



Kauno technologijos universitetas
Cheminės technologijos fakultetas

Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas

Baigiamasis magistro projektas

Tomas Čaplisnkas
Projekto autorius

Doc. dr. L. Miknius
Projekto vadovas

KAUNAS, 2021



Kauno technologijos universitetas
Cheminės technologijos fakultetas

**Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo
prailginimas**

Baigiamasis magistro projektas
Chemijos inžinerija (6211EX020)

Konsultantai

Prof. dr. Irena Pekarskienė
Ekonominiai skaičiavimai

Doc. dr. Dalia Nizevičienė
Darbuotojų sauga ir sveikata

Prof. dr. Gintaras Denafas
Aplinkosauginis vertinimas

Lekt. dr. Odeta Viliūnienė
Statybiniai ir techniniai sprendimai

Tomas Čaplinskas
Projekto autorius

Doc. dr. Linas Miknius
Vadovas

Prof. dr. Vytautas Mickevičius
Recenzentas

KAUNAS, 2021



Kauno technologijos universitetas
Cheminės technologijos fakultetas
Tomas Čaplinskas

**Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo
prailginimas**
Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

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

Tomas Čaplinskas

Patvirtinta elektroniniu būdu



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
Prof. dr. K. Baltakys

Suderinta:
Organinės chemijos katedros vedėja
Dr. E. Arbačiauskienė

Dekano potvarkis Nr. Nr. ST18-F-02-03
2021 m. balandžio mėn 15d.

2021 m. sausio mėn 21d.

Baigiamojo magistro projekto užduotis

| | |
|-----------------------------|--|
| Projekto tema | Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas |
| Darbo tikslas ir uždaviniai | Darbo tikslas – Prailginti gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinį laikotarpį. Projekto uždaviniai ir reikalavimai: <ul style="list-style-type: none">• pagal AB „Orlen Lietuva“ suteiktus visbrekingo įrenginio darbo duomenis iširti visbrekingo konversijos priklausomybę, nuo skirtingų žaliavinių naftų.• nustatyti kokiu žaliaviniu naftų mišiniu visbrekingo įrenginys dirba palankiausiomis sąlygomis.• atlikti projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus.• numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti.• nubraižyti statybos teritorijos planą ir suprojektuoti gamybines patalpas; atlikti proceso aplinkosauginį vertinimą |
| Reikalavimai ir sąlygos | Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanu 2021 m. vasario 24 d. potvarkiu Nr. V25-02-03 patvirtintuose „Pirmosios pakopos Cheminė technologija ir inžinerija ir antrosios pakopos Chemijos inžinerija studijų programų baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodiniuose reikalavimuose“. |
| Vadovas / Vadovė | Doc. dr. Linas Miknius (vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas) 2021-01-20 (data) |

Užduotį gavau: Tomas Čaplinskas
(studento vardas, pavardė)

2021-01-20
(parašas, data)

Čaplinskas Tomas. Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas Doc. Dr. Linas Miknius; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): Inžinerijos mokslai / chemijos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: *Visbregingas, tarpregeneracinis laikotarpis, konversija.*

Kaunas, 2021. 77 p.

Santrauka

Šiame magistro baigiamajame projekte suprojektuotas gudrono visbrekingo įrenginys kurio tarpregeneracinis laikotarpis yra 1,5 metų. Darbe yra pateikti duomenys apie proceso metu perdirbamas žaliavas bei produktas užtikrinant geriausias galimas išeigas. Remiantis šiais duomenimis suprojektuota įrenginio technologinė linija, užtikrinanti 250t/h gudrono žaliavos debitą. Suprojektuota įrenginio operatorinė, bei sklypas parodantis įrengimų išdėstymą. Projekte yra pateikiami įmonės ekonominio bei finansinio skaičiavimo duomenys, įvertinta galima ir esama darbuotojų sveikatos rizika, bei atliktas aplinkosauginis vertinimas.

Čaplinskas Tomas. Extension of Operational Mode of Short Residue Visbreaking Unit. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. Prof. Dr. Linas Miknius. Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

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

Key words: Visbreaker, intergenerational period, yeald.

Kaunas, 2021. 77 pages.

Summary

In this master's final degree project, a tar visbreaker with an inter-regeneration period of 1.5 years has been designed. The paper presents data on the raw materials and the product processed during the process, ensuring the best possible yields. Based on this data, the technological line of the device, which ensures the flow of 250 t / h raw material, has been designed. The operating room of the device has been designed, as well as the plot showing the layout of the equipment. The project provides data on the company's economic and financial calculations, assesses the potential and existing health risks of employees, and performs an environmental assessment.

Turinys

| | |
|---|----|
| ĮVADAS..... | 12 |
| 1. LITERATŪROS APŽVALGA | 13 |
| 1.1. Technologiniai ryšiai | 13 |
| 1.2. Visbrekingo įrenginys..... | 13 |
| 1.3. Terminis krekingas | 14 |
| 1.4. Koksavimosi problema bei apribojimai..... | 15 |
| 2. TIRIAMOJI DALIS | 18 |
| 2.1 Ekspermento medžiagos ir metodika | 18 |
| 2.2 Tyrimo rezultatai | 18 |
| 2.2.1 Russian Export Brent Crude Oil..... | 19 |
| 2.2.2 Arab Light | 20 |
| 2.2.3 Arab Extra Light..... | 23 |
| 2.2.4 CPC Blend..... | 25 |
| 2.2.5 Brent..... | 27 |
| 2.3 Tyrimų rezultatų aptarimas | 29 |
| 3. INŽINERINĖ DALIS | 30 |
| 3.1 Technologinė dalis..... | 30 |
| 3.1.1 Inžineriniai sprendimai..... | 30 |
| 3.1.2 Medžiagų balansas | 33 |
| 3.1.3 Skaičiavimai vamzdinei krosniai | 34 |
| 3.1.4 Įrenginio technologinė schema..... | 39 |
| 3.2. Statybiniai sprendimai..... | 40 |
| 3.2.1. Bendrieji duomenys..... | 40 |
| 3.2.2 Architektūriniai, konstrukciniai, inžineriniai projektiniai sprendimai..... | 41 |
| 3.3 Finansinis ir ekonominis vertinimas | 42 |
| 3.3.1. Investicijos ir finansavimo šaltiniai | 43 |
| 3.3.2. Ilgalaikio turto vertės vertinimas..... | 44 |
| 3.3.3. Gamybos kaštai | 44 |
| 3.3.4. Netiesioginiai gamybos kaštai..... | 47 |
| 3.3.5. Veiklos kaštai | 49 |
| 3.3.6. Gaminių vertės skaičiavimas..... | 49 |
| 3.3.7. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai | 50 |

| | |
|---|----|
| 3.3.8. Investicijų efektyvumo įvertinimas | 51 |
| 3.3.9. Lūžio taško skaičiavimas | 52 |
| 3.3.10 Investicijų atsipirkimo laikas | 52 |
| 3.3.11 Vidinės gražos normos skaičiavimas | 52 |
| 3.3.12 Grynosios esamosios vertės skaičiavimas | 53 |
| 3.3.13 Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas | 53 |
| 3.4. Aplinkosauginis vertinimas | 53 |
| 3.4.1. Bendrieji duomenys | 53 |
| 3.4.2. Fizikinė tarša | 54 |
| 3.4.3. Biologinė tarša | 54 |
| 3.4.4. Atliekos | 54 |
| 3.4.5. Vandens tiekimas ir nuotekų valymas | 55 |
| 3.4.6. Oro tarša | 56 |
| 3.4.7. Apibendrinimas | 57 |
| 4. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA | 57 |
| 4.1. Projektuojamo objekto charakteristika | 57 |
| 4.2. Profesinės rizikos vertinimas | 57 |
| 4.3. Saugi gamyba | 60 |
| 4.4. Darbo higiena | 61 |
| 4.5. Gaisrinė sauga | 62 |
| IŠVADOS | 64 |
| LITERATŪRA | 65 |
| PRIEDAI | 67 |

Lentelių sąrašas

| | |
|--|----|
| 2.2.1 lentelė. Rebco naftos suvestinė..... | 20 |
| 2.2.2 lentelė. Arab light naftos suvestinė..... | 22 |
| 2.2.3 lentelė. Arab extra light naftos suvestinė..... | 24 |
| 2.2.4 lentelė. CPC Blend naftos suvestinė..... | 26 |
| 2.2.5 lentelė. Brent naftos suvestinė..... | 28 |
| 3.1.1 lentelė. Visbrekingo medžiagų balansas prieš modernizaciją..... | 33 |
| 3.1.2 lentelė. Visbrekingo medžiagų balansas po modernizacijos..... | 33 |
| 3.2.1 lentelė. Pradiniai duomenys..... | 34 |
| 3.2.2 lentelė. Šiluminio našumo rezultatai..... | 35 |
| 3.2.3 lentelė. Suskaičiuoti ir gauti šilumos nuostoliai..... | 35 |
| 3.2.4 lentelė. Deginamo kuro sudėtis procentiniais..... | 35 |
| 3.2.5 lentelė. Elementinė kuro sudėtis išreikšt procentais..... | 35 |
| 3.2.6 lentelė. Naudojamų kuro dujų informacija..... | 36 |
| 3.2.7 lentelė. Degėsių kiekis ir jų šiluminės vertės..... | 36 |
| 3.2.8 lentelė. Deguonies kiekis reikalingas palydovinių degiklių liepsnos palaikymui..... | 36 |
| 3.4.2 lentelė. Naudojamų žaliavų duomenys..... | 53 |
| 3.4.2 lentelė. Gaunamų produktų duomenys..... | 53 |
| 3.4.3 lentelė. Energetiniai ištekliai..... | 54 |
| 3.4.4 lentelė. Fizikinės taršos duomenys..... | 54 |
| 3.4.5 lentelė. informacija apie atliekų tipą ir kiekius..... | 55 |
| 3.4.6 lentelė. Procese naudojamas vandens balansas..... | 55 |
| 3.4.7 lentelė. Įrenginio nuotekų ir teršalų balansas..... | 55 |
| 3.4.8 lentelė. oro taršos šaltinių ir teršalų išmetimų kiekybines charakteristikos..... | 56 |
| 4.1.1 lentelė. Produktų pavojingos cheminės savybės..... | 57 |
| 4.1.2 lentelė. Fizikinių, fizinių ir ergonominių veiksnių identifikavimas..... | 58 |
| 4.1.3 lentelė. Įrengimų pavojingumo kategorijos gaisro ir sprogitu atžvilgiu..... | 59 |

Iliustracijų sąrašas

| | |
|---|----|
| 1.1 pav. Supaprastinta visbrekingo įrenginio schema. [4] | 13 |
| 1.2 pav. kokso susidarymo schema. [1] | 15 |
| 1.3 pav. kokso sancaupos ant kolonos kopetėlių. [1] | 16 |
| 1.4 pav. kokso sancaupos ant šilumokaičio vamzdelinio pluošto. [4] | 16 |
| 2.1 pav. mėginys su 2500 μm^2 kokso dalelių. [14] | 18 |
| 2.2 pav. mėginys su 18500 μm^2 kokso dalelių. [14] | 18 |
| 2.3 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi | 19 |
| 2.4 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 19 |
| 2.5 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 20 |
| 2.6 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi | 21 |
| 2.7 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 21 |
| 2.8 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 22 |
| 2.9 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi | 23 |
| 2.10 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 23 |
| 2.11 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 24 |
| 2.12 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi | 25 |
| 2.13 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 25 |
| 2.14 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 26 |
| 2.15 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi | 27 |
| 2.16 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 27 |
| 2.17 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies | 28 |
| 3.1.1 pav. Vamzdinė krosnis | 31 |
| 3.1.2 pav. Supaprastintas dujinės linijos scheminis atvaizdavimas | 32 |
| 3.3.1 pav. Projekto rentabilumo kreivės | 51 |
| 4.1.1 pav. Evakuacijos planas | 62 |

Santrumpų sąrašas

AAP – Asmeninės apsaugos priemonės.
AB – Akcinė bendrovė;
AR – Atmosferinė rektifikacija;
VR – Vakuuminė rektifikacija;
VVF – Visbrekingo likučio vakuuminės rektifikacijos įrenginys;
VBR – Visbrekingo įrenginys;
DD – Dyzelinis distiliatas;
LDD – Lengvasis dyzelinis distiliatas;
SDD – Sunkusis dyzelinis distiliatas;
SD – Skilimo dujos;
BD – Benzininis distiliatas;
ŽD – Žibalinis distiliatas;
VD – Vakuuminis distiliatas;
VBRL – Visbrekingo likutis;
VG – Vandens garas;

IVADAS

Naftos perdirbimo gamyklose produktų pelnui pagal rinkos paklausą maksimizavimui, jau seniai yra stengiamasi gaminti kuo mažiau likutinių produktų, kurie turi mažesnę komercinę vertę todėl mažina įmonės rentabilumą. Naftos perdirbimo gamyklose, antriniuose termokataliziniuose frakcijų perdirbimo procesuose vykdomos cheminės angliavandenilių transformacijos, pakeičiant jų struktūrą, tokiu būdu pagerinant produktų eksploatacines savybes: didesnę oktanių skaičių, mažesnę stingimo temperatūrą, didesnę oksidacinį stabilumą ir kt. Kita antrinių naftos perdirbimo procesų grupė yra krekingas, kurio pagrindinis tikslas yra sumažinti žaliavos molekulinę masę ir tokiu būdu pagaminti papildomą šviesiųjų angliavandenilių kiekį, kurų paklausa naftos produktų rinkoje yra ženkliai didesnė nei didelės molekulinės masės žaliavos. Vienas iš šios grupės procesų yra visbrekingas – nekatalizinis termodestrukcinis procesas, kuris kaip žaliavą naudoja vakuuminės rektifikacijos likutį – gudroną. Šis, palyginti švelniomis sąlygomis vykdomas procesas yra naudingas keliais aspektais – sumažinama gudrono, kaip kūrenamojo mazutu klampa bei kiekis, o taip pat padidinama šviesiųjų naftos produktų kaip benzino, žibalo bei dyzelino frakcijų išeigos. Visbrekingas – palyginti pigus būdas pasiekti minėtus tikslus, o įrenginys ir šiomis dienomis eksploatuojamas moderniose naftos perdirbimo įmonėse. Tačiau gamyklos susiduria su viena šio įrenginio problema – proceso metu susiformavusio kokso nusėdimu ant perdirbimo aparatų vidinių paviršių, tokiu būdu sutrumpėjant eksploatacijos trukmei tarp įrenginio regeneracijos periodų. Teisingai sureguliuojant proceso parametrus ir naudojant tinkamai parinktas pagalbines medžiagas, šį periodą galima prailginti ir įmonės rentabilumą padidinti. Šio baigiamojo magistro **projekto tikslas** yra modernizuoti visbrekingo įrenginį prailginant jo tarpregeneracinį laikotarpį. Darbui atlikti paskirtos **užduotys** yra: atlikti visbrekingo žaliavų tyrimą, nustatant geriausią tinkamą žaliavą visbrekingo įrenginio darbui užtikrinti. Gamybos apimčiai užtikrinti bei visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio laikotarpio prailginimui pasiūlyti inžinerinius sprendimus. Nubraižyti ir aprašyti projektuojamo įrenginio sklypo, operatorinės bei technologinės linijos brėžinius. Atlikti ekonominį ir finansinį vertinimą. Atlikti įrenginio aplinkosauginį vertinimą. Atlikti profesinės darbo rizikos saugos vertinimą.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Technologiniai ryšiai

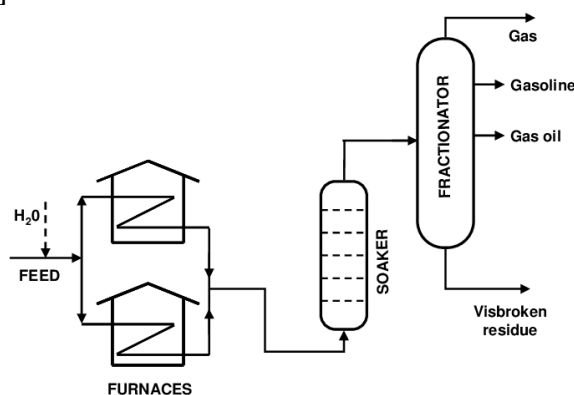
Naftos perdirbimo įmonėse žaliavinė nafta pirmiausiai yra tiekama į elektro dehidratorius, juose nafta yra išvaloma nuo naftoje ištirpusių pašalinių medžiagų, tokių kaip druskos ir vanduo. Nuo nepageidajamų priedų išvalyta nafta yra tiekama į atmosferinės rektifikacijos įrenginį, šiame įrenginyje nafta yra išskirstoma į produktų frakcijas pagal jų virimo temperatūras [1]:

- Mažiau už 30 °C dujos;
- 30 - 180 °C benzinas;
- 180 - 260 °C žibalas;
- 260 - 350 °C dyzelinas;
- Daugiau už 350 °C mazutas.

Mazutas gautas atmosferinės rektifikacijos įrenginyje yra tiekiamas į vakuuminės rektifikacijos įrenginį žaliavos perdirbimui sumažintame slėgyje. Šio įrenginio apatinis kolonos produktas yra gudronas – tai žaliava visbrekingo įrenginiui. [2]

1.2. Visbrekingo įrenginys

Įrenginys kurio žaliava yra vakuuminės rektifikacijos proceso apatinis produktas – gudronas. Visbrekinge gudronas yra veikiamas aukšta temperatūra su tikslu sumažinti jo klampą bei gauti papildomus lengvuosius produktus – dyzeliną, žibalą, benzina, skilimo dujas. Įrenginyje žaliava yra pašildoma iki aukštos temperatūros (450-520 °C), dėl aukštos temperatūros vyksta terminis krekingas – naftos produktai pradeda skilti sudarydami mažesnės molekulinės masės naftos produktus, bei koksą. Termiškai apdorota žaliava yra atvėsinama iki ~350°C ir patenka į visbrekingo rektifikacijos koloną, joje yra atskiriami skirtingi produktai pagal jų frakcijas. Dujos iš visbrekingo kolonos viršaus keliauja į dujų valymo įrenginius ir yra tiekiamos į įmonės dujų tinklą. Benzinas, žibalas ir dyzelinas keliauja į hidrovalymo įrenginius kuriuose produktai yra išvalomi nuo juose esančios sieros. Visbrekingo kolonos apačios likutinis produktas įprastai yra tiekiamas į visbrekingo likučio vakuuminės rektifikacijos įrenginį, šiame įrenginyje visbrekingo likutis yra perdirbamas sumažintame slėgyje, tokiu būtu iš likučio yra gaunami papildomi produktai. [4], [5], [6], [8]



1.1 pav. Supaprastinta visbrekingo įrenginio schema. [4]

Įprastai pasaulyje yra naudojami dviejų rūšių visbrekingo įrenginiai „Coil“ ir „Soaker“. „Coil“ tipo visbrekingo įrenginiuose gudronas yra pakaitinamas aukšta temperatūra krosnyse >500 °C.

Pagrindinės terminio krekingo reakcijos dėl žaliavos perkaitinimo vyksta įrenginio krosnies gyvatukuose. Po žaliavos pašildymo krosnyse ji yra iškarto atvėsinama ir patenka į reaktifikacijos koloną. Pagrindinis ritės tipo konstrukcijos privalumas yra dviejų zonų kūrenamoji krosnis, kuri leidžia geriau kontroliuoti kaitinamą medžiagą, nei naudojant „Soaker“ tipo konstrukciją, tokios sistemos valymas yra paprastesnis ir atliekamas naudojant garą, orą, azotą dideliu slėgiu pučiant krosnies gyvatukus. Didelės šios konstrukcijos pranašumas yra didesnė galima žaliavos pašildymo temperatūra, kuri leidžia gauti didesnę lengvųjų produktų konversiją. [4], [5], [6], [8]

„Soaker“ tipo visbrekingo įrenginiuose gudronas yra pašildomas mažesne temperatūra ~400 °C dėl to yra pasiekiamas mažesnis konversijos laipsnis krosnyse. Po žaliavos pašildymo krosnyse ji yra tiekama į reaktorių, čia žaliava yra užlaikoma didesnį laiko tarpą, todėl pasiekama geresnė koversija. Po reaktorių žaliava atvėsinama prieš patenkant į reaktifikacijos koloną. Reaktoriaus tikslas įrenginyje yra prailginti laiko tarpą kuomet žaliava yra aukštos temperatūros prieš tiekiant žaliavą į visbrekingo reaktifikacijos koloną. Dirbant su „Soaker“ tipo visbrekingu reikia gerai numatyti karštos žaliavos užbuvimo laiką prieš jai patenkant į koloną. Toks visbrekingo tipas leidžia sutaupyti ant naudojamų kuro sąnaudų. Pagrindinis „Soaker“ proceso trūkumas yra reaktoriaus išjungimas remonto metu, nors reaktoriaus konstrukcijos reikalavimai nėra sudėtingi, tačiau norint, kad jis būtų suprojektuotas, reikia daugiau išlaidų kokso valymui iš įrangos bei kokso išvežimui ir tvarkymui. Įprasta kokso pašalinimo iš reaktoriaus praktika yra išplaunant jį aukšto slėgio vandeniu, tokiu būdu gaunant nemažą kiekį kokso turinčio vandens, kurį reikia tvarkyti, filtruoti ir vėl perdirbti naudoti. Žemesnė temperatūra, naudojama „Soaker“ tipo visbrekinge, reiškia, kad šie įrenginiai sunaudoja mažiau degalų. Tais atvejais, kai naftos perdirbimo gamykla perka kurą proceso operacijoms palaikyti, bet koks kuro sąnaudų taupymas gali būti nepaprastai naudingas. Tokiais atvejais gali būti naudinga naudoti tokį visbrekingą „Soaker“ procesas yra tinkamas katilų kuro gamybai, naudojant likučių (atmosferos likučių, vakuuminių likučių ar tirpiklių deasfaltatorių dugnų) klampumą, maksimaliai gaminant distiliatus. Pagrindinė proceso konfigūracija apima krosnį, reaktorių ir fracionavimo įrenginius, o pastaruoju metu - vakuuminį visnbrekingo likučio perdirbimo įrenginį (VVF), skirtą išgauti daugiau distiliato produktų iš gauto katilų kuro. VVF įrenginys yra pajėgus iš visbrekingo likučio išgauti frakcijas kurių virimo temperatūra yra iki maždaug 520 °C.

Kalbant apie produkto išėigas, yra nedaug skirtumų tarp šių dviejų variantų. Tačiau kiekvienas iš jų suteikia reikšmingų pranašumų tam tikrose situacijose. Pavyzdžiui, krekingo reakcija sudaro koksą kaip šalutinį produktą. Apsilaužus krosnies ritėms, tai kenkia krosnies vamzdeliams ir galiausiai lemia vamzdžių užteršimą ar užblokavimą, o reaktoriuose kaupiasi kokso sąnaudos, kas lemia slėgio perkryčio padidėjimą per juos bei kokso sankaupas vamzdynuose bei reaktoriuje. [4], [5], [6], [8]

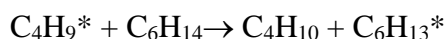
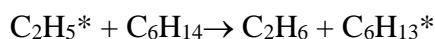
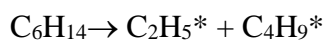
1.3. Terminis krekingas

Terminis krekingo procesas naftos produktų likučių panaudojimui buvo naudojamas jau seniai ir vis dar vaidina svarbų vaidmenį šiuolaikinėje naftos perdirbimo gamykloje atnaujinant sunkiuosius likučius ir gerinant naftos perdirbimo gamyklos ekonomiką gaminant lengvesnius distiliatus ir kitus vertingus produktus. Terminio krekingo metu susidaro asfaltenai. Asfaltenai terminio krekingo metu skyla paskutiniai, o kartais žaliavoje esantys asfaltenai lieka nepakitę, papildomi asfaltenai gali susidaryti dėl antrinių polimerizacijos reakcijų. [6]

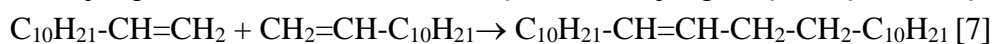
Reakcijos vykstančios terminio krekingo metu:

- Šalutinių grandinių laisvos aromatinės grupės įtrūkimai
- Naftenų dehidrinimas, kad susidarytų aromatiniai junginiai.
- alifatinis kondensatas, kad susidarytų aromatiniai junginiai.
- Aromatinių medžiagų kondensatas, kad susidarytų aukštesni aromatai.
- dimerizacija arba oligomerizacija [5]

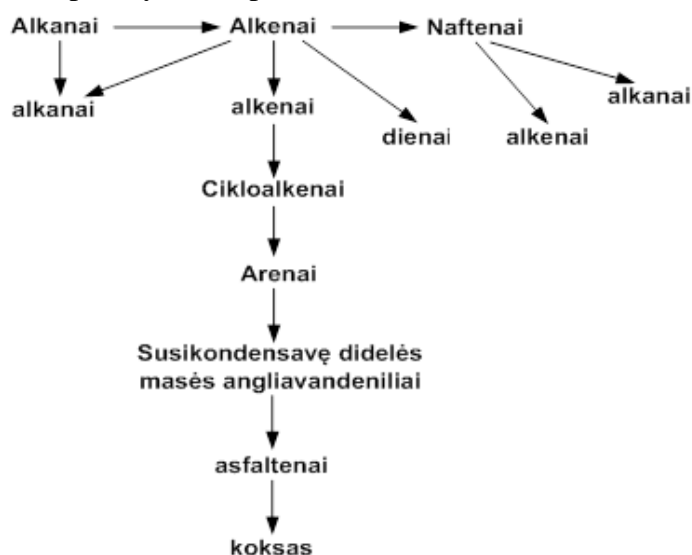
Schematinis reakcijų pavaizdavimas:



Terminio krekimo metu dažniausiai susidaro koksas. Koksas yra galutinis olefinų polimerizacijos reakcijos produktas kuomet dvi olefinų molekulės jungiasi į vieną olefininę molekulę.



Schematinis pavaizdavimas parodytas 1.2 pav.



1.2 pav. kokso susidarymo schema. [1]

1.4. Koksavimo problema bei apribojimai

Trumpai tariant pats koksavimas yra įrangos užterštumas koksų (naftos perdirbimo procesų nuosėdų kaupimasis, trukdantis šilumos perdavimui ir mažinantis energetinį pralaidumą). Sankaupos yra pagrindinė našumo sumažėjimo naftos perdirbimo gamyklose priežastis. Energija, prarasta dėl šio neefektyvumo, turi būti tiekama deginant papildomą kurą arba sumažinant gaunamus produktų kiekius. Nors daugiausia teršalų sukeliama sunkesnių angliavandenilių, tačiau nuosėdų kaupimuisi įtakos turi ir perdirbamos naftos, nedidelis nenustatytas procentas yra susijęs su korozija ir druskų nuosėdomis. [5], [6]



1.3 pav. kokso sankaupos ant kolonos kopetėlių. [1]

Užterštumas gali atsirasti „Soaker“ tipo visbrekingo reaktoriaus būgne, nors nudojama žemesnė temperatūra ir jis užsiteršia daug lėčiau. O krosnies tipo visbrekingui reikia dažnai valyti gyvatukus. „Soaker“ būgnams reikia skirti daug rečiau dėmesio, tačiau, kai jie neveikia, paprastai reikia visiškai sustabdyti įrenginį, kas gali brangiai kainuoti. [5], [6]

Tačiau pasikartojanti problema, susijusi su „Soaker“ įrenginiu yra būtinybė periodiškai ištuštinti reaktorių ir nesugebėjimas užlaikymo laiko procese lengvai prisitaikyti prie žaliavos kokybės pokyčių, nes reikia tiksliai sureguliuoti du proceso kintamuosius, temperatūrą ir buvimo laiką. Naujausi visbrekingo technologijos deriniai ir naujų „Coil“ dizaino funkcijų pridėjimas suteikė „Coil“ procesui konkurencinį pranašumą, palyginti su tradiciniu „Soaker“ procesu. Šildytuvo veikimo ilgio apribojimai nebėra problema tokiam visbreakeriui. „Coil“ šildytuvo konstrukcijos pažanga dabar leidžia izoliuoti vieną ar daugiau praėjimų per šildytuvą, kad būtų galima išvalyti atitinkamą vietą, todėl nebereikia uždaryti viso įrenginio, kad būtų galima išvalyti krosnį. Koksas gali nusėsti ir ant šilumokaičių, bei pačių vamzdinių skirtų visbrekingo likučio tiekimui. [7], [9]



1.4 pav. kokso sankaupos ant šilumokaičio vamzdelinio pluošto. [4]

Apskritai pagrindinis visbrekingo proceso ir visų terminų procesų apribojimas yra tas, kad produktai gali būti nestabilūs dėl nesočiųjų produktų. Pavyzdžiui, terminis krekingas esant žemam slėgiui sudaro olefinus ir di-olefinus, ypač benzino frakcijoje. Šie olefinai suteikia labai nestabilių produktą, kuris linkęs į antrines reakcijas, dėl kurios susidaro dervos ir asfaltenai, produktai būna netinkami naudojimui ir juos reikia pakartotinai perdirbti. Taip pat gauti produktai gali būti užteršti kokso dalelėmis ar asfaltenais, ko pasekoje juos reikia pakartotinai perdirbti tikintis, kad pakartotinio perdirbimo metu nuosėdos pateks į likutinius produktus. [1], [7], [8]

Distiliavimo likučių klampos sumažėjimas turi konversijos ribinę vertę t.y nors bendras produkto klampumas gali ir toliau mažėti, tačiau konversija dėl to nepagerės. Mažiausias neperdirbtų likučių klampumas gali būti už leistino virsmo ribų, jei pradeda formotis nuosėdos, jeigu įmonės katilų kuras yra limituotas pagal atitinkamą klampos vertę, tai gali tapti problema garo gaminimui įmonės

elektrinėse. Kai proceso tikslas yra grynai sumažinti klampą likutinis produktas gali būti skiedžiamas lengvesnėmis frakcijomis siekiant dar labiau sumažinti klampą. [7], [9], [10]

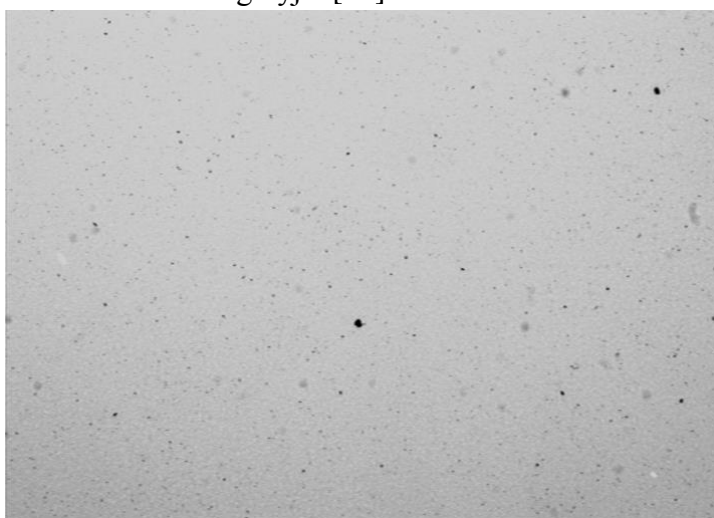
Nepaisant įvairių aukščiau išdėstytų apribojimų, visbrekingo įrenginys turi daug galimybių ir iš tikrųjų daugelyje pasaulio vietų išlieka svarbus ir palyginti nebrangus, likutinių produktų perdirbimo procesas. [2]

2. TIRIAMOJI DALIS

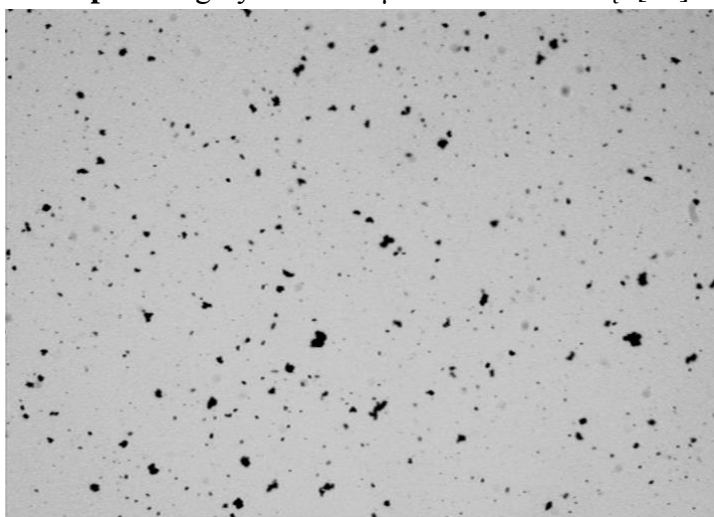
Tiriamosios dalies **tikslas yra** naudojantis naftos perdirbimo gamyklos „ORLEN Lietuva“ suteiktais duomenimis iširti visbrekingo apatinio produkto kokso dalelių kiekio įtaka perdirbant skirtingas žaliavas.

2.1 Eksperimento medžiagos ir metodika

Tiriamajai daliai atlikti buvo naudoti duomenys suteikti AB „Orlen Lietuva“ iš istorinių duomenų archyvo bei monitoringų apie visbrekingo darbą. Kokso dalelių skaičius iš esmės yra vidutinis kokso dalelių plotas tam tikrame tūryje visbrekingo likučio. Analizatorius ima eilę nuotraukų skirtingose mėginio vietose, kameros pagalba užfiksuoja juodas kokso dalelės, tada duomenys yra konvertuojami į kompiuteriui suprantamą formą ir apdorojami programinės įrangos pagalba. Programinė įranga surenka informaciją iš mėginio nuotraukų ir atlieka duomenų skaičiavimus. Gautas rezultatas - tai kokso kiekis mėginyje. [14]



2.1 pav. mėginys su 2500 μm^2 kokso dalelių. [14]



2.2 pav. mėginys su 18500 μm^2 kokso dalelių. [14]

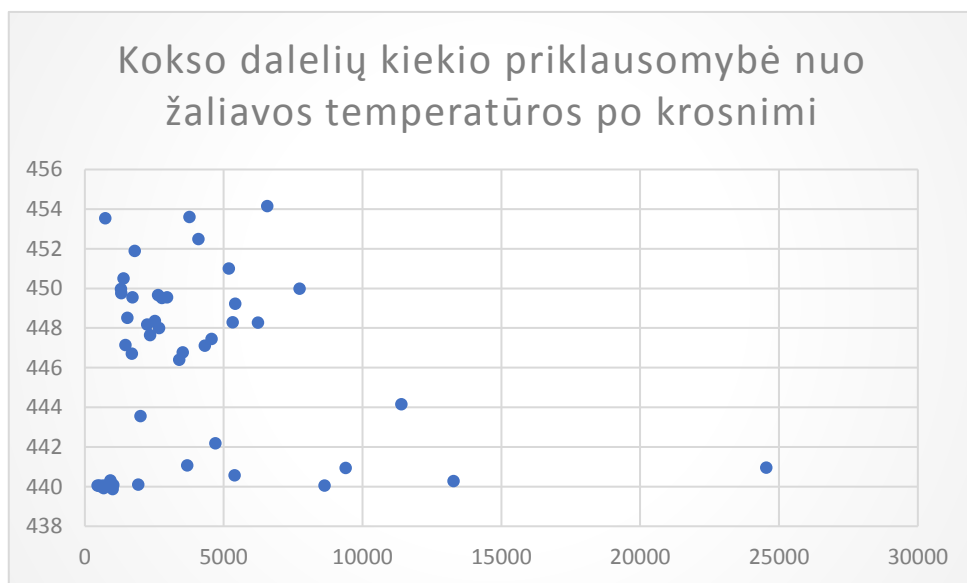
2.2 Tyrimo rezultatai

Sudaryti grafikai skirtingų naftų palyginimui su skirtais duomenimis pagal kokso dalelių kiekio priklausomybę nuo žaliavos temperatūros po krosnimi, kokso dalelių kiekio priklausomybę nuo žaliavos procentinės dalies, šviesiųjų produktų konversijos priklausomybę nuo žaliavos

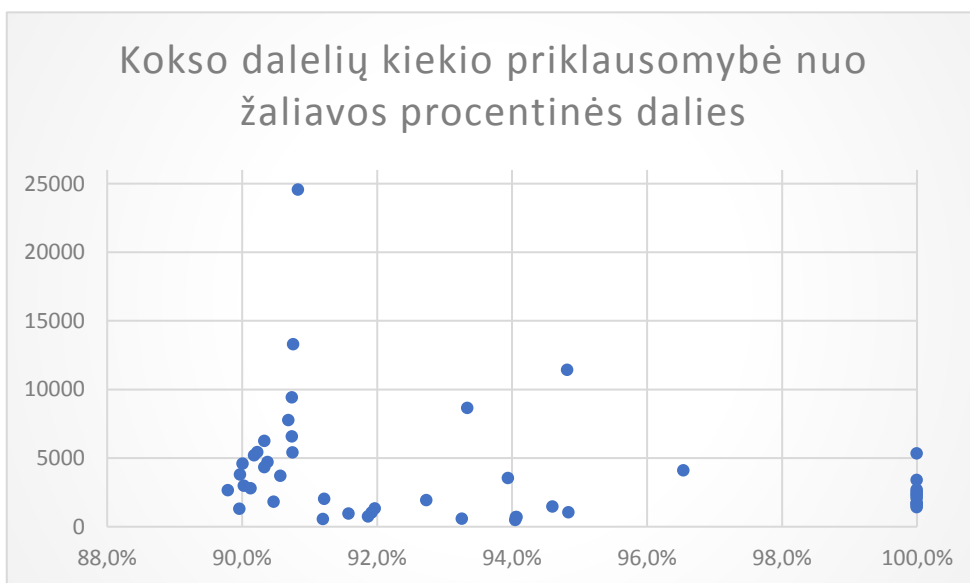
procentinės dalies. Duomenis susisteminti į lenteles ir yra lyginami su tikslu išsiaiškinti kurios naftos yra naudingiausi perdirbti visbrekingo įrenginyje.

2.2.1 Russian Export Brent Crude Oil

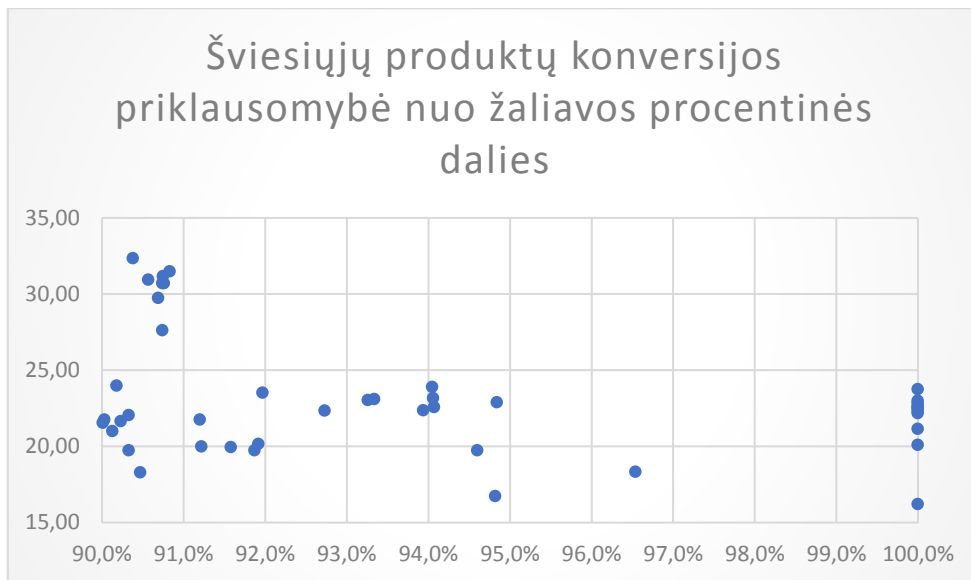
Naftos Mišinys susidartis sumaišant sunkią daug sieros turinčią naftą iš Uralo-Volgos regiono ir mažai sieringą naftą iš Vakarų Sibiro. Savo savybėmis REBCO yra panašus į „Urals“ prekės ženklą. Sieros kiekis naftoje iki 1,8% API*¹ 32. **REBCO pasirinkta nafta lyginimui su kitomis naftomis, nes jos buvo perdirbama didžiausiu procentu bendram naftų mišinyje (90-100%).**



2.3 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi



2.4 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies



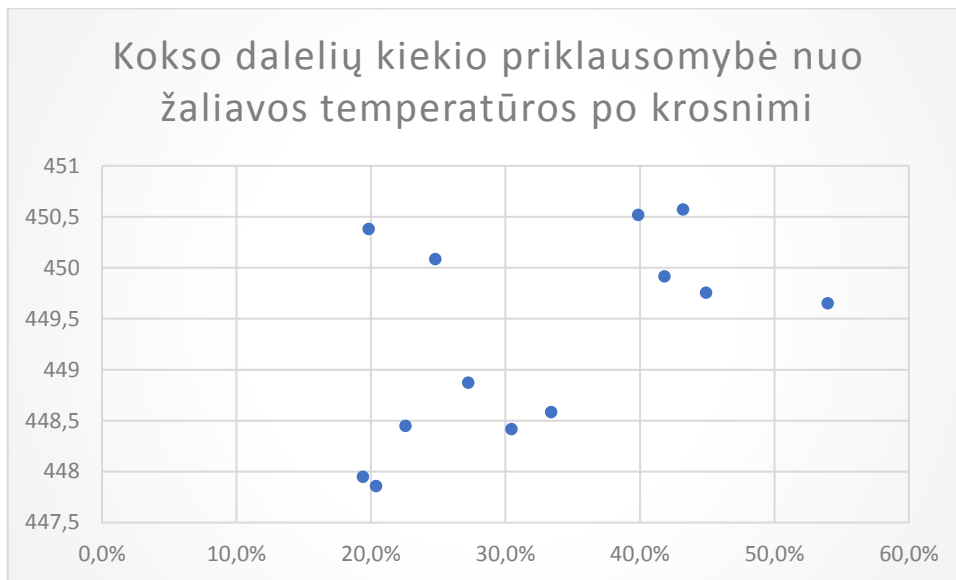
2.5 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies

2.2.1 lentelė. Rebcos naftos suvestinė.

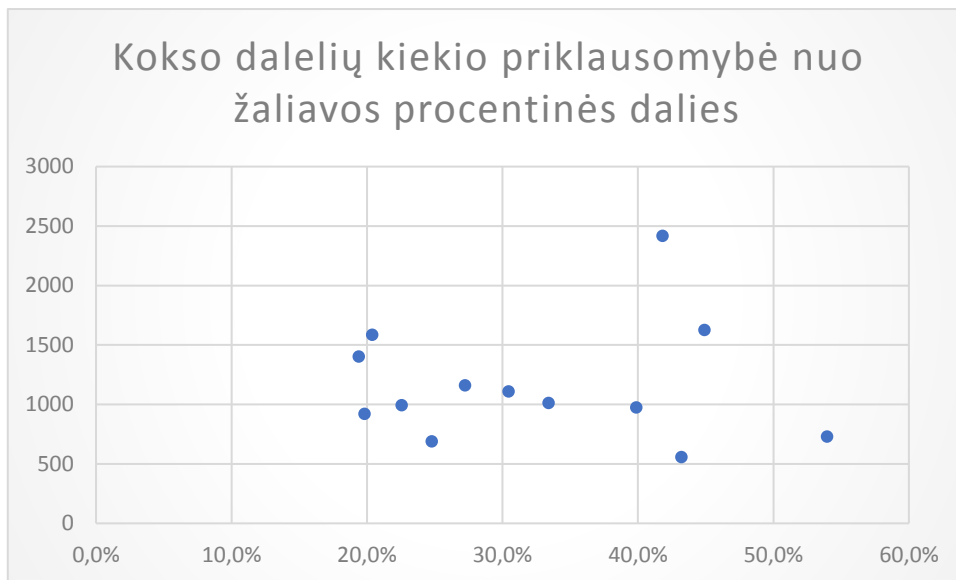
| REBCO | min | max | avrg |
|------------------------------------|-------|--------|--------|
| Perdirbamos naftos kiekis mišinyje | 90% | 100,0% | 93,54% |
| Kokso dalelių kiekis | 470 | 24550 | 3892 |
| Įrenginio plovimas t/h | 64,25 | 256,78 | 197,08 |
| Šviesiųjų produktų konversija | 16,21 | 32,37 | 22,88 |
| Temperatūra krosnimis po | 440,1 | 454,15 | 444,36 |
| Temperatūra kolonos įvade | 340,9 | 400,5 | 389,70 |

2.2.2 Arab Light

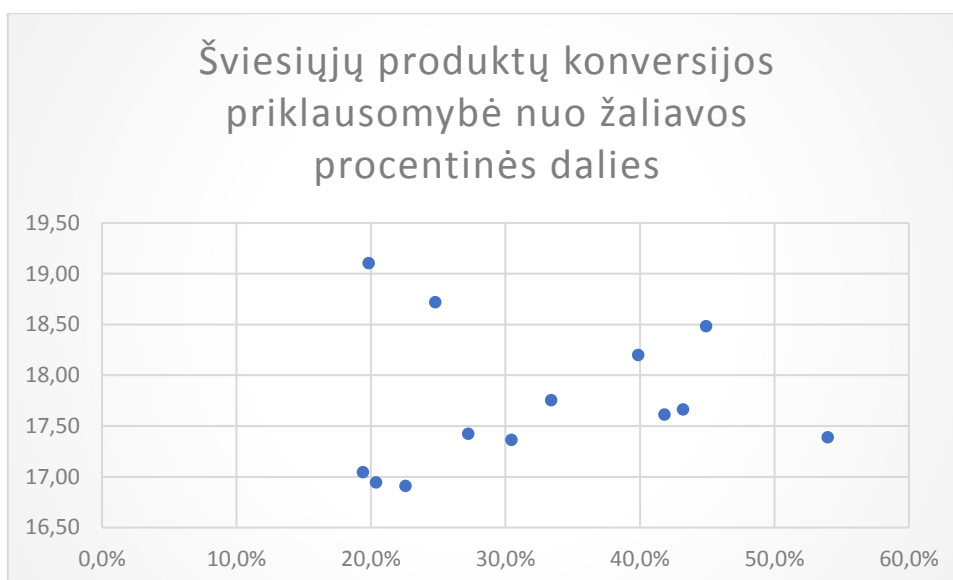
Naftų mišinys sudarytas iš daugelio Pietų Arabijos naftos grežinių, šis mišinys turi pakankamai daug sieros. Sieros kiekis 1,8% API 34.



2.6 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi



2.7 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies



2.8 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies

2.2.2 lentelė. Arab light naftos suvestinė.

| Arab light | min | max | avrg |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Perdirbamosnaftos kiekis mišinyje | 19,4% | 54,0% | 31,69% |
| Kokso dalelių kiekis | 556 | 1625 | 1061 |
| Įrenginio pkrovimas t/h | 150,46 | 162,29 | 156,17 |
| Šviesiųjų produktų konversija | 16,91 | 19,11 | 17,75 |
| Temperatūra po krosnimis | 447,9 | 450,57 | 449,25 |
| Temperatūra kolonos įvade | 396,8 | 398,2 | 397,11 |

Lyginant su Rebco:

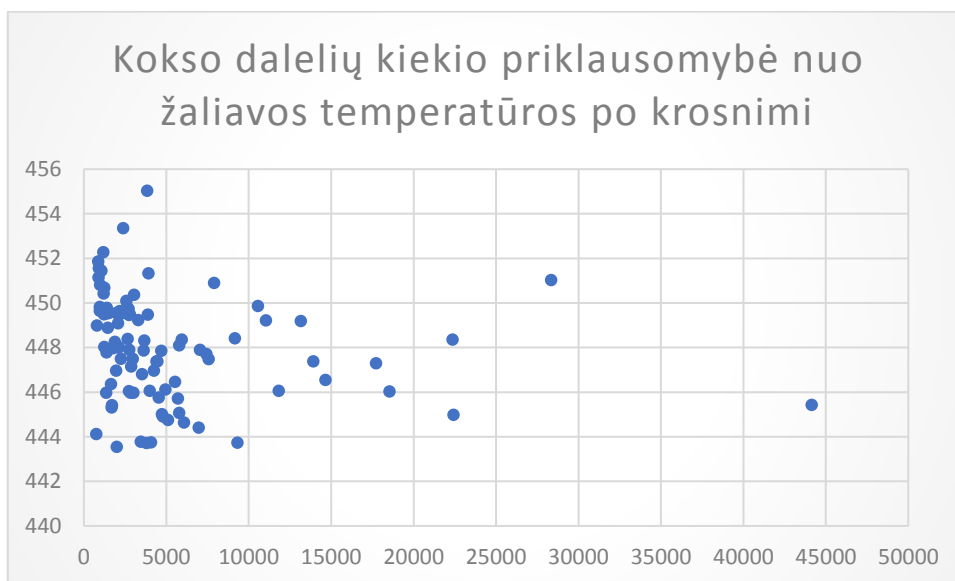
Vidutinis kokso dalelių skaičius vidutiniškai 2831 vnt. mažesnis.

Šviesiųjų produktų konversija vidutiniškai 5,13% mažesnė.

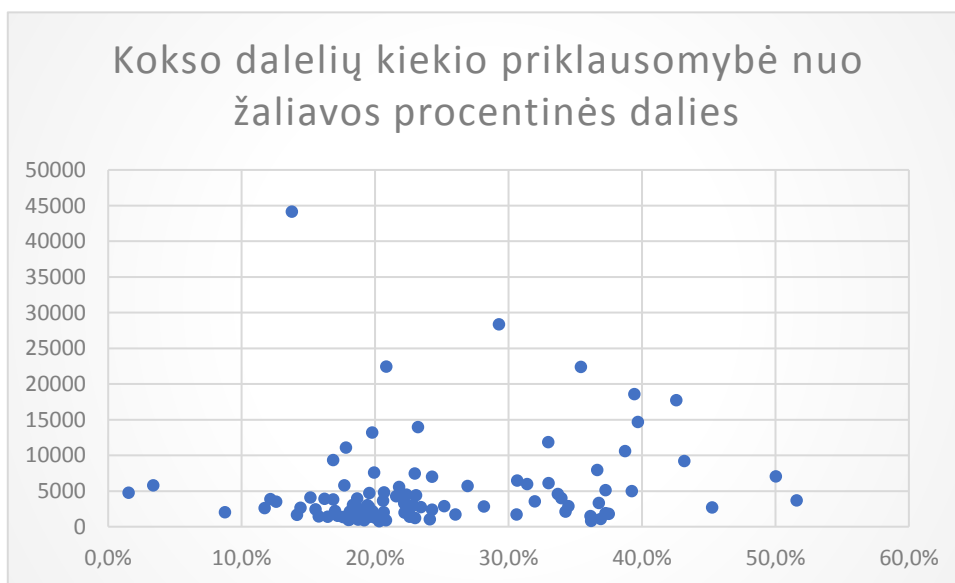
Temperatūra po krosnimis 4,9 °C mažesnė.

2.2.3 Arab Extra Light

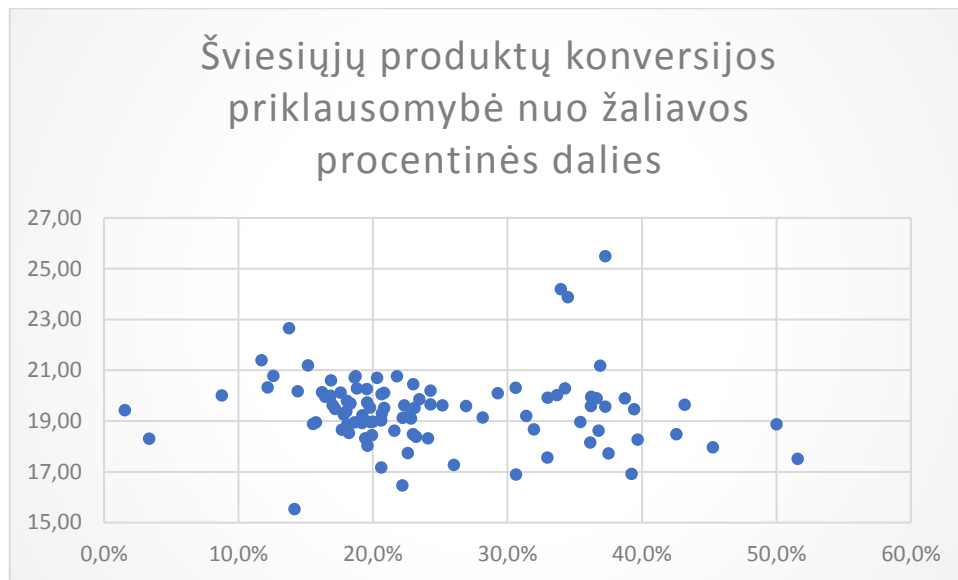
Naftų mišinys sudarytas iš daugelio Pietų Arabijos naftos grežinių, šis mišinys turi mažiau sieros už Arab light ir turi daugiau lengvųjų angliavandenilių. Sieros kiekis 1,09%, API 40.



2.9 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi



2.10 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies



2.11 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies

2.2.3 lentelė. Arab extra light naftos suvestinė.

| Arab extra light | min | max | avrg |
|-----------------------------------|-------|--------|--------|
| Perdirbamosnaftos kiekis mišinyje | 1,6% | 51,6% | 24,71% |
| Kokso dalelių kiekis | 762 | 28364 | 4800 |
| Įrenginio pkrovimas t/h | 99,42 | 213,92 | 136,71 |
| Šviesiųjų produktų konversija | 15,53 | 25,49 | 19,42 |
| Temperatūra po krosnimis | 444,4 | 455,02 | 447,26 |
| Temperatūra kolonos įvade | 360,7 | 400,3 | 395,86 |

Lyginant su Rebcó:

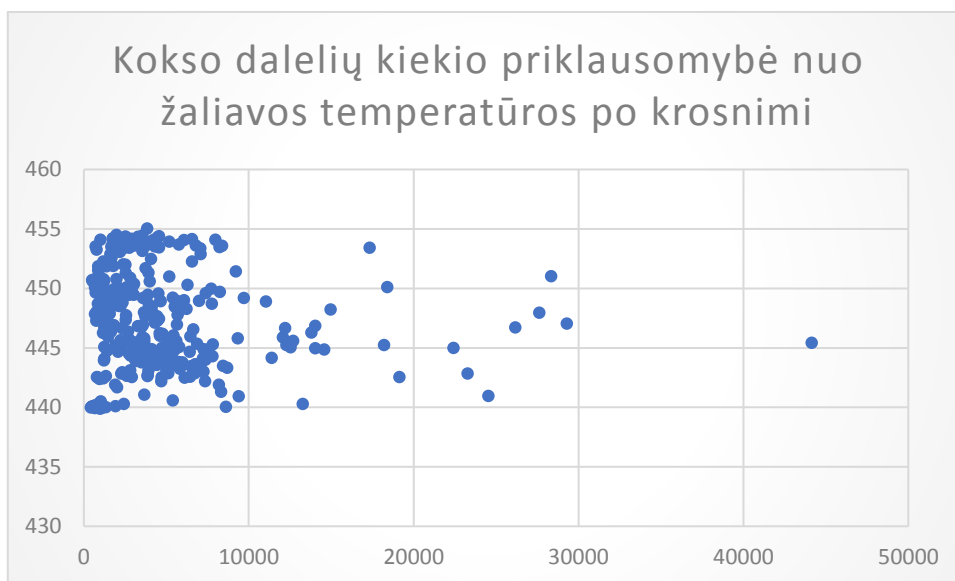
Vidutinis kokso dalelių skaičius vidutiniškai 908 vnt. didesnis.

Šviesiųjų produktų konversija vidutiniškai 3,46% mažesnė.

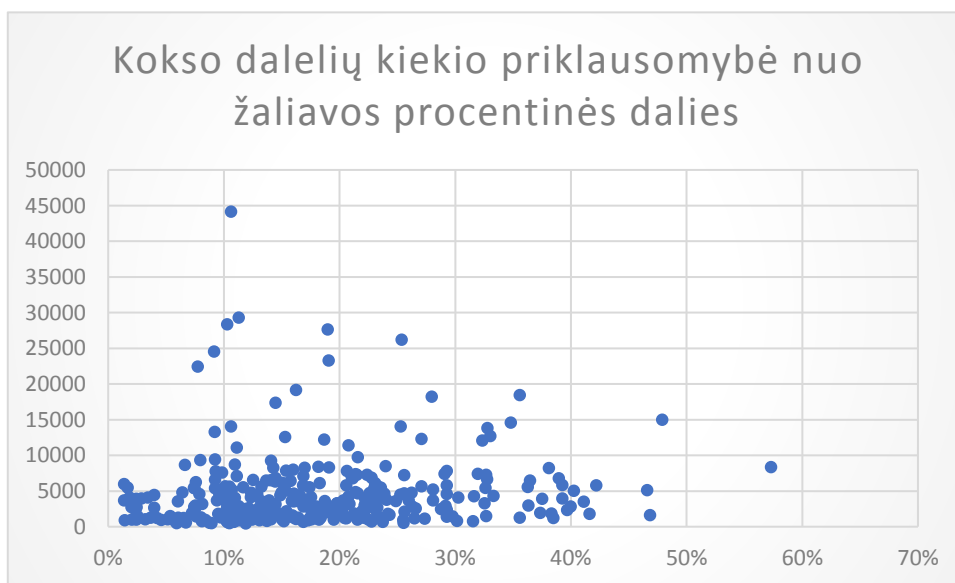
Temperatūra po krosnimis 2,89 °C didesnė.

2.2.4 CPC Blend

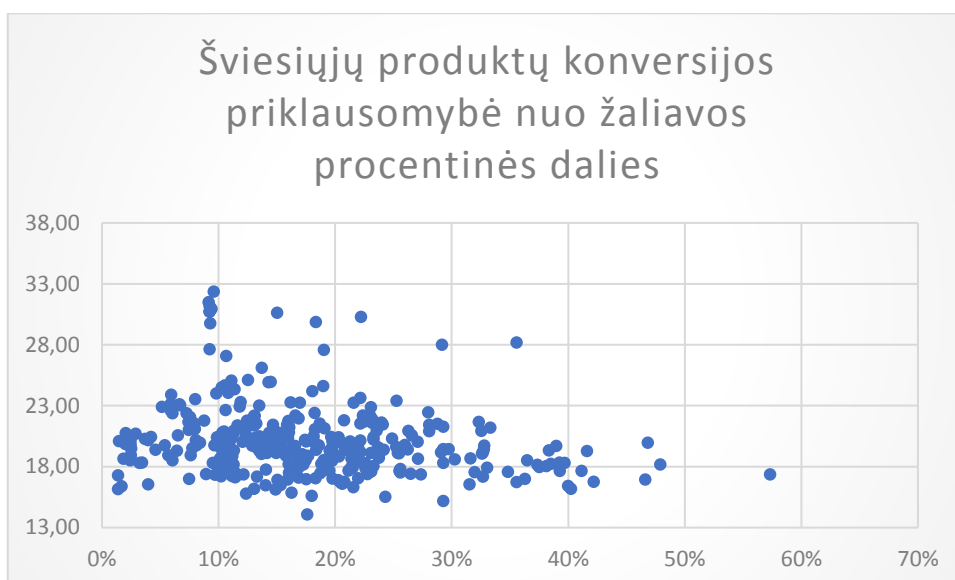
„CPC Blend“ yra lengva Kaspijos naftotiekio konsorciumo nafta, kuri pirmą kartą buvo pristatyta į rinką 2001 m. CPC vamzdynas jungia pagrindinius Vakarų Kazachstano naftos telkinius su Juodosios jūros eksporto terminalu. API 45,3 sieros kiekis 0,56.



2.12 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi



2.13 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies



2.14 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies

2.2.4 lentelė. CPC Blend naftos suvestinė.

| CPC | min | max | avrg |
|-----------------------------------|-------|--------|--------|
| Perdirbamosnaftos kiekis mišinyje | 1,4% | 57,3% | 17,63% |
| Kokso dalelių kiekis | 435 | 44164 | 4485 |
| Įrenginio pkrovimas t/h | 89,92 | 270,63 | 150,20 |
| Šviesiųjų produktų konversija | 13,21 | 32,37 | 19,99 |
| Temperatūra po krosnimis | 440,3 | 455,02 | 447,18 |
| Temperatūra kolonos įvade | 324,1 | 400,5 | 391,80 |

Lyginant su Rebco:

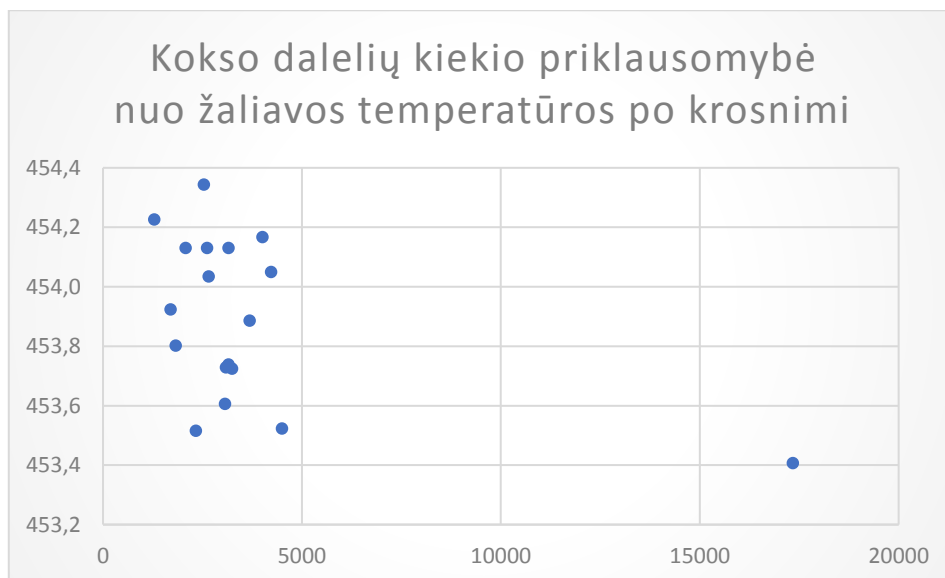
Vidutinis kokso dalelių skaičius vidutiniškai 592 vnt. didesnis.

Šviesiųjų produktų konversija vidutiniškai 2,89% mažesnė.

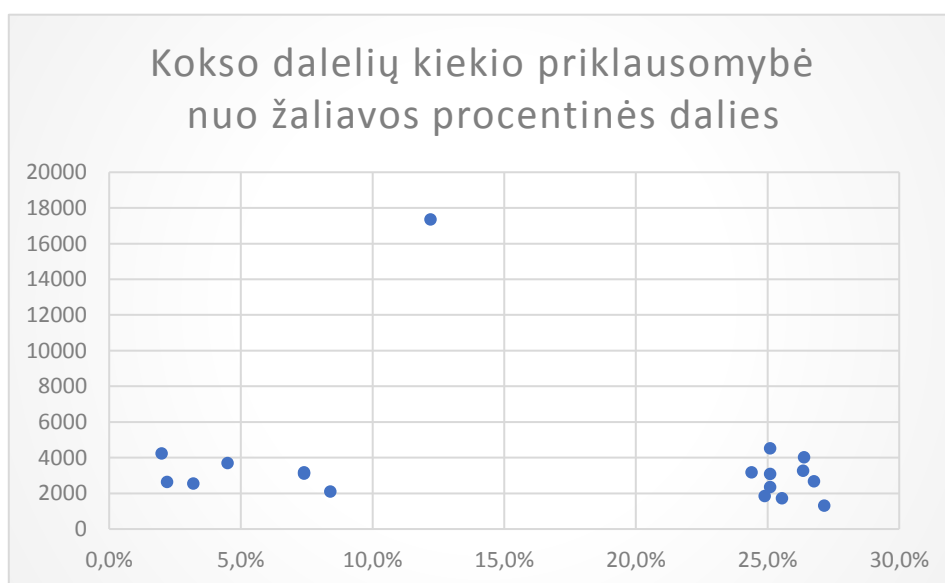
Temperatūra po krosnimis 2,09 °C didesnė.

2.2.5 Brent

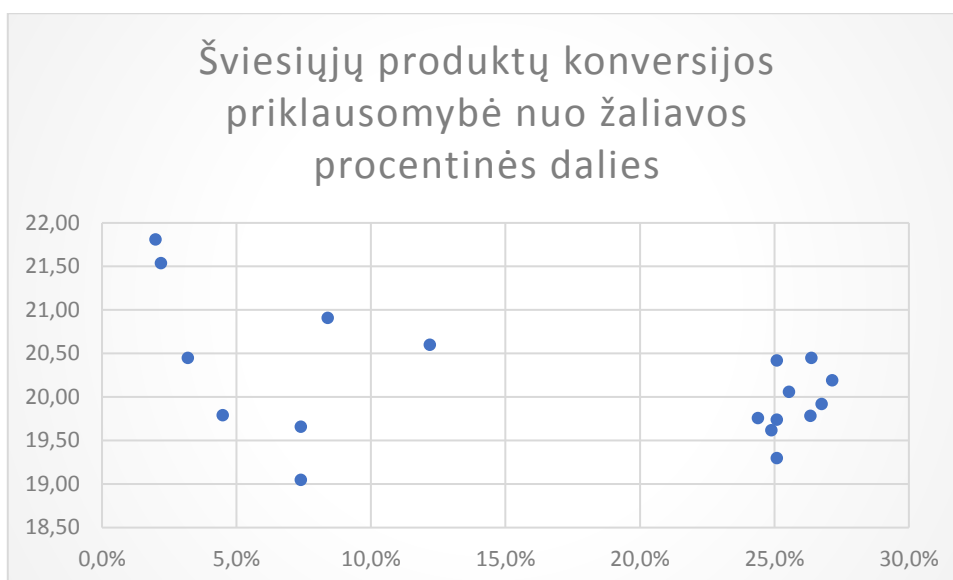
Brent yra nedidelio tankio, mažai sieros turinti Šiaurės jūros nafta. Beveik 40 JK telkinių prisideda prie mišinio, nors labai mažai produkcijos gaunama iš kadaise vaisingo Brent grežinio. „Brent“ yra pasaulinis etalonas, pagal kurį yra vertinamos visos kitos naftos. API 37,9 sieros kiekis 0,45%.



2.15 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos temperatūros po krosnimi



2.16 pav. Kokso dalelių kiekio priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies



2.17 pav. Šviesiųjų produktų konversijos priklausomybė nuo žaliavos procentinės dalies

2.2.5 lentelė. Brent naftos suvestinė.

| Brent | min | max | avrg |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Perdirbamosnaftos kiekis mišinyje | 2,0% | 27,2% | 16,9% |
| Kokso dalelių kiekis | 1288 | 17344 | 3697 |
| Įrenginio apkrovimas t/h | 142,58 | 150,42 | 146,71 |
| Šviesiųjų produktų konversija | 19,05 | 21,81 | 20,16 |
| Temperatūra po krosnimis | 453,4 | 454,34 | 453,89 |
| Temperatūra kolonos įvade | 389,8 | 390,8 | 390,17 |

Lyginant su Rebco:

Vidutinis kokso dalelių skaičius vidutiniškai 195 vnt. mažesnis.

Šviesiųjų produktų konversija vidutiniškai 2,71% mažesnė.

Temperatūra po krosnimis 0,5 °C didesnė.

2.3 Tyrimų rezultatų aptarimas

Visbrekingo darbo režimų sąlygų „griežtumas“ nusprendžiamas pagal žaliavos polinkį kokuotis. Praktiškai jį galima reguliuoti pagal esantį kokso dalelių skaičių visbrekingo apatiniame produkte. Pagal „ORLEN Lietuva“ praktiką stengiamasi kokso dalelių skaičių likutyje laikyti iki 5000. Didesnį API skaičių turinčios „lengvos“ naftos visbrekingo įrenginio darbui yra mažiau tinkamos, dėl sunkumo sureguliuoti režimą pagal kokso dalelių kiekį ir gaunamas blogesnes konversijas. Arab Light naftą sunku palyginti su REBCO, dėl įrenginio darbo daug „švelnesnėmis“ sąlygomis perdirbant šią naftą. Norint prailginti visbrekingo įrenginio tarpregeneracinį laikotarpį mažinant kokso dalelių kiekį ir išlaikant geriausias produktų konversijas tikėtina perdirbant naftos mišinį turintį daugiau sunkiųjų naftų, kaip pavyzdžiui REBCO.

3. INŽINERINĖ DALIS

3.1 Technologinė dalis

Šioje dalyje yra pateikta informacija apie technologinę įrangą kuri bus reikalinga suplanuoti visbrekingo įrenginį su ilgesniu tarpregeneraciniu laikotarpiu bei įrenginio medžiagų balansas.

3.1.1 Inžineriniai sprendimai

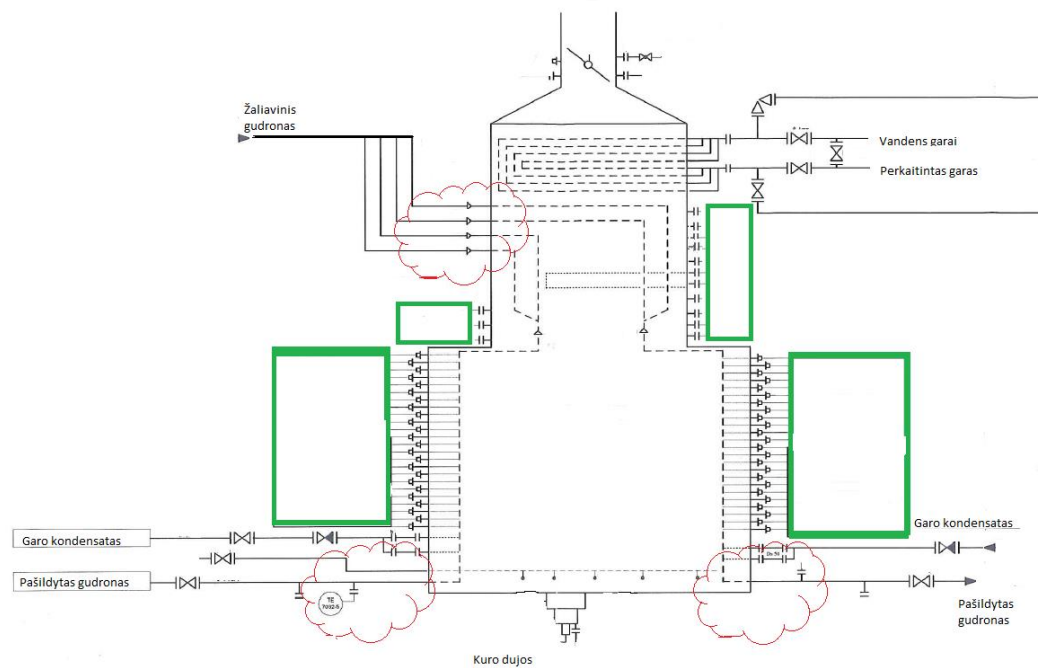
Visbrekingo įrenginyje įprastai yra naudojamos vamzdelinės krosnys, kuriuose koksas yra išvalomas tik remonto metu. Įvykus vamzdelių užsikoksavimui yra būtina stabdyti krosnis ir atlikti jos remonto darbus, dėl galimos krosnies vamzdelių leistinos temperatūros pažeidimų, to sekoje jų išsihermetinimo, įtrūkimų ir galimo produkto išsiliejimo ant krosnies degiklių. Naftos perdirbimo įmonėse koksas iš vamzdelinių krosnių įprastai yra valomas tik remonto metu. Tam gamyklose yra naudojami du ar vienas iš šių valymo būdų. [2,9,10,11,12]

Dujų-oro terminis dekoksavimas, šis būdas yra tradicinis ir naudojamas naftos įmonėse nuo senų laikų. Garo ir oro mišinys pro nedirbančią krosnį yra praleidžiamas su tikslu suskaldyti susidariusias kokso daleles, dalį jų išnešti kartu su dujų srautu. Duomet yra didinamas deguonies kiekis į vamzdelius leidžiamose dujose, kokso nuosėdos vamzdeliuose pradeda degti pačių vamzdelių viduje – yra atliekamas kokso nuosėdų išdeginimas. Išdeginimo metu vamzdelių temperatūra yra reguliuojama paduodamų dujų bei deguonies koncentracijos pagalba. Šį procesą turėtų atlikti tik apmokyti, patyrę darbuotojai, nes neteisingos procedūros gali sukelti vamzdžių perkaitimą ir rimtą žalą krosniam. Kitas trūkumas yra tas, kad dėl karštojo kokso, garų ir oro cheminių reakcijų susidaro CO, CO₂ ir H₂, kurie patenka į atmosferą ir yra žalingi aplinkai. [2,5,6,9,10]

Mechaninis dekoksavimas yra antrasis, šiuo metu populiariesnis, krosnių vamzdelių valymo būdas. Kai dešimto dešimtmečio pradžioje buvo pradėtas mechaninis nuėmimas „kiaulėmis“, daugelis naftos perdirbimo gamyklų greitai pasinaudojo aiškiais šio naujo proceso privalumais. Abrazyvinės kiaulės varomos iš proceso vamzdžių su aukšto slėgio vandeniu iš mobilių siurblių. Kiaulės gali judėti dviem kryptimis per ritinius, kad pašalintų kokso nuosėdas vieliniu šepėčiu. Mechaninis dekoksavimas gali sumažinti vamzdelių pažeidimus bei yra saugesnis ir paprastesnis krosnies vamzdelių valymo būdas. [2,5,6,9,10]

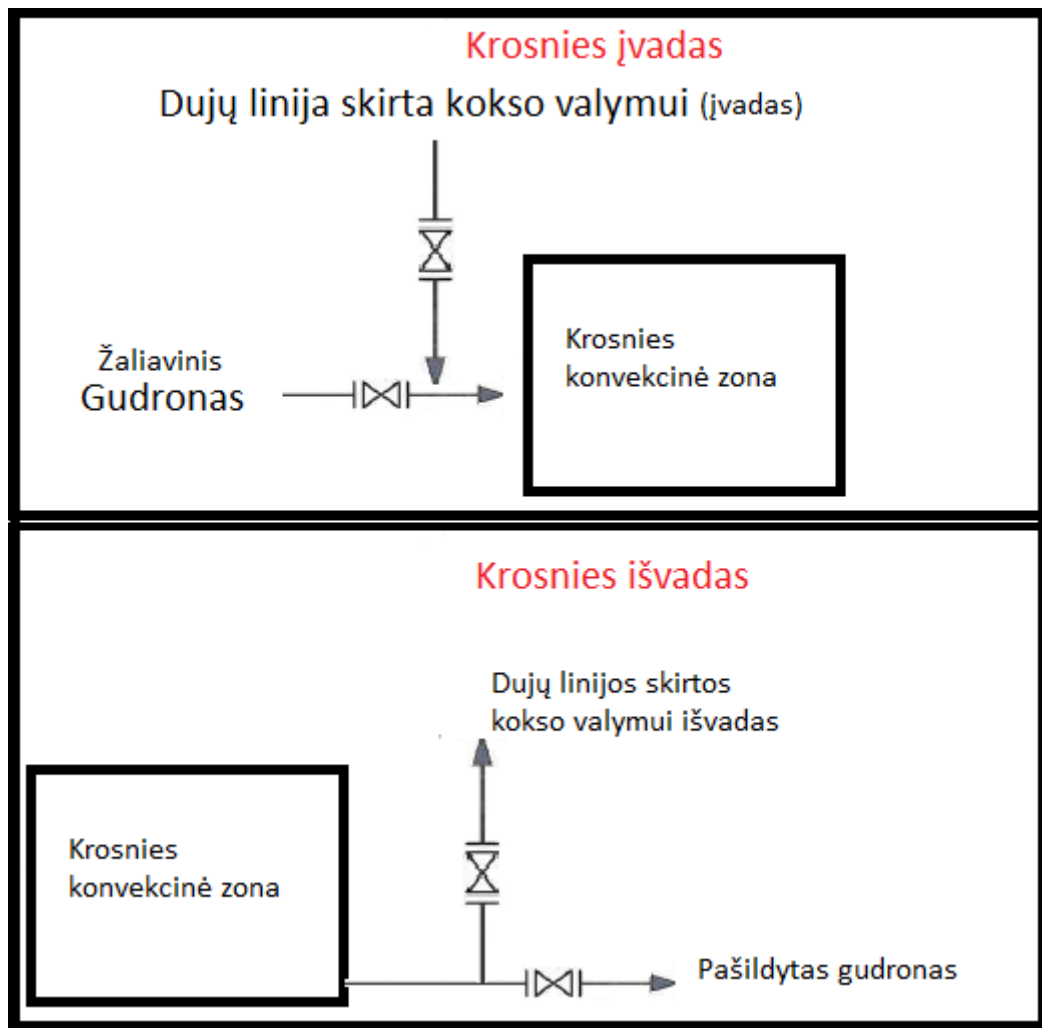
Abu šie kokso valymo būdai turi vieną trūkumą. Kad kokšą iš krosnies vamzdelių galima pašalinti tik viso įrenginio stojimo ar remonto metu. Ir jeigu užsikoksavo krosnies vamzdeliai, nelieta kitos išeities, tik stabdyti įrenginį, o jei įrenginys dirba dviem krosnimis, tuomet gauti blogesnis išėigas ar dirbti mažesniais apkrovimais, tol kol bus sutvarkytas gedimas. Dėl šios priežasties šiame darbe **pateikiamas sprendimo būdas, kuris leidžia lokalizuoti užsikoksavusios krosnies vamzdelių dalį ir ją išvalyti dar dirbančios krosnies metu.**

Paveiksle pateikiamas krosnies brėžinys, raudonu debesėliu pažymėta krosnies įvado ir išvado dalis, žaliais keturkampiais pažymėti matuokliai skirti krosnies vamzdeliams. [2]



3.1.1 pav. Vamzdinė krosnis

Norint atlikti krosnies modernizaciją reikia, kad krosnies įvado ir išvado vamzdelių skaičius būtų vienodas (krosnyje jie nesusijungtų į bendrą srautą) ir kad vamzdeliai būtų išlindę prieš patekdami į krosnies konvekcinę zoną už pačios krosnės rėmo ir po krosnies radiacinės zonos rėmo. Šioje vietoje reikia sumontuoti dujų liniją skirtą kokso valymui į kiekvieną krosnies vamzdelį (**3.1.2 pav.**). Atstumas tarp linijos dujų srauto reguliuojamojo vožtuvo ir gudrono žaliavos į krosnies vamzdelį vožtuvo privalo būti minimalus, kad atkarpoje tarp linijos ir vamzdelio susikauptų mažiausiais įmanomas kokso kiekis. Ši linija privalo būti sumontuota kiekvienos krosnies vamzdelio įvade į krosnį bei išvade iš krosnies. [4,5,6]



3.1.2 pav. Supaprastintas dujinės linijos scheminis atvaizdavimas

Linija yra naudojama krosnies vamzdelio užsikoksavimo metu. Kad būtų išvengta galima žala vamzdeliams linijos naudojimo metu, visa kokso vamzdeliuose operacija yra automatizuota. Krosnyse yra nuolat matuojama slėgių skirtumas tarp vamzdelių įvado į krosnį ir išvado iš krosnies. Krosnyje yra nuolat matuojama srauto temperatūra ir vamzdelių sienelių išorinė temperatūra. [4,5,6]

Linija yra pradedama naudoti kuomet slėgių skirtumas tarp kurio nors vamzdelių įvado bei išvado pasiekia ribinę vertę pranešančia apie didelį kokso kiekį vamzdeliuose, šio projekto įrenginio atvejų slėgių skirtumas pasiekia 4 bar. Pirma yra uždaromi žaliavos vamzdelio įvado bei išvado vožtuvai, tuomet iš lėto iš dujų linijos skirtos kokso valymui, pradedamos tiekti inertinės dujos (azotas) produkto esančio krosnies vamzdeliuose išstūmimui. Produktas yra išstumiamas į separatorių. Kad nebūtų viršytos vamzdelių ribinės temperatūros po produkto išstūmimo inertinės dujos yra tiekiamos ir toliau, vamzdeliuose esanti temperatūra yra nuolat matuojama ir reguliuojama. Automatinė sistema reguliuoja tiekiamų inertinių dujų debitą, kad krosnies vamzdelio temperatūra išliktų tokia pat kaip krosnyje esančių veikiančių vamzdelių temperatūra. Pavykus sureguliuoti režimą ir valomo krosnies vamzdelio temperatūrai būnant tokiai pat, kaip kitų krosnies vamzdelių į inertines dujas yra pradedamas maišyti deguonis, deguonis maišomas nedideliais kiekiais, nes pradėjus jį tiekti į valomą gyvatuką vyksta jame esančio kokso išdeginimas. Deguonis yra tiekiamas tol kol iš gyvatuko išvedamo srauto dujose yra aptinkamos CO₂ ir CO dujos. Kuomet dujų mišinys dujų matuokliai neaptinka CO₂ ir CO dujų, automatizuota

programa pradeda pasiruošimą stabdymui. Gyvatukuose esantį slėgį sumažina iki artimo gudrono žaliavinio srauto temperatūros, uždaro dujų linijos vožtuvus ir atidaro gudrono tiekimą per gyvatuką užtikrinančius vožtuvus. [4,5,6]

Ši automatizuota procedūra krosnių vamzdelių valymui bus naudojama įrenginio darbo metu, taip užtikrinanti, kad įrenginys nestotų dėl kokso kaupimosi krosnyje. Per viso įrenginio remontą kuomet yra sustojus ir krosnis, bus atliekas mechaninis vamzdelių valymas su „kiaule“. [4,5,6]

Kitas svarbus sprendimo būdas yra „Soaker“ tipo visbrekingo įrenginį perdaryti į „Coil“ tipo visbrekingą. Tam yra reikalingas reaktorių esančių už vamzdinės krosnies demontavimas. Taip bus sumažinta įrangos užsikoksavimo tikimybė, sumažintas naudojamos įrangos plotas kuris gali pasidengti koksu. Šie inžinieriai sprendimai turėtų leisti prailginti visbrekingo tarpregeneracinį laikotarpį iki 1,5 metų, vietoj įprastų 1 metų. [4,5,6]

3.1.2 Medžiagų balansas

Pradėdami skaičiavimus turime išsiaiškinti įrenginio veikimo režimą. Tam naudojamės „Orlen Lietuva“ patirtimi. Pagal ją įprastas visbrekingo įrenginys nedirbs dėl remonto darbų skirtų įrangos valymui 24 dienas per metus. [1] Tai žinodami ir remdamiesi tiriamosios dalies išeigomis bei „Orlen Lietuva“ gaunamomis visbrekingo įrenginio koversijomis sudarome medžiagų balansą priimant, kad įrenginys dirbs 150t/h apkrovimu.

3.1.1 lentelė. Visbrekingo medžiagų balansas prieš modernizaciją.

| Komponentas | % | t per metus | t per parą | kg per valandą |
|---------------------|-------|-------------|------------|----------------|
| Įtekantis srautas | | | | |
| Gudronas | 94 | 2046000 | 6000 | 144000000 |
| HCO | 6 | 130595,74 | 382,98 | 9191489,36 |
| Viso | 100 | 2176595,74 | 6382,98 | 153191489,36 |
| Ištekantis srautas | | | | |
| Dujos | 2,85 | 62032,98 | 181,91 | 4365957,45 |
| Benzinas | 2,24 | 48755,74 | 142,98 | 3431489,36 |
| Žibalas | 2,44 | 53108,94 | 155,74 | 3737872,34 |
| Lengvas dyzelinas | 10,4 | 226365,96 | 663,83 | 15931914,89 |
| Sunkus dyzelinas | 7,66 | 166727,23 | 488,94 | 11734468,09 |
| Visbrekingo likutis | 74,41 | 1619604,89 | 4749,57 | 113989787,23 |
| Viso | 100 | 2176595,74 | 6382,98 | 153191489,36 |

Sudaromas dar vienas medžiagų balansas, kuris atspindi atliekamus technologinius pakeitimus. Technologinių pakeitimų dėka įrenginys remonto darbus atliks kas pusantrų metų. Todėl priimame, kad įrenginys per metus bus sustabdytas dėl remonto darbų 16 dienų vietoj 24.

3.1.2 lentelė. Visbrekingo medžiagų balansas po modernizacijos.

| Komponentas | % | t per metus | t per parą | kg per valandą |
|-------------------|----|-------------|------------|----------------|
| Įtekantis srautas | | | | |
| Gudronas | 94 | 2094000 | 6000 | 144000000 |

| | | | | |
|---------------------|-------|------------|---------|--------------|
| HCO | 6 | 133659,57 | 382,98 | 9191489,36 |
| Viso | 100 | 2227659,57 | 6382,98 | 153191489,36 |
| Ištekantis srautas | | | | |
| Dujos | 2,85 | 63488,30 | 181,91 | 4365957,45 |
| Benzinas | 2,24 | 49899,57 | 142,98 | 3431489,36 |
| Žibalas | 2,44 | 54354,89 | 155,74 | 3737872,34 |
| Lengvas dyzelinas | 10,4 | 231676,60 | 663,83 | 15931914,89 |
| Sunkus dyzelinas | 7,66 | 170638,72 | 488,94 | 11734468,09 |
| Visbrekingo likutis | 74,41 | 1657601,49 | 4749,57 | 113989787,23 |
| Viso | 100 | 2227659,57 | 6382,98 | 153191489,36 |

Iš įrenginių mežiagų balanso matome, kad dėl atliktos modernizacijos įrenginys bus pajėgus perdirbti papildomas 51063,83 tonas gudrono per metus.

3.1.3 Skaičiavimai vamzdinei krosniai

Norint atlikti įrenginio modernizaciją yra reikalinga atlikti įrenginio krosnies pakeitimus. Visbrekingo įrenginys privalo pereiti iš „Soaker“ tipo visbrekingo įrenginio į „Coil“ tipo visbrekingo įrenginį. Krosnies modernizavimui yra atliekami naujos krosnies skaičiavimai.

3.2.1 lentelė. Pradiniai duomenys.

| G_z , kg per valandą | t_{z1} , °C | t_{z2} , °C | G_{garo} , kg per valandą | t_{g1} , °C | t_{g2} , °C | x_g |
|------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------|---------------|-------|
| 46409574,468 | 360,00 | 510,00 | 417356,324 | 160,000 | 510,000 | 0,002 |

Šilumino našumo skaičiavimams yra naudojama ši formulė:

$$Q_{naud} = Q_{šild} + Q_{išg} + Q_{v.g.perk.} \quad (3.1)$$

Randamas šilumos kiekis kuris bus reikalingas pašildymui:

$$Q_{šild} = G(1 - \bar{e})(h_{t_{z2}}^s - h_{t_{z1}}^s) = 46409574,468 \cdot (1 - 0,66) \cdot (1099,681 - 813,163) = 4.521.030.237,573 \text{ kJ/h} \quad (3.2)$$

Suskaičiuojamas šilumos kiekis reikalingas žaliavos išgarinimui:

$$Q_{išg.} = G\bar{e}(h_{t_{z2}}^g - h_{t_{z1}}^s) = 4.521.030.237,573 \cdot 0,66 \cdot (1099,681 - 813,163) = 14.571.494.884,661 \text{ kJ/h} \quad (3.3)$$

Suskaičiuojamas šilumos kiekis reikalingas garo perkaitinimui:

$$Q_{v.g.perk.} = G_{v.g.}[xl + C(t_{g2} - t_{g1})] \quad (3.4)$$

$$Q_{v.g.perk.} = 417.686,17 \cdot [0,002 \cdot 2262 + 2,02 \cdot (510 - 360)] = 1233466,184 \text{ kJ/h} \quad (4.40)$$

$$Q_{naud} = 4.521.030.237,573 + 14.571.494.884,661 + 250.788.801,064 = 19.343.313.923,298 \text{ kJ/h} \quad (4.41)$$

3.2.2 lentelė. Šiluminio našumo rezultatai

| $h_{t\dot{z}al1}^s$ kJ/kg | $h_{t\dot{z}al2}^s$ kJ/kg | $h_{t\dot{z}al2}^g$ kJ/kg | $Q_{\text{šildymo}}$ kJ/h | $Q_{\text{išgaravimo}}$ kJ/h | $Q_{v.g.perkaitinimo}$ kJ/h | Q_{naudinga} kJ/h |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 813,1 63 | 1.099,6 81 | 1.288,8 85 | 4.521.030.237 ,573 | 14.571.494.884 ,661 | 250.788.801, 064 | 19.343.313.923 ,298 |

Surandame naudingumo koeficientą vamzdinei krosniai.

$$\eta = \frac{Q_{\dot{a}}^{\dot{z}} - (q_n + q_d + q_{n.k})}{Q_{\dot{a}}^{\dot{z}}} \quad (3.5)$$

3.2.3 lentelė. Suskaičiuoti ir gauti šilumos nuostoliai

| Q_{naudinga} kJ/h | q_n kJ/kg | q_d kJ/kg | $q_{n.k}$ kJ/kg |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| 19.343.313.923,298 | 3.508,917 | 10.025,478 | 250,637 |

Norint rasti žemutinę kuro šilumą sudarome lentelę su naudojamų dujų sudėtimi:

3.2.4 lentelė. Deginamo kuro sudėtis procentiniais

| Junginys | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | H ₂ | Drėgmė | Suma |
|----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|--------|-------|
| Kiekis masės % | 48,4 | 28,89 | 20,9 | 1,8 | 0,01 | 100,0 |

3.2.5 lentelė. Elementinė kuro sudėtis išreikšt procentais

| Elementas | S | C | H | N, O | Suma |
|----------------|------|--------|--------|------|--------|
| Kiekis masės % | 0,00 | 76,512 | 23,478 | 0,00 | 100,00 |

$$Q_{\dot{a}}^{\dot{z}} = 339,1C + 1030H - 108,9(O - S) - 16,7W \quad (3.6)$$

$$Q_{\dot{a}}^{\dot{z}} = 339,1 \cdot 76,512 + 1030 \cdot 23,478 - 108,9 \cdot 0 - 16,7 \cdot 0,01 = 50127,392 \text{ kJ/h} \quad (3.7)$$

$$\eta = \frac{50127,392 - (3508,917 + 10025,478 + 250,367)}{50127,392} = 0,725 \quad (3.8)$$

Randame reikiamo kuro kiekį:

$$B = \frac{Q_{\text{naud}}}{Q_{\dot{a}}^{\dot{z}} \eta} \quad (3.9)$$

$$B = \frac{19.343.313.923,298}{50127,392 \cdot 0,725} = 50127,392 \text{ kg/h} \quad (3.10)$$

Priimame, kad radiacinėje kameros dalyje yra pasisavinama apie 70% gaunamos šilumos, o konvekciniėje dalyje sunaudojama dalis yra 30%:

$$Q_r = 0,75Q_{naud} = 0,7 \cdot 19.343.313.923,298 = 5.802.994.176,989 \text{ kJ/h} \quad (3.11)$$

$$Q_k = 0,25Q_{naud} = 0,3 \cdot 19.343.313.923,298 = 13.540.319.746,308 \text{ kJ/h} \quad (3.12)$$

Priimame, kad deginamo kuro dūmų temperatūra bus 400 °C, tuomet atliekame skaičiavimus skirtus rasti sudegusių produktų šiluminės entalpijas ir talpas. Gautus rezultatus pateikiame lentelėse:

3.2.6 lentelė. Naudojamų kuro dujų informacija.

| | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | H ₂ | H ₂ O | Suma |
|---|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|--------|
| Masė, kg | 0,484 | 0,2889 | 0,209 | 0,01800 | 0,0001 | - |
| Molinė masė, kg/kmol | 16,043 | 30,069 | 44,097 | 2,016 | 18,015 | - |
| Molių skaičius, kmol | 3,017 | 0,961 | 0,4740 | 0,8929 | 0,000 | - |
| Susidaręs CO ₂ kiekis, kmol | 3,017 | 1,922 | 1,4219 | 0,0000 | 0,000 | 0,0636 |
| Susidaręs H ₂ O kiekis, kmol | 6,034 | 2,882 | 1,8958 | 0,8929 | 0,000 | 0,117 |
| Reikalingas O ₂ kiekis degimui, kmol | 6,034 | 3,363 | 2,3698 | 0,4465 | - | 0,122 |

3.2.7 lentelė. Degėsių kiekis ir jų šiluminės vertės.

| Junginys | Masė, kg | Šiluma C, kJ/(kg·K) |
|------------------|----------|---------------------|
| H ₂ O | 2,50403 | 2,200 |
| O ₂ | 0,93569 | 1,046 |
| CO ₂ | 2,17508 | 1,060 |
| N ₂ | 0,01764 | 1,080 |

3.2.8 lentelė. Deguonies kiekis reikalingas palydovinių degiklių liepsnos palaikymui.

| α_k | L ₀ oro kg | Oro masė kg |
|------------|--------------------------|----------------|
| 1,2 | 17,922 | 22,402 |

$$C_{pdpv} = GC_{pdp} = m_{CO_2}C_{CO_2} + m_{H_2O}C_{H_2O} + m_{N_2}C_{N_2} + m_{O_2}C_{O_2} \quad (3.13)$$

$$C_{pdpv} = 2,50403 \cdot 1,060 + 2,17508 \cdot 2,200 + 1,764184 \cdot 1,080 + 0,93569 \cdot 1,046 = 27,471 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)} \quad (3.14)$$

$$h_{t_{dr}}^d = C_{pdpv}t_{dr} = 27,471 \cdot 400 = 10.988,548 \text{ kJ/kg} \quad (3.15)$$

Randame šilumos kiekį radiacinėje krosnies vietoje:

$$Q_r = B(Q_d^{\ddot{z}}\eta_k - h_{t_{dr}}^d) = 532.252,563 \cdot (50.127,392 \cdot 0,96 - 10.988,548) =$$

$$= 19.764.532.719,504 \text{ kJ/h} \quad (3.16)$$

Randame šilumos kiekį konvekciniėje krosnies vietoje:

$$Q_k = Q_{naud} - Q_r = 19.343.313.923,298 - 19.764.532.719,504 = 5.802.994.176,989 \text{ kJ/h} \quad (3.17)$$

Skaičiuojame paduodamo visbrekingo likučio entalpiją[10].

$$h_k = h_{t_{z1}} + \frac{Q_k}{G_{zaliavos}} = 813,163 + \frac{5.802.994.176,989}{46.409.574,468} = 938,202 \text{ kJ/kg} \quad (3.18)$$

Randame radiacinės krosnies dalies vamzdžių sienelių temperatūrą. Priimame, kad temperatūrų skirtumas tarp krosnies vamzdžių sienelių ir žaliavos yra 30 °C. Skaičiavimams t_k randame su Excel Solve funkcija - $t_k = 495,521$ °C.

$$t_{rsn} = \frac{t_{z2} + t_k}{2} + t' = \frac{465 + 495,521}{2} + 40 = 480,261 \text{ °C} \quad (3.19)$$

Iš grafiko randame kad q_s yra 130000 W/m². Tada galime atlikti skaičiavimus skirtus į krosnį ateinančios šilumos radimui bei juodo paviršiaus ploto radimui:

$$Q = B(Q_d \eta_k + \alpha L_0 C_0 t_0) \quad (3.20)$$

$$Q = 532252,563 \cdot (50127,392 \cdot 0,96 + 1,2 \cdot 17,865 \cdot 1,005 \cdot 25) = 25.899.905.288,525 \text{ kJ/h} \quad (3.21)$$

$$S_s = \frac{Q}{q_s} = \frac{25.899.905,288}{130000} = 199,230041 \text{ m}^2 \quad (3.22)$$

Priimam, kad ekranavimo laipsnis yra ϕ yra 0,5. Pagal jį S_s/S_e reikšmė yra 0,72.

$$S_e = \frac{S_s}{\frac{S_s}{S_e} 0,72} = 226,708 \text{ m}^2 \quad (3.23)$$

Skaičiuojame ekvivalentųjį absoliučiai juodo paviršiaus plotą:

$$S = \frac{S_e}{K} = \frac{226,708}{0,87} = 318,055 \text{ m}^2 \quad (3.24)$$

K – grafiškai nustatomas formos faktorius. Priimam, kad krosnis turi vienos eilės ekraną - 0,87.

Randame naudingą vamzdžio atkarpą, priimame, kad jo ilgis bus 10 metrų, 0,2m vamzdžio ilgio skirta tvirtinimams:

$$\Delta l = l - 2a = 10 - 2 \cdot 0,2 = 9,6 \text{ m} \quad (3.25)$$

Skaičiuojame kameros ekrano aukštį:

$$h = \frac{S}{2\Delta l} = \frac{226,708}{2 \cdot 9,6} = 16,565 \text{ m} \quad (3.26)$$

Skaičiuojame kiek vamzdžių reikės radiacinei kamerai.

$$n = \frac{h-d}{2 \cdot d} + 1 = \frac{16,565-0,159}{2 \cdot 0,159} = 52,092 \approx 53 \quad (3.27)$$

Skaičiuojame vid. dūmų konvekcinėje kameroje temperatūrą:

$$t_{dvid} = \frac{t_{dr} + t_{dk}}{2} = \frac{600 + 400}{2} = 500 \text{ }^\circ\text{C} \quad (3.28)$$

Skaičiuojame vid logaritminį temperatūrų skirtumą tarp krosnies kameroje esančios žaliavos ir kuro dūmų:

$$\Delta\tau_v = \frac{\Delta t_d - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_d}{\Delta t_m}} \quad (3.29)$$

$$\Delta t_d = t_{dr} - t_{dk} \quad (3.30)$$

$$\Delta t_d = 800 - 400 = 400 \text{ }^\circ\text{C} \quad (3.31)$$

$$\Delta t_m = 480,261 - 400 = 80,261 \text{ }^\circ\text{C} \quad (3.32)$$

$$\Delta\tau_v = \frac{400 - 80,261}{\ln \frac{400}{80,261}} = 199,068 \text{ }^\circ\text{C} \quad (3.33)$$

Skaičiuojame dūmų greitį:

$$U = \frac{G_s}{S_k} \quad (3.34)$$

$$G_s = \frac{(1 + \alpha L_0) B}{3600} = \frac{(1 + 1,3 \cdot 17,922) \cdot 532,252}{3600} = 35,8573 \text{ kg/s} \quad (3.35)$$

Užsiduodame: $l_{vk} = 1,7 \cdot d = 0,27 \text{ m}$ ir $n = 8$, konvekcinės kameros pločio bei ploto skaičiavimams:

$$M_k = l_{vk}(n - 1) + d + 0,05 = 0,27 \cdot (8 - 1) + 0,159 + 0,05 = 2,101 \text{ m} \quad (3.36)$$

$$S_k = (M_k - nd) l_{naud} = (2,101 - 8 \cdot 0,159) \cdot 9,6 = 7,959 \text{ m}^2 \quad (3.37)$$

Randamas masinis dūmų greitis U:

$$U = \frac{35,8573}{7,959} = 4,4998 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) \quad (3.38)$$

Randamas dujų konvekcinės šilumos perdavimo vamzdžiams koeficientas E kuris lygus E=22,8:

$$\alpha_k = \frac{0,3EU^{0,6}}{d^{0,4}} = \frac{0,3 \cdot 22,8 \cdot 4,4998^{0,6}}{0,159^{0,4}} = 39,593 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (3.39)$$

Priimam, kad vamzdžių sienelės temperatūra yra 20C didesnė už žaliavos temperatūrą:

$$t_{ksn} = \frac{t_{z1} + t_k}{2} + 20 = \frac{360 + 480,261}{2} + 20 = 440,131 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.40)$$

Apskaičiuojame šilumos atidavimo koeficientus išspinduliavimo būdu, kurie yra skirti kovenkcinės kameros vamzdžių sieniei:

$$\alpha_r = 0,025t_{ksn} - 2 = 0,025 \cdot 440,131 - 2 = 9,003 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (3.41)$$

Randame dūmų šilumos atidavimo koeficientą kuris yra skirtas kovenkcinės kameros vamzdžių sieniei:

$$K = 1,1(\alpha_k + \alpha_r) = 1,1 \cdot (35,19 + 9,003) = 48,613 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (3.42)$$

Galiausiai randame konvekciniėje kameroje esantį vamzdelių paviršiaus plotą ir jų skaičių esantį joje:

$$S_{vk} = \frac{Q_k}{K\Delta\tau_v} = \frac{5.802.994,176}{48,613 \cdot 199,068} = 599,651 \text{ m}^2 \quad (3.43)$$

$$n = \frac{S_{vk}}{\pi d l_{naud}} = \frac{599,651}{3,14 \cdot 0,159 \cdot 15,6} = 125,049 \approx 126 \text{ vamzdžiai.} \quad (3.44)$$

3.1.4 Įrenginio technologinė schema

Visbrekingo įrenginio schema yra pateikta prieduose. Įrenginyje vykdomas vakuuminės rektifikacijos likutinio produkto gudrono terminis krekingas.

Gudronas yra įrenginio žaliava, jis iš vakuuminės rektifikacijos kolonos apačios būdamas 360°C yra tiekiamas siurbliu S-1 į dvi visbrekingo vamzdelines krosnis KR-1 ir KR-2. Gudrono debitas į krosnis yra reguliuojamas vožtuvais VS-1 ir VS-2. Prieš patenkant į krosnis į gudroną vožtuvais VD-3 ir VS-4 yra įmaišomas daug arenų turintis benzinas, kaip priedas padedantis sumažinti kokso susidarymą sistemoje. Patekęs į krosnis gudronas yra pašildomas iki 510°C, srauto krosnies gyvatukuose turbulizavimui yra paduodamas vandens kondensatas, jis krosnyje virstai garais. Krosnyje vyksta terminio krekingo skilimo reakcijos, gudronas skyla sudarydamas papildomas naudingas frakcijas. Po krosnių pakaitinta žaliava yra atvėsinama kvenčingo pagalba su K-1 apatiniu produktu iki 380°C. Atvėsinta žaliava tiekama į visbrekingo rektifikacinės kolonos K-1 žaliavos įvado zoną ir leidžiasi žemyn kolona, į besileidžiančią žaliavą yra paduodamas perkaitintas vandens garas, kuris padeda lengvosioms frakcijoms atsiskirti nui žaliavos mišinio. Kolonoje yra atskiriami ir kiti produktai. Rektifikacijos kolonoje yra atskiriamas terminio krekingo metu gautos frakcijos: visbrekingo kolonos likutis, lengvasis dyzelinis distiliatas, sunkusis dyzelinis distiliatas, žibalinis distiliatas, benzininis distiliatas bei proceso angliavandenilinės dujos. Visbrekingo likutis iš K1 apačios yra siurbliu S-2 tiekiamas keliais srautais: balansinė likučio dalis yr neatvėsinama ie tiekama į VVF įrenginį, kaip žaliava, kita likučio dalis yra atvėsinama šilumokaityje TK-1. Dalis atvėsinto likučio pro vožtuvą VS-34 yra tiekama į K-1 kubą kaip kvenčingas kolonos kubo temperatūros sumažinimui, kita dalis yra tiekama į kampinius vožtuvus esančius už krosnies, kaip kvenčingas žaliavos temperatūros sumažinimui ir terminių reakcijų sustabdymui. Nuo kolonos aklinosios lėkštės siurbliu S-5 320°C

yra tiekiamas sunkusis dyzelinis distiliatas kuris išskirstomas dalimis: dalis SDD pro vožtuvą VS-29 yra tiekiamas į reboilerį TK-3 kuriama SDD pašildo stabilizacijos kolonos K-3 kubą; kita dalis SDD yra atvėsinama šilumokaityje TK-4, balansinė dalis SDD išvedama iš įrenginio, o likusi dalis yra gražinama į koloną laistymui. Lengvasis dyzelinis distiliatas nuo K-1 dvisraučių vožtuvinių lėkščių yra tiekiamas į K-2 stabilizacijai, srauto temperatūra 210°C. Iš K-2 apačios siurbliu S-4 LDD yra tiekiamas į orinį aušintuvą AO-2 kur yra atvėsinamas ir pro vožtuvą VS-33 išvedamas iš įrenginio. Iš K-1 viršaus išeina dujų mišinys kurį sudaro: dujų fazėje esantis benzinas, angliavandenilinės dujos ir vandens garai. Dujų mišinys tiekiamas pro orinį aušintuvą AO-1 ir vandens aušintuvą AV-1 į separatorių SP-1. Separatoriuje yra atskiriama dujinė fazė nuo skystosios, dujos pro separatoriaus viršų pro vožtuvą VS-17 yra išvedamos iš įrenginio. Skysta fazė separatoriuje irgi yra atskiriama, vandens kondensatas pro separatoriaus apačią patenka į kondensato valymo įrenginius, o benzinas siurbliu S-3 pro vožtuvą VS-20 tiekiamas kolonos K-1 laistymui, o pro vožtuvą VS-9 ir šilumokaitį TK-2 yra tiekiamas į benzino stabilizacijos kolona K-3. atskiriamos ir išvedamos iš įrenginio, kondensatas į valymo bloką, o susidariusį benzininio distiliato dalį siurblys S4 tiekia K1 viršaus laistymui. Benzino stabilizavimo kolonoje K-3 dujų fazė pro kolonos viršų patenka į orinį aušintuvą AO-3 ir vandens aušintuvą AV-2 į separatorių SP-3. Separatoriuje yra atskiriama dujinė fazė nuo skystosios, dujos pro separatoriaus viršų pro vožtuvą VS-22 yra išvedamos iš įrenginio. Skysta fazė separatoriuje irgi yra atskiriama, vandens kondensatas pro separatoriaus apačią patenka į kondensato valymo įrenginius, o benzinas siurbliu S-6 pro vožtuvą VS-25 tiekiamas kolonos K-3 laistymui, o pro vožtuvą VS-26 balansinis lengvo benzino kiekis išvedamas iš įrenginio., o kitą dalį į šilumokaitį Š4, kur yra pašildomas sunkaus (žibalo)benzininio distiliato ir tiekiamas į benzino stabilizavimo koloną K3. Benzino stabilizacijos kolonos apačios temperatūra palaiko šilumokaitis TK-3 kuris yra šildomas SDD. Balansinis žibalinio distiliato kiekis yra išvedamas pro kolonos K-3 apačią pro vožtuvą VS-27.

3.2. Statybiniai sprendimai

3.2.1. Bendrieji duomenys

Visbrekingo terminio krekingo įrenginys yra projektuojamas AB “Orlen Lietuva” priklausomoje teritorijoje, kurios adresas yra – Mažeikių gatvė 75, Juodeikių kaimas, LT-89467, Mažeikių rajono savivaldybė. Statinių lokacija pasirinkta dėl gero statomo įrenginio susisiekimo su gamykla ir kitais įrenginiais. Statiniui yra projektuojama operatorinė aptarnaujančio personalo patogumui ir proceso stebėjimui. [2, 34]

3.2.1 lentelė. Statinio techniniai rodikliai

| Eilės numeris | Pavadinimas | Mato vienetas | Kiekis |
|---------------|--|----------------|--------|
| 1 | I. SKLYPAS | | |
| | 1.1. sklypo plotas | m ² | 2147,9 |
| | 1.2. statinio užimtas žemės plotas | m ² | 288 |
| | 1.3. apželdintas žemės plotas (žalasis plotas) | vnt. | 25 |

| | | | |
|---|---|-------------------|---|
| | 1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius | m | 0 |
| 2 | II. PASTATAI | | |
| | 2.1. paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai) | | Produkcijos gamyba - 2227659,57 t per metus. Aptarnaujančių žmonių skaičius 28. |
| | 2.2. bendrasis plotas: | m ² | 284,54 |
| | 2.2.1. pagrindinis | m ² | 189,36 |
| | 2.2.2. pagalbinis | m ² | 95,18 |
| | 2.4. aukštų skaičius | m ³ | 1 |
| | 2.5. pastato aukštis | m | 6 |
| | 2.6. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III) | MJ/m ² | III |

3.2.2 Architektūriniai, konstrukciniai, inžineriniai projektiniai sprendimai.

Elektra. Įmonėje esančioje elektrinėje, kuri elektros energiją gamina katiluose su garu, dūmais iš krosnių, skystu kuru bei angliavandenilinėmis dujomis, yra pagaminama dalis įmonei reikalingos elektros energijos. Įmonė yra pilnai pajėgi apsirūpinti elektros energija, tačiau dalis yra perkama iš bendro elektros tinklo priklausančio Lietuvos respublikai.

Vanduo. Šviežias geriamas vanduo yra tiekiamas iš vandentiekio, procesui skirtas vanduo yra tiekiamas iš įmonės nudurkinimo bei valymo įrengimų. Įmonėje yra dvejų kanalizacionės sistemos. Buitinis vanduo patenka į Mažeikių miesto nuotekų valymo įrenginius. Procese panaudotas vanduo yra pakartotinai panaudojamas, arba išleidžiamas į gruntinius vandenį pirma jį pilnai išvalius ir neutralizavus.

Vėdinimas ir aušinimas. Buitinėms reikmėms įrengtas patalpų vėdinimas ventiliatoriais, procese naudojamam aušinimui yra naudojamas apytakinis nudurskintas, valytas vanduo bei oriniai aušintuvai.

Dujos. Buitinėms reikmėms yra naudojamos gamtinės dujos iš Lietuvos dujų tinklo. Procesui reikmės šios dujos irgi gali būti naudojamos, tačiau įmonė yra pajėgi apsirūpinti angliavandenilinėmis dujomis ir jas naudoti procesu metu. [2,34,35,36]

Konstrukcijos

Pastato kolonos – projektavimui yra pasirinktos gelžbetoninės kolonos kurių matmenys 500x500 mm.

Pamatai – gelžbetoniniai, kad atlaikytų pastato svorį, bei aplinkos pokyčius.

Grindys – pagrindas gaminamas iš betono. Grindys gaminamos su reguliuojamu apšildymu elektra. Ant grindų tiesiamos armuotos trinkialės užglaistytos “Knauf Fugenfuller Leicht” glaistu, tai Gipsinis gipskartonio plokščių siūlių glaistas skirtas glaistyti naudojant siūlių armavimo juostą.

Sienos ir lubos – sienoms ir luboms naudojamas betonas, santvaroms ir vijoms naudojamas nerūdijantis plienas. Tinkavimui naudojamas Ceresit ZKP mišinys, juo 5–20 mm sluoksniu. Dėl savo sudėties mišinys puikiai sukimba su pagrindu, netrūkinėja dėl esančio mikropluošto, greičiau džiūna negu kitų gamintojų tinkai. Nelimpa prie darbo įrankių, jį galima padengti mechanizuotai.

Stogas – dviejų šlaitų su 4,75 laipsnių nuolydžiu. Padengimui yra naudojama aliuminė skarda su latakais skirtais surinkti lietaus vandeniui į kanalizaciją.

Langai ir vitrinos – Rėmai iš balto plastiko. Stiklas plastikinis, su sumažintu UV spinduliuotės pralaidumu, bet atitinkantis natūralaus apšvietimo reikalavimus.

Durys – Įėjimo į operatorinės pastatą durys iš nerūdijančio plieno, su aukštu sandarumo lygiu. Pastate esančios durys iš beržo medžio lakštų.

Apšvietimas – vidiniui apšvietimui naudojami pakabinami “Midas” gamintojo šviestuvai tat modernūs šviestuvai, taupantys energiją su inovatyviom LED technologijom, orientuotom į patogumą klientui ir aplinkosaugą.

Stovėjimo aikštelė prie operatorinės neprojektuota, dėl nedidelio atstumo iki įrenginių. Privažiavimas su transporto priemone iki įrenginio yra suprojektuotas, tačiau norint patekti į įrenginio teritoriją yra privalomas raštiškas leidimas, ir automobilis turi būti pritaikytas prie reikalavimų būti sprogiuje bei pavojingoje zonoje. Darbuotojai iki operatorinės yra atvežami autobusais darbo pradžioje, išvežami darbo pabaigoje. Esant butinybei automobilių laikinai galima palikti prie įrenginio teritorijos, ant išasfaltuoto kelio. [34, 35, 36, 37]

Darbo gale pateikiami projektuojamų objektų brėžiniai:

2 priedas – Operatorinės brėžinys, 3 priedas – Operatorinės pjūvis, 4 priedas – Sklypo planas.

Projektuojamas operatorinės pastatas yra 24 metrų ilgio ir 12 metrų pločio, pastato aukštis su stogu 6 metrai, stogo pasvirimo kampas 4,75°. Pastate suprojektuotas poilsio kambarys, rūbinė, rūkomasis, tualetas, įrankinė, sandėliukas ir du kabinetai darbuotojams. Užimamo sklypo plotas 2147,9 m².

3.3 Finansinis ir ekonominis vertinimas

Visbrekingo įrenginys vis dar yra svarbus naftos perdirbimo pramonėje. Terminio krekingo metu iš sunkios, pigios gudrono frakcijos įrenginio pagalba yra gaunamos lengvesnės, brangesnės frakcijos. Būtent dėl šios priežasties įrenginys yra labai vertinamas visose naftos perdirbimo gamylose.

Visbrekingo įrenginys susiduria su viena didele problema. tai yra įrangos koksavimasis. Dėl kokso susidarymo visbrekingo įrenginyje yra būtina laikas nuo laiko atlikti remonto darbus skirtus įrangai išvalyti.

Projektuojamo gudrono visbrekingo įrenginio gaunamos išeigos yra paremtos tiriamojoje dalyje nustatytais parametrais. Įrenginio našumas yra 250 tonų žaliavos per valandą. Šiame darbe yra modernizuojamas visbrekingo įrenginys su tikslu sumažinti visbrekingo įrenginio tarpregeneracinį laikotarpį. Gaunama nauda sumažinus šį laikotarpį yra tai, kad visbrekingo įrenginys yra stabdomas kartą per pusantrų metų, vietoje to, kad įrenginį reikia stabdyti kartą per metus. Modernizacijos dėka yra sutaupoma ant remonto kainų stabdant įrenginį bei padidinamas per metus išdirbamų dienų skaičius, dėl ko įrenginys gali perdirbti daugiau žaliavos.

Ekonominiai skaičiavimai atliekami darant prielaidą, kad projekte aprašomi technologiniai sprendimai yra vykdomi jau esamame AB “Orlen Lietuva” gudrono visbrekingo įrenginyje, todėl didelė dalis investicijų projekto atlikimui yra gerokai mažesnė.

Projekto atsiperkamumui įvertinti reikia atlikti finansinius ir ekonominius skaičiavimus, kurie yra pateikti šioje baigiamojo darbo dalyje. [35]

3.3.1. Investicijos ir finansavimo šaltiniai

3.2.1 lentelė. Projekto poreikių bei finansų šaltiniai

| Projekto kaštai | | Finansavimo šaltiniai | |
|---|--------------------|--|--------------------|
| Struktūra | Eur | Struktūra | Eur |
| 1. Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms | 10232595 | 1. Akscininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai | 27566545,62 |
| 2. Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms | 17200180,62 | 2. Paskolos: ilgalaikės, trumpalaikės. | |
| 3. Statybos, montavimo darbų kaštai | 133770 | 3. Kitos lėšos | |
| Viso: | 27566545,62 | | 27566545,62 |

Šis projektas yra finansuojamas įmonės AB “Orlen Lietuva” lėšomis, todėl kitų investicinių šaltinių projektui įgyvendinti nereikia,

3.2.2 lentelė. Įrengimų kainos

| eil. Nr | Įrenginio pavadinimas | Vieneto kaina, Eur | Kiekis | Vertė, Eur |
|---------|-------------------------------------|--------------------|--------|------------|
| 1 | Technologiniai įrengimai | 15000000 | 1 | 15000000 |
| 2 | kėlimo ir transportavimo įrenginiai | 25000 | 1 | 25000 |
| 3 | Vertingas inventorių | 26400 | 1 | 26400 |
| 4 | Kiti įrengimai | 24650 | 1 | 24650 |

Projekto naujai įrangai priskiriamos dvi vamzdinės krosnys, kompresorius, dujų valymo separatorius.

3.2.3 lentelė. Statybos kainos

| Objektų, darbų ir išlaidų pavadinimas | Sąmatos kaina, Eur | | | Viso, Eur |
|--|------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------|
| | Statybos ir montavimo darbai | Įrenginių ir inventorių | baldų Kitos išlaidos | |
| Statybos teritorijos paruošimo išlaidos | | | | |
| Sklypo kaina | 50000 | | 7000 | 63500 |
| Aikštelės paruošimo išlaidos | 8500 | | 4500 | 18500 |
| Statybos objektai ir darbai | | | | |
| Gamybinis korpuso statybos išlaidos | 25895 | | 22775 | 50170 |
| Kitų objektų statybos darbų išlaidos | 21100 | | 22000 | 43100 |
| Kitos išlaidos | 12000 | | 10000 | 22000 |
| Viso: | | | | 197270 |

Projekte yra priimta sklypo kainos į bendras sąnaudas neskaičiuoti, nes yra atliekama esamo įrenginio modernizacija.

3.3.2. Ilgalaikio turto vertės vertinimas

Atliekamai įrenginio modernizacijai ir jos pasiruošimui sudaromas reikalingų baldų vertės vertinimas.

3.2.4 lentelė. Baldų vertės skaičiavimas

| Pavadinimas | kiekis | vertė | |
|----------------|--------|---------------|-----------|
| | | vieneto kaina | Suma, Eur |
| Stalas | 15 | 75 | 1125 |
| Kėdė | 30 | 25 | 750 |
| Spintelė | 50 | 100 | 5000 |
| Tualetas | 5 | 400 | 2000 |
| Pakabų stendai | 10 | 50 | 500 |
| Sofa | 5 | 300 | 1500 |
| Kompiuteriai | 10 | 1000 | 10000 |
| Kriauklė | 2 | 200 | 400 |
| Kavos aparatas | 1 | 1500 | 1500 |
| viso: | | | 22775 |

3.3.3. Gamybos kaštai

Apskaičiuojami gamybos kaštai, kurie yra reikalingi procesui užtikrinti, jį vertinant iš žaliavos puses. Procese naudojamos žaliavos yra gudronas, dyzelinas ir vanduo. Skaičiavimai

atlikti prieš ir po modernizacijos, nes jų kaina skiriasi. Priimama, kad visais metais žaliavų kaina nekinta.

3.2.5 lentelė. Gamybos žaliavų kaina prieš modernizaciją.

| Projekto metai | Žaliavos pavadinimas | gamybos planas, t | Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, natūriniais vienetais | Medžiagos kaina, Eur/t | Viso, Eur |
|----------------|----------------------|-------------------|--|------------------------|-------------|
| 1 | Vanduo | 1032 | 0,01 | 0,65 | 670,8 |
| | Dyzelinas | 130595,74 | 0,59 | 437,11 | 57084703,91 |
| | Gudronas | 2176595,74 | 0,94 | 310,61 | 676072402,8 |
| | Viso: | 2308223,48 | | | 733157777,5 |
| 2 | Vanduo | 1032 | 0,01 | 0,65 | 670,8 |
| | Dyzelinas | 130595,74 | 0,59 | 437,11 | 57084703,91 |
| | Gudronas | 2176595,74 | 0,94 | 310,61 | 676072402,8 |
| | Viso: | 2308223,48 | | | 733157777,5 |
| 3 | Vanduo | 1032 | 0,01 | 0,65 | 670,8 |
| | Dyzelinas | 130595,74 | 0,59 | 437,11 | 57084703,91 |
| | Gudronas | 2176595,74 | 0,94 | 310,61 | 676072402,8 |
| | Viso: | 2308223,48 | | | 733157777,5 |
| 4 | Vanduo | 1032 | 0,01 | 0,65 | 670,8 |
| | Dyzelinas | 130595,74 | 0,59 | 437,11 | 57084703,91 |
| | Gudronas | 2176595,74 | 0,94 | 310,61 | 676072402,8 |
| | Viso: | 2308223,48 | | | 733157777,5 |
| 5 | Vanduo | 1032 | 0,01 | 0,65 | 670,8 |
| | Dyzelinas | 130595,74 | 0,59 | 437,11 | 57084703,91 |
| | Gudronas | 2176595,74 | 0,94 | 310,61 | 676072402,8 |
| | Viso: | 2308223,48 | | | 733157777,5 |
| 6 | Vanduo | 1032 | 0,01 | 0,65 | 670,8 |
| | Dyzelinas | 130595,74 | 0,59 | 437,11 | 57084703,91 |
| | Gudronas | 2176595,74 | 0,94 | 310,61 | 676072402,8 |
| | Viso: | 2308223,48 | | | 733157777,5 |

3.2.6 lentelė. Gamybos žaliavų kaina po modernizacijos.

| Projekto metai | Žaliavos pavadinimas | gamybos planas, t | Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, natūriniais vienetais | Medžiagos kaina, Eur/t | Viso, Eur |
|----------------|----------------------|-------------------|--|------------------------|------------|
| 1 | Vanduo | 1053 | 0,01 | 0,65 | 684,45 |
| | Benzinas | 133660 | 0,59 | 437,11 | 58423934,6 |
| | Gudronas | 2227660 | 0,94 | 310,61 | 691933339 |
| | Viso: | 2362372 | | | 750357958 |
| 2 | Vanduo | 1053 | 0,01 | 0,65 | 684,45 |
| | Benzinas | 133660 | 0,59 | 437,11 | 58423934,6 |
| | Gudronas | 2227660 | 0,94 | 310,61 | 691933339 |

| | | | | | |
|----------|----------|---------|------|--------|------------|
| | Viso: | 2362372 | | | 750357958 |
| 3 | Vanduo | 1053 | 0,01 | 0,65 | 684,45 |
| | Benzinas | 133660 | 0,59 | 437,11 | 58423934,6 |
| | Gudronas | 2227660 | 0,94 | 310,61 | 691933339 |
| | Viso: | 2362372 | | | 750357958 |
| 4 | Vanduo | 1053 | 0,01 | 0,65 | 684,45 |
| | Benzinas | 133660 | 0,59 | 437,11 | 58423934,6 |
| | Gudronas | 2227660 | 0,94 | 310,61 | 691933339 |
| | Viso: | 2362372 | | | 750357958 |
| 5 | Vanduo | 1053 | 0,01 | 0,65 | 684,45 |
| | Benzinas | 133660 | 0,59 | 437,11 | 58423934,6 |
| | Gudronas | 2227660 | 0,94 | 310,61 | 691933339 |
| | Viso: | 2362372 | | | 750357958 |
| 6 | Vanduo | 1053 | 0,01 | 0,65 | 684,45 |
| | Benzinas | 133660 | 0,59 | 437,11 | 58423934,6 |
| | Gudronas | 2227660 | 0,94 | 310,61 | 691933339 |
| | Viso: | 2362372 | | | 750357958 |

Tuomet atliekame įrangos sunaudojamos elektros energijos kainos skaičiavimus. Įrenginyje elektros energiją naudoja oriniai aušintuvai ir išcentriniai siurbliai. Suminė orinių aušintuvų variklių naudojama galia yra 93kW, siurblių suminė galia yra 1100kW. Prieš modernizaciją įrenginys nedirba 21 dieną per metus, po jos 14 dienų per metus.

3.2.7 lentelė. Elektros sąnaudos prieš modernizaciją.

| Įrenginių pavadinimas | Įrenginių skaičius | Variklių suminė galia | Darbo valandų skaičius metuose, h | Elektros energijos poreikis, kW/h | 1 kW/h kaina | Išlaidos elektros energijai, Eur |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| Orinis aušintuvas | 3 | 93 | 8256 | 767808 | 0,137 | 105189,7 |
| Išcentrinis siurblys | 6 | 1100 | 8256 | 9081600 | 0,137 | 1244179 |
| Viso: | | | | | | 1349369 |

3.2.8 lentelė. Elektros sąnaudos po modernizacijos.

| Įrenginių pavadinimas | Įrenginių skaičius | Variklio galia | Darbo valandų skaičius metuose, h | Elektros energijos poreikis, kW/h | 1 kW/h kaina | Išlaidos elektros energijai, Eur |
|-----------------------|--------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|
| Orinis aušintuvas | 3 | 93 | 8424 | 783432 | 0,137 | 107330,2 |
| Išcentrinis siurblys | 6 | 1100 | 8424 | 9266400 | 0,137 | 1269497 |
| Viso: | | | | | | 1376827 |

Tuomet atliekame skaičiavimus skirtus darbuotojų darbo užmokesčiui paskaičiuoti. Atlikus modernizaciją įrenginyje jame esantis darbuotojų skaičius nepasikeis. Visbrekingo gudrono perdirbimo įrenginyje dirba 28 darbuotojai, didžioji jų dalis yra operatoriai kurių valandinis užmokestis yra 10 Eur/h. Darbdavys už darbuotojų algas sumoka papildomus 21,77% mokesčių. [35]

3.2.9 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbuotojų atlyginimams

| Profesija | Darbuotojų skaičius | Mėnesio darbo užmokestis, Eur | Pagrindinis fondas, Eur | Atsiskaitymai socialiniam draudimui, Eur | Metinės išlaidos atlyginimams |
|-------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------|
| Vadovas | 1 | 2500 | 30000 | 6531 | 36531 |
| Mechanikas | 1 | 1800 | 21600 | 4702,32 | 26302,32 |
| Inžinierius | 1 | 1300 | 15600 | 3396,12 | 18996,12 |
| Technologas | 1 | 1500 | 18000 | 3918,6 | 21918,6 |
| Operatoriai | 24 | 1000 | 288000 | 62697,6 | 350697,6 |
| viso | | | | | 454445,6 |

3.3.4. Netiesioginiai gamybos kaštai

Į šias išlaidas įtraukiame buitines apyvokos sąnaudas, patalpų apšildymas, elektra buičiai, vanduo. Priimame, kad vienas darbuotojas per parą sunaudoja 20 litrų vandens. Įrenginyje darbuotojai dirba visus metus, įrenginio nedarbo metu operatoriai atlieka remontų priežiūros darbus.

3.2.10 lentelė. Netiesioginės išlaidos vandeniui

| Išlaidų pavadinimas | Sunaudojimas per parą, dirb. 1/1 | Poreikis metams, m3 | 1 m3 vandens kaina, Eur | Išlaidos vandeniui Eur |
|------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Šiltas vanduo | 12 | 129600 | 1,06 | 137376 |
| Šaltas vanduo | 8 | 86400 | 1,22 | 105408 |
| Eksplotacinės išlaidos | 200 | 72000 | 1,06 | 76320 |

3.2.11 lentelė. Netiesioginės išlaidos patalpų šildymui

| Išlaidų pavadinimas | Šildomas plotas, m2 | 1 m2 ploto šildymo kaina, Eur/mėn. | Šildymo sezonas, mėn. | Išlaidos šildymui per metus, Eur |
|---------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Patalpų šildymas | 284,08 | 3,53 | 4 | 4011,21 |

3.2.12 lentelė. Netiesioginės išlaidos apšvietimui

| Išlaidų pavadinimas | Patalpų plotas | Apšvietimo norma, W/m2 | Energijos kiekis patalpoms apšviesti | 1 kWh kaina, Eur | Išlaidos šildymui per metus, Eur |
|------------------------|----------------|------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Patalpų apšvietimas | 284,08 | 40 | 120 | 0,137 | 186811,008 |
| Eksplotacinės išlaidos | 150 | 20 | 30 | 0,137 | 12330 |

Tuomet atliekame amortizacijos skaičiavimus. Metinę nusidėvėjimo vertę gauname atlikę aritmetinius skaičiavimus turto pradinės vertės – V1 ir turto likvidacinės vertės -V2 skirtumą padalinę iš numatyto įrangos naudojimo laiko T. Įvertinta turto nusidėvėjimo suvestinė yra pateikiama lentelėje žemiau.[35]

3.2.13 lentelė. Pagrindinių technologinių įrengimų amortizacija.

| Ilgalaikio turto rūšis | Įsigyjimo vertė, Eur | Normatyvinė eksploatacavimo trukmė | Nusidėvėjimo suma, Eur metams | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Technologiniai įrengimai | 15000000 | 20 | 825000 | 825000 | 825000 | 825000 | 825000 | 825000 |
| kėlimo ir transportavimo įrenginiai | 25000 | 10 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 | 2750 |
| Vertingas inventorius | 26400 | 10 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 |
| Kiti įrengimai | 24650 | 10 | 2711,5 | 2711,5 | 2711,5 | 2711,5 | 2711,5 | 2711,5 |
| Viso: | 15076050 | 50 | 833365,5 | 833365,5 | 833365,5 | 833365,5 | 833365,5 | 833365,5 |

Apskaičiuoti gamybos kaštai yra surašomi į suvestinę.

3.2.14 lentelė. Gamybos kaštai.

| Kaštų rūšys | Gamybos kaštai, Eur | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 metai | 2 metai | 3 metai | 4 metai | 5 metai | 6 metai |
| Prieš modernizaciją | | | | | | |
| Pagrindinės medžiagos | 73336759 8 | 73315777 8 | 73315777 8 | 73315777 8 | 73315777 8 | 73315777 8 |
| Elekros energija technologijai | 1349369 | 1349369 | 1349369 | 1349369 | 1349369 | 1349369 |
| Gamybos darbininkų užmokestis | 454446 | 454446 | 454446 | 454446 | 454446 | 454446 |
| Gamybinės netiesioginės išlaidos | 1355622 | 1355622 | 1355622 | 1355622 | 1355622 | 1355622 |
| Remonto darbai | 1200000 | 1200000 | 1200000 | 1200000 | 1200000 | 1200000 |
| Iš viso gamybos kaštų | 73772703 4 | 73751721 4 | 73751721 4 | 73751721 4 | 73751721 4 | 73751721 4 |
| Produkcijos gamybos planas, t/metus | 2176596 | 2176596 | 2176596 | 2176596 | 2176596 | 2176596 |
| Po modernizacijos | 1 metai | 2 metai | 3 metai | 4 metai | 5 metai | 6 metai |
| Pagrindinės medžiagos | 76556777 8 | 75035795 8 | 75035795 8 | 75035795 8 | 75035795 8 | 75035795 8 |
| Elekros energija technologijai | 1376827 | 1376827 | 1376827 | 1376827 | 1376827 | 1376827 |

| | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gamybos darbininkų užmokestis | 454446 | 454446 | 454446 | 454446 | 454446 | 454446 |
| Gamybinės netiesioginės išlaidos | 1355622 | 1355622 | 1355622 | 1355622 | 1355622 | 1355622 |
| Remonto darbai | 800000 | 800000 | 800000 | 800000 | 800000 | 800000 |
| Iš viso gamybos kaštų, mln. Eur | 76955467 2 | 75434485 2 | 75434485 2 | 75434485 2 | 75434485 2 | 75434485 2 |
| Produkcijos gamybos planas, t/metus | 2227660 | 2227660 | 2227660 | 2227660 | 2227660 | 2227660 |

3.3.5. Veiklos kaštai

Į veiklos kaštus įtraukiamos yra šios išlaidos: pagalbinių medžiagų ir administracijos patalpų išlaikymo išlaidos, administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atsiskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, administracijos patalpų apšvietimo, apšildymo, vandens ir energijos buitiniams reikmėms išlaidos, administracijos pagrindinių priemonių amortizaciniai atsiskaitymai, paslaugos, produkcijos realizavimo išlaidos, mokesčiai, rinkliavos ir kitos išlaidos. [35]

Nustatant šių kaštų apimtį priimta, kad jie sudaro 5 % gamybai teikiamų kaštų.

3.2.15 lentelė Veiklos kaštai

| Veiklos kaštų rūšis | Suma, mln. Eur |
|----------------------------|-----------------------|
| Prieš modernizaciją | 36886351,69 |
| Po modernizacijos | 37717242,62 |

3.3.6. Gaminių vertės skaičiavimas

Atlikus sąnaudų skaičiavimus turime įvertinti gaunamas pajamas, o tam padaryti yra būtina įvertinti gaminių kainas. Gaminių kainos įvertinamos atsižvelgiant į gamybinės išlaidas.

3.2.16 lentelė Gaminių vertės skaičiavimas prieš modernizaciją

| Gamini ai | Gamin io gamyk linė savikai na, Eur | Kamini o kiekis, t | Gamini ui tenkan čios veiklos sąnaud os | Gamini ui tenkan čios investici nės sąnaudo s | Gamin io pilnoji savikai na, Eur | Pelnas/nuo stolis | | viso |
|------------------|--|---------------------------|--|--|---|--------------------------|---------------|-------------|
| | | | | | | % | Eur/ t | |
| Dujos | 317,63 | 62032,98 | 0,48 | 0,64490097 | 318,76 | 6,25% | 340,02 | 21092453,86 |
| Benzina s | 317,63 | 48755,74 | 0,38 | 0,506869475 | 318,52 | 36,58% | 502,23 | 24486595,3 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|------------|-------|-------------|--------|---------|--------|-------------|
| Žibalas | 317,63 | 53108,94 | 0,41 | 0,552125771 | 318,59 | 54,16% | 695,01 | 36911244,39 |
| Lengvas dyzelinas | 317,63 | 226365,96 | 1,76 | 2,353322815 | 321,75 | 34,64% | 492,23 | 111424116,5 |
| Sunkus dyzelinas | 317,63 | 166727,23 | 1,30 | 1,733312704 | 320,66 | 28,97% | 451,45 | 75269007,98 |
| Visbrekingo likutis | 317,63 | 1619604,89 | 12,62 | 16,83757196 | 347,08 | -19,44% | 290,58 | 470624788,9 |
| suma | | | | | | | | 739808207 |

3.2.17 lentelė Gaminių vertės skaičiavimas po modernizacijos

| Gaminiai | Gaminių gamyklinė savikaina, Eur | Kamieno kiekis, t | Gaminių tenkančių veiklos sąnaudos | Gaminių tenkančių investicinių sąnaudos | Gaminių pilnoji savikaina, Eur | Pelnas/nuostolis | | viso |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|------------------|--------|-------------|
| | | | | | | % | Eur/t | |
| Dujos | 317,63 | 63488,3 | 0,48 | 0,64422085 | 318,76 | 6,25% | 340,02 | 21587291,77 |
| Benzinas | 317,63 | 49899,57 | 0,38 | 0,50633492 | 318,51 | 36,58% | 502,23 | 25061061,04 |
| Žibalas | 317,63 | 54354,89 | 0,41 | 0,55154341 | 318,59 | 54,16% | 695,01 | 37777192,1 |
| Lengvas dyzelinas | 317,63 | 231676,6 | 1,76 | 2,35084097 | 321,74 | 34,64% | 492,23 | 114038172,8 |
| Sunkus dyzelinas | 317,63 | 170638,7 | 1,30 | 1,73148472 | 320,66 | 28,97% | 451,45 | 77034850,14 |
| Visbrekingo likutis | 317,63 | 1657601 | 12,60 | 16,8198147 | 347,05 | 19,43% | 290,58 | 481665841 |
| suma | | | | | | | | 757164408,8 |

3.3.7. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Šioje dalyje yra pateikiama pelno arba nuostolio ataskaita. Svarbus aspektas šioje ataskaitoje yra grynasis pelnas, nuo šio skaičiaus yra atskaičiuojamas 15% pajamų mokestis, o likusi dalys yra grynosios pajamos tenkančios įmonei.[35]

3.2.18 lentelė projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai prieš modernizaciją

| Rodiklis | Prieš modernizaciją, suma Eur |
|----------|-------------------------------|
|----------|-------------------------------|

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Pardavimo apimtis | 73980820 7 | 73980820 7 | 73980820 7 | 73980820 7 | 73980820 7 | 73980820 7 |
| Parduodamos produkcijos gamybos kaštai | 73772703 4 | 73781721 4 | 73781721 4 | 73781721 4 | 73781721 4 | 73781721 4 |
| Bendrasis pelnas (nuostolis) | 2081173 | 1990993 | 1990993 | 1990993 | 1990993 | 1990993 |
| Pelno mokestis | 312175,9 79 | 298648,9 79 | 298648,9 79 | 298648,9 79 | 298648,9 79 | 298648,9 79 |
| Grynasis pelnas (nuostoliai) | 1768997 | 1692344 | 1692344 | 1692344 | 1692344 | 1692344 |

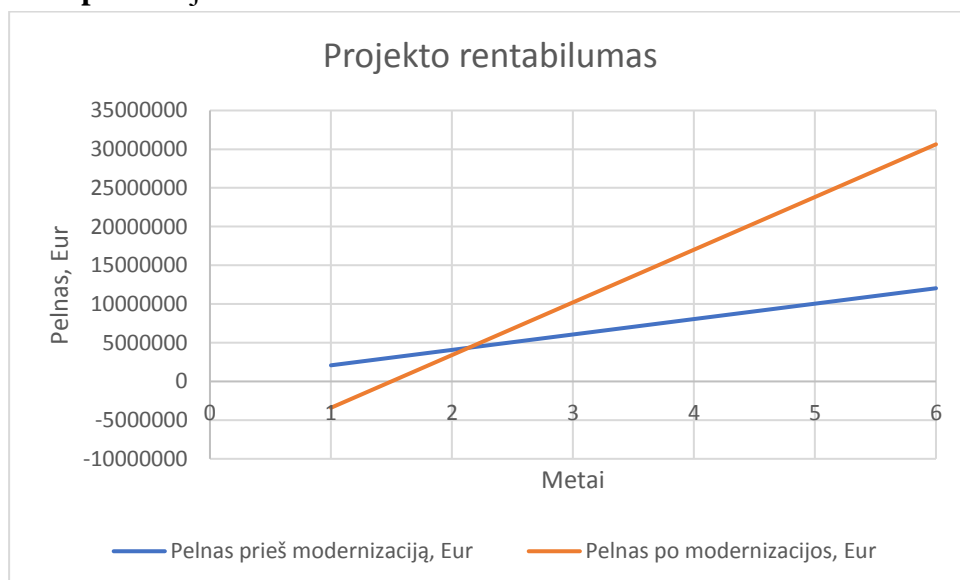
3.2.19 lentelė projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai po modernizacijos

| Rodiklis | Po modernizacijos, suma Eur | | | | | |
|---|-----------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Pardavimo apimtis | 7571644 09 | 7571644 09 | 7571644 09 | 7571644 09 | 75716440 9 | 75716440 9 |
| Parduodamos produkcijos gamybos kaštai | 7605677 78 | 7503579 58 | 7503579 58 | 7503579 58 | 75035795 8 | 75035795 8 |
| Bendrasis pelnas (nuostolis) | - 3403369 | 6806451 | 6806451 | 6806451 | 6806451 | 6806451 |
| Pelno mokestis | 0 | 1020967, 6 | 1020967, 6 | 1020967, 61 | 1020967,6 05 | 1020967,6 05 |
| Grynasis pelnas (nuostoliai) | - 3403369 | 5785483 | 5785483 | 5785483 | 5785483 | 5785483 |

3.3.8. Investicijų efektyvumo įvertinimas

Atliekamas rentabilumo sakičiavimas. Jis yra pateikiamas diagramoje **pav. 4.3.1** paveiksle.

3.3.1 pav. Projekto rentabilumo kreivės



Pagal atliktus skaičiavimus projektas pradės nešti pelną 3-čiais įgyvendinimo metais.

3.3.9. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taškas yra paroduodamo pelningiausio produkto kiekis prie kurio įmonės pelnas yra lygus nuliui. [35].

Lūžio taško arba kritinę gamybinę apimtį randame pagal šią lygtį [35]:

$$B_{lj} = \frac{PK_j}{c_j - kk_j}$$

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

3.2.20 lentelė projekto lūžio taško skaičiavimo duomenys

| Rodikliai | dujos | benzinas | žibalas | lengvas dyzelinas | sunkus dyzelinas | Visbrekin go likutis |
|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------|
| Pastovių kaštų suma, mln Eur | 0,48 | 0,38 | 0,41 | 1,76 | 1,30 | 12,62 |
| Gaminio kaina, Eur | 340,02 | 502,23 | 695,01 | 492,23 | 451,45 | 290,58 |
| Gaminio kintamieji kaštai, Eur | 318,76 | 318,52 | 318,59 | 321,75 | 320,66 | 347,08 |
| Lūžio taškas, t. | 1735445,9 68 | 200862,1 89 | 98033,531 74 | 216449,38 61 | 282143,20 35 | 653104,92 59 |
| Pardavimo planas, t. | 62032,98 | 48755,74 | 53108,94 | 226365,96 | 166727,23 | 1619604,8 9 |

Atlikus skaičiavimus rastas lūžio taškas pelningiausiam produktui žibalui yra ties 53108,94 tonų žaliavos.

3.3.10 Investicijų atsipirkimo laikas

Šis rodiklis nusako, kada projekto metu sunaudotos išlaidos yra padengiamos projekto gaunama ekonomine nauda. [35]

Ivestivijų atsipirkimo laikotarpis lygus:

$$T = 3 + (-1) * \frac{(-34,47)}{258,43} = 2,13$$

3.3.11 Vidinės gražos normos skaičiavimas

Tai yra grynųjų pinigų įplaukų dabartinės vertės normos prilyginimas projekto būsimų išlaidų dabartinės vertės normai. [35]

$$\sum_{t=0}^n \left(\frac{CF_t}{(1+kk)^t} \right) = 0$$

Gauta pelno norma yra 48% ir yra didesnė už kapitalo kainą diskonto norma. Iš to galima teigti jog finansinė rizika vykdomam projektui neturės didelės įtakos.

3.3.12 Grynosios esamosios vertės skaičiavimas

Grynosios esamosios vertės gavimui reikia susumuoti grynuosius pinigų srautus. Šis rodiklis parodo visų diskontuotų pinigų sumą nuo nulinių metų. [35]

$$GEV = \sum_{t=0}^n \left(\frac{CF_t}{(1+kk)^t} \right)$$

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

Apskaičiavus Esamo projekto GEV vertę gauta 29170365,92 Eur suma. Suma yra teigiama, todėl matosi, jog projektas yra efektyvus.

3.3.13 Pelningumo arba rentabilumo indekso skaičiavimas

Pelningumo arba rentabilumo indeksas turi būti didesnis už vieneta, tam kad projektas būtų laikomas priimtiniu. Šis indeksas yra pelno ir išlaidų santykis [35]:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{GPS_j}{(1+KK)^n} \cdot \frac{1}{GPS_0}$$

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

Gauta rentabilumo ir pelningumo indekso vertė yra 5,38 todėl projektas yra priimtinas.

3.4. Aplinkosauginis vertinimas

3.4.1. Bendrieji duomenys

Proceso tikslas įvertinti visbrekingo terminio krekingo metu naudojamų žaliavų bei gautų produktų poveikį aplinkai. Duomenys apie žaliavas ir produktus pateikiami lentelėse. [2], [32]

3.4.2 lentelė. Naudojamų žaliavų duomenys duomenys

| Žaliavos pavadinimas | Sunaudojamas kiekis per metus, t | Cheminės medžiagos klasifikavimas | | |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|--|
| | | kategorija | Pavojaus nuoroda | Pavojingumo frazės |
| Gudronas | 2094000 | pavojingas | degi | H332, H350, H361, H373, H410 |
| Dyzelinas | 133659,57 | pavojingas | degi | H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411 |

3.4.2 lentelė. Gaunamų produktų duomenys

| Cheminės medžiagos klasifikavimas | | |
|-----------------------------------|--|--|
|-----------------------------------|--|--|

| Produkto pavadinimas | Pagaminama per metus, t | kategorija | Pavojaus nuoroda | Pavojingumo frazės |
|----------------------|-------------------------|------------|------------------|--|
| Dujos | 63488,30 | pavojingas | degi | H220, H280 |
| Benzinas | 49899,57 | pavojingas | degi | H304, H315, H336, H340, H350, H361, H411 |
| Žibalas | 54354,89 | pavojingas | degi | H304, H315, H336, H340, H350, H361, H411 |
| Lengvas dyzelinas | 231676,60 | pavojingas | degi | H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411 |
| Sunkus dyzelinas | 170638,72 | pavojingas | degi | H226, H304, H315, H332, H351, H373, H411 |
| Visbrekingo likutis | 1657601,49 | pavojingas | degi | H332, H350, H361, H373, H410 |

Proceso metu sunaudojamas energijos kiekis pateiktas lentelėje žemiau. Energijos kiekiui surasti buvo naudojama procesų modeliavimo programa “Aspen Hysis”.

3.4.3 lentelė. Energetiniai ištekliai

| Energetiniai ištekliai | Matavimo vnt | Panaudojimas per metus | Išgavimo šaltiniai |
|------------------------|--------------|------------------------|---|
| Elektros energija | MW | 586,3 | Šiluminė elektrinė, Lietuvos elektros tinklas |
| Šiluminė energija | MJ | 273392,6 | Krosnys KR-1, KR-2 |

3.4.2. Fizikinė tarša

Vykstant gudrono terminiam krekingui nustatyta fizikinė tarša, šaltiniai pateikti lentelėje.

3.4.4 lentelė. Fizikinės taršos duomenys

| Taršos rūšis | Taršos šaltinis | Taršos šaltinių skaičius | Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis | Priemonės taršai mažinti |
|--------------|---------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Triukšmas | Įrenginio siurblinė | 6 | 60db | Ausinės, ausų kištukai |

Proceso metu yra naudojami 6 išcentriniai siurbliai, kurie dirbami sukelia triukšmą. Pagal Lietuvos respublikos įstatymus gamyklose naudojamų įrengimų keliamas triukšmas negali viršyti 87 decibelų. Siurblinėje sukiamas triukšmas yra mažesnis, tačiau dėl dabuotojų gerovės yra rekomenduojama naudoti triukšmą slopinančias ausines arba ausų kištukus.

3.4.3. Biologinė tarša

Biologinė tarša nebuvo nustatyta.

3.4.4. Atliekos

Gamybos procese susidaro atliekos susidaro pačio proceso metu, tačiau atliekos kaupiasi ir dėl buitinės veiklos. Įmonėje atliekos yra rūšiuojamos pagal atliekų rūšį bei pobūdį, nemišant

jų su kitomis. Popierius ir kartono atliekos yra surenkamos kaip antrinės žaliavos į jam skirtas talpas, jos turi būti nepadengtos plastikumu, saugios, švarios. Padaliniuose surinkus didelius makulatūros kiekius, juos reikia kaupti vienoje vietoje ir atėjus laikui, jas surenka ir įmonės darbuotojai. Plastiko bei stiklo atliekos įmonėje rūšiuojamos ir surenkamos kaip antrinės žaliavos. Komunalinės atliekos yra surenkamos į joms skirtus konteinerius, jomis neužteršiant kitų antrinių žaliavų. Pavojingos atliekos yra u-sandarintos, arba laikomos taip, kad nekeltų pavojaus aplinkiniams. Metalų laužo atliekos yra surenkamos įmonės padaliniuose, atskiruose konteineriuose, į šias atliekas yra draudžiama maišyti aerozolius ar metalinę tarą. Asbesto turinčios atliekos yra sudrėkinamos ir įdedamos į dvigubo sluoksnio polietilenuose maišelius. Įvairūs cheminiai reagentai, katalizatoriai, naftos produktai yra perduodami įmonės laboratorijai, kuri nusprendžia ar gautas atliekas perdirbti arba sunaikinti. Įmonėje yra atliekama išvežamų, perdirbamų atliekų apskaita. [33], [44]

3.4.5 lentelė. informacija apie atliekų tipą ir kiekius

| Atliekų pavadinimas | Atliekų laikymas, sandėliavimas | Susidarymo periodiškumas | Atliekų tvarkymas | Kiekis, t/metus | Pastabos |
|--|---------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|----------|
| Technologinio proceso metu atliekos nesusidaro | – | – | – | – | |

3.4.5. Vandens tiekimas ir nuotekų valymas

Visbrekingo procese yra naudojamas chemiškai valytas, nudruskintas vanduo. Panaudotas vanduo patenka į valymo įrenginių cechą. Žemiau lentelėje pateikiamas įrenginio vandens balansas. Įprasto režimo dienomis yra sunaudojama 3 m³/h tokio vandens. Remonto metu, kuris vyksta 16d. per metus šis kiekis išauga iki 25 m³/h.

3.4.6 lentelė. Procese naudojamas vandens balansas

| Vandens šaltinis | Panaudojimas | Didžiausias paros debitas m ³ /d | Vidutinis metinis kiekis, m ³ | Taupymo ir apsaugos priemonės |
|---------------------|--|---|--|--|
| Iš valymo įrenginių | Tiekiamas krosnių gyvatukų turbulencijai ir į kolonos kubą | 600 | 34152 | Mechaninio valymo įrenginiai, dviejų pakopų biologinio valymo įrenginiai, papildomo valymo įrenginiai, sukaupto tvenkiniai |

3.4.7 lentelė. Įrenginio nuotekų ir teršalų balansas

| Nuotekų susidarymo šaltiniai | Nuotekų kiekis, t/d | Teršalų kiekis mg/l | Vidutinis metinis kiekis, m ³ /metus | Teršalo pavadinimas |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|---|---|
| Mažo užterštumo gamybinės nuotekos | 3 | 200-350 | 34152 | Procese panaudotame vandenyje ištirpusios naftinės atliekos |

| | | | | |
|------------------------------|----|---------|--------|------------------------------|
| Buitinės ir lietaus nuotekos | 10 | 150-275 | 56 786 | Druskos, organinės atliekos. |
|------------------------------|----|---------|--------|------------------------------|

3.4.6. Oro tarša

Visbrekingo įrenginio krosnyse yra deginamos angliavandenilinės dujos, kad būtų pašildyta žaliava. Dujų degimo metu susidaro į atmosferą patenka įvairios degimo produktų dujos: sieros anhidridas, anglies monoksidas, metanas, įvairūs azoto oksidai, lakieji organiniai junginiai, sieros vandenilis kietosios dalelės ir kiti. Išmetamųjų dujų kiekis yra apkaitomas, tam yra naudojamas monitoringas. Krosnyse bei kaminuose yra įrengti prietaisai skirti išmestam dujų kiekiui sužinoti, pagal gautus duomenis galima optimizuoti procesą, reguliuoti deguonies kiekį patenkantį į krosnis. Sieros kiekiui išmetimo dujose sumažinti yra naudojamas sieros valymo įrenginys. Į šį įrenginį yra tiekiamas monoetanolaminas, kuris prisisotina dujose ištirpusiais sieros junginiais. Fizikinės absorbcijos dėka tirpalas yra regeneruojamas išskiriant elementinę sierą ir pakartotinai panaudojamas dujų valymui. Įmonėje yra naudojamas fakelų ūkis, kuris leidžia detonuoti angliavandenilines dujas su dideliu utilizacijos laipsniu, įprastai fakelų ūkis naudojamas, (kaip apsauginė priemonė gamykloje ištikus avarijai, ar balansiniam dujų kiekio pašalinimui.

3.4.8 lentelė. oro taršos šaltinių ir teršalų išmetimų kiekybines charakteristikos

| Išmetimų pavadinimas | Išmetimų debitas | Teršalų ribinė vertė (koncentracija) | Teršalų kiekis, t/metus | Išmetimų periodiškumas | Pastabos |
|--|--------------------------|--|---|------------------------|--|
| Dūmai per dūmtraukį | 59,66 Nm ³ /s | Sieros dioksidas (SO ₂) – 1214 mg/Nm ³ Azoto oksidų (NO _x) – 273 mg/Nm ³ Anglies monoksido (CO) – 105 mg/Nm ³ Kietųjų dalelių (KD) – 27 mg/Nm ³ Lakiųjų organinių junginių (LOJ) – 0,185 g/s | SO ₂ – 12948 NO _x –2799 CO – 185 KD – 32,5 LOJ – 5,96 | Nuolat | Dūmai ir teršalai išsklaidomi atmosferoje per 120 m aukščio kaminą |
| Oras iš gamybinių patalpų ventiliacijos angų | 11,02 Nm ³ /s | Lakiųjų organinių junginių (LOJ) – 0,2222 g/s | LOJ – 7,23 | Nuolat | Visam sunkiųjų produktų kompleksui |
| Išmetimai iš aparatų ir vamzdinių | 0,774 Nm ³ /s | Lakiųjų organinių junginių (LOJ) – 23,7342 g/s Metiltretbutileteris (MTBE) – 5,6063 g/s | LOJ – 719 MTBE–180,1 | Nuolat | Visam sunkiųjų produktų kompleksui |

3.4.7. Apibendrinimas

Projektuojam gamybos procese didžioji dalis naftinių produktų yra uždarojoje sistemoje, vanduo vandeniniuose aušintuvuose yra recirkuliuojamas, vanduo proceso technologijai (į krosnis ir koloną) yra išvalomas valymo įrenginiuose. Procesas suvartoja ganėtinai didelį kiekį šiluminės energijos, dėl žaliavos pašildymo iki 510⁰C. Įrenginio darbo metu biologinė tarša yra likviduojama valymo įrenginiuose. Triukšmas neviršija leistinų ribų. Skystos atliekos yra išvalomos, buitinės atliekos rūšiuojamos. Oro taršai yra atliekamas monitoringas, išmetamose dujose yra mažinamas sieros kiekis.

4. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

Skyriuje yra aprašoma ir įvertinama darbuotojų saugą bei sveikatą.

4.1. Projektuojamo objekto charakteristika

Visbrekingo terminio krekimo įrenginys yra projektuojamas AB “Orlen Lietuva” teritorijoje, Juodeikių kaime. Naftos perdirbimo gamykloje perdirbami produktai yra kenksmingi žmogaus sveikatai bei galintys sukelti gaisro ar sprogimo pavojų, todėl yra privaloma parinkti atitinkamas apsaugos priemonės pavojui išvengti. Pagal Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės sanitarinės zonos riba yra 500m. [29]

4.2. Profesinės rizikos vertinimas

Vertinimo tikslas nustatyti ir įvertinti rizikas kurios gali nutikti darbuotojams darbo metu. Išsiaiškinus galimus rizikos veiksnius rasti sprendimus rizikų prevencijai, jeigu rizikos veiksniai yra nepašalinami, tuomet šio vertinimo tikslas yra kuo labiau sumažinti veiksnių tikimybę. Rizikos vertinimas apima šiuos etapus [30, 39, 40, 41, 42]:

- Parengiamieji, pirmininiai darbai;
- Rizikos veiksnių tyrimas, rizikos dydžio nustatymas ir sprendimo dėl rizikos priimtimumo priėmimas;
- Rizikos sumažinimas ar visiškas jo pašalinimas;
- Rizikos stebėjimas.

Pirmiausiai yra randamos pagrindinės pavojų vietos, kurios pateikiamos žemiau:

- Gudrono visbrekingo kolonos;
- Šilumokaičiai;
- Dujinės talpos;
- Latakai, šuliniai, požeminės talpos;
- Siurblinės;
- Produktų mėginių paėmimo vietos;
- Krosnys;
- Aušintuvai.

Sudaroma įrenginyje naudojamų produktų pavojingumo charakteristika, jos duomenys pateikiami lentelėse: [2]

4.1.1 lentelė. Produktų pavojingos cheminės savybės

| Medžiagos pavadinimas | | Pavojingumo klasė | Temperatūra, °C | | | Koncentracinė sprogmumo riba, % tūrio | | Poveikio žmogaus organizmui toksiškumo charakteristika | Medžiagos koncentracijos ribinė vertė (IPRD) darbo aplinkos ore, mg/m ³ |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------|--|--|
| | | | Pliūpsnio | užsiliepsnojimo | savaiminio užsiliepsnojimo | apatinė | viršutinė | | |
| 1 | Dyzelinis distiliatas | 4 | > 45 | 60–120 | > 300 | 2 | 3 | Įkvėpus pasižymi narkotiniu poveikiu dirgina kvėpavimo takus, akis, odą. Išbėrimo pavojus | 350 |
| 2 | Visbrekingo likutis | 4 | > 125 | 148–187 | 370 | – | – | Įkvėpus pasižymi narkotiniu poveikiu dirgina kvėpavimo takus, akis, odą. Išbėrimo odos ligų, vėžio pavojus. Nudegimo dėl didelės temperatūros pavojus. | 300 |
| 3 | Gudronas | 4 | > 260 | – | 360–390 | – | – | Įkvėpus pasižymi narkotiniu poveikiu dirgina kvėpavimo takus, akis, odą. Išbėrimo odos ligų, vėžio pavojus. Nudegimo dėl didelės temperatūros pavojus. | 300 |
| 4 | Proceso dujos | 4 | – | – | > 537 | 3,3 | 22,6 | Įkvėpus pasižymi narkotiniu poveikiu dirgina kvėpavimo takus, akis, odą. Galimas deguonies trūkumo pavojus. | 1800 |
| 5 | Visbrekingo lengvasis distiliatas | 4 | < minus 27 | – | > 415 | 1,2 | 7 | Įkvėpus pasižymi narkotiniu poveikiu dirgina kvėpavimo takus, akis, odą. Išbėrimo odos ligų, vėžio pavojus. Nudegimo dėl didelės temperatūros pavojus. | 200 |
| 6 | Vandenilio sulfidas | 3 | – | – | 246 | 4,3 | 46 | Toksinės dujos. Bespalvės, turinčios sugedusių kiaušinių kvapą. Esant 1 mg/l koncentracijai mirštama sustojus kvėpavimui. | 14 |

4.1.2 lentelė. Fizikinių, fizinių ir ergonominių veiksnių identifikavimas

| Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai | Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta | Matavimo vienetas | Ribinė vertė, | Prevencinės priemonės |
|---|--|---|---|---|
| Fizikiniai veiksniai | | | | |
| Temperatūra | Visbrekingo įrenginys | iki 800 °C | 45 °C | Šiluminė izoliacija |
| Triukšmas | Siurblinė | 60 dBA | 87 dBA | Ausinės, ausų kištukai, klausos saugojimo priemonės |
| Apšvieta | Gamybos patalpos | 300 lx | 500 lx | Įrengti papildomus apšvietos padidinimo šaltinius |
| Fiziniai veiksniai | | | | |
| Statinė elektra | Visbrekingo įrenginys | - | - | Įrengimų įžeminimas, antistatinė apranga |
| Ergonominiai veiksniai | | | | |
| Netinkama darbo pozicija | Visos patalpos | Nepatogi darbo poza iki 10 % išdirbto darbo laiko | Nepatogi darbo poza iki 20 % išdirbto darbo laiko | Pertraukos, mankšta, atostogos |
| Nuovargis | Visos patalpos | - | - | Pertraukos, mankšta, atostogos |

4.1.3 lentelė. Įrengimų pavojingumo kategorijos gaisro ir sprogimu atžvilgiu

| Technologinio bloko, įrangos, gamybinių patalpų pavadinimas | Pavojingumo kategorija gaisro atžvilgiu | Potencialiai sprogios dujų, garų aplinkos grupė, temperatūrinė klasė pagal LST EN 60079-20 | Pavojingos zonos tipas sprogumo atžvilgiu |
|---|---|--|---|
| 1 | Visbrekingo kolonos | | |
| 1,1 | <i>K-1</i> | A_{Sgi} | IIC T3 Zona 2 |
| 1,2 | <i>K-2</i> | A_{Sgi} | IIC T3 Zona 2 |
| 1,3 | <i>K-3</i> | A_{Sgi} | IIC T3 Zona 2 |
| 2 | Krosnių blokas | | |
| 2,1 | <i>KR-1</i> | A_{Sgi} | IIC T3 Zona 2 |

| | | | | |
|----------|--|------------------|--------|--------|
| 2,2 | KR-2 | A _{sgj} | IIC T3 | Zona 2 |
| 3 | Separatoriai | | | |
| 3,1 | SP-1 | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 2 |
| 3,2 | SP-2 | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 2 |
| 4 | Siurblinė | | | |
| 4,1 | S-1,2,3,4,5,6 | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 2 |
| 5 | Šilumokaičiai | | | |
| 5,1 | TK-1,2,4 | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 1 |
| 5,2 | TK-3, reboileris | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 2 |
| 6 | Latakai, šuliniai, požeminės talpos | | | |
| 6,1 | Latakai, šuliniai, požeminės talpos | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 1 |
| 7 | Mėginių paėmimo vietos | | | |
| 7,1 | Produktų paėmimo vietos | A _{sgj} | IIC T3 | Zona 2 |
| 7 | Aušintuvai | | | |
| 7,1 | AO-1,2,3 | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 1 |
| 6,2 | AV-1,2 | A _{sgj} | IIA T3 | Zona 1 |

4.3. Saugi gamyba

Naftos pramonėje darbinis personalas dirba įmonėje esančiais įrengimais ir žaliavomis kurios yra pavojingos darbuotojų sveikatai. Dėl šios priežasties yra labai svarbu užtikrinti saugų personalo darbą, rūpintis darbuotojų sveikata, bei kiek įmanoma sumažinti kylančias darbo metu rizikas. Saugos užtikrinimui gamykloje yra naudojamos šios priemonės:[2], [31]

- Visbrekingo įrenginyje yra numatoma galimybė gaisro atveju kylančio dėl krosnių gyvatukų įtrūkimo, į krosnių K-1 ir K-2 paduoti vandens garą.
- Įvykus dujų nuotekiui įrenginyje, kuriuose yra H₂S dujų, įrenginio personalas privalo likviduoti įvykio vietą, o esant būtinybei stabdyti visbrekingo įrenginį.
- Siekiant išvengti įrenginio uždujinimo, privaloma nedelsiant likviduoti visus nesandarumus ir vamzdynų išsihermetinimus.
- Ventiliacinės sistemos įrenginiuose, bei buitinėse patalpose privalo dirbti be sustojimo.

- Draudžiama visuose įrengimuose tiekti produktus kurių temperatūra yra didesnė negu 100 laipsnių, jeigu įrenginiuose yra likusio vandens.
- Visi įrenginiuose atliekami režimų pakeitimai privalo būti atliekami pagal įrenginiui skirtas instrukcijas ir privalo neviršyti nustatytų technologinių normų.
- Darbus su naftos produktais ir reagentais būtina vykdyti dėvint visas reikalingas AAP skirtas darbui toje zonoje, aptarnaujanti personalas privalo dėvėti klausos saugojimo priemonės, antistatinius rūbus bei avalyne, akis saugančius apsaugos akinius, bei su savimi nešiotis respiratorių, dėl galimo dujų nutekėjimo, analizatorių, kad nutekėjimas būtų pastebėtas.
- Visa įrenginyje naudojama įrangą turi būti pritaikyta darbui potencialiai sprogioje aplinkoje.

Elektrosauga

Apsaugai nuo žaibų įrenginyje yra sumontuoti žaibolaidžiai. Tam yra parinkti II klasės žaibolaidžiai kurių patikimumas yra 0,97. Taip pat dėl statinės elektros krūvio bei galimo elektros nutekėjimo visos metalinės ar elektrai laidžios įrengimų dalys ar elektriniai matuokliai yra įžeminti. Perkūnijos metu įrenginyje yra draudžiama bet kokias gaisro ar sprogimo atžvilgiu pavojingas medžiagas tiekti į atmosferą. Aptarnaujantis personalas yra aprūpinamas antistatiniais drabužiais, šie drabužiai nekaupia elektrostatinių krūvių, dėl kurių įrenginyje darbo metu gali išsižiebtį kibirkštis ir kilti gaisras. [2, 43]

4.4. Darbo higiena

Komfortui dirbančiam personalui užtikrinti reikia atsižvelgti į šiuos dalykus:

- Saugumas;
- Apšvietimas;
- Šiluminė aplinka;
- Triukšmo lygis;
- Poilsio kambarys;

Tam, kad užtikrinti saugų ir sklandų įrenginio darbą, didžiąją darbo liko dalį aptarnaujantis personalas praleidžia operatorinėje prie kompiuterių stebėdami proceso duomenis, taip yra labai sumažinamas laikas kurį darbuotojas praleidžia įrenginyje ir jam gresia didesnė pavojaus rizika. Įmonė aprūpina darbuotojus asmeninėmis apsaugos priemonėmis, atlieka jų priežiūrą bei pakeitimą. Įmonė organizuoja darbuotojų sveikatos patikrinimą, kuris vyksta kas dvejus metus. [2]

Apšvietimui yra numatyta 400lx apšvieta operatorinėje. Įrenginys yra apšviečiamas svarbiausiose vietose silpnu apšvietimu naktį, kad darbuotojai nepasimestų ir galėtų jame orientuotis. Svarbiausios įrenginio aptarnavimo aikštelės yra apšviečiamos visą parą. [40]

Komfortabilios šiluminės aplinkos užtikrinimui operatorinė yra apšildoma iš gamyklos šilto vandens tinklo skirto buitiniams reikmėms. Darbuotojai gali reguliuoti patenkančio šilto vandens

kiekį į operatorinę pagal poreikius. Operatorinėje taip pat yra numatyta ventilacija ir aušinimo sistema, kuri yra skirta šiltuoju laikotarpiu. [39]

Operatorinėje yra numatytas poilsio kambarys, kuriame darbuotojai turėdami laisvo laiko, gali poilsiauti, mankštintis. Šiame kambaryje yra numatytas kavos aparatas.

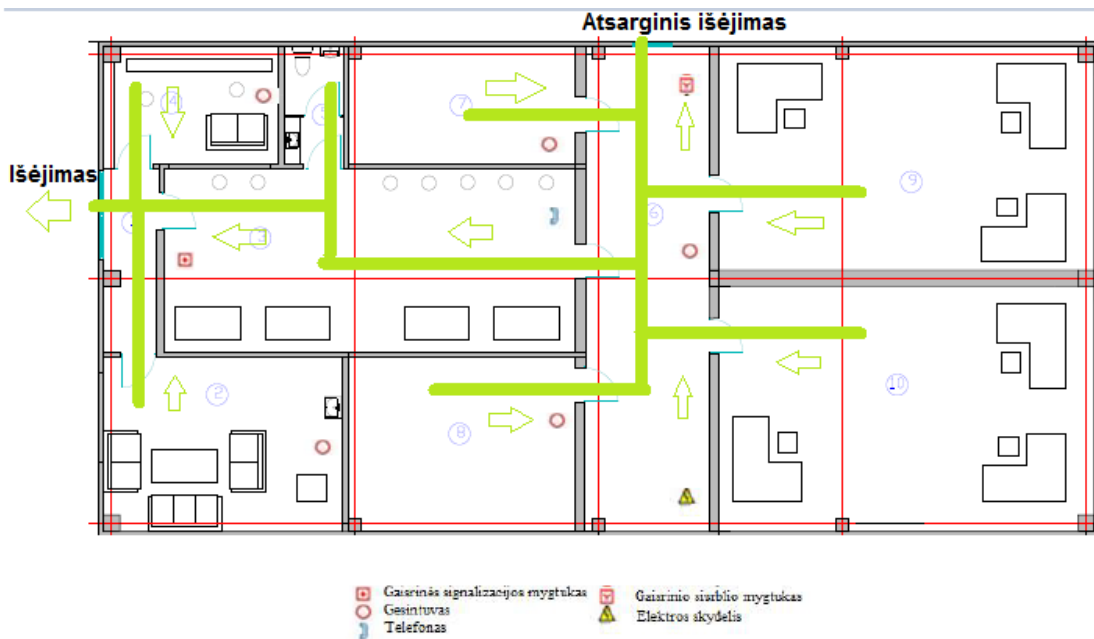
4.5. Gaisrinė sauga

Visbrekingo įrenginyje yra tikimybė kilti A klasės gaisro pavojui. Norint apsaugoti darbuotojus, bei įrengimus nuo gaisro pavojaus yra numatomos šios priešgaisrinės saugos priemonės [2], [31].

- Nedegūs audiniai;
- Milteliniai, anglies bei vandens gesintuvai;
- Smėlio dėžės įvairiuose įrenginio vietose;
- Priešgaisriniai hidrantai;
- Automatinė gaisro gesinimo krosnyse sistema;
- Gaisrinis čiaupas;
- Bendrovės teritorijoje yra įrengti privažiavimai prie gaisro gesinimui skirtų vandens telkinių, gaisrinių hidrantų, pajungimų prie gaisrų gesinimo technikos;
- Rūkyti įmonės teritorijoje leidžiama tik tam tikslui skirtose ženklais pažymėtose ir tinkamai įrengtose vietose;
- Teritorija turi būti sutvarkyta gamybos, augalinės kilmės ir kitos atliekos turi būti šalinamos ar laikomos tam tikslui skirtose vietose;
- Įmonė organizuoja darbuotojų priešgaisrinės saugos mokymus, kurie yra atliekama periodiškai kas 2 metus;
- Neeksploatuojami elektros įrenginiai turi būti atjungti nuo elektros tinklo, draudžiama dirbti esant netvarkingai įrangai, įrenginiams, išjungtiems kontroliniams matavimo ir apsaugos prietaisams;

Gaisro atveju operatorinėje yra numatytas evakuacijos planas. Planas pakabinamas gerai matomose vietose, su juo yra supažindinamas aptarnaujantis personalas. Evakuacijos keliai ir išėjimai yra laisvi, parengti žmonėms evakuoti bet kuriuo paros metu. Kilus gaisrui, naudoti lifthus, eskalatorius ir keltuvus žmonėms evakuoti draudžiama, dėl galimo elektros dingimu bei lifto sustojimo, išskyrus atvejus, kai minėti įrenginiai yra pritaikyti žmonėms evakuoti. Iš vidaus durys evakuaciniuose išėjimuose yra pritaikytos atsidaryti bet kuriuo paros metu, vietiniam gaisrui operatorinės pastate yra pakabinti 5 milteliniai gesintuvai po 6kg įvertinus operatorinėje esančias degias medžiagas, jų laikymo vietas bei kambarių užimamą plotą. [2, 31, 42]

4.1 pav. Evakuacijos planas



IŠVADOS

1. Tyrimo metu nustatyta, kad norint prailginti visbrekingo tarpregeneracinį laikotarpį mažinant kokso dalelių kiekį ir išlaikant geriausias produktų išeigas reikia perdirbant žaliavinės naftos mišinį turintį daugiau sunkiųjų naftų, kaip pavyzdžiui REBCO. Naftos mišinyje esant didesniai kiekiui lengvesniųjų žaliavinių naftų yra gaunama mažesnė produktų konversija prie panašaus kokso dalelių skaičiaus visbrekingo likutiniam produkte.
2. Tyrimo metu pastebėta, kad įrenginyje perdirbant Arab light naftą buvo laikomas žemas kokso dalelių kiekis, kuris vidutiniškai buvo 3200, tai lėmė 5% mažesnę lengvųjų produktų konversiją visbrekingo įrenginyje.
3. Gamybos apimčiai užtikrinti bei visbrekingo įrenginio tarpregeneracio laikotarpio prailginimui pasiūlyti inžineriniai sprendimai. Tokie, kaip visbrekingo įrenginio tipo pakeitimas iš „Soaker“ į „Coil“ tipą, bei krosnies modernizacija leidžianti krosnį išvalyti jos darbo metu.
4. Nubraižyti ir aprašyti projektuojamo įrenginio sklypo, operatorinės bei technologinės linijos brėžiniai. Projektuojamo įrenginio vieta pasirinkta AB „Orlen Lietuva“ teritorijoje.
5. Atliktas ekonominis ir finansinis vertinimas rodo, kad įrenginio modernizacija atsiperka jau trečiaisiais įrenginio darbo metais.
6. Atliktas įrenginio aplinkosauginis vertinimas. Nustatytos įrenginio oro taršos emisijos, aprašyti atliekų valymo įrenginiai.
7. Darbuotojų saugių darbo vietų užtikrinimui buvo atliktas profesinės darbo rizikos saugos vertinimas. Parinktos atitinkamos apsaugos priemonės, sumažinančios darbuotojų rizika įrenginio darbo metu, parinktos komfortą gerinančios aplinkybės.

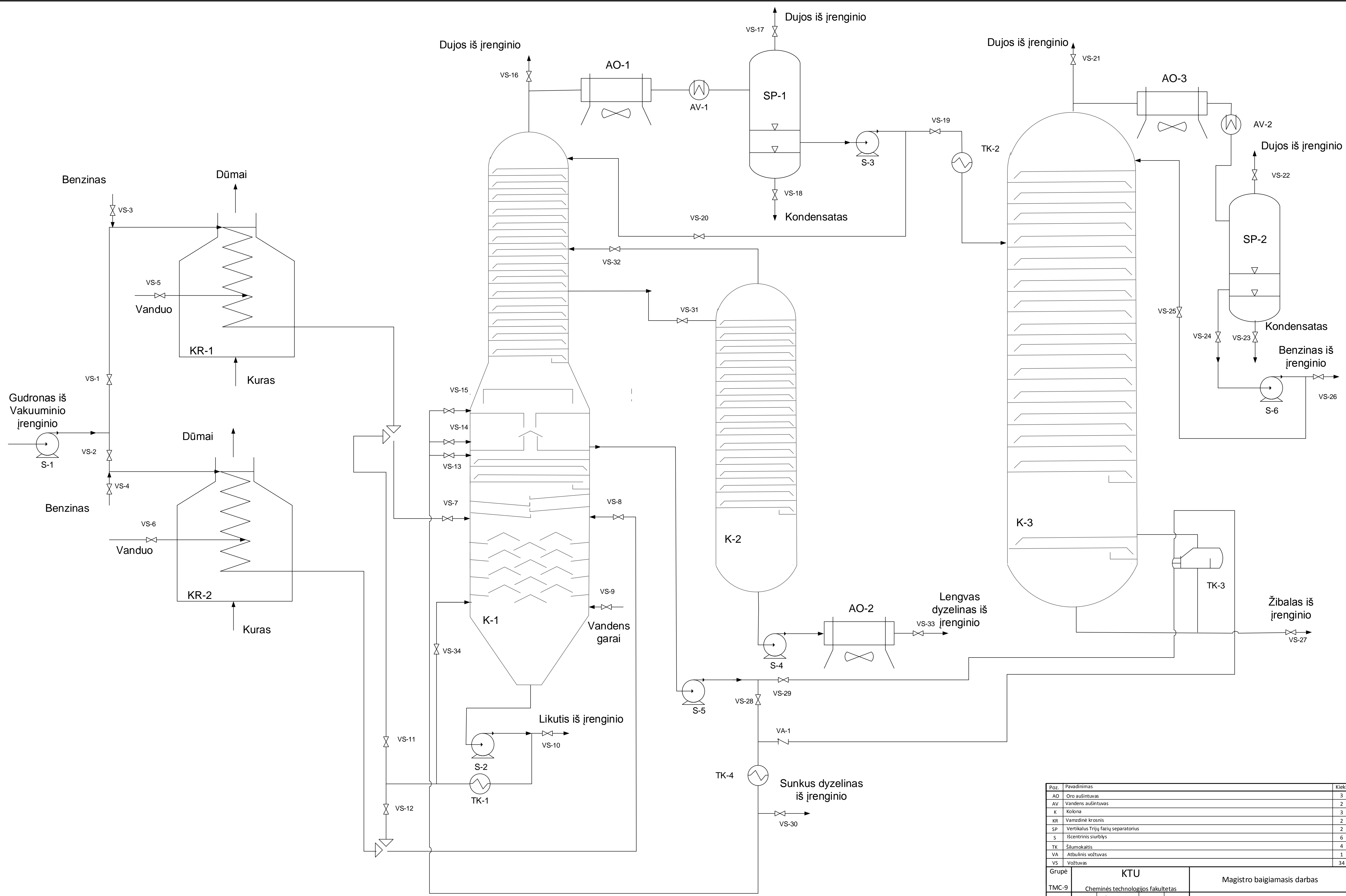
LITERATŪRA

1. V. J. Barkauskas. (2007m). Naftos perdirbimo technologija 1. Naftos paruošimas perdirbimui ir rektifikacijai.
2. AB „Orlen Lietuva“. (2014m). Mazuto vakuuminės rektifikacijos ir gudrono visbrekingo procesų technologinis reglamentas.
3. Catala, K.A., Karrs, M.S., Sieli, G., “Advances in delayed coking heat transfer equipment” Hydrocarbon Processing February 2009, p.45
4. Haizmann, R.S., Hunt, P., Srinivas, A., Banerjee, S., “Maximize return from every barrel: Proven residue upgrading technology” J. of Petrofed, Jan-March 2012, Vol.11, p.38
5. <http://www.exxonmobil.com/refiningtechnologies>
6. http://www.fwc.com/publications/tech_papers/oil-gas/visbreaking.cfm
7. Rana, M.S., Samano, V., Ancheyta, J., Diaz, J.A.I. “A review of recent advances on process technologies for upgrading of heavy oils and residua”, Fuel, vol. 86, (9), June 2007, 1216-
8. Sarkar, S., Basak, T.K. “Heavy oil processing in IOCL Refineries”, Compendium 16th Technology meet, Feb 17-19, 2011.
9. Sieli, G.M., “Visbreaking the next generation” Foster wheeler publication, 1998.
10. Stratiev, D., Kirilov, K., Belchev, Z., Petkov, P., “How feed stocks affect visbreaker 11. operations”, Hydrocarbon processing, June 2008, p.105
12. Tondon, D., Dang, G.S, Garg M.O., “Visbreaking: a flexible process to reduce the pour point of heavy crude oils” J. of Petrotech society, June, 2007, p.44. J. P. Wauquier. (2000m). *Petroleum Refining 2. Separation processes*.
13. Mochamad Adha Firdaus. (2011m). *Distillation Column Selection and Sizing*.
14. J. Towfighi, M. Sadmareli, A. Niaei. (2002m). Coke Formation Mechanisms and Coke Inhibiting Methods in Pyrolysis Furnaces.
15. AB „Orlen Lietuva“ suteikti duomenys apie visbrekingo įrenginio darbą.
16. J. Towfighi, M. Sadmareli, A. Niaei. (2002m). Coke Formation Mechanisms and Coke Inhibiting Methods in Pyrolysis Furnaces.
17. Shell Global Solutions International B.V., The Netherlands. (2008m). Liquid/Liquid and Gas/Liquid/Liquid Separators – Type Selection and Design Rules.
18. Balandis, A. Kantautas, B. Leskauskas, G. Vaickelionis, Z. Valančius. (2006m). Chemijos inžinerija, I knyga.
19. Balandis, B. Leskauskas, G. Vaickelionis, Z. Valančius. (2010m). Chemijos inžinerija, III knyga.
20. Balandis, S. Šinkūnas, B. Leskauskas, G. Vaickelionis, Z. Valančius. (2007m). Chemijos inžinerija, II knyga.
21. Chang, K. Pashikanti, Y. A. Liu. (2012m). Refinery Engineering Integrated Process Modeling and Optimization.
22. AB „Orlen Lietuva“. (2013m). Mazuto vakuuminės rektifikacijos įrenginys – technologinė grafinė schema.
23. H. Z. Kister. (1992m). Distillation Design.
24. H. Z. Kister. (2006m). Distillation Troubleshooting.
25. J. G. Speight (2017m) Handbook of petroleum refining.

26. J. G. Speight. (2014m). The Chemistry and Technology of Petroleum Fifth Edition.
27. N. P. Lieberman, E. T. Lieberman (2014m). A working guide to process equipment fourth edition.
28. S. A. Treese, P. R. Pujado, D. S. Jones. (2015m). Handbook of Petroleum Processing Second Edition.
29. W. Yuan, A. C. Hansen, Q. Zhang, Z. Tan. (2005m). Temperature – Dependent Kinematic Viscosity of Selected Biodiesel Fuels and Blends with Diesel Fuel.
30. LIETUVOS RESPUBLIKOS SPECIALIŲJŲ ŽEMĖS NAUDOJIMO SĄLYGŲ ĮSTATYMAS. 2019 m. birželio 6 d. Nr. XIII-2166, Vilnius TAR, 2019-06-19, Nr. 9862
31. Profesinės rizikos bendrieji vertinimo nuostatai. Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.
32. AB „Orlen Lietuva“ Priešgaisrinė instrukcija.
33. <https://www.ornenlietuva.lt/LT/OurOffer/Products/Puslapiai/Saugos-duomenu-lapai.aspx>
34. http://www.mazeikiai.lt/media/4865/12-2012_vgtu_ab-mazeikiu-nafta-poveikio-orui-vertinimas.pdf
35. Z. Valančius, D. Nizevičienė, O. Viliūnienė, J. Solnyškinienė, I. Stasiulaitienė. Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. Cheminės technologijos fakulteto Chemijos inžinerijos studijų programos magistrantams. Kaunas, 2013.
36. B. Juodagalvienė, P. Gerdžiūnas, R. Kvietkauskas. Statybinė braižyba. Užduotis ir metodikos nurodymai. Vilnius: Technika, 2001. 24 p.
37. V. Mokšins, V. Striška. Įmonių projektavimas. VGTU leidykla Technika, 2006
38. <http://www.senukai.lt>
39. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
40. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.
41. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123 -5055.
42. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804.
43. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
44. https://www.ornenlietuva.lt/LT/OurOffer/Forcontractors/Documents/AB%20ORLEN%20Lietuva%20Atlieku%20tvarkymo%20taisykles%20lt_2018.pdf
- 45.

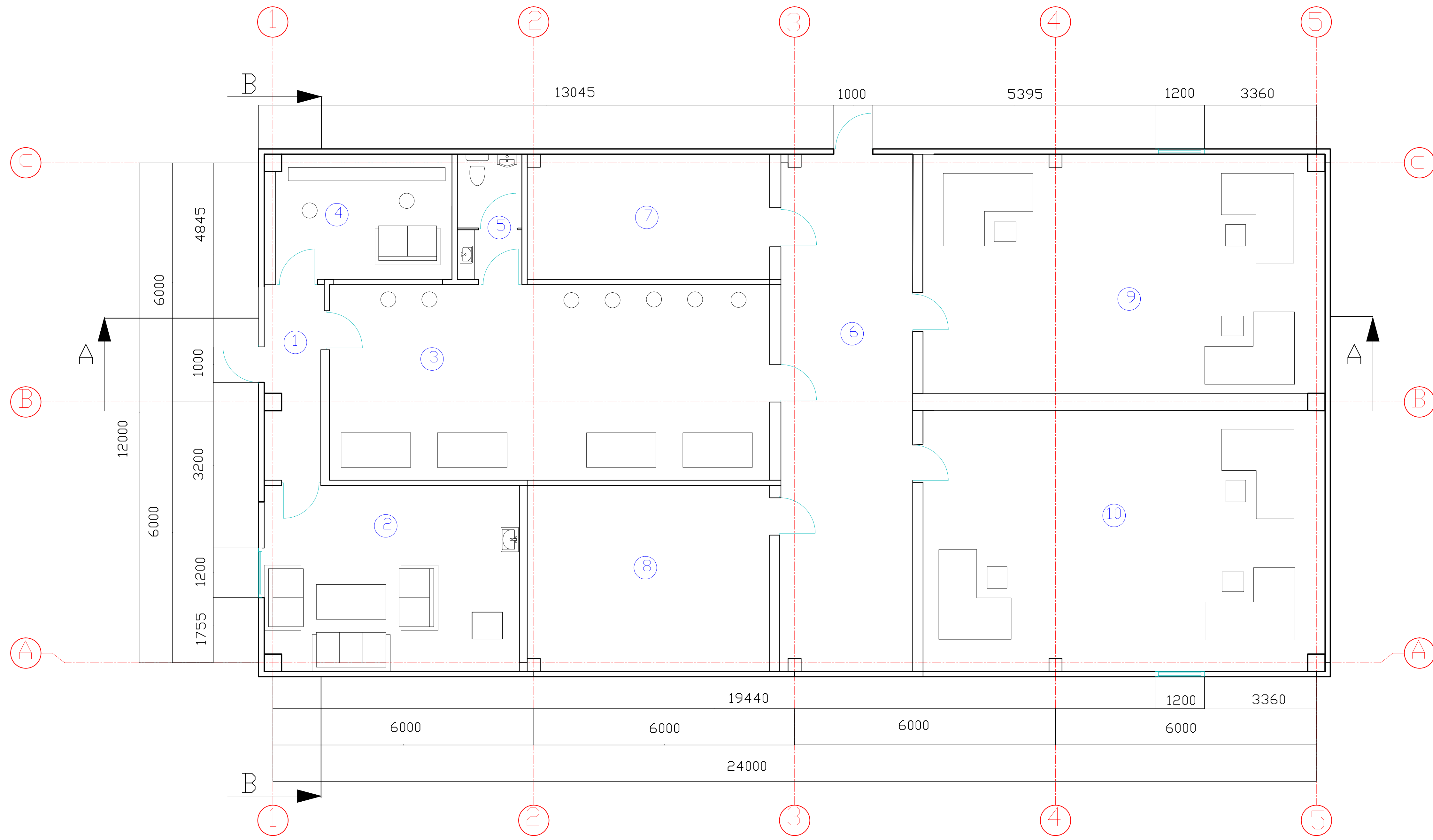
PRIEDAI

1. Visbrekingo įrenginio technologinė schema
2. Operatorinės planas
3. Operatorinės pjūvis
4. Sklypo planas



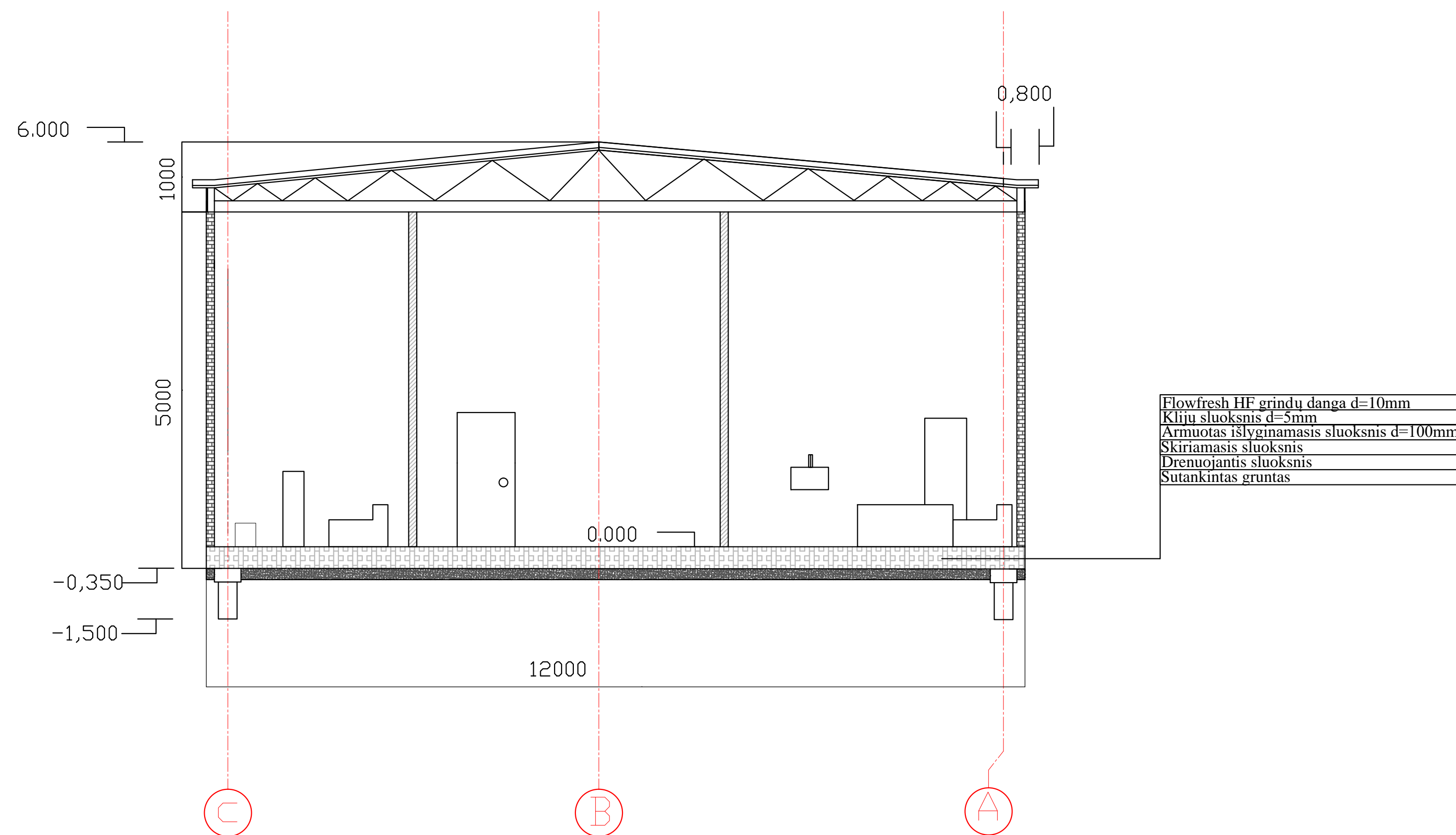
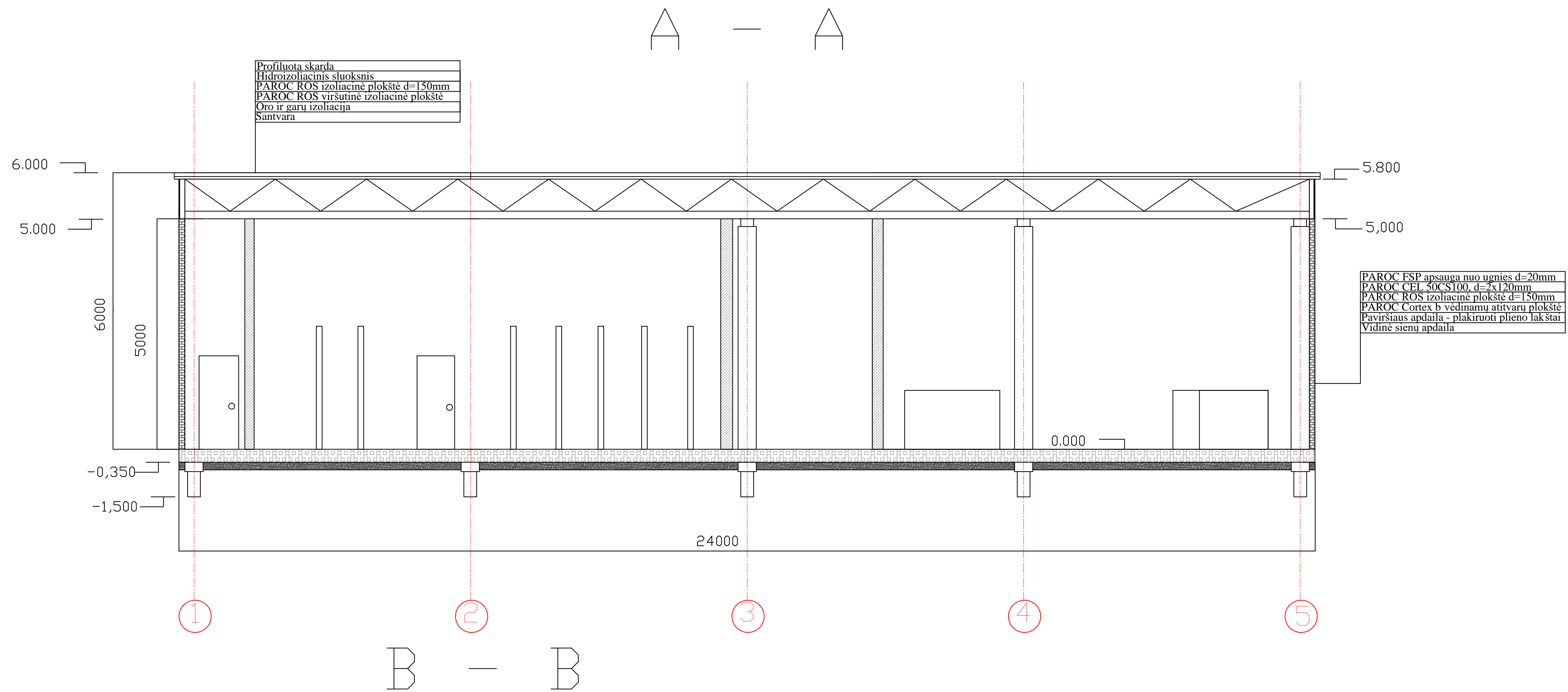
| Poz. | Pavadinimas | Kiekis |
|------|---------------------------------------|--------|
| AO | Oro aušintuvas | 3 |
| AV | Vandens aušintuvas | 2 |
| K | Kolona | 3 |
| KR | Vamzdinė krosnis | 2 |
| SP | Vertikalusis Trijų fazių separatorius | 2 |
| S | Išcentrinis siurblys | 6 |
| TK | Šilumokalis | 4 |
| VA | Atbulinis vožtuvas | 1 |
| VS | Vožtuvas | 34 |

| | | | | | |
|--------|--|---------------|--|------------|-----------|
| Grupė | KTU | | Magistro baigiamasis darbas | | |
| TMC-9 | Chemijos technologijos fakultetas | | Gudrono visbrekinio įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas | | |
| | Studentas | T. Čaplinskas | Visbrekinio įrenginio technologinė schema | | |
| | Vadovas | L. Mėkinis | | | |
| Etapas | Organinės chemijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas | | 2021-MBD-OCH | Lapas 1 | Lapy 4 |

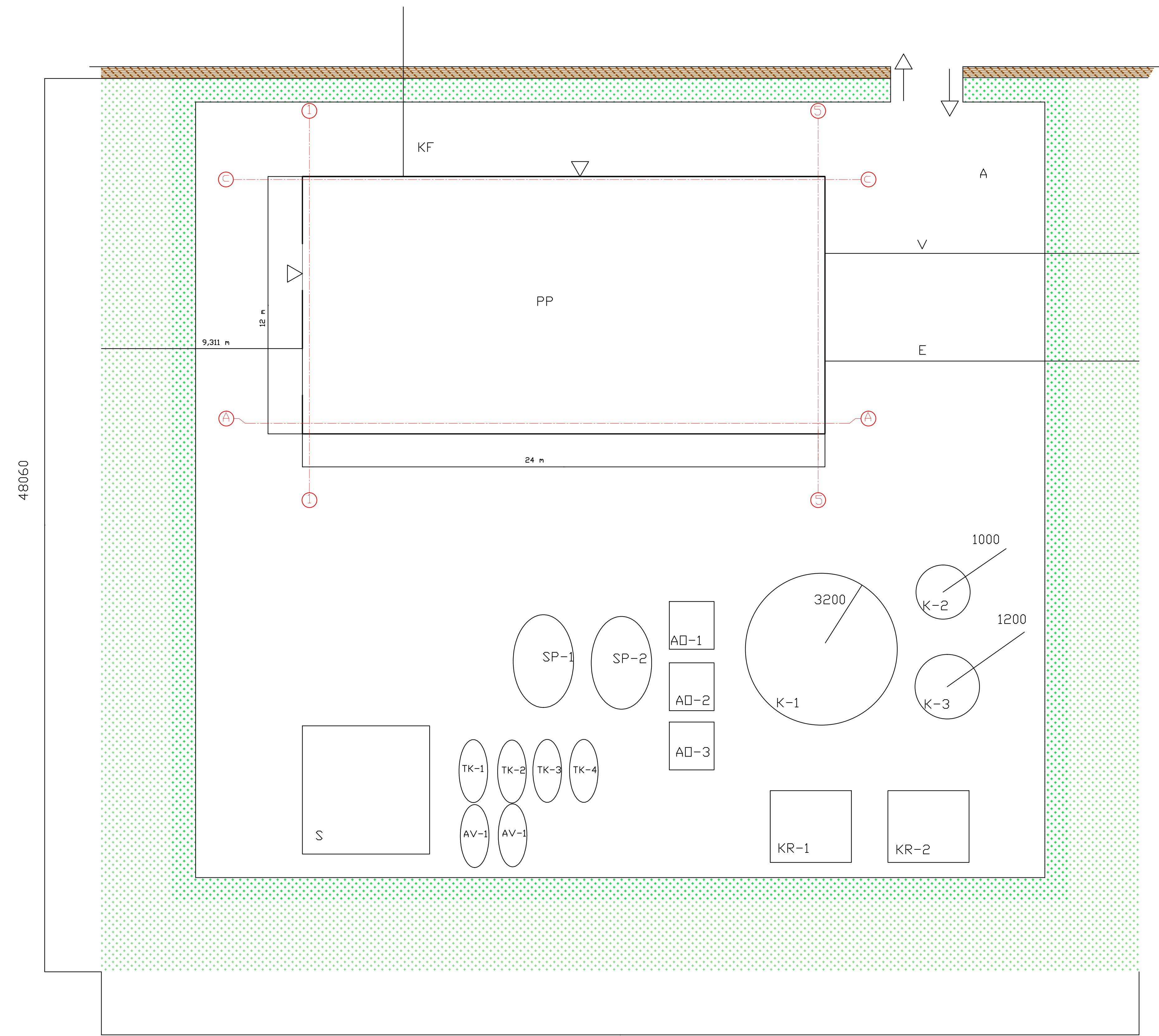
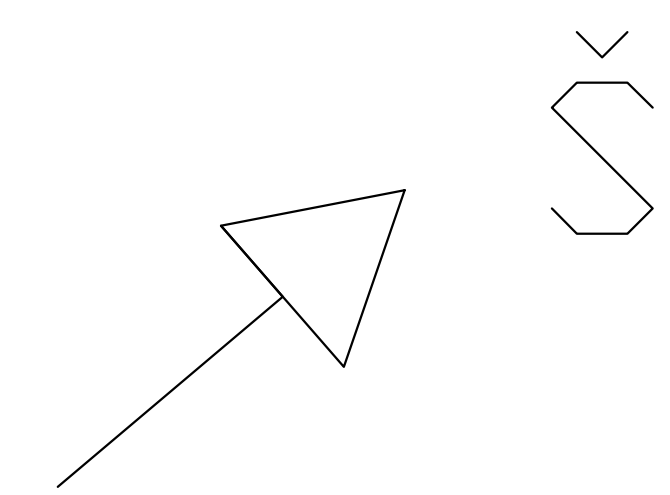


| Patalpos Nr. | Patalpa | Plotas, m2 |
|--------------|---------------------------|------------|
| 1 | Koridorius | 7,66 |
| 2 | Poilsio patalpa-virtuvėlė | 25,21 |
| 3 | Rūbinė | 42,03 |
| 4 | Rūkomasis | 18,96 |
| 5 | WC | 4,29 |
| 6 | Koridorius | 34,21 |
| 7 | Įrankinė | 26,44 |
| 8 | Sandėliukas | 20,32 |
| 9 | Kabinetas | 52,73 |
| 10 | Kabinetas | 52,73 |
| | Viso: | 284,58 |

| | | | | |
|--------|--|---------------|--|------------|
| Grupė | KTU | | Magistro baigiamasis darbas | |
| TMC-9 | Cheminės technologijos fakultetas | | Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas | |
| | Studentas | T. Čaplinskas | | |
| | Konsultantas | O. Viliūnienė | | |
| | Vadovas | L. Miknius | | |
| Etapas | Organinės chemijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas | | 2021-MBD-OCH | Lapas 2 |
| | | | | Lapų 4 |



| | | | | | | |
|--------|--|---------------|--|--|------|-------|
| Grupė | KTU Cheminės technologijos fakultetas | | | Magistro baigiamasis darbas | | |
| TMC-9 | Studentas | T. Čaplinskas | | Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas | | |
| | Konsultantas | O. Viliūnienė | | Operatorinės Pjūvis Mastelis 1:100 | | |
| | Vadovas | L. Miknius | | | | |
| Etapas | Organinės chemijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas | | | 2021-MBD-OCH | | Laida |
| | | | | Lapas | Lapų | |
| | | | | 3 | 4 | |



| Žymuo | Patalpa | Skaičius |
|-------|-------------------|----------|
| S | Siurblinė | 1 |
| K | Kolona | 3 |
| KR | Krosnis | 2 |
| AO | Orinis aušintuvas | 3 |
| SP | Separatorius | 2 |
| TK | Šilumokaitis | 4 |

Sutartiniai žymėjimai

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| V | Vanduo |
| E | Elektra |
| KF | Nuotekos |
| A | Asfaltas |
| PP | Projektuojamas pastatas |
| [Green dotted pattern] | Augmenija |
| [Brown hatched pattern] | Trinkelės |
| ▽ | Įėjimas / išėjimas |

| Grupė | KTU | Magistro baigiamasis darbas | | |
|--------|--|--|-------|-------|
| TMC-9 | Cheminės technologijos fakultetas | Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas | | |
| | Studentas T. Čaplinskas | Sklypo Planas Mastelis 1:200 | | Laida |
| | Konsultantas O. Viliūnienė | | | |
| | Vadovas L. Miknius | | | |
| Etapas | Organinės chemijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas | 2021-MBD-OCH | Lapas | Lapų |
| | | | 4 | 4 |

48060

44691

Magistras - Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas. Ekonomikos dalis

2 ✓

 Translate message to: English | Never translate from: Lithuanian



Irena Pekarskiene <irena.pekarskiene@ktu.lt>

Tue 2021-05-25 10:01 AM

To: Čaplinskas Tomas



Laba diena,

Šiuo laišku patvirtinu, kad Studento **Tomo Čaplinsko** baigiamojo magistro projekto „**Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas**“ skyrius „**Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantė dr. Irena Pekarskienė

Geros dienos linkėdama,

Pagarbiai! Best regards

dr. Irena Pekarskienė

Profesorė | Professor

Kauno technologijos universitetas | Kaunas university of technology

Ekonomikos ir verslo fakultetas | School of Economics and Business

Gedimino g. 50-507, LT-44239 Kaunas


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


Studento *Tomo Čaplinsko* baigiamojo magistro projekto „*Guđrono visbrekingo įrenginio tarpgeneracinio periodo prailginimas*“ skyrius „*Darbuotojų sauga ir sveikata*“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas *doc. dr. Dalia Nizevičienė*

MD Guđrono visbrekingo įrenginio tarpgeneracinio periodo prailginimas. Darbo saugos dalis

Translate message to: English | Never translate from: Lithuanian

 Dalia Nizevičienė <dalia.nizevičienė@ktu.lt>
Wed 2021-05-19 10:10 AM
To: Čaplinskas Tomas

 Tomas_Čaplinskas.docx
15 KB

Labą diena,

MD Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas.
Aplinkosaugos dalis

3 ✓ +

 Translate message to: English | Never translate from: Lithuanian



Gintaras Denafas <gintaras.denafas@ktu.lt>

Thu 2021-05-20 7:52 PM

To: Čaplinskas Tomas



Studento *Tomo Čaplinsko* baigiamojo magistro projekto „*Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas*“ skyrius „*Aplinkosauginis vertinimas*“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas *prof. dr. Gintaras Denafas*

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



kauno
technologijos
universitetas

1922



Translate message to: English | Never translate from: Lithuanian



Odeta Viliuniene <odeta.viliuniene@ktu.lt>

Sat 2021-05-29 9:38 PM

To: Čaplinskas Tomas



Studento **Tomo Čaplinsko** baigiamojo magistro projekto „**Gudrono visbrekingo įrenginio tarpregeneracinio periodo prailginimas**“ skyrius „**Statybiniai sprendimai**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.
Konsultantė **lekt. Odeta Viliūniene**



[Reply](#) | [Forward](#)