



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Kalcio fosfatų gavimo technologija

Baigiamasis magistro projektas

Rokas Žilinskas

Projekto autorius

Doc. dr. Rasa Šlinkšienė

Vadovė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Kalcio fosfatų gavimo technologija

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

Rokas Žilinskas
Projekto autorius

Doc. dr. Rasa Šlinkšienė
Vadovė

Prof. Saulius Kitrys
Recenzentas

Konsultantai:

Lekt. dr. Odeta Viliūnienė
Statybinių sprendimų

Prof. dr. Vaidas Gaidelys
Finansinių ir ekonominių
skaičiavimų

Doc. dr. Inga Stasiulaitienė
Aplinkosauginio vertinimo

Doc. dr. Dalia Nizevičienė
Darbuotojų saugos ir sveikatos

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Rokas Žilinskas

Kalcio fosfatų gavimo technologija

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Roko Žilinsko, baigiamasis projektas tema „Kalcio fosfatų gavimo technologija“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

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

Suderinta:
Fizikinės ir neorganinės chemijos katedros
vedėja prof. dr. I. Ancutienė

Dekano įsakymas Nr. ST18-F-02-03, 2019-04-24

2019 m. balandžio mėn. 19 d.

Baigiamojo magistro projekto užduotis

Projekto tema Kalcio fosfatų gavimo technologija

Darbo tikslas ir
uždaviniai

Darbo tikslas – išanalizuoti kalcio fosfatų gamybos teoriją ir technologiją ir pateikti pasirinktos technologijos racionalizacinius pasiūlymus.
Darbo uždaviniai:
atlikti kalcio fosfatų savybių, jų gavimo būdų ir technologinių procesų literatūros apžvalgą;
išsamiai išanalizuoti pasirinktą kalcio fosfatų gamybos technologiją ir pateikti racionalizacinius pasiūlymus;
atlikti mokslinius tyrimus ir skaičiavimus, patvirtinančius technologinių pakeitimų galimybes ir naudingumą;
atlikti statybinės ir ekonominės dalies skaičiavimus pagrindžiančius siūlomų pakeitimų galimybes;
aprašyti galimus aplinkos ir darbo profesinės rizikos veiksniai;
grafinėje dalyje pateikti reikalingus (žemės sklypo plano, statinių, technologinės schemos ir pagrindinio aparato) A1 formato brėžinius.

Reikalavimai ir
sąlygos

Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanu 2019 m. kovo 28 d. potvarkiu Nr. V25-02-02 patvirtintuose „Pirmosios pakopos Cheminė technologija ir inžinerija ir antrosios pakopos Chemijos inžinerija studijų programų baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodiniuose reikalavimuose“.

Vadovė

Doc. Rasa Šlinkšienė

2019-03-04

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Užduotį gavau:

Rokas Žilinskas

(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

Žilinskas Rokas. Kalcio fosfatų gavimo technologija. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovė doc dr. Rasa Šlinkšienė. Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: Kalcio fosfatai, kalcio hidrofosfatas, dolomitas, fosforo rūgštis

Kaunas, 2019. 70 p.

Santrauka

Magistro baigiamojo darbo tema – „Kalcio fosfatų gavimo technologija“. Šiame darbe buvo norima išbandyti naują žaliavą gaminant kalcio hidrofosfatą, pakeisti nusistovėjusią žaliavą kaip kalkes ir jas pakeisti dolomitu.

Darbe buvo tirta dolomito sąveika su fosforo rūgštimi, vertinamas gautas produktas ar yra tinkamas granuliacijos procesui, bei pateikti dolomito panaudojimo kalcio fosfatams gaminti rekomendacijos. Atliktas dolomito su fosforo rūgštimi skaidymas, skaidymo pulpos granuliacija būgniniu granuliatoriumi. Atlikta VTA analizė, fosforo pentoksido koncentracija fotokolorimetriniu metodu, pH matavimai.

Granuliacinė kalcio fosfato sudėtis priklauso nuo granuliuojamos medžiagos drėgmės kiekio. Didėjant medžiagos drėgmės kiekiui tuo pačiu didėja ir (< 2 mm) frakcijos kiekis ir taip mažėja mažesniųjų frakcijų kiekis. Optimali žaliavų drėgmė, norint gauti tinkamiausia produkcinę frakciją (0,25–2 mm) yra (3,5 %)

Atliktas kalcio fosfatų gavimo technologijos brėžinys su pagrindiniu įrenginių būgniniu granuliatoriumi džiovykla, apskaičiuoti medžiagų ir šilumų balansai norint gaminti 1 t produkto, įvertinti technologijai reikalingi įrenginiai. Pateikta pasiūlymų dėl: darbuotojų saugos ir sveikatos, sukurtas evakuacijos planas; apžvelgtas pastato planas, yra pateikti sklypo plano, pastato brėžiniai, pastato inžineriniai sprendimai; apskaičiuoti šio produkto gamybai reikalingi finansiniai sprendimai; bei įvertintas aplinkosauginis vertinimas apžvelgiant taršos šaltinius.

Darbo apimtis puslapiai 70, darbą sudaro santrauka, paveikslų ir lentelių sąrašas, įvadas, literatūros apžvalga, metodinė dalis, tyrimo rezultatai, inžinerinė dalis, darbuotojų sauga ir sveikata, finansiniai ir ekonominiai sprendimai, aplinkosauginis vertinimas, išvados, literatūros sąrašas, priedai. Darbe yra 10 paveikslų ir 32 lentelių.

Žilinskas, Rokas. Technology of Calcium Phosphate Production. Master's Final Degree Project / supervisor Assoc. Prof. Dr. Rasa Šlinkšienė; Kaunas University of Technology, Faculty of Chemical Technology.

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

Keywords: Calcium phosphates, monocalcium phosphate, dolomite, phosphoric acid.

Kaunas, 2019, 70 p.

Summary

The final Master's thesis theme – “Receipt of the calcium phosphate technology”. This work was to test a new raw material in the production of monocalcium phosphate, change the settled raw material as lime and dolomite to replace it.

At work, it was investigated whether dolomite with phosphoric acid, seen in the resulting product or is suitable for granulation process, and the use of calcium phosphates for the production of dolomite. Dolomite with phosphoric acid division carried out of the material granulator chassis. Complete analysis of the VTA, phosphorus pentoxide concentrations and pH measurement.

Calcium phosphate composition grading depends on the moisture content of the material granulometric. Increasing the moisture content of the material at the same time increasing and (< 2 mm), the content of the group thus decreases quantity of smaller groups. The optimum moisture content of raw materials, in order to get best product of the receipt to the main chassis of the equipment tack, (0,25 – 2 mm) with (3,5 %) moisture.

Drawing of calcium phosphate production technology with main equipment drum granulator dryer, material and heat balance calculations for productions of 1 t product, equipment required for technology. Proposed proposals for: safety and health at work, evacuation plan developed; the plan of the building is reviewed, the plan of the plot, the drawings of the building are presented; calculate the financial decisions needed to produce this product; and an environmental assessment of pollution sources was assessed.

Work volume pages 70, work consists of summary, list of pictures and tables, introduction, literature review, methodical part, research results, engineering part, employee safety and health, financial and economic decisions, environmental assessment, conclusions, references, appendixes. The work contains 10 figures and 32 tables.

Turinys

Įvadas	9
1. Literatūros apžvalga	10
1.1. Mineralinės medžiagos	10
1.2. Gyvulių pašaruose naudojamų mikroelementų poreikis ir poveikis	11
1.3. Dolomito charakteristika	12
1.4. Precipitatas ir jo gavimas.....	12
1.5. Dolomito naudojimas modifikuotoms fosforo trąšoms gaminti.....	14
2. Tiriamoji dalis	17
2.1. Medžiagos ir metodai	17
2.1.1. Pradinių medžiagų charakteristika	17
2.1.2. Skaidymo metodika	17
2.1.3. Granuliavimo metodika	17
2.1.4. Cheminiai, fizikiniai ir instrumentiniai analizės metodai.....	18
2.2. Rezultatai ir jų aptarimas.....	18
2.2.1. Dolomito skaidymas fosforo rūgštimi	18
2.2.2. Kalcio ir magnio fosfatų granuliavimas	19
2.2.3. Granuliuotų pašarinių fosfatų terminis stabilumas.....	21
3. Inžinerinė dalis	24
3.1. Kalcio fosfatų technologinės linijos aprašymas	24
3.1.1. Žaliavų paruošimas.....	25
3.1.2. Fosforo rūgšties neutralizavimas dolomitu, granuliavimas.....	25
3.1.3. Gamtinių dujų deginimas, kalcio fosfatų džiovinimas, produkcijos dalelių klasifikavimas, džiovinimo dujų valymas	25
3.2. Įrenginių charakteristikos	27
3.3. Medžiagų ir šilumų srautų skaičiavimai	28
3.3.1. Medžiagų balanso skaičiavimai.....	28
3.3.2. Šilumų balansas	29
4. Darbuotojų sauga ir sveikata	33
4.1. Projektuojamo objekto charakteristika	33
4.2. Profesinės rizikos vertinimas.....	33
4.3. Saugi gamyba	35
4.3.1. Elektrosauga	36
4.4. Darbo higiena	38
4.5. Gaisrinė sauga	39
5. Statybiniai sprendimai	41
5.1. Bendroji dalis.....	41
5.2. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai	41
6. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai	43
6.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai	43
6.1.1. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas	44
6.2. Produkcijos gamybos apimties planavimas.....	44
6.3. Gamybos kaštai	45
6.3.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	45
6.3.2. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas	48

6.4. Veiklos kaštai	52
6.5. Finansinės ir investicinės sąnaudos	53
6.6. Gaminių kainos skaičiavimas	54
6.7. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai.....	55
6.7.1. Vidinės pelno normos (angl. IRR) skaičiavimas	58
6.7.2. Pelningumo (PI) indekso skaičiavimas	58
6.7.3. Lūžio taško skaičiavimas.....	59
6.7.4. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai.....	60
7. Aplinkosauginis vertinimas	62
7.1. Bendroji dalis.....	62
7.2. Planuojamos ūkinės veiklos aprašymas.....	62
7.3. Žaliavų naudojimas	63
7.4. Atliekų tvarkymas, išmetimas į orą	64
7.5. Triukšmo įtaką.....	65
Išvados	67
Literatūros šaltiniai	68
Priedai.....	70

Įvadas

Viena svarbiausių kiekvienos valstybės resursas yra žemės gelmėse esančios naudingosios iškasenos. Nors Lietuvoje nėra retųjų ar brangiųjų metalų, deimantų, naftos, dujų telkinių, tačiau galime pasigirti itin gausiomis smėlio, žvyro, molio, kalkių dolomito klodais. Protingas turimų išteklių panaudojimas yra viena iš svarbiausių šalies plėtros sričių, nes savus telkinių naudojimas didina šalies ūkio nepriklausomybę nuo užsienio rinkų, gebėjimą lanksčiai dirbti turint žaliavas vietoje. Dolomitas Lietuvoje yra nepilnai išnaudojamas kaip būtų galima pagalvoti, kadangi šiuo metu jis yra naudojamas tik skalda keliams tiesti ar pastatų blokams gaminti. Dolomitas yra gamtinis mineralas turintis kalcio, magnio karbonatų. Apdorojus dolomitą mineralinėmis rūgštimis, gaunami kalcio ir magnio druskų vandeniniai tirpalai, kurie gali būti naudojami kaip priedai skystosioms ir granuliuotoms trąšoms gaminti. Dolomitas galėtų sėkmingai pakeisti gyvulių pašaruose dominuojančią kalkių žaliavą pašarų gamyboje. Tai būtų labai pigi, lengvai išgaunama ir ekologiniu požiūriu švari Lietuvoje esanti žaliava.

Darbo tikslas – turint nedegtą dolomitą iš jo pagaminti granuliuotas kalcio hidrofosfatinius pašarus, įvertinti įrangą, sukurti principinę technologinę schemą, įvertinti aplinkosauginį vertinimą, finansiniu požiūriu atsiperkamumą, darbuotojų saugą ir sveikatą.

Darbo uždaviniai:

1. atlikti kalcio fosfatų savybių, jų gavimo būdų ir technologinių procesų literatūros apžvalgą;
2. išsamiai išanalizuoti pasirinktą kalcio fosfatų gamybos technologiją ir pateikti pasiūlymus; atlikti mokslinius tyrimus ir skaičiavimus, patvirtinančius technologinių pakeitimų galimybes ir naudingumą;
3. atlikti statybinės ir ekonominės dalies skaičiavimus pagrindžiančius siūlomų pakeitimų galimybes;
4. aprašyti galimus aplinkos ir darbo profesinės rizikos veiksnius;
5. grafinėje dalyje pateikti reikalingus (žemės sklypo plano, statinių, technologinės schemos ir pagrindinio aparato) A1 formato brėžinius.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Mineralinės medžiagos

Mineralinės medžiagos – tai cheminiai elementai, kurie yra ne tik pagrindinė kaulų ir dantų sudedamoji dalis, bet ir vienas svarbiausių organizmo gyvybinių funkcijų palaikymo šaltinių. Mineralinės medžiagos labai svarbios nervų, raumenų sistemai, vidaus sekrecijos liaukų veiklai, kraujo krešėjimui, virškinimo sulčių susidarymui. Organizme esančios mineralinės medžiagos sudaro maždaug 4–5 %. Žmogaus kūno svorio (pvz. 3,6–4,5 kg. jei žmogus sveria 90 kg.) Apie 50 % šio kiekio sudaro kalcis, 25 % – fosforas, kiti 5 makroelementai (magnis, natriis, chloras, kalis ir siera) bei 14 mikroelementų (geležis, cinkas, varis, jodas, manganas, fluoras, molibdenas, kobaltas, selenas, chromas, alavas, nikelis, vanadis ir silicis) – likusius 25 %. [1] Kiekvieno elemento poveikis, sąveika su kitomis medžiagomis ir reikalingas kiekis skiriasi ir apibendrintai pateikta 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Mineralinių medžiagų įtaka organizmui, veikimas, rekomenduojamas kiekis

Mineralinė medžiaga	Daroma įtaka organizme	Sąveika su kitomis medžiagomis	Rekomenduojamas kiekis racione
1	2	3	4
Kalcis (Ca)	Kaulų augimui; Pieno produkcijai; Enzimų sistemai; Raumenų funkcijoms;	Fosforas; Vitaminas D; Geležis; Manganas; Cinkas;	Nuo 0,6 iki 1% viso raciono sausųjų medžiagų
Fosforas (P)	Kaulų augimui; Pieno produkcijai; Apetitui; Reprodukcijai; Angliavandenių apykaitai;	Kalcis; Vitaminas D; Geležis; Magnis;	Santykis Ca:P=nuo 1,5 iki 2:1
Magnis (Mg)	Odos priežiūrai; Reguliuoja kraujospūdį	Kalis; Kalcis; Fosforas;	Santykis Ca:Mg yra 1:0,7
Kalis (K)	Vandens balansui; Nervų sistemai; Pieno produkcijai; Rūgščių ir šarmų balansui; Pašaro ėdamumui;	Natriis; Magnis;	Nuo 0,8 iki 1,5% viso raciono sausųjų medžiagų
Natriis (Na)	Vandens balansui; Pieno produkcijai; Apetitui; Plaukų dangai;	Kalis;	0,2% viso raciono sausųjų medžiagų arba iki 0,5% valgomosios druskos
Siera (S)	Sieros turinčių amino rūgščių sintezei;	Varis; Selenas	Iki 0,2% viso raciono sausųjų medžiagų
Geležis (Fe)	Ląstelių kvėpavimui; Kraujodarai;	Kobaltas; Varis; Kalcis; Fosforas;	Nuo 50 iki 100 mg (nepakenkia iki 400 mg)

Varis (Cu)	Kaulų formavimuisi; Energijos apykaitai; Nervų sistemos veiklai; Reprodukcijai; Nuovalų užsilaikymui; Plaukų žvilgesiui apie akis;	Cinkas; Siera; Molibdenas; Geležis; Fosforas; Švinas; Magnis;	Nuo 10 iki 15 mg (daugiau kaip 80 mg kenksminga)
Cinkas (Zn)	Vidaus sekrecijos liaukų veiklai; Reprodukcijai; Didžiojo prieskrandžio veiklai;	Kalcis; Varis; Geležis; Fosforas; Švinas; Magnis;	Nuo 40 iki 50 mg (daugiau kaip 500 mg kenksminga)
Kobaltas(Co)	Vitamino B ₁₂ sintezei; Kraujodarai; Nervų sistemos funkcijai;	Geležis; Jodas;	Nuo 0,1 iki 0,15mg, (daugiau kaip 50 mg kenksminga)
Selenas (Se)	Reprodukcijai; Nuovalų užsilaikymui; Raumenų distrofijai; Kepenų nekrozei; Sąnarių lankstumui;	Vitaminas E; Siera; Lipidai; Proteinai;	Nuo 0,1 iki 0,3 mg, (daugiau kaip 5 mg nuodinga)
Manganas (Mn)	Kaulų augimui; Raumenų vystymuisi; Rujai ir embriono vystymuisi;	Kalcis; Fosforas; Geležis;	Nuo 40 iki 50 mg

1.2. Gyvulių pašaruose naudojamų mikroelementų poreikis ir poveikis

Didelės reikšmės gyvulių organizmui turi ir mikroelementai – varis, geležis, kobaltas, jodas, manganas, cinkas, molibdenas. Mikroelementai dalyvauja sudarydami ląsteles, medžiagų apykaitos procesuose. Jie įeina į fermentų, vitaminų, hormonų sudėtį. Mikroelementų trūkumas arba perteklius organizme neigiamai veikia medžiagų apykaitą, priauglio augimą bei vystymąsi, gyvulių produktyvumą.

Racionaliai gyvulių šerti neįmanoma tiksliai nežinant pašarų maistingumo. Pašarų maistingumas yra savybė patenkinti gyvulių organizmą maisto medžiagomis, būtinomis gyvybinėms funkcijoms palaikyti, augti, vystytis ir gaminti produkciją. Kuo pašaras geriau patenkina organizmo poreikius, tuo jis maistingesnis.

Pašarų maistingumas įvairus ir jis priklauso nuo pašaro cheminės sudėties, t. y. kiek juose yra maisto medžiagų – proteinų, angliavandenių, riebalų ir kt. Proteinai gyvulių mitybai yra labai svarbūs ir jokiomis kitomis maistinėmis medžiagomis nepakeičiami. Kuo pašare yra daugiau proteinų, tuo geriau patenkinamos gyvulių reikmės, tuo pašaras maistingesnis. Proteinai gyvulių organizme panaudojami kūno audiniams susidaryti, iš dalies energijai ir kitoms reikmėms. Jeigu gyvuliai ilgesnį laiką negauna su pašaru pakankamai proteinų pirmaeilėms gyvybinėms funkcijoms patenkinti, tai jie naudoja savo raumenų ir kitų audinių baltymus. Proteinai apskaičiuojami

procentais arba gramais viename kilograme pašaro. Fermentai yra specifiniai baltymai, kurių yra augalų ir gyvulių audinių ląstelėse. Jų reikšmė medžiagų apykaitai labai didelė, nes jie skaido baltymus, angliavandenius, riebalus ir įeina į jų sudėtį. Hormonai yra organizmo vidinių liaukų sekretas, išskiriamas į kraują ir koordinuojantis organų veiklą. Augaluose esantys hormonai vadinami fitohormonais. Jų gyvuliai gauna su žoliniais pašarais. Pakankamas hormonų kiekis teigiamai veikia gyvulių sveikatą ir produktyvumą. Antivitaminai yra medžiagos, kurių cheminė struktūra gimininga vienam ar kitam vitaminui, bet veikia priešingai, t. y. slopina vieno ar kito vitamino veikimą.

Pašariniai priedai – tai medžiagos, kuriomis papildomas trūkstamas maisto medžiagų kiekis pašarų racionuose, o tai pat augimą skatinantys, skonį gerinantys ir vaistiniai preparatai. Šiai grupei priskiriami mineraliniai vitamininiai priedai, antibiotikai, fermentai, harmoniniai, aromatiniai ir vaistiniai preparatai, taip pat įvairūs jų mišiniai. Premiksai – tai vitaminų, mikroelementų, antibiotikų ir kitų biologiškai aktyvių medžiagų mišiniai. Jie gaminami pagal įvairius receptus skirtingų rūšių gyvuliams. Kad minėtos medžiagos mažiau veiktų viena kitą ir būtų didesnis premikso tūris, aktyviosios medžiagos maišomos su selenomis, sausais cukriniais runkeliais, sausomis mielėmis ar trupiniais. [2]

1.3. Dolomito charakteristika

Dolomitas – karbonatų klasės mineralas, kalcio magnio karbonatas $\text{Ca}\cdot\text{Mg}\cdot(\text{CO}_3)_2$. Dolomitu taip pat dažnai santykinai vadinama uoliena, sudaryta iš šio mineralo. Kietumas pagal Moso skalę 3,5–4,0, o tankis 2900–3200 kg/m³.

Šio mineralo kristalai yra trikampės–romboedrinės sandaros. Struktūra – nuo lygios smulkiakristalės iki kaveringos, priklausomai nuo susiformavimo sąlygų ir geležies bei mangano priemaišų kiekio. Spalva – nuo baltos iki tamsiai pilkos.

Dolomitas susidaro lagūnose iš persotintų tirpalų, iškritus dolomito kristalams. Susidarymo būdas iš klinties, kai dalį kalcio pakeičia magnis. Visiškai netirpsta vandenyje, atsparus šaltai rūgščiai, nereaguoja su naftos produktais. Visiškai netoksiškas.

Kai kuriose valstybėse (JAV, Kanadoje, Vokietijoje, Norvegijoje, Jungtinėje Karalystėje iš dolomito gaunamas magnis. Dolomitas yra gera termoizoliacinė medžiaga, naudojamas metalurgijoje iškloti metalo lydymo krosnis, chemijos, statybinių medžiagų, elektrotechnikos, keramikos, dažų, stiklo pramonėje, žemės ūkyje. Lietuvoje dolomito atodangos yra ties Nemunėliu, Apaščia, Švėte, Mūša, Kruoja, Tatula, Lėveniu. Šiaurės Lietuvoje dolomitas slūgso po kvartero nuogulomis. Dolomitas kasamas Skaistgirio, Petrašiūnų, Klovainių telkiniuose. Didžiausia dalis Lietuvoje kasamos dolomito skaldos naudojama kaip skalda keliams tiesti, o – statyboje blokams bei, kalkėms ir apdailos medžiagoms gaminti. Dolomitinės apdailos plokštės buvo gaminamos Petrašiūnų dolomitinės skaldos gamykloje. [3]

1.4. Precipitatas ir jo gavimas

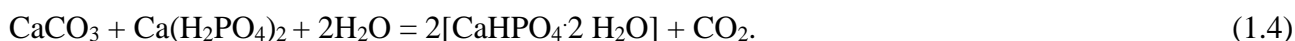
Precipitatas, kurio pagrindinė dalis yra kalcio hidrosfosfatas, – fosforo trąša ir gyvulių pašaro priedas. Tai nehigroskopiška, vandenyje netirpstanti baltos arba pilkos spalvos medžiaga. Veikliosios medžiagos (P_2O_5) yra 25–35 %. Yra aktyvesnis už superfosfatą rūgštesnėse dirvose, kadangi geriau tirpsta silpnose rūgštyse.

Precipitato gavimo teoriniai pagrindai

Precipitatas gaunamas reaguojant ortofosforo rūgščiai su kalcio oksido ir hidroksido arba kalkių (kreidos) suspensija:



Palaiptnui neutralizuojama fosforo rūgštis silpnai rūgščioje terpėje kalcio dihidrofosfatas skyla, susidarant kalcio hidrofosfato dihidrato nuosėdoms. Tuo pačiu metu kalcio dihidrofosfatas reaguoja su kalkėmis arba kalcio karbonatu, sudarydamas kalcio hidrofosfato dihidratą:



Tirpale, esant kalkiu pertekliui pagal hidrofosfato stechiometrini santyki $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ir pH vertei didesnei negu 6,3, susidaro kalcio fosfatas:

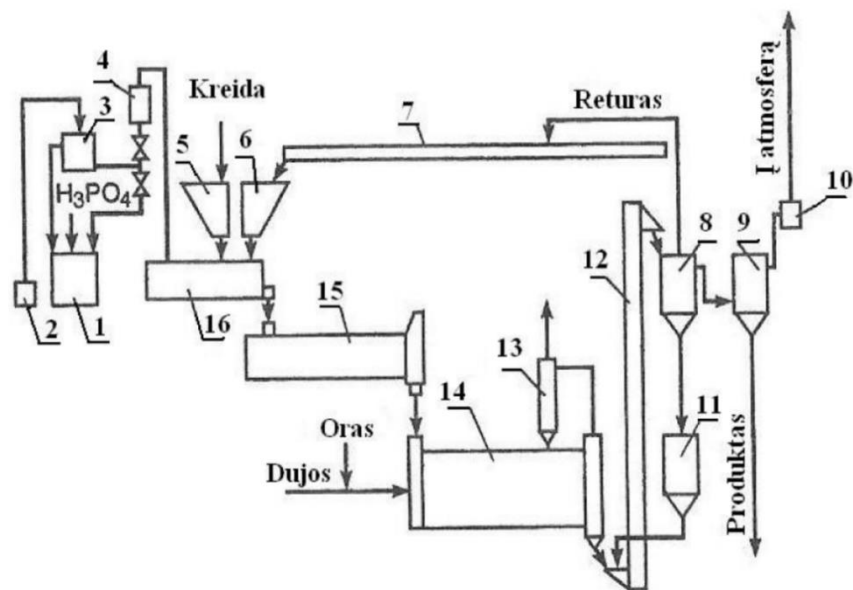


Kalkių perteklius nesukelia precipitato retrogradacijos. Fosforo rūgštyje esančios priemaišos taip pat reaguoja su kalkėmis ar kreida:



Pašarinio precipitato gamybos technologija

Viena iš žinomų pašarinio precipitato gamybos technologinių schemų yra pateikta 1.1 paveiksle. Terminė fosforo rūgštis (70–75 % H_3PO_4) iš rinktuvo išcentrinu siurbliu pumpuojama į indą, kuriame pašildoma iki 70–80 °C ir tiekama į maišytuvą. Tuo pačiu metu į maišytuvą tiekama smulki kreida ir returas.



1.1 pav. Pašarinio precipitato gamybos technologinė schema

1 – fosforo rūgšties rinktuvas, 2 – išcentrinis siurblys, 3 – rezervuaras, 4 – rotametas, 5 – kreidos bunkeris, 6 – returo bunkeris, 7 – transporteris, 8 – separatorius, 9 – rankovinis filtras, 10 – ventiliatorius, 11 – dezintegratorius, 12 – elevatorius, 13 – ciklonas, 14 – džiovinimo būgnas, 15 – brandintuvas, 16 – maišytuvas

Returo skaičius, t. y. returo dalies ir produkto masės santykis, yra (0,5–1):1. Komponentai apie tris minutes intensyviai maišomi, kol susidaro masė, kurioje yra 80 % kalcio hidrofosfato dihidrato. Gautas produktas nukreipiamas į besisukanti būgną – brandintuvą, kuriame 1,5 h 45–50 °C temperatūroje baigiasi precipitato susidarymo procesas.

Po brandinimo produktas, kuriame yra apie 18 % drėgmės, džiovinamas džiovinimo būgne. Likutinė drėgmė precipitate iš džiovyklos yra 1,5–3 %. Precipitatas džiovinamas priešpriešai pučiamomis 550–650 °C temperatūros kūryklų dujomis, kurios atvėsta iki 110 °C. Džiovinamo precipitato temperatūra neturi būti aukštesnė kaip 90 °C.

Uždareme cikle, kurį sudaro dezintegratorius ir separatorius, precipitatas smulkinamas, atskiriama smulkioji frakcija, kuri tiekama į sandėlį arba jos dalis transporteriu gražinama per returo bunkerį į maišytuvą, o stambesnės negu 2 mm diametro granulės gražinamos pakartotinai susmulkinti.

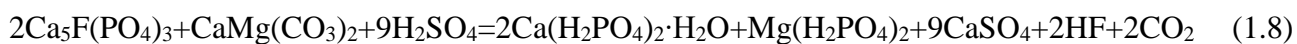
Kartais vietoje terminės fosforo rūgšties naudojama nugarinta ekstrakcinė fosforo rūgštis, iš kurios pašalintas fluoras, arsenas ir švinas. Precipitato gamybos proceso metu reguliuojamas fosforo rūgšties ir kreidos santykis, koreguojant jį pagal suspensijos pH ir laisvosios P₂O₅ kiekį.

Pašariniame kalcio hidrofosfato dihidrate, pagamintame naudojant ekstrakcinę fosforo rūgštį, turi būti ne mažiau negu 44,1 % P₂O₅ (tirpaus 0,4 % HCl) ir ne daugiau negu 0,2 % F; 0,001 % As ir 0,002 % Pb. [4]

1.5. Dolomito naudojimas modifikuotoms fosforo trąšoms gaminti

Literatūroje [5] siūloma nauja veiksminga technologija, siekiant gauti magnio ir kalcio modifikuotas fosforo trąšas pagal klasikinę superfosfato technologiją, iš dalies pakeičiant fosfato

žaliavą neapdorotu magnio karbonato žaliava, dolomitu. Apatito ir dolomito santykio, kaip technologinių parametru, proceso sekos, poveikis reagentų maišymo laikas, sieros rūgšties greitis, tankis ir temperatūra skilimo metu buvo tiriamas, siekiant išspręsti numatomą problemą. Šiuo tikslu dolomito mišinio ir apatito koncentrato skilimo procesas prasidėjo skirtingų sieros rūgšties normų buvo tiriamos superfosfato technologijos pagrindu.

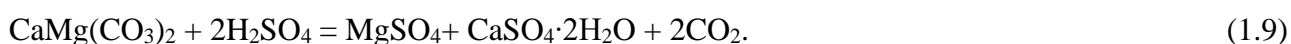


Kadangi apatito ir dolomito ir sieros rūgšties skilimo savybės yra įvairios, tyrimų darbai buvo atlikti 3 variantuose – pridėjus apatito su dolomito mišinį į skilimo procesą, taip pat ir atskirai. Skilimo procesas buvo vykdomas įvairiais apatito ir dolomito masių santykiais, stochiometrinis greitis ir tankis sieros rūgšties H_2SO_4 (30–66 %).

Pirmuoju atveju, dolomito pridėjimas su fosfato žaliava skilimo procesui su rūgštimi turėjo neigiamą poveikį tiek formalaus P_2O_5 kiekiui, tiek visam fosfato žaliavos skilimo greičiui. Tokioje sistemoje susidaręs MgSO_4 fosfate, sumažina reakcijos pajėgumą, t. y. H^+ jonų aktyvumas ir apatito skaidymas nevyksta iki galo. Nepaisant to, kad CaSO_4 kristalai gaunami didelėje palyginti su ankstesniais, tokie atvejai yra labiau pastebimi sistemose, kuriose dominuoja kietosios fazės.

Antrajame žaliavų apdorojimo variante t. y. pirma skaidomas apatitas, o tada dedamas ir skaidomas sieros rūgšties. Tokiu atveju, skaidymo greičio vertė fosfato žaliavoje buvo didelė, palyginti su ankstesne versija. Apibendrinant rezultatus, buvo padaryta išvada, kad dolomito pridėjimas pagerina suspensijos susidarymą.

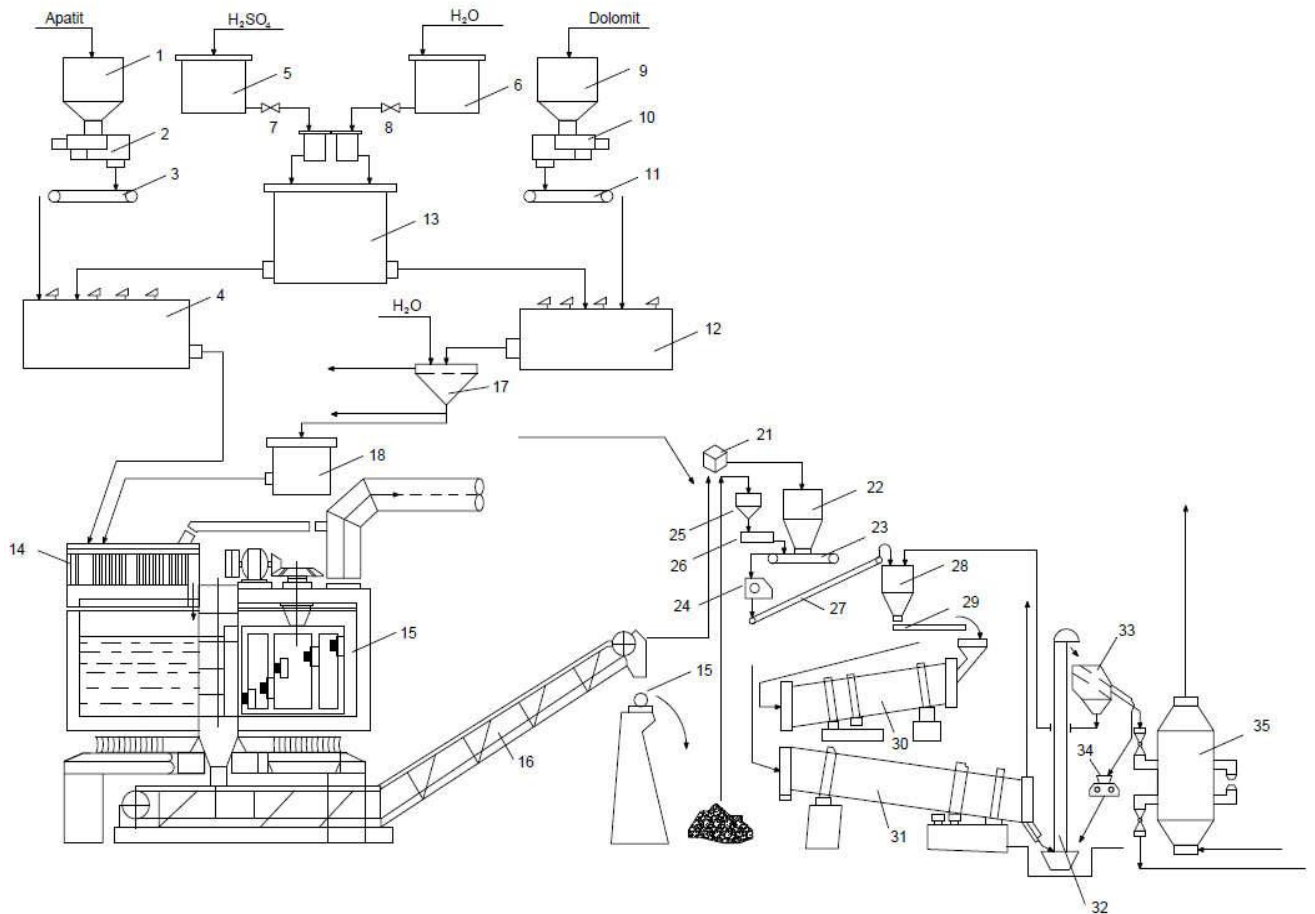
Trečioji žaliavų perdirbimo galimybė pagrįsta atskiru apatito ir dolomito skaidymu su sieros rūgštimi ir kombinuotu gautų kietų tirpalų apdorojimu. Šiuo metodu galima sumažinti balastinio CaSO_4 kiekį trąšose, kai iš tirpalo išskiriamas CaSO_4 , gautas skaidant dolomitą sieros rūgštimi. Taigi, skirtingai nei apatitas, dolomito skaidymas sieros rūgštimi sukelia kalcio sulfato susidarymą nuosėdose ir magnio sulfato tirpale:



Sumaišius kietuosius tirpalus, gautus skaidant apatitą ir dolomitą sieros rūgštimi, prasideda antrasis proceso etapas, kai nesuskaidytos apatito ir dolomito dalys tirpsta dalyvaujant fosforo rūgščiai, kol susidaro monokalcio fosfatas ir monomagnio fosfatas:



Modifikuoto fosfato gamybos technologinė schema pateikta 1.2 paveiksle.



1.2 pav. Modifikuotos fosforo trąšų gamybos technologinė schema

1 – Apatito bunkeris; 2, 10 – dozatoriai; 3, 11, 23, 27, 29 – transporteriai; 4 – maišymo strypas apatito skilimui; 5 – H_2SO_4 talpa; 6 – H_2O talpa 7, 8 – srauto matuokliai; 9 – dolomito bunkeris; 12 – maišymo strypas dolomito skilimui; 13 – bakas fosfato rūgšties skiedimui; 14 – maišymo strypas kietiems tirpalams; 15 – superfosfato kamera; 16 – juostinis transporteris; 17 – žiedinis filtras; 18 – pagrindinis filtrato pajėgumas; 19 – išsklaidytuvas; 20 – sandėlis; 21 – kibirinis kranas; 22 – superfosfato bunkeris; 25 – neutralizavimo priedų bunkeris; 24, 34 – paskirstytuvas; 28 – bunkeris neutralizuoto superfosfato; 30 – granulatorius; 31 – džiovyklą; 32 – elevatorius; 33 – sietas; 34 – boileris

Atskiras apatito ir dolomito skilimas su sieros rūgštimi ir kombinuotas gautų kietų tirpalų apdorojimas leidžia pakeisti 20–30 % apatito dolomitu, sumažinti produkto saugojimo laikotarpį nuo 24 dienų iki 7 dienų pasiekus aukštą žaliavos skilimo greitį, yra gaunama ekonominė – ekologinė nauda. Siūloma nauja efektyvi technologija, skirta gaminti modifikuotas fosforo trąšas pagal klasikinę superfosfato technologiją, iš dalies pakeičiant fosfato žaliavą magnio karbonato žaliava – dolomitu.

2. Tiriamoji dalis

2.1. Medžiagos ir metodai

2.1.1. Pradinių medžiagų charakteristika

Moksliniams tyrimams buvo naudojami dolomitmilčiai „Dirvitas“ (0,25–5 mm frakcija), kuri gaunama susmulkinant dolomitmilčius ir juos atsijojant, kalcio (CaCO_3) ir magnio (MgCO_3) suma 95–99 %, drėgnis iki 8 %.

Terminė fosforo rūgštis ($\text{H}_3\text{PO}_4 > 85 \%$);

Sieros rūgštis (H_2SO_4), $1,84 \text{ g/cm}^3$ (chemiškai švari);

Azoto rūgštis (HNO_3) $1,4 \text{ g/cm}^3$ (chemiškai švari);

Kalio dihidrofosfatas (KH_2PO_4);

Amonio molibdatas ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) (chemiškai švarus);

Amonio vanadatas (NH_4VO_3) (chemiškai švarus);

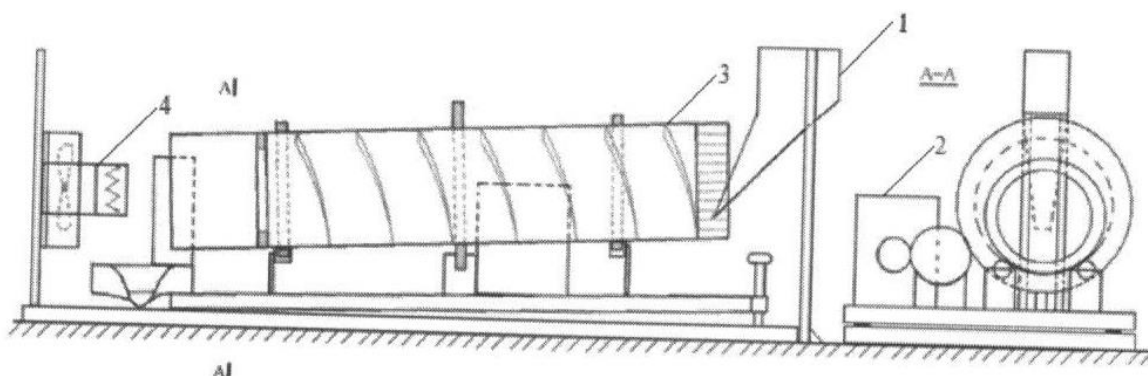
Distiliuotas vanduo.

2.1.2. Skaidymo metodika

Prieš skaidymą dolomitas buvo malamas ir frakcionuojamas, naudojamas pintų akučių, kurių skersmuo nuo 0,2 mm iki 5,0 mm, sietus. Skaidymui atrinkta 0,2–2,0 mm frakcija. Dolomito skaidymas fosforo rūgštimi vyko labai lėtai, todėl reaguojančių medžiagų sąveikai pagerinti, pulpa buvo intensyviai maišoma elektrine maišykle, o skaidymo metu susidariusi pulpa buvo paliekama brandintis 24 valandas.

2.1.3. Granuliavimo metodika

Skaidymo metu gauti kalcio ir magnio fosfatai buvo granuliuojami būgniniu granulatoriumi–džiovykla (2.1 pav.), esant įvairiam drėgmės kiekiui žaliavose. Prieš granuliavimą buvo atliekamos žaliavos, o po granuliuoto produkto analizė, kurios metu buvo nustatoma P_2O_5 koncentracija, drėgmės kiekis, pH, produkto granuliometrinė sudėtis.



2.1 pav. Būgninis granulatorius. 1 – bunkeris, 2 – elektrinis variklis, 3 – būgninio granulatoriaus korpusas, 4 – karšto oro ventiliatorius

2.1.4. Cheminiai, fizikiniai ir instrumentiniai analizės metodai

Fosforo koncentracija nustatyta geltono fosforo–molibdeno vanadžio kompleksu susidarymo ir matavimo fotokolorimetriniu metodu. Komplekso optinis tankis matuojamas fotokolorimetru *T70/T80 UV-VIS*, esant bangos ilgiui $l = 450$ nm, 10 mm skersmens kiuvetėms. Santykinė šių matavimų paklaida ± 1 %.

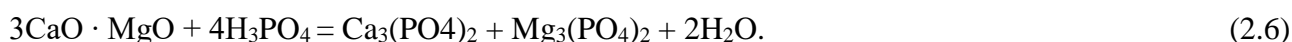
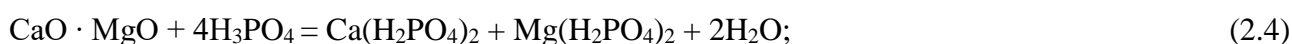
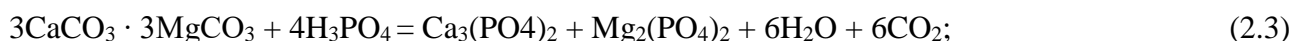
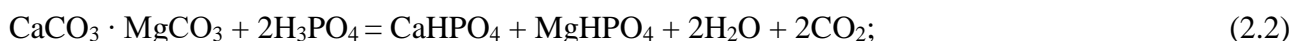
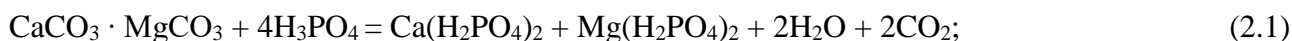
Granulių drėgmės nustatymui naudota elektroninis drėgmės analizatorius *KERN MLS*, kuriame temperatūros intervalas kinta nuo 25°C iki 160°C . Kiekvienam bandyniui drėgmė matuota buvo 3 kartus ir vedamas vidurkis.

Vienalaikės terminės analizės metodas (VTA), naudojant *NETZCH STA 409 PC Luxx* terminį analizatorių, buvo naudojamas granuliuoto produkto terminiam stabilumui įvertinti. Temperatūros kėlimo greitis buvo $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$, keraminiai laikikliai bandiniui, inertinė medžiaga (Al_2O_3), tiriamojo bandinio masė iki 500 mg. Tiriamoji medžiaga buvo kaitinama iki 300°C temperatūros.

2.2. Rezultatai ir jų aptarimas

2.2.1. Dolomito skaidymas fosforo rūgštimi

Terminiškai neapdorotam ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) dolomitui sąveikaujant su fosforo rūgštimi, priklausomai nuo jų stochiometrinio santykio galima gauti įvairių junginių. Dolomito ir fosforo rūgšties sąveika aprašoma šiomis lygtimis [6]:



Esant skirtingiems dolomito ir rūgšties stochiometriniais santykiams yra galimybė gauti skirtingus produktus, kalcio ir magnio dihidrofosfatai (2,1; 2,4), kalcio ir magnio hidrofosfatai (2,2; 2,5), kalcio ir magnio fosfatai (2,3; 2,6), Visi šie fosfatai pasižymi skirtingu tirpumu vandenyje, o tai nusako skirtingą pasisavinimą, kuris yra reikšmingas produkcinių pašarinių fosfatų charakteristikų. Kalcio fosfatų tirpumo vandenyje eilė būtų: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 > \text{CaHPO}_4 > \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, bei lygiai analogiškai taip pat ir magnio fosfatų tirpumo eilė susidarytu. Taigi šie išvardinti fosfatai yra tirpūs 0,4 % HCl todėl, jie gali būti pašaruose pagal ES pašarinių priedų direktyvas.

Nedegto dolomito skaidymui buvo naudojama skirtingų koncentracijų (40, 50, 60 %) fosforo rūgštis. Siekiant produkte gauti labiausiai tirpius fosfatus, skaidymas vykdomas pagal 2.1 lygtį ir pritaikant dolomito ir rūgšties santykius pagal lygtį (0,6; 0,8; 1 : 1). Skaidymui naudojamo dolomito kiekis buvo toks pats, tačiau keičiant fosforo rūgšties koncentraciją ir kiekį buvo siekiama gauti skaidymo produktą su minimaliu drėgmės kiekiu. Bendra skaidymo trukmė truko 24 h, o reakcijos metu temperatūra buvo $\sim 20^{\circ}\text{C}$.

Gautuose skaidymo mišiniuose buvo analizuojamas pasigaminusio vandenyje tirpus fosforo pentoksido (P_2O_5) koncentracija, pulpos pH. Gauti rezultatai pateikiami 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Skaidymo produkte esančio P_2O_5 koncentracijos ir 10 % produkto tirpalo pH priklausomybė nuo skaidymo sąlygų

Parametras	H_3PO_4 , %								
	40			50			60		
	Rūgšties ir dolomito santykis								
	0,6	0,8	1	0,6	0,8	1	0,6	0,8	1
P_2O_5 , %	13,23	13,62	14,11	13,87	14,34	15,72	14,02	15,31	15,98
pH	4,0	3,6	3,1	3,5	3,0	2,4	3,1	2,7	2,3

Iš gautų duomenų matoma, kad kaip ir galima tikėtis, vandenyje tirpus P_2O_5 koncentracija didėja, didėjant fosforo rūgšties koncentracijai ir santykiui. Didžiausia P_2O_5 koncentracija yra gaunama kai nedegto dolomito skaidymui buvo naudojama 60 % H_3PO_4 , santykiu (1:1), tačiau šiomis sąlygomis gauti kalcio ir magnio fosfatai pasižymėjo prastesnėmis fizinėmis savybėmis. Be to, akivaizdu, kad esant 60 % H_3PO_4 koncentracijai, gautoje pulpoje buvo laisvos nesureagavusios H_3PO_4 . Toks kalcio magnio fosfatų mišinys pasižymėjo didele klampa, buvo tšsus, šlapias ir lipnus, todėl netinkamas granuliavimui. Taip pat šis produktas pasižymėjo ypač mažu pH, kuris pagal pH normą yra per mažas. Granuliavimui geriausiai tinkamas bandinys 40 % H_3PO_4 santykiu (0,6:1) su dolomitu, nors ir turintis mažiausia P_2O_5 koncentraciją, pasižymi tinkam pH verte ir granuliavimui būgniniame granuliatoriuje tinkamomis fizikinėmis savybėmis.

2.2.2. Kalcio ir magnio fosfatų granuliavimas

Įvertinus gautus duomenys, toliau tyrimams buvo pasirinktos toks kalcio magnio fosfatų gamybos sąlygos: 40 % H_3PO_4 , skaidymo trukmė 24 h, rūgšties ir dolomito stechiometrinis santykis (0,6:1). Šiomis sąlygomis gaunamame kalcio magnio fosfatų mišinyje nustatyta tinkama P_2O_5 koncentracija ir pH vertė. Po skaidymo gauta pulpa yra teigiamai vertinama dėl savo konsistencijos ir drėgmės.

Netermostatuojant, kai pulpa gaunama į dolomitą po truputi pilant H_3PO_4 rūgštį ir intensyviai maišant, visas dolomitas sudedamas per 45 min. Reakcija nėra intensyvi, reakcijos inde pulpos temperatūra padidėjo iki 29 °C, pulpa labai silpnai putojo ir minimaliai išskyrė CO_2 . Tokiu būdu gauti kalcio magnio fosfatai yra pilkos spalvos, po 24 val. brandinimo pradžiūvę ir yra tinkami granuluoti.

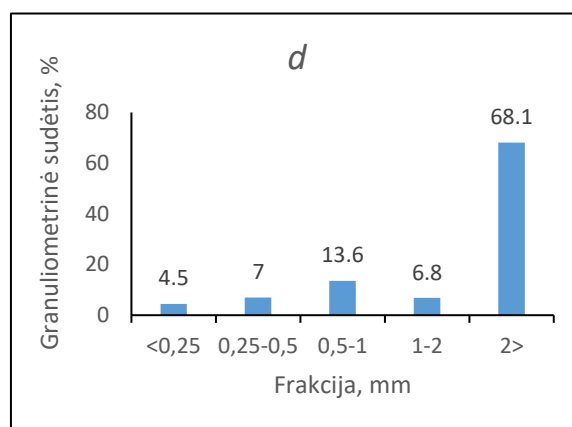
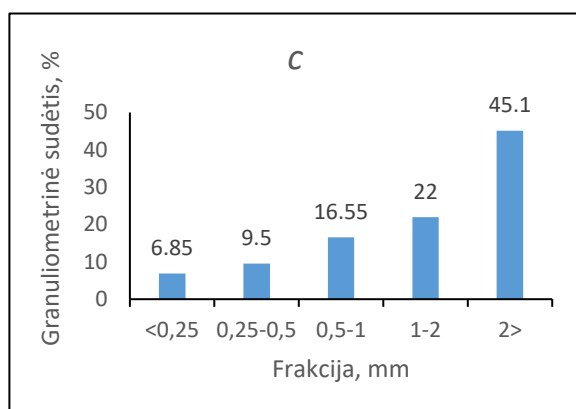
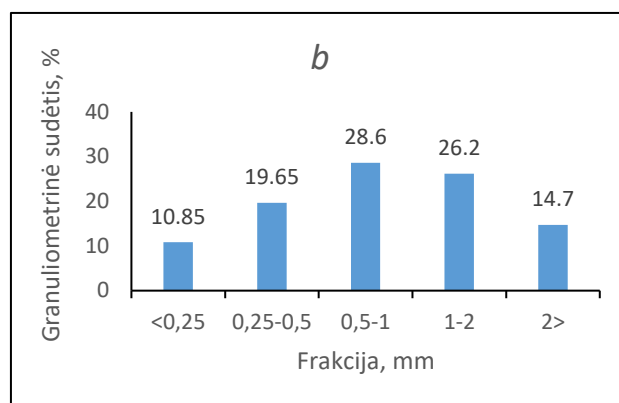
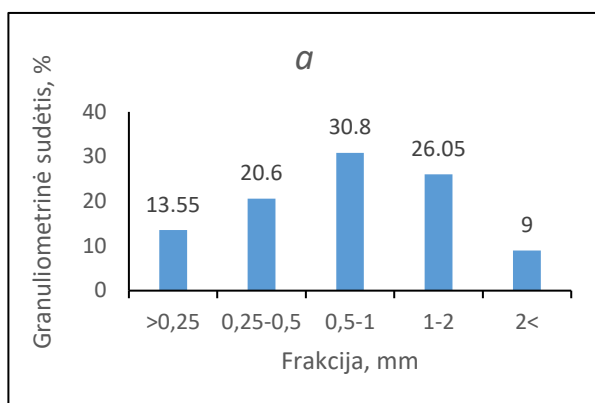
Darbe gautos skaidymo pulpos iš nedegto dolomito ir 40 % fosforo rūgšties, ir šios pulpos granuluotų produktų cheminės analizės rezultatai pateikiami į 2.2 lentelėje. Taip pat atliktas geriausių granuliavimo sąlygų nustatymas granuliavimą atliekant kelis kartus kai pridedamas skirtingas drėgmės (vandens) kiekis tam, kad sugranuluotas produktas atitektų pašariniams fosfatams keliamus granuliometrinės sudėties reikalavimus.

2.2 lentelė. Degto ir nedegto dolomito skaidymo fosforo rūgštimi pulpos, laboratorijoje granuliuotų produktų ir pramoninio produkto (pagaminto kalkes skaidant fosforo rūgštimi) rodikliai [6, 7]

Granuliuojant į skaidymo pulpą pridėta vandens kiekis, %	Rodikliai				
	Skaidymo pulpa		Granuliuotas produktas		
	pH	P ₂ O ₅ (tirpus vandenyje)	pH	Drėgmė, %	P ₂ O ₅ (tirpus vandenyje)
Nedegtas dolomitas					
2,2	4,2	14,12	4,0	2,29	15,12
2,8				2,38	
3,5				2,52	
4,4				2,75	
Degtas dolomitas su 40 % H ₃ PO ₄					
-	5,1	14,58	4,8	1,71	17,25
AB „Lifosa“ kalcio hidrofosfatas					
-	-	-	3,9	1,7	22,9

Iš 2.2 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad iš nedegto dolomito ir rūgšties gautame granuliuotame produkte P₂O₅ koncentracija (15,12 %) truputį didesnė nei skaidymo pulpoje (14,12 % P₂O₅), nepaisant to, kad prieš granuliavimą buvo dedamas papildomas vandens kiekis (2,2; 2,8; 3,5; 4,4 % nuo skaidymo pulpos masės). Analogiškas P₂O₅ koncentracijos kitimas matomas ir tuo atveju, kad fosforo rūgštimi buvo skaidomas degtas dolomitas. Tokie rezultatai gaunami, kadangi po džiovinimo granuliuotame produkte lieka mažesnis drėgmės kiekis, nei jis būna žaliavose prieš granuliavimą. Taip pat matomas minimalus pH skirtumas prieš ir po granuliavimo. Lyginant laboratorijoje ir pramonėje granuliuotų produktų rodiklius matyti, kad pirmuoju atveju gaunama mažesnė P₂O₅ koncentracija (kuri didžiąja dalimi priklauso nuo naudojamų žaliavų), tačiau aukštesnė pH vertė.

Skaidymo pulpą sugranuliuavus naudojant būgninį granuliatorių, granuliuotų kalcio magnio fosfatų granulimetrinė sudėtis pateikiama 2.2 paveiksle. Iš jame esančių rezultatų matyti, kad į žaliavas pridėdant mažesnę (2,2 % ir 2,8 %) vandens kiekį (žr. 2.2 a, b pav.) granuliavimo metu susidaro lavai įvairaus dydžio granulės ir jų pasiskirstymas pagal skersmenį atitinka normaliojo pasiskirstymo dėsnį (Gauso kreivę). Dalelių dydis svyruoja plačiame intervale, nuo (9–14,7 %) didžiausios frakcijos, kuri yra didesnė už 2 mm iki smulkiausios miltelių frakcijos (10,85–13,55 %), kuri yra mažesnė nei 0,25 mm. Papildomai pridėdamos drėgmės kiekį žaliavose padidinus 3,5 % (žr. 2.2 c pav.) granuliuotame produkte sumažėja mažesnių nei 2 mm granuliuotų ir labai padidėja (iki 45,1 %) už 2 mm didesnių granuliuotų kiekis. Žaliavose esant 4,4 % papildomai pridėto vandens kiekiui didžioji dalis, t. y. net 68,1 % produkto yra didelės frakcijos (didesnės nei 2 mm) granulės, o smulkioji frakcija (mažesnė nei 0,25 mm) sudaro vos 4,5 % produkto. Nors abi šios frakcijos yra netinkamos kaip produktas ir jas galima naudoti tik kaip returą, tačiau toks didelis stambiosios frakcijos kiekis nėra naudinga, kadangi tokiu atveju turėtu būti smarkiai apkrauti trupintuvai, sietai, bei produktas galėtų pradėti strigti elevatoriuose dėl susidariusiu gabalų.

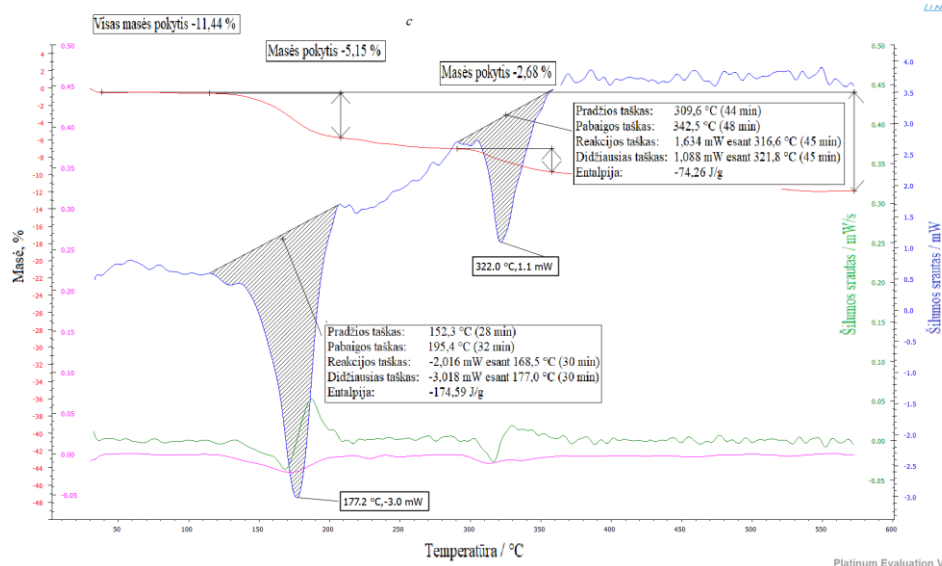
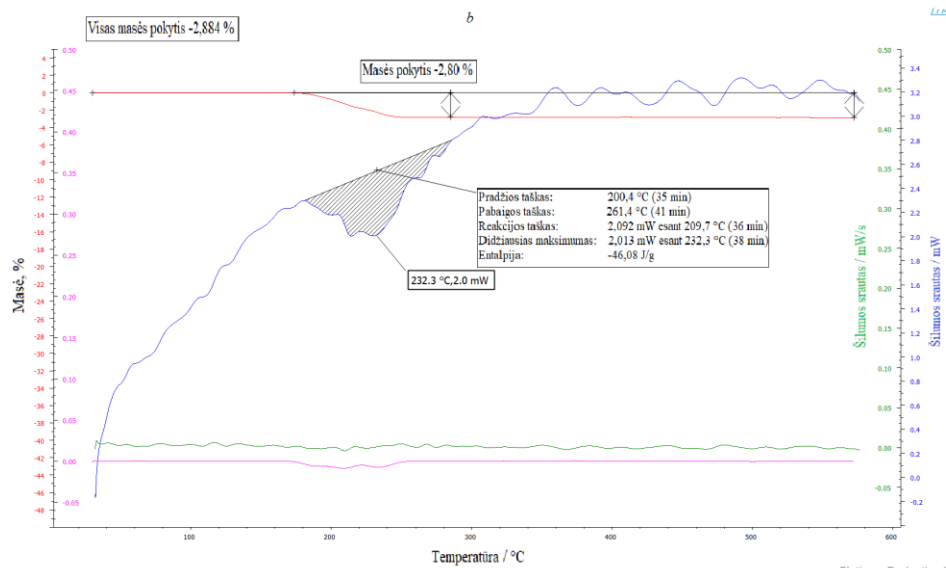
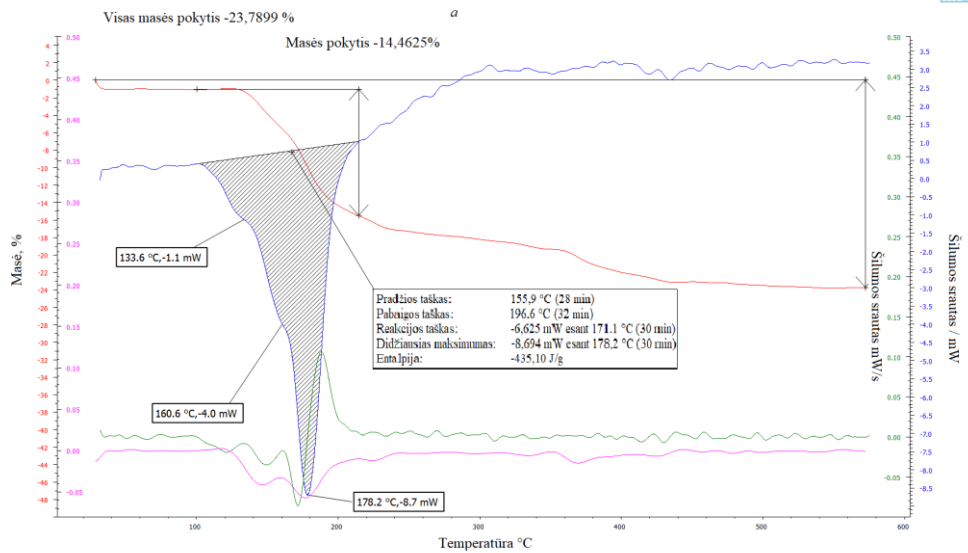


2.2 pav. Granulimetrinė sudėtis keičiant drėgmės kiekį granuliuojamose žaliavose:
a – 2,2 %; *b* – 2,8 % *c* – 3,5 % ; *d* – 4,4 % vandens

Produkcinė frakcija yra laikoma 0,25–2 mm granulės, į šias ribas geriausiai tinka granuluotas produktas, kuris gautas naudojant skaidymo pulpoje 2,2 % ir 2,8 % pridėtinio vandens. Tačiau kadangi šiomis sąlygomis susidaro labai daug prekinės frakcijos produkto, tai apsunkinamas produkto džioviklos darbas. Todėl galiam daryti išvadą, kad optimalus pridėtinio vandens nuo pulpos masės yra 3,5 %, kadangi tuo pat susidaro papildomas kiekis returo (51,95 % smulkios ir stambios frakcijos), kurio dėka neištuštėja būgninis granulatorius džiovikla, skaidymo produktas (pulpa) yra visada išpurškiamas ant returo, bei patys susidarę gabalai nėra tokie dideli (kaip tuo atveju kai naudojama 4,4 % papildomos drėgmės), neužkemša elevatorių, trupintuvų, sietų. Tinkama produkto frakcija sudaro 48,05 % prekinio produkto, likęs kiekis yra returo pavidalo.

2.2.3. Granuliuotų pašarinių fosfatų terminis stabilumas

Dažnai sudėtinės trąšos, jas sudarantys komponentai arba šiuo atveju pašariniai fosfatai tam tikru technologinio procesu metu yra veikiami aukšta temperatūra (200–30 °C), todėl naudojant VTA metodą buvo tirtas degto ir nedegto dolomito skaidymo fosforo rūgštimi produkto ir pramoninio produkto (pagaminto kalkes skaidant fosforo rūgštimi) terminis stabilumas, kurio rezultatai pateikti 2.3 paveiksle.



2.3 pav. VTA kreivės: *a* – fosforo rūgštimi skaidyto nedegto dolomito; *b* – fosforo rūgštimi skaidyto degto dolomito; *c* – pramoninio kalcio hidrofosfato

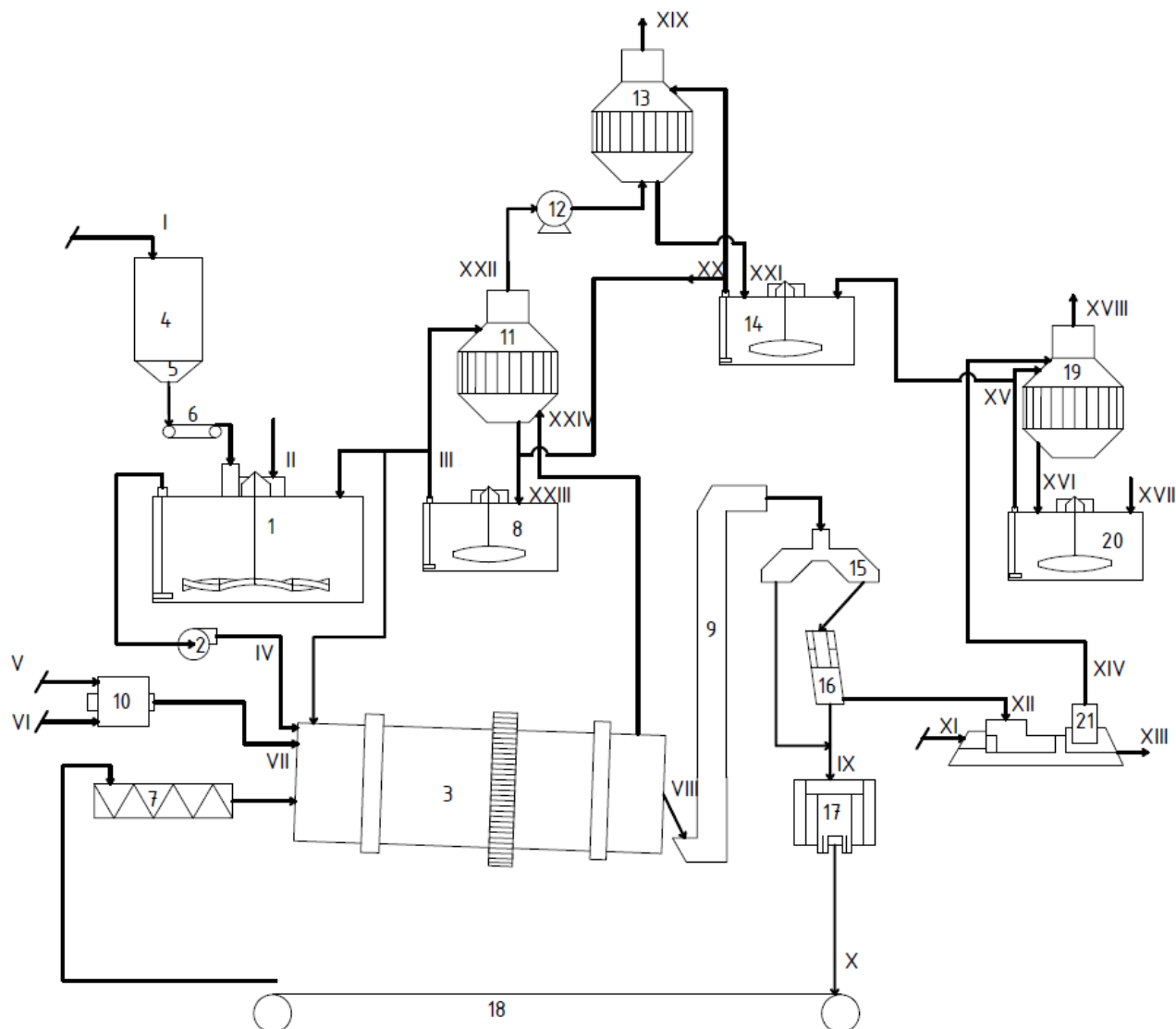
Norint palyginti skaidymo produkto gauto fosforo rūgštimi skaidant nedegtą ir degtą dolomitą bei „AB“ Lifosa kalcio hidrofosfato terminį atsparumą, buvo užrašytos termogramos keliant temperatūrą iki 300 °C. Gautos termogramos analizuotos, išskiriant būdingas temperatūras. Nedegto (žr. 2.3 a pav.) dolomito termogramoje pasireiškia didelis masės pokytis gana žemoje (155,9 °C) temperatūroje ir medžiagos nuostoliai sudaro net iki 23,79 %. Iš to galima padaryti išvada, jog šis skaidymo produktas terminiu požiūriu yra nestabilus ir padidinus temperatūrą prasideda arba likusios laisvos fosforo rūgšties, arba tęsiasi nebaigto skaidyti dolomito skilimas. Degto dolomito (žr. 2.3 b pav.) termogramoje esančios kreivės leidžia daryti išvada, kad šiuo būdu gautas produktas yra daug stabilesnis, nes pasižymi ypač mažu masės pokyčiu (bendras masės pokytis siekia vos 2,88 %), o skilimas prasideda aukštesnėje (200 °C) temperatūroje. AB „Lifosa“ pagaminto kalcio hidrofosfato termogramoje (žr. 2.3 c pav.) matomi net du endoterminiai efektai dvejose skirtingose temperatūrose. Pirmasis skilimas vyksta, esant 153 °C temperatūrai ir susidaro iki 5,15 % masės pokyčio, o antrasis sekantis – esant 309 °C ir bandinio masė pakinta 2,68 % (bendras masės pokytis siekia 11,44 %).

Apibendrinant galima teigti, kad degto dolomito produktas yra termiškai stabiliausias. Maža temperatūros įtaka bei su ja susiję endoterminiai efektai ir susidarantys masės nuostoliai nedaro esminės įtakos gauto produkto kokybei. Toks produktas ir džiovinimo aukštoje temperatūroje metu išliktų visiškai stabilus iki 200 °C, o vėlesni pakitimai būtų minimalūs. Nedegto dolomito skaidymo fosforo rūgštimi produktas yra mažiau stabilus, todėl granuliuojant ir džiovinant tokį produktą reikėtų kontroliuoti temperatūrą, kad ji neviršytų 150 °C, o tai apsunktų (pailgintų) džiovinimo procesą.

3. Inžinerinė dalis

3.1. Kalcio fosfatų technologinės linijos aprašymas

Technologinė kalcio ir magnio fosfatų schema su technologiniais pakeitimais yra pateikta 3.1 paveiksle ir 1 priede (A1 formatu). Šioje technologinėje kalcio hidrofosfato linijoje buvo pakeista granuliatorius ir džiovyklą į bendrą būgninį granuliatorių džiovyklą, naudojant skaidymo pulpą buvo priimta naudoti reaktorius su maišyklėmis kurie išpurškia pulpą į būgninį granuliatorių džiovyklą.



3.1 pav. Technologinė kalcio ir magnio fosfatų gamybos schema

- 1 – reaktorius, 2 – siurblys, 3 – būgninis granuliatorius džiovykla, 4 – bunkeris, 5 – dozatorius, 6 – sraigtinis transporteris, 7 – vibrotransporteris, 8, 14, 20 – talpa su maišykle, 9 – elevatorius, 10 – kurykla, 11 – absorbcijos bokštas, 12 – ventiliatorius, 13 – absorberis, 15 – vibro paskirstytuvus, 16 – sijotuvus, 17 – trupintuvus, 18 – juostinis transporteris, 19 – sanitarinis absorberis, 21 – aušintuvus

3.1.1. Žaliavų paruošimas

Koncentruota nufluorinta fosforo rūgštis (ne mažiau kaip 40 % koncentracijos) iš amofoso cecho saugyklos siurbliu tiekiamas į reaktorius (1), kurios tūris 45 m³. Talpoje fosforo rūgštis skiedžiama skysčiu iš absorbcijos bokšto (8), iki reakcijai vykdyti reikalingų parametru: koncentracijos 40 % H₃PO₄, 1540–1640 kg/m³ tankio.

Smulkus dolomitas esantis 0,5-5 mm dydžio iš paruošimo stoties juostiniu transporteriu tiekiamas į bunkerį (4). Iš bunkerio (4) dolomitas pro dozatorių (5) tiekiamas ant sraigtinio transporterio (6). Dozatorius (5), pagal kompiuteryje nustatytą užduotį, atsvertą dolomito kiekį tiekia į reaktorius (1), kur sumaišoma su fosforo rūgštimi ir absorbcijos bokšto skysčiu ir vandeniu. Susidaro dolomito ir fosforo rūgšties skaidymo pulpa, kurią reikia intensyviai maišyti bei brandinti 24 valandas. Iš reaktorius (1) išcentrinu siurbliu (2) skaidymo pulpa yra tiekiamas į būgninį granuliatorių džiovyklą (3).

Returas vibrotransporteriu (7) tiekiamas į būgninį granuliatorių džiovyklą (3). Besisukančioje džiovykloje vyksta dolomito su fosforo rūgštim subrandinto skaidymo pulpos ir returo intensyvus sumaišymas, kalcio fosfatų susidarymas, jų granuliavimas, džiovinimas.

3.1.2. Fosforo rūgšties neutralizavimas dolomitu, granuliavimas

Būgniniame granuliatoriuje džiovykloje (3) maišomas returas ir dolomito su praskiesta fosforo rūgštimi pulpa, kuri tiekiamas siurbliu (2). Rūgšties kiekis matuojamas masės srauto matuokliu ir reguliuojamas siurblio variklio apsisukimais pagal užduotą pulpos kiekį ir molinį santykį. Dolomito kiekis į reaktorius (1) yra reguliuojamas dozatoriumi (5) pagal užduotį kompiuteryje. 1 t kalcio hidrofosfato reikia 560 kg 100 % P₂O₅ fosforo rūgšties ir 450 kg dolomito. Žaliavų tiekimas koreguojamas pagal gatavos produkcijos cheminės sudėties rezultatus. Nutrūkus vienos žaliavos tiekimui, nedelsiant nutraukiamas ir kitos žaliavos tiekimas.

Būgniniame granuliatoriuje džiovykloje (3) pulpos masė sumaišoma su returu. Vyksta fosforo rūgšties neutralizavimas, gaminasi kalcio fosfatai, kurie granuliuojasi. Granuliavimo kokybė žymiai dalimi priklauso nuo granulatoriaus sukimosi greičio. Granuliavimo procesui pagerinti, numatyta galimybė į granuliatorių tiekti absorbcijos skystį iš talpos (8). Sumaišyta, sugranuluota masė iš būgninio granulatoriaus džiovyklos (3) krenta į elevatorių (9).

3.1.3. Gamtinių dujų deginimas, kalcio fosfatų džiovinimas, produkcijos dalelių klasifikavimas, džiovinimo dujų valymas

Į būgninį granuliatorių džiovyklą (3) esantys kalcio fosfatai džiovinami karštomis dujomis, kurios gaunamos džiovyklos pakuroje (10), deginant gamtinių dujų ir oro mišinį. Gamtinės dujos į cechą tiekiamos iš bendrovės gamtinių dujų sistemos, kurioje yra (4-6) bar dujų slėgis.

Džiovinimo dujų temperatūra, gaminant kalcio fosfatus, po būgninio granulatoriaus džiovyklos būna (90 - 120) °C. Džiovinimo procesas vyksta pasroviniu principu: dujos ir produktas džiovykloje juda viena kryptimi.

Džiovinimo dujos iš būgninio granulatoriaus džiovyklos (3), valomos absorbcijos bokšte (11) ir tiekiamos papildomam valymui ventiliatoriumi (12) šlapiu būdu į absorberį (13), iš kur patenka į atmosferą.

Į absorbcijos bokšto (11) dujotiekį iš talpos (8) panardinamu siurbliu tiekiamas skystis iš absorbcijos bokšto (11), kuris yra išpurškiamas per purkštukus. Dujos intensyviai kontaktuoja su skysčiu ir yra išvalomos nuo jose esančių dulkių.

Iš būgninio granulatoriaus džiovyklos (3) proceso metu išsiskyrusios dujos, fosfatų bei dolomito dulkės, tiekiamos į absorbcijos bokštą (11). Dujotiekyje prieš absorbcijos bokštą sumontuoti purkštukai, į kuriuos, iš talpos (8) tiekiamas skystis, dujotiekis intensyviai laistomas skysčiu. Dujos ir dulkės intensyviai kontaktuoja su skysčiu ir yra išvalomos nuo jose esančių teršalų. Esant poreikiui skystis papildoma iš talpos (14). Išvalytas oras ventiliatoriumi (12) tiekiamas į absorberį (13) papildomam valymui.

Išdžiovinti iki ne daugiau 3 % drėgmės fosfatai iš elevatoriaus (9) nukreipiami per vibro paskirstytuvą (15) į sijotuvą (16) produkto dalelių klasifikavimui. Atsižvelgiant į produkcijos dalelių dydį parenkami atitinkami sietai.

Dalis stambios fosfatų frakcijos iš sieto (16) viršutinių sietų patenka į trupintuvą (17), kuriame produktas smulkinamas ir tiekiamas ant plokštelinio transporterio (18), iš kurio produktas tiekiamas į returo vibrotransporterį (7).

Nuo apatinių sietų (16) sietų gatavas stambus produktas 0,25-2,0 mm, patenka į aušintuvą (21) produkcijos vėsinimui. Iš aušintuvo (21) oras yra tiekiamas į sanitarinio absorberio (19) dujotiekį iš talpos (20) panardinamu siurbliu tiekiamas skystis, kuris yra išpurškiamas per purkštukus. Dujos intensyviai kontaktuoja su skysčiu ir yra išvalomos nuo jose esančių dulkių. Išvalytas oras yra išmetamas į atmosferą, skystis talpoje (20) yra atšviežinamas tiekiamu vandeniu, o dali panaudoto skysčio tiekiamas į talpą (14).

3.2. Įrenginių charakteristikos

Parenkami įrenginiai tinkantys kalcio ir magnio fosfato (pašarinių fosfatų) technologinei linijai, kurių charakteristikos pateikiamos 3.1 lentelėje [8,9].

3.1 lentelė. Kalcio fosfato technologinės schemos įrenginiai

Nr.	Įrengimo pavadinimas	Medžiaga, apsauga nuo korozijos	Įrengimo charakteristika
1	2	3	4
1	Reaktorius	Nerūdijantis plienas 316L	Talpos parametrai: D – 3,8 m, H – 4 m, V – 45 m ³ , maišyklės sparnuotės D -1,1 m, panardinamas gylis 2,9 m; motoreduktorius; el. N - 36 kW; n - 32 aps/min
2	Siurblys	Anglinis plienas, polietilenas	NEPO 125-80-250, Q – 25 m ³ /h, H – 25 m H ₂ O st., mova flender N-EUPEX, el. variklis N – 25 kW, n – 1200 aps/min
3	Būgninis granulatorius džiovykla	Konstruktinis plienas	D – 3,2 m, L – 11,5 m, Q – 87 t/h, apsukos 7 aps/min kai srovės dažnumas 50 Hz, posvyrio kampas 3°, el. variklis N-132 kW, vidinis būgno paviršius išklotas nerūdijančiu plienu 316L, δ 4 mm.
4	Bunkeris	Konstruktinis plienas	V – 48 m ³ , D – 3,5 m, H – 6,627 m
5	Dozatorius	Konstruktinis plienas	W _{max} =10 t/h; L – 813 mm; juostos plotis 455 mm; juostos greitis keičiamas dažnio keitikliu SIEMENS; el. variklis N-0,37 kW; n-1500 aps/min
6	Sraigtinis transporteris	Konstruktinis plienas	Tipas 2L 02000 6630 mm, L – 1300, D – 210 mm, el. variklis N-5,5 kW
7	Vibro transporteris	Nerūdijantis plienas 316L	D – 800 mm, Q - 100 t/h, L – 4 m, du vibratoriai po N – 2,2 kW
8, 14, 20	Talpa su maišykle	Nerūdijantis plienas 316L	V – 9,5 m ³ , D – 2,5 m, H – 2 m, maišyklė nerūdijančio plieno, N – 6 kW; n – 40 aps/min, sparnuotės diametras 1200 mm
9	Elevatorius	Konstruktinis plienas	H – 22 m, N – 10 kW, Q – 70 t/h.
10	Pakura	Konstruktinis plienas, kaolino vata	L – 7952 mm, D – 3104 mm, H – 3152 mm.
11, 13, 19	Absorberis	Nerūdijantis plienas 316L	D – 2 m, H – 4,2 m, Q – 25000 m ³ /h
12	Ventiliatorius	Nerūdijantis plienas 316L	Tipas VRE 0450/3121 Z149/11, Q – 25000 m ³ /h, sukeliamas slėgis 800 mm H ₂ O st., el. variklis N – 75 kW, n – 1500 aps/min,
15	Vibro paskirstytuvas	Konstruktinis plienas	Tipas DX 550-6, našumas 85 t/h, du vibratoriai po N – 1,9 kW

1	2	3	4
16	Sijotuvus	Konstruktinis plienas	Tipas: "RHEWUM", vibracinis, WAU 195x450/538/2; siojimo paviršiaus plotas: viršutinių 2 po 1,95m x 2,25m = 8.78 m ² , apatinių 2 po 1,95m x 2,69m = 10.5 m ²
17	Trupintuvus	Konstruktinis plienas	L – 2150 mm, H – 2135 mm, našumas 35 t/h, du varikliai po N – 45 kW
18	Juostinis transporteris	Konstruktinis plienas	Q – 50 t/h, L – 41 m, juostos plotis B 650 mm, N-17 kW, n-37 aps/min, juostos
21	Aušintuvus	Konstruktinis plienas	L – 8,462 m, H – 1,315 m, pasvirimo kampas – 7°, oras produkto vėsinimui Q – 19500 m ³ /h

3.3. Medžiagų ir šilumų srautų skaičiavimai

3.3.1. Medžiagų balanso skaičiavimai

Yra pagaminama 1t kalcio fosfato. Į granuliatorių patenka dolomito su praskiesta fosforo rūgštimi 40 % ir returas. Vienai tonai kalcio hidrofosfato reikia 560 kg 100 % P₂O₅ fosforo rūgšties ir 450 kg dolomito. [22]

Skaičiuojamas Fosforo rūgšties 100 % H₃PO₄ reikalingas kiekis, kg:

$$G_{100\%H_3PO_4} = 560 \cdot 1,38 = 772kg$$

Skaičiuojama Fosforo rūgštis 55%P₂O₅ srauto masė, kg:

$$G_{55\%P_2O_5} = 560 \cdot 100/55 = 1018kg$$

Reikalingas kiekis vandens skaičiuojamas, kg:

$$G_{H_2O} = 1018 - 1018 \cdot 55/100 \cdot 1,38 = 246kg$$

Skaičiuojamas praskiestos fosforo rūgšties 40% P₂O₅ reikalingas kiekis, kg:

$$G_{40\%P_2O_5} = 560 \cdot 100/40 = 1400kg$$

Skystis iš absorbcijos rūgšties skiedimui iki 40% P₂O₅, kg:

$$G_{Abs. bokš.} = 1400 - 1018 = 382kg$$

Randamas reikalingas praskiedimui vandens kiekis, kg:

$$G_{H_2O} = 246 + 382 = 628kg$$

Returas, jo debitas yra žinomas 2000 kg dolomito masė 450kg.

Skaičiuojama srauto masė kuri yra tiekama į būgninį granuliatorių džiovyklą:

$$G_{Granul.} = 450 + 1400 + 2000 = 3850kg$$

Būgniniame granuliatoriuje džiovykloje vandens kiekis lieka toks pats koks įtekėjo t.y. 628 kg. Iš to galima suskaičiuoti Masės drėgnį %.

$$G_{dr.} = 628/3850 \cdot 100 = 16,3\%$$

H₂O kiekis, kg:

$$G_{H_2O \text{ Džiov.}} = 628 - 125 - (450 + 772) \cdot 18/234 = 485 \text{ kg}$$

Šio srauto drėgmė:

$$G_{Dž.dr.} = 485/3850 \cdot 100 = 10,5\%$$

Išgaravęs vandens kiekis būgniniame granuliatoriuje džiovykloje, kg:

$$G_{Dž.H_2O} = 485 - 2000 \cdot 2/100 = 365 \text{ kg}$$

Sausas produktas po džiovyklos, kg:

$$G_{Ca(H_2PO_4)_2} = 3850 - 365 = 3485 \text{ kg}$$

Po džiovyklos reture esantis vandens kiekio skaičiavimas:

$$G_{Returo H_2O} = 2000 \cdot 2/100 = 40 \text{ kg}$$

Kalcio hidrofosfato produkcijos kiekis, kg:

$$G_{Produktas} = 3485 - 2000 - 485 = 1008 \text{ kg}$$

Esantis vandens kiekis produkte:

$$G_{H_2O} = 1008 \cdot 0,02 = 20 \text{ kg}$$

3.2 lentelė. Medžiagų balansas būgniniame granuliatoriuje džiovykloje

Medžiaga	Į reaktorių, kg	Į džiovyklą, kg	Po džiovyklos, kg
Dolomitas	450	-	-
Fosforo rūgštis	560	-	-
Vandens kiekis praskiedimui rūgščiai	628	-	-
Returas	-	2000	2000
Kalcio hidrofosfatas	-	1638	1008
Išgaravęs vanduo	-	-	365
Viso	1638	3638	1373
Drėgmė, %	16,5	10,5	2

3.3.2. Šilumų balansas

3.3 lentelė. Žaliavų termodinaminiai parametrai.

Žaliavos	Molinė masė	C _p , J/mol K	C _p , J/kg K
Fosforo rūgštis	98	106,1	1082,65
Dolomitas	185	49,95	891,96
Kalcio hidrofosfatas	234	258,82	1106,06
Vanduo (garai)	18	33,61	1867,22
Vanduo (skystis)	18	75,30	4183,33

Gaminant kalcio hidrofosfatą didžiausias šilumos kiekis yra sunaudojamas drėgno, granuliuoto produkto džiovinimui, todėl šilumos srautų balansas bus skaičiuojamas granuliatoriuje. Šilumos srautų supaprastinta schema pateikti 3.2 paveiksle.



3.2 pav. Šilumos srautų džiovykloje supaprastinta schema

Q_1 – patenkantis drėgnas produktas ($t = 110^\circ\text{C}$);

Q_2 – iš pakuros į džiovyklą patenkančios dujos ($t = 450$);

Q_3 – iš džiovyklos išeinantis atvėsęs oras ($t = 100^\circ\text{C}$);

Q_4 – iš džiovyklos išeinantis sausas produktas ($t = 100^\circ\text{C}$).

Skaičiuojant kalcio hidrofosfato šilumos balansą, pradžioje apskaičiuojamas šilumos kiekis įnešamas su kiekvienu komponentu. Vėliau kiekvieno komponento įneštas šilumos kiekis yra susumuojamas ir gaunamas bendras šilumos kiekis Q_1 ateinantis iš granulatoriaus.

$$Q = m \cdot C_p \cdot T_1 \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{CaO}} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 450 \cdot 891,9 \cdot (273 + 110) = 153,7 \text{ MJ} \quad (3.2)$$

$$Q_{\text{H}_3\text{PO}_4} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 1400 \cdot 1082,65 \cdot (273 + 110) = 580,5 \text{ MJ} \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 2000 \cdot 1106,068 \cdot (273 + 110) = 847,2 \text{ MJ} \quad (3.4)$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 485 \cdot 4183,3 \cdot (273 + 110) = 777 \text{ MJ} \quad (3.5)$$

Bendras šilumos kiekis ateinantis iš granulatoriaus:

$$\sum Q_1 = Q_{\text{CaO}} + Q_{\text{H}_3\text{PO}_4} + Q_{\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2} + Q_{\text{H}_2\text{O}} \quad (3.6)$$

$$\sum Q_1 = 153,7 + 580,5 + 847,2 + 777 = 2358,4 \text{ MJ} \quad (3.7)$$

Iš granulatoriaus su sausu produktu išeinantis šilumos srautas Q_4 skaičiuojamas analogiškai kaip šilumos srautas Q_1 .

$$Q = m \cdot C_p \cdot T_1 \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{CaO}} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 450 \cdot 891,96 \cdot (273 + 100) = 149,7 \text{ MJ} \quad (3.9)$$

$$Q_{\text{H}_3\text{PO}_4} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 1400 \cdot 1082,65 \cdot (273 + 100) = 565 \text{ MJ} \quad (3.10)$$

$$Q_{\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 2000 \cdot 1106,06 \cdot (273 + 100) = 825,1 \text{ MJ} \quad (3.11)$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = m \cdot C_p \cdot T_1 = 365 \cdot 4183,3 \cdot (273 + 100) = 569,5 \text{ MJ} \quad (3.12)$$

Bendra viso produkto šiluma:

$$\sum Q_4 = Q_{CaO} + Q_{H_3PO_4} + Q_{Ca(H_2PO_4)_2} + Q_{H_2O} \quad (3.13)$$

$$\sum Q_4 = 149,7 + 565 + 825,1 + 569,5 = 2109,3 \text{ MJ/h} \quad (3.14)$$

Kartu su srautu Q_3 iš džiovyklos išeina ne tik atvėsęs oras, bet ir vandens garai, todėl apskaičiuojama kokį šilumos kiekį išneša išgarintas vanduo.

$$Q_{3(H_2Og)} = m \cdot C_p \cdot T_3 = 365 \cdot 1867,2 \cdot (273 + 100) = 254,2 \text{ MJ} \quad (3.15)$$

Žinoma, kad ne visas produkte likęs vanduo yra skystoje fazėje. Dalis likusio vandens yra garų pavidalo, todėl įvertinus tai apskaičiuojamas šilumos kiekis, kuris yra išnešamas su vandens garais esančiais produkte.

$$Q_{4(H_2Og)} = m \cdot C_p \cdot T_4 = 40 \cdot 1867,2 \cdot (273 + 100) = 54,3 \text{ MJ/h} \quad (3.16)$$

Turėdami apskaičiuotus Q_1 ir Q_4 srautus galima rasti srautų Q_2 ir Q_3 kintamuosius.

$$Q_1 + Q_2 = Q_4 + Q_3 + Q_{3(H_2Og)} + Q_{4(H_2Og)} + Q_N \quad (3.17)$$

Nuostoliai bus įvertinami vėliau.

$$Q_1 + x \cdot C_p \cdot T_2 = Q_4 + x \cdot C_p \cdot T_3 + Q_{3(H_2Og)} + Q_{4(H_2Og)} + Q_N \quad (3.18)$$

$$2358,4 + x \cdot C_p \cdot T_2 = 2109,3 + x \cdot C_p \cdot T_3 + 254,2 + 54,3 \quad (3.19)$$

$$2358,4 + x \cdot 29,2 \cdot (273 + 450) = 2109,3 + x \cdot 29,2 \cdot (273 + 100) + 254,2 + 54,3 \quad (3.20)$$

$$10220,6 \cdot x = 59,4 \quad (3.21)$$

$$x = 0,05$$

Suradus kintamąjį galima apskaičiuoti srautų Q_2 ir Q_3 šilumos kiekius.

$$Q_2 = x \cdot C_p \cdot T_2 \quad (3.22)$$

$$Q_2 = 0,05 \cdot 29,2 \cdot (273 + 450) = 1055,5 \text{ MJ} \quad (3.23)$$

Priimama, kad sudeginus 1 m^3 dujų išsiskiria 35 MJ šilumos. Atsižvelgiant į tai galima sužinoti kiek reikia sudeginti dujų, kad išsiskirtų 1055,5 MJ/h šilumos.

$$\frac{1055,5}{35} = 30,157 \text{ m}^3 \quad (3.24)$$

Įvertinkime, kad nuostoliai sudaro 5 %. Todėl sudeginamų gamtinių dujų kiekis padidės iki $31,665 \text{ m}^3$.

Šilumos srauto Q_3 skaičiavimas:

$$Q_3 = x \cdot C_p \cdot T_3 \quad (3.25)$$

$$Q_3 = 0,05 \cdot 29,2 \cdot (273 + 100) = 544,5 \text{ MJ}$$

Apskaičiavus paskutinį nežinomą srautą sudedami įeinantys ir išeinantys šilumos srautus. Gauti rezultatai pateikti 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Šilumų balansas džiovykloje.

Prieš džiovyklą		Po džiovyklos	
Šilumos	MJ/h	Šilumos	MJ/h
Q ₁	2358,4	Q ₃	544,5
Q ₂	1055,5	Q ₄	2163,2
		Q _{3(H₂Og)}	254,2
Σ	3413,9		2961,9

Apskaičiavus visus srautus ir sudėjus juos į 3.4 lentelę matyti, kad nuostoliai tarp srauto prieš džiovyklą ir po džiovyklos šilumos srautų sudaro 7 %.

4. Darbuotojų sauga ir sveikata

Darbuotojų saugos ir sveikatos skyriuje yra atsižvelgiama į projektuojamos technologinės linijos sveikatą, darbuotojų saugą, darbo higieną ir gaisrinę saugą. Darbuotoju darbingumui ir sveikatai išsaugoti yra apžvelgiamos visos prevencinės priemonės planuojamos įmonės veiklos etapuose.

4.1. Projektuojamo objekto charakteristika

Projektuojama technologinė linija pakeičiant joje esančius senus įrenginius tinkančius kalcio fosfatų gamybai gaminant iš kalkių, ir vietoje kalkių kaip alternatyvą naudoti smulkią dolomito žaliavą. Objektas būtų būgninis granulatorius džiovykla su reaktoriumi. Technologinė linija yra projektuojama pastato viduje, kuriame jau yra sumontuotas žaliavų: vandens, oro, rūgštis, dolomito, gamtinių dujų tiekimas į procesą, produkcijos išvežimas jas transportuojant. Objekto paskirtis yra gaminti kalcio fosfatus skaidant fosforo rūgštį su dolomitu, bei susidariusią pulpą išpurškiant į būgninį granuliatorių džiovyklą, bei šildant produktą iki būtų pasiekiamas reikiamas drėgmės kiekis.

Eksploatuojant kalcio fosfatų technologinę liniją yra susiduriama su šiais pagrindiniais pavojais:

- Technologijos parametrų normų pažeidimų.
- Įrengimų eksploatavimo taisyklių pažeidimų.
- Planinių – perspėjamųjų remontų grafiko nevykdymo.
- Darbuotojų saugos ir sveikatos taisyklių pažeidimų.
- Priešgaisrinės saugos taisyklių pažeidimų.
- Darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcijų pažeidimų stabdant arba paleidžiant cechą.
- Įrengimų paruošimo remontui, atidavimo į remontą, remonto ir priėmimo iš remonto taisyklių pažeidimų.
- Chemiškai aktyvių medžiagų.
- Basisukantys mechanizmai.
- Garai, karštas vanduo.
- Slėginiai indai
- Veikiantys elektros įrenginiai.
- Autotransporto priemonės.
- Triukšmas.
- Vibracija.
- Karšti vamzdynai.
- Fosforo rūgštis, garo, gamtinių dujų vamzdynų ir armatūros hermetiškumo pažeidimų.
- Netvarkingų kontrolės matavimo prietaisų, signalizacijos ir automatinių blokuočių.

Vadovaujantis sanitarinių apsaugos zonų nustatymo ir režimo taisyklių priedu, pasirenkamas sanitarinis apsaugos zonų ribinis dydis – 500 m už įmonės teritorijos.

4.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimas – nelaimingų atsitikimų ir profesinių ligų prevencija. Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra nustatyti ir įvertinti esamą ar galimą riziką darbe, ją pašalinti, o jei negalima pašalinti, įdiegti prevencijos priemonės, kad darbuotojas būtų apsaugotas nuo rizikos. [10] Rizikos vertinimas atliekamas šiais etapais:

- parengiamieji darbai;
- rizikos veiksnių tyrimas, rizikos dydžio nustatymas, sprendimo dėl rizikos priimtimumo priėmimas;
- rizikos pašalinimas ar sumažinimas;
- rizikos stebėjimas

Pagrindiniai kylantys pavojai yra surašyti projektuojamo objekto charakteristikoje. Siekiant išvengti pavojaus ir užtikrinti saugias darbo sąlygas, kiekvienas darbuotojas privalo laikytis saugios eksploatacijos instrukciją, darbo metu naudoti asmens apsaugos priemonės, naudoti darbo drabužius, naudoti kolektyvines apsaugos priemonės, saugoti save ir kitus, priklausomai nuo darbo pobūdžio, gebėti skaityti saugos ženklus, dirbti tik skirtus darbus, gebėti suteikti pirmąją pagalbą. [11]

Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra įvertinti galimą riziką darbo metu, bei numatyti prevencijos priemonės. Šie veiksniai ir jų kiekybinis įvertinimas surašytas į 4.1 lentelę. [20, 21, 22, 25]

4.1 lentelė. Rizikos veiksnių identifikavimas ir kiekybinis įvertinimas

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis, ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis Prevencijos priemonės
1	2	3	4	5
Ergonominiai veiksniai				
Netinkama poza	Operatorinė	Netinkama poza 20% darbo laiko	Netinkama poza 35% darbo laiko	Speciali pertraukėlė Mankšta
Darbo sunkumas	Gamybinės patalpos	35 kg	30 kg	Speciali pertraukėlė, krovinio perdėjimas
Nuovargis	Operatorinė			Speciali pertraukėlė
Fizikiniai veiksniai				
Statinės elektros pavojus	Technologiniai įrenginiai	-	-	Naudoti įžeminimą ir įnulinimą, naudoti statinius batus
Vibracija	Technologiniai įrenginiai		Visą kūną, ne darbo dieną	Palaikomas tinkamas atstumas, daromos specialiosios pertraukėlės, pakeičiama aplinka
Triukšmas	Gamybinės patalpos	80dBA	87dBA	Naudoti ausines
Aukšta temperatūra	Technologiniai įrenginiai	170 °C	50 °C	Įrenginių izoliacija, futeruotės, naudoti pirštines
Apšvieta	Gamybinės patalpos	300lx	300lx	
Cheminiai veiksniai				
Fosforo rūgštis	Technologiniai vamzdynai	3mg/m ³	1mg/m ³ (IPRD) 2mg/m ³ (TPRD)	Dujokaukės, guminiai batai, nitrilinės pirštines

Kalcio hidrofosfas	Gamybinės patalpos	7 mg/m ³	5 mg/m ³	Respiratoriai, darbo akiniai
<i>Fiziniai veiksniai</i>				
Slėginiai indai	Technologiniai įrenginiai			Apsauginiai vožtuvai, apsauginės membranos
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Operatorinė			Evakuaciniai išėjimai, gesintuvai, smėlis, nedegus audeklas

Visų medžiagų gaisrinio pavojingumo rodiklius įvertinant ir pasinaudojus gaisrinės saugos pagrindiniais reikalavimais, nustatoma vidinių įrenginių kategorija pagal sprogo ir gaisro pavojus. Yra įvertinamos naudojamos cheminės medžiagos, technologiniai procesai, sprogo aplinkos susidarymo ir jos išsilaikymo trukmę parenkama pavojingos vietos klasifikacija, ir užpildoma 4.2 lentelė

4.2 lentelė. Pastatų ir patalpų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonas

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Pastatų, patalpų kategorijos pagal sprogo ir gaisro pavojų	Sprogimui pavojinga zona	Sprogo ir gaisro atžvilgiu pavojingų mišinių kategorija	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos zonos vietą
Kalcio fosfatų technologinės linijos įrenginiai	A _{sg}	2 – oji zona		Dirbant nustatytu režimu, nėra pavojaus susidaryti pavojingai aplinkai
Operatorinė	E _g	2 zona	-	Nėra naudojamų jokių degių medžiagų
Gamybinės patalpos	A _{sg}	2 zona	IIA – TI	Esant tvarkingam kūryklos vamzdynui nėra grėsmės sprogo

4.3. Saugi gamyba

Visiems darbuotojams yra privaloma sudaryti darbui saugias ir sveikas sąlygas, nepaisant darbuotojo ar įmonės veiklos rūšies, darbo sutarties, darbuotojų skaičiaus, darbo aplinkos ir darbo pobūdžio, nuo jo lyties, pilietybės, tautybės, politinių ar religinių įsitikinimų. Visi darbuotojai yra apmokomi kaip valdyti procesą, kaip elgtis įvairiuose situacijose. Taigi, norint išvengti įvairių situacijų darbuotojai personalo darbuotojai yra apmokomi pravedant įvadinį, pirminį, periodinį saugaus darbo instruktažus. Norint apsisaugoti avarijomis, sprogo ir gaisro, yra privaloma laikytis reikalavimų: darbuotojas turi turėti darbo pažymėjimą leidžiantį jį savarankiškai dirbti, technologinės linijos pulte turi būti technologinės schemos, jų reglamentai, darbų saugos ir priešgaisrinės saugos instrukcijos, privalo dirbti blokuočių ir signalizacijų sistemos, jos turi atitikti gerą techninę būklę, pastebėjus trūkumams pranešama darbų vadovui, užtikrinti vamzdynų ir

įrengimų tvarkingą techninę būklę, tvarkyti darbo vietą, šiukšles rūšiuoti, degias medžiagas rūšiuoti į joms skirtas vietas, rūkyti tik tam skirtose vietose, darbuotojus aprūpinti asmens apsaugos priemonėmis, priklausomai nuo darbo pobūdžio išduoti specialias priemones, instrukuoti apie galimus pavojus. Nesilaikant eksploataavimo įrenginių, saugaus darbo taisyklių reikalavimų ar nenaudojant asmens apsaugos priemonių gali [12]:

- Atsirasti dujų išsiveržimai į atmosferą;
- Susidaryti degių dujų mišiniai;
- Užsidegti tepalai;
- Vamzdynų nesandarumas;
- Apsinuodijimas;
- Elektros srovės pavojus;
- Judantis mechanizmai gali įtraukti;

4.3.1. Elektrosauga

Elektrosauga – techninių, organizacinių priemonių ir teisinių normų, skirtų žmonėms apsaugoti nuo pavojingų ir kenksmingų elektros srovės, elektros lauko, elektromagnetinio lauko, statinės elektros poveikio, žingsnio įtampos visuma. [13]

Pramoninio elektrotaumtizmo priežastys:

- Nepakankamas elektros srovės pavojingumo įvertinimas;
- Netinkamai eksploatuojami elektros įrenginiai;
- Neapmokyti arba prastai apmokyti darbuotojai;
- Abejingumas, aplaidumas.

Elektros srovės poveikis žmogaus organizmui priklauso nuo:

- Žmogaus kūno elektrinės varžos;
- Srovės stiprumo ir dažnio;
- Srovės tekėjimo trukmės;
- Srovės kelio;
- Žmogaus individualiųjų ypatybių;

Elektros traumos. Mechaninis sužalojimas, kuomet, tekant srovei, įvyksta nevalingi raumenų susitraukimai, žmogus išsigąsta, gali nukristi, prisiliesti prie judančių įrenginių. Kartais, tekant srovei gali plyšti odos nervinis audinys, kraujotakos indai, lūžti kaulai. Elektros šokas, tai sunki organizmo reakcija, sukeliama elektros srovės. Jo metu sutrinka kraujo apytaka, medžiagų apytaka, kvėpavimas. Šokas gali trukti nuo keliolikos minučių iki kelių parų.

Apsaugos nuo elektros kriterijai. Veikimo laikas ir srovės dydis – tai pagrindiniai parametrai, nuo kurių priklauso gresiančios elektros traumos sunkumas. Apsaugos priemonės ir būdai, saugantys nuo elektros srovės poveikio, turi būti parenkami taip, kad nebūtu viršijamos leistinosios žmogaus kūnu tekančios srovės ir jo tekėjimo trukmės, arba neturi būti viršyta leistinoji prisilietimo įtampa.

Elektros srovės veikimo mechanizmas. Siekiant sumažinti nukentėjusiųjų nuo elektros srovės skaičių, reikia teisingai įvertinti srovės pavojingumo kriterijus. Srovė ir liesties įtampa sukelia įvairias organizmo reakcijas. Netikėtai prisilietus prie srovės dalių yra juntamas skausmas

prisilietimo vietoje, prarandama sąmonė, gali įvykti reflektorinis nervų sistemos pažeidimas. Prisilietimas abiem rankom prie srovės dalių gali sukelti rankų mėšlungį, jas sunku atitraukti, gali įvykti širdies fibriliacija.

Patalpų klasifikavimas ir darbo salygos. Pagal elektros srovės keliamą pavojų žmogui patalpos skirstomos į pavojingas, labai pavojingas ir normalias:

- Pavojingos, charakterizuojantys požymiai: labai drėgna, elektrai laidžios dulkės, srovę praleidžiančios grindys, karštis, galimybė prisiliesti prie tuo pačiu metu prie neižemintų metalinių elektros instaliacijos arba įrenginių dalių ir pastato dalių (konstrukcijų, komunikacijų) turinčių ryšį su neutraliaja žeme.
- Labai pavojingos, šlapia, chemiškai ir biologiškai aktyvi terpė, aplinkoje veikia du ir daugiau pavojingų požymių.
- Normalios, jeigu nėra prieš tai išvardintų požymių, sausa, nėra dulkių, cheminiu bei biologiniu atžvilgiu aplinka neagresyvi, temperatūra nėra aukšta

Apsaugos priemonės ir būdai. Organizacinės, sumažinančios tikimybę prisiliesti prie elektros įrenginių turinčių įtampą: apmokymas, individualių apsaugos priemonių taikymas, teisinga darbo vietų organizacija ir darbo režimai, įspėjamųjų ženklų panaudojimas, signalizacija, įspėjanti apie įtampos įjungimą. Organizacinės – techninės, kliudančios įtampos atsiradimui ant elektrai laidžiu elektros įrenginio dalių: aptvertos ir izoliuotos srovinės dalys su izoliacijos nuolatinės kontrolės įtaisais, kilnojamųjų įžemiklių, izoliuotų darbo vietų, saugių tinklo darbo režimų panaudojimas.

Techninės, skirtos apsaugoti žmogų prisilietus prie įtampą turinčių dalių:

- Apsauginis įžeminimas;
- Įnulinimas;
- Apsauginis atjungimas su savikontrolė;
- Potencialų išlyginimas, suvienodinimas;
- Mažų įtampų panaudojimas (iki 50V)
- Tinkle sistemų elektrinis išskyrimas;
- Apsauga nuo aukštos įtampos perėjimo įžemos įtampos pusę;
- Talpinių nuotėkio srovių kompensavimas;
- Apsauga nuo įžemėjimo.

Šiuos būdus ir priemones naudoja kartu arba atskirai priklausomai nuo tinklo įtampos, srovės rūšies, transformatoriaus neutralės režimo, galimybės žmogui įsijungti į elektros srovės grandinę. Pagrindinė apsauga paprastai realizuojama sunkiai pašalinama arba pažeidžiama izoliacija ir atitinkamo lygio gaubtais. Šios priemonės neleidžia netikėtai prisiliesti prie pavojingų įtampą turinčių įrenginio dalių. Tačiau, jos nepakankamai apsaugo nuo sąmoningo prisilietimo.

Pastate įrenginiai yra su apsauginiu inūlinimu, kadangi patalpos yra chemiškai agresyvių medžiagų todėl priskiriama labai pavojingoms patalpoms ir prietaisai yra inulinama nuo 50 V. [23]

4.4. Darbo higiena

Darbo aplinka, tai darbuotoją tiesiogiai suprantanti erdvės dalis, kurioje ji gali veikti kenksmingi ir pavojingi veiksniai. Dirbančiojo žmogaus organizmas reaguoja į daugelį įvairių dirgiklių: darbo operacijų trukmę, klausos, uoslės, regėjimo bei lytėjimo organų poveikį. Darbinė veiklą koordinuoja centrinė nervų sistema. Žmogus greitai pavargsta, jeigu netinkamai organizuotas darbas. Darbdavys pagal atlikto darbo vietų higieninio įvertinimo rezultatus turi imtis atitinkamų priemonių. [14]

Darbo higiena – sritis, kuri tiria darbo proceso ir gamybinės aplinkos veiksnių poveikį darbuotojų organizmui bei nuspėjanti reikalingas saugos priemones profesiniam susirgimui išvengti. Kiekvienai darbo vietai yra nustatomi reikalavimai higienai ir ergonomikai.

Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Darbo aplinkos meteorologinės sąlygos, kurios nustatomos pagal žmogaus organizmą veikiančius oro temperatūros, drėgmės ir oro judėjimo greičio parametrų derinius bei technologinės įrangos, atitvarų paviršių temperatūrą ir šiluminį spinduliavimą. [24]

Šaltuoju metu laikotarpiu:

- Operatorinė – Ia lengvas darbas, oro temperatūra yra 21 -25 °C;
- Gamybinės patalpos – vidutinio sunkumo IIb ar net sunku III darbas, temperatūra siekia iki 15 °C;

Šiltuoju metu laiku:

- Operatorinė – Ib lengvas darbas, temperatūra siekia 21 – 28 °C;
- Gamybinės patalpos – III sunkus darbas, vidutinio sunkumo IIb darbas, 15 – 26 °C temperatūra.

Cheminės nuodingos medžiagos gali patekti į žmogaus organizmą kvėpuojant, kartu su vandeniu, maistu, per odą ir jį apnuodyti. 4.3 lentelėje pateikta gamybos medžiagų toksiškumo charakteristika. Didžiausia tikimybė apsinuodyti yra įkvepiant su oru nuodingų dujų arba nesilaikant asmeninės higienos reikalavimų. Lietuvos higienos norma HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poreikio ribiniai dydžiai“.

4.3 lentelė. Gamybos medžiagų toksiškumo charakteristika

Žaliavos, gatavas produktas, atliekos	Toksiškumo charakteristika (pavojingumo klasė)	Kenksmingų cheminių medžiagų koncentracijų ribiniai dydžiai darbo aplinkos ore pagal HN 23:2011	Asmeninės apsaugos priemonės
Dolomitas	H318 – smarkiai pažeidžia akis, H335 – gali dirginti kvėpavimo takus. Naudojant dolomitą reikia saugotis, kad jis nepatektų į akis, aštrios dalelės gali pažeisti odą, kvėpavimo takus.	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis (IPRD) – 2 mg/m ³ , trumpalaikio poveikio ribinis dydis (TPRD)- 5 mg/m ³	Filtruojančios dujokaukės; respiratoriai su filtruojančiomis dėžutėmis, skirtomis apsaugai nuo dulkių; apsauginiai akiniai; pirštinės; kremai; guminiai batai; darbo drabužiai.
Fosforo rūgštis	H314 - Smarkiai nudegina odą ir pažeidžia akis. Fosforo rūgštis sąlygoja odos ir akių nudegimus bei dirginimą. Rūgšties rūkas gali dirginti kvėpavimo takus. Nurijus, galimas burnos ir gerklės, skrandžio – žarnyno dirginimas ar (žaizdų) opų atsiradimas. Nurijus itin didelį medžiagos kiekį pasekmės gali būti mirtinos.	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis (IPRD) – 1 mg/m ³ , trumpalaikio poveikio ribinis dydis (TPRD) - 2 mg/m ³	Darbo rūbai, guminė avalynė, šalmas, akiniai, pirštinės, veido kaukė su dujų filtru.
Kalcio fosfatai (dulkės)	Kalcio fosfatai nepavojingi, tačiau pastoviai dirbant aplinkoje, užterštoje kalcio fosfatų dulkėmis, gali dirginti kvėpavimo takus.	Ilgalaikio poveikio ribinis dydis (IPRD) (įkvepiamoji frakcija) – 10 mg/m ³	Filtruojančios dujokaukės; respiratoriai su filtruojančiomis dėžutėmis, skirtomis apsaugai nuo dulkių; apsauginiai akiniai; pirštinės; kremai; guminiai batai; darbo drabužiai.
Gamtinės dujos	Gamtinės dujos yra bespalvės, bekvapės nenuodingos, bet veikia žmogaus organizmą troškinančiai. Gamtinių dujų koncentracijai viršijant 20 % - jaučiamas deguonies trūkumas, o viršijus 30 % - galimas uždusimas. Kad jaustumė dujų kvapą jos odoruojamos.	300 mg/m ³	Kvėpavimo takų apsauga: filtruojančios kaukės, puskaukės. Rankų apsauga: apsauginės pirštinės. Kūno apsauga: apsauginiai darbo rūbai, batai. Akių apsauga: apsauginiai akiniai.

Norint išvengti pavojų, darbuotojai apmokinami pirmos pagalbos ir instruktuojami kaip naudotis apsaugos priemonėmis prieš pradėdant darbą.

4.5. Gaisrinė sauga

Projektuojamoje kalcio fosfato technologijos linijoje, galimi skysčių ir dujų gaisrai. Norint pažaboti gaisrą ir jo plitimą, pasitelkiamos tokios priemonės kaip gesintuvai, dėžės su smėliu ar specialiom medžiagom skirtais sorbentais, gaisriniais hidrantais bei pačia gaisrine saugos sistema. Norint būti ramiems dėl vandentiekio, vamzdynas turi būti tvarkingas.

Gesintuvai yra skirstomi į kelias kategorijas:

- Vandens gesintuvai (pripildyti vandens, vandens su priedais, arba vandens ir putų koncentrato mišinys). Dėl vandens galima laikyti tik teigiamoje temperatūroje. Tinka „A“ ir „B“ klasės gaisrams.
- Miltelių gesintuvai (pripildyti gesinimo miltelių). Tinka gesinti kietoms medžiagoms, degiems skysčiams, elektros įrenginiams. Galima laikyti neigiamoje temperatūroje. Tinka gesinti iki 1000 voltų veikiančius elektros prietaisus. Tinka „B“, „C“, „D“ ir „E“ klasės gaisrams.
- Anglies dioksido gesintuvai (pripildyti anglies dioksido). Tinka gesinti degius skysčius ir elektros įrangą. Gesintuvai sunkūs dėl storų sienelių. Tinka gesinti iki 1000 voltų veikiančius elektros prietaisus. Gesinamoji medžiaga nekenkia gesinamiems daiktams. Tinka „C“ ir „E“ klasės gaisrams gesinti.

Gesintuvai privalo būti laikomi lengvai prieinamose bei matomose vietose. Laikomi taip, kad matytųsi užrašai, išpėjamieji ženklai. Įvertinus gaisro pavojų pastate buvo nuspręsta, jog reikia 5 vandens gesintuvų, bei 5 anglies dioksido gesintuvų.

Taip pat patalpose turi būti pakabintas evakuacijos planas kuriuo žmonės galėtų evakuotis, taip pat šviečiantis ženklai, rodyklės kuria kryptimi bus randamas išėjimas iš pastato. Pagrindinis evakuacijos kelias turi būti pažymėtas ryškia ištisine linija, atsarginis punktyru, taip pat plane turi būti informacija, kur galima rasti telefoną, gesintuvus, smėlį. Gamybinio cecho pastato pirmojo aukšto evakuacinis planas nurodytas 4.1 paveiksle. Privalo pastate būti automatinė gesinimo sistema, esant gamybinėms patalpoms, Asg pagal pavojingumo kategorijai veikimo principas nuo gaisro aptikimo ir signalizavimo sistemos iki stacionariosios gaisrų gesinimo sistemos taip pat turi turėti rankinį paspaudžiant mygtuką. [25]



4.1 pav. Kalcio fosfatų gamybinių patalpų pirmo aukšto evakuacijos planas

5. Statybiniai sprendimai

5.1. Bendroji dalis

Planuojama ūkinė veikla – kalcio fosfatų gamybos modernizavimas su naujo gamybinio pastato rekonstravimu numatoma esamoje AB „Lifosa” gamybinio komplekso teritorijoje Juodkiškio g. 50, Kėdainiuose. Trašų gamybos modernizavimui numatoma kompanijos „Lifosa” technologinė įranga, jos montavimą numatant rekonstruojamame gamybinės paskirties pastate. Gamybinis pastatas rekonstruojamas šiuo metu neužstatytoje zonoje, pastato užstatymo plotas —3780 m², bendras plotas — 4000 m², tūris — 94500 m³, aukštų skaičius 3, pastato aukštis 25 m, užtikrinant reikalingus technologinės įrangos poreikius numatomas iki 22 m aukščio. Pagrindiniai duomenys yra pateikti 5.1 lentelėje.

Didžioji sklypo dalis yra išasfaltuota. Aplink išasfaltuota sklypo dalį užima žolė, želdiniai, keli medžiai. Teritorijoje išasfaltuotas kelias, su 1 m šaligatviais skirtas darbuotojams.

5.1 lentelė. Bendrieji duomenys apie pastatą ir sklypą

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vienetas
1	Sklypas Sklypo plotas; Statinio užimtas plotas;	0,45 ha 3846,25
2	Pastatas Gamybos našumas; Bendras plotas; Pagrindinis; Administracinis; Pastato tūris; Pastato aukštis; Aukštų skaičius;	200 000 t/metus 4000 m ² 3780 m ² 0 m ² 94500 m ³ 25 m 3 vnt

5.2. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

Inžinerinių sistemų skirtas sklypas yra padalintas į atskirus plotus ir aukštus, kad būtų efektyviai panaudota pastato teritorija paliekant vietos autotransportui, bei atskiriant agregatus vienus nuo kitu pagal savo veikimo principą, užduotį, taip pat atskiriant dėl galimo pavojaus susidarymo – gaisro, avariniams situacijoms likviduoti, ar remonto darbų patogumui pasiekti agregatą.

Pastate esančia technologinės linijos įranga sudaro:

Būgninis granulatorius džiovykla (3), yra pastatytas ant išbetonuoto bloko, kuris nuo žemės į viršų pakilęs yra per 1 m, jo ilgis 13 m.

Reaktoriai yra pirmame aukšte, jos yra įtvirtintos ant betono blokų kurie yra pakilę per 0.3 m.

Talpos su maišyklėmis (8, 14, 20) yra pastatytos ant betono blokų, pakilusiu nuo žemės 0,3 m.

Elevatorius (9) yra prilaikomas per visus trys aukštus, elevatoriaus aukštis yra 22 m, bei pačiame viršuje yra specialus techninis aukštas kuriuo galima aptarnauti tiek elevatorių, tiek šiektiek po juo

esantį vibro paskirstytuvą (15), po jų toliau seka sijotuvai (16), prie jų yra taip pat atskiras techninis pakilimas nuo trečio aukšto grindų 0,5 m aukščio.

Aušintuvai (21) yra įtvirtinti tiesiogiai prie trečio aukšto paviršiaus ir lubų, jų ilgis 11,462 m.

Pagrindinės sklypo inžinerinės sistemos: vandentiekis, nuotekos ir elektra.

- Pastato sklypo sutvarkymas ir projektiniai planai

Sklypas yra Kėdainiuose, Juodkiškio gatvėje. Sklypo plotas 184.0429 ha, užstatyta teritorija - 174.0659ha. planuojamo pastato plotas yra 3780 m². Patogi vieta gauti žaliavas ir tiekti produktą. Likęs sklypo plotas yra apsodintas žole. Išasfaltuota šalia stovėjimo aikštelė.

- Architektūriniai sprendimai

Įmonės pastato grindis sudaro 1m gylio sutankintas gruntas ir ant jo 350 mm storio išlietas betonas, planuojama, kad tokios grindys turi atlaikyti įrengimų ir talpyklų svorius.

Sienos sudarytos iš gelžbetonio (260 mm). Prie jų yra priklijuotas 300 mm storio polistireninis putplastis EPS 70, kurio užteks norint išlaikyti šilumą patalpose. Ant putplasčio yra uždėtas armavimo tinklis ir plonasluoksnis armuotas tinkas.

Pastato stogas projektuojamas su nuolydžiu ($\sim 1^\circ$). Stogo danga yra prilydoma bituminė. Dengimui naudojamos 300 cm gelbetoninės plokštės. Prie jų priklijuota 400 mm storio akmens vatos izoliacija.

- Konstrukciniai sprendimai

Stogą laiko gelžbetoninės konstrukcijos. Pastato karkasą sudaro gelžbetonis. Pastatas šildomas dujiniu katilu, taip pat šiluma, gaunama iš technologinio proceso sutaupant energijos, dujos yra atvestos iš Kėdainių miesto. Gelžbetoninės kolonos 400 x 400 mm išdėstytos kas 6m.

- Inžineriniai sprendimai

Pastato apšvietimui bus naudojami „smd“ tipo diodų šviestuvai, kurie suvartoja mažiau elektros lyginant su kaitrinėmis ar halogeninėmis lempomis.

Didžioji dalis elektros bus naudojama iš Lifosos elektrinės

Įmonė darbuotojų reikmėms vandenį naudos iš Kėdainių vandentiekio, o technologiniams procesams bus pumpuojamas iš Nevėžio upės.

Produkcijos silosai papildomai aeruojami suspaustu oru, kuris tiekiamas oro turbinomis.

6. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

Projektuojamo kalcio fosfatų gamybos linijos technologiją, reikia atsižvelgti ar šią naudojamą technologiją yra ekonomiškai palanki. Susisteminti turimas inžinerijos ekonomikos žinias ir jas pritaikyti pagrindžiant inovacijos diegimo būtinumą, apskaičiuojant pagrindinio kapitalo ir apyvartinių lėšų poreikį, parenkant finansavimo šaltinius ir atliekant inovacinio projekto ekonominį-finansinį vertinimą. Vertinat investicinį projektą, daroma prielaida, kad projekto rodikliai skaičiuojami penkeriems metams.

Nors šiuo metų kalcio fosfatus galima gaminti iš patrauklesnių žaliavų kaip kalkės, tačiau reikia atsižvelgti į tai, jog kalkės nėra atsinaujinantis šaltinis ir reikia atsižvelgti į kitą kaip žaliavos atmainą dolomitą, turintį tas pačias chemines medžiagas, tik kiek prasčiau reaguojantį nei kalkes. Dėl šios priežasties įmonė turi žvelgti į ateitį, analizuoti aplinkos veiksnius ir diegti naujas inovacijas savo gamybose. Būtent taip įmonės tampa pranašesnėmis nei kitos, gali pasiūlyti daugiau tiek klientams, tiek darbuotojams.

6.1. Projekto investicijos ir jų finansavimo šaltiniai

Projekto investicijų skaičiavimas pradedamas nuo kaštų, reikalingų ilgalaikiam turtui įsigyti, skaičiavimo. Antras kaštų elementas - trumpalaikio -apyvartinio kapitalo įsigijimo kaštai. Projekto kaštuose taip pat numatyti statybos ir montavimo darbų, personalo apmokymo ir kitus kaštus.

Finansavimo šaltiniai paprastai yra: nuosavos įmonės lėšos ir bankų ar kitų investuotojų paskolos, ES struktūrinių fondų parama.

Kaštų suma turi būti lygi finansinių šaltinių sumai. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai pateikti 6.1 lentelėje.

6.1 lentelė. Projekto finansavimo poreikis ir šaltiniai

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	tūkst. Eur	Struktūra	tūkst. Eur
1. Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	1103,92	1. Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai	4000,00
2. Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	114,02	2. Paskolos	2000,00
3. Statybos, montavimo darbų kaštai	2825,00	3. Kiti finansinių lėšų šaltiniai.	-1922,06
4. Kiti kaštai	35,00		
Viso kaštų:	4077,94	Viso šaltinių:	4077,94

6.1.1. Trumpalaikio turto (apyvartinių lėšų) vertės skaičiavimas

Apyvartinio kapitalo/lėšų poreikį pirmaisiais projekto gyvavimo metais galima nustatyti apytiksliai, remiantis lygtimi:

$$AL_1 = BG.K / 360 \times nap; \quad (6.1)$$

čia: nap - apyvartos trukmė, dienomis; BG.K - gamybos kaštai, tūkst. Eur.

Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą, keičiantis gamybos apimčiai antraisiais ir vėlesniais metais, apskaičiuojamos praeitų metų apyvartinį kapitalą pakoreguojant pagal gamybos apimties prieaugio koeficientą, kuris nustatomas pagal formulę:

$$k = BBK_j / BGK_j - 1; \quad (6.2)$$

Čia BBK_j – gamybos kaštai einamaisiais metais; BGK_j – gamybos kaštai ankstesniais metais.

Apyvartinių lėšų metinis poreikis (AL_i) antraisiais, trečiaisiais ir i -tais metais nustatoma pagal formulę:

$$AL_i = AL_1 \times k \quad (6.3)$$

Apyvartinio kapitalo/lėšų poreikio prieaugis tam tikrais metais nustatomas pagal formulę:

$$\Delta AL_i = AL_1 - AL_{i-1} \quad (6.4)$$

6.2 lentelėje pateikiama trumpalaikio turto poreikio duomenys.

6.2 lentelė. Trumpalaikio turto poreikis

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai					
	0	1	2	3	4	5
1. Gamybos kaštai, tūkst.. Eur.	-	4890,43	4890,43	4890,43	4890,43	4890,43
2. Apyvartinių lėšų metinis poreikis, tūkst. Eur	-	1630,14	1630,14	1630,14	1630,14	1630,14
3. Apyvartinių lėšų papildomas poreikis, tūkst. Eur	-	1141,10	0,00	0,00	0,00	0,00
4.. Apyvartinės lėšos, tūkst. Eur*	489,04	1630,14	1630,14	1630,14	1630,14	1630,14

6.2. Produkcijos gamybos apimties planavimas

Planuojant gamybos planavimo procesą yra nustatoma gamybos apimtis natūriniais vienetais prekės gyvavimo ciklui (vidutiniškai penkerių metų laikotarpiui), pradedant rinkos įsisavinimu ir baigiant pardavimo masto smukimu (6.3 lentelė). Brandos stadijoje gamybos įsisavinimo koeficientas lygus 1. (rekomenduojami brandos metai yra 2 ir 3 metai). Kitais projekto eksploataavimo metais įsisavinimo koeficientą tikslinga priimti 0,6 - 0,9 ribose ir pagal jį apskaičiuoti gamybos apimtis.

6.3 lentelė. Produkcijos gamybos apimties planavimas

Projekto metai	Įsisavinimo koeficientas	Gamybos apimtis, natūriniais vienetais
		Kalcio hidrofosfato gaminys
I	1	175200
II	1	175200
III	1	175200
IV	1	175200
V	1	175200

6.3. Gamybos kaštai

Pagal kaštų priklausomybę nuo gamybos apimties kitimo gamybos kaštai skirstomi į pastoviuosius (sąlyginai pastovūs) ir kintamus kaštus. Pastovieji kaštai nepriklauso (arba beveik nepriklauso) nuo gamybos apimties pokyčių (pvz., administracijos darbuotojų darbo užmokestis, patalpų apšildymo, nuomos ir kitos išlaikymo išlaidos). Kintamieji kaštai kinta proporcingai gamybos apimties pokyčiui (pvz., žaliavų, pagrindinių medžiagų, energijos technologijai kaštai, pagrindinių gamybinių darbininkų darbo užmokestis ir kt). Toks išlaidų suskirstymas svarbus, nustatant kritinę gamybos programą lūžio taško metodu.

6.3.1. Tiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Kai žinomas gamybos planas, galima skaičiuoti žaliavų, medžiagų, energijos, darbo ir kitų išteklių poreikį, reikalingą planuojamai gamybos apimčiai įvykdyti. Remiantis apskaičiuotu išteklių poreikiu natūriniais vienetais ir jų verte, sudaromas gamybos kaštų planas: apskaičiuojamos tiesioginės ir netiesioginės gamybos išlaidos kiekvieniems projekto gyvavimo metams atskirai.

Išlaidos pagrindinėms žaliavoms ir medžiagoms.

Planuojant gamybos aprūpinimą žaliavomis ir pagrindinėmis medžiagomis, pirmiausia skaičiuojamas šių medžiagų poreikis. Brandos metais išlaidos pagrindinėms medžiagoms apskaičiuotos laboratoriniame darbe, reikia jas proporcingai gamybos apimčiai apskaičiuoti ir kitiems projekto gyvavimo metams atskirai. (Pagrindinių medžiagų poreikis ir išlaidos pateikiamos 6.4 lentelėje.

6.4 lentelė. Išlaidos pagrindinėms medžiagoms ir žaliavoms

Medžiagos (žaliavos) pavadinimas	Gamybos planas, vnt.	Medžiagų sunaudojimo norma gaminiai, natūriniais vienetais	Medžiagos kaina, Eur/vnt.	Medžiagos poreikis, natūriniais vienetais	Medžiagų kaštai	
					gaminio, Eur/vnt.	viso, tūkst. Eur
1 metai						
Dolomitas	0,56	700,00	98,11	0,39	68,68	0,56
Fosforo rūgštis	0,45	20,00	78,84	0,01	1,58	0,45
Iš viso:	-	-	-	-	0,40	70,26
2 metai						
Dolomitas	0,56	700,00	98,11	0,39	68,68	0,56
Fosforo rūgštis	0,45	20,00	78,84	0,01	1,58	0,45
Iš viso:	-	-	-	-	0,40	70,26
3 metai						
Dolomitas	0,56	700,00	98,11	0,39	68,68	0,56
Fosforo rūgštis	0,45	20,00	78,84	0,01	1,58	0,45
Iš viso:	-	-	-	-	0,40	70,26
4 metai						
Dolomitas	0,56	700,00	98,11	0,39	68,68	0,56
Fosforo rūgštis	0,45	20,00	78,84	0,01	1,58	0,45
Iš viso:	-	-	-	-	0,40	70,26
5 metai						
Dolomitas	0,56	700,00	98,11	0,39	68,68	0,56
Fosforo rūgštis	0,45	20,00	78,84	0,01	1,58	0,45
Iš viso:	-	-	-	-	0,40	70,26

Išlaidos pagrindinėms medžiagoms (MK_t) apskaičiuojami, dauginant medžiagų kiekį (B_{mi}) iš jų kainos (c_{mi}) ir jas sudedant:

$$MK_i = \sum n_i B_m \times c_{mi} \quad (6.5)$$

Išlaidos pagrindinių gamybinių darbininkų darbo užmokesčiui 6.5 lentelėje.

6.5 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

Gaminys	Metinė gamybos apimtis	Laiko norma arba išdirbio norma	Programos darbo imlumas, tūkst. h	Darbininkų skaičius	Valandinis tarifinis atlygis, Eur/val.	Pagrindinis darbo užmokest	Papildomas darbo užmokest	Bendra s darbo užmokest	Atskaitymai soc. draudimui
						tūkst. Eur	tūkst. Eur	tūkst. Eur	tūkst. Eur
MCP	175200	1	175,2	97,58	5,2	5,2	911,04	81,95	992,99

Išlaidos technologinių procesų energijai

Pramonės įmonės naudoja įvairių rūšių energiją (elektros, šiluminę energiją ir kt). Energija įmonėje naudojama įvairiems reikalams: technologijai, įrengimų variklių varymui (jėgai), apšvietimui, apšildymui ir t.t. Išlaidos įvairių rūšių technologinių procesų energijai laikomos tiesioginėmis išlaidomis,

Priklausomai nuo technologinio proceso ir gaminamos produkcijos, analogiškai reikia apskaičiuoti energetines išlaidas ir išlaidas vandeniui. Apskaičiavus visas tiesiogines išlaidas, jos susumuojamos ir surašomos į 6.6 bei 6.7 lenteles.[15]

6.6 lentelė. Tiesioginės išlaidos elektros energijai

Įrengimų pavadinimas ir markė	Įrengimų skaičius, vnt.	Variklio galia, kW	Darbo valandų skaičius metuose, h	Elektros energijos poreikis, kWh	1 kWh kaina, Eur	Išlaidos elektros energijai, tūkst. Eur
Elevatorius	1	25	3614,4	90360	0,6	54,216
Reaktoriaus maišiklis	3	3	3614,4	32529.6	0,6	19,51776
Aušintuvas	1	5	3614,4	18072	0,6	10,8432
SiurbLIAI	5	2.5	3614,4	45180	0,6	27,108
Juostinis transporteris	1	5	3614,4	18072	0,6	10,8432
Džiovykla	1	15	3614,4	54216	0,6	32,5296
Sraigtinis transporteris	1	10	3614,4	36144	0,6	21,6864
Sietas	1	15	3614,4	54216	0,6	32,5296
Viso:						209.27376

6.7 lentelė. Tiesioginės išlaidos vandeniui

Gaminio pavadinimas	Gamybos apimtis, natūriniais vnt.	Vandens sąnaudos metams, m ³	Lm ³ vandens kaina, Eur	Išlaidos vandeniui, tūkst. Eur
Gaminiai metams		4000	1,52	6,08
Viso:				6,08

6.3.2. Netiesioginių gamybos kaštų skaičiavimas

Prie netiesioginių gamybos išlaidų priskiriamos tiesiogiai su gamyba nesusijusios, bet sudarančios sąlygas gamybai (cechų meistrų, viršininkų, kontrolierių, sandėlininkų, valytojų ir kt. darbuotojų darbo užmokestis), darbo medžiagų, energijos ir amortizacijos (nusidėvėjimo) išlaidos (6.8, 6.9, 6.10, 6.11 lenteles.).

Pirmiausia nustatoma bendra metinė netiesioginių išlaidų suma, vėliau pagal pasirinktą kriterijų (proporcingai gaminamų gaminių kiekiui ar pagrindinių gamybinių darbininkų darbo užmokesčio struktūrai) šios išlaidos paskirstomos konkrečioms gaminių grupėms.

6.8 lentelė. Netiesioginės išlaidos darbo užmokesčiui

Profesija	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis darbo užmokestis, Eur	Pagrindinis fondas,	Atskaitymai soc. draudimui, Eur	Metinės išlaidos atlyginimams, Eur
			Eur		
Darbininkas	98	850	995,37	30,84	1026,20
Operatorius	10	1100	132,00	4,09	136,09
Inžinierius	1	1300	15,60	0,48	16,08
Viso:			1142,97	35,41	1178,37

Į netiesiogines išlaidas energijai įtraukiamos išlaidos vandeniui (buičiai), apšildymui ir apšvietimui. Eksploatacinės išlaidos sudaro 15-20 % nuo bendrų išlaidų. Vandens sunaudojimą per parą imti 30 ÷ 60 l vienam darbuotojui. Vandens poreikis metams apskaičiuojamas:

6.9 lentelė Netiesioginės išlaidos vandeniui

Išlaidų pavadinimas	Sunaudojimas per parą, l/1 dirb.	Poreikis metams, m ³	1 m ³ vandens kaina, Eur	Išlaidos vandeniui, tūkst. Eur
Šaltam vandeniui	2,00	54,51	1,40	0,08
Šiltam vandeniui				
Eksploatacinės išlaidos				0,02
Iš viso:				0,01

6.10 lentelė Netiesioginės išlaidos šildymui

Išlaidų pavadinimas	Šildomas plotas, m ²	1 m ² ploto šildymo kaina, Lt/mėn.	Šildymo sezonas, mėn.	Išlaidos šildymui per metus, tūkst. Lt
Patalpų šildymas	3780	0,15	6	3,402
Eksploatacinės išlaidos				0,5103
Viso:				3,91

6.11 lentelė Netiesioginės išlaidos apšvietimui

Išlaidų pavadinimas	Patalpų plotas	Apšvietimo norma, W/m ²	Energijos kiekis patalpoms apšviesti, kWh	1 kWh kaina, Lt	Išlaidos šildymui per metus, tūkst. Lt
Patalpų apšvietimas	3780	50	415800	0,6	249,48
Eksploatacinės išlaidos					37,422
Viso:					286,902

Eksploatacinės išlaidos sudaro 15 – 20 proc. bendrųjų išlaidų.

Energijos kiekis patalpoms apšviesti apskaičiuojamas pagal formulę:

patalpų plotas × apšvietimo norma × apšvietimo laikas, kWh.

Apšvietimo laikas priklauso nuo darbo režimo ir pastato konstrukcijos, bet dažniausiai jis apskaičiuojamas dauginant darbo dienų, pamainų ir darbo valandų skaičių:

darbo dienų skaičius × pamainų skaičius × darbo valandų skaičius, h.

Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

Amortizaciniai atskaitymai parodo pagrindinių priemonių vertės dalį, perkeliama į pagamintos produkcijos vertę (pagrindinių priemonių nusidėvėjimą). Pagrindinės priemonės savo vertę į pagamintos produkcijos savikainą perkelia (nusidėvi) palaipsniui per visą jų naudojimo įmonėje laikotarpį.

Rekomenduojama darbe naudoti tiesinį pagrindinių priemonių nusidėvėjimo apskaičiavimo metodą. Šiuo atveju metinė nusidėvėjimo suma NS apskaičiuojama, remiantis pagrindinių priemonių eksploataavimo trukme T:

$$N = \frac{V_1 - V_2}{T}$$

N – metinė nusidėvėjimo vertė, Eur

V₁ – turto pradinė vertė, Eur

V₂ – turto likvidacinė vertė, Eur (neturi viršyti 10 proc. pradinės vertės)

T – normatyvinė pagrindinių priemonių eksploataavimo trukmė, metais

Pagrindinių priemonių amortizacinius atskaitymus skaičiuojame atskirai gamybiniais cechams ir administracijai bei kitiems negamybiniais įmonės padaliniais, nes šios sumos, apskaičiuojant netiesiogines išlaidas, įtraukiamos į skirtingas sąmatas: gamybinių cechų pagrindinių priemonių amortizaciniai atskaitymai - į netiesioginių gamybos išlaidų sąmatą; negamybinių padalinių amortizacija – į veiklos sąnaudas.

Skaičiavimai atliekami 6.12:

6.12 lentelė. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas (amortizacija)

Ilgalaikio turto rūšis	Įsigijimo vertė, tūkst. Eur	Normatyvinė eksploataavimo trukmė	Nusidėvėjimo suma, tūkst. Eur metams					Likutinė vertė, tūkst. Eur
			1	2	3	4	5	
1. Pastatai	3000	30	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	2500,00
2. Įrengimai								
1. Elevatorius	12	30	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	10,10
2. Reaktorius	150	20	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13	114,38
3. Aušintuvas	15	15	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	10,25
4. Juostinis transporteris	5	30	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	4,21
5. Trupintuvas	35	10	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	18,38
6. Džiovykla	200	40	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	176,25
7. Sietas	15	15	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	10,25
8. SiurbLIAI	5	5	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,25
9. Absorberis	80	20	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	61,00
10. Ventilatorius	10	15	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	6,83
11. Dozatorius	15	15	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	10,25
12. Bunkeris	10	25	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	8,10
Viso:			123,97	123,97	123,97	123,97	123,97	2930,24

Apskaičiavus visas gamybos išlaidas (tiesiogines, netiesiogines) jos surašomos į suvestinę gamybos kaštų 6.13 lentelę.

6.13 lentelė. Gamybos kaštai

Parametrai	Gaminiai
	Kalcio fosfatas
1	2
Brandos stadijoje	
1. Pagrindinės medžiagos	70,26
1. Energija (šiluminė, elektros)	7,82
2. technologijai	0,0
3. Gamybinių darbininkų darbo užmokestis	1178,37
4. Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	365,06
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	3225,15
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	4846,67
Viso gamybos kaštų, %.	100,00
Produkcijos gamybos planas, tūkst. vnt	175200,00
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	27,66
Pirmaisiais projekto gyvavimo metais	
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	4846,67
Produkcijos gamybos planas, tūkst. vnt	175200
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	27,664
Antraisiais projekto gyvavimo metais	
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	4846,67
Produkcijos gamybos planas, tūkst. vnt	175200
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	27,664
Trečiaisiais projekto gyvavimo metais	
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	4846,67
Produkcijos gamybos planas, tūkst. vnt	175200
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	27,664
Ketvirtaisiais projekto gyvavimo metais	
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	4846,67

6.13 lentelės tęsinys

Produkcijos gamybos planas, tūkst. vnt	175200
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	27,664
Penktaisiais projekto gyvavimo metais	
Viso gamybos kaštų, tūkst. Eur	4846,67
Produkcijos gamybos planas, tūkst. vnt	175200
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	27,664

Gaminio gamybinė savikaina parodo vieno gaminio gamybos išlaidas ir apskaičiuojama, dalinant visą gaminio gamybos kaštų sumą iš jo gamybos apimties.

6.4. Veiklos kaštai

Į veiklos sąnaudas (kaštus) įtraukiamos:

- pagalbinių medžiagų, skirtų administracijos patalpų išlaikymui, išlaidos;
- administracijos darbuotojų darbo užmokestis ir atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui;
- administracijos patalpų apšvietimo, apšildymo, vandens ir buitiniams reikmėms energijos išlaidos;
- administracijos pagrindinių priemonių amortizaciniai atskaitymai;
- paslaugos;
- produkcijos realizavimo išlaidos, mokesčiai, rinkliavos ir kitos išlaidos.

Nustatant jų apimtį, galima remtis faktiniais įmonės duomenimis, įmonės analogo duomenimis arba priimti, kad jos sudaro 5-30 % gamybos kaštų. Veiklos sąnaudos pateiktos 6.14 lentelėje.

6.14 lentelė. Veiklos sąnaudos

Išlaidų rūšys	Suma, tūkst. Eur
1. Pardavimų sąnaudos:	145,40
<input type="checkbox"/> Reklama ir skelbimai	48,47
<input type="checkbox"/> Prekių išvežimas	96,93
2. Bendrosios ir administracinės sąnaudos:	1712,40
<input type="checkbox"/> Pagalbinės medžiagos	15,00
<input type="checkbox"/> Administracijos darbuotojų darbo užmokestis	1171,12
<input type="checkbox"/> Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	362,81
<input type="checkbox"/> Energija	50,00
<input type="checkbox"/> Amortizaciniai atskaitymai	50,00

6.14 lentelės tęsinys

<input type="checkbox"/> Paslaugos	5,00
<input type="checkbox"/> Komandiruotės	10,00
<input type="checkbox"/> Mokesčiai ir rinkliavos	48,47
Viso:	1857,80

Skaičiavimuose galima priimti, kad:

- - pardavimų sąnaudos sudaro (0,5-5 % pardavimo pajamų);
- - įrengimų eksploatacijos išlaidos (1,0-5 % pradinės įrengimų sumos);
- - išlaidos darbo apsaugai (10-30 Eur vienam darbuotojui).

Veiklos mokesčiai:

- - patentas;
- - žemės nuomos mokestis (konkreči suma);
- - kelių mokestis (0,1-0,5 % pardavimo pajamų);
- - nekilnojamojo turto mokestis (1 % pagrindinio kapitalo).

Veiklos sąnaudos yra netiesioginės, pastovios išlaidas, kurias atskiriems gaminiams paskirstome (6.15 lent.)

6.15 lentelė. Veiklos sąnaudų paskirstymas

Rodikliai	Viso	Gaminys
Gamybos kaštai, %	100,00	100,00
Veiklos sąnaudos, tūkst.Eur	1857,80	1857,80
Pardavimo planas, tūkst. vnt.		175200,00
Gaminiui tenkančios veiklos sąnaudos, Eur	-	10,60

6.5. Finansinės ir investicinės sąnaudos

Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudoms šiuo atveju priskiriamos palūkanos už banko paskolas. Rekomenduotina ieškoti pigesnių investicijų padengimo šaltinių, todėl siekiant sumažinti kapitalo kainą, tikslinga imti ilgalaikę paskolą. Palūkanų normą rekomenduojama imti pagal Lietuvos banko statistinę informaciją.

Palūkanų mokėjimo ir paskolos grąžinimo planas pateikiamas 6.16 lentelėje. [16]

6.16 lentelė. Palūkanų mokėjimo ir paskolos gražinimo planas

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
1. Paskolos suma, tūkst. Eur.	2000,00	1600,00	1200,00	800,00	400,00
2. Metinė palūkanų norma, proc.	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
3. Palūkanos, tūkst. Eur.	50,00	40,00	30,00	20,00	10,00
4. Paskolos padengimas, tūkst. Eur	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00

Paskolos ir palūkanų mokėjimą skaičiuojame linijiniu metodu, t.y. paskolos padengimą išdėstome proporcingai visiems metams, o palūkanas skaičiuojamos nuo likusios paskolos sumos.

6.6. Gaminių kainos skaičiavimas

Apskaičiavus visas sąnaudas, nustatome gaminių kainas. Gaminių kainos apskaičiuojamos remiantis jų gamybos pilnomis išlaidomis ir planuojama pelno norma, kuri neturi būti mažesnė, negu 5 %.

Gaminio kainą (c_i) sudaro jo pilnoji savikaina (sp_i) ir pelnas (p_i), kurį apskaičiuosime, įvertinę gaminio pelningumą R_i

$$c_i = sp_i + p_i$$

$$R_i = (p_i / sp_i) \times 100;$$

$$p_i = (R_i \times sp_i) / 100.$$

Gaminio pilnąją savikainą sudaro jo gamybinė savikaina (sg_i) ir veiklos sąnaudos (vs_i) ir finansinės veiklos (fv_i) sąnaudos (palūkanos).

$$sp_i = sg_i + fv_i + vs_i.$$

Gaminių kainos skaičiavimų rezultatai pateikiami 6.17 lentelėje. Pastaba: žinant gaminių kainas, galima apskaičiuoti pagamintos produkcijos vertę.

6.17 lentelė. Gaminių kainų apskaičiavimas

Gaminiai	Gaminio gamybinė savikaina,	Gaminiui, tenkančios veiklos sąnaudos,	Gaminiui, tenkančios investicinės veiklos sąnaudos, Eur	Gaminio pilnoji savikaina, Eur	Pelnas		Kaina
	Eur	Eur			%	Eur/vnt.	
Gaminys	27.66	10.60	0.17	38.44	50.00	19.22	57.66

6.7. Projekto pelnas ir grynujų pinigų srautai

Šioje dalyje sudaroma pelno (nuostolio) ataskaita ir apskaičiuojami projekto grynieji pinigų srautai.

Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita kiekvieniems projekto gyvavimo metams pateikiama 6.18 lentelėje.

Bendras pelnas yra pardavimų pajamų ir parduodamos produkcijos gamybos kaštų skirtumas.

Veiklos pelnas (nuostolis) apskaičiuojamas iš bendrojo pelno atimant veiklos sąnaudas.

Finansinės veiklos pajamos tai - įmonės gautos palūkanos už banke laikomus pinigus ir suteiktas paskolas ir kt. Finansinės sąnaudos - palūkanos už banko paskolą.

Grynasis pelnas - tai pelnas liekantis įmonei, atskaičius pelno mokestį, kuris sudaro 15 % nuo apmokestinamo pelno sumos.

6.18 lentelė. Įmonės pelno (nuostolio) ataskaita, tūkst. Eur

	1	2	3	4	5
1. Pardavimų pajamos					
	10106,70	10096,70	10086,70	10076,70	10066,70
2. Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	4846,67	4846,67	4846,67	4846,67	4846,67
3. Bendras pelnas (nuostolis)	5260,03	5250,03	5240,03	5230,03	5220,03
4. Veiklos sąnaudos	1857,80	1857,80	1857,80	1857,80	1857,80
5. Veiklos pelnas (nuostolis)	3402,23	3392,23	3382,23	3372,23	3362,23
6. Finansinė ir investicinė veikla					
6.1. Pajamos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2. Sąnaudos	50,00	40,00	30,00	20,00	10,00
7. Pelnas (nuostolis) prieš apmokestinimą	3352,23	3352,23	3352,23	3352,23	3352,23
8. Pelno mokestis	502,83	502,83	502,83	502,83	502,83
9. Grynasis pelnas (nuostolis)	2849,40	2849,40	2849,40	2849,40	2849,40

Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita

Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) skaičiavimas Pinigų srautų ataskaitoje (6.19 lent.) parodomi per ataskaitinį laikotarpį gauti ir išleisti pinigai. Prognozuojant pinigų srautus atskirai nustatomi pinigų srautai iš įmonės veiklos, pinigų srautai iš investicinės veiklos, pinigų srautai iš finansinės veiklos.

Apskaičiuojant investicijų efektyvumą, įvertinami kiekvieno laikotarpio grynujų pinigų srautai iš įmonės veiklos bei pinigų srautai iš investicinės veiklos.

Pinigų srautai iš įmonės veiklos apskaičiuojami prie grynojo pelno pridėdant nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudas; atimant papildomas investicijas į apyvartinį kapitalą ir bei eliminavus finansinės veiklos sąnaudas (atimamos palūkanos) ir investicinės).

6.19 lentelė. Finansinės būklės pakitimų (pinigų srautų) ataskaita

Eil. Nr.	Rodikliai	„0“ metais	1 metais	2 metais	3 metais	4 metais	5 metais
I.	Pinigų srautai iš įmonės veiklos						
1.1.	Grynasis pelnas (nuostolis)		2849,40	2849,40	2849,40	2849,40	2849,40
1.2.	Nusidėvėjimo ir amortizacijos sąnaudos		123,97	123,97	123,97	123,97	123,97
1.3.	Papildomos investicijos į apyvartinį kapitalą	484,67	1130,89	0	0	0,00	0,00
1.4.	Finansinės ir investicinės veiklos sąnaudų eliminavimas	0	450,00	440,00	430,00	420,00	410,00
	Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos (1.1 1.2+1.3+1.4*)	-484,67	1392,48	2533,37	2543,37	2553,37	2563,37
II.	Pinigų srautai iš investicinės veiklos						
2.1.	Ilgalaikio turto perleidimas (įsigijimas)	3963,91					2930,24
	Grynieji pinigų srautai iš investicinės veiklos	-3963,91					2930,24
III.	Bendri metiniai pinigų srautai (I+II)	-4448,58	1392,48	2533,37	2543,37	2553,37	8423,85

Pinigų srautai iš investicinės veiklos investiciniu laikotarpiu („0“-iais metais) bus lygūs investicijoms į pagrindinį kapitalą (su minuso ženklu). Paskutiniaisiais metais jie bus lygūs ilgalaikio turto likutinei vertei (su pliuso ženklu).

Bendri metiniai pinigų srautai gaunami susumavus I-jį ir II-jį rodiklius.

Investicijų efektyvumo vertinimas

Efektyvumo rodikliai praktikoje naudojami kaip absoliutaus ir lyginamojo efektyvumo kriterijai lyginant investicinius projektus:

- skirstant juos į dvi grupes: efektyvius ir neefektyvius projektus. Antroji grupė atmetama, o pirmoji tampa tolimesnio vertinimo objektu;
- efektyvių projektų grupės tolimesnei analizei, siekiant priimti sprendimą, kuris iš jų yra efektyviausias.

Efektyvūs projektai tarpusavyje konkuruoja dviem atvejais:

- - jeigu keletas projektų leidžia pasiekti identišką rezultatą (kai projektai yra skirtingi), kiekvienu atveju esant nevienodoms sąnaudoms;

- kai keletas projektų yra nukreipta tam, kad pasiektume skirtingų rezultatų, ir kai konkurencija tarp jų išskyla dėl finansinių lėšų stokos.

Investicinis projektas (sumanymas) apibūdinamas ne tik ekonominio efektyvumo, bet ir socialinio, ekonominio, politinio efekto rodikliais.

Ekonominio projekto vertinimo metu turi būti parodyti projekto įgyvendinimo reikšmė, kuriant darbo vietas, galimybės naudoti vietinius išteklius, projekto įtaka aplinkos būklei, atlikta kapitalinių įdėjimų efektyvumo analizė ir kt.

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai (kaina) - visų investicijų projekto finansavimo šaltinių kainų svertinis vidurkis:

$$KK = \sum_{i=1}^n w_i r_i \quad (6.11)$$

KK=7,99 tūkst. Eur

čia: W_j - finansavimo šaltinių dalis kapitalo struktūroje; r_i - finansavimo šaltinio kaina.

Dažniausiai naudojamas skolintas ir nuosavas kapitalas. Nuosavo kapitalo kaina yra kapitalo savininkų pageidaujamas pelningumas (proc.), skolinto kapitalo kaina apskaičiuojama: $(1-t) \times i$; kur: t - yra pelno mokesčio tarifas, i - palūkanų norma.

Vertinant investicijas dažniausiai skaičiuojami šie rodikliai:

Diskontuotas investicijų atsipirkimo laikas (T),

Grynoji esamoji vertė (GEV),

Vidinė pelno norma (IRR)

Pelningumo indeksas skaičiavimas (PI)

Diskontuoto investicijų atsipirkimo periodo (T, angl. PP) skaičiavimas

Diskontuotas investicijų atsipirkimo periodas T - tai laikas per kurį ekonominė nauda padengia investicines išlaidas. Apskaičiuojamas, kaupiant grynuosius GPS ir stebint, kada jų suma taps lygi nuliui.

Atsipirkimo laikas paskaičiuojamas pagal formulę:

$$T = T_{t-1} + \frac{SPS_{t-1}}{GPS_t} \quad (6.12)$$

T=4,49 metai

čia: T - atsipirkimo laikas, T_{t-1} - metai prieš visišką išmokų padengimą, SPS_{t-1} - suminis pinigų srautas prieš visišką išmokų padengimą, GPS_t - visiško padengimo metų grynas pinigų srautas.

Kadangi projekto 5gyvendinimas trunka 5 metus, tai projektas priimtinas, jei $T < 5$ metai.

Grynosios esamosios vertės (GEV, angl. NPV) skaičiavimas

Sumuojant grynuosius pinigų srautus (GPS), diskontuotus pagal kapitalo kainą, gauname grynąją esamąją vertę (GEV). GEV - tai visų projekto diskontuotų GPS suma, pradedant nuliniiais metais.

$$GEV = GPS_0 + \sum_{t=1}^n \frac{GPS_t}{(1 + KK)^t} \quad (6.13)$$

GEV=8644,92 tūkst. Eur

čia: GPS – grynasis pinigų srautas, n – metai, t – metų skaičius, KK - kapitalo kaina/diskonto norma.

Taikant šį metodą, reikia atlikti šiuos žingsnius:

Apskaičiuoti kiekvieno laikotarpio diskontuotus GPS (diskontuokite kapitalo kainą);

Susumuoti metinius diskontuotus GPS, įskaitant ir „0“ metų;

Jei GEV yra teigiama, projektas priimtinas, jei neigiama - atmestinas; jei yra du alternatyvūs projektai, reikia pasirinkti tą, kurio GEV didesnė.

Teigiama GEV reiškia, kad tokia suma padidės įmonės turtas.

6.7.1. Vidinės pelno normos (angl. IRR) skaičiavimas

Vidinė pelno norma - tai diskonto norma, kuri projekto būsimųjų grynujų pinigų įplaukų dabartinę vertę prilygina projekto būsimų išlaidų dabartinei vertei. Tai ekvivalentiška tokiai išraiškai:

$$GEV = 0 = \sum_{t=0}^n \frac{GPS_t}{(1 + IRR)^t} \quad (6.14)$$

IRR= 32,7%

Norint apskaičiuoti IRR, diskonto norma koreguojama tol, kol GEV pasidaro lygi 0. Kad finansinė rizika neturėtų didelės įtakos investiciniam projektui (įmonei), reikia, kad vidinė pelno norma būtų didesnė už vidutinius svertinius kapitalo kaštus.

6.7.2. Pelningumo (PI) indekso skaičiavimas

Pelningumo indeksas apskaičiuojamas diskontuotų pinigų sumą (pradedant pirmaisiais metais), padalinus iš nulinių metų GPS.

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{GPS_t}{(1 + KK)^t}}{GPS_0} \quad (6.15)$$

PI=2,94

čia: $\sum_{t=1}^n \frac{GPS_t}{(1 + KK)^t}$ – diskontuotų GPS suma, pradedant pirmaisiais metais;

GPS_0 - nulinių metų GPS.

Jis parodo santykinį projekto pelningumą arba dabartinę pelno vertę, tenkančią dabartinių išlaidų vienam piniginiam vienetui. Projektas yra priimtinas, jei PI yra didesnis už vienetą; kuo jis didesnis, tuo projektas priimtinesnis.

6.7.3. Lūžio taško skaičiavimas

Šioje darbo dalyje reikia apskaičiuoti lūžio tašką ir pateikti lūžio taško grafiką. Lūžio taškas (arba Lūžio momentas) - tai tokia gamybos ir pardavimų apimtis, kuriai esant bendrosios pajamos lygios bendriesiems gamybos kaštams (kintamų ir pastovių kaštų sumai), o įmonės pelnas lygus nuliui. Pagal lūžio taško grafiką galima nustatyti, kokį kiekį produkcijos reikia pagaminti ir parduoti, kad įmonės veikla taptų pelninga. Lūžio taškas randamas skaičiuojant pelningiausio gaminio gamybos išlaidas bei pardavimų pajamas.

Lūžio taško arba kritinę gamybinę apimtį apskaičiuojame pagal formulę:

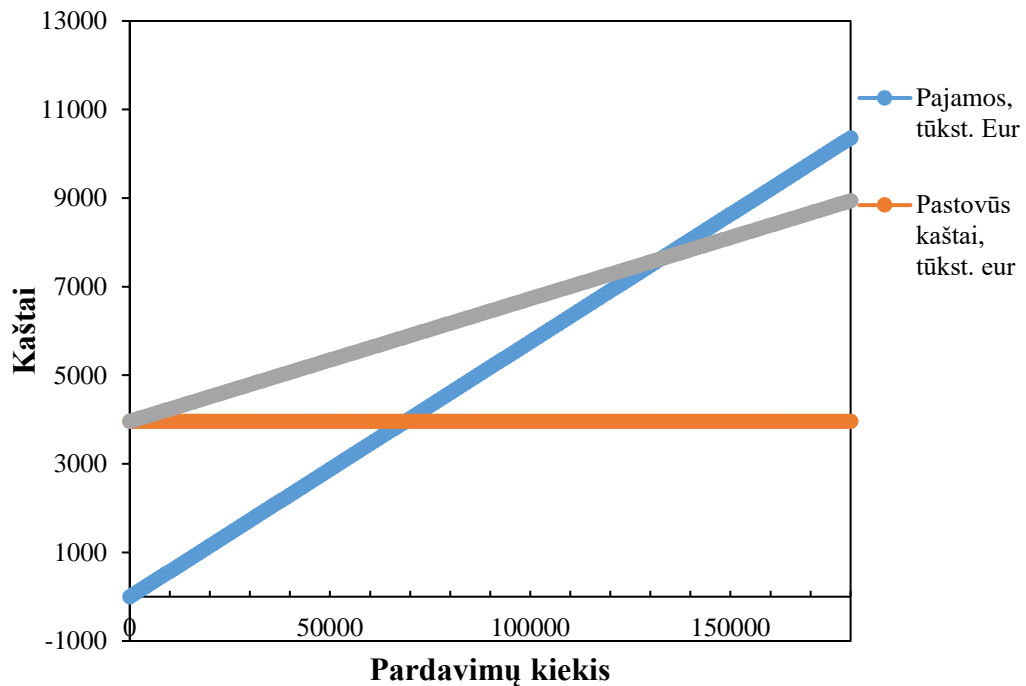
$$B_{Lj} = \frac{PK_j}{(C_j - VKK_j)} \quad (6.16)$$

čia B_{Lj} - j-ojo gaminio pardavimo apimtis lūžio taške, vnt; PK_j - j-ajam gaminiui priskiriama pastoviųjų kaštų suma, Eur; c_j - j-ojo gaminio vieneto kaina, Eur VKK_j - j-ojo gaminio vidutiniai kintamieji kaštai, Eur.

Apskaičiavus lūžio tašką, duomenys pateikiami 6.20 lentelėje o grafikas pavaizduotas 6.1 pav.

6.20 lentelė. Lūžio taško apskaičiavimas

Rodikliai	Gaminio pavadinimas
Pastoviųjų kaštų suma, Eur	3963915,83
Gaminio kaina, Eur	57,57
Gaminio kintamieji kaštai, Eur	27,66
Lūžio taškas, tūkst. t.	132,53
Pardavimų planas, tūkst.t	876



6.1 pav. Lūžio taškas

6.7.4. Pagrindiniai projekto ekonominiai rodikliai

Suvestinėje lentelėje pateikiami pagrindiniai projekto rodikliai: pelno, darbo našumo, produkcijos (Rprod), apyvartos (Rap) ir kapitalo (Rk) rentabilumo rodikliai ir kt.

1. Pelningumo rodikliai išreiškiami procentais ir skaičiuojami pelno prieš apmokestinimą (Pel) atžvilgiu:

$$R_{veiklos} = (\text{Pel} \times 100) / (\text{GK} + \text{VS});$$

$$R_{apyvartos} = (\text{Pel} \times 100) / B_{pard}; \quad (6.19)$$

$$R_{kapitalo} = (\text{P} \times 100) / (\text{PF} + \text{AL}),$$

čia GK ir VS - parduodamos produkcijos gamybos kaštai ir veiklos sąnaudos, Eur.; Bpard - pardavimo apimtis, Eur.; PF ir AL - pagrindinių priemonių ir apyvartinių lėšų vertė, Eur.

Produkcijos imlumo apyvartinėms lėšoms rodiklis (Iprod) parodo, kokia apyvartinių lėšų suma tenka vienam parduotos produkcijos eurui, ir apskaičiuojamas apyvartinių lėšų sumą dalinant iš pardavimų apimties.

Gamybos kaštų, tenkančių vienam parduotos produkcijos eurui rodiklis rodo, kiek sąnaudų centais yra viename parduotos produkcijos eure, skaičiuojama gamybos kaštus dalinant iš pardavimų apimties.

Užpildoma projekto finansiniai ekonominiai rodikliai 6.21 lentelėje.

6.21 lentelė. Projekto finansiniai ekonominiai rodikliai

Rodikliai	Projekte
1. Produkcijos pardavimo apimtis, natūriniais vienetais brandos stadijoje:	
gaminio	175200
2. Realizacinės pajamos, tūkst. Eur	50433,50
3. Įmonės personalas, žmonėmis:	109
Tame skaičiuje darbininkai	97,58
4. Vidutinis metinis darbo užmokestis, Eur:	
Dirbančiojo	1228,2
Darbininko	1388,23
5. Gamybos kaštai, tūkst. Eur	4846,67
6. Gaminio pilnoji savikaina, Eur:	
Gaminio	38,44
7. Grynasis pelnas, tūkst. Eur	14246,99
8. Papildomas pelnas, gautas įgyvendinus projektinius sprendimus	0
9. Investicijų apimtis, tūkst. Eur	4034,17
10. Produkcijos (veiklos) rentabilumas, %	46,05
11. Apyvartos rentabilumas, %	62,80
12. Kapitalo rentabilumas, %	99,15
13. Jų apyvartų skaičius	3
14. Apyvartos trukmė, dienos	120
15. Produkcijos imlumas apyvartinėms lėšoms, Eur	0,25
16. Projekto investicijų atsipirkimo trukmė, metais	4,49
17. Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. Eur	8644,22
18. Kapitalo kaštai, %	7,99
19. Vidinė pelno norma, %	2,94

7. Aplinkosauginis vertinimas

Didėjant pramonei yra dažnai kalbama apie aplinkosaugos problemas. Tai svarbu ne tik dėl išteklių naudojimo, tačiau ir oro, dirvožemio, vandens taršos. Būtent šie veiksniai daro įtaką ne tik planetai, bet aišku ir žmonių sveikatai, gyvūnams.

Visos įmonės gaminančios produktą, turi užtikrinti gamybos priežiūra visais gamybos etapais, stengtis naudoti atsakingai ir efektyviai žaliavas, išteklius. Gamyba turi būti grindžiama darnaus vystymosi principais. Tai užtikrina tinkama gerą poveikį žmonėms ir aplinkai, turi būti siekiama diegti modernias, efektyvias ir saugias technologijas.

Kuriant technologinius procesus svarbus dalykas yra medžiagų ir šilumų balansai. Susistemimas viso proceso, balansų, leidžia apskaičiuoti reikalingus žaliavų ir produktų kiekius, siekiant sužinoti tikslus proceso srautus, bei įrenginių našumus.

Fosforo su dolomitu yra pagrindinės žaliavos kalcio fosfatų gamybai, iš to atsiranda poreikis ne tik energetinis, tačiau ir žaliavų. Esant šiai produkcijai yra naudojamos gamtinės dujos, elektros energija, vanduo. [17].

7.1. Bendroji dalis

Numatoma ūkinės veiklos vieta (apskritis, miestas, rajonas, kaimas): Planuojama ūkinė veikla numatoma esamos veikiančios įmonės AB „LIFOSA“ teritorijoje, Juodkiškio g. 50, LT57502 Kėdainiuose. AB „Lifosa“ yra pietrytiniame Kėdainių miesto pakraštyje, apie 1,5 km nuo miesto, šalia geležinkelio Vilnius — Ryga. Iš šiaurės vakarų pusės bendrovės teritorija ribojasi su Obelies upe. Iš šiaurės ir rytų pusę ribojasi su geležinkeliu. Iš vakarų pusės bendrovės teritorija ribojasi su Kėdainiu pramoninio parko teritorija. Pietų pusėje yra veikianti fosfogipso sąvarta ir šlamo lauku tvenkiniai. Teritorijos reljefas — lygus. Atstumai iki artimiausių gyventojų: ŠV kryptimi (Medelyno g-vė) — 1,2 km, PV kryptimi iki Zabieliškio kaimo — 1 km, ŠR kryptimi iki Juodkiškio kaimo — 1,5 km. Mokyklų, ligoninių šalia bendrovės nėra.



7.1 pav. Planuojamo pastato rekonstrukcijos vieta.

7.2. Planuojamos ūkinės veiklos aprašymas

Planuojama ūkinė veikla – kalcio fosfatų gamybos modernizavimas su naujo gamybinio pastato – rekonstrukcija numatoma esamoje AB „Lifosa“ gamybinio komplekso teritorijoje Juodkiškio g. 50, Kėdainiuose. Trašų gamybos modernizavimui numatoma kompanijos „Lifosa“ technologinė įrangą, jos montavimą numatant naujos statybos gamybinės paskirties pastate. Gamybinis pastatas

rekonstruojamas šiuo metu neužstatytoje zonoje, pastato plotas – 3780 m², bendras plotas – 4000 m², tūris —56700 m³, aukštų skaičius 3, pastato aukštis 25 m, užtikrinant reikalingus technologinės įrangos poreikius numatomas iki 22 m aukščio. Gamybinės paskirties pastatas butu statomas šalia 2015m. statybos pastatyto fasuotų trąšų sandėlio (suprojektuotas atskiru projektu), bei kitapus pravažiavimo neseniai 2016 m. pastatyto monoamonio fosfato (MAP) gamybinio pastato. Iš naujai projektuojamo gamybinio pastato i fasuotų trąšų sandėli numatomas uždaras konvejeris, pagamintos kalcio fosfatiniai pašarai produkcijos transportavimui iš naujo gamybinio pastato i sandėlį (į esamą trąšų fasavimo liniją).[18]

Kalcio hidrofosfatas (Ca(H₂PO₄)₂ H₂O) – birūs, pilkos spalvos, be kvapo, rūgštoko skonio milteliai. Produktas gaunamas iš nufluorintos ekstraktinės fosforo rūgšties ir mineralinės kalcio ir magnio žaliavos (dolomito, dolomitmilčių). Preparatas tirpsta vandenyje ir silpnose rūgštyse, yra gerai įsisavinamas gyvulių organizme.

Reakcijos metu susidaro klampūs kalcio hidrofosfatų ir dihidrofosfatų mišiniai bei vandens garai, kurie energingai yra gaunami iš džiovinimo produkto. Reakcija prasideda ir pasibaigia reaktoriuje, iš jo yra granuliuojamas džiovykloje.

7.3. Žaliavų naudojimas

AB „Lifosa“ gamybos reikmėms naudoja paviršinį vandenį iš Nevėžio upės. Ant upės kranto, Kėdainiu miesto Kauno gatvėje yra pastatyta siurblynė. Siurblynė aprūpina paviršiniu vandeniu AB „Lifosa“. Nevėžio siurblynės pajėgumas 3220 m³/h arba 0,89 m³/s. Yra sumontuoti du siurbLIAI po 520 m³/h, vienas -1500 m³/h., vienas — 180 m³/h ir vienas - 500 m³/h, tačiau nėra didelio poreikio vandens, todėl siurbLIAI nėra pilnai išnaudojami.

Įmonėje personalo buitiniams poreikiams naudojamas požeminis vanduo yra imamas iš AB „Lifosa“ vandenvietės, požeminis vanduo taip pat yra naudojamas ir kalcio fosfatu (pašarinių fosfatu) gamyboje. Vandenvietėje yra du gręžiniai. Naujai planuojamame gamybinės paskirties pastate planuojamos buitinės patalpos personalui, todėl numatomas geriamo vandens vartojimas. Numatomi kiekiai nedideli ir sudarys : 0,10 m³/parą; 0,01 m³/h; 0,2 l/s, 30 m³/metus. Bendras įmonės poreikis požeminiam vandeniui nesikeis.

Planuojamos veiklos metu bus naudojama elektros energija —1 1500 MWh. Gamtinių dujų poreikis yra (0-700m³/h). Patalpų šildymui šilumos šaltinis numatomas termofikacinis vanduo, taip pat užtikrinantis pastato vėdinimo ir karšto vandens poreikius.

7.1 lentelė. Duomenys apie naudojamas žaliavas

Žaliavos pavadinimas	Kiekis naudojant objektą, t/metus	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
		Kategorijos pavadinimas	Pavojaus nuoroda	Rizikos frazės, saugumo frazės
1	2	3	4	5
Dolomitas	78840	Šauktukas	GHS07	Dulkėtumas
Koncentruota ekstraktinė fosforo rūgštis	98112	Ėsdinanti medžiaga	GHS05	Ėsdinanti metalus

Gaminant sieros rūgšti gamykloje yra papildomai pagaminama elektros ir šiluminės energijos, todėl vertinimas nebus pateikiamas.

7.2 lentelė. Duomenys energetinėms reikmėms.

Produkcija		Energetinėms reikmėms naudojami išteklių		
Pavadinimas	Kiekis per metus, t	Pavadinimas	Kiekis per metus	Šaltiniai
Kalcio fosfatas	43 800	Elektros energija	782000 kW/h	Vidiniai šaltiniai
		Šiluminė energija	158412 MJ	Vidiniai šaltiniai

Fizikinė tarša yra triukšmas, kuris atsiranda veikiant, džiovyklai, ventiliatoriams, ar naudojant pneumatinius plaktukus įrengimų valymui, taip pat veikiant cirkuliaciniams ir kitiems siurbliams, tačiau tai laikina ir nežymi tarša.

7.4. Atliekų tvarkymas, išmetimas į orą

Radioaktyvių atliekų susidarymas neplanuojamas. Tiek esamoje fosfatinių trąšų gamybos linijoje, tiek naujoje pašarų technologinėje linijoje gamybinių atliekų nesusidaro. Technologinio proceso metu susidaranti nuosėdos yra grąžinamos į gamybą. Planuojamos veiklos metu susidarys statybinės atliekos, bei atliekos susijusios su gamybinio pastato eksploatacija, technologinės įrangos priežiūra ir žmonių poreikiais. Statybos ir eksploatacijos metu susidariusios atliekos bus tvarkomos pagal atliekų tvarkymo įstatymą. Planuojamos veiklos metu susidarys su pastato eksploatacija susijusios atliekos: mišrios komunalinės atliekos (—1,0 t/metus), antrinės žaliavos (pakuočių atliekos, kitos stiklo, plastiko, metalo, popieriaus ir kartono atliekos), dienos šviesos lempų keitimo/elektroninės įrangos remonto/keitimo atliekos. 7.3 ir 7.4 lentelėse pateikta informacija apie teršalus ir teršalų šaltinį.

Naujoje kalcio fosfatų gamybos linijoje aplinkos oro užterštumo kenksmingomis medžiagomis nenumatoma, iš kelių technologinės linijos tašku numatomas oro pašalinimas iš absorberių.

Gaminant kalcio hidrofosfatą technologijos proceso metu iš būgninio granulatoriaus džiovyklos; aušintuvo, sietų, vibrolatakų, elevatorių išsiskiria produkto dulkės (kietosios dalelės). Kenksmingų medžiagų emisijų į atmosferą sumažinimui yra sumontuoti ir eksploatuojami dujomis – dulkėmis užteršto oro valymo įrenginiai.

Dujos nuo granulatoriaus, užterštos dolomito ir fosfatų dulkėmis ventiliatoriumi traukiamos per absorberį. Dujotiekyje prieš absorberį sumontuoti purkštukai, į kuriuos panardinamu siurbliu iš talpos tiekiamas skystis. Dujos intensyviai kontaktuoja su skysčiu ir yra išvalomos nuo jose esančių teršalų. Išvalytą orą ventiliatorius tiekia į absorberį papildomam valymui.

Kalcio fosfatų dulkėmis užterštas oras iš džiovyklos, nuo kretilų nuo elevatoriaus, nuo vibrolatakų paduodamas valymui į absorberį šlapiam valymui, išvalytas oras tiekiamas į atmosferą, o valymo skystis gražinamas į pulpą.

Produkto džiovinimui džiovyklos pakuroje deginamos gamtinės dujos, degimo produktai – CO ir NO_x dujos – kartu su dulkėmis užterštu oru praeina rankovinį filtrą ir išvalytos dujos patenka į absorbcijos bokštą šlapiam valymui ir išmetamos per kaminą į atmosferą ventiliatoriumi.

Absorbcijos bokšte dujomis ir dulkėmis užterštas oras valomas šlapiu būdu. Iš talpos su maišykle panardinamu siurbliu absorbcijos skystis tiekiamas į dujovamzdį ir išpurškiamas per purkštukus,

sumontuotus dujotiekyje prieš absorbcijos bokštą. Laistantysis skystis, absorbavęs teršalus, grįžta į talpą su maišykle ir paduodamas į talpą su maišykle. Išvalytas dujas technologinis ventiliatorius išpučia per kaminą. [18]

Oro teršalų valymo įrenginiai, vykstant gamybos procesui, turi būti įjungti. Neleidžiama eksploatuoti technologinės įrangos, išjungus valymo įrenginius.

Kad išvengti ne pilnai išvalyto oro išmetimo į atmosferą, yra sumontuotos blokuotės, kurios stabdo žaliavų dozavimą, absorbcijos bokšte laistančio skysčio kiekiui sumažėjus iki 50 m³/val., sanitarinės absorbcijos bokšte– iki 10 m³/val.

7.3 lentelė. Proceso leistini rodikliai teršalam.

Technologijos proceso stadijų ir reagentų srautų pavadinimas	Technologijos rodiklių pavadinimai		
	Kiekis	Temperatūra	Kiti rodikliai
Darbo aplinkos oras	-	-	Dulkės (įkvėpiamoji frakcija) – ilgalaikio poveikio ribinis dydis ne daugiau kaip 10mg/m ³
Išmetamos dujos iš absorberio	2,4m ³ /h	52 °C	Anglies monoksido (CO) koncentracija ne daugiau kaip 0,19370g/s Azoto oksido (NO _x) koncentracija ne daugiau kaip 0,44700 g/s Kietosios dalelės ne daugiau kaip 0,74500 g/s

7.4 lentelė. Aplinkos oro taršos šaltinių fiziniai duomenys

Taršos šaltiniai			Išmetamų dujų rodikliai matavimo vietoje			Teršalų išmetimo trukmė val./m.
Pavadinimas	Aukštis,m	Išėjimo angos matmenys, m	Srauto greitis, m/s	Temperatūra, °C	Tūrio debitas, Nm ³ /s	
Technologinės linijos kaminas	42	1,3	11	100	17	48

7.5. Triukšmo įtaką

AB „Lifosa“ triukšmo šaltiniai yra kai kuriu gamybiniu cechu veiklos metu susidarantis triukšmas. Bendrovėje yra periodiškai atliekami aplinkos triukšmo matavimai, kuriuos atlieka Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijos Kauno skyriaus, fizikiniu veiksniu tyrimu skyrius.

Tolstant nuo triukšmo šaltinio, triukšmo lygis mažėja, o artimiausios gyvenamosios ir visuomeninės teritorijos yra ne arčiau kaip —1,0km atstumu. Dėl didelio atstumo nuo triukšmo poveikis akustinio triukšmo lygiui aplinkinėse gyvenamosiose teritorijose nenumatomas [27]

7.5 lentelė. Konkrečios veiklos sąlygojama fizikinė ir biologinė tarša

Taršos rūšis	Taršos šaltinio pavadinimas	Taršos šaltinių skaičius	Taršos šaltinio skleidžiamas taršos lygis	Priemonės taršai mažinti
Triukšmas	Džiovykla	1	105 dB	-
	Ventiliatorius	2	95 dB	Dažnai valyti ventiliatorius
	Pneumatinis kūjis	1	100 dB	-

Technologinio proceso metu, gamybos atliekų nesusidaro. Įvertinant kalcio fosfatų gamybos technologija yra daroma žala aplinkai, kad pagrindinis taršos šaltinis yra emisija į orą iš taršos objekto – technologinio kamino.

Išvados

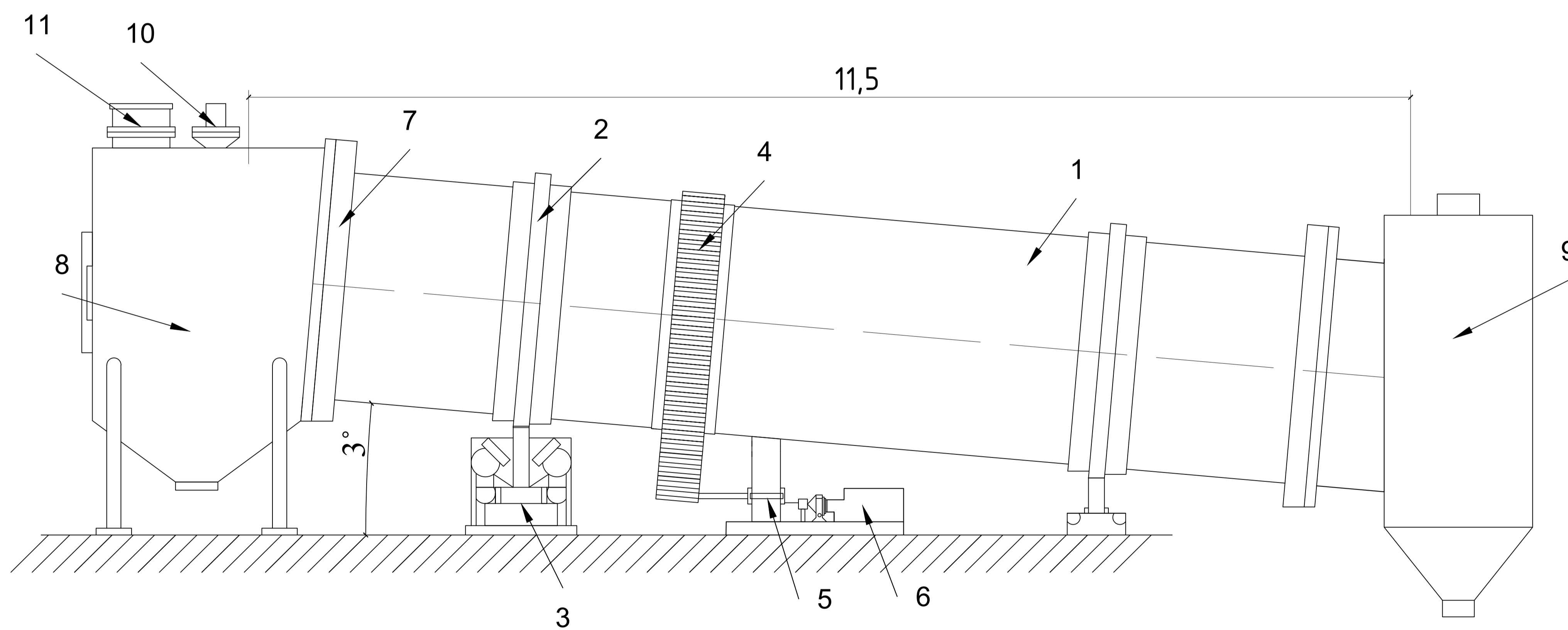
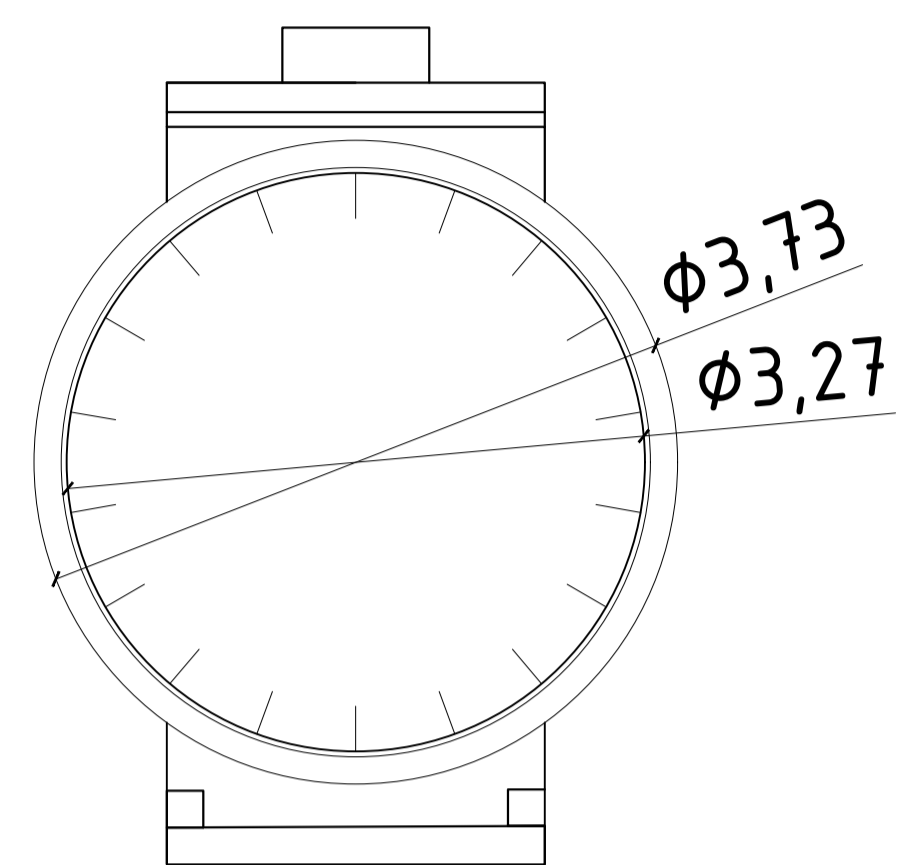
1. Optimalios kalcio fosfatų gavimo sąlygos, kuriomis gaunama didžiausia tirpių kalcio fosfatų koncentracija yra (14,12 % P_2O_5), naudojama: 40 % H_3PO_4 koncentracija; mažinamas rūgšties stochiometrinis santykis (0,6:1), brandinimas skaidymo pulpos para laiko. Granulimetrinė produkto sudėtis priklauso nuo pradinės medžiagos drėgmės kiekio. Didėjant drėgmės kiekiui, didėja ir stambiausioji frakcija (< 2 mm).
2. Apskaičiuotas medžiagų balansas gaminant vieną toną produkto, o tam reikia 450 kg dolomito, 100 % H_3PO_4 560 kg, taip pat turimas ir šilumų balansas iš kurio aiškus ir šilumų nuostoliai sudaro 7 % tarp įeinančių ir išeinančių srautų. Apžvelgta reikalinga įranga, jos parametrai, bei nubraižyti du A1 formato brėžiniai, vienas iš jų yra principinė technologinė schema, sekantis būgninio granulatoriaus džiovyklos brėžinys.
3. Aptarta darbų saugos ir sveikatos klausimas, įsigilinta į projektuojamo objekto charakteristiką, esamus profesinės rizikos veiksnius darbuotojams, prevencijos priemonės, aptarta saugi gamyba, elektrosaugos kylančius pavojus, bendrą gamybos gaisrinę saugą, bei nubraižytas evakuacinis pastato planas.
4. Kalcio hidrofosfato pastato cecho charakteristika pateikta statybinėje dalyje, taip pat nubraižyti 4 pastato brėžiniai A1 formatu: sklypo planas ir trys pastato pjūviai.
5. Atlikus rekonstruojamos technologinės linijos ekonominę ir finansinę, nustatyta, jog objektui yra reikalingas 4077,94 tūkst. eurų finansavimas. Įvertinus skaičiavimus planuojamos technologinės linijos atsiperkamumas būtų po 4,49 metų, esant gamybiniam našumui 20 t/h, jog pasiekti šiam projektui lūžio tašką reikia pagaminti 132,53 tūkst. tonų produkto. Šie rezultatai patvirtina, jog pakeitus kalkes kaip žaliava ir vietoje jų naudojant dolomitą yra sutaupomi žaliavų kaštai, kadangi kalkių toną kainuoja 120 eurų, dolomito 20 eurų.
6. Aplinkos apsaugos vertinimas apibendrina rekonstrukcijos bendrąją dalį apie patį pastatą ir planuojama ūkinę veiklą, planuojama vandens naudojimą iš Nevėžio upės esančios šalia, apžvelgtas planuojamos ūkinės veiklos atliekų tvarkymas, susipažinimas su taršiomis medžiagomis ir taršos šaltiniu, imtasi prevencijos priemonių ir neužmiršta pakalbėti apie esančius šalia kraštovaizdžius ir realias grėsmes jiems.

Literatūros šaltiniai

1. LVA Gyvulininkystės institutas, Zootechniko žinynas
2. J. Kulpys, J. Starkus, „Gyvulių šėrimo pagrindai“.
3. Dolomito žaliava. [žiūrėta 2019 05 18]. Prieiga per internetą: <https://www.britannica.com/science/dolomite-mineral>
4. Šlinkšienė R., Sviklas A.M., Paleckienė R. Fosforo trąšos. Vadovėlis. Kaunas 2006. ISBN:9955-25-036-4.
5. A. J. Nuraddin, M. G. Mustafa; Azerbaijan State University of Oil and Industry. „Development of The Technology for Obtaining Magnesium Modified Phosphorus Fertilizer“.
6. „Pašarų mineralinių priedų gavimas ir savybės“ R.Velišauskas.
7. AB „Lifosa“ Techninis reglamentas. Kėdainiai.2019J
8. Technologinė įranga su aprašymais, kainomis. [žiūrėta 2019 05 17]. Prieiga per internetą: <https://www.rhewum.com/en/products.html>
9. AB „Lifosa“. Kėdainiai, 2017 [žiūrėta 2019 02 20]. Prieiga per internetą: <http://www.lifosa.com/lt/monokalcio-fosfatas>
10. Profesinės rizikos vertinimas [žiūrėta 2019 05 05]. Prieiga per internetą: <https://www.sabelija.lt/lt/paslaugos/item/68-profesines-rizikos-vertinimas>
11. Įrangos naudojimas potencialiai pavojingoje teritorijoje [žiūrėta 2019 04 17]. Prieiga per internetą: <http://cranetex.com/wp-content/uploads/2016/01/Ex.pdf>
12. Įstatymų, darbo kodeksas. [žiūrėta 2019 04 16]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt>
13. Elektroauga [žiūrėta 2019 04 21]. <http://web.vu.lt/ff/g.sliauzys/files/2012/06/elektroauga.pdf>
14. Darbuotojų saugos įstatymas, 2008 m.
15. Elektros, dujų kainos. [žiūrėta 2019 05 20]. Prieiga per internetą: <http://www.eso.lt/lt/verslui/>
16. Paskolos [žiūrėta 2019 05 19]. Prieiga per internetą: <https://www.swedbank.lt/business/>
17. Poveikio aplinkai vertinimai. [žiūrėta 2019 05 13]. Prieiga per internetą: <http://gamta.lt/cms/index?rubricId=50513738-4dcb-455d-abbf-dce77bd41776>
18. Dolomito kainos ir veiklos aprašymas. [žiūrėta 2019 04 07]. Prieiga per internetą: <http://skalda.lt/lt/dolomitas>
19. Geoinformacija [žiūrėta 2019 04 30]. Prieiga per internetą: https://regia.lt/map/kedainiu_r?lang=0
20. „Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai“ valstybės žinios, 2005 Nr. 53-1804.
21. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.
22. „Pašariniai fosfatai“, R. Žilinskas.
23. Darbuotojų nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 20014, Nr. 41 -1350
24. Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės. Valstybės žinios, 2012, Nr. 18-816
25. HN 69:2003 "Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose.
26. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167.
27. HN33:2011 (Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje")

28. Stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės, Valstybės žinios 2009, Nr. 63 -2538.

Priedai



Eil. Nr.	Įrenginys	Kiekis
1	Granulatoriaus bognas	1
2	Tvirtinimas	2
3	Ritinėliai	2
4	Krumpliaratis	1
5	Reduktorius	1
6	Elektros variklis	1
7	Suglaudimo sustiprinimas	1
8	Priėmimo kamera	1
9	Iškrovimo kamera	1
10	Skaidymo pulpos tiekimo vamzdis	1
11	Returo tiekimo vamzdis	1
Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
TMC-7		Granulatoriaus konstrukcinis brėžinys
Studentas	R.Žilinskas	Laida
Vadovė	R.Šlinkšienė	Mastelis
Recenzentas	S.Kitrys	Kalcio fosfatų gamybos linija
Pr. etapas	Fizikinės ir neorganinės chemijos katedra	2019-MBD
SD	LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas	Lapas 2
		Lapų 2

