaštų suvestinę. Skaičiuojama 1 litrui išvalytos alyvos. Iš viso planuojama pagaminti 180000 litrų.

Lentelė 6.5.1.5. Gamybos kaštai

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai	
	Produktas, 1 litrui	Iš viso
1 metai		
Energija technologijai	0,12	21823,52
Gamybos darbininkų darbo užmokestis	0,23	41192,33
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	0,07	12769,62
Gamybinės netiesioginės išlaidos	0,16	28577,53
Iš viso	0,12	21823,52
2 metai		
Energija technologijai	0,12	21687,70
Gamybos darbininkų darbo užmokestis	0,23	41192,33
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	0,07	12769,62
Gamybinės netiesioginės išlaidos	0,16	28577,53
Iš viso	0,58	104227,18
3 metai		
Energija technologijai	0,12	21967,84
Gamybos darbininkų darbo užmokestis	0,23	41192,33
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	0,07	12769,62
Gamybinės netiesioginės išlaidos	0,16	28577,53
Iš viso	0,58	104507,32
4 metai		
Energija technologijai	0,12	21963,24
Gamybos darbininkų darbo užmokestis	0,23	41192,33
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	0,07	12769,62
Gamybinės netiesioginės išlaidos	0,16	28577,53
Iš viso	0,58	104502,72
5 metai		
Energija technologijai	0,12	21899,93
Gamybos darbininkų darbo užmokestis	0,23	41192,33
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	0,07	12769,62

Gamybinės netiesioginės išlaidos	0,16	28577,53
Iš viso	0,58	104439,41

6.6. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Projekto finansavimo šaltinis yra ES struktūrinis fondas, kuris skiria 289855 EUR jo įgyvendinimui.

Lentelė 6.6.1. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	Suma, EUR	Struktūra	Suma, EUR
Statybų ir montavimo darbų kaštai	9369	ES struktūriniai fondai	289855
Technologinių įrenginių pirkimas	264765		
Laboratorinės įrangos pirkimas	80307		
Iš viso	354441		289855

6.7. Gaminamos produkcijos kainos skaičiavimas

Apskaičiavus sąnaudas, galima nustatyti gaminamo produkto kainą. Gaminių kainos apskaičiuojamos remiantis jų gamybos pilnomis išlaidomis ir planuojama pelno norma (rentabilumu), kuri neturi būti mažesnė negu 5%.

$$c_i = sp_i + p_i; \quad (6.51)$$

$$R_i = \frac{p_i}{sp_i} \cdot 100; \quad (6.52)$$

$$p_i = R_i \cdot \frac{sp_i}{100}; \quad (6.53)$$

čia c_i – gaminio kaina; sp_i – pilnoji savikaina; p_i – pelnas; R_i – rentabilumas.

Gaminio pilnoji savikaina apskaičiuojama iš formulės:

$$sp_i = sg_i + fv_i + vs_i; \quad (6.54)$$

čia sg_i – gamybinė savikaina; fv_i – finansinės veiklos sąnaudos; vs_i – veiklos sąnaudos.

Lentelė 6.7.1. Produkto kainos apskaičiavimas

Produktas	Gamybinė savikaina, EUR	Veiklos sąnaudos, EUR	Pilnoji savikaina, EUR	Pelnas		Viso
				Rentabilumo procesas	EUR/litru	EUR/litru
1 metai						
Sumažinto pelningumo alyva	0,56	0,03	0,59	30,00	0,18	0,77
2 metai						
Sumažinto pelningumo alyva	0,56	0,03	0,59	32,00	0,19	0,78
3 metai						
Sumažinto pelningumo alyva	0,56	0,03	33,00	0,20	0,79	0,59
4 metai						
Sumažinto pelningumo alyva	0,56	0,03	33,00	0,20	0,79	0,59
5 metai						
Sumažinto pelningumo alyva	0,56	0,03	32,00	0,19	0,78	32,00

6.8. Produkcijos gamybos apimtis ir gautinos pajamos**Lentelė 6.8.1. Gamybos apimtis**

Rodikliai	Gamybos įsisavinimo koeficientas	Produktas	Iš viso, EUR
		Sumažinto pelningumo alyva, litrais	
Produkcijos gamybos apimtis brandos stadijoje	1	180000	
Gaminio kaina, EUR	0,56		
Gautinos pajamos pirmais metais, EUR	0,8	144000	117349,0458
Gautinos pajamos antrais metais, EUR	0,85	153000	125387,7223
Gautinos pajamos trečiaisiais metais, EUR	0,95	171000	142532,7143
Gautinos pajamos ketvirtais metais, EUR	1	180000	148940,613

Gautinos pajamos penktais metais, EUR	1,2	216000	176029,1012
---------------------------------------	-----	--------	-------------

6.9. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Projektas yra finansuojamas iš ES struktūrinių fondų todėl į lentelę nėra įtraukta finansinė ir investicinė veikla.

Lentelė 6.9.1. Įmonės pelno ataskaita

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
Pardavimų apimtis	110825,39	119372,70	134713,88	141797,66	168800,58
Paduodamos produkcijos gamybos kaštai	101428,54	101326,45	101542,49	101537,89	101491,45
Bendras pelnas (nuostolis)	9396,85	18046,24	33171,39	40259,77	67309,13
Veiklos sąnaudos	5071,43	5066,32	5077,12	5076,89	5074,57
Veiklos pelnas (nuostoliai)	4325,43	12979,92	28094,27	35182,88	62234,56
Pelno mokestis	648,81	1946,99	4214,14	5277,43	9335,18
Grynasis pelnas (nuostoliai)	3676,61	11032,93	23880,13	29905,45	52899,37

Lentelė 6.9.2. Finansinės būklės pokyčių (pinigų srautų) ataskaita, atisperkamumas

Eil. nr.	Rodikliai	Projektiniai metai	1	2	3	4	5
I. Pinigų srautai iš įmonės veiklos							
1.1	Grynasis pelnas	289855	3676,61	11032,93	23880,13	29905,45	52899,37
1.2	Investicijos į apyvartinį kapitalą	289855	0	0	0	0	0
	Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos	-64586	-60909,39	-49876,46	-25996,33	3909,12	56808,49

Kadangi ES paskola iš struktūrinių fondų nepadengė projektavimo kaštų, panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys atsipirks Bendrovei, per 4 metus.

7. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

7.1. Projektuojamo objekto charakteristika

AB „Lietuvos geležinkeliai“ panaudotų alyvų perdirbimo įrenginys projektuojamas lokomotyvų depo naftos produktų sandėlyje. Įrenginio paskirtis – sumažinti, atidirbusiais nustatytas motovalandas arba nebetenkinant variklių gamintojų brokavimo normų reikalavimų, lokomotyvų alyvų peleningumą. Remiantis atliktais laboratorijoje mokslinių tyrimų rezultatais pasirinktas pelenų kiekio sumažinimo būdas – vakuuminė panaudotų alyvų distiliacija.

Įrenginyje distilijuojamos trijų rūšių alyvų atliekos:

1. M-14G2CS, pelenų kiekis – 1,243 %
2. CAT DEO, pelenų kiekis – 1,058 %
3. Q8 T860, pelenų kiekis 1,473 %

Iš šių alyvų atliekų vakuuminės distiliacijos būdu gaunamas produktas – vakuuminis distiliatas su sumažintų pelenų kiekiu iki 0,04%, kuris tinkamas naudoti kaip katilinių kuras.

Siekiant apsaugoti miesto gyventojus pavojaus atveju ir remiantis sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklėmis [6] SAZ ribų dydis turi būti ne mažesnis kaip 1000 metrų.

7.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra iširti galimą profesinę riziką ir numatyti jos prevencijos arba mažinimo priemones. Rizika – traumas ar kitokio darbuotojo sveikatos pakenkimo galimybė dėl kenksmingumo ir (ar) pavojingo darbo aplinkos veiksnių poveikio [7].

Panaudotų alyvų mišinys pasižymi akis ir odą dirginančiomis savybėmis bei gali sukelti alerginę reakciją patekus ant odos [8]. Todėl darbuotojams būtina dėvėti apsaugos priemonės kontaktuojant su minėtomis alyvomis.

Panaudotų alyvų vakuuminės distiliacijos įrenginio darbuotojai privalo būti ne jaunesni negu 18 metų ir praėję: medicininę apžiūrą ir neturintis jokių medicininių kontraindikacijų; įvadinį, pirminį ir periodinį darbo saugos instruktažą, gaisro saugos ir elektrinės apsaugos instruktažą; praktinį ir teorinį žinių patikrinimą apie saugaus darbo taisykles.

Lentelė 7.2.1. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinybė
Žaliava - alyvų atliekų mišinys	Gamybinė patalpa		Įkvėpus, žiurkė LD50 ¹³ > 5000 mg/m ³ . Prarijus LD50 > 2000 mg/kg (žiurkėms). Įkvėpus LD50 > 5000mg/kg (žiurkėms). Oda LD50 > 2000 mg/kg (triušiams) [3]		Asmeninės apsaugos priemonės (pirštinės, akiniai, respiratorius, spec. rūbai)
Triukšmas	Gamybinė patalpa	74 dB(A)	85dB(A)	12 val.	Nebūtinės
Nuovargis				12 val.	Pertraukos
Apšvietimas	Laboratorija	150		12 val.	Nebūtinės
Darbo poza		Nepatogi darbo poza 5 proc. darbo laiko	Nepatogi darbo poza ne daugiau kaip 25 proc. darbo laiko		Darbo rotacija, pertraukos
Traumos	Gamybinė patalpa, laboratorija			12 val.	Asmeninės apsaugos priemonės (pirštinės, akiniai, respiratorius, spec. rūbai)

Įrenginyje naudojamų alyvų užsiliepsnojimo temperatūra yra daug aukštesnė nei 100°C, todėl jų laikymo vietoje yra būtina padidinta apsauga nuo ugnies.

¹³ LD50 – vidutinė (letalinė) dozė

Lentelė 7.2.2. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai

Medžiagos pavadinimas	Pliūpsnio temperatūra ¹⁴ , °C	Užsidegimo su oru ribos, °C		Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C	Užsidegimo temperatūra, °C
		apatinė	viršutinė		
M-14G2CS	215	187	225	>300	>330
CAT DEO	215	187	225	>300	>330
Q8 T860	220	187	225	>300	>330

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

Lentelė 7.3.3. Pastatų, patalpų ir įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginio patalpa	Vieta, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, negali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro oro ir lengvai užsiliepsnojančių dujų, skysčių, garų arba rūko pavidalo mišinys; tačiau jei tokia aplinka susidaro, ji būna labai retai ir tik trumpai, mažai tikėtinų avarių ir stichinių nelaimių atvejais Vieta, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, negali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro oro ir lengvai užsiliepsnojančių dujų, skysčių, garų arba rūko pavidalo mišinys; tačiau jei tokia aplinka susidaro, ji būna labai retai ir tik trumpai, mažai tikėtinų avarių ir stichinių nelaimių atvejais Vieta, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, negali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro oro ir lengvai užsiliepsnojančių dujų, skysčių, garų arba rūko pavidalo mišinys; tačiau jei	2 zona
Vakuuminės distiliacijos aparatas, kuris yra sudarytas iš elektrinės krosnies EK-1 ir separatoriaus SP-1		2 zona
Operatorinė		2 zona
Alyvų surinkimo požeminės talpos	Vieta, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, negali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro oro ir lengvai užsiliepsnojančių dujų, skysčių, garų arba rūko pavidalo mišinys; tačiau jei tokia aplinka susidaro, ji būna labai retai ir tik trumpai, mažai tikėtinų avarių ir stichinių nelaimių atvejais Vieta, kurioje, dirbant normaliuoju režimu, negali susidaryti sprogi aplinka, kurią sudaro oro ir lengvai užsiliepsnojančių dujų, skysčių, garų arba rūko pavidalo mišinys; tačiau jei	2 zona

¹⁴ Pliūpsnio temperatūrą uždarame tiglyje

	tokia aplinka susidaro, ji būna labai retai ir tik trumpai, mažai tikėtinų avarijų ir stichinių nelaimių atvejais	
--	---	--

7.3. Saugi gamyba

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

Projektuojamo įrenginio gamybinė patalpa yra potencialiai sprogi ir priskiriama prie B_{sg} kategorijos, kadangi panaudotų alyvų, kurios naudojamos kaip žaliavos pliūpsnio temperatūra viršija 28°C ir jos yra įkaitintos virš pliūpsnio temperatūros, o jų bendras plotas viršija 5 proc. patalpų ploto.

Elektros įrenginiai B_{sg} kategorijos patalpoms parenkami pagal „Specialių patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklės“ [9].

Lentelė 7.3.1. Elektros įrangos sprogioms zonoms parinkimas

Sprogios zonos tipas	Reikiamas apsaugos lygis	Įrangos grupė ir kategorija	Pastabos
Sprogios zonos, kur susidaro oro ir dujų arba skysčių garų ir lašelių mišiniai			
1	Aukštas	II 1G arba II 2G	G – skirta naudoti užsiliepsnojančių dujų, skysčių garų arba lašelių ir oro mišinių aplinkoje

7.4. Apsaugos nuo žaibo įrenginio apsaugos zonų parametrų skaičiavimai [10]

Lentelė 7.4.1. Pradinių duomenų lentelė

Žaibolaidžio aukštis h , m	Pastato ilgis a_p , m	Pastato plotis b_p , m	Pastato aukštis h_x , m	Atstumas tarp pastato ir žaibolaidžio $a_{pž}$, m
15	24,8	18,8	5,551	5

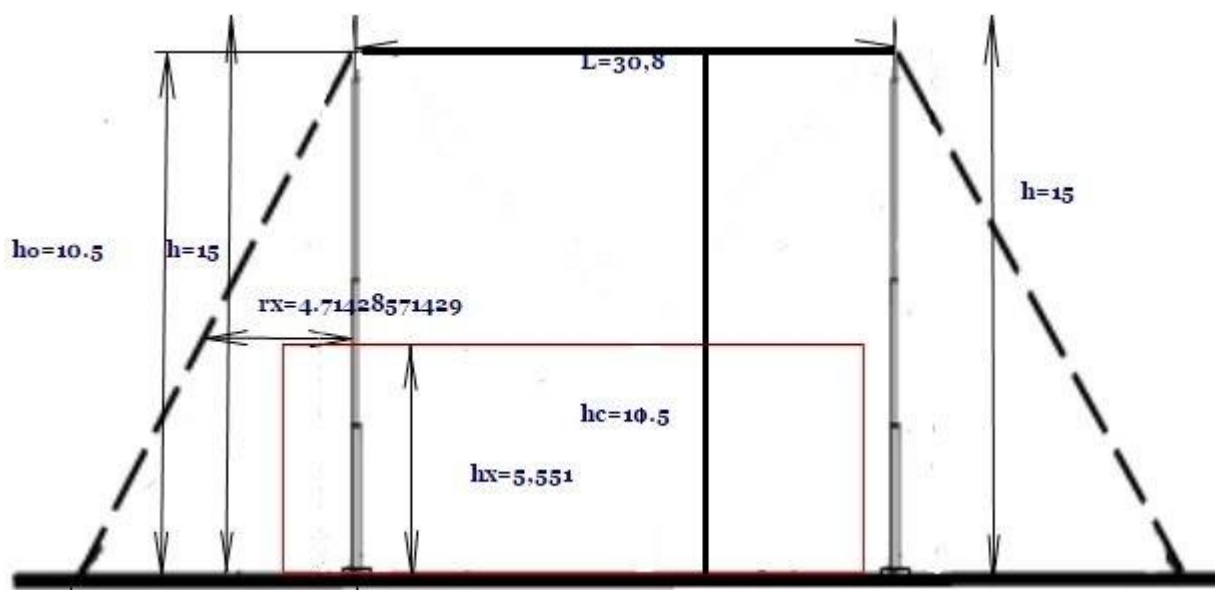
L reikšmė (atstumas tarp žaibolaidžių) imama mažiausio stačiakampio, kurio plane gali tilpti pastatas ar statinys, $L=24,8+3*2=30,8$ m [6].

Lentelė 7.3. "Mano energija" skaičiavimo rezultatai

I kategorija apsaugos patikimumas 0,99 (dvių strypų žaibolaidžio apsaugos zona)

Nuo 0 iki 30m $L \leq L_{\max}$ + $L \leq L_c$ + $L_c \leq L \leq L_{\max}$ - $L_{\max} = 63.75$ $L_c = 33.75$ $h_c = 10.5$ $L_x = 15$ $r_{cx} = 4.88282142857$ $h_0 = 10.5$ $r_0 = 9$

1. $L \leq L_{\max}$ "+" arba "-": jeigu "+" reiškia žaibolaidis laikomas dvigubu, jeigu "-" tokiu atveju abu žaibolaidžiai laikomi pavieniais;
2. $L \leq L_c$ "+" arba "-": jeigu "+" nėra įlinkio h_c , jeigu "-" yra įlinkis h_c ;
3. $L_c \leq L \leq L_{\max}$ "+" arba "-": jeigu "+" yra įlinkis h_c , jeigu "-" nėra įlinkio h_c ;



Paveikslas 7.4.1. Dvių strypų žaibolaidžio apsaugos zonos schema

Pagal nurodytą statinio apsaugos patikimumą ir statinio apsaugos klasę (šio atveju I apsaugos klasė).

Skaičiuojamojo žaibolaidžio aukštis $h = 15$ (m), saugomo pastato aukštis $h_x = 5,551$ (m).

Apsaugos zonos matmenys apibrėžti kūgio aukščiu, kur $h_0 = 10,5$ ir kūgio spinduliu ties žemės lygiu kur $r_0 = 9$.

Patikimumo apsaugos zonos spindulys, aukštyje h_x turi būti $r_x = 4,71$ (žaibolaidžio aukštis nuo 0 iki 30m)

Horizontalaus pjūvio ilgis $l_x = 15$ ir horizontalus pjūvio plotis centre tarp žaibolaidžių $r_{cx} = 4,88$.

7.5. Elektros įranga potencialiai sprogioje ir degioje aplinkoje

Įranga naudojama potencialiai sprogioje aplinkoje yra skirstoma į dvi grupes:

I – naudojama šachtose, kasyklose ir kt.;

II – naudojama pramonės įmonėse ir išoriniuose įrenginiuose.

Šiame magistriniame darbe projektuojamo įrenginio elektros įranga priklauso II grupei ir turi 2 kategoriją pagal apsaugos lygį t.y. įranga, užtikrinanti aukštą apsaugos lygį, skirta naudoti vietose, kur tikėtinas dujų, garų, rūkų arba oro ir dulkių mišinių sukeltas sprogios atmosferos susidarymas [11].

Atsižvelgiant į Europos standartus potencialiai degioje ir sprogioje aplinkoje, elektros įrangai apsaugoti, pasirenkami sekantys apsaugos nuo sproginimo būdai:

- Ugniai atsparus gaubtas (sutartinis žymuo „d“) – apsaugos būdai, kai galinčios uždegti sprogiąją ir degiąją aplinką dalys dedamos į apgaubtą, kuris gali atlaikyti slėgį, susidaranti esant vidiniam sprogių mišinio užsidegimui, ir kuris kliudo išplisti sproginimui apgaubo išorėje esančiojo degiojoje ir sprogijoje aplinkoje;
- Savaimingoji apsauga (sutartinis žymėjimas „i“) – apsaugos būdas, kai įrangoje panaudotos vidinės saugios elektros grandinės. Grandinė arba jos dalis savaime saugi, jeigu nei kibirkštis, nei įšilimas gedimo atveju nekelia potencialiai degios ir sprogios aplinkos uždegimo pavojų;
- Kapsulinė apsauga (sutartinis žymuo „m“) – apsaugos būdas, kai pavojų keliantys įrangos elementai įrengti sandariose kapsulėse ir yra izoliuoti nuo potencialiai degios ir sprogios aplinkos.

Atidirbusių alyvų mišinys, kuris perdirbamas vakuuminės distiliacijos būdu, projektuojamame įrenginyje yra priskiriamas prie IIA medžiagų, galinčių sudaryti su oru sprogiuosius mišinius kategorijos ir prie T2 temperatūrinės klasės.

7.6. Sprogiuose ir degiose zonose naudojamos įrangos žymėjimas

Pagal „Sprogiuose ir degiose zonose naudojamos įrangos žymėjimo“ reikalavimus, visą įrangą, skirta naudoti potencialiai degioje ir sprogioje aplinkoje bus aiškiai ir neištrinamai pažymėta su sekančia informacija nurodyta ant jos: gamintojo pavadinimas ir adresas, CE atitikties žymuo, serija arba tipas, serijos numeris, pagaminimo metai, apsaugos nuo sproginimo ženklas [11].

7.7. Darbo higiena

Šiame poskyryje nagrinėjami cheminiai, biologiniai ir fizikiniai rizikos veiksniai. Analizuojami projektuojamoje įmonėje ar ceche esančių rizikos veiksnių dydžiai, poveikio trukmė ir priežastys.

Projektuojamo įrenginio patalpose, kurios nebus naudojamos nuolatiniam darbui dirbtinės apšvietos ribinė vertė bus lygi rekomenduojamai 100-150-200 Lx. Toks šviesos intensyvumas užtikrins gera matomumą bei netrikdys darbuotojų savijautą.

Operatorinės patalpoje, iš kur bus stebimas, valdomas ir reguliuojamas vakuuminės distiliacijos procesas apšvietos vertė bus lygi rekomenduojamai 300-500-750 Lx.

Vakuuminės distiliacijos procese yra naudojamas panaudotų alyvų mišinys pasižymintis akis ir odą dirginančiomis savybėmis bei gali sukelti alerginę reakciją patekus ant odos [3]. Todėl darbuotojams privalo dėvėti šias apsaugos priemonės kontaktuojant su minėtomis alyvomis: akinius, pirštines apsaugančias nuo cheminių medžiagų poveikio, chalatus apsaugančius nuo medžiagų cheminio poveikio.

Kadangi projektuojamas įrenginys priskiriamas prie chemijos pramonės įmonių, darbuotojai dirbantys tokioje įmonėje privalo dėvėti batus su apsauginę noselę ir šalmsus siekiant apsaugoti juos nuo fizikinių mechaninių veiksnių pavojaus [12].

Bendras panaudotų alyvų perdirbimo įrenginio triukšmo šaltinių triukšmo lygis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \text{ dB} \quad (7.55)$$

Įrenginyje naudojami šie triukšmą keliantis aparatai: 5 krumpliaratiniai siurbliai (9 dB(A)), kurie naudojami žaliavos, produkto ir atliekų transportavimui ir 1 vakuuminis siurblys (67 dB(A)), vakuumui įrenginyje sudaryti. Kiti aparatai nesudaro reikšmingos įtakos įrenginio triukšmo lygiui.

Iš formulės (7.55) bendras triukšmo lygis lygus 67 dB(A). Iš to seka, kad triukšmo lygis gamybinėse patalpose ribinės ekspozicijos vertės $L_{EX,8h}=87$ dB(A). Tokiu atveju jokių apsauginių priemonių darbuotojams nenumatyta.

7.8. Gaisrinė sauga

Gaisrinės saugos poskyris yra skirtas gaisrų ir sprogimų prevencijos klausimams ir jų sprendimo būdams pateikti [13].

Kaip jau buvo minėta darbo saugos dalies ankstesniuose poskyriuose, įmonės darbuotojai privalo praeiti įvadinį, pirminį ir periodinį gaisro saugos instruktažą bei praktinį ir teorinį žinių patikrinimą apie saugaus darbo taisykles.

Rekonstruojamame statinyje, kur bus vykdoma panaudotų lokomotyvų variklių alyvų vakuuminė distiliacija yra galimi B klasės gaisrai¹⁵. Šio tipo gaisrams gesinti yra rekomenduojamos sekančios gesinimo medžiagos: putos, dujos, ABC tipo ir BC tipo milteliai.

Priešgaisrinės saugos įrenginiai, kurie įrengiami įmonėje: gaisro aptikimo ir signalizavimo sistemos bei garų gesinimo čiaupas su dviem 20 metrų ilgio žarnomis ir švirkštais, dūmų šalinimo įrenginys, gaisrinis siurblys.

Įmonės patalpose yra įrengiamos šios pirminės gaisro gesinimo priemonės: ABC tipo miltelių ir putų gesintuvai, 0,5 m³ dėžės su smėliu bei nedegus audeklai, nedideliems gaisrų plotams gesinti.

ABC tipo miltelių gesintuvai bus įrengti arčiau elektros įrenginių, kadangi šio tipo gesintuvai veiksmingiausiai gesina tokio tipo įrenginių gaisrus. Putų gesintuvai veiksmingiausiai gesina skystų medžiagų gaisrus, todėl bus tolygiai išdėstyti arti panaudotų alyvų laikymo talpų. Atsižvelgiant į reikalavimus trys 0,5 m³ smėlio dėžės bus išdėstytos prie požeminių žaliavos, produkto bei atliekų surinkimo talpų.

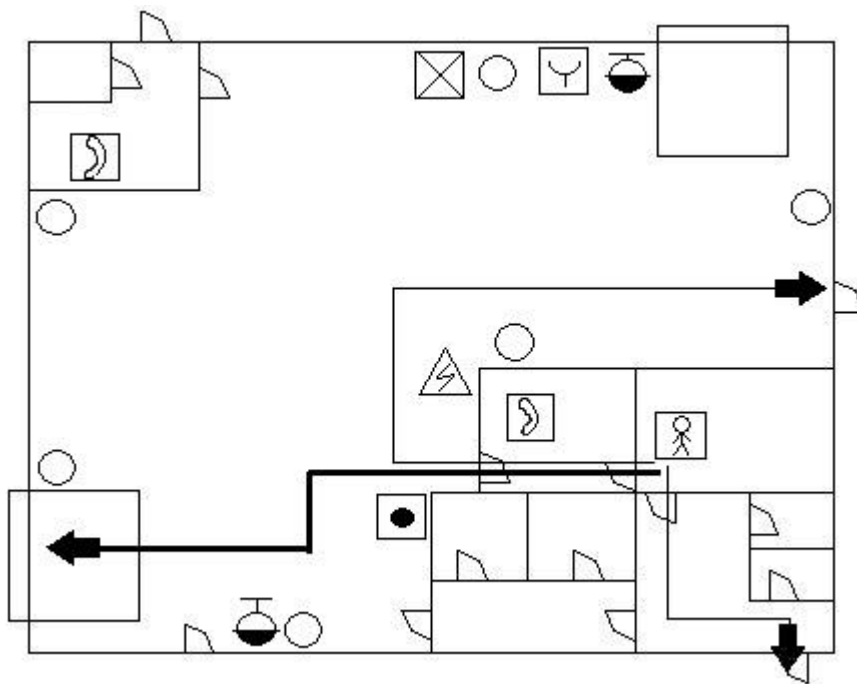
Gesintuvų skaičius apskaičiuojamas pagal statinio plotą:

- Nešiojamų 6 kg gesintuvų kiekis gamybos patalpose: 6 vnt. + 6 vnt. nedegių audeklų: keturi 6 kg putų gesintuvai ir du ABC tipo miltelių;
- Kilnojamų 20-25 kg gesintuvų skaičiaus: 2 vnt. Vienas putų ir vienas ABC tipo miltelių.











Žmonių evakuacijos planai privalo būti iškabinti visuose įrenginio patalpose gerai matomoje vietoje. Žmonių evakuacijos planas, jo simboliai ir tekstas turi būti matomi iš ne mažesnio kaip 1 metro atstumo. Su žmonių evakuacijos planu bus supažindinami visi darbuotojai, kurių darbo vietos yra pastovios tame pastate. Pakartotinai turi būti supažindinama kiekvienais metais, arba evakuacijos planui pasikeitus. Apie susipažindinimą darbuotojas ir supažindinęs asmuo privalės pasirašyti instruktavimo darbo vietoje žurnale. Pastato aukšto žmonių evakuacijos plano

¹⁵ B klasės gaisrų charakteristika: skystųjų arba galinčių suskystėti kietųjų medžiagų gaisrai

simboliai turi būti aiškiai iššifruoti ir suprantami.



Paveikslas 7.8.1. Evakuacijos planas

Ženklas	Reikšmė	Kontūro spalva	Fono spalva
	gesintuvas	raudona	balta
	gaisrinis čiaupas	raudona	balta / raudona
	dūmų šalinimo įrenginio rankinio paleidimo mygtukas	raudona	balta
	elektros skydelis	juoda	geltona
	telefonas	mėlyna	
	gaisrinės signalizacijos mygtukas	raudona	balta
	gaisrinio siurblio (elektrifikuotos sklendės) įjungimo mygtukas	raudona	balta
	pagrindinis evakuacijos kelias	žalia	
	atsarginis evakuacijos kelias	žalia	
	jūs esate čia (plano vieta)	žalia	balta

Paveikslas 7.8.2. Evakuacijos plano sutartiniai ženklai

8. APLINKOSAUGINIS VERTINIMAS

Aplinkosauginis vertinimas plačiąją prasme apima vertinimą per visą gaminio būvio ciklą (nuo žaliavų gavimo iki atliekų šalinimo). Pagrindiniai būvio ciklo įvertinimo principai yra apibrėžti nacionaliniuose standartuose (LST EN ISO 14040:2007; LST EN ISO 14044:2007). Proceso ar produkto vertinimas būvio ciklo požiūriu yra išsamus ir reikalaujantis daug laiko ir išteklių sąnaudų procesas. Todėl šioje aplinkosaugos vertinimo dalyje yra vertinama tik panaudotų alyvų perdirbimo įrenginio darbo metu daromas poveikis aplinkai.

Alyvos atliekos – mineralinė, pusiau sintetinė ar sintetinė tepimo arba pramoninė alyva, nebetinkama naudoti pagal pirminę paskirtį, pavyzdžiui, naudota vidaus degimo variklių ir pavarų dėžių alyva, tepimo alyva, turbinų, hidraulinė alyva.

Panaudotų alyvų perdirbimo įrenginyje AB „Lietuvos geležinkeliai“ yra perdirbamos trijų lokomotyvų variklių alyvų atliekų mišinys. Šių panaudotų sintetinių alyvų mišinys pasižymi oda ir akis dirginančiomis savybėmis, toksiškumu vandens organizmams (gali sukelti ilgalaikius nepalankius vandens ekosistemų pakitimus). Tačiau yra chemiškai stabilios ir neaktyvios medžiagos jei yra laikomasi jų naudojimo ir laikymo sąlygų.

Naudojant vakuuminę distiliaciją, kaip perdirbimo būdą, siekiama sumažinti alyvų atliekų peleningumą, kuris yra reglamentuojamas „Atliekų deginimo aplinkosauginiuose reikalavimuose“ (AM Nr. 699 2002-12-31). Jie pakeitė 2002 metais netekusį galios aplinkosauginį normatyvinį dokumentą LAND 19-99 „Pagrindiniai atliekų deginimo reikalavimai“. Šie nauji reikalavimai nustatyti siekiant išvengti ar kiek įmanoma sumažinti neigiamą atliekų deginimo poveikį aplinkai, ypač teršalų emisiją į aplinkos orą, dirvožemį, paviršinius ir gruntinius vandenius iš atliekų deginančių įrenginių, ir su tuo susijusią riziką žmonių sveikatai.

Lentelė 8.1. Duomenys apie naudojamą žaliavas

Žaliavos pavadinimas	Kiekis naudojant objektą, t/metus	Cheminės medžiagos klasifikavimas ir ženklavimas ¹⁶		
		Kategorijos pavadinimas	Pavojaus nuoroda	Rizikos frazės, saugumo frazės
1	2	3	4	5
M-14G2CS	66	2710 19 81 35	Xi	R38 R41 R43 R51 R53
CAT DEO	66	2710 19 81 22	Xi	R38 R41 R51/53
Q8 T860	68	2710 19 81 106	Xi	R36/38-51/53; S:13-26-24/25

¹⁶ Duomenys yra paimti iš literatūros sąrašo [3]

Aukščiau išvardintos alyvos priklauso dirginančių (Xi) medžiagų pavojaus grupei.

Rizikos frazių pagal Direktyvas 67/548/EEB ir 1999/45/EB: R36/38 – Dirgina akis ir odą, R41 – Gali smarkiai pažeisti akis; R43 – Gali sukelti alergiją susilietus su oda; R51/53 – Toksiška vandens organizmams/gali sukelti ilgalaikius nepalankius vandens ekosistemų pakitimus.

Saugos frazės pagal Direktyvas 67/548/EEB ir 1999/45/EB: S13 – Laikyti atokiau nuo maisto, gėrimų ir gyvulių pašaro; S24/25 – Vengti patekimo ant odos ir į akis; S26 – Patekus į akis, nedelsiant gerai praplauti vandeniu ir kreiptis į gydytoją.

Lentelė 8.2. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius

Produkcija		Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai		
Pavadinimas	Kiekis per metus	Pavadinimas	Kiekis per metus	Šaltiniai
Sumažinto peleningumo alyva	180 m ³	Elektros energija	-	Lokaliniai elektros tinklai
		Dyzelinas		AB „ORLEN Lietuva“
		Vanduo		Miesto vandentiekis

Alyvų mišinys yra distiliuojamas vakuume, distiliato išeiga 90 proc. Tokio proceso metu gaunamos panaudotos alyvos peleningumas sumažėja nuo 1% iki 0,004%.

Elektros energija reikalinga siurblių ir elektros krosnies paleidimui, pastato apšvietimui.

Dyzelinas naudojamas kaip autocisternų kuras, kuriomis bus atvežama žaliavą į požemines žaliavos surinkimo talpas.

Lentelė 8.3. Panaudotos alyvos perdirbimo įrenginio sąlygojama fizikinė ir biologinė tarša

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis	Priemonės taršai mažinti
Triukšmas	Vakuuminis siurblys	1	72 dB(A)	Įrengti išmetamo oro duslintuvą

Kadangi įrenginio našumas nėra didelis, tai į įrenginį įeinančių aparatų keliamas triukšmas neviršys reglamentuoto triukšmo lygio 60 dB(A). Po išmetamo oro duslintuvo įrengimo vakuuminio siurblio triukšmo lygis taip pat neviršys nustatytos ribos.

Lentelė 8.4. Atliekos, atliekų tvarkymas

Technologinis procesas	Atliekos pavadinimas	Atliekų kiekis per metus	Atliekų agregatinė būseną	Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą
1	2	3	4	5
Vakuuminė distiliacija	Panaudotos alyvos vakuuminis likutis	20 m ³	Skystis	13 02 07 ¹⁷

Atliekų pavojingumas	Atliekų saugojimo objekte laikymo sąlygos	Atliekų saugojimo objekte didžiausias kiekis	Numatomi atliekų tvarkymo būdai
6	7	8	9
Dirginanti	Sandėliavimas	20 m ³	Pardavimas utilizacijai

Vakuuminės distiliacijos likutis – tai klampus skystas aukšto peleningumo (10 proc.) panaudotos alyvos likutis. Jis sudarys 10 proc. nuo žaliavos kiekio ir bus surenkamas į požemines talpas, kur bus laikomas iki 1 metų (pagal „Atliekų tvarkymo taisyklių“ [14] nurodytus terminus). Praėjus šiam terminui – pridodamas pavojingų atliekų tvarkytojams.

Lentelė 8.5. Naudojamo vandens balansas

Vandens tiekimo šaltinis	Vandens naudojimo sritys	Didžiausiai paros debitas m ³ per dieną	Vidutinis kiekis per 3 mėnesius ¹⁸ , m ³	Taupymo ir apsaugos priemonės
1	2	3	4	5
Geriamas vanduo	Buitinės reikmės	5	460	-

Vanduo AB „Lietuvos geležinkelių“ panaudotų alyvų perdirbimo įrenginyje bus naudojamas tik buitiniams reikmenims: patalpų valymui bei darbuotojų poreikiams.

Panaudotų alyvų vakuuminės distiliacijos įrenginys suprojektuotas taip, kad visos skystosios atliekos patenką į požeminę distiliacijos likučio surinkimo talpą. Todėl nagrinėjamo proceso metu nesusidaro nuotekų, galinčių pakenkti aplinkos saugumui.

Oro srautai ištekantys iš vakuuminio siurblio bei talpų alsuoklių išmetami tiesiogiai į atmosferą, nesudarydami pavojaus aplinkai ir žmonių sveikatai bei neviršijant reglamentuojamų normų.

¹⁷ Atliekų kodas buvo paimtas iš literatūros sąrašo pateiktoje nuorodos [2]

¹⁸ Laikotarpis yra trys mėnesiai, nes toks yra panaudotų alyvų įrenginio pakeidimo laikotarpis per metus

Iš aukščiau pateiktų duomenų galima daryti išvada, kad panaudotų lokomotyvų variklių alyvų perdirbimo įrenginys darbo metu nedaro reikšmingo poveikio aplikai. Tačiau vakuuminės distiliacijos proceso metu susidaręs likutis turi būti perduotas utilizavimui specialioms tarnyboms.

9. IŠVADOS

1. Atlikti laboratorijoje moksliniai tyrimai parodė, kad efektyviausias metodas kuro peleningumui sumažinti yra vakuuminė distiliacija. Taikant šį procesą panaudotų lokomotyvų variklių atliekų peleningumas sumažėja iki 0,004 %, kad pilnai tenkina reikalavimuose [1] nurodytą iki 0,4 % pelenų kiekio ribą.
2. Pagal baigiamojo darbo užduotį suprojektuotas 150 l/h našumo įrenginys, perdurbantis vakuuminės distiliacijos būdu apytiksliai 200 m³ alyvų atliekų per tris eksploataavimo mėnesius.
3. Sudarytas lokomotyvų depo naftos produktų sandėlio vidaus statybų darbų planas.
4. Parinkti ir apskaičiuoti pagrindiniai įrenginio aparatai, nustatyti kaštai jiems įsigyti.
5. Organizuotas gamyklos 12 val. darbuotojų darbo grafikas, atsižvelgiant į teisinius reikalavimus bei įrenginio našumą. Įvertinta profesinė rizika, numatytos jos prevencijos ir mažinimo priemonės, tokios kaip asmens apsaugos priemonės, darbo rotacija, pertraukos. Išnagrinėtos darbuotojų saugos gamyboje užtikrinimo priemonės ir įranga.
6. Atliktas įrenginio aplinkosauginis vertinimas, kuris parodė, kad projektuojamas objektas nesudarys neigiamos įtakos aplinkai.
7. Ekonominiai diegiamos technologijos skaičiavimai parodė, kad projektą yra tikslinga įgyvendinti – atsipirkimo laikas keturi metai.

10. BIBLIOGRAFINIS APRAŠAS

Elektroninė nuoroda:

1. „Lietuvos Respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skystojo kuro privalomieji kokybės rodikliai“ (patvirtinti LR energetikos ministro, LR aplinkos ministro ir LR susisiekimo ministro 2010 m. gruodžio 22 d. įsakymu Nr. 1-348/D1-1014/3-742).
http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=389888&p_tr2=2

Knygos:

2. Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А. И. Ушаков, В. Шергалис. Моторные масла: Производство. Свойства. Классификация. Применение. ISBN 5-7713-0028-4 Москва-СПб: Альфа-Лаб, 2000. -272 с.

3. Virgilijus Barauskas, Vytautas Mickevičius, Linas Miknius. Naftos ir jos produktų analizė. Mokomoji knyga. ISBN 955-09-780-9 Kaunas: Leidykla „Technologija“, 2011. - 83 psl.

4. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. ISBN 5-7245-0514-2 Л.: Химия, 1991. – 352 с.

5. Zenonas Valančius, Dalia Nizevičienė, Odeta Viliūnienė, Jolanta Solnyšskienė, Inga Stasiulaitienė. Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. ISBN – 978-609-02-1046-8 Kaunas: Leidykla „Technologija“, 2013. – 78 psl.

Elektroninės nuorodos:

6. http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=240497&p_query=&p_tr2=2 Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas „dėl sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklių“.

7. <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=TAR.5B121E9A63FD> Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas dėl profesinės rizikos bendrųjų vertinimo nuostatų.

8. <http://infochema.gamta.lt/infochema/changeSite.do?siteId=1> – Cheminių medžiagų ir preparatų duomenų bazė.

9. http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=233936 „Specialių patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklės“.

10. <http://www.manoenergija.lt/2-zaib.-apsaug.-zonos-skaic.html> - žaibolaidžio skaičiuoklė.

11. http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_1?p_id=233936 „Specialių patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklės“.
12. http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=240497&p_query=&p_tr_2= Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas „dėl sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklių“.
13. http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=379704&p_query=&p_tr_2= Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie vidaus reikalų ministerijos direktoriaus įsakymas dėl priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2005 m. vasario 18 d. įsakymo nr. 64.
14. <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=TAR.D3D241048062> Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. liepos 14 d. įsakymo Nr. 217 "Dėl Atliekų tvarkymo taisyklių“.