



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą

Baigiamasis magistro projektas

Paulius Barvainis

Projekto autorius

Doc. dr. Joana Bendoraitienė

Vadovė

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą

Baigiamasis magistro projektas

Studijų programa Cheminė inžinerija (6211EX020)

Paulius Barvainis

Projekto autorius

Prof. dr. Irena Pekarskienė

Ekonominės dalies konsultantė

Doc. dr. Joana Bendoraitienė

Vadovė

Doc. dr. Dalia Nizevičienė

Darbuotojų saugos ir sveikatos dalies konsultantė

Prof. dr. Saulius Grigalevičius

Recenzentas

Prof. dr. Gintaras Denafas

Aplinkosauginio vertinimo konsultantas

Lekt. Odeta Viliūnienė

Statybų sprendimų konsultantė

Kaunas, 2020



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Paulius Barvainis

Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Pauliaus Barvainio, baigiamasis projektas tema „Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą“ 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. Kęstutis Baltakys

Dekano potvarkis Nr. ST18-F-02-03

2020 m. balandžio mėn. 22 d.

Suderinta:

Polimerų chemijos ir technologijos

katedros vedėja

Doc. dr. Joana Bendoraitienė

2020 m. balandžio mėn. 21 d.

Baigiamojo magistro projekto užduotis

Projekto tema

Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas: suprojektuoti karbamido – formaldehido dervos gamybinę liniją, kurioje galima pagaminti 78 000 tonas KF dervos, turinčios 1,07 molinio santykio formaldehido/karbamido.

Darbo uždaviniai

1. Atlikti literatūros apžvalgą ir teorinę karbamido – formaldehido dervos sintezės analizę.
2. Atlikti mokslinius KF dervos sintezės tyrimus gaminant tinkamų kokybės rodiklių (pagal klampą, lakių junginių, sausų medžiagų laisvo formaldehido kiekius, koaguliacijos santykį) produktą, naudojant didelės koncentracijos formaliną.
3. Inžinerinėje dalyje suprojektuoti KF dervos gamybos liniją, modernizuoti esamą AB „Achema“ liniją atsisakant vakuuminio distiliavimo įrenginio.
4. Technologinėje darbo dalyje aptarti darbo režimą, apskaičiuoti medžiagų bei energetinių sąnaudas, darbo specifiką bei gamybos eigą.
5. Ekonominėje dalyje įvertinti technologinį pakeitimą pagal gamybinės išlaidas ir apskaičiuoti KF dervos gamybos išplėtimo projekto atsipirkimo trukmę.
6. Atlikti statybų sprendimus pateikiant ir pateikti 6 darbo brėžinius.

Įvertinti KF dervos gamybos aplinkosauginį poveikį.

Reikalavimai ir sąlygos

Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanų 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. dr. Joana Bendoraitienė

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Užduotį gavau:

Paulius Barvainis

(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

Barvainis, Paulius. Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą. Baigiamasis magistro darbas. Vadovė Doc. dr. Joana Bendoraitienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: inžineriniai mokslai, chemijos inžinerija

Reikšminiai žodžiai: **KFD, formaldehidas, karbamidas, aukštos koncentracijos formalinas.**

Kaunas, 2020. 73 p.

SANTRAUKA

Šio darbo tikslas yra suprojektuoti karbamido formaldehidinės dervos (KFD) gamybos liniją, galinčią pagaminti 78 000 tonų 1,07 F/U molinio santykio dervos, naudojant 55 % koncentracijos formaldehido vandeninį tirpalą.

Darbe analizuojama karbamido formaldehido dervos sintezės eiga. Atlikus mokslinius tyrimus nustatyta, kad parinktomis sąlygomis, iš aukštos koncentracijos formalino, galima gauti tinkamų technologinių rodiklių KFD, tokiu būdu bus atsisakoma vakuuminio distiliavimo, taip sutaupant energetinių resursų bei sumažinant projekto kainą.

Projekte pateikiami KFD sintezei vykdyti reikalingi, tinkamų specifikacijų įrengimai ir technologiniai vamzdiniai. Apskaičiuojami gamybiniai kaštai, projekto kaina, taip pat numanoma projekto atsiperkamumo trukmė.

Projekte pateikiama statybinės, aplinkosaugos ir darbuotojų saugos ir sveikatos dalies analizė.

Grafinėje projekto dalyje pateikiamas situacijos planas, įrangos išdėstymas dviejuose aukštuose, pastato pjūvis, karbamido dozavimo mazgo pastatai, KFD gamybos technologinė schema.

Barvainis, Paulius. Production of Urea – Formaldehyde Resin Using Highly Concentrated Formaldehyde Solution. *Master's thesis in Engineering Science / supervisor Assoc. Prof. dr. Joana Bendoraitienė; The Faculty of Chemical technology, Kaunas University of Technology.*

Research area and field: Engineering Sciences, Chemical engineering.

Key words: **UF resining, formaldehyde, urea, high concentration formalin.**

Kaunas, 2020. **73** p.

SUMMARY

The aim of this paper is to design a urea – formaldehyde resin (UF – resin) production line capable of producing 78 000 tons of 1.07 F/U molar ratio resin using a 55% concentration formaldehyde solution.

The process of urea formaldehyde resin synthesis is analyzed in the paper. Research has shown that under the selected conditions, high concentration formalin can provide suitable technological parameters of UF resin, thus eliminating vacuum distillation, thus saving energy resources and reducing the cost of the project.

The paper provides technological equipment and pipelines of appropriate specifications required for the synthesis of UF resin. Production costs, project cost, as well as the estimated payback period of the project are calculated.

An analysis of the construction, environmental, occupational safety and health parts are presented.

The graphic part presents the situation plan, the layout of the equipment on two floors, the section of the building, urea dosing unit buildings, technological scheme of UF resin production line.

TURINYS

SANTRAUKA	1
SUMMARY	2
Santrumpų sąrašas	8
Įvadas	9
1. Literatūros apžvalga	10
1.1. Karbamido formaldehidinę dervą sudarantys komponentai	10
1.1.1. Formalinas – formaldehido vandeninis tirpalas	10
1.1.2. Techninis karbamidas	11
1.1.3. Reagentai kontruoliuojantys pH ir stabilizatoriai	12
1.2. Karbamido formaldehidinės dervos	13
1.2.1. Metilolinimo ir polikondensacijos reakcijos	13
1.2.2. Metilolinimo ir polikondensacijos metu dervoje susidarę junginiai	14
1.2.3. Molinio santykio (F/U) įtaka reakcijos eigai ir dervos kokybei	15
1.3. Karbamido formaldehidinės dervos gamybos technologija	15
1.3.1. Reakcijos mechanizmas	16
2. Tiriamoji dalis	17
2.1. Naudoti tyrimo metodai	17
2.1.1. Formalino koncentracijos nustatymas	17
2.1.2. Sintezės produktų klampos nustatymas	18
2.1.3. Sintezės mišinio pH nustatymas.....	18
2.1.4. Nelakųjų junginių masės dervoje nustatymas	19
2.1.5. Laisvo formaldehido kiekio dervoje nustatymas	19
2.1.6. Susimaišymo su vandeniu, koaguliacijos santykio nustatymas	19
2.1.7. KF – dervos kietėjimo trukmės nustatymas	19
2.2. Karbamido – formaldehidinės dervos sintezė	20
2.3. Gautos dervos analizė ir rezultatų įvertinimas	22
2.3.1. Nelakūs junginiai KF – dervoje	22
2.3.2. Kiti dervos kokybės rodikliai	22
2.4. Tiriamojo darbo išvados.....	23
3. Inžinerinė dalis	24
3.1. Projektiniai sprendimai	24
3.1.1. Projektuojami technologiniai įrenginiai	24
3.1.2. Įrenginių pozicijos pavadinimo priskyrimas	25
3.1.3. Projektuojami technologiniai vamzdiniai.....	25
3.1.4. Karbamido priėmimo į cechą ir dozavimo į reaktorius mazgas.....	28
3.2. Įrenginių specifikacijos	29
3.2.1. Apklausos lapas reaktoriui	29
3.2.2. Apklausos lapas maišyklei	31
3.2.3. Apklausos lapai siurbliams	32
3.2.4. Apklausos lapai filtrams.....	33
3.2.5. Apklausos lapai talpoms	34
3.2.6. Apklausos lapas reaktoriuje susidariusių garų kondensavimo mazgui.....	35
3.2.7. Karbamido dozavimo mazgas	36

3.3. Technologinė dalis	38
3.3.1. Darbo režimas	38
3.3.2. Žaliavų sąnaudos	38
3.3.3. Energetinių resursų sąnaudos	39
3.4. Ekonominė dalis	41
3.4.1. Projekto kainos sumažinimas	41
3.4.2. Karbamido formaldehido dervos vienos tonos kainos įvertinimas	42
3.4.3. Darbuotojų darbo užmokesčio apskaičiavimas	45
3.4.4. Netiesioginių išlaidų apskaičiavimas	45
3.4.5. Gamybos kaštų apskaičiavimas ir kainos nustatymas	46
3.4.6. Projekto statybų kainos nustatymas	48
3.4.7. Atsiperkamumo trukmė	50
3.5. Statybų sprendimai	51
3.5.1. Bendrieji duomenys	51
3.5.2. Architektūrinės būklės įvertinimas	51
3.5.3. Pastatų ir patalpų projektiniai sprendiniai	52
3.5.4. Grafinė dalis	53
3.6. Aplinkosaugos dalis	54
3.6.1. Naudojamos žaliavos ir pagalbines medžiagos	54
3.6.2. Oro taršos vertinimas	54
3.6.3. Energijos naudojimas	56
3.6.4. Gamybinių atliekų susidarymas	57
3.6.5. Gamybinių nuotekų susidarymas ir vandens naudojimas	58
3.7. Darbuotojų sauga ir sveikata	59
3.7.1. Projektuojamo objekto charakteristika	59
3.7.2. Profesinės rizikos vertinimas	60
3.7.3. Saugi gamyba	61
3.7.4. Darbo higiena	61
3.7.5. Gaisrinė sauga	62
Išvados	64
Literatūros sąrašas	65
Priedas 1: Medžiagų cheminės ir fizikinės savybės	67
Priedas 2: Technologinių vamzdynų sąrašas	69
Priedas 3: Situacijos planas	70
Priedas 4: Elevatoriaus bokštas, galerija virš stogo, vagonų iškrovimo stoginė	70
Priedas 5: Įrangos išdėstymas. Planas alt. +0.000	70
Priedas 6: Įrangos išdėstymas. Planas alt. +7.200	70
Priedas 7: Įrangos išdėstymas. Pjūvis 1-1, pjūvis 2-2	70
Priedas 8: KFD gamybos technologinė schema	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

Lentelė 3.1 Įrengimų pavadinimų ir priskirtų pozicijų sąrašas	25
Lentelė 3.2 Reaktoriaus technologinių ir konstrukcinių duomenų lentelė.....	29
Lentelė 3.3 Reaktoriaus maišyklės technologinių ir konstrukcinių duomenų lentelė.....	31
Lentelė 3.4 Maišyklės maišymo stadijos	31
Lentelė 3.5 Reaktorių iškrovimo siurblių technologiniai duomenys	32
Lentelė 3.6 Skruzdžių rūgšties tirpalo padavimo išcentrinio siurblio technologiniai duomenys	32
Lentelė 3.7 Skruzdžių rūgšties tirpalo dozavimo išcentrinio siurblio technologiniai duomenys	32
Lentelė 3.8 Natrio hidroksido tirpalo padavimo ir dozavimo išcentrinų siurblių technologiniai duomenys.....	33
Lentelė 3.9 TEA tirpalo padavimo ir dozavimo išcentrinų siurblių technologiniai duomenys	33
Lentelė 3.10 Stambaus valymo (filtrų technologiniai duomenys	33
Lentelė 3.11 Smulkaus valymo filtrų technologiniai duomenys	33
Lentelė 3.12 Skruzdžių rūgšties tirpalo laikymo talpos technologiniai duomenys	34
Lentelė 3.13 Skruzdžių rūgšties tirpalo dozavimo talpos technologiniai duomenys.....	34
Lentelė 3.14 Natrio hidroksido tirpalo laikymo talpos technologiniai duomenys.....	34
Lentelė 3.15 Natrio hidroksido tirpalo dozavimo talpos technologiniai duomenys	34
Lentelė 3.16 TEA tirpalo laikymo talpos technologiniai duomenys	35
Lentelė 3.17 TEA tirpalo dozavimo talpos technologiniai duomenys.....	35
Lentelė 3.18 Vamzdelinių šaldytuvų, reaktoriuje susidariusiems garams kondensuoti technologiniai duomenys.....	35
Lentelė 3.19 Nerūdijančio plieno ventiliatorių technologiniai duomenys.....	36
Lentelė 3.20 Karbamido požeminio bunkerio technologiniai duomenys	36
Lentelė 3.21 Sraigtinio transporterio po karbamido bunkeriu technologiniai duomenys.....	36
Lentelė 3.22 Vertikalaus kaušinio elevatoriaus technologiniai duomenys	37
Lentelė 3.23 Juostinio transporterio nuo bunkerio iki elevatoriaus technologiniai duomenys.....	37
Lentelė 3.24 Juostinio transporterio nuo elevatoriaus iki kreipiklio technologiniai duomenys	37
Lentelė 3.25 Karbamido srauto nukreipėjo technologiniai duomenys	37
Lentelė 3.26 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas žaliavų kiekis.....	38
Lentelė 3.27 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas elektros energijos kiekis.....	40
Lentelė 3.28 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas garo kiekis	40
Lentelė 3.29 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas aušinimo vandens kiekis	40
Lentelė 3.30 Nereikalingų įrenginių sąrašas su preliminaromis kainomis	41
Lentelė 3.31 Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas.....	42
Lentelė 3.32 Šiluminės energijos technologijai poreikio ir išlaidų apskaičiavimas	43
Lentelė 3.33 Šiluminės energijos poreikio ir apšildymo bei buitinių reikalų išlaidų apskaičiavimas .	43
Lentelė 3.34 Šiluminės energijos poreikio ir išlaidų planas	43

Lentelė 3.35	Vandens poreikio ir išlaidų planas	44
Lentelė 3.36	Elektros energijos poreikio ir išlaidų apskaičiavimas.....	44
Lentelė 3.37	Bendras energijos resursų išlaidų pasiskirstymas	44
Lentelė 3.38	Darbo užmokesčio planas	45
Lentelė 3.39	Pagalbinių medžiagų išlaidų įrengimų ir patalpų priežiūrai apskaičiavimas	45
Lentelė 3.40	Pagrindinių priemonių ir amortizacinių atskaitymų planas	45
Lentelė 3.41	Netiesioginių gamybos išlaidų sąmata.....	46
Lentelė 3.42	Gamybos kaštų apskaičiavimas	46
Lentelė 3.43	Įmonės pelno apskaičiavimas	47
Lentelė 3.44	Veiklos pelningumo ir rentabilumo rodikliai.....	47
Lentelė 3.45	Produkcijos pardavimo planas	47
Lentelė 3.46	Statybos darbų sąmata.....	48
Lentelė 3.47	Perkamų įrengimų preliminarios kainos	49
Lentelė 3.48	Technologinių vamzdynų preliminarios kainos.....	49
Lentelė 3.49	Elektros ir automatikos tinklų įrengimo darbų preliminari kaina.....	50
Lentelė 3.50	KFD gamybos išplėtimo projekto sąmata.....	50
Lentelė 3.51	Planuojamų statybų ir remonto darbų sąrašas.....	51
Lentelė 3.52	Pastato K – 361 techniniai ir paskirties rodikliai	52
Lentelė 3.53	Karbamido iškrovimo mazgo techniniai ir paskirties rodikliai.....	53
Lentelė 3.54	Vagonų iškrovimo stoginė techniniai ir paskirties rodikliai	53
Lentelė 3.55	Duomenys apie KFD gamyboje naudojamas žaliavas.....	54
Lentelė 3.56	Stacionarių oro taršos šaltinių sąrašas KFD gamyboje.....	55
Lentelė 3.57	Projekte esančių mobilių taršos šaltiniai ir jų tarša.....	55
Lentelė 3.58	Elektros ir šilumos energijų sunaudojimas metinei KFD gamybai	56
Lentelė 3.59	KFD gamybos metu susidaranti atliekos	57
Lentelė 3.60	KFD gamybos metu sunaudojamo vandens kiekis per metus	58
Lentelė 3.61	Profesinės rizikos veiksniai, jų rybiniai didžiai ir prevencijos priemonės.....	60
Lentelė 3.62	Pastato gaisrinės apsaugos įvertinimas	62
Lentelė 4.1	Formaldehido cheminės ir fizikinės savybės	67
Lentelė 4.3	Natrio hidroksido cheminės ir fizikinės savybės	68
Lentelė 4.4	Skurzdžių rūgšties cheminės ir fizikinės savybės	68
Lentelė 4.5	Trietanolamino cheminės ir fizikinės savybės	68
Lentelė 5.1	Technologinių vamzdynų sąrašas	69

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Pav. 1.1 Formaldehido grafinė formulė [3].....	10
Pav. 1.2 Karbamido grafinė formulė [5].....	11
Pav. 1.3 Pagrindinė reakcijos schema tarp formaldehido ir karbamido šarminėje terpėje [17].....	16
Pav. 2.1 Karbamido – formaldehido dervos sintezės mišinio klampos kitimas reakcijos metu.....	21
Pav. 2.2 pH kitimas karbamido – formaldehido dervos sintezės reakcijos metu priklausomai nuo vykdomų reakcijos stadijų	21
Pav. 3.1 Reaktoriaus vaizdas iš viršaus	30
Pav. 3.2 Reaktoriaus apačia, vaizdas iš viršaus.....	30
Pav. 3.3 Reaktoriaus pjūvis 1 – 1	30
Pav. 3.4 K – 361 pastato 7,2 m. atž. evakavimo planas	63

Santrumpų sąrašas

F/U – formaldehido ir karbamido molinis santykis

KFD – karbamido formaldehidinė derva

KF – karbamido formaldehido

E1 – formaldehido emisijos standartas medienos drožlių plokštėse, atitinka 10 ml dujinio formaldehido 1 m³ medienos drožlių plokštėje

TEA – trietanolaminas

FA – formalino terpė

SS – nerūdijantis plienas

CW – šaldymo vandens terpė

CS – anglinis plienas

FAC – skruzdžių rūgšties terpė

NA – natrio hidroksido terpė

VAP – gamybinių garų/dūmų terpė

DIS – kondensato terpė

UF – karbamido formaldehido dervos terpė

A – oro terpė

SC – vandens garų terpė/perkaitinto vandens terpė

AAP – asmeninės apsaugos priemonės

KAP – kolektyvinės apsaugos priemonės

DSS – darbuotojų sauga ir sveikata

Įvadas

Karbamido – formaldehido dervos (KF – dervos) yra plačiausiai naudojami amino – aldehido klasės klijai, medienos gaminiam. Amino – aldehido dervos – tai polimerinės kondensacijos produktai gaunami reaguojant aldehidams su junginiais, turinčiais amino arba amido grupes. Formaldehidas yra dažniausiai polikondensacijoje naudojamas aldehidas, dėl savo reaktingumo, gamybos paprastumo bei mažos kainos.

KF – derva pasižymi geru tirpumu vandenyje (tai užtikrina lengvą transportavimą bei panaudojimą tolimesnėje gamyboje), atsparumu degimui, dėl didelio kiekio azoto polimerinėje grandinėje, geromis šilumos izoliacinėmis savybėmis, spalvos nebuvimu galutiniame produkte, realyviai mažais gamybos kaštais [1].

Iš karbamido gaminamos termoreaktingos amino dervos susidaro rūgštinės polikondensacijos metu. Karbamidui reaguojant su formaldehidu susidaro tarpiniai junginiai, tokie kaip metilolio junginiai. Tolimesnėse reakcijos stadijose vykstant vandens eliminavimui susidaro mažos molekulinės masės kondensatai, kurie yra tirpūs vandenyje. Didelės molekulinės masės produktai, kurie yra netirpūs vandenyje, gaunami tolimesnės polikondensacijos reakcijos metu, kai polimerinė grandinė sparčiai auga. Laiku nesustabdant polikondensacijos, polimerinės grandinės pradeda šakotis vėliau polimeras tinklinasi – tampa kietas, tokiu atveju derva tampa nebepanaudojama ir toks variantas yra nepageidaujamas ir vengtinas [2].

Įprastai KF – dervos gaunamos naudojant 35 – 40 % koncentracijos formaldehido vandeninį tirpalą – formaliną. Tokiu būdu gautas produktas turi apie 50 % nelakųjų medžiagų, kitaip tariant dervoje lieka apie pusė, pagal masę, vandens, kuris turi būti sumažintas iki maždaug 30 %. Tam įprastai naudojamas vakuuminis distiliavimas.

Šiame darbe bus analizuojama, tiriama ir projektuojama KFD gamybinė linija, kurioje KF derva sintetinama iš aukštos koncentracijos formaldehido tirpalo (~ 55 %), taip eliminuojant vakuuminio distiliavimo stadiją.

Projektuojama gamybinė linija AB „Achema“ organinių produktų ceche – KFD skyriuje. Projektuojamos gamybinės linijos pajėgumas – 78 000 tonų karbamido formaldehidinės dervos per metus. Tam pasiekti pasirenkami du vienodi periodinės gamybos reaktoriai su jiems priklausančiais įrenginiais.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Karbamido formaldehidinę derą sudarantys komponentai

Pagrindinės žaliavos KF – dervos gamyboje yra karbamidas ir (35 – 55 %) formaldehido vandeninis tirpalas. Dervos sintezė vyksta dviem etapais: šarminė metilolimo reakcija ir rūgštinė polikondensacija, pH vertės reguliavimui naudojama natrio šarmas ir skruzdžių rūgštis [2].

Pritaikant tyrimo metu įgytas žinias bei pasinaudojant darbo patirtimi dervos stabilizavimui, sudarant buferinę talpą naudojamas trietanolaminas.

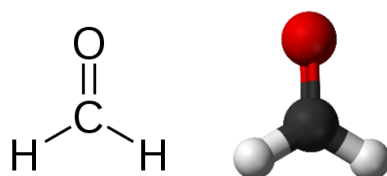
1.1.1. Formalinas – formaldehido vandeninis tirpalas

Formaldehido vandeninis tirpalas – formalinas dažniausiai būna 35 – 55 % koncentracijos, bespalvis, aštraus kvapo, kvėpavimo takus dirginantis lakus skystis [3]. Dėl formaldehido savybės polimerizuotis į paraformalhidą, dažnai jis yra stabilizuojamas metanolio.

Šiuo metu plačiausiai naudojamos dvi technologijos gauti formalhidą (**3.1 pav.**). Abi yra paremtos metanolio selektyvia konversija ant katalizatoriaus. Pagrindinis skirtumas tarp technologijų – tai katalizatoriaus tipas, sidabro – pempzos arba geležies – molibdeno oksido (FORMOX™ procesas). Pastaruoju gaunamas labai aukštos koncentracijos be metanolis formalinas [4].

Šiame darbe visi tyrimai, analizės ir inžineriniai skaičiavimai bus atlikti remiantis geležies – molibdeno oksido katalizatoriaus technologijos metu gautu aukštos koncentracijos be metanolio formalinu.

Fizikinės ir cheminės medžiagos savybės pateiktos „Priedas 1: Medžiagų cheminės ir fizikinės savybės“ **4.1** lentelėje.



Pav. 1.1 Formaldehido grafinė formulė [3].

1.1.2. Techninis karbamidas

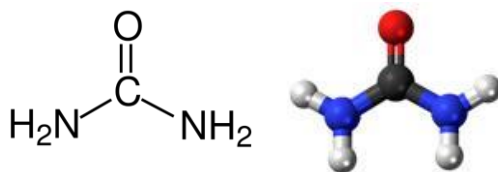
Karbamidas – tai organinis junginys, kurio cheminė formulė $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (**1.2 pav.**). Tai amidas turintis dvi funkcines amino grupes sujungtas karbonilo grupe [5].

Karbamidas gaunamas reaguojant dujiniam amoniakui, anglies dvideginiui ir anglies – amonio druskoms. Dervos gamybos sintezei naudojamas granuliuotas, nekondicionuotas techninis karbamidas. Techniniam karbamidui yra keliami mažesni reikalavimai, tačiau pageidautina, kad priemaišų dalis neviršytų daugiau nei 1,5 %.

Pagrindinės priemaišos yra biuretas, susidarantis karbamido sintezės metu bei nesureagavusios anglies – amonio druskos (AAD). Esant priemaišoms karbamido buferinė talpa gali kisti, taip apsunkindama dervos sintezę.

Šiame darbe visi tyrimai, analizės ir inžineriniai skaičiavimai bus atlikti remiantis tuo, kad karbamide esantis biuretas, AAD ir karbamido buferinė talpa – reaktingumas neviršija leistinų normų. Dėl to į svyruojančią žaliavos kokybę nebus atsižvelgta.

Fizikinės ir cheminės medžiagos savybės pateiktos „Priedas 1: Medžiagų cheminės ir fizikinės savybės“ **4.2** lentelėje.



Pav. 1.2 Karbamido grafinė formulė [5]

1.1.3. Reagentai kontruojantys pH ir stabilizatoriai

1.1.3.1. Natrio hidroksidas

Tiriamajame darbe bei visuose skaičiavimuose bus naudojamas natrio hidroksido tirpalas, kurio koncentracija kaip gaunamos žaliavos – 50 %, kuris tolimesnėse gamybos stadijose yra skiedžiamas iki 20 – 22 %.

Fizikinės ir cheminės natrio hidroksido tirpalo savybės pateiktos „Priedas 1: Medžiagų cheminės ir fizikinės savybės“ **4.3** lentelėje.

1.1.3.2. Skruzdžių rūgštis

Tiriamajame darbe bei visuose skaičiavimuose bus naudojamas skruzdžių rūgšties tirpalas, kurio koncentracija kaip gaunamos žaliavos – 80 %, kuri tolimesnėse gamybos stadijose yra skiedžiama iki 20 – 23 %.

Fizikinės ir cheminės skruzdžių rūgšties tirpalo savybės pateiktos „Priedas 1: Medžiagų cheminės ir fizikinės savybės“ **4.4** lentelėje.

1.1.3.3. Trietanolaminas

Trietanolaminas (TEA) yra stiprus bazinį buferį sudarantis junginys, naudojamas įvairiuose srityse kaip stiprus bazinis agentas [6].

TEA dervos sintezėje naudojamas kaip buferinis agentas, todėl kad dervoje esantis nesureagavęs formaldehidus, mažina pH, to pasekoje vyksta KF – dervos hidrolizė, taip dar labiau didinant laisvo formaldehido emisiją. Dervoje didėjant laisvam formaldehidui polimerinės grandinės gali pradėti tinkintis taip gali susidaryti maži vandenyje netirpūs kristalai, kurie yra nepageidaujami. Taip pat laisvas formaldehidus yra reguliuojamas dervoje dėl formaldehido toksiškumo. Vienas iš būdų sustabdyti tokį procesą yra užtikrinti dervos pH, apie 8 [7]. Tam pasiekti naudojamas trietanolaminas.

Fizikinės ir cheminės trietanolamino savybės pateiktos „Priedas 1: Medžiagų cheminės ir fizikinės savybės“ **4.5** lentelėje.

1.2. Karbamido formaldehidinės dervos

Karbamido formaldehidinės (KF) dervos yra pagrįstos dviejų monomerų – karbamido ir formaldehido reakcija. Pritaikant skirtingas reakcijos sąlygas įmanoma sudaryti daugybę skirtingų polimerinių struktūrų [8].

Reakcijos mechanizmas susideda iš dviejų pagrindinių stadijų – metilolinimo ir polikondensacijos.

1.2.1. Metilolinimo ir polikondensacijos reakcijos

Karbamido ir formaldehido reakcija iš esmės yra dviejų etapų procesas: šarminis metilolinimas, po kurio vykdoma rūgštinė polikondensacija.

Metilolinimas, tai trijų (teoriškai keturių) bifunkcinio formamaldehido molekūlės, vandenilio atomų pakeitimas, karbamido molekūlėmis. Susidarę metilolio junginiai, kitaip dar vadinami metilol – karbamido junginiais. Priklausomai nuo pakeistų vandenilių skaičiaus priskiriamas skirtingas junginio (KF – dervos monomero) pavadinimas, mono –, di – ar trimetilolkarbamido junginiu. Teoriškai įmanomą, tačiau dar nėra pavykę izoliuoti monomero su pakeistas visais keturiais radikalais.

Kiekvienas metilolinimo žingsnis turi skirtingą greičio konstantą k_i , su skirtingomis konstantomis ir grįžtančioms reakcijoms. Reakcijos grįžtamumas yra vienas svarbiausių KF dervos savybių, kuri lemia galutinio produkto mažą atsparumą hidrolizei, sukeliama drėgmės, taip susidarant formaldehido atlaisvinimui iš polimerinės grandinės – formaldehido emisijai. Taip įvyksta dėl susidarantių silpnų eterinių jungčių tarp metilolkarbamido junginių polikondensacijos metu.

Didžiausią įtaką metilolio grupių susidarymui turi formaldehido – karbamido molinis santykis (F/U), esant kuo didesniai moliniam santykiui didėja galimybė susidaryti stipriai metilolintiems junginiams (trimetilolkarbamidams) [9,10]. Metilolio junginiai daugiau ar mažiau yra stabilūs šarminėje aplinkoje, vis dėlto šarminė kondensacija taip pat gali įvykti, tačiau labai mažu laipsniu ir tai neturi didelės įtakos.

Šalutiniai produktai susidarantys metilolinimo metu yra acetaliai, hemiacetaliai bei eterifikuoti junginiai, susidarantys dėl metanolio priemaišų formaline ar/ir susidarant *Cannizzaro* reakcijos metu formaldehidui reaguojant su natrio hidroksidu. Taip pat pastebimas ir urono ar kitų antrinių ir tretinių aminių susidarymas reaguojant amoniakui, esančiam kaip karbamido priemaišai, bei formaldehidui [11].

KF polimerai susidaro rūgštinės polikondensacijos metu. Metilolio junginių, nesureagavusio karbamido ir laisvo formaldehido sistemoje vykstant reakcijai susidaro linijinės ir mažai šakotos molekūlės. Reakcijai vykstant molekūlės sparčiai didėja ir susidaro nuo mažos iki didelės molekulinės masės junginių.

Susidarančių jungčių tipas tarp karbamido molekulių priklauso nuo reakcijos sąlygų. Žemesnėse temperatūrose ir tik šiek tiek rūgštesnėse terpėse susidaro daugiau metilen – eterio tiltelių ($-\text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 -$), kol aukštesnėse temperatūrose ir žemoje pH susidaro stabilesni metileno tilteliai ($-\text{CH}_2 -$). Eterio tilteliai gali persigrupuoti į metileningus tiltelius susidarant formaldehido molekulei. Kad susidarytų eterinė jungtis reikalinga dviejų formaldehido molekulių ir tokia jungtis nėra tvirta, todėl rekomenduojama polikondensacijos metu pritaikyti sąlygas, kad kuo labiau išvengtų eterinių jungčių, siekiant kuo labiau sumažinti laisvo formaldehido susidarymą.

Rūgštinė polikondensacija vykdoma su tokiu pačiu moliniu santykiu kaip ir metilolinimo reakcija (t.y. F/U – 1,8 iki 2,5). Kai F/U molinis santykis yra mažesnis, nei 1,8 pastebimas netirpių nuosėdų susidarymas, dervos drumstumas. Galutinis dervos molinis santykis koreguojamas taip vadinamuoju „antru dozavimu“, kuris gali taip pat būti išskirstytas į kelis etapus [12,13].

1.2.2. Metilolinimo ir polikondensacijos metu dervoje susidarę junginiai

Po KF – dervos sintezės tikėtina susidarantys junginiai:

- laisvas formaldehidas, kuris yra nesureagavęs kartu su metilolo junginiais ar su pridėtinu karbamidu;
- monomeriniai metilolkarbamido junginiai, kurie susidarė sureagavus formaldehidui ir karbamidui po pridėtinio karbamido;
- oligomeriniai metilolkarbamido junginiai, kurie nesureagavo į polimerines grandines polikondensacijos metu ar susidarė po pridėtinio karbamido;
- didelės molekulinės masės junginiai, kurie labiau apibūdina karbamido – formaldehidinę dervą.

Kondensacijos reakcija ir molekulinės masės didėjimas gali būti stebimas gelio prasiskverbimo chromatografija (GPC). Ilgesnis kondensacijos laikas lemia didesnę stambiamolekulių junginių išėigą [14].

1.2.3. Molinio santykio (F/U) įtaka reakcijos eigai ir dervos kokybei

Kaip anksčiau minėta KF – derva susideda iš dviejų monomerų, karbamido ir formaldehido. Dėl formaldehido toksiškumo, dervoje turi likti kuo mažiau laisvo (nesureagavusio) formaldehido bei tolimesniame dervos panaudojime išsiskirti dujinio formaldehido.

Vis dėlto laisvas formaldehidas lemia dervos savybes, pavyzdžiui jeigu dervoje yra daugiau laisvo formaldehido, dervos suklijavimas yra žymiai geresnis, nei dervos su mažesniu formaldehido kiekiu. Didžiausią įtaką laisvo formaldehido kiekiui turi molinis santykis. Teoriškai moliniui santykiui artėjant prie vieneto, laisvo formaldehido kiekis sumažinamas iki nulio. Vis dėlto kaip anksčiau minėta formaldehidas gali atsilaisvinti dėl hidrolizės esant silpnoms metil – eterio jungtims.

Taip pat molinis santykis turi didelę įtaką reakcijos eigai, kadangi tiek šarminis metilolinimas, tiek rūgštinė polikondensacija vykdoma tokia pačia moliniame santykiuje, būtina parinkti molinį santykį, kuris tenkintų abiejų reakcijų poreikius.

Dažniausiai F/U santykis svyruoja nuo 1,8 iki 2,5, pastebima, kad moliniui santykiu esant daugiau už 2,0 metilolinimo metu susidaro maksimalus kiekis trimetilolkarbamido monomerų, tačiau prasidėjus polikondensacijai ir esant pastoviam pH, polikondensacija vyksta žymiai lėčiau. Tuo tarpu F/U santykiui esant apie 1,8 pastebimas netirpių junginių susidarymas bei polikondensacijos nenusėjamumas – polimerinės grandinės gali pradėti labai sparčiai augti bei tinkintis, susidarant skersiniams kovalentiniams ryšiams. Todėl dažniausiu atveju molinis santykis pasirenkamas artimas 2,0.

Galutinis KF – dervos molinis santykis, po paskutinio karbamido dozavimo (molinio santykio reguliavimo) parenkamas pagal dervai keliamus reikalavimus. Kadangi didžiąją dalimi visoms KF dervoms pirmtinis reikalavimas yra maža formaldehido emisija ir geras suklijavimo laipsnis, dažnu atveju galutinis molinis santykis svyruoja nuo 1,0 iki 1,15 [14,15,16].

1.3. Karbamido formaldehidinės dervos gamybos technologija

KF – dervų gamyba vykdoma nepertraukiamu (nuolatinu) būdu, tiek ir pertraukiamu – periodiniu būdu. Pastarasis yra plačiau naudojamas, dėl lengvesnio reakcijos suvaldymo bei didesnės išėigos pasiekiamumo. Reakciją įtakoja keli skirtingi parametrai; svarbu kontroliuoti žaliavų grynumą, naudojamų medžiagų kiekius, ypač rūgšties ir šarmo katalizatorių; būtina kontroliuoti temperatūrą, pH bei žaliavų koncentracijas.

Dažniausiai naudojama trijų žingsnių technologija. Pirmas žingsnis visuomet yra metilolinimas, kuris vykdomas šarminėje terpėje bei esant F/U moliniam santykiui ~ 2,0. Šį žingsnį svarbu atlikti tam kad sudaryti skirtingų rūšių metilolkarbamido junginių. Susidariusių įvairių metilolkarbamido junginių santykis mišinyje priklauso būtent nuo molinio F/U santykio. Antrasis žingsnis – polikondensacija, ji vykdoma rūgštinėje terpėje. Jos metu susidaro įvairios molekulinės masės junginių.

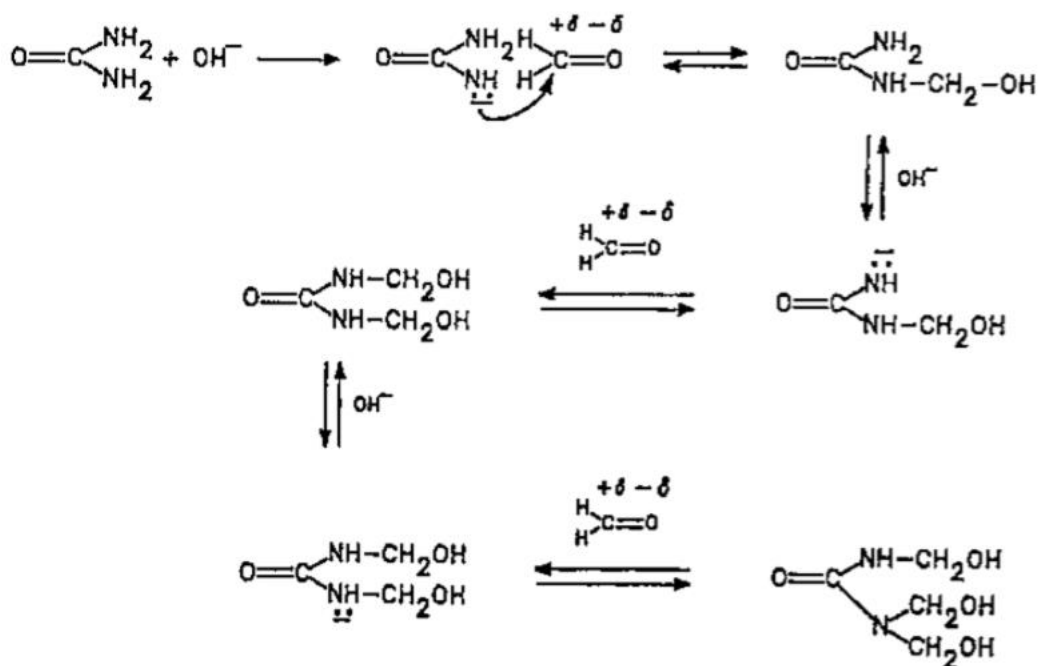
Susidariusių junginių molekulinės masės pasiskirstymas (polidispersiškumas), taip pat priklauso nuo F/U molinio santykio. Junginių molekulinė masė nulemia dervos charakteristikas – klampą, tekėjimo savybes, medžio drožlių įmirkymą bei penetraciją į medieną.

Paskutinis, trečiasis žingsnis yra dervos stabilizacija bei molinio F/U santykio reguliavimas. Pridedant karbamido iki molinio santykio artimo vienetui inicijuojama antra metilolinimo reakcija kai susidaro mažamolekuliai oligomerai, kurie suriša laisvą, nesureagavusį formaldehidą. Taip pat galima išskaidyti paskutinę „porciją“ karbamido į dvi dalis, kuomet paskutinė įvykdoma prie žemos temperatūros – taip neleidžiant metilolintis karbamidui. Dervoje lieka nesureagavusio karbamido, kuris „sugaudo“ dervos hidrolizės metu atsilaisvinusį karbamidą [14,16].

1.3.1. Reakcijos mechanizmas

Kaip ir minėta anksčiau (1.2.1 skyrelyje) KF – dervos sintezės reakcija vyksta dviem etapais. Tai šarminė metilolinimo reakcija, kurios metu susidaro mono-, di- ir trimetilolkarbamido junginiai. Antroje stadijoje – rūgštinėje polikondensacijoje vyksta metilolkarbamido junginių kondensacija, pirma iki mažamolekulių, toliau iki ilgų stambiamolekulių grandinių, galiausiai iki sudėtingos šakotos, tinklinės ir netgi iki trimatės struktūros. Todėl svarbu kondensacija nutraukti tinkamu metu. Polikondensacija nevyksta, jeigu reakcijos pH vertė yra didesnis nei 6 [17].

Kol metilolinimo reakcija gali vykti kambario temperatūroje susidarant metilol – karbamido junginiams, kondensacija gali vykti tik aukštoje temperatūroje ($\geq 90\text{ }^{\circ}\text{C}$), susidarant metilen – eterio tilteliams tarp karbamido molekulių.



Pav. 1.3 Pagrindinė reakcijos schema tarp formaldehido ir karbamido šarminėje terpėje [17]

2. Tiriamoji dalis

Tiriamąjį darbo tikslas yra susintetinti karbamido – formaldehidinę dervą iš aukštos koncentracijos vandeninio formaldehido tirpalo.

Pagrindiniai keliami uždaviniai yra:

- palyginti sintezės eigą/skirtumus tarp įprasto būdo ir šiame darbe taikomo;
- palyginti gauto produkto savybes (laisvo formaldehido kiekį, dervos klampą, nelakiųjų junginių masės dalį);
- patikrinti ar nauju būdu susintetinta dervą galima naudoti be vakuuminio distiliavimo;
- patikrinti TEA naudojimo galimybes stabdant polikondensaciją;
- patikrinti ar TEA nesuardo polimerinės grandinės stabdant reakciją (tiriant klampos pokyčius);

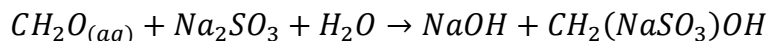
Visiems bandymams, analizėms ir skaičiavimams naudos gamybinės žaliavos, dėl to galimos papildomos paklaidos.

Visiems laboratoriniams bandymams buvo taikyta anksčiau aprašyta technologija. Medžiagų moliniai santykiai, temperatūra bei žaliavų kiekiai nustatyti skaičiuojant, pagal egzistuojančius technologinius aprašymus. Šiame tyrime aprašyme bus pateikta tik galutinės sintezės rezultatai ir palyginimai su anksčiau AB „Achemoje“ gautais technologijos rezultatais.

2.1. Naudoti tyrimo metodai

2.1.1. Formalino koncentracijos nustatymas

Formalino koncentracijai nustatyti naudotas titravimo metodas.



Tam, 50 ml 1M natrio sulfito ir trys lašai timolftaleino supilama į kolbą ir atsargiai nutitruojama 1M HCl iki kol išnyks mėlyna spalva, maždaug keli lašai.

Tiksliai 2,5 g (0,01 g tikslumu) pamatuotas bandinys (tiriama formalino) sumaišomas su natrio sulfito tirpalu, gautas tirpalas titruojamas su 1M HCl iki visiškai mėlynos spalvos išblukimo. Vienas ml 1M druskos rūgšties atitinka 0,03002 g formaldehido.

Formalino koncentracija apskaičiuojama pagal formulę [18]:

$$\% \text{ Formalino} = \frac{V_{(\text{HCl})} \cdot M_{(\text{HCl})} \cdot 3,002}{m_{(\text{HCOH})}}$$

čia:

$V_{(\text{HCl})}$ – titravimo metu sunaudotas 1M HCl kiekis, ml.

$M_{(\text{HCl})}$ – molinė HCl koncentracija.

$m_{(\text{HCOH})}$ – formalino bandinio masė, g.

Formalino koncentracijai nustatyti lygiagrečiai naudojamas automatinis titratorius.

Gauti rezultatai:

- Pirmasis bandinys – formalino koncentracija gauta titruojant 54,7%, o automatinio titravimo būdu – 54,4%.
- Antras bandinys – formalino koncentracija gauta titruojant 55,2%, o automatinio titravimo būdu – 55,3%.

Tolimesni skaičiavimai bus atlikti remiantis rankinio titravimo rezultatais.

2.1.2. Sintezės produktų klampos nustatymas

Sintezės metu bei analizuojant galutinį produktą, atliekamos klampos nustatymo analizės. Tam atlikti naudojamas rotacinis viskozimetras (*angl. Brookfield viscometer*). Skysčio klampa matuojama esant 25 °C temperatūrai. Matavimo vienetai – mPa · s.

Vykiant sintezę pramoninių būdu, dėl greito analizės rezultatų gavimo naudojamas termostatuojamas puodelio tipo viskozimetras (*angl. Ford cup*) ar krintančio kamuoliuko viskozimetras (*angl. Höppler viscometer*). Tiek vienu, tiek kitu būdu matuojama sąlyginė klampa, panaudojus korekcijos koeficientą, apskaičiuojama dinaminė klampa.

2.1.3. Sintezės mišinio pH nustatymas

Sintezės metu bei analizuojant galutinį produktą, pH matuojamas prie 25 °C temperatūros pH matavimo prietaisu. Matuoklio elektrodas parenkamas, kad būtų galima matuoti 0 – 14 pH ribose bei būtų tinkamas matuoti klampus skysčius.

2.1.4. Nelakiųjų junginių masės derva nustatymas

Norint nustatyti nelakiųjų junginių masės dalį derva, reikia pašalinti lakius junginius derva, tokius kaip vanduo ir formaldehidai. Tam atlikti, taikomas analizės būdas, kai tiksliai (0,01 g tikslumu) pasvertas dervos mėginys ~ 1 g 120 minučių kaitinamas esant 140 °C temperatūrai.

Iškaitintas mėginys vėsina desikatoriuje, atvėsinus iki kambario temperatūros, mėginys sveriamas, palyginamas buvęs ir esamas svoris. Užtikrinti tikslumą atliekamos kelios lygiagrečios analizės.

2.1.5. Laisvo formaldehido kiekio derva nustatymas

Laisvas, nesureagavęs formaldehidai derva nustatomas pagal formaldehido masės dalį derva. Tam naudojama metodika aprašyta 2.1.1 skyrelyje. (**Formaldehido koncentracijos nustatymas**).

2.1.6. Susimaišymo su vandeniu, koaguliacijos santykio nustatymas

Susimaišymo su vandeniu nustatymas – skirtas įvertinti derva esančių didelės molekulinės masės junginių kiekį. Kuo santykis mažesnis (t.y. artimesnis 1:1), tuo derva yra daugiau stambiamolekulių junginių. Skirtingoms dervos rūšims taikomas skirtingas susimaišymo su vandeniu santykis.

Analizė atliekama naudojant graduotą matavimo cilindą, į jį įpylus 10 ml tiriamos dervos, pilamas vanduo bei maišoma. Vandens kiekis parenkamas porcijomis, atitinkant tiriamos dervos tūrį (pirma sumaišoma lygūs tūriai – 1:1). Stebima ar derva koaguliuoja, jei ne – didinamas vandens tūris iki tol kol derva sukoaguliuoja. Šis santykis vadinamas susimaišymo su vandeniu arba koaguliacijos santykiu.

2.1.7. KF – dervos kietėjimo trukmės nustatymas

Vienas svarbiausių tolimesnėje KF – dervos panaudojime parametrų – kietėjimo trukmė. Šia analize nustatomas dervos gebėjimas sustingti, taip suklįuojant medienos drožles.

Analizei naudojamas 10 % NH₄Cl tirpalas. Imama 95 g tiriamos dervos bei 5 g kietiklio (amonio chlorido tirpalas), gerai sumaišius, imamas 5 g bandinys ir fiksuojant laiką, mėgintuvėlyje, panardintame verdančiame vandenyje matuojama trukmė iki kol derva sukietės.

2.2. Karbamido – formaldehidinės dervos sintezė

Pagrindinės žaliavos, kurios buvo apskaičiuojamos karbamido – formaldehido dervos sintezei yra formalino ir reikalingo karbamido kiekiai. Tyrimuose naudojamas fiksuotas formalino kiekis – 100 gramų dvejiems bandymams.

Pagal gautas koncentracijos vertes apskaičiuojamas karbamido kiekis visiems 3 dozavimams. Pagal molinius santykius (F/U) atitinkamai – 2,00/1,18/1,07.

Pirmas bandymas:

Karbamido kiekiai:

- Pirmas dozavimas – 54,703 g.
- Antras dozavimas – 38,013 g.
- Trečias dozavimas – 9,532 g.

Antras bandymas:

Karbamido kiekiai:

- Pirmas dozavimas – 55,203 g.
- Antras dozavimas – 38,361 g.
- Trečias dozavimas – 9,619 g.

Tiek pirmu, tiek antru bandymu reakcijos eiga ir pabaiga panaši, todėl aptarta bus tik antrojo bandymo eiga.

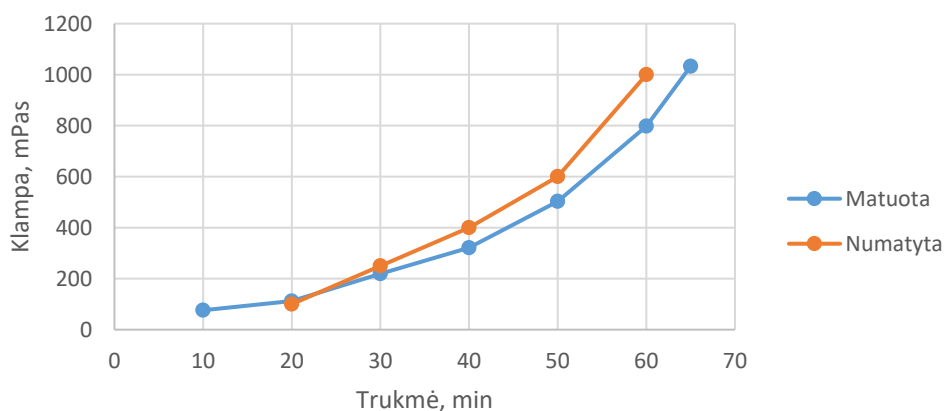
100 g 55,2 % koncentracijos formalinas pašarminamas NaOH tirpalu (21%) iki pH – 7,4. Stengiamasi kuo tiksliau sureguliuoti pH, norint išvengti buferinio tirpalo susidarymo tolimesnėse stadijose. Lėtai, maždaug per 10 – 15 min suberiamas karbamidas, bandant imituoti realias sąlygas, tiek maždaug užtrunka pirmasis karbamido dozavimas į reaktorių. Pradedamas kaitinimas, pasiekus 95 °C laipsnių temperatūrą, fiksuojamas laikas. Po 10 minučių įlašinama keli lašai skruzdžių rūgšties. Matuojamas pH, bandoma pasiekti vertę 5,2. Po to stabilizuojama reakcijos temperatūra ~ 97 °C laipsnių. Kas 10 minučių imamas bandinys klampai ir pH nustatymui. Reakcijos metu pH turėtų nekisti, o klampa tolygiai didėti iki pageidaujamos klampos t.y. ~ 1000 mPa·s (esant 25 °C). Planuojama rūgštinė polikondensacija neturėtų užtrukti ilgiau nei 60 minučių, jeigu kondensacija lėta, verta sumažinti pH ar padidinti temperatūrą. Iš gautų klampos verčių braižomas grafikas, kiekvieną kartą planuojant kitą tašką iš sukauptos darbo patirties (**pav. 4.1**).

Pagal klampos didėjimo tendenciją, esant netoli norimos klampos numatomas klampos dydis ir polikondensacija stabdoma įpilant TEA, prieš tai greitai paimant paskutinį mėginį ir dar vieną mėginį iškart po TEA supylimo. Toliau sureguliuojamas pH iki 8 ir supilama antra karbamido porcija. Mišiniui leidžiama savaime vėsti iki kol bus atliktos mėginių analizės.

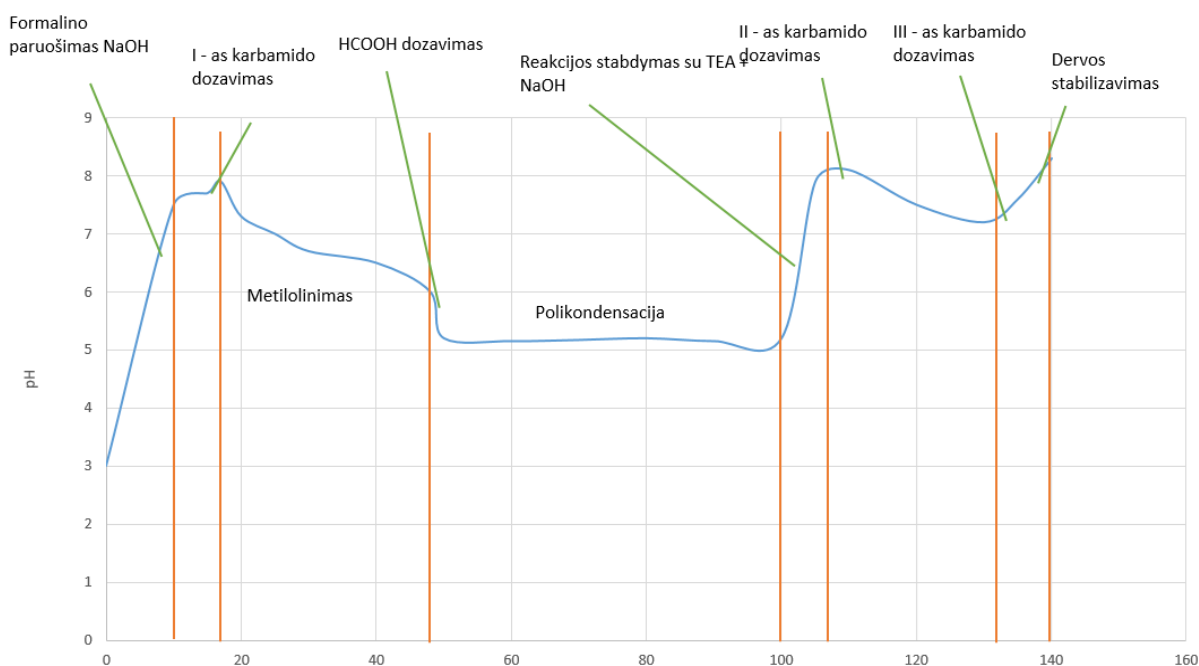
Toliau stebimas pH mažėjimas – tai įrodo, kad vyksta reakcija. Neleidžiama pH vertei nukristi žemiau 6, nes tai iniciuotų polikondensaciją. Reakcijos indas aušinamas ir pasiekus 50 °C temperatūrą supilamas likęs karbamido kiekis, pH sureguliuojamas NaOH tirpalu iki 8,2. Reakcijos pH kitimas visos karbamido – formaldehidinės dervos sintezės metu pateiktas 2.2 paveiksle.

Reakcija baigiama, derva aušinama, atliekama produkto savybių analizė.

Pirmasis grafikas rodo išmatuotos ir teorinės klampos kitimą reakcijos metu.



Pav. 2.1 Karbamido – formaldehido dervos sintezės mišinio klampos kitimas reakcijos metu



Pav. 2.2 pH kitimas karbamido – formaldehido dervos sintezės reakcijos metu priklausomai nuo vykdomų reakcijos stadijų

2.3. Gautos dervos analizė ir rezultatų įvertinimas

Visos analizės buvo atliktos naudojant **2.1 poskyryje** aprašytomis metodikomis.

Pirmiausia analizuojami gauti rezultatai apie trietanolamino pakeitimą reakcijos stabdymui.

Dervos klampa prieš reakcijos stabdymą ir iškart prieš stabdymą trietanolaminu:

Prieš stabdymą – 1024 mPa·s.

Iškart po stabdymo – 1033 mPa·s.

Galime daryti išvadą, kad klampai įtakos reakcijos stabdymas neturėjo, kas ankstesniuose bandymuose atsispindėdavo naudojant natrio hidroksidą.

Tolimesni dervos kokybės rodikliai:

- Nelakiųjų junginių masė dervoje.
- Galutinio produkto klampa.
- Kietėjimo trukmė naudojant 0,5% kietiklio 100 °C.
- Laisvo formaldehido kiekis dervoje.
- Koaguliacijos santykis – susimaišymo su vandeniu santykis.

2.3.1. *Nelakūs junginiai KF – dervoje*

Atlikus kaitinimą pirmojo bandymo metu sausa liekana gauta 66,9%, antrojo – 67,4%. Pagal kokybės reglamentus AB „Achema“ – įsipareigoja, kad KF – dervoje sausos liekanos būtų $68 \pm 1\%$. Todėl šios sintezės metu antruoju bandymu yra pasiektas tinkamas rodiklis.

2.3.2. *Kiti dervos kokybės rodikliai*

Pagal AB „Achema“ kokybės nuostatas KF – dervos su galutiniu moliniu santykiu 1,07 kokybiniai rodikliai turi būti:

- Klampa 350 – 500 mPa·s.
- Kietėjimo trukmė 50 – 60 s.
- Laisvo formaldehido kiekis – $< 0,1\%$.
- Koaguliacijos santykis 1:3 – 1:5.

Antruoju bandymu gauti rezultatai:

- Dervos klampa – 364 mPa·s.
- Kietėjimo trukmė – 53 s.
- Laisvo formaldehido kiekis – 0,02%.
- Koaguliacijos santykis – 1:5.

2.4. Tiriamojo darbo išvados

Atlikus KF – dervos sintezės bandymus daromos tokios išvagos:

- Nors galutinio produkto – dervos klampa maža (364 mPa·s), rūgštinės polikondensacijos pabaigoje klampa siekė daugiau nei 1000 mPa·s, iš to daroma išvada, kad dervoje polikondensacijos metu susidarė didelė dalis stambiamolekulių junginių, o po dervos stabilizavimo klampa sumažėjo beveik 3 kartus – tai patvirtina mažamolekulių junginių susidarymą po antrinės metilolinimo reakcijos.
- Pasiekta gera dervos kietėjimo trukmė su mažu kiekiu laisvo formaldehido, daroma išvada, kad taikant tris karbamido dozavimus bei trečiąjį karbamido kiekį dozuojant esant žemesnei temperatūrai geriau surišamas laisvas nsureagavęs formaldehidas, nepakenkiant dervos kietėjimo savybėms.
- Gautas gan didelis susimaišymo su vandeniu santykis, daroma išvada, kad polikondensacijos metu dervą galima kondensuoti ilgiau, pasiekti aukštesnę klampą t.y. sudaryti daugiau stambiamolekulių junginių.
- Atlikus nelakių junginių masės nustatymo analizę gauta masės dalis tinkanti naudoti dervą be papildomo vakuuminio koncentravimo.

Atlikus tiek praktinę, tiek laboratorinę analizę tolimesnėje darbo dalyje bus projektuojama KF – dervos gamybos linija be vakuuminio distiliavimo įrenginio, nes pasiekiami tinkami produkto kokybės rezultatai.

3. Inžinerinė dalis

3.1. Projektiniai sprendimai

Karbamido formaldehido derva gaminama periodiniu būdu. Darbo tikslas rekonstruoti organinių produktų cechą taip, kad karbamido formaldehidinių dervų (KFD) gamybos pajėgumas padidėtų 6500 t/mėn, gaminant dervas, įgalinančias gaminti E1 emisijos klasės medžio drožlių ir plaušo plokštes bei kitus medienos gaminius.

3.1.1. *Projektuojami technologiniai įrenginiai*

Visų projektuojamų, parenkamų įrenginių medžiagos bei geometriniai matmenys parenkami vadovaujantis esamų technologinių įrengimų parametrais, dėl to papildomi skaičiavimai nebus pateikti.

Numatomi konstruojami technologiniai įrenginiai:

- įrengiamas požeminis karbamido bunkeris, skirtas sandėliuoti karbamidą atvežamą vagonais, su sraigtiniu iškrovimo transporteriu bunkerio apačioje;
- karbamido tiekimui iš bunkerio į reaktorius įrengiami juostiniai transporteriai, elevatorius ir srauto nukreipimo kelnės;
- KFD gamybos reaktoriai, sumontuoti ant svorio daviklių. Reaktorių maišymo įrenginiai – maišyklės. Kondensatoriai, reaktoriuose susidariusiems garams sukondensuoti ir grąžinti atgal į reaktorius su papildomais ventiliatoriais;
- įrengiami siurbliai dervos pumpavimui iš reaktorių į KFD sandėlį;
- įrengiami KF – dervos filtravimui skirti filtrai – stambaus ir smulkaus valymo filtrai;
- įrengiamas skruzdžių rūgšties tirpalo dozavimo mazgas: rūgšties laikymo talpa, dozavimo bakelis, tiekimo siurblys, svėrimo įrenginys, į reaktorius rūgštį dozuojantis siurblys;
- įrengiamas natrio hidroksido tirpalo dozavimo mazgas: natrio hidroksido tirpalo laikymo talpa, tiekimo siurblys, svėrimo įrenginys, į reaktorius dozuojantis siurblys;
- įrengiamas TEA tirpalo dozavimo mazgas: TEA laikymo talpa, tiekimo siurblys, svėrimo įrenginys, į reaktorius dozuojantis siurblys;

3.1.2. Įrenginių pozicijos pavadinimo priskyrimas

Kiekvienam projektuojamam įrenginiui priskiriamas pozicijos pavadinimas pagal normatyvinius standartus. Pozicijų pavadinimų sąrašas pateiktas 3.1 lentelėje.

Lentelė 3.1 Įrengimų pavadinimų ir priskirtų pozicijų sąrašas

Pavadinimas	Pozicijos pavadinimas	Kiekis
Reaktorius	R - 100/200	2
Maišyklė	A - 100/200	2
Garų kondensatorius	E - 100/200	2
Ventiliatoriai	V - 100/200	2
Rūgšties talpykla	T - 100A	1
Rūgšties dozavimo talpa	T - 100B	1
Šarmo talpykla	T - 200A	1
Šarmo dozavimo talpa	T - 200B	1
TEA talpykla	T - 300A	1
TEA dozavimo talpa	T - 300B	1
Karbamido bunkeris	B - 1	1
Sraigtinis transporteris	ST - 1	1
Juostinis transporteris	TR - 1/2	2
Paskirstymo kelnės	K - 1	1
Stambaus valymo filtras	F - 100/200	2
Smulkaus valymo filtras	F - 100A/200A	2
Dervos siurbliai	P - 100/200	2
Rūgšties siurblys	P - 300	1
Šarmo siurblys	P - 400	1
TEA siurblys	P - 500	1
Rūgšties dozavimo siurblys	P - 300A	1
Šarmo dozavimo siurblys	P - 400A	1
TEA dozavimo siurblys	P - 500A	1

3.1.3. Projektuojami technologiniai vamzdynai

Visų projektuojamų bei parenkamų technologinių vamzdynų medžiagos bei geometriniai matmenys parenkami vadovaujantis esamų technologinių vamzdynų parametrais, dėl to papildomi skaičiavimai nebus pateikti. Visų vamzdynų aprašymai pateikti „Priedas 2: Technologinių vamzdynų sąrašas“ 13.1 lentelėje.

3.1.3.1. Žaliavų tiekimo technologiniai vamzdynai

- projektuojamas naujas vamzdynas „FA-80-SS-02” formalino tiekimui į reaktorius poz. **R – 100/200** nuo esančios ceche linijos „FA-80-SS-01”;
- skruzdžių rūgšties tirpalo tiekimui į reaktorius projektuojama nauja linija „FAC-15-SS” nuo skruzdžių rūgšties tirpalo dozavimo siurblio poz. **P – 300A** iki reaktorių poz. **R – 100/200**;
- natrio hidroksido tirpalo tiekimui į reaktorius projektuojama nauja linija „NA-25-SS” nuo natrio hidroksido tirpalo dozavimo siurblio poz. **P – 400A** iki reaktorių poz. **R – 100/200**;
- TEA tirpalo tiekimui į reaktorius projektuojama nauja linija „TEA-25-SS” nuo TEA tirpalo dozavimo siurblio poz. **P – 500A** iki reaktorių poz. **R – 100/200**;

3.1.3.2. Aušinimo sistemos vamzdynai

Projektuojama nauja atšaka „CW-300-CS-02“ esamame aušinimo apytakinės sistemos tinkle. Nuo šios atšakos numatomas išskirstymas vamzdyno su atkirtimo sklendėmis prie naujų įrenginių.

KFD aušinimui reaktoriuose paduodamas aušinimo vanduo iš apytakinės sistemos į reaktoriuje įmontuotus gyvatukus. Numatomos linijos: „CW-150-CS-01“ ir „CW-150-CS-02“ prijungiamos atitinkamai prie naujos „CW-300-CS-02“ linijos.

Kondensatoriai poz. **E – 100/200** prijungiami prie apytakinės sistemos tinklo linijos „CW-300-CS-02“ naujais projektuojamais vamzdynais „CW-125-CS-01“ ir CW-125-CS-02“.

Grįžtantis – atidirbęs aušinimo vanduo surenkamais atitinkamais grįžtančio vandens vamzdynais į bendrą projektuojamą kolektorių CW-300-CS-03“. Iš reaktorių gyvatukų išeinantys vamzdynai „CW-150-CS-03“ ir „CW-150-CS-04“, iš kondensatorių „CW-125-CS-03“ ir CW-125-CS-04“.

3.1.3.3. *Garų iš reaktorių kondensavimo technologiniai vamzdynai*

Susidariusių garų reaktoriuje kondensatorius aprištasi tokiais vamzdynais:

- iš reaktorių išeinančių garų – „VAP-300-SS-01“ ir „VAP-300-SS-02“;
- į reaktorių grįžtančio kondensato – „DIS-50-SS-01“ ir „DIS-50-SS-02“;
- vamzdynai nuo kondensatorių iki ventiliatorių poz. V – 100/200 – „VAP-200-SS-01“ ir „VAP-200-SS-02“;
- vamzdynai nuo ventiliatorių į esamą užteršto oro ortakyną – „A-200-CS-01“ ir „A-200-CS-02“;
- vamzdynai susidariusiam kondensatui iš ventiliatorių nutekėti atgal į kondensato vamzdyną – „DIS-20-SS-01“ ir „DIS-20-SS-02“;

3.1.3.4. *Dervos transportavimo iš reaktoriaus pro filtrus į KFD sandėlį technologiniai vamzdynai*

Gatavas produktas – KFD iš reaktoriaus išsiurbiamas siurbliais pro reaktoriaus dugną. Dėl netirpių medžiagų karbamide bei susidariusių netirpių polimerinių junginių KFD sintezės metu, derva turi būti filtruota.

Dervos išsiurbimui projektuojami vamzdynai:

- nuo reaktorių iki stambaus valymo filtrų poz. F – 100/200 – „UF-200-SS-01“ ir „UF-200-SS-01“;
- nuo stambaus valymo filtrų iki siurblių poz. P – 100/200 – „UF-200-SS-03“ ir „UF-200-SS-04“;
- nuo siurblių iki smulkaus valymo filtrų poz. F – 100A/200A – „UF-125-SS-05“ ir „UF-125-SS-06“;
- nuo smulkaus valymo filtrų iki KFD sandėlio – „UF-125-SS-07“ ir „UF-125-SS-08“;
- vamzdynas sujungiantis vamzdynų linijas „UF-125-SS-05/06“ – „UF-125-SS-09“;
- vamzdynas sujungiantis vamzdynų linijas „UF-125-SS-07/08“ – „UF-125-SS-10“;

3.1.3.5. Garų ir garų kondensato technologiniai vamzdynai

Garas tiekiamas į reaktoriaus apvaskalą (du padavimo taškai), norint sušildyti reakcijos mišinį. Susidaręs garų kondensatas garų slėgio išstumiamas pro garų kondensato atidavimą (du išėjimo taškai) į kondensato kolektorių, kuris vėliau patenka į įmonės garo kondensato surinkimo tinklą.

Projektuojami garų ir garų kondensato technologiniai vamzdynai:

- nuo įmonės tinklo iki reaktorių garų vamzdynai – „SC-150-CS-01/02“ ir „SC-150-CS-03/04“;
- garų kondensato vamzdynai nuo reaktorių iki garų kondensato kolektoriaus – „SC-65-CS-01/02“ ir „SC-65-CS-03/04“;
- garų kondensato kolektorius iki įmonės garų kondensato surinkimo vamzdžio – „SC-100-CS-05“;

3.1.4. Karbamido priėmimo į cechą ir dozavimo į reaktorių mazgas

Karbamidas į gamybinį cechą tiekiamas vagonais, geležinkeliu. Prie cecho esantis karbamido iškrovimo požeminis bunkeris skirtas laikyti žaliavą. Pro atsiveriančias duris, esančias vagono apačioje, karbamidas supilamas į požeminį bunkerį poz. **B – 1**.

Esant poreikiui, gamybos metu karbamidas dozuojamas į reaktorių poz. **R – 100/200** tokia seka:

1. Bunkerio apačioje įrengtas sraigtinis transporteris poz. **ST – 1** tiekia karbamidą ant juostinio transporterio poz. **TR – 1**.
2. Juostinis transporteris poz. **TR – 1** karbamidą tiekia į elevatorių poz. **EL – 1**.
3. Elevatorius poz. **EL – 1** karbamidą pakelia iki juostinio transporterio poz. **TR – 2**.
4. Juostinis transporteris poz. **TR – 2** karbamidą gabena iki paskirstymo kelnių poz. **K – 1**.
5. Priklausomai nuo paskirstymo kelnių poz. **K – 1** padėties, karbamidas dozuojamas į poz. **R – 100** ar poz. **R – 200** reaktorių.

3.2. Įrenginių specifikacijos

Kiekvienam įrenginiui pateikiamos reikalingos specifikacijos, pagal kurias galima parinkti tenkinančius įrenginius.

Sudaromos apklausos lapų tipo lentelės skirtos gamintojui, patenkinti užsakovo poreikius.

3.2.1. Apklausos lapas reaktoriui

Lentelė 3.2 Reaktoriaus technologinių ir konstrukcinių duomenų lentelė

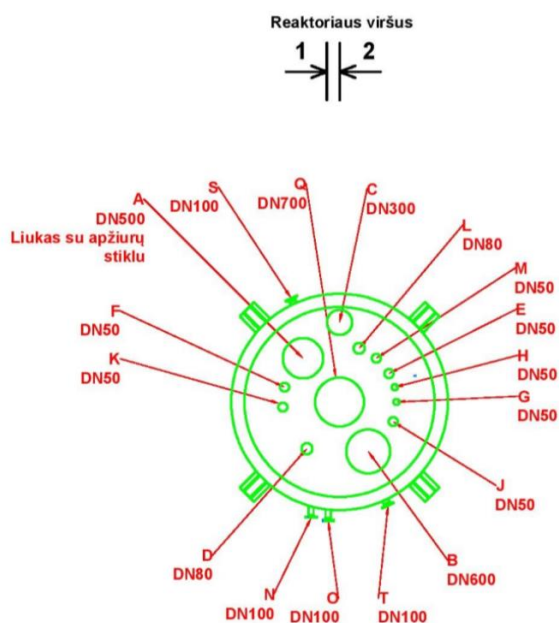
Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Talpinama medžiaga	KFD derva
2	Produkto kondicija esant 20 °C	skysta
3	Produkto kondicija esant 50 °C	skysta
4	Medžiagos tankis	1100 – 1300 kg/m ³
5	Našumas užpildymo/ištuštinimo	-/100 m ³ /h
6	Instaliavimas	patalpoje
7	Darbinis slėgis	- 0,1/0,1 bar (g)
8	Darbinė temperatūra	+ 95 °C
	Konstrukciniai duomenys	
9	Talpos tipas	vertikalus
10	Talpos galų tipas	elipsinis
11	Diametras (vidinis)	3,8 m
12	Aukštis	6,0 m
13	Realus talpinamas tūris (darbinis tūris 90 % realaus tūrio)	50 m ³
14	Šaldytuvas – 2 gyvatukų žiedai	5 bar (g), +25/+45 °C
15	Šilumos mainų paviršiaus plotas (apvalkalo, gyvatuko)	50 m ² , 143 m ²
16	Maks. svoris tuščio įrenginio	26 t
17	Maks. svoris pilno įrenginio	86 t

Taip pat svarbu, kad reaktoriuje būtų įrengti atvamzdžiai, flanšinės jungtys:

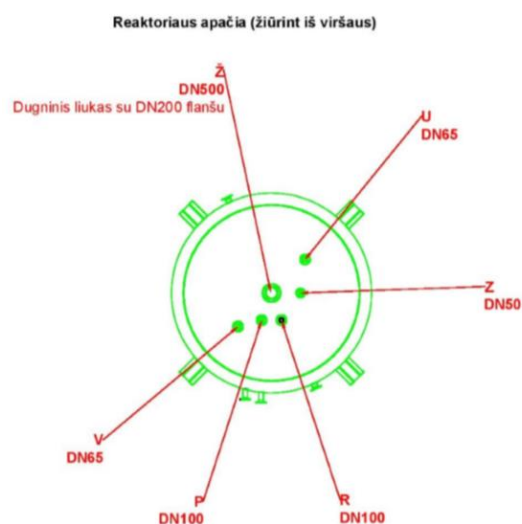
- A – liukas DN/PN – 500/6;
- B – karbamido įėjimas DN/PN – 600/10;
- C – garų, susidariusių reaktoriuje išėjimas DN/PN – 300/10;
- D – formalino įėjimas DN/PN – 80/10;
- E/F – skruzdžių rūgšties tirpalo įėjimas DN/PN – 50/10;
- G/H – natrio hidroksido tirpalo įėjimas DN/PN – 50/10;
- J – TEA tirpalo įėjimas DN/PN – 50/10;
- K – sukondensuotų reaktoriaus garų grįžimas DN/PN – 50/10;
- L/M – rezerviniai atvamzdžiai (aklinas flanšas) DN/PN – 50/80/10 – 10;
- N/O – vandens įėjimas į šaldytuvą DN/PN – 100/10;

- P/R – vandens išėjimas iš šaldytuvo DN/PN – 100/10;
- Q – maišyklė DN/PN – 700/10;
- S/T – garo įėjimas į apvaskalą DN/PN – 100/10;
- U/V – garo kondensato iš apvaskalo išėjimas DN/PN – 65/10;
- Z – Analizių iš reaktoriaus paėmimas DN/PN – 50/10;
- Ž – KFD išėjimas iš reaktoriaus DN/PN – 500/10 su 200/10 atvamzdžiu.

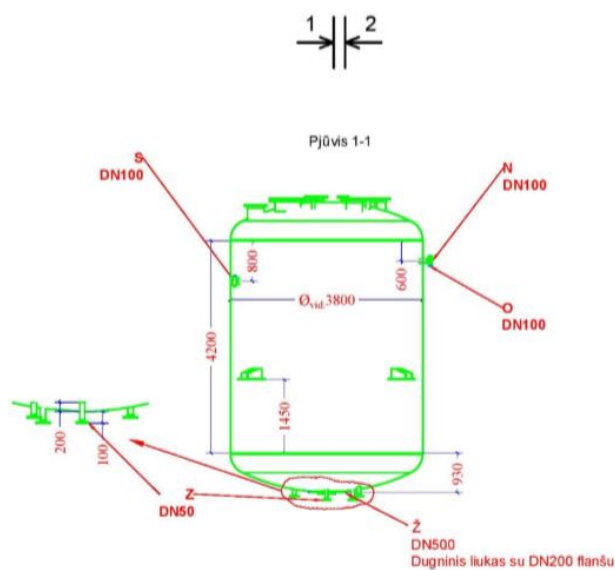
Atvamzdžių išdėstymo planas pateiktas – 3.1 – 3.3. paveiksluose



Pav. 3.1 Reaktoriaus vaizdas iš viršaus



Pav. 3.2 Reaktoriaus apačios, vaizdas iš viršaus



Pav. 3.3 Reaktoriaus pjūvis 1-1

3.2.2. Apklauso lapas maišyklei

Lentelė 3.3 Reaktoriaus maišyklės technologinių ir konstrukcinių duomenų lentelė

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Maišoma medžiaga	KFD derva
2	Produkto kondicija esant 20 °C	skysta
3	Produkto kondicija esant 50 °C	skysta
4	Medžiagos tankis	1100 – 1300 kg/m ³
5	Darbinė temperatūra	+ 95 °C
6	Maišymo efektyvumas	1,2 – 1,5 kW/m ³
	Konstrukciniai duomenys	
7	Talpos tipas	vertikalus
8	Talpos galų tipas	elipsinis
9	Diametras (vidinis)	3,8 m
10	Aukštis	6,0 m
11	Realus talpinamas tūris	50 m ³
12	Atmušėjai	nėra
13	Pavara	Diržinė
14	Variklis	380 V, 50 Hz, Ex - proof
15	Apsukos	95 – 110 aps/min diapazonas

Maišyklės maišymo stadijos pateikiamos 3.4 lentelėje:

Lentelė 3.4 Maišyklės maišymo stadijos

Stadija 1	Formalinas 55 %	Tankis – 1100 kg/m ³
		Klampa ~ 5 mPa · s
		Temperatūra 50 – 60 °C
		Kiekis ~ 28800 kg
Stadija 2	Karbamido sumaišymas su formalinu. Karbamido granuliu skersmuo: 2 – 4 mm.	Kiekis ~ 15841 kg
		Piltnis karbamido tankis ~ 760 kg/m ³
		Mišinio tankis 1180 kg/m ³
		Mišinio klampa ~ 8 mPa · s
Stadija 3	Mišinio šildymas	Temperatūra keliami iki ~ 93 °C
		Šildymo laikas 35 – 45 min
		Reikalingas geras šilumos pasiskirstymas
Stadija 4	Polimerizacija	Reakcijos temperatūra 95 – 98 °C
		pH reguliuojančių medž. pridėjimas, reikalingas geras sumaišymas
		Klampa maks. 1100 mPa · s (25 °C temp.), atsižvelgti į klampą prie 95 °C temp.
Stadija 5	Karbamido dozavimai, reakcijos stabdymas	Kiekis ~ 11000 kg
		Kiekis ~ 2768 kg
Stadija 6	Vėsinimas, dervos stabilizavimas	Vėsinimas iki 30 °C temp. per 120 minučių
		Klampa maks. 800 mPa · s
		Tankis ~ 1300 kg/m ³
		Dalelių kiekis ~ 68 %

3.2.3. Apklausos lapai siurbliams

Prenkami išcentriniai siurbliai, dėl savo konstrukcijos paprastumo. Priklausomai nuo transportuojamos terpės, siurbliams keliami skirtingi kriterijai (3.5 – 3.11 lentelės).

Lentelė 3.5 Reaktorių iškrovimo (pozicijos P - 100/200) siurblių technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Transportuojama medžiaga	KFD derva
2	Siurblio medžiaga	Nerūdijantis plienas
3	Našumas	100 m ³ /h
4	Slėgis	4 bar g
5	Terpės temperatūra	25 – 30 °C
6	El. variklio galia	30 kW
7	Įtampa	380 V

Lentelė 3.6 Skruzdžių rūgšties tirpalo padavimo (pozicija P – 300) išcentrinio siurblio technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Transportuojama medžiaga	HCOOH
2	Siurblio medžiaga	Nerūdijantis plienas
3	Našumas	0,75 m ³ /h
4	Slėgis	0,3 bar g
5	Terpės temperatūra	20 – 30 °C
6	El. variklio galia	2,2 kW
7	Įtampa	380 V

Lentelė 3.7 Skruzdžių rūgšties tirpalo dozavimo (pozicija P – 300A) išcentrinio siurblio technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Transportuojama medžiaga	HCOOH
2	Siurblio medžiaga	Nerūdijantis plienas
3	Našumas	0,34 m ³ /h
4	Slėgis	5 bar g
5	Terpės temperatūra	20 – 30 °C
6	El. variklio galia	0,37 kW
7	Įtampa	380 V

Lentelė 3.8 Natrio hidroksido tirpalo padavimo ir dozavimo (pozicijos P – 400 ir P – 400A) išcentrinų siurblių technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Transportuojama medžiaga	NaOH
2	Siurblio medžiaga	Ketus
3	Našumas	0,75 m ³ /h
4	Slėgis	0,3 bar g
5	Terpės temperatūra	20 – 30 °C
6	El. variklio galia	2,2 kW
7	Įtampa	380 V

Lentelė 3.9 TEA tirpalo padavimo ir dozavimo (pozicijos P – 500 ir P – 500A) išcentrinų siurblių technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Transportuojama medžiaga	TEA
2	Siurblio medžiaga	Ketus
3	Našumas	0,75 m ³ /h
4	Slėgis	0,3 bar g
5	Terpės temperatūra	20 – 30 °C
6	El. variklio galia	2,2 kW
7	Įtampa	380 V

3.2.4. Apklauso lapai filtrams

KFD gamybai parenkami įstatomi, kasetiniai – cilindriniai filtrai. Projektuojami dviejų skirtingų tipų filtrai KF – dervai – tai stambaus valymo filtrai (pozicijos. F – 100/200) (**3.10** lentelė) bei smulkaus valymo filtrai (pozicijos F – 100A/200A) (**3.11** lentelė).

Lentelė 3.10 Stambaus valymo (pozicijos F - 100/200) filtrų technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Filtro medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Horizontalus/cilindrinis
3	Skersmuo	273 mm
4	Ilgis	1200 mm
5	Slėgis	1 bar
6	Filtro akutės skersmuo	5 mm

Lentelė 3.11 Smulkaus valymo (pozicijos F - 100A/200A) filtrų technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Filtro medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
3	Skersmuo	580 mm
4	Ilgis	1350 mm
5	Slėgis	4 bar
6	Filtro akutės skersmuo	1 mm
7	Filtravimo paviršius	1 m ²

3.2.5. Apklauso lapai talpoms

Talpos parenkamos pagal laikomą terpę bei talpos paskirtį. Reikalingos talpos skruzdžių rūgšties, natrio hidroksido, TEA tirpalų laikymui ir dozavimui. Talpų technologiniai duomenys pateikti (3.12 – 3.17 lentelės).

Lentelė 3.12 Skruzdžių rūgšties tirpalo laikymo (pozicija T - 100A) talpos technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Talpos medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
3	Skersmuo	1000 mm
4	Tūris	1 m ³
5	Slėgis	1 bar
6	Temperatūra inde	20 – 50 °C

Lentelė 3.13 Skruzdžių rūgšties tirpalo dozavimo (pozicija T – 100B) talpos technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Talpos medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
3	Skersmuo	200 mm
4	Tūris	0,03 m ³
5	Slėgis	1 bar
6	Temperatūra inde	20 – 50 °C

Lentelė 3.14 Natrio hidroksido tirpalo laikymo (pozicija T - 200A) talpos technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Talpos medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
3	Skersmuo	1000 mm
4	Tūris	1 m ³
5	Slėgis	1 bar
6	Temperatūra inde	20 – 50 °C

Lentelė 3.15 Natrio hidroksido tirpalo dozavimo (pozicija T – 200B) talpos technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Talpos medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
3	Skersmuo	400 mm
4	Tūris	0,1 m ³
5	Slėgis	1 bar
6	Temperatūra inde	20 – 50 °C

Lentelė 3.16 TEA tirpalo laikymo (pozicija T - 300A) talpos technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Talpos medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
3	Skersmuo	1000 mm
4	Tūris	1 m ³
5	Slėgis	1 bar
6	Temperatūra inde	20 – 50 °C

Lentelė 3.17 TEA tirpalo dozavimo (pozicija T - 300A) talpos technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Talpos medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
3	Skersmuo	200 mm
4	Tūris	0,03 m ³
5	Slėgis	1 bar
6	Temperatūra inde	20 – 50 °C

3.2.6. Apklausos lapas reaktoriuje susidariusių garų kondensavimo mazgui

Reaktoriuje susidariusių garų kondensavimo mazgą sudaro vamzdelinis vertikalus šaldytuvas (3.18 lentelė) bei ventiliatorius (3.19 lentelė), kuris nutraukia nesusikondensavusį užterštą orą, taip pat ventiliatorius naudojamas, kai dozuojamas karbamidas. Sudarant neigiamą slėgį reaktoriaus garų vamzdyne taip sumažinant formaldehido garų patekimui į aplinką. Veikimo schema atvaizduota grafinėje dalyje – „*Technologinė schema*“.

Lentelė 3.18 Vamzdelinių šaldytuvų, reaktoriuje susidariusiems garams kondensuoti (pozicijos E - 100/200) technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Padėtis	Vertikalus/cilindrinis
2	Korpuso medžiaga	Anglinis plienas
3	Vamzdelių medžiaga	Nerūdijantis plienas
4	Gabaritiniai matmenys	D = 800 mm, H = 4890 mm
5	Vamzdelių skersmuo	38 mm
6	Vamzdelio ilgis	3000 mm
7	Šilumos mainų pav. plotas	75 m ²
8	Temperatūra terpės	40 – 100 °C
9	Slėgis	0,1 bar g

Lentelė 3.19 Nerūdijančio plieno (pozicijos V - 100/200) ventiliatorių techniniai duomenys

Eil. Nr.	Techniniai duomenys	
1	Našumas	5500 m ³ /h
2	Apsisukimai	900 – 1000 aps./min
3	El. variklio galia	0,75 kW
4	Įtampa	400 V
5	Temperatūra	50 – 90 °C

3.2.7. Karbamido dozavimo mazgas

Sraigtinis transporteris, elevatorius bei juostiniai transporteriai ir nukreipėjas transportuoja ir dozuoja karbamidą iš požeminio bunkerio (3.20 – 3.25 lentelės). Dozavimas turi būti nenutrūkstantis bei tolygus. Karbamido masė yra vienas pagrindinių reakciją įtakančių faktorių, todėl karbamido dozavimas turi būti nepriekaištingas.

Lentelė 3.20 Karbamido požeminio bunkerio (pozicija B – 1) techniniai duomenys

Eil. Nr.	Techniniai duomenys	
1	Medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Talpa	140 m ³
3	Ilgis	10 m
4	Plotis	5 m
5	Aukštis	4,1 m

Lentelė 3.21 Sraigtinio transporterio po karbamido bunkeriu (pozicija ST – 1) techniniai duomenys

Eil. Nr.	Techniniai duomenys	
1	Korpusas, sraigtas	Nerūdijantis plienas
2	Našumas	2,5 – 3 t/min
3	Sraigto nukreipimas	Nukreipti produktą paduoti į centrą
4	Ilgis	8000 mm
5	Skersmuo	316 mm
6	El. variklio galia	11 kW, 50 aps.min
7	El. variklio greičio valdymas	Dažnio keitiklis

Lentelė 3.22 Vertikalaus kaušinio elevatoriaus (pozicija EL – 1) technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Aukštis	27000 mm
2	Kaušų medžiaga	Nerūdijančio plieno
3	Korpuso medžiaga	Nerūdijančio plieno
4	Našumas	60 t/h
5	Atstumas tarp kaušų	400 mm
6	Kaušo tūris	6,8 l
7	El. variklio galia	22 kW

Lentelė 3.23 Juostinio transporterio nuo bunkerio iki elevatoriaus (pozicija TR – 1) technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Medžiaga	Anglinis plienas
2	Juostos plotis	650 mm
3	Juostos ilgis	6000 m
4	Našumas	60 t/h
5	El. variklio galia	1,1 kW

Lentelė 3.24 Juostinio transporterio nuo elevatoriaus iki kreipiklio (pozicija TR – 2) technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Medžiaga	Anglinis plienas
2	Juostos plotis	650 mm
3	Juostos ilgis	38270 mm
4	Našumas	60 t/h
5	El. variklio galia	5 kW

Lentelė 3.25 Karbamido srauto nukreipėjo (pozicija K – 1) technologiniai duomenys

Eil. Nr.	Technologiniai duomenys	
1	Medžiaga	Nerūdijantis plienas
2	Perjungimas	Automatinis kryptinis
3	Pavara	Dvigubo veikimo pneumo

3.3. Technologinė dalis

Technologinėje dalyje bus aptartas darbo režimas, medžiagų bei energetinių resursų sąnaudos. Darbo specifika bei gamybos eiga.

3.3.1. Darbo režimas

Karbamido formaldehido dervos gamybos linijos darbo režimas periodinis.

Darbo dienų skaičius metuose – 333 d.

Technologinių įrengimų efektyvus metinis darbo laiko fondas – 7992 val.

Darbininkų efektyvus metinis darbo laiko fondas – 1998 val.

Pamainų skaičius – 4.

Pamainos trukmė – 12 val.

Aptarnauti KFD gamybos įrenginiams priskiriami 3 darbuotojai pamainoje. 2 darbuotojai atliks pagalbinį įrenginių aptarnavimo bei gamybos proceso vykdymo darbą, 1 darbuotojas, pamainoje, atliks pagrindinį KF – dervos gamybos režimo proceso vykdymo darbą.

Tuomet iš viso bus 12 dirbančiųjų.

Pastaba. Įrengimų techninį aptarnavimą ir remontą vykdys esamos įmonės pagalbinės tarnybos.

3.3.2. Žaliavų sąnaudos

Žaliavų sąnaudos skaičiuojamos atsižvelgiant į pagrindinių KFD žaliavų kiekius, tai – formalinas ir karbamidas. Papildomų žaliavų (pH reguliuojančių medžiagų), skruzdžių rūgšties tirpalo, natrio hidroksido tirpalo bei TEA tirpalo, kiekiai priimami pagal tiriamojo darbo bei sukauptos darbo patirties metu įgytas žinias.

Norint pagaminti 1 toną 1,07 F/U molinio santykio dervos reikalingų žaliavų kiekiai pateikti 3.26 lentelėje.

Lentelė 3.26 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas žaliavų kiekis

Žaliavos pavadinimas	Mato vnt.	Sunaudojimas 1 t produkcijos
Formalinas 55 %	kg	487
Karbamidas	kg	510
Skruzdžių rūgštis 20 %	kg	0,4
Natrio hidroksidas 20%	kg	2
TEA 50 %	kg	0,6

3.3.3. Energetinių resursų sąnaudos

Norint suskaičiuoti energetinių resursų, tokių kaip elektros energija, garo energija bei šaldymo vandens, reikia įvertinti gamybos proceso trukmę. Kadangi gamybos eiliškumas yra identiškas 2.2 poskyryje aptartam, nebus kartojamas.

Įvertinama ir priimama, kad vieno reaktoriaus gamybos ciklas atliekamas per 6 valandas, tai yra:

- 30 min formalino tiekimas į reaktorių;
- 170 min reakcijos eiga, (karbamido tiekimas, KFD sintezė);
- 120 min dervos stabilizavimas, aušinimas, pagrindinių analizių atlikimas;
- 30 min KFD išpumpavimas iš reaktoriaus į sandėlį;
- 10 min pasiruošimas kitam gamybos ciklui;

3.3.3.1. Elektros įrenginių darbo trukmės apskaičiavimas

Iš 3.1 lentelėje pateiktų elektros energiją naudojančių įrenginių bei jų darbo režimo trukmės vieno gamybinio ciklo metu:

- Maišyklė (A – 100/200) – 290 minučių;
- Ventilatoriai (V – 100/200) – 350 min;
- Sraigtinis transporteris (ST – 1) – 40 min;
- Juostinis transporteris (TR – 1) – 40 min;
- Juostinis transporteris (TR – 2) – 40 min;
- Elevatorius (EL – 1) – 40 min;
- Siurbliai (P – 100/200) – 30 min;
- Siurblys (P – 300) – 5 min;
- Siurblys (P – 300A) – 5 min;
- Siurblys (P – 400) – 6 min;
- Siurblys (P – 400A) – 6 min;
- Siurblys (P – 500) – 3 min;
- Siurblys (P – 500A) – 3 min;

Įvertinus, kad vienos įkrovos metu reaktoriuje gamina 90 % realaus reaktoriaus tūrio (45 m^3), o KFD tankis (1300 kg/m^3), tai vieno gamybos ciklo metu pagaminama ~ 58,40 tonos KFD.

Tuomet apskaičiuojamos elektros sąnaudos pagaminti 1 toną KFD pagal, el. variklių galias ir įrengimui trunkantį darbo režimą. Rezultatai pateikti lentelėje **3.27**.

Lentelė 3.27 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas elektros energijos kiekis

Energetinio resurso pavadinimas	Mato vnt.	Sunaudojimas 1 t produkcijos
Elektros energija	kWh	8,24

3.3.3.2. *Garų šilumos sąnaudos*

Garų šiluma naudojama šildyti reaktoriaus tūrį. Garas tiekiamas į reaktoriaus apvalkalą, kurio paviršiaus plotas (šilumos mainų paviršiaus plotas) – 50 m².

Tiekiamo garo iš įmonės tinklo parametrai – 3,5 bar slėgio, 140 °C temperatūros.

Pagal darbo režimą, garu šildomas formalino ir karbamido (po pirmo dozavimo) mišinys iki ~ 95 °C temperatūros. Mišinio pradinė temperatūra ~ 45 °C, šildoma masė 44640 kg.

Rezultatai pateikti **3.28** lentelėje.

Lentelė 3.28 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas garo kiekis

Energetinio resurso pavadinimas	Mato vnt.	Sunaudojimas 1 t produkcijos
Garas 3,5 bar slėgio	t	0,3

3.3.3.3. *Aušinimo vandens sąnaudos*

Aušinimo vandeniu tiekiamas į reaktoriuje įrengtus šaldymo gyvatukus. Darbinis gyvatukų paviršiaus plotas – 143 m².

Aušinimas skirtas kontroliuoti sintezės mišinio temperatūrą bei atušinti gatavą produktą iki 30 °C temperatūros. Tiekiamo aušinimo vandens parametrai iš įmonės tinklo – 20 °C temperatūra, 4,5 bar slėgis.

Pagal darbo režimą, šaldoma KF – derva (po stabilizavimo) nuo ~ 90 °C temperatūros iki 30 °C temperatūros. Šaldoma masė 58400 kg.

Rezultatai pateikti **3.29** lentelėje.

Lentelė 3.29 1 t F/U 1,07 molinio santykio KFD pagaminti reikalingas aušinimo vandens kiekis

Energetinio resurso pavadinimas	Mato vnt.	Sunaudojimas 1 t produkcijos
Aušinimo vandeniu	m ³	42

3.4. Ekonominė dalis

Šiame projekte keičiant vieną technologinį parametą (formalino koncentraciją) bei pritaikant technologinius pokyčius, gaunama KFD gamybinė linija, kurioje yra mažiau įrenginių (nėra vakuuminio distiliavimo mazgo). Įvertinus, kad dervos koncentravimui, vakuuminiam distiliavimui reikalingi papildomi įrenginiai įvardinti 3.30 lentelėje, nebus reikalingi, tuomet galima apskaičiuoti apytikslių statybų kaštų sumažėjimą įvertinant nestatomų įrenginių kainas. Antra, atsisakius vakuuminio išgarinimo sutaupomi energetiniai resursai, tokie kaip garo energija bei elektros energija.

Pastaba: ekonominėje dalyje apskaičiuojamas atsipirkimo laikas yra paremtas projekto investicijos sumos padengimu metiniu pelnu.

Šiame skyriuje bus pateikti apskaičiuoti rezultatai:

- projekto kainos sumažinimas, įgyvendinant technologinį pakeitimą;
- KFD vienos tonos kaina, įvertinant gamybines išlaidas;
- KFD gamybos išplėtimo projekto atsipirkimo trukmė;

3.4.1. Projekto kainos sumažinimas

Projekto kainos sumažinimas paremtas, dalies įrenginių atsisakymų. Nereikalingų įrenginių sąrašas su preliminariomis kainomis pateiktas 3.30 lentelėje.

Lentelė 3.30 Nereikalingų įrenginių sąrašas su preliminariomis kainomis

Įrenginio pavadinimas	Reikalingas skaičius, vnt.	Kaina, tūkst. Eur.	Suma, tūkst. Eur.
Tarpinė KFD talpykla	1	200	200
KFD padavimo į išgarintuvą siurblys	2	10	20
KFD iškrovimo iš išgarintuvo siurblys	2	10	20
KFD filtras po išgarinimo	2	3	6
KFD išgarintuvas	1	120	120
Skiriamasis ciklonas	1	15	15
Garų šaldytuvas	1	30	30
Vakuomo sistema	1	180	180
Plokšteliniai KFD šaldytuvai	2	20	40
Vandens šaldymo stotis	1	50	50
Iš viso:			681

Pastaba: įrenginių kainos yra preliminarios, parinktos pagal esamų įrenginių kainas.

3.4.2. Karbamido formaldehido dervos vienos tonos kainos įvertinimas

Pagal "Technologinėje dalyje" (3.3 poskyris) apskaičiuotas žaliavų sąnaudas bei energetinių resursų poreikius apskaičiuojama 1 tonos KFD (F/U molinio santykio 1,07) kaina.

Visi skaičiavimai atliekami vadovaujantis preliminariomis kainomis bei atsižvelgiant į sukauptą darbinę patirtį.

3.4.2.1. Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas

Pirmiausia įvertinami žaliavų kaštai, skaičiuojant KFD kainą atsižvelgta tik į formalino ir karbamido sunaudojimą, pagalbinių medžiagų kainos įtaka KFD kainai bus įtaukta vėlesniuose skaičiavimuose.

Lentelė 3.31 Pagrindinių medžiagų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas

Medžiagos	Gamybos apimtis, tūkst. t	Medžiagų sunaudojimo norma gaminiui, t	Medžiagos kaina, Eur/t.	Medžiagos poreikis, tūkst. t	Medžiagų kaštai	
					Iš viso, tūkst. Eur	Gaminio, Eur
KFD	78					
Gaminys						
Formalinas		0,487	420	37,99	15954,12	204,54
Karbamidas		0,510	315	39,78	12530,70	160,65
Viso					28484,82	365,19

Tuomet medžiagų poreikis įgyvendinti metinį planą:

- Formalinas 55 % – 37990 tonų, 15 955 800 Eur;
- Karbamidas – 39780 tonų, 12 530 700 Eur;

Priimama, kad atsargų kiekis yra nulinis, t.y. norint pagaminti metinį planą, žaliavų poreikis yra 100 %.

3.4.2.2. Energetinių resursų poreikio ir išlaidų apskaičiavimas

Garo energijos poreikis

Pirmiausia apskaičiuojama garo energijos poreikis ir kaštai. 3.28 lentelėje apskaičiuoto garo poreikio tonomis – pagaminti tonai KFD, pagal [19] šaltinio duomenis perskaičiuojama į garo poreikį Gcal pagaminti tonai KFD.

Lentelė 3.32 Šiluminės energijos technologijai poreikio ir išlaidų apskaičiavimas

Gaminys	Gamybos apimtis, tūkst. t	Energijos sunaudojimo norma, Gcal/t	Energijos kaina, Eur/Gcal	Energijos poreikis, Gcal	Energijos kaštai, tūkst. Eur
KFD	78	0,195	14	15210	212,94

Taip pat apskaičiuojamas ir garo energijos suvartojimas gamybinių bei buitinių patalpų šildymui šaltuoju metų laikotarpiu.

Lentelė 3.33 Šiluminės energijos poreikio ir apšildymo bei buitinių reikalų išlaidų apskaičiavimas

Rodikliai	Reikšmė
Šildymo sezono trukmė, mėn.	6
Šilumos sunaudojimo norma per mėnesį 1 m ²	0,01
Šiluminės energijos kaina, Eur/Gcal	14
Gamybinis plotas, m ²	1600
Šiluminės energijos poreikis per metus, Gcal	141
Apšildymui	96
Buitiniams reikalams	45
Išlaidos šiluminei energijai, tūkst. Eur	1,97
Apšildymui	1,34
Buitiniams reikalams	0,63

Toliau apskaičiuojamas bendras šiluminės – garo energijos poreikis, skaičiavimo rezultatai pateikiami 3.34 lentelėje.

Lentelė 3.34 Šiluminės energijos poreikio ir išlaidų planas

Paskirtis	Poreikis, Gcal	Išlaidos, tūkst. Eur
Technologijai	15210	212,94
Apšildymui	96	1,34
Buičiai	45	0,63
Iš viso	15351	214,91

Aušinimo vandens poreikis

Pagal 3.3.3.3 paragrafo duomenis apskaičiuojamas aušinimo vandens poreikis ir kaštai.

Lentelė 3.35 Vandens poreikio ir išlaidų planas

Rodikliai	Reikšmė
Vandens tarifas, Eur/m ³	0,04
Vandens poreikis, m ³ /t	42
Vandens poreikis, tūkst. m ³	3276
Išlaidos vandeniui, tūkst. Eur	131,04

Elektros energijos poreikis

Pagal 3.3.3.1 paragrafo duomenis apskaičiuojamas elektros energijos poreikis ir kaštai:

Lentelė 3.36 Elektros energijos poreikio ir išlaidų apskaičiavimas

Rodikliai	Reikšmė
Šviestuvų galingumo norma, W/m ²	30
Elektros energijos tarifas, Eur/1kWh	0,3
Elektros energijos poreikis, kWh/t	8,24
Elektros energijos poreikis, tūkst. kWh	642,72
Išlaidos už elektros energiją, tūkst	192,82
Gamybinis plotas, m ²	1600
Apšvietimo laikas, val	1500
Elektros energijos poreikis apšvietimui, kWh	72000
Išlaidos už elektros energiją apšvietimui, tūkst. Eur	21,6

Bendras energijos resursų išlaidų pasiskirstymas

Bendras energijos resursų išlaidų pasiskirstymas pateikiamas 3.37 lentelėje:

Lentelė 3.37 Bendras energijos resursų išlaidų pasiskirstymas

Energinės rūšys	Išlaidų rūšys		
	Tiesioginės gamybos	Netiesioginės gamybos	Iš viso
Elektros	192,82	21,6	
Garų/šiluminė	212,94	1,97	
Aušinimo vandens	131,04	0	
Iš viso	536,80	23,57	560,37

3.4.3. Darbuotojų darbo užmokesčio apskaičiavimas

Kaip minėta 3.3 poskyryje naujai projektuojamai gamybos linijai įdarbinama 12 darbuotojų, toliau pateikiamas metinis darbo užmokesčio planas bei atsiskaitymas socialiniam ir sveikatos draudimui.

Lentelė 3.38 Darbo užmokesčio planas

Rodikliai	Reikšmė
Valandinis darbo užmokestis, Eur/val	6
Įmonės darbuotojų skaičius	12
Darbo valandų skaičius, val	8760
Darbuotojų metinis darbo užmokestis iš viso, tūkst. Eur	630,72
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui, tūkst.Eur	11,29

3.4.4. Netiesioginių išlaidų apskaičiavimas

Toliau apskaičiuojamos netiesioginės išlaidos, kurios turės įtaką galutinei KFD kainai bei projekto atsiperkamumui.

Lentelė 3.39 Pagalbinių medžiagų išlaidų įrengimų ir patalpų priežiūrai apskaičiavimas

Rodikliai	Reikšmė
Gamybos programos mašininis imlumas, tūkst. įr. val.	7,95
Pagalbinių medžiagų įrengimų priežiūrai normatyvas, Eur/įr. val.	0,7
Išlaidos pagalbiniams medžiagoms įrengimų priežiūrai, tūkst. Eur	5,5692
Gamybinių patalpų plotas, m ²	1600
Pagalbinių medžiagų patalpų priežiūrai išlaidų normatyvas, Eur/1m ²	12
Išlaidos pagalbiniams medžiagoms patalpų priežiūrai, tūkst. Eur	19,2
Iš viso gamybinių cechų išlaidos pagalbiniams medžiagoms, tūkst. Eur	24,77

Įvertinama pagrindinių priemonių ir amortizacinių atskaitymų rezultatai:

Lentelė 3.40 Pagrindinių priemonių ir amortizacinių atskaitymų planas

Pagrindinės priemonės	Pagrindinių priemonių vertė, tūkst. Eur	Pagrindinių priemonių eksploataavimo trukmė, metai	Amortizacinių atskaitymų norma, %	Amortizaciniai atskaitymai, tūkst. Eur
Gamybinis pastatas K – 361	1500	40	2,25	33,75
Vertingas inventoriūs	400	20	4,50	18,00
Darbo mašinos įrengimai	3500	30	3,00	105,00
Kėlimo ir transporto priemonės	120	15	6,00	7,20
Kiti įrengimai, įranga	420	10	9,00	37,80
Iš viso	5940			201,75

Suvedama visų netiesioginių gamybos išlaidų sąmata:

Lentelė 3.41 Netiesioginių gamybos išlaidų sąmata

Išlaidų rūšys	Suma, tūkst. Eur		Iš viso, Tūkst. Eur
	Kintamosios	Pastovios	
Pagalbinės medžiagos	24,77	-	24,77
Energija	-	23,57	23,57
Amortizaciniai atskaitymai	-	201,75	201,75
Pagalbinių ir aptarnaujančių tarnybų paslaugos:			
Įrengimų remontas	280	-	280
Vidaus transporto remontas	3,6	-	3,6
Gamybinio cecho pastatų remontas	-	30	30
Kitos išlaidos	12,33	9,01	21,34
Iš viso:	320,70	264,34	585,04

3.4.5. Gamybos kaštų apskaičiavimas ir kainos nustatymas

Galviausiai apskaičiuojami gamybos kaštai bei nustatoma KFD 1 tonos kaina, pagal kurią įvertinamas metinis pelnas.

Lentelė 3.42 Gamybos kaštų apskaičiavimas

Kaštų rūšys	Gamybos kaštai, tūkst.Eur
Tiesioginės gamybos išlaidos, iš viso	
Pagrindinės medžiagos	28484,82
Medžiagų transportavimo ir sandėliavimo išlaidos	569,70
Energija technologijai	212,94
Gamybinių darbininkų darbo užmokestis	630,72
Atskaitymai socialiniam ir sveikatos draudimui	11,29
Gamybinės netiesioginės išlaidos	585,04
Iš viso gamybos kaštų, tūkst.Eur:	30494,51
iš jų, be medžiagų ir energijos išlaidų, tūkst.Eur	1227,05
iš jų, be medžiagų ir energijos išlaidų, %	100,00
Produkcijos gamybos planas, tūkst.vnt.	78
Gaminio gamybinė savikaina, Eur	390,96

Pritaikius 10 % pelningumą, gaunama galutinė 1 tonos F/U – 1,07 molinio santykio KFD kaina – 430,05 Eur.

Apskaičiuojamas įmonės metinis pelnas ir pelningumo rodikliai veikiant projektuojamai gamybinei linijai.

Lentelė 3.43 Įmonės pelno apskaičiavimas

Rodikliai	Suma, tūkst. Eur.
Pardavimo pajamos	33544,0
Parduodamos produkcijos gamybos kaštai	33544,0
Bendras pelnas	3049,45
Veiklos sąnaudos	2000,00
Veiklos pelnas	1049,45
Palūkanos už kreditą	0,00
Pelnas prieš apmokestinimą	1049,45
Pelno mokestis	157,42
Grynasis pelnas	892,03

Pastaba: veiklos sąnaudos priimamos fiksuotos, dėl duomenų trūkumo ir konfidencialumo.

Įvertinimai pelningumo ir rentabilumo rodikliai.

Lentelė 3.44 Veiklos pelningumo ir rentabilumo rodikliai

Rodikliai	Rodiklio reikšmė, proc.
Bendrasis pelningumas	9,09
Veiklos pelningumas	3,13
Grynasis pelningumas	2,66
Veiklos rentabilumas	2,95
Grynasis veiklos rentabilumas	2,51

Sudaroma produkcijos pardavimo plano lentelė **3.45**

Lentelė 3.45 Produkcijos pardavimo planas

Gaminiai	Pardavimo apimtis, tūkst.t	Kaina, Eur	Pardavimo apimtis, tūkst.Eur
F/U 1,07 KFD	78	430,05	33543,96
Iš viso:			33543,96

3.4.6. Projekto statybų kainos nustatymas

Norint įvertinti projekto patikimumą bei atsiperkamumo trukmę, būtina įvertinti viso projekto kainą. Tai norint padaryti reikia įvertinti:

- statybos aikštelės paruošimą;
- statybų kainą;
- įrenginių kainą;
- vamzdynų kainą;
- elektros, automatikos tinklų kainą;
- kitas išlaidas.

3.4.6.1. Statybos darbų sąmata

Kadangi statoma gamybos linija yra jau egzistuojančiame gamybiniame ceche, statybos aikštelės paruošiamieji darbai yra šie:

- įrengiamas požeminis karbamido bunkeris, skirtas sandėliuoti karbamidą atvežamą vagonais;
- pastatomas elevatoriaus bokštas bei juostinio transporterio galerija ant pastato stogo;
- betonuojami pamatai įrengimams;
- įrengiamos aptarnavimo aikštelės prie įrenginių;

Darbų sąmata pateikiama **3.46** lentelėje.

Lentelė 3.46 Statybos darbų sąmata

Darbų pavadinimas	Kaina, tūkst. Eur
Požeminio bunkerio duobės įrengimas	2000,00
Požeminio bunkerio įrengimai	400,00
Požeminio bunkerio statybų aikštelės sutvarkymas	15,00
Elevatoriaus bokšto statyba	90,00
Karbamido dozavimo mazgo įrengimai	20,00
Galerijos statybos	36,00
Pamatų liejimo darbai	60,00
Aptarnavimo aikštelės	18,00
Iš viso:	2639,00

3.4.6.2. Technologinių vamzdynų ir įrengimų sąmata

3.1 lentelėje išvardintų įrengimų preliminarios kainos pateikiamos 3.47 lentelėje

Lentelė 3.47 Perkamų įrengimų preliminarios kainos

Pavadinimas	Kiekis	Kaina, tūkst. Eur	Suma, tūkst. Eur
Reaktorius	2	1600,00	3200,00
Maišyklė	2	210,00	420,00
Garų kondensatorius	2	64,00	128,00
Ventiliatoriai	2	9,00	18,00
Rūgšties talpykla	1	8,00	8,00
Rūgšties dozavimo talpa	1	1,20	1,20
Šarmo talpykla	1	9,50	9,50
Šarmo dozavimo talpa	1	2,30	2,30
TEA talpykla	1	9,50	9,50
TEA dozavimo talpa	1	2,30	2,30
Paskirstymo kelnės	1	5,00	5,00
Stambaus valymo filtras	2	4,00	8,00
Smulkaus valymo filtras	2	3,00	6,00
Dervos siurbliai	2	22,00	44,00
Rūgšties siurblys	1	4,50	4,50
Šarmo siurblys	1	5,00	5,00
TEA siurblys	1	5,00	5,00
Rūgšties dozavimo siurblys	1	2,50	2,50
Šarmo dozavimo siurblys	1	5,00	5,00
TEA dozavimo siurblys	1	5,00	5,00
Iš viso:			3888,80

Technologinių vamzdynų bendra kaina įvertinama į reikalingų vamzdynų metražą, geometrinius parametrus bei vamzdino medžiagą. Pagal sukauptą darbinę patirtį ir pasinaudojant esamų vamzdynų sąmatomis, nustatoma reikalingų technologinių vamzdynų kaina.

Lentelė 3.48 Technologinių vamzdynų preliminarios kainos

Vamzdynas	Suma, tūkst. Eur
Nerūdijančio plieno	64,20
Anglinio plieno	10,42
Iš viso:	74,62

Bendra suma už įrengimus ir technologinius vamzdynus – 3963,45 tūkst. Eur.

3.4.6.3. Elektros ir automatikos tinklų įrengimo sąmata

Elektros ir automatikos tinklų įrengimo sąmata pateikta 3.49 lentelėje.

Lentelė 3.49 Elektros ir automatikos tinklų įrengimo darbų preliminari kaina

Rodiklis	Suma, tūkst. Eur
Elektros tinklai	7,24
Automatikos tinklai	13,48
Iš viso:	20,72

3.4.6.4. Bendras statybų sąmatos sudarymas

Subendrinus 3.46 – 3.49 lentelėse pateiktus duomenis sudaroma bendra statybų sąmata.

Lentelė 3.50 KFD gamybos išplėtimo projekto sąmata

Rodiklis	Suma, tūkst. Eur
Statybos darbai	2639,00
Įrengimai	3888,80
Vamzdynai	74,62
Elektros tinklai	7,24
Automatikos tinklai	13,48
Papildomos išlaidos 5 %	331.16
Iš viso:	6954,297

3.4.7. Atsiperkamumo trukmė

Žinant projekto kainą bei planuojamą metinį pelno dydį, galima prognozuoti jo atsiperkamumą. Tačiau verta atkreipti dėmesį, kad dalis sąmatų buvo pasiremtos teorinėmis žiniomis, reali situacija gali ir turėtų būti šiek tiek kitokia.

Projekto investicijos – 6 954 297 Eur;

Planuojamas metinis pelnas – 892 030 Eur.

Prognozuojamas projekto atsiperkamumas – 94 mėn.

Visi 3.4 poskyriuje apskaičiuoti rodikliai yra vienu metų, tačiau daroma prielaida, kad jie tokie bus ir visais projekto gyvavimo metais.

3.5. Statybų sprendimai

Šioje dalyje bus analizuojama pastato, kuriame bus vykdomas projektas architektūrinė, konstrukcinė bei bendroji statinio techninė būklė. Taip pat bus aptarta statybų, projekto įgyvendinimo eiga.

3.5.1. Bendrieji duomenys

Objekto pavadinimas, KFD gamybinių patalpų išplėtimas, karbamido iškrovimo bokšto su galerija ir stogine statybos, pastato K-361 paprastojo remonto darbai. Adresas – Jonalaukio k.1, Ruklos sen., Jonavos raj. Sklypo plotas 277,4246 ha. Žemės sklypo naudojimo būdas: pramonės ir sandėliavimo objektų teritorijos.

Tvarkomo sklypo žemės reljefas sąlyginai lygus, jo altitudės svyruoja nuo 47,08 m iki 47,40. Dalis tvarkomos sklypo teritorijos apželdinta veja. Sklype yra AB „Achema“ gamybiniai pastatai bei inžineriniai įrenginiai.

3.5.2. Architektūrinės būklės įvertinimas

Lentelė 3.51 Planuojamų statybų ir remonto darbų sąrašas

Pavadinimas	Pastaba
K – 361 pastatas	Paprastasis remontas (naujų įrenginių įdiegimas)
Karbamido iškrovimo mazgas su galerija	Nauja statyba
Vagonų iškrovimo stoginė	Nauja statyba

Remontuojamo statinio įėjimai išlieka esami, atitinka vykdomą technologinį procesą. Pastato remontas neįtakoja esamų transporto srautų ir pagrindinių esamų kelių struktūros įmonės viduje.

Remontuojamo pastato sienos yra g/b surenkamos, denginys – gelžbetoninis. Pastatas dalinai yra aptaisytas profiliuota skarda.

Nauji maži statiniai vagonų stoginė ir galerija yra suprojektuoti pagal atitinkamą technologinį procesą. Remontuojamų pastatų spalviniai sprendiniai derinami prie esamų pastatų architektūrinių sprendinių ir medžiagiškumo. Pastatų vidus atitinka technologinio proceso poreikius.

Patalpose numatytas dirbtinis apšvietimas ir iš dalies natūralus apšvietimas. Vidaus temperatūra min. +5. Patalpose numatytas dirbtinis apšvietimas ir iš dalies natūralus apšvietimas.

Remontuojamam pastatui garso klasė nereglamentuojama. Triukšmas pagal aplinkos skleidžiamus garsus neturi viršyti 65dBA. Apsaugą nuo išorėje ir gretimoje patalpoje spinduliuojamo oro triukšmo užtikrina pakankama uždarnosios erdvės (statinio patalpų) garso izoliacija. Triukšmo lygiai žmonių darbo aplinkoje įvertinami matavimo rezultatais.

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų šiuos esminius statinio reikalavimus:

- mechaninį atsparumą ir pastovumą
- gaisrinę saugą
- higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugą
- saugų naudojimą, apsaugą nuo triukšmo
- energijos taupymą ir šilumos išsaugojimą.

Pastačius statinį, jis turi būti eksploatuojamas pagal statinių priežiūros ir techninio eksploatavimo nuorodas ir užtikrinti statybos ir naudojimo metu normalią eksploataciją

3.5.3. Pastatų ir patalpų projektiniai sprendiniai

Pastatas K – 361 statytas apie 1972 m. pagal tipinį projektą. Pastate yra gamybinės ir administracinės – buitinės patalpos.

Pastatas yra karkasinis, kolonos g/b, sienos yra iš surenkamų g/b elementų ir plytų mūro fragmentų. Korpusas 361 yra užstatytoje pramoninėje teritorijoje. Ceche vyksta gamyba, yra administracinių, buitinių patalpų blokas bei reikalingos techninės patalpos. Darbas vyksta pamainomis. AB „ACHEMA“ įmonės gamyklos teritorijoje esančiame organinių produktų ceche (pastatas K-361) numatoma didinti gamybą, tam planuojama naujinti ir modernizuoti technologinius įrenginius.

Remontuojamame pastate bus keičiami seni įrenginiai naujais, plečiama gamyba.

Lentelė 3.52 Pastato K – 361 techniniai ir paskirties rodikliai

Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis iki remonto	Kiekis po remonto	Pastabos
Bendrasis plotas	m ²	5190,39	5190,39	Nesikeičia
Pastato tūris	m ³	58436,00	58436,00	
Aukštų skaičius	vnt.	2	2	
Pastato aukštis	m	15,90	15,90	
Energetinio naudingumo klasė	-	-	-	Esama, naujai nustatoma
Pastato akustinio komforto sąlygų klasė	-	-	-	Neraglamentuojama
Užstatymo plotas	m ²	3289,00	3289,00	

Šiuo projektu taip pat projektuojami inžineriniai statiniai – karbamido iškrovimo bokštas su galerija ir vagonų stoginė. Jie statomi pagal technologinio proceso reikalavimus numatytose vietose. Statiniai yra skirti gaminamo produkto transportavimui į vagonus ir atvirkščiai. Jie yra šalti, išorėje aptaisyti profiliuotais lakštais atspariais korozijai (C4 – 5klasė), kurie spalviniu požiūriu turi derėti prie greta esamų statinių.

Lentelė 3.53 Karbamido iškrovimo mazgo techniniai ir paskirties rodikliai

Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
Negyvenamieji pastatai	-	-	Nauja statyba
Pastato aukštis	m	24,50	Nuo žemės paviršiaus
Užstatymo plotas	m ²	21,00	

Lentelė 3.54 Vagonų iškrovimo stoginė techniniai ir paskirties rodikliai

Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
Negyvenamieji pastatai	-	-	Nauja statyba
Pastato aukštis	m	6,19	Nuo žemės paviršiaus
Užstatymo plotas	m ²	102,00	

3.5.4. Grafinė dalis

- Pateikiamas statybų situacijos planas A1 formate;
- +0,0 m. atž. įrenginių išdėstymas pastate K – 361 A1 formate;
- +7,2 m. atž. įrenginių išdėstymas pastate K – 361 A1 formate;
- Pastato pjūvis, rodantis įrenginių išsidėstymą A1 formate;
- KFD gamybos pastato vaizdas (pastatas K – 361, elevatoriaus bokštas, galerija virš pastato stogo, vagonų iškrovimo stoginė A1 formate;
- Technologinė schema A1 formate;

3.6. Aplinkosaugos dalis

Šioje dalyje bus apžvelgiama ir pateikiama naudojamų medžiagų aplinkosauginio vertinimo duomenys. Energetinių išteklių panaudojimas, gamybinių atliekų ir nuotekų susidarymas ir tvarkymas, oro tarša.

3.6.1. Naudojamos žaliavos ir pagalbinės medžiagos

KFD gamyboje naudojamos pagrindinės gamybinės žaliavos – formaldehido vandeninis tirpalas – formalinas ir karbamidas. Taip pat KF – dervos sintezės metu naudojamos pagalbinės medžiagos, tokios kaip skruzdžių rūgštis tirpalas, natrio hidroksido tirpalas bei trietanolamino tirpalas. Gamyboje naudojamas formalinas iš visų KFD sudedamųjų komponentų sudaro dižiausią aplinkosauginę grėsmę. Dėl savo toksiškumo didžiausias dėmesys skiriamas vamzdynamics, talpoms bei transportavimo mechanizmams, kurių darbinė terpė yra formalinas.

3.55 lentelėje pateikiami duomenys apie naudojamas žaliavas ir pagalbines medžiagas.

Lentelė 3.55 Duomenys apie KFD gamyboje naudojamas žaliavas [20 – 23]

Pavadinimas	Sunaudojimas per metus, t	Cheminės medžiagos klasifikavimas		
		Kategorijos pavadinimas	Pavojaus nuoroda	Rizikos frazės, saugumo frazės
Formaldehydas	37 986	50-00-0	GHS08, GHS06, GHS05	P260, P281, P301+310
Karbamidas	39 780	57-13-6	-	-
Skruzdžių rūgštis	31,2	64-18-6	GHS02, GHS05, GHS06	P210, P280, P303+P361+P353
Natrio hidroksidas	156	1310-73-2	GHS05	P233, P280
Trietanolaminas	46,8	102-71-6	-	-

3.6.2. Oro taršos vertinimas

Gamybos metu, kuomet reaktoriuose pasiekama ~ 97 °C temperatūra, susidaro didelis kiekis formaldehido garų, dėl to įrengiamas reaktoriaus garų kondensatoriaus mazgas (poz. E – 100/200, poz. V – 100/200). Dalinai sukondensuoti formaldehido ir vandens garai grąžinami į reaktorių. Nesukondensavę formaldehido garai ventiliatoriaus pagalba tiekiami į užteršto oro ortakyną. Pastarasis ortakynas veda į LOJ (lakiųjų organinių junginių) katalitinį konverterį. Jame organinės kilmės junginiai yra konvertuojami ant cirkonio – paladžio katalizatoriaus į mažiau pavojingą CO₂. Susidariusi reakcijos šiluma panaudojama gaminti vandens garą. Prevencijai sumažinti formaldehido patekimą į aplinką, ventiliatoriai poz. V – 100/200 paliekami dirbti visą sintezės laiką, taip sudarant neigiamą slėgį reaktoriuose, užtikrinant formaldehido nepatekimą į išorę.

Kiti oro taršos šaltiniai susidaro poz. T – 100A, T – 200A, T – 300A talpyklose. Juose atitinkamai laikoma – skruzdžių rūgštis, natrio hidroksidas bei trietanolaminas. Kiekvienoje talpoje yra įrengta apsauginė slėgio žvakė, kuri yra registruota įmonės stacionarių taršos šaltinių registre.

Dėl viršslėgio tiekiant ar dėl vakuumo susidarymo išpumpuojant prevencijos, talpos poz. T – 100B, T – 200B, T – 300B, sujungiamos su anksčiau minėtu užteršto oro ortakynu.

Gamybos linijoje esantys stacionarūs oro taršos šaltiniai įvardijami 3.56 lentelėje.

Lentelė 3.56 Stacionarių oro taršos šaltinių sąrašas KFD gamyboje

Taršos šaltiniai		Taršos šaltinis	Teršalas	Teršalų išmetimo trukmė val/m.
Pavadinimas	Išmetimo angos matmenys, m			
Užterštas oras iš V - 100	0,2	R – 100	Formaldehidas	7959
Užterštas oras iš V - 200	0,2	R – 200	Formaldehidas	7959
T – 100A apsauginė žvakė	0,025	T – 100A	Skruzdžių r.	111
T – 200A apsauginė žvakė	0,025	T – 200A	Natrio hidroksidas	133
T – 300A apsauginė žvakė	0,025	T – 300A	Trietanolaminas	67
T – 100B apsauginė žvakė	0,025	T – 100A	Skruzdžių r.	111
T – 200B apsauginė žvakė	0,025	T – 200A	Natrio hidroksidas	133
T – 300B apsauginė žvakė	0,025	T – 300A	Trietanolaminas	67

Teršalų išmetimo trukmė nustatyta, pagal technologinėje dalyje (3.3 poskyris), 3.3.3.1 paragrafo darbo trukmės vertes. Didžiausias dėmesys skiriamas taršos šaltiniui iš reaktorių, kuomet sintezės metu susidarę formaldehido garai gali pasklisti į aplinką. Sumažinti oro taršą įrengiamas anksčiau minėtas reaktoriuje susidariusių garų kondensavimo mazgas, kuris pagal projektą užteršto oro srautą turi atvėsinti iki ~ 30 °C temperatūros. Tokiu būdu sumažinamas formaldehido garų patekimas į aplinką.

Nesusikondensavę formaldehido garai nukreipiami į katalitinį konverterį, kadangi oro valymo įrenginiai nėra priskirti prie šio projekto, jie analizuojami nebus.

3.6.2.1. Mobilūs taršos šaltiniai

Kadangi į cechą karbamidas tiekiamas geležinkelio bėgiais, įvertinamas geležinkelio transporto oro užterštumas. Išmetamų teršalų kiekiai iš šilumvežių apskaičiuoti pagal sunaudojamo karbamido metinį kiekį bei tai, kad vagonė talpinama apie 35 tonas biraus karbamido, taip pat pritaikyta AB „Achemoje“ naudojama skaičiavimo metodika. Skaičiavimo rezultatai pateikti 3.57 lentelėje.

Lentelė 3.57 Projekte esančių mobilių taršos šaltiniai ir jų tarša

Pavadinimas	Sunaudojamo kuro kiekis, t/m	Į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekis, t/m				
		CO	NO _x	C _n H _m	SO ₂	K.d.
Šilumvežiai	61,29	2,34	8,8	0,30	0,0013	0,099

3.6.3. Energijos naudojimas

Energetiniams šaltiniams priskiriama:

- Elektros energija, skirta mechanizmams ir patalpų apšvietimui;
- Garo energija, skirta procesams ir patalpų apšildymui;

3.6.3.1. Elektros energija

Projektuojamoje gamybinėje linijoje įrengiami papildomi elektros varikliai, kurių bendra galia – 291,2 kW. Dėl periodinės gamybos, įrenginiai dirba periodiškai, todėl tiksliau elektros sąnaudas mechanizmams apibūdina skaičiavimas kWh pagaminti vienai tonai KF – dervos. Kaip technologinėje dalyje aptarta, pagaminti 1 t 1,07 F/U molinio santykio KFD sunaudojama – 8,24 kWh.

Kadangi gamybinė linija projektuojama jau esamame pastate, į papildomą apšvietimą nebus atsižvelgiama.

Elektros energijos sąnaudos yra reglamentuojamos metiniuose energinių sąnaudų planuose.

3.6.3.2. Garo energija

Didžiausias kiekis garo energijos yra sunaudojamas gamybiniame procese. Garas imamas iš tarpnamyklinio tinklo, dalis garo gaminama anksčiau minėtame LOJ valymo bloke bei organinių produktų cecho formaldehido sintezės agregate.

Garų kondensatas surenkamas cecho garo kondensato talpyklose, kurios analizuojamos vieną kartą paroje, norint įsitikinti ar garas nėra užterštas, tuomet garo kondensatas yra aušinamas ir atiduodamas į nuotekų šulinius.

Dalis garo yra panaudojama šaltuoju metų laiku šildyti patalpas. Užtikrinama, kad šiluma būtų saugoma, tai yra atitvarinių konstrukcijų (sienų, denginio, langų, lauko durų) šilumos perdavimo koeficientai atitinka normatyvinių dokumentų reikalavimus.

3.58 lentelėje pateikiama metiniai elektros ir šiluminės energijos sunaudojimo kiekiai

Lentelė 3.58 Elektros ir šilumos energijų sunaudojimas metinei KFD gamybai

Pavadinimas	Mato vnt.	Metinis sunaudojimas
Elektros energija	MW	642,72
Šiluminė – garo energija	Gcal	15351

3.6.4. Gamybinių atliekų susidarymas

Gamybinės atliekos yra neišvengiamas dalykas gaminant KF – dervą, didžioji dalis atliekų susikaupia filtruose (poz. F – 100/200, poz. F – 100A/200A). Tai maži polimeriniai netirpūs dariniai susidarantys sintezės metu, taip pat tai gali būti netirpios karbamido priemaišos. Pagrindinė KFD nuosėdų dalis yra pirminiai – antriniai aminai, biuretas bei neatpažintos priemaišos. Visos priemaišos surenkamos filtruose yra traktuojamos kaip KFD atliekos. Išskirtinai filtruose susikaupusios atliekos negali būti panaudotos, jos yra renkamos į uždara betoninį aptvarą, sandėliuojamos atliekos iki tolimesnio jų utilizavimo.

Kitos susidarančios atliekos kaupiasi vamzdynuose, jų prigimtis tokia pati ar panaši kaip ir anksčiau minėtų. Tačiau vamzdynai yra plaunami formalino tirpalu, taip vykdant dalinę KFD hidrolizę, derva užterštas formalinas yra tiekiamas į formaldehido sintezės agregatą, kur yra filtruojamas – formalinas panaudojamas absorbcijos kolonos laistymui. Susidariusios nuosėdos yra sandėliuojamos kartu su įprastomis KFD atliekomis. Susidarančių KFD atliekų kiekis apskaičiuojamas pagal netirpią karbamido dalį bei įvertinant KFD kristalizavimąsi polikondensacijos metu. Tuomet gaunama, kad nepanaudojama KF – dervos sudaro apie 0,1 % nuo gaminamo dervos kiekio.

3.59 lentelėje pateikiami KFD gamybos metu susidarančios gamybinių atliekų kiekiai.

Lentelė 3.59 KFD gamybos metu susidarančios atliekos

Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, t/metus	Atliekų agregatinė būseną
KFD atliekos	78	Kieta

Susidariusios gamybinės karbamido formaldehido dervos atliekos neturi tolimesnio panaudojimo. Dėl savo struktūros (tinklinis polimeras) turi ribotas perdirbimo galimybes. Todėl KFD atliekos yra sandėliuojamos aptvortoje betoninėje teritorijoje.

Kuomet saugojimo aikštelė yra perpildoma KF – dervos atliekos yra vežamos į chemiškai užterštų atliekų utilizavimo įmones.

Kitas KFD atliekų panaudojimo būdas yra jų panaudojimas kaip trąšos, tačiau dėl esančio nesureagavusio formaldehido šio būdu vis dažniau yra atsisakoma.

3.6.5. Gamybinių nuotekų susidarymas ir vandens naudojimas

Didžioji sunaudojamo vandens yra skirta apytakinio ciklo užpildymui, t.y. vanduo naudojamas kaip šaldantysis agentas šaldytuvuose. Tam naudojami vandens šaldymo bokštai, kuriuose vanduo yra aušinamas ventiliatoriais. AB Achemos teritorijoje esantys vandens aušintuvai sudaro 4 tarpnamyklinius vandens apytakinio ciklus (VAC). Organinių produktų cechą yra prijungtas prie VAC – 3, būtent jo atšaldytas vanduo yra naudojamas gamybinio proceso metu. Metinis vandens sunaudojimas yra reglamentuotas cecho gamybiniame reglamente. Vasaros metu, kuomet temperatūra gali būti aukštesnė nei prognozuota, taikomos išlygos, tačiau gamybinio proceso personalas privalo užtikrinti efektyviausią vandens panaudojimą bei stengtis neperkaitinti apytakinio ciklo.

Grįžtantis apytakinis vanduo yra analizuojamas 2 kartus paroje, kas 12 valandų, norint įsitinkinti ar vamzdinyuose nėra pralaidų, vandenyje neatsiranda teršalų. Sumažinti riziką dėl pralaidos užteršti apytakos vandenį cikle palaikomas didesnis slėgis nei šaldomosios terpės slėgis.

3.60 lentelėje pateikiama vandens sunaudojimo metinės normos.

Lentelė 3.60 KFD gamybos metu sunaudojamo vandens kiekis per metus

Pavadinimas	Mato vnt.	Metinis naudojimas
Aušinimo vanduo	t.m ³	3276

Gamybinės nuotekos yra traktuojamos kaip chemiškai užteršti vandenys. Cechė esančiais kanalais surenkami į vandenų prieduobę, kur atlikus analizę ir įsitikinus kad vandenyse nėra metanolio, atiduodama į chemiškai užterštų vandenų valymo skyrių įmonės teritorijoje.

Buitinių nuotekų tinklais surenkamos nuotekos iš sanitarinių prietaisų. Pastate tinklais surinktos nuotekos išleidžiamos į esamus buitinių nuotekų tinklus sklype, o iš jos esamais nuotekų tinklais nukreipiami į Jonavos miesto biologinius nuotekų valymo įrenginius.

Buitinių nuotekų užterštumas: BDS5 = 230 mg/l. Kadangi projekte gamybinė linija įrengiama esamame pastate, buitinių nuotekos nebus įvertinamos ir nebus skaičiuojamos.

3.7. Darbuotojų sauga ir sveikata

Šioje dalyje bus aptarta projektuojamo objekto charakteristika, profesinės rizikos vertinimas bei saugi gamyba.

3.7.1. *Projektuojamo objekto charakteristika*

Projektas susideda iš KFD gamybos išplėtimo K – 361 pastate, įrengiant 2 periodinės KF – dervos gamybos reaktorius su juos aptarnaujančiais įrengimais (išvardinti 3.1 lentelėje). Projektuojamos gamybos linijos metinis našumas – 78 000 tonų produkto.

Projektuojamos technologijos gamybinės žaliavos yra šios:

- Formaldehido vandeninis tirpalas 55 % konc. – formalinas
- Karbamidas
- Skruzdžių rūgšties tirpalas
- Natrio hidroksido tirpalas
- Trietanolamino tirpalas

Gamybinio proceso metu nesusidaro aukštos temperatūros (maksimali – 100 °C), taip pat nesusidaro dideli slėgiai.

Dėl naudojamos žaliavos – formalino susidaro sprogios aplinkos rizika, formaldehido garų sprogios ribos – 7 – 73 tūrio % mišinyje su oru.

Visi įkaitę paviršiai, privalomai izoliuojami, kad izoliacijos paviršiaus temperatūra neviršytų – 25 °C temperatūros.

Pagal Lietuvos Respublikos specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymą, sanitarinės apsaugos zonos dydis AB „Achemos“ gamyklai yra 500 metrų [24].

3.7.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimas atliekamas gamyboje norint iširti esamus ir galimus pavojus tam, kad sumažinti profesinę riziką numatant prevencines priemones. Organinių produktų cecho rizikos veiksniai ir prevencinės priemonės pateikiamos **3.61** lentelėje.

Lentelė 3.61 Profesinės rizikos veiksniai, jų rybiniai didžiai ir prevencijos priemonės [25,26]

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vnt.	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vnt.	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis, min	Prevencinės priemonės
Cheminis poveikis					
Formaldehidas	Technologiniai įrenginiai	0,01 mg/m ³	IPRD – 0,6 mg/m ³ NRD – 1 mg/m ³	480	Spec. rūbai, spec. avalynė, „KD“ markės dujokaukė, apsauginiai akiniai, guminės pirštinės
Karbamidas	Technologiniai įrenginiai	1,2 mg/m ³	IPRD – 10 mg/m ³	480	Spec. rūbai, respiratorius, apsauginiai akiniai, gumuotos trikotažinės pirštinės
Skruzdžių rūgštis	Technologiniai įrenginiai	0,5 mg/m ³	IPRD – 9 mg/m ³	480	Spec. rūbai, guminiai batai, „A“ markės dujokaukė, apsauginiai akiniai, guminės pirštinės, gumuota prijuostė
Natrio šarmas	Technologiniai įrenginiai	0,1 mg/m ³	NRD – 2 mg/m ³	480	Spec. rūbai, guminiai auliniai batai, apsauginiai akiniai, guminės pirštinės, guminė prijuostė
Trietanolaminas	Technologiniai įrenginiai	0,1 mg/m ³	IPRD – 5 mg/m ³	480	Spec. rūbai, guminiai batai, „A“ markės dujokaukė, apsauginiai akiniai, guminės pirštinės, gumuota prijuostė
Fizikiniai veiksniai					
Triukšmas	Technologiniai įrenginiai	65 dBA	87 dBA	480	Apsauginės ausinės
Apšvieta	Valdymo pultas	350 lx	200 lx	480	-
Statinis elektros pavojus	Technologiniai įrenginiai	-	-	480	Ižeminimo kontūrai
Ergonominiai veiksniai					
Darbo poza	Valdymo pultas	Sėdimas darbas 60 % darbo laiko	Sėdimas darbas 25 % darbo laiko	480	Pertraukos darbo metu po 10 minučių kas 2 valandas

3.7.3. Saugi gamyba

Organinių produktų cecho gamybinėse patalpose gali susidaryti sprogių – degių dujų mišinių, dėl karbamide esančio amoniako, karbamido požeminiame bunkeryje gali susidaryti troški aplinka. Todėl dirbant ceche privaloma laikytis šių nurodymų:

- ceche įrengti kontrolės ir matavimo prietaisai būtų su galiojančia metrologine patikra;
- darbo vietoje ir darbo funkcijas atliekantys darbuotojai privalo dėvėti asmenines apsaugos priemones, su savimi nešiotis dujų kaukę;
- esant galimai sprogios zonos susidarymo pavojaus zonoje naudoti tik kibirkščių nesukeliančius įrankius, sprogimo atžvilgiu nepavojingus pernešamus šviesstuvus;
- visi įrengimai privalomai turi būti įžeminti ar įnulinti;
- atliekant darbus įmonės teritorijoje, kur galimas degių, nuodingų dujų nuotekis į aplinką ar atliekami darbai indo viduje, privalo būti atliekamas tik vadovaujant inžinieriui ir gelbėjimo tarnybos darbuotojams;

Gamyklos teritorijoje dirbantiems asmenims svarbu laikytis gamykloje galiojančių saugos darbe taisyklių, taip pat išskirtinai ceche galiojančiu darbų saugos ir sveikatos reglamentų.

Visi įmonėje dirbantys darbuotojai privalo išklaudyti Darbų saugos ir sveikatos (DSS) mokymus. Įdiegus naujus darbo įrenginius, rengiami papildomi mokymai. Susipažinę darbuotojai su naujomis taisyklėmis įtvirtina pasirašydami.

3.7.4. Darbo higiena

Projektuojant karbamido formaldehidinės dervos gamybą, pagal 10.1 lentelėje išvardintus rizikos veiksnius, įvertinama darbo higiena.

Tuomet sudaromas sąrašas asmeninių apsaugos priemonių, kurios privalo būti išduodamos darbuotojams [26].

Apsauginės priemonės skirstomos į asmenines apsaugos priemones (AAP) bei kolektyvines apsaugos priemones (KAP).

Kiekvienam, pagrindiniam darbuotojui ir pagalbiniam darbuotojui, išduodamos AAP:

- apsauginiai akiniai;
- apsauginis šalmas
- chemiškai apsaugančios pirštinės
- guminės pirštinės
- apsauginiai batai
- apsauginiai darbo drabužiai
- izoliuojančios dujų kaukės

Darbo vietoje darbuotojui privalo būti sukurta komfortiška darbo aplinka. Periodiškai darbo vietoje yra matuojami šie rodikliai, norint užtikrinti darbo higieną:

- vidaus patalpų apšvietimas;
- darbo aplinkos šiluminė aplinka;
- triukšmas darbo aplinkoje;
- darbo vietos apšvietimas;

3.7.5. *Gaisrinė sauga*

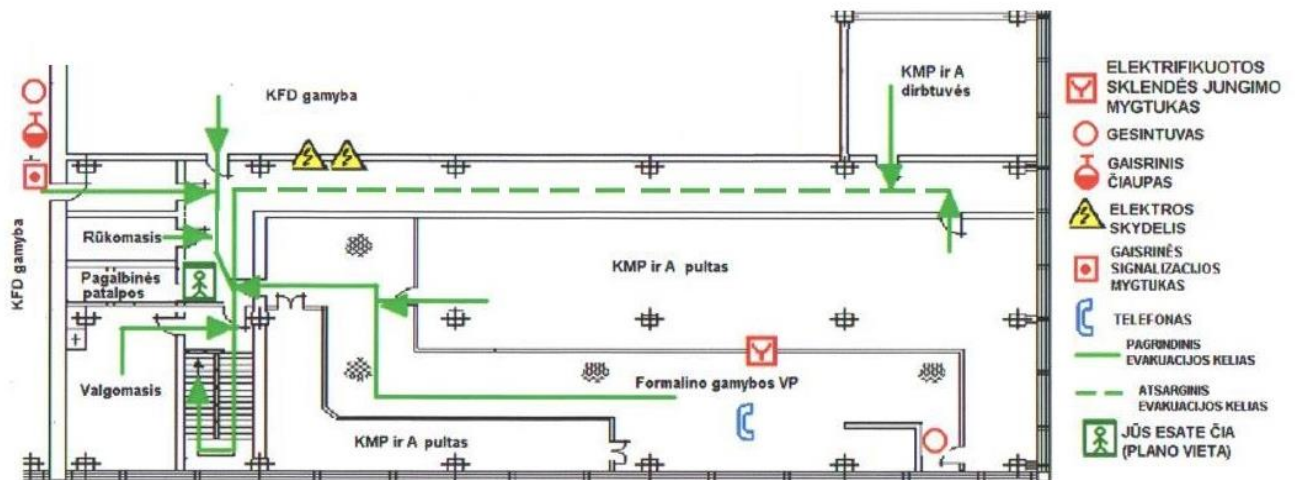
Organinių produktų cecho patalpų ir pastatų kategorijos pagal sprogimo ir gaisro pavojų nustatytos pagal techninio reglamento normas. Gamybinėse patalpose (**C_g** kategorija) ir reaktorių skyriuje (**C_g** kategorija) KFD gamybai bei įrengimų praplovimui naudojamas formalinas (55 % formaldehido tirpalas). Esant normaliam gamybos režimui ar remontui formaldehido kiekiai išsiskiriantys iš įrengimų yra nepakankami sprogioms (7 – 73 tūrio % mišinys su oru) koncentracijoms sudaryti. Išsipylus formalinui ar kitoms žaliavoms, užlietas plotas, garavimo sustabdymui, padengiamas putomis arba užpilamas smėliu ar adsorbentu, įjungama esama ventiliacija bei atidarius duris ir langus patalpa išvėdinama. Išsiliejęs nedidelis kiekis skystų žaliavų ar gatavos produkcijos pašalinamas į esamus ceche kanalus. Sutinkamai su bendrosiomis priešgaisrinės saugos taisyklėmis BPST 2005 m. karbamido formaldehido dervos gamybos cecho orapūčių vakuomo ir siurblių patalpoje numatytos pirminės gaisro gesinimo priemonės: 4 gesintuvai ne mažiau 4 l talpos, 1 smėlio arba sorbento dėžė su kastuvu, 1 nedegus audeklas 1,5 x1,5 m. Antrame aukšte cecho patalpoje numatytos pirminės gaisro gesinimo priemonės: 11 gesintuvų ne mažiau 4 l talpos, 2 smėlio arba sorbento dėžės su kastuvais, 2 nedegūs audeklai 1,5x1,5 m. Reaktorių skyriuje: 7 gesintuvai ne mažiau 4 l talpos, 1 smėlio ar sorbento dėžė su kastuvu, 1 nedegus audeklas 1,5x1,5 m. Dervų sandėlyje bei dispečerinėje: po 2 gesintuvus. Naudojamų KFD gamyboje medžiagų gesinimui tinka angliarūgštė bei putos, pagamintos iš PO [27].

Lentelė 3.62 Pastato gaisrinės apsaugos įvertinimas

Objekto pavadinimas	Gamybinio pastato statybos projektas
Adresas	Jonlaukio k. Ruklos sen., Jonavos r. sav.
Statinio naudojimo grupė	Kitos paskirties pastatai
Pastato aukštų skaičius, vnt.	2
Bendras pastato plotas, m ²	345,00
Pastato tūris m ³	2592,00
Žmonių skaičius pastate	< 15
Pastato gaisro apkrovos kategorija	E _g
Statinio atsparumo ugniai laipsnis	II
Artimiausia PGT	AB Achema PGT vietinė tarnyba už 1,0 km

Sudaromas 7.2 m. atž. K – 361 pastato evakuacinis planas, skirtas gaisro ar gamybinės avarijos metu. Evakuacinis planas privalo kaboti akių lygyje, matomoje, atviroje vietoje. Kiekvienas gamybiniame ceche dirbantis darbuotojas supažindinamas su evakuaciniu planu, patvirtina pasirašydamas.

K - 361 atž. 7,2 m. EVAKAVIMO PLANAS



Pav. 3.4 K – 361 pastato 7,2 m. atž. evakavimo planas

Išvados

1. Atlikta literatūros analizė: apžvelgtos karbamido - formaldehido dervos sintezės metu naudojamos medžiagos, jų cheminės – fizikinės savybės; aptarta dervos sintezės eiga, stadijos; įvertinta formaldehido - karbamido molinio santykio reikšmė sintezės eigai;
2. Atlikus mokslinį tiriamąjį darbą, nustatyta, kad galima gauti tinkamų kokybinių rodiklių karbamido - formaldehido dervą naudojant 55 % koncentracijos formalino tirpalą, todėl galima atsisakyti dervos koncentravimo vakuuminio distiliavimo būdu;
3. Pateikti inžineriniai ir technologiniai sprendimai projektuojant karbamido – formaldehido dervos gamybos liniją ir modernizuoti esamą AB „Achema“ liniją atsisakant vakuuminio distiliavimo įrenginio.
4. Apskaičiuota, kad gaminant 78 000 tonas karbamido - formaldehido dervos bus sunaudojama:
 - 37 986 tonos 55 % koncentracijos formalino;
 - 39 780 tonos karbamido;
 - 642,78 MW elektros energijos;
 - 23 400 tonos 3,5 bar slėgio garo energijos;
 - 3276 t.m³ aušinimo vandens;
5. Projekto investicijos sudarys 6 954 297 Eur, planuojamas metinis pelnas – 892 030 Eur, o projekto atsiperkamumas numanomas – 94 mėn.;
6. Aptarti projektiniai sprendimai, išanalizuota pastato gaisrinė sauga;
7. Įvertinti aplinkosauginiai veiksniai, darbuotojų saugos ir sveikatos darbe aspektai;
8. Pateikti 6 brėžiniai:
 - Pateikiamas statybų situacijos planas A1 formate;
 - +0,0 m. atž. įrenginių išdėstymas pastate K – 361 A1 formate;
 - +7,2 m. atž. įrenginių išdėstymas pastate K – 361 A1 formate;
 - Pastato pjūvis, rodantis įrenginių išsidėstymą A1 formate;
 - KFD gamybos pastato vaizdas (pastatas K – 361, elevatoriaus bokštas, galerija virš pastato stogo, vagonų iškrovimo stoginė A1 formate;
 - Technologinė schema A1 formate;

Literatūros sąrašas

- [1] J. M. Dinwoodie, in Wood Adhesives Chemistry and Technology, Vol. 1 (A. Pizzi, ed.), Marcel Dekker, New York, 1983, pp. 1–58.
- [2] A. Pizzi, in Wood Adhesives Chemistry and Technology, Vol. 1 (A. Pizzi, ed.), Marcel Dekker, New York, 1983, pp. 59–104.
- [3] Formaldehyde, PubChem. [žiūrėta 2020 m. kovo 7 d.]. Prieiga per:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Formaldehyde>
- [4] FORMOX process, Johnson Matthey. [žiūrėta 2020 m. kovo 7 d.]. Prieiga per:
<https://matthey.com/en/products-and-services/chemical-processes/licensed-processes/formox-process>
- [5] Urea, wikipedia. [žiūrėta 2020 m. kovo 7 d.]. Prieiga per:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Urea>
- [6] Triethanolamine, wikipedia. [žiūrėta 2020 m. kovo 7 d.]. Prieiga per:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Triethanolamine>
- [7] Reactive Polymers Fundamentals and Applications. 2013 Elsevier Inc.
- [8] Urea—formaldehyde (UF) adhesive resins for wood. M. Dunky KREMS CHEMIE AG, A 3500 Krems, Austria. International Journal of Adhesion & Adhesives 18 (1998) 95—107
- [9] de Jong JI, de Jonge J. Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 1952;71:643 and 661.
- [10] de Jong JI, de Jonge J, Eden, EAK. Rec. Trav. Chim. Pays-Bas, 1953;72:88.
- [11] Braun D, Guñther P. Kunststoffe 1982;72:785.
- [12] German Pat. DE 2 207 921, BASF, 1972.
- [13] German Pat. DE 25 50 739, BASF, 1975.
- [14] Dunky M, Lederer K, Zimmer E. Holzforsch. Holzverwert., 1981;33:61.
- [15] Kaßbauer F, Merkel D, Wittmann OZ. Anal. Chem. 1976; 281:17.
- [16] Billiani J, Lederer K, Dunky M. Angew. Makromol. Chem. 1990;180:199.
- [17] Urea–Formaldehyde Adhesives A. Pizzi Ecole Nationale Supérieure des Technologies et Industries du Bois, Université de Nancy I, Epinal, France
- [18] 257 page Walker, J. F.; Formaldehyde; ACS Monograph Series, 1964

- [19] Perkaitinto garo charakteristikos [žiūrėta 2020 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per: https://www.thermexcel.com/english/tables/vap_eau.htm
- [20] Formalinas saugos duomenų lapas [žiūrėta 2020 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per: http://www.achema.lt/uploads/files/03_20/2016.01.31%20Formalinas%20SDL.pdf
- [21] Skruzdžių rūgštis saugos duomenų lapas [žiūrėta 2020 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-4724-LT->
- [22] Natrio hidroksidas saugos duomenų lapas [žiūrėta 2020 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-9356-LT->
- [23] Trietanolaminas saugos duomenų lapas [žiūrėta 2020 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-6300-LT->
- [24] Lietuvos Respublikos specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymas [žiūrėta 2020 m. gegužės 27 d.]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/46c841f290cf11e98a8298567570d639?jfwid=oo0h96kz>
- [25] Dėl Lietuvos higienos normos HN 23:2011 „cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“ patvirtinimo [žiūrėta 2020 m. gegužės 27 d.]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.405920>
- [26] Dėl darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatų patvirtinimo [žiūrėta 2020 m. gegužės 27 d.]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.309802>
- [27] Dėl priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2010 m. gruodžio 7 d. įsakymo Nr. 1-338 „dėl gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų patvirtinimo“ pakeitimo [žiūrėta 2020 m. gegužės 27 d.]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/a5baabe26ae911eaa38ed97835ec4df6>
- [28] Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants Volume 5 [žiūrėta 2020 m. kovo 14 d.]. Prieiga per: <https://www.nap.edu/read/11170/chapter/7>
- [29] UREA, PubChem. [žiūrėta 2020 m. kovo 14 d.]. Prieiga per: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Urea>
- [30] Sodium Hydroxide, PubChem. [žiūrėta 2020 m. kovo 14 d.]. Prieiga per: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-hydroxide>
- [31] Formic Acid, PubChem. [žiūrėta 2020 m. kovo 14 d.]. Prieiga per: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/284>
- [32] Triethanolamine Acid, PubChem. [žiūrėta 2020 m. kovo 14 d.]. Prieiga per: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Triethanolamine>

Priedas 1: Medžiagų cheminės ir fizikinės savybės

Formaldehido vandeninio tirpalo – formalino cheminės ir fizikinės savybės

Formaldehidas yra degios, bespalvės dujos, turinčios aitrų – dusinantį kvapą. Leistinos ribos aplinkoje nuo 0,06 iki 0,5 ppm. Formaldehidas greitai reaguoja su kitais medžiagomis bei polimerizuojasi.

CAS registro numeris 50-00-0.

Pasirinktos cheminės ir fizikinės savybės pateiktos lentelėje **4.1** [28].

Lentelė 4.1 Formaldehido cheminės ir fizikinės savybės [24]

Parametras	Matavimo vnt.	Vertė
Molekulinė masė	kmol/kg	30,03
Tankis	kg/m ³	1067
Virimo temperatūra	°C	-19,5
Lydimosi temperatūra	°C	-92,0
Pliūpsnio temperatūra	°C	83,0
Sprogumo ribos	%	7 – 73
Garų slėgis 25 °C	mmHg	3,890

Techninio karbamido cheminės ir fizikinės savybės

Karbamidas baltos spalvos, turintis lengvą amoniako kvapą, kristalai.

CAS registro numeris 57-13-6.

Pasirinktos cheminės ir fizikinės savybės pateiktos lentelėje **12.2** [29].

Lentelė 4.1 Karbamido cheminės ir fizikinės savybės [25]

Parametras	Matavimo vnt.	Vertė
Molekulinė masė	kmol/kg	60,056
Tankis	kg/m ³	1335
Tirpumas vandenyje 20 °C	kg/ m ³	1079

Natrio hidroksido cheminės ir fizikinės savybės

Natrio hidroksido tirpalas – skaidrus, klampus bekvapis skystis. Natrio hidroksido tirpalas yra higroskopinis – traukiantis drėgmę iš aplinkos.

CAS registro numeris 1310-73-2.

Pasirinktos cheminės ir fizikinės savybės pateiktos lentelėje **4.3** [30].

Lentelė 4.2 Natrio hidroksido cheminės ir fizikinės savybės [26]

Parametras	Matavimo vnt.	Vertė
Molekulinė masė	kmol/kg	39,997
Tankis (50% konc.)	kg/m ³	1515

Skruzdžių rūgštis cheminės ir fizikinės savybės

Skruzdžių rūgštis – bespalvis, stipraus, gniaužiančio kvėpavimą, acto kvapo skystis.

CAS registro numeris 64-18-6

Pasirinktos cheminės ir fizikinės savybės pateiktos lentelėje **4.4** [31].

Lentelė 4.3 Skruzdžių rūgštis cheminės ir fizikinės savybės [27]

Parametras	Matavimo vnt.	Vertė
Molekulinė masė	kmol/kg	46,025
Tankis (80% konc.)	kg/m ³	1185

Trietanolamino cheminės ir fizikinės savybės

Trietanolaminas – bespalvis, aliejiingas, turintis lengvą amoniako kvapą skystis. Trietanolaminas yra higroskopiškas.

CAS registro numeris 102-71-6

Pasirinktos cheminės ir fizikinės savybės pateiktos lentelėje **4.5** [32].

Lentelė 4.4 Trietanolamino cheminės ir fizikinės savybės [28]

Parametras	Matavimo vnt.	Vertė
Molekulinė masė	kmol/kg	149,190
Tankis	kg/m ³	1130

Priedas 2: Technologinių vamzdynų sąrašas

Lentelė 5.1 Technologinių vamzdynų sąrašas

Linijos apibūdinimas					Lokalizacija	
Linijos pavadinimas	Skersmuo	Terpė	Vamzdžio klasė	Linijos numeris	Nuo	Iki
FA-80-SS-02	80	FA	SS	02	FA-80-SS-01	R-100; R-200
FAC-15-SS	15	FAC	SS	01	T-100A	P-300
FAC-15-SS	15	FAC	SS	02	P-300	T-100B
FAC-15-SS	15	FAC	SS	03	T-100B	P-300A
FAC-15-SS	15	FAC	SS	04	P-300A	R-100;R-200
NA-25-SS	25	NA	SS	01	T-200A	P-400
NA-25-SS	25	NA	SS	02	P-400	T-200B
NA-25-SS	25	NA	SS	03	T-200B	P-400A
NA-25-SS	25	NA	SS	04	P-400A	R-100;R-200
TEA-25-SS	25	TEA	SS	01	T-300A	P-500
TEA-25-SS	25	TEA	SS	02	P-500	T-300B
TEA-25-SS	25	TEA	SS	03	T-300B	P-500A
TEA-25-SS	25	TEA	SS	04	P-500A	R-100;R-200
CW-300-CS-02	300	CW	CS	02	CW-300-CS-01	-
CW-150-CS-01	150	CW	CS	01	CW-300-CS-02	R-100
CW-150-CS-02	150	CW	CS	02	CW-300-CS-02	R-200
CW-125-CS-01	125	CW	CS	01	CW-300-CS-02	E-100
CW-125-CS-02	125	CW	CS	02	CW-300-CS-02	E-200
CW-150-CS-03	150	CW	CS	03	R-100	CW-300-CS-03
CW-150-CS-04	150	CW	CS	04	R-200	CW-300-CS-03
CW-125-CS-03	125	CW	CS	03	E-100	CW-300-CS-03
CW-125-CS-04	125	CW	CS	04	E-200	CW-300-CS-03
VAP-300-SS-01	300	VAP	SS	02	R-100	R-100
VAP-300-SS-02	300	VAP	SS	02	R-200	R-200
VAP-200-SS-01	200	VAP	SS	01	E-100	V-100
VAP-200-SS-02	200	VAP	SS	02	E-200	V-200
DIS-50-SS-01	50	DIS	SS	01	E-100	R-100
DIS-50-SS-02	50	DIS	SS	02	E-200	R-200
DIS-20-SS-01	20	DIS	SS	01	V-100	DIS-50-SS-01
DIS-20-SS-02	20	DIS	SS	02	V-200	DIS-50-SS-02
A-200-CS-01	200	A	CS	01	V-100	ortakynas
A-200-CS-02	200	A	CS	02	V-200	ortakynas
UF-200-SS-01	200	UF	SS	01	R-100	F-100
UF-200-SS-02	200	UF	SS	02	R-200	F-200
UF-200-SS-03	200	UF	SS	03	F-100	P-100
UF-200-SS-04	200	UF	SS	04	F-200	P-200
UF-125-SS-05	125	UF	SS	05	P-100	F-100A
UF-125-SS-06	125	UF	SS	06	P-200	F-200A
UF-125-SS-07	125	UF	SS	07	F-100A	KFD sand.
UF-125-SS-08	125	UF	SS	08	F-200A	KFD sand.
UF-125-SS-09	125	UF	SS	09	UF-125-SS-05	UF-125-SS-06
UF-125-SS-10	125	UF	SS	10	UF-125-SS-07	UF-125-SS-08
SC-150-CS-01	150	SC	CS	01	Įmonės garo tinklas	R-100
SC-150-CS-02	150	SC	CS	02	Įmonės garo tinklas	R-100
SC-150-CS-03	150	SC	CS	03	Įmonės garo tinklas	R-200
SC-150-CS-04	150	SC	CS	04	Įmonės garo tinklas	R-200
SC-150-CS-05	150	SC	CS	05	SC-150-CS-01/02/03/04	Įmonės kondensato tinklas

Priedas 3: Situacijos planas

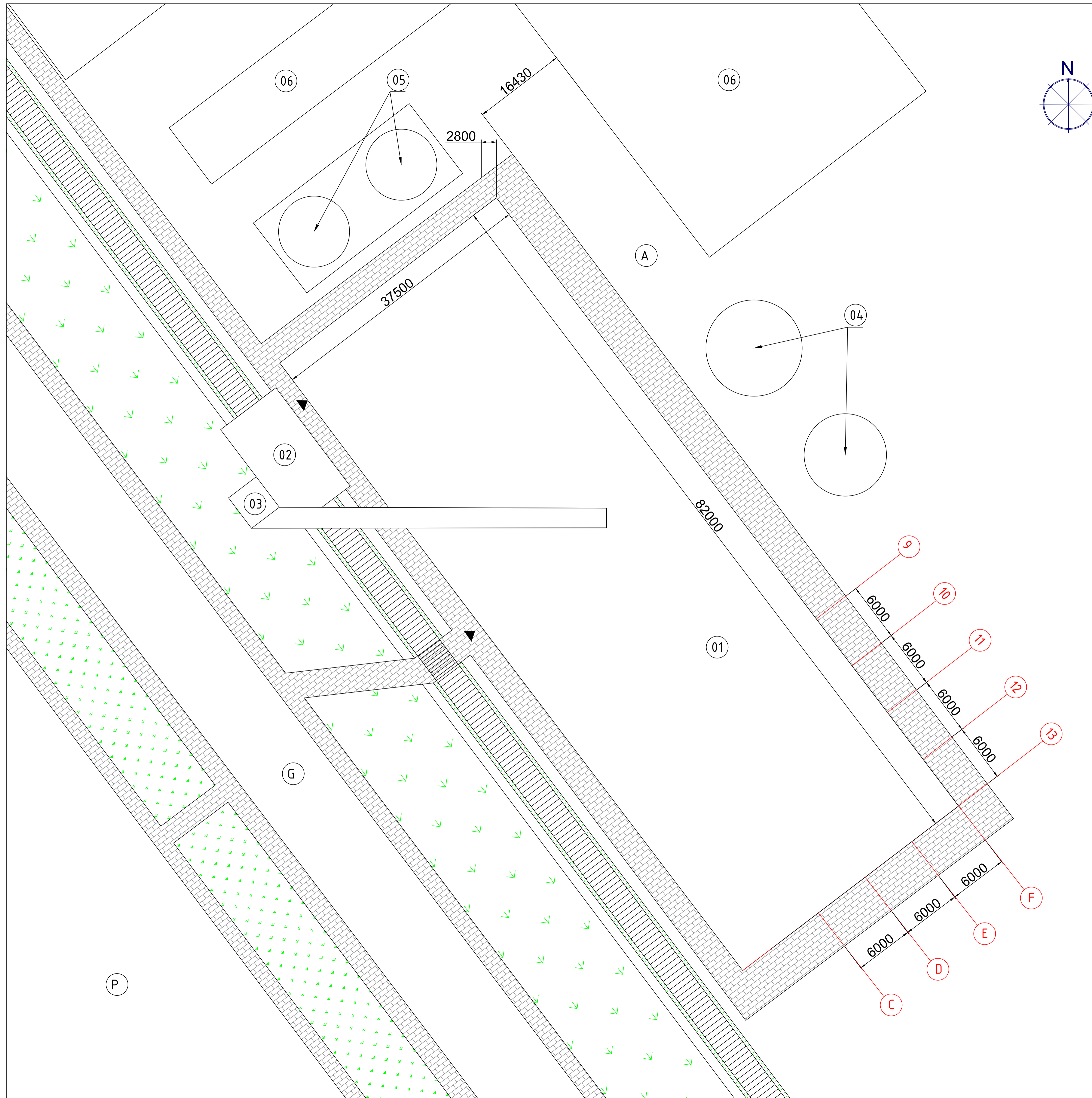
Priedas 4: Elevatoriaus bokštas, galerija virš stogo, vagonų iškrovimo stoginė

Priedas 5: Įrangos išdėstymas. Planas alt. +0.000

Priedas 6: Įrangos išdėstymas. Planas alt. +7.200

Priedas 7: Įrangos išdėstymas. Pjūvis 1-1, pjūvis 2-2

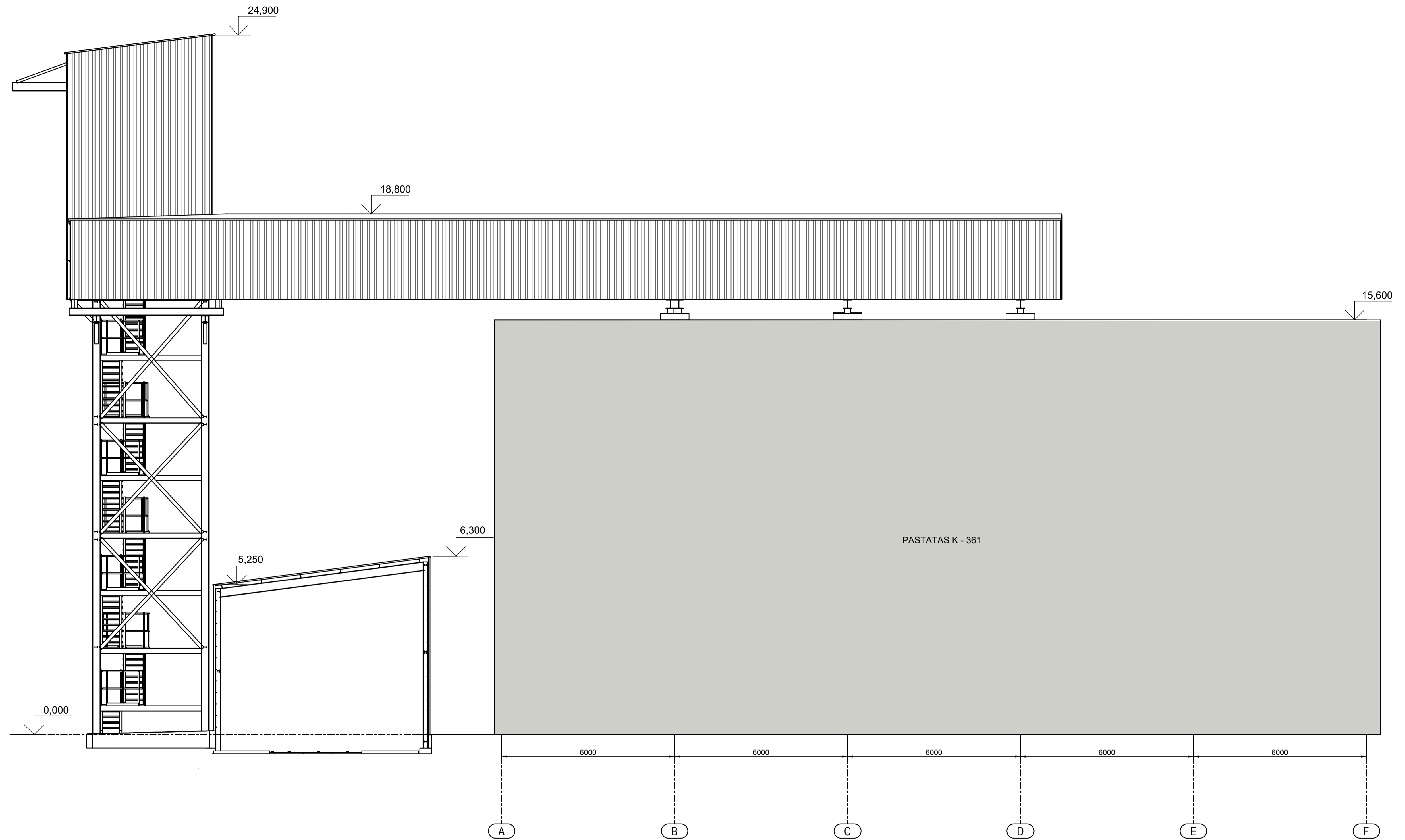
Priedas 8: KFD gamybos technologinė schema



EKSPLIKACIJA		
01	Pastatas K-361	Esamas pastatas
02	Karbamido iškrovimo mazgo stoginė	Nauja statyba
03	Elevatoriaus bokštas	Nauja statyba
04	KFD talpyklos	Esamas objektas
05	Formalino talpyklos	Esamas objektas
06	Kiti pastatai	Esamas objektas

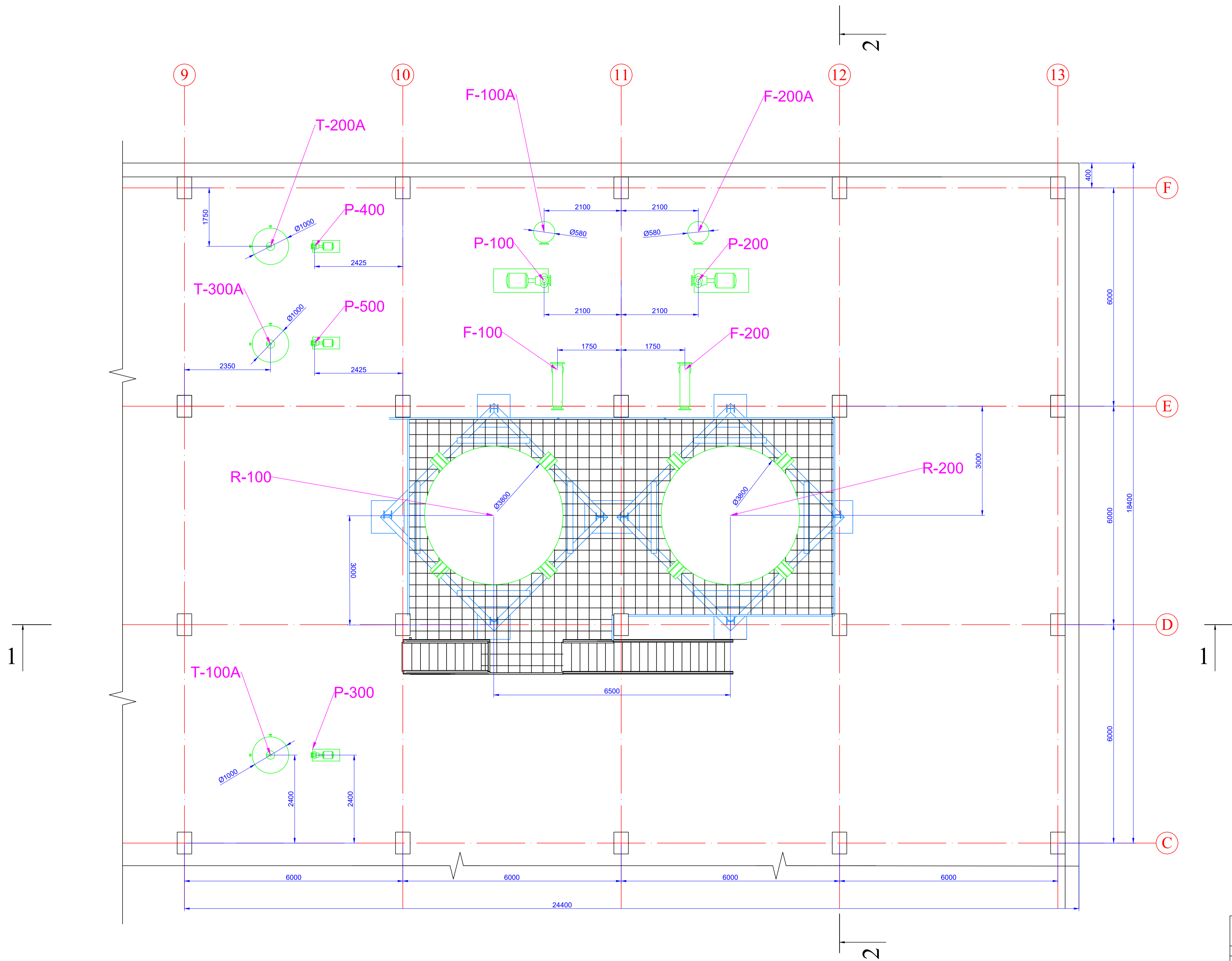
Sutartiniai žymėjimai	
G	Gatvė
A	Asfalto danga
	Žaliasis plotas
	Geležinkelio bėgiai
	Plytelės
P	Stovėjimo aikštelė
	Įėjimas į pastatą

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas				Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą	
TMC - 8	Pareigos	Vardas Pavardė	Parašas	Data		
	Studentas	Paulius Barvainis		2020.06.08	AB "Achema" Jonalaukio k., Ruklos sen. Jonavos r.	
	Vadovas	Joana Bendoraitienė		2020.06.08		
	Recenzentas	Saulius Grigalevičius		2020.06.08		
	Konsultantas	Odeta Vilimienė		2020.06.08	Situacijos planas	
						Laida
						O
						Lapas
MBD	Polimerų chemijos ir technologijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas				2020.MBD.	Lapu
						1
						1



Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas			Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą	
TMC - 8	Pareigos	Vardas Pavardė	Parašas	Data	Pastatas K - 361	
	Studentas	Paulius Barvainis		2020.06.08		
	Vadovas	Joana Bendoraitienė		2020.06.08		
	Recenzentas	Saulius Grigalevičius		2020.06.08		
	Konsultantas	Odeta Vilimienė		2020.06.08		
					Karbamido iškrovimo mazgas	Laida
					Elevatoriaus bokštas, galerija virš stogo, vagonų iškrovimo stoginė	O
						Lapas Lapų
MBD	Polimerų chemijos ir technologijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas				2020.MBD.	1 1

Planas alt. +0.000
M1:50

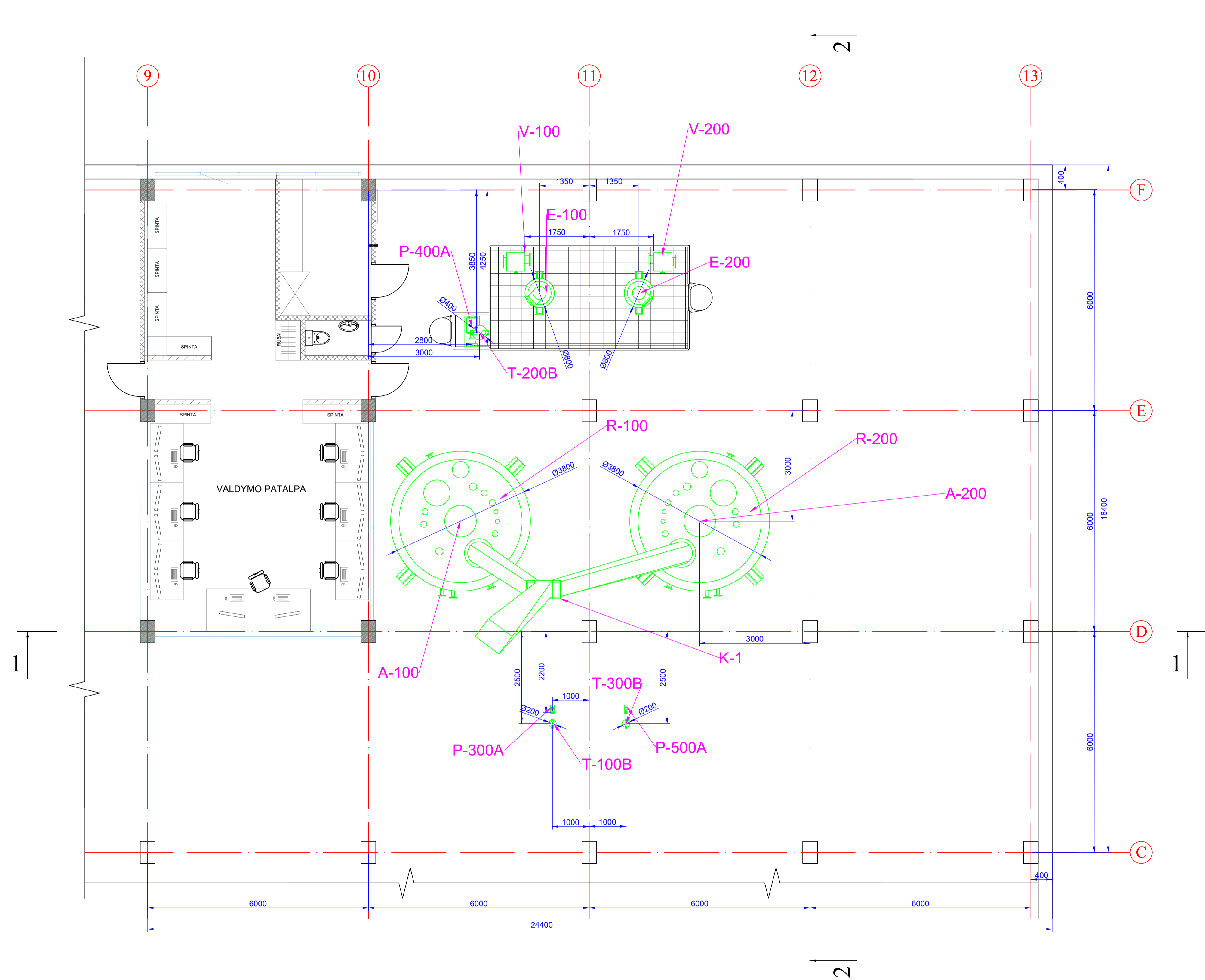


Įrenginių eksplikacija	
Pozicija	Pavadinimas
R-100	Reaktorius
R-200	Reaktorius
F-100	Stambaus valymo filtras
F-200	Stambaus valymo filtras
P-100	KFD siurblys
P-200	KFD siurblys
F-100A	Smulkaus valymo filtras
F-200A	Smulkaus valymo filtras
T-100A	Skrudžių r. talpa
T-200A	Natrio hidroksido talpa
T-300A	TEA talpa
P-300	Skrudžių r. tiekimo siurblys
P-400	Natrio hidroksido tiekimo siurblys
P-500	TEA tiekimo siurblys

Pastato eksplikacija	
Pavadinimas	Plotas m ²
K - 361 0,0 m. atž. KFD gamybinės patalpos	432

Grupė					KTU Cheminės technologijos fakultetas		Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą	
TMC - 8	Pareigos	Vardas Pavardė	Parašas	Data				
	Studentas	Paulius Barvainis		2020.06.08	Pastatas K - 361			
	Vadovas	Joana Bendoraitienė		2020.06.08				
	Recenzentas	Saulius Grigalevičius		2020.06.08				
	Konsultantas	Odeta Vilimienė		2020.06.08				
					Įrangos išdėstymas.		Laida	
					Planas alt. +0.000. Mastelis M1:50		O	
					2020.MBD.		Lapas Lapų	
MBD					Polimerų chemijos ir technologijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas		1 1	

Planas alt. +7.200
M1:50

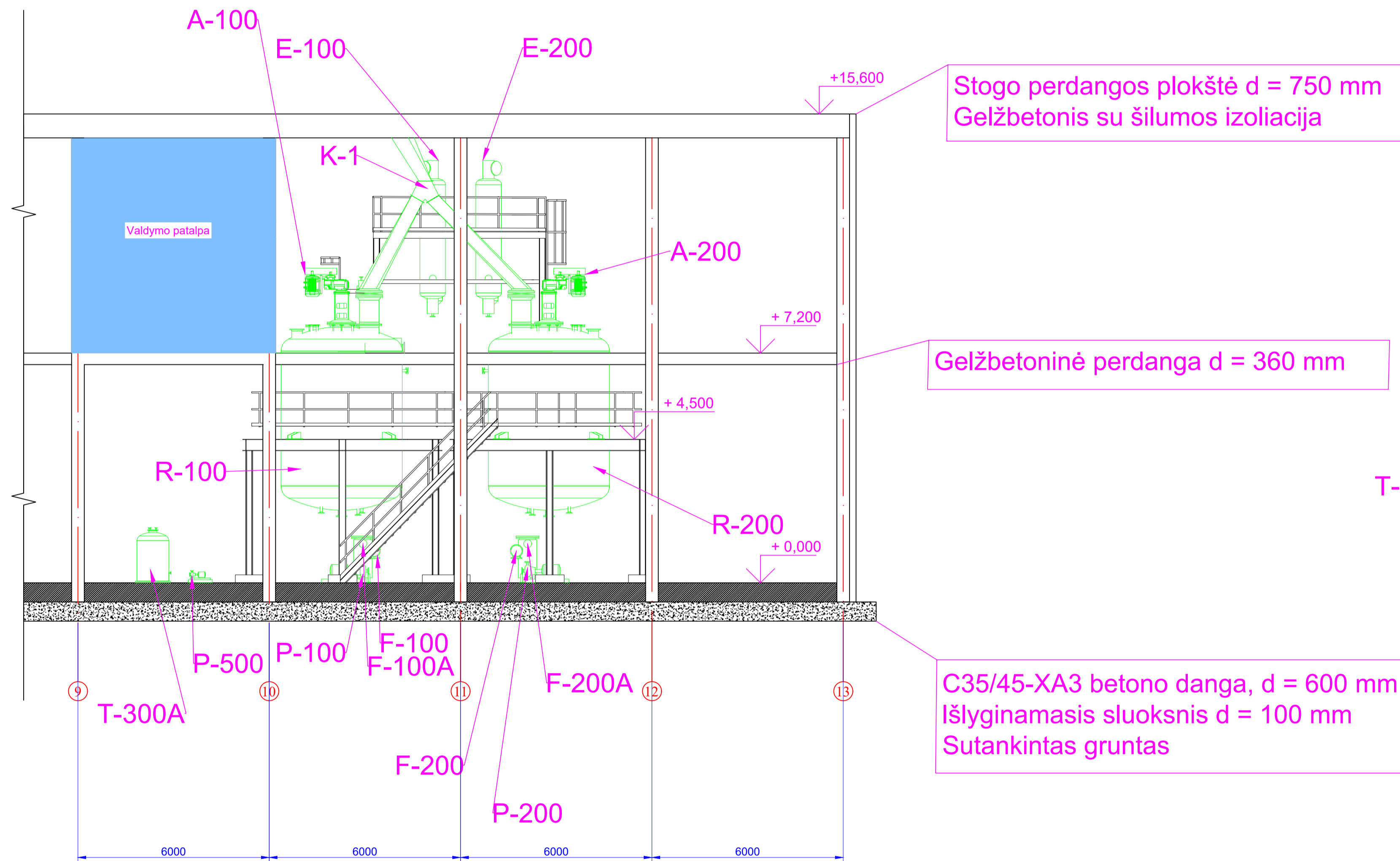


Įrenginių eksplikacija	
Pozicija	Pavadinimas
R-100	Reaktorius
R-200	Reaktorius
A-100	Reaktoriaus maišyklė
A-200	Reaktoriaus maišyklė
K-1	Karbamido srauto nukreipiklis
E-100	Garų kondensatorius
E-200	Garų kondensatorius
V-100	Ventiliatorius
V-200	Ventiliatorius
T-100B	Skruzdžių r. dozavimo talpa
T-200B	Natrio hidroksido dozavimo talpa
T-300B	TEA tirpalo dozavimo talpa
P-300A	Skruzdžių r. dozavimo siurblys
P-400A	Natrio hidroksido dozavimo siurblys
P-500A	TEA dozavimo siurblys

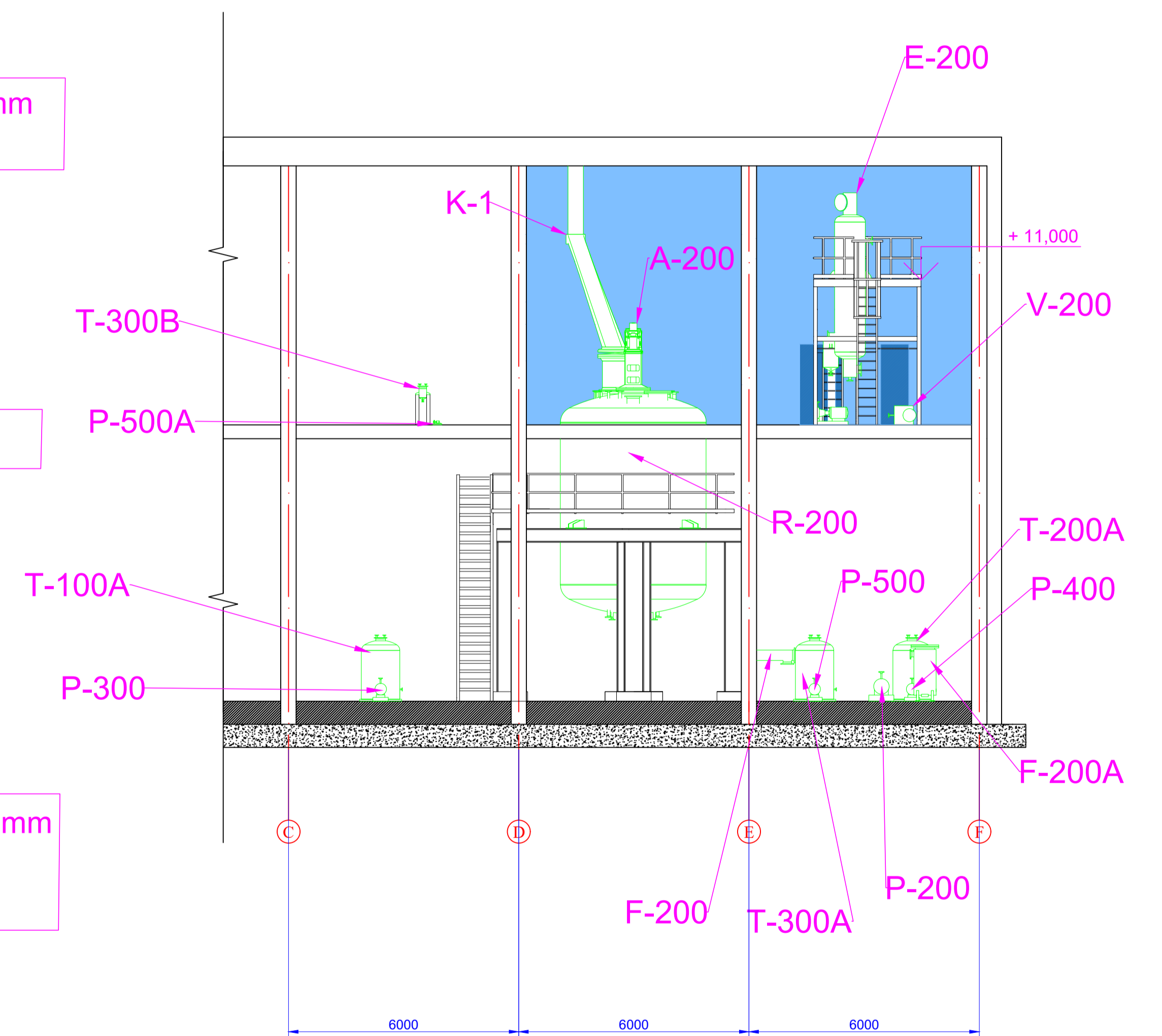
Pastato eksplikacija	
Pavadinimas	Plotas m ²
K - 361 7,2 m. atž. KFD gamybinės patalpos	360
Valdymo patalpa su būtinėmis patalpomis	72

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas				Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą	
TMC - 8	Pareigos	Vardas Pavardė	Parašas	Data	Pastatas K - 361	
	Studentas	Paulius Barvainis		2020.06.08	Įrangos išdėstymas.	
	Vadovas	Joana Bendoraitienė		2020.06.08	Planas alt. +7.200. Mastelis M1:50	
	Recenzentas	Saulius Grigalevičius		2020.06.08	Laida	
	Konsultantas	Odeta Vilčinienė		2020.06.08	O	
	Polimerų chemijos ir technologijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas				Lapas	Lapų
MBD	2020.MBD.				1	1

Pjūvis 1-1
M1:100



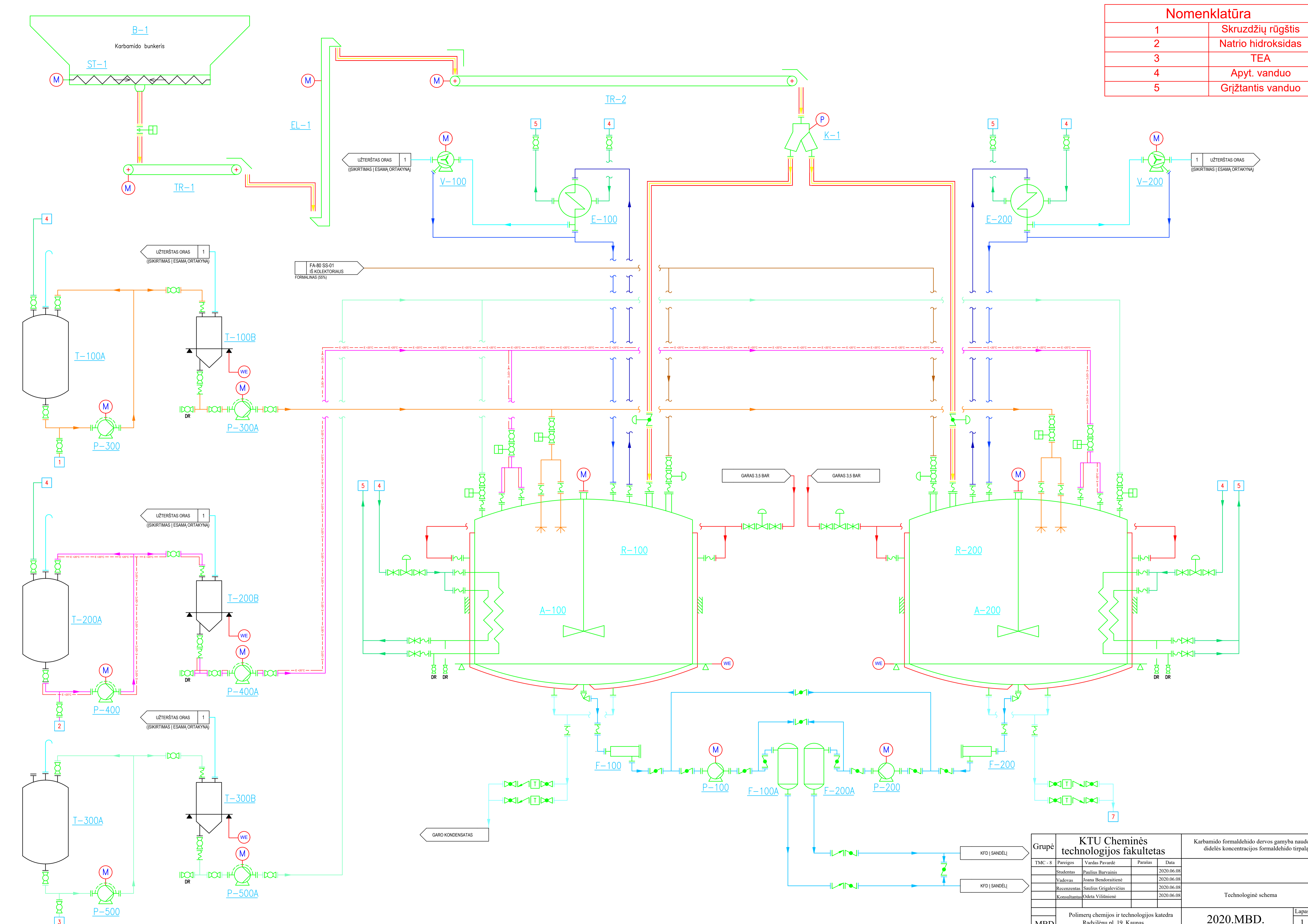
Pjūvis 2-2
M1:100



Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas			Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą	
TMC - 8	Pareigos	Vardas Pavardė	Parašas	Data		
	Studentas	Paulius Barvainis		2020.06.08	Pastatas K - 361	
	Vadovas	Joana Bendoraitienė		2020.06.08		
	Recenzentas	Saulius Grigalevičius		2020.06.08	Įrangos išdėstymas.	
	Konsultantas	Odeta Vilimienė		2020.06.08	Pjūvis 1-1, pjūvis 2-2 Mastelis M1:100	
						Laida O
						Lapas Lapų
MBD	Polimerų chemijos ir technologijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas				2020.MBD.	1 1

Nomenklatūra

1	Skruzdžių rūgštis
2	Natrio hidroksidas
3	TEA
4	Apyt. vanduo
5	Grįžtantis vanduo



Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas		Karbamido formaldehido dervos gamyba naudojant didelės koncentracijos formaldehido tirpalą	
TMC - 8	Pareigės	Vardas Pavardė	Parašas	Data	
	Studentas	Paulius Barvainis		2020.06.08	
	Vadovas	Joana Bendoraitienė		2020.06.08	
	Recenzentas	Saulius Grigalevičius		2020.06.08	
	Konsultantas	Odeta Vilūnienė		2020.06.08	
Polimerų chemijos ir technologijos katedra Radvilėnų pl. 19, Kaunas				2020.MBD.	Laida O
				Lapas	Lapų
				1	1