



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Donatas Justas

Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas
AB „Naujasis Kalcitas“

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Zenonas Valančius

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

KALKIŲ GAMYBOS TECHNOLOGINĖS LINIJOS
MODERNIZAVIMAS AB „NAUJASIS KALCITAS“

Baigiamasis magistro darbas
Chemijos inžinerija (kodas: 621H81004)

Vadovas

Doc. dr. Zenonas Valančius

Konsultantai:

Statybinių sprendimų:

Lekt. dr. Odeta Viliūnienė

Recenzentas

Doc. dr. Aras Kantautas

Ekonominių skaičiavimų:

Doc. dr. Petras Oržekauskas

Projektą atliko

Donatas Justas

Aplinkosauginio vertinimo:

Doc. dr. Inga Stasiulaitienė

Darbuotojų saugos ir sveikatos:

Doc. dr. Dalia Nizevičienė

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos

(Fakultetas)

Donatas Justas

(Studento vardas, pavardė)

Chemijos inžinerija, 621H81004

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas

AB „Naujasis Kalcitas“ “

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. gegužės 24 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, Donato Justo, baigiamasis projektas tema „Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas AB „Naujasis Kalcitas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
Prof. E. Valatka
Dekano įsakymas Nr. ST18-F-02-1
2017 m. gegužės mėn. 02 d.

Suderinta:
Silikatų technologijos katedros vedėjas
Prof. R. Kaminskas
2017 m. gegužės mėn. 02 d.

Tiriamąjo–taikomojo pobūdžio MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui **Donatui Justui**.

1. Projekto tema: Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas AB „Naujasis Kalcitas“.
2. Projekto tikslas: atlikti technologinius, statybinius ir ekonominius skaičiavimus, reikalingus modernizuojant AB „Naujasis kalcitas“ kalkių gamybos cechą, įdiegiant naujus įrengimus, pakoreguojant technologinę liniją, kas leistų padidinti našumą iki 70 000 t.

Kad pasiekti darbo tikslą, reikėjo įvykdyti šiuos **darbo uždavinius**:

- Atlikti esamų kalkių gamybų (įrengimų ir produkcijos) analizę;
- Atlikti tyrimus produkcijos kokybės iš esamų žaliavų užtikrinimui ir technologinių parametrų nustatymui;
- Parinkti tinkamus įrenginius linijos modernizavimui;
- Atlikti ekonominius skaičiavimus, įvertinti projekto atsipirkimo laiką;
- Atlikti statybinius, darbų saugos ir aplinkosauginius vertinimus.

3. Projekto skaičiuojamojo–aiškinamojo rašto turinys: bendroji dalis; tiriamojo darbo rezultatai; technologinė dalis; statybiniai sprendimai; darbuotojų sauga ir sveikata; finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai; aplinkosauginis vertinimas.

4. Grafinė medžiaga: technologinė schema; statybos teritorijos planas (generalinis planas); kalkių gamybos skyriaus planas; įrengimo (šachtinio aušintuvo, sukamosios krosnies) pjūviai.

Užduoties išdavimo data 2017 m. vasario mėn. 01 d.

Užbaigto projekto pateikimo terminas 2017 m. birželio 1 d.

Vadovas: Doc. dr. Zenonas Valančius 2017–05–24

Užduotį gavau: Donatas Justas 2017–05–24

Santrauka

Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas AB „Naujasis Kalcitas“ / Magistro baigiamasis darbas / Autorius – Donatas Justas / Vadovas - doc. dr. Zenonas Valančius / KTU, Cheminės technologijos fakultetas, Silikatų technologijos katedra, Kaunas 2017.

Šio darbo tikslas atlikti negesintų kalkių gamybos technologinės linijos modernizaciją AB „Naujasis Kalcitas“, padidinant gamybos apimtį iki 70 tūkst. tonų per metus bei įdiegiant naujus įrengimus: dekarbonizatorių ir vertikalų šachtinį kalkių aušintuvą. Parinkti naujesnės kartos įrengimai, pagal vyraujančias tendencijas Europoje, užtikrinančias geresnę gaminių kokybę ir efektyvesnį kuro bei elektros energijos panaudojimą.

Darbe atlikti šiluminiai skaičiavimai (esamo šachtinio pašildytuvo, planuojamo diegti dekarbonizatoriaus, sukamosios krosnies, būgninio bei šachtinio aušintuvų), palygintas esamų ir diegiamų įrengimų šilumos balansas, įvertinta darbuotojų sauga ir sveikata, gaisrinė sauga, bei profesinės rizikos faktoriai. Taip pat atlikti finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai, gaminio savikainos skaičiavimas, investicijų efektyvumo vertinimas, projekto finansiniai ir ekonominiai rodikliai, investicijos atsipirkimo laikas.

Įvertintas gamybos metu susidariusių kenksmingų sąlygų ir teršalų tokiu kaip dulkėtas oras, tepalas, užterštas gruntas, nuotekos ir t.t., valymas ir likvidavimas.

Mokslinėje tiriamojoje dalyje, pagal AB „Naujasis kalcitas“ negesintų kalkių standarto reikalavimus, atlikti tyrimai siekiant nustatyti pagamintų kalkių pagrindinius kokybinius rodiklius, pagal kuriuos buvo parinkti gamybos technologiniai parametrai bei tinkama įranga. Įrengimai parinkti atsižvelgiant ir į Europos įmonių gamybos patirtį.

Visi žaliavos ir produkcijos tyrimai atlikti su Karpėnų karjero klintimi, todėl darbe nėra vertinama kokią žaliavą reikėtų rinktis norint pagaminti reikiamą produktą.

Grafinėje dalyje pateikti: generalinis sklypo planas, technologinė schema, cecho vaizdas iš viršaus ir pjūviai.

Summary

Modernization of lime production line in JSC “Naujasis Kalcitas” / master thesis / Author - D. Justas / CEO - Doc. Zenonas Valančius / KTU, Faculty of Chemical Technology, Department of Silicate Technology, 2017.

In research accordance with the selected company AB New calcite, quicklime standard surveys; identifies the main qualitative indicators describing the proper requirement of product. To determine exactly what the production conditions can be the most effective by using energy sources (gas / ground coal - in thermal process and electricity) to obtain the desired product. According research conclusion there is selected appropriate equipment for innovation, also equipment are chosen according to the companies' manufacturing experience.

All raw materials and production tests carried out with Karpėnai limestone quarry, so in the work it is not needed to make research of what material is best for getting desired product. Research and work tasks to achieve the required quality of production, by installing new equipment and choosing new technology line

The work carried out in quicklime production line technological modernization, by installing new equipment: decarbonization and vertical lime cooler. Select a newer generation of equipment, according to the prevailing trend in Europe to ensure a better quality and more efficient fuels and electricity use.

Projected factory made calculations comparing the heat balance of the existing and installed units, compared to the output of heat utilization. It also assesses the safety and health, fire safety, the occupational risk assessment. Made to the financial and economic calculations, product cost calculation, investment efficiency evaluation of the project's, financial and economic indicators, investment payback time.

Evaluated production generated noxious conditions and pollutants such as: dusty air, oil, contaminated soil, waste water, etc..., cleaning and liquidation opportunities.

Turinys

1 Bendras darbo apibūdinimas.....	7
2 Projektuojamo objekto techninis ekonominis pagrindimas	9
3 Tiriamoji dalis.....	18
3.1 Tyrimo metodai ir įranga	18
3.2 Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas	20
3.3 Tiriamosios dalies išvados	24
4 Technologinė dalis.....	25
4.1 Žaliavų ir produkto charakteristikos bei reikalavimai	25
4.2 Technologinio proceso aprašymas.....	28
4.2.1 Kieto kuro paruošimas.....	28
4.2.2 Klinties paruošimas iki degimo.....	28
4.2.3 Klinties degimas sukamojoje krosnyje ir aušinimas.....	29
4.2.4 Degtų kalkių malimas	30
4.3 Įrenginių skaičiavimas ir parinkimas.....	31
4.3.1 Klinties sandėliavimo aikštelės ploto paskaičiavimas	33
4.3.2 Anglies sandėliavimo aikštelės paskaičiavimas.....	33
4.3.3 Naujai diegiami juostiniai transporteriai.....	34
4.3.4 Dekarbonizatorius (šachtinis pašildytuvas)	34
4.3.5 Aspiraciniai įrengimai.....	35
4.3.6 Sukamoji krosnis.....	37
4.3.7 Šachtinis šaldytuvas	37
4.3.8 Kaušinis transporteris	38
5 Statybinė dalis.....	39
5.1 Bendrieji cecho techniniai rodikliai.....	39
5.2 Architektūriniai, konstrukciniai ir inžineriniai sprendimai.....	39
6 Aplinkosauginis vertinimas	41
6.1 Naudojami energijos ištekliai gamybos reikmėms	42
6.2 Fizikinė tarša.....	42
6.3 Atliekų tvarkymas.....	44
6.4 Nuotekų teršalų balansas	45
6.5 Oro tarša.....	45
7 Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai	47
7.1 Aiškinamasis raštas.....	47

7.2 Rekonstrukcijos diegimo etapai.....	48
7.3 Savikainos skaičiavimas	50
7.4 Projekto investicijos ir finansavimo šaltiniai.....	57
7.5 Finansinės ir investicinės sąnaudos.	58
7.6 Investicijų efektyvumo vertinimas.....	60
7.7 Lūžio taškas	61
8 Darbuotojų sauga ir sveikata.....	62
8.1 Profesinės rizikos vertinimas	62
8.2 Darbo higiena.....	68
8.3 Gaisrinė sauga.....	68
8.4 Žaibolaidžio parinkimas	69
9 Darbo išvados:	71
10 Literatūros sąrašas.....	72

Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Technologinės linijos įrengimų palyginimo lentelė.	9
2.2 lentelė. Esamo ir naujo pašildytuvo šiluminiai skaičiavimai	11
2.3 lentelė. Sukamosios krosnies šiluminiai skaičiavimai.	12
2.4 lentelė. Šiluminės energijos, gaunamos iš šaldytuvų, skaičiavimai.	14
2.5 Lentelė. Apskaičiuojame kiek reikalinga sudeginti anglies klinties išdegimui.	16
2.6 Lentelė. Ekonominių rodiklių lentelė.....	17
3.1 lentelė. Naudojamos žaliavos sudėtis.	18
3.2 lentelė. Bendras aktyvių CaO ir MgO kiekis.	21
3.3 lentelė. Išdegtų bandinių prie skirtingų temperatūrų masės.	22
3.4 lentelė. Hidratinio vandens kiekis, skirtingoje temperatūroje išdegtų bandinių.	22
3.5 lentelė. CO ₂ kiekis, skirtingoje temperatūroje išdegtų bandinių.	22
4.1 lentelė. Klinties cheminė sudėtis.	25
4.2 lentelė. Anglies kokybinei rodikliai.	26
4.3 lentelė. Įrenginių lentelė.	31
4.4 lentelė. Žaliavos ir kuro poreikių lentelė.	32
4.5 lentelė. Žaliavos transporterių charakteristikos.	34
4.6 lentelė. Dekarbonizatoriaus pagrindiniai parodymai, komplektacija.	34
4.7 lentelė. Parenkamų ciklonų charakteristika.	36
4.8 lentelė. Rankovinių filtrų charakteristikos.	36
4.9 lentelė. Sukamosios krosnies charakteristikos.	37
4.10 lentelė. Šachtinio aušintuvo charakteristikos.	37
4.11 lentelė. Kaušinio tiektuvo charakteristikos.	38
5.1 lentelė. Bendrieji cecho techniniai rodikliai.	39
6.1 lentelė. Energijos ir kitų išteklių sunaudojimas gamybos reikmėms.	42
6.2 lentelė. Fizikinė tarša darbo vietoje.	42
6.3 lentelė. Atliekos, jų kiekis ir tvarkymas.	44
6.4 lentelė. Nuotekų teršalų balansas.	45
6.5 lentelė. Teršalų kiekis išmetamas į aplinkos orą.	45
7.1 lentelė. Negesintų kalkių technologinės linijos naujų ir papildomų įrenginių, darbų kaina.	48
7.2 lentelė. Esamos ir projektuojamos kalkių gamybinės linijos energijos sąnaudų ir produkto vertės palyginimas.	49

7.3 lentelė. Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas metams 2018-2022 m laikotarpiu.....	50
7.4 lentelė. Pagalbinių medžiagų pirkimo planas.....	51
7.5 lentelė. Šiluminės energijos technologijai poreikio ir išlaidų apskaičiavimas.....	51
7.6 lentelė. Šiluminės energijos poreikio ir apšildymo bei buitinių reikalų išlaidų apskaičiavimas.....	52
7.7 lentelė. Vandens poreikio ir išlaidų planas.....	52
7.8 lentelė. Elektros energijos poreikio ir išlaidų planas.....	53
7.9 lentelė. Darbo užmokesčio planas.....	53
7.10 lentelė. Personalo plano rodikliai.....	53
7.11 lentelė. Atskaitymų socialiniam ir sveikatos draudimui planas metams.....	54
7.12 lentelė. Pagrindinių modernizacijos įrenginių nusidėvėjimas (amortizacija)	55
7.13 lentelė. Gamybos kaštų apskaičiavimas.....	56
7.14 lentelė. Veiklos sąnaudų planas.....	57
7.15 lentelė. Negesintų kalkių savikainos pateikimas.....	57
7.16 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai.....	58
7.17 lentelė. Produkcijos gamybos apimtys ir realizacijos rodikliai.....	58
7.18 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas.....	59
7.19 lentelė. Įmonės pelno/nuostolio ataskaita.....	59
7.20 lentelė. Finansinės būklės ataskaita.....	60
7.21 lentelė. Gryųjų pinigų srautai.....	60
8.1 lentelė. Rizikos veiksnių, ribinių verčių ir saugos priemonių lentelė.....	63
8.2 lentelė. Darbų šiluminio komforto, aplinkos oro temperatūros, oro santykinio drėgumo ir judėjimo greičio norminės vertės.....	65
8.3 lentelė. Apšvietimo vertės prie gamybinių įrenginių ir operatorinėje.....	65
8.4 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai.....	66
8.5 lentelė. Patalpų kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų.....	67
8.6 lentelė. Rekomenduojama darbuotojų laiko trukmė darbo vietoje, kurioje aplinkos temperatūra viršija arba nesiekia rekomenduojamos šiluminės aplinkos temperatūros vertės.....	68

1 Bendras darbo apibūdinimas

Klinteris perdirbimo procesas, vykdamas negesintų kalkių gamybą Lietuvoje gerai žinoma jau nuo 1936 m. Tuo metu jau veikė AB „Kalkės“, kuri susmulkintas klinteris tiekė cukraus fabrikams ir savajai kalkinei. Per metus pagamintų kalkių kiekis siekė apie 4000 t. Klinteris buvo kasama rankiniu būdu – kastuvais, laužtuvais. Susmulkinta klinteris buvo tiekama į degimo krosnis [2].

Nuo kalkių gamybos prasidėjo vienos stambiausių įmonių – Akmenės statybinių medžiagų kombinato istorija. 1936 m. AB „Kalkės“ pastatė pirmąją šachtinę kalkių degimo krosnį, o 1938 m. antrąją, kurios metinis projektinis našumas buvo ~3000 t. Karo metu kalkių gamyba nutrūko [2].

Po karo klinteris iš pradžių buvo degama naudojant malkas ir durpes. 1948 m. tam, kad Akmenės kalkinė pati galėtų apsirūpinti durpėmis, prie jos buvo prijungtas Pabalvės durpynas. Vėliau kurui buvo naudojami iš Estijos vežami skalūnai, o 1963 m. klinteris pradėta degti mazutu. Mazuto naudojimas labai pagerino darbo sąlygas, padidino darbo našumą, pagerino kalkių kokybę. [2].

1966 m. Akmenės statybinių medžiagų kombinate pastatyta didžiausia Lietuvoje 135 m³ talpos šachtinė kalkių degimo krosnis. O 1967 m. pirmoji sukamoji 2,5 m skersmens ir 75 m ilgio kalkių degimo krosnis. Naudojant šias krosnis, kalkių gamyba Lietuvoje perkopė 200 000 t per metus.

Kalkių gamyba sukamojoje krosnyje buvo naudinga tuo, kad joje buvo degamos smulkios frakcijos (20 – 40 mm) klinteris atsijos, kurios netinkamos šachtinės krosnies gamybos procesui. Šachtinėse krosnyse degamos klinteris frakcija 40–80 mm. Tam, kad šachtinėje krosnyje būtų užtikrinta reikiama trauka ir sklandžiai vyktų degimo procesas, į jas negalima dėti klinteris smulkiosios frakcijos, o sukamajai krosniai ji yra tinkamiausia. Taigi įdiegus sukamąją krosnį atsirado kur panaudoti susidariusią smulkiąją frakciją. Sukamojoje krosnyje degami mažesni gabaliukai vienodžiau išdega, todėl kalkių gesinimo laikas tampa trumpesnis [2].

Naujojoje Akmenėje kalkės pradėtos gaminti 1955 m. pastatius kalkių fabriką „Karpėnai“. Fabriko metinis projektinis gamybos našumas buvo apie 40 000 t kalkių, kurių pagrindiniai vartotojai buvo silikatinių dirbinių gamykla „Bitukas“ ir Vilniaus silikatų dirbinių gamykla.

Augant statybų mastams ir silikatinių plytų gamybai, reikėjo vis daugiau kalkių, todėl 1956–1966 m. pagal inžinieriaus V. Montvilos parengtą projektą buvo atlikta 3 iš 4 krosnių rekonstrukcija, kurios metu buvo labai padidintas krosnių tūris ir jų našumas. 1967 m. pastatyta ketvirtoji krosnis ir cecho pajėgumas išaugo iki 140 000 t per metus. Ceche pastatytas kalkių malūnas, ir 1966 m. naujam Matuizų statybinių medžiagų gamyklos silikatinių plytų cechui

pradėtos tiekti maltos kalkės. Maltos kalkės pradėtos tiekti ir „Bituko“ gamyklai, kuri dėl to išvengė labai dulkančio, kenksmingų gabalinių kalkių iškrovimo proceso, nes maltų kalkių iškrovimas iš vagonų ir padavimas į sandėliavimo bunkerius yra beveik hermetiškas [2].

1976 m. kalkės pradėtos degti gamtinėmis dujomis, dėl ko žymiai pagerėjo darbo sąlygos, pakilo darbo našumas, palengvėjo degimo proceso valdymas.

Darbe analizuojama greitai besigesinančių, negesintų kalkių CL–90 kokybė (CL–90 nurodo, kad išdegtose kalkėse kalcio oksido kiekis yra ne mažesnis kaip 90 %). Remiantis AB „Naujasis kalcitas“ turimais gamybos ir produkcijos kokybę užtikrinančiais dokumentais, analizuojama esama gamybos technologija ir produkto kokybiniai rodikliai. Atliekama literatūrinė apžvalga, įvertinamas galimas naujos įrangos diegimas kalkių gamybos ceche. Atliekami laboratoriniai tyrimai ar įdiegus parinktus įrengimus ir pakoregavus technologinę liniją, bus galima užtikrinti gaminamos produkcijos kokybę. Darbo eigoje vertinamas įrengimų tikslingumas kokybės ir ekonomijos požiūriu.

Darbo tikslas: atlikti technologinius, statybinius ir ekonominius skaičiavimus, reikalingus modernizuojant AB „Naujasis kalcitas“ kalkių gamybos cechą, įdiegiant naujus įrengimus, pakoreguojant technologinę liniją, kas leistų padidinti našumą iki 70 000 t.

Kad pasiekti darbo tikslą, reikėjo įvykdyti šiuos **darbo uždavinius**:

- Atlikti esamų kalkių gamybų (įrengimų ir produkcijos) analizę;
- Atlikti tyrimus produkcijos kokybės iš esamų žaliavų užtikrinimui ir technologinių parametrų nustatymui;
- Parinkti tinkamus įrenginius linijos modernizavimui;
- Atlikti ekonominius skaičiavimus, įvertinti projekto atsipirkimo laiką;
- Atlikti statybinius, darbų saugos ir aplinkosauginius vertinimus.

2 Projektuojamo objekto techninis ekonominis pagrindimas

Kalkių gamyba iš klinties ar kreidos yra vykdoma visoje Europoje. Diegiamos modernizacijos įrenginiai parenkami atsižvelgus į vyraujančias negesintų kalkių gamybos tendencijas visame pasaulyje. Vieni inovatyviausių gamybinės įrangos gamintojų ir platintojų yra kinai, Europoje šiluminius įrenginius tinkamus kalkių gamybai projektuoja Čekijos įmonė PSP „Engineering“. Jų projektuojamuose įrenginiuose naudojamos karščiui atsparios medžiagos, taip pat įrengimai yra suprojektuoti taip, kad kuo efektyviau panaudotų gaunamą šilumą.

Tikslu patikrinti naujai diegiamų įrenginių efektyvumą, atlikti esamų ir projektuojamų įrengimų šiluminiai skaičiavimai. Apskaičiuoti pašildytuvo/dekarbonizatoriaus šilumos nuostoliai per sienes, esamos krosnies ir sutrumpintos šiluminiai nuostoliai, taip pat ir esamo būgninio aušintuvo ir naujo šachtinio aušintuvo šiluminiai nuostoliai. Įrengimų palyginimo lentelės pateikiamos žemiau:

2.1 lentelė. Technologinės linijos įrengimų palyginimo lentelė.

Esamų ir naujų įrengimų techninės charakteristikos, jų skirtumai.	
<p>1. Šachtinis pašildytuvas</p> <p>Našumas max 12,5 t/h Klinties buvimo įrenginyje trukmė - 73 min. Projektinė dūmų temperatūra: - prieš patenkant į pašildytuvą 600 - 660 °C - išėjimo iš pašildytuvo taške 200 - 210 °C Vidutinė pašildytos klinties temperatūra 450 °C Futeruotė: šamotinės plytos (futeruotės storis 220 mm.)</p>	<p>1. Dekarbonizatorius</p> <p>Našumas max 21 t/h Klinties buvimo įrenginyje trukmė - 55 min. Projektinė dūmų temperatūra: - prieš patenkant į pašildytuvą 940 - 960 °C - išėjimo iš pašildytuvo taške 200 - 225 °C Vidutinė pašildytos klinties temperatūra 575 °C Futeruotė: šamotinės plytos (futeruotės storis 400 mm.)</p>
<p>2. Sukamoji krosnis</p> <p>Ilgis 50,6 m. Skersmuo 2,7 m. Krosnies polinkio kampas 4 % Krosnies apsukos pagrindine pavara: - minimalios 0,5 aps/min - maksimalios 2 aps/min Krosnies našumas 7,5 t/h Futeruotė, šamotinės ir chrommagnezitinės plytos (220 mm.)</p>	<p>2. Sukamoji krosnis</p> <p>Ilgis 40,5 m. Skersmuo 2,7 m. Krosnies polinkio kampas 4 % Krosnies apsukos pagrindine pavara: - minimalios 0,5 aps/min - maksimalios 2 aps/min Krosnies našumas 10,5 t/h Futeruotė, šamotinės ir chrommagnezitinės plytos (220 mm.)</p>

<p style="text-align: center;">3. Dumtraukis</p> <p>Našumas 108000 m³/h Variklio galia 500 kW</p>	<p style="text-align: center;">3. Dumtraukis</p> <p>Našumas 88000 m³/h Variklio galia 200 kW</p>
<p style="text-align: center;">4. Būgninis aušintuvas</p> <p>Našumas 10 t/h Būgno apsisukimo skaičius 5 aps/min Būgno ilgis 20,7 m. Būgno skersmuo 1,8 m. Būgno nuolydis 7% Futeruotė, šamotinės plytos (storis 220 mm.)</p>	<p style="text-align: center;">4. Šachtinis aušintuvas</p> <p>Našumas 14 t/h 2000 mm. Futeruotė, šamotinės plytos (storis 400 mm.)</p>

Esamos technologinės linijos našumas, pagal išgaunamų kalkių kiekį, 7,5 t/h. arba pagal lygtį: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ išskaičiuojame našumą, pagal trupintą klintį, 13,4 t/h. Įvertiname gamyboje patiriamus nuostolius (priimame 4%), taip pat drėgmę (priimame metinę drėgmę 14 %) ir priimame, kad našumas yra 15 t/h. pagal trupintą klintį.

Naujos technologinės linijos našumas, pagal išgaunamų kalkių kiekį, 10,5 t/h. arba pagal lygtį: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ išskaičiuojame našumą, pagal trupintą klintį, 18,6 t/h. Įvertiname gamyboje patiriamus nuostolius (priimame 4%), taip pat drėgmę (priimame metinę drėgmę 14 %) ir priimame, kad našumas yra 20 t/h.

Skaičiavimams ir palyginimams priimame, kad naudojamas kuras gamybinio proceso metu bus trupinta malta anglis, kurios kaloringumas yra 7368 cal/g.=30,87 MJ/kg.

2.2 lentelė. Esamo ir naujo pašildytuvo šiluminiai skaičiavimai

1. Apskaičiuojami esamo ir naujo pašildytuvo šilumos nuostoliai per sienes.					
$Q = K \cdot F \cdot (T_{(pr.)} - T_{(gal.)})$ (1)		$K = \frac{1}{\sigma/\lambda + \sigma/\lambda}$ (2)			
Q - šiluminė srautas, W					
K - šilumos perdavimo koeficientas, W/(m ² K)					
F - sienelių plotas, m ²					
σ - metalo/futeruotės storis, mm					
λ - šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K)					
Δt - temperatūros pokytis abipus sienelę, °C					
Eil. Nr	Esamo pašildytuvo skaičiavimai		Eil. Nr	Naujo pašildytuvo skaičiavimai	
1	σ(metalo)	- 0,05 m	1	σ(metalo)	- 0,04 m
2	σ(futeruotės)	- 0,2 m	2	σ(futeruotės)	- 0,4 m
3	σ(m. rudžių)	- 0,008 m	3	σ(m. rudžių)	- 0,003 m
4	λ (metal)	- 50 W/(m·K)	4	λ (metal)	- 50 W/(m·K)
5	λ (šamoto)	- 0,84 W/(m·K)	5	λ (šamoto)	- 0,21 W/(m·K)
6	λ (rudžių)	- 75 W/(m·K)	6	λ (rudžių)	- 75 W/(m·K)
7	T(pr.1)	- 480 °C	7	T(pr.1)	- 480 °C
8	T(gal.1)	- 50 °C	8	T(gal.1)	- 50 °C
9	T(pr.2)	- 950 °C	9	T(pr.2)	- 950 °C
10	T(gal.2)	- 170 °C	10	T(gal.2)	- 70 °C
11	K ₁ = 4,181 W/(m ² ·K)		11	K ₁ = 0,525 W/(m ² ·K)	
12	K ₂ = 4,181 W/(m ² ·K)		12	K ₂ = 0,525 W/(m ² ·K)	
13	F ₁ = 24,40 m ²		13	F ₁ = 12,25 m ²	
14	F ₂ = 180,00 m ²		14	F ₂ = 12,25 m ²	
15	Δt ₁ = 430 °C		15	Δt ₁ = 430 °C	
16	Δt ₂ = 780 °C		16	Δt ₂ = 880 °C	
17	Q = 630814 W		17	Q = 8421,22 W	
Šilumos srauto nuostoliai esamame pašildytuve				630814,37 W	
Šilumos srauto nuostoliai naujame dekarbonizatoriuje				8421,22 W	
Skirtumas:				622393,15 W	
Šiluminės energijos skirtumas tarp esamo ir naujo pašildytuvo				2240,62 MJ/h	
Šiluminė energijos skirtumas tarp esamo ir naujo pašildytuvo perskaičiuota anglimi				0,073 t/h	
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras malta anglis				10,52 Eur/h	
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras malta anglis				70467,22 Eur/metus	
Šiluminė energijos skirtumas tarp esamo ir naujo pašildytuvo perskaičiuota gamtinių dujų kubiniais metrais				61,22 m ³ /h	
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras gamtinių dujos				59,38 Eur/h	
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras gamtinių dujos				397624,74 Eur/metus	

2.3 lentelė. Sukamosios krosnies šiluminiai skaičiavimai.

1. Apskaičiuojami esamos ir sutrumpintos sukamosios krosnies šilumos nuostoliai per sienes.					
$Q = K \cdot F \cdot (T_{(pr.)} - T_{(gal.)})$ (1)		$K = \frac{1}{\frac{\sigma}{\lambda} + \frac{\sigma}{\lambda}}$ (2)			
Q - šiluminės energijos srautas, W, J/s					
K - šilumos perdavimo koeficientas W/(m ² · K)					
F - sienelių plotas, m ²					
σ - metalo/futeruotės storis ,mm					
λ - šilumos laidžio koeficientas, W/(m·K)					
Δt - temperatūros pokytis, °C					
Eil. Nr	Esamos krosnies skaičiavimai		Eil. Nr	Sutrumpintos krosnies skaičiavimai	
1	σ(metalo)	- 0,05 m	1	σ(metalo)	- 0,05 m
2	σ(futeruotės)	- 0,2 m	2	σ(futeruotės)	- 0,2 m
3	λ (metal)	- 50 W/(m·K)	3	λ (metal)	- 50 W/(m·K)
4	λ (šamoto)	- 0,21 W/(m·K)	4	λ (šamoto)	- 0,21 W/(m·K)
5	λ (chrommag.)	- 2 W/(m·K)	5	λ (chrommag.)	- 2 W/(m·K)
6	λ (rudzių)	- 75 W/(m·K)	6	λ (rudzių)	- 75 W/(m·K)
7	T(pr.1)	- 880 °C	7	T(pr.1)	- 880 °C
8	T(gal.1)	- 320 °C	8	T(gal.1)	- 320 °C
9	T(pr.2)	- 1150 °C	9	T(pr.2)	- 1150 °C
10	T(gal.2)	- 370 °C	10	T(gal.2)	- 370 °C
11	T(pr.3)	- 1000 °C	11	T(pr.3)	- 1000 °C
12	T(gal.3)	- 340 °C	12	T(gal.3)	- 340 °C
13	K ₁ = 9,897 W/(m ² ·K)		13	K ₁ = 9,897 W/(m ² ·K)	
14	K ₂ = 1,049 W/(m ² ·K)		14	K ₂ = 1,049 W/(m ² ·K)	
15	F ₁ = 122,46 m ²		15	F ₁ = 81,64 m ²	
16	F ₂ = 122,46 m ²		16	F ₂ = 81,64 m ²	
17	F ₃ = 163,28 m ²		17	F ₃ = 163,28 m ²	
18	Δt ₁ = 560 °C		18	Δt ₁ = 560 °C	
19	Δt ₂ = 780 °C		19	Δt ₂ = 780 °C	
20	Δt ₃ = 660 °C		20	Δt ₃ = 660 °C	
21	Q = 1737103 W		21	Q = 1195854 W	
Šilumos srauto nuostoliai esamoje sukamojoje krosnyje			1737103,2 W		
Šilumos srauto nuostoliai sutrupintoje sukamojoje krosnyje			1195853,7 W		
Skirtumas			541249,52 W		
Šiluminės energijos skirtumas tarp esamos ir trumpesnės krosnies			194,84983 MJ/h		
Šiluminė energijos skirtumas tarp esamos ir trumpesnės sukamosios krosnies perskaičiuota anglimi			0,0633 t/h		
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras malta anglis			9,17 Eur/h		
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras malta anglis			54598,44 Eur/metūs		

Šiluminė energijos skirtumas tarp esamos ir trumpesnės sukamosios krosnies perskaičiuota gamtinių dujų kubiniais metrais	53,24 m ³ /h		
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras gamtinės dujos	51,64 Eur/h		
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras gamtinės dujos	307364,43 Eur/metus		
2. Apskaičiuojami esamos ir sutrumpintos sukamosios krosnies reikalinga energiją darbinė temperatūrą pasiekti			
$Q = G \cdot c \cdot (T_{(pr.)} - T_{(gal.)}) \quad (3)$			
G - sienelės (futeruotės) masė kg			
c - savitoji šiluminė talpa, J/(kg·K)			
Δt - temperatūros pokytis			
Eil. Nr	Esamos krosnies skaičiavimai	Eil. Nr	Sutrumpintos krosnies skaičiavimai
1	G ₁ - 79,128 kg	1	G ₁ - 81,64 kg
2	G ₂ - 79,128 kg	2	G ₂ - 81,64 kg
3	G ₃ - 59,7856 kg	3	G ₃ - 163,28 kg
4	c ₁ - 8370 J/(kg·K)	4	c ₁ - 8370 J/(kg·K)
5	c ₂ - 7540 J/(kg·K)	5	c ₂ - 7540 J/(kg·K)
6	T _(pr.1) - 880 °C	6	T _(pr.1) - 880 °C
7	T _(gal.1) - 360 °C	7	T _(gal.1) - 360 °C
8	T _(pr.2) - 1150 °C	8	T _(pr.2) - 1150 °C
9	T _(gal.2) - 420 °C	9	T _(gal.2) - 420 °C
10	T _(pr.3) - 1000 °C	10	T _(pr.3) - 1000 °C
11	T _(gal.3) - 380 °C	11	T _(gal.3) - 380 °C
12	Δt ₁ = 520 °C	12	Δt ₁ = 520 °C
13	Δt ₂ = 730 °C	13	Δt ₂ = 730 °C
14	Δt ₃ = 620 °C	14	Δt ₃ = 620 °C
15	Q= 1065654757 W	15	Q= 797173453 W
Šilum. energ. srauto skirtumas tarp esamos ir trumpesnės krosnies		268481304 W	
Šilum. energ. srauto skirtumas tarp esamos ir trumpesnės krosnies		966532,69 MJ	
Šiluminė energijos skirtumas tarp esamos ir trumpesnės sukamosios krosnies perskaičiuota gamtinių dujų kubiniais metrais		26408,0 m ³	
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras gamtinės dujos		25615,76 Eur/kartui	
Pastaba: Projektavime ir skaičiavimuose priimta, kad krosnis pakuriama 3 kartus per metus.			
Piniginė išraiška metams		76847,27 Eur.	
Pastaba: šiluminės energijos skirtumo tarp esamos ir sutrumpintos sukamosios krosnies, susidarančio krosnių pakūrimo metu neskaičiuojame kieto kuro (anglies) išraiška. Vertinama tik gamtinės dujos, nes krosnies pašildymas yra nuoseklus procesas, temperatūra keliami 30 °C per valandą. Tokį šildymo proceso su anglimi suvaldyti negalima, todėl naudojamos tik gamtinės dujos.			

2.4 lentelė. Šiluminės energijos, gaunamos iš aušintuvų, skaičiavimai.

1. Apskaičiuojami aušintuvų šilumos nuostoliai per sienes					
$Q = K \cdot F \cdot (T_{pr.} - T_{gal.})$ (1)		$K = \frac{1}{\frac{\sigma}{\lambda} + \frac{\sigma}{\lambda}}$ (2)			
Q – šilumos srautas, W					
K - šilumos perdavimo koeficientas, W/(m ² ·K)					
F - sienelių plotas, m ²					
σ - metalo/futeruotės storis, mm					
λ - šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K)					
Δt - temperatūros pokytis					
Eil. Nr.	Naujas šachtinis šaldytuvas		Eil. Nr.	Esamas šaldytuvas	
1	σ(metalo)	- 0,03 m	1	σ(metalo)	- 0,03 m
2	σ(futeruotės)	- 0,4 m	2	σ(futeruotės)	- 0,018 m
3	α(metalo)	- 50 W/(m·K)	3	α(metalo)	- 50 W/(m·K)
4	α(futeruotės)	- 0,21 W/(m·K)	4	α(futeruotės)	- 0,84 W/(m·K)
5	α(rudžių)	- 75 W/(m·K)	5	α(rudžių)	- 75 W/(m·K)
6	T(pr.)	- 880 °C	6	T(pr.)	- 880 °C
7	T(gal.)	- 90 °C	7	T(gal.)	- 130 °C
8	K = 0,210 W/(m ² ·K)		8	K = 0,839 W/(m ² ·K)	
9	F = 21,23 m ²		9	F = 40,19 m ²	
10	Δt = 790 °C		10	Δt = 130 °C	
11	Q = 3520,25 W		11	Q = 25291,4 W	
2. Apskaičiuojame, kiek energijos (Q) kalkės sugeneruoja atvėsdomos šaldytuvuose.					
$Q = G \cdot c \cdot (T_{pr.} - T_{gal.})$ (4)			$\Delta t = T_{pr.} - T_{gal.}$ (5)		
G - našumas, kg/s					
c - savitoji šiluminė talpa, J/(kg·K)					
Eil. Nr.	Naujas šachtinis šaldytuvas		Eil. Nr.	Esamas šaldytuvas	
1	G	- 10,5 kg/s	1	G	- 7,5 kg/s
2	c	- 1008 J/(kg·K)	2	c	- 1008 J/(kg·K)
3	T(pr.)	- 880 °C	3	T(pr.)	- 880 °C
4	T(gal.)	- 115 °C	4	T(gal.)	- 130 °C
5	Δt = 765 °C		5	Δt = 750 °C	
6	Q = 8096760 W		6	Q = 5670000 W	
3. Įvertiname aušintuvų nuostolius per sienes, paskaičiuojame skirtumą					
Šilumos srautas sugeneruotas iš šachtinio aušintuvo				8096760	W
Šilumos srauto nuostoliai šachtiniame aušintuve per sienes				3520	W
Šilumos srautas sugeneruotas iš šachtinio aušintuvo				5670000	W
Šilumos srauto nuostoliai šachtiniame aušintuve per sienes				25291	W
Skirtumas:				2448531	W

4. Apskaičiuojame, kokios temperatūros oras patenka į krosnį iš aušintuvų.			
$Q = G \cdot c \cdot (T_{pr} - T_{gal.})$ (4)		$T_{gal.} = (Q / (G \cdot c)) - T_{pr.}$ (6)	
G - našumas, kg/s			
c - savitoji šiluminė talpa, J/(kg·K)			
Eil. Nr.	Naujas šachtinis šaldytuvas	Eil. Nr.	Esamas šaldytuvas
1	G - 32766,0 kg/s	1	G - 23220,0 kg/s
2	c - 1142 J/(kg·K)	2	c - 1142 J/(kg·K)
3	Q= 29135663088 W	3	Q= 20320951011 W
4	T(pr.) - 15 °C	4	T(pr.) - 15 °C
5	T(gal.) = 793,6 °C	5	T(gal.) = 751,3 °C
5. Apskaičiuojame, kiek papildomos energijos suteikia pašildytas oras.			
$Q = L \cdot (h - h_0)$ (7)			
L - oro srautas m ³ /h ; kg/s			
h – entalpija oro iš pašildytuvo			
h ₀ – entalpija aplinkos oro			
Eil. Nr.	Naujas šachtinis pašildytuvas	Eil. Nr.	Esamas pašildytuvas
1	L = 32766,00 kg/h	1	L = 23220,00 kg/h
2	h ₀ = 40000	2	h = 40000
3	h = 880000	3	h ₀ = 859000
4	Q= 27523440000 W	4	Q= 19017180000 W
5	Q = 27523,4 MJ/h	5	Q = 19017,2 MJ/h
Šiluminė energija iš šachtinio pašildytuvo išreikšta MJ			27523,4 MJ/h
Šiluminė energija iš esamo būgninio pašildytuvo išreikšta MJ			19017,2 MJ/h
Skirtumas:			8506,3 MJ/h
Šiluminė energija iš šachtinio pašildytuvo perskaičiuota anglimi			0,27618 t/h
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras malta anglis			40,05 Eur/h
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras malta anglis			268146 Eur/metus
Šiluminė energija iš šachtinio pašildytuvo perskaičiuota duju kubiniais metrais			232,41 m ³
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras gamtinės dujos			225,44 Eur/h
Piniginė išraiška, priimant kad naudojamas kuras gamtinės dujos			1509540 Eur/metus

2.5 Lentelė. Apskaičiuojame kiek reikalinga anglies klinties išdegimui.

1. Esama technologinė linija.			
Eil. nr.	Medžiaga:	Kiekis	Vnt.
1	Energijos kiekis reikalingas 1-am kg klinties išdegti.	0,425	Mcal/kg
2	Energijos kiekis reikalingas 1-am kg klinties išdegti.	1,781	MJ/kg
3	Naudojamos anglies kaloringumas	30,87	MJ/kg
4	Klinties našumas	15000	kg/h.
5	Reikalingas energijos kiekis 15000 kg klinties išdegti	26711,25	MJ
2. Apskaičiuojamas šilumos balansas 15000 kg klinties išdegti			
1	Šilumos energija reikalinga dekarbonizatoriuje klinčiai pašildyti iki 950 °C temperatūros	14599,4	MJ
2	Šilumos energija reikalinga pašildytoms kalkėms išdegti	12111,89	MJ
3	Šilumos energijos nuostoliai pašildytuve	2270,93	MJ
4	Šilumos energijos nuostoliai sukamojoje krosnyje	6253,57	MJ
5	Šilumos energijos nuostoliai būgninio aušintuvo	91,05	MJ
6	Šilumos energija gaunama iš būgninio aušintuvo	19017,18	MJ
7	Šilumos energija reikalinga orui sušildyti	28132,82	MJ
8	Šilumos energija gaunama sudeginant visą reikiama kiekį anglies	44464,21	MJ
9	Pagaminama, gaunama šiluminė energija	63481,39	MJ
10	Sunaudojama šiluminė energija	63459,63	MJ
11	Skirtumas:	21,77	MJ
3. Naujai projektuojama technologinė linija			
1	Energijos kiekis reikalingas 1-am kg klinties išdegti.	0,425	Mcal
2	Energijos kiekis reikalingas 1-am kg klinties išdegti.	1,781	MJ/kg
3	Naudojamos anglies kaloringumas	30,87	MJ/kg
4	Klinties našumas	20000	kg/h.
5	Reikalingas energijos kiekis 20000 kg klinties išdegti	35615	MJ
4. Apskaičiuojamas šilumos balansas 20000 kg klinties išdegti			
1	Šilumos energija reikalinga dekarbonizatoriuje klinčiai pašildyti iki 950 °C temperatūros	23369,2	MJ
2	Šilumos energija reikalinga pašildytoms kalkėms išdegti	12245,84	MJ
3	Šilumos energijos nuostoliai pašildytuve	30,87	MJ
4	Šilumos energijos nuostoliai sukamojoje krosnyje	4305,07	MJ
5	Šilumos energijos nuostoliai būgninio aušintuvo	12,67	MJ
6	Šilumos energija gaunama iš būgninio aušintuvo	27523,44	MJ
7	Šilumos energija reikalinga orui sušildyti	37510,43	MJ
8	Šilumos energija gaunama sudeginant visą reikiama kiekį anglies	49979,94	MJ
9	Pagaminama, gaunama šiluminė energija	77503,38	MJ
10	Sunaudojama šiluminė energija	77473,49	MJ
11	Skirtumas:	29,89	MJ

2.6 Lentelė. Energijos ir ekonomijos rodikliai.

Eil. nr.	Pavadinimas	Skaitinė išraiška	vnt.
1	Šaldytuvų šiluminės energijos nuostoliai per sienes	50629259,52	MJ/metus
2	Šaldytuvų šiluminės energijos nuostoliai per sienes	238352,03	Eur/metus
3	Krosnies šiluminės energijos nuostoliai per sienes	11597461,82	MJ/metus
4	Krosnies šiluminės energijos nuostoliai per sienes	54598,44	Eur/metus
5	Krosnies pakūrimo metu energijos sąnaudų skirtumas	966533	MJ/metus
6	Krosnies pakūrimo metu energijos sąnaudų skirtumas, eur	76847,27	Eur/metus
7	Pašildytuvų šiluminės energijos nuostoliai per sienes	15003160,34	MJ/metus
8	Pašildytuvų šiluminės energijos nuostoliai per sienes	70467,22	Eur/metus
9	Bendras sutaupyta šilumos kiekis per metus	78196414,37	MJ/metus
10	Sutaupyta šilumos kiekis perskaičiuotas anglimi	2532,93	t/metus
11	Priimama kaina už vieną kWh elektros energiją	0,09	ct.
12	Vienai tonai anglies sumalti sunaudojama energijos	166,00	kW
13	Elektros energijos sutaupymas malant mažesnį kiekį anglies	37841,98	Eur/metus
14	Naudojant naujesnį dūmtraukį elektros sąnaudos sumažėja 300 kW/h	160704,00	Eur/metus
15	Bendras sutaupyta anglies kiekis per metus	2532,93	t/metus
16	Bendras sutaupyta anglies kiekis per metus, eur	367274,86	Eur/metus
17	Sutaupyta dujų kiekis per metus, eur	76847,27	Eur/metus
18	Sutapyta el. energijos naujo dumsurbio darbo metu, eur	160704,00	Eur/metus
19	Sutaupyta elektros energija malant mažiau anglies, eur	37841,98	Eur/metus
20	El. Energijos, kieto kuro, dujų sutaupymas išreikštas eur.	642668,11	Eur/metus

Šiluminiai įrenginių skaičiavimai atlikti pagal [23, 24] metodinius nurodymus, matome ryškius šiluminės energijos nuostolių skirtumus tarp esamų įrengimų ir norimų įdiegti. Taip pat matome ir elektros energijos sąnaudų sumažėjimą, kieto kuro, bei gamtinių dujų sunaudojimo skirtumą.

Įdiegus šiuos įrenginius padidėja gamybinis našumas, kas sumažina savikaina (tikslus savikainos sumažėjimas pateikiamas skyriuje: „Ekonominiai skaičiavimai“)

Visi šie pokyčiai, pagal atliktus skaičiavimus per metus įmonei sutaupo 642 688 eurus.

3 Tiriamoji dalis

Darbo tikslas: Atlikti Karpėnų karjero klinties degimo kinetikos tyrimus ir pagal gautus duomenis pateikti rekomendacijas gamybiniam procesui gerinti.

Naudotos žaliavos. Darbe naudota Karpėnų karjerų klintis, kurios cheminė sudėtis nustatyta pagal [1] metodinius nurodymus, ir pateikta 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Naudojamos žaliavos sudėtis.

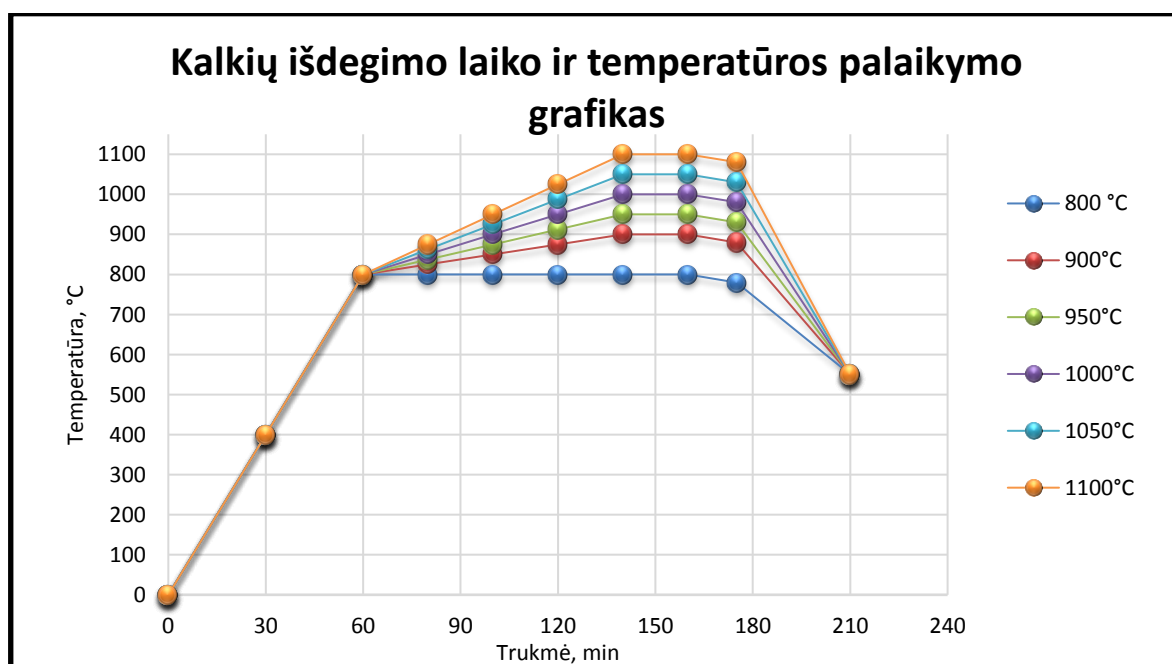
Sudėtis	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CO ₂
Kiekis, %	52,05	0,49	0,341	1,11	0,277	0,11	0,03	45,59

Žaliava paimama atsitiktine tvarka skirtingose karjero vietose, susmulkinama ir gerai sumaišoma, kad gautųsi vienalytė pagal sudėtį žaliava ir galėtume palyginti temperatūros įtaką gauto produkto sudėčiai ir savybėms. Žaliavos pavyzdžiai prieš degant išdžiovinami.

3.1 Tyrimo metodai ir įranga

Klinties pavyzdžiai, frakcija 30-50 mm buvo džiovinami džiovinimo spintoje 105±5°C temperatūroje 2 h.

Klintis buvo degama mufelinėje krosnyje 800°C; 850°C; 900°C; 950°C; 1000°C; 1050°C; 1100°C temperatūrose. Temperatūros kėlimo greitis pateiktas 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Klinties degimo temperatūros kitimas.

Skirtingose temperatūrose išdegti bandiniai buvo sumalti laboratoriniame rutuliniame malūne, persijoti per 80 μm skylių dydžio sietą ir sudėti į hermetiškas talpas.

Degimo produktuose nustatytas:

aktyvaus CaO+MgO kiekis, %;

hidratinio vandens ir CO₂ kiekis, %;

kalkių gesinimosi trukmė ir temperatūra.

Taip pat atlikta produkto rentgenodifrakcinė analizė.

Aktyvaus CaO+MgO kiekio analizė. Pasveriami 1 g kalkių analizinėmis svarstyklėmis, supilama į kūginę kolbą (karščiui atsparią), įpilama distiliuoto vandens ir ant elektrinės plytelės lėtai kaitinama iki užvirimo. Nuėmus bandinys atvėsinamas, įlašinus kelis lašus indikatoriaus fenoftaleino, maišant titruojama 1 N druskos rūgšties tirpalu, kol išnyksta rausva spalva. Jei per 8 minutes spalva nebeatsiranda, titravimas laikomas baigtu [1].

Bendras aktyvių CaO ir MgO kiekis, %, suskaičiuojamas:

$$A = \frac{V \cdot T_{CaO} \cdot 100}{m}; \quad (8)$$

čia A – bendras aktyvių kalcio ir magnio oksidų kiekis, %; V – titravimui sunaudotas 1N druskos rūgšties tirpalo kiekis, ml; T_{CaO} – 1N druskos rūgšties tirpalo titras, išreikštas CaO g; m – pasvertų kalkių kiekis, g.

Kalkių gesinimosi trukmės ir temperatūros tyrimas. Kalkių kiekis reikalingas atlikti bandymą apskaičiuojamas pagal formulę:

$$m = \frac{1000}{A}, \text{ g}; \quad (9)$$

čia A - bendras aktyvių kalcio ir magnio oksidų kiekis, %;

Pagal (2) formulę paskaičiuota kalkių masė (m), supilama į 0,5 l talpos termosą, užpilama 25 ml. 20 °C temperatūros distiliuotu vandeniu, sumaišoma stikline lazdele ir sandariai užkemšama kamščiu su įstatytu į jį termometru, (termometro daviklis turi būti tinkamo ilgio, kad pasiektų termosą apačioje kalkių/vandens tešlą) [1].

Gesinimas laikomas baigtu, jei per 4 minutes temperatūra nepakyla daugiau kaip 1°C. Gesinimo trukmė vadinamas laikas nuo vandens užpylimo momento, iki to momento, kai temperatūros kilimas nėra didesnis 0,25 °C per minutę [1].

Hidratinio vandens ir CO₂ nustatymas. Išdegtas sausas porcelianinis tигlis pasveriamas analizinėmis svarstyklėmis ir į jį įdedama tiksliai pasvertas 1 g kalkių. Tигlis kaitinamas mufelinėje krosnyje 2 valandas, palaikant 520±5 °C. Bandinys ataušinamas eksikatoriuje ir fiksuojama jo masė.

Hidratinio vandens kiekis W, %, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G} \cdot 100; \quad (10)$$

čia G–kalkių bandinio masė, g; G₁–tigelio su kalkėmis prieš kaitinimą masė, g; G₂–tigelio su kalkėmis po kaitinimo masė, g; W–hidratinio vandens kiekis.

Pasvertas bandinys su tomis pačiomis kalkėmis 1 valandai dedamas į krosnį, kur palaikoma 925±5°C temperatūra. Po valandos ataušinama eksikatoriuje ir pasveriamas.

CO₂ kiekis % apskaičiuojamas pagal formulę:

$$CO_2 = \frac{G_2 - G_3}{G} \cdot 100; \quad (11)$$

čia G₂–kalkių bandinio masė, po išdegimo 520 ± 5°C temp, g; G₃–tigelio su kalkių bandinio masė po išdegimo 952 ± 10°C temp, g; G – kalkių bandinio masė [1].

Rentgenodifrakcinė analizė atlikta difraktometru Brucker D8. Naudota: spinduliuotė–CuK_α; filtras–Ni; detektoriaus judėjimo žingsnis 0,02 °; intensyvumo matavimo trukmė žingsnyje – 0,5 s, antodinė įtampa U_a = 40kV, srovės stipris I=40 mA. Rentgeno difrakcinės analizės matavimų tikslumas 2q=0,01 °.

3.2 Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Kalkių kokybę nusakoma standartu *IST 5308532-3: 2004*, kuriame pagrindiniai kokybiniai rodikliai yra šie:

- visuminis CaO ir MgO oksido aktyvumas;
- gesinimosi trukmė ir temperatūra;
- hidratuoto vandens kiekis išdegtose kalkėse;
- CO₂ kiekis išdegtose kalkėse;

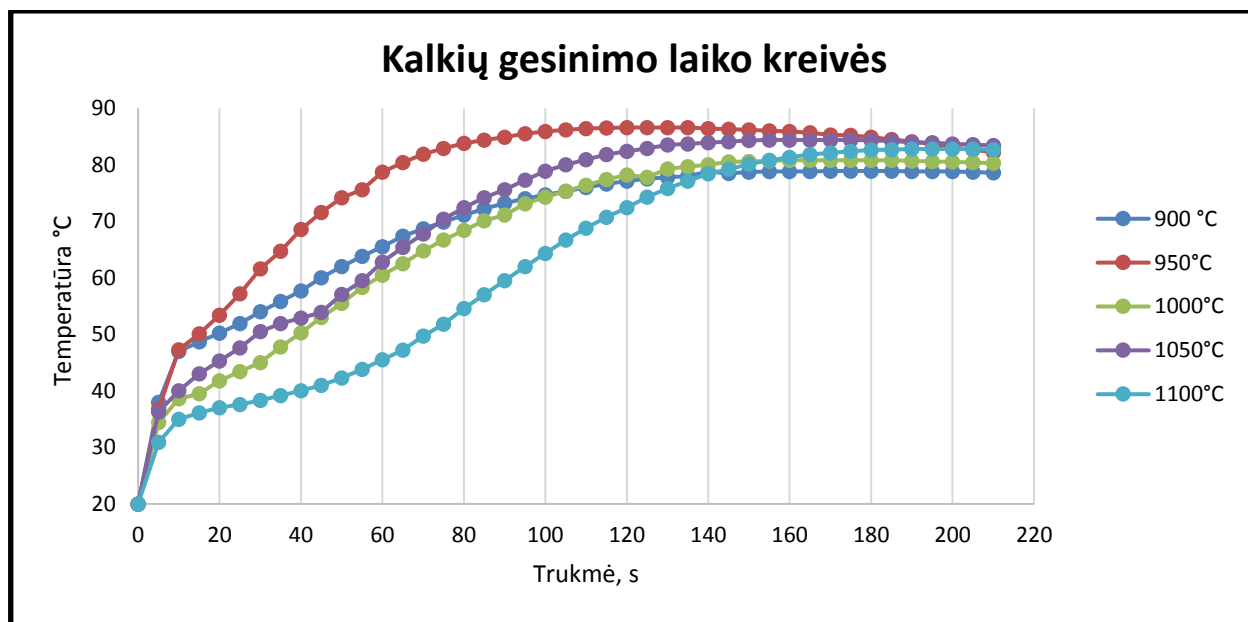
Kalkės buvo degamos šešiuose skirtingose temperatūrose. Aktyvių CaO ir MgO kiekis produkte prie skirtingų degimo temperatūrų pateiktas 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Bendras aktyvių CaO ir MgO kiekis.

Bandinys išdegtas prie temperatūros:	Bendras aktyvių CaO ir MgO oksidų kiekis, %
800 °C	12,61
900°C	40,37
950°C	69,81
1000°C	88,88
1050°C	88,60
1100°C	91,97

Kalkės išdegtos šešiuose skirtingose temperatūrose. Remiantis bandymu, kuris nusako bendrą aktyvių CaO ir MgO kiekį galima daryti prielaidą, kad kalkės tinkamai išdegtos ne žemesnėje, kaip 1000 °C temperatūroje.

Suskaičiavus visų bandinių bendrą kalcio ir magnio aktyvumą ir nustatius kiek reikia kalkių masės atlikti kalkių gėsinimo bandymą. Kalkių gėsinimo temperatūra fiksuojama kas 5 sekundes, tyrimo rezultatai pateikiami 3.2 pav.



3.2 pav. Kalkių gėsinimo metu temperatūros kitimo kinetika.

Atlikti kalkių gesinimo bandymai esant penkioms skirtingoms temperatūroms (žemiausioje temperatūroje, esant 800°C kalkių beveik nesusidarė, todėl atlikti kalkių gesinimo bandymą neaktuali).

Iš kreivių rodmenų rezultatų galima teigti, kad nuo to, kokioje temperatūroje buvo degtos kalkės (taip pat ir nuo režimo) priklauso kalkių gesinimosi laikas.

Hidratinio vandens ir CO₂ kiekio nustatymo duomenys pateikti 3.3, 3.4 ir 3.5 lentelėse.

3.3 lentelė. Išdegtų bandinių prie skirtingų temperatūrų masės.

Bandinys prie išdegtos temp.	Tiglio masė, g	Kalkių masė, g	Tiglio su kalkėmis masė, g	Tiglio su kalkėmis masė, po įkaitinimo 520 °C	Tiglio su kalkėmis masė, po iškaitinimo 980°C
800°C	11,1906	1	12,1906	12,1893	11,815
900°C	9,8531	1	10,8531	10,8519	10,6295
950°C	11,3311	1	12,3311	12,3291	12,2337
1000°C	12,5695	1	13,5695	13,5649	13,5591
1050°C	10,5011	1	11,5011	11,4971	11,4923
1100°C	12,311	1	13,311	13,3069	13,3024

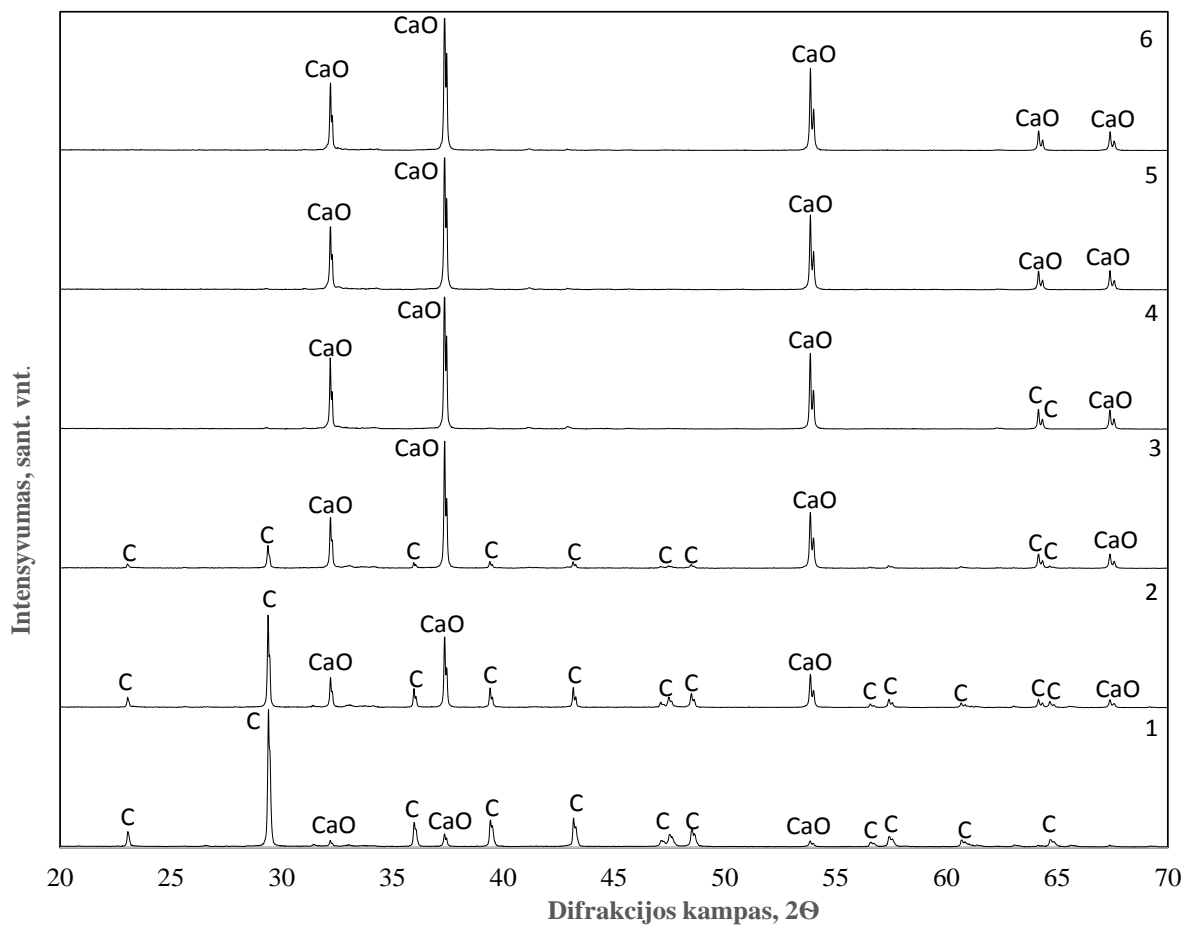
3.4 lentelė. Hidratinio vandens kiekis, % skirtingoje temperatūroje išdegtų bandinių.

Hidratinio vandens kiekis, %					
800°C	900°C	950°C	1000°C	1050°C	1100°C
0,13	0,12	0,10	0,08	0,02	0,00

3.5 lentelė. CO₂ kiekis, % skirtingoje temperatūroje išdegtų bandinių.

CO ₂ kiekis, %					
800°C	900°C	950°C	1000°C	1050°C	1100°C
37,43	22,24	9,64	0,96	0,86	0,83

Iš gautų duomenų galima daryti išvadas, kad degant mufelinėje krosnyje, ryškūs CO₂ pėdsakai išnyksta viršijus 1000 °C. Tai patvirtina ir rentgenogramos, pateiktos 3.3 paveiksle.



3.3 pav. Skirtingoje temperatūroje išdegtų bandinių rentgenodifrakcinės analizės kreivės:
 1–klintis išdegta prie 800 °C, 2–900 °C; 3–950 °C; 4–1000°C; 5–1050°C; 6–1100 °C;
 C–kalcio karbonatas; CaO–kalcio oksidas.

Pagal gautus duomenis matome, kad kalcio karbonato užuomazgų gaminyje yra net pasiekus 950 °C, o kalcio oksidas jau pradeda formotis nuo 800 °C.

3.3 Tiriamosios dalies išvados

Atlikus tyrimą nustatyta, kad Karpėnų karjero klintis yra tinkama užtikrinti norimos produkcijos kokybę. Priimame prielaidą, kad žaliava bus tiekama vienodos cheminės sudėties, visos gamybos metu, parinkus tinkamą gamybos procesą, galima užtikrinti stabilią produkciją.

Pagal gautus tyrimo rezultatus gamybos proceso metu, temperatūra degimo zonoje turi pasiekti 1100 C° ir išbūti joje 15–20 min. Tokį žaliavos judėjimo greitį užtikrina tinkamas krosnies sukimo greitis. Esant nustatytai temperatūrai iš klinties pašalinamas reikiamas CO₂ kiekis, kad pagaminti CL–90 rūšies negesintas kalkes.

Tyrimų rezultatai rodo, kad toks kalkių degimo ciklas efektyviai pašalina reikiamą CO₂ kiekį, o bendras CaO ir MgO kiekis atitinka įmonės kokybės reikalavimus. Taip pat parinktas ciklas neturi neigiamo poveikio kalkių gesinimosi trukmei, pasišalinamas visas hidratinio vandens kiekis.

Atliktas papildomas rentgenodifrakcinės analizės tyrimas, kuris patvirtino prieš tai gautus rezultatus. Norint užtikrinti CL–90 negesintų kalkių kokybę, gamybą rekomenduotina vykdyti 1100 C° temperatūroje.

4 Technologinė dalis

4.1 Žaliavų ir produkto charakteristikos bei reikalavimai

Klintis. Klintis kalkėms degti tiekama iš Karpėnų karjero. Klintį sudaro itin smulkūs kalcito kristalėliai (0,008–0,03 mm), tarp kurių pasitaiko ir molio, kvarco, dolomito dalelių ir smiltelių. Klintis yra organinės ir cheminės kilmės uoliena. Organinės kilmės klintį sudaro vandens gyvūnų kiautai. Klinties, tinkamos kalkių gamybai, telkiniai susidarę permo periode ir sudaro 10–30 m storio klodą, kuris negiliai nuo žemės paviršiaus (2–15 m gylyje) slūgso šiaurrytinėje Akmenės rajono dalyje. Klinties panaudojimas kalkių gamybai priklauso nuo priemaišų kiekio, viena iš pagrindinių, sudarančių didžiausią procentą, magnio karbonatas. ($MgCO_3$), kurio Karpėnų karjere žaliavoje yra 1-2,5 %. Kuo daugiau priemaišų žaliavoje, tuo mažiau procentų yra $CaCO_3$, kas lemia žemesnės klasės kalkes.

Norint gaminti greit besigesinančias CL-90 kalkes (CL-90 parodo, kad kalkėse CaO yra nemažiau kaip 90 %) žaliavoje turi būti mažiau kaip 10 % priemaišų. Kaip tik tokie klodai ir yra Karpėnų karjere.

4.1 lentelė. Klinties cheminė sudėtis.

Oksidas	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CO ₃
Kiekis, %	52,05	0,49	0,341	1,11	0,277	0,11	0,03	45,59

Anglis. Anglis yra tiekama iš Baltarusijos, frakcija 30–50 mm ir malama vertikaliame anglies malūne iki smulkumo, kuris neviršija 20 % ant 80 mikronų dydžio skylių sieto. Naudojamos anglies kokybiniai rodikliai pateikiami 4.2 lentelėje.

4.2 lentelė. Anglies kokybiniai rodikliai.

Nr.	Savybės	Vertė
1	Drėgmė, %	4,8
2	Lakios dalys, %	18,8
3	Peleningumas, %	
3.1	Peleningumas (drėgnos), %	7,6
3.2	Peleningumas (sausos), %	7,7
4	Šiluminė vertė, cal/g	
4.1	Grynasis šilumingumas (drėgnos), cal/g	7264
4.2	Šilumingumas (sausos) masės cal/g	7377
5	Anglis, %	
5.1	Elementinės anglies dalis (drėgna), %	80,7
5.2	Elementinės anglies dalis (sausas), %	81,9
6	Siera (drėgna), %	0,22

Negesintos kalkės. Orinės negesintos kalkės yra karbonatinių uolienu (klinties, kreidos ir pan.) degimo produktas. Klinties pagrindinė sudedamoji kalcio karbonatas CaCO_3 , kuo žaliavoje daugiau kalcio karbonato, tuo geresnės kokybės negesintas kalkes galima išgauti, produkte susidaro didesnis CaO procentinis kiekis. Klintis degama 900–1200 °C temperatūroje iki visiško CO_2 pašalinimo pagal reakciją:



Proceso metu be pagrindinio produkto CaO , susidaro šiek tiek ir MgO , jo kiekis medžiagoje priklauso nuo esamo kiekio žaliavoje. Proceso metu vykstanti reakcija:



Didesnis bazinių oksidų kiekis (CaO ir MgO) kalkėse užtikrina plastiškesnę kalkių tešlą, ir tuo pačiu aukštesnę jų rūšį. Nepasigesinusių smulkiųjų dalelių, kurioms priklauso nevisiškai išdegta arba perdegta klintis, kiekis pablogina kalkių kokybę. Kalkės dažniausiai degamos šachtinėse arba sukamosiose krosnyse.

Kalkių gamybos procese, degant klintį, pašalinamas CO_2 , kuris sudaro ~ 44 % CaCO_3 masės, todėl proceso metu susidaro poringi negesintų kalkių gabalai, kurie yra sumalami gaminant negesintas maltas kalkes.

Pagrindiniai orinių kalkių keliami reikalavimai yra:

- Aktyvumas;
- Kalkių tešlos išeiga;
- Gesinimosi greitis. Pagal jį kalkės skirstomos į:
 - Greitai besigesinančias (gesinimosi trukmė 3–8 min.);
 - Vidutiniškai besigesinančias (8–20 min.);
 - Lėtai besigesinančias (20 min ir daugiau).

Darbe yra analizuojama tik greitai besigesinančių kalkių tyrimai, bei gamyba.

4.2 Technologinio proceso aprašymas

4.2.1 Kieto kuro paruošimas.

Kieto kuro paruošimo technologinę liniją sudaro įranga ir agregatai, skirti kieto kuro paruošimui. Naftos kokso, antracito, akmens anglies malimui skirta malimo įranga su džiovinimu yra aprūpinta pneumatiniu kontūru. Kaip pagrindinis įrenginys kieto kuro malimui yra vertikalus ritininis malūnas (našumas 3 t/h), kurio vidiniame kontūre lygiagrečiai vyksta malimo ir džiovinimo procesai su įmontuotu dinaminio separatoriumi.

Į kieto kuro malimo gamybos technologinės įrangos komplekto sudėtį taip pat įeina kieto kuro miltelių sandėliavimo bunkeris ir CO₂ gesinimo stotis. Grandininis konvejeriu gabalinis kietas kuras paduodamas į vertikalų malūną. Sumaltas kuras ventiliatoriumi išsiurbiamas ir traukiamas į rankovinius filtrus, kuriuose sumalta anglis nusodinama, išpurtoma ir sraigtniu transporteriu transportuojama į malto kieto kuro silosą.

4.2.2 Klinties paruošimas iki degimo.

Trupinta klintis, kurios frakcija 20-50 mm atvežama autotransportu ir išpilama į žaliavų sandėlį, iš trupintos klinties sandėlio juostinių transporterių pagalba paduodama į tarpinį bunkerį, kurio talpa yra 50 t. Iš bunkerio klintis per srauto reguliavimo užsklandą patenka ant juostinio transporterio. Ant transporterio yra sumontuotos juostinės svarstyklės, kuriomis dozuoja į skipo kaušą nr. 10 juostiniu transporteriu paduodama klintis. Skipo kaušo darbinė talpa yra 1,7 m³. Užpildžius kaušą klintimis, stabdomas juostinis transporteris, uždaroma bunkerio užsklanda. Klintis skipo kaušu yra pakeliama į viršų ir išpilama į priėmimo bunkerį. Per valandą sunaudojama 20-21 t klinties.

Bunkerio pakrovimas virš dekarbonizatoriaus valdomas priklausomai nuo klinties kiekio bunkeryje minimalaus lygio, o esant maksimaliam lygiui, bunkerio pakrovimas sustoja. Bunkerio tūris virš dekarbonizatoriaus yra 12 m³. Iš bunkerio klintis per vamzdyną patenka į pakrovimo kamerą, skirtą klinties, esančios dekarbonizatoriuje nr. 12 atskyrimui. Pakrovimo kameroje įstatytas dūmtakis karštų dūmų-dujų ištraukimui. Dūmtakio padėtis reguliuojama sklendžių, esančių kameros viršuje, pagalba. Reguluojant dūmtakio padėtį galima pakeisti pašildytos klinties sluoksnio aukštį. Dirbant, pakrovimo kamera ir bunkeris turi būti pakrauti klintimi ne mažiau kaip iki minimalaus lygio. Toks pakrovimo kameros ir bunkerio užkrovimo klintimi lygis sudaro hermetišką užtvarą, užkertančią kelią pašalinio oro įsiurbimui į dekarbonizatorių.

Iš pakrovimo kameros klintis patenka į pašildymo kamerą, kur esant priešpriešiniam karšto oro srautui iš besisukančios krosnies, į klintį patenka karštos dujos, kas sąlygoja klinties

išdžiovinimą, pašildymą ir dalinę jos dekarbonizaciją. Dekarbonizatorius išklotas atspariu karščiui sluoksniu, užkertančiu kelią šilumos nutekėjimui į aplinką. Pakaitinta klintis, išėjusi iš pašildymo kameros, patenka į dozavimo kamerą, o po to per žemutinę atraminę dalį pakliūva į besisukančią krosnį.

Atskiri dekarbonizatoriaus mazgai, išskyrus pakrovimo kamerą, padengti futeruotės sluoksniu. Futeruotės sluoksnis sudarytas iš šamotinių plytų, kurių storis 400 mm. Sunkiai prieinamose vietose, arba tose, kur fiziškai negalima iškloti šamotinių plytų, naudojamas aukšta temperatūrinis cementas, tikslu sumažinti šilumos nuostolius iki minimumo.

Dekarbonizatorius sukomplektuotas su 8-iomis pagrindinėmis ir 8-iomis papildomomis pneumo patrankomis, įtaisytomis pašildymo kameroje, 4-iomis dozavimo kameroje ir dviem papildomomis krosnies pakrovimo dalyje. Montavimo taškai parinkti pagal numanomas klinkių nusėdimo vietas. Oro patrankų eksploatacija ir jų valdymas vykdomas pagal atreguliuotą programą arba rankiniu būdu.

Žemutinė atraminė dekarbonizatoriaus dalis jungiasi su papildomai pastatyta besisukančios krosnies pakrovimo sekcija $\varnothing 2,7 \times 2$ m.

Klinteris transportavimo iš trupintos klinteris sandėlio į dekarbonizatorių metu į aplinką dulkės neišsiskiria, kadangi klinteris drėgmė yra apie 13–16 %. Šachtinio tipo dekarbonizatorius skirtas pakaitinimui ir dalinei 20–50 mm klinteris dekarbonizacijai prieš išdegimą sukamojoje krosnyje. Klintis dekarbonizatoriuje pašildoma dujomis iš sukamosios krosnies, esant ne aukštesnei kaip 1110 °C temperatūrai.

Iš dekarbonizatoriaus nutraukiamos degimo dujos (88000 m³/h.; t=180÷250 °C), per ortakį, ciklonus ir yra paduodamas į rankovinius filtrus. Juose oras yra išvalomas nuo teršalų (kietųjų dalelių). Išvalytos degimo dujos toliau dūmsiurbio pagalba per kaminą išmetamas į atmosferą.

4.2.3 Klinteris degimas sukamojoje krosnyje ir aušinimas

Sukamosios krosnies užkraunamajame gale baigiasi klinteris pakaitinimas. Žaliavos temperatūrai pakilus iki 700–800 °C, išdega organinės medžiagos, dalinai sutrūkinėja klinteris gabalėliai, medžiagos tūris padidėja 2–4%, o atsparumas gniuždant sumažėja 40–70%.

Klinteris išdega įkaitinus ją iki 900–1300 °C. Čia vyksta CaCO₃ ir MgCO₃ skilimas. Šios cheminės reakcijos endoterminės; joms vykstant sunaudojami dideli kiekiai šilumos ir išsiskiria CO₂ dujos.



Projektinis krosnies našumas 250 t/parą, 10,5 t/h.

Kalkės, kurių temperatūra yra $< 900^{\circ}\text{C}$ byra iš sukamosios krosnies, per perėją į šachtinį aušintuvą (našumas 14 t/h.). Jo paskirtis yra leisti susigulėti prie norimos temperatūros kalkėms, vykstant šiam procesui pilnai baigiamas fizikinis-cheminis kalkių kristalų persitvarkymas. Kalkės byrėdamos iš sukamosios krosnies užpildo aušinimo šachtą, kur susidaro kalkių sluoksnis.

Kalkių kiekis pakrovimo šachtoje reguliuojamas lygio daviklių pagalba. Aušinimo šachtoje vyksta šilumos mainai tarp kalkių ir aušinančio oro. Aušinantis oras patraukiamas iš aplinkos ir paduodamas į aušintuvą ventiliatorių pagalba (našumas $11000 \text{ m}^3 \text{ oro/h.}$). Pašildytas iki darbinės temperatūros max 600°C oras patraukiamas iš aušinimo šachtos į sukamąją krosnį. Iš šachtinio aušintuvo išdegtos kalkės vibromaitintuvais nukreipiamos ant kaušinio transporterio. Šis transporteris išdegtas kalkes paduoda į gabalinių kalkių sandėliavimo bunkerius.

4.2.4 Degtų kalkių malimas

Malimo skyriuje sumontuotas vertikalus ritininis malūnas KTM 1200. Gabalinės kalkės iš surinkimo bunkerio į malūną patenka per tarpinį bunkerį. Kalkių tiekimui į malūną skirtas lėkštinis tiektuvas su sklandžiu našumo reguliavimu $3\div 15 \text{ t/h.}$ Tiektuvo teleskopinė krovimo anga leidžia reguliuoti kalkių kiekį ant besisukančios lėkštės. Nuo tiektuvo kalkės nužeriamos nužerimo peiliu.

Ant malimo disko kalkės susmulkinamos dviem bėgūnais. Malimo ritiniams prispausti yra naudojamas hidraulinis–pneumatinis įrenginys, kuriuo galima reguliuoti prispaudimo jėgą.

Malūne sumaltos kalkės oro sraute nukreipiamos į separatorių, kuris yra sudėtinė malūno dalis. Separatorius atskiria stambią frakciją (kalkių grūdelius), kurie grąžinami atgal ant malimo disko. Separatoriaus sudėtyje yra kreipiamosios mentės, kurios reguliuojamos rankiniu būdu reguliavimo sraigtu. Separatoriaus su diržine pavara apsukas reguliuoja dažnių keitiklis. Kalkių malimo smulkumas reguliuojamas reguliuojant oro kiekį ir separatoriaus apsukas.

Sumaltos kalkės iš malūno per filtrą patenka į maltų kalkių bunkerius, o iš jų, kameriniais siurbliais per vamzdynus paduodamos į gatavos produkcijos esamus silosinius sandėlius.

4.3 Įrenginių skaičiavimas ir parinkimas

Negesintų kalkių linijos modernizacijos projekte bus įdiegiami du nauji įrengimai: dekarbonizatorius PKZM 10 ir šachtinis aušintuvas SCZM–7, koreguojama sukamoji krosnis. Įdiegus naujus įrenginius padidėja našumas, užtikrinti nuoseklią ir nepertraukiamą gamybą technologinėje linijoje atliekamos korekcijos. Įrengimų pokyčiai neatliekami, jų našumas yra pakankamas užtikrinti nepertraukiamą gamybą. Naujų įrengimų diegimas ir esamų rekonstrukcija pateikiama lentelėje nr. 4.3.

4.3 lentelė. Įrengimų lentelė.

Eil. nr.	Įrengimas/įrengimų kompleksas	Vnt.	Komentaras
1	Greiferiniai kranai	2	Paliekami esami, našumai pakankami
2	Žaliavos priėmimo bunkeris	1	Paliekamas esamas, tūris pakankamas
3	Vibrosietas	1	Paliekamas esamas, našumas pakankamas
4	Atsijų juostinis konvejeris	1	Paliekamas esamas, našumas pakankamas
5	Žaliavų juostiniai transporteris	1	Paliekamas esamas, našumas pakankamas
6	Žaliavų juostiniai transporteris	2	Diegiami du papildomi transporteriai
7	Žaliavos priėmimo bunkeris	1	Paliekamas esamas, tūris pakankamas
8	Skypinis keltuvas	1	Paliekamas esamas, našumas pakankamas
9	Šachtinis pašildytuvas/dekarbonizatorius	1	Diegiamas naujas
10	Sukamoji krosnis	1	Atliekamos korekcijos
11	Šachtinis aušintuvas	1	Diegiamas naujas
12	Gabalinių kalkių kaušinis konvejeris	1	Diegiamas naujas
13	Gabalinių kalkių bunkeriai	12	Paliekamas esamas, tūris pakankamas
14	Gabalinių kalkių juostiniai konvejeriai	1	Paliekami esami, našumai pakankami
15	Gabalinių kalkių bunkeris	1	Paliekamas esamas, tūris pakankamas
16	Kalkių malūnas	1	Paliekamas esamas, našumas pakankamas
17	Kalkių malūno sistema	1	Paliekama esama, našumas pakankamas
18	Pneumo kameriniai maltų kalkių siurbliai	2	Paliekami esami, našumai pakankami
19	Gelžbetoniniai maltų kalkių silosai	4	Paliekami esami, našumai pakankami
20	Kalkių pakavimo įrenginys	1	Paliekamas esamas
21	Kaminas	1	Paliekamas esamas

Negesintų maltų kalkių gamybos technologiniai įrengimai apskaičiuoti ir parinkti įvertinus, kad cecho metinis našumas 70 000 tonų kalkių, jei cechas dirbs 9 mėnesius arba 270 paras metuose po 2 pamainas per parą, kurių trukmė 12 valandų. Likę 3 mėnesiai yra planiniai sustojimai: atlikt įrengimų techninės būklės apžiūrą, pašalinti darbo eigoje atsiradusias problemas ar gedimus.

Minėtam kalkių kiekiui gauti reikia 133 920 t klinties, o jų išdegimui 9850 t anglies.

Pirmiausia paskaičiuojami žaliavų srautai kiekvienoje technologinėje operacijoje. Jie pateikti 4.4 lentelėje.

4.4 lentelė. Žaliavos ir kuro poreikių lentelė.

Eil. Nr.	Technologinė operacija	Kiekis per valandą, t	Kiekis per parą, t	Kiekis per metus, t
1	Kieto kuro (anglies) paruošimas	1,8	43,2	9850
2	Klinties paruošimas iki degimo	20	480	133920
3	Kalkių gamyba	10,5	250	70 000
4	Degtų kalkių malimas	10,5	250	70 000

4.3.1 Klinties sandėliavimo aikštelės ploto paskaičiavimas

Priimame, kad cechą dirbs 9 mėnesius per metus. Likę 3 mėnesiai yra planiniai sustojimai: atlikti įrengimų techninės būklės apžiūrą, pašalinti darbo eigoje atsiradusias problemas ar gedimus. Vykstant gamybai yra optimalu turėtų 5–8 parų žaliavos rezervą, tuo tikslu yra įvertinama žaliavos sandėliavimo aikštelė, jos plotas. Apskaičiuojamas būsimas tūris, priimama išvada dėl aikštelės praplėtimo:

Žaliava yra pilama į trikampės prizmės formos krūvą, kurios nuolydžio kampas 45° , žaliavos tankis $1,4 \text{ t/m}^3$.

Žaliavos kiekis užtikrinantis darbą aštuonioms paroms t: 3840;

Žaliavos kiekis perskaičiuotas m^3 : 2743.

Žaliavos aikštelės plotis 18 m, ilgis 45 m, vertikaliai į viršų žaliava gali būti užkrauta 8 metrus. Realus žaliavos sandėlio plotas: 3240 m^3 . Pagal paskaičiavimą matome, kad esamo žaliavų sandėlio pakanka.

4.3.2 Anglies sandėliavimo aikštelės paskaičiavimas.

Kietas kuras tiekiamas geležinkeliu, pusvagoniais, iš Baltarusijos. Tiekėjas pasirinktas, pagal tinkamiausius rodiklius, t. y. mažas pelenų kiekis, gautas sudeginus anglis, maža drėgmė, didelis kaloringumas, sąlyginai mažas lakiųjų komponentų kiekis, kaina.

Priimame, kad cechą dirbs 9 mėnesius per metus, bus pagaminama 70 000 tonų produkcijos, kuriai reikia 9850 tonų anglies per metus. Trupinta anglis pristatoma 3 kartus per metus, todėl kieto kuro atsargos pradėdant darbą turi būti ne mažesnės kaip:

$9850 / 3 = 3284 \text{ t}$ vienam gamybos ciklui.

Gabalinės anglies piltinis tankis priimamas $0,85 \text{ t/m}^3$, gabalinė anglis taip pat pilama į trikampės prizmės formą, su 45° nuolydžiu.

Anglies kiekis tikrinantis darbą trimis mėnesiams t : 3284;

Anglies kiekis perskaičiuotas m^3 : 3864.

Anglies aikštelės plotis 18 m, ilgis 55 m, vertikaliai į viršų žaliava gali būti užkrauta 8 metrus. Realus anglies sandėlio plotas: 3960 m^3 . Pagal paskaičiavimą matome, kad esamo anglies sandėlio ploto pakanka.

4.3.3 Naujai diejami juostiniai transporteriai.

Užtikrinti pakankamą ir nepertraukiamą gamybą, taip pat supaprastinti greiferinio krano operatoriaus darbą, pastatomi du nauji juostiniai transporteriai. Transporteriai parenkami iš katalogų, jų charakteristikos pateikiamos 4.5 lentelėje.

4.5 lentelė. Žaliavos transporterių charakteristikos.

Eil. nr.	Pavadinimas	Apibūdinimas
1	Juostinis transporteris	Technologinėje schemoje nr. 7
1.1	Transporterio ilgis	35
1.2	Juostos plotis	0,6 m
1.3	Našumas	28 t/h.
1.4	Polinkio kampas	0°
2	Juostinis transporteris	Technologinėje schemoje nr. 6
2.1	Transporterio ilgis	20
2.2	Juostos plotis	0,6 m
2.3	Našumas	28 t/h.
2.4	Polinkio kampas	30°

4.3.4 Dekarbonizatorius (šachtinis pašildytuvas)

Naujo, planuojamo diegti įrenginio pagrindiniai parametrai pateikiami 4.6 lentelėje.

4.6 lentelė. Dekarbonizatoriaus pagrindiniai parodymai, komplektacija.

Eil. nr.	Pavadinimas	Apibūdinimas
1	Pašildytuvo modelis	PKZM 10
2	Pašildytuvo našumas	480 t/parą
3	Pašildytuvo išmatavimai	Ilgis–4500 mm
		Plotis–12 000 mm
		Aukštis–33 500 mm
4	Futeruotės rūšis	Šamotas
5	Futeruotės storis	400 mm
6	Apžiūros liukai	5 vnt.
Pašildytuvo įrangai taip pat priskiriama:		
7	Hidraulinė iškrovimo sistema (atspari aukštai temperatūrai)	6 plokštės
8	Pneumo patrankos	22 vnt.
9	Kompresorius	2 vnt.

Šachtinis pašildytuvas, lyginant su esamaisiais įrengimais, yra naujos kartos įrenginys. Užpildomas žaliava iš viršaus su skypiniu keltuvu, viduje išklota 400 mm šamotinių plytų

futeruotė, kuri užtikrina mažus šiluminius nuostolius. Taip pat viršuje esančios karšto (atidirbusio oro) nutraukimo linijos, užtikrina tinkama oro srauto judėjimą. Šildytuvo šonuose yra sumontuota 22 pneumo patrankų, kurios skirtos užsistovėjusios žaliavos sukratymui tikslu pasiekti tolygesnį žaliavos dozavimą į krosnį.

4.3.5 Aspiraciniai įrengimai.

Švariai gamybai pasiekti, pagal projektuojamą našumą, susidariusį dulkių kiekį išhyti yra reikalingi ciklonai ir rankoviniai filtrai. Juos parenkame atlikus skaičiavimus:

Ciklonai parenkami apskaičiavus jų skersmenį:

$$D = 0.95 \cdot \sqrt{\frac{V^2 \cdot \rho \cdot \zeta}{\Delta p}} \quad (12) \qquad D = 0.95 \cdot \sqrt{\frac{5^2 \cdot 1 \cdot 160}{1411,2}} = 1,59 \text{ m} \quad (12.1)$$

V–aspiracinis oro kiekis m³/s;

ζ–kliūčių koeficientas (priimu 160);

Δp–ciklono hidraulinis pasipriešinimas N/m²;

w–oro greitis ciklone m/s (priimu 4,2);

ρ–oro tankis kg/m³ (priimu 1);

G–šachtinio pašildytuvo našumas (priimam 20 t/h);

K–oro sąnaudos šachtos ventiliacijai (priimu 0,9);

$$V = \frac{1000 \cdot G \cdot K}{3600 \cdot \rho} \quad (13) \qquad V = \frac{1000 \cdot 20 \cdot 0.9}{3600 \cdot 1} = 5 \text{ m}^3/\text{s} \quad (13.1)$$

$$\Delta p = \zeta \frac{w^2 \cdot \rho}{2} \quad (14) \qquad \Delta p = 160 \cdot \frac{4.2^2 \cdot 1}{2} = 1411.2 \text{ N/m}^2 \quad (14.1)$$

Pagal atliktus skaičiavimus parenku ciklonus, jų charakteristikos pateikiamos 4.7 lentelėje.

4.7 lentelė. Parenkamų ciklonų charakteristika.

Eil. nr.	Pavadinimas	Apibūdinimas
1	Ciklono modelis	ЦН
2	Ciklonų skaičius	4
3	Įrenginių efektyvumas	80–90 %
4	Ciklonų matmenys	Išorinis skersmuo–750 mm
		Kūginės dalies aukštis–1540 mm
		Bendras aukštis–4680 mm

Antrinio oro srauto valymo metu naudojami rankoviniai filtrai, jų išvalymo laipsnis 96–98 % Rankovinius filtrus parenkame paskaičiavus filtro audeklo filtravimo paviršių:

$$F = \frac{V}{W} \quad (15) \quad F = \frac{5 \cdot 3600}{45} = 400 \text{ m}^2$$

V – oro kiekis praeinantis per rankovinį filtrą m³/h;

W – filtracijos greitis m³/m²h (priimu 45).

Antriniam oro valymui parenkamų rankovinių filtrų charakteristikos pateikiamos 4.8 lentelėje.

4.8 lentelė. Rankovinių filtrų charakteristikos.

Eil. nr.	Pavadinimas	Apibūdinimas
1	Rankovinio filtro modelis	CMIЦ–801
2	Sekcijų skaičius	4
3	Filtrų skaičius	2
4	Išvalymo laipsnis	97–98 %
5	Sekcijų išmatavimai	Ilgis–4300 mm
		Plotis–5300 mm
		Aukštis–8600 mm

4.3.6 Sukamoji krosnis

Įdiegus naują pašildytuvą, žaliava greičiau pašyla ir greičiau išdega patekusi į krosnį, todėl norint užtikrinti norimus kalkių kokybės rodiklius, sukamosios krosnies atvėsimo zona sutrumpinama 10 metrų. Šiuo pokyčiu užtikrinamas ne per ilgas išdegtų kalkių užsibuvimas aukštoje temperatūroje, kas lemia ilgesnį kalkių gesinimosi laiką.

Sukamosios krosnies bendrosios charakteristikos įdiegus naujus įrengimus ir atlikus reikiamus pakeitimus pateikiamos 4.9 lentelėje.

4.9 lentelė. Sukamosios krosnies charakteristikos.

Eil. nr.	Pavadinimas	Apibūdinimas
1	Modelis	
2	Našumas (kalkių)	10.5 t/h.
3	Futeruotės medžiaga	Šamotas ir chrommagnezitas
4	Polinkio kampas	4 laipsniai
5	Apsisukimų skaičius per minutę	max 2
6	Matmenys	Ilgis 40,5 m
		Išorinis skersmuo–2,7 m
		Vidinis skersmuo–2,16 m

4.3.7 Šachtinis aušintuvas

Naujo, planuojamo diegti įrenginio pagrindiniai parametrai pateikiami 4.10 lentelėje:

4.10 lentelė. Šachtinio aušintuvo charakteristikos.

Eil. nr.	Pavadinimas	Apibūdinimas
1	Šachtinio aušintuvo modelis	SCZM-7
2	Šachtinio aušintuvo našumas	14 t/h.
4	Šachtinio aušintuvo išmatavimai	Ilgis 4000 mm.
		Plotis 3000 mm.
		Aukštis 7200 mm.
5	Iškrovimo sistema	Vibrosijotuvai
6	Vibrosietų kiekis	4 vnt
7	Apžiūros liukai	2 vnt
Šachtinio aušintuvo įrangai taip pat priskiriama:		
9	Kompresorius	1 vnt

Šachtinio aušintuvo konstrukcija yra tokia, kuri sulauko kuo įmanoma daugiau šilumos, tikslu išlaikyti kalkes reikiamoje temperatūroje. Kalkių išlaikymas šaldytuve, reikalauja mažiau

šiluminės energijos negu sukamojoje krosnyje. Tokiu būdu sutaupomas kuras. Taip pat patiriama mažiau šilumos nuostoliu per sienes.

4.3.8 Kaušinis transporteris

Įdiegus naujoves ir pakoregavus technologinę liniją reikalinga įdiegti papildomą, naują kaušinį transporterį. Įrenginys parenkamas iš katalogų, jo pagrindinės charakteristikos pateikiamos 4.11 lentelėje.

4.11 lentelė. Kaušinio transporterio charakteristikos.

Eil. nr.	Pavadinimas	Apibūdinimas
1	Kaušinis transporteris	Technologinėje linijoje pažymėtas nr. 15
2	Modelis	KTS 400
3	Ilgis	49 m
4	Polinkio kampas	40 °
5	Kaušų skaičius	240
6	Plotis	0,45 m
7	Našumas	18 t/h.

5 Statybinė dalis

5.1 Bendrieji cecho techniniai rodikliai

AB „Naujasis kalcitas“ – moderni, vidutinio dydžio, besivystanti įmonė. Įmonės kalkių gamybinis cechasis įsikūręs Akmenės rajone, netoli Ventos kaimo. Cecho plotas užima 18 ha plotą. Vanduo reikalingas gamybai imamas iš pačios įmonės gręžinių, elektros energija tiekama iš termofikacinės elektrinės, gamtinės dujos tiekiamos iš Šiaulių energijos.

AB „Naujasis kalcitas“ savo veiklą pradėjo 1998 m. Šiuo metu įmonės metinis našumas siekia 50 000 tonų per metus. Siekiant efektyviau išnaudoti esamus įrengimus, padidinti našumą ir esant galimybei sumažinti energijos sąnaudas tikslinga yra atlikti kalkių gamybos cecho renovaciją [24].

5.1 lentelė. Bendrieji cecho techniniai rodikliai.

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
	I. SKLYPAS		
1	1.1. sklypo plotas	ha	18
	1.2. statinių užimtas žemės plotas	m ²	65000
	1.3. apželdintas žemės plotas (žalioji plotas)	m ²	3500
	1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	30
	1.5. sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	m	1000
	II. PASTATAI		
2	2.1. paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai)		
	2.2. bendrasis plotas:		
	2.2.1. pagrindinis	m ²	3000
	2.2.2. pagalbinis	m ²	900

5.2 Architektūriniai, konstrukciniai ir inžineriniai sprendimai

Siekiant gamyba vykdyti mažiausiomis sąnaudomis, tiek žaliavos tiek kietojo kuro linijos tiekimo atstumą į įrengimus siekiama sumažinti iki trumpiausio įmanomo varianto, todėl sandėliavimo aikštelės įrengtos prie pat dekarbonizatoriaus ir anglies malūno. Autotransportui pasiekti žaliavų aikštelę yra įrengti du privažiavimai 4,3 metrų pločio, taip įrengtos apsisukimo aikštelės.

Dujų ir elektros įvadai nutiesti požeminėmis trasomis, vietose, kuriose vamzdynai išdėstyti virš žemės, jie pritaisyti ne mažiau 6 m aukštyje, kad esant būtinumui autotransportas arba naudojama pagalbini įranga: kranas, bokštelis, nesunkiai pravažiuotų.

Nenaudojamas plotas tarp įrenginių ir pastatų yra išbetonuotas, tikslu lengviau prižiūrėti tvarką. Likęs nenaudojamas plotas, aplink pastatus (ne gamybinius) apsodintas veja, kurioje padaryti 1 m pločio praėjimai. Automobilių stovėjimo aikštelė įrengta prie laboratorijos ir sandėlio komplekso.

Gamybiniame ceche nėra įdiegta vandens valymo įrenginių, nes kalkių gamybos metu naudojamas vanduo nesudaro atliekų. Laboratorijoje ir buityje naudojamas vanduo yra pašalinamas kanalizacijos vamzdynu. Kadangi gamyboje naudojamas maltas kietas kuras, o įvykus nelaimingam atsitikimui anglies talpose gaisro gesinimui būtų reikalingas didelis vandens kiekis, cecho teritorijoje yra įrengta požeminė vandens saugojimo talpa, iš kurios yra išvesti 3 vandens paėmimo taškai.

Teritorijoje taip pat yra naftos produktų (mazuto) talpyklos, kurios buvo naudojamas kuomet gamyba vyko naudojant skystą kurą. Dvi talpyklos 3000 m³ ir viena 5000 m³, jos antžeminiiais vamzdynais sujungtos su apdorojimo ir įpurškimo sistema. Visi išvedžiojimai įdiegti nežemiau kaip 6 metrai, tikslu užtikrinti laisvą reikiamų autotransportų judėjimą.

6 Aplinkosauginis vertinimas

Šiame skyriuje aprašoma AB „Naujasis kalcitas“ negesintų kalkių gamybos procese esamas ar galimai atsirandantis poveikis aplinkai. Aprašoma atsirandanti ir likviduojama tarša tik kalkių gamybiniame ceche, nevertinant: žaliavos, kieto ar skysto kuro išgavimo bei pristatymo.

AB „Naujasis kalcitas“ kalkių gamybą, bei žaliavų, kieto kuro, apdorojimą vykdo sausuoju būdu, todėl kiekviename perpylimo taške, tarp transporterių, kaušinių elevatorių ir t.t., yra įrengti ventiliatoriai, kurie nutraukia smulkiąsias daleles, jas sulaiko ir nusodina rankoviniuose filtruose. Nusodintos dulkės gražinamos atgal į gamybą.

Apžvelgiamas tik vidinis būvio ciklas t. y. žaliavos judėjimas kalkių gamybiniame ceche nuo žaliavos atvežimo, iki produkcijos tiekimo klientui. Taip pat apžvelgiamas kieto kuro (anglies) bei dujų naudojimas gamyboje. Vertinama šiluminio proceso metu susidariusi tarša, numatomi jos mažinimo būdai. Taip pat atliekos, kurios neišvengiamai susidaro vykdant gamybą, nurodoma jų preliminarūs likvidavimo būdai.

Įmonės kalkių gamybos cechas yra įsikūręs šiaurinėje Lietuvos dalyje, Ventos miestelyje, Akmenės rajone. Cechas nutolęs 22 kilometrus į pietų pusę nuo Karpėnų karjero, esančio Naujojoje Akmenėje, iš kurio transportuojama žaliava.

Kalkių gamybos cechas yra šiaurės rytinėje Ventos miesto pusėje, į gamybinio cecho sanitarinę aplinkos zoną, pietinėje pusėje, patenka dalis Ventos kaimo sodų. Iš pietryčių pusės sanitarinė aplinkos zona ribojasi su Ventos regioniniu parku. Į šiaurę driekiasi miškai ir dirbami laukai, artimiausias miestas už 7 kilometrų–Akmenė. Vakarinėje cecho pusėje artimiausias gyvenamas namas (vienkiemis) už 1,2 km. Artimiausi daugiabučiai nutolę 3,5 km vakarų kryptimi. Sanitarinės apsaugos zonos plotis 1000 metrų.

6.1 Naudojami energijos ištekliai gamybos reikmėms

6.1 lentelė. Energijos ir kitų išteklių sunaudojimas gamybos reikmėms.

Produkcija		Energetiniai ištekliai		
Pavadinimas	Kiekis per metus, t	Pavadinimas	Kiekis per metus	Šaltiniai
Negesintos kalkės	70 000	Elektros energija	5 900 000. kWh	AB "Litgrid"
		Gamtinės dujos	168 000 m ³	Lietuvos dujos
		Anglis	8 950 t	Baltarusija
		Vanduo	660 m ³	Grėžinys

Energijos ištekliai reikalingi metams, užtikrinti numatytos apimties gamybą. Gamtinės dujos naudojamos etapais, įjungiamos tik krosnies įvedimo į režimą metu. Kuomet gamybinis procesas stabilus, kalkėms degti naudojamas kietas kuras.

Vandens atsargas cechas pasipildo pagal poreikį, iš savo grėžinio.

Elektros energijos suvartojimas taip pat svyruoja, priklausomai nuo metų laiko ir gamybos apimties.

6.2 Fizikinė tarša

Gamybos metu, prie kelių įrenginių susidaro fizikinė tarša, kuri, pagal darbo saugos ir higienos normas, yra lygi maksimaliai leistinai normai. Leidžiamos ir keliamos taršos šaltinių normos pateikiamos 6.2 lentelėje [8, 21].

6.2 lentelė. Fizikinė tarša darbo vietoje.

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinių skleidžiamas taršos lygis	Maksimali leistina taršos norma žmogui, pagal higienos normas
Triukšmas	Žiauninis trupintuvas	2	80 dB	85 dB
Triukšmas	Oro kompresoriai	11	77 dB	85 dB
Triukšmas	Sukamoji krosnis	1	70 dB	85 dB
Triukšmas	Kalkių malūnas	1	85 dB	85 dB
Triukšmas	Anglies malūnas	1	70 dB	85 dB

Nors įrengimų keliamas triukšmas neviršija leistinos maksimalios triukšmo normos, siekiant suteikti komfortiškas sąlygas darbuotojams, jiems yra suteikiamos individualios apsaugos priemonės, taip pat numatytos papildomos pertraukos.

6.3 Atliekų tvarkymas

Vykdamas bet kokio tipo gamyba atliekų susidarymas yra neišvengiamas, todėl reikia numatyti galimus atliekų perdirbimo, likvidavimo būdus. Preliminarūs atliekų susidarymo kiekiai ir jų perdirbimo/likvidavimo būdai pateikiami 6.3 lentelėje [7, 25].

6.3 lentelė. Atliekos, jų kiekis ir tvarkymas.

Technologinis procesas	Atliekos rūšis	Preliminarus atliekų kiekis per metus, tonomis	Agregatinis būvis	Atliekų kodas	Atliekų pavojingumas (0-nepavojinga, 1-pavojinga)	Numatomi atliekų tvarkymo būdai
Kalkių gamyba	Tepaluotas gruntas	1	Kietos dalelės	02	1	Priduodama teršalus šalinančioms įmonėms
	Tepaluoti skudurai	0,1	Kietas	02	1	Priduodama teršalus šalinančioms įmonėms
	Gamybinis brokas	800	Kietos dalelės	11.3	0	1. Panaudojamas gamybai; 2. Perdirbamas į antrinį produktą
	Vanduo	1200 m ³	Skysta		0	Vandens kanalizacija

Siekiant vykdyti kuo įmanoma švaresnę gamybą, dalis susidariusių gamybinių atliekų yra panaudojamos gamyboje arba perdirbamos į paklausių rinkoje antrinius produktus.

6.4 Nuotekų teršalų balansas

Kalkių gamybos procese, technologinis vanduo, cirkuliuoja ratu, jis yra skirtas įrenginiams aušinti. Taip pat ir buitinių patalpų šildymui naudojamas technologinis vanduo cirkuliuoja ratu; šios sistemos periodiškai papildomos iš gamykloje esančio gręžinio.

Vandens buitiniams reikmėms suvartojimas pateikiamas 6.4 lentelėje [25].

6.4 lentelė. Nuotekų teršalų balansas.

Nuotekų susidarymo šaltiniai	Paros nuotekų kiekis			Vidutinis metinis nuotekų kiekis, m ³	Bendras metų nuotekų kiekis, m ³
Buitinės patalpos	Virtuvė	0,8	m ³	264	2409
	Dušai/WC	3,5	m ³	1155	
	Laboratorija	3	m ³	990	

Vanduo iš buitinių patalpų: virtuvės, dušų, tualetų, laboratorijos šalinamas į centrinę nuotekų sistemą.

6.5 Oro tarša

Teršalų kiekis išmetamas iš įrenginių ir filtrų veikimo trukmė pateikiama 6.5 lentelėje [25].

6.5 lentelė. Teršalų kiekis išmetamas į aplinkos orą.

Taršos šaltinis	Teršalo pavadinimas	Išmetamųjų dujų (kietųjų dal.) temperatūra	Išmetamųjų dujų tūrio debitas Nm ³ /s	Įrenginių veikimo trukmė h./m
Anglių malūnas	K.d.	65 °C	-	5472
Sukamoji krosnis	K.d.	120 °C	15,8	6500
	SO ₂	120 °C		
	CO ₂	120 °C		
	NO _x	120 °C		
Kalkių malūnas	K.d.	76 °C	-	4666
Tarp juostiniai perbyrėjimai	K.d.	80 °C	-	6500

Didžiausią oro užterštumą kalkių gamybos ceche sukelia į aplinką patekęs anglies dvideginis CO₂. Anglies dvideginis išsiskiria iš klinties ir susidaro deginant kurą: malta anglį, dujas, mazutą. Taip pat orą teršia ir į aplinką patekusios kietosios dalelės (dulkės), kurios susidaro ant perpylimo juostų, malūnuose, transportuojant produkciją į silosus ir t.t..

Visų šių teršalų sumažinimui iki minimumo yra naudojami rankoviniai filtrai. Rankoviniai filtrai surinkę dulkes tiekia jas atgal į gamybą. Kietųjų dalelių filtrai, yra naudojami CO₂ išeinančiam srautui išvalyti, šie filtrai yra plaunami. Tinkamai prižiūrimas kietųjų dalelių filtras gali būti tinkamas naudoti iki 2 metų.

Pagal turimus analizuojamus duomenis, vykdant gamybą, vienai tonai kalkių išdegti, kuomet gamyba vykdoma 7,5 t/h našumu sunaudojama ~175 kg anglies. Pagal atliktus šiluminius skaičiavimus, įvertinus naujų įrengimų naudą, šilumos nuostolius, vykdant gamybą, kurios našumas 10,5 t/h sunaudojama ~140 kg anglies vienai tonai kalkių gauti. Taigi pagal esamus skaičius galime teigti, kad anglies kiekis vienai tonai išdegti, atlikus modernizaciją, sumažėja 20%. Taip pat ir išmetamo į atmosferą CO₂ kiekis, kuris susidaro iš kieto kuro, sumažėja 20%.

Lyginant senąją ir naująją technologinę liniją, nauji įrengimai, išmetamų į atmosferą dujų temperatūra leidžia sumažinti nuo 200 °C iki ~120 °C.

Visos pradinės neapdirbtos žaliavos yra nekenksmingos žmogaus sveikatai. Klintis ir trupinta anglis yra iškastinės uolienos, kurios nepasižymi dideliu dulketumu. Apdorotas t. y. sumaltas kietas kuras sukelia pavojų, atsiranda sprogimo rizika. Siekiant užtikrinti saugią gamybą kieto kuro apdorojimo įrenginių patalpoje yra įdiegta automatinė gesinimo sistema. Naudojamas gesinimo agentas angliarūgštė, laikoma specialiuose induose, dujiniame ir skystame pavidale.

7 Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

7.1 Aiškinamasis raštas

AB „Naujasis kalcitas“ atliekama negesintų kalkių gamybinės linijos modernizacija, kurios metu bus keičiami du įrenginiai: senos kartos pašildytuvas į naujos kartos dekarbonizatorių PKZM 10 ir būgninis aušintuvas į šachtinį aušintuvą SCZM–7. Įrengimų aprašymai pateikti skyriuje „Technologinė dalis“, o įrenginių efektyvumas, gamybinio našumo padidinimas, energijos sąnaudų sumažėjimas, efektyvesnis šilumos energijos panaudojimas pateiktas skyriuje „Projektuojamo objekto techninis ekonominis pagrindimas“

Šiai modernizacijai reikalingos investicijos bus skiriamos iš AB „Naujasis kalcitas“ lėšų, o likusioms investicijoms padengti, bus imama paskola iš banko.

Nauja įranga perkama iš Čekijos, „PSP Engineering“: dekarbonizatorius, kurio vertė 1,85 milijono eurų ir šachtinis aušintuvas, kurio vertė 1,35 milijono eurų. Šie įrengimai pasirenkami iš katalogų, pritaikant prie esamos technologinės linijos. Taip pat visos sistemos automatizavimui diegiama nauja Siemens sistema. Visa sistema: žaliavos užkrovimo linija, jos dozavimas, dekarbonizatoriaus valdymas, sukamosios krosnies valdymas, oro bei kuro srauto paskirstymas, šachtinio šaldytuvo valdymas, produkcijos linijų valdymas, gabalinių kalkių malimas bei transportavimas į silosus, kieto kuro paruošimo linija ir t.t.. Reikalingiems serveriams, valdikliams, jutikliams, svarstyklėms, termoporoms bei kitai papildomai įrangai įdiegti numatoma 650 000 eurų.

Diegiant dekarbonizatorių bus koreguojama žaliavos padavimo linija, statomi 2 papildomi juostiniai transporteriai: 35 metrų 30° keliantis juostinis transporteris ir 20 metrų horizontalus transporteris, jiems įrengti numatomos išlaidos 38 000 eurų. Taip pat koreguojama sukamoji krosnis, jos ilgis sutrumpinamas 10 metrų, krosnies korekcijos darbams atlikti numatoma skirti 50 000 eurų.

Diegiant naują šachtinį aušintuvą reikalinga koreguoti atvėsintos produkcijos padavimo liniją į kalkių malūną, tuo tikslu yra diegiama naujas kaušinis transporteris 49 metrų ilgio 40°, šiam transporteriui įdiegti numatoma skirti 30 000 eurų.

AB „Naujasis kalcitas“ negesintų kalkių technologinės linijos modernizavimui, naujų įrengimų pirkimui ir esamos technologinės linijos korekcijoms numatoma suma pateikiama 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė. Negesintų kalkių technologinės linijos naujų ir papildomų įrenginių, darbų kaina.

Eil. nr.	Įrenginys	Vienetų sk.	Vertė, eur
1	Dekarbonizatorius PKZM 10	1	1850000
2	Šachtinis šaldytuvas SCZM-7	1	1350000
3	Automatizavimo sistema	1	650000
4	Žaliavų juostiniai transporteriai	2	38 000
5	Sukamosios krosnies korekcijos	1	50 000
6	Produkcijos tiekimo dėžinis transporteris	1	30 000
7	Darbų atlikimas	-	800000
8	Iš viso:	-	4650000

Įdiegus šias naujoves projektinis negesintų kalkių našumas padidėja 28 % nuo esamo 7,5 t/h. iki 10,5 t/h., taip pat sumažėja tarša gamybos metu, susitaupo kuras. Pakeitus pašildytuvą, padidėja našumas todėl yra parenkami naujos kartos aspiraciniai įrengimai, kurie taip pat leidžia sutaupyti elektros energijos, nepaisant fakto, kad našumas didesnis ~28 %.

Instaliavus naują valdymo sistema, gamybinės linijos valdymas tampa paprastesnis, lengviau prižiūrimas, todėl galima sumažinti darbuotojų skaičių, kas papildomai leidžia įmonei sutaupyti. Gamyba vyksta nepertraukiamu ciklu keturiomis pamainomis, įdiegus naują valdymo sistema pamainose sumažinami 2 etatai. Iš septynių darbuotojų paliekami penki.

7.2 Rekonstrukcijos diegimo etapai

Negesintų kalkių gamyba vyksta nepertraukiamu ciklu 4 mėnesius. Po keturių gamybos mėnesiu gamyboje yra numatyti planiniai sustojimai, kurie trunka vieną mėnesį. Rekonstrukciją numatoma įdiegti dviejų metų bėgyje išskaidant į etapus ir vykdant planinių sustojimų metu. Visi pasiruošimo darbai bus atliekami vykstant gamybai, darbams atlikti bus samdomos papildomos darbininkų brigados.

1. 2018 metų balandžio mėnesį diegiamos žaliavos padavimo juostos;
2. 2018 metų rugpjūčio mėnesį diegiama produkcijos juosta;
3. 2018 metų gruodžio mėnesį diegiamas šachtinis aušintuvas SCZM-7, atliekama dalinė įrenginių automatizacija;
4. 2019 metų balandžio–birželio mėnesiais diegiamas naujas dekarbonizatoriu PKZM 10, tuo pačiu rekonstruojama sukamoji krosnis ir atliekama pilna negesintų kalkių gamybinės linijos automatizacija.

Pagal AB „Naujasis kalcitas“ įmonės veiklos rodiklius, negesintų kalkių gamybos našumas yra ~50 000 tonų per metus, o produkto vertė 109,6 eur/t. Po planinės rekonstrukcijos projektinis gamybinis našumas bus 70 000 tonų. Produkcijos savikaina apskaičiuojama poskyryje „Savikainos skaičiavimas“.

Esamos ir projektuojamos naujos kalkių gamybos linijos rekonstrukcijos energijos sąnaudų palyginimai ir produkto vertė pateikiama 7.2 lentelėje.

7.2 lentelė. Esamos ir projektuojamos kalkių gamybinės linijos energijos sąnaudų ir produkto vertės palyginimas.

Eil. Nr.	Pavadinimas	Apimtis/kiekis			Vertė			Vnt.
		Esama tech. Linija	Nauja tech. Linija	Skirtumas	Esama tech. Linija	Nauja tech. Linija	Skirtumas	
1	Negesintos kalkės, t	1	1	-	109,6	109,6	-	Eur.
2	Negesintos kalkės, t	50000	70000	20000	5480000	7672000	2192000	Eur.
3	Elektros energijos sąnaudos	1	1	-	0,09	0,09	-	Eur.
4	Elektros energijos sąnaudos	5900000	5200000	700000	531000	468000	63000	Eur.
5	Dujų suvartojimas, m ³	1	1	-	0,97	0,97	-	Eur.
6	Dujų suvartojimas, m ³	220000	198000	22000	213400	192060	21340	Eur.
7	Anglies suvartojimas, t	1	1	0	135	135	-	Eur.
8	Anglies suvartojimas, t	8750	9850	1100	1181250	1329750	-148500	Eur.
9	Žaliava, t	1	1	0	18,5	18,5	-	Eur.
10	Žaliava, t	95657	133920	38263	1769655	2477520	-707866	Eur.

7.3 Savikainos skaičiavimas

Tikslu vykdyti sklandžią ir nepertraukiamą gamybą, planuojamas metinis produkcijos bei pagrindinių žaliavų reikalingas kiekis, kuris pateikiamas 7.3 lentelėje. Taip pat lentelėje nr. 7.4 pateikiamas pagalbinių medžiagų metinis poreikis, sklandžiai gamybai vystyti.

7.3 lentelė. Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas metams 2018–2022 m laikotarpiu.

Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas						
Gamybos apimtis, vnt.	Medžiagos	Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, t	Medžiagos kaina,	Medžiagos poreikis, t	Medžiagų kaštai	
			Eur/t		Gaminio, Eur	Iš viso, Eur.
2018 m.						
50000	Klintis	1,92	2,32	95657	221924,24	1616931
	Anglis	0,175	135	8750	1181250	
	Dujos	4,4	0,97	220000	213400	
	Vanduo	10	0,54	660	356,4	
2019 m.						
52500	Klintis	1,92	2,32	100440	233020	1697927
	Anglis	0,175	135	9188	1240313	
	Dujos	4,4	0,97	231000	224070	
	Vanduo	14	0,76	693	524	
2020 m.						
70000	Klintis	1,92	2,32	133920	310694,4	1833203
	Anglis	0,14	135	9850	1329750	
	Dujos	2,83	0,97	198000	192060	
	Vanduo	14	0,76	924	698,544	
2021 m.						
70000	Klintis	1,92	2,32	133920	310694,4	1833203
	Anglis	0,14	135	9850	1329750	
	Dujos	2,83	0,97	198000	192060	
	Vanduo	14	0,76	924	698,544	
2022 m.						
70000	Klintis	1,92	2,32	133920	310694,4	1833203
	Anglis	0,14	135	9850	1329750	
	Dujos	2,83	0,97	198000	192060	
	Vanduo	14	0,76	924	698,544	

7.4 lentelė. Pagalbinių medžiagų pirkimo planas.

Rodikliai	Medžiagos				
	Tepamoji skysta alyva, l	Tepamoji tiršta alyva, l	Aukštatemperatūrinė alyva, l	Hidraulinė alyva, l	Atsarginiai trosai, m
1 Medžiagų poreikis gamybos programai vykdyti, metams	600	400	800	200	300
2 Medžiagų atsargos sandėlyje periodo pradžioje, l	100	50	0	20	40
4 Reikalingas nupirkti medžiagų kiekis, l	500	350	800	180	260
3 Medžiagų atsargos sandėlyje periodo pabaigoje, l	50	30	80	30	60
5 Medžiagų kaina, Eur.	8900	5500	17550	3200	6200
6 Išlaidos medžiagoms Eur.	41350				

Energetinių išteklių poreikio ir išlaidų nustatymas pateikiamas 7.5 lentelėje.

7.5 lentelė. Šiluminės energijos technologijai poreikio ir išlaidų apskaičiavimas.

Gaminys	Gamybos apimtis, vnt.	Rūšis	Energijos sunaudojimo norma, MJ/t.	Energijos kaina, Eur/MJ	Energijos poreikis, GJ	Energijos kaštai, Eur
Negesintos kalkės	70000	Anglis	4309,20	0,0044	301644	1323000
		Dujos	103,58	0,0265	7250	192157

Šiluminės energijos poreikis apšildymui ir buitiniams reikalams apskaičiuojamas atskirai įmonės administracijai ir gamybiniams cechams. Šiluminės energijos poreikis ir apšildymo bei buitinių reikalų išlaidos apskaičiuojamas 7.6 lentelėje.

7.6 lentelė. Šiluminės energijos poreikio ir apšildymo bei buitinių reikalų išlaidų apskaičiavimas.

Rodikliai	Reikšmė
1 Šildymo sezono trukmė, mėn.	7
2 Šilumos sunaudojimo norma per mėnesį 1m ² apšildyti, MJ	820
3 Šiluminės energijos kaina, Eur/MJ	0,0044
4 Gamybiniai cechai:	
Gamybinis plotas, m ²	120
Šiluminės energijos poreikis per metus, MJ:	688800
•Apšildymui	619920
•Buitiniams reikalams	68880
Išlaidos šiluminei energijai, Eur:	3021,05
•Apšildymui	2718,95
• Buitiniams reikalams	302,11
5 Įmonės administracija ir kiti negamybiniai padaliniai:	
Plotas, m ²	50
Šiluminės energijos poreikis, MJ:	287000
•Apšildymui	258300
•Buitiniams reikalams	28700
Išlaidos šiluminei energijai, Eur:	1258,77
•Apšildymui	1132,89
•Buitiniams reikalams	125,88

Analogiškai apskaičiuojamas ir vandens poreikis bei išlaidos vandeniui. Įmonėje vanduo naudojamas tik buitiniams reikalams. Jo poreikis ir išlaidos apskaičiuojamos atskirai gamybiniams cechams ir įmonės administracijai, duomenys pateikiami 7.7 lentelėje.

7.7 lentelė. Vandens poreikio ir išlaidų planas.

Rodikliai	Reikšmė
1 Vandens kaina, Eur/m ³	0,76
2 Gamybiniai cechai:	
Vandens poreikis, m ³	2409
Išlaidos vandeniui, Eur	1830,84
3 Įmonės administracija ir kiti negamybiniai padaliniai:	
Vandens poreikis, m ³	200
Išlaidos vandeniui, Eur	152

Elektros energija įmonėje naudojama įrengimams varyti ($W_{jėgai}$) ir apšvietimui ($W_{apšv}$). Į įmonės apšvietimo energijos suvartojimą įtraukta ir elektros energijos suvartojimas buitiniams

reikmėms. Apibendrinta informacija apie elektros energijos poreikį ir išlaidas pateikiama 7.8 lentelėje.

7.8 lentelė. Elektros energijos poreikio ir išlaidų planas.

Paskirtis	Poreikis, kWh			Išlaidos, Eur.		
	Gamybiniai cechai	Įmonės administracija	Iš viso	Gamybiniai cechai	Įmonės administracija	Iš viso
Elektros energijos tarifas, Eur/1kWh				0,09		
Elektros įrenginiams	5148000	0	5148000	463320	0	463320
Apšvietimui	52000	62000	114000	4680	5580	10260
Iš viso	5200000	62000	5262000	468000	5580	473580

Planuojamas darbo užmokestis, bei mokesčių atskaitymai specialistams ir darbuotojams pateikiami 7.9 ir 7.10 lentelėse.

7.9 lentelė. Darbo užmokesčio planas.

Darbuotojų kategorija	Darbo užmokestis, Eur
1. Vadovai, specialistai ir tarnautojai	1250
2. Darbininkai, iš viso	
• pagrindiniai	550
• pagalbinių	420

7.10 lentelė. Personalo plano rodikliai.

Rodikliai	Reikšmė
1 Įmonės darbuotojų skaičius, iš viso, žmonių.:	50
t. sk. vadovai ir specialistai	12
t. sk. pagrindiniai darbininkai	33
t. sk. pagalbinių darbininkai	5
2 Įmonės darbuotojų metinis darbo užmokestis, iš viso, Eur:	423000
t. sk. vadovai ir specialistai	180000
t. sk. pagrindiniai darbininkai	217800
t. sk. pagalbinių darbininkai	25200
Vidutinis metinis darbo užmokestis, Eur:	
Darbuotojo:	
Vadovų ir specialistų	1250
Pagrindinių darbuotojų	550
Pagalbinių darbuotojų	420

7.11 lentelė. Atskaitymų socialiniam ir sveikatos draudimui planas metams.

Darbuotojų kategorija	Darbo užmokestis, Eur	Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, Eur
1. Darbininkai:		
• pagrindiniai	217800	67518
• pagalbiniai	25200	7812
2 Įmonės vadovai, specialistai, techniniai vykdytojai	180000	55800
Iš viso	423000	131130

Amortizaciniai atskaitymai parodo pagrindinių priemonių vertės dalį, perkliamą į pagamintos produkcijos vertę. Pagrindinės priemonės savo vertę į pagamintos produkcijos savikainą perkelia laikui bėgant, vykstant nusidėvimui. Modernizacijai naudojamų įrenginių amortizacija paskaičiuojama 7.12 lentelėje.

Pagrindinių priemonių nusidėvimas skaičiuojamas tiesiniu būdu, tuomet amortizaciniai atskaitymai nusidėvimui padengti kiekvienais metais vienodi, naudojama formulė:

$$A_m = \frac{F_{is} - F_{lv}}{T} \quad (16)$$

A_m —amortizaciniai atskaitymai, €;

F_{is} —įsigijimo vertė;

F_{lv} —likvidavimo vertė;

T —naudingo naudojimo laikas.

Juostinio žaliavų konvejerio nusidėvimą apskaičiavimas, visų likusių įrenginių skaičiavimai atliekami analogiškai:

$$A_m = \frac{22000 - 2000}{20} = 1000 \text{ €}.$$

7.12 lentelė. Pagrindinių modernizacijos įrenginių nusidėvėjimas (amortizacija).

Ilgalaikis turtas	Vertė, €.	Likvidacinė vertė, €.	Naudinga eksploatavimo trukmė, metais	2018	2019	2020	2021	2022	Likutinė vertė, €.
Įrengimai									
Žaliavų padavimo juosta	22000	2000	20	1000	1000	1000	1000	1000	17000
Žaliavų padavimo juosta	16000	2000	20	700	700	700	700	700	12500
Dekarbonizatorius PKZM-10	2280000	200000	18	115556	115556	115556	115555,56	115555,56	1702222
Šachtinis šaldytuvas SCZM-7	1650000	150000	18	83333	83333	83333	83333,333	83333,333	1233333
Kaušinis elevatorius	30000	3200	20	1340	1340	1340	1340	1340	23300
Automatizavimo linija	950000	98000	16	53250	53250	53250	53250	53250	683750
Iš viso:	4948000	455200	112	255179	255179	255179	255179	255179	3672106

Bendra gamybos kaštų sąmata ir gamybinė savikaina apskaičiuojama 7.13 lentelėje. Gamybos kaštų apskaičiavimui naudojami ankstesnių lentelių duomenys.

7.13 lentelė. Gamybos kaštų apskaičiavimas.

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst. Eur.
	Negesintų kalkių
1 Tiesioginės gamybos išlaidos, iš viso	
1.1 Pagrindinės medžiagos	1833202,94
1.2 Medžiagų transportavimo ir sandėliavimo išlaidos	1376697,60
1.3 Energija technologijai	468000,00
1.4 Gamybinių darbininkų darbo užmokestis	217800,00
1.5 Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	67518,00
2 Gamybinės netiesioginės išlaidos	71401,89
3 Iš viso gamybos kaštų, Eur:	4034620,44
4 Produkcijos gamybos planas, t.	70000,00
5 Gaminio gamybinė savikaina, Eur	57,64

Į įmonės veiklos sąnaudas įtraukiamos produkcijos pardavimo išlaidos bei bendrosios ir administracinės sąnaudos, kurias sudaro bendros įmonės išlaikymo ir valdymo išlaidos: pagalbinių medžiagų administracijos patalpų išlaikymo išlaidos; administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui; administracijos patalpų apšvietimo, apšildymo, vandens ir buitiniams reikmėms energijos išlaidos. Šie duomenys pateikiami 7.14 lentelėje.

7.14 lentelė. Veiklos sąnaudų planas.

Išlaidų rūšys	Suma, Eur
1. Pardavimų sąnaudos:	
1.1 Reklama ir skelbimai	3200,00
1.2 Produkcijos realizavimas (tiekimas)	0,00
2. Bendrosios ir administracinės sąnaudos:	
2.1 Pagalbinės medžiagos	2400,00
2.2 Administracijos darbuotojų darbo užmokestis	180000,00
2.3 Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	55800,00
2.4 Energija	5580,00
2.5 Amortizaciniai atskaitymai	455200,00
2.6 Administracijos transporto remonto ir išlaikymo išlaidos	1800,00
2.7 Ryšių paslaugos	520,00
2.8 Komandiruotės	2600,00
Iš viso:	707100,00
Veiklos sąnaudos vienai tonai:	10,10

Gaminio savikainos apskaičiavimas pateikiamas 7.15 lentelėje. Užsidėtas antkainis %.

7.15 lentelė. Negesintų kalkių savikainos pateikimas.

Gaminiai	Gamybinė	Veiklos	Pilnoji savikaina, €.	Pelnas (antkainis)		Kaina, €.
	savikaina, €.	sąnaudos, €.		Pelningumo (rentabilumo), %	€.	
Negesintos kalkės	57,64	10,10	67,74	61	41,32	109,06

7.4 Projekto investicijos ir finansavimo šaltiniai

Finansavimo šaltiniai paprastai yra: nuosavos įmonės lėšos ir (ar) bankų ar kitų investuotojų paskolos. Projekto finansavimo šaltiniai iš jų poreikis pateikiama 7.16 lentelėje.

7.16 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai, €.

Kapitalo struktūra	Nuliniai metai		2018		2019		2020		2021		2022	
	Inv. suma	Finan. šalt.	Inv. suma	Finan. šalt.	Inv. suma	Finan. šalt.	Inv. suma	Finan. šalt.	Inv. suma	Finan. šalt.	Inv. suma	Finan. šalt.
Pagrindinis kapitalas (Ilgalaikis turtas)	-	-	1482000	Paskola iš banko	1308000	Paskola iš banko	-	-	-	-	-	-
	-	-	988000	Įmonės lėšos	872000	Įmonės lėšos	-	-	-	-	-	-
Viso:			2470000		2180000							

Ilgalaikis turtas–technologinių įrenginių ir jų statybos darbų vertė. Projekto vertė: 4 650 000 eurų.

Planuojant gamybos ciklą yra numatoma gamybos metinė apimtis, prekės gyvavimo ciklui. (vidutiniškai penkerių metų laikotarpiui). Produkcijos gamybos apimtis ir realizacija pateikiama 7.17 lentelėje.

7.17 lentelė. Produkcijos gamybos apimtys ir realizacijos rodikliai.

Gaminio gyvavimo metai	Gamybinio pajėgumo koeficientas	Gaminio apimtis, t	Gaminio kaina, eur/t	Pardavimų apimtys, eur.
2018	0,71	50000	109,6	5480000
2019	0,75	52500	109,6	5754000
2020	1	70000	109,6	7672000
2021	1	70000	109,6	7672000
2022	1	70000	109,6	7672000

7.5 Finansinės ir investicinės sąnaudos.

Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudoms priskiriamos palūkanos už banko paskolą. Paskolos mokėjimo ir grąžinimo planas 7.18 lentelėje.

7.18 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas.

Rodiklis	Metai				
	2018	2019	2020	2021	2022
Paskolos suma, €.	4650000	4068750	`	2906250	2325000
Metinė palūkanų norma, %	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
Palūkanos, €.	413850	362118,75	310387,5	258656,25	206925
Paskolos padengimas, €.	581250	581250	581250	581250	581250

Pelno gauto projekto gyvavimo metais skaičiavimai pateikiami 7.19 lentelėje

7.19 lentelė. Įmonės pelno/nuostolio ataskaita.

Rodikliai	Metai				
	2018	2019	2020	2021	2022
Pardavimo apimtis, €.	5480000	5754000	7672000	7672000	7672000
Parduotų prekių savikaina, eur	4114500	4114500	4741720	4741720	4741720
Bendras pelnas, €	1365500	1639500	2930280	2930280	2930280
Veiklos sąnaudos, €	707100	707100	707100	707100	707100
Finansinė investicinė veikla, €					
Išlaidos (banko paskola + palūkanos)	995100	943369	891638	839906	788175
Metų pelnas iki mokesčių, eur	-336700	-10969	1331542	1383273	1435005
Pelno mokestis, €			199731	207491	215251
Grynasis pelnas, €	-336700	-10969	1131811	1175782	1219754

Įmonei svarbus yra grynasis pelnas; grynasis pelnas–tai pelnas liekantis įmonei, atskaičius pelno mokestį, kuris sudaro 15 % nuo apmokestinamo pelno sumos.

Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) skaičiavimas pateikiamas 7.20 lentelėje.

7.20 lentelė. Finansinės būklės ataskaita.

Rodikliai	Metai				
	2018	2019	2020	2021	2022
Grynas pelnas, eur	-336700	-10969	1131811	1175782	1219754
Amortizaciniai atskaitymai, eur	455200	455200	455200	455200	455200
Viso, eur:	118500	444231	1587011	1630982	1674954
Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą, eur	0	0	0	0	0
Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos, eur	118500	444231	1587011	1630982	1674954
Finansinės veiklos pelno (nuostolio) eliminavimas, pridedamos palūkanos, eur	413850	362118,75	310387,5	258656,25	206925
Investicijos į pagrindinį kapitalą	2470000	2180000	0	0	0
Projekto GPS, eur	-1937650	-1373650	1897398	1889639	1881879

7.6 Investicijų efektyvumo vertinimas

Atsipirkimo laikas T parodo, per kokį laikotarpį atsipirks investicija. Jis skaičiuojamas kaupiant grynuosius pinigų srautus ir stebint, kada jų suma bus lygi nuliui. GPS įvertinami tik iš įmonės veiklos ir investicinės pusės. GPS pateikiami 7.21 lentelėje.

7.21 lentelė. Grynujų pinigų srautai.

Metai	Metiniai GPS, €	Bendri GPS, €
2018	-1937650	-1937650
2019	-1373650	-3311300
2020	1897398	-1413902
2021	1889639	475737
2022	1881879	2357616

Atsipirkimo laikas paskaičiuojamas pagal formulę:

$$T = 1 - \left| \frac{-3311300}{1897398} \right| = 3 \text{ metai}; \quad (17)$$

7.7 Lūžio taškas

Lūžio taškas–tai pardavimų apimtis, kuriai esant įmonės bendrosios išlaidos (kintamosios išlaidos, pastoviosios išlaidos) yra lygios bendrosioms pajamoms.

$$Q_l = \frac{FC}{K - KK} \quad (18)$$

Q_l –kiekis lūžio taške, t;

FC –pastovios išlaidos, €;

K –Gaminio kaina, eur;

KK –kintami kaštai (savikaina), €.

$$Q_l = \frac{FC}{K - KK} = \frac{4650000}{109.06 - 67.67} = 112535 \text{ tonų.}$$

8 Darbuotojų sauga ir sveikata

AB „Naujasis kalcitas“–vienintelė įmonė įsikūrusi Lietuvoje gaminanti negesintas kalkes nuo 1998 m. Jos gamyba sudaro 100% Lietuvoje pagamintų negesintų kalkių. Visos šios produkcijos kokybiniai rodikliai atitinka Lietuvos bei Europos sąjungos keliamus reikalavimus. Produktas paženklintas CE ženklu.

Būdamas vienintelis ir didžiausias Lietuvos kalkių gamintojas, AB „Naujasis kalcitas“, tikslu plėsti rinką Lietuvoje ir Europoje, skiria didelį dėmesį produkcijos kokybei, bei personalo kvalifikacijos tobulinimui. Nuolatinis personalo tobulėjimas, racionalus problemų sprendimas, tinkamas darbuotojų aprūpinimas saugos priemonėmis, periodišką darbuotojų saugos instruktavimas, įrengimų atnaujinimas bei esamų tobulinimas, visi šie žingsniai prisideda prie įmonės darnaus vystymosi.

Gamyboje pagrindinės naudojamos žaliavos negesintoms kalkėms gauti yra šios:

Klintis (frakcija 20–50 mm), anglis (frakcija 50 mm), gamtinės dujos.

Pirminėmis sąlygomis šios žaliavos žmogaus sveikatai nėra kenksmingos. Tačiau gamybos proceso metu atsiranda dulketumas, aplinka tampa šarminga, o anglies paruošimo skyriuje iškyla sprogimo rizika. Saugumui užtikrinti yra įrengti davikliai ir gaisro gesinimo stotys. Nepaisant to, kad technologinėje linijoje yra daugybė oro valymo įrengimų, 100% surinkti visų į aplinką metamų teršalų neįmanoma, todėl gamybos metu į aplinką patenka dalis kietųjų dalelių/dulkių, azoto oksidai, sieros oksidai bei anglies dvideginis.

Kalkių gamybos cecho sanitarinės apsaugos zona siekia 1000 metrų.

8.1 Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimas atliekamas ištirti, nustatyti esamą ar galimą profesinę riziką darbe ir numatyti jos mažinimo ar panaikinimo galimybes. Rizika–tai darbuotojo traumas ar kitokio sveikatos sutrikdymo, pakenkimo galimybė, dėl kenksmingų ir (ar) pavojingų veiksnių darbo vietoje.

Atliekant profesinės rizikos vertinimą pradedama nuo rizikos veiksnių indentifikavimo vietų, kuriuose darbuotojai gali patirti traumas. Rizikos indentifikavimo metu atliekama išsami darbo vietos analizė, nustatomi galimi rizikos pavojai ir jų mažinimo arba, jeigu įmanoma, panaikinimo būdai. Galimi rizikos veiksniai darbo vietoje gali būti: cheminiai, biologiniai, fiziniai, fizikiniai bei ergonominiai.[11]

Rizikos veiksniai, jų leistinos normos ir apsaugos priemonės pateikiamos 8.1 lentelėje [7, 8,9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 21]

8.1 lentelė. Rizikos veiksnių, ribinių verčių ir saugos priemonių lentelė.

Rizikos veiksnys	Rizikos veiksnio vieta	Rizikos veiksnio dydis/lygis, vnt	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis/lygis, vnt	Rizikos veiksnio trukmė	Saugos priemonės
Biologiniai veiksniai					
Dulkėtumas	Kalkių malūnas	6,5 mg/m ³	10 mg/m ³	9 h./pamainą	Viršijus leistiną dulkelį ribą, darbuotojai privalo naudoti jiems išduotas individualias saugos priemones: respiratoriai, akiniai, pirštines.
	Valymas prie juostų	28,2 mg/m ³	10 mg/m ³	1 h./pamainą	
	Žaliavos perpylimo taškai	2,3 mg/m ³	10 mg/m ³	12 h./pamainą	
	Produkcijos perpylimo taškai	11 mg/m ³	10 mg/m ³	12 h./pamainą	
Fiziniai veiksniai					
Elektra	Visi įrenginiai naudojančys elektros energiją	380 V	75 V nuolatinės sr.; 50 V kintamos sr.	12 h./pamainą	Įžeminimas, avarinis išjungimas, įnulinimas, individualios saugos priemonės
Karšti paviršiai	Šachtinis šaldytuvas	> 70 °C	40 °C	12 h./pamainą	Vengti prisilietimų prie įrenginių, naudoti individualias saugos priemones: karščiui atsparius batus, rūbus, pirštines, akinius, šalną.
	Dekarbonizatorius	> 120 °C			
	Sukamoji krosnis	➤ 320 °C			
Transporteriai	Žaliavos tiekimo linija	-	-	12 h./pamainą	Sumontuota atitvarai, avariniai stabdžiai (vadinamieji "grybai")
	Anglies apdirbimo linija				
	Produkcijos linija				
	Kalkių malūnas				

Fizikiniai veiksniai					
Vibracija	Žaliavos tiekimo linija	0,2 m/s ²	≤ 1,15 m/s ²	12 h/pamainą	Rizikos veiksnys priimtinas
	Anglies apdirbimo linija	0,38 m/s ²			
	Produkcijos linija	0,2 m/s ²			
	Kalkių malūnas	0,38 m/s ²			
	Sukamoji krosnis	0,45 m/s ²			
Triukšmas	Žaliavos tiekimo linija	72 dB	85 dB	12 h/pamainą	Naudoti individualias saugos priemones: ausų kištukus, ausines. Prie įrenginių viršijančių leistiną triukšmo ribą dirbti ne ilgiau kaip 40 min., po to būtina pertrauka.
	Anglies apdirbimo linija	70 dB		9 h/pamainą	
	Produkcijos linija	72 dB		12 h/pamainą	
	Kalkių malūnas	88 dB		9 h/pamainą	
	Sukamoji krosnis	85 dB		12 h/pamainą	
	Kompresoriai	77 dB		12 h/pamainą	
Ergonominiai veiksniai					
Fizinis darbas	Pakavimo baras	20 kg	Vyrams - 30 kg; Moterims - 10 kg.	12 h/pamainą	Rizikai leistina, dirba tik vyrai

Pagrindiniai darbo patalpų šiluminės aplinkos parametrai yra: oro santykinis drėgnis, oro judėjimo greitis, oro temperatūra, šiluminio spinduliavimo intensyvumas. Šiluminės aplinkos parametrų vertės nustatomos atsižvelgiant į metų laikotarpį ir darbų sunkumo kategoriją. Skiriami du metų laikai: šiltasis ir šaltasis. Darbų sunkumo kategorijos: lengvas fizinis darbas (Ia, Ib), vidutiniškai sunkus fizinis darbas (IIa, IIb) ir sunkus fizinis darbas (III). Dirbant šių kategorijų darbus šilumos komforto ir pakankamos šiluminės aplinkos parametrų norminės vertės skiriasi. Vertės pateikiamos 8.2 lentelėje [14].

8.2 lentelė. Darbų šiluminio komforto, aplinkos oro temperatūros, oro santykinio drėgnio ir judėjimo greičio norminės vertės.

Metų laikotarpis	Darbų kategorija	Oro temperatūra, °C	Oro santykinis drėgnis, %	Oro judėjimo greitis, m/s, ne daugiau kaip
Šiltasis	IIb	20–22	40–60	0,3
	III	18–20	40–60	0,4
Šaltasis	IIb	17–19	41–60	0,2
	III	18–20	40–60	0,3

Šiluminė aplinka darbo vietoje matuojama nuolatos. Jeigu oro temperatūra, drėgnis ir judėjimo greitis atitinka keliamus reikalavimus, darbo vietoje galima dirbti be papildomų saugos priemonių. Neatitikus minimalių norminių reikalavimų, darbuotojams suteikiamos papildomos apsaugos priemonės.

Dirbtinė apšvieta diegiama vietose, kurių natūrali dienos šviesa nepasiekia, tikslu užtikrinti reikiamą šviesos kiekį darbo vietoje. Pagal HN 98:2014 nustatoma regos darbų kategorija ir patalpų norminė apšvieta. Šie duomenys pateikiami 8.3 lentelėje [15].

8.3 lentelė. Apšvietimo vertės prie gamybinių įrenginių ir operatorinėje.

Patalpos, darbo vieta	Mažiausia ribinė vertė, lx	Natūralus apšvietimas NAK, %	Mažiausio matomo objekto dydis, mm	Darbų kategorija
Gamybiniai įrengimai, nereikalaujantys nuolatinės priežiūros	200	3	1,1 - 5,0	V
Bendros gamybinės patalpos	100	3	≥ 5	VI
Operatorinė	500	4	0,31 - 0,50	III
Laboratorija	500	4	0,31 - 0,51	III

Nustatoma sandėliuojamų žaliavų, pastatų, išorinių įrengimų sprogimo ir gaisro kategorijos darbiname režime, atsižvelgiant į naudojamų medžiagų pavojingumo rodiklius, bei jų sunaudojimo kiekį. Medžiagų gaisrinio ir sprogumo rodikliai pateikiami 8.4 lentelėje [7, 10, 18].

8.4 lentelė. Medžiagų gaisrinio pavojingumo rodikliai.

Medžiagos pavadinimas	Sunaudojama, pagaminama per parą, vnt	Pliūpsnio temperatūra, °C	Sprogumo ribos, %		Savaiminio užsidegimo temperatūra, °C	Užsidegimo temperatūra, °C
			Apatinė	Viršutinė		
Klintis	500 t	Nedegus	-	-	-	-
Kalkės	250 t	Nedegus	-	-	-	-
Anglis	40 t	450	-	-	250–450	-
Vanduo	2 m ³	Nedegus	-	-	-	-
Dujos	350 m ³	420	1,8	15	420	-

Pagal pateiktus duomenis lentelėje, darome išvadą, kad darbo metu egzistuoja realus pavojus gaisrui susidaryti, kadangi dirbama su degiomis/sprogiomis medžiagomis esant aukštomis temperatūroms. Tikslu užtikrinti saugumą, anglies paruošimo ir laikymo skyriuje yra įrengtos dvi angliarūgštės talpos, 22 m³ dujinio pavidalo ir 3,5 m³ skysto. Patalpose bei bunkeriuose yra įrengti matuokliai, kurie teikia CO ir CO₂ duomenis gamybos operatoriui. Ceche taip pat įrengta automatinė gesinimo sistema visame anglies paruošimo skyriuje.

Gamtinių dujų įvadas inspektuojamas pagal potencialiai pavojingų įrenginių eksploataavimo keliamus reikalavimus. Visos sklendės ir vožtuvai yra su galiojančia patikra ir gali būti valdomi operatoriaus, arba įvykus nelaimei rankiniu būdu.

Įvertinus medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius nustatoma, pastatų bei išorinių įrengimų kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų. Duomenys pateikiami 8.5 lentelėje [7, 10, 18].

8.5 lentelė. Patalpų kategorijos pagal sproginimo ir gaisro pavojų.

Eil. nr.	Objektas, kuriam suteikiam pavojingumo kategorija	Požymis nulemiantis pavojingumo kategorija	Kategorija
1	Žaliavos sandėlis	Nedegios kietos medžiagos	E _g
2	Žaliavos dozavimo pastatas	Nedegios kietos medžiagos	E _g
3	Šachtinis pašildytuvas	Degios kietos medžiagos	D _{gi}
4	Sukamoji krosnis	Degios kietos medžiagos	D _{gi}
5	Šachtinis šaldytuvas	Degios kietos medžiagos	D _{gi}
6	Produkcijos transportavimo pastatai	Nedegios kietos medžiagos	E _g
7	Gabalinių kalkių bunkeriai	Nedegios kietos medžiagos	E _g
8	Kalkių malūnas	Perdirbamos karšta medžiaga	E _{gi}
9	Kalkių malūno patalpa	Nedegios kietos medžiagos	E _g
10	Kalkių produkcijos talpos (silosai)	Nedegios kietos medžiagos	E _g
11	Pakavimo baras	Nedegios kietos medžiagos	E _g
12	Kompresorinės	Įrenginiuose naudojamas tepalas	C _g
13	Anglies sandėlis	Degios kietos medžiagos	B _{sg}
14	Anglies paruošimo linija	Degios kietos medžiagos	C _g
15	Mechaninės dirbtuvės	Nedegios kietos medžiagos	E _g

Pagal pateiktus duomenis lentelėse darome išvadą, kad gamybos metu gamybinėse patalpose susidaro galimas pavojus, pvz.: gaisro kilimas, paslydimas, susižalojimas dėl judančių įrengimų ir t.t. Siekiant užtikrinti maksimalią įmanomą apsaugą darbuotojams, gamybiniame ceche yra vykdoma saugi gamyba.

Saugi gamyba tai darbuotojų sveikatos ir saugos užtikrinimas darbo metu, prie visų esamų įrengimų. Šiam tikslui pasiekti darbo vietose dirbantys darbuotojai yra supažindinti su saugaus darbo taisyklėmis, jie taip pat aprūpinami visomis reikiamomis saugos priemonėmis.

Vienas didžiausių rizikos veiksnių gamybiniame ceche yra judančių objektų: juostinių transporterių, malūnų, trupintuvų, autokrautuvų keliamas pavojus. Taip pat kai kurių įrengimų (dekarbonizatoriaus, sukamosios krosnies, šachtinio aušintuvo) paviršiai yra įkaitę iki temperatūros, kuri gali sukelti nudegimą, prie šių prisilietus. Visi šie ir kiti panašūs įrengimai keliantys pavojų yra aptverti, kad nebūtų įmanoma joks netyčinis kontaktas.

Darbuotojai yra periodiškai instruktuojami darbų saugos specialisto, primenamas galimas pavojus. Teikiama atnaujinta informacija, visi dirbantys susipažįsta su teikiama informacija pasirašytinai.

8.2 Darbo higiena

Higienos reikalavimai darbo vietoje nustatomi tikslu darbo vietoje suteikti darbuotojams komfortabilią aplinką. Panaikinti, arba jeigu nėra galimybės, sumažinti iki minimumo t. y. tiek kiek leidžia aplinkybės cheminę, fizikinę riziką. Faktinės įvairių rizikų leistinos normos yra lyginamos su Lietuvos higienos leistinomis normomis bei kituose teisės aktuose nustatytais dydžiais, ribinėmis vertėmis. Pagal rizikos veiksnių poveikį ir jų trukmę yra išduodamos individualios apsaugos priemonės, taip pat esant galimybėms sumažinami rizikos veiksniai darbo vietoje.

Jeigu aplinkos oro sąlygų pakoreguoti fiziškai neįmanoma, tuomet darbo laikas pamainoje prie atitinkamų įrengimų skirstomas pagal duomenis pateikiamus 8.62 lentelėje [9, 14].

8.6 lentelė. Rekomenduojama darbuotojų laiko trukmė darbo vietoje, kurioje aplinkos temperatūra viršija arba nesiekia rekomenduojamos šiluminės aplinkos temperatūros vertės.

Oro temperatūra darbo vietoje, °C	Darbo trukmė, valandomis	
	Darbų kategorija	
	IIb	III
10	3	5
12	5	7
15	8	8
26	8	8
28	6	5
30	3	2

8.3 Gaisrinė sauga

Kalkių gamybos ceche vykstant nuolatinei gamybai susidaro A, B, C, D tipo gaisro atsiradimo pavojus. Sprogios medžiagos (malta anglis), karšti įrengimai (> 300 °C), daugybė elektros variklių aukštos temperatūros transportuojama produkcija (~100 °C). Gaisrų ir sproginimo prevencija užtikrinama laikantis bendrosios priešgaisrinės saugos ir gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų ir taisyklių [10, 11, 19].

Kilusiam gaisrui užgesinti būtinas vandentiekis. Cecho saugumui užtikrinti, po visas patalpas yra išvedžiota priešgaisrinė saugos sistema, bei vandens tiekimo sistema. Įmonės teritorijoje yra vandens rezervuaras, 3 hidrantai, o kiekvienoje patalpoje gaisriniai čiaupai.

Taip pat ceche yra įrengti 8 priešgaisriniai standai, kuriuose yra sudėtos priminės gaisro gesinimo priemonės: gesintuvas 6kg (miltelinis), kibirai, laužtuvai, kirviai, nedegus audinys 3 x 3 m ir gaisrinės žarnos su greitosiomis jungtimis, visų išvadintų pagalbinių priemonių stenduose padėta po 2 vienetus.

Cecho pastotyse bei kompresorinėse, kur yra elektriniai įrengimai saugumui užtikrinti yra išstatyti du angliarūgštiniai gesintuvai 20 kg talpos.

8.4 Žaibolaidžio parinkimas

Kalkių gamybos ceche projektuojamas dviejų strypų žaibolaidis, tikslu apsaugoti darbuotojus, įrenginius bei pastatą nuo galimos žaibo iškrovos. Projektuojamas žaibolaidis bus pritaikomas prie ceche esančio kamino, kurio aukštis 65 m, skersmuo 6,5 m.

Dviejų strypų žaibolaidžio apsaugos zonos parametrų skaičiavimai [25]

Pasirenkamas žaibolaidžio apsaugos patikimumas–0,90;

Pasirenkamas žaibolaidžio aukštis–60 m.

$$h_0 = 0.85 \cdot h \quad (19)$$

$$h_0 = 0.85 \cdot 60 = 51m$$

$$h_{\max} = [5.75 - 3.57 \cdot 10^{-3} \cdot (h - 30)] \cdot h \quad (20)$$

$$h_{\max} = [5.75 - 3.57 \cdot 10^{-3} \cdot (60 - 30)] \cdot 60 = 338.5m$$

$$L_c = 2,5 \cdot h \quad (21)$$

$$L_c = 2,5 \cdot 60 = 150m$$

L = 60 m;

$$h_c = \frac{L_{\max} - L}{L_{\max} - L_c} \cdot h_0 \quad (22)$$

$$h_c = \frac{338.5 - 60}{338.5 - 150} \cdot 51 = 83m$$

$$r_0 = 1.2 \cdot h \quad (23)$$

$$r_0 = 1.2 \cdot 60 = 72m$$

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0} \quad (24)$$

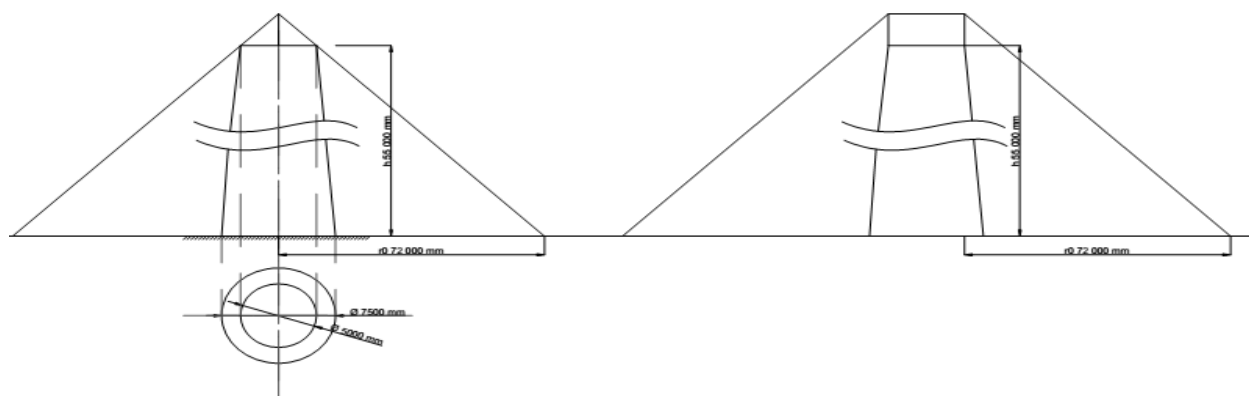
$$r_x = \frac{72 \cdot (51 - 30)}{51} = 30m$$

$$l_x = \frac{L}{2} \tag{25}$$

$$l_x = \frac{60}{2} = 30m$$

$$r_{cx} = \frac{r_0 \cdot (h_c - h_x)}{h_c} \tag{26}$$

$$r_{cx} = \frac{72 \cdot (83 - 30)}{83} = 46m$$



4 pav. Dviejų stripų apsaugos zona.

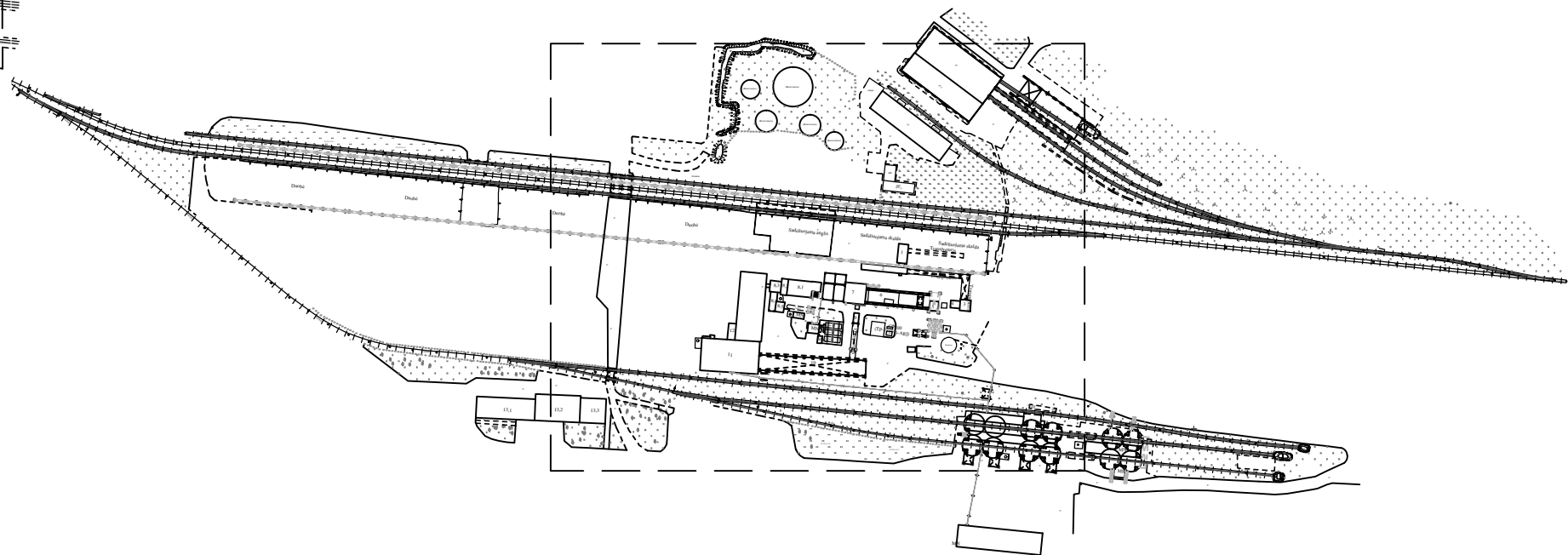
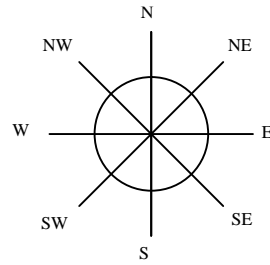
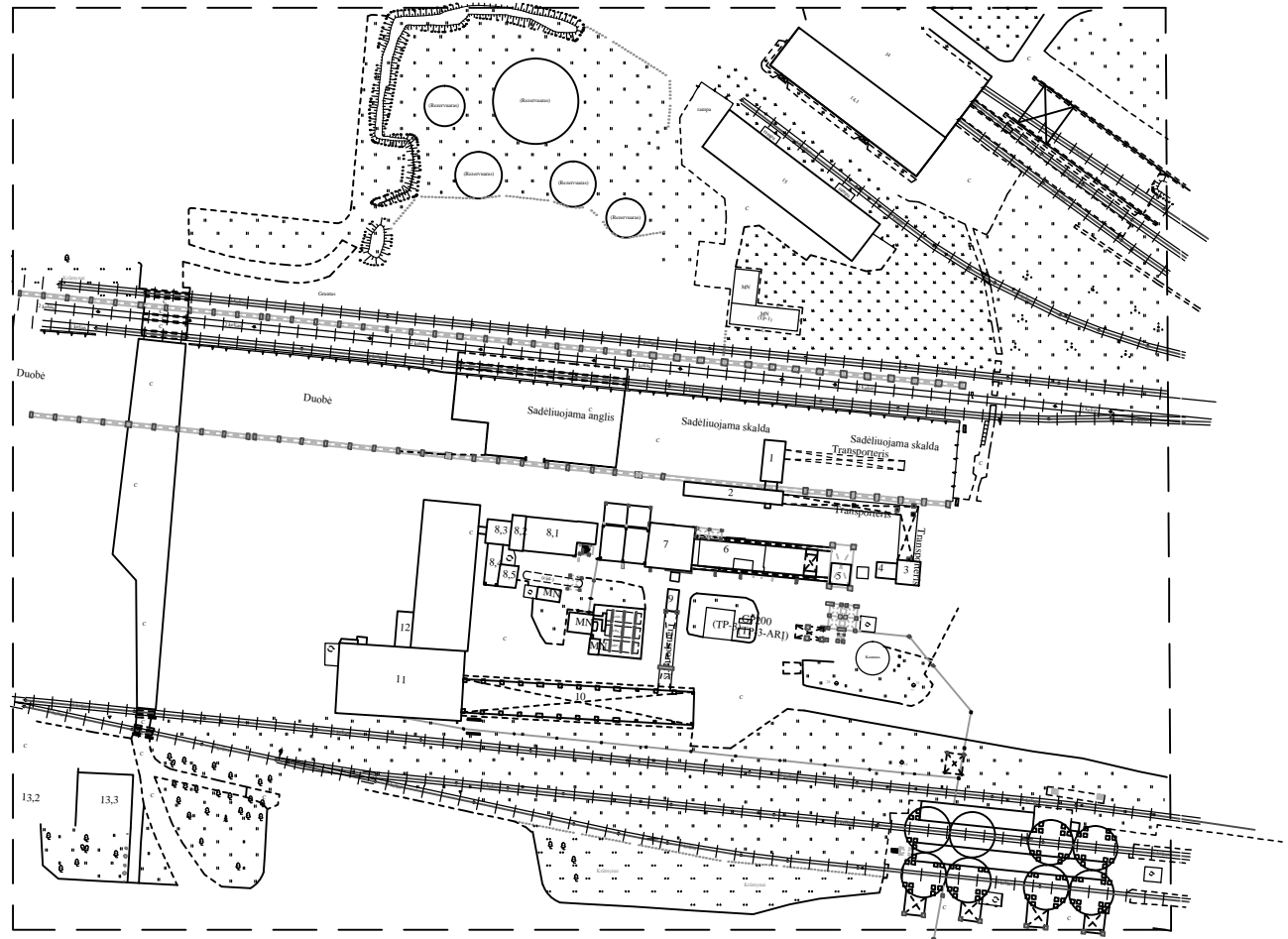
9 Darbo išvados:

1. Išanalizuota AB „Naujasis kalcitas“ negesintų kalkių technologinė linija ir parinktas modernizacijos būdas;
2. Atlikti šiluminiai skaičiavimai, patikrinti diegiamų įrengimų naudą;
3. Tiriamojoje dalyje nustatyta, kad įdiegus technologinės linijos pakeitimus, ir pakoregavus degimo procesą, iš tos pačios žaliavos bus galima gauti reikiamos kokybės (CL-90) produkciją;
4. Parinkti nauji įrengimai technologinės linijos modernizavimui;
5. Atlikti ekonominiai skaičiavimai, paskaičiuotas projekto atsipirkimo laikas;
6. Pateikti statybiniai sprendimai, brėžiniai;
7. Įvertintas teršalų susidarymo tikimybė ir parinktos priemonės teršalus pašalinti;
8. Įvertinta darbuotojų darbo saugos rizika, priimti sprendimai rizikai mažinti.

10 Literatūros sąrašas

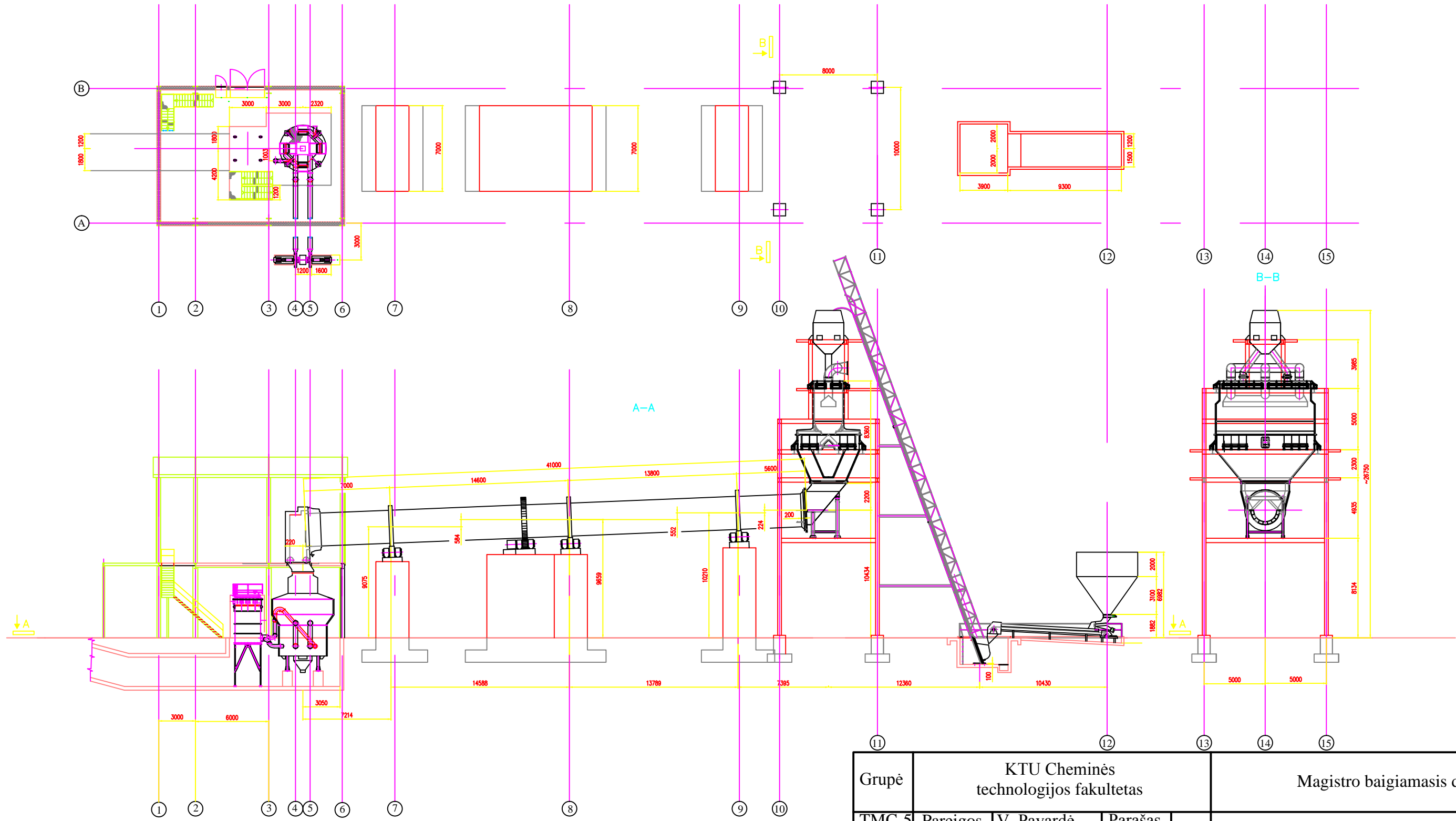
1. Justas D. AB „Naujasis kalцитas“. Praktikos ataskaita. Kaunas, 2017, 18 p.
2. Rimšelis S., N. Nemkovičienė. „Lietuvos statybinių medžiagų pramonės istorija“ Vilnius: Technika, 2006. 284 p.
3. [Žiūrėta 9-4-2017] Prieiga <http://www.chaeng.co/lime/11.html>
4. [Žiūrėta 9-4-2017] Prieiga <http://www.pspeng.com/en/>
5. Chopey, N. P. Handbook of Chemical engineering calculations, Third Edition. The McGraw-Hill Companies, 2004.
6. Europos parlamento ir tarybos reglamentas (EB) Nr. 1272/2008. Dėl cheminių medžiagų ir mišinių klasifikavimo, ženklavimo ir pakavimo.
7. HN 33:2001. Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje ir darbo aplinkoje. Matavimo metodikos bendrieji reikalavimai. Valstybės žinios, 2002-01-23, Nr. 8-301.
8. Profesinės rizikos vertinimo bendrieji nuostatai. Valstybės žinios, 2012-10-31, Nr. 126-6350.
9. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. Valstybės žinios, 2010-12-14, Nr. 146-7510.
10. Darbuotojų, dirbančių potencialiai sprogioje aplinkoje, saugos nuostatai. Valstybės žinios, 2001-01-05, Nr. 1-16.
11. Saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklės. Valstybės žinios, 2010-04-07, Nr. 39-1878.
12. Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės. Valstybės žinios, 2012-02-09, Nr. 18-816.
13. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004-03-26, Nr. 45-1485.
14. HN 98:2000. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas, apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2000-05-31, Nr. 44-1278.
15. HN 23:2011. Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai. Valstybės žinios, 2011-09-10, Nr. 112-5274.
16. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007-11-29, Nr. 123-5055.
17. Bendrosios priešgaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2005-02-24, Nr. 26-852.
18. Stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės. TAR, 2016-01-06, Nr. 365.

19. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybinės žinios, 2004, Nr.: 134-4878. (Aktuali redakcija: Valstybinės žinios, 2009, Nr.: 152-6849, Valstybinės žinios, 2011, Nr.:46 – 2201.
20. HN 33:2011. „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“. Valstybės žinios, 2011, Nr. 75-3638.
21. Balandis, A., Jasiukevičius, V., Martynaitis, M., Strazdas. Silikatų technologijos pagrindai. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1995, 438 p.
22. Valančius, Z., Valančienė, V., Kybartienė, N. Silikatų pramonės įrenginių šiluminiai skaičiavimai. Metodiniai nurodymai. Kaunas: Technologija, 2013, 59 p
23. Balandis, A., Leskauskas, B., Vaickelionis, G., Valančius, Z. Chemijos inžinerija. Skaičiavimų pavydžiai ir uždaviniai. Kaunas: Technologija, 2000, 407 p.
24. Valančius Z., Nizevičienė D., Viliūnienė o., Solnyškienė J., Stasiulaitienė I., Metodiniai nurodymai Cheminės technologijos fakulteto magistrams, studijuojantiems studijų programoje „Chemijos inžinerija“. Kaunas 2013.
25. Boguslauskas V., Jagelavičius G. Įmonės veiklos finansinis vertinimas – K.: “Technologija”, 2001. – 160 p
26. Buškevičiūtė E., Mačerinskienė I. Finansų analizė. - K.: Technologija, 1998. - 246 p.
27. Gronskas V. Ekonominė analizė. K.: KTU, 2005, 196 p
28. Šlekienė D., Klimavičienė I. Įmonės veiklos finansinis įvertinimas. – K.: Technologija, 1999. – 146 p.
29. Ūkinės veiklos analizės kurso metodinė priemonė. Parengė Gipiienė G., Jefimovas B. – K.: “Naujasis LANKAS”, 1999. – 72 p.
30. Usevičius K. Įmonės veiklos analizė ir verslo plano pagrindai. - V.: KF “Pokytis”, 1998. - 242 p.
31. Urniežius R. Ūkinės veiklos ekonominė analizė. – V.: EMC, 2004, 246 p.



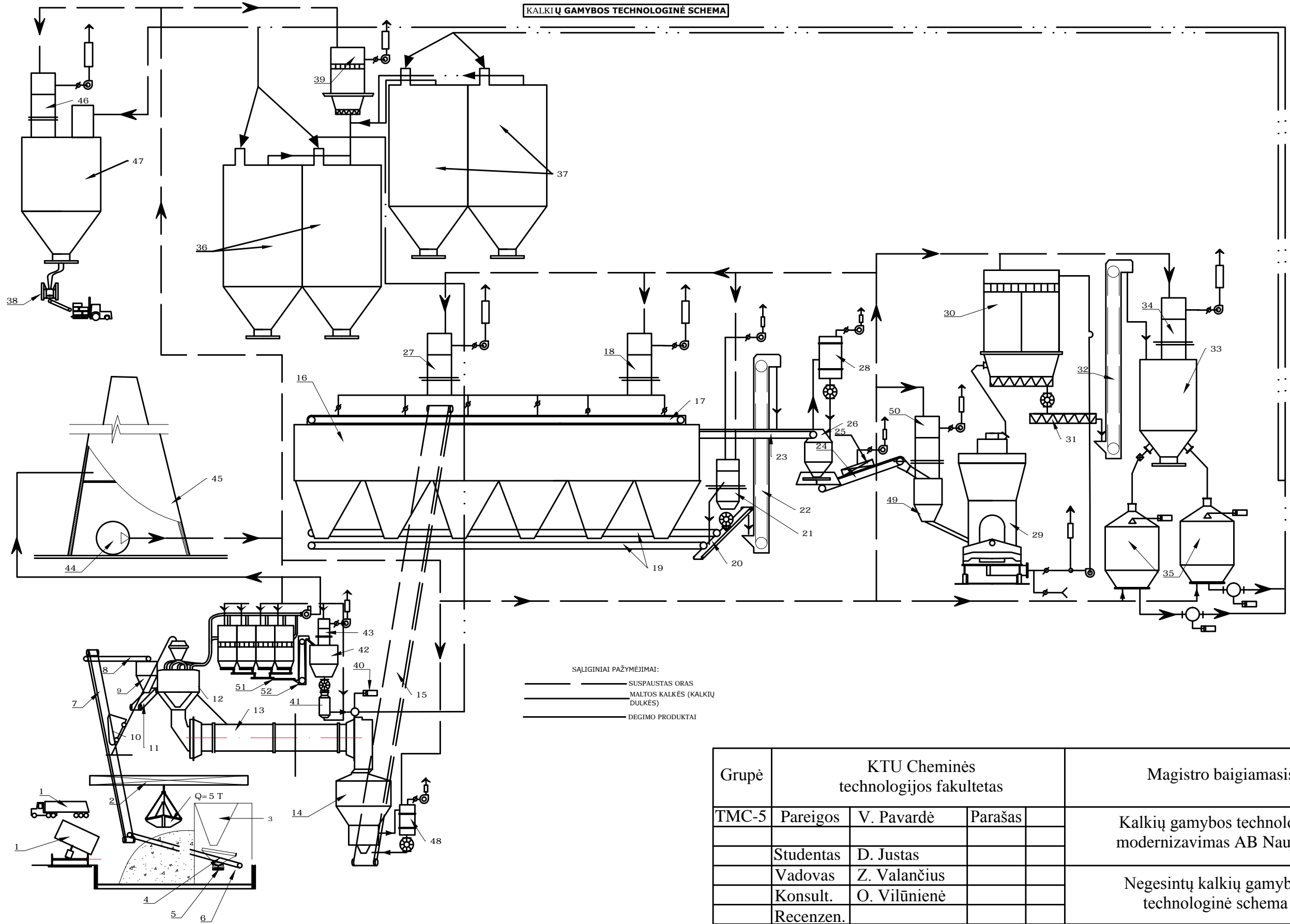
Eil. nr.	Pavadinimas	Eil. nr.	Pavadinimas
1	Žaliavos transporterių sistema	13	Mechaninės dirbtuvės
2	Žaliavos priėmo bunkeris	14	Buitinės patalpos, laboratorija
3	Tarpinis bunkeris	15	Sandėlis
4	Žaliavos dozavimo svarstyklės		Veja
5	Dekarbonizatorius		Krumynai
6	Sukamoji krosnis	C	Cementuotas paviršius
7	Operatorinė		
8	Kieto kuro (anglies) paruošimo linija		
9	Produkcijos tiekimo linija		
10	Gabalinių kalkių bunkeriai		
11	Kalkių malūno patalpa		
12	Kompresorinė		

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
TMC-5	Pareigos	V. Pavardė	Parašas	Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas AB Naujasis Kalcitas	
	Studentas	D. Justas			
	Vadovas	Z. Valančius			
	Konsult.	O. Viliūnienė			
	Recenzen.			Kalkių gamybos cecho detalusis planas	
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas			2017-MBD-CTF	
				Laida	
				Lapas	Lapų
				1	1



Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
TMC-5	Pareigos	V. Pavardė	Parašas	Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas AB Naujasis Kalcitas	
	Studentas	D. Justas			
	Vadovas	Z. Valanačius			
	Konsult.	O. Viliūnienė			
	Recenzen.				
MBD	Silikatų technologijos katedra LT - 50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas			Pagrindinių įrenginių schema, pjūvis	
				2017 - MBD - CTF	
				Lapas	Lapų
				1	1

KALKIŲ GAMYBOS TECHNOGINĖ SCHEMA



SĄLIGINIAI PAŽYMĖJIMAI:
 - - - - - SUSPAUSTAS ORAS
 ——— MALTOS KALKĖS (KALKIŲ DULKĖS)
 ——— DEGIMO PRODUKTAI

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
TMC-5	Pareigos	V. Pavardė	Parašas	Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas AB Naujasis Kalcitas	
	Studentas	D. Justas		Laida	
	Vadovas	Z. Valančius		Negesintų kalkių gamybos technologinė schema	
	Konsult.	O. Vilūnienė			
	Recenzen.				
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas			2017-MBD-CTF	
				Lapas	Lapų
				1	1

Eil. Nr.	ĮRENGIMO PAVADINIMAS	MATO Vnt.	KIEKIS	Pastabos (T.R. - Techninis Reglamentas)	ĮRENGIMO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS
1	Savivartis, geležinkelio vagonas.	1 Vnt	—		
2	Greiferinis tiltinis kranas.	1 Vnt	2		Keliamoji galia 5t.
3	Metalinis žaliavos priėmimo bunkeris	1 Vnt	1		
4	Vibro sietas.	1 Vnt	1		
5	Atsijų juostinis konvejeris.	1 Vnt	1		
6	Juostinis konvejeris.	1 Vnt	1		
7	Juostinis konvejeris.	1 Vnt	1		
8	Juostinis konvejeris	1 Vnt	1		
9	Žaliavos priėmimo metalinis bunkeris.	1 Vnt	1		Talpa 50 t.
10	Žaliavos juostinis konvejeris.	1 Vnt	1	Nr. T.R. 11	
11	Skipinis žaliavos keltuvas.	1 Vnt	1	Nr. T.R. 10	
12	Šachtinis pašildytojas-dekarbonizatorius	1 Vnt	1		
13	Kalkių degimo sukama krosnis	1 Vnt	1		Ilgis 41m,Ø2,7m,našumas 250 t/par
14	Šachtinis aušintuvas.	1 Vnt	1		Našumas 14 t/val.
15	Gabalinių kalkių kaušinis konvejeris	1 Vnt	1		
16	Gabalinių kalkių gelžbetoniniai bunkeriai	1 Vnt	1		
17	Juostinis gabalinių kalkių konvejeris	1 Vnt	1		
18	Konvejerio Nr.17. rankovinis filtras.	1 Vnt	1		
19	Gabalinių kalkių juost. konvej. po g/b bunker	1 Vnt	2		
20	Juostinis g/k konvejeris (jelevatorių).	1 Vnt	1		
21	Juostinio konvejerio Nr.20. rankovinis filtras.	1 Vnt	1		
22	Gabalinių kalkių elevatorius	1 Vnt	1		
23	Juostinis gabal. kalkių konvejeris virš bunker.	1 Vnt	1		
24	Juostinis gabal. kalkių konvejeris.	1 Vnt	1		
25	Konvejerio Nr.24 kontaktinis filtras.	1 Vnt	1		
26	Gabalinių kalkių metalinis bunkeris	1 Vnt	1		
27	Kaušinio konvejerio Nr. 15 rankovinis filtras	1 Vnt	1	Nr. T.R. 18 Taršos šaltinis Nr.151	
28	Metalinio bukerio Nr.26. rankovinis filtras.	1 Vnt	1		
29	Kalkių malūnas.	1 Vnt	1	Taršos šaltinis Nr. 152	Ø1200mm, našumas 12 t/val.
30	Kalkių malūno rankovinis filtras.	1 Vnt	1		
31	Maltų kalkių sraigtinis konvejeris.	1 Vnt	1		
32	Maltų kalkių elevatorius.	1 Vnt	1		
33	Maltų kalkių priėmimo metalinis bunkeris.	1 Vnt	1		Talpa 10 m3
34	Maltų kalkių bunkerio Nr.33. rankov. filtras.	1 Vnt	1		
35	Pneumo kameriniai maltų kalkių siurbliai.	1 Vnt	2	Taršos šaltinis Nr. 103	
36	Gelžbetoniniai maltų kalkių silosai.	1 Vnt	2	Neorganizuoti oro taršos šaltiniai Nr. 602; 604	Talpa 3000t x 2
37	Gelžbetoniniai maltų kalkių silosai.	1 Vnt	2	Neorganizuoti oro taršos šaltiniai Nr. 601; 603	Talpa 3000t x 2
38	Kalkių pakavimo įrenginys.	1 Vnt	1		
39	Rankovinis filtras virš gelžbetoninių silosų.,	1 Vnt	1		
40	Sklendė	1 Vnt	1		
41	S/K rankovinio filtr. pneumo kamer. siurblys.	1 Vnt	1		
42	S/K dulkių bunkeris.	1 Vnt	1		
43	S/K rankovinis filtras.	1 Vnt	1	Taršos šaltinis Nr. 153	
44	Kompresorius.	1 Vnt	1		Našumas 2,5 m3/val
45	S/K kaminas.	1 Vnt	1	Taršos šaltinis Nr. 134	
46	Kalkių taravimo skyriaus rankovinis filtras.	1 Vnt	1	Taršos šaltinis Nr. 154	
47	Kalkių taravimo metalinis bunkeris.	1 Vnt	1		
48	Šachtinio aušintuvo rankovinis filtras.	1 Vnt	1	Taršos šaltinis Nr. 150	
49	Mažasis gabalinių kalkių bunkeris.	1 Vnt	1	Nr. T.R. 49	
50	Gabalinių kalkių bunkerio Nr. 49 rank. filtras.	1 Vnt	1	Nr. T.R. 28	
51	Sraigtinis transporteris.	1 Vnt	1		
52	Kalkių dulkių elevatorius.	1 Vnt	1		

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
TMC-5	Pareigos	V. Pavardė	Parašas	Kalkių gamybos technologinės linijos modernizavimas AB Naujasis Kalcitas	
	Studentas	D. Justas			
	Vadonas	Z. Valančius			
	Recenzen.				
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas			2017-MBD-CTF	
				Laida	
				Technologinės schemos įrenginių eksplikacijos lentelė	
				Lapas	Lapų
				1	1