



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

**Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje
utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką**

Baigiamasis magistro projektas

Gintarė Malskytė

Projekto autorė

Prof. dr. Rimvydas Kaminskas

Vadovas

Kaunas, 2024



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

Konsultantai

Darbuotojų saugos ir sveikatos

Doc. dr. Dalia Nizevičienė

Aplinkosauginio vertinimo

Prof. dr. Gintaras Denafas

Ekonominių skaičiavimų

Prof. dr. Irena Pekarskienė

Statybinių sprendimų

Lekt. dr. Odeta Viliūnienė

Gintarė Malskytė

Projekto autorė

Prof. dr. Rimvydas Kaminskas

Vadovas

Asist. dr. Agnė Grinevičienė

Recenzentė

Kaunas, 2024



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Gintarė Malskytė

Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką

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.

Gintarė Malskytė

Patvirtinta elektroniniu būdu



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanė
Doc. dr. Vaida Kitrytė Syrpa

Suderinta:
Silikatų technologijos katedra
Prof. dr. Raimundas Šiaučiūnas

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

2024 m. vasario mėn. 19 d.

Baigiamojo Magistro projekto užduotis

Projekto tema Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – atlikti stiklo taros gamybos cecho modernizaciją, padidinant stiklo lydymo krosnies našumą nuo 130 iki 150 t lydalo per parą ir įkrovoje panaudoti naftos krekingo katalizatoriaus atlieką.

Uždaviniai:

- nustatyti naftos krekingo katalizatoriaus atliekos įtaką terminėms, optinėms ir fizinėms stiklo savybėms.
- parinkti technologinę gamybos schemą ir visus reikiamus įrenginius;
- parinkti naują stiklo lydymo krosnį ir apskaičiuoti reikiamą jos našumą;
- atlikti statybinius, ekonominius skaičiavimus;
- atlikti darbuotojų saugos ir sveikatos bei aplinkosauginį projektuojamo objekto vertinimą.

Reikalavimai ir sąlygos

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

Vadovas / Vadovė

Prof. dr. Rimvydas Kaminskas

2024-02-19

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Užduotį gavau: Gintarė Malskytė

(studento vardas, pavardė)

2024-02-20

(parašas, data)

Malskytė, Gintarė. Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Rimvydas Kaminskas; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: stiklas, įkrova, naftos krekingo katalizatorius, stiklo lydymo krosnis.

Kaunas, 2024. 69 p.

Santrauka

Magistro darbo tikslas – atlikti stiklo taros gamybos cecho modernizaciją, padidinant stiklo lydymo krosnies našumą nuo 130 iki 150 t lydalo per parą ir įkrovoje panaudoti naftos krekingo katalizatoriaus atlieką. Darbą sudaro literatūros apžvalga, tiriamojo darbo dalis, inžinerinė dalis ir darbuotojų saugos ir sveikatos vertinimas.

Atliekama AB „Kauno stiklo“ spalvoto stiklo taros gamybos cecho modernizacija. Projektuojama nauja nuolatinio veikimo pasaginės liepsnos su daliniu elektriniu lydymu stiklo lydymo krosnis. Taip pat projektuojami trys nauji naftos krekingo katalizatoriaus bunkeriai. Per metus bus pagaminama 52 mln. rudos spalvos ir 60 mln. samaninės spalvos stiklo butelių. Samaninės spalvos stiklo įkrovos ir stiklo duženų santykis 25:75 %, rudos spalvos stiklo 30:70 %.

Tiriamojo darbo dalyje nustatytos stiklo, kurio įkrovoje kaip aliuminio oksido šaltinis naudojamas naftos krekingo katalizatoriaus atlieka, savybės. Rezultatų palyginimui buvo lydomi stiklo bandiniai iš įkrovos su grynu sienito koncentratu. Pagal gautus rezultatus parinktos ir apskaičiuotos samaninės ir rudos spalvų stiklų cheminės sudėtys ir reikalingi žaliavų kiekiai.

Inžinerinėje dalyje parinkta gamybos technologija, technologinės linijos įrengimai, apskaičiuotos jų charakteristikos ir medžiagų balansas.

Parinkti ir įvertinti stiklo gamybos cecho statybiniai sprendimai, atlikti finansiniai ir ekonominiai įmonės skaičiavimai, aplinkosauginis bei darbuotojų saugos ir sveikatos vertinimas.

Grafinėje dalyje pateikti keturi brėžiniai: statybos teritorijos planas; gamybinio cecho planas ir įrengimų išdėstymas; lydymo krosnies skersinis pjūvis, principinė technologinė schema.

Malskyte, Gintare. Modernization of the Glass Container Production Workshop, by Reclaiming in the Charge the Oil Cracking Catalyst Waste. Master's Final Degree Project / supervisor Prof. Dr. Rimvydas Kaminskas; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: glass, charge, petroleum cracking catalyst, glass melting furnace.

Kaunas, 2024. 69 pages.

Summary

The aim of the Master's Thesis is to modernize the glass container production department, increase the glass melting furnace's capacity from 130 to 150 t of melt per day and use oil cracking catalyst waste in the glass charge. The work consists of literature review, research work, engineering part and worker safety and health assessment of the project.

Reconstruction of the coloured glass production workshop of AB "Kauno stiklas" is being carried out. A new continuously operating horseshoe flame glass melting furnace with partial electric melting is being designed, as well as three new cracking catalyst waste bunkers. It is planned to produce 52 million brown coloured and 60 million moss-coloured glass bottles per year. Ratio of glass batch to broken glass for moss-coloured glass is 25:75 % and 30:70 % for brown.

The research work determined the properties of the glass in which an oil cracking catalyst waste is used as the aluminium oxide source. To compare the results, glass samples were melted from a charge with pure syenite concentrate, which is currently used as the source of aluminium. Based on the obtained results, the required chemical composition of glass was selected, and quantities of raw materials were calculated.

In the engineering part, the production technology, technological line equipment, their characteristics and material balance were calculated.

The construction solutions of the glass production department were selected and evaluated, the company's financial and economic calculations, environmental and worker safety and health assessments were done.

The graphic part presents four drawings: the plan of the construction area; production department plan and equipment layout; melting furnace cross-section; basic technological scheme.

Turinys

Lentelių sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	12
Įvadas.....	13
1. Literatūros apžvalga	14
1.1. Žaliavų parinkimas ir paruošimas.....	14
1.2. Naftos krekingo katalizatoriaus atlieka	14
1.3. Įkrovos paruošimas	15
1.4. Lydymo krosnys	16
1.4.1. Krosnių konstrukcija ir parametrai	16
1.4.2. Krosnių klasifikacija.....	16
1.4.3. Tradicinių stiklo lydymo krosnių alternatyvos.....	18
2. Tiriamasis darbas	20
2.1. Įvadas.....	20
2.2. Tyrimo metodai	20
2.2.1. Įranga ir tyrimo metodai.....	20
2.2.2. Samaninės spalvos stiklo įkrovos paruošimas.....	21
2.2.3. Rudos spalvos įkrovos paruošimas.....	22
2.3. Rezultatai ir jų aptarimas.....	23
2.3.1. Samaninės spalvos stiklas.....	23
2.3.2. Rudos spalvos stiklas.....	27
2.4. Bendrosios darbo išvados	29
3. Inžinerinė dalis.....	30
3.1. Technologinė dalis	30
3.1.1. Darbo režimas.....	30
3.1.2. Technologinės gamybos schemos parinkimas.....	30
3.1.3. Medžiagų balansas.....	32
3.1.4. Gamybos apimčių skaičiavimai.....	33
3.1.5. Technologinių įrenginių parinkimas ir skaičiavimas	37
3.2. Statybiniai sprendimai	41
3.2.1. Bendrieji duomenys.....	41
3.2.2. Sklypo planas.....	42
3.2.3. Projektuojamas pastatas.....	42
3.2.4. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara	42
3.2.5. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai	42
3.3. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.....	44
3.3.1. Inovacijos projektavimo ir diegimo aplinkos analizė: ekonominių – organizacinių problemų nustatymas	44
3.3.2. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	45
3.3.3. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	46
3.3.4. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	48
3.3.5. Gaminių kainos skaičiavimas	49
3.3.6. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai.....	49
3.3.7. Investicijų efektyvumo vertinimas	51
3.3.8. Lūžio taško skaičiavimas.....	52
3.3.9. Pagrindiniai ekonominiai projekto rodikliai.....	53

3.4. Aplinkosauginis vertinimas	54
3.4.1. Naudojamų žaliavų ir energijos išteklių aplinkosauginis poveikis	54
3.4.2. Fizikinė tarša	55
3.4.3. Atliekos ir jų tvarkymas	55
3.4.4. Gamyboje naudojamas vanduo ir susidaranti nuotekos	56
3.4.5. Stiklo gamybos cecho poveikis aplinkos orui	57
4. Darbuotojų sauga ir sveikata	58
4.1. Projektuojamojo objekto charakteristika	58
4.2. Profesinės rizikos vertinimas.....	58
4.3. Saugi gamyba.....	60
4.4. Darbo higiena.....	62
4.5. Gaisrinė sauga.....	63
Išvados	65
Literatūros sąrašas	66
Priedai.....	70
1 priedas. Konsultantų patvirtinimas	70

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Krekingo katalizatoriaus atliekos elementinė sudėtis [9].....	15
2 lentelė. Krekingo katalizatoriaus atliekos cheminė sudėtis.....	20
3 lentelė. Samaninės spalvos stiklo įkrovos sudėtis.....	21
4 lentelė. Rudojo stiklo įkrovos sudėtis	22
5 lentelė. Samaninio stiklo dilatometrinių analizės rezultatai	26
6 lentelė. Samaninio stiklo fizinės savybės.....	26
7 lentelė. Samaninio stiklo optinės savybės.....	26
8 lentelė. Rudojo stiklo dilatometrinių analizės rezultatai.....	28
9 lentelė. Rudojo stiklo fizinės savybės	28
10 lentelė. Rudojo stiklo optinės savybės	29
11 lentelė. Darbo režimo duomenys.....	30
12 lentelė. Samaninio ir rudojo stiklo žaliavų sąnaudos 100 kg stiklo	33
13 lentelė. Žaliavų sąnaudų kiekis	33
14 lentelė. Apskaičiuoti numatytam produkcijos našumui reikalingi medžiagų kiekiai	36
15 lentelė. Medžiagų piltiniai tankiai.....	36
16 lentelė. Apskaičiuoti medžiagų kiekiai, m ³	36
17 lentelė. KKA bunkerių parametrai	38
18 lentelė. Lydymo krosnies parametrai	38
19 lentelė. (18 lentelės tęsinys)	39
20 lentelė. Atkaitinimo krosnies parametrai	39
21 lentelė. Butelių formavimo mašinos parametrai	40
22 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai [24]	41
23 lentelė. Pradiniai duomenys projektavimui	41
24 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai.....	45
25 lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis.....	45
26 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos gražinimo planas	46
27 lentelė. Išlaidos pagrindinėms žaliavoms.....	46
28 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui	47
29 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai.....	47
30 lentelė. Tiesioginės išlaidos vandeniui.....	47
31 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas	48
32 lentelė. Kitos netiesioginės išlaidos	48
33 lentelė. Gamybos kaštai	49
34 lentelė. Gaminių kainų skaičiavimai	49
35 lentelė. Pelno nuostolio ataskaita	50
36 lentelė. Projekto GPS rodikliai.....	50
37 lentelė. Kapitalo kaštų skaičiavimas	51
38 lentelė. GPS diskontavimas.....	51
39 lentelė. Projekto vertinimo rodikliai	52
40 lentelė. Lūžio taško rodikliai.....	52
41 lentelė. Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai	53
42 lentelė. Duomenys apie naudojamas žaliavas [31]	54
43 lentelė. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius	54
44 lentelė. Fizikinės taršos duomenys.....	55

45 lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas [8]	55
46 lentelė. (45 lentelės tęsinys). Atliekos, atliekų tvarkymas	56
47 lentelė. Naudojamo vandens balansas.....	56
48 lentelė. Nuotekų ir teršalų balansas.....	56
49 lentelė. Tarša į aplinkos orą	57
50 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas	58
51 lentelė. (50 lentelės tęsinys)	59
52 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai	60
53 lentelė. Objektų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos	60
54 lentelė. Darbo patalpų aplinkos parametrų norminės vertės	63
55 lentelė. Gaisrinės saugos nurodomieji ženklai ir jų reikšmės	64

Paveikslų sąrašas

1 pav. Samaninio stiklo įkrovos sudėtis	21
2 pav. Rudojo stiklo įkrovos sudėtis	23
3 pav. Samaninio stiklo cheminė sudėtis	23
4 pav. (3 pav. tęsinys) Detalesnė samaninio stiklo mažos koncentracijos oksidų sudėtis	24
5 pav. Stiklo kaitinimo etapai.....	24
6 pav. SO stiklo dilatometrinės analizės grafikas	25
7 pav. SF stiklo dilatometrinės analizės grafikas	25
8 pav. Samaninio stiklo bandinių šviesos pralaidumas.....	27
9 pav. Rudojo stiklo cheminė sudėtis.....	27
10 pav. Stiklo taros gamybos technologinė schema.....	32
11 pav. Pasaulinės stiklo taros rinkos augimo prognozė	44
12 pav. Projekto atsipirkimo laikas	51
13 pav. Projekto lūžio taškas.....	52
14 pav. Gamybos cecho evakuacijos planas	63

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

KKA – krekingo katalizatoriaus atlieka.

RSF – rentgeno spindulių fluorescencija.

SO – samaninės spalvos stiklo įkrova, kurios sudėtyje kaip aliuminio šaltinio žaliava naudojamas sienito koncentratas.

S50 – samaninės spalvos stiklo įkrova, kurios sudėtyje kaip aliuminio šaltinio žaliava naudojamas sienito koncentratas yra 50 % pakeistas krekingo katalizatoriaus atlieka.

SF – samaninės spalvos stiklo įkrova, kurios sudėtyje kaip aliuminio šaltinio žaliava naudojamas sienito koncentratas yra 100 % pakeistas krekingo katalizatoriaus atlieka.

RO – rudos spalvos stiklo įkrova, kurios sudėtyje kaip aliuminio šaltinio žaliava naudojamas sienito koncentratas.

RF1 – rudos spalvos stiklo įkrova, kurios sudėtyje kaip aliuminio šaltinio žaliava naudojamas sienito koncentratas yra 100 % pakeistas krekingo katalizatoriaus atlieka.

RF2 – rudos spalvos stiklo įkrova, kurios sudėtyje kaip aliuminio šaltinio žaliava naudojamas sienito koncentratas yra 150 % pakeistas krekingo katalizatoriaus atlieka.

Terminai:

Krekingas – aukštatemperatūris žaliavinės naftos perdirbimo būdas, kuriuo iš sunkesnių (didesnės molekulinės masės) naftos produktų gaunami lengvesni (mažesnės molekulinės masės) produktai ir cheminės sintezės žaliava. [1]

Sienitas – magminė intruzinė vidutinio rūgštingumo uoliena. Sienitas yra sudarytas iš kalio feldšpatų (65–90 %), plagioklazų (10–35 %), vieno arba kelių tamsių mineralų (dažniausiai amfibolų). [2]

Įvadas

Pastaruoju metu globalios gamybos tendencijos bei žaliosios ekonomikos siekimas daro didelę įtaką tiek smulkaus, tiek ir stambaus verslo gamybiniam procesams. Norint sumažinti žmonių veiklos žalingą poveikį aplinkai, verslai siekia gamybos procesų optimizavimo, efektyvumo didinimo bei taršos mažinimo. Viena pagrindinių problemų – šiltnamio efektą sukeliančios anglies dvideginio dujos. Ypač dideliu anglies dvideginio dujų pėdsaku pasižymi stiklo gamybos pramonė.

„Kauno stiklo“ įmonėje stiklo lydymo proceso metu lydymo krosnis įkaitinama iki itin aukštos temperatūros (1500–1600 °C), kuri pasiekama deginant gamtines dujas. Taip pat stiklo įkrovoje yra karbonatinių uolienu, kurioms skylant išsiskiria anglies dvideginis. Dėl šių priežasčių „Kauno stiklas“ ir visa likusi stiklo pramonė į atmosferą kasmet išmeta 95 milijonus tonų anglies dvideginio dujų. Kadangi sunku pakeisti stiklo įkrovos sudėtį ir taip sumažinti susidarantį šių dujų kiekį, siekiama kurti naujas stiklo lydymo krosnis su daliniu ar pilnu elektriniu lydymu, gerinti susidarantį šilumos panaudojimą. Taip galima sumažinti gamtinių dujų poreikį bei padidinti gamybos efektyvumą.

Tačiau tvarios gamybos sąvoka apima daugiau nei tik gamybos proceso optimizavimą. Svarbu įvertinti kiekvieną gamybos žingsnį, pradedant nuo žaliavų pirkimo ir baigiant produkcijos pakavimu ir išvežimu. Šiuo metu „Kauno stiklas“ kaip aliuminio žaliavą naudoja iš užsienio importuojamą sienito koncentratą. Dėl transportavimo išlaidų ir gaminio kainos gamybos kaštai yra panaudojami neefektyviai. Todėl tai reikalauja alternatyvaus požiūrio į vietinės rinkos siūlomas žaliavas. Pavyzdžiui, Mažeikių rajone įsikūrusioje „Mažeikių naftoje“ naftos katalizinio krekingo metu susidaro katalizatoriaus atlieka (KKA). Jos cheminėje sudėtyje aliuminio oksido koncentracija siekia 45 %, turi mažai pavojingų priemaišų ir puikiai atitinka gamybai reikalingos žaliavos reikalavimus. Ši žaliava yra pigesnė nei sienito koncentratas, taip pat mažiau kainuoja jos transportavimas į gamyklą. Be to, tikslingas atliekų panaudojimas prisidėtų prie tvarios gamybos kūrimo, kurios pagrindiniai trys tikslai yra: vartojimo mažinimas, antrinis medžiagų panaudojimas ir jų perdirbimas.

Darbo tikslas – atlikti stiklo taros gamybos cecho modernizaciją, padidinant stiklo lydymo krosnies našumą nuo 130 iki 150 t lydalo per parą ir įkrovoje panaudoti naftos krekingo katalizatoriaus atlieką.

Uždaviniai:

1. nustatyti naftos krekingo katalizatoriaus atliekos įtaką terminėms, optinėms ir fizinėms stiklo savybėms.
2. parinkti technologinę gamybos schemą ir visus reikiamus įrenginius;
3. parinkti naują stiklo lydymo krosnį ir apskaičiuoti reikiamą jos našumą;
4. atlikti statybinius, ekonominius skaičiavimus;
5. atlikti darbuotojų saugos ir sveikatos bei aplinkosauginį projektuojamo objekto vertinimą.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Žaliavų parinkimas ir paruošimas

Žaliavų pasirinkimui įtakos turi daugelis veiksnių – žaliavų sudėtis, kaina, reikalingas medžiagos dalelių dydis, pervežimo trukmė ir atstumas, politinė situacija. Dėl ekonominių veiksnių geriau rinktis žaliavas iš vietinių telkinių, panaudoti kitų gamybos procesų atliekas.

Dažniausiai stiklas gaminamas iš trijų pagrindinių medžiagų – kvarcinio smėlio (silicio dioksido SiO_2), kalkakmenio (kalcio karbonato arba CaCO_3) ir natrio karbonato (Na_2CO_3). Lietuvoje aukštos kokybės kvarcinį smėlį gamina ir parduoda AB „Anykščių kvarcas“. Jis yra tinkamas stiklo, turinčio aukštą šviesos pralaidumą, gamybai. Įmonė eksploatuoja vienintelį kvarcinio smėlio karjerą Lietuvoje, esantį netoli Anykščių. Karjere kasamo kvarcinio smėlio sudėtyje SiO_2 sudaro daugiau nei 95 %. Pagal granulimetrinę sudėtį pagrindinę dalį sudaro nuo 0,10 mm iki 0,315 mm dydžio kvarcinio smėlio dalelės. AB Anykščių kvarcas gamina džiovintą kvarcinį smėlį. Po kvarcinio smėlio džiovavimo proceso gaminyje drėgmės lieka $< 0,5$ %. [3]

Išlydytas vienas, silicio dioksidas yra puikus stiklas. Jis pasižymi dideliu skaidrumu, atsparumu aukštomis temperatūroms, cheminiu inertiškumu ir gera elektros izoliacija. Tačiau kvarcinio smėlio (kristalinio silicio dioksido) lydymosi temperatūra yra aukštesnė nei 1700 °C. Norint pasiekti tokią aukštą temperatūrą reikalingi dideli ir brangūs energijos ištekliai. Norint sumažinti silicio dioksido lydymosi temperatūrą reikalingi greitikliai. Šiam tikslui naudojamas kalcinuota soda. [4]

Susidaręs natrio stiklas yra iš dalies tirpus, todėl lydant stiklą pridedama dolomito (kalcio magnio karbonato), tiekiamo iš „Klovainių skaldos“ karjero. Stiklas vėl tampa netirpus. Tačiau, dėl per didelio kalcio oksidų kiekio gali prasidėti kristalizacija, todėl bendroje sudėtyje turėtų būti 70–75 % kvarcinio smėlio, 10 % dolomito ir 15 % sodos.

Gaminant stiklą butelių tarai svarbu, kad įkrovoje būtų apie du procentus aliuminio oksido. Jis padidina gaminių stiprumą, cheminį atsparumą, sumažina gaminių deformaciją. „Kauno stiklas“ kaip aliuminio žaliavą iki šiol naudojo sienito koncentratą, kuris patobulintoje gamyboje bus pakeistas „Mažeikių naftoje“ susidarančia naftos krekingo katalizatoriaus atlieka (KKA).

Samaninės spalvos stiklo įkrovą sudaro kvarcinis smėlis, kalcinuota soda, portaferas, natrio sulfatas, dolomitas, sienito koncentratas, portachromas, koksas ir stiklo duženos. Rudojo stiklo sudėtis panaši, tik į ją nededama portachromo. Jis suteikia spalvą samaniniam, o rudam – didesnis kiekis kokso. Koksas taip pat reikalingas sudaryti redukcinę terpę krosnyje. Stiklo duženos sudaro apie 85 % bendro stiklo įkrovos kiekio. Gamyboje jos susidaro iš brokuotų gaminių arba tuštinant krosnį sustabdžius jos darbą. Jų naudojimas turi daug pliusų: stiklo lydymui reikia 25–35 % mažiau energijos; 25 % sumažinamas į aplinką išmetamo CO_2 kiekis; panaudojamos gamybos metu susidariusios atliekos. [5]

1.2. Naftos krekingo katalizatoriaus atlieka

Naftos krekingo procesas vykdomas 450 – 550 °C temperatūroje, atmosferiniame slėgyje. Jo metu skyla didelės molekulinės masės angliavandeniliai, vyksta cikloalkanų dehidrinimas iki arenų ir izomerizacija. Katalizatoriai dalyvauja naftos angliavandenilių stambiųjų molekulių skaldymo į mažesnes molekules procese.

Krekingo procese naudojami katalizatoriai yra sudėtingos sistemos sudarytos iš ceolito Y be katijonitų, kurie tolygiai pasiskirstę amorfiniame aliumosilikate. Technologinio proceso metu reaktoriuje krekingo produktai kaupiasi katalizatoriaus dalelių paviršiuje. Susikaupę, šie produktai pradeda stabdyti krekingo reakciją, todėl turi būti pašalinami. Tam tikslui desorberiuose katalizatoriai yra iškaitinami 700 °C temperatūroje, tokiu būdu nuo jų atskiriant susidariusius produktus.

Iš krekingo įrenginio gaunamas KKA yra aprinta, sferos pavidalo medžiaga. Jos dalelės, surenkamos elektrostatiškai nusodintuve, yra sudarytos iš SiO₂ ir Al₂O₃ mineralų bei nežymiai užterštos metalais (vanadis, nikelis ir kt.), tačiau jų kiekis yra nežymus ir dažniausiai matuojamas PPM (iš anglų kalbos *parts per million* – milijoninės dalys) (1 lentelė). Be to, KKA sudėtyje gali būti randama ir anglies ar sieros junginių likučių, kurių nepavyko visiškai pašalinti katalizatoriaus regeneravimo metu. [6, 7]

Pagal Europos atliekų katalogą (komisijos sprendimas 94/3/EEC) naftos kataliziniame krekinge naudojamas katalizatorius (kodas 16 08 04) yra priskiriamas nepavojingų medžiagų grupei. Kiekvienais metais pasaulyje naftos pramonės gamyklose susidaro apie 500000 tonų įvairių katalizatoriaus atliekų. Lietuvoje AB „Mažeikių Naftoje“ šių atliekų gali susidaryti apie 150–250 tonų per metus. [8]

1 lentelė. Krekingo katalizatoriaus atliekos elementinė sudėtis [9]

Eil. Nr.	Elementas, %					
	Al	Si	Ni	Fe	V	La
1.	29,26	17,59	0,53	0,48	0,44	1,67
2.	26,40	18,47	0,49	0,48	0,47	0,85
3.	26,90	42,00	0,49	0,32	0,28	-

1.3. Įkrovos paruošimas

Norint gauti kokybišką stiklą reikia gerai paruošti įkrovą. Įkrovos kokybė labai priklauso nuo žaliavų cheminės sudėties pastovumo, grūdelių dydžio, įkrovos bei žaliavų drėgmės, žaliavų svėrimo tikslumo, jų maišymo trukmės ir būdo, transportavimo, laikymo, lydant išsiskiriančių dujų kiekio ir įkrovos mechaninio vienalytiškumo. Ne visos perkamos įkrovos žaliavos yra paruoštos gamybai. Jas reikia smulkinti, džiovinti, sijoti ir sodrinti. Dalis atvežamų medžiagų yra supakuotos maišuose. Siekiant išvengti žaliavų susigulėjimo ir drėkimo jos išpakuojamos ir supurenamos specialiais įrenginiais. [10]

Žaliavų apdorojimas ir paruošimas vyksta įkrovos paruošimo ceche. Paruoštos žaliavos sveriamos ir transportuojamos į maišytuvus. Sausų žaliavų įkrovą sunku sumaišyti, ji greitai sluoksniuojasi, nes žaliavų grūdėliai, transportuojant įkrovą, dėl įvairių smūgių ir kratymo pasiskirsto pagal dydį ir specifinį tankį. Todėl į lėkštinius maišytuvus tiekiamas jau sudrėkintas kvarcinis smėlis. Palaikoma 3–5 % įkrovos drėgmė. Į maišytuvus taip pat tiekiamos stiklo duženos. Paruošta įkrova transporteriais transportuojama į įkrovos bunkerius. Vengiant įkrovos susigulėjimo ir agregacijos ji negali būti ilgai sandėliuojama. Todėl yra įrengti trys bunkeriai – vienas eksploatavimui, kitas pripildymui, trečias rezervui.

1.4. Lydymo krosnys

Kadangi didžioji dalis energijos sunaudojama stiklo lydymo krosnyje, svarbu suprojektuoti optimaliausios konstrukcijos krosnį. Jos konstrukcijos pasirinkimas priklauso nuo įvairių veiksnių, pvz., reikalingos krosnies talpos, gaminamo stiklo cheminės sudėties, kuro kainų, esamos infrastruktūros, aplinkosaugos įstatymų ir t.t.

Pagrindiniai tikslai projektuojant naują krosnį:

1. užtikrinti kokybišką produktą;
2. optimizuoti sunaudojamo kuro ir energijos kiekius;
3. įrengti krosnį už žemiausią įmanomą kainą;
4. užtikrinti ilgą eksploatavimo laikotarpį ir nedideles remonto kainas;
5. užtikrinti kuo mažesnę reikalingų krosnies valdymui darbuotojų skaičių ir saugų įrenginio eksploatavimą. [11]

Nors šie tikslai ir gali pasirodyti savaime suprantami, tačiau tai ne visą laik matoma praktikoje. Anksčiau, krosnys dažniausiai būdavo pasirenkamos pagal įrengimo kainas, nes kitų reikalavimų įgyvendinimas yra kur kas sudėtingesnis. Tačiau, brangstantys kuras ir elektros energija privertė lydimo krosnių projektuotojus atidžiau atsižvelgti į šiuos tikslus projektuojant naujus įrenginius. Svarbiausias tikslas pastaruoju metu – kokybiško produkto užtikrinimas už mažiausią įmanomą savikainą.

1.4.1. Krosnių konstrukcija ir parametrai

Industrinių stiklo lydymo krosnių darbinė temperatūra yra apie 1200–1600 °C. Jos būna nuolatinio ir periodinio veikimo, pagal baseino sandarą – tiglinės ir voninės. Pramonėje dažniausiai naudojamos nuolatinio veikimo voninės stiklo lydymo krosnys. Jos gali būti regeneratyvinės arba tiesioginio kaitinimo. [12]

Svarbiausia krosnies dalis – lydykla. Ji sudaryta iš vonios, išklotos ugniai atsparia medžiaga, skliauto ir paskliautės. Lydykloje yra kelių tipų angos – įkrovimo, stiklo lydalo išleidimo, degiklių ir purkštukų. Iš regeneratorių (ar rekuperatorių) į degiklius tiekiamas iki 1100 °C įkaitintas oras, kuris susimaišo su skystu kuru, tiekiamu per purkštukus. Degimas vyksta virš stiklo lydalo kuris įkaitinamas iki 1200 °C.

Degimo metu lydymo krosnyje susidarantys dūmai liepsnokreipių kanalais yra nukreipiami į kaminą. Stiklo lydalas yra barbotuojamas, t. y. pro jį pučiamas oras, o susidarę burbulai iš gilesnių sluoksnių į paviršių iškelia vėsesnį lydalą. Taip pagerinamas lydalo maišymasis, homogenizacija ir skaidrėjimas.

1.4.2. Krosnių klasifikacija

Lydymo krosnis galima klasifikuoti pagal tris rodiklius:

1. pagal naudojamos šilumos energijos tipą.
2. pagal liepsnos pobūdį krosnyje, krosnis galima skirstyti į skersinės ir išilginės liepsnos.
3. pagal panaudotos šilumos atgavimą ir panaudojimą krosnys skirstomos į neatgaunančias, rekuperacines ir regeneracines. [10]

Šiluminė energija gali būti tiekiamą tiesiogiai deginant iškastinį kurą arba naudojant elektrą. Taip pat galima mišri abiejų variantų forma (t. y., hibridinis lydymas). Elektrinėse lydymosi krosnyse naudojamas išlydyto stiklo elektrinis jonų laidumas. Šiam tikslui elektrodai panardinami tiesiai į lydą, kad būtų sukurta Džaulio šiluma, t. y. šiluma sklistų per laidininkus. Tiesioginio kaitinimo krosnyse įkrova lydoma tiesiogine liepsna, deginant kurą. Atsižvelgiant į gamybos procesus, gali būti naudojamas įvairus kuras, pvz., mazutas arba gamtinės dujos. Kartais, norint padidinti degimo proceso efektyvumą, vietoj iš atmosferos paimamo oro naudojamas išgrynintas deguonis. [13]

Taip pat degimo proceso efektyvumą galima padidinti antrą kartą panaudojant degimo šilumą. Pagal šilumos atgavimo tipą krosnys skirstomos į rekuperacines ir regeneracines. Rekuperacinėse krosnyse degimo proceso išmetamosios dujos panaudojamos pašildyti orui prieš paduodant jį į degiklius. Oras sušildomas iki 700–800 °C nuolatinio veikimo plieniniuose šilumokaičiuose. Išmetamosios dujos ir šildomas oras yra atskirti sienelėmis. [14]

Regeneracinėse krosnyse šilumos atgavimui naudojami regeneratoriai, kuriuose šilumos sugėrimas ir išskyrimas yra kintantis arba nenutrūkstantis procesas. Jie įrengiami prieš stiklo lydymo krosnį viršuje arba iš šonų. Regeneratoriaus kameros yra išklotos ugniai atspariomis plytomis, kurios sulaiko šilumą. Juose yra du atskiri blokai, kurie pakaitomis naudojami degimo orui pašildyti arba šilumos energijai iš karštų išmetamųjų dujų kaupti. Pirmajame regeneratoriaus bloke degimo oras pašildomas iki 1300 °C ar daugiau, kai išmetamosios dujos patenka į antrojo regeneratoriaus bloko viršų ir išeina per apačią, taip atiduodamos savo perteklinę šilumą. Jų temperatūra atitinkamai sumažėja nuo 1500 °C iki 500 °C. Įprasti ciklai trunka nuo 20 iki 30 min. Regeneratoriaus efektyvumas svyruoja nuo 60 iki 65 %. Apie 30–35 % reikalingos energijos gaunama panaudojant perteklinę šilumą. [15]

Komerciniai regeneratoriai veikia beveik teoriškai maksimaliu efektyvumu. Ši technologija yra brangesnė nei rekuperacinė ir sudaro didelę investicijų dalį projektuojant naują lydymo krosnį. Tačiau, dėl aukštesnės oro pašildymo temperatūros regeneracinis oro pašildymas yra efektyvesnis nei rekuperacinis. Be įprastų regeneracinių ir rekuperacinių lydymo krosnių, vystomos ir deguonies kuro bei visiškai elektrinės lydymo krosnys. Pastaruoju metu jos daugiausiai naudojamos specialaus stiklo sektoriuje, tačiau turi didelį potencialą ateityje būti naudojamos kituose segmentuose, pavyzdžiui, taros ir plokščio stiklo pramonėje.

Apart šilumos energijos tipo ir šilumos atgavimo technologijos, krosnys yra skirstomos pagal degimo liepsnos kryptį. Maždaug 75 % pasaulio taros stiklo įmonių naudoja išilginės liepsnos krosnis. Tokių krosnių našumas svyruoja nuo 30 iki 500 tonų stiklo per parą, jos būna 4–8 m pločio ir 6–16 m ilgio, o įkrova tiekiamą per krosnies šonines sienes. Krosnies dydžio ribas lemia liepsnos ilgis ir antstato konstrukcija, taip pat degiklio kakleliai. Du regeneratoriai ir degiklio angos (nuo 2 iki 4 degiklio purkštukų vienoje angoje) yra sumontuoti krosnies priekinės sienelės pusėje. Palyginti su skersinės liepsnos krosnimis, degimo dujos turi ilgesnį buvimo laiką, todėl patiriami mažesni struktūriniai šilumos nuostoliai ir pasiekiamas šiek tiek didesnis efektyvumas. [16]

Skersinės liepsnos krosnys sudaro beveik 90 % lydymosi krosnių, naudojamų plokščio stiklo pramonėje. Vidutinis tokios krosnies našumas yra maždaug 600 tonų stiklo per parą, o didžiausias pasiektas lydymosi pajėgumas yra 1200 tonų stiklo per parą. Jos būna 8–12 m pločio ir 25–45 m ilgio, o įkrova į krosnį patenka iš priekinės sienelės pusės. Įprastai abiejose krosnies pusėse įrengiami 5–8 regeneratoriai. Kiekvienam degikliui gali būti įrengtos atskiros kameros (regeneratorių sekcijos) kartu su nepriklausoma išmetamųjų dujų reversavimo sistema. Tai leidžia tiksliai valdyti temperatūrą

per visą lydyklos ilgį. Kuro pasiskirstymas tarp degiklių, esančių palei šonines sienes, lemia karšto taško zonos (pirminės smulkinimo zonos) vietą ir dydį stiklo lydale. [17]

1.4.3. Tradicinių stiklo lydymo krosnių alternatyvos

Rekuperacinių krosnių našumas svyruoja nuo 100 iki 450 tonų stiklo per parą. Degimo oras teka per vamzdžių pluoštus, kurie yra dūmų kanalų, išklotų ugniai atsparia medžiaga, viduje. Dėl nuolatinio oro pašildymo ir visiško degimo oro bei išmetamųjų dujų atskyrimo, degimas yra švaresnis ir stabilesnis, palyginti su regeneracinio lydymo krosnimis, o tai pagerina stiklo kokybę. Tačiau, dėl mažiau efektyvaus šilumos atgavimo ir žemesnių liepsnos temperatūrų sumažėja šilumos perdavimas, savitoji lydymosi galia yra mažesnė nei regeneracinio lydymo krosnių. [18]

Kaip alternatyva regeneracinėms ar rekuperacinėms stiklo lydymo krosnims yra deguonies kuro lydymo krosnys, kurios paprastai nenaudoja šilumos atgavimo. Įprastose lydymo krosnyse kuras dažniausiai deginamas kartu su oru. Priešingai joms, deguonies kuro lydymo krosnyse kuras deginamas su išgrynintu deguonimi (>92 tūrio %). Kadangi inertinių dujų (daugiausia azoto) sumažinimas žymiai sumažina dujų masės srautą, judantį per krosnį, šis procesas, tinkamai subalansuotas pagal krosnį, yra atitinkamai apie 10 % ir 20 % efektyvesnis nei regeneracinėse arba rekuperacinėse krosnyse. [19, 20] Išmetamųjų dujų srautas, išeinantis iš krosnies, yra žymiai mažesnis ir daugiausiai susideda iš anglies dioksido ir vandens garų. Tačiau, deguonies kuro išmetamųjų dujų srautas paprastai vėsinamas oru, kad būtų pasiekta žemesnė išmetamųjų dujų temperatūra prieš joms patenkant į valymo filtrus. Todėl po vėsinimo išmetamųjų dujų tūrio srautas yra maždaug tokio paties dydžio kaip kuro ir oro degimo srautas. Jei deguonies gryninimas įtraukiamas į energijos ir sąnaudų balansą, sutaupytą energiją atsveria elektros sąnaudos.

Kita alternatyva įprastoms lydymo krosnims – elektrinio lydymo krosnis. Stiklo lydymui elektros srovėmis naudojami įvairūs metodai. Priešingai nei mikrobangų arba plazmos lydymas, panardintų elektrodų naudojimas yra įprastas pramoninio masto elektros tiekimo būdas, kurio našumas gali siekti iki 250 tonų stiklo per parą. Visiškai elektrinėse lydymo krosnyse naudojamas elektrinis jonų laidumas, kuris iš esmės priklauso nuo išlydyto stiklo cheminės sudėties (ypač šarminių ir šarminių žemių metalų kiekio). Šiam tikslui elektrodai panardinami tiesiai į lydą, kad būtų sukurtas Džaulio kaitinimas. Elektrodus galima montuoti iš šono ant lydyklos sienelės arba jos apačioje. [21]

Pagrindinis elektrinio lydymo pranašumas, palyginti su lydymu deginant iškastinį kurą, yra didesnis jo efektyvumas. Pavyzdžiui, atsižvelgiant į tipinę krosnį, kurios našumas yra 300 tonų stiklo per parą, elektrinės krosnies ir regeneracinės krosnies šiluminis efektyvumas yra atitinkamai 85 % ir 45 %. Be to, elektrinės lydymo krosnys gali turėti mažesnes investicijų sąnaudas, nes naudojami mažesni krosnių tūriai, nereikia regeneratorių ir brangių aukštos temperatūros karūnėlių. Be to, ženkliai sumažėja išmetamųjų degimo produktų kiekis (pvz., CO₂, NO_x) ir dulkejimas, todėl sumažėja investicijų į filtrų sistemas ir jų valymą sąnaudos. [22]

Tačiau yra ir tam tikrų trūkumų. Daugelyje šalių elektros kainos yra didelės, palyginti su gamtinių dujų kainomis, todėl technologiniu ir ekonominiu požiūriu daugeliui stiklo gaminių elektrinis lydymas nėra tinkamas. Dėl to elektrinis lydymas tik retkarčiais naudojamas specialaus stiklo pramonėje arba farmacijos ir kosmetikos indų stiklo gamyboje. Dėl elektrinio jonų laidumo ne visų tipų stiklai tinka pilnam elektriniam lydymui. Elektrinis lydymas gali būti naudojamas šiems stiklo tipams: natrio kalkių (taros ir plokščiam stiklui), borosilikato (specialiam stiklui, skirtam laboratorinėms ir farmacinėms reikmėms), švino ir nešarminiams stiklams. Be to, trumpesnis

lydymosi vonių tarnavimo laikas ir mažesnė operatorių patirtis neigiamai veikia šios technologijos naudojimą.

Elektriniu ir iškastiniu kuru kūrenamų krosnių trūkumams išlyginti naudojami elektrinio lydymo ir degimo technologijų hibridai. Priklausomai nuo įvestų energijos šaltinių santykio, galima pasirinkti elektrinį stiprintuvą arba hibridinius lydymo aparatus. Kuriamos pirmosios hibridinės lydymo sistemos, kurių našumas yra iki 400 tonų stiklo per parą, o elektros energijos dalis sudaro iki 80 %.

[23]

Iš esmės tiek teigiami, tiek neigiami pokyčiai elektrinio lydymo procese turi būti vertinami atskirai kiekvienam įrenginiui, nes šilumos tiekimo pokyčiai gali turėti įtakos našumui ir, dar svarbiau, produkto kokybei. Sėkmingai stiklo gamybai reikia tiksliai sureguliuoti lydalo klampumą, taigi ir maksimalią ± 5 °C temperatūros svyravimo ribą. Keičiant elektros apkrovą, turi būti keičiamas ir kuro kiekis, kad bendrosios energijos sąnaudos būtų pastovios, kartu atsižvelgiant į skirtingą efektyvumą, susijusį su skirtingais energijos nešėjais.

2. Tiriamasis darbas

2.1. Įvadas

Tyrimai buvo atliekami įkrovoje 50 % ir 100 % sienito koncentrato pakeičiant naftos krekingo katalizatoriaus atlieka. Rezultatų palyginimui buvo lydomi stiklo bandiniai iš įkrovos su grynu sienito koncentratu. Pakeitus aliuminio oksido šaltinį, gauto stiklo cheminė sudėtis buvo nustatyta rentgeno spindulių fluorescencinės analizės metodu.

Taip pat visų įkrovos sudėčių išlydyto stiklo bandiniuose buvo nustatytos kitos savybės: šviesos pralaidumas ir absorbcija, žemiausia ir aukščiausia atkaitinimo temperatūros, stiklėjimo temperatūra, deformacijos pradžios temperatūra bei plėtimosi koeficientas ir atsparumas vandeniui.

Stiklas buvo lydomas elektrinėje kaitinimo krosnyje, o bandiniai formuojami liejimo ir volavimo būdais. Kadangi stiklo lydymo ir gaminių formavimo laboratoriniai būdai skiriasi nuo gamybinių sąlygų, gauti rezultatai (įvertinant KKA įtaką stiklo savybėms) gali būti lyginami tik tarpusavyje, bet ne su pramoniniu būdu pagamintų gaminių savybėmis.

Šio tiriamojo darbo tikslas – naftos krekingo katalizatoriaus atlieką (KKA) panaudoti kaip aliuminio oksido šaltinį, pakeičiant stiklo taros gamybai šiuo metu naudojamą žaliavų įkrovos komponentą – sienito koncentratą ir ištirti gauto stiklo savybes.

2 lentelė. Krekingo katalizatoriaus atliekos cheminė sudėtis

SiO₂	Al₂O₃	TiO₂	MgO	Fe₂O₃	CeO₂	Na₂O
44,40 %	45,30 %	1,85 %	1,13 %	0,96 %	0,22 %	0,21 %
P₂O₅	SO₃	CaO	V₂O₅	K₂O	BaO	Cr₂O₃
0,20 %	0,18 %	0,13 %	0,09 %	0,06 %	0,03 %	0,02 %
NiO	ZrO₂	Cl	ZnO	Kita	Suma	
0,02 %	0,01 %	0,01 %	92,73 PPM	1,92 %	96,60 %	

2.2. Tyrimo metodai

2.2.1. Įranga ir tyrimo metodai

Stiklo įkrovos lydymas vykdytas „Nabertherm LHT 08/16“ elektrinėje krosnyje. Lydymo temperatūra – 1500 °C, temperatūros kėlimo trukmė – 5 val., bandinių išlaikymo trukmė 1500 °C temperatūroje – 1 val.

Rentgeno spindulių fluorescencinės analizė atlikta „Bruker X-ray S8 Tiger WD“ spektrometru. Duomenys buvo analizuojami naudojant „SPECTRA Plus QUANT EXPRESS“ programinę įrangą.

Dilatometrinė analizė atlikta prietaisu „Linseis 75 PT 1600“.

Optinių savybių analizė atlikta UV/Vis spektrofotometru „SPECORD 50 PLUS“ (UAB „Kauno stiklo“ laboratorijoje).

Stiklo atsparumas vandeniui nustatytas miltelių metodu, titruojant 0,01 N HCl tirpalu.

2.2.2. Samaninės spalvos stiklo įkrovos paruošimas

Į stiklo įkrovą pridėtas geležies (II) oksidas nudažo stiklą melsvai žalia spalva. Kartu su chromo (III) oksidu išgaunama sodresnė žalia spalva, dažnai naudojama vyno buteliams.

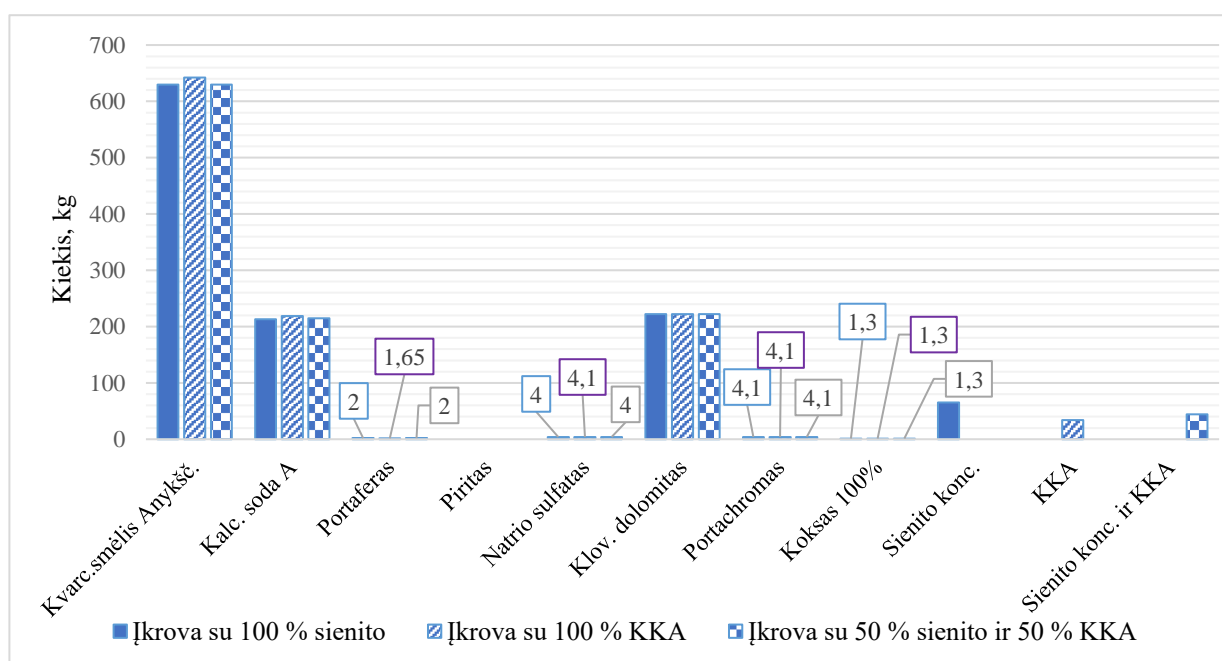
Pramoniniai gaminiai pasižymi šiomis fizikinėmis savybėmis:

- tankis – $2,5 \text{ g/cm}^3$
- išplautas Na_2O kiekis nuo 0,06 iki 0,26 mg/g
- atsparumas vandeniui – $0,7 \text{ cm}^3/\text{g}$

3 lentelė. Samaninės spalvos stiklo įkrovos sudėtis

		Kiekis	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	CaO	MgO	Cr_2O_3	SO_3
		stikle, %	%	%	%	%	%	%	%	%
Įkrova		25	71,34	1,96	0,51	13,65	7,7	4,44	0,19	0,2
Stiklo duženos		60	72,37	1,6	0,27	13,4	8,11	4	0,14	0,11
Grįžt. stiklo duž.		15	71,34	1,96	0,51	13,65	7,7	4,44	0,19	0,2
	Suma	100								
	Procentai		71,96	1,74	0,37	13,5	7,95	4,18	0,16	0,15

Stiklo duženos buvo paimtos iš gamyklos teritorijoje esančio stiklo duženų sandėlio, o grįžtamo (samaninės spalvos) stiklo duženos buvo paruoštos iš samaninės spalvos stiklo butelių, juos sudaužius ir susmulkinus. Samaninės spalvos stiklo įkrova SO buvo paruošta pagal UAB „Kauno stiklas“ gamybinę receptūrą. SF bandinyje sienito koncentratas buvo pilnai (100 %) pakeistas aukščiau pateiktoje receptūroje KKA priedu. Pakeitus 50 % sienito koncentrato KKA (toliau žymima indeksu S50), atsižvelgiant į šių komponentų cheminę sudėtį, buvo perskaičiuota įkrovos sudėtis, o stiklo duženų kiekis ir proporcijos liko tos pačios (1 pav.).



1 pav. Samaninio stiklo įkrovos sudėtis

2.2.3. Rudos spalvos įkrovos paruošimas

Į stiklo įkrovą pridėtame natrio sulfate esanti sierra reaguodama su anglies ir geležies druskomis sudaro geležies polisulfidus, kurie gaminiui suteikia spalvą, varijuojančia nuo gelsvos iki beveik juodos.

Pramoniniai gaminiai pasižymi šiomis fizikinėmis savybėmis:

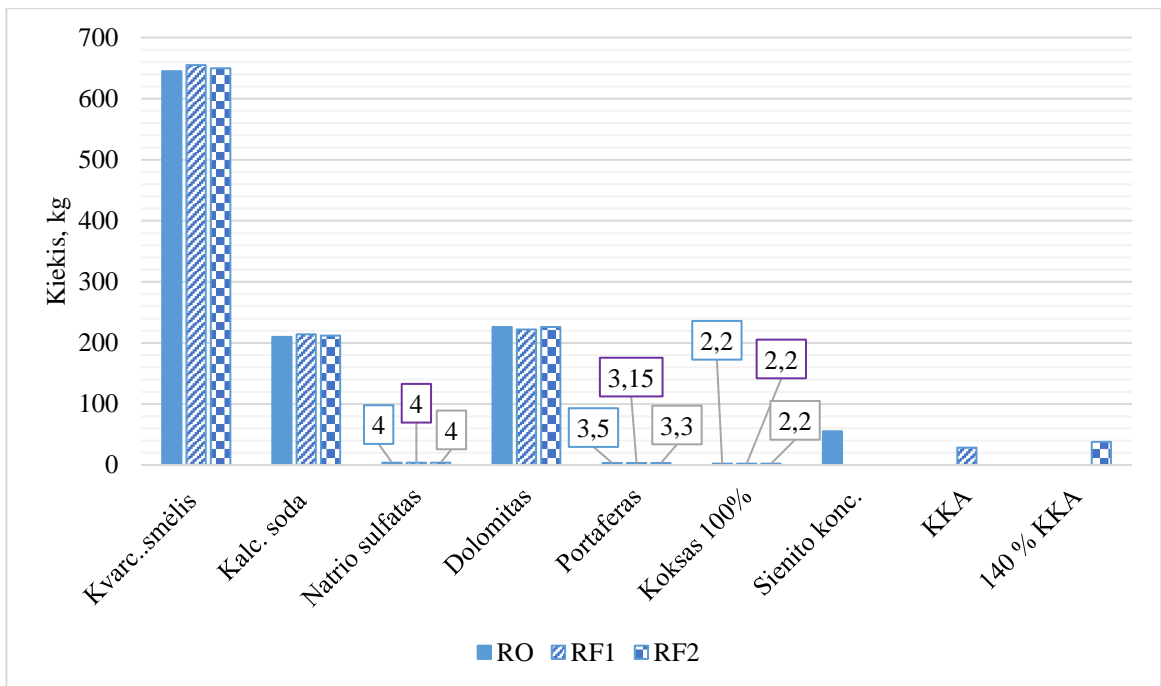
- tankis – 2,5 g/cm³
- išplautas Na₂O kiekis nuo 0,06 iki 0,26 mg/g
- atsparumas vandeniui – 0,7 cm³/g

4 lentelė. Rudojo stiklo įkrovos sudėtis

		Kiekis	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃	SO ₃
		stikle, %	%	%	%	%	%	%	%	%
Įkrova		15	71,98	1,64	0,53	13,32	7,97	4,36		0,2
Grįžt. stiklo duž.		85	71,98	1,64	0,53	13,32	7,97	4,36		0,2
	Suma	100								
	Procentai		71,98	1,64	0,53	13,32	7,97	4,36	-	0,2

Atlikus preliminarius stiklo bandinių lydymo proceso tyrimus, buvo nustatyta, kad dėl laboratorinių lydymo sąlygų, taikant gamybinę stiklo sudėtį su duženomis (30 % įkrova + 50 % stiklo duženos + 20 % grįžtamo stiklo duženos) negaunama ruda stiklo spalva. Taip yra dėl to, kad lydant stiklą tigliuose, į juos pakraunamos įkrovos tūris yra žymiai mažesnis, nei krosnies tūris ir pridėdama į įkrovą kokso kiekis neužtikrina krosnyje redukuojančios aplinkos susidarymo. Todėl KKA priedo įtaka buvo nustatyta lydant stiklą, sudarytą iš 15 % įkrovos ir 85 % rudo stiklo duženų bei papildomai į krosnį tiekiant azoto dujas. Pakeitus įkrovos ir duženų santykį, bei naudojant tik rudo stiklo duženas, tyrimo metu pavyko gauti rudos spalvos stiklo bandinius.

Rudos spalvos stiklo RO įkrova buvo paruošta pagal UAB „Kauno stiklas“ gamybinę receptūrą. RF1 bandinyje sienito koncentratas buvo pilnai (100 %) pakeistas aukščiau pateiktoje receptūroje KKA priedu. RF2 bandinyje sienito koncentratas buvo 150 % pakeistas aukščiau pateiktoje receptūroje KKA priedu. KKA priedas buvo pridėtas papildomai prie receptūros – t. y. buvo tiriamas bandinys su 50 % padidintu Al₂O₃ kiekiu. Tai buvo atlikta siekiant įvertinti, kokia įtaką išlydyto stiklo savybėms daro didesnis Al₂O₃ kiekis (2 pav.).

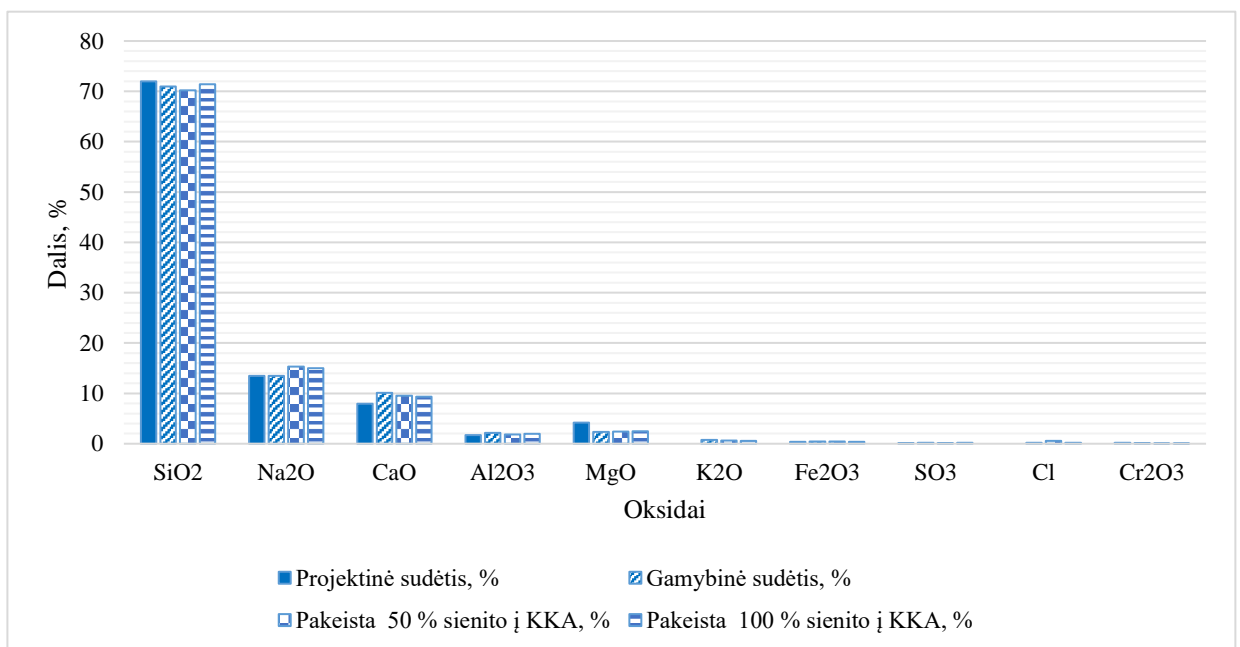


2 pav. Rudojo stiklo įkrovos sudėtis

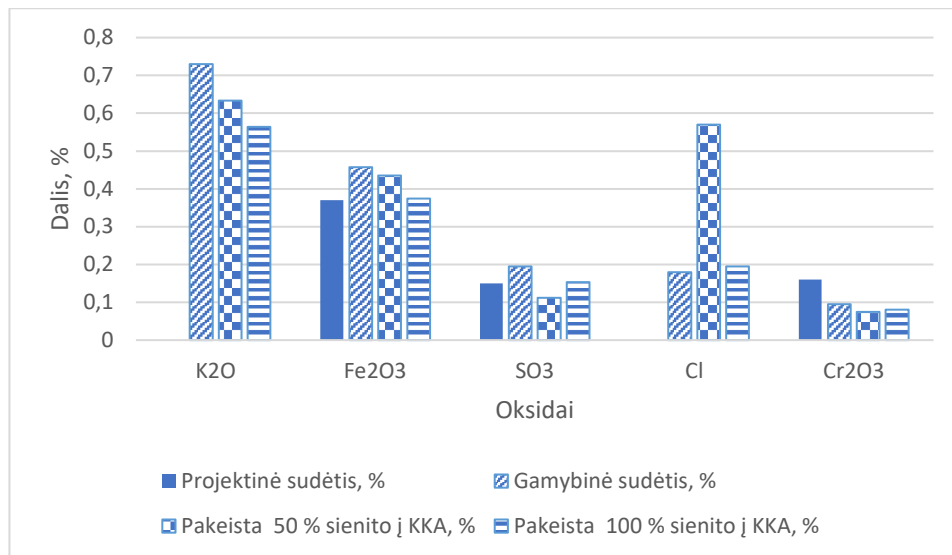
2.3. Rezultatai ir jų aptarimas

2.3.1. Samaninės spalvos stiklas

Išlydžius stiklo bandinius, RSF metodu buvo nustatyta jų cheminė sudėtis. Rezultatai pateikti 3 ir 4 pav.



3 pav. Samaninio stiklo cheminė sudėtis



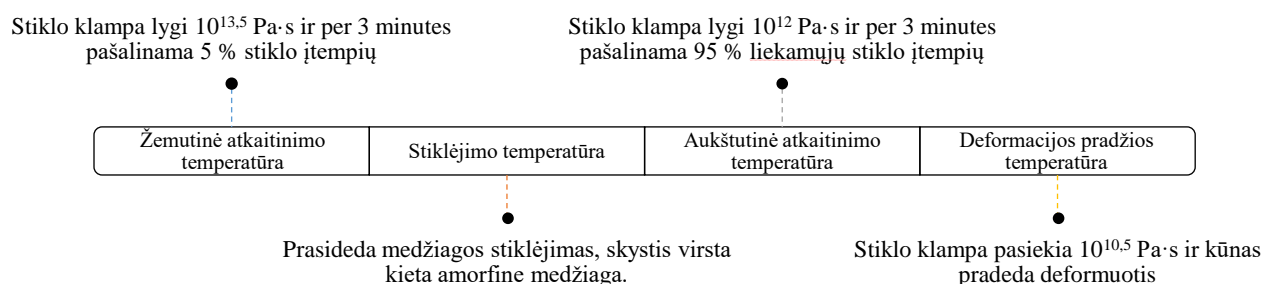
4 pav. (3 pav. tęsinys) Detalesnė samaninio stiklo mažos koncentracijos oksidų sudėtis

Apibendrinant šios lentelės duomenis galima teigti, kad visų sudėčių stiklo bandinių cheminės sudėtis yra panaši ir atskirų oksidų kiekio nuokrypis nuo projektinės sudėties neviršija ~ 2 %. Taip pat stiklo su KKA priedu sudėtyje neidentifikuoti jokie nauji cheminiai elementai, kurių nėra gamybinėje (su sienito koncentratu) stiklo sudėtyje.

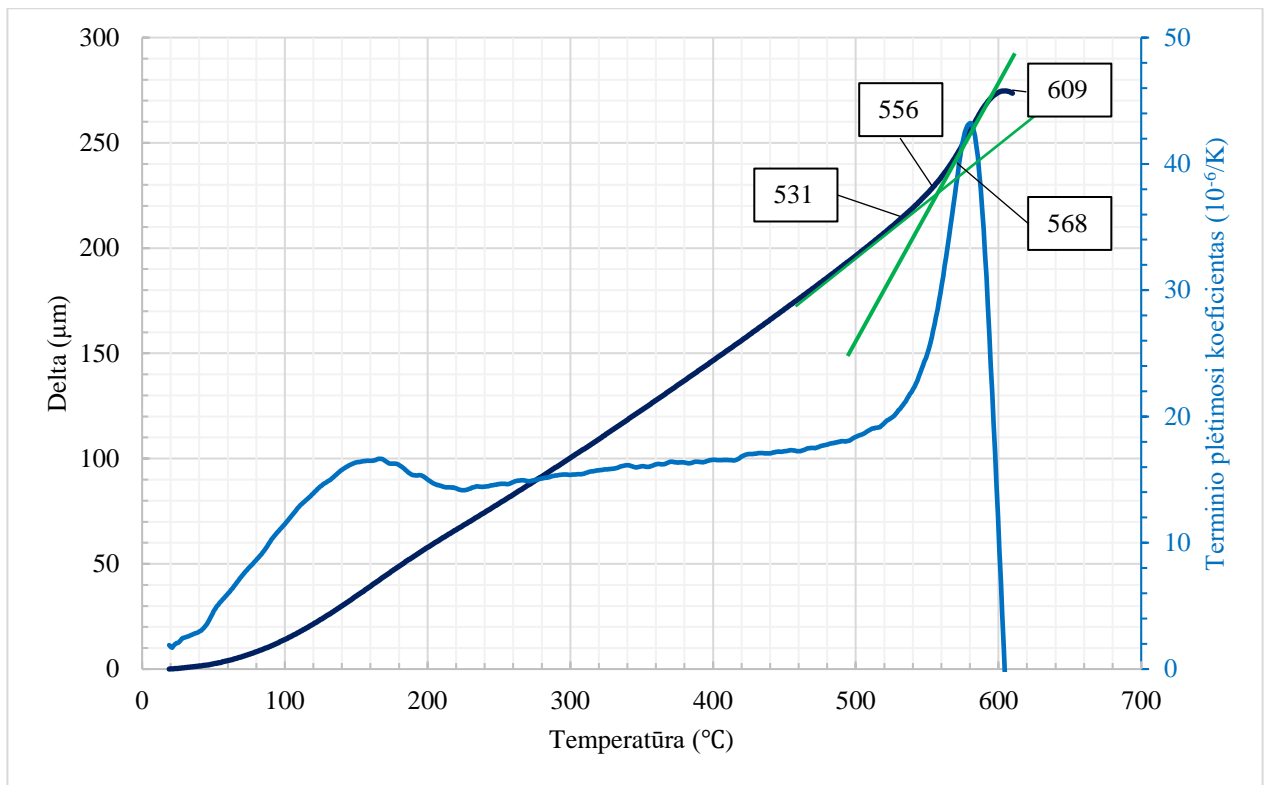
Cheminės sudėties svyravimas susijęs su įkrovoje naudotu įvairios sudėties stiklo dūžiu. Pažymėtina, kad nepriklausomai nuo naudoto aliuminio oksido šaltinio (sienito koncentratas ar KKA), gauto stiklo sudėtyje aliuminio oksido kiekis nežymiai viršija projektinę sudėtį, t. y. naftos krekingo katalizatoriaus atlieka pilnai pakeičia sienito koncentratą stiklo sudėtyje ir užtikrina reikalingą aliuminio oksido kiekį.

Samaninės spalvos stiklo terminės savybės

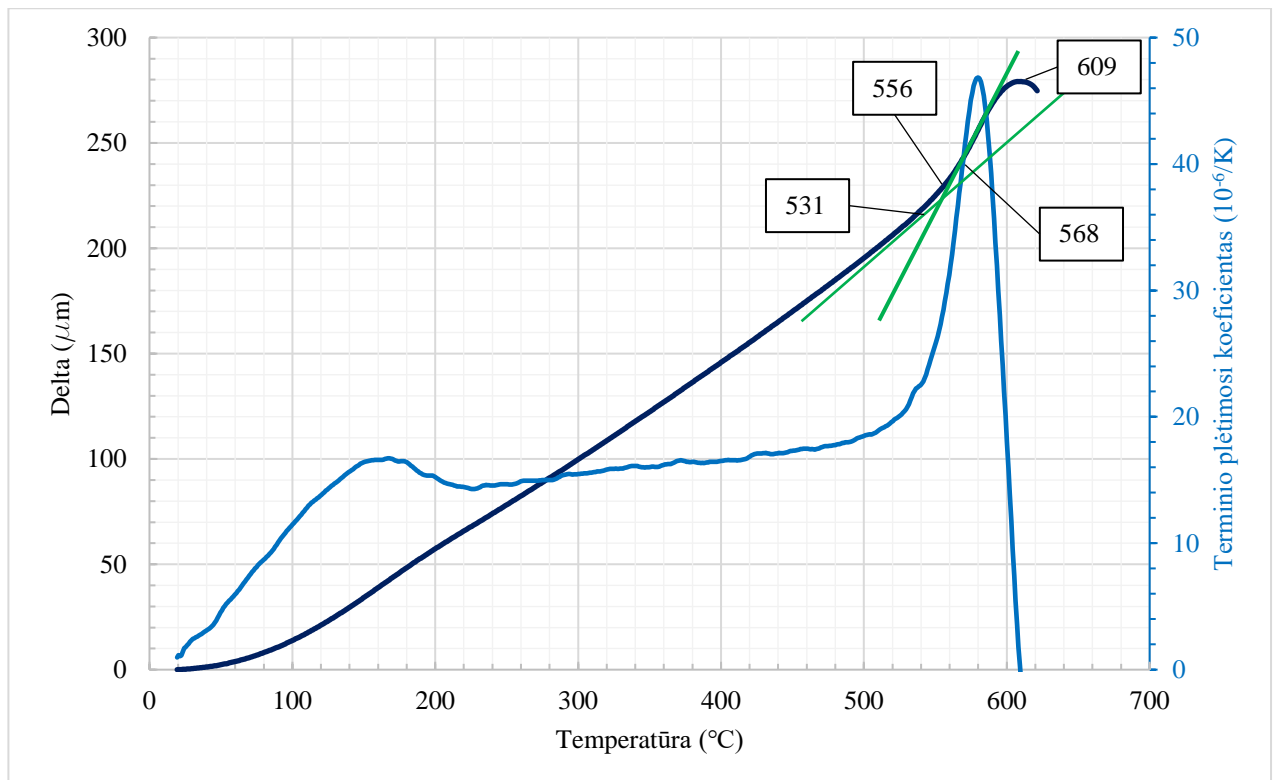
Dilatometriniu metodu buvo nustatytos tiriamųjų stiklų terminės savybės: stiklėjimo temperatūra, aukšutinė atkaitinimo temperatūra, žemutinė atkaitinimo temperatūra, deformacijos pradžios temperatūra bei bandinio plėtimosi koeficientas (5 pav.). Tyrimo grafinė dalis pateikta 6, 7 pav., o apibendrinti duomenys – 5 lentelėje.



5 pav. Stiklo kaitinimo etapai



6 pav. SO stiklo dilatometrinēs analizēs grafikas



7 pav. SF stiklo dilatometrinēs analizēs grafikas

5 lentelė. Samaninio stiklo dilatometrinių analizės rezultatai

Bandinys	Stiklėjimo temperatūra, °C	Žemutinė atkaitinimo temperatūra, °C	Aukštutinė atkaitinimo temperatūra, °C	Deformacijos pradžios temperatūra, °C	Bandinio plėtimosi koeficientas 10^{-6} K^{-1}
SO	556	531	568	609	8,75
S50	556	531	569	609	8,86
SF	556	531	568	609	9,03

Remiantis dilatometrinių analizės duomenimis galima teigti, kad sienito pakeitimas KKA visiškai nekeičia bandinių žemutinės ir aukštutinės atkaitinimo, stiklėjimo bei deformacijos pradžios temperatūrų. Bandinių su KKA priedu plėtimosi koeficiento vertė yra šiek tiek didesnė, tačiau neviršija 5 %.

Samaninės spalvos stiklo fizinės savybės

Kitame tyrimų etape buvo nustatytos tiriamųjų stiklų fizinės savybės: tankis ir atsparumas vandeniui.

6 lentelė. Samaninio stiklo fizinės savybės

Bandinys	Tankis, g/cm^3	Išplauto Na_2O kiekis, mg	Atsparumas vandeniui, cm^3/g
SO	2,478	0,218	0,7
S50	2,480	0,216	0,7
SF	2,474	0,217	0,7

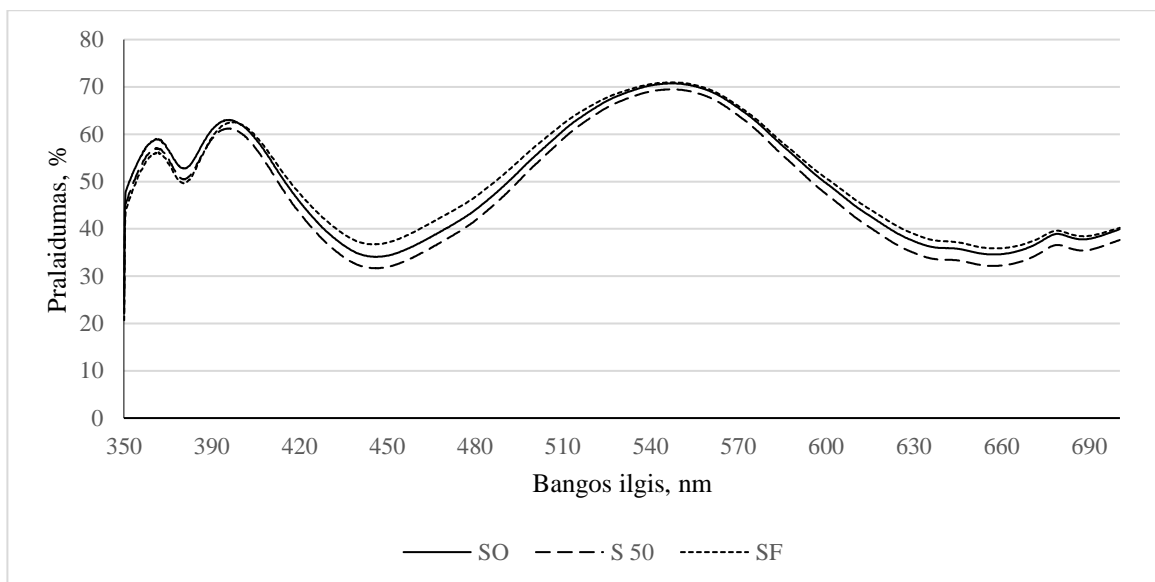
Kaip matyti iš pateiktų duomenų, visų bandinių tankis yra beveik vienodas, tačiau nežymiai mažesnis nei pramoninių gaminių ($2,50 \text{ g/cm}^3$). Kaip jau buvo paminėta, šis skirtumas susijęs su kitu, nei gamyboje, bandinių formavimo būdu – laboratorijoje bandiniai formuojami volavimo būdu. Įkrovos sudėtyje sienitą pakeitus KKA, bandinių atsparumas vandeniui yra toks pat – $0,7 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Samaninės spalvos stiklo optinės savybės

Spektrofotometru buvo nustatytas bandinių šviesos pralaidumas ir šviesos absorbcija. Dar kartą reikia pabrėžti, kad dėl stiklo lydymo laboratorinių sąlygų (elektrinė krosnis, redukcinė aplinka sudaroma tiekiant azoto dujas ir kt.) gautų bandinių spalva gaunama šiek tiek kitokia, nei lydant pramoniniu būdu, tačiau atitinka samaninio atspalvio (500–590 nm) bangos ilgį. Gautų bandinių šviesos pralaidumo grafinė dalis pateikiama 8 pav., o skaitmeniniai duomenys, įvertinant tik maksimalias vertes – 7 lentelėje.

7 lentelė. Samaninio stiklo optinės savybės

Bandinys	Šviesos absorbcija, %		Šviesos pralaidumas, %	
	Bangos ilgis, nm			
	445		546–547	
SO	4,65		70,73	
S50	4,85		69,67	
SF	4,58		70,95	



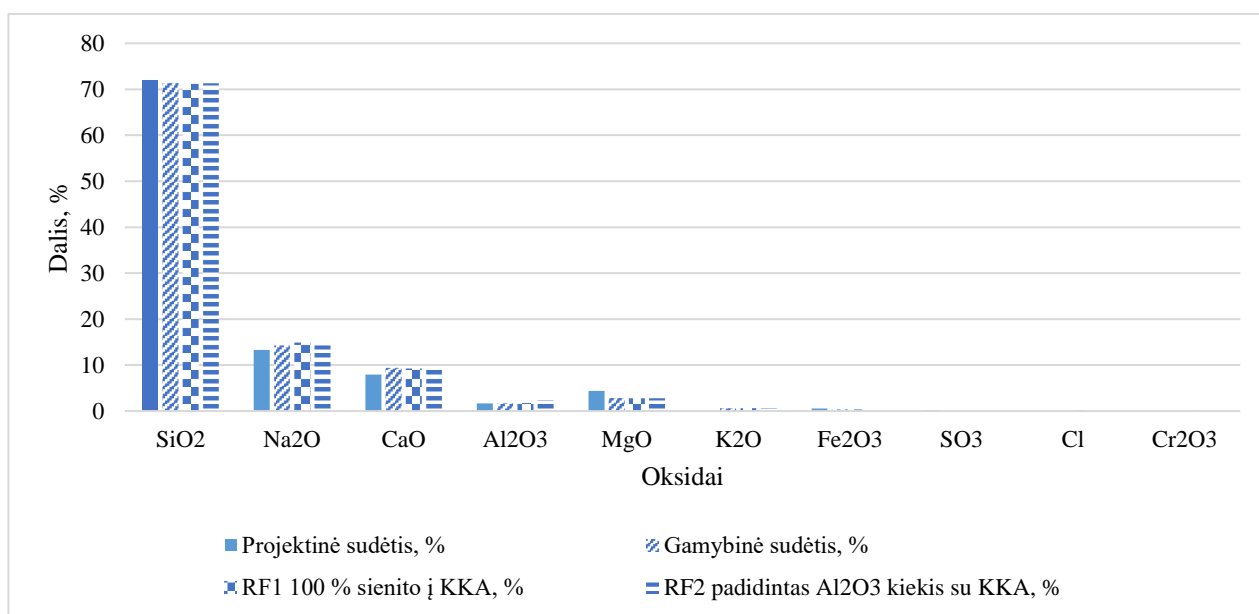
8 pav. Samaninio stiklo bandinių šviesos pralaidumas

Apibendrinant šios dalies tyrimų duomenis, galima teigti, kad sienito pakeitimas KKA iš esmės nekeičia laboratorijoje išlydyto stiklo optinių savybių.

2.3.2. Rudos spalvos stiklas

Rudos spalvos stiklo cheminė sudėtis

Išlydžius stiklo bandinius, RSF metodu buvo nustatyta jų cheminė sudėtis. Rezultatai pateikti 9 pav.



9 pav. Rudojo stiklo cheminė sudėtis

Kaip ir tikėtasi, lydomo stiklo sudėtyje padidinus duženų kiekį ir naudojant rudo stiklo duženas, stiklo bandinių cheminės sudėties nuokrypiai nuo projektinės sudėties yra mažesni, nei naudojant mišrias stiklo duženas. Kaip ir samaninės spalvos stiklo bandiniuose, visų sudėčių stiklo bandinių cheminė sudėtis yra panaši, nepriklausomai nuo to, koks aliuminio oksido šaltinis buvo naudotas – sienito koncentratas ar KKA.

Pažymėtina, kad išlydžius įkrovą su padidintu Al_2O_3 kiekiu, gauto stiklo sudėtyje aliuminio oksido kiekis visiškai atitiko projektinę RF2 stiklo sudėtį, t. y. naftos krekingo katalizatoriaus atlieka, nepriklausomai nuo duženų kiekio įkrovoje, pilnai užtikrina numatomo pridėti aliuminio oksido kiekį. Iš kitos pusės, visų bandinių sudėtyje nustatytas SO_3 kiekis yra žymiai mažesnis, nei projektinėje sudėtyje. Tikėtina, kad krosnyje nesudarant reikalingos redukcinės aplinkos, dalis SO_3 pasišalina ir nesusidaro pakankamai FeS.

Rudos spalvos stiklo terminės savybės

Tiriamųjų stiklų terminių savybių tyrimo apibendrinti duomenys pateikti 8 lentelėje.

8 lentelė. Rudojo stiklo dilatometrinės analizės rezultatai

Bandinys	Stiklėjimo temperatūra, °C	Žemutinė atkaitinimo temperatūra, °C	Aukštutinė atkaitinimo temperatūra, °C	Deformacijos pradžios temperatūra, °C	Bandinio plėtimosi koeficientas, 10^{-6} K^{-1}
RO	550	540	559	593	8,14
RF1	551	541	560	594	8,34
RF2	556	543	566	607	7,89

Dėl aukščiau aprašytų priežasčių, nustatytos plėtimosi koeficiento vertės yra mažesnės nei samaninės spalvos stiklo bandinių, tačiau iš 6 lentelės duomenų galima teigti, kad sienito pakeitimas KKA, kaip ir samaninės spalvos bandiniuose, nekeičia tiriamųjų rudos spalvos stiklų terminių savybių. Pažymėtina, kad bandinio su padidintu Al_2O_3 kiekiu terminės savybės šiek tiek skiriasi nuo kitų bandinių: šio bandinio žemutinė ir aukštutinė atkaitinimo, stiklėjimo bei deformacijos pradžios temperatūros yra 3–14 °C aukštesnės, o šiluminio plėtimosi koeficiento vertė mažesnė.

Rudos spalvos stiklo fizinės savybės

Rudos spalvos stiklų tankio ir atsparumo vandeniui duomenys pateikti 9 lentelėje. Kaip matyti iš pateiktų duomenų, sienito pakeitimas KKA neturi įtakos bandinių tankiui ir atsparumui vandeniui.

9 lentelė. Rudojo stiklo fizinės savybės

Bandinys	Tankis, g/cm^3	Išplauto Na_2O kiekis, mg	Atsparumas vandeniui, cm^3/g
RO	2,454	0,217	0,7
RF1	2,441	0,216	0,7
RF2	2,461	0,216	0,7

Rudos spalvos stiklo optinės savybės

Spektrofotometru nustatius bandinių šviesos pralaidumo ir šviesos absorbcijos vertes, galima teigti, kad gautų bandinių spalva atitinka rudos spalvos (560–650 nm) bangos ilgį, tačiau rudų bandinių šviesos pralaidumas, dėl jau aptartų priežasčių, yra gerokai mažesnis, nei samaninės spalvos bandinių. Skaitmeniniai duomenys, įvertinant tik maksimalias vertes, pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Rudojo stiklo optinės savybės

Bandinys	Šviesos absorbcija, %	Šviesos pralaidumas, %
Bangos ilgis, nm	445	596–598
RO	42,6	15,74
RF1	38,5	20,38
RF2	41,1	19,04

Įvertinant palyginamuosius optinių tyrimų duomenis matyti, kad sienito pakeitimas KKA padidino stiklo bandinių šviesos pralaidumą. Galima daryti prielaidą, kad naftos krekingo katalizatoriaus atlieka gerina stiklo lydalo skaidrėjimo procesą, tačiau tam nustatyti reikalingi papildomi tyrimai.

2.4. Bendrosios darbo išvados

Naftos krekingo katalizatoriaus atlieka didžiąja dalimi yra sudaryta iš Al_2O_3 ir SiO_2 . Nustatyta, kad šių oksidų atliekoje yra, atitinkamai 45,3 ir 44,4 %, t. y. Al_2O_3 kiekis beveik dvigubai didesnis, nei šiuo metu stiklo taros gamyboje naudojamame sienito koncentrate (24 %). Šios atliekos priemaišose randama TiO_2 , MgO , Fe_2O_3 , Na_2O , P_2O_5 , SO_3 , CaO , V_2O_5 , K_2O , BaO ir kt. Visi šie junginiai randami ir pramoniniuose stiklo taros gaminiuose. Pažymėtina, kad iš limituojamų elementų – Pb, Cd, Cr, Hg šioje atliekoje randamas tik Cr_2O_3 , kurio yra labai mažai – 0,018 %. Visa tai sudaro prielaidas panaudoti naftos krekingo katalizatoriaus atlieką stiklo gaminių įkrovoje kaip Al_2O_3 šaltinį.

Stiklo gaminių žaliavų įkrovoje sienito koncentratą pakeitus naftos krekingo katalizatoriaus atlieka ir išlydžius stiklo bandinius nustatyta, kad Al_2O_3 žaliavos pakeitimas neturi įtakos pagrindinėms terminėms, optinėms ir fizinėms stiklo bandinių savybėms. Tai nustatyta tiek bandiniams, kuriuose sienito koncentratas pilnai pakeistas tiriamąja atlieka, tiek bandiniams, kuriuose tik pusė sienito kiekio pakeista atlieka. Pridėjus didesnę atliekos kiekį (150 % reikalingo Al_2O_3 kiekio), bandiniai pasižymėjo aukštesnėmis atkaitinimo, stiklėjimo bei deformacijos pradžios temperatūromis bei mažesne šiluminio plėtimosi koeficiento verte.

Apibendrinant gautus rezultatus galima konstatuoti, kad naftos krekingo katalizatoriaus atlieka pilnai pakeičia sienito koncentratą stiklo sudėtyje ir užtikrina reikalingą aliuminio oksido kiekį.

3. Inžinerinė dalis

3.1. Technologinė dalis

3.1.1. Darbo režimas

Stiklo taros gamyba dirbs visus metus. Per metus planuojama pagaminti 112 milijonų įvairios taros butelių. Stiklo lydymo krosnies našumas – 150 t/parą. Gamybos cecho darbo režimas pateiktas 11 lentelėje.

11 lentelė. Darbo režimo duomenys

Darbo dienų skaičius metuose	365
Mėnesių skaičius metuose	12
Savaitių skaičius metuose	52
Valandų skaičius metuose	8736
Pamainų skaičius per parą	2
Darbo trukmė valandomis pamainoje	12
Darbo dienų skaičius savaitėje	7

3.1.2. Technologinės gamybos schemos parinkimas

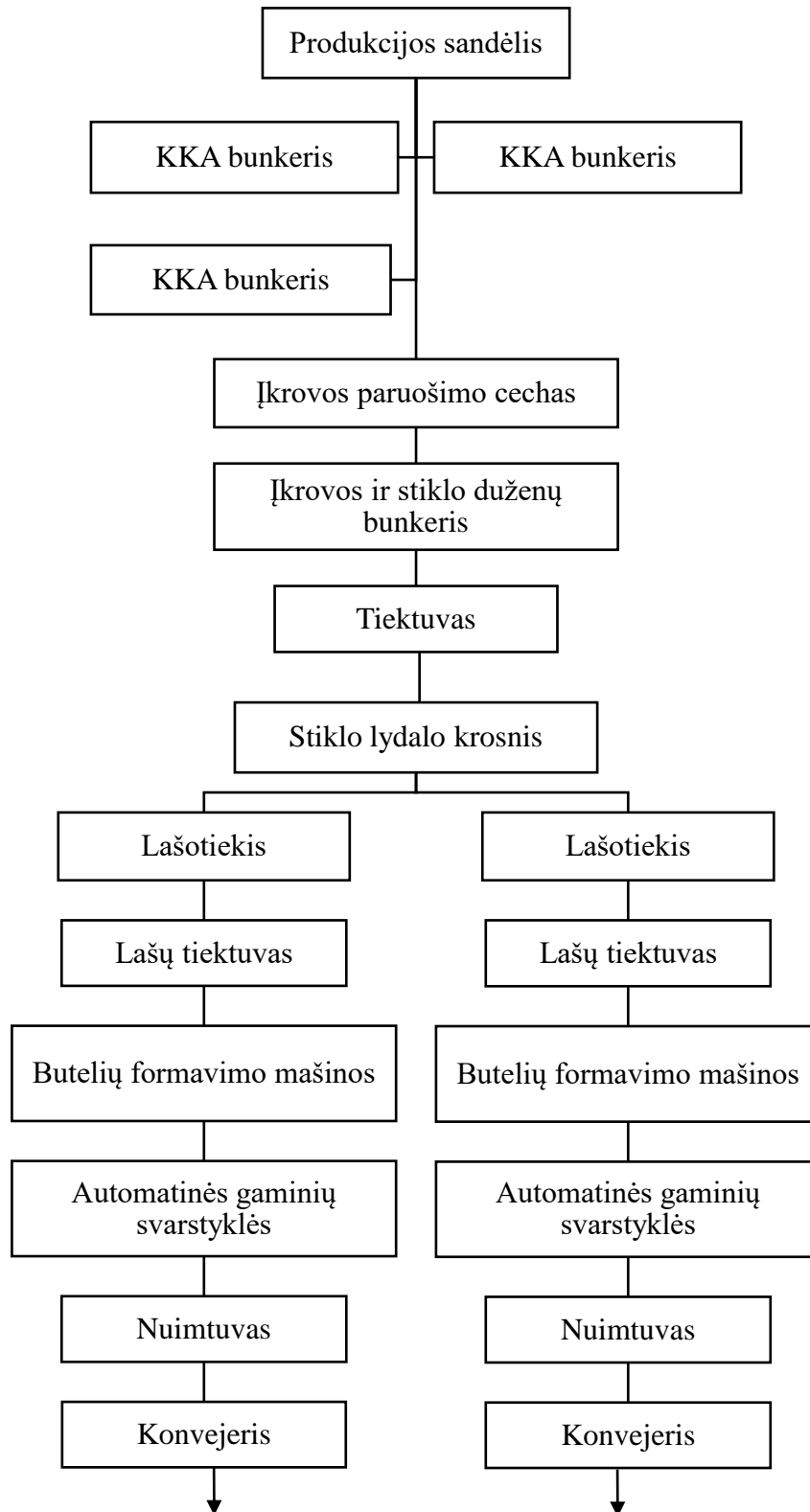
Technologinė gamybos schema (10 pav.) yra sudaryta pagal AB „Kauno Stiklo“ gamybos technologijos duomenis. Cheminė stiklo taros įkrovos sudėtis parenkama pagal tiriamosios darbo dalies atliktus tyrimus. Jos sudėtis: 72 % SiO₂; 14 % Na₂O; 12 % CaO, 2 % Al₂O₃. Naudojamos žaliavos: kvarcinis smėlis, kalcinuotoji soda, natrio sulfatas, KKA, dolomitas, portaferas, portachromas, koksas. Taip pat naudojamos dviejų rūšių stiklo duženos: perkamas perdirbto stiklo dūžis ir gamybos metu susidaręs gaminių brokas.

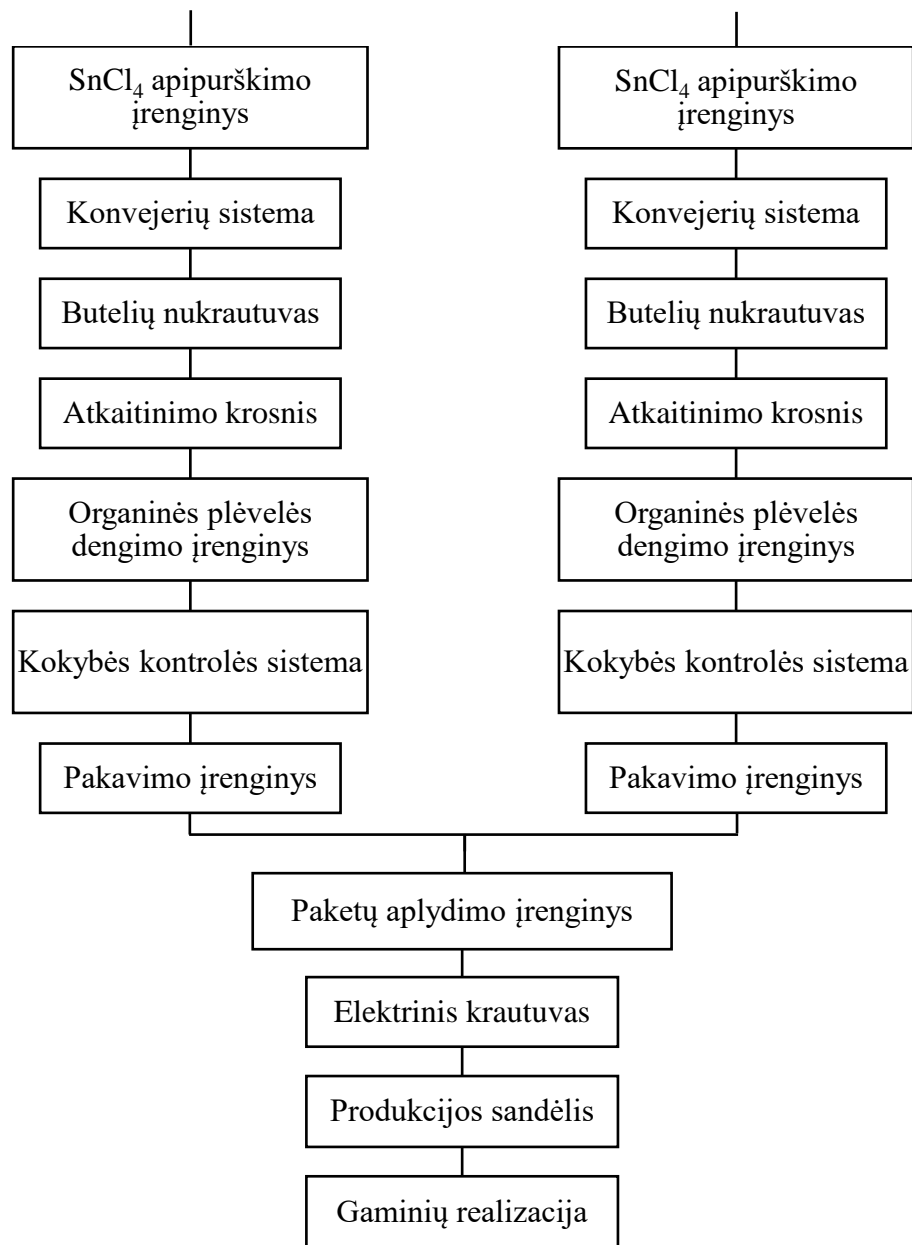
Visos žaliavos sandėliuojamos produkcijos sandėlyje, kur bus įrengti trys nauji bunkeriai KKA laikymui. Iš sandėlio žaliavos tiekiamos į įkrovos paruošimo cechą. Paruošta įkrova ir duženos svoriniu metodu dozuojami ant konvejerio. Susidaręs mišinys bus tiekiamas į lydymo krosnies bunkerį. Iš jo automatiškai reguliuojamas tiek tuvas stiklo įkrovos mišinį tiekia į stiklo lydymo krosnį. Projektuojamoje naujoje regeneratyvinėje nuolatinio veikimo pasaginės liepsnos stiklo lydymo krosnyje per parą bus išlydoma 150 tonų stiklo lydalo. Išlydytas stiklas yra atvėsintas iki darbinės temperatūros. Iš krosnies ištekantis lydalas lašotiekiiais dozuojamas į taros formavimo įrenginius.

Formavimo įrenginiuose suformuoti gaminiai yra sveriami svarstyklėmis. Standartų neatitinkantys gaminiai tiekiami į stiklo perdirbimo liniją. Tinkami gaminiai yra perkelti ant konvejerio ir tiekiami į alavo chlorido plėvelės apipurškimo įrenginius. Ji 20–25 % padidina gaminių stiprumą ir atsparumą cheminiam poveikiui bei trinčiai. Plėvele padengti gaminiai konvejerių sistema perkeltami į dvi naujas elektra kaitinamas atkaitinimo krosnis. Jose temperatūra siekia 550 °C. Atkaitinimo režimas yra parenkamas pagal gaminių tipą (cheminė sudėtis, sienelių storis, gaminių formą). Po

atkaitinimo, vis dar įkaitę gaminiai (apie 100 °C) yra padengiami organine plėvele, kuri apsaugo juos nuo įbrėžimų ir pagerina slydimą konvejeriu.

Galiausiai atliekama gaminių kokybės kontrolė. Kokybės standartų neatitikę gaminiai pašalinami nuo konvejerio. Tinkami gaminiai perkeliama ant pakavimo linijos. Ant medinių palečių sukrauta ir supakuota produkcija elektriniais keltuvais transportuojama į produkcijos sandėlį.





10 pav. Stiklo taros gamybos technologinė schema

3.1.3. Medžiagų balansas

Įkrovos žaliavų sudėtis parenkama numatant, kad sienitas pilnai (100 %) bus pakeistas į KKA. Atliekant reikalingo žaliavų kiekio skaičiavimus reikia įvertinti oksidų nugaravimą. Stiklo lydymo metu kalcinuotoje sodoje ir natrio sulfate esantys Na₂O oksidai garuoja, todėl šių žaliavų kiekis turi būti padidintas atsižvelgiant į jų nugaravimo laipsnius, kurie šiuo atveju abiem medžiagom yra 3 %.

Rudojo stiklo gamybos išeiga lygi 81,5 %, o samaninio stiklo – 81,1 % nuo įkrovos masės. Per parą planuojama pagaminti 150 tonų rudojo samaninio stiklo. 12 lentelėje pateiktas apskaičiuotas žaliavų kiekis, reikalingas pagaminti 100 kg stiklo lydalo, įvertinus kiekvienos spalvos stiklo taros gamybos našumą. 13 lentelėje pateikti įkrovos žaliavų sąnaudos kiekiai skirtingiems gamybos laikotarpiams. Kiekiai apskaičiuojami:

$$\text{Kvarcinis smėlis: } \frac{67,71 \cdot 80}{118,77} + \frac{68,81 \cdot 70}{119,17} = 45,61 + 40,42 = 86,03 \text{ t.}$$

12 lentelė. Samaninio ir rudojo stiklo žaliavų sąnaudos 100 kg stiklo

Žaliava	Žaliavų kiekis 100 kg samaninio stiklo masės, kg	Žaliavų kiekis 100 kg rudojo stiklo masės, kg	Nugaravimas, %	Žaliavų kiekis 100 kg samaninio stiklo įvertinus nugaravimą, kg	Žaliavų kiekis 100 kg rudojo stiklo įvertinus nugaravimą, kg
Kvarcinis smėlis	67,71	68,81	-	67,71	68,81
Kalcinuotoji soda	22,32	21,97	3	22,99	22,63
Natrio sulfatas	0,42	0,41	3	0,43	0,42
KKA	3,55	3,01	-	3,55	3,01
Dolomitas	23,22	23,5	-	23,22	23,5
Portaferas	0,17	0,33	-	0,17	0,33
Portachromas	0,43	-	-	0,43	-
Koksas	0,27	0,467	-	0,27	0,47
Suma	118,09	118,497	-	118,77	119,17

13 lentelė. Žaliavų sąnaudų kiekis

Eil. Nr.	Priedas	Reikalingas kiekis per				
		metus, t	mėnesį, t	parą, t	pamainą, t	valandą, t
1.	Kvarcinis smėlis	31399,57	2580,79	86,03	43,01	3,58
2.	Kalcinuotoji soda	10504,03	863,35	28,78	14,39	1,20
3.	Natrio sulfatas	195,76	16,09	0,54	0,27	0,02
4.	KKA	1518,12	124,78	4,16	2,08	0,17
5.	Dolomitas	10747,10	883,32	29,44	14,72	1,23
6.	Portaferas	112,55	9,25	0,31	0,15	0,01
7.	Portachromas	105,72	8,69	0,29	0,14	0,01
8.	Koksas	167,15	13,74	0,46	0,23	0,02

3.1.4. Gamybos apimčių skaičiavimai

Įmonės technologinės linijos atnaujinimo metu projektuojama įrengti naują krosnį, kurios našumas leistų užtikrinti, kad per metus bus pagaminama 52 mln. rudos spalvos ir 60 mln. samaninės spalvos stiklo butelių. Kadangi gaminami įvairaus dydžio ir svorio buteliai, tiek rudojo, tiek samaninio stiklo skaičiavimams imamas vidutinis gaminamų butelių svoris, lygus 0,42 kg.

Skaičiavimai atliekami su įkrovomis, kuriose sienitas yra 100 % pakeistas KKA. Pagal projektuojamą įkrovos sudėtį samaninio stiklo įkrovos (I_k) ir stiklo duženų (D) santykis yra 25 : 75 %, o rudojo – 30 : 70 %. Atliekami skaičiavimai, siekiant nustatyti, kiek kilogramų stiklo duženų ir įkrovos reikės norint pasiekti projektuojamą metinį našumą.

Apskaičiuojama:

Įkrovos perskaičiavimo į stiklo lydalą koeficientas (K_1):

$$K_1 = \frac{100}{100 - I_n};$$

$$K_{r1} = \frac{100}{100 - 18,5} = 1,23;$$

$$K_{s1} = \frac{100}{100 - 18,1} = 1,22.$$

Čia I_n – kaitmenys, kg.

Stiklo lydalo, gauto išlydžius planinį įkrovos kiekį ir įvertinus nugaravimą kiekio koeficientas (M_{ik}):

$$M_{ik} = \frac{I_k}{100} : K_1;$$

$$M_{rik} = \frac{30}{100} : 1,23 = 0,24;$$

$$M_{sik} = \frac{25}{100} : 1,22 = 0,20.$$

Stiklo lydalo, gauto išlydžius planinį įkrovos ir planinį duženų kiekį, kiekio koeficientas (M):

$$M = M_{ik} + \frac{D}{100};$$

$$M_r = 0,24 + \frac{70}{100} = 0,94;$$

$$M_s = 0,24 + \frac{75}{100} = 0,95.$$

Stiklo lydalo vienetai išlydyti reikalingas įkrovos kiekio koeficientas (K_2):

$$K_2 = \frac{I_k}{100} : M;$$

$$K_{r2} = \frac{30}{100} : 0,94 = 0,32;$$

$$K_{s2} = \frac{25}{100} : 0,95 = 0,26.$$

Stiklo lydalo vienetai išlydyti reikalingų duženų kiekio koeficientas (D_k):

$$D_k = \frac{D}{100} : M;$$

$$D_{rk} = \frac{70}{100} : 0,94 = 0,74;$$

$$D_{sk} = \frac{75}{100} : 0,95 = 0,79.$$

Apskaičiuojamas reikalingas gamybos našumas (N). Tiek rudojo, tiek samaninio stiklo gamybos išeiga 88 %, tai įvertinus, reikia padidinti gamybą 12 %, norint pagaminti reikiamą kiekį butelių. Kaip jau minėta prieš tai, vidutinis vieno butelio svoris – 0,42 kg.

$$N_{rp} = \frac{52000000 \cdot 1,12 \cdot 0,42}{365} = 67016 \text{ kg/para};$$

$$N_{sp} = \frac{60000000 \cdot 1,12 \cdot 0,42}{365} = 77326 \text{ kg/para}.$$

Kiekvienos spalvos stiklo našumas šiek tiek padidinamas dėl atsargos. Su atsarga reikalingas rudojo stiklo našumas – 70 t/parai, samaninio – 80 t/parai. Bendras našumas – 70 + 80 = 150 t/parai.

Toliau skaičiavimai atliekami tik su rudojo stiklu našumu. Apskaičiuojamas metinis ir valandinis našumas:

$$\text{Per metus (N}_{mr}\text{): } 70 \cdot 365 = 25550 \text{ t/metus};$$

$$\text{Per valandą (N}_{hr}\text{): } 70/24 = 2,92 \text{ t/valandą}.$$

Pagal metams reikalingą stiklo lydalo kiekį apskaičiuojamas reikiamas įkrovos kiekis (I_m):

$$I_m = N \cdot K_2 \text{ t};$$

$$\text{Metams: } I_{mm} = 25550 \cdot 0,32 = 8115 \text{ t};$$

$$\text{Parai: } I_{mp} = 8115/365 = 22,23 \text{ t};$$

$$\text{Valandai: } I_{mh} = 14,82/24 = 0,93 \text{ t}.$$

Pagal metams reikalingą stiklo lydalo kiekį taip pat apskaičiuojamas reikiamas įkrovos kiekis (D_m):

$$D_m = N \cdot D_k \text{ t};$$

$$\text{Metams: } D_{mm} = 25550 \cdot 0,74 = 18936 \text{ t};$$

$$\text{Parai: } D_{mp} = 18936/365 = 51,88 \text{ t};$$

$$\text{Valandai: } D_{mh} = 51,88/24 = 2,16 \text{ t}.$$

Bendras reikalingas įkrovos kiekis (I_b) lygus:

$$I_b = I_m + D_m;$$

$$\text{Metams: } I_{bm} = 8115 + 18936 = 27051 \text{ t};$$

$$\text{Parai } I_{bp} = 24346/365 = 74,11 \text{ t};$$

$$\text{Valandai } I_{bh} = 66,70/24 = 3,09 \text{ t}.$$

Priimam, kad gamybos proceso metu rudojo stiklo gamybai bus naudojama 20 % grįžtamojo stiklo duženų, samaniniam – 15 %. Apskaičiuojama, kokį stiklo duženų kiekį reikės pirkti:

$$\text{Metams: } D_{mm} = 18936 \cdot 0,8 = 15149 \text{ t};$$

$$\text{Parai: } D_{mp} = 15149/365 = 41,50 \text{ t};$$

$$\text{Valandai: } D_{mh} = 41,50/24 = 1,73 \text{ t}.$$

Tokie patys skaičiavimai atliekami ir samaninės spalvos stiklo įkrovai. Apskaičiuoti rezultatai pateikti lentelėje žemiau.

14 lentelė. Apskaičiuoti numatytam produkcijos našumui reikalingi medžiagų kiekiai

Medžiagos, matavimo vienetai	Kiekis				
	Rudojo	Samaninio	Bendras		
	Per metus	Per metus	Per metus	Per parą	Per valandą
Stiklo lydalo kiekis, t	25550	29200	54750	150	6,25
Įkrovos kiekis, t	8815	7646	15761	43,18	1,80
Duženų kiekis, t	18936	22938	41874	114,72	4,78
Bendras įkrovos ir duženų kiekis, t	27051	30584	57635	157,90	6,58
Grįžtančių duženų kiekis, t	3787	3441	7228	19,80	0,83
Perkamų duženų kiekis, t	15149	19497	34646	94,92	3,96

Tolesniems krekingo katalizatoriaus atliekos bunkerių skaičiavimams atlikti reikia įvertinti medžiagos piltinį tankį ir perskaičiuoti jos kiekį iš svorio į tūrio vienetus.

15 lentelė. Medžiagų piltiniai tankiai

Medžiaga	Piltinis tankis, t/m ³
Įkrova ir stiklo duženos	1,75
KKA	1,6

Medžiagų kiekis, m³, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$V = \frac{m}{\rho};$$

čia: m – medžiagos masė, t ; ρ – medžiagos piltinis tankis, t/m^3 .

Įkrovos ir stiklo duženų kiekis:

$$V = \frac{57635}{1,75} = 32934 \text{ m}^3.$$

Įkrovoje yra 2,54 % KKA. Apskaičiuojame KKA kiekį, t , metams:

$$I_{kKKA} = 15761 \cdot 0,025 = 398,76 \text{ t};$$

KKA kiekis, t , perskaičiuojamas į m³:

$$V = \frac{398,76}{1,6} = 249,23 \text{ m}^3.$$

16 lentelė. Apskaičiuoti medžiagų kiekiai, m³

Medžiaga, matavimo vienetai	Kiekis		
	Metams	Parai	Valandai
Įkrovos ir stiklo duženų mišinys, m ³	32934	90,23	3,76
KKA, m ³	249,23	0,68	0,03

3.1.5. Technologinių įrenginių parinkimas ir skaičiavimas

3.1.5.1. Bunkeriai ir jų skaičiavimai

Projektuojami 3 KKA bunkeriai, kuriuose būtų laikoma šešiams mėnesiams gamybos reikalingas medžiagos kiekis.

Bunkeriai bus kvadrato formos, jų matmenys: $A = B = 2,8$ m, $h = 3,8$ m, $a = b = 0,1$ m, $h_1 = 2$ m.

Apskaičiuojama:

Reikalinga vieno bunkerio talpa:

$$V_r = \frac{249,23}{2 \cdot 3} = 41,54 \text{ m}^3;$$

Bunkerio talpa V (m^3), lygi dviejų bunkerio dalių (stačiakampio gretasienio korpuso V_1 ir nupjautinės piramidės smaigalio V_2) talpų sumai:

$$V = V_1 + V_2, \text{ m}^3;$$

Bunkerio korpuso tūris V_1 , m^3 :

$$V_1 = A^2 \cdot h;$$

$$V_1 = 3^2 \cdot 4 = 36 \text{ m}^3.$$

Bunkerio smaigalio tūris V_2 , m^3 :

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot h_1 \cdot (a^2 + a \cdot A + A^2);$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (0,1^2 + 0,6 \cdot 3 + 3^2) = 7,72 \text{ m}^3;$$

$$V = V_1 + V_2; V = 36 + 7,72 = 43,72 \text{ m}^3.$$

Laisvą bunkerio iškrovimo angos plotą, m^2 :

$$F_a = a \cdot a;$$

$$F_a = 0,6 \cdot 0,6 = 0,36 \text{ m}^2.$$

Medžiagos išbyrėjimo greitį, m/s :

$$v = 5,65 \cdot k \cdot \sqrt{R};$$

$$R = \frac{F_a}{P};$$

$$R = \frac{0,36}{(4 \cdot 0,6)} = 0,15 \text{ m};$$

$$v = 5,65 \cdot 0,55 \cdot \sqrt{0,15} = 1,20 \text{ m/s}.$$

Bunkerio našumą, m³/h:

$$Q_v = F_a \cdot v \cdot 3600;$$

$$Q_v = 0,36 \cdot 1,2 \cdot 3600 = 1559,77 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Projektuojamų bunkerių talpa yra 43,72 m³.

17 lentelė. KKA bunkerių parametrai

Korpusas V ₁	Ilgis A, m	2,8
	Plotis B, m	2,8
	Aukštis h, m	3,8
Korpusas V ₂	Ilgis a, m	0,1
	Plotis b, m	0,1
	Aukštis h ₁ , m	2
Reikalinga bunkerio talpa, m ³		41,54
Apskaičiuota bunkerio talpa, m ³		43,72

3.1.5.2. Stiklo lydymo krosnis

Projektuojama regeneratyvinė nuolatinio veikimo pasaginės liepsnos stiklo lydymo krosnis su daliniu elektriniu lydymu. Ją sudarančios pagrindinės dalys: stiklo lydymo – baseinas, skliautas, sienos pratakas; darbo; oro pakaitinimo regeneratorium; dūmų kanalai ir kaminas. Krosnies sienoje tarp regeneratorių ir baseino yra sumontuoti keturi degikliai. Lydymo baseino dugne sumontuoti šeši molibdeno elektrodai, dar du įrengti šoninėse baseino sienose. Stiklo įkrova lydoma deginant gamtines dujas, prieš tai ji pakaitinama elektros energija. Krosnies parametrai pateikti 18 lentelėje.

18 lentelė. Lydymo krosnies parametrai

Pavadinimas	Mat. vnt.	Reikšmė
Darbo dalies plotas	m ²	45
Degiklių HLGB – 8 skaičius	vnt.	4
Našumas	t/parą	150
Pašildyto oro temperatūra	°C	1320
Lydymo temperatūra	°C	1480
Galingumas	kW	400
Dujų energijos sąnaudos	kcal/kg / %	850 / 89,1
Elektros sąnaudos	kcal/kg / %	96,4 / 10,1
Oro sąnaudos	kcal/kg / %	7,6 / 0,8
Lyginamasis stiklo lydalo kiekis per parą	t/m ²	4,62
Regeneratoriai		Sekcijiniai
Regeneratoriaus sekcijų skaičius	vnt.	3
Burbuliavimo antgalių skylutės skersmuo	mm	1,8
Burbuliavimo angų skaičius	vnt.	10
Burbulų skaičius per minutę	vnt./min	25–35

19 lentelė. (18 lentelės tęsinys)

Pavadinimas	Mat. vnt.	Reikšmė
Oro degimui tiekimo sistema:		
ventiliatorius CFXH 315 D3		
našumas	m ³ /h	1800
galingumas	kW	16
apsisukimų skaičius	r/min	1100
slėgis	mmH ₂ O	250
Krosnies baseino vėsinimo sistema:		
ventiliatorius CFM 1000 B		
našumas	m ³ /h	30000
galingumas	kW	16
apsisukimų skaičius	r/min	850
slėgis	mmH ₂ O	125
Skliauto vėsinimo sistema:		
ventiliatorius VDN Nr. 12,5		
Našumas	m ³ /h	25000
galingumas	kW	15
apsisukimų skaičius	r/min	700
slėgis	mmH ₂ O	300

3.1.5.3. Stiklo atkaitinimo krosnis

Projektuojama nauja elektrinė – konvekcinė atkaitinimo krosnis, kurios maksimalus našumas siekia 3400 kg/h (20 lentelė). Joje suformuoti stiklo buteliai yra termiškai apdorojami. Taip pašalinami arba iki leistinų normų sumažinami vidiniai stiklo įtempiai.

20 lentelė. Atkaitinimo krosnies parametrai

Pavadinimas	Mat. vnt.	Reikšmė
Maksimalus našumas	kg/h	3400
Transportavimo juostos plotis	mm	2500
Transportavimo juostos greitis	mm/min	150-1300
Maksimali darbinė temperatūra	°C	650
Temperatūros kontrolės taškai	vnt.	4
Tunelio aukštis nuo tinklo	mm	450
Atstumas nuo grindų iki juostos	mm	940
Ventiliatorių skaičius	vnt.	15
Elektros energija kaitinimui	kW	205
Variklio galingumas	kW	13
Atkaitinimo krosnies tunelio ilgis	mm	18750
Atkaitinimo krosnies ilgis	mm	22750
Atkaitinimo krosnies plotis	mm	2500

3.1.5.4. Butelių formavimo mašinos

Gaminių formavimas atliekamas IS-6 butelių formavimo mašina (21 lentelė). Ji sudaryta iš šešių sekcijų, kiekvienoje yra po dvi formas. Automatinėmis žirkėmis nukirptas stiklo lydalo lašas per lašų paskirstytuvą patenka į ruošinio formą, kurioje suspaustu oru formuojami butelio galvutė ir ruošinys. Suformuoto ruošiniai pervertimo mechanizmu perkeliama į kitoje mašinos pusėje esančias gaminių formas. Vakuumu ir suspaustu oru suformuojamas butelis. Vakuumo ir suspausto oro parametrai parenkami pagal reikalingo gaminio dydį ir svorį.

21 lentelė. Butelių formavimo mašinos parametrai

Pavadinimas	Mat. vnt.	Reikšmė
Tipas		Sekcijinė, dešinės pusės
Sekcijų skaičius	vnt.	6
Ruošinio formų skaičius	vnt.	12
Gaminio formų skaičius	vnt.	12
Formavimo būdas	-	Vakuumas-pūtimas
Maksimalus lašų skaičius	lašų sk./min	120 – 130
Formų skaičius vienoje sekcijoje	vnt.	2
Atstumas tarp formų centro	mm	140
Maksimalus butelio cilindro išorinis diametras	mm	108
Maksimalus galvutės diametras	mm	52
Tepimo sistema LINKOLN (tepal. Viscogen)	l/parą	2
Oro formų vėsinimui padavimo schema:		
Mašinos pavara		Elektrinė
galingumas	kW	2,2
Elektros įtampa	V	380
Formavimo būdas:		Suspaustu oru ir vakuumu
darbinis žemo slėgio oras	MPa / bar	0,21 / 2,1
bendras aukšto slėgio oras	MPa / bar	0,31 / 3,1
aukšto slėgio oras formavimui	MPa / bar	0,31 / 3,1
bendras suspaustas oras	MPa / bar	0,31 / 3,1
vakuumas	MPa / mmHg	0,085 / 635
vakuuminis siurblys RC 630:		
našumas	m ³ /h	630
galingumas	kW	15
Oras mašinos ir konvejerio vėsinimui	MPa / mmH ₂ O	0,0059 / 600
Mašinos aukštis	mm	2920
Mašinos plotis	mm	2420
Mašinos ilgis	mm	5220

3.2. Statybiniai sprendimai

3.2.1. Bendrieji duomenys

UAB „Kauno stiklas“ – 1927 metais veikti pradėjusi įmonė, kurios pagrindinė veikla yra spalvoto stiklo taros gamyba. Įmonė yra įsikūrusi Kauno mieste, Aleksoto rajone. Gamyklos teritorija užima 8,80 ha plotą. 10 km atstumu yra A1 automagistralė, 5 km atstumu – A5 automagistralė. Teritorijoje yra 6 m pločio automobilių keliai ir dvi geležinkelio atšakos. Gamybai reikalingą vandenį tiekia UAB „Kauno vandenys“, elektros energiją ir gamtines dujas – AB „Energijos skirstymo operatorius“.

Projektuojamas pastatas – stiklo taros gamybos cechas – užima 3215,90 m² plotą (22 lentelė). Jo fasadas yra orientuotas į pietus. Teritorijoje taip pat yra įkrovos paruošimo cechas, administracijos pastatas, įvairios paskirties sandėliai, energomechaninis cechas ir transformatorinė.

Pagal projektą numatoma, kad po atnaujinimų gamybos našumas padidės nuo 130 iki 150 tonų stiklo per parą.

22 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai [24]

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	I. SKLYPAS		
	1.1. sklypo plotas	ha	8,80
	1.2. statinio užimtas žemės plotas	m ²	3215,90
	1.3. apželdintas žemės plotas (žalioji plotas)	m ²	1561
	1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	40
	1.5. sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	m	1000
2	II. PASTATAI		
	2.1. paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai)		
	2.2. bendrasis plotas:	m ²	3215,90
	2.2.1. pagrindinis	m ²	2897,10
	2.2.2. pagalbinis	m ²	318,94
	2.3. pastato tūris	m ³	73966,90
	2.4. aukštų skaičius	vnt.	2
	2.5. pastato aukštis	m	23
	2.6. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)	MJ/m ²	I

23 lentelė. Pradiniai duomenys projektavimui

Pastato aukštų skaičius	2
Pastato plotis (tarp ašių), m	42
Pastato ilgis (tarp ašių), m	78
Darbuotojų skaičius	44
Miestas	Kaunas
Pastato orientacija	Į pietus
Instaliuota galia	90 W

3.2.2. Sklypo planas

Įmonės 8,80 ha plote yra dešimt įvairios paskirties (gamybinės, administracinės patalpos, sandėliai) pastatų. Projektuojamo pastato plotas – 3215,98 m². Kadangi pastatai yra išdėstyti per visą įmonės teritoriją, yra numatyti keliai, skirti lengvųjų ir krovininių automobilių transportui. Jais bus atvežamos žaliavos, išvežama produkcija, darbuotojai atvyks į darbo vietas ir kt. Svarbu užtikrinti, kad avarinių situacijų metu pagalbos tarnybos galėtų lengvai pasiekti avarijos vietą. Kelių plotis 5–6 m. Ten, kur kelias yra po vamzdinių linijomis, pravažiavimo aukštis ne mažesnis nei 4,5 m. Be kelių, teritorijoje taip pat yra dvi geležinkelio atšakos, naudojamos žaliavų pristatymui.

Taip pat projektuojami 1,5 m pločio asfaltuoti pėsčiųjų takai darbuotojams vaikščioti įmonės teritorijoje. Jie turi būti įrengti 0,8 m atstumu nuo automobilių kelio. [25]

3.2.3. Projektuojamas pastatas

„Kauno stiklo“ teritorijoje projektuojamo gamyklinio pastato fasadas yra orientuotas į pietus, pastatas yra dviejų aukštų. Jo ilgis L=78 m, plotis B=42 m, bendras aukštis H=23 m. Statybai naudojamos gelžbetoninės konstrukcijos: perdangos, denginio plokštės, kraštinės ir vidurinės kolonos, kolonų pamatai, pamatų sijos, rygeliai (šoninis ir vidurinis) ir kt. Pastato kolonų tinklelio išmatavimai 6x6 m. Stogui taip pat pasirinkta gelžbetoninė santvara su šlaitais. Stogą sudaro: išorinė aukšto profilio skardinė stogo danga, hidroizoliacijos difuzinė plėvelė, stiklo vatos šilumos izoliacijos sluoksnis „Rockwool superrock“ (200 mm), garus izoliuojanti danga, vidinė žemo profilio skardinė stogo danga. Išorinės pastato sienos yra apšiltintos „Paroc Linio 10“ akmens vatos plokštėmis. Grindys yra betonuotos, padengtos apšiltinimo medžiaga, ir hidroizoliacine plėvele, apdailai naudojamos 1,2 mm plytelės.

Pastatui parinkti „Veka“ gamintojo langai. Jų matmenys – 2200x1400x60 mm. Stiklo rėmas pagamintas iš kokybiško PVC profilio. Langų šviesos pralaidumas – 80 %, garso izoliacija – 30 dB, šilumos izoliacija – 1,2 W/m²K. Gamybinių pastato patalpų nereikia papildomai šildyti, nes jame įrengti šiluminiai įrenginiai išspinduliuoja pakankamą kiekį šilumos palaikyti reikiamą temperatūrą patalpose. Administracinėse patalpose įrengti radiatoriai. Patalpų vedinimui įrengti ventiliatoriai. Iš viso pastate dirbs 44 darbininkai.

3.2.4. Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara

Gamybos cecho pastatas statomas greta kitų gamybos ir administracijos pastatų. Projektuojamo pastato gabaritas plane 78x42 m. Aukštis nuo nulinės altitudės iki pastatą laikančiųjų konstrukcijų lygus 23 m. Pastato grindys betoninės, padengtos keraminėmis plytelėmis. Sienos apšiltintos vatos plokštėmis, apdailai naudojamas tinkas. Patalpose yra du išėjimai, lauko vartai, liftas ir laiptai. Pastato erdvė yra padalinta į 16 atskirų patalpų. Sienų pertvaros tarp visų patalpų – daugiasluoksnės PIR tipo sieninės plokštės. Langai pagaminti iš kokybiško PVC profilio, varstomi ir nevarstomi. Pamatai ir kolonos – gelžbetonio. Stogas – gelžbetoninės santvaros su šlaitais.

3.2.5. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

Pastate įrengtą technologinę įrangą sudaro: Regeneratorius (2 vnt.), stiklo lydymo krosnis (1 vnt.), stiklo formavimo mašina (2 vnt.), lašotiekis (2 vnt.), atkaitinimo krosnis (2 vnt.), ritininis konvejeris (2 vnt.), plokštelinis konvejeris (2 vnt.), sukauptimo stalas (2 vnt.), kokybės kontrolės mašina (2 vnt.), butelių nuleidimo įrenginys (2 vnt.), įkrovos bunkeris (2 vnt.).

Pastate veiksiantys technologiniai procesai: iš įkrovos paruošimo cecho tiekama įkrova pateks į įkrovos bunkerius. Iš jų įkrova bus tiekama į stiklo lydymo krosnį. Išlydytas stiklas bus suformuojamas į reikiamų matmenų gaminius. Pagaminta tara, praėjusi kokybės kontrolę, bus sukrauta ant palečių, supakuota ir išvežta per vartus.

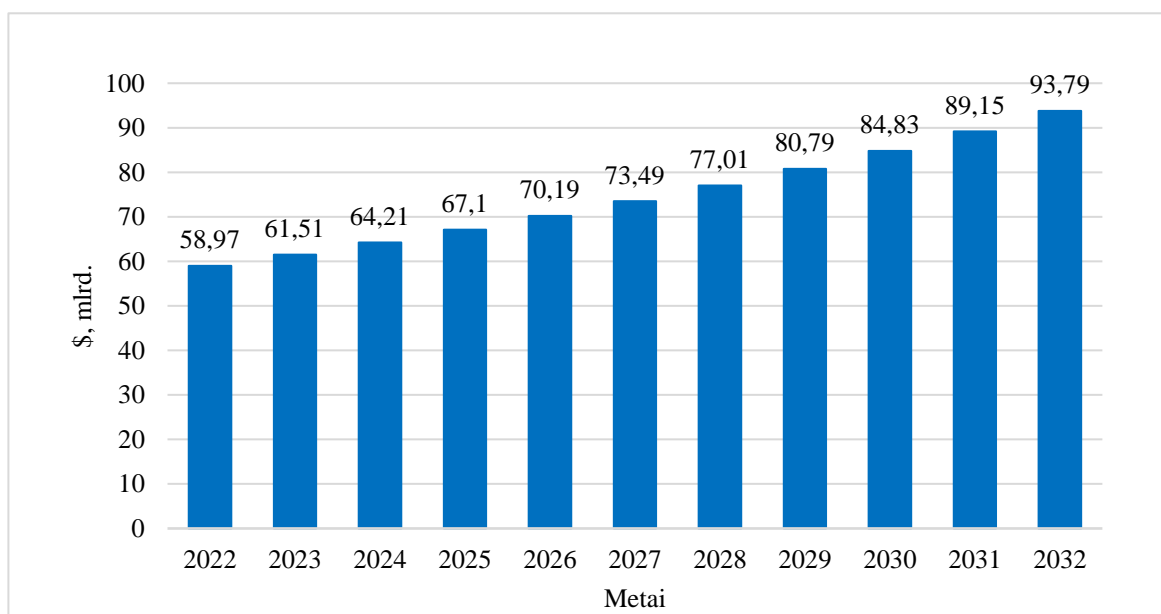
Personalui sanitarinės ir higienos patalpos yra suprojektuotos pagal 2003-04-24 LR Vyriausybės nutarimo Nr. 501 „Dėl buities, sanitarinių ir higienos patalpų įrengimo reikalavimus“. Gamybos patalpose atstumai nuo darbo vietų iki tualetų nėra didesni nei 75 m. Vyrams ir moterims yra įrengti atskiri dušai, prausyklos ir persirengimo kambariai. Kiekvienam darbuotojui skiriama atskira rakinama drabužių spintelė. Drabužių persirengimo patalpose vienam darbuotojui skiriamas ne mažesnis nei 0,35 kv. metro plotas. Prausyklose viena praustuvė skiriama 10 darbuotojų, vienas dušas 5 darbuotojams, vienas unitazas skiriamas 12 moterų arba 18 vyrų, viena rankų praustuvė 48 moterims arba vyrams. 2 praustuvės turi būti įrengtos medicinos punkto patalpose, 1 maitinimo patalpose. Kiekvienam darbuotojui skiriama atskira rakinama drabužių spintelė. Maitinimo patalpose vienam darbuotojui skiriama ne mažiau kaip 1 kv. metras, viso kambario plotas – ne mažesnis nei 12 kv. metrų. [26]

3.3. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

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

„Kauno stiklas“ yra didžiausias spalvoto stiklo butelių gamintojas Lietuvoje. Įmonė gamina ne vien standartizuotą produkciją, bet ir priima individualius užsakymus pagal klientų norus. Klientai gali rinktis iš įvairių stiklo taros spalvų, dydžių, ir dizainų. Tarp įmonės klientų yra tokios įmonės kaip „Švyturys“, „Kalnapilis“, „Grimbergen“ ir „Carlsberg group“. Pagrindiniai iššūkiai, su kuriais susiduria įmonė: didėjanti konkurencija ir didesnis spalvotos taros importas iš užsienio valstybių, didėjančios prekių paklausos išpildymas, tvarumas, politinės situacijos prastėjimas, darantis įtaka žaliavų importui ir produkcijos pardavimui. [27]

Pastaruoju metu didžiausia stiklą eksportuojanti valstybė yra Kinija. Dėl pigios darbo jėgos ir mažų žaliavų kainų jie gali pasiūlyti mažesnės kainos produkciją. Tačiau mažesnė kaina nėra vienintelis klientų reikalavimas. Dažnai importuojama produkcija savo kokybe nusileidžia vietinei produkcijai. Taip pat, siekiant tvarumo, mažesnių transportavimo kainų ir paprastesnės tiekimo grandinės, įmonėms geriau rinktis vietinės rinkos gamintojus. Tvarumas yra svarbus visose srityse. Modernizuojant gamybos technologiją siekiama sumažinti „Kauno stiklo“ taršos pėdsaką. Dėl to projektuojama nauja lydymo krosnis, kuri padės sumažinti išmetamo anglies dioksido kiekį. Prie tvarios gamybos taip pat prisideda iš Lenkijos perkamo „Sibelco“ sienito pakeitimas „Mažeikių naftos“ krekingo katalizatoriaus atlieka. Taip pat, pasauliui judant link tvarumo, didės stiklo taros paklausa. Per ateinančius 8 metus pasaulio stiklo pakuočių rinka turėtų išaugti apie 20 milijardų dolerių (11 pav.). Todėl, norint išlikti konkurencinga įmone, „Kauno stiklas“ turi didinti savo gamybos apimtį ir investuoti į naujas gamybos technologijas. [28]



11 pav. Pasaulinės stiklo taros rinkos augimo prognozė

Projekto metu stiklo gamybos ceche bus įrengta nauja stiklo lydymo krosnis. Taip pat bus įrengti trys nauji KKA laikymo bunkeriai. Sustabdžius gamybą naujų įrengimų pastatymui taip pat bus atlikti gamybos cecho remonto darbai.

3.3.2. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Stiklo lydymo krosnis yra gaminama pagal individualų užsakymą ir kainuoja 7,85 milijono eurų, KKA bunkeriai bendrai kainuos 50 tūkstančių eurų, 100 tūkstančių eurų kainuos gamybos cecho remontas. Taip pat reikės lėšų žaliavų ir medžiagų, reikalingų remonto ir įrengimų pastatymo darbams, pirkimui. 60 % reikalingų lėšų bus gaunama iš banko suteiktos ilgalaikės paskolos. Papildomai, pagal 2022–2030 metų plėtros programos pažangos priemonės veiklą „Juridinių asmenų investicijoms į iškastinio kuro naudojimo pakeitimą ar mažinimą ir (ar) atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą“ projektui bus skirta 340 tūkstančių eurų. Likusi reikalinga lėšų dalis bus finansuojama iš nuosavo kapitalo (24 lentelė).

24 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	Mln. Eur	Struktūra	Mln. Eur
1. ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	8,00	1. nuosavas kapitalas	3,48
2. trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	1,56	2. ilgalaikė paskola	5,74
		3. papildomas finansavimas	0,34
Viso	9,56		9,56

25 lentelė. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) poreikis

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. gamybos kaštai, mln. Eur.	-	15,58	15,94	16,01	15,97	16,23
2. apyvartinių lėšų metinis poreikis, mln. Eur	-	3,90	3,99	4,00	3,99	4,06
3. apyvartinių lėšų papildomas poreikis, mln. Eur	-	2,73	0,09	0,02	-0,01	0,06
4. apyvartinės lėšos, mln. Eur*	1,17	3,90	3,99	4,00	3,99	4,06

Banko suteiktą ilgalaikę 5,74 mln. eurų vertės paskolą planuojama gražinti per penkis metus. Metinė palūkanų norma – 6,4 % . Pagal šiuos duomenis sudaromas paskolos gražinimo planas (26 lentelė).

26 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos gražinimo planas

Rodikliai	Projekto metai				
	1	2	3	4	5
Metai					
1. paskolos suma, mln. Eur.	5,74	4,59	3,44	2,30	1,15
2. metinė palūkanų norma, proc.	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
3. palūkanos, mln. Eur.	0,37	0,29	0,22	0,15	0,07
4. paskolos padengimas, mln. Eur.	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
5. palūkanos su paskolos padengimu	1,52	1,44	1,37	1,29	1,22

3.3.3. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Tiesioginių gamybos kaštų analizėje apskaičiuojami planuojamai gamybos apimčiai reikalingi žaliavų, medžiagų, energijos, darbo ir kiti išteklių. Per metus planuojama pagaminti 54750 tonų stiklo lydalo. Pirmais projekto metais produkcijos žaliavos, medžiagos ir energijos išteklių bendrai kainuos 13,74 mln. Eur. Priimama, kad gamybos įmonėje dirbs 44 darbuotojai. Žemiau pateiktos apskaičiuotos išlaidos žaliavų pirkimui (27 lentelė), darbo užmokesčiui (28 lentelė), elektros energijai (29 lentelė) ir vandeniui (30 lentelė).

27 lentelė. Išlaidos pagrindinėms žaliavoms

Medžiagos (žaliavos) pavadinimas	Gamybos planas, mln. vnt.	Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, kg/t stiklo lydalo	Medžiagos kaina, Eur/kg	Medžiagos poreikis metams, t	Medžiagų kaštai	
					gaminio, Eur/vnt.	iš viso, mln. Eur
Kvarcinis smėlis	112	67,71	0,083	31400	0,0233	2,606
Kalcinuotoji soda		22,99	0,11	10504	0,0103	1,156
Natrio sulfatas		0,43	0,15	196	0,0003	0,029
KKA		3,55	0,18	1518	0,0024	0,273
Dolomitas		23,22	0,105	10747	0,0101	1,128
Portaferas		0,17	1,21	113	0,0012	0,136
Portachromas		0,43	2,25	106	0,0021	0,238
Koksas		0,27	0,032	167	0,00005	0,005
Duženos		669,17	0,018	310318	0,0499	5,586
Viso						0,0996

28 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

Gaminys	Metinė gamybos apimtis, mln. vnt.	Laiko norma arba išdirbio norma, nh/vnt	Programos darbo tikslumas, tūkst. h	Valandinis tarifinis atlygis, Eur/h	Vienetinis įkainis, Eur/vnt.	Pagrindinis darbo užmokestis, tūkst. Eur	Papildomas darbo užmokestis (10 %), tūkst. Eur	Bendras darbo užmokestis, tūkst. Eur	Atskaitymai soc. Draudimui, tūkst. Eur
Stiklo butelis	112	0,0027	302,4	3	0,0081	907,20	90,72	997,92	194,59
Visa suma, tūkst. Eur								1192,51	

29 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai

Įrenginių pavadinimas	Įrenginių skaičius, vnt.	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius metuose, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1 kWh kaina, Eur	Išlaidos elektros energijai, tūkst. Eur
1	2	3	4	5	6	7
Tiektuvas	3	1,86	8760	48881	0,24	11,73
Lydkrosnė	1	400	8760	3504000		840,96
Lašotiekis	1	12,3	8760	107748		25,86
Butelių formavimo mašina	2	103,6	8760	1815072		435,62
Plevelės apipurškimo automatai	4	15,87	8760	638779		153,31
Atkaitinimo krosnis	2	205	8760	3591600		861,98
Kokybės kontrolės mašina	2	1,34	8760	23477		5,63
Plevelės aplydimo įrenginys	1	86	8760	753360		180,81
Iš viso						2515,90

30 lentelė. Tiesioginės išlaidos vandeniui

Gaminio pavadinimas	Gamybos apimtis, natūriniais mln. vnt.	Vandens sąnaudos vienam gaminiui, m ³	1 m ³ vandens kaina, Eur	Išlaidos vandeniui, tūkst. Eur
1	2	3	4	5
Rudojo stiklo butelis	52	0,00029	2,05	30,91
Samaninio stiklo butelis	60	0,00029	2,05	35,67
Iš viso				66,58

3.3.4. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Atliekant netiesioginių gamybos kaštų analizę, svarbu įvertinti projekto metu perkamu priemonių nusidėvėjimą ir likutinę vertę. Nusidėvėjimas skaičiuojamas tiesiniu būdu. Dėl to nusidėvėjimo atsiskaitymai kiekvienais metais bus vienodi.

$$A_m = \frac{F_{is} - F_{lv}}{T};$$

čia: A_m – amortizaciniai atskaitymai nusidėvėjimui padengti, mln. Eur; F_{is} – įsigijimo vertė, mln. Eur; F_{lv} – likvidacinė vertė, mln. Eur; T – naudingo naudojimo laikas, m.

Planuojama, kad atlikus pastato remonto darbus, kitas kapitalinis remontas bus atliktas tik po 15 metų. Pastatams nėra taikoma likvidacinė vertė. Stiklo lydymo krosnys dažniausiai eksploatuojamos 10–12 metų. Jos likvidacinė vertė sudaro 8 % įsigijimo vertės. Taip pat bus perkami trys bunkeriai KKA laikymui. Kadangi jų neveiks aršios aplinkos sąlygos, iš plieno pagamintus bunkerius planuojama eksploatuoti 15 metų. Jų likvidacinė vertė sudaro 8 % įsigijimo vertės (31 lentelė).

31 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas

Ilgalaikio turto rūšis	Įsigijimo vertė, mln. Eur	Normatyvinė eksploataavimo trukmė, metai	Nusidėvėjimo suma, mln. Eur metams					Likutinė vertė, mln. Eur
			1	2	3	4	5	
Pastatai	0,05	15	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,03
Stiklo lydymo krosnis	7,85	12	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	0,6018	4,84
KKA bunkeriai	0,10	15	0,0061	0,0061	0,0061	0,0061	0,0061	0,07
Viso	8,00		0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	4,94

Įrengta nauja krosnis bus eksploatuojama 12 metų, tačiau nebus kasmet remontuojama, todėl jos amortizacinio nusidėvėjimo kaštai nėra įtraukiami į bendrą suvestinę.

Netiesiogines išlaidas taip pat sudaro papildomo personalo darbo užmokestis, išlaidos pastato šildymui ir apšvietimui (32 lentelė). Papildomą personalą sudaro 12 žmonių, vidutinis darbo užmokestis – 1700 Eur.

32 lentelė. Kitos netiesioginės išlaidos

	Papildomo personalo darbo užmokestis	Išlaidos apšvietimui	Išlaidos šildymui
Suma, mln. Eur	0,245	0,180	0,125
Viso, mln. Eur	0,550		

33 lentelė. Gamybos kaštai

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, mln. Eur
	Gaminiai
	Spalvoto stiklo taros buteliai
<i>Pirmaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
1. Pagrindinės Medžiagos	11,16
2. Energija technologijai ir vanduo	2,58
3. Gamybos darbininkų darbo užmokestis	1,00
4. Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	0,19
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	0,65
Iš viso gamybos kaštų, mln. Eur	15,58
Produkcijos gamybos planas, mln. vnt.	112
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	0,14
<i>Penktaisiais projekto gyvavimo metais</i>	
Iš viso gamybos kaštų, mln. Eur	16,23
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	0,15

3.3.5. Gaminių kainos skaičiavimas

Apskaičiavus visas sąnaudas galima nustatyti gaminių kainas. Jas sudaro pilnos gamybos išlaidos ir planuojama pelno norma (rentabilumas) (34 lentelė).

34 lentelė. Gaminio kainos skaičiavimas

Gaminys	Gamybinė savikaina, Eur	Veiklos sąnaudos, Eur	Finansinės veiklos sąnaudos, Eur	Pilnoji savikaina, Eur	Pelnas		Kaina, Eur
					Pelningumo %	Eur	Eur/vnt.
Spalvoto stiklo butelis	0,14	0,04	0,014	0,19	20,35	0,04	0,23

3.3.6. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Žinant visas projektu metu patiriamas išlaidas yra sudaroma pelno ir grynujų pinigų srautų ataskaita (35 lentelė). Bendras pelnas parodo skirtumą tarp pardavimų apimties ir gamybos kaštų, reikalingų produkcijos gamybai. Iš jo atėmus veiklos sąnaudas, gaunamas veiklos pelnas. Įmonė nuo apmokestinamo pelno sumos turi sumokėti 15 % pelno mokestį. Likęs pelnas vadinamas grynuoju.

35 lentelė. Pelno nuostolio ataskaita

Rodiklis, mln. Eur	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
1. Pardavimo apimtis	25,76	25,58	25,02	25,68	25,98
2. Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	15,58	15,94	16,01	15,97	16,23
3. Bendras pelnas (nuostolis)	10,18	9,64	9,01	9,71	9,75
4. Veiklos sąnaudos	4,62	4,60	4,50	4,62	4,68
5. Veiklos pelnas (nuostolis)	5,56	5,036	4,506	5,088	5,074
6. Finansinė ir investicinė veiklos sąnaudos	0,37	0,29	0,22	0,15	0,07
7. Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą	5,19	4,74	4,29	4,94	5,00
8. Pelno mokestis	0,78	0,71	0,64	0,74	0,75
9. Grynasis pelnas (nuostolis)	4,41	4,03	3,64	4,20	4,25

Grynųjų pinigų srautų ataskaitoje pateikiami per ataskaitinį laikotarpį (projekto gyvavimo laikotarpį) gaunami ir išleidžiami pinigai (36 lentelė). Į ataskaitą įtraukiami įmonės veiklos, investicinės veiklos ir finansinės veiklos pinigų srautai. Prie grynojo pelno taip pat pridedamos nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos.

36 lentelė. Projekto GPS rodikliai

Eil. Nr.	Rodikliai, mln. Eur.	Projekto gyvavimo metai					
		0	1	2	3	4	5
I.	Pinigų srautai iš įmonės veiklos						
1.1.	Grynasis pelnas (nuostolis)		4,41	4,03	3,64	4,20	4,25
1.2.	Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos		0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
1.3.	Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	1,17	2,73	0,09	0,02	-0,01	0,06
1.4.	Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas		1,52	1,44	1,37	1,29	1,22
	Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos	-1,17	0,78	3,11	2,87	3,53	3,57
2.1.	Ilgalaikio turto perleidimas						
	Ilgalaikio turto įsigijimas	8,00					4,94
	Grynieji pinigų srautai iš investicinės veiklos	-8,00					4,94
III.	Bendri metiniai pinigų srautai (I+II)	-9,17	0,78	3,11	2,87	3,53	8,52

3.3.7. Investicijų efektyvumo vertinimas

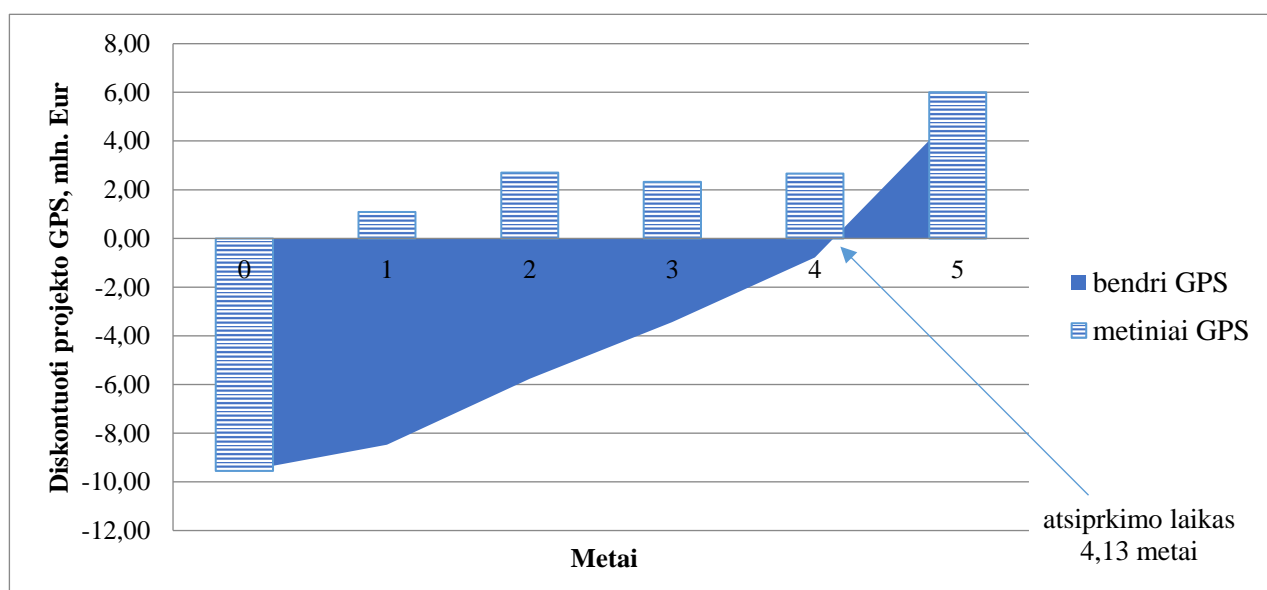
Vienas iš investicijų efektyvumo įvertinimo būdų yra diskontuotų pinigų srautų vertinimas. Jis parodo kiek šiandien verti pinigai, kuriuos įmonė ar vykdomas projektas uždirbs ateityje. Įmonių pagrindinis tikslas yra uždirbti pinigus. Projektų vertinimas diskontuotų grynujų pinigų srautų (38 lentelė) metodu remiasi prielaida, kad projektas yra vertas tiek, kiek per visą savo gyvavimo laiką uždirbs pinigų investuotojams. Kadangi pinigai kuriuos įmonė uždirbs ateityje yra mažiau verti nei pinigai šiandieną, todėl investuotojai naudodami diskontuotų grynujų pinigų srautų metodą, nustato, kiek tie pinigai bus verti šiandien ir taip apskaičiuoja kompanijos vertę. [29]

37 lentelė. Kapitalo kaštų skaičiavimas

	proc.	koef.
Skolinto kapitalo kaštai (SKK)	5,44	0,0544
Nuosavo kapitalo kaštai (NK)	10	0,1
diskonto norma (kapitalo kaštai)	7,26	0,0726

38 lentelė. GPS diskontavimas

Metai	Projekto GPS, mln. Eur		Diskontuoti projekto GPS, mln. Eur	
	metiniai GPS	bendri GPS	metiniai GPS	bendri GPS
0	-9,17	-9,17	-9,17	-9,17
1	0,78	-8,39	0,73	-8,44
2	3,11	-5,28	2,70	-5,74
3	2,87	-2,41	2,32	-3,41
4	3,53	1,12	2,66	-0,75
5	8,52	9,63	6,00	5,25



12 pav. Projekto atsipirkimo laikas

Pagal aukščiau pateiktą grafiką (12 pav.) matoma, kad projekto atsipirkimo laikas yra 4,13 metai.

39 lentelė. Projekto vertinimo rodikliai

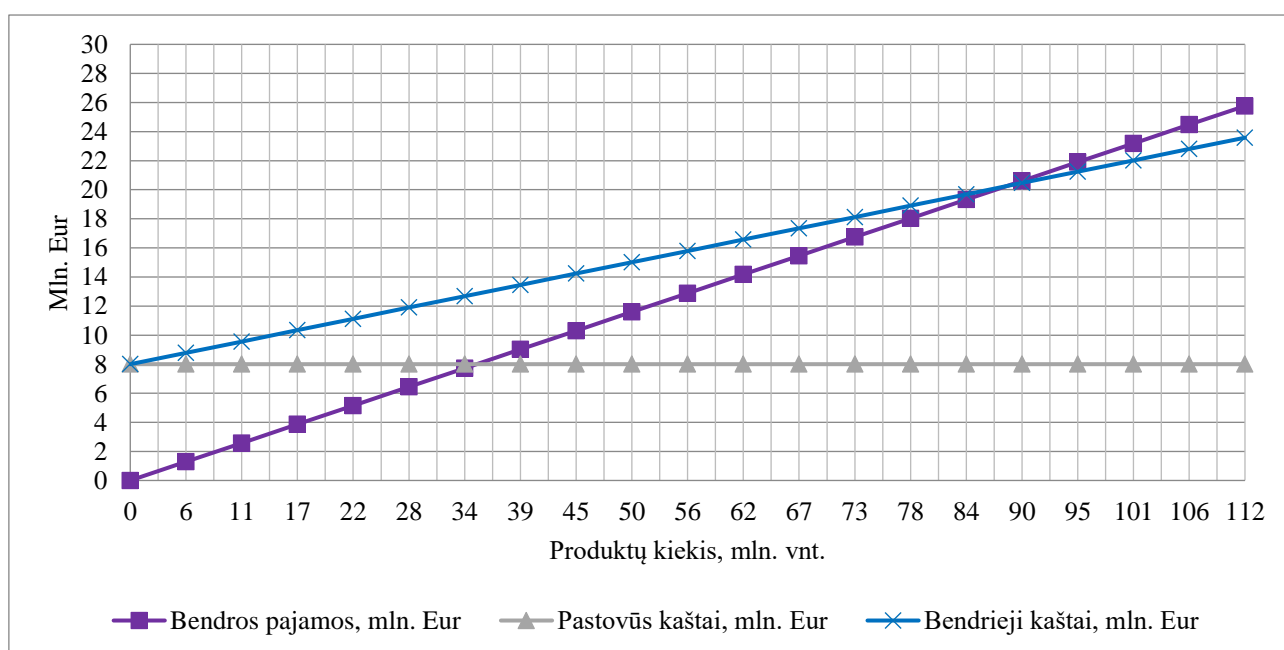
Diskontuotas atsipirkimo laikas, metais	4,13
Vidinė pelno norma IRR, %	21,6
Grynoji esamoji vertė, mln. Eur	5,25
Pakeista vidinė gražos norma, %	17,4
Pelningumo indeksas	1,57

3.3.8. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taško analizė įvertina įmonės veiklos tendencijas ir nurodo produkcijos gamybos ar pardavimo mastą, kai gaunamos bendrosios pajamos bus lygios bendrosioms išlaidoms, susidedančioms iš kintamųjų ir pastoviųjų išlaidų. Kintamosios išlaidos tiesiogiai priklauso nuo įmonės gamybos apimčių, o pastoviosios beveik visada išlieka tokios pačios. Ši analizė leidžia sužinoti, kiek produkcijos reikia parduoti, kad būtų padengtos visos veiklos sąnaudos. Pagal planuojamos gamybos skaičiavimus, lūžio taškas turėtų įvykti pardavus 88 milijonų vienetų butelių (13 pav.). Tada įmonės veikla taps pelninga. [30]

40 lentelė. Lūžio taško rodikliai

Pastoviųjų kaštų suma, Eur	8 000 000
Gaminio kaina, Eur	0,23
Gaminio kintamieji kaštai, Eur	0,14
Lūžio taškas, vnt.	88 008 801
Pardavimų planas, vnt.	112 000 000



13 pav. Projekto lūžio taškas

3.3.9. Pagrindiniai ekonominiai projekto rodikliai

41 lentelė. Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai

Rodikliai	Projekte
1. Produkcijos pardavimo apimtis buteliais brandos stadijoje:	112 000 000
2. Pardavimų pajamos, mln. Eur	25,76
3. Įmonės personalas, žmonėmis	
tame skaičiuje darbininkai	44
4. Darbo našumas, mln. Eur	
Darbininko	0,59
5. Vidutinis metinis darbo užmokestis, mln. Eur	
Darbininko	1,19
6. Gamybos kaštai, mln. Eur	15,58
7. Gaminio gamybinė savikaina, Eur	0,14
8. Grynasis pelnas, mln. Eur	4,41
9. Investicijų apimtis, mln. Eur	9,56
10. Bendrasis pelningumas, %	39,5
11. Veiklos pelningumas, %	21,6
12. Grynasis pelningumas, %	17,1
13. Investicijų grąža (ROI) %	46,48
14. Veiklos rentabilumas, %	20,35
15. Apyvartų skaičius per metus	3
16. Apyvartos trukmė, dienomis	120
17. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, mln. Eur	0,15
18. Projekto kapitalo kaštai, %	7,26
19. Projekto investicijų diskontuotas atsipirkimo laikas, metais	4,13
20. Projekto grynoji esamoji vertė, mln. Eur	5,25
21. Vidinė pelno norma, %	21,6
22. Modifikuota vidinė pelno norma, %	17,4
23. Pelningumo indeksas	1,57

3.4. Aplinkosauginis vertinimas

3.4.1. Naudojamų žaliavų ir energijos išteklių aplinkosauginis poveikis

Aplinkosauginio vertinimo metu sudaromas žaliavų, išteklių bei produktų balansas (42 lentelė). Vertiname tik technologinio proceso, vykstančio stiklo gamybos ceche, aplinkosauginis poveikis. Pagrindinės stiklo gamyboje naudojamos medžiagos nėra toksiškos ir neturi pavojingų sudedamųjų dalių. Kvarcinis smėlis ir dolomitas yra natūralios medžiagos, o likusios medžiagos – pramonės produktai.

42 lentelė. Duomenys apie naudojamas žaliavas [31]

Žaliavos pavadinimas	Kiekis naudojant objektą, t/metus	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
		kategorijos pavadinimas	pavojaus nuoroda	rizikos frazės, saugumo frazės
Kvarcinis smėlis	32850	cheminė medžiaga	T, Xn	R: 48/20-36/37/38-48/20-50/53, S: 22-24/25-36/37/39-46-61
Kalciuotoji soda	9307,5	preparatas	Xi	R: 36-41-36/37/38-52/53 S: 22-26-36/37/39-45-61
Natrio sulfatas	438	cheminė medžiaga	Xi	R: 36-38-41-36/38-52/53 S: 22-26-36-37/39-45-61
KKA	1916,25	cheminė medžiaga	Xi	R: 36-38-41-43-67, S: 2-22-24/25-26-36/37/39-51-60
Dolomitas	9855	cheminė medžiaga	Xi	R:36/37/38-48/20-67-51/53 S: 22-24/25-26-36/37/39-61-62
Portachromas	273,75	cheminė medžiaga	Xi	R: 36-38-41-43-52/53 S: 22-24/25-26-36/37/39-45-61
Koksas	109,5	cheminė medžiaga	Xn	R: 10-22-36/38-65-66-67 S: 2-16-23-26-36/37-62

Planuojama per metus pagaminti 112 milijonų butelių. Lentelėje žemiau pateikti energetiniai ištekliai, reikalingi šiam produkcijos kiekiui pagaminti (43 lentelė).

43 lentelė. Duomenys apie energetinėms reikmėms naudojamus išteklius

Produkcija		Energetinėms reikmėms naudojami ištekliai		
pavadinimas	kiekis per metus	pavadinimas	kiekis per metus	šaltiniai
Rudos ir samaninės spalvos buteliai	112 mln.	Elektros energija	10482917 kWh	AB „ESO“
Rudos ir samaninės spalvos buteliai	112 mln.	Gamtinės dujos	9261205 Nm ³	AB „ESO“

3.4.2. Fizikinė tarša

Kaip jau minėta anksčiau, naudojamos medžiagos nėra pavojingos. Todėl stiklo gamybos ceche nevyksta biologinės taršos procesai. Tačiau turime įvertinti vieną fizikinės taršos šaltinį – stiklo butelių formavimo mašinos, kurių skleidžiamas triukšmas viršija normines vertes, nustatytas „Įsakyme dėl darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo“. Aštuonių valandų darbo dienos ribinė ekspozicijos vertė $L_{EX, 8h}$ yra lygi 87 dB. Technologinėje linijoje visą parą dirba dvi formavimo mašinos, todėl šios normos yra viršijamos (44 lentelė). [32]

44 lentelė. Fizikinės taršos duomenys

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis	Priemonės taršos mažinimui
Triukšmas	Stiklo gaminių formavimo mašinos	2	85–100 dB	Apsauginių priemonių išdavimas darbuotojams

3.4.3. Atliekos ir jų tvarkymas

Technologinių procesų metu susidaro daug įvairių rūšių atliekų. Svarbu įvertinti kokios atliekos susidaro kiekviename procese, visų atliekų metinius susidarymo kiekius, kur ir kokį kiekį jų bus galima laikyti. Taip pat numatomi būdai, kaip atliekos bus tvarkomos (45, 46 lentelės).

Formuojant stiklo gaminius, dalyje jų susidaro įvairūs pažeidimai. Nekokybiški gaminiai yra išimami ir keliauja į stiklo dūžį. Dalis stiklo atliekų taip pat susidaro stabdant krosnies darbą remonto darbams ar sugedus gaminių formavimo mašinoms. Produkcijos pakavimo metu sunaudojamas didelis kiekis plastmasinių, kartoninių ir popierinių atliekų, taip pat daug medinių palečių, ant kurių kraunami pagaminti buteliai. Stiklo lydymo metu susidaro išmetamosios dujos, turinčios įvairių oksidų. Prieš išleidžiant jas į atmosferą, dujos yra išvalomos šlapio valymo įrenginiais. Susidaro dumblo ir valymui naudojamų filtrų atliekos.

45 lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas [8]

Eil. Nr.	Technologinis procesas	Atliekos pavadinimas	Atliekų kiekis, t/metus	Atliekų agregatinė būseną	Atliekų kodas pagal atliekų sąrašą
1.	Stiklo lydymas	Stiklas	41874	kieta	10 11 02
2.	Produkcijos pakavimas	Medinės paletės, popierius ir kartonas, polietileno plėvelė	10,61 112,88 273,95	kieta kieta kieta	15 07 51 15 01 01 15 01 02
3.	Išmetamųjų dujų valymas	Dumbblas ir filtrų papločiai	320	skysta	10 11 18
4.	Įrengimų priežiūra	Tepalų filtrai	0,4	kieta	16 01 07

46 lentelė. (45 lentelės tęsinys). Atliekos, atliekų tvarkymas

Eil. Nr.	Atliekų pavojingumas	Atliekų saugojimo objekte laikymo sąlygos	Atliekų saugojimo objekte didžiausias kiekis	Numatomi atliekų tvarkymo būdai
1.	Nepavojinga	Išmetamos į atliekų rūšiavimo konteinerius	7 t	Perdirbimas
2.	Nepavojinga	Stiklo dūžis laikomas atviraime lauke	600 t	Antrinis panaudojimas perdirbant
3.	Nepavojinga	Laikomas dumblo baseine	50 t	Pašalinamos į nuotekų tinklus
4.	Nepavojinga	Išmetamos į atliekų rūšiavimo konteinerius	7 t	Perdirbimas

3.4.4. Gamyboje naudojamas vanduo ir susidaranti nuotekos

Taip pat svarbu įvertinti ir sudaryti vandens ir nuotekų balansus. Vandens balanse nurodoma kuriems procesams yra naudojamas vanduo, jo sunaudojamas kiekis, apsvarstomi taupymo būdai. Stiklo taros gamyboje vanduo yra reikalingas gaminių formavimo mašinose esančių formų aušinimui, kad gaminys greitai įgytų reikiamą formą. Į formas pilamas įkaitęs stiklo lydalas yra nukerpamas, su juo tiesiogiai kontaktuojančios metalinės kirpimo žirklių kaista, todėl taip pat turi būti nuolatos aušinamos vandeniui. Taip pat vanduo naudojamas įrengimų ir patalpų plovimui siekiant išlaikyti švarią gamybinę aplinką.

Reikalingas vanduo imamas iš įmonės teritorijoje esančio 700 m³ talpos vandens baseino. Iš centralizuotos vandens sistemos jis imamas tik tada, kai reikia papildyti šį baseiną. Susidaranti buitinių poreikių nuotekos yra tiesiogiai pašalinamos į nuotekų tinklus (47, 48 lentelės).

47 lentelė. Naudojamo vandens balansas

Vandens tiekimo (gavybos) šaltinis	Vandens naudojimo sritys	Didžiausias paros debitas, m ³ /d	Vidutinis metinis kiekis, m ³	Taupymo ir apsaugos priemonės
Centralizuota „Kauno vandenų“ vandens sistema, apytakinis vanduo	Stiklo formų aušinimas Įrenginių plovimas Atkirpimo žirklių aušinimas	94	34310	Naudojamas apytakinis vanduo, panaudotas vanduo neišleidžiamas į paviršinį vandens telkinį

48 lentelė. Nuotekų ir teršalų balansas

Nuotekų susidarymo šaltiniai	Didžiausias paros nuotekų kiekis, m ³ /d	Vidutinis metinis nuotekų kiekis, m ³ /m	Teršalo pavadinimas	Teršalo kiekis, t/m
Išmetamųjų dujų valymas	0,9	210	Dumblas	320

3.4.5. Stiklo gamybos cecho poveikis aplinkos orui

Paskutinis svarbus žingsnis aplinkosauginiame vertinime yra objekto poveikio aplinkos orui nustatymas (49 lentelė). Stiklo lydymo metu deginamos gamtinės dujos, kurių didžiąją dalį sudaro metano dujos. Degant joms, išsiskiria anglies dioksidas. Taip pat jis susidaro, kai lydymo krosnies viduje skyla karbonatiniai junginiai. Anglies dvideginio išmetimas į atmosferą yra pagrindinė taršos rūšis stiklo gamybos pramonėje.

49 lentelė. Tarša į aplinkos orą

Proceso (taršos šaltinio) pavadinimas	Teršalo pavadinimas	Išmetamųjų dujų temperatūra, °C	Išmetamųjų dujų tūrio debitas, Nm ³ /s	Teršalų išmetimo trukmė, val./m
Gamtinių dujų degimas Natrio karbonato skilimas Kalcio magnio karbonato skilimas Kokso anglies oksidacija	Anglies dioksidas	400	0,00356	8760

Didinant gamybos apimtį, bus sunaudojama daugiau karbonatinių žaliavų bei padidės gamtinių dujų poreikis. Lydymo procesu metu susidarančio anglies dioksido kiekio sumažinti beveik neįmanoma. Todėl modernizuojant gamybos technologiją svarbu įvertinti reikalingą gamtinių dujų kiekį ir siekti kuo labiau sumažinti CO₂ pėdsaką.

Stiklo lydymo procesui krosnis yra įkaitinama iki 1550 °C temperatūros. Tam reikalingi dideli energetiniai išteklių. Todėl projektuojama nauja regeneracinė krosnis su daliniu elektriniu lydymu. Elektriniu kaitinimu bus gaunama 35 % reikiamos šiluminės energijos. Taip pat gamtinių dujų poreikį sumažins nauji, efektyvesni regeneratoriai ir krosnies termoizoliacija.

Lydymo metu taip pat susidaro nedideli kiekiai azoto oksidų, sieros dioksido, fluoro junginių, kietųjų dalelių. Išmetami kiekiai yra nedideli, todėl jie nėra įtraukti į oro taršos lentelę. Prieš išleidžiant jas į atmosferą, išmetamosios dujos yra valomos šlapio valymo įrenginiuose. Dalis dujose esančių kenksmingų dalelių nusėda valymo dumble ir nepatenka į atmosferą.

4. Darbuotojų sauga ir sveikata

4.1. Projektuojamojo objekto charakteristika

UAB „Kauno stiklas“ yra įsikūrusi Kauno mieste. Įmonė gamina spalvotojo stiklo tarą, kurios gamybai daugiausiai naudojamos natūralios medžiagos – kvarcinis smėlis, dolomitas, koksas. Taip pat į sudėtį įeina ir šios sintetinės medžiagos – natrio sulfatas, kalcinuotoji soda, KKA, portaferas ir portachromas. Atnaujinimų metu projektuojama nauja krosnis, leisianti padidinti gamybos našumą didėjant rinkos paklausai. Gamyboje naudojama elektros energija ir deginamos gamtinės dujos. Įmonė į aplinką išmeta cheminės ir fizikinės rūšies taršą. Pagal gamybos pobūdį nustatytas sanitarinės apsauginės zonos dydis – 100 m. [33]

4.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimas padeda nustatyti ir įvertinti esamas ar galimas rizikas darbe, jas pašalinti, o jei jų pašalinti negalima, įdiegti prevencijos priemonės, kurios padėtų darbuotojus apsaugoti nuo rizikos. Todėl svarbu laiku nustatyti rizikos veiksnius, įvertinti susirgimų ir nelaimingų atsitikimų rizikos laipsnį bei imtis būtinų organizacinių, techninių, higieninių ir medicininių apsaugos priemonių. [34]

Projektuojamoje stiklo taros gamykloje gali pasireikšti ergonominiai, cheminiai, fizikiniai, fiziniai veiksniai. Svarbu juos visus nustatyti, išskirti ir įvertinti ribines vertes pagal normatyviniuose dokumentuose nurodytus jų dydžius (50, 51 lentelės).

50 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinumas
Gamtinės dujos	Lydymo krosnis	Didžiausia leidžiama darbinio slėgio vertė, bar	1,05 maksimalaus darbinio slėgio, bar	12 val.	Dujų sistemų techninės priežiūros periodiškumas – vieną kartą per metus arba po bet kokių darbų atlikimo; apsauginiai vožtuvai
Stiklo lydalas	Lydymo krosnis	-	40 °C	12 val.	Apsauginė ugniai atspari apranga, pirštinės, apsauginiai akiniai

51 lentelė. (50 lentelės tęsinys)

Dulkės	Įkrovos tiekuvai	Koncentracija, mg/m ³	Ilgalaikio poveikio ribiniai dydžiai: Kvarcinis smėlis – 0,1 mg/m ³ ; Kalcinuotoji soda – 2 mg/m ³ ; Natrio sulfatas – 10 mg/m ³ ; KKA – 5 mg/m ³ ; Dolomitas – 6 mg/m ³ .	12 val.	Apsauginės kvėpavimo priemonės – respiratoriai, skydeliai; patalpų ventiliacija, apsauginiai akiniai
Elektra	Elektros įrengimai	Maksimali įtampa, V	2V, 0,3 mA	12 val.	Įrengimų įžeminimas ir įnulinimas, apsauginiai atitvarai
Triukšmas	Gaminių formavimo mašinos	Maksimalus leistinas ilgalaikio poveikio ribinis garso lygis, dBA	85 dBA	12 val.	Apsauginės ausinės, ausų kištukai
Sunkūs objektai	Žaliavų perkėlimas, įrenginių taisymas	Leidžiama keliamo krovinio masė, kg Laikomos rankomis krovinio masės atstumas nuo darbuotojos kūno, cm	Masė ne daugiau kaip: Vyrams – 25 kg; Moterims – 10 kg; Maksimalus atstumas – 70 cm.	12 val.	Darbinės pirštinės, speciali avalynė, 15 minučių pertraukos kas 2 darbo valandas
Šiluminis spinduliavimas	Įkaitę įrengimų paviršiai	Atspinduliuojamas žmogaus kūno paviršiaus plotas, % Šiluminio spinduliavimo intensyvumas, W/m ²	25–50 %; Ne daugiau kaip 70 W/m ²	12 val.	Oro kondicionieriai, gera ventiliacija, šiluminė įrenginių izoliacija, vėdinimo sistemos
Įrengimų judančios dalys	Technologiniai įrengimai	-	-	12 val.	Apsauginiai aptvarai, gaubtai, blokavimo įrenginiai
Apšvietimas	Gamybinės patalpos	Apšvietos ribinės vertės, lx	Gamybinėse patalpose - 200 lx	12 val.	Tinkamai išdėstyti šviestuvai, pritaikytas šviesos stipris
Šiluminė aplinka	Gamybinės patalpos	Mažiausia oro temperatūra, °C	Šiltuoju sezonu – 17 °C, šaltuoju – 18 °C	12 val.	Patalpų šildymo sistema, šiluminė pastato izoliacija

Gamyboje kaip kuras naudojamos gamtinės dujos, daugiausiai sudarytos iš metano. Šios dujos yra sprogios ir kelia gaisro bei sprogo riziką įmonėje. Todėl svarbu žinoti jo gaisrinio pavojingumo rodiklius ir kiekius. Naudojantis metano saugos duomenų lapu užpildoma šių rodiklių lentelė. [35]

52 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai

Medžiagos pavadinimas	Sunaudojama (pagaminama) per pamainą, t	Pliūpsnio temperatūra, °C	Sprogumo ribos		Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C	Užsidegimo temperatūra, °C
			apatinė	viršutinė		
Metanas	450	-183	5 %	15 %	537	>450

Atsižvelgus į technologiniame procese naudojamų gamtinių dujų keliamą pavojų nustatome įmonės objektų (pastatų, patalpų, išorinių įrenginių) kategorijas pagal gaisro ir sprogo pavojų (53 lentelė). [36, 37]

53 lentelė. Objektų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategorija, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Stiklo taros gamybos cechas	Technologiniame procese yra karštos, išlydytos ir įkaitusios nedegios medžiagos, kurias apdorojant išspinduliuojama šiluma, išsiskiria liepsna ar kibirkštys; kaip kuras naudojamos gamtinės dujos	Dg, 2 zona
Lydymo krosnis	Įrangoje laikomos ir transportuojamos išlydytos ir įkaitusios medžiagos, jas apdorojant išsiskiria liepsna ar kibirkštys, išspinduliuojama šiluma; taip pat, kaip kuras naudojamos gamtinės dujos.	Dg, 2 zona

4.3. Saugi gamyba

Stiklo gamyba yra sudėtingas procesas, kurio metu darbuotojai susiduria su įvairiais pavojų keliančiais veiksniais – šilumine spinduliuote; sudėtingų procesų valdymu; sunkiomis, degiomis, sprogiomis medžiagomis, triukšmu ir dulkėmis. Svarbu įvertinti profesinę riziką ir kiekvienam darbuotojui sudaryti saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas. Darbuotojų sauga ir sveikata – visos prevencinės priemonės, skirtos darbuotojų darbingumui, sveikatai ir gyvybei darbe išsaugoti, kurios naudojamos ar planuojamos visuose įmonės veiklos etapuose, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo profesinės rizikos arba kad ji būtų kiek įmanoma sumažinta. [38]

Vienas geriausių būdų išvengti nelaimingų atsitikimų darbo vietoje yra reguliarūs darbuotojų saugos mokymai. Stiklo gamybos aplinkoje dirbantis asmuo turi būti apmokytas daugybėje dalykų, bet svarbu daug dėmesio skirti tiesiogiai su stiklo gamyba susijusiems pavojams – nudegimams ir sužalojimams dirbant su didelio svorio daiktais bei saugiam įrenginių eksploatavimui. Privalomi darbo saugos instruktažai įmonėje turi būti vykdomi tokia tvarka: įvadiniai mokymai – naujiems darbuotojams, prieš pradėdami dirbti; periodiniai mokymai – kartą per metus visiems įmonės darbuotojams; papildomi mokymai – iš anksto neplanuojami instruktažai darbuotojams, keičiantiems

darbo vietą įmonės viduje, taip pat kai saugumo instrukcijos yra papildomas arba keičiamos arba kai yra keičiamas technologinis procesas.

Taip pat svarbu užtikrinti saugias darbo sąlygas įvykus nelaimingiems atsitikimams, įrengimų avarijoms ar pakeitimams technologiniame procese. Šiais atvejais reikia atlikti papildomus šiluminių aplinkos parametrų, kietųjų medžiagų koncentracijų (dulkėtumo), pastatų apšvietimo parametrų tikrinimai.

Stiklo lydymo proceso metu krosnis yra įkaitinama iki itin aukštos temperatūros. Prie šio įrenginio dirbantiems darbuotojams gali grėsti perkaitimas, todėl labai svarbu įrengti gerą oro ventiliaciją. Pramoninė ŠVOK (šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas) sistema užtikrina didelių komercinių pastatų ar konstrukcijų šildymą, vėsinimą ir vėdinimą. Paprastai ši sistema būna sudaryta iš:

- aušintuvų: jie padeda atvėsinti vandenį, kuris teka per šio įrenginio aušinimo gyvatukus;
- šilumos siurblių: šilumos kaitos procesu iš vandens ar oro pasisavina šiluma, kuri panaudojama pastatų šildymui;
- stogo įrenginių: paprastai jie montuojami ant pastato stogo, kad būtų išvengta triukšmo taršos. Tačiau taip pat galite rasti kai kurių pramoninių ŠVOK įrenginių, sumontuotų ant žemės, kurie siunčia kondicionuotą orą į pastatą per ortakius.

Kita rizika, su kuria susiduriama daugumoje gamybos įmonių – dulkėtumas. Daugiausiai dulkių stiklo lydymo proceso metu susidaro iš bunkerių į krosnį tiekiant stiklo įkrovą. Jos sudėtyje gali būti smulkių dalelių, kurios, jas įkvėpus, gali sudirginti kvėpavimo sistemą ir sukelti plaučių ligas. Pavyzdžiui, kvarciniame smėlyje esančios silicio dioksido dulkės gali sukelti silikozę – rimtą ir potencialiai mirtina plaučių ligą. Norint išvengti šių komplikacijų, prie technologinės linijos dirbantys žmonės privalo dėvėti apsaugines priemones – respiratorius, kurie apsaugo nuo kietųjų dalelių įkvėpimo. Apsauginiai akiniai ar skydeliai taip pat gali padėti išvengti akių dirginimo. Ilgalaikis dulkių poveikis gali sukelti dermatitą arba akių dirginimą.

Krosnyje išlydytas ir įkaitęs stiklas toliau teka per kitus įrenginius, ko pasekoje jų paviršiai įkaista. Norint išvengti nudegimų ir šiluminių smūgių, svarbu: užtikrinti gerą patalpų ventiliaciją, įrengti apsauginius atitvarus, darbuotojus aprūpinti specialia darbo apranga. Visi darbuotojai turėtų dėvėti karščiui atsparias pirštines, ugniai atsparius arba šilumą atspindinčius drabužius, kurie dengia rankas, kojas ir liemenį. Veido skydelis gali suteikti papildomos apsaugos nuo karščio ar kibirkščių, o speciali sutvirtinta avalynė – apsaugoti nuo kontakto su išsiliejusiomis medžiagomis.

Draudžiama dirbti esant netvarkingai automatinei įrangai, įrenginiams, išjungtiems kontroliniams matavimo ir apsaugos prietaisams. Draudžiama naudotis atvira ugnimi dujų nuotėkiui nustatyti vamzdynuose ir prietaisuose. Vamzdynai, technologiniai įrenginiai, tara, kuriuose yra sprogių ir degių garų, dujų ar dulkių išskiriančių medžiagų, turi būti sandarūs. Technologinius įrenginius aptarnaujantis personalas turi būti susipažinęs su vamzdynų technologine schema, sklendžių išdėstymu ir jų paskirtimi, ištikus avarijai mokėti atlikti vamzdynų sklendžių perjungimo, uždarymo ir atidarymo operacijas. Įvadinės sklendės turi būti su užrašais, o jų vietą privalo žinoti ir budintis personalas. Vamzdynų technologinės schemas turi būti pakabintos matomoje vietoje. [39]

Norint išvengti elektros smūgių, nudegimų ir elektros blyksnių, asmenys, dirbantys su elektros prietaisais, turi dėvėti dielektrines pirštines ir avalynę, būti aprūpinti įrankiais su izoliuotomis

rankenomis. Visų technologinių įrenginių korpusai turi būti įžeminti, neatsižvelgiant į tai, ar naudojamos kitos apsaugos nuo statinio elektros krūvio priemonės. [40]

4.4. Darbo higiena

Aukštų higienos standartų laikymasis prisideda prie bendros darbuotojų sveikatos, produktyvumo ir saugios gamybos. Šie veiksniai daro tiesioginę įtaką gaminių kokybei ir įmonės sėkmei. Todėl svarbu sukurti saugia, švarią ir visus reikalavimus atitinkančią darbo aplinką. Svarbu skirti dėmesio tokiems rizikoms veiksniams kaip prastas apšvietimas, nešvari ar netvarkinga darbo vieta ir priemonės, triukšmas, šiluminis komfortas, gamybinės dulkės.

Pasirenkant patalpų apšvietimą reikia užtikrinti, kad apšviestumas nebūtų mažesnis už normuotąjį. Netolygiai pasiskirstęs ar labai koncentruotas šviesos srautas vargina akis, žvilgsnio kryptį keičiant tarp apšviestų ir užtemdytų vietų. Įmonėje derinamas vietinis ir bendras apšvietimas. Pagal tarptautinius standartus stiklo gamyboje krosnių patalpose apšvietos mažiausia ribinė vertė yra 200 lx; maišymo, formavimo, liejimo ir išdeginimo patalpose 300 lx. Gaminių kokybės tikrinimas yra didelio regos tikslumo reikalaujantis darbas, todėl šiam atvejui apšvietos mažiausia ribinė vertė yra 500 lx. Bendro naudojimo patalpose normuotoji vertė yra mažiausia – 100 lx. [41]

Visi įmonės darbuotojai yra atsakingi už tvarkos palaikymą savo darbo vietose. Visos priemonės, kai jos nėra naudojamos, turi būti savo paskirtose vietose, neblokuoti praėjimų, būti nesugadintos ir tinkamos naudoti. Darbo vietose draudžiama laikyti pašalinius daiktus. Kiekvienas darbuotojas turi turėti savo apsaugos priemones darbo vietoje, kurias darbdavys išduoda nemokamai. Darbuotojai yra atsakingi, kad nustatytam laikotarpiui išduotos priemonės išliktų tinkamos naudojimui. Apie naudojimui nebetinkančias priemones darbuotojas privalo informuoti savo darbdavį, kuris atitinkamai privalo išduoti naujas priemones.

Kiekvienoje didelėje gamybos įmonėje dėl didelio kiekio nuolatos veikiančių įrenginių nuolatos tvyro tam tikro lygio triukšmas. Ilgalakis didelio triukšmo lygis gamybos darbuotojams, dirbantiems 12 valandų pamainas, gali sukelti klausos pažeidimus, tinitą ar net klausos praradimą. Paprastai, jis vystosi palaipsniui ir gali ilgai išlikti nepastebėtas. Be klausos pažeidimų, triukšmas taip pat didina darbe patiriamą stresą ir didina nuovargį. Norint išvengti šių rizikų, reikia vadovautis darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatais ir Lietuvos higienos norma HN 33:2011. Didžioji dalis įmonės įrenginių yra kasdienio triukšmo lygio normose. Tačiau jas viršija nuolatinio veikimo gaminių formavimo mašinos. Dėl šios priežasties, prie šių įrenginių dirbantys darbuotojai privalo naudoti apsaugines ausines arba ausų kištukus. [32]

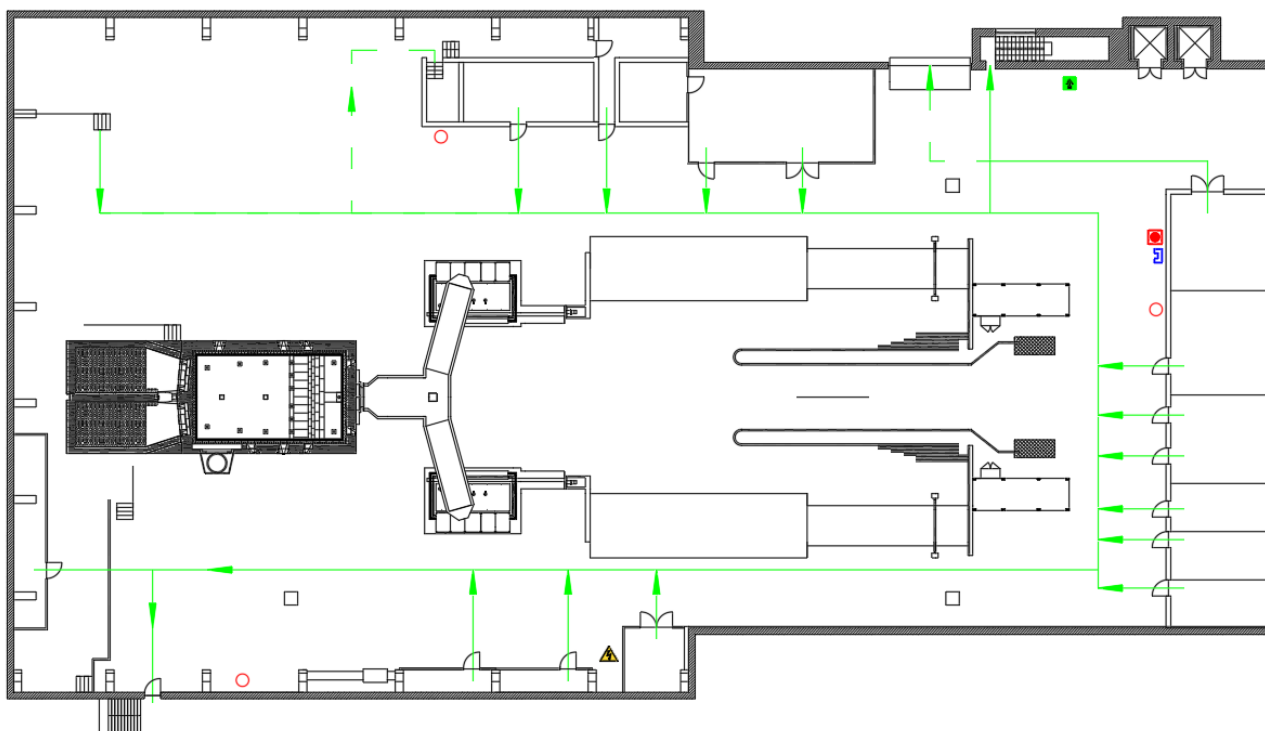
Patogios ir saugios šiluminės aplinkos palaikymas yra būtinas siekiant užtikrinti darbuotojų gerą savijautą, saugumą ir produktyvumą. Šiluminis komfortas apima oro temperatūros ir santykinės drėgmės sąlygas, oro judėjimo greitį ir šiluminio spinduliavimo intensyvumą darbo aplinkoje. Reikalingos sąlygos yra nustatomos pagal šiluminio komforto ir pakankamos šiluminės aplinkos darbo patalpose higienos normas HN 69:2003. Gamybos ceche atliekami darbai yra priskiriami vidutinio sunkumo fiziniams IIa kategorijos darbams. Norminės vertės taip pat yra skirtingos priklausomai nuo metų laikotarpio (šiltasis ir šaltasis). Reikalingos norminės vertės yra pateiktos lentelėje žemiau (54 lentelė). [42]

54 lentelė. Darbo patalpų aplinkos parametrų norminės vertės

Metų laikotarpis	Darbų kategorija	Oro temperatūra, °C		Oro santykinis drėgnumas, %, ne daugiau kaip	Oro judėjimo greitis, m/s
		Nuolatinėse darbo vietose	Nenuolatinėse darbo vietose		
Šiltasis	Vidutinio sunkumo – IIa	17–23	15–24	75	Ne daugiau kaip 0,3
Šaltasis	Vidutinio sunkumo – IIa	18–27	17–29	65 (prie 26°C)	0,2–0,4

4.5. Gaisrinė sauga

Dėl aukštų lydalo temperatūrų, sprogių dujų ir šiluminės spinduliuotės stiklo taros gamybos cechas yra priskiriamas D_g gaisro ir sprogimų pavojaus kategorija. Cecho patalpose turi būti parengtas evakuacijos planas (14 pav.), pirminės gaisro gesinimo priemonės, gaisrinės saugos ženklai (55 lentelė). Gaisrinės saugos instrukcijos sudaromos pagal „Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos“ parengtas bendrąsias gaisrinės saugos taisykles. [43]










14 pav. Gamybos cecho evakuacijos planas

Pastatas yra gelžbetoninės konstrukcijos. Jame yra įrengti du evakuaciniai išėjimai. Evakuacijos krypties, gaisrinių čiaupų ir gesintuvų laikymo vietas yra sužymėtos informaciniais ženklais. Evakuacijos kelių kryptį nurodantys ženklai yra išdėstyti ant evakuacijos durų, koridorių ir laiptinių. Draudžiama užtvirti evakuacijos kelius ar duris, jie visada turi būti laisvi. Liftai nėra pritaikyti žmonių evakuacijai, todėl draudžiama jais naudotis.

Pastate esantys gaisrinės automatikos įrenginiai ir saugos sistemos turi būti techniškai tvarkingi. Aktyvios gaisrinės saugos priemonės turi būti tikrinamos ne rečiau nei kartą per metus. Gesintuvų laikymo vietas nurodantys ženklai yra įrengti 2–2,5 metrų aukštyje nuo žemės paviršiaus, gesintuvai ne aukščiau nei 1,5 m nuo žemės paviršiaus iki gesintuvo apačios. Gaisro atveju gesinimui yra

įrengtas vidinis ir išorinis priešgaisrinis vandentiekis. Taip pat galima naudoti lydalo aušinimui naudojama vandenį iš aušyklos. Kilusį gaisrą galima gesinti vandeniu, smėliu ir nedegiu audiniu. Tiek dujų, tiek elektros įrenginius, turinčius iki 1000 V įtampos, veiksmingiausia gesinti ABC klasės milteliniais gesintuvais. Cecho patalpose atstumas nuo bet kurios jo vietos iki gesintuvo nėra mažesnis nei 40 m. Gesintuvų sekaičius parenkamas pagal galimo gaisro klasę, maksimalų gesinimo plotą, sprogo ir gaisro pavojų kategoriją bei naudojamų medžiagų savybes. Galimo gaisro klasė – C. Tiek dujų, tiek elektros įrenginius, turinčius iki 1000 V įtampos, veiksmingiausia gesinti ABC tipo milteliniais gesintuvais. Dujų gaisrus taip pat galima gesinti BC tipo miltelinio ir dujiniu gesintuvais. Pagal sprogo ir gaisro pavojų pastatas yra D_g kategorijos, todėl patalpose privalo būti bent vienas 6 kg arba du 4 kg milteliniai gesintuvai. Iš viso įrengiami 3 gesintuvai. Gesinimui naudojamo smėlio arba sorbento dėžės talpa lygi 0,4 m². Prie jos taip pat yra kastuvai. [44, 45]

55 lentelė. Gaisrinės saugos nurodomieji ženklai ir jų reikšmės

Ženklas	Reikšmė
	Evakuacijos kryptis
	Gesintuvai
	Draudžiama rūkyti
	D _g sprogo ir gaisringumo klasė
	Draudžiama atvira liepsna
	Gaisrinis čiaupas
	Gaisrui gesinti skirtų vandens rezervuarų talpa ir jų vietą nurodančios rodyklės

Išvados

1. Naftos krekingo katalizatoriaus atliekoje Al_2O_3 oksido yra 45,3 %, t. y. Al_2O_3 kiekis beveik dvigubai didesnis, nei šiuo metu stiklo taros gamyboje naudojamame sienito koncentrate (24 %). Stiklo gaminių žaliavų įkrovoje sienito koncentrato pakeitimas naftos krekingo katalizatoriaus atlieka neturi įtakos pagrindinėms terminėms, optinėms ir fizinėms stiklo bandinių savybėms. Pridėjus didesnę atliekos kiekį (150 % reikalingo Al_2O_3 kiekio), bandiniai pasižymėjo aukštesnėmis atkaitinimo, stiklėjimo bei deformacijos pradžios temperatūromis bei mažesne šiluminio plėtimosi koeficiento verte.
2. Atlikti technologiniai skaičiavimai, suprojektuota technologinė linija, parinkta regeneratyvinė nuolatinio veikimo pasaginės liepsnos stiklo lydymo krosnis, kurios našumas 150 t/parą.
3. Suprojektuotas stiklo gamybos cechasis, pateikti pagrindiniai techniniai rodikliai, parinkta statinio konstrukcinė sandara, langai, stogo danga, pastato apšiltinimo medžiagos.
4. Atlikti finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai. Apžvelgtos inovacijos stiklo gamybos industrijoje, apskaičiuotos reikalingos projekto investicijos (9,56 mln. Eur) ir nustatyti finansavimo šaltiniai. Apskaičiuoti tiesioginiai (14,93 mln. Eur) ir netiesioginiai (0,65 mln. Eur) gamybos kaštai pirmiesiems projekto metams. Nustatyta gaminių kaina (0,23 Eur/vnt.), apskaičiuotas projekto pelnas (25,76 mln. Eur) ir grynųjų pinigų srautai. Įvertintas investicijų efektyvumas: projekto atsipirkimo laikas – 4,13 metai; vidinė pelno norma – 21,6 %; pelningumo indeksas – 1,57. Apskaičiuotas projekto lūžio taškas – 88 008 801 vnt. butelių.
5. Atliktas aplinkosauginis vertinimas, įvertintas stiklo įkrovoje naudojamų medžiagų pavojingumas, stiklo gamybai reikalingi elektros (10482917 kWh) ir gamtinių dujų (9261205 m^3), bei vandens (34310 m^3) kiekiai metams. Nustatyta, kad gamybos ceche stiklo butelių formavimo mašinų skleidžiamas triukšmas viršija normines fizinės taršos vertes, parinktos apsaugos priemonės. Sudarytas atliekų tvarkymo planas. Apskaičiuota į atmosfera patenkančių teršalų išmetimo trukmė (8760 h/metus).
6. Nustatyti ir įvertinti profesinės rizikos veiksniai stiklo gamybos ceche, parinktos prevencinės priemonės. Stiklo taros gamybos cechui nustatyta D_g sprogimo ir gaisro pavojų kategorija. Galimo gaisro klasė – C. Nubraižytas evakuacijos planas ir parinktos gaisrinės saugos priemonės

Literatūros sąrašas

1. Viselgienė, Gintarė. Visuotinė lietuvių enciklopedija (VLE, 2019). Krekingo apibrėžimas [žiūrėta 2024-04-25]. Prieiga per:
<https://www.vle.lt/straipsnis/krekingas/>.
2. Prušinskienė, Sabina. Visuotinė lietuvių enciklopedija (VLE, 2023). Sienito apibrėžimas [žiūrėta 2024-04-25]. Prieiga per:
<https://www.vle.lt/straipsnis/sienitas/>.
3. „Anykščių kvarco“ kvarcinis smėlis [žiūrėta 2024-01-13]. Prieiga per:
<https://www.akvarcas.lt/produktai>.
4. Kalcinuotos sodos cheminės savybės [žiūrėta 2024-01-13]. Prieiga per:
<https://lerochem.eu/pagrindinis/61-267-natrio-karbonatas-kalcinuota-soda-99-kg.html>.
5. Stiklo duženos [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per:
<https://www.terraglass.in/why-use-cullet>.
6. Ceolitų struktūrų duomenų bazė [žiūrėta 2023-10-18]. Prieiga per:
<https://www.iza-structure.org/databases/>.
7. Aleknavičius, Marius. (2010). Naftos krekinge naudoto katalizatoriaus poveikis ugniai atsparių betonų savybėms (p.8–9). Vilnius: Technika.
8. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo, 1999 m. liepos 14 d. Nr. 217 (1999) [žiūrėta 2024-03-16]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.84302>.
9. Ashish Pathak, Mohan S. Rana, Meena Marafi, Richa Kothari, Piyush Gupta, V.V. Tyagi. (2023). Waste petroleum fluid catalytic cracking catalysts as a raw material for synthesizing valuable zeolites: A critical overview on potential, applications, and challenges, Sustainable Materials and Technologies, Volume 38. Prieiga per internetą:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214993723001689#bb0525>
10. Vaickelionis, Giedrius. (2009). Skystosios ir stikliškosios būsenos silikatai. Kaunas: Technologija. ISBN: 9789955256830.
11. Mullinger, Peter, Jenkins Barrie. (2022). Industrial and Process Furnaces: Principles, Design and Operation, (pp. 5). ISBN: 9780323984911.
12. Shelby, James E. Introduction to Glass Science and Technology, 3rd Edition. (2020).
13. Schaeffer, H.A., Werkstoff, R. Langfeld. (2020) Glass: Old Material with a great future.
14. Zier, M., P. Stenzel, L. Kotzur, and D. Stolten. (2021). A review of decarbonization options for the glass industry, [žiūrėta 2024-03-23].
15. Verheijen, O, van Kersbergen, M, Lessmann, S. (2017). Improving energy efficiency of glass furnaces, 77th Conf. Glass Probl.
16. Beerkens, R. (2009) Fining of glass melts: what we know about fining processes today. NJ, USA (pp. 13-28).
17. Didžiausias pasiektas lydymo pajėgumas [žiūrėta 2024-05-02]. Prieiga per internetą:
<https://www.glassglobal.com/>.
18. Schmelzwannen & Ausrüstung, [žiūrėta 2024-04-13]. Prieiga per internetą:
<https://www.hornglass.com/de/produkte/schmelzwannen-und-ausruestung>.

19. Ausfelder F, G. for C. T. and B. Dechema, Flexibility options in the basic materials industry Methodology, potential, obstacles. (2018). Frankfurt am Main: DECHEMA Society for Chemical Engineering and Biotechnology.
20. R. Huang, M. D'Agostini, J. Wang, J. Zhao, L. Moon. (2017). Oxy-fuel glass melting trends in Asia Glass Worldwide, Nr. 70.
21. Glass International. A global review of glassmaking. July August issue. (2017), [žiūrėta 2024-05-02]. Prieiga per internetą:
https://issuu.com/quartzmetals/docs/glass_international_july_august_20.
22. R. Stormont. Electrical energy in glass melting and conditioning - current practice and future trends. (2017). Buenos Aires, Argentina.
23. Glass International. Sorg launches hybrid furnace for high tonnage glass manufacturing, [žiūrėta 2024-05-02]. Prieiga per internetą:
<https://www.glass-international.com/news/sorg-launcheshybrid-furnace-for-high-tonnage-glass-manufacturing>.
24. Valančius, Z., Nizevičienė, D., Viliūnienė, O., Solnyškinienė, J., Stasiulaitienė, I. (2013) Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. Cheminės technologijos fakulteto Chemijos inžinerijos studijų programos magistrantams. ISBN 978-609-02-1045-1.
25. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl statybos techninio reglamento STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“ patvirtinimo, 2003 m. gruodžio 24 d. Nr. 705, Vilnius. [žiūrėta 2024-04-27]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.226882>.
26. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos vyriausybė. Nutarimas dėl buities, sanitarinių ir higienos patalpų įrengimo reikalavimų, 2003 m. balandžio 24 d. Nr. 501, Vilnius [žiūrėta 2024-04-27]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.210018?jfwid=>
27. „Kauno stiklo“ klientai [žiūrėta 2024-04-27]. Prieiga per internetą:
<https://kaunostiklas.lt/apie-mus/>
28. Glass Packaging Market (By product: Bottles, Jars & containers, Ampoules vials, Others; By End-user: Food & Beverages, Pharmaceuticals, personal care & Cosmetics, Others) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023-2032 [žiūrėta 2024-04-28]. (2023). Prieiga per internetą:
<https://www.precedenceresearch.com/glass-packaging-market>
29. Investicijų efektyvumas [žiūrėta 2024-04-28]. Prieiga per internetą:
<https://investologija.lt/investavimas/i-akcijas/diskontuotas-pinigu-srautas/>.
30. Jonuškienė, Žydruolė. Visuotinė lietuvių enciklopedija (VLE, 2019). Lūžio taško apibrėžimas [žiūrėta 2024-04-28]. Prieiga per internetą:
<https://www.vle.lt/straipsnis/luzio-taskas/#:~:text=I%EE%80%A0%C5%BEio%20t%C3%A1%C5%A1kas%2C%20%C4%AFmon%C4%97s,bendrosios%20pajamos%20lygios%20bendrosioms%20i%C5%A1laidoms>.
31. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas dėl pavojingų cheminių medžiagų ir preparatų klasifikavimo ir ženklinimo tvarkos, 2000 m. gruodžio 19 d. Nr. 532/742, Vilnius [žiūrėta 2024-04-28]. Prieiga per internetą:

- <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.121371/mPwocXscEY>
32. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas dėl Lietuvos higienos normos HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomenės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ patvirtinimo, 2011 m. birželio 13 d. Nr. V-604, Vilnius [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.254877/asr>
33. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymas. 2019 m. birželio 6 d. Nr. XIII2166, Vilnius TAR, 2019-06-19, Nr. 9862 2 [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/46c841f290cf11e98a8298567570d639>
34. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas dėl profesinės rizikos vertinimo bendrųjų nuostatų patvirtinimo, 2012 m. spalio 25 d., Nr. A1-457/V-961, Vilnius [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.435935?jfwid=32wf948v>
35. E. Zalieckienė. (2009). Degimo procesai. Vilnius: Technika, 315 p.
36. Valstybės žinios. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie vidaus reikalų ministerijos direktoriaus įsakymas dėl gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų patvirtinimo, 2010 m. gruodžio 7d. Nr. 1-338, Vilnius (aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011-06-21, Žin., 2011, Nr.: 75-3661; 2011-02-24, Žin., 2011, Nr. 23-1137), [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.388658/asr>.
37. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministras įsakymas dėl darbuotojų, dirbančių potencialiai sprogioje aplinkoje, saugos nuostatų patvirtinimo, 2005 m. rugsėjo 30 d., Nr. A1-262, Vilnius. TAR, 2014, Nr. 2173, [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.263216/asr>.
38. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas, 2003 m. liepos 1 d., Nr. IX-1672 [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.215253?jfwid=fhhu5mpna>.
39. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas dėl elektros įrenginių įrengimo bendrųjų taisyklių patvirtinimo, 2012 m. vasario 3 d., Nr. 1-22, Vilnius, [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.418124>.
40. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas dėl specialiųjų patalpų ir technologinių procesų elektros įrenginių įrengimo taisyklių patvirtinimo, 2013 m. kovo 5d., Nr. 1-52, Vilnius, [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.444266?jfwid=>.
41. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas dėl Lietuvos higienos normos HN 98:2000 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ patvirtinimo, 2000 m. gegužės 24 d., Nr. 277. TAR, 2014, Nr. 5119., [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.101854/asr>.

42. Valstybės žinios. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas dėl Lietuvos higienos normos HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“ patvirtinimo, 2003 m. gruodžio 24 d., Nr. V-770, Vilnius, [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.230880>.
43. Valstybės žinios. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos parengtos bendrosios gaisrinės saugos taisyklės, 2010 m. liepos 27 d., Nr. 1-233, Vilnius, [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.379704>
44. Valstybės žinios. Stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės, 2016 m. sausio 6 d. Nr. 1-1, Vilnius, [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/9086d3a0b4ba11e59010bea026bdb259>.
45. Valstybės žinios. Saugos ir sveikatos apsaugos ženklų naudojimo darbovietėse nuostatai, 1999 m. lapkričio 24 d., Nr. 95, Vilnius, [žiūrėta 2024-04-29]. Prieiga per internetą:
[https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.91610?ifwid=.](https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.91610?ifwid=)

Priedai

1 priedas. Konsultantų patvirtinimas

Laba diena,

šiuo laišku patvirtinu, kad studentės **Gintarės Malskytės** baigiamojo magistro projekto „**Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką**“ skyrius „**Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantė Irena Pekarskienė

Studentės **Gintarės Malskytės** baigiamojo magistro projekto „**Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką**“ skyrius „**Aplinkosauginis vertinimas**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas **prof. dr. Gintaras Denafas**

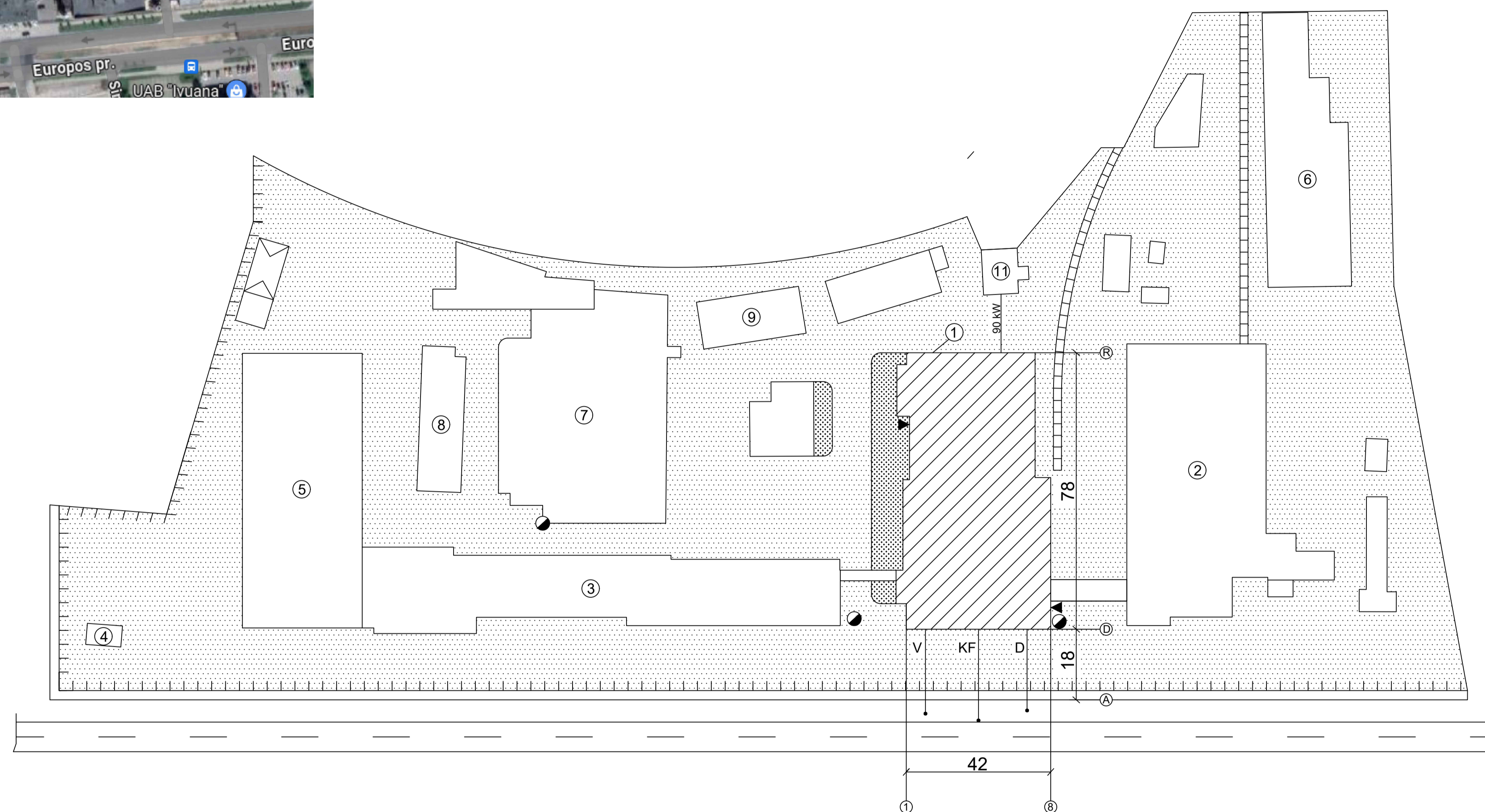
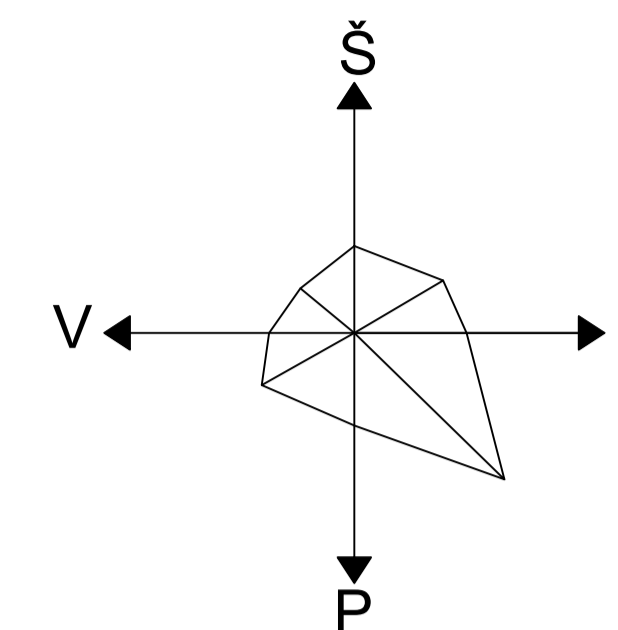
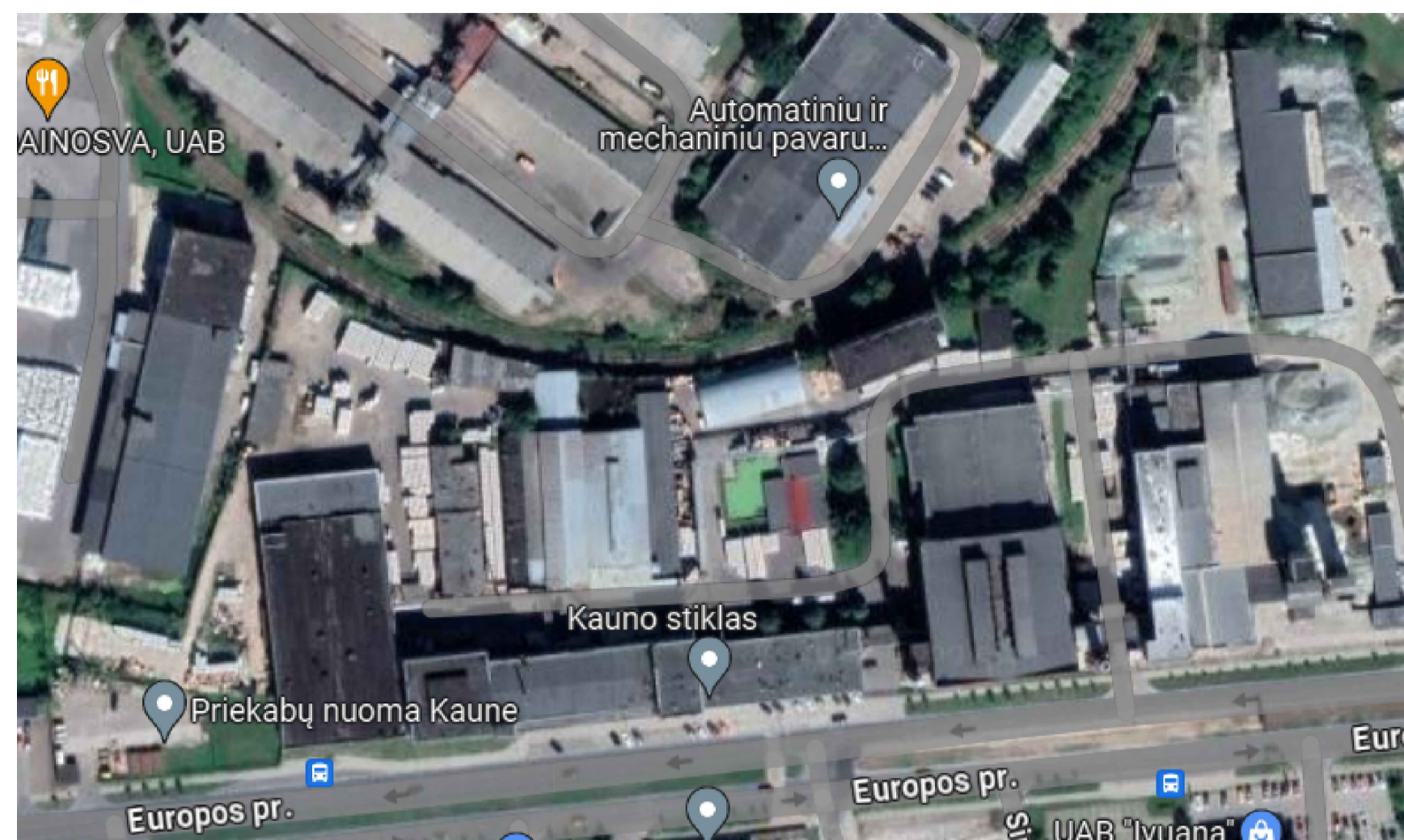
Studentės **Gintarės Malskytės** baigiamojo magistro projekto „**Stiklo taros gamybos cecho modernizavimas, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką**“ skyrius „**Darbuotojų sauga ir sveikata**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

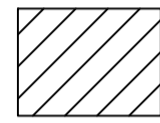
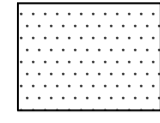
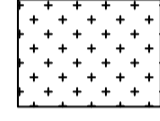

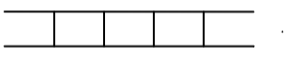
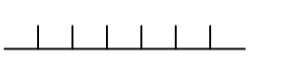
Konsultantas **doc. dr. Dalia Nizevičienė**

Studentės **Gintarės Malskytės** baigiamojo magistro projekto „**Stiklo taros gamybos cecho modernizacija, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką**“ skyrius „**Statybiniai sprendimai**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantė **lekt. Odeta Viliūnienė**

Situacijos planas

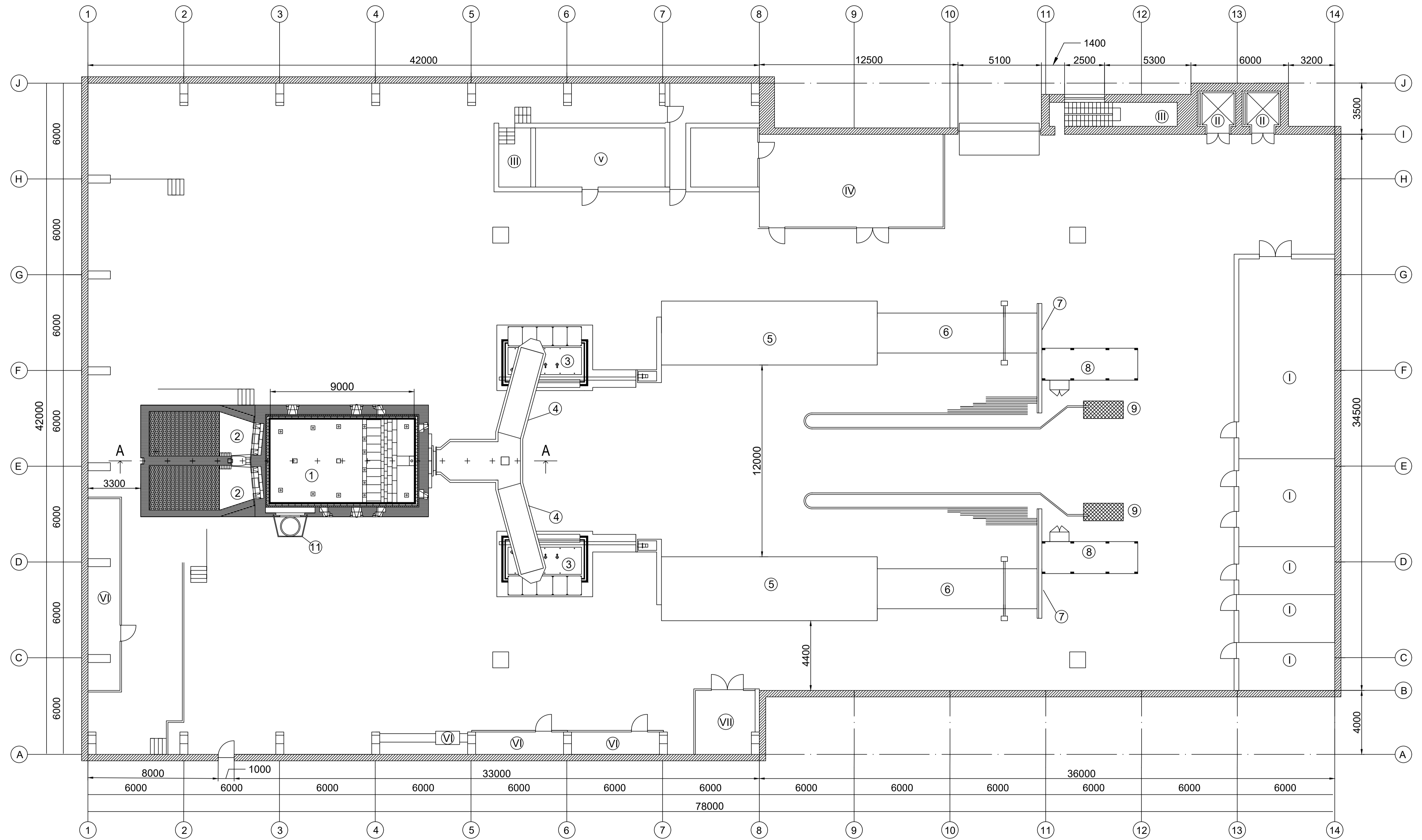


-  Projektuojamas pastatas
-  Asfaltuota danga
-  Vėja
-  Esami pastatai
-  Kaminas
-  Įėjimas
-  Geležinkelis
-  Tvora
- D Dujos
- V Vanduo
- KF Nuotekos
- 90 kW Elektra

Eksplikacija

Poz.	Pavadinimas
1	Projektuojamos stiklo taros gamybos cechas
2	Įkrovos paruošimo cechas
3	Administracijos pastatas
4	Produkcijos sandėlis
5	Inventoriaus sandėlis
6	Žaliavų sandėlis
7	Stiklo taros sandėlis
8	Energomechaninis cechas
9	Sandėlis
10	Transformatorinė

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas				Magistro baigiamasis darbas	
TMC-2	Parengęs	V. Pavardė	Parašas	Data	Stiklo taros gamybos cecho modernizacija, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką	
	Studentas	G. Malškytė			Sklypo planas Mastelis 1 : 1000	
	Vadovas	R. Kaminskis			Laida ○	
	Konsult.	O. Vilkonienė				
	Recenzentas	A. Grnevičienė				
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas				2024-MBD-STH	Lapas 1 / Lapų 4



Eksplikacija

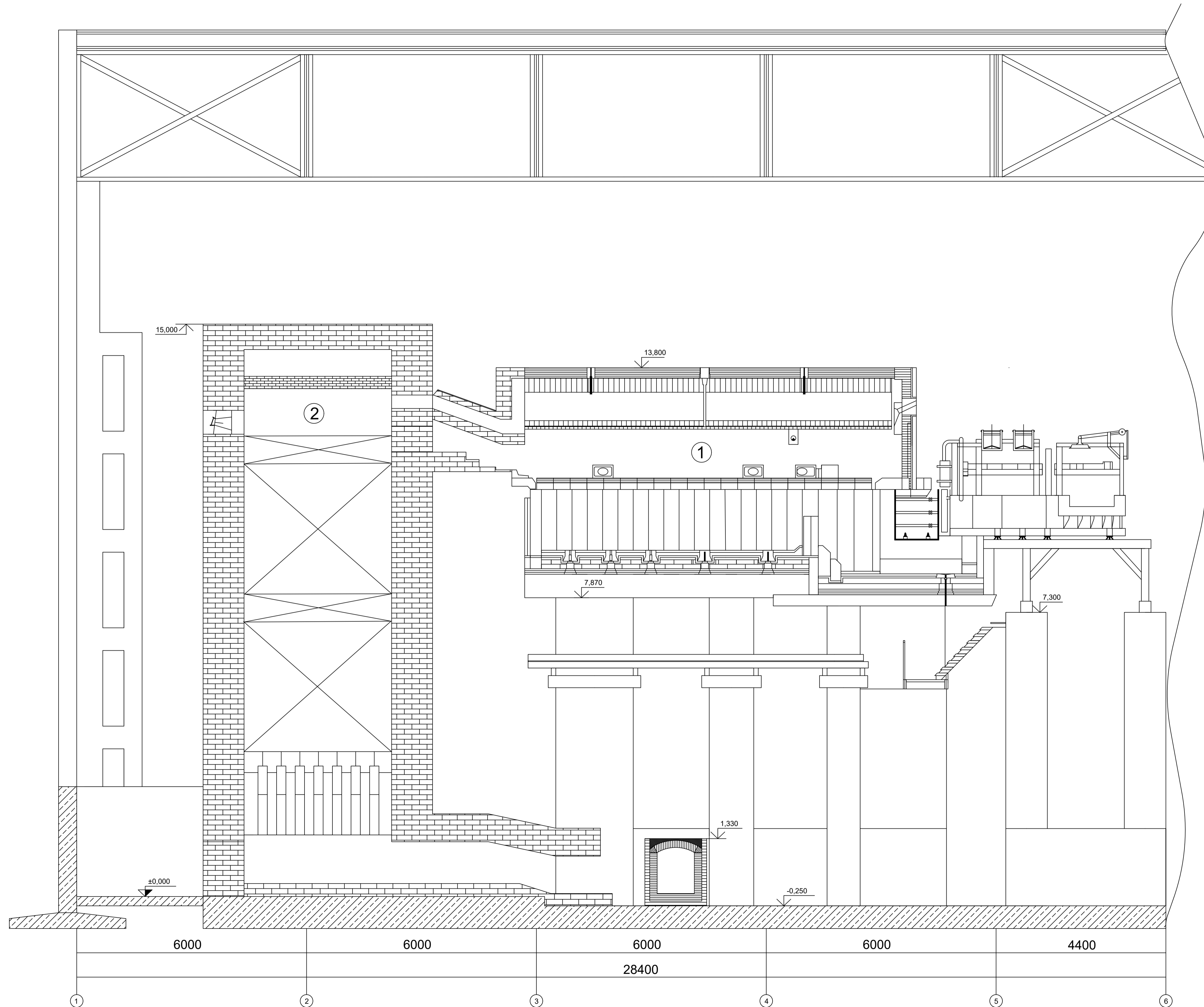
Poz.	Įrenginio pavadinimas	Kiekis
1	Stiklo lydymosi krosnis	1
2	Regeneratoriai	2
3	Stiklo formavimo mašina	2
4	Lašotiekis	2
5	Atkaitinimo krosnis	2
6	Ritinis konvejeris	2
7	Plokštelinis konvejeris	2
8	Sukapimo stalas	2
9	Įrenginys butelių nuleidimui	2
10	Kokybės kontrolės mašina	2
11	Įkrovos bunkeris	1

Eksplikacija

Poz.	Patalpų pavadinimas	Plotas, m ²
I	Administracinės patalpos	161
II	Liftas	10
III	Laiptinė	14
IV	Formų remonto baras	71
V	Operatorinė	29
VI	Dujų reguliavimo punktas	23
VII	Sandėliukas	11

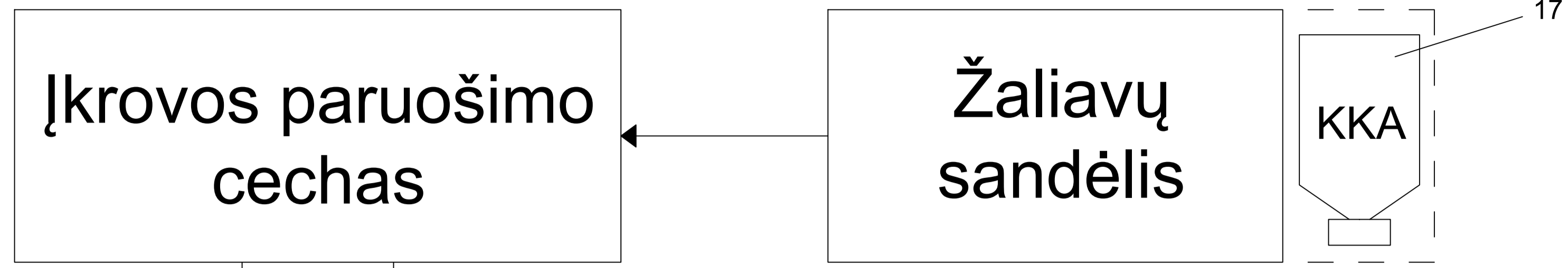
Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas				Magistro baigiamasis darbas	
TMC-2	Parengęs	V. Pavardė	Parašas	Data	Stiklo taros gamybos cecho modernizacija, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką	
	Studentas	G. Malškytė			Stiklo gamybos cechas	
	Vadovas	R. Kaminskis			Vaizdas iš viršaus	
	Konsult.	O. Vilkonienė			Mastelis 1 : 125	
	Recenzentas	A. Grnevičienė				
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas				2024-MBD-STH	
					Lapas	Lapų
					2	4

PJŪVIS A-A

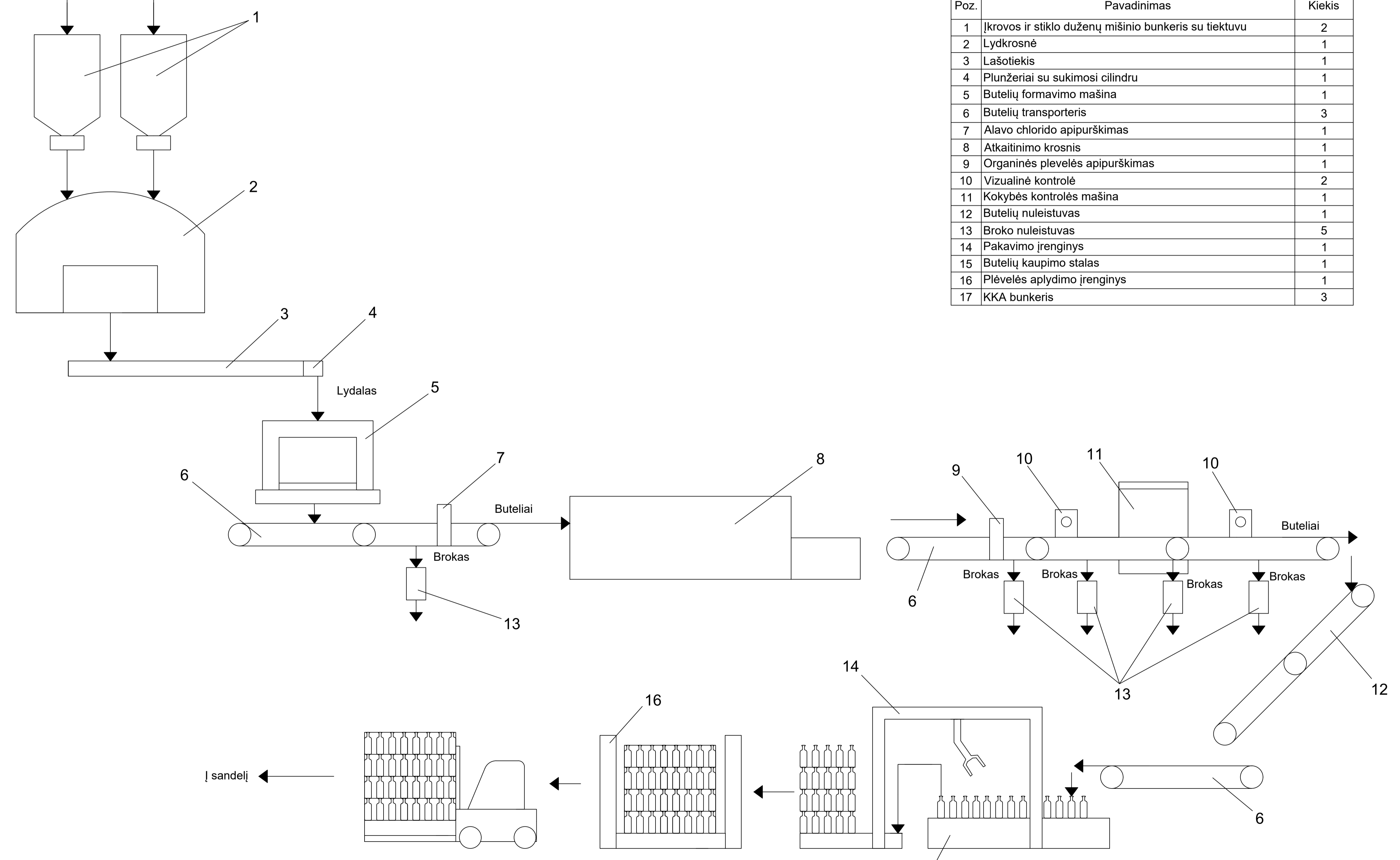


Eksplikacija	
Poz.	Įrenginio pavadinimas
1	Stiklo lydymo krosnis
2	Regeneratorius

Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
TMC-2	Pareigos	V. Pavardė	Paršas	Data	Stiklo taros gamybos cecho modernizacija, įkrovoje utilizuojant naftos krekingo katalizatoriaus atlieką
	Studentas	G. Malškytė			
	Vadovas	R. Kaminskis			
	Konsult.	O. Vilkienė			
	Recenzentas	A. Grnevičienė			
				Lydymo krosnis 150 t/24 h	
				PJŪvis A-A	
				Mastelis 1 : 50	
				Lapas	Lapų
MBD		Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas		2024-MBD-STH	
				3	4



Įkrovos ir stiklo duženų mišinys



Įrenginių specifikacijos		
Poz.	Pavadinimas	Kiekis
1	Įkrovos ir stiklo duženų mišinio bunkeris su tiektuvu	2
2	Lydkrosnė	1
3	Lašotiekis	1
4	Plunžeriai su sukimosi cilindru	1
5	Butelių formavimo mašina	1
6	Butelių transporteris	3
7	Alavo chlorido apipurškimas	1
8	Atkaitinimo krosnis	1
9	Organinės plevėlės apipurškimas	1
10	Vizualinė kontrolė	2
11	Kokybės kontrolės mašina	1
12	Butelių nuleistuvas	1
13	Broko nuleistuvas	5
14	Pakavimo įrenginys	1
15	Butelių kaupimo stalas	1
16	Plėvelės aplydimo įrenginys	1
17	KKA bunkeris	3

Į sandėlį

Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
TMC-2	Pareigos	V. Pavardė	Paršas	Data	Stiklo taros gamybos cecho modernizacija, įkrovoje utilizuojant naftos krekimo katalizatoriaus atlieką
	Studentas	G. Malškytė			
	Vadovas	R. Kaminskis			
	Konsult.	O. Vilkonienė			
	Recenzentas	A. Grnevičienė			Principinė technologinė sistema
					○
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas			2024-MBD-STH	Lapas 4 / Lapų 4