



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Sukepusios keramikos trinkelių gamyba

Baigiamasis magistro projektas

Vytautė Rimkevičiūtė

Projekto autorė

doc. dr. Edita Prichockienė

Vadovė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Sukepusios keramikos trinkelių gamyba

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

Konsultantai:

lekt. dr. O. Viliūnienė – statybiniai
sprendimai

prof. dr. I. Pekarskienė – finansiniai ir
ekonominiai skaičiavimai

prof. dr. G. Denafas - aplinkosauginis
vertinimas

doc. dr. D. Nizevičienė - darbuotojų sauga ir
sveikata

Vytautė Rimkevičiūtė

Projekto autorė

doc. dr. Edita Prichockienė

Vadovė

prof. dr. Raimundas Šiaučiūnas

Recenzentas

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Vytautė Rimkevičiūtė

Sukepusios keramikos trinkelių gamyba

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

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

Vytautė Rimkevičiūtė

Patvirtinta elektroniniu būdu



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

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

Suderinta:
Silikatų technologijos katedros vedėjas
prof. dr. R. Šiaučiūnas

Dekano potvarkis Nr. V25-02-10
2022 m. gegužės mėn. 16 d.

2022 m. kovo mėn. 01 d.

Baigiamojo magistro projekto užduotis

Projekto tema

Sukepusios masės trinkelėlių gamybos cechas

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – suprojektuoti sukepusios masės trinkelėlių gamybos cechą, kai metinė apimtis – 2 mln. vnt. trinkelėlių.
Darbo uždaviniai: ištirti lauko špatų priedo kiekio įtaką keraminės šukės iš Tauragės telkinio molio savybėms ir įvertinti jo tinkamumą sukepusios masės trinkelėlių gamybai; ištirti iš šių žaliavų sudarytų mišinių keramines savybes ir išdegtų bandinių eksploatacinius rodiklius bei parinkti geriausią sudėtį sukepusios masės trinkelėms gaminti; suprojektuoti sukepusios masės trinkelėlių gamybos technologinę liniją, susidedančią iš masės paruošimo, formavimo, džiovavimo, degimo ir produkcijos kokybės skyrių; parinkti technologinei linijai tinkamus įrengimus; atlikti projektuojamos gamybos ekonominį pagrindimą; numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti; atlikti statybinius ir aplinkosauginius vertinimus. Nubraižyti: technologinę schemą, statybos teritorijos planą (generalinį planą), gamybinių patalpų planą, gamybinių patalpų pjūvius.

Reikalavimai ir sąlygos

Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanu 2021 m. vasario 24 d. potvarkiu Nr. V25-02-03 patvirtintuose „Pirmosios pakopos Cheminė technologija ir inžinerija ir antrosios pakopos Chemijos inžinerija studijų programų baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodiniuose reikalavimuose“.

Vadovas / Vadovė

Doc. dr. Edita Prichockienė

2022-03-01

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Užduotį gavau:

Vytautė Rimkevičiūtė

(studento vardas, pavardė)

2022-03-01

(parašas, data)

Rimkevičiūtė, Vytautė. Sukepusios keramikos trinkelių gamyba. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Edita Prichockienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: statybinė keramika, sukepusios keramikos trinkelės, molis, lauko špatai, molio fizikinės ir šukės keraminės savybės.

Kaunas, 2022. 75 p.

Santrauka

Sukepusios keramikos trinkelės yra ilgaamžis, pagamintas iš natūralių žaliavų gaminys. Jos naudojamos lauko apdailai, nes atlaiko dideles apkrovas, nenusidėvi vaikščiojant ant jų basomis, tinka naudoti įvairiose klimato zonose.

Šiame darbe projektuojama sukepusios keramikos trinkelių gamybos – 2 mln. vnt. per metus – linija. Atlikus tyrimus, nustatyta, kad Tauragės telkinio molis ir lauko špatų priedas tinka klinkerio trinkelėms gaminti. Pasirinkus minėtas žaliavas, apskaičiuoti realūs žaliavų srautai ir sudarytas jų balansas. Gamybos procesą sudaro masės paruošimo, formavimo, džiovavimo bei degimo skyriai. Sukepusios keramikos trinkeles gamins bei jų kokybę tikrins kvalifikuoti specialistai.

Parinkti gamybinio cecho pastato statybiniai sprendimai, atliktas aplinkosauginis bei ekonominis vertinimas, įvertinta darbuotojų sauga ir sveikata.

Projektuojama įmonė bus statoma Paberžių kaime, Tauragės rajone. Tai strategiškai patogi vieta, nes šalia yra Tauragės molio karjeras bei įrengti automobilių keliai, todėl yra geras susisiekimas su aplinkiniais miestais, norint eksportuoti savo produkciją.

Rimkevičiūtė, Vytautė. Manufacturing of Pavement Clinker. Master's Final Degree Project / supervisor Assoc. Prof. dr. Edita Prichockienė; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: building ceramics, sintered ceramic tiles, clay, feldspar, physical and splinter ceramic properties of clay.

Kaunas, 2022. 75 p.

Summary

Sintered ceramic paving is a durable product, made from natural raw materials. They are used for outdoor decoration because they can withstand heavy loads, do not wear out when walked on barefoot, and are suitable for use in different climatic zones.

This work designs a production line for sintered ceramic paving stones –2 million units per year. The studies have shown that Tauragė clay and the feldspar additive are suitable for the production of clinker pavers. Following the selection of these raw materials, the actual raw material flows have been calculated and a balance has been established. The production process consists of the preparation, shaping, drying and firing sections. The sintered ceramic pads will be produced and quality checked by qualified professionals.

The construction of the production plant building has been selected, an environmental and economic assessment has been carried out, and the health and safety of workers has been assessed.

The company will be built in Paberžiai village, Tauragė district. This is a strategically convenient location, as it is close to the Tauragė clay quarry and motor roads, which provides good access to the surrounding towns and cities to export its products.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Literatūros apžvalga	12
1.1. Žaliavos	12
1.1.1. Sukepantieji moliai.....	12
1.1.2. Koreguojantieji priedai.....	15
2. Tiriamoji dalis.....	17
2.1. Bandinių paruošimas ir tyrimo metodika	17
2.2. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas	18
2.3. Tiriamojo darbo išvados.....	28
3. Inžinerinė dalis.....	29
3.1. Projektuojamos technologinės linijos aprašymas	29
3.2. Medžiagų ir žaliavų skaičiavimai	32
3.3. Įrenginių parinkimas ir jų skaičiavimai	40
3.3.1. Juostinių transporterių skaičiavimai	49
3.3.2. Kaušinių elevatorių skaičiavimai	51
3.4. Bunkerių ir sandėlio skaičiavimai	52
3.4.1. Bunkerių skaičiavimai	52
3.4.2. Sandėlio skaičiavimai	53
3.5. Statybiniai sprendimai	54
3.6. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.....	56
3.6.1. Inovacijos projektavimo ir diegimo aplinkos analizė	56
3.6.2. Produkcijos gamybos ekonominių rodiklių apskaičiavimas	57
3.6.3. Gamybos kaštai	57
3.6.4. Gaminių kainos skaičiavimas	59
3.6.5. Projekto planas ir grynujų pinigų srautai	60
3.6.6. Lūžio taško skaičiavimas	61
3.6.7. Išvados	61
3.7. Aplinkosauginis vertinimas	61
3.7.1. Aplinkosauginio vertinimo išvados	64
4. Darbuotojų sauga ir sveikata	65
4.1. Projektuojamo objekto charakteristika	65
4.2. Profesinės rizikos vertinimas.....	65
4.3. Saugi gamyba	68
4.4. Darbo higiena	68
4.5. Gaisrinė sauga	69
4.6. Darbuotojų evakavimas ir avarijų likvidavimas.....	70
Išvados	72
Literatūros sąrašas	73

Lentelių sąrašas

1.1.1 lentelė. Sukepančių Girininkų, Dukstynos bei Tauragės telkinio molio cheminės sudėtys..	12
2.2.1 lentelė. Tauragės telkinio molio oksidinė sudėtis.....	19
2.2.2 lentelė. Lauko špatų oksidinė sudėtis	19
2.2.3 lentelė. Skirtingo dydžio molio dalelių kiekis.....	23
2.2.4 lentelė. Plastiškumo skaičius	24
2.2.5 lentelė. Molio sukepimas	27
3.2.1 lentelė. Formavimo mišinio sudėtis	32
3.2.2 lentelė. Gamybos nuostoliai	33
3.2.3 lentelė. Įmonės darbo režimas	33
3.2.4 lentelė. Formavimo masės sudėtis.....	34
3.2.5 lentelė. Žaliavų sąnaudos 1000-čiui vienetų trinkelių pagaminti.....	35
3.2.6 lentelė. Gamybos apimties skaičiavimo rezultatai, kai gamybos apimtis – 2 mln. vnt. trinkelių per metus	38
3.2.7 lentelė. Žaliavų sąnaudos, reikalingos numatytai gamybos apimčiai	40
3.3.1 lentelė. Daugiakaušis ekskavatorius DQY	40
3.3.2 lentelė. Savivartė mašina SX3256DV384C	41
3.3.3 lentelė. Autokrautuvai CPCD40	41
3.3.4 lentelė. Molio parentuvai CM – 1031	42
3.3.5 lentelė. Dėžinis tiektuvas JZ500	42
3.3.6 lentelė. Sraigtinis valcas CSP660x900	43
3.3.7 lentelė. Dvivelenis maišytuvas DM50B	44
3.3.8 lentelė. Plaktukinis trupintuvas CP1000x800	44
3.3.9 lentelė. Būgninis sijotuvas TS5000x1500	45
3.3.10 lentelė. Lėkštinis dozatorius MALD150	45
3.3.11 lentelė. Lėkštinis dozatorius MALD100	46
3.3.12 lentelė. Statgirnės S111A	46
3.3.13 lentelė. Trintuvas YPA	47
3.3.14 lentelė. Smulkaus malimo valcas CGP800	47
3.3.15 lentelė. Vakuuminis presas SII36-22	47
3.3.16 lentelė. Pjaustymo aparatas QT125	48
3.3.17 lentelė. Tunelinė džiovykla SYL	48
3.3.18 lentelė. Tunelinė krosnis BRICTEC tunnel kiln	49
3.3.1.1 lentelė. Juostinių transporterių skaičiavimų rezultatai	51
3.3.2.1 lentelė. Kaušinių elevatorių skaičiavimų rezultatai.....	52
3.4.1.1 lentelė. Bunkerių skaičiavimų rezultatai	53
3.4.1.2 lentelė. Bunkerių korpusų matmenys	53
3.4.2 lentelė. Molio sandėlis.....	54
3.5.1 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai.....	54
3.5.2 lentelė. Pradiniai duomenys projektavimui	54
3.6.1 lentelė. Įmonės palyginimas su konkurentais	57
3.6.2 lentelė. Produkcijos pardavimo planas metams.....	57
3.6.3.1 lentelė. Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas, parinktai gamybos apimčiai	58
3.6.3.2 lentelė. Energijos ir kuro poreikio duomenys metams	58

3.6.3.3 lentelė. Vandens poreikio duomenys metams	58
3.6.3.4 lentelė. Įmonės personalo ir darbo užmokesčio apskaičiavimas	59
3.6.3.5 lentelė. Įmonės personalo plano rodikliai.....	59
3.6.3.6 lentelė. Gamybos kaštai metams	59
3.6.4 lentelė. Gaminio kainos apskaičiavimas.....	60
3.6.5.1 lentelė. Technologinės linijos įrengimų pirkimo išlaidų ataskaita	60
3.6.5.2 lentelė. Įmonės pelno ataskaita metams	60
3.6.5.3 lentelė. Pelningumo ir rentabilumo rodikliai.....	61
3.7.1 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavą.....	62
3.7.2 lentelė. Kuro ir energijos vartojimas	62
3.7.3 lentelė. Konkrečios veiklos sąlygojama fizikinė ir biologinė tarša.....	62
3.7.4 lentelė. Numatomas vandens paėmimas ir naudojimas.....	62
3.7.5 lentelė. Nuotekų ir teršalų susidarymas.....	63
3.7.6 lentelė. Stacionarių taršos šaltinių fiziniai duomenys	63
3.7.7 lentelė. Tarša į aplinkos orą.....	63
3.7.8 lentelė. Išmetamųjų dujų valymo įrenginiai ir kitos taršos prevencijos priemonės	64
4.2.1 lentelė. Fizinių veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas	66
4.2.2 lentelė. Cheminių veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas	66
4.2.3 lentelė. Fizikinių veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas	67
4.2.4 lentelė. Patalpų kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos.....	67
4.2.5 lentelė. Išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos	68

Paveikslų sąrašas

2.2.1 pav. Tauragės telkinio molio dilatometrinė kreivė (1) ir jos išvestinė (2)	18
2.2.2 pav. Tauragės telkinio molio RSDA kreivė. Čia: U – muskovitas, V – vermikulitas, I – ilitas, C – kvarcas, K – kalcitas, D – dolomitas, A – kaolinitas, M – montmorilonitas.....	20
2.2.3 pav. Lauko špatų DA kreivė. Čia: M – mikroklinas, A – albitas, K – kvarcas, I – sanidinas, D – labradoritas, N – anortitas, L – lazuritas, R – anortoklazas.....	21
2.2.4 pav. Tauragės telkinio molio vienalaikės terminės analizės kreivės: DSK (1) ir TG (2).....	22
2.2.5 pav. Lauko špatų vienalaikės terminės analizės kreivės: DSK (1) ir TG (2)	23
2.2.6 pav. Šukės iš Tauragės telkinio molio ir lauko špatų susitraukimas džiužstant. Čia: M0 – Tauragės molis, M1 – 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišinys, M2 – 90 % molio ir 10 % lauko špatų mišinys, M3 – 87,5 % molio ir 12,5 % lauko špatų mišinys	25
2.2.7 pav. Keraminės šukės susitraukimo degant priklausomybė nuo priedo kiekio ir degimo temperatūros. Čia: M0 – Tauragės molis, M1 – 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišinys, M2 – 90 % molio ir 10 % lauko špatų mišinys, M3 – 87,5 % molio ir 12,5 % lauko špatų mišinys	25
2.2.8 pav. Keraminės šukės bendrojo susitraukimo priklausomybė nuo lauko špatų kiekio ir degimo temperatūros. Čia: M0 – Tauragės molis, M1 – 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišinys, M2 – 90 % molio ir 10 % lauko špatų mišinys, M3 – 87,5 % molio ir 12,5 % lauko špatų mišinys	26
3.1 pav. Keraminių trinkelėlių gamybos technologinio proceso schema.....	29
3.6.6 pav. Lūžio taško grafikas.....	61
4.6 pav. Įmonės evakuacijos planas.....	71

Įvadas

Sukepusios keramikos trinkelės yra ilgaamžis, pagamintas iš natūralių žaliavų gaminys. Joms būdingas patvarumas, atsparumas trinčiam, apkrovoms, cheminiam bei atmosferos poveikiui. Jų natūrali spalva neblunka ir nesikeičia visą naudojimo laiką, nes yra išgaunama natūraliais būdais – molio rūšimi, degimo būdu, temperatūra bei degimo trukme. Sukepusios keramikos trinkelės pasižymi nesudėtingu montavimu, saugumu (danga išlieka neslidi net būdama šlapia), stipriu (jos 4–5 kartus tvirtesnės už betonines), todėl yra naudojamos ne tik takų ar terasų, bet ir miesto aikščių įrengimui [1].

Sukepusios keramikos trinkelės yra labai mėgstamos visame pasaulyje, nes turi daugybę teigiamų savybių. Jos naudojamos lauko apdailai, nes atlaiko dideles apkrovas, nenusidėvi vaikščiojant ant jų basomis, tinka naudoti įvairiose klimato zonose [2].

Darbo objektas: sukepusios keramikos trinkelių gamyba.

Darbo tikslas: suprojektuoti sukepusios keramikos trinkelių gamybos cechą, kurio metinė apimtis – 2 mln vnt. trinkelių.

Darbo uždaviniai:

- ištirti lauko špatų priedo kiekio įtaką keraminės šukės iš Tauragės telkinio molio savybėms ir įvertinti jo tinkamumą sukepusios masės trinkelių gamybai;
- ištirti iš šių žaliavų sudarytų mišinių keramines savybes ir išdegtų bandinių eksploatacinius rodiklius bei parinkti geriausią sudėtį sukepusios masės trinkelėms gaminti;
- suprojektuoti sukepusios masės trinkelių gamybos technologinę liniją, susidedančią iš masės paruošimo, formavimo, džiovinimo, degimo ir produkcijos kokybės skyrių;
- parinkti technologinei linijai tinkamus įrengimus;
- atlikti projektuojamos gamybos ekonominį pagrindimą;
- numatyti priemones saugiam darbui užtikrinti; atlikti statybinius ir aplinkosauginius vertinimus;
- nubraižyti: technologinę schemą, statybos teritorijos planą (generalinį planą), gamybinių patalpų planą, gamybinių patalpų pjūvius.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Žaliavos

Žaliavos sukepusios keramikos gamybai skirstomos į plastiškąsias ir neplastiškąsias. Plastiškosios žaliavos – tai sukepantieji moliai, kaolinas, o neplastiškosios – fliusai ir liesikliai. Fliusai padidina lydalo kiekį degimo metu, o kartu ir gaminių tankį, leidžia sumažinti reikalingą degimo temperatūrą. Liesikliai sumažina susitraukimą džiūstant ir degant, todėl gaminiai būna vienodesnių matmenų [3].

1.1.1. Sukepantieji moliai

Sukepantieji moliai – tai tokie moliai, kurie gali būti naudojami sukepusios keramikos gamybai be jokių priedų. Jų sukepimo intervalas gana platus, o sukepimo temperatūra palyginti žema. Jų sudėtyje yra molingųjų mineralų (kaolinito, ilito, montmorilonito), taip pat smulkiadispersių kvarco, žėručio, feldšpato, magnezito, dolomito bei kalcito priemaišų.

Sukepančiųjų molių chemines ir fizikines savybes lemia molio mineralų kiekis ir atmaina, tačiau priemaišos daro didelę įtaką technologinėms savybėms.

Nustatant, ar molis tinka gamybai, reikia žinoti jo cheminę ir mineraloginę sudėtį, susitraukimą džiūstant ir degant, plastiškumą, sukepimo temperatūrą ir intervalą, atsparumą rūgštims ir kitas technologines savybes, atsižvelgiant į produkcijos tipą ir technologiją.

Sukepančiųjų molių cheminė sudėtis ir jos įtaka šukės susidarymui

1.1.1 lentelėje pateiktos sukepančiųjų molių ir palyginimui – Lietuvoje keramikos gamyboje plačiai naudojamų Girininkų, Dukstynos bei Tauragės telkinio molių cheminės sudėtys.

1.1.1 lentelė. Sukepančiųjų Girininkų, Dukstynos bei Tauragės telkinio molių cheminės sudėtys

Moliai	Cheminė sudėtis, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O
Sukepantys	60–75	14–34	0,5–3	0,5–8	0,1–4	0,1–3	1–4
Girininkų	47–51	14–18	*	5,7–8	6–11	2,6–3	3,5–4
Dukstynos	62–73	13–17	*	6–9	1–3	1–3	1,8–3
Tauragės	46	15	1	7	9	3	7

* – TiO₂ nustatytas kartu su Al₂O₃

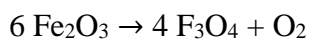
SiO₂ moliuose aptinkamas kvarco pavidalu, taip pat jis įeina į silikatų sudėtį. Kai kvarco yra daug, jis didina atsparumą rūgštims ir mažina susitraukimą, tačiau per didelis jo kiekis gali būti žalingas vėsinimo periodu, kai, esant 573 °C temperatūrai, β kvarcas virsta α kvarcu [3].

Al₂O₃ paprastai būna sujungtas hidroaliumosilikatuose (kaolinite, feldšpatuose, žėrutyje). Jis padidina masės plastiškumą, sumažina jautrumą džiūvimui ir degimui, padidina sukepimo temperatūrą, išplečia sukepimo intervalą. Kuo daugiau Al₂O₃, tuo šukė stipresnė ir šviesesnė.

TiO₂ nedideliais kiekiais randamas beveik visuose moliuose rutilo, anastazo ar titanato forma. Jis veikia kaip fliusas, o didesni kiekiai ir kaip dažai.

Fe₂O₃ moliuose randamas kaip sudėtinė limonito, hematito, piritro, siderito, markasito dalis, taip pat jis įeina į įvairių silikatų sudėtį. Priklausomai nuo kiekio, formos ir ypač smulkiadispersiškumo, jis gali paveikti technologines molio savybes tiek teigiamai, tiek neigiamai.

Fe₂O₃ redukcija į Fe įmanoma tik esant aukštai degimo temperatūrai ir redukcinei aplinkai, todėl FeO poveikis nedidelis. Fe₂O₃ molyje neturi būti daugiau kaip 10 %, nes, jei masėje yra organinių medžiagų, stipriai redukciniėje aplinkoje vyksta Fe³⁺ redukcija:



Išsiskyrusios dujos (deguonis ir CO₂, susidaręs deguoniui reaguojant su organinėmis medžiagomis) negali pasišalinti per sukepusį gaminio paviršių, todėl šis pučiasi ir deformuojasi. Didesnis piritro (FeS₂) kiekis taip pat išpučia gaminį, nes degimo metu išsiskiria SO₂. Geležies oksidai nudažo šukę. Spalva priklauso nuo degimo atmosferos ir CaO bei Al₂O₃ kiekio.

CaO yra efektyvus fliusas, tačiau jis susiaurina sukepimo intervalą, todėl gaminiai su dideliu CaO kiekiu degimo metu gali staigiai deformuotis degimo temperatūrai viršijus optimalią, ypač jei jie slegiami. CaO reaguoja su molingaisiais komponentais, todėl jis pagerina glazūros sukibimą su gaminiu, tačiau sumažina atsparumą rūgštims. CaO (daugiausiai CaCO₃ formos) gali būti dedama kaip fliusas iki 3 %.

Nors CaO labai susiaurina sukepimo intervalą, kai kada sukepusiai keramikai gaminti naudojami moliai, turintys net iki 16 % CaO. Iš tokio daug CaO turinčio molio pagamintas labai atsparus aplinkos poveikiui klinkeris naudotas Budapešto krantinėms. Olandijoje netgi teikiama pirmenybė aliuviniams moliams, kuriuose yra 8–15 % CaO. Karbonatas šiuose moliuose yra labai smulkiai disperguotas, todėl susidaro idealios sukepimo sąlygos. Siauro sukepimo intervalo keliamų problemų pavyksta išvengti lėtai degant.

MgO veikia kaip fliusas aukštesnėje nei 1100 °C temperatūroje. Jis ne toks stiprus fliusas kaip CaO, tačiau taip pat siaurina sukepimo intervalą. MgO padidina lydalo tankį ir klampą, tačiau tik iki tokios temperatūros, kol didelis lydalo kiekis nesukelia deformacijų. Magnio oksidas suteikia gaminiams šviesiai pilkų ar žalių tonų atspalvį. Šis oksidas sudaro kordieritą (Mg₂Al₄Si₅O₁₈), kuris turi mažą terminio plėtimosi koeficientą ir pagerina gaminių terminį atsparumą, bet kartu sumažina atsparumą rūgštims. Žaliavos, turinčios daugiau MgO, naudojamos, kai reikalingas didelis gaminių matmenų tikslumas ar tankis arba gaminant šarmams atsparius dirbinius.

K₂O ir Na₂O yra labai efektyvūs fliusai. Jų randama įvairių silikatų sudėtyje, ypač lauko špatuose ir žerutyje. Šių oksidų kiekis molyje retai kada viršija 2,5 %. Degimo metu jie sudaro lydalą, kuris esant K₂O būna žymiai klampesnis, kas technologiniu požiūriu labai pageidautina. Didelis lydalo kiekis didina stiprumą ir cheminį atsparumą, sumažina sukepimo temperatūrą. Moliuose dažniausiai trūksta šių oksidų, todėl jų papildomai dedama į masę. Tradiciškai tam naudojami lauko špatai, tačiau pastaruoju metu daugiausia dedama įvairių susmulkintų vulkaninių uolienu (fonolito, trachito, graniorito, andezito, granito, bazalto). Mases su dedamais fliusais nelengva homogenizuoti, todėl geriau, kai šių oksidų užtektinai yra pačiame molyje.

Minerologinė sukepančiųjų molių sudėtis

Sukepantieji moliai dažniausiai yra sudaryti iš antrinės sedimentacijos mineralų, kurie sudaro smulkiausias molingąsias daleles. Labiausiai paplitę yra kaolinitas, montmorilonitas, ilitas, chloritas. Kiti mineralai sudaro įvairius smiltainius, iš kurių svarbiausi yra lauko špatai ir kvarcas [3].

Kvarco kiekis proporcingai mažėja, didėjant molingųjų mineralų kiekiui. Smulkus kvarcas technologiniu požiūriu yra naudingas, nes sumažina susitraukimą džiūstant ir degant.

Lauko špatai yra labai pageidautinas komponentas, nes jie turi daug Na_2O ir K_2O , tačiau jie ne tokie stabilūs kaip kvarcas, todėl lauko špatų moliuose būna nedaug.

Rekomenduojama racionali sukepančiųjų molių sudėtis:

- molingieji mineralai – 50–80 %;
- kvarcas – 2–40 %;
- lauko špatai – 1–10 %.

Be šių mineralų dar gali būti šiek tiek ne tokių stabilių mineralų, kurie paprastai nėra taip tolygiai disperguoti molyje kaip pagrindiniai. Tai – rutilas, piritas, cirkonitas, turmalinas, markasitas ir kiti.

Žalingos ir nepageidaujamos priemaišos

Mineralai, kurie nepalankiai veikia molių technologines savybes, priskiriami prie žalingų ir nepageidujamų priemaišų.

Pirito ir markasito randama įvairaus dydžio dalelių. Kai žaliavoje yra FeS_2 , degimo metu susidaro labai lydūs ferosilikatai, kurie gaminyje sudaro tuštumas ir skylutes. Išsiskiriantis SO_2 gali išpūsti gaminį ir nepalankiai veikia glazūros paviršių. Jei FeS_2 molyje yra smulkiai disperguotas, tai paviršiuje atsiranda tamsių taškų. Esant nedideliame pirito kiekiui, molio kokybę galima pagerinti, jį pūdant (pūdymo metu piritas virsta tirpiaisiais geležies junginiais) arba smulkiai malant.

Kalcio karbonatas moliuose aptinkamas klinčių pavidalu. Smulkios dalelės nesukelia didesnių technologinių problemų, tačiau jos gali išryškėti gaminio paviršiuje kaip geltoni taškai. Jei dalelės didelės ar jų daug, po degimo įvykus CaO hidratacijai gaminyje gali suirti. Neigiamą CaCO_3 poveikį galima gerokai sumažinti, molį smulkiai malant.

Gipsas veikia panašiai kaip kalcio karbonatas, be to, degimo metu išsiskiriančios SO_2 dujos neigiamai veikia glazūros kokybę ir gali gaminį išpūsti.

Jei kvarco dalelės yra stambios, degimo metu jos plečiasi ir išlenda į gaminio paviršių, todėl jis būna šiurkštus. Be to, stambios kvarco dalelės mažina stiprumą, nes aplink jas atsiranda įvairių defektų, ypač aušinant. To galima išvengti, smulkiai malant žaliavas.

Organinės medžiagos nežalingos, jei jos smulkiai disperguotos ir jų kiekis neviršija 2 %. Priešingu atveju jos nespėja išdegti ir neprieinant orui virsta į grafitą. Temperatūrai viršijus $1100\text{ }^\circ\text{C}$, grafitas gaminio viduje sudaro stiprią redukcinę aplinką ir jam reaguojant su Fe_2O , išsiskiria dujos (CO , CO_2 , O_2), kurios gali išpūsti gaminį ir gadina glazūros kokybę.

Metalo dalelių į masę patenka mechaninio apdorojimo metu iš įrengimų. Jos gaminyje išryškėja kaip tuštumos.

Sukepantiems moliams keliami reikalavimai

Sukepantysis molis yra pagrindinis sukepančiosios keramikos komponentas. Molio kokybė ir savybės turi lemiamą įtaką gamybos technologijai ir ekonomiškumui, todėl jis turi atitikti technologinius ir eksploatacinius reikalavimus [3].

Sukepimo temperatūra turi būti palyginti žema – 1050–1300 °C. Sukepimo intervalas (temperatūros, kurioje prasideda sukepimas, ir temperatūros, kurioje prasideda deformacija, skirtumas) turi būti ne mažesnis kaip 100–200 °C.

Išdegtų aukštos kokybės molių vandens įmirkis turi būti mažesnis nei 3 %, o vidutinės kokybės molių – mažesnis nei 6 %.

Aukštos kokybės molių atsparumas rūgštims turi būti didesnis nei 95 %, žemesnės kokybės molių – didesnis nei 90 %.

Be šių pagrindinių, įvertinamos ir kitos molio savybės:

- granuliometrinė sudėtis;
- atsparumas ugniai;
- susitraukimas džiūstant ir degant;
- plastiškumas.

Žaliavų telkiniai turi būti kiek galima arčiau gamyklos, nes transporto išlaidos padidina produkcijos savikainą. Transportavimo, rūšiavimo ir smulkinimo išlaidoms sumažinti molis turi būti tiekiamas kiek galima mažesnio drėgno.

1.1.2. Koreguojantieji priedai

Liesikliai sukepusios keramikos gamybai

Liesikliai yra neplastiška formavimo masės dalis. Jie palengvina džiovinimo procesą, sumažina šukės susitraukimą džiūstant ir degant, todėl padidėja gaminio matmenų stabilumas. Liesiklio kiekis sukepusioje keramikoje dažniausiai būna 15–20 %, kartais jis siekia iki 40 %. Būtina naudoti tokį liesiklį, kuris nepablogintų gaminio savybių (pavyzdžiui, tankio ar atsparumo rūgštims). Taip pat svarbu, kad liesiklio dalelės stipriai susijungtų su pagrindine mase degimo metu [3].

Geresni yra tie liesikliai, kuriuose mažiau dulkių (dalelės mažesnės nei 0,1 mm). Ši frakcija sumažina pusgaminių stiprumą.

Gamybos niekalas ir degti moliai

Šių tipo liesiklių pranašumas tas, kad jų cheminė ir fazinė sudėtis geriausiai atitinka formavimo masės sudėtį, todėl liesiklio dalelės tvirčiau sukepa su pagrindine mase, kartu gaunama vienalytiškesnė šukė. Dėl to šie liesikliai yra geriausi, tačiau jų vienu dažniausiai nepakanka.

Kvarcinis smėlis

Kvarcinis smėlis gali būti naudojamas, jeigu jo molyje yra nedaug. Gerosios kvarcinio smėlio savybės: didelis cheminis atsparumas, galimybė jo nesmulkinti (reikiama granuliometrija gali būti pasiekama sijojant), mažas vandens įmirkis. Degant, kvarco grūdėliai apsilydo ir tvirtai sukimba su mase. Trūkumas yra kvarco modifikacijų tūrio pokyčiai. Dėl to apie kvarco daleles gali susidaryti

tuštumos ir sumažėti gaminio stiprumas. Jei aušinimo režimas netinkamas, gaminiai su dideliu kvarco kiekiu gali netgi suirti.

Vulkaninės uolienos

Šiuo metu vis plačiau naudojamos kai kurios vulkaninės uolienos: graniodoritas, trachitas, bazaltas, andezitas, granitas. Jų poveikis šukei dvejopas. Stambiosios frakcijos iki 1150 °C veikia kaip liesiklis, o dulkėtoji frakcija yra fliusas.

Šios rūšies žaliavos naudojamos ribotai, nes tokius gaminius galima degti tik iki 1150 °C. Aukštesnėje temperatūroje vulkaninės uolienos staiga lydosi, todėl atsiranda tuštumų. Būtina panaudojimo sąlyga – gera homogenizacija su pagrindine mase.

Specialūs liesikliai

Specialių liesiklių dedama, kai reikalingų šukės savybių negalima pasiekti naudojant įprastines žaliavas. Pavyzdžiui, mulitas padidina cheminį atsparumą ir stiprumą, cirkonas ir korundas – stiprumą ir atsparumą terminiams pokyčiams. Dėl aukštų kainų šio tipo liesikliai retai naudojami sukepusios keramikos gamybai.

Fliusai

Fliusai sudaro lydalą temperatūroje, žemesnėje už molio sukepimo temperatūrą, todėl galima sumažinti degimo temperatūrą, o kartu sutaupoma nemažai energijos.

Kaip fliusai paprastai naudojamos medžiagos, turinčios daug šarminių oksidų. Tradiciniai fliusai yra lauko špatai. Vis plačiau naudojamos vulkaninės uolienos, yra duomenų apie sėkmingą pucolanų, argilito ir kai kurių kitų mažiau žinomų žaliavų panaudojimą. Geras fliusas yra maltas stiklo laužas.

Fliusai turi būti gerai susmulkinti ir gerai išmaišyti formavimo masėje, priešingu atveju šukė būna nevienodo tankio, susidaro paviršiniai defektai. Reikiamu smulkumu jie šlapiai sumalami rutuliniais malūnais.

2. Tiriamoji dalis

Tiriamąo darbo tikslas – ištirti lauko špatų priedo kiekio įtaką keraminės šukės sukepimui bei kitoms šukės fizikinėms savybėms ir įvertinti šio priedo panaudojimo galimybę klinkerio trinkelėms iš Tauragės telkinio molio gaminti.

Darbo uždaviniai:

- nustatyti Tauragės telkinio molio ir lauko špatų cheminę bei mineralinę sudėtis;
- nustatyti Tauragės telkinio molio ir lauko špatų fizikines savybes;
- įvertinti lauko špatų priedo kiekio įtaką keraminės šukės sukepimui ir kitoms keraminės šukės savybėms;
- nustatyti degimo temperatūros įtaką keraminės šukės su lauko špatų priedu savybėms;
- įvertinti lauko špatų panaudojimo galimybę klinkerio trinkelėlių gamyboje.

2.1. Bandinių paruošimas ir tyrimo metodika

Tyrimams naudotas Tauragės telkinio molis ir lauko špatai malti malūne 900 aps./min greičiu (5 min). Medžiagos prasijotos pro sietą su 0,08 μm dydžio akelėmis. Toliau minėtos medžiagos buvo tiriamos rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės, vienalaikės terminės analizės, dilatometrinės analizės bei rentgeno spinduliuotės fluorescencinės analizės metodais.

Rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės (RSDA) tyrimai atlikti difraktometru *BRUKER AXS D8 ADVANCE* (Vokietija). Naudota: spinduliuotė – CuK_α, filtrai – Ni, detektoriaus judėjimo žingsnis – 0,02 °, intensyvumo matavimo trukmė žingsnyje – 0,5 s, antodinė įtampa U_a = 40 kV, srovės stipris I = 40 mA. Rentgeno difrakcinės analizės matavimų tikslumas 2θ = 0,01 °.

Rentgeno spinduliuotės fluorescencinės (RSF) analizės tyrimai atlikti spektrometru *Bruker X-ray S8 Tiger WD* (Vokietija). Naudotas rodžio (Rh) vamzdelis, antodinė įtampa U_a iki 60 kV, srovės stipris I iki 130 mA. Bandiniai buvo matuoti helio atmosferoje. Matavimai atlikti naudojant *SPECTRA Plus QUANT EXPRESS* metodą.

Vienalaikės terminės analizės (VTA) tyrimai atlikti *Linseis STA PT1000* (Vokietija) terminiu analizatoriumi. Parametrai: temperatūros intervalas – 30–1000 °C, temperatūros kėlimo greitis – 15 °C/min, etalonas – tuščias Pt/Rh tiglio, atmosfera krosnyje – oras. Matavimų tikslumas ±3 °C.

Dilatometrinės (DIL) analizės tyrimai atlikti horizontaliuoju dilatometru *Linseis L75H1600 Platinum Series* (Vokietija), bandinius kaitinant 15 °C/min greičiu nuo 20 °C iki 1050 °C. Iš Tauragės molio buvo suformuoti 50 mm ilgio ir 5 mm skersmens cilindro formos bandiniai, išdžiovinti, o jų galai nušlifuoti statmenai ašiai.

Ruošiant mišinius, pasverti reikiami Tauragės telkinio molio bei lauko špatų sausų miltelių kiekiai buvo supilti į švarų ir sausą plastikinį indą, į jį įdėti 3 porcelianiniai 10–15 mm skersmens maišymo kūnai. Žaliavų mišiniai, sandariai užsukus indą, buvo 60 min maišomi ant besisukančių volų. Po to mišiniai buvo maišomi su vandeniu, paruošiant 19–23 % drėgnio plastišką formavimo masę. Ji 7 paroms buvo palikta eksikatoriuje virš vandens, kad drėgmė tolygiai pasiskirstytų visame tūryje. Keraminės šukės savybių tyrimams iš formavimo masės buvo suformuotos 50x50x8 mm dydžio plokštelės bei 40x40x40 mm dydžio kubai. Visi bandiniai parą laiko buvo išlaikyti kambario temperatūroje, po to 24 valandas džiovinti 100 °C temperatūroje.

Bandiniai degti laboratorinėje krosnyje *SNOL 30/1300* (Lietuva) su programuojamu kontrolieriu *E5CK-T*. Temperatūra iki pasirinktosios buvo didinama 200 °C/h greičiu. Bandinių degimo temperatūros: 950 °C, 1000 °C, 1025 °C, 1050 °C, 1075 °C, 1100 °C. Išlaikymo joje trukmė – 30 min. Išdegti bandiniai iki kambario temperatūros atvėsinti, natūraliai auštant krosniai.

Molio susitraukimas džiūstant ir degant, sukepimas, molingųjų dalelių ir dulkių kiekis, molio plastiškumas bei stipris gniuždant tirti pagal standartines keraminių molio savybių nustatymo metodikas [4].

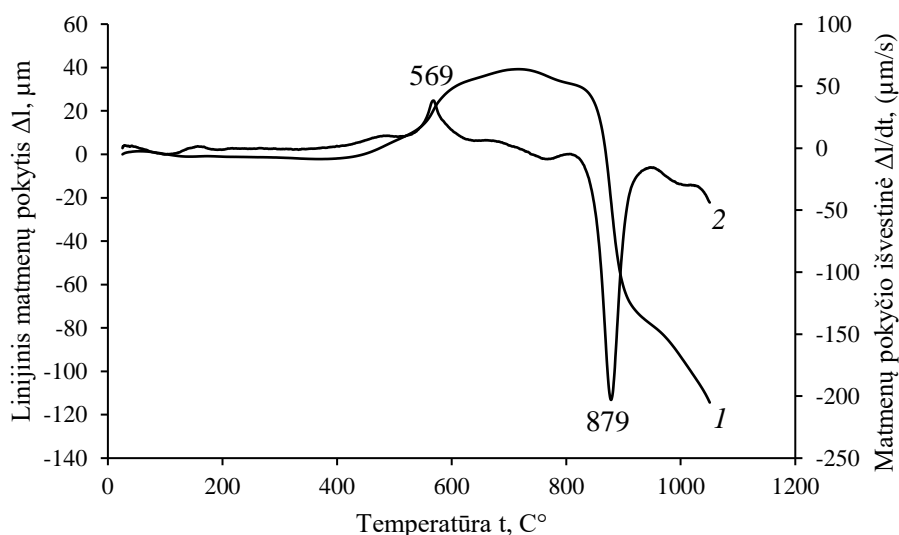
Bandinių stipris gniuždant nustatytas presu *YM – 5A* (Vokietija).

2.2. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Šiluminis plėtimasis

Dilatometrinė analizė – tyrimo metodas, pagrįstas tiriamosios medžiagos matmenų (tūrio) kitimo matavimu, esant tam tikram temperatūros režimui.

Pagal gautus dilatometrinės analizės tyrimų rezultatus (2.2.1 pav.), išsamiai išanalizuotas Tauragės telkinio molio šiluminis plėtimasis.



2.2.1 pav. Tauragės telkinio molio dilatometrinė kreivė (1) ir jos išvestinė (2)

26–56 °C temperatūros intervale Tauragės telkinio molis nežymiai plečiasi (iki 0,007 %). 56–371 °C temperatūros intervale taip pat jokių staigių pokyčių nėra – bandinys nežymiai traukiasi (iki – 0,01 %). Nuo 371 °C iki 717 °C temperatūros molis pučiasi iki 0,185 %. Esant 569 °C temperatūrai, vyksta intensyvus β kvarco virsmas į α kvarcą. 717–805 °C intervale bandinys šiek tiek traukiasi (iki 0,154 %), o nuo 805 °C iki 948 °C temperatūros vyksta intensyvus susitraukimas (iki – 0,369 %), nes pradeda lydėtis lauko špatai, susidaro skystoji fazė. 948 °C temperatūroje prasidedantį antrą intensyvaus traukimosi etapą sukelia tai, kad lydale pradeda tirpti aukštos lydymosi temperatūros mineralai, t. y. silicio, aliuminio, kalcio, geležies junginiai. 1051 °C temperatūroje – eksperimento pabaiga.

Buvo nustatyta, kad bandinio susitraukimas pasiekė – 0,54 %. Tauragės telkinio molis pradeda intensyviau plėstis 371 °C temperatūroje ir pradeda trauktis nuo 717 °C temperatūros.

Oksidinė sudėtis

Fluorescencinė analizė yra greitas, neardantis, labai didelio tikslumo ir atsikartojamumo analizės metodas. RSF analizės veikimo principas paremtas tuo, kad didelės energijos spinduliuotė, sąveikaudama su medžiagos atomų elektronais, juos sužadina ir išspinduliuoja antrinį rentgeno spindulių spektrą. Fluorescencinė spinduliuotė yra būdinga kiekvienam periodinės elementų lentelės cheminiam elementui [4].

2.2.1 lentelė. Tauragės telkinio molio oksidinė sudėtis

Oksidai	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	TiO ₂
KC _{ps}	425,4	144,2	222,0	726,0	129,7	39,8	21,7
%	46,1	15,3	9,22	7,02	4,55	3,19	0,954
Oksidai	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	Kiti: MnO, BaO, SrO, NiO ir t. t.	Kaitmenys	Suma	C _f
KC _{ps}	2,3	1,6	2,0				131,2
%	0,535	0,168	0,122	0,241	12,6	100	87,6

KC_{ps} – antrinių rentgeno spindulių intensyvumas; C_f – reikšmingumo koeficientas, nusakantis bandymo patikimumą.

Tauragės telkinio molio oksidinė sudėtis (2.2.1 lent.), kuri buvo nustatyta atlikus rentgeno spindulių fluorescencinę analizę, parodė, jog silicio dioksidas (SiO₂) yra pagrindinis molio komponentas. Tauragės telkinio molyje jo yra 46,1 % (gryname kaoline yra 46,6 % SiO₂). Aliuminio oksidas (Al₂O₃) yra labiausiai pageidautinas molių cheminės sudėties komponentas, tačiau Tauragės molyje jo yra per mažai, tik 15,3 %. Šis molis yra pusiau rūgštus, nes Al₂O₃ + TiO₂ = 16,3 %. Dėl geležies oksido (Fe₂O₃; 7,02 %), Tauragės telkinio molio keraminės šukės spalva yra raudona arba šviesiai raudona. Titano oksidas (TiO₂) didesnės įtakos šukės savybėms neturi (tik 1 %). Kalcio ir magnio oksidų (CaO ir MgO) kiekis Tauragės molyje yra per didelis (12,41 %). Jie žemina molio lydymosi temperatūrą ir siaurina sukepimo intervalą. Kalio ir natrio oksidų (K₂O ir Na₂O) kiekis yra patenkinamas (5,09 %) (žemina molio lydymosi temperatūrą ir pagerina sukepimą). Sieros anhidrido (SO₃) analizuojamame molyje rasta 0,122 %. Šis oksidas rodo, kad molyje yra šiek tiek gipso ir geležies sulfidų, kurie nėra pageidautini priedai.

2.2.2 lentelė. Lauko špatų oksidinė sudėtis

Oksidai	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	BaO
KC _{ps}	593,8	146,4	201,3	13,4	21,7	18,7	1,3
%	59,4	13,9	7,46	2,72	0,974	0,157	0,138
Oksidai	WO ₃	MgO	SrO	Kiti: Rb ₂ O, SO ₃ , TiO ₂ , PbO ir t. t.	Kaitmenys	Suma	C _f
KC _{ps}	8,7	0,9	35,6				173,8
%	0,0833	0,0681	0,0268	0,0728	15	85,0	100

KC_{ps} – antrinių rentgeno spindulių intensyvumas; C_f – reikšmingumo koeficientas, nusakantis bandymo patikimumą.

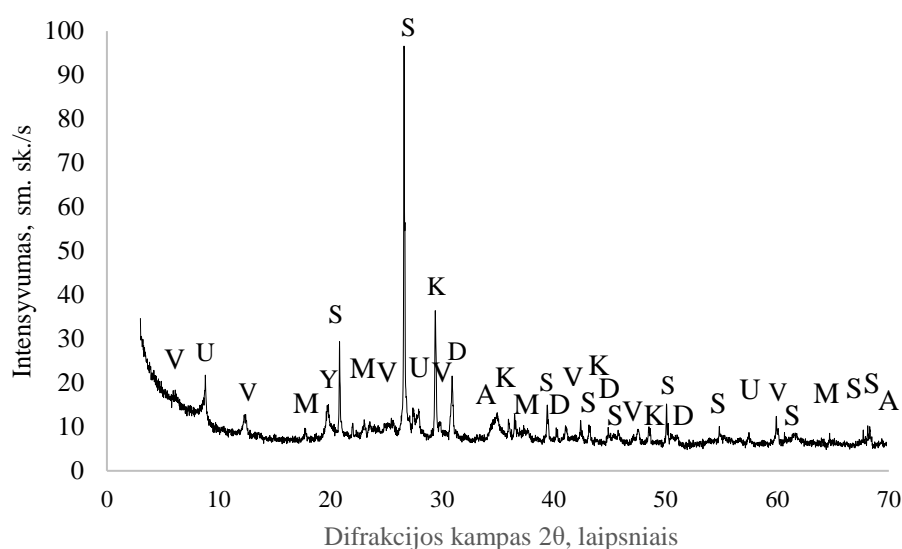
Atlikus lauko špatų rentgeno spindulių fluorescencinę analizę pastebėta, jog silicio dioksidas (SiO₂), kaip ir Tauragės telkinio molyje, yra pagrindinis lauko špatų komponentas (59,4 %). 13,9 % sudaro aliuminio oksidas (Al₂O₃), kuris labai pageidautinas kaip molio priedas, tuo labiau, kad pačiame Tauragės telkinio molyje šio oksido per mažai. Geležies oksido (Fe₂O₃) nėra daug (0,157 %), todėl

keraminės šukės spalvos lauko špatai nepakeis arba pakeis labai nežymiai. Kalcio ir magnio oksidų (CaO ir MgO) kiekis lauko špatuose nėra didelis (1,04 %), tad molio savybių taip pat nepakeis. Kalio ir natrio oksidų (K₂O ir Na₂O) kiekis yra didesnis nei Tauragės telkinio molyje (10,18 %) (žemina molio lydymosi temperatūrą ir pagerina sukepinimą), kas yra pageidautina.

Taigi, lauko špatai gali būti naudojami kaip priedas, koreguojantis Tauragės telkinio molio oksidinę sudėtį.

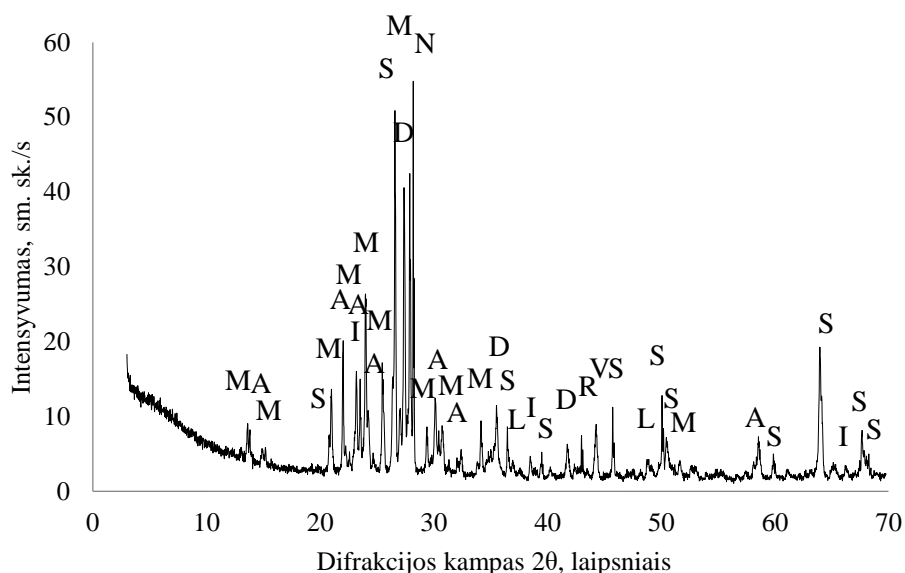
Rentgeno spinduliuotės difrakcinė analizė

RSDA metodo esmė – difrakcinio vaizdo, gaunamo atomų plokšties tinkleliams atspindint rentgeno spindulius, tyrimas. Rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės metodas pasižymi savo universalumu, gaunamų rezultatų patikimumu, nedidele eksperimentų trukme, tikslumu ir galimybe spręsti uždavinius, kurių kitais cheminės ar instrumentinės analizės metodais išspręsti nepavyksta [4].



2.2.2 pav. Tauragės telkinio molio RSDA kreivė. Čia: U – muskovitas, V – vermikulitas, Y – ilitas, S – kvarcas, K – kalcitas, D – dolomitas, A – kaolinitas, M – montmorilonitas

Atlikus rentgeno spinduliuotės difrakcinę analizę (2.2.2 pav.), pastebėta, kad Tauragės telkinio molyje vyrauja vermikulito ($d = 1,434, 0,713, 0,354, 0,300, 0,220, 0,191, 0,152$ mm), montmorilonito ($d = 0,496, 0,378, 0,246, 0,144$ mm), muskovito ($d = 1,004, 0,320, 0,160$ mm), kaolinito ($d = 0,257, 0,137$ mm), ilito ($d = 0,449$ mm) mineralai. Molyje yra daug kvarco ($d = 0,426, 0,334, 0,228, 0,198, 0,182, 0,167, 0,153, 0,138$ mm), kalcito ($d = 0,304, 0,250, 0,209, 0,187$ mm), dolomito ($d = 0,289, 0,224, 0,202, 0,175$ mm).

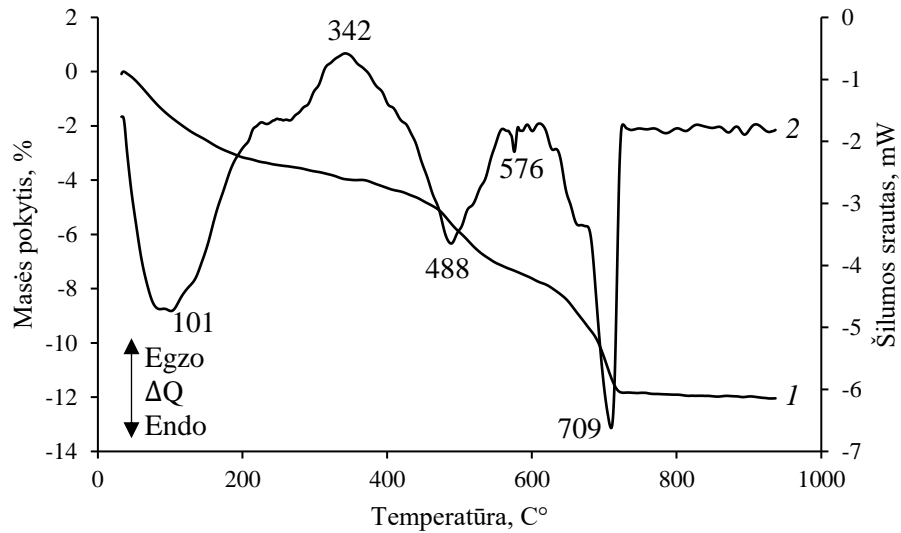


2.2.3 pav. Lauko špatų RSDA kreivė. Čia: M – mikroklinas, A – albitas, S – kvarcas, I – sanidinas, D – labradoritas, N – anortitas, L – lazuritas, R – anortoklazas

Remiantis rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės duomenimis (2.2.3 pav.), lauko špatuose vyrauja mikroklinas ($d = 0,648, 0,592, 0,422, 0,393, 0,370, 0,349, 0,325, 0,303, 0,293, 0,177$ mm), kvarcas ($d = 0,426, 0,335, 0,246, 0,228, 0,198, 0,182, 0,181, 0,154, 0,145, 0,138, 0,137$ mm), albitas ($d = 0,639, 0,403, 0,377, 0,369, 0,296, 0,276, 0,158$ mm), sanidinas ($d = 0,383, 0,234, 0,141$ mm), labradoritas ($d = 0,319, 0,252, 0,216$ mm), lazuritas ($d = 0,243, 0,186$ mm), anortitas ($d = 0,316$ mm), anortoklazas ($d = 0,210$ mm).

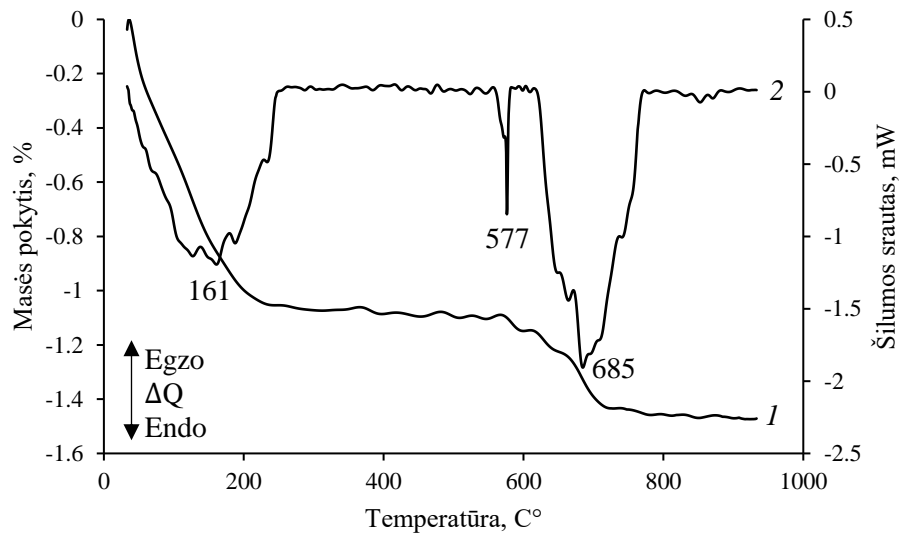
Vienalaikė terminė analizė

Vienalaikė terminė analizė (VTA) – sudėtinė analizė, kurios metu medžiaga tirama termogravimetrinės analizės (TGA) ir diferencinės skenuojamosios kalorimetrijos (DSK) metodais. Termogravimetrine analize vadinamas metodas, kuriuo matuojama ir užrašoma kaitinamos medžiagos masės priklausomybė nuo temperatūros ar laiko, esant tam tikram temperatūros režimui specifinėje dujų aplinkoje. DSK – energijos, reikalingos tiriamojo ir etaloninio bandinio temperatūroms suvienodinti, matavimas, esant tam tikram temperatūros režimui specifinėje dujų aplinkoje [4].



2.2.4 pav. Tauragės telkinio molio vienalaikės terminės analizės kreivės: TG (1) ir DSK (2)

Išanalizavus Tauragės telkinio molio vienalaikės terminės analizės duomenis (2.2.4 pav.), nustatyta, kad DSK kreivėje 37–191 °C temperatūroje vyrauja endoterminė smailė, kuri priskiriama laisvojo vandens pašalinimui. Be to, šiame pradiniam temperatūros kėlimo etape nusistovi šiluminė pusiausvyra tarp etaloninio tiglio ir tiglio su tiriamąja medžiaga [4]. TGA kreivėje matoma, kad, vykstant šiems procesams, bandinio masė sumažėja 3,32 %. Dėl 290–410 °C temperatūroje esančio ryškaus egzotermio efekto palaipsniui išdega molyje esančios organinės priemaišos. Masės nuostoliai šiame intervale 1,01 %. 445–553 °C temperatūros intervale molio mineralai netenka tarpsluoksninio (kristalinio) ir chemiškai sujungto vandens (endoterminis efektas), bandinio masė sumažėja 2,65 %. DSK kreivėje endoterminis efektas 571–580 °C temperatūroje būdingas β kvarco atmainos virsmui į α kvarcą. Kalcitas palaipsniui skyla 671–722 °C temperatūros intervale. 664 °C temperatūroje esantis išlinkimas rodo, kad molyje yra skirtingo dispersiškumo CaCO_3 (smulkesnė frakcija skyla žemesnėje temperatūroje) arba yra šiek tiek dolomito (masės nuostoliai 4,03 %). Eksperimento pabaiga – 940 °C.



2.2.5 pav. Lauko špatų vienalaikės terminės analizės kreivės: TG (1) ir DSK (2)

Nagrinėjant lauko špatų vienalaikės terminės analizės duomenis (2.2.5 pav.), pastebėta, kad DSK kreivėje 70–246 °C temperatūroje vyrauja endoterminė smailė, kuri priskiriama laisvojo vandens pašalinimui. Be to, šiame pradiniam temperatūros kėlimo etape nusistovi šiluminė pusiausvyra tarp etaloninio tiglio ir tiglio su tiriamąja medžiaga. TGA kreivėje matoma, kad, vykstant šiems procesams, bandinio masė sumažėja 1,04 %. DSK kreivėje endoterminis efektas 575–579 °C temperatūroje būdingas β kvarco atmainos virsmui į α kvarcą. Esant 622–767 °C temperatūrai, skyla lauko špatuose esantys karbonatai. Masė sumažėja 0,3 %. Eksperimento pabaiga – 940 °C

Molingųjų dalelių ir dulkių kiekis

Molingųjų dalelių ir dulkių kiekį galima nustatyti hidrometru ir taikant pipetės metodą. Pipetės metodas remiasi kiekybiniu dalelių pasiskirstymu pagal stambumą, atsižvelgiant į jų nusėdimo greitį vandenyje ir gautų frakcijų masės nustatymą.

2.2.3 lentelė. Skirtingo dydžio molio dalelių kiekis

Dalelių dydis	< 2 μm	2–20 μm	20–63 μm	$\geq 63 \mu\text{m}$
Žymėjimas	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Masė, g	11,44	8,52	-	0,040
Žymėjimas	X_1	X_2	X_3	X_4
Frakcijos kiekis, %	57,26	42,54	-	0,20

Atlikus dalelių ir dulkių kiekio tyrimą, taikant pipetės metodą, nustatyta, kad didžiausią dalį Tauragės telkinio molyje sudaro mažesnės nei 2 μm dalelės (57,26 %) ir dalelės, kurių dydis 2–20 μm (42,54 %), o didesnių nei 63 μm dalelių rasta labai mažai – 0,20 %.

Molio plastiškumas

Plastiškumas yra molio savybė sudaryti su vandeniu plastišką tešlą, kuri veikiama išorės jėgų, lengvai formuojasi, o toms jėgoms nustojus veikti, išlaiko suteiktą formą. Plastiškumas nusakomas plastiškumo skaičiumi P , kuris rodo skirtumą tarp molio skystėjimo ribos SR (t. y. vandens kiekis molyje, esančiame riboje tarp skystosios ir plastiškosios būsenos) ir plastiškumo ribos PR (t. y. vandens kiekis molyje, esančiame riboje tarp plastiškosios ir kietosios būsenos) [4].

2.2.4 lentelė. Plastiškumo skaičius

Eil. Nr.	Smūgių skaičius	Skystėjimo riba SR			Plastiškumo riba PR		
		Tešlos masė, g	Sauso bandinio masė, g	Drėgnis W_1 , %	Tešlos masė, g	Sauso bandinio masė, g	Drėgnis W_2 , %
1	25	13,32	9,74	36,76	2,00	1,67	19,76
2	32	18,29	13,38	36,70	3,77	3,13	20,45
3	19	14,39	10,46	37,57	2,03	1,68	20,83
Vidurkis	-	-	-	37,01	-	-	20,35
Plastiškumo skaičius $P = SR - PR$				16,66	Grupė		Vidutiniškai plastiški

Tiriant molio plastiškumą, pastebėta, kad Tauragės telkinio molis priklauso vidutiniškai plastiškų molių grupei, nes nustatytas plastiškumo skaičius $P = 17$.

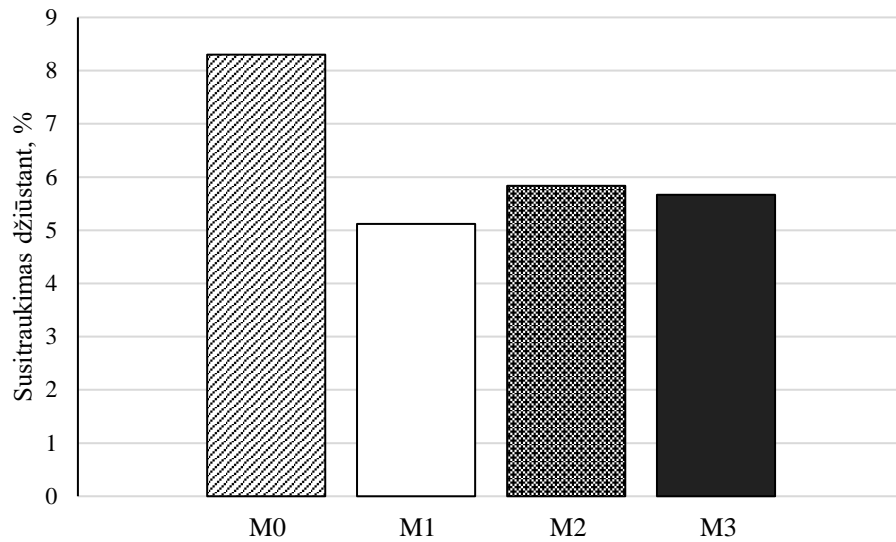
Atsparumas ugniai

Atsparumas ugniai parodo, kokioje temperatūroje kaitinamas molis tiek suminkštėja, kad jo bandinys deformuojasi veikiamas savo svorio.

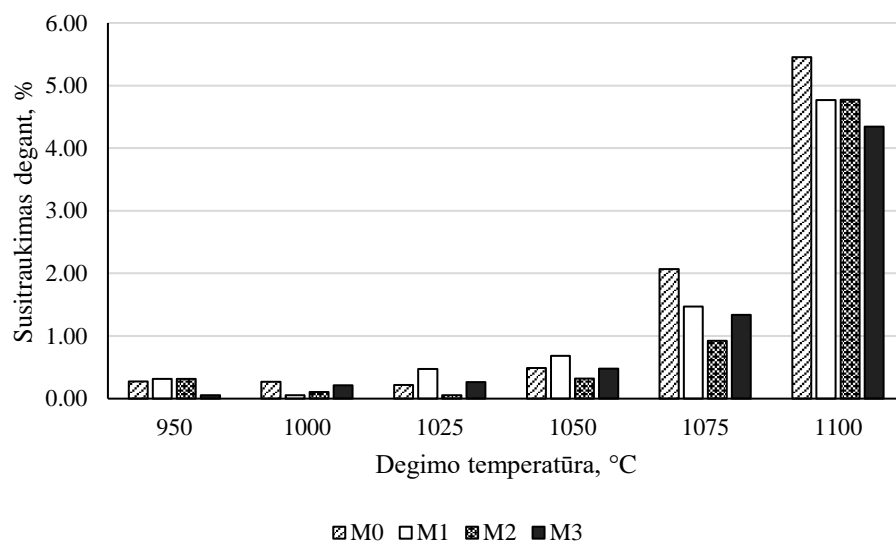
Kadangi Tauragės telkinio molio atsparumas ugniai – 1240 °C, tai remiantis [4] literatūros šaltiniu, jis priklauso lengvai lydžių molių grupei.

Susitraukimas džiūstant ir degant

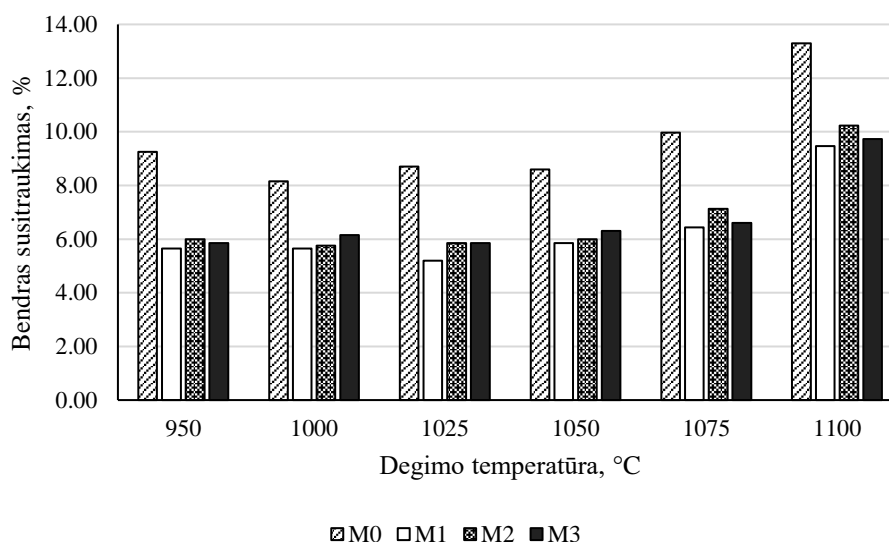
Susitraukimas džiūstant parodo, kiek sumažėja molio suformuotų gaminių tiesiniai matmenys arba tūris. Molis džiūdamas traukiasi, nes išgaruoja tarp atskirų jo grūdelių įsiterpęs vanduo. Degant molis traukiasi sukepančiam keraminei šukei. Dažnai nustatomas bendras molio susitraukimas. Jis parodo, kiek didesnius reikia formuoti pusgaminius, kad išdegti gaminiai būtų reikiamų gaminių.



2.2.6 pav. Šukės iš Tauragės telkinio molio ir lauko špatų susitraukimas džiustant. Čia: M0 – Tauragės molis, M1 – 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišinys, M2 – 90 % molio ir 10 % lauko špatų mišinys, M3 – 87,5 % molio ir 12,5 % lauko špatų mišinys



2.2.7 pav. Keraminės šukės susitraukimo degant priklausomybė nuo priedo kiekio ir degimo temperatūros. Čia: M0 – Tauragės molis, M1 – 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišinys, M2 – 90 % molio ir 10 % lauko špatų mišinys, M3 – 87,5 % molio ir 12,5 % lauko špatų mišinys



2.2.8 pav. Keraminės šukės bendrojo susitraukimo priklausomybė nuo lauko špatų kiekio ir degimo temperatūros. Čia: M0 – Tauragės molis, M1 – 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišinys, M2 – 90 % molio ir 10 % lauko špatų mišinys, M3 – 87,5 % molio ir 12,5 % lauko špatų mišinys

Analizuojant tyrimo metu gautus rezultatus (2.2.6 pav.), pastebėta, kad susitraukimas džiūstant yra didžiausias, esant 100 % Tauragės telkinio molio masei (8,3 %), o mažiausias, esant 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišiniui (5,12 %). Susitraukimas degant, vertinant pagal aukščiausioje temperatūroje (1100 °C) degtus bandinius (2.2.7 pav.), yra mažiausias (4,34 %), esant didžiausiam lauko špatų kiekiui molio mišinyje (12,5 %), o didžiausias, esant gryno molio mišiniui (5,46 %). Bendras susitraukimas, vertinant pagal tą pačią temperatūrą (2.2.8 pav.), yra mažiausias, esant 92,5 % molio ir 7,5 % lauko špatų mišiniui (9,47 %).

Taigi, lauko špatai mažina Tauragės telkinio molio bendrą susitraukimą, tačiau geriausias rezultatas pasiektas, esant mažiausiam lauko špatų kiekiui. Taip yra todėl, kad, degant keraminę šukę, susidaro junginiai, dėl kurių bandinių susitraukimas nedidėja [5].

Molio sukepimas

Molio sukepimas – tai jo savybė degant sutankėti ir virsti akmens kietumo kūnu. Sukepimo temperatūroje gaminys traukiasi, bet nepraranda savo formos.

2.2.5 lentelė. Molio sukepimas

Rodikliai	Bandinių savybės, kai jų degimo temperatūra, °C					
	950	1000	1025	1050	1075	1100
1 sauso bandinio masė, g (1 gr.)	22,32	21,89	21,87	22,56	20,29	21,54
2	19,19	21,70	22,67	20,71	24,62	22,22
3	-	-	-	-	22,70	22,24
Vidurkis	20,76	21,80	22,27	21,64	22,54	22,00
1 mirkyto bandinio masė, g	25,77	25,21	25,21	26,02	22,74	22,14
2	22,16	25,00	26,19	23,71	27,33	22,55
3	-	-	-	-	25,01	22,51
Vidurkis	23,97	25,11	25,70	24,87	25,03	22,40
Vandens įmirkis, %	15,46	15,18	15,40	14,93	11,05	1,82
1 sauso bandinio masė, g (2 gr.)	21,93	24,19	21,40	20,82	20,56	20,74
2	21,47	22,16	22,52	22,40	24,28	20,97
3	-	-	-	-	21,08	21,13
Vidurkis	21,70	23,18	21,96	21,61	21,97	20,95
1 mirkyto bandinio masė, g	25,14	27,65	27,57	23,80	22,90	21,42
2	24,57	25,38	25,65	25,48	26,77	21,43
3	-	-	-	-	23,26	21,47
Vidurkis	24,89	26,52	26,61	24,64	24,31	21,44
Vandens įmirkis, %	14,70	14,41	14,00	14,02	10,65	2,34
1 sauso bandinio masė, g (3 gr.)	18,72	22,43	20,65	19,34	20,26	21,11
2	20,05	21,06	19,57	21,67	21,25	23,38
3	-	-	-	-	20,77	22,62
Vidurkis	19,37	21,75	20,07	20,51	20,76	22,37
1 mirkyto bandinio masė, g	21,50	25,65	23,59	22,07	22,58	21,75
2	22,95	24,10	22,47	24,57	23,44	23,78
3	-	-	-	-	22,85	22,90
Vidurkis	22,23	24,88	23,03	23,32	22,96	22,81
Vandens įmirkis, %	14,77	14,39	14,75	13,70	10,60	1,97
1 sauso bandinio masė, g (4 gr.)	20,85	21,48	21,02	21,21	21,94	20,51
2	20,93	19,72	22,29	21,13	22,73	21,33
3	-	-	-	-	24,11	20,78
Vidurkis	20,89	20,60	21,66	21,17	22,93	20,87
1 mirkyto bandinio masė, g	23,94	24,58	23,98	24,16	24,43	21,24
2	24,05	22,50	25,47	23,90	25,16	21,81
3	-	-	-	-	26,48	21,17
Vidurkis	24,00	23,54	24,73	24,03	25,36	21,41
Vandens įmirkis, %	14,89	14,27	14,17	13,51	10,60	2,59

1 grupė – grynas Tauragės telkinio molis; 2 grupė – 92,5 % molio ir 7,5 lauko špatų mišinys; 3 grupė – 90 % molio ir 10 % lauko špatų mišinys; 4 grupė – 87,5 % molio ir 12,5 % lauko špatų mišinys.

Išanalizavus molio sukepimo rezultatus, nustatyta, kad Tauragės telkinio molis pradeda sukepti prie 1100 °C temperatūros.

Šis molis priskiriamas prie labai sukepančių molių (vandens įmirkis 1,82 %). Lauko špatai blogina sukepimą (vandens įmirkis iki 2,59 %), tačiau sudaro lydalą temperatūroje, žemesnėje už molio sukepimo temperatūrą, todėl galima sumažinti degimo temperatūrą, sutaupant energijos. Vandens įmirkis mažiausias, esant 1025–1050 °C temperatūrai ir 7,5 % lauko špatų priedui.

Stipris gniuždant

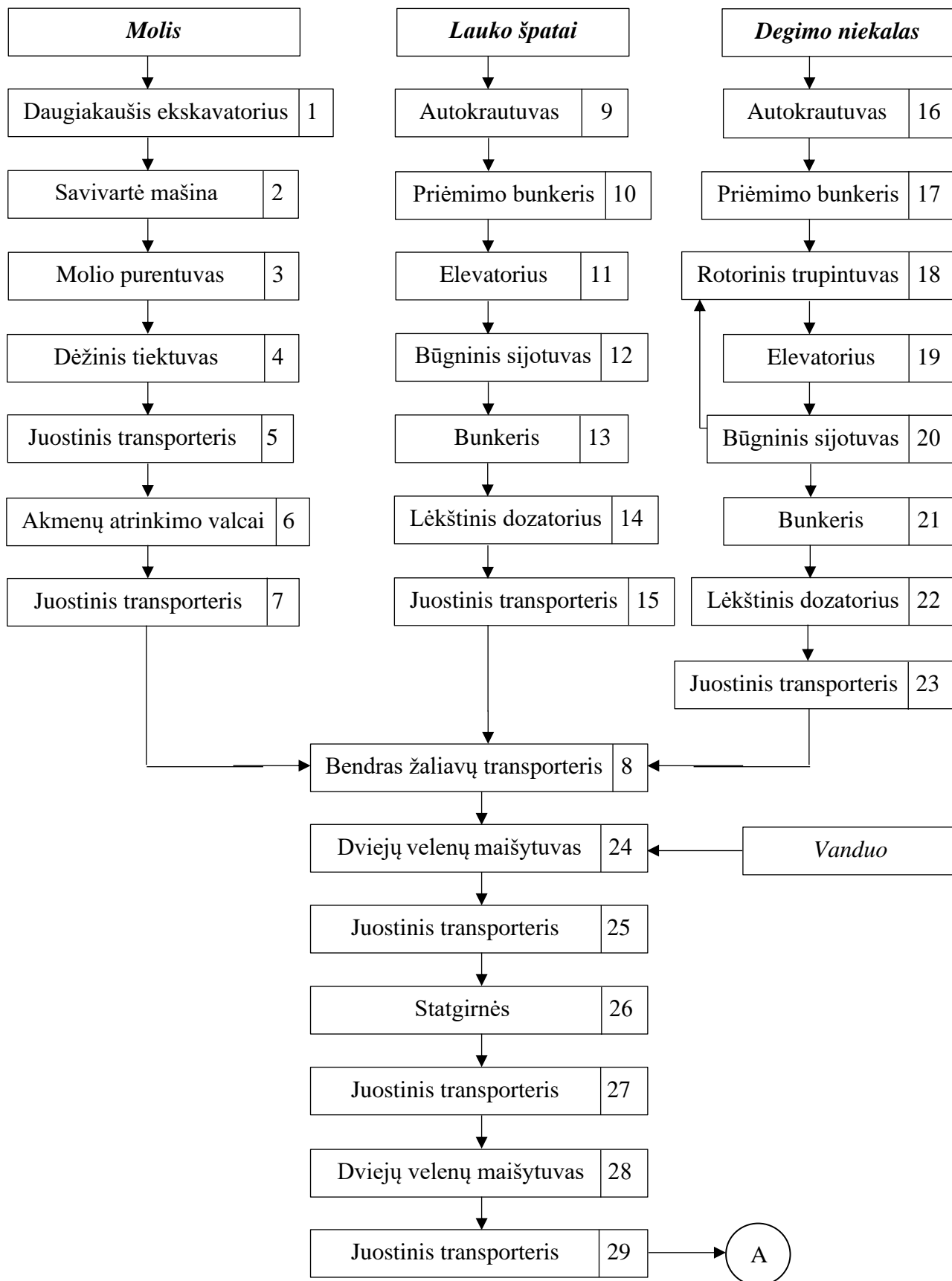
Tikslinga ir įdomu buvo pasižiūrėti, kaip keičiasi bandinių su priedais ir be jų stipris gniuždant. Tam tikslui buvo suformuoti bandiniai iš molio (92,5 %) ir lauko špatų (7,5 %) mišinio, ir išdegti 1025–1500 °C temperatūroje. Dėl lauko špatų priedo, bandinių stiprumas padidėja 26,3 %.

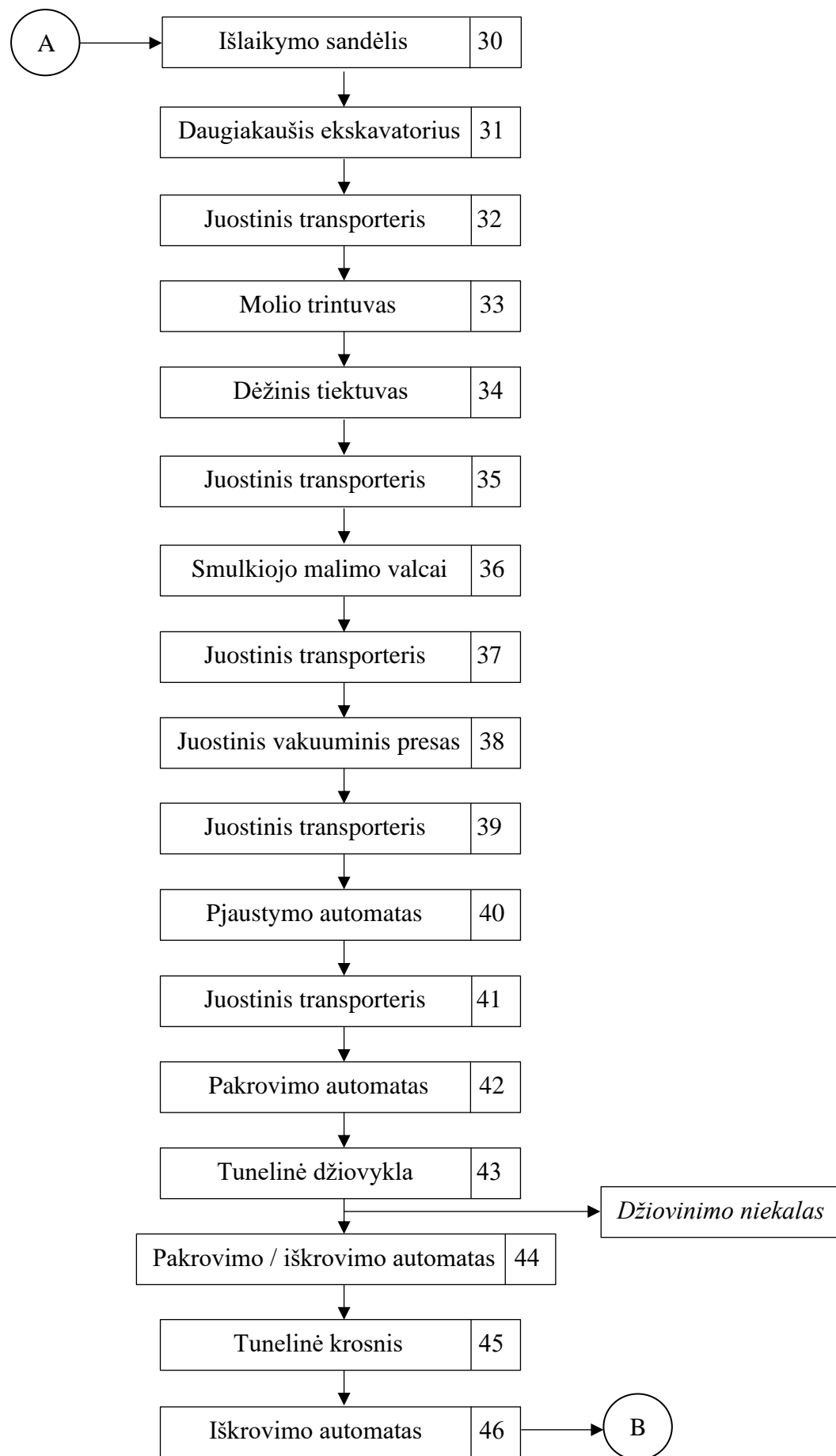
2.3. Tiriamojo darbo išvados

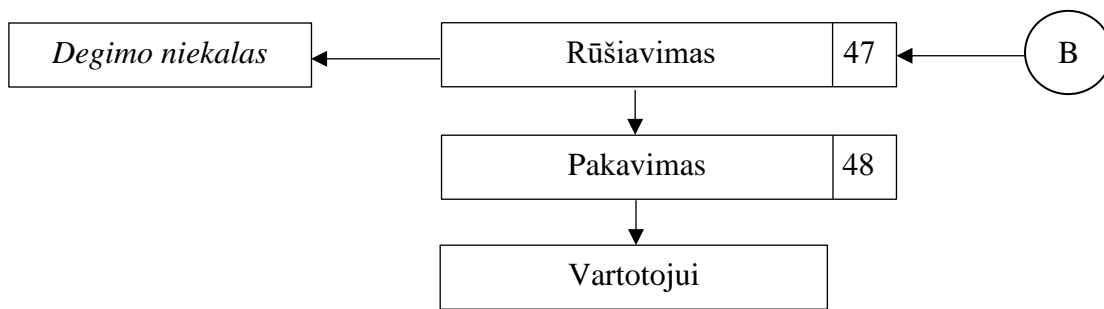
1. Nustatytas optimalus lauko špatų priedo kiekis Tauragės telkinio molio šukės savybėms pagerinti – 7,5 %.
2. Parinkta sukepusios keramikos bandinių degimo temperatūra: 1025–1050 °C.
3. Dėl naudojamo pasirinkto priedo kiekio, Tauragės telkinio molio keraminės šukės stipris gniuždant padidėja 26,3 %.
4. Lauko špatų priedą galima naudoti sukepusios keramikos trinkelėlių gamyboje.

3. Inžinerinė dalis

3.1. Projektuojamos technologinės linijos aprašymas







3.1 pav. Keraminių trinkelėlių gamybos technologinio proceso schema

Tauragės telkinio molis iš karjero kasamas daugiakaušiu ekskavatoriumi *DQY* (1) ir gabenamas savivarte mašina *SX3256DV384C* (2) į žaliavų paruošimo skyrių. Pirminiam molio smulkinimui naudojamas purentuvas *CM – 1031* (3). Jis yra tinkamas plastiškoms medžiagoms stambiais (sulipusiai) gabalais trupinti. Reikiamas molio kiekis per dėžinį tiektuvą *JZ500* (4) nukreipiamas ant juostinio transporterio (5).

Akmenys iš molio pašalinami sraigtiniu valcu *CSP660x900* (6), kurio vienas volas turi išilgines sraigtines briaunas. Jis skirtas pirminiam molio smulkinimui ir akmenų, kurių skersmuo 30 – 180 mm, atskyrimui. Sraigtinių valcinių trupintuvų veikimas paremtas tuo, kad nepraeinantys pro volų plyšį tarpai spiraliniais grioveliais juda į volų pakraštį ir ten yra pašalinami.

Po smulkinimo molis patenka ant bendro žaliavų transporterio (8), kuriuo taip pat yra tiekiami lauko špatai ir degimo niekalas. Degimo niekalas atvežamas autokrautuvas *CPCD40* (16) į paruošimo skyriaus priėmimo bunkerį (17) ir sutrupinamas rotoriniu trupintuvu *CP1000x800* (18). Lauko špatų papildomai trumpinti nereikia, nes jie yra atvežami smulkių grūdelių pavidalo.

Trinkelės yra neabrazyvios ir nedidelio drėgnio, todėl degimo niekalo smulkinimui galima naudoti vienrotorinį plaktukinį (smūginį) trupintuvą su nejudamai įtvirtintais išilginiais plaktukais ir atmušančiomis klasifikuojančiomis plokštėmis. Pakankamai smulkūs gabaliukai praeina per šiose plokštėse esančius plyšelius ir nukrenta į apatinę trupintuvo dalį, o stambesni atsimuša nuo plokščių ir vėl krenta ant besisukančio rotorius papildomam trupinimui. Taip yra padidintas trupintuvo efektyvumas.

Po smulkinimo žaliavos sijojamos būgniniais sijotuvais *TS5000x1500* (12; 20) (grūdelių dydis – ne daugiau 2 mm). Jais į frakcijas skirstomos smulkiai sutrupintos medžiagos. Pagrindinis būgninių sijotuvų pranašumas yra tas, kad jie sukasi lėtai, tolygiai, be smūgių ir kratymų, todėl juos galima montuoti virš bunkerius. Tokių sijotuvų konstrukcija labai paprasta. Būgninių sijotuvų privalumai: nėra judančių dalių, todėl jis mažiau dyla, paprasta priežiūra, didesnis 1 m³ sieto paviršiaus našumas, nedideli matmenys ir nedidelės metalo sąnaudos, tolygi gatavo produkto granulimetrinė sudėtis. Stambesnės dalelės po sijojimo gražinamos pakartotinai smulkinti, o reikiamo smulkumo grūdeliai supilami į bunkerius (13; 21). Lėkštiniais dozatoriais *MALD150* ir *MALD100* (14; 22) sudozuotas reikiamas žaliavų kiekis juostiniais transporteriais (15; 23) nukreipiamas ant bendro žaliavų transporterio (8).

Žaliavos sumaišomos dviejų velenų maišytuve *DM50B* (24) ir papildomai smulkinamos statgirnėse *S111A* (26) bei pertrinamos dviejų velenų maišytuve su įrengtu pertrynimo sietu (28). Mišinys ne mažiau kaip 7 paras pūdomas išlaikymo sandėlyje (30). Jame drėgnis suvienodėja ir pasiekia apie 20

% . Iš sandėlio formavimo mišinys iškasamas daugiakaušiu ekskavatoriumi *DQY* (31) ir juostiniu transporteriu (32) pernešamas į molio trintuvą *YPA* (33). Gauta formavimo masė tolygiai dozuoja dėžiniu tiekuvu *JZ500* (34) ir pertrinama smulkaus malimo valcais *CGP800* (36) su 0,8–1,0 mm tarpeliu tarp volų.

Statgirnės – tai smulkinimo įrengimai, sudaryti iš masyvių ristuvų ir skylėtos arba ištisinės lėkštės. Ridenant girnas arba sukant lėkštę medžiaga juose smulkinama gniuždymu ir trynimu, pakliuvus jai tarp girnų ir lėkštės, o maišoma kirpimu. Kadangi smulkinimo procese tuo pačiu metu veikia gniuždymo ir liečiamieji įtempimai pagal medžiagoje susidarančius mikroplyšelius, bėgūnai yra ekonomiškiausi įrengimai rupiai (iki 0,2–0,5 mm) malti ir maišyti sausas arba gana drėgnas medžiagas.

Žaliavų pirminiam sumaišymui naudojamas pasrovinis dviejų velenų maišytuvas su vienodu velenų sukimosi greičiu, reikalui esant, drėkinantis masę vandeniu. Jo korpuse esantys velenai su 14–18 ° kampu pakreiptomis mentėmis sukasi skirtingomis kryptimis. Mentės išdėstytos sraigatine linija tokiu būdu, kad vieno veleno mentės būtų tarpuose tarp kito veleno menčių. Tokio išdėstymo dėka pagerėja sumaišymo kokybė.

Paruošta masė paduodama į juostinį vakuuminį presą *SII36-22* (38), kuris suformuoja ištisinę molio juostą. Ją pjaustymo automatas *QT125* (40) supjausto į lygaus paviršiaus stačiakampio gretasienio formos pusegaminus. Suformuoti pusegaminiai nuo transporterio (40) pakrovimo automatu (42) perkeliama ant džiovinimo vagonėlių ir vežami į tunelinę džiovyklą *SYL* (43). Tiekiamo oro temperatūra – 100 °C, šalinamo – 30–35 °C, džiovinimo trukmė – 24 h, išdžiovintų trinkelėlių drėgnis – 2–3 %.

Po džiovinimo trinkelės rūšiuojamos, atskiriant džiovinimo niekalą, ir perkeliama iškrovimo / pakrovimo automatu (44) ant degimo vagonėlių prieš tiekiant į tunelinę krosnį *BRICTEC* (45) degimui. Degimo temperatūra – 1025–1050 °C, degimo trukmė – iki 30 h. Krosnies vidinis kanalas sumontuotas iš ugniai atsparaus betono blokų. Sienos ir skliautas iškloti termoizoliacinėmis medžiagomis, todėl šilumos nuostoliai minimalūs. Degama dujomis; degikliai išdėstyti krosnies skliaute. Pasibaigus procesui, trinkelės iškraunamos (46), rūšiuojamos (47), supakuojamos (48) ir tiekiamos vartotojui.

3.2. Medžiagų ir žaliavų skaičiavimai

Projektuojama sukepusios keramikos trinkelėlių gamyba, kurios metinė apimtis – 2 mln. vienetų trinkelėlių (200 × 100 × 52 mm). Formavimo masės sudėtis bei gamybos nuostoliai pateikti 3.2.1 ir 3.2.2 lent., o projektuojamos įmonės darbo režimas nurodytas 3.2.3 lent.

3.2.1 lentelė. Formavimo mišinio sudėtis

Formavimo mišinio sudėtis	Masės, %
Tauragės telkinio molis	88,8
Lauko špatai	7,2
Degimo niekalas	4

3.2.2 lentelė. Gamybos nuostoliai

Gaminių linijinis (bendras) susitraukimas, %	5
Gamybos nuostoliai, %:	
Formavimo niekalas	2
Džiovinimo niekalas	3
Degimo niekalas	4

3.2.3 lentelė. Įmonės darbo režimas

Skylis	Darbo trukmė per metus, paromis	Pamainų skaičius per parą, vnt.	Pamainos trukmė, h
Žaliavų paruošimo	240	1	8
Gaminių formavimo	240	1	8
Gaminių džiovinimo	351	2	12
Gaminių degimo	351	2	12

Sukepusios keramikos trinkelų tūrio skaičiavimas.

Plytos matmenys, mm:

$$a \times b \times c = 200 \times 100 \times 52 \text{ mm.}$$

Bendras susitraukimas – 5 %.

Suformuoto pusgaminio ilgis, mm:

$$a' = a + a \cdot l = 200 + 200 \cdot 0,05 = 210 \text{ mm;}$$

čia: a – gaminio ilgis, mm; l – bendras susitraukimas, vnt. d.

Suformuoto pusgaminio plotis, mm:

$$b' = b + b \cdot l = 100 + 100 \cdot 0,05 = 105 \text{ mm;}$$

čia: b – gaminio plotis, mm.

Suformuoto pusgaminio aukštis, mm:

$$c' = c + c \cdot l = 54,6 \text{ mm;}$$

čia: c – gaminio aukštis, mm.

Pusgaminio tūris, m³:

$$V_p = a' \cdot b' \cdot c' = 0,001204 \text{ m}^3.$$

Žaliavų sąnaudos 1000-čiui sukepusios keramikos trinkelų pagaminti.

3.2.4 lentelė. Formavimo masės sudėtis

Žaliava	Tankis, kg/m ³	Formavimo masės sudėtis, masės %	Tūris, tenkantis 100 kg masės, m ³	Formavimo masės sudėtis, tūrio %
Tauragės telkinio molis	1830	88,8	0,0485	90,9
Lauko špatai	2600	7,2	0,0028	5,2
Degimo niekalas	1900	4	0,0021	3,9
Viso:		100	0,0534	100

Molio:

Sutankinto molio sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti:

$$V_{tm} = \frac{V_p \cdot 1000 \cdot \mu}{100} = \frac{0,001204 \cdot 1000 \cdot 90,9}{100} = 1,0940 \text{ m}^3;$$

čia: μ – molio dalis formavimo masėje, tūrio %.

Supureto molio sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti, m³:

$$V_{pm} = V_{tm} \cdot K_{sp} = 1,0940 \cdot 1,27 = 1,3894 \text{ m}^3;$$

čia: K_{sp} – molio supurenimo koeficientas.

Realios molio sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti, įvertinant transportavimo nuostolius, m³:

$$V_{rm} = V_{pm} \cdot K_{tr} = 1,3894 \cdot 1,01 = 1,4033 \text{ m}^3;$$

čia: K_{tr} – koeficientas, įvertinantis transportavimo nuostolius.

Lauko špatų:

Sutankinto lauko špato sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti:

$$V_{tlš} = \frac{V_p \cdot 1000 \cdot \mu}{100} = \frac{0,001204 \cdot 1000 \cdot 5,2}{100} = 0,0624 \text{ m}^3;$$

čia: μ – lauko špatų dalis formavimo masėje, tūrio %.

Supurentų lauko špatų sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti, m³:

$$V_{plš} = V_{tlš} \cdot K_{sp} = 0,0624 \cdot 1,8 = 0,1124 \text{ m}^3;$$

čia: K_{sp} – lauko špatų supurenimo koeficientas.

Realios lauko špato sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti, įvertinant transportavimo nuostolius, m³:

$$V_{rlš} = V_{plš} \cdot K_{tr} = 0,1124 \cdot 1,01 = 0,1135 \text{ m}^3.$$

Degimo niekalo:

Sutankinto degimo niekalo sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti, m³:

$$V_{tde} = \frac{V_p \cdot 1000 \cdot \mu}{100} = \frac{0,001204 \cdot 1000 \cdot 3,9}{100} = 0,0475 \text{ m}^3;$$

čia: μ – degimo niekalo dalis formavimo masėje, tūrio %.

Supureto degimo niekalo sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti, m^3 :

$$V_{pde} = V_{tde} \cdot K_{sp} = 0,0475 \cdot 1,32 = 0,0627 \text{ m}^3;$$

čia: K_{sp} – degimo niekalo supurenimo koeficientas.

Realios degimo niekalo sąnaudos 1000-čiui trinkelų pagaminti, įvertinant transportavimo nuostolius, m^3 :

$$V_{rde} = V_{pde} \cdot K_{tr} = 0,0627 \cdot 1,01 = 0,0633 \text{ m}^3.$$

3.2.5 lentelė. Žaliavų sąnaudos 1000-čiui vienetų trinkelų pagaminti

Žaliava	Sąnaudos, m^3		
	Tankios būklės V_t	Purios būklės V_p	Realios būklės V_r
Tauragės telkinio molis	1,0940	1,3894	1,4033
Lauko špatai	0,0624	0,1124	0,1135
Degimo niekalas	0,0475	0,0627	0,0633
Iš viso:	1,2039	1,5645	1,5801

Sukepusios keramikos trinkelų gamybos apimties apskaičiavimas:

1. Apskaičiuojama, kiek trinkelų reikia degti, įvertinant planinį degimo broką:

$$P_d = P_a + P_a \cdot \eta_d = 2000000 + 2000000 \cdot 0,04 = 2080000 \text{ vnt.};$$

čia: P_a – gamybos apimtis, vnt.; η_d – degimo nuostoliai, vieneto dalimis.

2. Apskaičiuojama, kiek trinkelų reikia džiovinti, įvertinant planinį džiovinimo broką:

$$P_{dž} = P_d + P_d \cdot \eta_{dž} = 2080000 + 2080000 \cdot 0,03 = 2142400 \text{ vnt.};$$

čia: $\eta_{dž}$ – džiovinimo nuostoliai, vieneto dalimis.

3. Apskaičiuojama, kiek trinkelų reikia formuoti, įvertinant planinį formavimo broką:

$$P_f = P_{dž} + P_{dž} \cdot \eta_f = 2142400 + 2142400 \cdot 0,02 = 2185248 \text{ vnt.};$$

čia: η_f – formavimo nuostoliai, vieneto dalimis.

4. Apskaičiuojami degimo, džiovinimo, formavimo ir bendrieji nuostoliai per metus, per parą, per pamainą, per valandą:

Degimo nuostoliai:

Per metus:

$$N_{dm} = P_d - P_a = 2142400 - 2000000 = 80000 \text{ vnt.}$$

Per parą:

$$N_{dp} = \frac{P_d - P_a}{351} = \frac{80000}{351} = 228 \text{ vnt.}$$

Per pamainą:

$$N_{dpp} = \frac{P_d - P_a}{351 \cdot 2} = \frac{80000}{702} = 114 \text{ vnt.}$$

Per valandą:

$$N_{dv} = \frac{P_d - P_a}{351 \cdot 2 \cdot 12} = \frac{80000}{8424} = 10 \text{ vnt.}$$

Džiovinimo nuostoliai:

Per metus:

$$N_{dzm} = P_{dž} - P_d = 2142400 - 2080000 = 62400 \text{ vnt.}$$

Per parą:

$$N_{džp} = \frac{P_{dž} - P_d}{351} = \frac{62400}{351} = 178 \text{ vnt.}$$

Per pamainą:

$$N_{džpp} = \frac{P_{dž} - P_d}{351 \cdot 2} = \frac{62400}{702} = 89 \text{ vnt.}$$

Per valandą:

$$N_{džv} = \frac{P_{dž} - P_d}{351 \cdot 2 \cdot 12} = \frac{62400}{8424} = 8 \text{ vnt.}$$

Formavimo nuostoliai:

Per metus:

$$N_{fm} = P_f - P_{dž} = 2185248 - 2142400 = 42848 \text{ vnt.}$$

Per parą:

$$N_{fp} = \frac{P_f - P_{dž}}{240} = \frac{42848}{240} = 179 \text{ vnt.}$$

Per pamainą:

$$N_{fpp} = \frac{P_f - P_{dž}}{240 \cdot 1} = \frac{42848}{240} = 179 \text{ vnt.}$$

Per valandą:

$$N_{fv} = \frac{P_f - P_{dž}}{240 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{42848}{1920} = 23 \text{ vnt.}$$

Bendrieji nuostoliai:

Per metus:

$$N_{Bm} = N_{dm} + N_{džm} + N_{fm} = 80000 + 62400 + 42848 = 185248 \text{ vnt.}$$

Per parą:

$$N_{Bp} = N_{dp} + N_{džp} + N_{fp} = 228 + 178 + 179 = 584 \text{ vnt.}$$

Per pamainą:

$$N_{Bpp} = N_{dpp} + N_{džpp} + N_{fpp} = 114 + 89 + 179 = 381 \text{ vnt.}$$

Per valandą:

$$N_{Bv} = N_{dv} + N_{džv} + N_{fv} = 10 + 8 + 23 = 41 \text{ vnt.}$$

5. Apskaičiuojama, kiek trinkelių reikia degti, džiovinti ir suformuoti per metus, per parą, per pamainą, per valandą:

Degti:

Per metus:

$$D_m = P_a + N_{dm} = 2000000 + 80000 = 2080000 \text{ vnt.}$$

Per parą:

$$D_p = \frac{D_m}{351} = \frac{2080000}{351} = 5926 \text{ vnt.}$$

Per pamainą:

$$D_{pp} = \frac{D_m}{351 \cdot 2} = \frac{2080000}{702} = 2963 \text{ vnt.}$$

Per valandą:

$$D_v = \frac{D_m}{351 \cdot 2 \cdot 12} = \frac{2080000}{8424} = 247 \text{ vnt.}$$

Džiovinti:

Per metus:

$$D_{žm} = D_m + N_{džm} = 2080000 + 62400 = 2142400 \text{ vnt.}$$

Per parą:

$$D\check{Z}_p = \frac{D\check{Z}_m}{351} = \frac{2142400}{351} = 6104 \text{ vnt.}$$

Per pamainą:

$$D\check{Z}_{pp} = \frac{D\check{Z}_m}{351 \cdot 2} = \frac{2142400}{702} = 3052 \text{ vnt.}$$

Per valandą:

$$D\check{Z}_v = \frac{D\check{Z}_m}{351 \cdot 2 \cdot 12} = \frac{2142400}{8424} = 255 \text{ vnt.}$$

Suformuoti:

Per metus:

$$F_m = D\check{Z}_m + N_{fm} = 2142400 + 42848 = 2185248 \text{ vnt.}$$

Per parą:

$$F_p = \frac{F_m}{240} = \frac{2185248}{240} = 9106 \text{ vnt.}$$

Per pamainą:

$$F_{pp} = \frac{F_m}{240 \cdot 1} = \frac{2185248}{240} = 9106 \text{ vnt.}$$

Per valandą:

$$F_v = \frac{F_m}{240 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{2185248}{1920} = 1139 \text{ vnt.}$$

3.2.6 lentelė. Gamybos apimties skaičiavimo rezultatai, kai gamybos apimtis – 2 mln. vnt. trinkelių per metus

	Per metus	Per parą	Per pamainą	Per valandą
Nuostoliai, vnt.				
Degimo	80000	228	114	10
Džiovinimo	62400	178	89	8
Formavimo	42848	179	179	23
Bendrieji	185248	584	381	41
Gamybos apimtis, vnt.				
Degti	2080000	5926	2963	247
Džiovininti	2142400	6104	3052	255
Formuoti	2185248	9106	9106	1139

6. Viena pamaina dirbančio masės paruošimo skyriaus gamybos apimtis (žaliavų sąnaudos):

Molio:

Metams reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{mm}} = \frac{V_{\text{rm}} \cdot F_{\text{m}}}{1000} = \frac{1,4033 \cdot 2185248}{1000} = 3067 \text{ m}^3.$$

Parai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{mp}} = \frac{V_{\text{mm}}}{240} = \frac{3067}{240} = 12,78 \text{ m}^3.$$

Pamainai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{mpp}} = \frac{V_{\text{mm}}}{240 \cdot 1} = 12,78 \text{ m}^3.$$

Valandai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{mv}} = \frac{V_{\text{mm}}}{240 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{3067}{1920} = 1,597 \text{ m}^3.$$

Lauko špatų:

Metams reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{lsm}} = \frac{V_{\text{rls}} \cdot F_{\text{m}}}{1000} = \frac{0,1135 \cdot 2185248}{1000} = 248 \text{ m}^3.$$

Parai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{lsp}} = \frac{V_{\text{lsm}}}{240} = \frac{248}{240} = 1,033 \text{ m}^3.$$

Pamainai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{lšpp}} = \frac{V_{\text{lsm}}}{240 \cdot 1} = 1,033 \text{ m}^3.$$

Valandai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{lšv}} = \frac{V_{\text{lsm}}}{240 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{248}{1920} = 0,129 \text{ m}^3.$$

Degimo niekalo:

Metams reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{dem}} = \frac{V_{\text{rde}} \cdot F_{\text{m}}}{1000} = \frac{0,0633 \cdot 2185248}{1000} = 138,3 \text{ m}^3.$$

Parai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{dep}} = \frac{V_{\text{dem}}}{240} = \frac{138,3}{240} = 0,576 \text{ m}^3.$$

Pamainai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{depp}} = \frac{V_{\text{dem}}}{240 \cdot 1} = 0,576 \text{ m}^3.$$

Valandai reikalingas kiekis, m³:

$$V_{\text{dev}} = \frac{V_{\text{dem}}}{240 \cdot 1 \cdot 8} = \frac{138,3}{1920} = 0,072 \text{ m}^3.$$

3.2.7 lentelė. Žaliavų sąnaudos, reikalingos numatytai gamybos apimčiai

Žaliava	Žaliavos sąnaudos, m ³			
	Per metus	Per parą	Per pamainą	Per valandą
Tauragės telkinio molis	3067	12,78	12,78	1,597
Lauko špatai	248,0	1,033	1,033	0,129
Degimo niekalas	138,3	0,576	0,576	0,072
Iš viso:	3453	14,39	14,39	1,798

3.3. Įrenginių parinkimas ir jų skaičiavimai

3.3.1 lentelė. Daugiakaušis ekskavatorius DQY [6]

Modelis	DQY	
Variklio galingumas, kW	7,5	
Svoris, kg	197	
Našumas, m ³ /h	40	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	1300
	Plotis	240
	Aukštis	250

Moliui:

Gamybinei programai įvykdyti reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{\text{sm}}}{V_{\text{sl}}} = \frac{1,597}{40} = 0,0399 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sm} – gamybinei programai įvykdyti reikalingas molio našumas, m³/h; V_{sl} – daugiakaušio ekskavatoriaus našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{\text{sm}}}{n \cdot V_{\text{sl}}} \cdot 100 = \frac{1,597}{1 \cdot 40} \cdot 100 = 3,99 \%$$

Bendram žaliavų mišiniui:

Gamybinei programai įvykdyti reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{\text{sb}}}{V_{\text{sl}}} = \frac{1,798}{40} = 0,0450 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sb} – bendras gamybinei programai įvykdyti reikalingas našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,798}{1 \cdot 40} \cdot 100 = 4,50 \%$$

3.3.2 lentelė. Savivartė mašina SX3256DV384C [7]

Modelis	SX3256DV384C	
Kuro rūšis	Benzinas	
Emisijos standartas	Euro 3	
Našumas, m^3/h	6	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	8329
	Plotis	2500
	Aukštis	3450

Gamybinei programai įvykdyti reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sm}}{V_{sl}} = \frac{1,597}{6} = 0,2662 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sm} – gamybinei programai įvykdyti reikalingas molio našumas, m^3/h ; V_{sl} – savivartės mašinos našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sm}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,597}{1 \cdot 6} \cdot 100 = 26,62 \%$$

3.3.3 lentelė. Autokrautuvai CPCD40 [8]

Modelis	CPCD40	
Kuro rūšis	Benzinas	
Svoris, kg	6450	
Našumas, m^3/h	2	
Šakės matmenys, mm	Ilgis	1070
	Plotis	140
	Aukštis	50

Lauko špatams:

Gamybinei programai įvykdyti reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{slš}}{V_{sl}} = \frac{0,129}{2} = 0,0645 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: $V_{slš}$ – gamybinei programai įvykdyti reikalingas lauko špatų našumas, m^3/h ; V_{sl} – autokrautuvo našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sm}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{0,129}{1 \cdot 2} \cdot 100 = 2,1 \%$$

Degimo niekalui:

Gamybinei programai įvykdyti reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sde}}{V_{sl}} = \frac{0,072}{2} = 0,036 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sde} – gamybinei programai įvykdyti reikalingas degimo niekalo našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sde}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{0,072}{1 \cdot 2} \cdot 100 = 3,6 \%$$

3.3.4 lentelė. Molio purentuvas CM – 1031 [9]

Modelis	CM – 1031
Tarpai tarp ardynų, mm	200
Tarpai tarp daužiklių, mm	200
Našumas, m^3/h	20
Bendras ilgis, mm	4575

Gamybinei programai įvykdyti reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sm}}{V_{sl}} = \frac{1,597}{20} = 0,0799 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sm} – gamybinei programai įvykdyti reikalingas molio našumas, m^3/h ; V_{sl} – molio purentuvo našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sm}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,597}{1 \cdot 20} \cdot 100 = 7,99 \%$$

3.3.5 lentelė. Dėžinis tiek tuvas JZ500 [10]

Modelis	JZ500	
Variklio galingumas, kW	6	
Svoris, kg	920	
Našumas, m^3/h	12	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	4000
	Plotis	1250
	Aukštis	950

Moliui:

Reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sm}}{V_{sl}} = \frac{1,597}{12} = 0,1331 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – dėžinio tiektuvo našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sm}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,597}{1 \cdot 12} \cdot 100 = 13,31 \%$$

Bendram žaliavų mišiniui:

Gamybinei programai įvykdyti reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} = \frac{1,798}{12} = 0,1498 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sb} – bendras gamybinei programai įvykdyti reikalingas našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,798}{1 \cdot 12} \cdot 100 = 14,98 \%$$

3.3.6 lentelė. Sraigtinis valcas CSP660x900 [11]

Modelis	CSP660x900	
Variklio galingumas, kW	75	
Našumas, m^3/h	15	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	3910
	Plotis	1600
	Aukštis	1928

Reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sm}}{V_{sl}} = \frac{1,597}{15} = 0,1065 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – sraigtinio valco našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sm}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,597}{1 \cdot 15} \cdot 100 = 10,65 \%$$

3.3.7 lentelė. Dvivelenis maišytuvas *DM50B* [12]

Modelis	DM50B
Variklio galingumas, kW	45
Velenų sukimosi greitis, aps./min	22
Vonios ilgis, mm	2490
Našumas, m ³ /h	15

Reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} = \frac{1,798}{15} = 0,1199 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sb} – bendras gamybinei programai įvykdyti reikalingas našumas, m³/h; V_{sl} – dvivelenio maišytuvo našumas, m³/h.

Viso trinkelių gamybos proceso metu iš viso bus naudojami du atskiri maišytuvai tam pačiam kiekiui medžiagos.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,798}{1 \cdot 15} \cdot 100 = 11,99 \%$$

3.3.8 lentelė. Plaktukinis trupintuvas *CP1000x800* [13]

Modelis	CP1000x800	
Plaktukų kiekis, vnt.	21	
Variklio galingumas, kW	110	
Svoris, kg	6500	
Našumas, m ³ /h	30	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	1550
	Plotis	1740
	Aukštis	1670

Įrenginių skaičius degimo niekalui smulkinti:

$$n = \frac{V_{sde}}{V_{sl}} = \frac{0,072}{30} = 0,0024 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sde} – gamybinei programai įvykdyti reikalingas degimo niekalo našumas, m³/h; V_{sl} – plaktukinio trupintuvo našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sde}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{0,072}{1 \cdot 30} \cdot 100 = 0,24 \%$$

3.3.9 lentelė. Būgninis sijotuvas *TS5000x1500* [14]

Modelis	TS5000x1500	
Variklio galingumas, kW	7	
Svoris, kg	3500	
Našumas, m ³ /h	40	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	7350
	Plotis	3500
	Aukštis	2000

Reikalingas įrenginių skaičius lauko špatams frakcionuoti:

$$n = \frac{V_{slš}}{V_{sl}} = \frac{0,129}{40} = 0,0032 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: $V_{slš}$ – gamybinei programai įvykdyti reikalingas lauko špatų našumas, m³/h; V_{sl} – būgninio sijotuvo našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{slš}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{0,129}{1 \cdot 40} \cdot 100 = 0,32 \%$$

Įrenginių skaičius degimo niekalui frakcionuoti:

$$n = \frac{V_{sde}}{V_{sl}} = \frac{0,072}{40} = 0,0018 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sde} – gamybinei programai įvykdyti reikalingas degimo niekalo našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sde}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{0,072}{1 \cdot 40} \cdot 100 = 0,18 \%$$

3.3.10 lentelė. Lėkštinis dozatorius *MALD150* [15]

Modelis	MALD150	
Našumas, m ³ /h	0,3	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	821
	Plotis	285
	Aukštis	280

Reikalingas įrenginių skaičius lauko špatams dozuoti:

$$n = \frac{V_{slš}}{V_{sl}} = \frac{0,129}{0,3} = 0,43 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – lėkštinio dozatoriaus našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sl\dot{s}}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{0,129}{1 \cdot 0,3} \cdot 100 = 43 \%$$

3.3.11 lentelė. Lėkštinis dozatorius *MALD100* [15]

Modelis	MALD150	
Našumas, m ³ /h	0,096	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	634
	Plotis	210
	Aukštis	180

Įrenginių skaičius degimo niekalui dozuoti:

$$n = \frac{V_{sde}}{V_{sl}} = \frac{0,072}{0,096} = 0,75 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – lėkštinio dozatoriaus našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sde}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{0,072}{1 \cdot 0,096} \cdot 100 = 75 \%$$

3.3.12 lentelė. Statgirnės *S111A* [16]

Modelis	S111A
Disko diametras, mm	1250
Variklio galia, kW	4
Našumas, m ³ /h	2,1858

Įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} = \frac{1,798}{2,1858} = 0,8226 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – statgirnių našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,798}{1 \cdot 2,1858} \cdot 100 = 82,26 \%$$

3.3.13 lentelė. Trintuvas YPA [17]

Modelis	YPA	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	1920
	Plotis	1820
	Aukštis	1540
Variklio galia, kW	22	
Svoris, kg	4000	
Našumas, m ³ /h	15000	

Įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} = \frac{1,798}{15000} = 0,00012 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – molio trintuvo našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,798}{1 \cdot 15000} \cdot 100 = 0,01 \%$$

3.3.14 lentelė. Smulkaus malimo valcas CGP800 [18]

Modelis	CGP800
Tarpas tarp volų, mm	1
Variklio galia, kW	15
Našumas, m ³ /h	25

Įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} = \frac{1,798}{25} = 0,0719 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – smulkaus malimo valcų našumas, m³/h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,798}{1 \cdot 25} \cdot 100 = 7,19 \%$$

3.3.15 lentelė. Vakuuminis presas SII36-22 [19]

Modelis	SII36-22	
Variklio galia, kW	30	
Išspaudimo slėgis, MPa	1	
Našumas, m ³ /h	2,1858	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	4000
	Plotis	3265
	Aukštis	1750

Reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{V_{sb}}{V_{sl}} = \frac{1,798}{2,1858} = 0,8226 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: V_{sl} – juostinio vakuuminio presu našumas, m^3/h .

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{V_{sb}}{n \cdot V_{sl}} \cdot 100 = \frac{1,798}{1 \cdot 2,1858} \cdot 100 = 82,26 \%$$

3.3.16 lentelė. Pjaustymo aparatas *QT125* [20]

Modelis	QT125	
Variklio galia, kW	1	
Svoris, kg	1000	
Našumas, vnt./h	1200	
Gabaritiniai matmenys, mm	Ilgis	2590
	Plotis	1660
	Aukštis	1465

Reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{F_{sb}}{F_{sl}} = \frac{1139}{1200} = 0,9492 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: F_{sb} – bendras gamybinei programai įvykdyti reikalingas suformuotų trinkelų našumas, vnt./h; F_{sl} – pjaustymo aparato našumas, vnt./h.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{F_{sb}}{n \cdot F_{sl}} \cdot 100 = \frac{1139}{2 \cdot 1200} \cdot 100 = 94,92 \%$$

3.3.17 lentelė. Tunelinė džiovykla *SYL* [21]

Modelis	SYL	
Našumas, vnt./metus	5000000	
Gabaritiniai matmenys, m	Ilgis	40
	Plotis	3,6
	Aukštis	2,5

Reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{D\check{Z}_{sb}}{D\check{Z}_{sl}} = \frac{2142400}{5000000} = 0,4285 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: $D\check{Z}_{sb}$ – bendras gamybinei programai įvykdyti reikalingas išdžiovintų trinkelų našumas, vnt./metus; $D\check{Z}_{sl}$ – tunelinės džiovyklos našumas, vnt./metus.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{D\check{Z}_{sb}}{n \cdot D\check{Z}_{sl}} \cdot 100 = \frac{2142400}{1 \cdot 5000000} \cdot 100 = 42,85 \%$$

3.3.18 lentelė. Tunelinė krosnis *BRICTEC tunnel kiln* [22]

Modelis		BRICTEC tunnel kiln
Našumas, vnt./metus		12000000
Gabaritiniai matmenys, m	Ilgis	100
	Plotis	3,9
	Aukštis	2,5

Reikalingas įrenginių skaičius:

$$n = \frac{D_{sb}}{D_{sl}} = \frac{2080000}{12000000} = 0,1733 \approx 1 \text{ vnt.};$$

čia: D_{sb} – bendras gamybinei programai įvykdyti reikalingas išdegtų trinkelio našumas, vnt./metus;
 D_{sl} – tunelinės krosnies našumas, vnt./metus.

Išnaudojimo laipsnis:

$$\eta = \frac{D_{sb}}{n \cdot D_{sl}} \cdot 100 = \frac{2080000}{1 \cdot 12000000} \cdot 100 = 17,33 \%$$

3.3.1. Juostinių transporterių skaičiavimai

Transporteriai moliui tiekti:

Molio, esančio ant judamosios horizontaliojo transporterio juostos, skerspjūvio plotas, m^2 :

$$F = \frac{V_v}{w} = \frac{1,597}{0,5 \cdot 3600} = \frac{0,00044}{0,5} = 0,00089 \text{ m}^2;$$

čia: V_v – horizontaliojo juostinio transporterio tūrio našumas pagal molį, m^3/s ; w – juostos judėjimo greitis, m/s ($w = 0,25$).

Horizontaliojo juostinio transporterio plokščiosios juostos plotis, m :

$$B = \sqrt{\frac{F}{0,16 \cdot \tan \varphi_1}} = \sqrt{\frac{0,00089}{0,16 \cdot \tan 50}} = 0,0682 \text{ m};$$

čia: φ_1 – transportuojamos medžiagos laisvo byrėjimo kampas ($\varphi_1 = 50^\circ$).

Parenkamas artimiausias standartinis reikalingas gumuotosios juostos plotis $B = 0,4 \text{ m}$.

Ant nuožulniojo transporterio judamosios plokščiosios juostos esančio molio skerspjūvio plotas, m^2 :

$$F_p = \frac{V_v}{k \cdot w} = \frac{0,00044}{0,97 \cdot 0,5} = 0,00091 \text{ m}^2;$$

čia: k – koeficientas, įvertinantis žemyn nuriedėjusios medžiagos dalį ($k = 0,97$).

Nuožulniojo juostinio transporterio plokščiosios juostos plotis, m:

$$B_p = \sqrt{\frac{F_p}{0,25 \cdot k \cdot K^2 \cdot \tan \varphi_3}} = \sqrt{\frac{0,00091}{0,25 \cdot 0,97 \cdot 0,85^2 \cdot \tan 15}} = 0,1396 \text{ m};$$

čia: $K = B_0/B$; φ_3 – transportuojamos medžiagos skerspjūvio pagrindo kampas ($\varphi_3 = 15^\circ$).

Parenkamas artimiausias standartinis reikalingas gumuotosios juostos plotis $B_p = 0,4$ m.

Varančiojo būgno skersmuo D_v , m:

$$D_v = k \cdot i = 0,13 \cdot 4 = 0,52 \text{ m};$$

čia: k – koeficientas ($k = 0,13$); i – juostos audinio sintetinių sluoksnių skaičius.

Varančiojo būgno ilgis, m:

$$B_v = B + 0,1 = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ m}.$$

Įtempimo būgno skersmuo D_{it} , m:

$$D_{it} = 2 \cdot D_v / 3 = 2 \cdot 0,52 / 3 = 0,3467 \text{ m}.$$

Kreipiamojo (juostos prispaudimo) būgno skersmuo D_n , m:

$$D_n = D_v / 2 = 0,52 / 2 = 0,26 \text{ m}.$$

Juostinio transporterio (5) traukos įtaisui reikalinga galia, kW, kai medžiaga nubyra transporterio gale:

$$N_j = 9,62 \cdot 10^{-2} \cdot Q_m \cdot H + 2,89 \cdot 10^{-3} \cdot Q_m \cdot L_h + 5,79 \cdot 10^{-3} \cdot Q_T \cdot L_h = 9,62 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8369 \cdot 2,1 + 2,89 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8369 \cdot 7,84 + 5,79 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 7,84 = 0,2334 \text{ kW};$$

čia: $Q_m = w \cdot F \cdot \rho_p$ – transporterio našumas, kg/s ($\rho_p = 1830 \text{ kg/m}^3$ – transportuojamos medžiagos piltinis tankis); H – medžiagos pakėlimo aukštis, m; L_h – transporterio projekcijos į horizontaliąją ašį ilgis, m; $Q_T = w \cdot F_T \cdot \rho_T$ – transporterio juostos masė, praslenkanti transporteriu per vieną sekundę, kg/s ($F_T = B \cdot \delta$, m^2 ; $\rho_T = 1000 \text{ kg/m}^3$ – gumuotosios transporterio juostos tankis; $\delta = 0,005$ m – transporterio juostos storis).

Juostiniam transporteriui (5) reikalingo elektros variklio galia N_v , kW:

$$N_v = \frac{N_j}{\eta} = \frac{0,2334}{0,7} = 0,3335 \text{ kW};$$

čia: η – bendras elektros variklio ir jėgos perdavimo mechanizmų naudingumo koeficientas ($\eta = 0,7$).

Likusių juostinių transporterių skaičiavimai atliekami analogiškai ir duomenys pateikiami 3.3.1.1 lent.

3.3.1.1 lentelė. Juostinių transporterių skaičiavimų rezultatai

Eil. nr. techn. schemoje	Medžiagos skerspjūvio plotas F, m ²	Juostos plotis B, m	Transp. našumas Q _m , kg/s	Medžiagos pakėlimo aukštis H, m	Transp. projekcijos į horizon. ašį ilgis L _h , m	Traukos įtaiso galia N _j , kW	Elektros variklio galia N _v , kW	
5	0,00091	0,4	0,8369	2,1	7,84	0,2334	0,3335	
7	0,00089		0,8118	–	3	0,0244	0,0349	
8	0,00103		0,9423	2	7,47	0,2449	0,3498	
15	0,00007		0,0932	–	3	0,0182	0,0260	
23	0,00004		0,0380	–	3	0,0177	0,0253	
25	0,00100		0,9140	–	3	0,0253	0,0361	
27				–	3	0,0174	0,0248	
29				–	13,47	0,0780	0,1114	
32				–	14	0,0811	0,1158	
34	0,00103		0,9423	1	3,74	0,1225	0,1750	
36	0,00100		0,9140	–	3	0,0253	0,0361	
38	0,00520		4,7580	–	1	0,0195	0,0279	
40				–	3	0,0174	0,0248	
Iš viso:					68,52	0,9250	1,3214	

3.3.2. Kaušinių elevatorių skaičiavimai

Lauko špatams transportuoti:

Kaušinio elevatoriaus našumas G_h, t/h:

$$G_h = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{a}{s} \cdot w \cdot \psi \cdot \rho = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,8}{6} \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 2600 = 1,1981 \text{ t/h};$$

čia: a – kaušo tūris, dm³; s – žingsnis tarp kaušų, m; w – kaušų judėjimo greitis, m/s; ψ – kaušų pripildymo koeficientas (ψ = 0,8); ρ – transportuojamos medžiagos piltinis tankis, kg/m³.

Reikalinga galia traukos įtaise N_k, kW:

$$N_k = 0,0267 \cdot G_h \cdot H \cdot [1 + \omega_c \cdot \operatorname{ctg} \beta + q_T \cdot (7,4 \cdot \omega_c \cdot \operatorname{ctg} \beta + A) \cdot w / G_h + k \cdot w^2 / H] = 0,0267 \cdot 1,1981 \cdot 3,5 \cdot [1 + 0,07 \cdot \operatorname{ctg} 90 + 0,5391 \cdot (7,4 \cdot 0,07 \cdot \operatorname{ctg} 90 + 1,5) \cdot 1,2 / 1,1981 + 0,65 \cdot 1,2^2 / 3,5] = 0,2326 \text{ kW};$$

čia: H – transportavimo aukštis, m; ω_c – bendras pasipriešinimo judėjimui koeficientas (ω_c = 0,07); β – elevatoriaus polinkio į horizontą kampas (β = 90°); q_T – elevatoriaus judamųjų dalių vieno išilginio metro masė, kg/m (q_T = k_T · G_h; čia k_T = 0,45 juostiniams elevatoriams); A – koeficientas, įvertinantis elevatoriaus juostos tipą (A = 1,5); k – koeficientas, apibūdinantis energijos sąnaudas kaušams pripildyti medžiagos (k = 0,65).

Reikalinga elektros variklio galia N_v, kW, atsižvelgiant į būtiną galios atsargą:

$$N_v = 1,25 \cdot \frac{N_k}{\eta} = 1,25 \cdot \frac{0,2326}{0,7} = 0,4153 \text{ kW};$$

čia: η – bendras elektros variklio ir jėgos perdavimo mechanizmų naudingumo koeficientas ($\eta = 0,7$).

Likusių kaušinių elevatorių skaičiavimai atliekami analogiškai ir duomenys pateikiami 3.3.2.1 lent.

3.3.2.1 lentelė. Kaušinių elevatorių skaičiavimų rezultatai

Eil. nr. technologinėje schemoje	Žingsnis tarp kaušų s, m	Našumas Gh, t/h	Transportavimo aukštis H, m	Elevatoriaus judamųjų dalių 1 metro masė qT, kg/m	Reikalinga galia traukos įtaise Nk, kW	Reikalinga elektros variklio galia Nv, kW
11	6	1,1981	3,5	0,5391	0,2326	0,4153
19	6	0,8755	3,5	0,3940	0,1700	0,3035

3.4. Bunkerių ir sandėlio skaičiavimai

3.4.1. Bunkerių skaičiavimas

Lauko špatams:

Reikalinga bunkerio talpa V_r , m^3 , atsižvelgiant į žaliavų našumą bei atsargas:

$$V_r = \frac{V_v \cdot n}{k_{\text{prip}}} = \frac{0,129 \cdot 4}{0,8} = 0,645 \text{ m}^3;$$

čia: V_v – valandai reikalingas medžiagos kiekis, m^3 ; n – valandų skaičius; k_{prip} – bunkerio pripildymo koeficientas ($k_{\text{prip}} = 0,8$).

Kvadrato formos išbyrėjimo angos kraštinė a , m:

$$a = \frac{k \cdot (d_{\text{max}} + 80) \cdot \tan \varphi}{1000} = \frac{5 \cdot (2 + 80) \cdot \tan 50}{1000} = 0,4886 \text{ m};$$

čia: d_{max} – didžiausių medžiagos gabaliukų skersmuo, mm; φ – medžiagos laisvo byrėjimo kampas ($\varphi = 50^\circ$); k – koeficientas rūšiuotoms žaliavoms ($k = 5$).

Atsižvelgiant į bunkerio talpą V_r parenkami bunkerio korpuso matmenys $A \times B \times h$, m: $1 \times 1 \times 1$.

Bunkerio smaigalio aukštis h_1 , m:

$$h_1 = \frac{A - a}{2} \cdot \tan \gamma = \frac{1 - 0,4886}{2} \cdot \tan 60 = 0,5768 \text{ m};$$

čia: A – bunkerio korpuso kvadrato kraštinė, m; γ – bunkerio smaigalio sienelių nuolydžio kampas ($\gamma = 60^\circ$).

Bunkerio korpuso talpa V_1 , m^3 :

$$V_1 = A \cdot B \cdot h = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ m}^3.$$

Bunkerio smaigalio talpa V_2 , m^3 :

$$V_2 = 1 / 3 \cdot h_1 \cdot (a^2 + a \cdot A + A^2) = 1 / 3 \cdot 0,5768 \cdot (0,4886^2 + 0,4886 \cdot 1 + 1^2) = 0,3321 \text{ m}^3.$$

Projektuojamo bunkerio talpa V, m³:

$$V = V_1 + V_2 = 1 + 0,3321 = 1,3321 \text{ m}^3.$$

Iš bunkerio išbyrančios medžiagos kiekis (našumas) Q_v, m³/s:

$$Q_v = F_a \cdot v = 0,2387 \cdot 1,0861 = 0,2593 \text{ m}^3/\text{s};$$

čia: F_a – iškrovimo angos plotas, m²; v – medžiagos byrėjimo greitis, m/s.

Medžiagos normalaus byrėjimo greitis v, m/s:

$$v = 5,65 \cdot k_1 \cdot \sqrt{R} = 5,65 \cdot 0,55 \cdot \sqrt{0,1221} = 1,0861 \text{ m/s};$$

čia: k₁ – išbyrėjimo koeficientas sausoms smulkiagrūdėms, labai birioms medžiagoms (k₁ = 0,55); R = F_a/P – hidraulinis išbyrėjimo angos spindulys, m; P – angos perimetras, m.

Likusių bunkerių skaičiavimai atliekami analogiškai ir pateikiami 3.4.1.1, 3.4.1.2 lent.

3.4.1.1 lentelė. Bunkerių skaičiavimų rezultatai

Eil. nr. techn. schemoje	Reikalinga bunkerio talpa V _r , m ³	Išbyrėjimo angos kraštinė a, m	Bunkerio smaigalio aukštis h, m	Bunkerio korpuso talpa V ₁ , m ³	Bunkerio smaigalio talpa V ₂ , m ³	Projekt. bunkerio talpa V, m ³	Medžiagos byrėjimo greitis v, m/s	Našumas Q _v , m ³ /s
10	0,6450	0,4886	0,5768	1	0,3321	1,3321	1,0861	0,2593
13	0,6450	0,4886	0,5768	1	0,3321	1,3321	1,0861	0,2593
17	0,3600	1,6685	0,5550	4	1,8723	5,8723	2,0070	5,5874
21	0,3600	0,4886	0,5768	1	0,3321	1,3321	1,0861	0,2593

3.4.1.2 lentelė. Bunkerių korpusų matmenys

Eil. nr. techn. schemoje	10	13	17	21
Matmenys, m	1 x 1 x 1	1 x 1 x 1	2 x 2 x 1	1 x 1 x 1

3.4.2. Sandėlio skaičiavimai

Sandėlyje formavimo masės užimtas aruodo plotas S, m²:

$$S = \frac{V \cdot n}{H \cdot K_1} = \frac{14,39 \cdot 7}{3 \cdot 0,5} = 67,15 \text{ m}^2;$$

čia: V – formavimo masės tūris (paros), m³; n – formavimo masės laikymo sandėlyje parų skaičius; H – formavimo masės sandėliavimo aukštis, m; K₁ – koeficientas, įvertinantis krūvos formą (K₁ = 0,5).

Bendras sandėlio plotas S_b, m²:

$$S_b = S \cdot K_2 = 67,15 \cdot 1,5 = 100,73 \text{ m}^2;$$

čia: K₂ – koeficientas, įskaitantis 30 % ploto praėjoms (K₂ = 1,5).

Pasirinktas aruodo plotis $B = 4$ m.

Aruodo ilgis L , m:

$$S = \frac{S}{B} = \frac{67,15}{4} = 16,79 \text{ m.}$$

Priimu, kad sandėlio ilgis 17,92 m.

3.4.2 lentelė. Molio sandėlis

Sandėlyje užimamos medžiagos plotas, m ²	67,15
Sandėlio plotis, m	5,62
Sandėlio ilgis, m	17,92
Sandėlio plotas, m ²	100,73

3.5. Statybiniai sprendimai

Pagrindinė projektuojamos įmonės veikla – sukepusios keramikos (klinkerio) trinkelų gamyba. Menama įmonė įsikūrusi Paberžių k., Tauragės raj. Gamyklos teritorija užima 7,5 ha plotą. Statybai buvo parinkta aikštelė lygiu reljefu. Vanduo gamybai imamas iš Tauragės miesto vandentiekio, elektros energija ir dujos, šilumos energijai išgauti, gaunama iš ESO dujotiekio ir elektros energijos tinklų.

3.5.1 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	I. SKLYPAS		
	1.1. sklypo plotas	ha	7,5
	1.2. statinių užimtas žemės plotas	m ²	6797
	1.3. apželdintas žemės plotas (žalasis plotas)	m ²	39165
	1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	30
2	II. PASTATAI		
	2.1. paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai)		
	2.2. bendrasis plotas:	m ²	6797
	2.2.1. pagrindinis	m ²	6797
	2.2.2. pagalbinis	m ²	0
	2.3. pastato tūris	m ³	59895
	2.4. aukštų skaičius	vnt.	1
	2.5. pastato aukštis	m	8,8
2.6. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)	MJ/m ²	I	

3.5.2 lentelė. Pradiniai duomenys projektavimui

Pastato aukštų skaičius	1
Pastato plotis, m	37,5
Pastato ilgis, m	181,5
Darbuotojų skaičius	25
Miestas	Paberžių k., Tauragės raj.
Pastato orientacija	Į pietvakarius
Instaliuota galia	120 kW

Sklypo planas

Projektuojamoje įmonėje yra atvežama daug žaliavos bei išvežama daug produktų, todėl buvo pasirinktas sklypas, šalia kurio yra įrengti automobilių keliai ir yra geras susisiekimas. Tauragės molio karjeras yra pakankamai arti įmonės teritorijos, kad nereikėtų sandėliuoti didesnio molio kiekio. Įmonės teritorijoje numatyta erdvė ir keliai automobilių transportui ir krovininių automobilių apsisukimui. Šie keliai yra reikalingi žaliavų atvežimui, darbininkų atvežimui į darbo vietas bei patogiam avarinių tarnybų mašinų privažiavimui, įvykus nenumatytai avarijai. Automobilių kelio plotis 4–6 m, pravažiuojamasis aukštis po vamzdynais ne mažesnis kaip 4,5 m. Nuo pastatų iki žalios vejos daugiau nei 5 m atstumas. Darbuotojams vaikščioti yra atžymimi 1 m pločio takeliai bei reikalingos perėjos. Takeliai, esantys pakelėse, ne mažesniu kaip 0,8 m atstumu nuo kelio.

Projektuojamo pastato sprendimai

Pastato priekinis fasadas orientuotas į pietvakarius. Pastato ilgis $L = 181,5$ m, plotis $B = 37,5$ m, aukštis $H = 8,8$ m. Pastato statybai naudojamos metalinės konstrukcijos: kraštinės ir vidurinės kolonos, perdangos ir denginio plokštės, kolonų pamatai, pamatų sijos ir kt. Pastato kolonos išdėstytos tinkleliu, kurio išmatavimai 6×6 m. Pastato išorinėms sienoms naudojamos lygaus profilio daugiasluoksnės plokštės su poliuretano (PIR) užpildu. Naudojami langai – *Aluplast IDEAL 7000*, šešių kamerų profilio. Pastato vidaus vidutinė temperatūra lygi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pastato šildymui naudojamas dujinis kondensacinis katilas *Ariston Genius One 24*. Šis katilas atiduoda šilumą *GALANT UNI 20UNI* radiatoriams. Radiatoriai išdėstyti po langais administracinėse ir poilsio patalpose. Gamybinė patalpa sušyla savaime dėl džiovytos ir krosnies veikimo. Pastato vėdinimui yra sumontuoti ventiliatoriai. Ventiliatorius gamina firma *VENTS*, jų tipas: *TT PRO150*. Darbininkų skaičius, kurie dirbs pastate – 25.

Statinio architektūrinė ir konstrukcinė sandara

Projektuojamo pastato aukštis iki laikančių konstrukcijų nuo nulinės alt. – 8,5 m. Numatomi sanitariniai mazgai, darbuotojų poilsio patalpa bei valgykla. Sienos – daugiasluoksnių sieninių plokščių su PIR užpildu; padengimas – poliesteris. Grindys – betoninės, dengtos kietikliu. Pastato erdvė dalinama į 8 atskiras patalpas. Pertvaros – daugiasluoksnių sieninių plokščių su PIR užpildu. Lauko vartai apšiltinti, pakeliami segmentiniai, su sandarikliais. Pamatai – gelžbetoniniai, kolonos – surenkamo gelžbetonio. Denginio laikančios konstrukcijos – plieninės santvaros, sijos, ryšiai.

Bendrujų statinio (pastato) inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

Pastate vyksiantys technologiniai procesai: molio žaliava iš karjero bus atvežama sunkvežimiais pro suprojektuotus vartus, perdirbama įvairiais prietaisais, gauta masė juostiniais transporteriais gabenama į pastate esantį sandėlį pūdymui, iš paruoštos formavimo masės suformuojami pusgaminiai, išdžiovinami ir išdegami, gauta produkcija surūšiuojama ir išvežama.

Sanitarinio buitinio darbuotojų aptarnavimo ir maitinimo sprendiniai: personalui esamos sanitarinės ir higienos patalpos, suprojektuotos pagal 2003-04-24 LR Vyriausybės nutarimo Nr. 501 „Dėl buitines, sanitarinių ir higienos patalpų įrengimo reikalavimus“: Vienas unitazas skiriamas 18 vyrų arba 12 moterų; vienas pisuaras skiriamas 18 vyrų; viena rankų praustuvė skiriama 48 vyrams arba moterims; moterų tualete įrengiamas higieninis dušas. Pastate esantys 4 san. mazgai ir dušų patalpa pilnai tenkina darbuotojų poreikius. Atstumas nuo darbo vietų gamybos patalpose iki tualetų, poilsio patalpų

ne didesnis kaip 75 metrai. Valgymo ir poilsio kambaryje vienam darbuotojui skiriama ne mažiau kaip 1 kv. metras, o viso kambario plotas didesnis kaip 22 kv. metrai.

Stogas: stogo konstrukcija susideda iš: perdangos plokštė, orą ir garus izoliuojantis sluoksnis PAROC XMV 020bas, akmens vatos plokštė PAROC ROL 30, hidroizoliacinė stogo danga. Stogas formuojamas metalinėmis santvaromis, profiliuotu skardos lakštu (t1) degumo klasės. Grindys: betoninės, sustiprintu paviršiumi. Vartai: Išoriniai – sekcijiniai su durimis, pakeliami vartai su el. pavara ir avariniu atidarymu rankomis.

Vidaus apdaila: betoniniams paviršiams (kolonomis, monolitinėms sienoms) papildoma apdaila numatoma kolonas nudažant, sienas padengiant plytelėmis arba nudažant.

3.6. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

Finansinių ir ekonominių skaičiavimų tikslas – susisteminti turimas inžinerijos ekonomikos žinias ir jas pritaikyti apskaičiuojant pagrindinio kapitalo ir apyvartinių lėšų poreikį, parenkant finansavimo šaltinius ir atliekant inovacinio projekto ekonominį vertinimą.

Šiame darbe nagrinėjama sukepusios keramikos trinkelų gamybos cecho projektavimas. Gamybai reikalingi įrengimai: juostiniai transporteriai, elevatoriai, būgniniai sijotuvai, daugiakaušiai ekskavatoriai, lėkštiniai dozatoriai, rotorinis trupintuvas, molio parentuvas, savivartė mašina, autokrautuvai, dėžiniai tiektuvai, sraigtinis valcas, dviejų velenų maišytuvai, statgirnės, molio trintuvas, smulkiojo malimo valcai, vakuuminis presas, pjaustymo automatas, pakrovimo / iškrovimo automatai, tunelinė džiovykla, degimo ir džiovinimo vagonai, tunelinė krosnis. Formavimo masė ruošama iš šių žaliavų: Tauragės telkinio molis, lauko špatai, degimo niekalas. Metinė gamybos apimtis – 2 mln. vnt. trinkelų (200 × 100 × 52 mm).

Darbo uždaviniai šiame skyriuje:

- atlikti trinkelų gamybos cecho įrengimo ekonominius skaičiavimus;
- atlikti gaminio kaštų skaičiavimus;
- parengti gaminio kainos skaičiavimus;
- įvertinti projekto ir investicijų pelną.

3.6.1. Inovacijos projektavimo ir diegimo aplinkos analizė

Keraminių trinkelų įmonės stiprybės:

- gaminiai gaminami iš kokybiškų žaliavų;
- įdiegta moderni įranga, tausojanti elektros energiją ir nereikalaujanti didelės darbo jėgos;
- nauja gaminių receptūra, palengvinanti technologinius procesus bei pagerinanti gaminių savybes;
- vienintelė įmonė Lietuvoje, gaminanti sukepusios keramikos trinkeles.

Įmonės silpnybės:

- didelė konkurencija su gamintojais iš užsienio;
- nedidelis asortimentas – gaminamos tik vienos spalvos, nedažytos trinkelės;
- ganėtinai didelė gaminio savikaina, palyginus su kitais gamintojais;

Galimybės:

- didinti produkcijos kiekį eksportui;

- Gauti ES paramą;

Grėsmės:

- žaliavų pabrangimas;
- nauji konkurentai;

Didžiausias įmonės konkurentas yra Latvijos statybinių medžiagų gamybos įmonė LODE SIA. Ši gamykla gamina keraminius blokus, klinkerio apdailos plytas ir plyteles, klinkerio trinkeles ir kitus keraminius mūro gaminius.. Palyginimai pateikiami 3.6.1 lent.

3.6.1 lentelė. Įmonės palyginimas su konkurentais [23, 24]

Rodikliai	Projektuojama įmonė	Įmonė LODE SIA
Produktai	Vienos rūšies gaminiai	Gaminama daug skirtingų gaminių
Finansai	Pelnas: 1–2 mln. Eur / metus	Pelnas: 10–20 mln. Eur/metus
Žmogiškieji ištekliai	25 darbuotojai	160 darbuotojų
Marketingas	Reklamos internete, internetinė parduotuvė, internetinis puslapis, dalyvavimas parodose.	Reklamos internete, internetinė parduotuvė, internetinis puslapis, dalyvavimas parodose.

3.6.2. Produkcijos gamybos ekonominių rodiklių apskaičiavimas

Produkcijos pardavimo planas (3.6.2 lent.) parodo numatomą parduoti, per planinį laikotarpį (per metus), gaminių kiekį ir pinigų sumą, kurią įmonė planuoja gauti, pardavus pagamintą produkciją. Ši suma vadinama pardavimo apimtimi ir apskaičiuojama, padauginus parduodamų gaminių skaičių iš jų pardavimo kainos.

3.6.2 lentelė. Produkcijos pardavimo planas metams

Gaminiai	Pardavimo apimtis, vnt.	Kaina, Eur	Pardavimo apimtis, tūkst. Eur
Klinkerio trinkelės	2000000	1,8	3600000

3.6.3. Gamybos kaštai

Kiekvienos medžiagos poreikis produkcijos gamybai apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$B_{mi} = B_{gn} \times H_{mi};$$

čia: B_{mi} – i-tosios medžiagos poreikis gamybai, nat. vnt.; B_{gn} – gamybos apimtis, vnt.; H_{mi} – medžiagos sunaudojimo norma gaminiui, m^3 .

Išlaidos pagrindinėms medžiagoms (medžiagų kaštai) apskaičiuojamos:

$$MK_i = B_{mi} \times C_{mi};$$

čia: MK_i – išlaidos i-tajai medžiagai, Eur; B_{gn} – gamybos apimtis, vnt.; C_{mi} – medžiagos kaina, Eur.

Gauti rezultatai pateikiami 3.6.3.1 lent.

3.6.3.1 lentelė. Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas, parinktai gamybos apimčiai

Medžiaga	Medžiagos kaina, Eur/m ³	Medžiagos poreikis, m ³	Medžiagų kaštai	
			Iš viso, tūkst. Eur	Gaminio, Eur
Tauragės telkinio molis	-	3067	-	-
Lauko špatai	3640	248,0	902,7	0,45
Degimo niekalas	-	138,3	-	-
Viso:	3640	3453	902,7	0,45

Lauko špatai perkami iš „Quarzwerke Group“ įmonės Lenkijoje.

Energijos ir kuro poreikių duomenys pateikiami 3.6.3.2 lent.

3.6.3.2 lentelė. Energijos ir kuro poreikio duomenys metams

Energetiniai ir technologiniai išteklių	Matavimo vnt.	Poreikis metams	Energijos kaina, Eur	Energijos kaštai, Eur
Elektros energija	kWh	790000	0,167	131930
Gamtinės dujos	m ³	56000	0,53	29680
Automobilinis benzinas	l	3000	1,82	5460

Elektros energija įmonėje naudojama įrenginiams ir apšvietimui; gamtinės dujos – technologijoje, patalpoms apšildyti ir buitiniams tikslams; automobilinis benzinas – transportui.

Vanduo naudojamas technologijoje ir buitiniams tikslams. Vandens poreikio duomenys pateikiami 3.6.3.3 lent.

3.6.3.3 lentelė. Vandens poreikio duomenys metams

Ištekliai, mat. vnt.	Poreikis metams	Kaina, Eur	Kaštai, Eur
Vanduo, m ³	15600	1,19	18096

Pagrindinis darbo užmokestis (DU_{pag}) apskaičiuojamas, remiantis normatyviniu technologiniu gaminių darbo imlumu (DI) ir valandiniu darbo užmokesčiu (VA):

$$DU_{\text{pagr}} = DI \times B_{\text{gn}} \times VA;$$

Papildomas darbo užmokestis skiriamas atostogų apmokėjimui ir planuojamas atitinkamu procentu nuo pagrindinio darbo užmokesčio (k_{pap}):

$$k_{\text{pap}} = \frac{D_{\text{at}}}{D_{\text{ef}}} \times 100;$$

čia: D_{at} – atostogų trukmė, dienomis; D_{ef} – efektyvus darbininko darbo laiko fondas, dienomis.

$$DU_{\text{pap}} = (DU_{\text{pagr}} \times k_{\text{pap}}) / 100.$$

$$DU_{\text{bend}} = DU_{\text{pagr}} + DU_{\text{pap}}.$$

Įmonės personalo ir darbo užmokesčio apskaičiuoti duomenys pateikiami 3.6.3.4 lent.

Įmonės personalo plano rodikliai pateikiami 3.6.3.5 lent.

3.6.3.4 lentelė. Įmonės personalo ir darbo užmokesčio apskaičiavimas

Rodikliai	Reikšmė
Gamybos programos darbo imlumas, nh	200000
Efektyvus darbininko darbo laikas, h	7,7
Pagrindinių gamybinių darbininkų skaičius, žm.	20
Pagrindinio gamybinio darbininko vidutinė mėnesinė alga, Eur	1100
Pagrindinių gamybinių darbininkų metinis darbo užmokestis, Eur	264000
Pagalbinių darbininkų skaičius, žm.	2
Pagalbinio darbininko vidutinė mėnesinė alga, Eur	800
Pagalbinių darbininkų metinis darbo užmokestis, Eur	19200
Įmonės vadovų, specialistų, techninių vykdytojų skaičius, žm.	3
Įmonės vadovų, specialistų, techninių vykdytojų vidutinė mėnesinė alga, Eur	1500
Įmonės vadovų, specialistų, techninių vykdytojų metinis darbo užmokestis, Eur	54000

3.6.3.5 lentelė. Įmonės personalo plano rodikliai

Rodikliai	Reikšmė
Įmonės darbuotojų skaičius, žm.	25
Įmonės darbuotojų metinis darbo užmokestis, Eur	337200

Apskaičiavus visas gamybinės išlaidas, jos surašomos į galutinę gamybos kaštų 3.6.3.6 lentelę.

3.6.3.6 lentelė. Gamybos kaštai metams

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, Eur
Išlaidos žaliavoms	902720
Energijos ir kuro išlaidos	167070
Išlaidos vandeniui bei nuotekų tvarkymui	18096
Darbuotojų darbo užmokestis	337200
Veiklos (reklamos) kaštai	1000
Viso:	1426086

Gaminio savikaina parodo vieno gaminio išlaidas; ji apskaičiuojama, padalijus visą gaminio bendrųjų kaštų sumą iš gamybos apimties. Sukepusios keramikos trinkelė savikaina – 0,71 Eur.

3.6.4. Gminių kainos skaičiavimas

Apskaičiavus visas sąnaudas, nustatomos gaminių kainos ir planuojamos realizacinės pajamos. Gminių kainos apskaičiuojamos remiantis jų gamybos pilnomis išlaidomis ir planuojama pelno norma (rentabilumu), kuri neturi būti mažesnė, negu 5 %.

3.6.4 lentelė. Gaminio kainos apskaičiavimas

Gaminiai	Gaminio savikaina, Eur	Pelningumas, %	Pelnas, Eur	Kaina, Eur
Trinkelės	0,71	60,56	1,09	1,8

3.6.5. Projekto planas ir grynujų pinigų srautai**3.6.5.1 lentelė.** Technologinės linijos įrengimų pirkimo išlaidų ataskaita

Įrengimai	Kaina, Eur
Daugiakaušis ekskavatorius (2 vnt.)	52000
Savivartė mašina	15000
Autokrautuvas (2 vnt.)	22000
Molio purentuvas	20000
Dėžinis tiek tuvas (2 vnt.)	20000
Sraigtinis valcas	15000
Dvivelenis maišytuvas (2 vnt.)	20000
Plaktukinis trupintuvas	30000
Būgninis sijotuvas (2 vnt.)	20000
Lėkštinis dozatorius (2 vnt.)	6000
Statgirnės	8000
Molio trintuvas	10000
Smulkaus malimo valcas	15000
Vakuuminis presas	30000
Pjaustymo aparatas	7000
Tunelinė džiovykla	50000
Tunelinė krosnis	500000
Viso:	840000

Bendras pelnas – pardavimų pajamų ir parduodamos produkcijos gamybos kaštų skirtumas. Grynasis pelnas – tai pelnas, liekantis įmonei, atskaičius pelno mokestį, kuris sudaro 15 % nuo apmokestinamo pelno sumos. Įmonės pelno ataskaita pateikiama 3.6.5.2 lent. ir pelningumo bei rentabilumo rodikliai pateikiami 3.6.5.3 lent.

3.6.5.2 lentelė. Įmonės pelno ataskaita metams

Rodikliai	Suma, Eur
Pardavimo pajamos	3600000
Parduodamos produkcijos kaštai	1426086
Bendras pelnas	2173914
Įrenginių išlaidos	840000
Pelnas prieš apmokestinimą	1333914
Pelno mokestis	200087
Grynasis pelnas	1133827

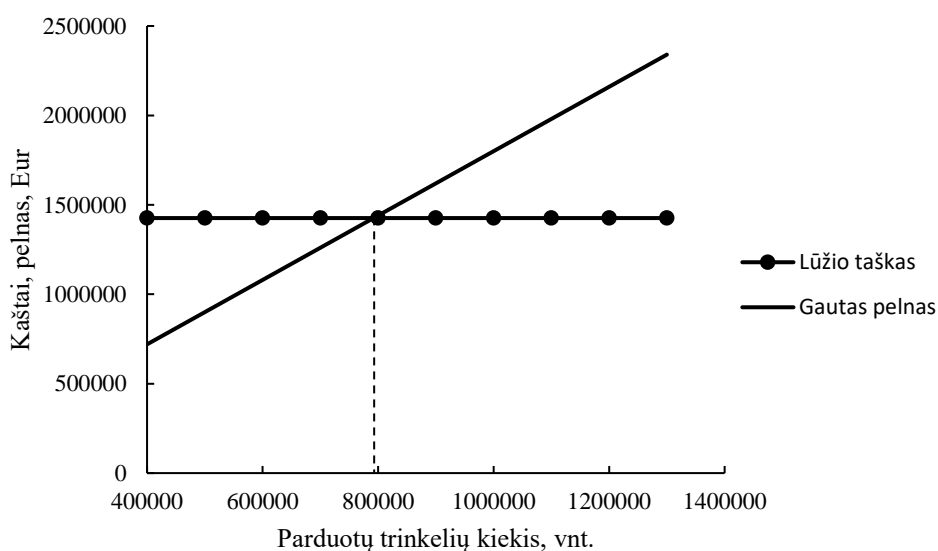
3.6.5.3 lentelė. Pelningumo ir rentabilumo rodikliai

Rodikliai	Formulė	Rodiklio reikšmė, %
Bendrasis pelningumas	$(\text{Bendrasis pelnas} / \text{Pardavimo pajamos}) \times 100$	60,41
Grynasis pelningumas	$(\text{Grynasis pelnas} / \text{Pardavimo pajamos}) \times 100$	31,52
Grynasis rentabilumas	$(\text{Grynasis pelnas} / \text{Savikaina}) \times 100$	79,62

3.6.6. Lūžio taško skaičiavimas

Lūžio taškas (arba lūžio momentas) – tai tokia pardavimo apimtis, kuriai esant bendrosios pajamos lygios visiems gamybos kaštams ir įmonės pelnas lygus nuliui. Pagal lūžio taško grafiką galima nustatyti, kokį kiekį produkcijos reikia pagaminti ir parduoti, kad įmonės veikla būtų pelninga. Lūžio taškas randamas apskaičiuojant pelningiausio gaminio gamybos išlaidas ir pardavimo pajamas [25].

Sukepusios keramikos trinkelėlių lūžio taško grafikas pateikiamas 3.6.6 pav.



3.6.6 pav. Lūžio taško grafikas

Lūžio taškas pasiekiamas pardavus 792270 vnt. trinkelėlių.

3.6.7. Išvados

Atlikus finansinius skaičiavimus, nustatytas vienerių metų grynasis pelnas visiškai atperka įmonės investicijas bei palieka vietos, jeigu paklausa nepakankama, taikyti nuolaidas produkcijai. Įmonė, gaminanti klinkerio trinkeles, yra vienintelė Lietuvoje, todėl šioje šalyje galima siūlyti didmeninę prekybą, sutaupant importo bei transportavimo mokesčius ir taip sėkmingai konkuruojant su užsienio gamintojais.

3.7. Aplinkosauginis vertinimas

Toliau atliekamas klinkerio trinkelėlių gamybos aplinkosauginis vertinimas, ištiriamos naudotos žaliavos (Tauragės telkinio molis, lauko špatai, degimo niekalas), energijos ištekliai (gamtinės dujos, elektros energija), atliekos, susidarantys teršalai. Gauti rezultatai pateikiami lentelėse:

3.7.1 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavą

Žaliavos pavadinimas	Kiekis per metus, m ³
1	2
Molis	3067
Lauko špatai	248,0
Degimo niekalas	138,3

3.7.2 lentelė. Kuro ir energijos vartojimas

Energetiniai ir technologiniai išteklių	Matavimo vnt., t, m ³ , kWh	Sunaudojamas kiekis per metus	Išteklių gavimo šaltiniai
1	2	3	4
Elektros energija	kWh	790000	UAB „Ignitis“
Gamtinės dujos	m ³	56000	UAB „Ignitis“
Automobilinis benzinas	l	3000	UAB „Viada LT“

Gamtinės dujos įmonėje naudojamos technologijoje, patalpoms apšildyti ir buitiniams tikslams; elektros energija – įrenginiams ir apšvietimui; automobilinis benzinas – transportavimo priemonėms; vanduo – buitiniams bei technologiniams tikslams.

3.7.3 lentelė. Konkrečios veiklos sąlygojama fizikinė ir biologinė tarša

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis	Priemonės taršai mažinti
1	2	3	4	5
Triukšmas	Gamybiniai įrenginiai	13	Iki 65 dBA	Garso izoliacija
Temperatūra	Tunelinė džiovykla, tunelinė krosnis	2	Temperatūra iki 60 °C	Krosnies skliautas papildomai izoliuotas

Ilgalaikio bei trumpalaikio poveikio ribinės vertės nėra viršijamos, tačiau priemonės taršai mažinti naudoti privaloma.

Sukepusios keramikos trinkelė gamybos proceso metu susidariusios atliekos grąžinamos į gamybos pradžią ir vėl naudojamos kaip žaliavos, todėl atliekų tvarkymo lentelės nepateikiamos.

3.7.4 lentelė. Numatomas vandens paėmimas ir naudojimas

Vandens tiekimo (išgavimo) šaltinis	Vandens naudojimo sritys (tikslai)	Didžiausias paros debitas, m ³ /d	Vidutinis metinis kiekis, m ³	Taupymo ir apsaugos priemonės
1	2	3	4	5
UAB „Tauragės vandenys“	Technologinis procesas	5	1200	Tolygus vandens išpurškimas, drėkinant formavimo masę
	Buitinės patalpos	60	14400	Izoliuojamas šilto vandens vamzdynas

Technologiniame procese formavimo masei reikalingas nedidelis kiekis vandens, nes telkinyje kastas Tauragės molis jau yra drėgnas. Daugiausia vandens sunaudojama buitiniams tikslams.

3.7.5 lentelė. Nuotekų ir teršalų susidarymas

Nuotekų susidarymo šaltiniai	Didžiausias paros nuotekų kiekis, m ³ /d	Vidutinis metinis nuotekų kiekis, m ³ /metus	Teršalų pavadinimas	Teršalų kiekis, t/metus
1	2	3	4	5
Buitinės patalpos	60	14400	Paviršiaus aktyviosios medžiagos	2,5
Lietaus kanalizacija	20	4800	Suspenduotos dalelės	4,0

Nuotekos su įvairiomis cheminėmis medžiagomis gaunamos plaunant buitines patalpas arba prausiantis darbuotojams. Vanduo su molio dalelėmis į kanalizaciją patenka plaunant autokrautuvą, transportuojantį molį iš karjero į gamyklą. Taršai mažinti naudojamas nusodintuvas, kurio parametrai nurodyti 3.7.8 lent.

Nagrinėjamo proceso metu susidaro teršalai, kurie išmetami į aplinkos orą, todėl vertinamas objekto poveikis orui:

3.7.6 lentelė. Stacionarių taršos šaltinių fiziniai duomenys

Taršos šaltiniai			Išmetamųjų dujų rodikliai		Teršalų išmetimo trukmė, h/metus
Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Aukštis, m	Temperatūra, °C	Tūrio debitas, Nm ³ /s	
1	2	3	4	5	6
Būgninis sijotuvai	2	2	20	2	2008
Rotorinis trupintuvas	1	1,7			
Tunelinė krosnis	1	2,5	80	15	5760

3.7.7 lentelė. Tarša į aplinkos orą

Proceso (veiklos) pavadinimas	Taršos šaltinio pavadinimas	Teršalai		Numatoma metinė tarša, t/metus
		Pavadinimas	Kodas	
1	2	3	4	5
Dalelių sijojimas, smulkinimas	Sijotuvai, rotorinis trupintuvas	Kietosios dalelės	-	14
Degimo procesas tunelinėje krosnyje	Tunelinė krosnis	Anglies monoksidas	177	1,9
		Sieros oksidai	-	0,03
		Azoto oksidai	250	9,5
		Kietosios dalelės	-	5

Išmetamų dulkių mažinimui bus naudojami nusodintuvai. Tunelinės krosnies degimo procese galima reguliuoti degimo intensyvumą, todėl teršalai į aplinką sumažinami iki minimalaus kiekio. Aplinkos taršą taip pat galima sumažinti įrengiant oro filtrus, kurie išvalytų išmetamą orą.

3.7.8 lentelė. Išmetamųjų dujų valymo įrenginiai ir kitos taršos prevencijos priemonės

Įrenginio pavadinimas	Teršalų pavadinimas	Taršos kiekis prieš valymą, t/metus	Taršos kiekis po valymo, t/metus	Valymo efektyvumas, %	Išmetimo angos skersmuo, mm
1	2	3	4	5	6
Sausas elektrostatinis nusodintuvas	Kietosios dalelės	14	2,8	80	300
Šlapiasis elektrostatinis nusodintuvas	Suspenduotos dalelės, paviršiaus aktyviosios medžiagos	6,5	1,3	80	80
Rankovinis oro filtras	Kietosios dalelės	5	0,5	90	400

3.7.1 Aplinkosauginio vertinimo išvados

Sukepusios keramikos trinkelė gamybai naudojamos žaliavos (molis, lauko špatai, degimo niekalas) nėra pavojingos žmogaus sveikatai ar aplinkai. Susidariusios gamybinės atliekos (degimo niekalas) gražinamos į technologinio proceso pradžią, todėl yra mažiau teršiama aplinka.

Gamybos procese ir buitinėse patalpose naudojamas vanduo užteršiamas suspenduotomis dalelėmis bei paviršiaus aktyviomis medžiagomis, taip pat į orą išleidžiamos dulkės dėl sijotuvų ir trupintuvo veikimo. Norint taršą sumažinti, turi būti naudojami nusodintuvai.

Didžiausia tarša aplinkai susidaro tunelinės krosnies kuro degimo procese. Sumažinant oro taršą, įrengiami filtrai, skirti išvalyti iš kamino išeinančius dūmus.

4. Darbuotojų sauga ir sveikata

Darbdavio pareiga yra sudaryti darbuotojams saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas visais su darbu susijusiais aspektais. Darbuotojų saugos ir sveikatos priemonės finansuojamos darbdavio lėšomis [26].

Kiekvieno darbuotojo darbo vieta ir darbo vietų aplinka turi atitikti Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymo ir kitų darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimus. Darbo vietos turi būti įrengtos taip, kad jose dirbantys darbuotojai būtų apsaugoti nuo galimų traumų, jų darbo aplinkoje nebūtų sveikatai kenksmingų ar pavojingų rizikos veiksnių. Įrengiant darbo vietas turi būti įvertintos darbuotojo fizinės galimybės.

Statinių ir jų patalpų, kuriuose įrengiamos darbo vietos, stabilumo ir tvirtumo, darbo vietų įrengimo, patalpose ir įmonės teritorijoje esančių judėjimo kelių bei evakuacinių išėjimų, elektros instaliacijos įrengimo, bendruosius reikalavimus ir kitus darbuotojų saugos ir sveikatos apsaugos reikalavimus darbo vietoms nustato Darboviečių įrengimo bendrieji nuostatai. Konkretūs darbuotojų saugos ir sveikatos apsaugos reikalavimai darbo vietų įrengimui nustatomi įvertinant naudojamų darbo priemonių saugaus naudojimo reikalavimus, darbo, gamybos pobūdį, vadovaujantis Darboviečių įrengimo bendraisiais nuostatais ir kitais darbuotojų saugos ir sveikatos norminiais teisės aktais, iš jų – higienos normomis.

Šiame skyriuje yra vertinama projektuojamos įmonės darbuotojų sauga, sveikata ir gaisrinė sauga.

4.1. Projektuojamo objekto charakteristika

Nauja sukepusios keramikos trinkelė gamykla projektuojama šalia Tauragės miesto. Gamybai naudojamos šios žaliavos: Tauragės telkinio molis, lauko špatai, degimo niekalas. Keraminių trinkelė apimtis – 2 mln. vnt. per metus.

Gamybos metu susidaranti tarša yra fizikinė ir cheminė, todėl pagal Lietuvoje galiojančius įstatymus privaloma 100 metrų sanitarinė apsaugos riba. Sanitarinės apsaugos zona – aplink stacionarų taršos šaltinį arba kelis šaltinius esanti teritorija, kurioje dėl galimo neigiamo planuojamos ar vykdomos ūkinės veiklos poveikio visuomenės sveikatai galioja šiuo įstatymu nustatytos specialiosios žemės naudojimo sąlygos [27].

4.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimo tikslas – nustatyti ir įvertinti esamą ar galimą riziką darbe, ją pašalinti, o jei negalima pašalinti, įdiegti prevencijos priemones, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta [28]. Kad būtų sudarytos saugios sąlygos, būtina identifikuoti rizikos veiksnius darbo vietoje, juos įvertinti ir parinkti prevencijos priemones. Tyrimo rezultatai pateikiami 4.2.1, 4.2.2 ir 4.2.3 lent.

4.2.1 lentelė. Fizinių veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinumas
Fiziniai veiksniai					
Judančios dalys	Transporteriai	-	-	Visą darbo dieną	Išilgai transporterio įmontuota linija sustabdanti saugos sistema

4.2.2 lentelė. Cheminių veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas [29]

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinumas
Cheminiai veiksniai					
Neorganinės dulkės	Valcai, maišyklės	0,55 mg/m ³	IPRD – 2 mg/m ³	Tik darbo vietoje (8 val. per pamainą)	Darbo vietoje naudojami respiratoriai
Neorganinės dulkės	Transporteriai, žaliavų paruošimo baras	0,4 mg/m ³	IPRD – 2 mg/m ³		
Neorganinės dulkės	Tunelinė džiovykla, degimo krosnis	0,9 mg/m ³	IPRD – 2 mg/m ³	Tik darbo vietoje (12 val. per pamainą)	Įrengta vietinė ištraukiamoji sistema
Anglies monoksidas	Tunelinė džiovykla, degimo krosnis	2,9 mg/m ³	TPRD – 120 mg/m ³ IPRD – 40 mg/m ³		
Azoto oksidai	Tunelinė džiovykla, degimo krosnis	0,6 mg/m ³	TPRD – 60 mg/m ³ IPRD – 30 mg/m ³		
Sieros oksidai	Tunelinė džiovykla, degimo krosnis	2,9 mg/m ³	IPRD – 5 mg/m ³		

4.2.3 lentelė. Fizikinių veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinumas
Fizikiniai veiksniai					
Elektra	Elektriniai įrenginiai	400 V	0,3 mA 2 V	Visą darbo dieną	Visi įrengimai įžeminti, dielektriniai kilimėliai
Temperatūra	Tunelinė džiovykla, degimo krosnis	50 – 60 °C	35 °C	Tik darbo vietoje (12 val. per pamainą)	Darbuotojai turi gerti daug vandens, daryti pertraukėles kas 30 min.
Triukšmas	Veikiantys įrenginiai	65 dBA	80 dBA	Visą darbo dieną	Darbo vietoje naudojamos ausinės
Apšvieta	Darbo patalpos	300 lx	300–500–750 lx	Visą darbo dieną	Įrengiama papildomai langų (natūralus apšvietimas)

Nustatyta, kad sukepusios keramikos trinkelėlių gamybos darbo aplinkoje pasireiškia fiziniai (judančios dalys), cheminiai (neorganinės dulkės, angies monoksidas, azoto oksidai, sieros oksidai), fizikiniai (elektra, temperatūra, triukšmas, apšvieta).

Įvertinant patalpoje esančių ar technologiniame procese naudojamų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius, nustatyta, kad šios medžiagos nėra sprogios arba degios. Duomenys apie patalpos, pastato, išorinio įrenginio kategoriją pagal sprogo ir gaisro pavojų pateikiami 4.2.3 ir 4.2.4 lent. [30]:

4.2.4 lentelė. Patalpų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonas

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Gamybinis cechasis	Nedegios medžiagos arba patalpos, kuriose gaisro apkrova mažesnė kaip 42 MJ/m ²	E _g
Molio sandėlys	Nedegios medžiagos arba patalpos, kuriose gaisro apkrova mažesnė kaip 42 MJ/m ²	E _g
Gaminių rūšiavimo, pakavimo ir pakrovimo skyrius	Nedegios medžiagos arba patalpos, kuriose gaisro apkrova mažesnė kaip 42 MJ/m ²	E _g
Administracinės patalpos	Nedegios medžiagos arba patalpos, kuriose gaisro apkrova mažesnė kaip 42 MJ/m ²	E _g

4.2.5 lentelė. Išorinių įrenginių kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonas

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Tunelinė džiovykla	Jei įrangoje yra (laikomos, perdirbamos ar transportuojamos) karštų, įkaitusių ar išlydytų nedegių medžiagų ir (ar) normalios būsenos medžiagų ir pagal pirmiau išvardytus kriterijus nepriskiriamų $A_{s_{gi}}$, $B_{s_{gi}}$, C_{gi} ir D_{gi} kategorijoms, taip pat šaltos būklės medžiagų.	E_{gi}
Tunelinė krosnis	Jei įrangoje yra (laikomos, perdirbamos ar transportuojamos) karštų, įkaitusių ar išlydytų nedegių medžiagų, kurias apdorojant išspinduliuojama šiluma, išskiriamos kibirkštys ar liepsna, taip pat degių dujų, skysčių ir kietų medžiagų, kurios naudojamos kaip kuras arba sunaikinamos deginant.	D_{gi}

4.3. Saugi gamyba

Projektuojant naujus technologinius procesus, reikia stengtis išvengti pavojingų zonų. Jei tokios galimybės nėra, pavojingas zonas reikia stengtis apsaugoti parenkant ir apskaičiuojant jų apsaugas, apsauginio blokavimo, stabdymo įtaisus ir kt [25].

Parinkant elektros įrenginius, būtina numatyti apsaugos nuo elektros srovės priemones, kurios pasirenkamos pagal elektros įrenginių įtampą ir patalpos klasę, nustatytą atsižvelgiant į elektros srovės pavojingumą žmonėms.

Elektros įrenginių eksploatavimo patalpos pagal elektros srovės pavojingumą skiriamos į tris pavojingumo klases:

- labai pavojinga patalpa;
- pavojinga patalpa;
- normali (nepavojinga) patalpa.

Projektuojamos keraminių trinkelų įmonės elektrinių įrenginių eksploatavimo patalpos pagal elektros srovės pavojingumą priskiriamos pavojingoms patalpoms, nes jose esančios betoninės grindys yra laidžios elektrai. Kiti požymiai grėsmės nekelia:

- patalpų oro drėgnis nesiekia pavojingos 75 % ribos,
- vidutinė oro temperatūra neviršija 35 °C,
- visi elektriniai įrenginiai įžeminti, o jų korpusai nėra laidūs elektrai.

Kaip papildoma apsaugos priemonė, naudojami dielektriniai kilimėliai.

4.4. Darbo higiena

Dirbtinė apšvieta

Rekomenduojamos dirbtinės apšvietos ribinės vertės leidžia gerai matyti darbo objektą ir užtikrina gerą darbuotojo savijautą.

Sukepusios keramikos trinkelų gamybos technologiniame procese nėra darbų, kuriems būtų reikalingas ypač geras apšvietimas, todėl parinktos apšvietos ribinės vertės: 300–500–750 lx. Pagal HN 98:2014 darbas priskiriamas vidutiniškai tiksliais darbams, kurių bendras apšvietimas turi būti 300 lx, o darbai priskiriami IVa regos darbų kategorijai [31].

Šiluminė aplinka

Jeigu aplinkos sąlygos atitinka šiluminio komforto parametrų ribas, tai daugiau kaip 80 % darbuotojų bus patenkinti šilumine aplinka. Rekomenduojamos šiluminio komforto sąlygos [32]:

Darbas žiemos sąlygomis (šildymo laikotarpiu):

- atstojamoji temperatūra turi būti nuo 20 °C iki 24 °C, t. y. (22±2) °C;
- oro temperatūros skirtumas pagal aukštį 0,1 m ir 1,1 m virš grindų (kulkšnių ir galvos lygyje) turi būti mažesnis kaip 3 °C;
- normali grindų paviršiaus temperatūra turi būti nuo 19 °C iki 26 °C (grindų šildymo sistemos gali būti projektuojamos 29 °C temperatūrai);
- oro judėjimo vidutinis greitis turi būti mažesnis kaip 0,15 m/s;
- šiluminio spinduliavimo temperatūros asimetrija nuo langų ar kitų šaltų vertikaliųjų paviršių turi būti mažesnė kaip 10 °C (vertikalios, 0,6 m aukštyje virš grindų plokštelės atžvilgiu);
- šiluminio spinduliavimo temperatūros asimetrija nuo šiltų (apšiltintų) lubų turi būti mažesnė kaip 5 °C (horizontalios, 0,6 m aukštyje virš grindų lygio);

Darbas vasaros sąlygomis (vėdinimo laikotarpiu):

- atstojamoji temperatūra turi būti nuo 23 °C iki 26 °C, t. y. (24,5±1,5) °C;
- oro temperatūros skirtumas pagal aukštį 0,1 m ir 1,1 m virš grindų (kulkšnių ir galvos lygyje) turi būti mažesnis kaip 3 °C;
- oro judėjimo vidutinis greitis turi būti mažesnis kaip 0,25 m/s.

Triukšmas

Kenksmingiausias gamybinis veiksnys keramikos gamyboje yra triukšmas, todėl būtina užtikrinti, kad nėra viršijamos ribinės triukšmo normos:

- ribinė ekspozicijos vertė $L_{EX,8h} = 87$ dBA;
- viršutinė ekspozicijos vertė veiksams pradėti $L_{EX,8h} = 85$ dBA;
- apatinė ekspozicijos vertė veiksams pradėti $L_{EX,8h} = 80$ dBA [33].

Didžiausias triukšmo lygis susidaro degimo niekalo paruošimo linijoje, nes smulkinama plaktukiniu trupintuvu. Šioje vietoje darbininkas visą pamainą (8 valandas) patiria 65 dBA triukšmo lygį, tačiau tai neviršija leistinos 87 dBA triukšmo normos. Dirbant šioje darbo vietoje naudojamos asmens apsaugos priemonės.

4.5. Gaisrinė sauga

Visos patalpos, esančios pastate, priskiriamos E_g kategorijai. Siekiant sumažinti gaisro pavojų, taikomos profilaktinės priemonės [34]:

- visos patalpos aprūpinamos priminėmis gaisro gesinimo priemonėmis;
- koridoriai ir evakuaciniai keliai visuomet laisvi;
- įrengiamas priešgaisrinis skydas, kuriame yra miltelinis ir vandens putų OVD gesintuvai;
- lengvai užsidegantys skysčiai, alyvuoti spec. drabužiai laikomi specialiose tam skirtose patalpose;
- visi priešgaisrinio inventoriaus įrengimai, ryšio ir signalizacijos priemonės laikomos tvarkingai, užtikrinamas patogus prieėjimas prie jų;
- numatyti evakuaciniai išėjimai;

- cechuose įrengti išoriniai ir vidiniai vandentiekiai;
- visi naujai į darbą priimti asmenys turi praeiti pirminį bei darbo vietoje priešgaisrinį instruktažą.

Gaisrų tipai:

- A klasės gaisrai. Degios kietos medžiagos: mediena, popierius, guma, plastmasė, tekstilė ir pan.
- B klasės gaisrai. Degūs skysčiai: benzinas, spiritas, lakas, tepalai ir pan.
- C klasės gaisrai. Degančios dujos: vandenilis, acetilenas, angliavandeniliai ir pan.
- D klasės gaisrai. Degūs metalai ir jų lydiniai: kalis, natris, magnis.

Įmonėje gali kilti A klasės gaisrai. Šiems gaisrams gesinti įmonėje naudojami gesintuvai:

5. Milteliniai gesintuvai *Reinoldmax MG-12*, tinkantys gesinti A, B, C klasės gaisrus ir veikiančias elektros instaliacijas iki 1000 V. Veikia plačiame temperatūrų diapazone: nuo – 30 °C iki + 60 °C. Laikomi pakabinti ant sienos laikikliu. Gesintuvo svoris: ~ 17,2 kg [35]. Iš viso įrengti 3 gesintuvai: 1 vnt. stende, esančiame šalia gamybinio cecho pagrindinio išėjimo; 1 vnt. gamybiniame ceche; 1 vnt. šalia degimo krosnies.
6. Vandens putų gesintuvai *Reinoldmax VPG-6*, tinkantys gesinti A ir B klasės gaisrus. Gesintuvo pagrindas – AFFF putos, kurių užpurškus ant gaisro židinio akimirksniu susidaro vandens plėvelė, atskirianti deguonį ir blokuojanti pakartotinį užsidegimą. Gesintuvo svoris: ~ 10,8 kg [36]. Iš viso įrengti 3 gesintuvai: 1 vnt. stende, esančiame šalia gamybinio cecho pagrindinio išėjimo; 1 vnt. gamybiniame ceche; 1 vnt. administracinių patalpų zonoje.

Įmonės teritorijoje pirminėms gaisro gesinimo priemonėms laikyti turi būti įrengti specialūs skydai ar stendai. Juose turi būti laikomi: 2 gesintuvai, 2 kibirai, smėlio dėžė ir kastuvai, nedegus audeklas, 2 laužtuvai, 2 kirviai. Skydas ir stendai turi būti įrengti lengvai prieinamose ir gerai matomose vietose, netoli nuo išėjimų iš patalpų. 5000 m² teritorijoje yra įrengiamas vienas skydas.

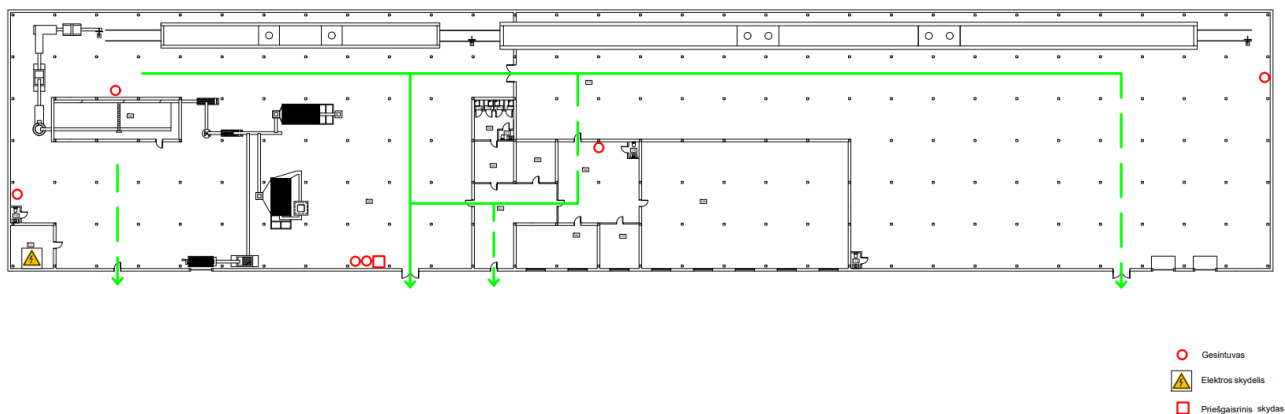
Pastebėjus gaisro židinį, pirmiausia reikia, kuo skubiau imtis gaisro gesinimo priemonių, jeigu reikia, skambinti telefonu 112. Esamomis priešgaisrinėmis priemonėmis bandyti gaisro židinį gesinti. Užsidegusius elektros įrengimus, jei yra galimybė, reikia atjungti nuo elektros tinklo. Neatjungtus nuo įtampos, įrenginius galima gesinti tik milteliniais gesintuvais.

4.6. Darbuotojų evakavimas ir avarijų likvidavimas

Darbdavys, atsižvelgdamas į įmonės veiklos ypatumus ir dydį bei į kitus esančius asmenis, imasi būtinų pirmosios pagalbos, gaisrų gesinimo ir darbuotojų evakavimo priemonių ir pasirūpina, kad būtų užmegzti būtini ryšiai su išorės tarnybomis, ypač tomis, kurios teikia pirmąją ar skubią medicinos pagalbą, atlieka gelbėjimo darbus ir gesina gaisrus [26].

Kiekviena įmonė privalo turėti darbuotojų evakavimo planus. Su evakavimo planais darbuotojai susipažįsta įsidarbindami įmonėje. Darbuotojų evakavimo planai iškabinami gerai matomose vietose. Kilus gaisrui arba pavojui žmonių sveikatai, darbuotojai evakuojasi iš pastato pagal parengtą ir koridoriuje pakabintą planą (4.6 pav.):

Evakuacijos planas



4.6 pav. Įmonės evakuacijos planas

Iškilus pavojui įmonėje, darbdavio įgalioti asmenys [26]:

- kaip galima greičiau informuoja visus darbuotojus ir asmenis, kuriems kyla arba gali kilti pavojus, apie riziką ir apie tai, kokių kolektyvinių ir asmeninių apsaugos priemonių reikia imtis arba jau buvo imtasi;
- imasi visų reikiamų veiksmų darbams sustabdyti, duoda nurodymus patiems darbuotojams sustabdyti darbus, jeigu jie yra apmokyti tai padaryti, duoda nurodymus darbuotojams palikti darbo patalpas ir pereiti į saugią vietą;
- kaip galima greičiau praneša atitinkamoms įmonės vidaus ir išorės tarnyboms (civilinės saugos, priešgaisrinės saugos, sveikatos priežiūros, policijai) apie pavojų ir nukentėjusius darbuotojus;
- kol įmonei bus suteikta išorės tarnybų pagalba, likviduoti pavojų pasitelkia tam tikslui iš anksto apmokytus darbuotojus, taip pat įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybos darbuotojus bei darbuotojų atstovus saugai ir sveikatai;
- organizuoja pirmosios pagalbos suteikimą nukentėjusiesiems, taip pat darbuotojų evakavimą.

Išvados

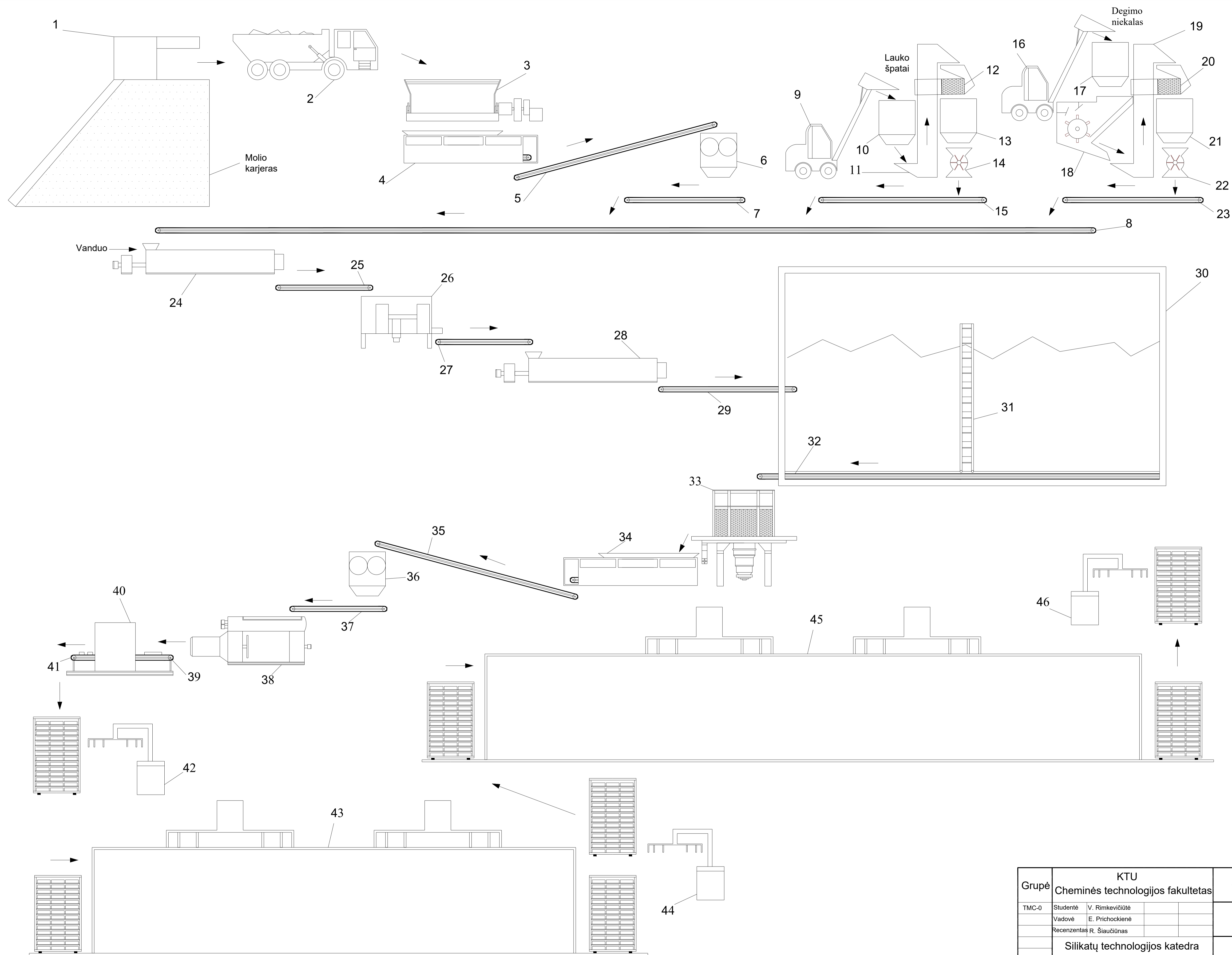
1. Atlikus skaičiavimus, buvo suprojektuota technologinė sukepusios keramikos trinkelų gamybos schema, kurios našumas metams – 2 mln. vnt.
2. Gamybos procesui parinktos žaliavos – Tauragės telkinio molis, lauko špatai, degimo niekalas. Apskaičiuotas žaliavų poreikis metams: 3067 m³ molio, 248 m³ lauko špatų, 138 m³ degimo niekalo.
3. Technologinei linijai parinkti įrenginiai: daugiakaušis ekskavatorius (2 vnt.), savivartė mašina (1 vnt.), autokrautuvai (2 vnt.), molio purentuvas (1 vnt.), dėžinis tiek tuvas (2 vnt.), sraigtinis valcas (1 vnt.), dvivelenis maišytuvas (2 vnt.), plaktukinis trupintuvas (1 vnt.), būgninis sijotuvas (2 vnt.), lėkštinis dozatorius (2 vnt.), statgirnės (1 vnt.), molio trintuvas (1 vnt.), smulkaus malimo valcas (1 vnt.), vakuuminis presas (1 vnt.), pjaustymo aparatas (1 vnt.), tunelinė džiovykla (1 vnt.), tunelinė krosnis (1 vnt.). Parinktas formavimo masės sandėlys, 4 bunkeriai ir 15 transportavimo įrenginių.
4. Ištyrus lauko špatų priedą, nustatyta, kad jis yra tinkamas naudoti klinkerio trinkelų gamyboje. Optimalus lauko špatų kiekis formavimo masės mišinyje – 7,5 %.
5. Atliktas ekonominis ir finansinis įmonės vertinimas, aplinkosauginis vertinimas, parinktos aplinkos taršos mažinimo priemonės, įvertinta darbuotojų sauga ir sveikata bei numatytos atitinkamos saugos priemonės.
6. Nubraižyta sukepusios keramikos trinkelų gamybos technologinė schema, cecho planas, jo pjūviai bei sklipo planas.

Literatūros sąrašas

1. *Klinkerio trinkelės LHL KALAHARI, 200x100x52*. [internete]. [žiūrėta 2022-04-28]. Prieiga per internetą: <<https://lode.lv/lt/produktas/klinkerio-trinkeles-lhl-kalahari-200x100x52/>>.
2. *Klinkerio trinkelės*. [internete]. [žiūrėta 2021-06-10]. Prieiga per internetą: <<https://www.agmeka.lt/klinkerio-trinkeles>>.
3. Šiaučiūnas R. *Keraminių medžiagų cheminė technologija: vadovėlis*. – Kaunas: Technologija, 2017, 380 p.
4. Šiaučiūnas R.; Prichockienė E.; Valančienė V. *Keramikos laboratoriniai darbai: mokomoji knyga*. – Kaunas: Technologija, 2016, 216 p.
5. Šiaučiūnas R., Valančienė V. *Influence of buckwheat hulls on the mineral composition and strength development of easily fusible clay body: Applied clay science, Volume 197*. 2020, 10 p.
6. *Clay Brick Aging Room Equipment Hydraulic Multi-Bucket Excavator*. [internete]. [žiūrėta 2022-03-22]. Prieiga per internetą: <<https://ibrick.en.made-in-china.com/product/uMCmWDZxfBUw/China-Clay-Brick-Aging-Room-Equipment-Hydraulic-Multi-Bucket-Excavator.html>>.
7. *Brand New and Used China Delong F3000 Factory Price Dumper/Tipper Truck/ Used Dump Truck Mining Machinery for Sale in Africa*. [internete]. [žiūrėta 2022-03-22]. Prieiga per internetą: <<https://cssenquan.en.made-in-china.com/product/uOgGqeCDlvhH/China-Brand-New-and-Used-China-Delong-F3000-Factory-Price-Dumper-Tipper-Truck-Used-Dump-Truck-Mining-Machinery-for-Sale-in-Africa.html>>.
8. *China Forklift High Quality 4ton 4.5ton 5ton Lift Height 3m 4m, 4.5m, 5m Diesel Forklift Truck (CPCD40)*. [internete]. [žiūrėta 2022-03-22]. Prieiga per internetą: <<https://gpforklift.en.made-in-china.com/product/XwsJNoxrZAWP/China-China-Forklift-High-Quality-4ton-4-5ton-5ton-Lift-Height-3m-4m-4-5m-5m-Diesel-Forklift-Truck-CPCD40-.html>>.
9. *Žaliavų pirminis trupinimas ir tiekimas*. [PDF failas internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <https://2019r.moodle.ktu.edu/pluginfile.php/137198/mod_resource/content/1/1%C5%BDaliav%C5%B3%20pirminis%20trupinimas%20ir%20tiekimas.pdf>.
10. *China High Quality Clay Box Feeder for Brick Making*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://claybrickmachine.en.made-in-china.com/product/RwiJpTURqnWZ/China-China-High-Quality-Clay-Box-Feeder-for-Brick-Making.html>>.
11. *Four-Rollers Stone Remove Crusher*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://cnbrickmachine.en.made-in-china.com/product/LvWmnZtVHchH/China-Four-Rollers-Stone-Remove-Crusher.html>>.
12. *Advanced Clay Mixer Machine with Whole Brick Plant Design*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://cnbrickmachine.en.made-in-china.com/product/MBxQefkUsVcT/China-Advanced-Clay-Mixer-Machine-with-Whole-Brick-Plant-Design.html>>.
13. *Brick Making Machine Cp Hammer Fine Crusher Brick Machine Equipment*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://claybrickmachine.en.made-in-china.com/product/mSzxoJIHmQfk/China-Brick-Making-Machine-Cp-Hammer-Fine-Crusher-Brick-Machine-Equipment.html>>.

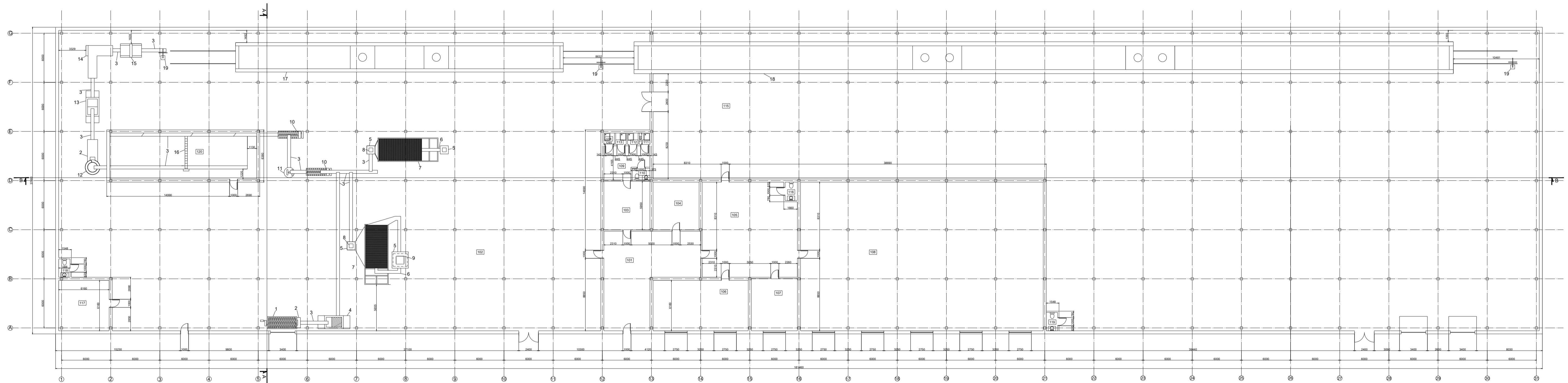
14. *Brick Machine Ts Drum Sieving Equipment Sieving Machine*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://claybrickmachine.en.made-in-china.com/product/wOJxKWZjSnVS/China-Brick-Machine-Ts-Drum-Sieving-Equipment-Sieving-Machine.html>>.
15. *MALD medium duty rotary valve*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://www.dmnwestinghouse.com/en/rotary-valves/mald/>>.
16. *Foundry Clay Sand Molding Line S14 Rotor Type Sand Mixer*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://qdbesttech.en.made-in-china.com/product/zwUaOSPFnTri/China-Foundry-Clay-Sand-Molding-Line-S14-Rotor-Type-Sand-Mixer.html>>.
17. *Clay Disc Mill in The Ceramic Tile Manufacturing Plant*. [internete]. [žiūrėta 2022-04-25]. Prieiga per internetą: <<https://cnbrickmachine.en.made-in-china.com/product/HSBJwLoAblkm/China-Clay-Disc-Mill-in-The-Ceramic-Tile-Manufacturing-Plant.html>>.
18. *Fine Roller Crusher Price List of Brick Making Machine*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://cnbrickmachine.en.made-in-china.com/product/HSKJBmbynDhr/China-Fine-Roller-Crusher-Price-List-of-Brick-Making-Machine.html>>.
19. *Vacuum Extruder for Tile Production Line*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://cnbrickmachine.en.made-in-china.com/product/AXSmZkhMnzVY/China-Vacuum-Extruder-for-Tile-Production-Line.html>>.
20. *Auto Large-Size Cutter for Making Tiles Qt125*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://brickmachinery.en.made-in-china.com/product/kDDTIHSZrYhi/China-Auto-Large-Size-Cutter-for-Making-Tiles-Qt125.html>>.
21. *Small Scale Industrial Tunnel Dryer for Bricks Making*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://cnbrickmachine.en.made-in-china.com/product/kBbmVocDLzVl/China-Small-Scale-Industrial-Tunnel-Dryer-for-Bricks-Making.html>>.
22. *Small Scale Industrial Clay Brick Firing Tunnel Kiln*. [internete]. [žiūrėta 2022-02-15]. Prieiga per internetą: <<https://cnbrickmachine.en.made-in-china.com/product/MqonXWEYHKrz/China-Small-Scale-Industrial-Clay-Brick-Firing-Tunnel-Kiln.html>>.
23. *lode.lv – Klinkerio apdailos plytos, KERATERM blokai. Apie mus*. [internete]. [žiūrėta 2022-05-24]. Prieiga per internetą: <<https://lode.lv/lt/apie-imone/>>.
24. *LODE, SIA*. [internete]. [žiūrėta 2022-05-24]. Prieiga per internetą: <<https://www.firmas.lv/lv/uznemumi/lode/50003032071>>.
25. Valančius Z.; Nizevičienė D.; Viliūnienė O.; Solnyškinienė J.; Stasiulaitienė I. *Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai Cheminės technologijos fakulteto studentams: mokomoji knyga*. – Kaunas: Technologija, 2013, 80 p.
26. Lietuvos respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos 2003 m. liepos 1 d. įstatymas Nr. IX-1672. *Valstybės žinios*, 2003-07-16, Nr. 70-3170.
27. Lietuvos respublikos specialiųjų žemės naudojimo sąlygų 2019 m. birželio 6 d. įstatymas Nr. XIII-2166. *TAR*, 2019-06-19, Nr. 9862.
28. Lietuvos respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro 2012 m. spalio 25 d. įsakymas Nr. A1-457/V-961 „Dėl profesinės rizikos vertinimo bendrųjų nuostatų patvirtinimo“. *Valstybės žinios*, 2012-10-31, Nr. 126-6350.

29. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro ir Lietuvos respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro 2011 m. rugsėjo 1 d. įsakymas Nr. V-824/A1-389 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“ patvirtinimo“. *Valstybės žinios*, 2011-09-01, Nr. V-824/A1-389.
30. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2010 m. gruodžio 7 d. įsakymas Nr. 1-338 „Dėl gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų patvirtinimo“. *Valstybės žinios*, 2010-12-14, Nr. 146-7510.
31. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro 2000 m. gegužės 24 d. įsakymas Nr. 277 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 98:2014 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos mažiausios ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ patvirtinimo“. *Valstybės žinios*, 2000-05-31, Nr. 44-1278.
32. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymas Nr. V – 770 „Dėl Lietuvos higienos normos hn 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“ patvirtinimo“. *Valstybės žinios*, 2004-03-26, Nr. 45-1485.
33. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. *Valstybės žinios*, 2005, Nr. 53-1804.
34. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Lietuvos respublikos vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2005 m. vasario 18 d. įsakymas Nr. 64 „Dėl bendrųjų priešgaisrinės saugos taisyklių patvirtinimo ir kai kurių priešgaisrinės apsaugos departamento prie vidaus reikalų ministerijos ir priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie vidaus reikalų ministerijos direktoriaus įsakymų pripažinimo netekusiais galios“. *Valstybės žinios*, 2005-02-24, Nr. 26-852.
35. *Milteliniai gesintuvai*. [internetė]. [žiūrėta 2022-05-26]. Prieiga per internetą: <<https://merlinas.lt/milteliniai-gesintuvai/>>.
36. *Vandens putų gesintuvai*. [internetė]. [žiūrėta 2022-05-26]. Prieiga per internetą: <<https://merlinas.lt/vandens-putu-gesintuvai/>>.



Nr.	Pavadinimas
1, 31	Daugiakaušis ekskavatorius
2	Savivartė mašina
3	Molio purentuvas
4, 34	Dėžinis tiek tuvas
5, 7, 8, 15, 23, 25, 27, 29, 32, 35, 37, 39, 41	Juostinis transporteris
6	Akmenų atrinkimo valcai
9, 16	Autokrautuvas
10, 13, 17, 21	Bunkeris
11, 19	Elevatorius
12, 20	Būgninis sijot tuvas
14, 22	Lėkštiniis dozatorius
18	Rotorinis trupint tuvas
24, 28	Dviejų velenų maišyt tuvas
26	Statgirnės
37	Vakuuminis presas
30	Išlaikymo sandėlis
33	Molio trint tuvas
36	Smulkiojo malimo valcai
40	Pjaustymo automatas
42, 44, 46	Pakrovimo, iškrovimo automatas
43	Tunelinė džiovykla
45	Tunelinė krosnis

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas		Sukepusios keramikos trinkelėjų gamyba	
	TMC-0	Studentė V. Rimkevičiūtė Vadovė E. Prichockienė Recenzentas R. Šiaučiūnas		Laida 99
MBD	Silikatų technologijos katedra		2022 - MBD - ST	
	LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas		Lapas 1	Lapų 4

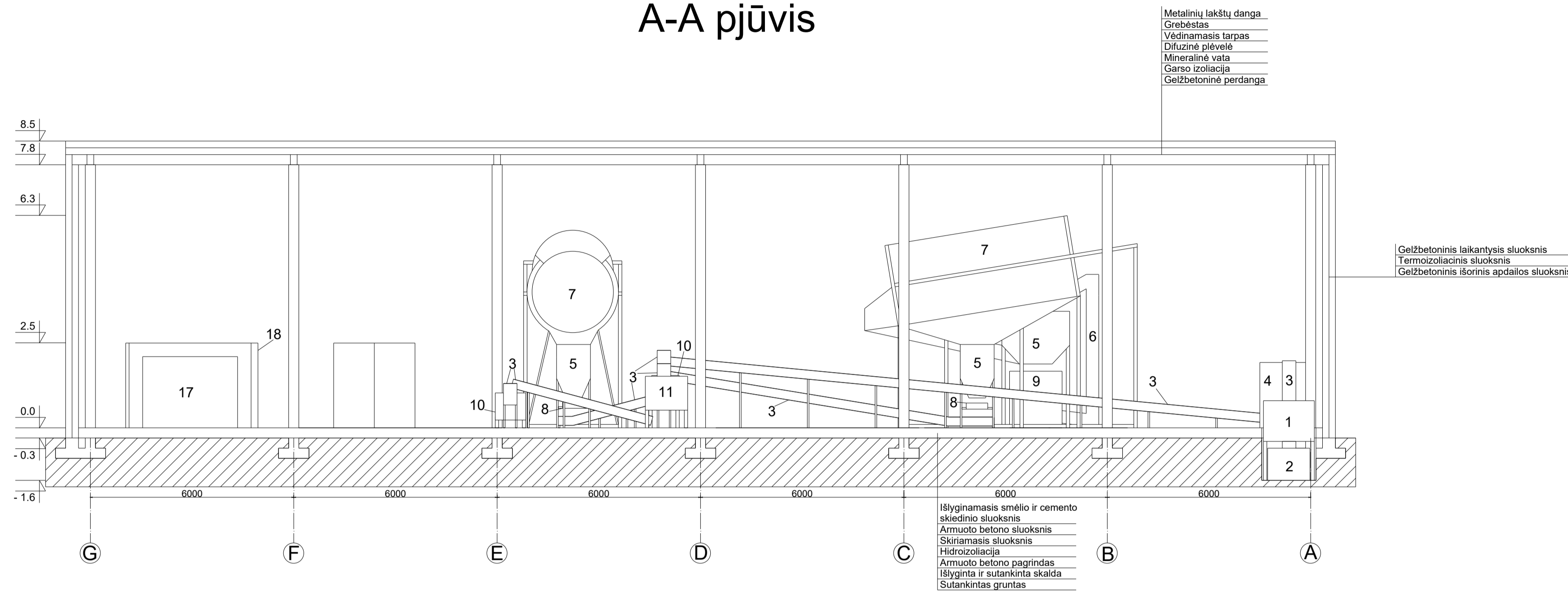


Įrengimų specifikacija			
Eil. Nr.	Pavadinimas	Žymuo	Kiekis
1.	Molio porentuvas	1	1
2.	Dėžinis tiek tuvas	2	2
3.	Juostinis transporteris	3	13
4.	Akmenų atrinkimo valcai	4	1
5.	Bunkeris	5	4
6.	Elevatorius	6	2
7.	Būgninis sijot tuvas	7	2
8.	Lėkštinis dozatorius	8	2
9.	Rotorinis trupint tuvas	9	1
10.	Dviejų velenų maišyt tuvas	10	2
11.	Statgimė	11	1
12.	Molio trint tuvas	12	1
13.	Smulki o malimo valcai	13	1
14.	Vakuuminis presas	14	1
15.	Pjaustymo automatas	15	1
16.	Daugiakaušis ekskavatorius	16	1
17.	Tunelinė džiovykla	17	1
18.	Tunelinė krosnis	18	1
19.	Pakrovimo/iskrovimo automatas	19	3

Patalpų specifikacija		
Eil. Nr.	Pavadinimas	Žymuo
1.	Prieškambaris	101
2.	Gamybinis cechas	102
3.	Persirengimo kambarys	103
4.	Rūbinė	104
5.	Prieškambaris	105
6.	Valgykla	106
7.	Poilsio kambarys	107
8.	Administracinės patalpos	108
9.	Koridorius	109
10.	Sanitarinis mazgas	110
11.	Dušas	111
12.	Dušas	112
13.	Dušas	113
14.	Dušas	114
15.	Gaminių rušiavimo, pakavimo ir pakrovimo skyrius	115
16.	Sanitarinis mazgas	116
17.	Elektros skydinė	117
18.	Sanitarinis mazgas	118
19.	Sanitarinis mazgas	119
20.	Molio išlaikymo sandėlys	120

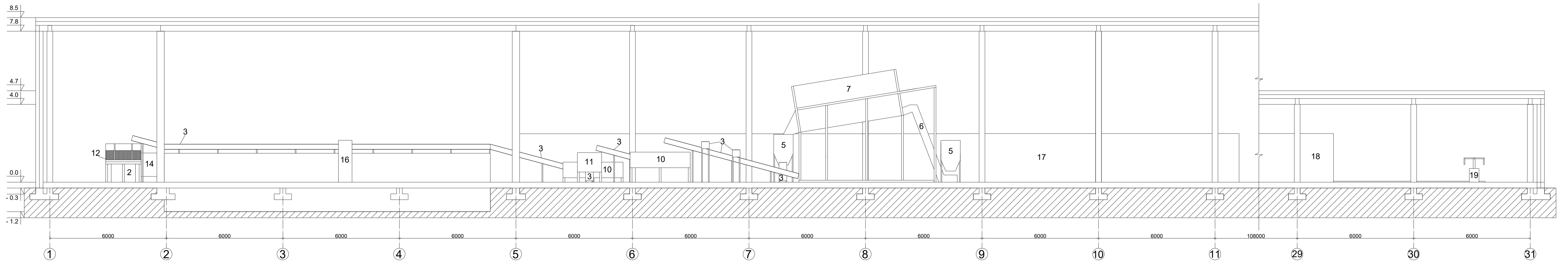
Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas		Sukepusios keramikos trinkelų gamyba	
	TMC-0	Studentė V. Rimkevičiūtė Vadovė E. Prichockienė Recenzentas R. Šiaučiūnas	Cecho planas M 1:50	
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas		2022 - MBD - ST	Lapas Lapų 2 4
				Laida 99

A-A pjūvis

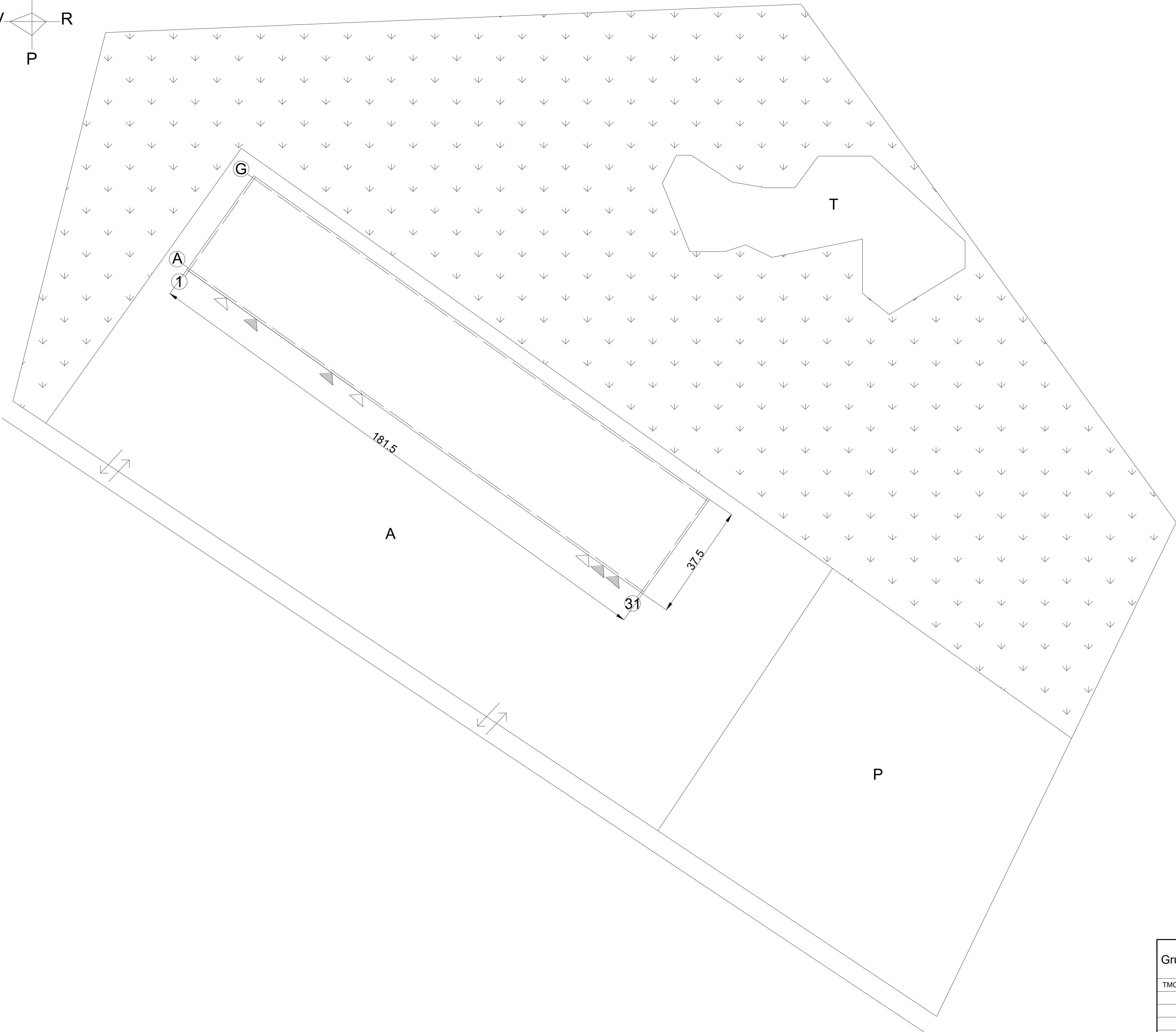
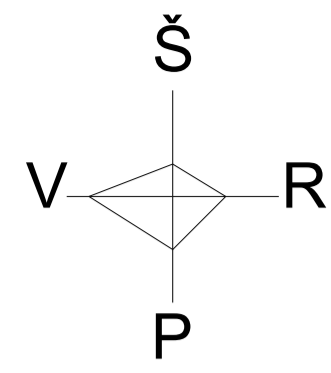


Įrengimų specifikacija			
Eil. Nr.	Pavadinimas	Žymuo	Kiekis
1.	Molio porentuvas	1	1
2.	Dėžinis tiektuvas	2	2
3.	Juostinis transporteris	3	13
4.	Akmenų atrinkimo valcai	4	1
5.	Bunkeris	5	4
6.	Elevatorius	6	2
7.	Būgninis sijotuvus	7	2
8.	Lėkštinis dozatorius	8	2
9.	Rotorinis trupintuvas	9	1
10.	Dviejų velenų maišytuvas	10	2
11.	Statgimės	11	1
12.	Molio trintuvas	12	1
13.	Vakuuminis presas	14	1
14.	Daugiakaušis ekskavatorius	16	1
15.	Tunelinė džiovykla	17	1
16.	Tunelinė krosnis	18	1
17.	Pakrovimo/iškrovimo automatas	19	1

B-B pjūvis



Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas		Sukepusios keramikos trinkelėjų gamyba	
	TMC-0	Studentė V. Rimkevičiūtė Vadovė E. Prichockienė Recenzentas R. Šiaučiūnas	Technologinės linijos pjūviai M 1:20	
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas		2022 - MBD - ST	Lapas Lapų 3 4



Sutartinis žymėjimas		
Eil. Nr.	Pavadinimas	Žymuo
1.	Žolė (žalioji plotas)	↓
2.	Tvenkinys	T
3.	Asfaltas	A
4.	Stovėjimo aikštelė	P
5.	Įėjimas darbuotojams	▷
6.	Įvažiavimas transportui	▤
7.	Įvažiavimas-išvažiavimas	↔

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas		Sukepusios keramikos trinkelė gamyba	
	TMC-0	Studentė V. Rimkevičiūtė Vadovė E. Prichockienė Recenzentas R. Šiaučiūnas	Sklypo planas M 1:130	
MBD	Silikatų technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas		2022 - MBD - ST	Laida 99
			Lapas 4	Lapų 4