

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Gediminas Maigys

**POLIMERINĖS KOMPOZICINĖS ARMATŪROS GAMYBOS
TECHNOLOGIJA**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. Dr. Ernestas Ivanauskas

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

POLIMERINĖS KOMPOZICINĖS ARMATŪROS GAMYBOS
TECHNOLOGIJA

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas

Doc. dr. Ernestas Ivanauskas

Recenzentas

Doc. dr. Rėda Bistrickaitė

Projektą atliko

Stud. Gediminas Maigys

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros

(Fakultetas)

Gediminas Maigys

(Studento vardas, pavardė)

Statyba, 621J80001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. Sausio 2 d.
Kaunas

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

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

POLIMERINĖS KOMPOZICINĖS ARMATŪROS GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Gediminas Maigys

Statybos magistro studijų baigiamojo darbo tikslas – susipažinti su naujos kartos inovatyvia medžiaga, polimerine kompozicine armatūra, pateikti jos privalumus bei trūkumus. Suprojektuojama polimerinės kompozicinės armatūros gamybos technologija. Atliekamas tiriamasis projektas, kurio tikslas nustatyti skirtingų matmenų plieninės ir polimerinės armatūros strypų įtaką betono lenkimo stipriui bei analizuojama šarminės korozijos įtaka polimerinei armatūrai ir įvardinami apsaugos būdai.

Baigiamajame darbe nurodomi teisės aktai ir reglamentai, kurių reikia laikytis norint pradėti šio statinio statybą. Apibūdinami architektūriniai ir konstrukciniai šio statinio elementai. Apskaičiuojama gelžbetoninė kolona ir parenkama konstrukcinė armatūra, taip pat atliekami ekonominiai skaičiavimai ir pateikiami darbų saugos ir aplinkosaugos reikalavimai.

Grafinėje dalyje pateikiami brėžiniai, kurie vaizduoja pastato architektūrą, technologinę gamybos liniją, taip pat pateikiama gaminio ir įrenginių judėjimo ciklograma ir gamybos operacijų trukmių grafikas.

Baigiamasis darbas susideda iš 85 psl., aiškinamosios dalies, 5 brėžinių ir 16 psl. priedų.

Reikšminiai žodžiai: gamybos technologija, tiriamasis projektas, šarminė korozija, reglamentas, gelžbetoninė kolona, grafinė dalis.

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING TECHNOLOGIES

Master final work

PRODUCTION TECHNOLOGY OF POLYMER COMPOSITE REBARS

Gediminas Maigys

Construction Master's final goal - to get acquainted with a new generation of innovative materials, polymer composite rebar, to present its advantages and disadvantages. It is designed a production technology of polymer composite rebars. It carries out a research project, which aims to identify the different dimensions of steel and polymer concrete rebar impact bending strength and analyzes the influence of alkaline corrosion polymeric reinforcement and identifying ways to protect.

In the final work, there are law acts and regulation that have to be considered if one wants to start a new construction. Architectural and constructive elements of a building is defined. There is an estimation concrete column and selected structural reinforcement, as well as economic calculations and safety measurements for work and environment control requirements are given.

In the graphic part, there are plans that depict the architecture of the building, technological production line, as well as in the cyclogram of movement the product and equipment and schedule of production times operation.

The final work contains of 85 pages of explanatory part, 5 plans, and 16 pages of appendix.

Key words: a production technology, a research project, an alkaline corrosion, regulation, reinforced concrete column, grafic part.

Turinys

IVADAS.....	8
1. TEISINĖ DALIS	9
1.1. Statinio teisinė charakteristika	9
1.2. Esminiai statinio reikalavimai	9
1.3. Statinio projektavimas.....	10
1.4. Statybos leidimas.....	10
1.5. Statinio statybos rangovo veikla	11
1.6. Statybos darbų vykdymas.....	12
1.7. Statybos užbaigimas ir statinio pripažinimas tinkamu naudoti.....	13
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS.....	14
2.1. Statinio ir sklypo apibūdinimas.....	14
2.2. Pastato konstrukciniai ir architektūriniai sprendimai	15
2.3. Pastato įrengimo sienų ir stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas	18
2.3.1. Išorinės sienos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas	18
2.3.2. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas	20
3. KONSTRUKCINĖ DALIS	22
3.1. Bendrieji duomenys.....	22
3.2. Apkrovų skaičiavimas	22
3.3. Kolonos armavimas.....	26
3.4. Kolonos skerspjūvio laikomosios galios tikrinimas.....	29
4. TECHNOLOGINĖ DALIS	31
4.1. Gaminio žaliavos.....	31
4.1.1. Kompozitas	31
4.1.2. Stiklas ir stiklo pluošto gamyba.....	32
4.1.3. Polimerinė derva.....	33
4.2. Gaminio žaliavų reikalavimai ir standartai	35
4.3. Gaminio panaudojimas ir techninės charakteristikos.....	36
4.3.1. Polimerinės kompozitinės armatūros panaudojimas	36
4.3.2. Polimerinės kompozitinės armatūros privalumai	37
4.3.3. Polimerinės kompozitinės armatūros trūkumai	37
4.4. Gaminų sortimentas	38
4.5. Gaminio pagrindinės fizikinės ir mechaninės savybės	39
4.5.1. Gaminio tankis.....	39

4.5.2.	Gaminio tamprumo modulis	40
4.5.3.	Gaminio tempiamasis stipris.....	40
4.5.4.	Gaminio šlytis	40
4.6.	Gamybos pajėgumų ir technologinės linijos skaičiavimai.....	41
4.7.	Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas	53
4.8.	Pagalbinių cechų ir gamybinių barų aprašymas.....	54
4.8.1.	Polimerinės vinilo esterio dervos sandėlis.....	54
4.8.2.	Stiklo pluošto ritinių sandėlis	55
4.8.3.	Produkcijos sandėlis	56
4.9.	Gamybos kokybės kontrolė.....	56
4.9.1.	Gaminio gamybos ir kokybės reikalavimai	56
4.9.2.	Gaminio ženklavimas	58
4.10.	Operacijų trukmių grafikas	58
5.	EKONOMINĖ DALIS	59
6.	DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA	64
6.1.	Bendroji sauga gamykloje.....	64
6.2.	Gaisrinė sauga	65
6.3.	Aplinkos apsauga	67
	IŠVADOS.....	68
7.	TIRIAMASIS PROJEKTAS	69
	Įvadas.....	69
7.1.	Literatūros analizė	70
7.2.	Tyrimų metodika	72
7.3.	Rezultatai.....	75
	Išvados.....	80
	NAUDOTA LITERATŪRA	82
	PRIEDAI	85

IVADAS

Pasaulyje mažėjant gamtinių išteklių, visose pramonės šakose yra atliekama naujų inovatyvių ir optimalių sprendimų paieška, siekiant šiuos išteklius naudoti efektyviau. Statybos pramonėje daug dėmesio skiriama inovatyvių konstrukcinių sprendimų paieškai ir įgyvendinimui, siekiant užtikrinti didesnę statinių konstrukcijų saugą, patikimumą ir ilgaamžiškumą. Statybų pramonėje, nauja statybinė medžiaga dažniausiai yra dviejų kitų medžiagų junginys – kompozitas. Tokios medžiagos statybos pradėtos naudoti palyginti neseniai. [35]

Visiems labai gerai žinomas armatūrinis plienas kaip pagrindinė gelžbetoninių konstrukcijų armavimo medžiaga naudojama dešimtmečius, tačiau plieno fizikinės ir mechaninės savybės ypač korozijai agresyvioje ir elektromagnetinėje aplinkoje neužtikrina visų armatūriniam plienui keliamų reikalavimų. Dėl šios priežasties gelžbetoninių konstrukcijų ilgaamžiškumas, korozijai agresyvioje aplinkoje, nėra didelis.

Vienas iš šios problemos sprendimo būdų yra betoninių konstrukcijų armavimui naudoti naujos kartos inovatyvias medžiagas – polimerinę kompozicinę armatūrą, kuri turi ne tik didelį mechaninį atsparumą, bet ir atsparumą korozijai. Polimerinės konstrukcijos dėl savo mažo svorio ir sąlyginai paprasto apdirbimo bei ilgaamžiškumo yra didelis ateities potencialas armuojant betoninius gaminius, todėl yra būtinybė nagrinėti tokių konstrukcijų skaičiavimą ir siekti jos platesnio panaudojimo galimybių.

Magistro baigiamajame darbe analizuojama polimerinės kompozicinės armatūros gamybos technologija. Projektuojama gamykla, kurioje pritaikoma nagrinėjama technologinė linija. Gaminiai skirti betoninių konstrukcijų armavimui.

Darbo tikslas – Suprojektuoti tokią gamyklą, kuri tenkintų teisinius, architektūrinius, konstrukcinius, technologinius, organizacinius ir darbo bei aplinkos saugos reikalavimus. Būtina atsižvelgti ir į ekonominę gamyklos statybos atsiperkamumą, gaminant polimerinę armatūrą. Taigi gamybos technologinėje linijoje išdėstomi bei parenkami tokie įrenginiai ir mechanizmai, kad gamybos procesas vyktų sklandžiai ir optimizuotai. Atsižvelgiant į reikiamą technologinės įrangos išdėstymą, atitinkamai suprojektuojamas ir pats statinys, tenkinantis architektūrinius ir konstrukcinius reikalavimus.

1. TEISINĖ DALIS

1.1. Statinio teisinė charakteristika

Projektuojamas statinys – pramoninis gamybinis pastatas Šiauliuose, Draugystės gatvėje. Tai gamybai skirtas pastatas, kuriam taikomi esminiai statinio ir architektūros reikalavimai.

Statinio paskirtis nustatyta vadovaujantis (STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“ (7.8 p.)). [1]

Statinio kategorija – ypatingas statinys, nustatyta vadovaujantis (STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“ (5 p.)). [2] Statinys priskiriamas ypatingų statinių grupei, nes pasižymi sudėtingų konstrukcijų požymiais:

Statinyje eksploatavimo metu naudojamos sprogios ir degios medžiagos.

Statinio statybos rūšis – naujo statinio statyba, nustatyta vadovaujantis (STR 1.01.08:2002 „Statinio statybos rūšys“ (7.1. p.)). [3]

Statinio projektas ir projekto ekspertizė yra privalomi, (STR 1.04.04:2017 „Statinio projektavimas, projekto ekspertizė“ (70 p.)). [4]

1.2. Esminiai statinio reikalavimai

Statinys ar jo dalis turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę pagal jo naudojimo paskirtį atitiktų Europos Parlamento ir Tarybos reglamente (ES) Nr. 305/2011 nustatytus esminius statinių reikalavimus. [5]

- Mechaninio atsparumo ir pastovumo (STR 2.01.01:2005 „Mechaninis patvarumas ir pastovumas“). [6]
- Gaisrinės saugos (STR 2.01.01:1999 „Gaisrinė sauga“). [7]
- Higienos sveikatos ir aplinkos apsaugos (STR 2.01.01:1999 „Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“). [8]
- Saugaus naudojimo (STR 2.01.01:2008 „Naudojimo sauga“). [9]
- Apsaugos nuo triukšmo (STR 2.01.01:2008 „Apsauga nuo triukšmo“). [10]
- Energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo (STR 2.01.01:2008 „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“). [11]
- Tvarus gamtos išteklių naudojimas (Reglamentas (ES) Nr. 305/2011, 1 priedas) [5].

1.3. Statinio projektavimas

Statinio projektas rengiamas: [12]

- vadovaujantis teritorijų planavimo, normatyviniais statybos dokumentais, vieni pagrindinių yra (STR 1.04.04:2017 „Statinio projektavimas, projekto ekspertizė“) [4] ir STR 1.05.06:2010 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“ [13]. ir normatyviniais specialių reikalavimų dokumentais;
- vadovaujantis detaliu teritorijos planu;
- vadovaujantis statybos sklypo įregistravimo dokumentais;
- laikantis statinio projektavimo techninių ir specialių sąlygų;
- laikantis statytojo (užsakovo) užduotyje ir projektavimo sutartyje nustatytų sąlygų;
- vadovaujantis statinio statybos sklypo geodezinių, geologinių, hidrogeologinių, aplinkos taršos ir kitų tyrimų duomenimis.

Vyriausybė arba jos įgaliota valstybės valdžios institucija turi teisę panaikinti statinio projektavimo technines ir specialias sąlygas, jei jų reikalavimai nepagrįsti statinio ir jo statybos reikmėmis arba nenustatyti specialūs reikalavimai, ir pareikalauti iš sąlygas nustačiusių institucijų ir subjektų jas pakeisti arba apriboti. Statinių projektų derinimo ir tvirtinimo tvarką nustato Vyriausybė arba jos įgaliota valstybės valdžios institucija.

Projekto rengimui vadovauti gali tik projekto vadovas, turintis reikiamą kvalifikaciją. Projektuojant atskiras statinių dalis skiriami projekto dalies vadovai, kurie taip pat privalo turėti reikiamą kvalifikaciją. Už projekto dalies vadovus atsako projekto vadovas.

Parengtas projektas turi būti pasirašytas Statybos įstatymo 20 straipsnio 10 dalyje nustatyta tvarka. [12] Projektas tvirtinamas statytojui pritarus parengtam projektui. Parengus statinio projektą rengiamas statybą leidžiančio dokumento gavimas.

1.4. Statybos leidimas

Statytojas (užsakovas) norintis statyti ypatingos statinio kategorijos pastatą turi gauti statybos leidimą. Siekiant gauti statybos leidimą, statytojas turi pateikti savivaldybės merui arba paskirtajam administracijos subjektui arba nuotoliniu būdu, pasinaudodamas Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacine sistema „Infostatyba“. (STR 1.05.01:2017 „Statybą leidžiantys dokumentai“ 1 priedas). [14].

- Nustatytos formos prašymą;
- Žemės sklypo nuosavybės teisę patvirtinančius dokumentus
- Sutartį su žemės savininku dėl sklypo laikino naudojimo statybos metu;
- Statinio projektą;
- Statinio projekto patvirtinimo dokumentą;
- Dokumentą dėl statinio statybos techninės priežiūros vadovo paskyrimo;
- Gaisrinės saugos ir gaisrinės apsaugos reikalavimus;
- Atsakingos institucijos sprendimas dėl planuojamos ūkinės veiklos pasirinktoje vietoje leistinumą poveikio aplinkai požiūriu.

Savivaldybės meras arba administracijos subjektas privalo išduoti neypatingo statinio statybos leidimą ne vėliau kaip per 15 dienų nuo aukščiau išvardytų dokumentų pateikimo. Statybos leidimas neišduodamas, jei bent vienas iš projektą tikrinti turinčių subjektų nepritaria projektui nurodydamas motyvus ir išduoda naujas sąlygas. Išduotas statybos leidimas galioja 10 metų.

1.5. Statinio statybos rangovo veikla

Statinio statybos rangovas privalo: [12]

- paskirti statybos vadovą,
- vykdyti sutartinius įsipareigojimus;
- parengti statinio statybos darbų vykdymo projektą, statyti pagal statinio projektą, laikantis statybos ir kitų normatyvinių dokumentų reikalavimų, projektavimo ir statybos sąlygų;
- įrengti prie statybos aikštelės stendą, kuriame turi būti paskelbti informaciniai duomenys apie statybą;
- garantuoti saugų darbą;
- įforminti normatyvinių statybos dokumentų nurodytą statinio statybos atlikimo dokumentaciją (statybos darbų žurnalą) ir perduoti ją statytojui (užsakovui);
- dalyvauti pripažįstant statinį tinkamu naudoti;
- atlyginti sutarčių šalims, fiziniams ir juridiniams asmenims bei valstybei ar savivaldybei nuostolius, atsiradusius dėl rangovo kaltės;
- konkurso tvarka arba savo nuožiūra pasirinkti subrangovus, jeigu to nedraudžia statybos rangos sutartis;

- vykdyti kitų statybos proceso dalyvių funkcijas, išskyrus statinio statybos techninę priežiūrą ir privalomąją statinio projekto ar statinio ekspertizę.

Rangovui tenka Lietuvos Respublikos įstatymų nustatyta administracinė, civilinė ir baudžiamoji atsakomybė už blogai atliktų statybos darbų padarinius statybos metu ir per rangos sutartyje nustatytą statinio garantinį laiką (kurio pradžia skaičiuojama nuo statinio atidavimo naudoti dienos), bet ne trumpesnę kaip:

- 1) statinių – 5 metai;
- 2) paslėptų statinio elementų (konstrukcijų, vamzdynų) – 10 metų.

1.6. Statybos darbų vykdymas

Statytojas (užsakovas) turi teisę pasirinkti statybos organizavimo būdą – rangos, ūkio ar mišrų, tai yra kai dalis darbų atliekama ūkio būdu. Statyba vyksta rangos būdu taip, kad neprieštarautų įstatymams ir kitiems teisės aktams. Statytojas pasirenka rangovą, statybos valdytoją bei tiekėjus. (STR 1.08.02.2002 „Statybos darbai“). [15]

Pradėti pastato statybos darbus leidžiama, kai statytojas nustatytą tvarka gavo ir perdavė rangovui šiuos dokumentus:

- Statybos leidimą;
- Nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą ir darbų projektą;
- Statybvietės perdavimo ir priėmimo aktą;
- Prisijungimo sąlygas;
- Statybos darbų žurnalą;

Statybos darbų pradžia laikoma diena, kai rangovas po statybvietės priėmimo iš statytojo (užsakovo) pradėjo vykdyti bet kuriuos statybos darbus. Statinio statybos darbams vadovauja tik nustatyta tvarka atestuoti vadovai.

Statytojas samdo asmenį, atsakingą už statinio statybos techninę priežiūrą. Šis asmuo turi tikrinti, kad statyba būtų atliekama pagal statinio projektą, kontroliuoti statybos metu naudojamų statybos produktų bei įrenginių kokybę ir neleisti jų naudoti, jeigu jie neatitinka statinio projekto, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų. Taip pat turi tikrinti statybos darbų kokybę, tikrinti ir priimti paslėptus darbus ir apie viską informuoti užsakovą. Jei statinys ar statinio statybos darbai kelia pavojų žmonėms ir aplinkai, statybos techninis prižiūrėtojas turi teisę pats sustabdyti statybą.

Statinio statybos vadovas privalo organizuoti ir techniškai vadovauti atliekant visus statinio statybos darbus pagal jam statybos įstatymo suteiktą teisę, koordinuoti jį paskyrusio rangovo. Taip pat statybos vadovas turi operatyviai spręsti visus statinio statybos klausimus ir

priimti iš statinio statybos techninio prižiūrėtojo nužymėtą statybvietės teritoriją, įteisinus tai priėmimo ir perdavimo aktu. (STR 1.08.02.2002 „Statybos darbai“). [15]

1.7. Statybos užbaigimas ir statinio pripažinimas tinkamu naudoti

Tinkamas naudoti statinys – toks statinys, kuris atitinka projektą, tenkina esminius statinio reikalavimus ir gali būti saugiai naudojamas pagal paskirtį.

Pastačius pastatą, statytojas pasinaudojant IS „Infostatyba“ sistema užpildo statybos užbaigimo aktą (STR 1.11.01:2010 “Statybos užbaigimas” 2 priedas). [16]

Aktą gavusi institucija į objektą siunčia komisiją, kuri nustato ar pastatas atitinka projekto reikalavimus ir jei atitinka tada įforminamas statinio pripažinimo tinkamu naudoti aktas. Statinio pripažinimo tinkamu naudoti data laikoma akto patvirtinimo data. Pasirašius statinio pripažinimo tinkamu naudoti aktą, statytojas privalo statinį įregistruoti nekilnojamojo turto registre ir jį naudoti teisės aktais nustatyta tvarka. (STR 1.11.01:2010 “Statybos užbaigimas”). [16]

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1. Statinio ir sklypo apibūdinimas

Magistro baigiamajame darbe projektuojamas vienaukštis pramoninis pastatas, skirtas polimerinei kompozitinei armatūrai gaminti. Pastatas projektuojamas Šiauliuose ir į sklypą galima patekti važiuojant Žeimių gatve, iš pietvakarinės pusės. Norint patekti į pačią gamyklą reikia pravažiuoti pro apsaugos postą.

Sklypo teritorijoje yra vidinė automobilių stovėjimo aikštelė, talpinanti 8 automobilius, bei keliai, reikalingi susisiekimui gamyklos teritorijoje. Aikštelė ir važiuojamoji sklypo dalis yra dengta asfaltu, o šaligatviai betoninėmis trinkelėmis. Neužstatytoji sklypo dalis yra apželdinama veja ir apsodinama medeliais. Pats sklypas yra stačiakampės formos ir aptvertas tvora. Šalia sklypo yra automobilių stovėjimo aikštelė su 7 automobilio stovėjimo vietomis, čia galima patekti į administracines patalpas. Abi automobilio stovėjimo aikštelės turi po 1 vieną numatytą vietą, vairuotojams su negalia, šios vietos yra platesnės nei įprastos vietos bei pažymėtos specialiu ženkliniu.

Į pastatą patenkama penkiais įėjimais iš visų fasadų pusių. Dar yra 2 pakeliamieji segmentiniai vartai, pro kuriuos galima įvažiuoti į pastatą su krovininiais automobiliais ir išsivežti pagamintą produkciją. Taip pat priekiniame pastato fasade yra atidaromi platesni vartai skirti įvažiuoti autokarui, kuris sandėliuos stiklo pluošto ritinius į sandėlį. Kitoje pastato pusėje įrengtas privažiavimas, kur bus atvežama polimerinė derva, ji automechaniniu siurbliu bus sandėliuojama į rezervuarus, todėl ten vartų nereikia ir užtenka standartinių durų.

Pastatas yra „L“ raidės formos. Bendras pastato ilgis 1 – 8 ašys, 36,48 m, o plotis A – E, 24,48 m. Pastato karkasas yra gelžbetoninis ir bendras jo aukštis iki parapeto viršaus yra 7,0 m. Bendrieji sklypo ir statinio rodikliai pateikti 2.1.1 lentelėje.

2.1.1 lentelė. Bendrieji sklypo ir statinio rodikliai.

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	2	3
Sklypo plotas	m^2	2820
Sklypo užstatymo plotas	m^2	516,03
Sklypo užstatymo intensyvumas	%	18,3
Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	15
Apželdintos žemės plotas	m^2	1134,28
Sklypo užstatymo tankumas	%	30,4
Statinio užimamas žemės plotas	m^2	465,53
Pastato tūris	m^3	2718,35
Aukštų skaičius	vnt.	1
Pastato aukštis	m	7,0

Gamyklos administracijos statinys yra sklype, tačiau neaptverta apsaugine tvora ir į šį pastatą galima patekti nuo pagrindinio kelio sustojus stovėjimo aikštelėje prie pastato. Čia numatyta administracinės patalpos, buhalterei, administratoriui ir vadybininkui bei prekybos ir generaliniam direktoriui, pastato plotas 45 m². Prie įvažiavimo į patį sklypą yra apsaugos postas, jo plotas yra 5,4 m².

Gamyklos pastate yra sandėlis, skirtas stiklo pluošto ritiniams sandėliuoti. Taip pat įrengta patalpa ventiliatoriams, jie vėdina gamykloje esantį užterštą orą, gamybos metu, šviežią orą paimdami iš lauko, pro angas esančias sienose, o praleidžiamo oro srauto kiekį reguliuoja specialios žaliuzės. Pastate yra įrengiama buitinė patalpa darbininkams, persirengti bei pavalgyti, patalpa numatyta gamėtinai nemaža, nes darbas vykdomas dvejomis pamainomis, tad įvertinamas darbininkų būvimas patalpoje vienu metu. Taip pat įrengta tualetas, sanitarinis mazgas ir elektros skydinė. Didžiausią gamyklos plotą užima gamybinė zona, kurioje išdėstyta technologinė įranga reikalinga gaminiui pagaminti. Nemažą pastato dalį sudaro sandėliavimo patalpa, produkcijai sandėliuoti. Patalpų plotai pateikti 2.1.2 lentelėje.

2.1.2 lentelė. Gamykloje esančių patalpų plotai.

Patalpos numeracija	Patalpos pavadinimas	Plotas, m²
1	2	3
101	Žaliavų sandėlis	25,50
102	Vėdinimo patalpa	25,43
103	Sanitarinis mazgas	9,64
104	Elektros skydinė	2,08
105	Buitinės patalpos	20,86
106	WC	2,27
107	Gamybinė zona	201,97
108	Gaminių sandėlis	145,95
	Viso:	433,70

2.2. Pastato konstrukciniai ir architektūriniai sprendimai

Pastato karkasas gelžbetoninis, jį sudaro surenkamieji gelžbetoniniai pamatai, kuriuose yra lizdai, skirti montavimo metu įstatyti gelžbetoninėms kolonom, o likę tarpai užmonolitunami betono mišiniu. Ant jų montuojamos horizontalios laikančios gelžbetoninės sijos, jos prie kolonų tvirtinamos virintinėmis jungtimis. Sijos skirtos gelžbetoninėms briaunuotoms stogo denginio plokštėms laikyti, ant kurių remiasi visa stogo konstrukcija.

Kadangi pastatas yra nevienodo aukščio, tai skiriasi kolonų ilgiai ir jos išdėstomos kas 6 m žingsniu, bet ties pastato galais atstumas tarp ašių yra 5 m. Stogas yra sutapdintas, su 2^o nuolydžiu, nuolydis formuojamas naudojant betono mišinį. Sienos montuojamos iš surenkamų „Sandwich“ tipo sieninių plokščių, jos remiasi ant pamatinės sijos, ir tvirtinamos prie gelžbetoninių kolonų.

Pamatai

Atsižvelgiant į vietines geologines sąlygas projektuojami seklieji pamatai. Pamatai įgilinami žemiau įšalo ribos, jų įrengimui iškasamos duobės, sumontuojami pamatai, ir užpilama smėlio gruntu, jį sutankinant. Projektuojami pamatai surenkami, jų blokai klojami ant 100 mm storio tvirto paruošiamojo pagrindo. Pamatas sudarytas iš atskirų blokų – pamato pado ir pamato galvenos. Pamatai įgilinami iki 1,40 m, o jų viršaus altitudė yra 200 mm žemiau grindų paviršiaus. Pamato pado matmenys yra 1600 x 1600 x 300 mm, o dvigubų pamatų matmenys yra 2500 x 1600 x 300 mm. O galvenos matmenys 1000 x 900 x 900 mm. Taip pat įrengiama pamatų hidroizoliacija, apsauganti nuo esančios drėgmės grunte.

Pamatų sija

Pamatinės sijos skerspjūvis yra stačiakampis. Pamatų sijos aukštis yra 450 mm, o plotis 180 mm. Viršutinė altitudė yra -0.050 m, o apatinė -0.500 m. Pamatų sijos remiamos ant specialių atramėlių, pastatytų ant pamato pado. Pamatinės sijos įdėtinės metalinės detalės suvirinamos, o tarpai užmonolitunami. Brėžinyje vaizduojamos pamatinės sijos yra apšiltinamos 100 mm, storio polistireniniu putplasčiu EPS 80, paviršius tinkuojamas, išorei skirtu tinku, kurio spalva šviesiai pilka ir atitinka spalvos kodą RAL 7001.

Kolonos

Naudojamos gelžbetoninės C25/30 betono klasės kolonos, kurių skerspjūvis 300 x 300 mm. Tvirtinamos į pamate esančius lizdus jas įstatant, o likę tarpai užmonolitunami betono mišiniu.

Laikančios sijos

Pastato laikančios sijos skirtos laikyti stogo denginio konstrukcijai ir sniego apkrovai.. Naudojamos gelžbetoninės C25/30 betono klasės sijos, kurių geometriniai matmenys yra dviejų tipų 9,0 x 0,3 x 0,6 m ir 7,5 x 0,3 x 0,6 m. Sijos tvirtinamos ant gelžbetoninių kolonų viršaus, per įdėtines detales suvirinant.

Denginio laikančios konstrukcijos

Projektuojamam pramoniniam pastatui naudojamos briaunuotos gelžbetoninės stogo denginio plokštės. Jos yra dviejų rūšių, pagal geometrinius matmenis 6,0 x 1,5 x 0,3 m ir 5,0 x 1,5 x 0,3 m. Jos tvirtinamos ant laikančiųjų gelžbetoninių sijų, per įdėtines detales suvirinamos, o tarpai tarp plokščių užmonolitunami betono mišiniu.

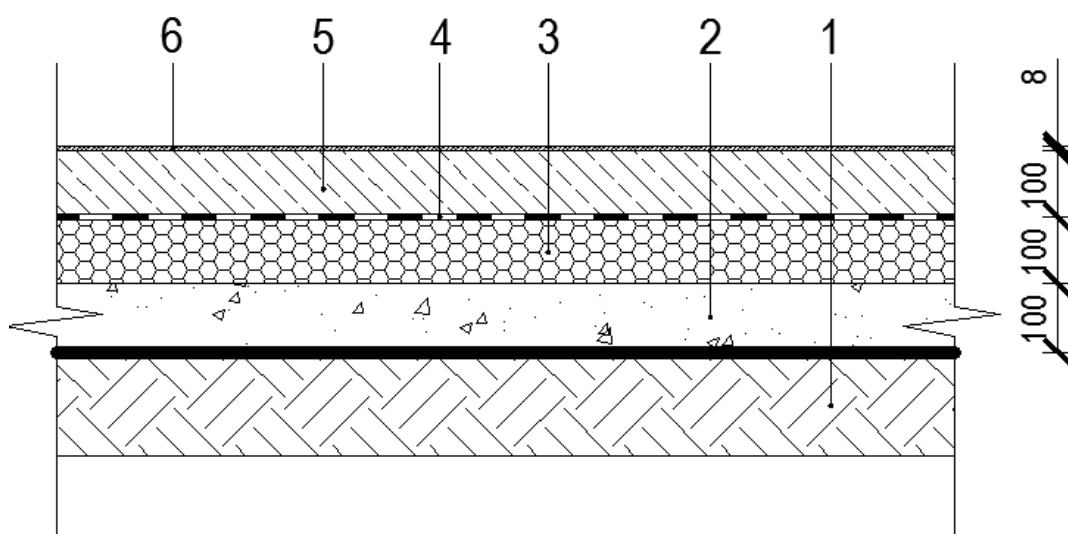
Grindys ant grunto

Projektuojamas pastatas yra gamybinės paskirties, todėl planuojama įrengti betonines armuotas metalinėmis fibromis monolitines grindis ant grunto [39].

Grindys ant grunto susideda iš šių sluoksnių (1 paveikslas): Sutankinto grunto (1), drenuojančio sluoksnio (2), kur sluoksnio storis 100 mm, tada dedamas termoizoliacinis

polistireninis putplastis EPS 80 (3), sluoksnio storis 100 mm, ant termoizoliacijos medžiagos montuojamas skiriamasis sluoksnis (polietileninė plėvelė) (4), kuri skirta nepraleisti drėgmės, ant jos liejamas betono skiedinys su metalinėmis fibromis (5), sluoksnio storis taip pat 100 mm. Virš šio sluoksnio įrengiamas pramoninio pastato grindims specialiai naudojamas „Korodur“ grindų sluoksnis (6), tai kietas užpildas, gaminamas iš elektrokorundo ir silicio karbido. Ši danga atspari mechaniniams smūgiams ir dilumui yra nedegi ir neslydi.

Pagalbinėse patalpose, tai yra buitinėse patalpose ir tualete, įrengiama apdailinė grindų danga iš keraminių plytelių.



1 Pav. Grindų detalė.

Pertvarinės sienos

Projektuojamame pastate patalpos viena nuo kitos atskiriamos pertvarinėmis sienomis, kurių storis 150 mm. Vidaus pertvaros įrengiamos iš silikatinių mūro blokų, sienos storis 88 mm, sienos apšiltinamos 50 mm storio mineraline vata, jos pagrindinė funkcija izoliuoti garsą. Po to sienos tinkuojamos, glaistomos ir dažomos.

Langai

Projektuojamame gamybos pastate esantys langai yra 5 skirtingų dydžių. Langu matmenys plotis ir aukštis: 3000 x 2100 mm, 3000 x 1500 mm, 3000 x 900 mm, 1500 x 1500 mm, 1500 x 1300 mm. Langai plastikiniai, tačiau langų plastiko rėmo spalva tamsiai ruda ir turi atitikti spalvinį kodą, RAL 8007. Langai sandarūs, projektuojami varstomi ir nevarstomi langai, trijų stiklų ir dviejų kamerų. Langu vidinėje pusėje įrengiamos palangės iš medžio drožlių plokštės, o išorėje palangės iš plieninės skardos. Langu aukščio altitudės skirtingos 0,9 m, 1,2 m, 1,8 m, 2,5 m.

Durys ir vartai

Pastate montuojamos aliuminės vienvėrės durys (2100 x 1000 mm) bei dvivėrės durys (2200x2000 mm). Taip pat pastate montuojami metaliniai pakeliamieji segmentiniai vartai (4000 x 4000 mm). Šių elementų spalva tamsiai pilka ir turi atitikti spalvinį kodą, RAL 9007.

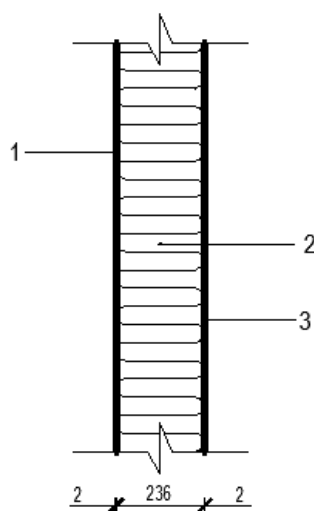
2.3. Pastato įrengimo sienų ir stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

2.3.1. Išorinės sienos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Projektuojamo statinio išorinės sienos montuojamos iš daugiasluoksnių sieninių plokščių, kurios sudarytos iš dviejų plieninių lakštų, tarp kurių yra termoizoliacinė medžiaga. Sienos išorinis ir vidinis paviršiai – lygūs plieno lakštai. Sienos išorės sluoksnis atsparus atmosferiniam poveikiui. Projektuojamam gamybiniam pastatui parenkamos „Paroc line Sandwich“ tipo plokštės [40], kurių storis 240 mm. Plokštės plotis yra 1200 mm, o didžiausias galimas ilgis – 12 m. Nestandartinių situacijų metu naudojamos plokštės, kurių plotis gali būti nuo 300 iki 1100 mm. Šios plokštės statiniui parenkamos dviejų spalvų, tamsiai mėlynos ir šviesiai violetinės, šios spalvos turi atitinkamai tenkinti spalvinius kodus, RAL 5022 ir RAL 4001.

Išorės sienų iš daugiasluoksnių plokščių šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas.

Išorinės sienos detalė. „Sandwich“ tipo plokštė su akmens vatos užpildu (2 paveikslas).



Duomenys apie gaminį:

1. Išorinis skardos lakštas (storis – 2 mm);
2. Akmens vata (storis – 236 mm);
3. Vidinis skardos lakštas (storis – 2 mm).

2 Pav. Išorinės sienos detalė.

Sienos atitvaros šiluminė varža, R:

$$R = R_{si} + R_s + R_{se}; \quad (2.3.1.1)$$

R_{si} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$;

R_{se} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža R_{se} = 0,04 m²·K/W, (STR 2.01.09:2012, 2 priedas 2.3 lentelė). [17]

Suminė atitvaros šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3; \quad (2.3.1.2)$$

1. Išorinis skardos lakštas:

R₁=0,02 m²·K/W (priimamas kaip plonas sluoksnis, glaudžiai prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijos sluoksnio), (STR 2.01.09:2012, 2 priedas, 2.2 lentelė). [17]

2. Antras sluoksnis 240 mm storio šilumos izoliacija iš akmens vatos, kurio λ_{ds}= 0,042 W/(m·K) (STR 2.01.09:2012, 3 priedas 3.5 lentelė). [17]

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds}} = \frac{0,24}{0,042} = 5,71 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}; \quad (2.3.1.3)$$

3. Vidinės skardos lakštas:

R₃=0,02 m²·K/W; (priimamas kaip plonas sluoksnis, glaudžiai prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijos sluoksnio), (pagal STR 2.01.09:2012, 2 priedas, 2.2 lentelė). [17]

Suminė atitvaros šiluminė varža, R_s:

$$R_s = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = 0,13 + 0,02 + 5,71 + 0,02 + 0,04 = 5,92 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}; \quad (2.3.1.4)$$

Šilumos perdavimo koeficientas, U_s:

$$U_s = 1/R_s = 1/5,92 = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); \quad (2.3.1.5)$$

Pastatų atitvarų norminių rodiklių – šilumos perdavimo koeficiento U_n W/(m²·K) skaičiavimas gamybos ir pramonės paskirties pastatams, išoriniai sienai A energinio naudingumo klasės pastatams keliami reikalavimai, kad (STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 4 lentelė). [18]:

$$U_n = 0,20 \cdot \kappa = 0,20 \cdot 1,149 = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (2.3.1.6)$$

Čia: κ - koeficientas, įvertinantis šilumos nuostolius per pastato atitvaras apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\kappa = 20 / (\theta_{iH} - 0,6); \quad (2.3.1.7)$$

θ_{iH} - vidaus temperatūra šildymo sezono metu pramonės paskirties pastatuose lygi 18°C. (pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 1 priedo 1.1 lentelė). [18]

Pagal 2.3.1.7 formulę:

$$\kappa = 20 / (18 - 0,6) = 1,149;$$

Šilumos perdavimo koeficientų palyginimas:

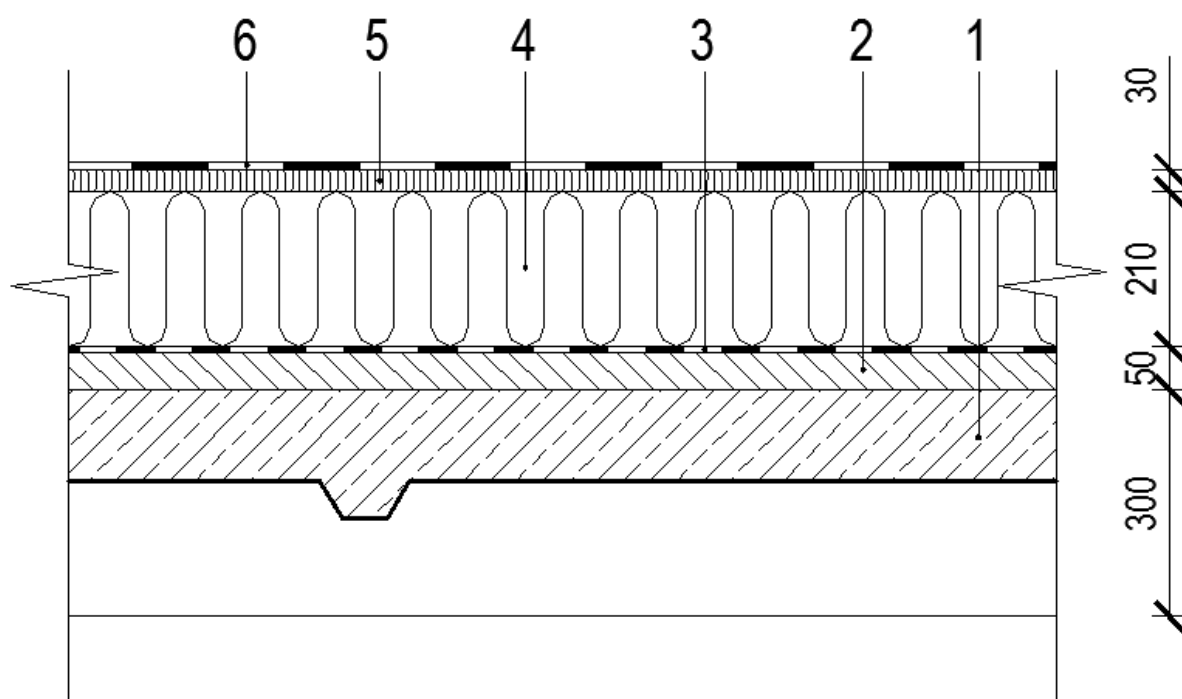
$$U_s = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_n = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); \quad (2.3.1.8)$$

Apskaičiuotas šilumos perdavimo koeficientas, pastato atitvarai – sienai, neviršija norminės šilumos perdavimo koeficiento reikšmės šios paskirties pastato A energinės naudingumo klasės atitvarai.

2.3.2. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Projektuojamo gamybinio pastato stogas įrengiamas sutapdintas su 2^o nuolydžiu. Gamybinio pastato patalpose lubos neįrengiamos.

Stogo konstrukciją sudaro (3 paveikslas) briaunuota gelžbetoninė stogo denginio plokštė (1), kurios storis 300 mm, tada įrengiamas išlyginamasis ir nuolydį formuojantis gelžbetonis pagrindas (2), kurio storis nuo 50 – 180 mm. Tada montuojamas orą ir garus izoliuojantis sluoksnis (3). Virš šio sluoksnio įrengiamas pagrindinis termoizoliacijos sluoksnis (4) iš PAROC ROL 30, kurio storis 210 mm, tada įrengiamas apkrovas laikantis, termoizoliacinis sluoksnis (5) iš PAROC ROB 80, kurio storis 30 mm, galiausiai lydoma dviejų sluoksnių hidroizoliacinė stogo danga (6).



3 Pav. Stogo konstrukcijos detalė.

Stogo konstrukcijos šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas:

Stogo atitvaros šiluminė varža, R:

$$R = R_{si} + R_s + R_{se}; \quad (2.3.2.1)$$

R_{si} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;

R_{se} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, (pagal STR 2.01.09:2012, 2 priedas 2.3 lentelė). [17]

Stogą sudarančių sluoksnių medžiagų charakteristikos (STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“) [19] ir (STR 2.01.09:2012, 3 priedas 3.5 lentelė) [17] pateikiamos 2.3.2.1 lentelėje.

2.3.2.1 lentelė. Stogų sudarančių sluoksnių medžiagų charakteristikos.

Eil. Nr.	Stogo sluoksnio pavadinimas	Stogo sluoksnio šilumos laidumo koeficientas, λ_{ds} , $(W/m \cdot K)$	Stogo sluoksnio storis, d_m
1	Briaunuota gelžbetoninė plokštė	2,3	0,3
2	Išlyginamasis ir nuolydį formuojantis gelžbetonis pagrindas	1,65	0,05
3	Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis	-	-
4	Mineralinė vata PAROC ROL 30	0,038	0,21
5	Mineralinė vata PAROC ROB 80	0,042	0,03
6	Hidroizoliacinė stogo danga	0,23	0,012

Apskaičiuojama kiekvieno stogo sluoksnio šiluminė varža, R_i :

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_{ds,i}} \quad 2.3.2.2$$

$R_1 = 0,13 \text{ m}^2 \cdot K/W$; $R_2 = 0,03 \text{ m}^2 \cdot K/W$; $R_4 = 5,53 \text{ m}^2 \cdot K/W$; $R_5 = 0,71 \text{ m}^2 \cdot K/W$; $R_6 = 0,05 \text{ m}^2 \cdot K/W$
 $R_3 = 0,04 \text{ m}^2 \cdot K/W$ (priimamas kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių), (STR 2.01.09:2012, 2 priedas, 2.2 lentelė). [17]

Suminė atitvaros šiluminė varža:

$$R_s = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_{se} = 0,10 + 0,13 + 0,03 + 0,04 + 5,53 + 0,71 + 0,05 + 0,04 = 6,63 \text{ m}^2 \cdot K/W; \quad (2.3.2.3)$$

Šilumos perdavimo koeficientas, U_s :

$$U_s = 1/R_s = 1/6,63 = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot K); \quad (2.3.2.4)$$

Pastatų atitvarų norminių rodiklių – šilumos perdavimo koeficiento, U_n , $W/(\text{m}^2 \cdot K)$ skaičiavimas gamybos ir pramonės paskirties pastatams, stogo konstrukcijai A energinio naudingumo klasės pastatams keliami reikalavimai, kad (STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 4 lentelė). [18]:

$$U_n = 0,16 \cdot \kappa = 0,16 \cdot 1,149 = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot K) \quad (2.3.2.5)$$

Čia: κ - koeficientas, įvertinantis šilumos nuostolius per pastato atitvaras apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\kappa = 20/(\theta_{iH} - 0,6); \quad (2.3.2.6)$$

θ_{iH} - vidaus temperatūra šildymo sezono metu pramonės paskirties pastatuose lygi 18°C . (pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 1 priedo 1.1 lentelė). [18]

Pagal 2.3.2.6 formulę:

$$\kappa = 20/(18 - 0,6) = 1,149;$$

Šilumos perdavimo koeficientų palyginimas:

$$U_s = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot K) < U_n = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot K); \quad (2.3.2.8)$$

Apskaičiuotas šilumos perdavimo koeficientas, pastato atitvarai – stogo konstrukcijai, neviršija norminės šilumos perdavimo koeficiento reikšmės šios paskirties pastato A energinės naudingumo klasės atitvarai.

3. KONSTRUKCINĖ DALIS

3.1. Bendrieji duomenys

Projektuojamas pastatas yra vieno aukšto ir jo karkasas gelžbetoninis. Projektuojama gelžbetoninė kolona, kuri yra pastato krašte tarp ašių A ir 3 sankirtoje. Kolonos geometrinis ilgis, $h_g = 4,3 \text{ m}$, o skaičiuojamasis, $h_s = 3,6 \text{ m}$. Kolona centriškai gniuždoma gelžbetoninės sijos, kuri kolonai perduoda savo ir viso stogo konstrukcijos svorį. Taip pat įvertinamos sniego ir vėjo apkrovos, ir sienų, kurios yra sumontuotos iš surenkamų „Sandwich“ tipo plokščių, lenkimo momentas.

Pradedant skaičiavimus priimu: kolonos betono klasę C25/30, kolonos skerspjūvio matmenys – $b = 300 \text{ mm}$, $h = 300 \text{ mm}$, apsauginį betono sluoksnį – $a_1 = a_2 = 35 \text{ mm}$. plieninės išilginės armatūros klasę S500.

3.2. Apkrovų skaičiavimas

Koloną veikianti apkrova susideda iš:

- a.) kintamosios apkrovos – Q_k ;
- b.) nuolatinės apkrovos – G_k .

Kintamosios apkrovos, tai sniego ir vėjo apkrovos:

Sniego apkrova:

Pastatas bus statomas Šiauliuose, taigi tai yra I sniego rajonas. Sniego antžeminės apkrovos charakteristinė reikšmė, $s_k = 1.2 \text{ kN/m}^2$. (Lietuvos sniego rajonų charakteristinės vertės pateiktos (STR 2.05.04:2003, 1 priedo, 1 lentelėje). [20]

Sniego apkrovos į stogo horizontaliąją projekciją dydis nustatomas pagal formulę:

$$s_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,20 \text{ kN/m}^2; \quad (3.2.1)$$

Čia: s_k – sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė; μ – stogo sniego apkrovos formos koeficientas, $\mu = 1$, parenkamas remiantis (STR 2.05.04:2003, 2 priedo, 1 lentelėje, pateiktas apkrovos schemas, 1 schema); [20]

C_e – atodangos koeficientas, kurio reikšmė paprastai imama 1,0;

C_t – terminis koeficientas, priklausantis nuo energijos nuostolių per stogą ar kitos terminės įtakos. Terminis koeficientas turi būti panaudojamas, kai atsižvelgiama į dėl tirpimo sumažėjusią sniego apkrovą ant stogo, turinčio didelį šiluminį laidumą ($> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Visais kitais atvejais $C_t = 1,0$.

Skaičiuojamas stogo plotas A_{st} , kuris veikia koloną:

$$A_{st} = a \cdot b = 4,5 \cdot 6,0 = 27 \text{ m}^2; \quad (3.2.2)$$

Sniego apkrovos poveikis į koloną Q_{k1} :

$$Q_{k1} = s_k \cdot A_{st} = 1,2 \cdot 27 = 32,4 \text{ kN} \quad (3.2.3)$$

Sniego apkrovos poveikis į tiesinį metrą q_{k1} :

$$q_{k1} = \frac{Q_{k1}}{a} = \frac{32,4}{4,5} = 7,2 \text{ kN/m} \quad (3.2.4)$$

Vėjo apkrova:

Pastatas bus statomas Šiauliuose, taigi tai yra I vėjo rajonas (Lietuvos vėjo rajonų vertės pateiktos STR 2.05.04:2003, 3 priedo, 1 paveiksle). [20] Čia apskaičiuosime vėjo slėgio įtaką išorinėms pastato atitvaroms:

Atskaitinis vėjo slėgis, q_{ref} nustatomas taikant formulę:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.5)$$

Čia: v_{ref} – atskaitinis vėjo greitis, nustatomas skaičiuojant pagal 3.2.6 formulę;

ρ – tai oro tankis, kuris priklauso nuo altitudės, temperatūros bei slėgio ir konkrečiai vietai jis imamas toks, koks būtų audros metu. Jei kitaip nenurodyta, imama, $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$.

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24 = 24 \text{ m/s} \quad (3.2.6)$$

Čia: v_{ref0} – vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė nustatoma (STR 2.05.04:2003 3 priedo, 1 lentelę), $v_{ref0} = 24 \text{ m/s}$; [20]

c_{DIR} – krypties koeficientas, priimu 1,0, atsižvelgdamas į pavojingiausią vėjo kryptį (STR 2.05.04:2003 3 priedo, 2 lentelė) [20];

c_{TEM} – laikotarpio (sezono) koeficientas, priimu 1,0;

c_{ALT} – aukščio virš jūros lygio koeficientas, priimu 1,0

Tolimesniems skaičiavimams reikia žinoti koeficiento $c(z)$ reikšmę, šis koeficientas įvertina vėjo slėgio pokytį pagal pastato aukštį z , nustatomas pagal (STR 2.05.04:2003, 12.1 lentelę) [20] atsižvelgiant į vietovės tipą. Parenkamas vietovės tipas B – miestų teritorijos, miškų masyvai ir kitos vietovės, kurios yra tolygiai užstatytos aukštesnėmis kaip 10 m kliūtėmis. Taigi koeficientas $c(z) = 0,5$, nes, kai $z \leq 5 \text{ m}$, $c(z) = 0,5$.

Vėjo apkrovą į statinius reikia nagrinėti kaip statmeno slėgio w_{me} , veikiančio į statinio arba elemento išorinį paviršių, vėjo pulsacijų įtakos neįvertinu, nes statinio vietovės tipas yra B. Taigi vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji, $w_{me,i}$ apskaičiuojama, taikant išraišką:

$$w_{me,i} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e,i} \quad (3.2.7)$$

Čia: $c_{e,i}$ – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas, šio koeficiento reikšmės nustatomos interpoliavimo būdu naudojantis (STR 2.05.04:2003 4 priedo, 1 lentelę, 2 schemą) [20].
 Skaičiavimams taip pat reikia šių duomenų:

l – pastato plotis, 9,00 m;

h_1 – pastato sienos aukštis, 5 m;

α – stogo nuolydis, 2 °;

b – pastato ilgis, 28,5 m.

Gaunamos $c_{e,i}$ reikšmės:

$$c_e = 0,8;$$

$$c_{e1} = -0,591;$$

$$c_{e2} = -0,41;$$

$$c_{e3} = -0,556$$

Slėgio į išorinį statinio paviršių vidutinės dedamosios, $w_{me,i}$, apskaičiuojamos pagal 3.2.7 formulę:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.8)$$

$$w_{me,1} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e,1} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (-0,591) = -0,106 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.9)$$

$$w_{me,2} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e,2} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (-0,41) = -0,074 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.10)$$

$$w_{me,3} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e,3} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (-0,556) = -0,100 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.11)$$

Norint gauti vėjo sukuriamą apkrovą, kaip išskirstytą krūvį į tiesinį metrą, $q_{me,i}$ reikia perskaičiuoti gautas lygybes, pagal šias formules:

$$q_{me} = \frac{w_{me} \cdot A_s}{h_s} = \frac{0,144 \cdot 30,3}{3,6} = 1,212 \text{ kN/m} \quad (3.2.12)$$

$$q_{me,1} = \frac{w_{me,1} \cdot A_{st}}{a} = \frac{-0,106 \cdot 27}{4,5} = -0,636 \text{ kN/m} \quad (3.2.13)$$

$$q_{me,2} = \frac{w_{me,2} \cdot A_{st}}{a} = \frac{-0,074 \cdot 27}{4,5} = -0,444 \text{ kN/m} \quad (3.2.14)$$

$$q_{me,3} = \frac{w_{me,3} \cdot A_s}{h_s} = \frac{-0,100 \cdot 30,3}{3,6} = -0,842 \text{ kN/m} \quad (3.2.15)$$

Čia: A_s – sienos plotas, veikiantis koloną, $A_s = 5,05 \cdot 6 = 30,3 \text{ m}^2$.

Sniego ir vėjo poveikio dalinis patikimumo koeficientas, γ_Q imamas 1,3 (STR 2.05.04:2003, 164p.) [20]. Šis koeficientas bus įvertinamas programa „Autodesk Robot Structural Analysis“ skaičiuojant kolonai tenkančias įrašas nuo kintamų apkrovų.

Nuolatinės apkrovos – tai stogo denginio konstrukcijos svoris, laikančiosios sijos svoris, pačios kolonos svoris ir sienos sukuriamas lenkimo momentas. Taigi Parenkami stoga sudarantys sluoksniai ir apskaičiuojama koloną veikianti charakteristinė apkrova, G_k .

Stogo konstrukcija:

Unifex EKP 5.0 hidroizoliacinė bituminė – polimerinė stogo danga (montuojama 2 sluoksniais), 1 sluoksnio svoris yra 5 kg/m^2 :

$$G_{rul.danga} = 2(5,0 \cdot 27) \cdot 9,81 = 2648,7N = 2,649kN; \quad (3.2.16)$$

Šilumos izoliacijos sluoksnis PAROC ROB 80, kurio storis $d = 0,03 \text{ m}$, o tankis, $\rho = 230 \text{ kg/m}^3$:

$$G_{šil.izol.1} = (0,03 \cdot 27) \cdot 230 \cdot 9,81 = 1827,60N = 1,828kN; \quad (3.2.17)$$

Šilumos izoliacijos sluoksnis PAROC ROL 30, kurio storis $d = 0,21 \text{ m}$, o tankis, $\rho = 130 \text{ kg/m}^3$:

$$G_{šil.izol.2} = (0,21 \cdot 27) \cdot 130 \cdot 9,81 = 7230,95N = 7,231kN; \quad (3.2.18)$$

Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis, kurio (1 sluoksnis), svoris $0,1 \text{ kg/m}^2$:

$$G_{garo} = (0,1 \cdot 27) \cdot 9,81 = 26,487N = 0,026kN; \quad (3.2.19)$$

Išlyginamasis ir nuolydį formuojantis betono sluoksnis, kurio storis $d = 0,05 - 0,18 \text{ m}$, o tankis, $\rho = 2350 \text{ kg/m}^3$:

$$G_{išl.sluoksnis} = (0,115 \cdot 27) \cdot 2350 \cdot 9,81 = 71581,12N = 71,581kN; \quad (3.2.20)$$

Briaunuotos gelžbetoninės denginio plokštės masė, $m = 1325 \text{ kg}$, koloną veikia 3 plokštės:

$$G_{deng.plokšt} = 3 \cdot 1325 \cdot 9,81 = 38994,75N = 38,995kN; \quad (3.2.21)$$

Stogo denginio konstrukciją laikanti gelžbetoninė sija, kurios plotis, $b = 300 \text{ mm}$, skerspjūvio aukštis, $h = 600 \text{ mm}$, o tiesinio metro masė, $m = 4,41 \text{ kN/m}$:

$$G_{gb.sijos} = 4,41 \cdot 4,5 = 19,845kN \quad (3.2.22)$$

Visa stogo apkrova, tenkanti kolonai, G_{stogo} :

$$G_{stogo} = G_{rul.danga} + G_{šil.izol.1} + G_{šil.izol.2} + G_{garo} + G_{išl.sluoksnis} + G_{deng.plokšt} + G_{gb.sijos} = 2,649kN + 1,828kN + 7,231kN + 0,026kN + 71,581kN + 38,995kN + 19,845kN = 142,155kN; \quad (3.2.23)$$

Stogo apkrovos poveikis į tiesinį metrą, q_{stogo} :

$$q_{stogo} = \frac{G_{stogo}}{a} = \frac{142,155}{4,5} = 31,590 \text{ kN/m} \quad (3.2.24)$$

Apskaičiuojamas kolonos savasis svoris:

kolonos geometrinis ilgis: $h_g = 4,3 \text{ m}$

kolonos skerspjūvio matmenys: $b = 300 \text{ mm}$, $h = 300 \text{ mm}$

tankis: $\rho = 2450 \text{ kg/m}^3$

Kolonos savojo svorio apkrova, F :

$$F = h_g \cdot b \cdot h \cdot \rho = 4,3 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2450 \cdot 9,81 = 9085,041N = 9,085kN \quad (3.2.25)$$

Apskaičiuojamas sienos lenkimo momentas kolonai:

sienos plotas veikiantis koloną: $A_s = 30,3 \text{ m}^2$

sienos 1 m^2 ploto masė: $m_l = 28 \text{ kg/m}^2$

petys: $l_l = 0,12 \text{ m}$

Apskaičiuojama jėga, F_l veikianti koloną:

$$F_l = m_l \cdot A_s \cdot g = 28 \cdot 30,3 \cdot 9,81 = 8322,80 \text{ N} = 8,323 \text{ kN} \quad (3.2.26)$$

Apskaičiuojamas lenkimo momentas kolonai, M_l :

$$M_l = F_l \cdot l_l = 8,323 \cdot 0,12 = 0,999 \text{ kN} \quad (3.2.27)$$

Apskaičiuojamas išskirstytas lenkimo momentas kolonai, M :

$$M = \frac{M_l}{h_s} = \frac{0,999}{3,6} = 0,278 \text{ kNm/m} \quad (3.2.28)$$

Dalinis nuolatinių apkrovų kolonai patikimumo koeficientas, $\gamma_G = 1,35$ (STR 2.05.04:2003, 10 priedas). [20]. Šis koeficientas bus įvertinamas programa „Autodesk Robot Structural Analysis“ skaičiuojant kolonai tenkančias įrašas nuo nuolatinių apkrovų.

3.3. Kolonos armavimas

Pagal konstrukciją veikiančias apkrovas, naudojantis „Autodesk Robot Structural Analysis“ programa, (schemos ir diagramos pateiktos prieduose.) buvo sudaryta skaičiuojamoji schema, esant nepalankiausiajam deriniui, ir gautos pavojingiausios įrašų reikšmės:

$$M_{Ed} = 9,04 \text{ kNm}, N_{Ed} = 246,29 \text{ kN}, Q_{Ed} = 5,72 \text{ kN}.$$

Įrašos tik nuo nuolatinių apkrovų:

$$M_{Ed,l} = 0 \text{ kNm}, N_{Ed,l} = 151,24 \text{ kN}, Q_{Ed,l} = 0,28 \text{ kN}.$$

Pagal apskaičiuotas įrašas, tęsiu skaičiavimus, remdamasis (STR 2.05.05:2005, praktinio taikymo vadovo I dalimi, 11 pavyzdžiu) [21].

Kolonos geometrinis ilgis, $h_g = 4,3 \text{ m}$, o skaičiuojamasis, $h_s = 3,6 \text{ m}$. Priimu: kolonos betono klasę C25/30, kolonos skerspjūvio matmenis – $b = 300 \text{ mm}$, $h = 300 \text{ mm}$, apsauginį betono sluoksnį – $a_1 = a_2 = 35 \text{ mm}$. ir plieninės armatūros klasę S500.

Naudingasis kolonos skerspjūvio aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,3 - 0,035 = 0,265 \text{ m} \quad (3.3.1)$$

Skaičiuojame lenkimo momentus:

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \frac{d - a_2}{2} = 9,04 + 246,29 \cdot \frac{0,265 - 0,035}{2} = 37,363 \text{ kNm} \quad (3.3.2)$$

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed,sl} + N_{Ed,sl} \frac{d - a_2}{2} = 0 + 151,24 \cdot \frac{0,265 - 0,035}{2} = 17,393 \text{ kNm} \quad (3.3.3)$$

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant: (STR 2.05.05:2005, 43 p.) [21]

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 25 / 1,5 = 15 \text{ MPa} \quad (3.3.4)$$

Čia: α – koeficientas įvertinantis stačiakampio formos įtempių pasiskirstymo diagramą, $\alpha = 0,9$; $\alpha_{cc} = 1,0$; f_{ck} – charakteristinis betono stipris gniuždant, $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ (STR 2.05.05:2005, 5 lentelė) [21]; γ_c – patikimumo koeficientas gelžbetoninėms konstrukcijoms, $\gamma_c = 1,5$.

Išsireiškiame kitus dydžius:

$$\varphi_\ell = 1 + \beta \frac{M_{Ed,s\ell}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \frac{17,393}{37,363} = 1,466 < \varphi_\ell = 1 + \beta = 1 + 1 = 2 \quad (3.3.5)$$

Čia: φ – koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje; β – koeficientas, įvertinantis betono rūšį, $\beta = 1$ (STR 2.05.05:2005, 11 lentelė) [21].

Apskaičiuojamas pradinis išilginės jėgos ekscentricitetas, e_0 :

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{9,04 \cdot 10^6}{246,29 \cdot 10^3} = 36,71 \text{ mm} > e_a = h/30 = 300/30 = 10 \text{ mm}. \quad (3.3.6)$$

Čia: e_a – atsitiktinis ekscentricitetas.

Apskaičiuojamas koeficientas, δ_e :

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{36,71}{300} = 0,122 \quad (3.3.7)$$

$$\delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{cd} = 0,5 - 0,01 \frac{3600}{300} - 0,01 \cdot 15 = 0,23 \quad (3.3.8)$$

$$\delta_e > \delta_{e,\min} \text{ priimu, } \delta_e = \delta_{e,\min} = 0,23 \quad (3.3.9)$$

Čia: l_0 – ekscentriškai gniuždomųjų elementų skaičiuotinis ilgis, $l_0 = 3,6 \text{ m}$ (STR 2.05.05:2005, 12 lentelė) [21].

Pirmam priartėjimui priimame, $\rho_1 = 0,01$.

Nustatome plieno, E_s tamprumo modulio su betono, E_{cm} tamprumo modulių santykį, α_e :

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{210000}{31000} = 6,774; \quad (3.3.10)$$

Čia: E_s – plieno tamprumo modulis, $E_s = 210000 \text{ MPa}$ (STR 2.05.08:2005, 6,4 lentelė) [22].

E_{cm} – betono tamprumo modulis, $E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$ (STR 2.05.05:2005, 5 lentelė) [21].

Apskaičiuojamas betono skerspjūvio inercijos momentas kolonos skerspjūvio centro atžvilgiu:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{300 \cdot 300^3}{12} = 0,675 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; \quad (3.3.11)$$

Apskaičiuojamas armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas kolonos skerspjūvio centro atžvilgiu:

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 300 \cdot 265 \left(\frac{265 - 35}{2} \right)^2 = 1,051 \cdot 10^7 \text{ mm}^4; \quad (3.3.12)$$

Apskaičiuojama sąlyginė kritinė jėga, N_{crit} :

$$N_{crit} = \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \quad (3.2.13)$$

$$= \frac{6,4 \cdot 31000}{3600^2} \left[\frac{0,675 \cdot 10^9}{1,466} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,23} + 0,1 \right) + 6,774 \cdot 1,051 \cdot 10^7 \right] = 4144 \cdot 10^3 \text{ N} = 4144 \text{ kN.}$$

Apskaičiuojamas koeficientas η , įvertinantis ašinės jėgos ekscentriciteto, e_0 padidėjimą dėl įlinkio:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{246,29}{4144}} = 1,063. \quad (3.3.14)$$

Skaičiuotinis ekscentricitetas, e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 36,71 \cdot 1,063 + \frac{265 - 35}{2} = 154,02 \text{ mm.} \quad (3.3.15)$$

Apskaičiuojamo koeficientų reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{246,29 \cdot 10^3}{15 \cdot 300 \cdot 265} = 0,207. \quad (3.3.16)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{246,29 \cdot 10^3 \cdot 154,02}{15 \cdot 300 \cdot 265^2} = 0,120 \quad (3.3.17)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis, ξ_{lim} : (STR 2.05.05:2005, 72 p) [21]

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{454,55}{500} \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right)} = 0,559. \quad (3.3.18)$$

Apskaičiuojama betono gniuždomosios zonos charakteristika, ω :

$$\omega = \alpha - 0,008f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,73 \quad (3.3.19)$$

Čia: α – koeficientas, įvertinantis betono rūšį, sunkiajam betonui, $\alpha = 0,85$;

$\sigma_{s,lim}$ – armatūros įtempiai, MPa , atsižvelgiant į armatūros takumo ribą: (STR 2.05.08:2005, 6,4 lentelė, 35 p). [22]

$$\sigma_{s,lim} = f_{yd} = f_y / \gamma_M = 500 / 1,1 = 454,55 \text{ MPa} \quad (3.3.20)$$

$\sigma_{sc,lim}$ – gniuždomosios zonos armatūros ribiniai įtempiai, kai konstrukcijos gaminamos iš sunkiojo betono – $\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$.

kai $\alpha_n \leq \xi_{lim}$, tai, reikalingas simetrinės armatūros $A_{s1} = A_{s2}$ kiekis apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - \frac{a_2}{d}} =$$

$$= \frac{15 \cdot 300 \cdot 265}{454,55} \cdot \frac{0,120 - 0,207(1 - 0,5 \cdot 0,207)}{1 - \frac{35}{265}} = 198,29 \text{ mm}^2 \quad (3.3.21)$$

Tuomet:

$$\rho = \frac{A_{s1} + A_{s2}}{b \cdot h} = \frac{198,29 + 198,29}{300 \cdot 300} = 0,0044 < 0,01. \quad (3.3.22)$$

Kadangi apskaičiuotas armavimas nelabai skiriasi nuo pasirinktojo, tai perskaičiuoti reikalingo armatūros skerspjūvio nereikia. Kolona armuojama 4 armatūromis, o pagal skaičiavimus reikalingas bendras skerspjūvio plotas: $A_{s1} + A_{s2} = 396,58 \text{ mm}^2 = 3,966 \text{ cm}^2$, iš sortimento parenku 4 $\emptyset 12 \text{ mm}$, skersmens diametro armatūras. Tačiau laikantis konstrukcinių reikalavimų, priimama 4 $\emptyset 16 \text{ mm}$ S500 plieno klasės armatūros strypai su bendru $8,04 \text{ cm}^2$ skerspjūvio plotu.

Skersinę armatūrą, atsižvelgdama į išilginę darbinę armatūrą, parenku minimalią, tai yra $\emptyset 6 \text{ mm}$ ir S240 plieno klasės. Skersinės armatūros išdėstymo žingsnis: $s = 20 \cdot d = 20 \cdot 1,6 = 32 \text{ cm}$. Priimu, kad skersinė armatūra išdėstoma žingsniu, kas 30 cm . Kolonos armavimo specifikacija pateikta 3.3.1 lentelėje.

3.3.1 lentelė. Kolonos armavimo specifikacija.

Eil. Nr.	Armatūra		Ilgis, mm	Kiekis, vnt	Bendras ilgis, m	Vieno metro masė, kg	Bendra masė, kg	Visa masė, kg
	\emptyset , mm	Klasė						
1	16	S500	4240	4	19,96	1,578	26,763	33,07
2	6	S240	4 x 266	19	20,216	0,312	6,307	

3.4. Kolonos skerspjūvio laikomosios galios tikrinimas

Apskaičiuojamas armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas kolonos skerspjūvio centro atžvilgiu, I_s :

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 804 \left(\frac{265 - 35}{2} \right)^2 = 0,1063 \cdot 10^8 \text{ mm}^4; \quad (3.4.1)$$

Apskaičiuojama sąlyginė kritinė jėga, N_{crit} :

$$N_{crit} = \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_\ell} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \quad (3.4.2)$$

$$= \frac{6,4 \cdot 31000}{3600^2} \left[\frac{0,675 \cdot 10^9}{1,466} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,23} + 0,1 \right) + 6,774 \cdot 1,063 \cdot 10^7 \right] = 4144 \cdot 10^3 \text{ N} = 4157 \text{ kN}.$$

Apskaičiuojamas koeficientas η , įvertinantis ašinės jėgos ekscentriciteto, e_0 padidėjimą dėl įlinkio:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{246,29}{4157}} = 1,063. \quad (3.4.3)$$

Skaičiuotinis ekscentricitetas, e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 36,71 \cdot 1,063 + \frac{265 - 35}{2} = 154,02 \text{ mm}. \quad (3.4.4)$$

Apskaičiuojamas gniuždomosios zonos aukštis, x_{eff} :

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{246,29 \cdot 10^3}{15 \cdot 300} = 54,73 \text{ mm}. \quad (3.4.5)$$

Tikriname sąlygą ar $x_{eff} \leq \xi_{lim} \cdot d$, ($\xi_{lim} = 0,559$ gautas iš 3.3.18 lygties)

$$\text{Kadangi } x_{eff} = 54,73 \text{ mm} < \xi_{lim} \cdot d = 0,559 \cdot 265 = 148,14 \text{ mm} \quad (3.4.6)$$

Tai, skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal šią sąlygą:

$$f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff} (d - 0,5x_{eff}) + f_{scd} \cdot A_{s2} (d - a_2) = 15 \cdot 300 \cdot 54,73 (265 - 0,5 \cdot 54,73) + \quad (3.4.7)$$

$$+ 454,55 \cdot 402 (265 - 35) = 100,55 \text{ kN} \cdot \text{m} > N_{Ed} \cdot e_e = 246,29 \cdot 10^3 \cdot 154,02 = 37,93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Sąlyga tenkinama, taigi kolonos skerspjūvio laikomoji galia pakankama.

4. TECHNOLOGINĖ DALIS

Technologinėje linijoje detaliai nagrinėjama polimerinės armatūros, naudojant stiklo pluoštą, gamybos technologija. Technologinėje linijoje bus gaminami 10 skirtingo skerspjūvio polimerinės stiklo pluošto armatūros profilių, jų visų skerspjūvis kinta nuo 4 iki 18 *mm*, o visų gaminių ilgis 6 *m*. Gaminių gamybos technologija yra konvejerinė. Gaminama vienu metu du armatūros profiliai, gamyba vyksta vienodu ritmu, o gamybos trukmė priklauso nuo gaminio skerspjūvio ploto, kuo skerspjūvis didesnis tuo ilgiau ir gaminama.

Šioje dalyje pateikiu gaminiui gaminti naudojamą žaliavą, jų kokybės reikalavimus, nustatau gaminio fizikines ir mechanines savybes.

Atlieku skaičiavimus susijusius su metiniu gamybos pajėgumu, medžiagų kiekiu, įvertinu galimus žaliavų nuostolius. Detalai aprašau polimerinės armatūros gamybos technologiją ir pateikiu gamybos schemą.

Skaičiuojami ir aprašomi pagalbiniai cechai ir barai: apskaičiuojamas stiklo pluošto sandėlis, vinilo esterio dervos bunkerio tūris ir pagamintos produkcijos sandėlio plotas.

Aprašoma gaminių gamybos kokybės kontrolė, gaminio reikalavimai, pakavimo būdas ir gaminių ženklavimas ir operacijų trukmė.

4.1. Gaminio žaliavos

4.1.1. Kompozitas

Kompozitas – tai vienalytė medžiaga, sudaryta iš dviejų ar daugiau visiškai skirtingų medžiagų, kurios būdamos atskirai negalėtų atlikti funkcijų, kurias gali atlikti būdamos kartu. [41]

Kompozitinė medžiaga susideda iš:

1. Armuojančios medžiagos (stiklo, anglies, aramido, bazalto ar kitokio pluošto audinio siūlų).
2. Rišančiosios medžiagos (epoksidinės, poliesterinės, vinilesterinės dervos ir t.t.).

Kompozite pagrindinę apkrovą priima armuojanti medžiaga, o rišančioji medžiaga tiesiog suriša armuojančią medžiagą ir apsaugo atskiras pluošto gijas be to suteikia detalei stabilią formą ir užtikrina kompozito vientisumą. Rišančiosios medžiagos svarba yra labai didelė ir smarkiai įtakoja galutines kompozito charakteristikas. Renkantis kompozitinio gaminio medžiagas yra svarbu, kad:

1. Medžiagos būtų skirtos kompozitų gamybai.
2. Rišančioji ir armuojanti medžiagos būtų tarpusavyje suderinamos.

3. Išlaikyti technologinius gamybos režimus.

Kadangi kompozitas yra armuojamas pluoštine medžiaga, o pluoštinė medžiaga maksimalias charakteristikas turi išilgine pluošto kryptimi, todėl formuojant detalę svarbu siūlus orientuoti taip, kad jų kryptis sutaptų su apkrovos kryptimi.

Kompozitas, kaip medžiaga, su visomis savo charakteristinėmis savybėmis, yra gaunamas tiesiog detalės gamybos metu. [41]

4.1.2. Stiklas ir stiklo pluošto gamyba

Kompozitinės armatūros strypuose dažniausiai naudojami anglies, stiklo, aramido arba bazalto pluoštai. Pluoštai – tai medžiagos, sudarytos iš daugybės ypač mažo skersmens gijų. Pats geriausias ir optimalus variantas, atsižvelgiant į fizikines, mechanines ir ekonomines savybes, polimerinei kompozicinei armatūrai gaminti, naudoti stiklo pluoštus kaip armuojančią medžiagą.[35]



4 Pav. Stiklo pluošto ritinys.

Stiklo plaušas gaminamas siūlelių formos, valcuojant išlydytą stiklą per specialias įvoves. Keli šimtai siūlelių vienu metu lydomi, o sukietėję siūlai suformuojami į vientisą pluoštą, prieš tai tepami klėjais, kurių pagrindinė paskirtis yra apsaugoti atskiras stiklo gijas nuo mechaninių pažeidimų bei pagerinti sukibimą su polimerine matrica. Siūleliai taip pat klijų pagalba, sujungiami į vientisą viją. Kelias vijas suvyniojus tarpusavyje, suformuojamas stiklo plaušas.

Stiklo pluoštas, kitaip vadinamas stiklo gijomis, vyniojamas į rites ir supakuojamas, ir taip ritinys naudojamas kaip žaliava polimerinei kompozicinei armatūrai gaminti. Gaminys pavaizduotas 4 paveiksle.

Polimerinei kompozicinei armatūrai gaminti, labiausiai tinka AR - stiklo pluoštas, kurio pavadinimas siejamas su atsparumu šarmams (angl. *Alkali-Resistant glass*). Kaip tik šis pluoštas naudojamas betoniniuose gaminiuose, kaip armuojanti medžiaga, nes betone yra šarminė aplinka.

Pagrindiniai stiklo pluoštų trūkumai yra nedidelis jo tamprumo modulis, jautrumas trinčiams, mažas atsparumas nuovargiui, šarmams ir reikšmingas stiprio mažėjimas armatūros

eksploatacijos metu betono aplinkoje. Todėl statybos pramonėje taikomos ir kitos pluoštų rūšys: anglies, aramido, bazalto. [35]

Stiklas yra amorfinė, neorganinė medžiaga, kurios didžiąją dalį sudaro silicio dioksidas. Stiklo pluošto cheminė sudėtis: [42]

Silicio oksidas (SiO_2) $\approx 54,5 \%$;

Aliuminio oksidas (Al_2O_3) ir Geležies oksidas (Fe_2O_3) $\approx 14,5 \%$;

Kalcio oksidas (CaO) $\approx 15,5 \%$;

Bario oksidas (Ba_2O_3) $\approx 9,5 \%$;

Magnio oksidas (MgO) $\approx 4,5 \%$;

Natrio oksidas (Na_2O) $\approx 1,0 \%$;

Cinko oksidas (ZnO) $\approx 0,5 \%$;

Gaminant pluoštines medžiagas siekiama užtikrinti:

- a) didelį tempiamąjį stiprį;
- b) aukštą tamprumo modulį;
- c) pluoštą sudarančių gijų savybių pastovumą;
- d) ilgaamžiškumą;
- e) technologiškumą;

Stiklo pluošto fizikinės ir mechaninės savybės pateiktos 4.1.2.1 lentelėje. [31]

4.1.2.1 lentelė. Stiklo pluošto fizikinės ir mechaninės savybės.

Pluošto tipas	Tankis, kg/m^3	Tempiamasis stipris, MPa	Tamprumo modulis, MPa	Didžiausios tempimo deformacijos %	Šiluminis plėtimosi koeficientas, $10^{-6}/^\circ\text{C}$
Stiklas	2800	4840	89000	3,1	2,9

4.1.3. Polimerinė derva

Kompozitinės armatūros matrica yra polimerinės medžiagos, kurių pagrindinė paskirtis – sujungti ir apsaugoti pluošto gijas nuo mechaninio, cheminio ir aplinkos poveikių (drėgmė ir temperatūra). Kartu polimerinė matrica padeda pluošto gijoms atlaikyti išorinę apkrovą, ypač kai kompozitinis strypas veikiamas skersinių jėgų. Polimerinė matrica paprastai sudaro nuo 25 iki 60 % polimerinio kompozito tūrio, todėl tinkamas jos pasirinkimas turi didelę įtaką kompozitinės armatūros fizikinėms ir mechaninėms savybėms. Polimerinė matrica dažnai vadinama derva. [35]

Pagal technologines savybes išskiriamos dvi polimerinių dervų rūšys: termoreaktyviosios ir termoplastinės. Šios dvi dervų grupės išskirtos atsižvelgiant į jų savybių priklausomybę nuo temperatūros pokyčių. Dažniausiai kompozitinei polimerinei armatūrai naudojama termoreaktyvioji derva.

Termoreaktyviosios dervos aukštoje temperatūroje tokios, tačiau vėsdamos jos praranda plastiškumą, antrą kartą kaitinant plastiškumas ir takumas nepasiekiamas – jų molekulinė struktūra tiesiog suardoma.

Termoplastinės dervos gali atlaikyti kelis šildymo ir vėsinimo ciklus. Termoplastinės dervos kaitinamos tampa tokios, o atvėsintos įgauna pradinę kietąją būseną. Tačiau atlikus 4-5 kaitinimo ir vėsinimo ciklus, termoplastinės dervos greitai praranda savo pirmines mechanines savybes.

Taigi polimerinei kompozicinei armatūrai gaminti pasirenku termoreaktyviąją (rektoplastinę) dervą. Rektoplastinės dervos pasižymi mažu klampumu ir tinkamos naudoti tais atvejais, kai kompozito medžiagoje yra didelis pluošto kiekis (60–70 % tūrio dalies). Dėl mažo klampumo pluošto gijos nesunkiai impregnuojamos derva ir nesudaro nepageidaujamų tuštumų. Šio tipo dervos yra technologiškos (nesudėtingai paruošiamos, jas lengva perpilti ir impregnuoti pluoštą) ir nebrangios. Kita vertus, jų saugojimo laikas yra ribotas, o dervos komponentų (polimero ir kietiklio) gamyba trunka ilgai. [43]

Termoreaktyviosios dervos kietėja kambario arba aukštesnėje temperatūroje, o rišimosi trukmė paprastai yra nuo kelių minučių iki kelių valandų, atsižvelgiant į naudojamą dervą ir kietiklį. Kietėdamos šios dervos susitraukia iki 4–8 % tūrio dalies, todėl dervoje gali susidaryti mikroplyšių.

Statybos pramonėje dažniausiai naudojamos trijų rūšių termoreaktyviosios dervos:

- 1.) epoksidinė;
- 2.) poliesterio;
- 3.) vinilo esterio.

Epoksidinės dervos.

Epoksidinių dervų privalumai yra geros mechaninės savybės (ypač tempiamasis stipris), nesudėtingas naudojimas, nedidelės traukimosi deformacijos ir geras sukibimas su daugeliu pluoštų tipų. Pagrindinis epoksidinių dervų trūkumas yra palyginti didelė kaina

Poliesterio dervos.

Poliesterio dervos pasižymi ypač mažu klampumu, atsparumu aplinkos poveikiams ir ilgaamžiškumu. Didžiausias šių dervų trūkumas – didelės susitraukimo deformacijos.

Vinilo esterio dervos.

Vinilo esterio dervos yra plastiškesnės nei poliesterio, taip pat ypač gerai sukimba su stiklo ir bazalto pluoštu. Mechaninės vinilo esterio dervų savybės yra tarsi epoksidinių ir poliesterio dervų derinys: jos pasižymi dideliu tempiamuoju stipriu, yra nedidelio klampumo ir greitai kietėja. Dėl šių priežasčių vinilo esterio dervos dažniausiai naudojamos gaminant stiklo pluošto kompozitinę armatūrą. Vinilo esterio dervų trūkumai yra didesnės nei epoksidinės

dervos susitraukimo deformacijos, taip pat jos blogiau sukimba su kitais ne stiklo ir bazalto pluoštais.

Taigi polimerinei kompozitinei stiklo pluošto armatūrai gaminti pasirenku termoreaktyviąją (rektoplastinę) dervą, kurios tipas yra vinilo esterio. Šios dervos fizikinės ir mechaninės savybės pateiktos 4.1.3.1 lentelėje.

4.1.3.1 lentelė. Polimerinės dervos fizikinės ir mechaninės savybės.

Termoreaktyvioji derva	Tankis, kg/m^3	Tempiamasis stipris, MPa	Tamprumo modulis, MPa	Vandens absorbcija, %	Šiluminis plėtimosi koeficientas, $10^{-6}/^{\circ}C$	Puasono koeficientas
Vinilo esterio	1150–1350	73–81	3000–3500	0,14–1,30	50–75	0,36–0,39

Priedai.

Į termoreaktyviųjų (rektoplastinių) dervų mišinį dažnai dedama įvairių priedų, skirtų susitraukimo deformacijoms sumažinti, dervos klampumui ir rišimosi greičiui kontroliuoti, orui pašalinti, antioksidantų, inhibitorių (sumažina ultravioletinių saulės spindulių poveikį), antistatinių medžiagų, elektros laidumui mažinti ir kitų. Tokiu būdu galima pagaminti dervos mišinį, kuris bus tinkamas naudoti su konkrečiu pluoštu tam tikromis eksploatacinėmis sąlygomis. [35]

Dervų užpildai.

Užpildai naudojami tiek termoreaktyviosiose, tiek termoplastinėse dervose. Jų paskirtis yra sumažinti polimero kiekį, susitraukimo deformacijas, modifikuoti fizikines savybes, užtikrinti apsaugą nuo ultravioletinių spindulių, temperatūros ir drėgmės poveikio. Dervų užpildai klasifikuojami į funkcinis ir nefunkcinius. Funkciniai užpildai pakeičia tam tikrą dervos savybę, pavyzdžiui, aliuminio trihidratas didina dervos atsparumą aukštai temperatūrai. Žėrutis, lauko špatas, malto stiklo dalelės daro dervą atsparesnę mechaniniams poveikiams. Nefunkciniais užpildais (pavyzdžiui, kalcio karbonatas) mažinamas polimero kiekis dervoje, dėl to sumažėja dervos kaina. Užpildai gali sudaryti apie 40–65% dervos masės. [35]

4.2. Gaminio žaliavų reikalavimai ir standartai

Norint pagaminti reikiamų fizikinių – mechaninių ir techninių savybių bazalto arba stiklo pluošto gijas, reikia remtis šiais standartais [24]:

LST EN 12654-1:2001 – žymėjimai;

LST EN 12654-2:2001– gijų gamyba, gaminio bandymo metodai ir bendrieji techniniai reikalavimai;

LST EN 12654-3:2001– reikalavimai bendrosios paskirties siūlams.

Dervos komponentų, polimero priedų ir užpildų kiekį ir jų sudėtį parenka gamintojas, atsižvelgdamas į užsakovo reikalavimus norimai galutiniai produkcijai gaminti.

Norint pagaminti reikiamų reikalavimų polimerinę termoreaktyviąją dervą jos gamybą nustato ir reglamentuoja šie standartai [25]:

LST EN 16245-1:2013 – bendrieji reikalavimai;

LST EN 16245-2:2013 – specialieji dervų priedų, dervų užpildų reikalavimai;

LST EN 16245-3:2013 – matricos medžiagų reikalavimai;

4.3. Gaminio panaudojimas ir techninės charakteristikos

4.3.1. Polimerinės kompozitinės armatūros panaudojimas

Polimerinė kompozitinė armatūra naudojama kaip alternatyva pakeisti plieninę armatūrą. Stiklo pluošto armatūros panaudojimo sritys [44]:

- įvairios paskirties statinių betoninėse konstrukcijose;
- lengvuose ir sunkiuose betonuose(perdangos plokštėse, monolitiniuose pamatuose);
- mūro sienose;
- konstrukcijose, kaip armatūros tinklai ir strypai;
- trisluoksnio mūro sienose, kaip lankstūs ryšiai;
- krantinių tvirtinimo elementuose;
- jūriniuose ir uostų statiniuose ir konstrukcijose;
- kanalizacijos ir melioracijos statiniuose;
- kelių dangose ir aptvėrimuose;
- agresyvių aplinkų ir chemijos pramonės statiniuose.

Populiariausia ir praktiškiausia tokią armatūrą naudoti lauko statinių konstrukcijoms, kur armuoto betono konstrukciją veikia išorinė aplinka, polimerinė armatūra pranašesnė už metalinę, nes jos neveikia rūgštinė aplinka, sukuria armatūros irimą. Naudojama tiltų pakloto laikančioms plokštėms armuoti. Tiltų paklotą laikančios plokštės yra veikiamos atmosferos, agresyvių druskų poveikio, ciklinių ir dinaminių apkrovų. Šiomis eksploatacijos sąlygomis tiltų pakloto plokštės pleišėja, o tai lemia intensyvią plieninės armatūros koroziją. [35]

Konstruciniams pakrantės elementams ir statiniams, nuolat veikiamiems druskingo jūros vandens. Sūraus vandens poveikis sukelia greitą ir intensyvią plieninės armatūros koroziją.

Statiniams, kuriuose naudojama speciali įranga. Tokių statinių pavyzdžiai – medicininės patalpos, mokslinių tyrimų laboratorijos, kuriose reikalingas magnetinis aplinkos neutralumas.

4.3.2. Polimerinės kompozitinės armatūros privalumai

Polimerinės kompozitinės stiklo pluošto armatūros privalumai lyginant su plienine armatūra yra šie [45]:

- Atsparumas korozijai leidžia armatūrą naudoti, kai drėgna. Ji taip pat atspari cheminiam poveikiui, dėl to galima naudoti agresyvioje aplinkoje, nebijo įvairių į betoną dedamų priedų, dėl to konstrukcija tampa ilgaamžiška iki 80 metų;
- Stiklo pluošto armatūra - puikus šilumos izoliatorius. Naudojant tokią armatūrą bus išvengta šilumos tiltelių, jungiant namo laikančiąją konstrukciją su apdailos mūru, stiklo pluošto armatūros šilumos laidumo koeficientas apie 10 kartų mažesnis už plieno, tai leidžia išvengti šalčio tiltelių, padidina bendrą konstrukcijos šiluminę varžą, R;
- Mažesnis armatūros svoris sumažina transportavimo išlaidas 25 – 30 %, taip pat lengviau montuoti armatūros tinklą ir tūrines konstrukcijas, armatūrą taip pat lengva apdirbti statybos aikštelėje, nes lengvai pjaustosi.
- Nelaidumas elektros srovei, magnetizmo nebuvimas. Tokia armatūra tinka sąlygose kai pastatas veikiamas radiobangų, statinių laukų.
- Statinių eksploataavimo priežiūros nebuvimas. Įprastų gelžbetoninių elementų dėl atsirandančių mikro ar makro plyšių, koroduoja armatūra ir reikia ją prižiūrėti, su tuo susijusios didžiulės išlaidos. Naudojant polimerinę armatūrą priežiūros nereikia.

4.3.3. Polimerinės kompozitinės armatūros trūkumai

Polimerinės kompozitinės stiklo pluošto armatūros trūkumai lyginant su plienine armatūra yra šie [45]:

Aukšta kaina:

Nors per pastaruosius kelis dešimtmečius ištobulinus gamybos technologiją pavyko gerokai sumažinti kompozitinės armatūros gamybos sąnaudas, ji vis dar yra brangesnė už įprastą plieninę armatūrą, priklausomai nuo naudojamo pluošto (stiklo, aramido, anglies, bazalto). Iš šių kompozitinės armatūros rūšių stiklo ir bazalto pluošto armatūra dėl palyginti

nedidelės žaliavų kainos šiuo požiūriu labiausiai priartėjo prie įprastos plieninės armatūros, todėl tapo plačiausiai naudojama statybos pramonėje.

Tamprumo modulis ir ilgalaikis stipris

Kompozitinė armatūra pasižymi ypač dideliu tempiamuoju stipriu tačiau jos tamprumo modulis, paprastai yra kelis ar daugiau kartų mažesnis už plieno ir sudaro 40–100 GPa. Dėl mažo tamprumo modulio kyla sunkumų užtikrinant konstrukcijų atitiktį eksploatacinio ribinio būvio reikalavimams (ribinių įlinkių ir plyšių pločių) Todėl stiklo pluošto armatūra beveik nenaudojama ilgesnėse perdangose.

Trapus suirimo pobūdis

Kompozitinė armatūra, skirtingai nei takumo aikštelę turintis plienas, suyra trapijai. Toks suirimo pobūdis kelia sunkumų užtikrinant konstrukcijų saugumą, todėl konstrukcijos turi būti projektuojamos su didesne laikomosios galios atsarga.

Projektavimo rekomendacijų ir normų stoka

Šiuo metu pasaulyje parengtos vos kelios kompozitiniais strypais armuotų konstrukcijų projektavimo rekomendacijos. Įvairių šalių statybos inžinieriai kompozitiniais strypais armuotų betoninių konstrukcijų projektavimą dažniausiai atlieka vadovaudamiesi įvairiuose pasaulio mokslo centruose sukaupta ilgamete patirtimi šioje srityje.

Trūkumų sprendimo būdai: [35]

Dalis šių problemų gali būti išspręsta naudojant tam tikras kompozitinės armatūros rūšis. Pavyzdžiui, kompozitinės armatūros kaina nedaug skiriasi nuo plieno naudojant stiklo ar bazalto pluošto strypus, tačiau jos mažas tamprumo modulis ir stiprio mažėjimas kelia papildomų sunkumų projektuojant konstrukciją. Kita vertus, anglies pluošto strypai pasižymi dideliu tamprumo moduli ir tempiamuoju stipriu. Tačiau šių strypų kaina yra keliasdešimt kartų didesnė nei įprasto plieno. Trapiojo suirimo problema iš dalies gali būti išspręsta strypų gamyboje derinant kelis skirtingus pluoštus, bet tokiu atveju gamyba tampa daug sudėtingesnė ir brangesnė.

4.4. Gaminių sortimentas

Polimerinės kompozitinės armatūros gaminiai gali būti skirtingų skerspjūvio diametrų. Populiariausi gaminiai pagal stiprį tempiant yra sulyginami su S500 plieno armatūra. Duomenys pateikti 4.4.1 lentelėje [46]: Ši gaminių sortimentą ir gaminsiu.

4.4.1 lentelė. Gaminamų stiklo pluošto armatūros gaminių sortimentas.

Plieno armatūra S500, mm	Polimerinė stiklo pluošto armatūra, mm
6	4
8	6
10	7
12	8
14	10
16	11
18	12
20	14
22	16
24	18

4.5. Gaminio pagrindinės fizikinės ir mechaninės savybės

Gaminio pagrindinės fizikinės ir mechaninės savybės priklauso nuo komponentų savybių ir jų kiekio gaminyje, remiantis medžiaga, kurią išdėščiau 4.1 skyriuje, polimerinei stiklo pluošto armatūrai gaminti reikia stiklo pluošto gijų ir polimerinės termoreaktyvinės vinilo esterio dervos, šių komponentų procentinis pasiskirstymas atrodo taip: [35]

65 % gaminio kiekio sudaro stiklo pluošto gijos;

35 % gaminio kiekio sudaro polimerinė termoreaktyvinė vinilo esterio derva.

Nuo šio medžiagų procentinio pasiskirstymo galima apskaičiuoti gaminio fizikines ir mechanines savybes:

- Tankį;
- Tamprumo modulį;
- Tempiamąjį stiprį;
- Šlyties modulį.

Būtina pažymėti, kad galutinės strypo savybės priklauso ne tik nuo gamyboje naudojamų pluoštų ir dervų, bet ir nuo gamybos technologijos. Todėl, projektuojant kompozito strypais armuotus betoninius elementus, visuomet būtina vadovautis gamintojo pateiktomis armatūros strypų techninėmis specifikacijomis.

4.5.1. Gaminio tankis

Pagrindinis principas, kuriuo remiantis nustatomos kompozitinių medžiagų savybės, pagrįstas kompozitą sudarančių medžiagų tūrio arba masės dalies apskaičiavimu.

Polimerinės armatūros tankis apskaičiuojamas atsižvelgiant į dervos ir pluošto tankį bei jų užimamą tūrio dalį kompozite. Laikomės prielaidos, kad kompozitiniame elemente nėra oro tuštumų,:

$$\rho_f = \rho_{fi} \cdot V_{fi} + \rho_m \cdot V_m = 2800 \cdot 0,65 + 1250 \cdot 0,35 = 2257,5 \text{ kg/m}^3; \quad 4.5.1.1$$

Čia: ρ_f – kompozitinės armatūros tankis;

ρ_{fi} – pluošto tankis iš 4.1.2.1 lentelės;

ρ_m – matricos tankis iš 4.1.3.1 lentelės;

V_m – matricos tūrio dalis;

V_{fi} – pluošto tūrio dalis.

4.5.2. Gaminio tamprumo modulis

Kompozitinės armatūros tamprumo modulis, išilgine pluoštui kryptimi, apskaičiuojamas pagal tokią formulę:

$$E_{f,L} = E_{fi,L} V_{fi} + E_m \cdot (1 - V_{fi}) = 89000 \cdot 0,65 + 3250 \cdot (1 - 0,65) = 58987,5 \text{ MPa}; \quad 4.5.2.1$$

Čia: $E_{f,L}$ – kompozitinės armatūros tamprumo modulis išilgine kryptimi;

$E_{fi,L}$ – pluošto tamprumo modulis išilgine kryptimi iš 4.1.2.1 lentelės;

E_m – matricos tamprumo modulis išilgine kryptimi iš 4.1.3.1 lentelės.

4.5.3. Gaminio tempiamasis stipris

Kompozitiniai armatūros strypai, kaip ir juos sudarantys pluoštai, deformuojasi tampriai iki pat irimo apkrovos. Ribinės pluošto deformacijos irimo metu paprastai yra mažesnės negu matricos, todėl kompozitinių armatūros strypų tempiamasis stipris išilgine kryptimi apskaičiuojamas taikant tokią priklausomybę:

$$f_{ft,L} = f_{fit} \left[V_{fi} + \frac{E_m}{E_{fi,L}} (1 - V_{fi}) \right] = 4840 \left[0,65 + \frac{3250}{89000} (1 - 0,65) \right] = 3207,86 \text{ MPa}; \quad 4.5.3.1$$

Čia: $f_{ft,L}$ – kompozitinės armatūros strypo tempiamasis stipris išilgine kryptimi;

f_{fit} – pluošto tempiamasis stipris iš 4.1.2.1 lentelės.

4.5.4. Gaminio šlytis

Kai kompozitinę armatūrą veikia skersinės jėgos, jos stiprį lemia matricos atsparumas šlyčiai. Kompozitinės armatūros atveju šlyties jėgos praktiškai visada veikia skersai pluošto. Kompozitinės armatūros strypų skerspjūvyje pluošto gijų skersmuo sudaro tik tūkstantąsias milimetro dalis, todėl akivaizdu, kad pluoštas negali priešintis išoriniam gniuždymo poveikiui. Dėl šios priežasties polimerinių strypų naudoti gniuždomojoje betono zonoje nerekomenduojama. Kadangi pluoštai neatsparūs šlyčiai, o matrica atspari tai gaminio šlyties modulis apskaičiuojamas remiantis šia nelygybe.

$$G_m = \frac{E_m}{2(1+\nu_m)} = \frac{3250}{2(1+0,375)} = 1181,82 \text{ MPa}; \quad 4.5.4.1$$

Čia: G_m – matricos šlyties modulis, kartu ir kompozitinės armatūros;

ν_m – matricos skersinių deformacijų (Puasono) koeficientas.

4.6. Gamybos pajėgumų ir technologinės linijos skaičiavimai

Per metus yra dirbama 252 dienas. Gamyba vyksta dvejomis pamainomis, pamainos bendra trukmė 8 darbo valandos, tačiau dėl gamybos ciklo pertraukų ir organizacinių priežasčių tikroji pamainos darbo trukmė yra 7,2 h. Taigi per parą gamyba vyksta 14,4 h. Gaminama 10 skirtingų gaminių pagal skerspjūvį, kurie sudaro visą asortimentą. Gamybos asortimento duomenys ir skaičiavimai pateikti 4.6.1 lentelėje.

Polimerinės kompozicinės armatūros gaminiai, gaminami technologinėje linijoje, kurioje tuo pat metu ir tokiu pat greičiu gaminami iškart du vienodi profiliai. Visi gaminiai gaminami iš tų pačių sudedamųjų medžiagų ir jų kiekiai proporcingi gamybos elementų skerspjūvio kitimui. Toje pačioje linijoje gaminami visi šie gaminiai ir kada ką gamina priklauso nuo poreikio. Gamyba vykdoma automatizuotai, todėl nekyla daug sunkumų pakeisti gaminamos produkcijos skerspjūvį. [34]

Gaminiai gali būti gaminami bet kokio ilgio, bet pasirinkau 6 metrų ilgio gaminius, nes rinkoje tokie ilgiai turi didžiausią paklausą ir yra užsakinėjami dažniausiai.

4.6.1 lentelė. Gamybos asortimento duomenys ir skaičiavimai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Elemento ilgis, l	Elemento skerspjūvio plotas, S	Elemento tūris, V	Elemento gaminimo greitis technologinėje linijoje, v^*	Poros elementų gamybos trukmė, t
mm	m	m^2	m^3	cm/min	min
4	6	0,00001256	0,0000754	150	4,0
6	6	0,00002826	0,0001696	150	4,0
7	6	0,00003847	0,0002308	150	4,0
8	6	0,00005024	0,0003014	150	4,0
10	6	0,00007850	0,0004710	135	4,4445
11	6	0,00009499	0,0005699	135	4,4445
12	6	0,00011304	0,0006782	130	4,6153
14	6	0,00015386	0,0009232	125	4,80
16	6	0,00020096	0,0012058	120	5,0
18	6	0,00025434	0,0015260	110	5,4545

* – greitis gautas iš gamybos technologijos linijos aprašymo gaminant polimerinę armatūrą, duoti keleto gaminių diametrų gamybos greičiai, ir tada pagal proporciją perskaičiuota kito skerspjūvio gaminiams, suapvalinant iki sveikųjų skaičių..

Elemento skerspjūvio plotas S , m^2 apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$S = \pi \cdot r^2; \quad 4.6.1$$

Čia, r – apskritimo spindulys.

$$r = \frac{d}{2}; \quad 4.6.2$$

Elemento tūris V , m^3 apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$V = S \cdot l; \quad 4.6.3$$

Poros elementų gamybos trukmė t , s apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$t = \frac{l}{v}; \quad 4.6.4$$

Viena darbo pamaina trunka 7,2 h , tai yra 432 min , o paroje yra dvi pamainos, tai reiškia, kad dirbama 14,2 h , arba 864 min . Iš viso dirbama 252 dienas, tai reiškia dirbama 3578,4 h , arba 217728 min . Šį laiką reikia išnaudoti produktyviai gamybai, tai reiškia gaminti daugiau didesnio skerspjūvio polimerinę kompozicinę armatūrą, arba gaminti pagal metinį planuojamą užsakymą. Metinio gamybos pajėgumo skaičiavimo rezultatai atliekami naudojantis 4.6.1 lentelės turimais duomenimis, o skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.6.2 lentelėje.

Metinis gamybos pajėgumas vienam gaminiui:

$$P_{mt1} = P_{mv1} \cdot V_{g1} = 12500 \cdot 0,0000754 = 0,943 \text{ } m^3; \quad 4.6.5$$

Čia: V_{g1} – pirmo gaminio tūris, m^3 ;

P_{mt1} , P_{mv1} – metinis gamybos pajėgumas pirmajam gaminiui, m^3 ir vnt ;

Metinis gamybos pajėgumas visiems gaminiams:

$$P_{mt} = \Sigma P_{mti} = P_{mt1} + P_{mt2} + P_{mt3} + P_{mt4} + P_{mt5} + P_{mt6} + P_{mt7} + P_{mt8} + P_{mt9} + P_{mt10} =$$

$$0,943 + 1,442 + 2,308 + 3,617 + 4,828 + 6,839 + 5,087 + 9,740 + 8,802 + 11,979 = 55,58315 \text{ } m^3; \quad 4.6.6$$

$$P_{mv} = \Sigma P_{mvi} = P_{mv1} + P_{mv2} + P_{mv3} + P_{mv4} + P_{mv5} + P_{mv6} + P_{mv7} + P_{mv8} + P_{mv9} + P_{mv10} =$$

$$12500 + 8500 + 10000 + 12000 + 10250 + 12000 + 7500 + 10550 + 7300 + 7850 = 98450 \text{ } vnt; \quad 4.6.7$$

4.6.2 lentelė. Metinio gamybos pajėgumo skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Reikiamas elementų skaičius per metus, n_i	Vieno gaminio tūris, V	Bendras gaminių tūris per metus, ΣV_i	Poros elementų gamybos trukmė, t	Bendras gamybos laikas per metus, Σt_i
mm	vnt	m^3	m^3	min	min
4	12500	0,0000754	0,943	4,0	25000
6	8500	0,0001696	1,442	4,0	17000
7	10000	0,0002308	2,308	4,0	20000
8	12000	0,0003014	3,617	4,0	24000
10	10250	0,0004710	4,828	4,4445	22778
11	12000	0,0005699	6,839	4,4445	26667
12	7500	0,0006782	5,087	4,6153	17307,4
14	10550	0,0009232	9,740	4,80	25320
16	7300	0,0012058	8,802	5,0	18250
18	7850	0,0015260	11,979	5,4545	21405,6
	Σ 98450		Σ 55,58315		Σ 217728

Gamybinis pajėgumas per parą vienam gaminiui:

$$P_{pv1} = P_{mv1}/T_m = 12500/252 = 49,603 \text{ vnt.}; \quad 4.6.8$$

$$P_{pt1} = P_{mt1}/T_m = 0,943/252 = 0,00374 \text{ m}^3; \quad 4.6.9$$

Čia: T_m – tikrasis metinis darbo fondas (252 dienos).

P_{pv1}, P_{pt1} – 1 gaminio gamybinis pajėgumas per parą *vnt.* ir m^3 .

Gamybinis pajėgumas per parą visiems gaminiams:

$$P_{pv} = \sum P_{pvi} = P_{pv1} + P_{pv2} + P_{pv3} + P_{pv4} + P_{pv5} + P_{pv6} + P_{pv7} + P_{pv8} + P_{pv9} + P_{pv10} =$$

$$49,603 + 33,730 + 39,683 + 47,619 + 40,675 + 47,620 + 29,762 + 41,865 + 28,968 + 31,151 = 390,675$$

vnt.; 4.6.10

$$P_{pt} = \sum P_{pti} = P_{pt1} + P_{pt2} + P_{pt3} + P_{pt4} + P_{pt5} + P_{pt6} + P_{pt7} + P_{pt8} + P_{pt9} + P_{pt10} =$$

$$0,00374 + 0,00572 + 0,00916 + 0,01435 + 0,01916 + 0,02714 + 0,02019 + 0,03865 + 0,03493 + 0,04754$$

$$= 0,220568 \text{ m}^3; \quad 4.6.11$$

Gamybinio pajėgumo per parą skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.3 lentelėje.

4.6.3 lentelė. Gamybinio pajėgumo per parą skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Reikiamas elementų skaičius per parą, <i>n_i</i>	Vieno gaminio tūris, <i>V</i>	Bendras gaminių tūris per parą, $\sum V_i$	Poros elementų gamybos trukmė, <i>t</i>	Bendras gamybos laikas per parą, $\sum t_i$
<i>mm</i>	<i>vnt</i>	m^3	m^3	<i>min</i>	<i>min</i>
4	49,603	0,0000754	0,00374	4,0	99,21
6	33,730	0,0001696	0,00572	4,0	67,46
7	39,683	0,0002308	0,00916	4,0	79,37
8	47,619	0,0003014	0,01435	4,0	95,24
10	40,675	0,0004710	0,01916	4,4445	90,39
11	47,620	0,0005699	0,02714	4,4445	105,82
12	29,762	0,0006782	0,02019	4,6153	68,68
14	41,865	0,0009232	0,03865	4,80	100,48
16	28,968	0,0012058	0,03493	5,0	72,42
18	31,151	0,0015260	0,04754	5,4545	84,96
	Σ 390,675		Σ 0,220568		Σ 864

Gamybinis pajėgumas per pamainą vienam gaminiui:

$$P_{pamv1} = P_{pv1}/n = 49,603/2 = 24,802 \text{ vnt.}; \quad 4.6.12$$

$$P_{pamt1} = P_{pt1}/n = 0,00374/2 = 0,00187 \text{ m}^3. \quad 4.6.13$$

Čia: n – pamainų skaičius (2 pamainos).

P_{pamv1}, P_{pamt1} – 1 gaminio gamybinis pajėgumas per pamainą *vnt.* ir m^3 .

Gamybinis pajėgumas per pamainą visiems gaminiams:

$$P_{pamv} = \sum P_{pamvi} = P_{pamv1} + P_{pamv2} + P_{pamv3} + P_{pamv4} + P_{pamv5} + P_{pamv6} + P_{pamv7} + P_{pamv8} + P_{pamv9} + P_{pamv10}$$

$$= 24,802 + 16,865 + 19,841 + 23,810 + 20,337 + 23,810 + 14,881 + 20,933 + 14,484 + 15,575 =$$

$$195,3375 \text{ vnt.}; \quad 4.6.14$$

$$P_{\text{pamt}} = \sum P_{\text{pamti}} = P_{\text{pamt1}} + P_{\text{pamt2}} + P_{\text{pamt3}} + P_{\text{pamt4}} + P_{\text{pamt5}} + P_{\text{pamt6}} + P_{\text{pamt7}} + P_{\text{pamt8}} + P_{\text{pamt9}} + P_{\text{pamt10}} =$$

$$0,00187 + 0,00286 + 0,00458 + 0,00718 + 0,00958 + 0,01357 + 0,01009 + 0,01932 + 0,01746 + 0,02377$$

$$= 0,110284 \text{ m}^3; \quad 4.6.15$$

Gamybinio pajėgumo per pamainą skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.4 lentelėje.

4.6.4 lentelė. Gamybinio pajėgumo per pamainą skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Reikiamas elementų skaičius per pamainą, <i>n_i</i>	Vieno gaminio tūris, <i>V</i>	Bendras gaminių tūris per pamainą, $\sum V_i$	Poros elementų gamybos trukmė, <i>t</i>	Bendras gamybos laikas per pamainą $\sum t_i$
<i>mm</i>	<i>vnt</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>min</i>	<i>min</i>
4	24,802	0,0000754	0,00187	4,0	49,60
6	16,865	0,0001696	0,00286	4,0	33,73
7	19,841	0,0002308	0,00458	4,0	39,68
8	23,810	0,0003014	0,00718	4,0	47,62
10	20,337	0,0004710	0,00958	4,4445	45,19
11	23,810	0,0005699	0,01357	4,4445	52,91
12	14,881	0,0006782	0,01009	4,6153	34,34
14	20,933	0,0009232	0,01932	4,80	50,24
16	14,484	0,0012058	0,01746	5,0	36,21
18	15,575	0,0015260	0,02377	5,4545	42,48
	Σ 195,3373		Σ 0,110284		Σ 432

Gamybinis pajėgumas per valandą vienam gaminiui:

$$P_{\text{hv1}} = P_{\text{pamv1}}/7,2 = 24,802/7,2 = 3,445 \text{ vnt.}; \quad 4.6.16$$

$$P_{\text{ht1}} = P_{\text{pamt1}}/7,2 = 0,00187/7,2 = 0,00026 \text{ m}^3. \quad 4.6.17$$

Čia: 7,2 – tikroji pamainos darbo trukmė valandomis.

$P_{\text{hv1}}, P_{\text{ht1}}$ – 1 gaminio gamybinis pajėgumas per valandą *vnt.* ir m^3 .

Gamybinis pajėgumas per valandą visiems gaminiams:

$$P_{\text{hv}} = \sum P_{\text{hvi}} = P_{\text{hv1}} + P_{\text{hv2}} + P_{\text{hv3}} + P_{\text{hv4}} + P_{\text{hv5}} + P_{\text{hv6}} + P_{\text{hv7}} + P_{\text{hv8}} + P_{\text{hv9}} + P_{\text{hv10}} =$$

$$3,445 + 2,342 + 2,756 + 3,307 + 2,825 + 3,307 + 2,067 + 2,907 + 2,012 + 2,163 = 27,13018 \text{ vnt}; \quad 4.6.18$$

$$P_{\text{ht}} = \sum P_{\text{hti}} = P_{\text{ht1}} + P_{\text{ht2}} + P_{\text{ht3}} + P_{\text{ht4}} + P_{\text{ht5}} + P_{\text{ht6}} + P_{\text{ht7}} + P_{\text{ht8}} + P_{\text{ht9}} + P_{\text{ht10}} =$$

$$0,00026 + 0,00040 + 0,00064 + 0,00100 + 0,00133 + 0,00188 + 0,00140 + 0,00268 + 0,00243 + 0,0330 =$$

$$0,01532 \text{ m}^3; \quad 4.6.19$$


Gamybinio pajėgumo per valandą skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.5 lentelėje.

4.6.5 lentelė. Gamybinio pajėgumo per valandą skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Reikiamas elementų skaičius per valandą, n_i	Vieno gaminio tūris, V	Bendras gaminių tūris per valandą, ΣV_i	Poros elementų gamybos trukmė, t	Bendras gamybos laikas per valandą, Σt_i
mm	vnt	m^3	m^3	min	min
4	3,445	0,0000754	0,00026	4,0	6,88933
6	2,342	0,0001696	0,00040	4,0	4,684744
7	2,756	0,0002308	0,00064	4,0	5,511464
8	3,307	0,0003014	0,00100	4,0	6,613757
10	2,825	0,0004710	0,00133	4,4445	6,277023
11	3,307	0,0005699	0,00188	4,4445	7,34871
12	2,067	0,0006782	0,00140	4,6153	4,769449
14	2,907	0,0009232	0,00268	4,80	6,977513
16	2,012	0,0012058	0,00243	5,0	5,029211
18	2,163	0,0015260	0,00330	5,4545	5,899722
	Σ 27,13018		Σ 0,01532		Σ 60

Polimerinės stiklo pluošto armatūros gamybos pajėgumai pavaizduoti 4.6.6 lentelėje.

4.6.6 lentelė. Polimerinės stiklo pluošto armatūros gamybos pajėgumai.

Gaminys		Polimerinė stiklo pluošto armatūra	
Gamybos būdas		Konvejerinis	
Gaminio eskizas			
Gaminio charakteristika	Tamprumo modulis, MPa		58987,5
	Tempiamasis stipris, MPa		3207,86
	Šlyties modulis, MPa		1181,82
	Tankis, kg/m^3		2257,5
Gamybinis pajėgumas	Per metus	m^3	$P_{mt} = 55,58315$
		$vnt.$	$P_{mv} = 98450$
	Per parą	m^3	$P_{pt} = 0,220568$
		$vnt.$	$P_{pv} = 390$
	Per pamainą	m^3	$P_{pamt} = 0,110284$
		$vnt.$	$P_{pamv} = 195$
Per valandą	m^3	$P_{ht} = 0,0153$	
	$vnt.$	$P_{hv} = 27,1302$	

Polimerinės stiklo pluošto armatūros fizikiniai duomenys pavaizduoti 4.6.7 lentelėje.

4.6.7 lentelė. Polimerinės stiklo pluošto armatūros fizikiniai duomenys.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Elemento tankis, ρ	Vieno gaminio tūris, V	Elemento masė, m
mm	kg/m^3	m^3	m
4	2257,5	0,0000754	0,1701
6		0,0001696	0,3828
7		0,0002308	0,5210
8		0,0003014	0,6805
10		0,0004710	1,0633
11		0,0005699	1,2866
12		0,0006782	1,5311
14		0,0009232	2,0840
16		0,0012058	2,7220
18		0,0015260	3,4450

Žinodamas polimerinės kompozitinės armatūros asortimento gamybos pajėgumą ir gaminių sudarančių komponentų dalis, galime apskaičiuoti šių komponentų (stiklo pluošto ir polimerinės vinilo esterio dervos) tūrį ir masę. Galutinį gaminių sudaro 65 % stiklo pluošto ir 35 % polimerinės vinilesterio dervos.

Apskaičiuojame kiekvienam gaminiui reikalingus medžiagų kiekius. Stiklo pluošto tankis yra $2800 kg/m^3$, o polimerinės vinilo esterio dervos $1250 kg/m^3$. Pagal procentinį komponentų pasiskirstymą gaminyje ir žinomus gaminių tūrius, galima paskaičiuoti koks komponentų tūris, o pagal tankio formulę $\rho = m/V$, kokia komponentų masė. Skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.8 lentelėje.

4.6.8 lentelė. Gaminių komponentų tūrinio ir masinio skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Vieno gaminio tūris, V	Stiklo pluošto tūris vienam gaminiui, V	Polimerinės dervos tūris, vienam gaminiui, V	Stiklo pluošto masė vienam gaminiui, m	Polimerinės dervos masė vienam gaminiui, m	Vieno gaminio masė, m
mm	m^3	m^3	m^3	kg	kg	kg
4	0,0000754	0,0000490	0,0000264	0,137	0,033	0,1701
6	0,0001696	0,0001102	0,0000593	0,309	0,074	0,3828
7	0,0002308	0,0001500	0,0000808	0,420	0,101	0,5210
8	0,0003014	0,0001959	0,0001055	0,549	0,132	0,6805
10	0,0004710	0,0003062	0,0001649	0,857	0,206	1,0633
11	0,0005699	0,0003704	0,0001995	1,037	0,249	1,2866
12	0,0006782	0,0004409	0,0002374	1,234	0,297	1,5311
14	0,0009232	0,0006001	0,0003231	1,680	0,404	2,0840
16	0,0012058	0,0007837	0,0004220	2,194	0,528	2,7220
18	0,0015260	0,0009919	0,0005341	2,777	0,668	3,4450

Pagal apskaičiuotus duomenis 4.6.8 lentelėje, galima apskaičiuoti kiek medžiagų reikės visiems gaminiams gaminti per valandą, Q_{ht} , žinomas kiekvieno gaminio pagaminimas

per valandą, duomenys (iš 4.6.5 lentelės) kiekis padauginamas iš komponentų tūrinio ir masinio pasiskirstymo vienam gaminiui. Skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.9 lentelėje.

4.6.9 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per 1 valandą skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Gaminių kiekis pagaminamas per 1 valandą, n	Stiklo pluošto tūris reikalingas 1 valandai, V	Polimerinės dervos tūris, reikalingas 1 valandai, V	Stiklo pluošto masė reikalinga 1 valandai, m	Polimerinės dervos masė reikalinga 1 valandai, m
mm	$vnt.$	m^3	m^3	kg	kg
4	3,445	0,0001687	0,0000909	0,472	0,114
6	2,342	0,0002581	0,0001390	0,723	0,174
7	2,756	0,0004134	0,0002226	1,158	0,278
8	3,307	0,0006480	0,0003489	1,814	0,436
10	2,825	0,0008649	0,0004657	2,422	0,582
11	3,307	0,0012251	0,0006596	3,430	0,825
12	2,067	0,0009112	0,0004907	2,551	0,613
14	2,907	0,0017444	0,0009393	4,884	1,174
16	2,012	0,0015769	0,0008491	4,415	1,061
18	2,163	0,0021455	0,0011553	6,008	1,444
	Σ 27,13018	Σ 0,0099562	Σ 0,0053610	Σ 27,87744	Σ 6,701307

Tokiu pat principu galima apskaičiuoti kiek medžiagų reikės visiems gaminiams gaminti per pamainą, $Q_{pamt.}$ Skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.10 lentelėje.

4.6.10 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per pamainą skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Gaminių kiekis pagaminamas per pamainą, n	Stiklo pluošto tūris reikalingas per pamainą, V	Polimerinės dervos tūris, reikalingas per pamainą, V	Stiklo pluošto masė reikalinga per pamainą, m	Polimerinės dervos masė reikalinga per pamainą, m
mm	$vnt.$	m^3	m^3	kg	kg
4	24,802	0,0012149	0,0006542	3,402	0,818
6	16,865	0,0018588	0,0010009	5,205	1,251
7	19,841	0,0029764	0,0016027	8,334	2,003
8	23,810	0,0046652	0,0025121	13,063	3,140
10	20,337	0,0062262	0,0033526	17,433	4,191
11	23,810	0,0088202	0,0047493	24,697	5,937
12	14,881	0,0065604	0,0035325	18,369	4,416
14	20,933	0,0125609	0,0067636	35,171	8,454
16	14,484	0,0113517	0,0061125	31,785	7,641
18	15,575	0,0154492	0,0083188	43,258	10,399
	Σ 195,3373	Σ 0,0716840	Σ 0,0385991	Σ 200,7152	Σ 48,248848

Tokiu pat principu galima apskaičiuoti kiek medžiagų reikės visiems gaminiams gaminti per parą, $Q_{pt.}$ Skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.11 lentelėje.

4.6.11 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per parą skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Gaminių kiekis pagaminamas per parą, <i>n</i>	Stiklo pluošto tūris reikalingas per parą, <i>V</i>	Polimerinės dervos tūris, reikalingas per parą, <i>V</i>	Stiklo pluošto masė reikalinga per parą, <i>m</i>	Polimerinės dervos masė reikalinga per parą, <i>m</i>
<i>mm</i>	<i>vnt.</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
4	49,603	0,0024298	0,0013083	6,803	1,635
6	33,730	0,0037175	0,0020017	10,409	2,502
7	39,683	0,0059530	0,0032055	16,668	4,007
8	47,619	0,0093303	0,0050240	26,125	6,280
10	40,675	0,0124527	0,0067053	34,867	8,382
11	47,620	0,0176404	0,0094987	49,393	11,873
12	29,762	0,0131208	0,0070650	36,738	8,831
14	41,865	0,0251213	0,0135268	70,340	16,909
16	28,968	0,0227035	0,0122250	63,570	15,281
18	31,151	0,0308995	0,0166382	86,519	20,798
	Σ 390,675	Σ 0,1433686	Σ 0,0771985	Σ 401,4321	Σ 96,498102

Tokiu pat principu galima apskaičiuoti kiek medžiagų reikės visiems gaminiams gaminti per metus, Q_{mt} . Skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.12 lentelėje.

4.6.12 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per metus skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Gaminių kiekis pagaminamas per metus, <i>n</i>	Stiklo pluošto tūris reikalingas per metus, <i>V</i>	Polimerinės dervos tūris, reikalingas per metus, <i>V</i>	Stiklo pluošto masė reikalinga per metus, <i>m</i>	Polimerinės dervos masė reikalinga per metus, <i>m</i>
<i>mm</i>	<i>vnt.</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
4	12500	0,6123000	0,3297000	1714,440	412,125
6	8500	0,9368190	0,5044410	2623,093	630,551
7	10000	1,5001350	0,8077650	4200,378	1009,706
8	12000	2,3512320	1,2660480	6583,450	1582,560
10	10250	3,1380375	1,6897125	8786,505	2112,141
11	12000	4,4452980	2,3936220	12446,834	2992,028
12	7500	3,3064200	1,7803800	9257,976	2225,475
14	10550	6,3305697	3,4087683	17725,595	4260,960
16	7300	5,7213312	3,0807168	16019,727	3850,896
18	7850	7,7866191	4,1927949	21802,533	5240,994
	Σ 98450	Σ 36,1288	Σ 19,4540	Σ 101160,53	Σ 24317,44

Gamybos metu dalis žaliavų netenkama. Derva gali nutekėti arba perdžiūti dėl to pasirenku galima rizikos faktorių 5 %, tai yra užsakinėjant polimerinę dervą dervos apskaičiuotą kiekį 4.6.9, 4.6.10, 4.6.11, 4.6.12 padauginsiu iš koeficiento 1,05. Taip įvertinsiu įvairius gamybinius nuostolius ir užtikrinsiu nenutrūkstamą gamybą. Stiklo pluoštas užsakinėjamas ir į gamybą atvežamas ritinių forma, todėl galimi nuostoliai labai minimalūs

priimu 1 %. Taigi apskaičiuotą stiklo pluošto kiekį 4.6.9, 4.6.10, 4.6.11, 4.6.12 lentelėse, padauginsiu iš koeficiento 1,01 ir gausiu reikiamą kiekį stiklo pluošto ritinių užsakymui.

4.6.13 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per 1 valandą skaičiavimo rezultatai įvertinant nuostolius.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Gaminių kiekis pagaminamas per 1 valandą, <i>n</i>	Stiklo pluošto tūris reikalingas 1 valandai, <i>V</i>	Polimerinės dervos tūris, reikalingas 1 valandai, <i>V</i>	Stiklo pluošto masė reikalinga 1 valandai, <i>m</i>	Polimerinės dervos masė reikalinga 1 valandai, <i>m</i>
<i>mm</i>	<i>vnt.</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
4	3,445	0,0001704	0,0000954	0,477	0,119
6	2,342	0,0002607	0,0001459	0,730	0,182
7	2,756	0,0004176	0,0002338	1,169	0,292
8	3,307	0,0006544	0,0003663	1,832	0,458
10	2,825	0,0008735	0,0004890	2,446	0,611
11	3,307	0,0012373	0,0006926	3,464	0,866
12	2,067	0,0009204	0,0005152	2,577	0,644
14	2,907	0,0017618	0,0009862	4,933	1,233
16	2,012	0,0015927	0,0008916	4,459	1,114
18	2,163	0,0021670	0,0012131	6,068	1,516
	Σ 27,13018	Σ 0,0100558	Σ 0,0056291	Σ 28,156211	Σ 7,0363724

4.6.14 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per pamainą skaičiavimo rezultatai įvertinant nuostolius.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Gaminių kiekis pagaminamas per pamainą, <i>n</i>	Stiklo pluošto tūris, reikalingas per pamainą, <i>V</i>	Polimerinės dervos tūris, reikalingas per pamainą, <i>V</i>	Stiklo pluošto masė reikalinga per pamainą, <i>m</i>	Polimerinės dervos masė reikalinga per pamainą, <i>m</i>
<i>mm</i>	<i>vnt.</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
4	24,802	0,0012271	0,0006869	3,436	0,859
6	16,865	0,0018773	0,0010509	5,257	1,314
7	19,841	0,0030062	0,0016828	8,417	2,104
8	23,810	0,0047119	0,0026377	13,193	3,297
10	20,337	0,0062884	0,0035202	17,608	4,400
11	23,810	0,0089084	0,0049868	24,944	6,234
12	14,881	0,0066260	0,0037091	18,553	4,636
14	20,933	0,0126865	0,0071018	35,522	8,877
16	14,484	0,0114653	0,0064181	32,103	8,023
18	15,575	0,0156037	0,0087348	43,690	10,918
	Σ 195,3373	Σ 0,0724008	Σ 0,0405290	Σ 202,722361	Σ 50,661291

4.6.15 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per parą skaičiavimo rezultatai įvertinant nuostolius.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Gaminių kiekis pagaminamas per parą, <i>n</i>	Stiklo pluošto tūris reikalingas per parą, <i>V</i>	Polimerinės dervos tūris, reikalingas per parą, <i>V</i>	Stiklo pluošto masė reikalinga per parą, <i>m</i>	Polimerinės dervos masė reikalinga per parą, <i>m</i>
<i>mm</i>	<i>vnt.</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
4	49,603	0,0024541	0,0013737	6,871	1,717
6	33,730	0,0037547	0,0021018	10,513	2,627
7	39,683	0,0060125	0,0033657	16,835	4,207
8	47,619	0,0094236	0,0052752	26,386	6,594
10	40,675	0,0125772	0,0070405	35,216	8,801
11	47,620	0,0178168	0,0099736	49,887	12,467
12	29,762	0,0132520	0,0074183	37,105	9,273
14	41,865	0,0253725	0,0142032	71,043	17,754
16	28,968	0,0229305	0,0128362	64,205	16,045
18	31,151	0,0312085	0,0174701	87,384	21,838
	Σ 390,675	Σ 0,1448023	Σ 0,0810584	Σ 405,44642	Σ 101,32301

4.6.16 lentelė. Gaminio komponentų masinio ir tūrinio pasiskirstymo per metus skaičiavimo rezultatai įvertinant nuostolius.

Armatūros gaminių skerspjūvis, <i>d</i>	Gaminių kiekis pagaminamas per metus, <i>n</i>	Stiklo pluošto tūris reikalingas per metus, <i>V</i>	Polimerinės dervos tūris, reikalingas per metus, <i>V</i>	Stiklo pluošto masė reikalinga per metus, <i>m</i>	Polimerinės dervos masė reikalinga per metus, <i>m</i>
<i>mm</i>	<i>vnt.</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
4	12500	0,6184230	0,3461850	1731,584	432,731
6	8500	0,9461872	0,5296631	2649,324	662,079
7	10000	1,5151364	0,8481533	4242,382	1060,192
8	12000	2,3747443	1,3293504	6649,284	1661,688
10	10250	3,1694179	1,7741981	8874,370	2217,748
11	12000	4,4897510	2,5133031	12571,303	3141,629
12	7500	3,3394842	1,8693990	9350,556	2336,749
14	10550	6,3938754	3,5792067	17902,851	4474,008
16	7300	5,7785445	3,2347526	16179,925	4043,441
18	7850	7,8644853	4,4024346	22020,559	5503,043
	Σ 98450	Σ 36,490049	Σ 20,4266459	Σ 102172,14	Σ 25533,307

Reikia patikrinti ar užtenka vienos technologinės linijos, reikiamam gaminių kiekiui pagaminti, pirmiausia reikia apskaičiuoti fizinį gamybos pajėgumą per pamainą, P_{fpam} . Kadangi gaminiu 10 skirtingų gaminių, tai šį rodiklį ir reikės nustatyti visiems gaminiams, $P_{fpam,i}$, apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$P_{fpam,i} = \frac{60 \cdot V_{g,i}}{t_{f,i}} \cdot h; \quad 4.6.20$$

Čia: $V_{g,i}$ – vienu metu gaminamų dviejų gaminių tūris, kiekvienam gaminio skerspjūviui, m^3 ;
 $t_{f,i}$ – Gamybos trukmė, vienu metu gaminamų dviejų gaminių, kiekvienam gaminio skerspjūviui, min ;
 h – darbo valandų skaičius per pamainą, val .

Skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.17 lentelėje.

4.6.17 lentelė. Fizinio gamybos pajėgumo per pamainą P_{fpam} skaičiavimo rezultatai

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Gaminių kiekis pagaminamas per metus, n	Vieno gaminio tūris, V_i	Dviejų gaminių gamybos trukmė, $t_{f,i}$	Darbo valandų skaičius per pamainą, h	Fizinis gamybos pajėgumas per pamainą, $P_{fpam,i}$
mm	$vnt.$	m^3	min	val	m^3
4	12500	0,0000754	4,0	7,2	0,01628
6	8500	0,0001696	4,0		0,03662
7	10000	0,0002308	4,0		0,04985
8	12000	0,0003014	4,0		0,06511
10	10250	0,0004710	4,4445		0,09156
11	12000	0,0005699	4,4445		0,11079
12	7500	0,0006782	4,6153		0,12697
14	10550	0,0009232	4,80		0,16617
16	7300	0,0012058	5,0		0,20836
18	7850	0,0015260	5,4545		0,24173
	Σ 98450				Σ 1,11343

Kai jau apskaičiuotas gamybinis pajėgumas per pamainą, $P_{pamt,i}$, (4.6.4 lentelė) ir gamybos linijos fizinis pajėgumas per pamainą, $P_{fpam,i}$, (4.6.17 lentelė), apskaičiuojamas reikiamas technologinių linijų skaičius, n_a . Kadangi gaminama 10 skirtingų gaminių, tai reikia nustatyti technologinių linijų skaičių kiekvienam gaminiui, $n_{a,i}$, apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$n_{a,i} = \frac{P_{pamt,i}}{P_{fpam,i}}; \quad 4.6.21$$

Skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6.18 lentelėje.

4.6.18 lentelė. Reikiamo technologijų linijų skaičiaus $n_{a,i}$, nustatymo, skaičiavimo rezultatai.

Armatūros gaminių skerspjūvis, d	Gaminių kiekis pagaminamas per metus, n	Gamybinis pajėgumas per pamainą, $P_{pamt,i}$	Fizinis gamybos pajėgumas per pamainą, $P_{fpam,i}$	Reikiamas technologinių linijų skaičius, $n_{a,i}$
mm	$vnt.$	m^3	m^3	-
4	12500	0,00187	0,01628	0,1148
6	8500	0,00286	0,03662	0,0781
7	10000	0,00458	0,04985	0,0919
8	12000	0,00718	0,06511	0,1102
10	10250	0,00958	0,09156	0,1046
11	12000	0,01357	0,11079	0,1225
12	7500	0,01009	0,12697	0,0795
14	10550	0,01932	0,16617	0,1163
16	7300	0,01746	0,20836	0,0838
18	7850	0,02377	0,24173	0,0983
	Σ 98450	Σ 0,11028	Σ 1,11343	Σ 1,0000
Vidurkis: 0,1000				

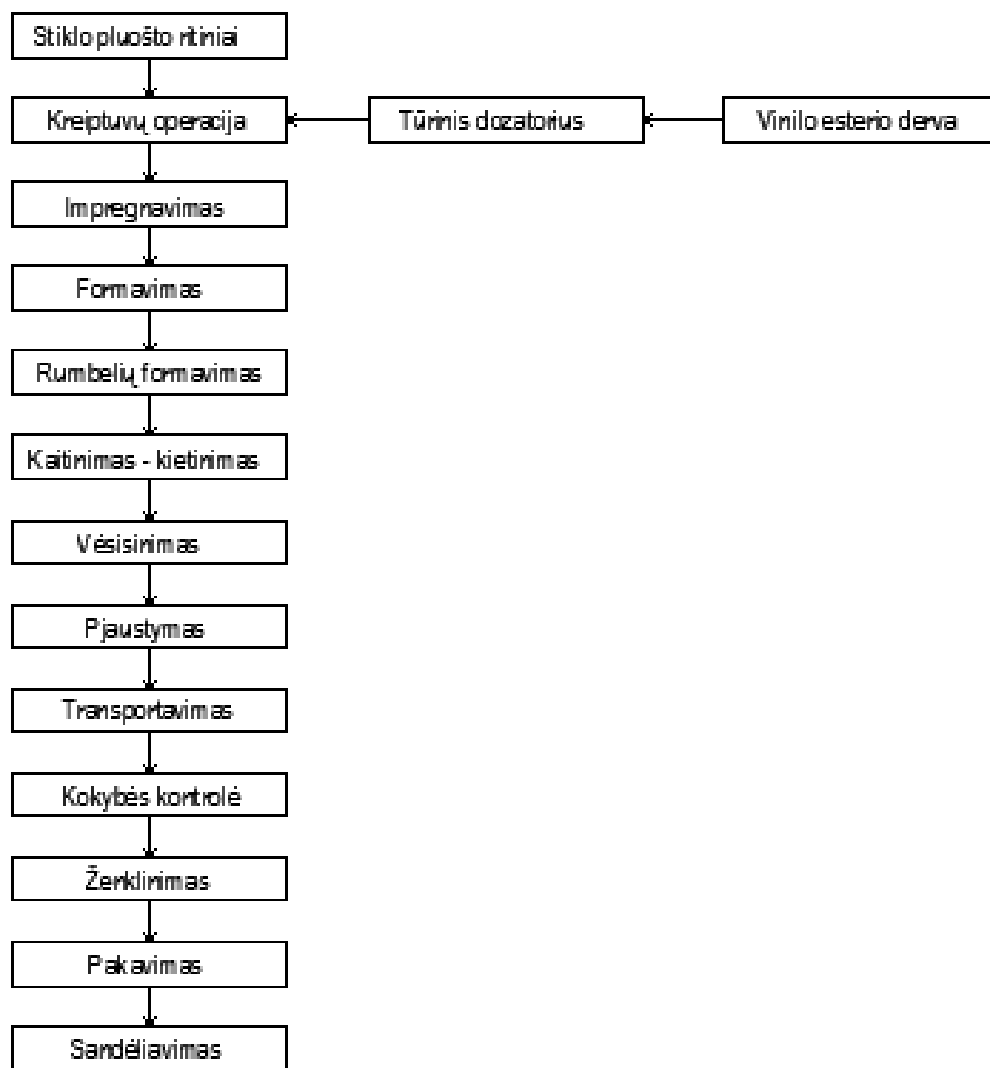
Reikiamas technologijų linijų skaičius, pagal 4.6.21 formulę:

$$n_a = \frac{\sum P_{pamt,i}}{\sum P_{fpam,i}} \cdot n = \frac{0,11028}{1,11343} \cdot 10 = 0,99048$$

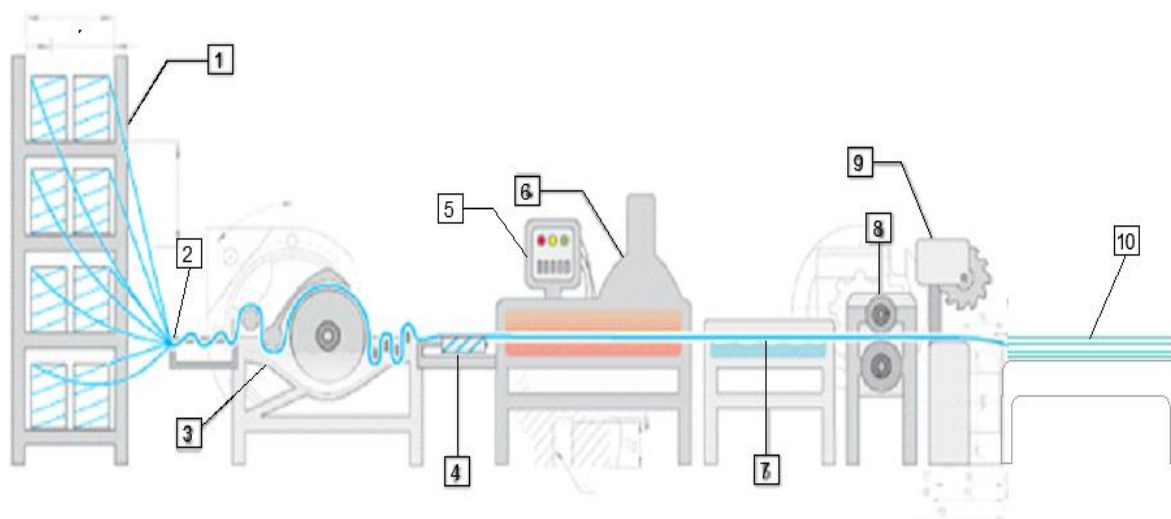
Čia: n – skirtingų gaminių skaičius.

Išvada: Jeigu apskaičiuotas reikiamų technologinių linijų skaičius lygus vienetui arba mažesnis, tai reiškia, kad metinei gamybai užtenka vienos technologinės linijos.

4.7. Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas



5 Pav. Gamybos proceso technologinė schema.



6 Pav. Polimerinės stiklo pluošto armatūros gamybos technologinės linijos schema: 1. Stiklo pluošto ritiniai; 2. Kreiptuvai; 3. Rezervuaras, kuriame stiklo pluoštai impregnuojami derva ir gaminio formavimo įrenginys; 4. Suktuvai, ant kurių sudėti matiniai stiklo pluošto siūlai; 5. Prietaisas su liečiamu ekranu, skirtas sudaryti ir programiškai valdyti visą pultruzijos procesą; 6. Kaitinimo kamera; 7. Vonelė su šaltu vandeniu; 8. Stūmoklinio tipo sistema traukianti gaminį; 9. Kirpimo staklės; 10. Konvejeris.

Gamyba vyksta pultruzijos proceso metu. Pultruzija – tai automatizuotas pastovios skerspjūvio formos gaminių formavimo procesas. Gamybos technologinės linijos schema ir gamybos procesas pavaizduoti 5 ir 6 paveiksle. [47]

Kai reikalingos medžiagos, stiklo pluošto ritiniai ir vinilo esterio derva yra sudėtos į technologinę liniją, galima pradėti gaminti polimerinę stiklo pluošto armatūrą. Kreiptuvų pagalba (2) (žaliava paduodama rankiniu būdu) iš stiklo pluoštinių ritinių (1) traukiama medžiaga, išstisiniai matiniai siūlai ir tiekiami į impregnavimo rezervuarą (3), čia stiklo pluošto medžiaga impregnuojama vinilo esterio derva. Ši derva gamybos proceso metu iš sandėlio talpos į rezervurą dozuojama tūriniais dozatoriais.

Impregnuota medžiaga traukiama toliau ir patenka į gaminio formavimo įrenginį (3), šiame procese suformuojama gaminio forma. Kai iš naudojamų žaliavų jau suformuojamas gaminy, tada vyniojimo įrenginyje suktuvų pagalba (4), stiklo pluošto siūlais, gaminami paviršiniai armatūros rumbeliai.

Kai gaminy suformuotas jis patenka į kaitinimo kamerą (6), čia gaminy sukietinamas 90 – 180 °C temperatūroje, šio proceso metu vyksta polimerizacija, kurio metu gaminy galutinai sukietėja. Kai gaminy praeina kaitinimo kamerą, tada jis aušinamas vonelėje su šaltu vandeniu (7).

Technologinėje linijoje visas gamybos procesas vykdomas traukiant gaminį stūmoklinio tipo sistema (8) jis gaminį viso gamybos proceso metu traukia vienodu ritmu. Kai gaminy atvėsta ir praeina traukimo agregatą, jis pasiekia kirpimo stakles (9), ten armatūra supjaustoma į nustatytą ilgį. Visas gamybos procesas valdomas prietaiso su liečiamu ekranu (5), kuris skirtas sudaryti ir programiškai valdyti visą pultruzijos procesą. Supjaustyti gaminiai patenka ant juostinio konvejerio (10) ir tada keliauja į gaminių kontrolės postą ir pakavimo postą, kur ženklinama ir pakuojama. Iš ten gaminiai patenka į sandėliavimo aikštelę.

4.8. Pagalbinių cechų ir gamybinių barų aprašymas

4.8.1. Polimerinės vinilo esterio dervos sandėlis.

Apskaičiuojamas reikalingas polimerinės dervos kiekis, m_p , kg: [1]

$$m_p = \frac{Q_{mt} \cdot P \cdot n \cdot k_1}{T_{sk} \cdot k_2} = \frac{55,58315 \cdot 437,5 \cdot 21 \cdot 1,0}{252 \cdot 0,95} = 2133,125 \text{ kg}; \quad 4.8.1.1$$

Čia: Q_{mt} – polimerinės kompozitinės armatūros metinis gamybinis pajėgumas, m^3 ;

P – polimerinės dervos sąnaudos, reikalingos pagaminti vienam m^3 gaminio, kg ;

n – norminė dervos atsarga paromis ($n = 21$);

k_1 – koeficientas, įvertinantis iškraunamos dervos galimus nuostolius ($k_1 = 1$);

T_{sk} – skaičiuojamasis darbo dienų skaičius ($T_{sk} = 252$);

k_2 – koeficientas, įvertinantis dervos išnaudojimą gamybos metu ($k_2 = 0,95$);

$$P = m = \rho_p \cdot V = 1250 \cdot 0,35 = 437,5 \text{ kg}; \quad 4.8.1.2$$

Čia: ρ_p – polimerinės vinilo esterio dervos tankis, kg/m^3 ;

V – dervos tūris viename m^3 gaminio, m^3 ;

Apskaičiuojama reikiama sandėlio (rezervuaro) talpa, V_p , m^3 ;

$$V_p = \frac{m_p}{\rho_p} = \frac{2133,125}{1250} = 1,706 \text{ m}^3; \quad 4.8.1.3$$

Priimu, kad dervos sandėliavimo rezervuaras yra 2,0 m^3 talpos.

4.8.2. Stiklo pluošto ritinių sandėlis

Stiklo pluošto ritinio tūris, V_b :

$$V_b = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,14 \cdot 0,12^2 \cdot 0,4 = 0,01809 \text{ m}^3; \quad 4.8.2.1$$

Gaminiai dedami 2 eilėmis vertikaliai, kad neviršytų 0,80 m , aukščio, tai į kvadratinį metrą telpa 12 stiklo pluošto ritinių.

ρ_b – stiklo pluošto tankis, ($\rho_b = 2800 \text{ kg/m}^3$);

Vieno ritinio masė, m_b lygi:

$$m_b = \rho_b \cdot V_b = 2800 \cdot 0,01809 = 50,64 \text{ kg}; \quad 4.8.2.2$$

Apskaičiuojama stiklo pluošto ritinių sandėliavimo norma, q_b , t/m^2 :

$$q_b = 12 \cdot m_b = 12 \cdot 50,64 = 607,68 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}; \quad 4.8.2.3$$

Priimu $q_b = 0,6 \text{ t/m}^2$;

Apskaičiuojamas stiklo pluošto ritinių sandėliavimo plotas, S_b :

$$S_b = \frac{Q_b}{q_b} \cdot k \cdot n = \frac{0,40545}{0,6} \cdot 3 \cdot 12 = 24,327 \text{ m}^2; \quad 4.8.2.4$$

Čia: k – koeficientas įvertinantis sandėlio panaudojimą, kai ritiniai sandėliuojami iki 500 t, tai ($k = 3$):

n – darbo dienų skaičius, kuriam sandėliuojamas stiklo pluoštas, ($n = 12$);

Q_b – stiklo pluošto kiekis, *t per parą* iš 4.6.15 lentelės ($Q_b = 0,40545 t$)

Sandėlio plotą, stiklo pluošto ritiniams sandėliuoti, priimu lygų $25,50 m^2$.

4.8.3. Produkcijos sandėlis

Gaminamos produkcijos sandėlis apskaičiuojamas paprastu principu. Gaminu polimerinę stiklo pluošto armatūrą, jos asortimentas susideda iš 10 skirtingo skerspjūvio gaminių, taigi gaminiai sandėliuojami dešimtyje skirtingų krūvelių. Gaminiai yra supakuojami po 10 *vnt* į rišulius, o tie rišuliai sudedami į atitinkamo gaminio skerspjūvio krūveles. Krūvelės yra vienas nuo kito 0,5 metro atstumu, jų aukštis negali viršyti 1,50 m, krūvelės plotis 1 m, o ilgis 6 m. Dėl patogumo vaikstant iš visų sandėliavimo aikštelės pusių pridedu dar po 0,5 m. Taigi $S = (10 + 5,5) \times 7 = 108,5 m^2$.

Priimu produkcijos sandėliavimo plotą lygų $145,95 m^2$. Plotas išplečiamas, nes sandėlio gale numatyta vieta, įvažiuoti transporto priemonėms, tam kad į jas būtų galima patogiau pakrauti pagamintą produkciją.

4.9. Gamybos kokybės kontrolė

4.9.1. Gaminio gamybos ir kokybės reikalavimai

Polimerinės stiklo pluošto armatūros gamyba standartizuojama Europos standartu LST EN 13706 [26]. Šis standartas taikomas tik pultruzijos būdu pagamintiems gaminiams, kurie atitinka apkrovos charakteristikas, kai produktas yra dalis laikančios konstrukcijos. Standartas apibrėžia minimalius struktūrinių gaminių kokybės, leistino nuokrypio, stiprumo, standumo ir paviršiaus reikalavimus.

Standartas pultruziniu būdu pagamintus gaminius išskiria į dvi klases:

- E23 - griežčiausi kokybės reikalavimai;
- E17 - mažesni kokybės reikalavimai.
-

Standartą sudaro trys dalys:

LST EN 13706-1: nurodo struktūrinių gaminių paskirtį ir ženklimą, nurodoma apie dervų, armavimo medžiagų parinkimą, paviršiaus apdorojimą ir pan.

LST EN 13706-2: nustato tyrimo metodus ir leistinus nuokrypius, pultruzijos būdu pagamintiems struktūriniams gaminiams. Pateikiamos kokybės ir jos užtikrinimo normos.

LST EN 13706-3: nustato minimalius techninių savybių dydžius, atsižvelgiant į standarto dvi klases.

Pagal LST EN 13706-3 standartą gaminys turi atitikti minimalius techninių savybių dydžius pateiktus 4.9.1.1 lentelėje.

4.9.1.1 lentelė. Minimalūs gaminio techniniai reikalavimai.

Savybė	Būdingos savybės		Minimalūs reikalavimai	
	Vienetas	Testavimo metodas	E23	E17
Elastingumo modulis	GPa	EN 13706-2:2002	23	17
Tempimo modulis - išilgai	GPa	EN ISO 527-4	23	17
Tempimo modulis - skersai	GPa	EN ISO 527-4	7	5
Tempimo stipris - išilgai	MPa	EN ISO 527-4	240	170
Tempimo stipris - skersai	MPa	EN ISO 527-4	50	30
Gniuždymo stipris - išilgai	MPa	EN 13706-2:2002	150	90
Gniuždymo stipris - skersai	MPa	EN 13706-2:2002	70	50
Lenkimo stipris - išilgai	MPa	EN ISO 14125	240	170
Lenkimo stipris - skersai	MPa	EN ISO 14125	100	70
Šlyties stipris - išilgai	MPa	EN ISO 14130	25	15

Labai svarbu yra išlaikyti šias gamybos sąlygas pagal LST EN 13706-2: [26]

1. Patalpa, kurioje bus formuojama, turi būti sausa ir šilta. Temperatūra turi būti ne mažesnė nei +18 °C (rekomenduojama +20...22 °C). Santykinė oro drėgmė – neviršijanti 70 %.

2. Medžiagos ir formos tinkamai paruoštos darbui – formos, derva ir audiniai (pluošto ritiniai, užpildai) sušildyti iki kambario temperatūros (+20 °C). Armuojančios medžiagos be visa ko, turi būti dar ir visiškai sausos. Jeigu yra bent mažiausias įtarimas, kad medžiaga yra sudrėkus (pvz. buvo nesandariai laikoma vėsioje patalpoje), prieš naudojant ją būtina išdžiovinkite.

3. Armuojančią medžiagą sudėti reikiama kryptimi, reikia kontroliuoti sluoksnių ar siūlų skaičių. Reikia stebėti ar medžiaga gerai įmirkyta derva. Nepalikti sausų vietų, pūslių. Tačiau taip pat nepripilti dervos daugiau negu reikia, nes tokiu atveju tik tuščiai eikvosite medžiagą ir detalę padarysite sunkesne.

4. Pabaigus formavimą, detalę palikti šiltoje, sausoje patalpoje.

5. Gaminiai turi atitikti vizualinius reikalavimus, turi būti pastovaus skerspjuvio, galima paklaida 0,5 – 1,0 mm, be įtrukimų, nesulankstyti, ar kaip kitaip nepažeisti, paviršiai turi būti švelnūs ir blizgūs.

6. Rumbelių įsmigimas į gaminį, būtina turi būti nuo 1 mm iki 5 mm. Taip pat rumbelius formuojantis siūlas, ties armatūros galais, neturi kyšoti ar būti atsiklijavęs nuo gaminio.

4.9.2. Gaminio ženklimas

Gaminys technologinės linijos konvejeriye praėjęs gaminių kokybės kontrolės postą yra pakuojamas ir ženklimas. Pirmiausia gaminiai pakuojami po 10 vienetų ir sudaro rišulius. 10 armatūros vienetų pakuojama specialia sujungimo juoste, nuo gaminio galų 0,5 m atstumu, o toliau per visą gaminį, ne didesniu kaip 1 m žingsniu.

Kai gaminys praeina pakavimo postą jis yra ženklimas. Ženklinama iš abiejų rišulio galų, priklijuojant gaminio ženklavimo kortelę. Etiketėje pagal EN 13706-2 [26] standartą nurodoma:

1. Gamintojas;
2. Pagaminimo data;
3. Gaminio paskirtis ir paskirties kodas;
4. Gaminio tipas;
5. Gaminių kiekis pakuotėje;
6. Gaminio matmenys ir masė.

4.10. Operacijų trukmių grafikas

Polimerinės kompozicinės armatūros gamyba vykdoma konvejeriniu būdu, tai yra įrenginiai ir darbininkai nejuda, o gaminys juda. Gaminamas gaminys nuo pirmos iki paskutinės operacijos nenutrūksta, slenka gamybos įrenginiu – konvejeriu. Ši gamyba yra automatizuota, o pagrindinės ir pagalbinės operacijos atliekamos automatiškai, darbininkai stebi ir kontroliuoja proceso stabilumą.

Operacijos trukmių grafike, technologinis gamybos procesas suskaidomas į atskiras operacijas, nurodoma jų seka ir trukmė bei darbininkų ir įrenginių užimtumas. Technologinių operacijų trukmės priimtos atsižvelgiant į gamybos linijos taktą ir darbinį įrenginių proceso greitį:

$$r = \frac{60}{T} \cdot n_1 \cdot n_2 = \frac{60}{25} \cdot 2 \cdot 5 = 24 \text{ min} \quad 4.10.1$$

čia: r - linijos ritmas (taktas), min ;

T – linijos darbo tempas, $vnt./h$;

n_1 – gaminių skaičius linijoje, $vnt.$;

n_2 – gamybos ciklą pasikartojimas, norint pagaminti vieną gaminių pakuotę, $vnt.$

Operacijų trukmių grafikas pateikiamas grafinėje dalyje.

5. EKONOMINĖ DALIS

Nustatomos apytikslis elektros energijos, vandens ir tepalo kiekis, sunaudojamas 1 m³ gaminių gamybai. Kiekiai pateikiami 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Reikalingos energijos kiekis 1 m³ gaminių gamybai.

Eil. Nr.	Energijos rūšis	Mato vnt.	Kiekis 1 m ³ gaminių gamybai	Energijos vieneto kaina be PVM, €
1	Elektros energija	kW/h	623,0	0,131
2	Kanalizuojamas vanduo	m ³	1,18	0,60
3	Tepalas	kg	0,1	0,93

Visoje gamykloje ir administracijoje per abi pamainas sudėjus dirba 15 darbuotojų. Administraciją sudaro 5 darbuotojai, gamykloje dirba 10 darbuotojų. Gamykloje vienas darbuotojas yra pirmos kategorijos, du darbuotojai antros kategorijos, keturi darbuotojai priklauso trečiajai kategorijai, vienas ketvirtajai ir du šeštai kategorijai.

Darbuotojų atlyginimai pagal jų kategorijas pateikti 5.2 lentelėje. O gamybos cecho darbuotojų ir administracijos mėnesiniai bei metiniai atlyginimai pateikti 5.3 lentelėje.

5.2 lentelė. Darbuotojų atlyginimai pagal kategorijas.

Kategorija	I	II	III	IV	V	VI
Darbuotojo vidutinis mėnesinis atlyginimas, €	380,0	510,0	550,0	680,0	880,0	1100,0

5.3 lentelė. Gamybinio cecho ir administracijos darbuotojų atlyginimai pagal darbininkų kategorijas.

Pareigos ir kategorija	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis atlyginimas, €	Metinis atlyginimas, €
Gamybos vadovas (VI)	2	2200,0	26400,0
Vyr. mechanikas (IV)	1	680,0	8160,0
Operatorius (III)	4	2200,0	8800,0
Pagalbinis darbininkas(II)	2	1020,0	12240
Valytoja (I)	1	380,0	4560,0
		Σ=	60160
Generalinis direktorius	1	1285,0	15420,0
Prekybos direktorius	1	1250,0	15000,0
Administratorė	1	560,0	6720,0
Vadybininkas	1	2150,0	2580,0
Buhalterė	1	720,0	8640,0
		Σ=	48360,0

Visų polimerinės kompozitinės stiklo pluošto armatūros strypų metinė gamybos kaštų sąmata pateikiama 5.4 lentelėje.

5.4 lentelė. Polimerinės stiklo pluošto armatūros gamybos kaštų suma.

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Mato vnt.	Gamybos kaštai per kalendorinius metus			1 m ³ gaminių gamybos kaštai	
			Kiekis	Vieneto kaina be PVM, €	Suma, €	Kiekis	Suma, €
1	1. Pagrindinės gamybos medžiagos						
	Stiklo pluošto ritiniai	vnt	2018	144,32	209750,88	36,306	3773,64
	Vinilo esterio derva	t	25,534	3794,00	96873,37	0,459	1742,85
	Σ=				306624,2	Σ=	5516,49
2	2. Pagalbinės medžiagos						
	Pagalbinės medžiagos	5% nuo pagrindinių medžiagų sumos			15331,21	-	276,05
3	3. Transporto išlaidos						
	Transporto išlaidos	6% nuo pagrindinių medžiagų sumos			18397,45	-	330,99
4	4. Energijos sąnaudos						
	Elektros energija	kW/h	34629	0,131	4536,40	623,0	81,63
	Kanalizuojamas vanduo	m ³	303,0	0,60	181,8	1,18	0,708
	Tepalas	kg	5,56	0,93	5,17	0,10	0,09
	Σ=				4723,37	Σ=	5,91
5	Pagrindinis darbo užmokestis	-	-	-	108520,0	-	1952,39
6	Papildomas darbo užmokestis	8% nuo pagrindinio darbo užmokesčio			8681,60	-	156,19
7	Socialinis draudimas	31% nuo pagr. darbo užmokesčio			33641,2	-	605,24
8	Kiti tiesioginiai gamybos kaštai	20% nuo pagrindinio darbo užmokesčio			21704,0	-	390,48
9	Visų gaminių savikaina	vnt.	98450	-	526587,53	Σ=	9481,57
10	1 vnt. gaminio savikaina	vnt	1	-	5,35	-	9,481,57
11	Visų gaminių pardavimo kaina	Su 15% antkainiu			605575,66	-	10894,95
12	1 vnt. gaminio pardavimo kaina	Su 15% antkainiu			6,15	-	10894,95
13	Visų gaminių pardavimo kaina su PVM	21% PVM			732746,55	-	13182,89
14	1 vnt. gaminio pardavimo kaina su PVM	21% PVM			7,45	-	13182,89

Statinio statybos kaina apskaičiuojama pagal sustambintus statybos darbų kainų normatyvus. Tokiu būdu įvertinama orientacinė statinio statybos kaina, reikalinga projekto įgyvendinimui. Statinio sąmatinėje dokumentacijoje pateikta: objektinėmis, lokalinėmis, suvestinėmis sudarytos sąmatos. Čia pateikiama įrengimų, medžiagų, darbo užmokesčio poreikių žiniaraščiai.

Viso statinio statybos kaina apskaičiuojama kompiuterine sąmatų rengimo programa „Sistela“, pagal sustambintus statybos darbų kainų normatyvus. Sąmatos sudarymui naudoti įkainiai su indeksais „N“ ir „F“.

Statinio statybos kaina susideda iš dviejų stambių išlaidų grupių: tiesioginių ir netiesioginių išlaidų. Netiesioginės išlaidos, tai pridėtinės išlaidos ir pelnas, Pelnas – 5 % nuo tiesioginių ir pridėtinių išlaidų sumos. Tiesioginės išlaidos, tai statinio statybos darbų išlaidos, darbo užmokestis ir socialinis draudimas, bei išlaidos medžiagoms ir mechanizmams. Bendra statybinių darbų kainą sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos su 21 % PVM.

Sudarinėjant galutinę kainų sąmatą reikia atsižvelgti į šias kainų padidinimo tendencijas:

- Dėl skaičiavimuose ir normose nenumatytų atvejų ar padarytų klaidų 3 % nuo statybos procesų bendros sumos, didinamos papildomų medžiagų ir mechanizmų vertės.
- Įvertinama ir sezoninių (15 %) bei specifinių darbų (17 %) papildomi užmokesčiai, nuo šių sezoninių ir specifinių darbų užmokesčių sumų.
- Papildomas darbo užmokestis gaunamas įvertinus 8 % nuo darbų užmokesčio darbininkams sumos.
- Socialinio draudimo užmokestis apskaičiuojamas padauginus bendrą mokesčio sumą darbininkams iš 31%.
- Įvertinama rekomenduojama statybvietės išlaidų suma – 9 % nuo visų statinio statybos darbų išlaidų skaičiuojamosios kainos.

Sudarius lokalinę sąmatą, nustatyta, kad gamybinio pastato statybos montavimo darbų kaina yra 298128,27 €. Taip pat įvertinama ir sklype statomo administracinio pastato ir sargo budelės kaina – 42365,33 €. Gamybinės technologinės linijos kaina papildomai sudaro 83226,12 €.

Apskaičiavus statinio statybos montavimo darbus, įvertinama lauko ir vidaus inžinerinių tinklų montavimo kaina 5.5 ir 5.6 lentelėse. Po to sudaroma šių lokaliųjų sąmatų suvestinė, pateikta 5.7 lentelė. Tada nustatoma vieno m^2 projektuojamo gamybinio pastato statybos darbų kaina 5.8 lentelėje. Galiausiai pateikiama viso objekto suvestinė sąmata 5.9 lentelėje, čia prie statinio statybos ir įrengimo pridedama ir administracinio statinio bei sargo

budėlės statybos kaina. Pagrindiniai gamybinės linijos techniniai – ekonominiai rodikliai, pateikiami 5.10 lentelėje.

5.5 lentelė. Lauko inžinerinių tinklų lokalinė sąmata.

Eil. Nr.	Darbu pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis (atstumas)	Vieno metro kaina, €	Sąmatinė kaina, €
1.	Vandentiekis	m	44,12	168,25	7423,19
2.	Nuotekos	m	40,24	119,52	4809,48
3.	Elektros kabelių linijos	m	9,77	43,71	427,05
4.	Ryšių kabelių linijos	m	19,62	68,36	1341,22
5.	Šilumos trąša	m	9,86	220,36	2172,75
				Viso:	16173,69

5.6 lentelė. Vidaus inžinerinių tinklų lokalinė sąmata.

Eil. Nr.	Darbu pavadinimas	Statybos montavimo darbų kaina, €	Sąmatinė kaina, €
1.	Vandentiekis (2 %)	298128,27	5962,57
2.	Nuotekos (1,8 %)		5366,31
3.	Elektros montavimo darbai (3 %)		8943,85
4.	Šildymas ir vėdinimas (4,8 %)		14310,16
5.	Silpnų srovių montavimas (0,5 %)		1490,64
		Viso:	36073,53

5.7 lentelė. Objektinė suvestinė sąmata.

Eil. Nr.	Darbu pavadinimas	Sąmatinė kaina, €		
		Statybos ir montavimo darbai	Įrenginiai	Iš viso
1.	Bendrastatybiniai darbai	298128,27	-	298128,27
2.	Vidaus inžineriniai tinklai	36073,53	-	36073,53
3.	Lauko inžineriniai tinklai	16173,69	-	16173,69
		Viso:		350375,49

5.8 lentelė. Gamybinių patalpų bendrastatybinių darbų kaina.

Eil. Nr.	Rodiklis	Mato vnt.	Kiekis, kaina
1.	Statybos montavimo darbų kaina	€	298128,27
2.	Pastato bendrasis plotas	m ²	465,63
3.	1 m ² statybos montavimo darbų kaina	€	640,27

5.9 lentelė. Suvestinė sąmata.

Eil. Nr.	Statybos darbai	Sąmatinė kaina, €			
		Statybos montavimo darbai	Įrenginiai	Kitos išlaidos	Iš viso
I	Statybos sklypas (325,13 €/a)	-	-	9112,27	9112,27
II	Statybos sklypo paruošimas	-	-	4415,23	4415,23
III	Statinio statyba ir įrengimas	392740,82	83226,12	-	475966,94
IV	Projektavimo ir inžinerinės paslaugos (5 %)	-	-	19637,04	19637,04
4.1	Projektavimo darbai (72 %)	-	-	14376,20	-
4.2	Techninė priežiūra (14 %)	-	-	2749,19	-
4.3	Autorinė priežiūra (7 %)	-	-	1374,59	-
4.4	Ekspertizė (7 %)	-	-	1374,59	-
V	Kitos išlaidos (3 %)	-	-	11782,23	11782,23
VI	Užsakovo rezervas	-	-	7500,00	7500,00
	VISO	392740,82	83226,12	248389,72	528413,71

5.10 lentelė. Gamyklos Techniniai – ekonominiai gamyklos rodikliai.

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Reikšmė
1.	Gamybinis plotas	m^2	433,70
Metinis įmonės pajėgumas:			
2.	a) produkcijos apimtis	$m^3/vnt.$	55,58315/98450
	b) pinigine išraiška	€	526587,53
3.	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	žmonės	6
Išdirbis:			
4.	a) produkcijos apimtis	$m^3/vnt./žmogui$	9,26/16408
	b) pinigine išraiška	€/žmogui	87764,59
Gaminio savikaina:			
5.	a) vieneto	€/vnt.	5,35
	b) metinė	€	526587,53
Pelnas			
6.	a) vieneto	€/vnt.	0,80
	b) metinis	€	78988,13
7.	Gamybos rentabilumas	%	15

Bendros visos sklypo parengimo ir pastatų pastatymo bei įrengimo išlaidos sudaro 528413,71 €. Nustatoma planuojamas investicijų grįžimo terminas:

$$\text{Grįžimo terminas} = \frac{528413,71}{78988,13} = 6 \text{ metai } 8 \text{ mėnesiai } 1 \text{ savaitė}$$

5.1

6. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

6.1. Bendroji sauga gamykloje

Sprendžiant mechanizmų išdėstymo gamybiniame ceche klausimus, reikia numatyti pavojingas zonas, kuriose yra nuolat veikiančių arba galinčių atsirasti pavojingų gamybos veiksmų. Pavojingos zonos turi būti pažymėtos nustatytos formos įspėjamaisiais ženklais ir užrašais. Pavojinga zona yra erdvė po elektros laidais ir prie technologinės linijos mechanizmų. Pavojingiausia vieta mano nagrinėjamoje technologinėje linijoje yra prie kirpimo staklių ir kranų veikimo zona.

Kiekvienas darbuotojas dirbdamas gamybos ceche, prieš pradėdamas darbą privalo išklausti saugos bei sveikatos instruktažus. Darbuotojai privalo saugoti savo ir kitų darbuotojų sveikatą, mokėti saugiai dirbti, žinoti ir vykdyti saugos darbe norminių aktų reikalavimus, laikytis mašinų ir mechanizmų eksploatavimo taisyklių, saugos darbe instrukcijų reikalavimų, nedirbti su techniškai netvarkingomis darbo priemonėmis, apie gedimus pranešti struktūrinio padalinio vadovui. Darbininkai privalo tausoti ir naudoti pagal paskirtį darbo įrankius bei mechanizmus, pranešti apie įvykusius gedimus, traumas, tikslingai ar nustatyta tvarka tikrinti sveikatą.

Visi vykdomi ir organizuojami darbai ceche turi būti organizuojami taip, kad dirbantys darbuotojai darbus galėtų atlikti saugiai ir kokybiškai. Visos darbo vietos turi būti švarios ir gerai apšviestos, kad darbuotojui nekeltų diskomforto, visi praėjimai ir pravažiavimai turi būti tinkamai suprojektuoti, pagal visus reikalavimus, neapkrauti nereikalingais įrenginiais ar daiktais. Kiekvienas darbuotojas, dirbantis ceche turi būti aprūpintas specialia avalyne ir darbo rūbais, esant poreikiui turi būti numatytos ausinės.

Gamykloje projektuojamos būtinos patalpos skirtos darbuotojų asmens higienai, fiziologinėms reikmėms, poilsiui ir sveikatos priežiūrai. Kadangi gamykloje bus dėvimi specialieji drabužiai, buties patalpose įrengiami persirengimo kambariai su sėdimomis vietomis ir numatytos rakinamos spintelės darbužiams laikyti, taip pat suprojektuota poilsio vieta bei WC. Darbovietė pakankamai aprūpinta geriamu vandeniu, pirmosios pagalbos priemonėmis, įrengti tualetai bei kitos gamybinės buties patalpos. Vandentiekis ir nuotekos prijungtas prie vietinių miesto tinklų.

Šaltuoju metų laikotarpiu oro temperatūra ceche 18-20 °C. Šiltuoju metu laiku, temperatūra ceche neviršija lauko temperatūros daugiau kaip 3 °C. Norint išvengti skersvėjo ir

nepageidaujamos oro masių kaitos, virš įėjimų ir vartų įrengtos oro užuolaidos. Higienos klausimais mūsų valstybėje yra paruošti norminiai dokumentai:

STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“; [23].

HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“; [31]

HN 98:2000 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietimo ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“; [32]

HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ [33] ir kt. esminiai higieniniai darbuotojų reikalavimai pateikti 6.1.1 lentelėje.

6.1.1 lentelė. Esminiai higieniniai darbuotojų reikalavimai.

Parametrai	Reikalavimai
Uždarųjų darbo vietų ir gamybos aikštelių vėdinimas ir kondicionavimas	Uždarose patalpose turi būti pakankamai šviežio oro, kadangi projektuojamame gamybiniame pastate daug oro yra užteršto dėl kaitinamos dervos, tai būtina įrengti kuo mažiau kenksmingas sąlygas žmogaus sveikatai. Dėl šios priežasties suprojektuoju 5 ventiliatorius, kuriems netgi numatyta atskira patalpa. Jie ima orą iš lauko, pro reguliuojamas oro srauto žaliuzes ir tiekia jį į gamyklą. Užterštas ir kenksmingas oras išeina iš gamyklos pro stogo konstrukcijoje sumontuotas angas su jose esančiais filtrais. Vėdinimo ir kondicionavimo sistemos neturi sukelti diskomfortą (skersvėjo).
Temperatūra	Priklausomai nuo darbo metodų temperatūra darbo vietose turi būti tinkama žmonėms. Poilsio, budėjimo, sanitarinėse patalpose temperatūra turi atitikti specialiųjų patalpų naudojimo reikalavimus
Natūralus ir dirbtinis apšvietimas	Darbo vietos turi būti kuo ilgiau apšviečiamos natūralia šviesa ir aprūpintos pakankamu dirbtiniu apšvietimu, tačiau langai neturi praleisti per didelio saulės šviesos srauto. Apšvietimo įrenginiai neturi kelti pavojaus. Pavojingos darbo vietos turi būti aprūpintos avariniu apšvietimu. Apšvietimas turi užtikrinti pakankamą kontrastą tarp ekrano (pvz. kompiuterio) ir toliau esančių įrenginių
Triukšmas	Įrengiant darbo vietą reikia atsižvelgti, kad triukšmas neblaškėtų arba netrukdytų kalbėti, jei to neįmanoma pasiekti reikia naudoti ausines.

6.2. Gaisrinė sauga

Esminiai gaisrinės saugos aspektai statomai gamyklai:

- statinio laikančiosios konstrukcijos atitinka REI 60 klasę ;

- ribojamas ugnies bei dūmų plitimas statinyje;
- ribojamas gaisro plitimas į gretimus statinius;
- pastato statybai naudojamos tik nedegios ir kiek įmanoma mažiau dūmus skleidžiančios medžiagos;
- Įrengiami evakuacijos planai, gesinimo priemonės koridoriuose, evakuaciniai ženklai;
- Įrengiama gaisrinės saugos ir gaisro gesinimo sistema;
- užtikrinamas saugus ugniagesių gelbėtojų darbas.

Gaisrinė statinio sauga užtikrinama tokiomis priemonėmis kaip tiksliniu statinių išdėstymu sklype, statybos produktų parinkimu, projektinių sprendimų priėmimu, inžinerinių sistemų parinkimu. Sklype įrengiamas gaisrinis hidrantas, užtikrinantis reikiamą vandens debitą gaisro gesinimo atveju. Atsižvelgiant į gaisro riziką, atskiri reikalavimai gali būti taikomi visam pastatui ir atskiroms jo patalpoms.

Pastate numatoma įrengti automatine sprinklerine gaisro gesinimo sistema. Pagal gamybos plotą bei technologinės linijos išdėstymą parenkamas ir gesinimo priemonių kiekis bei jų išdėstymas.

Gamybinėse patalpose numatomi ir rankiniu būdu valdomos gesinimo žarnos, ir gesintuvai, kuriais galima pasiekti reikiamą gamyklos tašką ir vietišškai lokalizuoti kilusį gaisrą. Šiems įrenginiams numatytas didesnis vandens debitas nei kitiems gamykloje veikiančioms vandens tiekimo įrenginiams. Gesintuvas turi būti apsaugotas nuo tiesioginių saulės spindulių, o taip pat atitrauktas ne mažiau kaip per 1 m nuo šildymo įrenginių bei pakabintas žemiau nei 1,5 m nuo grindų. Atidarytos durys turi netrukdyti paimti gesintuvo. Gesinimo priemonės ir įranga privalomai ženklinami ir laikomi lengvai prieinamose ir gerai matomose vietose.[48]

Veiksniai, lemiantys gaisro kilimą ir plitimą priklauso nuo gaisro pobūdžio, plitimo intensyvumo, oro pateikimo į gaisro zoną, pastato atitvarų ir konstrukcijų atsparumo ugniai, gaisro signalizacijos ir gesinimo sistemos veikimo, dūmų šalinimo sistemos įrengimo. Žmonių, esančių gamykloje, saugumo užtikrinimui numatomos gaisro aptikimo sistemos bei efektyvi autonominė gaisro gesinimo sistema. Numatomos priemonės, kuriomis būtų ribojamas gaisras į gretimas patalpas. Šiam tikslui įrengiami vožtuvai ventiliacijos sistemoje, kad ugnis neplistų kanalais tarp patalpų, durys ir kitos varstomos atitvaros tarp patalpų įrengiamos nedegios ir ribojančios dūmų plitimą į kitas patalpas.

Gamyklos teritorijoje gaisro gesinimo priemonėms laikyti įrengiami specialūs skydai. Juose turi būti laikomi: 2 vienetai 6 kg milteliniai ABC tipo gesintuvų, 2 kibirai, smėlio dėžė ir kastuvai, nedegus audeklas, 2 laužtuvai, 2 kirviai. Skydai ir stendai turi būti įrengti lengvai prieinamose ir gerai matomose vietose, netoli nuo išėjimų iš patalpų. Prie skydo ar stendo turi

būti įrengta smėlio dėžė. Prie dėžės su smėliu privalo būti kastuvas. Dėžės su smėliu arba sorbentu turi būti įrengiamos galimo ypač degių, labai degių ir degių skysčių nuotėkio vietose. Smėlio dėžė įrengiama taip, kad į ją nepatektų kritulių ir būtų patogų kasti smėlį. Gamybinėse patalpose numatomi 2 vienetai 6 kg miltelinių ABC tipo gesintuvų. Taip pat įrengiamas gaisrinis čiaupas, kuriame saugomos žarnos ilgis yra 30 m. Įvairios talpos indai ir inventoriūs dažomas raudonai.

6.3. Aplinkos apsauga

Aplinkos apsaugos vadybos sistema, padeda įmonei sklandžiai įsilieti į ją supančią aplinką, nekenkiant gyvybiškai svarbiems gamtos ištekliams. [27] Ši sistema garantuoja, kad aplinkos apsaugos veikla vyktų organizuotai, koordinuotai ir maksimalus rezultatas būtų pasiektas minimaliomis sąnaudomis, nustato įmonės veiklai būdingus gamtos apsaugos aspektus, jų svarbą ir būdus pašalinti negatyvų poveikį aplinkai. Norint, kad įmonės aplinkos apsaugos vadybos sistema būtų veiksminga, ji turėtų būti nuolat tobulinama, o įmonės aplinkos apsaugos politika ir tikslai turėtų atitikti atitinkamų aplinkos apsaugos įstatymų ir reglamentų reikalavimus.

Aplinkos apsaugos vadybos sistema yra problemos identifikavimo ir sprendimo priemonė, suteikianti organizacijoms metodą, kaip sistemingai valdyti savo aplinkos apsaugos veiklą, produktus ir paslaugas, padedanti įgyvendinti aplinkos apsaugos įsipareigojimus ir veiksmingumo siekius. Kitaip tariant, aplinkos apsaugos problemos sprendžiamos tikslingai ir sistemingai, valdant organizacijos procesus, produktus ir jų poveikį aplinkai, nustatant atsakomybės pasiskirstymą, atliekant nuolatinę stebėseną ir vertinimą.

IŠVADOS

1. Projektuojamas gamybinis pastatas Šiauliuose, statinio užimamas sklypo plotas 2820 m^2 , o sklype esančių statinių, bendras užimamas plotas 516,03 m^2 . Projektuojamas vienaaukštis pastatas yra ypatingos kategorijos statinys, jo karkasas gelžbetoninis.
2. Apskaičiuojamos pastato pagrindinių atitvarų, sienos ir stogo konstrukcijų, šilumos perdavimų koeficientų vertės, U , atitinkamai lygios: $U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, ir $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, taigi pagrindinės pastato atitvaros priskiriamos A energinės naudingumo klasės atitvarai, gamybos paskirties pastatui.
3. Konstrukcinėje dalyje buvo apskaičiuojama gelžbetoninė kolona, kurios geometriniai matmenys: 4300 x 300 x 300 mm . Apskaičiuota, kad armavimui reikės: 4 strypų 16 mm skersmens išilginės armatūros, kurios plieno klasė S500, ir parinkta 6 mm , skersmens skersinė armatūra, kurios plieno klasė S240 ir ji išdėstoma 300 mm žingsniu.
4. Suprojektuota gamykla, kuri gamins polimerinę stiklo pluošto armatūrą. Gamykloje, kurios metinis našumas yra 55,58315 m^3 arba 98450 *vnt.* Gamyba vykdoma konvejeriniu gamybos būdu. Remiantis metiniu našumu parinkta technologinė įranga, sudaryta įrenginių judėjimo ciklograma bei operacijų trukmių grafikas. Technologinės įrangos išnaudojimo koeficientas, $n_a = 0,99$. Gaminama 10 skirtingo skersmens armatūros gaminių ir gaminama 252 dienas per metus, dvejomis pamainomis, o pamainos trukmė 8 *val*, tačiau faktinė gamybos trukmė 7,2 *val*. Apskaičiuotas gamybos ritmas yra 24 *min*.
5. Įvertintas investicijų dydis, kurių reikia gamyklos projekto realizacijai. Sudarytos statinio statybos sąmatos, (gamybinio ir administracinio) statybos kaina yra 340493,60€, technologinės įrangos kaina sudaro papildomus 83226,12€. Bendra sąmatos statybų suma, įvertinant sklypo kainą, lauko ir vidaus inžinerinių tinklų montavimo, projektavimo ir kitas išlaidas siekia 528413,71€. Numatoma, kad gamykla atsipirks per 6 metus 8 mėnesius ir 1 savaitę.
6. Polimerinės kompozitinės stiklo pluošto armatūros vidutinė vieno gaminio savikaina yra 5,35€, o pardavimo kaina 7,45€ įskaitant PVM. Visų gaminių metinė gamybos savikaina yra 526587,53€, o pardavimo kaina 732746,55€ įskaitant PVM. Pardavimui užsidedamas 15% antkainis.
7. Projektuojamame pastate papildomai numatyti 5 ventiliatoriai, kurie vėdins patalpas gamybos metu. Kadangi kaitinama derva išskiria sveikatai kenksmingas dujas ir norint užtikrinti sveikatai nekenksmingas sąlygas, būtina pasirūpinti švaraus deguonies aprūpinimu gamykloje.

7. TIRIAMASIS PROJEKTAS

Ivadas

Pasaulyje mažėjant gamtinių išteklių, visose pramonės šakose yra atliekama naujų inovatyvių ir optimalių sprendimų paieška, siekiant šiuos išteklius naudoti efektyviau. Statybos pramonėje daug dėmesio skiriama inovatyvių konstrukcinių sprendimų paieškai ir įgyvendinimui, siekiant užtikrinti didesnę statinių konstrukcijų saugą, patikimumą ir ilgaamžiškumą. [35]

Kompozitinės medžiagos statybos pramonėje pradėtos naudoti palyginti neseniai. Pastaraisiais dešimtmečiais jie vis plačiau naudojami statant naujus ir stiprinant eksploatuojamus statinius bei jų konstrukcijas.

Statybinių konstrukcijų srityje kompozitinės medžiagos dažniausiai naudojamos:

- 1) kaip strypinė armatūra betoninėms konstrukcijoms;
- 2) kaip išorinė lakštinė armatūra eksploatuojamoms konstrukcijoms stiprinti;
- 3) kaip statybiniai profiliuočiai;

Naujų medžiagų naudojimas realių statinių konstrukcijoms neišvengiamai susijęs su tam tikra rizika. Nors pasaulyje jau sukaupta nemaža kompozitiniais strypais armuotų konstrukcijų projektavimo, statybos ir eksploatacijos patirtis, tačiau dėl didelės kompozitinės armatūros įvairovės ir specifinių mechaninių savybių kompozitiniais strypais armuotų konstrukcijų projektavimas išlieka gana sudėtingu uždaviniu.

Kompozitinė armatūra yra viena iš įprastinės plieninės armatūros alternatyvų dėl to, kad ji yra atspari korozijai, ilgaamžiška ir ekonomiška. Statybinėms konstrukcijoms kompozitinė armatūra pradėta naudoti prieš kelis dešimtmečius. Prireikė dar kelių dešimtmečių, kol buvo išstobulinta kompozitinės armatūros gamybos technologija, iš dalies išspręsti jos sąveikos su betonu klausimai, parengtos projektavimo rekomendacijos, o svarbiausia – iki konkurencingos sumažinta kompozitinės armatūros kaina.

Polimerinę kompozitinę armatūrą ir jos savybes labiausiai tiria JAV, Japonija, Vokietija, Olandija. O stambiausios gamintojos JAV, Kanada, Vokietija, Rusija ir Ukraina. Lietuvoje kompozitinės armatūros tyrimai pradėti 2011 m. Gamybos technologiją šio tipo armatūros gaminiams gaminti yra įsigijusi AB „Aksa“, tačiau kol kas gamyba nėra sertifikuota.

7.1. Literatūros analizė

Šiame darbe nagrinėjama polimerinė stiklo pluošto armatūra, ji naudojama kaip alternatyva pakeisti plieninę armatūrą. Tiriama pagrindinė armatūros paskirtis lenkiamasis stipris.

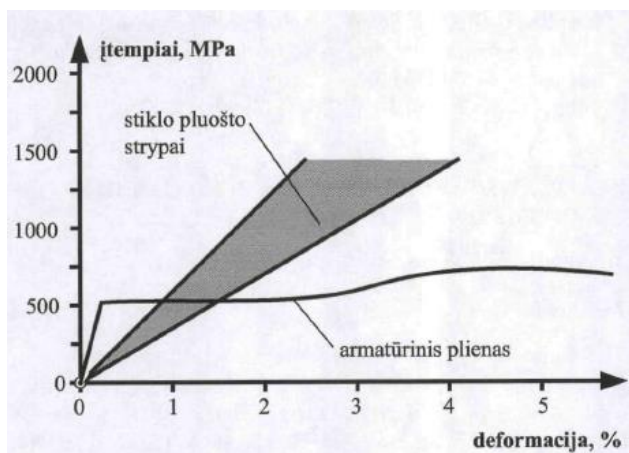
Literatūroje rašoma pagrindinės priežastys kodėl stiklo pluošto armatūra yra gaminama ir naudojama [45].

- Atsparumas korozijai leidžia armatūrą naudoti agresyvioje rūgštinėje aplinkoje, nebijo įvairių į betoną dedamų priedų dėl to konstrukcija tampa ilgaamžiška iki 80 metų;
- Atsparumas cheminėms medžiagoms (druskos ir sieros rūgštims, jūros vandeniui).
- Atsparumas tempimui yra apie 3 kartus didesnis nei plieno armatūros; tai leidžia tam tikromis sąlygomis naudoti mažesnio skersmens armatūrą;
- Šiluminis plėtimosi koeficientas tapatus betono rodikliui, kas apsaugo nuo plyšių susidarymo esant temperatūros pokyčiams;
- Stiklo pluošto armatūra - puikus šilumos izoliatorius. Naudojant tokią armatūrą bus išvengta šilumos tiltelių jungiant namo laikančiąją konstrukciją su apdailos mūru, stiklo pluošto armatūros šilumos laidumo koeficientas apie 10 kartų mažesnis už plieno, tai leidžia išvengti šalčio tiltelių, sumažina bendrą konstrukcijos šilumos laidumą;
- Mažesnis armatūros svoris sumažina transportavimo išlaidas 25 – 30 %, taip pat lengviau montuoti armatūros tinklą ir tūrines konstrukcijas, armatūra taip pat lengvai apdirbama (pvz.: pjaustant) statybos aikštelėje.
- Nelaidumas elektros srovei. Tokia armatūra tinka sąlygose, kai pastatas veikiamas radio ar elektromagnetinių bangų, elektrostatiinių laukų. (Pvz.: šiluminės elektrinės).
- Statinių eksploataavimo priežiūros nebuvimas. Įprastiniuose gelžbetoniniuose elementuose esanti plieninė armatūra dėl atsiradusių mikro ar makro plyšių koroduoja, ko pasėkoje reikia nuolat rūpintis konstrukcijos remontu. Naudojant polimerinę armatūrą priežiūros nereikia, kadangi įprastinis aplinkos poveikis korozijos nesukelia.

Šios savybės skatina plačiau naudoti šio tipo armatūrą, tačiau svarbiausias aspektas, dėl kurio armatūra naudojama betono gaminiuose yra betono su armatūra atsparumas lenkimui. Konstrukciniu požiūriu, tokios apkrovos tenka sijoms, perdangoms ar denginio plokštėms, sąramoms, tiltų konstrukcijoms, santvaroms ir kitiems konstrukciniams elementams.

Norint betoniniuose lenkiamuose elementuose kaip armuojančią medžiagą naudoti polimerinę stiklo pluošto armatūrą ir pasiekti konstrukcijai keliamus stiprumo ir saugumo reikalavimus, kokie yra naudojant plieninę armatūrą, reikia išpildyti papildomas sąlygas tiriant

šios naujos armatūros darbą betone. Tyrimai Lietuvoje atliekami VGTU universitete. Šiuo metu VGTU laboratorijoje buvo atliekamas tyrimas – betoninių sijų armuotų kompozitiniais strypais pleišėjimo ir deformacijų analizė. [49] Šio tyrimo tikslas buvo išsiaiškinti kaip būtų galima sumažinti trapius pobūdžio konstrukcijų suirimą, ją lenkiant. Sumažinti lenkiamos konstrukcijos įlinkį ir atsivėrusių plyšių plotį, armuojant stiklo pluošto armatūra.



7 Pav. Stiklo pluošto ir plieno bandinių deformacijų priklausomybė tempimo jėgos.

pradėtų dėl gniuždomojo betono. Armuoto betono konstrukcijų irimas dėl gniuždomojo betono dažnai vadinamas pseudoplastiniu, nes tokio irimo metu pasireiškia riboto dydžio plastinės deformacijos. Vienas iš būdų padidinti betono plastiškumą yra dispersinio armavimo naudojimas. Dispersiškai plieno plaušu armuotas betonas įgyja geresnes mechanines savybes: padidėja gniuždomasis stipris, ribinės suirimo deformacijos ir atsparumas pleišėjimui, gniuždomojo betono irimas tampa daug plastiškesnis. Trumpi plieno plaušeliai visomis kryptimis kerta atsivėrusį plyšį, taip suvaržydami plyšio atsivėrimą. Dėl bendros betono ir plieno plaušo sąveikos konstrukcija tampa standesnė.

Taigi šiame bandyme pateikiami dviejų sijų, apkrautų dviem koncentruotomis jėgomis, bandymo rezultatai. Viena sija buvo armuota polimerine stiklo pluošto armatūra, kitoje į betono mišinį papildomai įdėta plieno plaušo. Eksperimentinio tyrimo tikslas yra ištirti plieno plaušo įtaką stiklo pluošto armatūra armuotų elementų pleišėjimui, deformacijoms ir laikomajai galiai. Gauta, kad lenkiama sija, kurioje buvo naudojamos plieninės plaušo fibros kreivis mažesnis 20 %, o vidutinis atsivėrusio plyšio plotis 53 %, mažesnis už sijelę, kur nėra papildomai armuota plieno plaušu. Taip pat skirėsi ir sijelių suirimo pobūdis, sijelė be plieno plaušo suiro skersiniame pjūvyje, o sijelėje su plieno plaušu irimas vyko dėl gniuždomo betono ir suirimo pobūdis nebuvo trapius, buvo pastebėti laipsniškai plintantys išilginiai plyšiai gniuždomoje zonoje.

7.2. Tyrimų metodika

Tiriamąo projekto tikslai yra susipažinti su darbo metodika statybinių medžiagų laboratorijoje ir padaryti atlikto darbo ataskaitą. Susipažindinama su naudojamais betono užpildais, parenkami jų kiekiai, nustatoma granulimetrinė užpildų sudėtis, atliekamas betono mišinio slankumo bandymas, ir atliekami standartinių betono kubelių gniuždymo ir skėlimo bandymai. Taip pat atliekamas lenkimo bandymas su betoninėmis sijomis jas armuojant plienine ir stiklo pluošto armatūra, bei pateikiama šių bandinių (sijų) lyginamoji gautų rezultatų analizė.

Tiriamąo projekto eigoje buvo suformuojamos dvi poros sijelių. Naudojama dvi 8 mm skersmens stiklo pluošto armatūros vienai sijelei armuoti, bei dvi 8 mm skerspjūvio plieno armatūros kitai sijelei armuoti. Taip pat suformuojami analogiški bandiniai su 10 mm skerspjūvio armatūra. Lyginami šių bandinių stiprio lenkiant gaunami rezultatai.

Bandymams atlikti reikėjo suformuoti betono gaminius – sijeles, su kuriomis laboratorijoje atlikome lenkimo bandymą, taip pat buvo suformuojami ir naudojami betono kubeliai, kuriuos vėliau reikėjo sugniuždyti taipogi atlikome betono kubelių skėlimo bandymą, ir nustatėme naudojamą betono stiprio klasę.

Bandiniams pagaminti ruošėme betono mišinį, kuriam paruošti naudojome smulkų užpildą (smėlis 0/4 frakcijos), stambų užpildą (žvirgždas 4/16 frakcijos), vandenį, cementą ir superplastiklį.

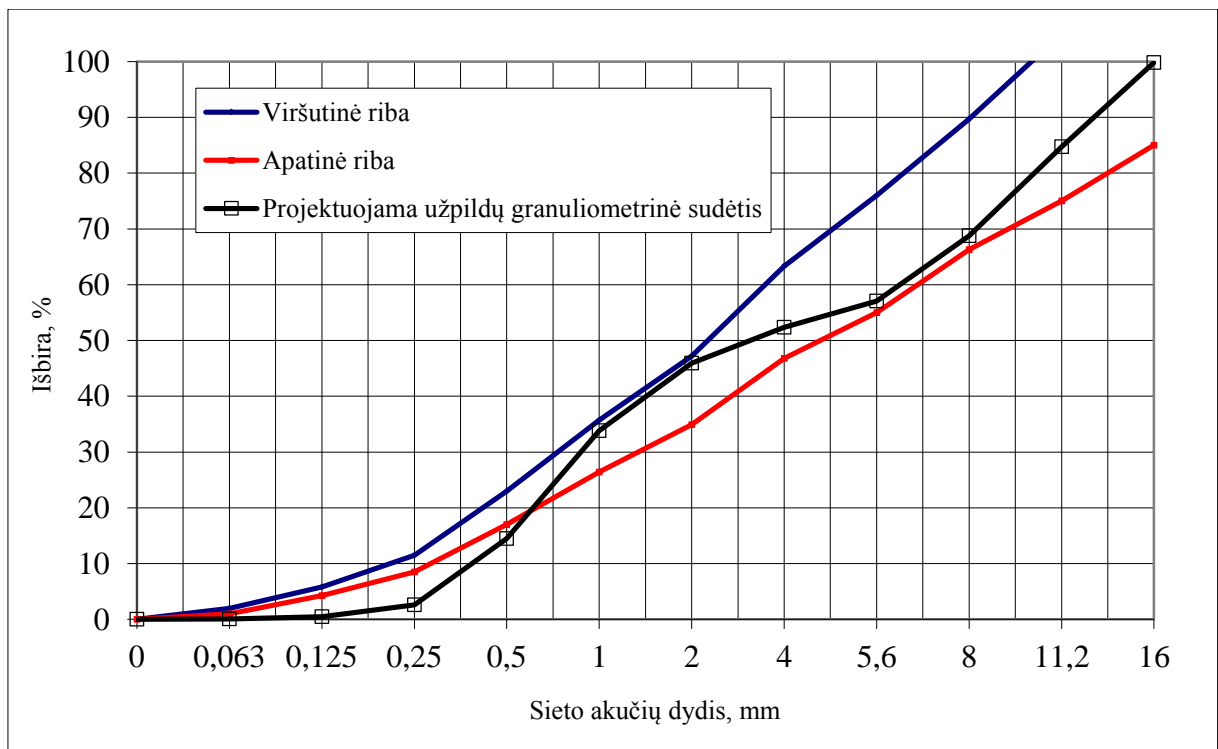
Užpildai turi būti fracionuoti, švarūs ir atitinkantys gaminamo betono paskirtį. Smulkusis užpildas smėlis turi būti švarus molio ir dulkių kiekis neturi viršyti 3 %. [34]. Užpildai turi būti tokio stambumo, kad betono mišinys laisvai tekėtų tarp armatūros strypų juos gerai padengtų. Norint patikrinti ar užpildai tinkami naudoti projektuojamam betono mišiniui reikia atlikti užpildų granulimetrinės sudėties tyrimą ir patikrinti ar užpildų dalelių išbirų kiekis per sietus tenkina LST EN 12620 [28] standarto rekomenduojamas ribas. Granulimetrinei užpildų sudėčiai nustatyti naudojami kontroliniai sietai kvadratinėmis akelėmis. Naudojamų sietų akučių matmenys, užpildų masė ant sietų ir išbirų kiekis procentais, pateikiami 7.3.1 lentelėje.

7.3.1 lentelė. Užpildų granulimetrinės sudėties tyrimo ir skaičiavimo rezultatai.

	Smėlis	Žvirgždas
	0/4 fr	4/16 fr
	13,350	13,965
Bendras užpildų kiekis	27,315	
Vieneto dalys pagal sudėties projektavimą	0,489	0,511
Vieneto dalys pagal granulimetrinę kreivę	0,540	0,460
Skirtumas procentais	-5,13	5,13

Sieto akučių skersmuo mm	Smėlis fr 0/4	Žvirgždas fr 4/16	Smėlis fr 0/4	Žvirgždas fr 4/16	Suminis
	Masė, g		Išbira, %		
31,5	0,0	0,0	100,00	100,00	100,00
22,4	0,0	0,0	100,00	100,00	100,00
16	0,0	22,9	100,00	99,54	99,79
11,2	0,0	1636,1	100,00	66,82	84,74
8	6,5	1730,8	99,87	32,20	68,74
5,6	36,9	1226,0	99,13	7,68	57,06
4	118,5	371,1	96,76	0,26	52,37
2	593,7	3,5	84,88	0,19	45,92
1	1119,5	1,4	62,48	0,16	33,81
0,500	1784,5	3,6	26,77	0,09	14,50
0,250	1098,5	1,8	4,79	0,05	2,61
0,125	195,3	0,7	0,89	0,04	0,50
0,063	35,3	1,0	0,18	0,02	0,10
0	9,0	0,8	0,00	0,00	0,00
suma	4997,7	4999,7			
	Vnt. dalys		0,540	0,460	

Projektuojamos užpildų granulimetrinės sudėties kreivė atsižvelgiant į rekomendacines kreives pavaizduota 8 paveiksle.



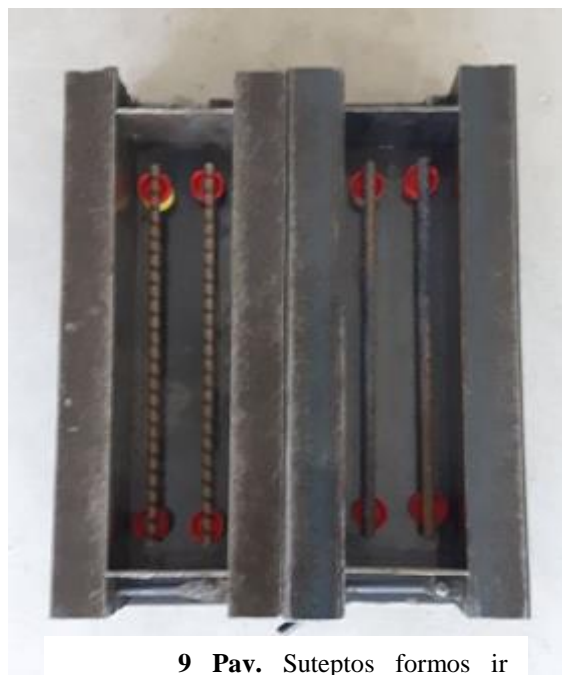
8 Pav. Rekomenduojama betono mišinio smulkaus ir stambaus užpildų granulimetrinė kreivė.

Kai užpildų granulimetrinės sudėties tyrimas buvo atliktas, tada projektavome betono mišinio sudėtį. Be jau minėtų užpildų naudojome rišamąją betono medžiagą portlantcementį *CEM I 42,5 R* markės cementą. Taip pat betono mišiniui gaminti naudojome vandenį, kuris turi būti švarus, be betono kietėjimą stabdančių priemaišų. Betono mišinio slankumui padidinti naudojome superplastiklį „PowerFlow1124“.

Kada jau visos medžiagos suruoštos ir žinomi jų kiekiai pradedamas bandinių betonavimo procesas. Pirmiausia paruošiamos metalinės formos bandiniams formuoti. Jos nuvalomas sujungiamos į formas ir jų paviršiai sutepami specialiu tepalu, kad betono bandinius vėliau būtų lengva išformuoti. Kai formos paruošiamos, jose naudojant plastikinius fiksatorius, sudedama reikiama armatūra, kaip pavaizduota 9 paveiksle



Kai formų paruošimas baigiamas pradedamas betono mišinio maišymo procesas. Maišoma laboratorijoje, specialia elektrine betono maišykle „Zyklos“. Pirmiausia į maišyklę supilama smulkus ir stambus užpildai, tada beriamas reikiamas kiekis cemento ir įjungiamą maišyklė. Vykdomas sausasis medžiagų maišymas. Maišant pro maišyklės viršų esančią angą pilamas reikiamas vandens kiekis, galiausiai įpilamas superplastiklis ir betono mišinys maišomas dar 2 min.



9 Pav. Suteptos formos ir formose sudėta stiklo pluošto ir plieno armatūra.

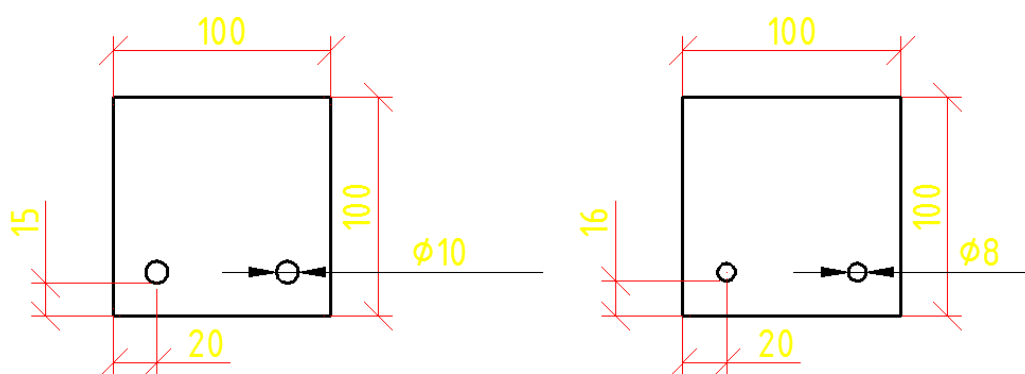
Prieš pilant mišinį į formas atliekamas betono mišinio slankumo bandymas pagal LST EN 12350-2:2009 [29] standartą. Skirtingos

konsistencijos betono mišinio slankumo bandymas yra tinkamas, kai slankumas yra nuo 10 mm iki 210 mm. Už šių ribų slankumo matavimas neatliekamas ir turi būti pasirenkami kiti konsistencijos nustatymo metodai. Matavimas vykdomas naudojant specialų šiam bandymui tinkantį standartinį Abramsso kūgį.

Atlikus slankumo bandymą, betono mišinys supilamas į formas, kurių matmenys 100 x 100 mm ir 400 x 100 x 100 mm. Betono mišinys buvo tankinamas vibroaiškštele ir paliekamas kietėti formose 2 paras.

Po 2 parų bandiniai išformuojami, nulyginami bandinių kampai ir jie sudedami į 20 ° C temperatūros vandens vones. Bendras betono kietėjimo laikas 14 parų. Visa ši procedūra vykdoma ir antrą kartą gaminant analogiškus bandinius tik su kito skerspjūvio armatūra.

Taigi iš viso pagaminamos keturios sijelės, kurių matmenys 400 x 100 x 100 mm. Sijelėms naudojama po dvi armatūros kiekvienoje. Visų armatūros strypų ilgiai po 360 mm. Bandiniams naudojami 8 ir 10 mm skersmens stiklo pluošto ir plieno armatūra. Armavimo schema bandinyje pavaizduota 10 paveiksle.



10 Pav. Armatūros armavimo schema sijelės skerspjūvyje.

Taip pat gaminami 8 betono kubeliai, kurių matmenys 100 x 100 x 100 mm. 4 Iš jų bus gniuždomi presu ir apskaičiuojamas betono stipris gniuždant.

LST EN 12390-3 [30]

LST EN 12390-5 [30]

Kiti 4 kubeliai bus skeliami ir bus nustatomas, betono stipris skeliant, naudojant kitą įrenginį. Iš kiekvienos partijos bus imama po du kubelius, kiekvienam bandymui atlikti. Tuo pačiu presu, tik papildomai naudojant kompiuterinę programą, bus tiriamas armuotų betono sijelių stipris lenkiant, ir pavaizduojami betono sijos stiprio lenkiant priklausomybės nuo įlinkio grafikai.

7.3. Rezultatai

Pabaigus smulkių ir stambių užpildų granulimetrinės sudėties tyrimą, apskaičiavus procentinę bendrąją išbirą pro sietus, ir pagal gautus rezultatus 7.3.1 lentelėje, nubraižomas grafikas, pavaizduotas 8 paveiksle. Iš gautų rezultatų galima padaryti granulimetrinio tyrimo rezultatų apibendrinimą. Grafike matyti, kad projektuojamų užpildų granulimetrinės sudėties

kreivė išeina iš rekomenduojamų kitų dviejų kreivės ribų. Galima daryti išvadą, kad projektuojamo betono sudėtyje trūks smulkiojo užpildo nuo 0 iki 0,5 mm skersmens dalelių. Tai yra dėl to, nes ant šių sietų reikiamo smulkumo smėlio dalelių masė nėra pakankama. Norint išspręsti šią problemą reikėtų naudoti reikiamą trūkstantį kiekį mikroužpildų arba naudoti daugiau cemento projektuojamame betono mišinyje. To nepadarius betone bus nepageidaujamų porų, gali susidaryti nepageidaujamas betono mišinio išsisluoksniavimas ir vandens atsiskyrimas. Betonui kietėjant gali susidaryti per didelės traukimosi deformacijos. Taip pat projektuojamo mišinio bendras užpildų kiekis pagal sudėties projektavimą 5,13 %, skiriasi nuo granulimetrinės kreivės rekomendacijų.

Atliekant betono mišinio slankumo bandymą du kartus gautas kūgio nuoslūgis atitinkamai yra atitinkamai 21 ir 20 *cm*, pagal tai galima nustatyti betono slankumo klasę. Betono slankumas turi 4 pagrindines klases. S1, S2, S3, S4. Mūsų betono mišinys atitinka S4 klasę, nes kūgio nuoslūgio ribos yra (160 – 210 *mm*) [29]. Taigi galima daryti išvadą, kad mūsų betono mišinys bandiniams gaminti yra labai slankus, dėl naudojamo superplastiklio.

Betono kubelių stipris gniuždam nustatomas hidraulinio preso pagalba. Bandiniai iš vandens išimami ne anksčiau kaip 15 *min* prieš bandymą, jie turi būti nušluostyti ir turi šiek tiek apdžiūti. Apkrova bandymo metu tolygiai didinama standarte LST EN 12390-3 [30] nurodytu intensyvumu iki bandinio suirimo. Bandymo skaičiavimo rezultatai pateikiami 7.4.1 lentelėje.

7.4.1 lentelė. Gniuždymo bandymo rezultatai.

Kietėjimo trukmė, paromis	Bandinio Nr.	Matmenys	Tankis, ρ	Gniuždo mas plotas, A ,	Gniuždy mo jėga, F	Gniuždomasis stipris, f_c , F/A	Betono stiprio klasė
		<i>mm</i>	<i>kg/m³</i>	<i>mm²</i>	<i>N</i>	<i>MPa</i>	
14	1	100,3x100,9x100,6	2395	10120,3	436300	43,11	C30/37
14	2	101,0x100,9x100,1	2386	10190,9	433400	42,53	C30/37
Vidurkis:			2390,5	10155,6	434850	42,82	C30/37
14	5	101,4x101,4x100,8	2377	10282,0	461800	44,91	C30/37
14	6	101,6x100,8x100,1	2384	10241,3	453100	44,24	C30/37
Vidurkis:			2380,5	10261,7	457450	44,58	C30/37

Remiantis 7.4.1 lentelėje pateiktais skaičiavimais, visi kubeliai atitinka tą pačią betono stiprio klasę C30/37, antros partijos kubeliai yra šiek tiek stipresni turbūt dėl sutankinimo kokybės.

Betono kubelių stipris skeliant nustatomas hidraulinio preso pagalba. Prieš tai bandinys nušlifuojamas, nes jo paviršius turi būti lygus. Bandant kubo formos bandinius naudojamos plieninės apvalios jėgos perdavimo detalės (viršuje ir apačioje), tarp kurių per

vidurį tolygiai įstatomas bandinys ir preso pagalba vykdomas skėlimo bandymas [36]. Apkrova bandymo metu tolygiai didinama standarte LST EN 12390-3 [30] nurodytu intensyvumu iki bandinio suirimo. Bandymo skaičiavimo rezultatai pateikiami 7.4.2 lentelėje.

7.4.2. lentelė. Betono kubelių stiprio skėliant bandymo rezultatai.

Kietėjimo trukmė, paromis	Bandinio Nr.	Matmenys	Tankis, ρ	Irimo plotas, A ,	Skėlimo jėga, F	Stipris skėliant, f_{sk} , F/A
		<i>mm</i>	<i>kg/m³</i>	<i>mm²</i>	<i>N</i>	<i>MPa</i>
14	3	101,3x102,4x101,8	2391	10424,3	33800	3,24
14	4	100,9x101,7x99,9	2388	10159,8	38800	3,82
Vidurkis:			2389,5	10292,1	36300	3,53
14	7	100,9x100,9x100,9	2381	10180,8	41200	4,05
14	8	100,9x101,0x100,7	2385	10170,7	36900	3,63
Vidurkis:			2383	10175,8	39050	3,84

Čia: $A = l \cdot t$;

7.4.1

A – Irimo plotas, mm^2 ;

l – Irimo ilgio dviejų matavimų vidurkis, vienas kubelio viršuje kitas apačioje, mm ;

t – Kubelio suirimo plokštumos aukštis, mm , pagal trijų matavimų vidurkį, vienas per vidurį ir du prie galų.

Remiantis 7.4.2 lentelėje pateiktais skaičiavimais, matoma, kad antros partijos kubeliai yra šiek tiek atsparesni skėlimo jėgai, tai irgi įtakos turi bandinių sutankinimo kokybė, skėlimo plokštumos parinkimas ir gali būti ne visai tiksliai įstatytas kubelis tarp skėlimo perdavimo elementų (įstatyta įstrižai).

Galiausiai atliktas lenkimo bandymas, kuris turi atsakyti į svarbiausią klausimą, kuri armatūra geriau dirba konstrukcijos lenkimo atveju.

Lenkimo bandymas atliekamas hidraulinio preso pagalba. Sijelė specialiomis metalinėmis detalėmis įtvirtinama į lenkimo įrenginį. Po sijelės 3 cm atstumu nuo jos galų dedami du metaliniai ritinėliai, o viršuje per sijelės vidurį dedamas dar vienas ritinėlis jis liesis su preso spaudimo plokštuma. Atstumas tarp atramų 330 mm. Specialių metalinių laikiklių pagalba, tvirtinami du jutikliai, kurie lenkiant sijelę perduos kompiuteriui įlinkio pokytį didėjant apkrovos jėgai, o kompiuterinė programa „TestXpert“ brėžia grafiką, kuris rodo įlinkio priklausomybę nuo lenkimo jėgos. Taip pat ši programa nurodo ir skaitines, šių parametru reikšmes.

Betono sijelių stiprio lenkiant bandymo duomenys ir rezultatai pateikiami 7.4.3 lentelėje.

7.4.3 lentelė. Betono sijelių stiprio lenkiant bandymo duomenys ir rezultatai.

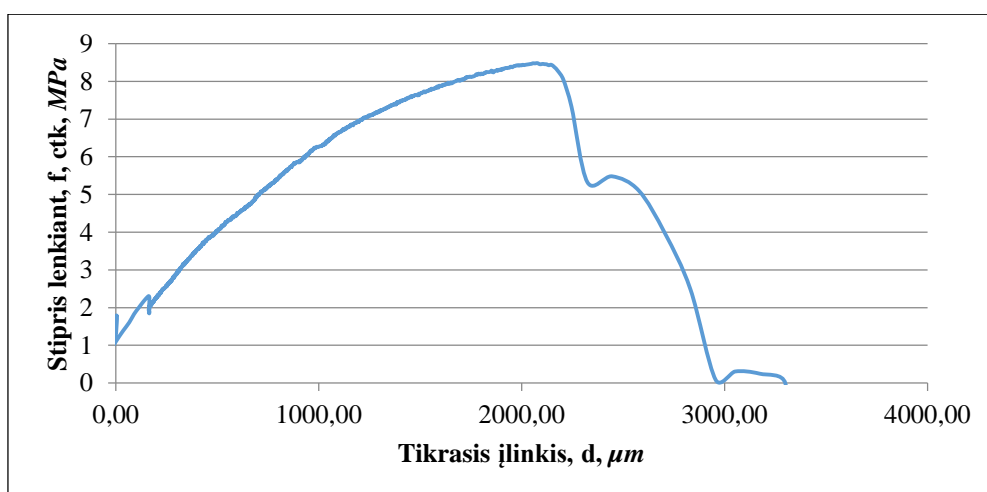
Kietėjimo trukmė, paromis	Bandinio Nr.	Matmenys	Armatūros tipas	Atstumas tarp atramų, l	Lenkimo jėga, $\max F$	Stipris lenkiant, f_{ctk} , $1,5F \cdot l/b \cdot h^2$
		mm		mm^2	N	MPa
14	9	101,3x100,3x399,5	8 mm, stiklo pluošto	330	17460	8,48
14	10	100,4x101,2x399,9	8 mm, plieninė	330	31440	15,14
14	11	100,4x100,2x399,6	10 mm, stiklo pluošto	330	26370	12,95
14	12	100,5x101,4x399,0	10 mm, plieninė	330	31430	15,06

Čia: l – atstumas tarp atramų, mm ;

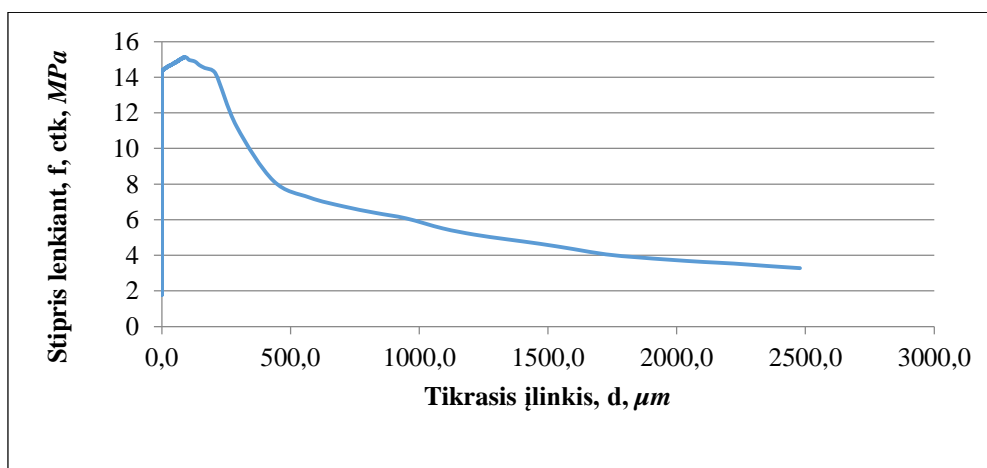
b – bandinio plotis, mm ;

h – bandinio aukštis, mm ;

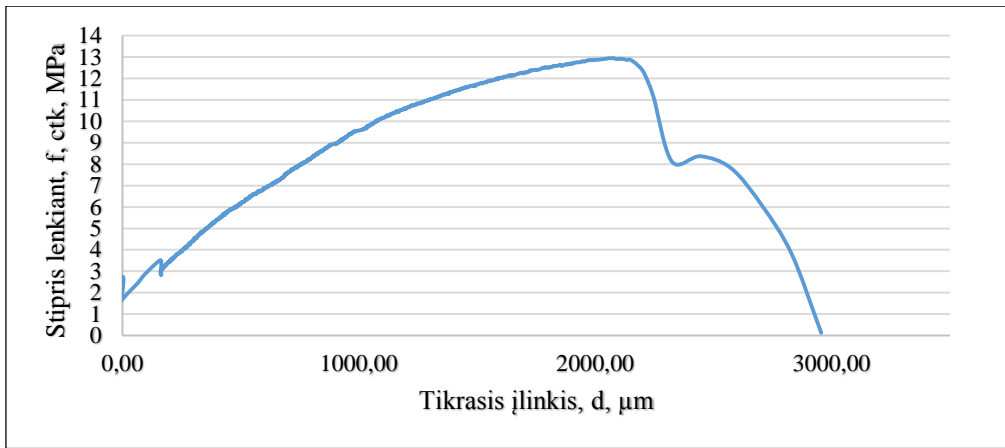
Duomenys gauti programa „TestXpert“ perskaičiuojami ir nubraižomi grafikai, kurie vaizduoja sijų stiprio lenkiant priklausomybę nuo įlinkio (11,12,13,14 paveikslai).



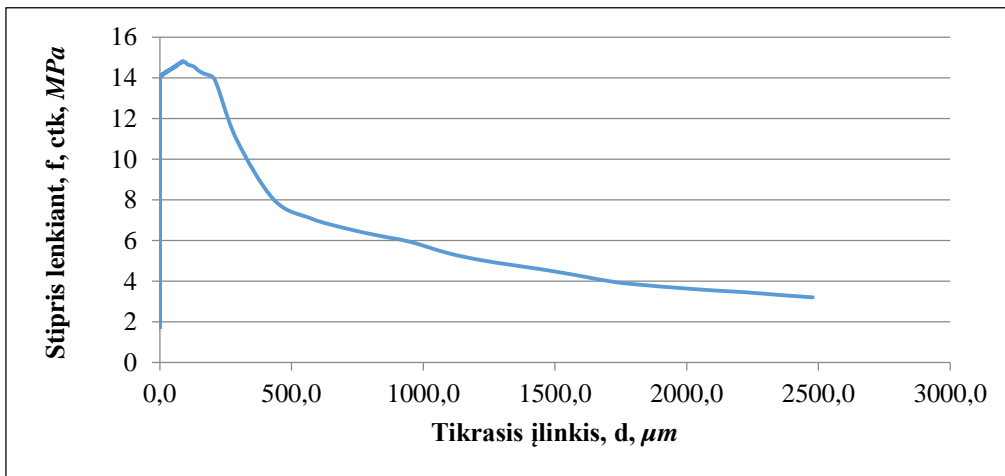
11 Pav. Sijos armuotos, stiklo pluoštu 8 mm skersmens armatūra, stiprio priklausomybė nuo įlinkio.



12 Pav. Sijos armuotos, plienu 8 mm skersmens armatūra, stiprio priklausomybė nuo įlinkio.



13 Pav. Sijos armuotos, stiklo pluoštu 10 mm skersmens armatūra, stiprio priklausomybė nuo įlinkio.



14 Pav. Sijos armuotos, plienu 10 mm skersmens armatūra, stiprio priklausomybė nuo įlinkio.

Remiantis 7.4.3 lentelės duomenimis ir pavaizduotais grafikai galima padaryti išvadas, kodėl gauti tokie rezultatai. Pirmuoju atveju betono stipris lenkiant siją, armuotą plienine armatūra, $f_{ctk} = 15,14 \text{ MPa}$ yra žymiai didesnis negu sijos armuotos su stiklo pluošto armatūra, $f_{ctk} = 8,48 \text{ MPa}$. Tai matyti ir grafikuose, to priežastis manau yra skirtingas šių medžiagų tamprumo modulis, plieno $E = 210 \text{ GPa}$, o stiklo pluošto $E = 50 - 90 \text{ GPa}$. Lyginant tą pačią plieno 8 ir 10 mm skersmens armatūras, lenkimo rezultatai labai panašūs, tai yra todėl, nes šiai sijai, bet kokiame atveju armatūros pakanka tempiamojoje zonoje ir armatūros storio įtaka neturi didelės reikšmės. Antruoju atveju betono stipris lenkiant siją armuotą plienine armatūra, $f_{ctk} = 15,06 \text{ MPa}$ yra šiek tiek didesnis negu sijos armuotos stiklo pluošto armatūra, $f_{ctk} = 12,95 \text{ MPa}$. Tai matyti ir grafikuose.

Lyginant bandinius su stiklo pluošto armatūra, pirmojo ir antrojo bandymo rezultatai labai skiriasi. Bandinio armuoto stiklo pluošto armatūra, kurios skersmuo 10 mm, stipris lenkiant daug didesnis, už bandinio armuoto stiklo pluošto armatūra, kurios skersmuo 8 mm, ($f_{ctk} = 12,95 \text{ MPa} > f_{ctk} = 8,48 \text{ MPa}$) galima daryti prielaidą, kad armatūros storis daro didžiulę įtaką, tačiau taip nėra. Pagrindinė priežastis, kodėl tokie rezultatai, yra stiklo pluošto armatūros kokybė, gamybos technologija šių kompozitinių strypų gan sudėtinga ir norint išgauti

kokybišką gaminį reikia įvertinti daug gamybos operacijų. Šis gaminys nėra homogeniškas lyginant su plieno armatūra, nes naudojama rišamoji medžiaga, derva nevisai tolygiai pasiskirsto viso gaminio skerspjūvyje ir tarp stiklo pluošto gijų atsiranda nekokybiškų vietų gaminio skerspjūvyje, tai lemia gaminio stiprumą [35].

Kita vertus ši armatūra ir nėra rekomenduojama naudoti lenkiamuose konstrukciniuose elementuose, dėl neprognozuojamo irimo pobūdžio veikiant apkrovai ir galimos gaminio kokybės neatitikties.

Pagal deklaruojamas gaminio savybes polimerinės stiklo pluošto armatūros neveikia rūgštinė terpė, todėl ji yra atspari rūgštinės aplinkos sukeliamai korozijai, tačiau yra atlikta tyrimų, kad šis gaminys neatsparus šarminiai terpei.

Yra dvi stiklo pluošto rūšys naudojamos polimeriniai armatūrai gaminti, tai S stiklo pluošto tipas ir E stiklo pluošto tipas. Pastarasis yra atsparus šarminės aplinkos sukuriamai korozijai, [50] tačiau brangesnis. Į šį pluoštą gamintojas deda didesnę kiekį petrositalų. Petrositalai – tai kristalinės medžiagos, gautos iš išsiliejusių kalnų uolienu bazalto, diabazo, sienito, gneisų ir skalūnų, taip pat dedama smėlio, molio, kaolino, gneiso ir kitų priemaišų. Šių medžiagų mišinys sudaro gaminiui – stiklo pluoštui, atsparumą šarmams, dilimui. Gaunamas didesnis pluošto mechaninis stiprumas ir būna geresnis sukibimas su polimerine derva.

Išvados

Tiriamąjį darbą metu tyrėme skirtingų skerspjūvių, 8 ir 10 mm plieninės armatūros ir stiklo pluošto armatūros įtaką, armuojant lenkiamus betono elementus, rezultatai patvirtino išankstinę prognozę, kad betoninės sijelės armuotos plienine armatūra, lenkime dirba geriau nei stiklo pluošto armatūra. Taigi kompozitinė stiklo pluošto armatūra, nėra patikima konstrukciniuose lenkiamuose elementuose. Tačiau literatūrinėje analizėje pateikiau bandymo pavyzdį, kuriuo nustatoma, kad lenkiamajame elemente papildomai į betoną dedant plieninių fibrų ir armavimui naudojant stiklo pluošto armatūrą, suirimo pobūdis pasikeičia. Metalinės fibros suteikia betonui plastiškumo, tai reiškia, kad gniuždomo betono irimas tampa plastiškesnis, nes plieninės fibros visomis kryptimis kerta atsivėrusį plyšį ir taip suvaržo plyšio atsivėrimą. Dėl to konstrukcija tampa standesnė.

Naudojant E tipo stiklo pluoštą ir iš šio pluošto gaminant kompozitinius stiklo pluošto armatūros gaminius, išvengiama neigiamo šarminės betono aplinkos poveikio šio tipo armatūrai.

Kita vertus jeigu polimerinės stiklo pluošto armatūros nenaudotume lenkiamuose elementuose, ją būtų galima naudoti kelių tiesyboje, kur kelio danga ne asfaltuojama, o

betonuojama, kas yra populiariu vakarų Europoje. Taip pat kituose lauko darbuose, jūros pakrantės zonoje ir panašiose vietose, kur plieninę armatūrą gali paveikti rūgštinė aplinka.

Išaugus energinio pastatų efektyvumo reikalavimams, šią armatūrą būtų galima naudoti mūro darbuose jungiant apdailinį mūrą su laikančiąja konstrukcija, kur naudojant šią armatūrą būtų išvengiama šalčio tiltelių, taip pat ir grindų armavime. Ši armatūra patogi naudoti dėl savo mažos masės ir ją taip pat lengva mechaniškai apdirbti.

NAUDOTA LITERATŪRA

Norminiai statybų teisės dokumentai:

1. STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“
2. STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“
3. STR 1.01.08:2002 „Statinio statybos rūšys“
4. STR 1.04.04:2017 „Statinio projektavimas, projekto ekspertizė“
5. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) Nr. 305/2011
6. STR 2.01.01:2005 „Mechaninis patvarumas ir pastovumas“
7. STR 2.01.01:1999 „Gaisrinė sauga“
8. STR 2.01.01:1999 „Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“
9. STR 2.01.01:2008 „Naudojimo sauga“
10. STR 2.01.01:2008 „Apsauga nuo triukšmo“
11. STR 2.01.01:2008 „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“
12. Lietuvos Respublikos statybos įstatymas
13. STR 1.05.06:2010 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“
14. STR 1.05.01:2017 „Statybą leidžiantys dokumentai“
15. STR 1.08.02.2002 „Statybos darbai“
16. STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“
17. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“
18. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“
19. STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“
20. STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“
21. STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“
22. STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“
23. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“

Standartai ir normos:

24. LST EN 12654-(1,2,3):2001 – Gaminio žaliavos, stiklo pluošto gijų gamybos reikalavimai, „Žymėjimai, gijų gamyba, gaminio bandymo metodai ir bendrieji techniniai reikalavimai ir reikalavimai bendrosios paskirties siūlams“
25. LST EN 16245-(1,2,3):2013 – Gaminio žaliavos, termoreaktyviosios dervos gamybos reikalavimai, „Bendrieji reikalavimai, specialieji dervų priedų, dervų užpildų reikalavimai, matricos medžiagų reikalavimai“

26. LST EN 13706 - (1,2,3) – Gaminio gamybos ir kokybės techniniai reikalavimai, gaminant polimerinės armatūros gaminius, pultrūzijos būdu.
27. LST EN ISO 14001 – Tarptautinis aplinkos apsaugos vadybos sistemos sąvadas.
28. LST EN 12620 ir LST EN 1974 – Granuliometrinės smulkaus ir stambaus užpildo tyrimas ir rekomendacinių kreivės ribų nustatymas.
29. LST EN 12350-2:2009 – Betono mišinio slankumo bandymas.
30. LST EN 12390-(2,3) – Betono standartinių kubelių stiprio gniuždant ir skeliant bandymas ir bandymo metodika
31. HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“
32. HN 98:2000 “Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietimo ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“
33. HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“

Mokslinė literatūra:

34. Vaitkevičius V., Augonis A., Grinys A., Navickas A.A. Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas. Mokomoji knyga. Kaunas, 2011, 61-75, 81, 90-91 p.
35. Kaklauskas G., Bačinskas D., Gribniak V., Jakubovskis R., Ulbinas D., Gudonis E., Meškėnas A., Timinskas E., Sokolov A. Kompozitais armuotos betoninės konstrukcijos. Vadovėlis. Vilnius 2012, 125-163 p.
36. Ivanauskas E., Augonis A., Gečys R., Vaitkevičius V. Statybinių medžiagų laboratoriniai darbai. Mokomoji knyga. Kaunas, 2011, 97 – 99 p.
37. Statybos resursų skaičiuojamosios rinkos kainos (pagal 2016 m. Darbo, medžiagų, gaminių, mašinų ir mechanizmų eksploatacijos rinkos kainas”. Vilnius, 2016. UAB “Sistela”

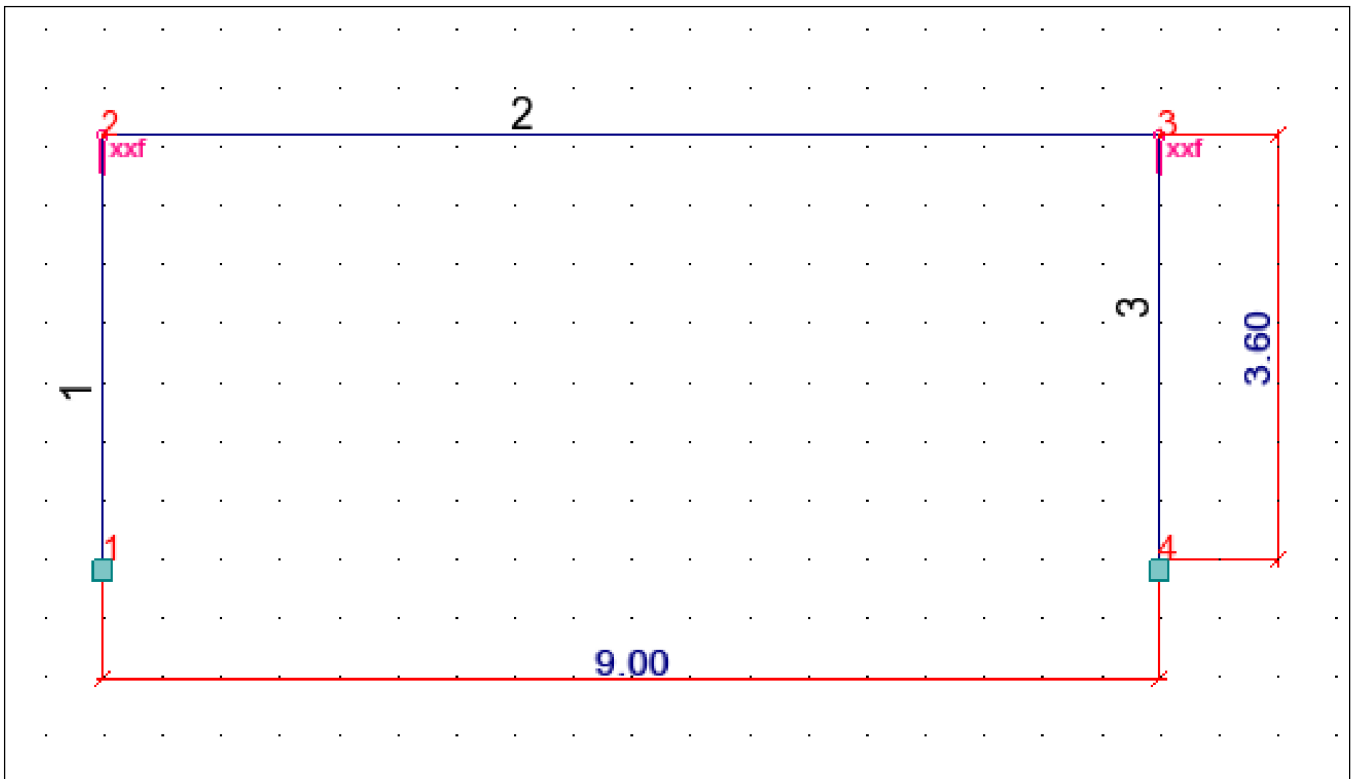
Prieiga per internetą:

38. Vėjų rožei nustatyti [žiūrėta 2016-11-06] Prieiga per internetą:
<http://www.meteo.lt/klim.lt/klimatas.php?tipas=vejas>
39. Informacija apie pramonines grindis [žiūrėta 2016-11-27] Prieiga per internetą:
<http://www.eigvida.com/pramoniniu-grindu-medziagos/korodur-diamond-25/lt/>
40. Informacija apie surenkamas sienines plokštes [žiūrėta 2016-11-27] Prieiga per internetą:
<http://www.paroc.com/solutions-and-products/solutions/sandwich-panels/paroc-sandwich-panels>
41. Informacija apie kompozitus [žiūrėta 2016-12-05] Prieiga per internetą:

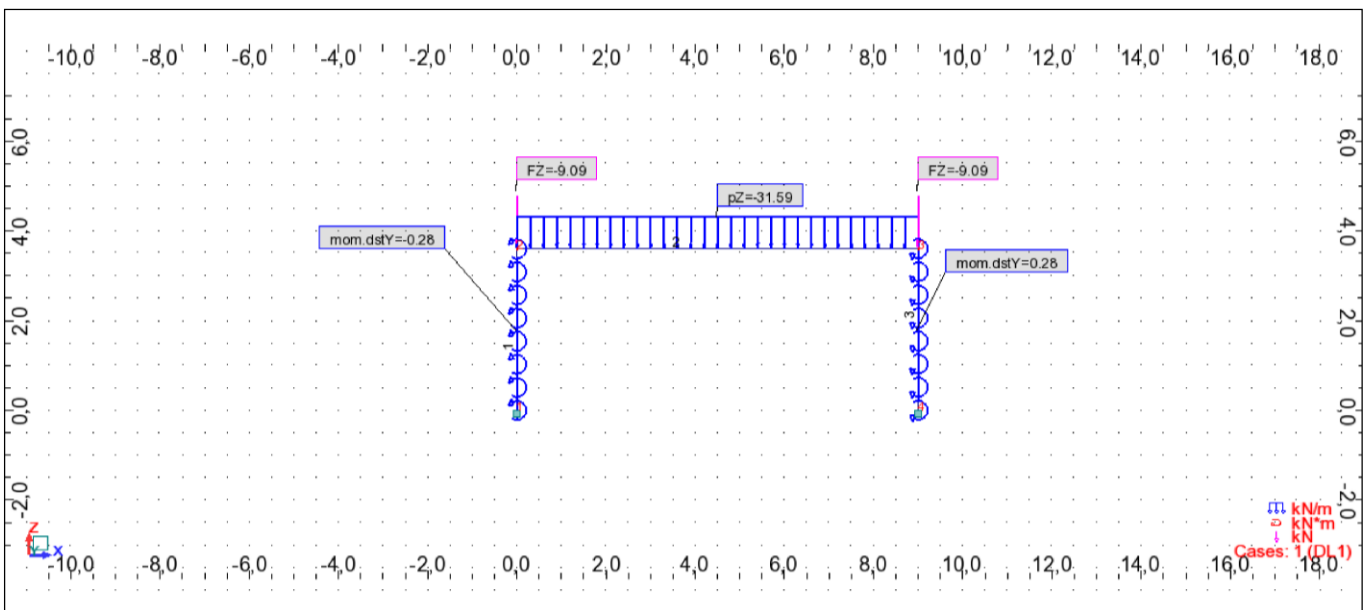
- <http://www.compositus.lt/category/kompozitai-ir-ju-gamyba>
42. Informacija apie stiklą ir stiklo pluoštą [žiūrėta 2016-12-05] Prieiga per internetą:
<https://de2.lt/naudinga-informacija/lentel%C4%97s/2229-stiklo-chemin%C4%97-sud%C4%97tis>
43. Informacija apie polimerinę dervą [žiūrėta 2016-12-11] Prieiga per internetą:
<http://talpykla.elaba.lt/elabafedora/objects/elaba:2147682/datastreams/MAIN/content>
44. Polimerinės armatūros panaudojimas [žiūrėta 2016-12-11] Prieiga per internetą:
<http://www.greenmaterials.lt/-sba-savybes-ir-charakteristikos.html>
45. Polimerinės armatūros privalumai ir trūkumai [žiūrėta 2016-12-12] Prieiga per internetą:
<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/95/1/0/1/article/17747/lengva-armatura-betoninems-konstrukcijoms>
46. Polimerinės armatūros gaminių asortimentas [žiūrėta 2016-12-12] Prieiga per internetą:
<http://www.durisolionamai.lt/stiklo-bazalto-pluoscaronto-armat363ra.html>
47. Gamybos technologinės linijos aprašymui [žiūrėta 2016-12-12] Prieiga per internetą:
<http://fiberglass.com.ua/index.php?id=20>
<https://www.youtube.com/watch?v=vJMEljP0dso>
https://www.youtube.com/watch?v=4MoHNZB5b_Y
<http://www.monolithic.org/link-to/basalt-fiber-rebar>
<http://www.b-composites.net/244.html>
48. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai [žiūrėta 2016-12-18] Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.388658>
49. Informacija apie tiriamojo projekto bandymą [žiūrėta 2016-12-18] Prieiga per internetą:
http://dspace.vgtu.lt/bitstream/1/781/1/15_Timinskas-Jakubovskis_S3.pdf
https://www.google.com/search?q=kompozitiniai-srypais-armuotu-siju-pleisejimo-ir-&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=Q15rWNmiGvTk8Af_lbaQDA
50. Informacija apie šarminę koroziją [žiūrėta 2016-12-19] Prieiga per internetą:
AgAAQBAJ&pg=PA41&lpg=PA41&dq=glass+fiber+and+alkali+reaction&source=bl&ots=a8HDie4AjV&sig=aMl7HifZyRCb_WS61MHezYmBjvw&hl=lt&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=glass fiber and alkali reaction&f=false

PRIEDAI

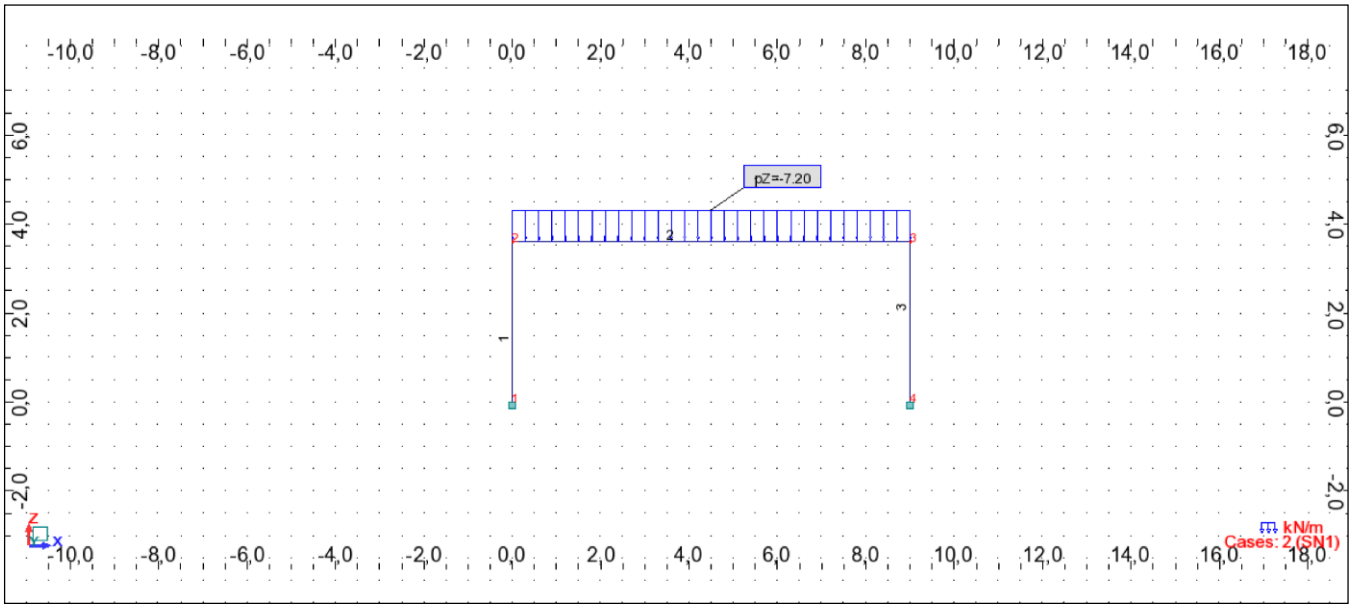
Rėmas



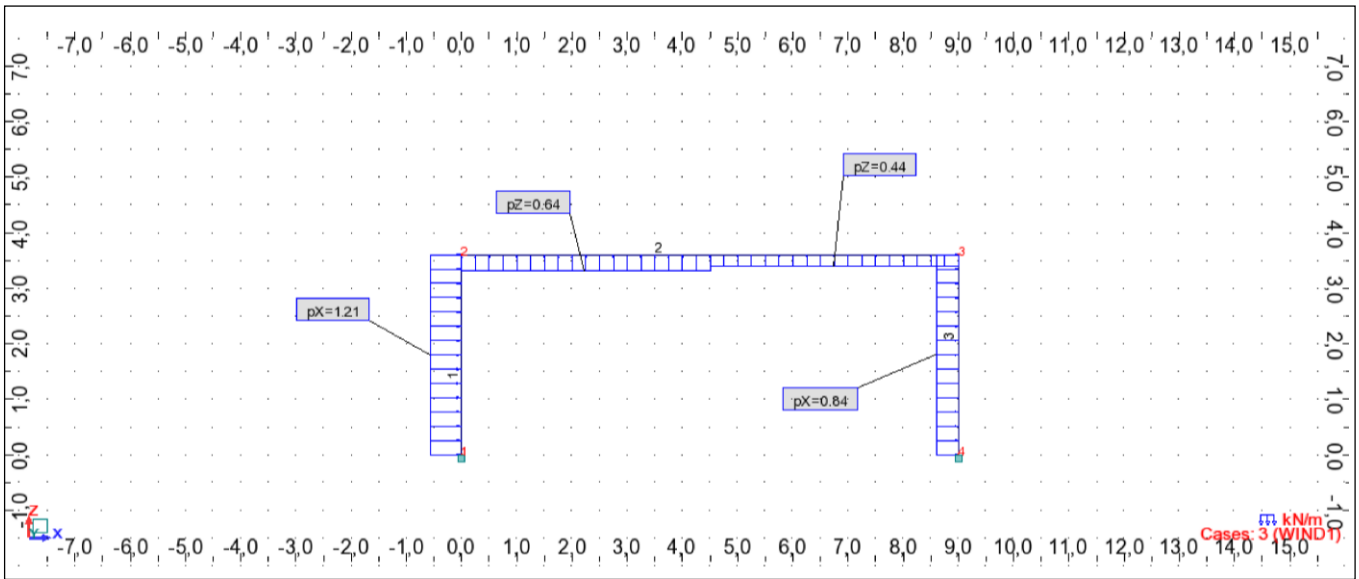
Rėmo skaičiuojamoji schema nuo nuolatinių apkrovų



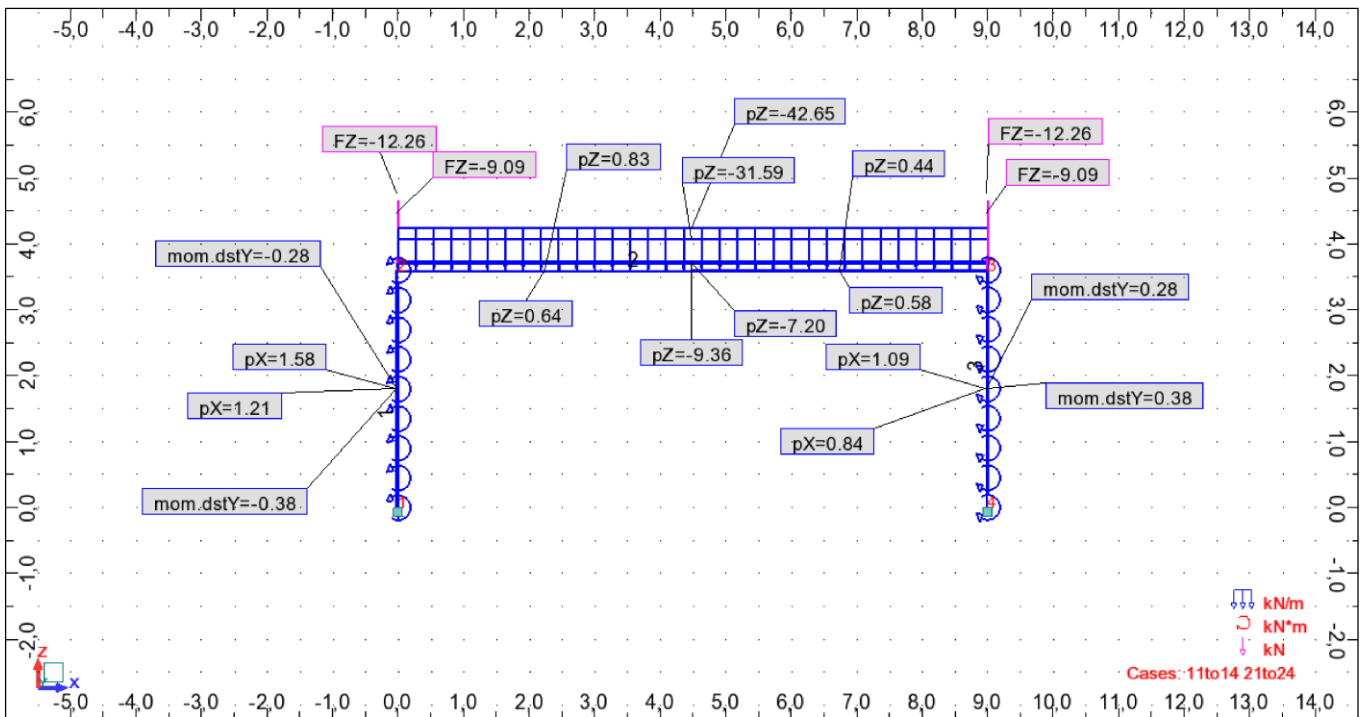
Rėmo skaičiuojamoji schema nuo sniego apkrovos



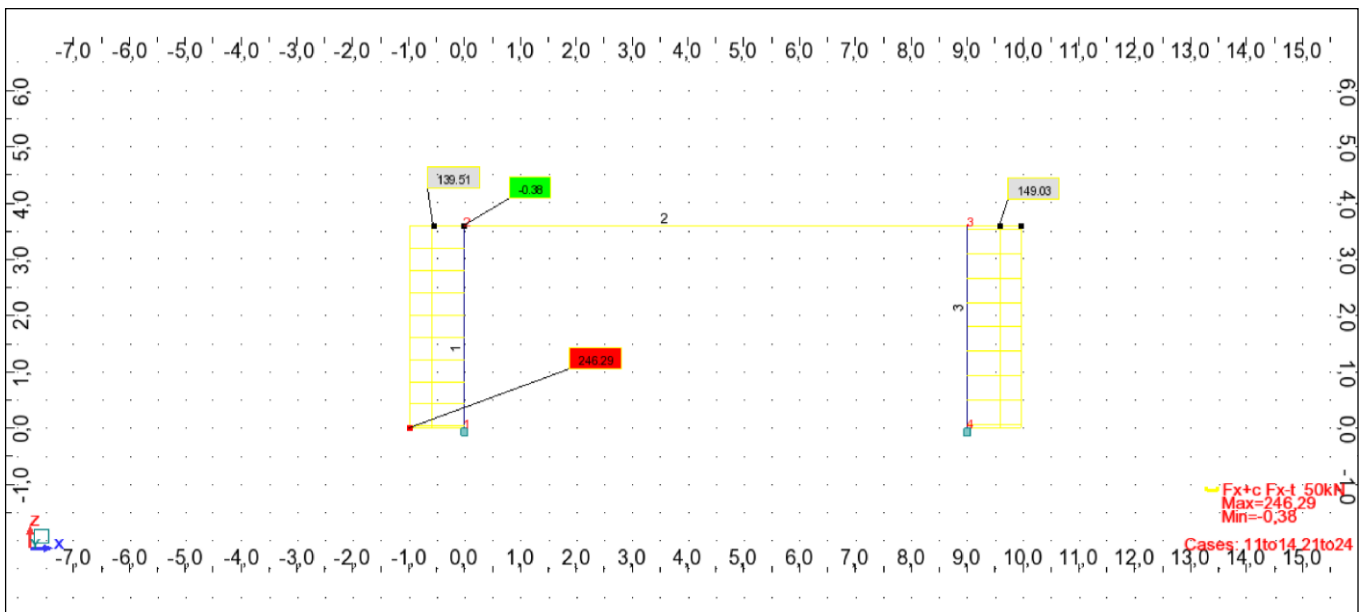
Rėmo skaičiuojamoji schema nuo vėjo apkrovų



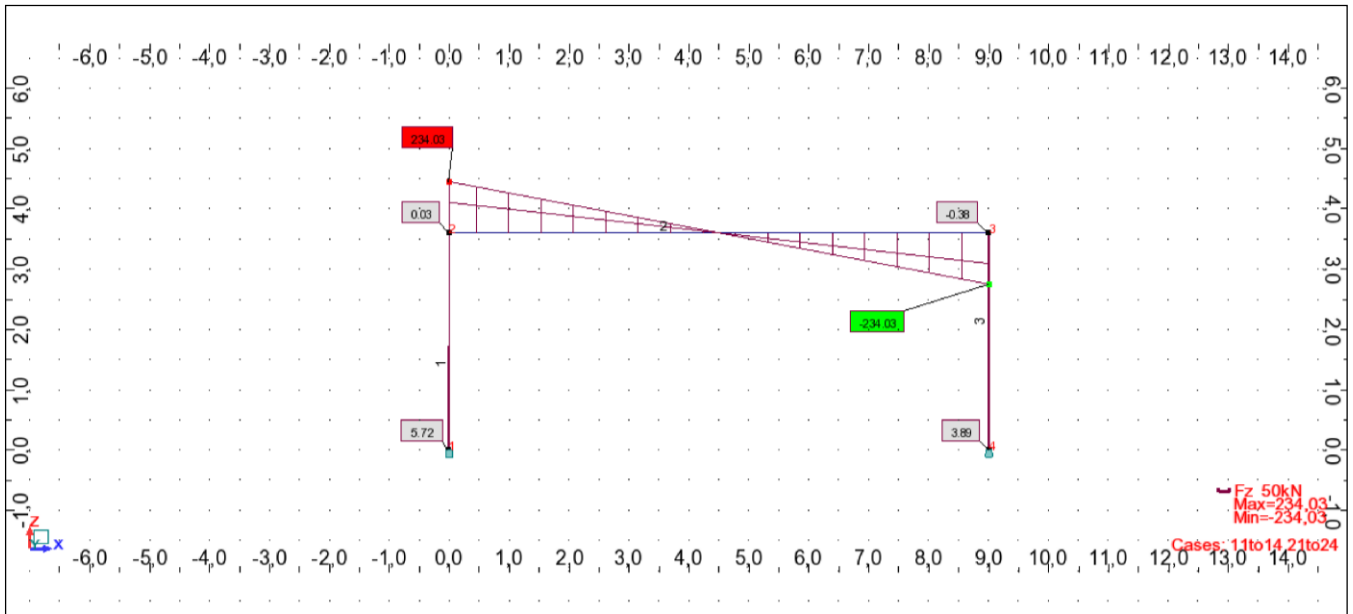
Rėmo skaičiuojamoji schema, kai rėmą veikia pavojingiausio ir nepavojingiausio derinio apkrovos



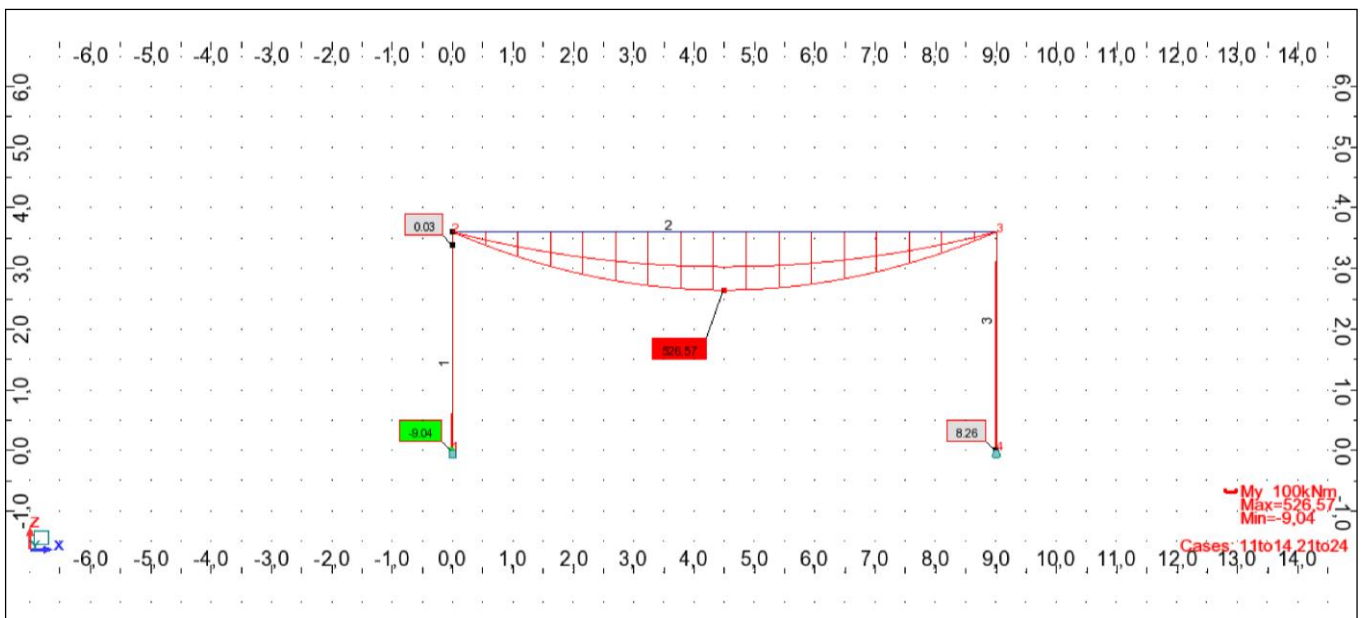
Ašinių jėgų diagrama nuo pavojingiausio ir nepavojingiausio derinio



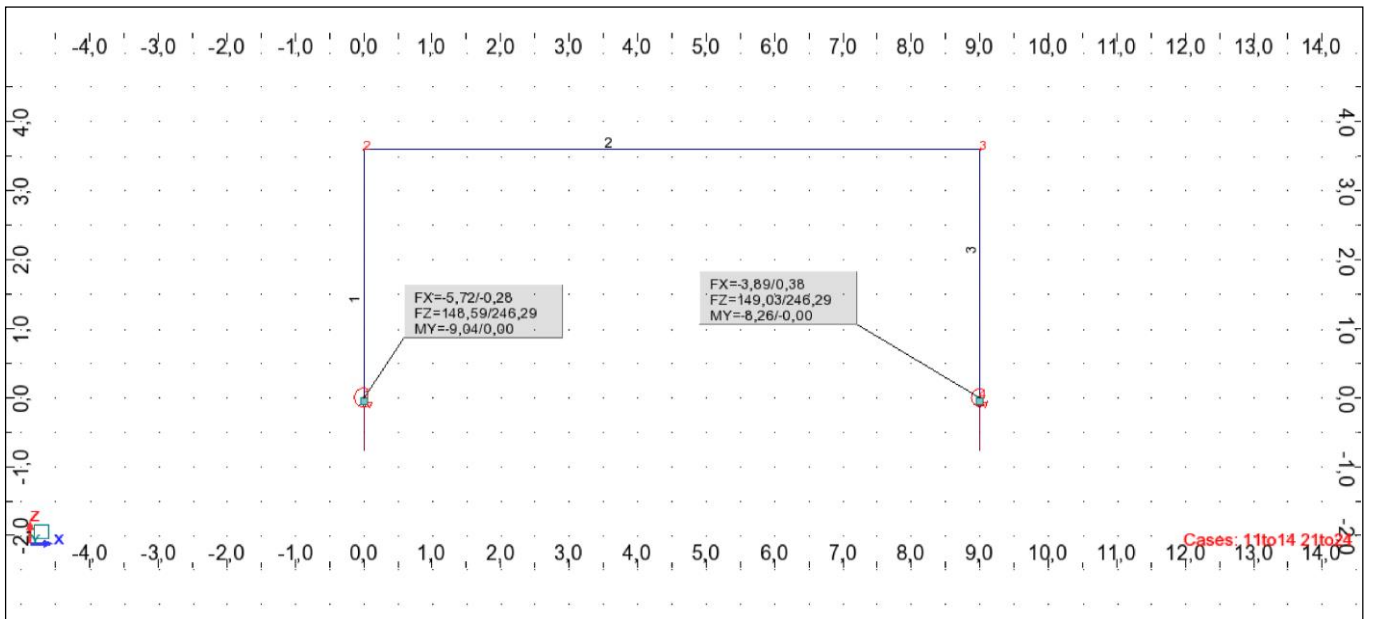
Skersinių jėgų diagrama, nuo pavojingiausio ir nepavojingiausio derinio



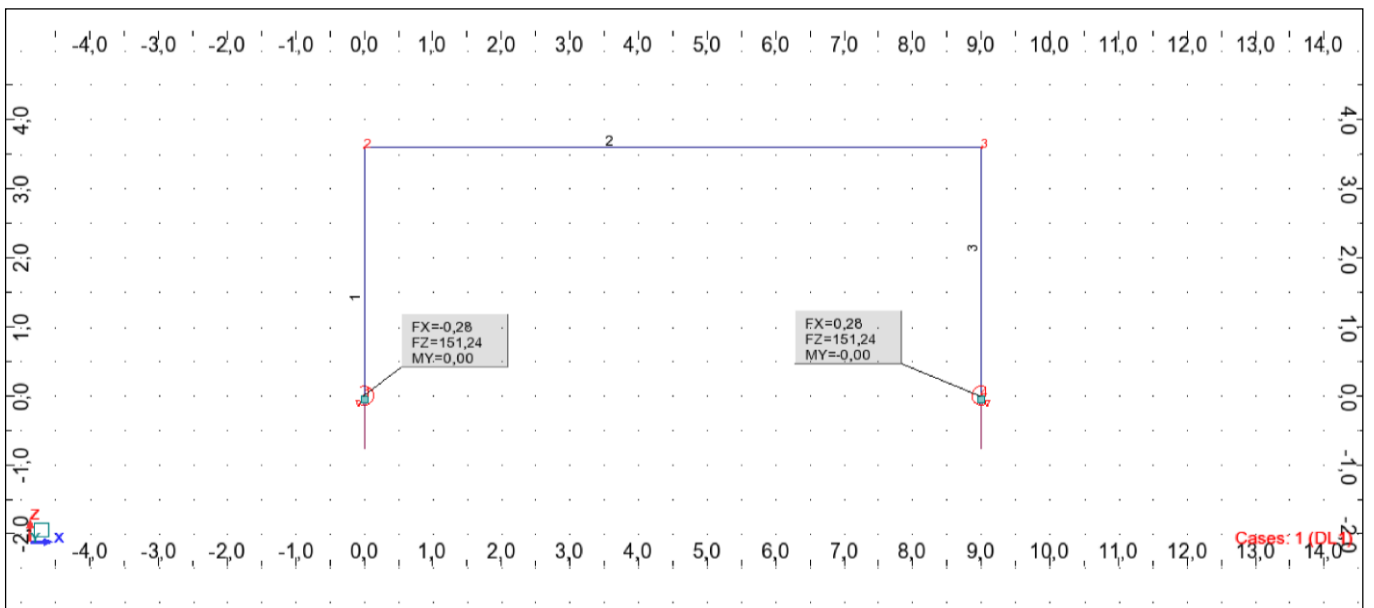
Momentų diagrama nuo pavojingiausio ir nepavojingiausio derinio



Reakcijos nuo pavojingiausio ir nepavojingiausio derinio



Reakcijos nuo nuolatinių apkrovų



LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė Neypatingas statinys

Statinys Gamybinis pastatas

Žiniaraštis 1

2016.12.29

Suma žiniaraščiui 298128.27 EUR

Sąm. eil.	Darbo, resursų pavadinimas	Mato vienetas	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1						
1 F1-1-6		100 m3		1,2458		
	Grunto išlyginimas mechanizuotai pagal nurodytas atžymas k9=1.15					
	48070 Statybinės mašinos traktorių iki 59 kW (80 AG) galingumo baz	maš.val	2,8	3,48824	27,81	97,01
F1-1-6	Darbo užm.	Medžiagos				
				Mechanizmai 97.01		Iš viso 97.01
2 F1-1-2						
	Mechanizuotas grunto kasimas, pakraunant ir vežant gruntą 5 km atstumu bei darbas sąvartoje k9=1.15	100 m3		1,80495		
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	2,0	3,6099	4,98	17,98
	48020 Statyb. mašinos ekskavat. (0.5 kub.m kaušo talpos) bazėje	maš.val	4,1	7,4003	33,96	251,31
	48080 Statybinės mašinos traktorių iki 132 kW (180 AG) galingumo b	maš.val	0,54	0,974673	39,2	38,21
	48160 Autogreideriai iki 66 kW (90 AG)	maš.val	0,46	0,830277	35,7	29,64
	48325 Krovininės automašinos iki 8.5 t	maš.val	15,0	27,07425	28,63	775,14
F1-1-2	Darbo užm. 17.98	Medžiagos				
				Mechanizmai 1094.30		Iš viso 1112.28
3 F1-2-1						
	Grunto kasimas rankiniu būdu k9=1.15	m3		1,805		
	Darbo sąn. kateg. 2.5	žm.val.	3,0	5,415	4,55	24,64
F1-2-1	Darbo užm. 24.64	Medžiagos				
				Mechanizmai		Iš viso 24.64
4 F1-1-5						
	Mechanizuotas tranšėjų ir duobių užpylimas gruntu k9=1.15	100 m3		1,11243		
	48070 Statybinės mašinos traktorių iki 59 kW (80 AG) galingumo baz	maš.val	2,1	2,3361	27,81	64,97
F1-1-5	Darbo užm.	Medžiagos				
				Mechanizmai 64.97		Iš viso 64.97
5 F1-2-4						
	Grunto tankinimas, užpilant tranšėjas ir duobes k9=1.15	m3		111,243		
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	0,16	17,79888	4,98	88,64
	48380 Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	maš.val	0,16	17,79888	2,87	51,08
F1-2-4	Darbo užm. 88.64	Medžiagos				
				Mechanizmai 51.08		Iš viso 139.72
6 F7-2-2						
	Surenkami gelžbetonio pamatai	m3		32,484		
	Darbo sąn. kateg. 3.2	žm.val.	2,5	81,21	5,05	410,11
	190 Pamatų blokai (banketės)	m3	1,0	32,484	137,08	4452,91
	350 Cemento ir smėlio skiediniai	10 m3	0,03	0,97452	570,33	555,8
	48130 Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	0,63	20,46492	23,34	477,65
F7-2-2	Darbo užm. 410.11	Medžiagos 5008.71				
				Mechanizmai 477.65		Iš viso 5896.47

7 F7-2-16		m3		10,873		
Surenkamos gelžbetonio pamatų sijos						
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	7,5	81,5475	5,25	428,12
	110 Ilgi gelžbetonio gaminiai	m3	1,0	10,873	578,26	6287,42
	320 Betono mišiniai	m3	0,046	0,500158	72,67	36,35
	48130 Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	0,72	7,82856	23,34	182,72
F7-2-16	Darbo užm. 428.12	Medžiagos 6323.77	Mechanizmai 182.72			Iš viso 6934.61
8 F26-2-6		m2		29,256		
Paviršių izoliavimas lipnia ritinine danga						
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	0,19	5,55864	4,98	27,68
580-141	Savalipės bituminės stogų dangos Vedagard SK	m2	1,08	31,59648	3,46	109,32
792-68	Bituminis gruntas 'Hidrolašas'	l	0,1	2,9256	1,66	4,86
F26-2-6	Darbo užm. 27.68	Medžiagos 114.18	Mechanizmai			Iš viso 141.86
9 F7-2-12		m3		10,116		
Surenkamos gelžbetonio kolonos, kai montuojamos į pamatus						
	Darbo sąn. kateg. 3.6	žm.val.	5,4	54,6264	5,32	290,61
	120 Karkasiniai gaminiai	m3	1,0	10,116	534,81	5410,14
	320 Betono mišiniai	m3	0,12	1,21392	72,67	88,22
	48120 Vikšriniai kranai	maš.val	0,79	7,99164	31,5	251,74
F7-2-12	Darbo užm. 290.61	Medžiagos 5498.36	Mechanizmai 251.74			Iš viso 6040.71
10 F7-2-3		m3		16,47		
Surenkamas gelžbetonio karkasas (rygeliai) k8=1.04						
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	7,5	123,525	5,62	694,21
	120 Karkasiniai gaminiai	m3	1,0	16,47	534,81	8808,32
	320 Betono mišiniai	m3	0,09	1,4823	72,67	107,72
	350 Cemento ir smėlio skiediniai	10 m3	0,001	0,01647	570,33	9,39
	920 Suvirinimo elektrodai	t	0,002	0,03294	1941,73	63,96
	940 Tvirtinimo detalės	t	0,01	0,1647	1926,14	317,24
	48130 Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	1,0	16,47	23,34	384,41
	48380 Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	maš.val	2,0	32,94	2,87	94,54
F7-2-3	Darbo užm. 694.21	Medžiagos 9306.63	Mechanizmai 478.95			Iš viso 10479.79
11 F7-2-5		m3		56,68		
Surenkami gelžbetonio pramoninių braunuotų plokščių perdenginiai k8=1.04						
	Darbo sąn. kateg. 3.7	žm.val.	4,2	238,056	5,39	1283,12
	150 Pramoninės plokštės	m3	1,0	56,68	440,1	24944,87
	320 Betono mišiniai	m3	0,1	5,668	72,67	411,89
	350 Cemento ir smėlio skiediniai	10 m3	0,015	0,8502	570,33	484,89
	440 Pjautinė miško medžiaga (spygl.)	m3	0,007	0,39676	192,51	76,38
	920 Suvirinimo elektrodai	t	0,001	0,05668	1941,73	110,06
	940 Tvirtinimo detalės	t	0,002	0,11336	1926,14	218,35
	48120 Vikšriniai kranai	maš.val	0,49	27,7732	31,5	874,86
	48380 Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	maš.val	1,0	56,68	2,87	162,67
F7-2-5	Darbo užm. 1283.12	Medžiagos 26246.44	Mechanizmai 1037.53			Iš viso 28567.09
12 F9-2		t		1,256		

Plieno ryšiai ir spyriai (gruntuojant ir dažant du kartus) k8=1.03						
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	30,0	37,68	5,78	217,79
60	Metalinės konstrukcijos	t	1,0	1,256	1455,82	1828,51
791	Emaliniai ir alkidiniai dažai	t	0,0075	0,00942	5184,21	48,84
792	Gruntas	t	0,004	0,005024	3055,5	15,35
920	Suvirinimo elektrodai	t	0,004	0,005024	1941,73	9,76
940	Tvirtinimo detalės	t	0,02	0,02512	1926,14	48,38
48120	Vikšriniai kranai	maš.val	3,0	3,768	31,5	118,69
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	maš.val	4,0	5,024	2,87	14,42
F9-2	Darbo užm. 217.79	Medžiagos 1950.84	Mechanizmai 133.11	Iš viso 2301.74		
13	F8-1-4	m3	8,64			
Silikatinių plytų pertvarų mūras k8=1.12, k9=1.15						
	Darbo sąn. kateg. 3.3	žm.val.	12,0	103,68	5,13	531,88
10	Armatūra	t	0,005	0,0432	634,42	27,41
280	Silikatinės plytos, 250x120x88mm (baltos)	t.vnt	0,325	2,808	211,46	593,78
361	Sudėtiniai skiediniai	m3	0,17	1,4688	69,33	101,83
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	1,0	8,64	23,34	201,66
F8-1-4	Darbo užm. 531.88	Medžiagos 723.02	Mechanizmai 201.66	Iš viso 1456.56		
14	N26-194	m3	7,56			
Sienų apšiltinimas 7 cm storio mineralinės vatos plokštėmis, neklijuojant						
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	6,0	45,36	4,98	225,89
570193	Universalios mineralinės vatos plokštės	m3	1,05	7,938	31,13	247,11
N26-194	Darbo užm. 225.89	Medžiagos 247.11	Mechanizmai	Iš viso 473.00		
15	F9-7-1	m2	705,52			
Daugiasluoksnių 240 mm storio plokščių išorės sienų įrengimas						
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	1,12	790,1824	5,62	4440,83
750	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	m3	0,001	0,70552	31,13	21,96
80-26	U profiliai 1.2/100	m	0,14	98,7728	3,62	357,56
80-34	Apdailos lenkti profiliai (ZN)	m	0,3	211,656	5,98	1265,7
Rgs.67	Daugiasl. sieninės plokštės Sandwich 1200x240 su užpildu iš polistir. putplasčio	m2	1,0	705,52	51,46	36306,06
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	0,16	112,8832	23,34	2634,69
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	0,1	70,552	0,49	34,57
F9-7-1	Darbo užm. 4440.83	Medžiagos 37951.28	Mechanizmai 2669.26	Iš viso 45061.37		
16	F15-3-1	100m2	2,12			
Mūrinių vidaus paviršių geras tinkas k8=1.09						
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	117,0	248,04	5,25	1302,21
361	Sudėtiniai skiediniai	m3	1,9	4,028	69,33	279,26
48190	Tinkavimo-liejimo agregatai	maš.val	10,0	21,2	2,81	59,57
F15-3-1	Darbo užm. 1302.21	Medžiagos 279.26	Mechanizmai 59.57	Iš viso 1641.04		
17	F12-1-1	100m2	4,365			
Sutapdinto stogo įrengimas šiltinant mineralinės vatos pl.ir dengiant 2 sl.prilydoma ritinine danga (su nuolydžio įrengimu)						

	Darbo sąn. kateg. 3.3	žm.val.	160,0	698,4	5,13	3582,79
	15 Cinkuoti skarda	t	0,034	0,14841	956,64	141,97
	350 Cemento ir smėlio skiediniai	10 m3	1,65	7,20225	570,33	4107,66
	580 Prilydomosios bituminės stogų dangos	t.m2	0,26	1,1349	5121,94	5812,89
	625 Plėvelės, kartonai (garo, hidro, vėjo, garso ir kt. izoliac.)	t.m2	0,11	0,48015	688,81	330,73
	756 Apkrovas laikančios mineralinės vatos izoliacinės plokštės	m3	22,05	96,24825	91,86	8841,36
	759 Kietos mineralinės vatos plokštės plokščiems stogams	m3	2,1	9,1665	132,56	1215,11
	965-6 Smeigės su metaline įkalama vinimi TID-T 08/60x175mm (akmens vatos tvirt.)	vnt.	520,0	2269,8	0,19	431,26
	48180 Keltuvai, montažiniai lopšiai	maš.val	10,6	46,269	3,49	161,48
	48382 Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	30,0	130,95	0,49	64,17
F12-1-1	Darbo užm. 3582.79	Medžiagos 20880.98	Mechanizmai 225.65		Iš viso 24689.42	
18 F15-4-5		100m2		2,12		
	Paruoštų dažymui vidaus paviršių gerasis dažymas emulsiniais dažais					
	Darbo sąn. kateg. 3.2	žm.val.	27,0	57,24	5,05	289,06
	607 Švitrinis popierius	m2	1,0	2,12	3,15	6,68
	800 Emulsiniai dažai	t	0,04	0,0848	3446,8	292,29
	820 Glaistai	t	0,005	0,0106	785,41	8,33
F15-4-5	Darbo užm. 289.06	Medžiagos 307.30	Mechanizmai		Iš viso 596.36	
19 F11-11-1		100m2		4,365		
	Betoninių 100mm grindų, armuotų pl.fibromis ir padengtų Korodur 0/4 8 mm danga įrengimas ant esamo betoninio pagrindo					
	Darbo sąn. kateg. 3.8	žm.val.	110,0	480,15	5,46	2621,62
	11 Armatūrinis tinklas	t	0,015	0,065475	960,42	62,88
	20 Cementas	t	0,72	3,1428	108,26	340,24
	320-9 Betono mišiniai C25/30	m3	10,2	44,523	75,33	3353,92
	625 Plėvelės, kartonai (garo, hidro, vėjo, garso ir kt. izoliac.)	t.m2	0,121	0,528165	688,81	363,81
	757-58 Grindų užpildai Korodur 0/4	kg	1800,0	7857,0	0,58	4557,06
	757-65 Priedai (plastikliai) Korotan	kg	11,0	48,015	5,13	246,32
	792-112 Gruntas Korodur HB 5	kg	150,0	654,75	1,6	1047,6
	792-113 Gruntas Bostik 5075 (5 L pak.)	l	0,09	0,39285	24,11	9,47
	825-45 Bostik poliuretanas hermetikas PU 2637 LT GREY	l	0,96	4,1904	8,83	37,0
	910 Statybinis smėlis	m3	2,24	9,7776	12,63	123,49
	953-76 Plieninės fibros	kg	255,0	1113,075	1,14	1268,91
	953-77 Deimantinis pjovimo diskas d 230mm	vnt.	0,09	0,39285	85,46	33,57
	962-28 Sandarinimo juosta Bostik	m	30,0	130,95	0,19	24,88
	48200 Betono siurbliai (betonvežiai)	maš.val	1,5	6,5475	40,15	262,88
	48225 Betono vakuuminio apdorojimo įranga	maš.val	3,0	13,095	9,25	121,13
	48227 Viengubos betono glaistyklės d 900 mm	maš.val	10,6	46,269	4,64	214,69
	48228 Dvigubos betono glaistyklės d 1800 mm	maš.val	10,6	46,269	10,9	504,33
	48380 Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	maš.val	16,0	69,84	2,87	200,44

48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	6,3	27,4995	0,49	13,47
F11-11-1	Darbo užm. 2621.62	Medžiagos	11469.15	Mechanizmai 1316.94	Iš viso 15407.71	
20	N11P-0302		100m2	4,365		
	Grindų šiltinamųjų (garso) izoliacijų įrengimas, naudojant izoliacines plokštes, kai putų polistireno plokštės storis 100 mm					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	19,0	82,935	4,98	413,02
220098	Putų polistireno grindų izoliavimo plokštė	m3	10,3	44,9595	52,51	2360,82
489003	Keltuvas	maš.val	1,5	6,5475	3,49	22,85
N11P-0302	Darbo užm. 413.02	Medžiagos	2360.82	Mechanizmai 22.85	Iš viso 2796.69	
21	F10-3-5		m2	15,3		
	Plastiko langai nevarstomi su palangėmis (m2 bloko)					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	3,5	53,55	5,62	300,95
378	Plastiko langai, nevarstomi	m2	1,0	15,3	47,0	719,1
656	Laminuotos MDP ir PVC palangės	m	0,8	12,24	5,64	69,03
825	Hermetikai sandarinimui	l	0,16	2,448	4,77	11,68
965-18	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x140	vnt.	3,0	45,9	0,65	29,84
F10-3-5	Darbo užm. 300.95	Medžiagos	829.65	Mechanizmai	Iš viso 1130.60	
22	F10-3-6		m2	36,0		
	Plastiko langai varstomi su palangėmis (m2 bloko)					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	3,5	126,0	5,62	708,12
379	Plastiko langai, varstomi	m2	1,0	36,0	65,47	2356,92
656	Laminuotos MDP ir PVC palangės	m	0,8	28,8	5,64	162,43
825	Hermetikai sandarinimui	l	0,16	5,76	4,77	27,48
965-18	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x140	vnt.	3,0	108,0	0,65	70,2
F10-3-6	Darbo užm. 708.12	Medžiagos	2617.03	Mechanizmai	Iš viso 3325.15	
23	F10-4-7		m2	14,9		
	Aliuminio durys (m2 bloko)					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	4,0	59,6	5,62	334,95
105	Aliuminio durys	m2	1,0	14,9	267,86	3991,11
825	Hermetikai sandarinimui	l	0,17	2,533	4,77	12,08
965-15	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x80	vnt.	4,0	59,6	0,31	18,48
F10-4-7	Darbo užm. 334.95	Medžiagos	4021.67	Mechanizmai	Iš viso 4356.62	
24	F9-15-2		vnt	3,556		
	Segmentinių pakeliamų vartų 3000x3000mm (standartinio pakilimo) su el. pavara ir automatika įrengimas (perskaičiuojama į 4000x4000mm)					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	10,2	36,2712	5,78	209,65
418-10	Automatika vartams	vnt.	1,0	3,556	180,87	643,17
418-11	Rakinama spyra vartams	vnt.	1,0	3,556	50,94	181,14
418-2	Apšiltinti pakeliamieji segment. garažų vartai (pl.-3000mm, aukštis-3000mm)	vnt.	1,0	3,556	732,4	2604,41
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	3,6	12,8016	0,49	6,27
F9-15-2	Darbo užm. 209.65	Medžiagos	3428.72	Mechanizmai 6.27	Iš viso 3644.64	
25	N14-31		m	18,0		

Ištraukiamųjų vėdinimo 400x400mm skersp. apkaltų skarda šachtų įrengimas pastatuose su sutapdintu stogu						
	Darbo sąn. kateg. 3.22	žm.val.	5,9	106,2	5,13	544,81
90085	Juoda skarda	t	0,00784	0,14112	813,64	114,82
110003	Cinkuota skarda	t	0,0871	1,5678	956,64	1499,82
120030	Statybinės vinys	kg	0,65	11,7	1,06	12,4
230107	Skystai trinti dažai (paruošti naudojimui)	kg	0,51	9,18	5,18	47,55
230114	Pokostas oksolis	kg	0,057	1,026	2,39	2,45
534017	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	0,079	1,422	192,51	273,75
534025	Apipjauti tašeliai ir tašai 70mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m3	0,0474	0,8532	192,51	164,25
570192	Mineralinės vatos plokštės (pusiau kietos)	m3	0,09	1,62	91,86	148,81
570894	Pergaminas	m2	3,76	67,68	0,42	28,43
N14-31	Darbo užm. 544.81	Medžiagos 2292.28	Mechanizmai		Iš viso 2837.09	
26	F20P-0606	kompl.		5,0		
Atraminų konstrukcijų vėdinimo ir oro kondicionavimo įrenginiams montavimas, tvirtinant prie grindų, kai konstrukcijos masė daugiau 100 kg						
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	6,0	30,0	5,25	157,5
120314	Medsraigčiai su plastmasiniais įdėklais	vnt	12,0	60,0	0,09	5,4
260793	Atraminės konstrukcijos	t	0,1	0,5	1455,82	727,91
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	0,75	3,75	0,49	1,84
N20P-0606	Darbo užm. 157.50	Medžiagos 733.31	Mechanizmai 1.84		Iš viso 892.65	
27	F27-1-3	100m		2,21		
Betoninių bordiūrų (80x200 mm) įrengimas ant betono pagrindo k9=1.15						
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	61,0	134,81	4,98	671,35
255	Šaligatvių plytelės, bordiūrai	m3	1,6	3,536	157,7	557,63
320	Betono mišiniai	m3	2,6	5,746	72,67	417,56
350	Cemento ir smėlio skiediniai	10 m3	0,02	0,0442	570,33	25,21
48315	Autokrautuvai	maš.val	0,2	0,442	30,1	13,3
F27-1-3	Darbo užm. 671.35	Medžiagos 1000.40	Mechanizmai 13.30		Iš viso 1685.05	
28	F27-5-1	100m2		8,14		
Kiemų 9 cm dv sluoksnė asfaltbetonio danga, 15 cm dolom. skaldos pagrindas ir 20 cm smėlio sluoksnis k8=1.06, k9=1.15						
	Darbo sąn. kateg. 2.9	žm.val.	10,9	88,726	4,89	433,87
330-37	Asfalt. apatinio sluoksnio mišiniai AC 11 AN	t	14,76	120,1464	68,87	8274,48
330-41	Asfalt. viršutinio sluoksnio mišiniai AC 8 VN, AC 11 VN	t	7,58	61,7012	68,87	4249,36
440	Pjautinė miško medžiaga (spygl.)	m3	0,0034	0,027676	192,51	5,33
880	Dolomito skalda	m3	20,4	166,056	25,45	4226,13
910	Statybinis smėlis	m3	22,0	179,08	12,63	2261,78
48080	Statybinės mašinos traktorių iki 132 kW (180 AG) galingumo b	maš.val	0,24	1,9536	39,2	76,58

48160	Autogreideriai iki 66 kW (90 AG)	maš.val	0,66	5,3724	35,7	191,79
48278	Pneumovoliai 16 t	maš.val	0,97	7,8958	42,76	337,62
48280	Plentvoliai 5 t	maš.val	1,21	9,8494	28,85	284,16
48281	Plentvoliai 10 t	maš.val	2,23	18,1522	37,01	671,81
48283	Plentvoliai 16 t ir sunkesni	maš.val	0,5	4,07	47,27	192,39
48320	Statybos mašinos automobilio bazėje	maš.val	0,05	0,407	23,84	9,7
48362	Laistymo mašinos	maš.val	0,62	5,0468	30,93	156,1
48368	Asfalto klotuvai iki 500 t/h	maš.val	0,32	2,6048	108,72	283,19
F27-5-1	Darbo užm. 433.87	Medžiagos 19017.08	Mechanizmai 2203.34	Iš viso 21654.29		
29 N48-295		100m2		11,3428		
	Paprastų, parterinių ir mauritaniškų gazonų užsėjimas rankiniu būdu k1=2.0, k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 2.83	žm.val.	5,4	122,50224	4,89	599,04
970002	Žolių sėklos (vienmetės ir daugiametės)	kg	2,0	22,6856	3,36	76,22
N48-295	Darbo užm. 599.04	Medžiagos 76.22	Mechanizmai	Iš viso 675.26		
Iš viso skyriuje 1	Darbo užm. 20850	Medžiagos 162684	Mechanizmai 10590	Iš viso 194124		
Viso žiniaraštyje 1	Darbo užm. 20850	Medžiagos 162684	Mechanizmai 10590	Iš viso 194124		
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			4881		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				318	
	Sezoniniai darbai 15.00% (2367)		355			
	Specifiniai darbai 17.00%		293			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00% (20850+355+293)		1720			
	Viso:		23218	167565	10908	201691
	Soc. draudimo išlaidos 31.00% (20850+355+293+1720)		7198			
	Statinio statybos išlaidos	Viso:	30416	167565	10908	208889
	Statybvietės išlaidos 9.00%					18800
	Iš viso tiesioginės išlaidos					227689
	Pridėtinės išlaidos 30.00% (20850+355+293+1720)					6965
	Pelnas 5.00% (227689+6965)					11733
	Iš viso netiesioginės išlaidos					18698
				Bendra vertė be PVM		246387
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					51741,27
				Bendra vertė su PVM		298128,27

DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS

SAŪMATA

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė **armatura**

Statinys **23**

Žiniaraštis **1**

2016.12.29

Lapas 1

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Darbo sąnaudų žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmokesčio EUR
		1						
2	F1-1-2	Mechanizuotas grunto kasimas, pakraunant ir vežant gruntą 5 km atstumu bei darbas sąvartoje k9=1.15	100 m3	1.80495	3.61	3.00	4.980	17.98
3	F1-2-1	Grunto kasimas rankiniu būdu k9=1.15	m3	1.805	5.415	2.50	4.550	24.64
5	F1-2-4	Grunto tankinimas, užpilant tranšėjas ir duobes k9=1.15	m3	111.243	17.799	3.00	4.980	88.64
6	F7-2-2	Surenkami gelžbetonio pamatai	m3	32.484	81.21	3.20	5.050	410.11
7	F7-2-16	Surenkamos gelžbetonio pamatų sijos	m3	10.873	81.548	3.50	5.250	428.12
8	F26-2-6	Paviršių izoliavimas lipnia ritinine danga	m2	29.256	5.559	3.00	4.980	27.68
9	F7-2-12	Surenkamos gelžbetonio kolonos, kai montuojamos į pamatus	m3	10.116	54.626	3.60	5.320	290.61
10	F7-2-3	Surenkamas gelžbetonio karkasas (rygeliai) k8=1.04	m3	16.47	123.525	4.00	5.620	694.21
11	F7-2-5	Surenkami gelžbetonio pramoninių braunuotų plokščių perdenginiai k8=1.04	m3	56.68	238.056	3.70	5.390	1283.12
12	F9-2	Plieno ryšiai ir spyriai (gruntuojant ir dažant du kartus) k8=1.03	t	1.256	37.68	4.50	5.780	217.79
13	F8-1-4	Silikatinių plytų pertvarų mūras k8=1.12, k9=1.15	m3	8.64	103.68	3.30	5.130	531.88
14	N26-194	Sienų apšiltinimas 7 cm storio mineralinės vatos plokštėmis, neklijuojant	m3	7.56	45.36	3.00	4.980	225.89
15	F9-7-1	Daugiasluoksnių 240 mm storio plokščių išorės sienų įrengimas	m2	705.52	790.182	4.00	5.620	4440.83
16	F15-3-1	Mūrinių vidaus paviršių geras tinkas k8=1.09	100m2	2.12	248.04	3.50	5.250	1302.21
17	F12-1-1	Sutapdinto stogo įrengimas šiltinant mineralinės vatos pl.ir dengiant 2 sl.priilydoma ritinine danga (su nuolydžio įrengimu)	100m2	4.365	698.4	3.30	5.130	3582.79
18	F15-4-5	Paruoštų dažymui vidaus paviršių gerasis dažymas emulsiniais dažais	100m2	2.12	57.24	3.20	5.050	289.06
19	F11-11-1	Betoninių 100mm grindų, armuotų pl.fibromis ir padengtų Korodur 0/4 12mm danga įrengimas ant esamo betoninio pagrindo	100m2	4.365	480.15	3.80	5.460	2621.62
20	N11P-0302	Grindų šiltinamųjų (garso) izoliacijų įrengimas, naudojant izoliacines plokštes,kai putų polistireno plokštės storis 100 mm	100m2	4.365	82.935	3.00	4.980	413.02
21	F10-3-5	Plastiko langai nevarstomi su palangėmis (m2 bloko)	m2	15.3	53.55	4.00	5.620	300.95
22	F10-3-6	Plastiko langai varstomi su palangėmis (m2 bloko)	m2	36.0	126.0	4.00	5.620	708.12
23	F10-4-7	Aliuminio durys (m2 bloko)	m2	14.9	59.6	4.00	5.620	334.95
24	F9-15-2	Segmentinių pakeliamų vartų 3000x3000mm (standartinio pakilimo) su	vnt	3.556	36.271	4.50	5.780	209.65

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Darbo sąnaudų žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmokestis EUR
25	N14-31	el. pavara ir automatika įrengimas (perskaičiuojama į 4000x4000mm) Ištraukiamųjų vėdinimo 400x400mm skersp. apkaltų skarda šachtų įrengimas pastatuose su sutapdintu stogu	m	18.0	106.2	3.22	5.130	544.81
26	N20P-0606	Atraminių konstrukcijų vėdinimo ir oro kondicionavimo įrenginiams montavimas, tvirtinant prie grindų, kai konstrukcijos masė daugiau 100 kg	kompl.	5.0	30.0	3.50	5.250	157.5
27	F27-1-3	Betoninių bordiūrų (80x200 mm) įrengimas ant betono pagrindo k9=1.15	100m	2.21	134.81	3.00	4.980	671.35
28	F27-5-1	Kiemų 9 cm dviluoksnė asfaltbetonio danga, 15 cm dolom. skaldos pagrindas ir 20 cm smėlio sluoksnis k8=1.06, k9=1.15	100m2	8.14	88.726	2.90	4.890	433.87
29	N48-295	Paprastų, parterinių ir mauritaniškų gazonų užsėjimas rankiniu būdu k1=2.0, k9=1.15	100m2	11.3428	122.502	2.83	4.890	599.04
Iš viso skyriuje 1					3912.674			20850
Iš viso žiniaraštyje 1					3912.674			20850

MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė Neypatingas statinys

Statinys Gamybinis pastatas

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	METALAS				
90085	Juoda skarda	t	813,64	0,14112	114,82
110003	Cinkuota skarda	t	956,64	1,5678	1499,82
120030	Statybinės vinys	kg	1,06	11,7	12,4
120314	Medsraigčiai su plastmasiniais įdėklais	vnt	0,09	60,0	5,4
260793	Atraminės konstrukcijos	t	1455,82	0,5	727,91
10	Armatūra	t	634,42	0,0432	27,41
11	Armatūrinis tinklas	t	960,42	0,06548	62,88
15	Cinkuotoji skarda	t	956,64	0,14841	141,97
60	Metalinės konstrukcijos	t	1455,82	1,256	1828,51
80-26	U profiliai 1.2/100	m	3,62	98,7728	357,56
80-34	Apdailos lenkti profiliai (ZN)	m	5,98	211,656	1265,7
9-67	Daugiasl. sieninės plokštės Sandwich 1200x240 su užpildu iš polistir. putplasčio	m2	51,46	705,52	36306,06
920	Suvirinimo elektrodai	t	1941,73	0,09464	183,77
940	Tvirtinimo detalės	t	1926,14	0,30318	583,97
	Iš viso				43118,18
3	BENDROSIOS STATYBINĖS MEDŽIAGOS				
970002	Žolių sėklos (vienmetės ir daugiametės)	kg	3,36	22,6856	76,22
20	Cementas	t	108,26	3,1428	340,24
280	Silikatinės plytos, 250x120x88mm (baltos)	t.vnt	211,46	2,808	593,78
625	Plėvelės, kartonai (garo, hidro, vėjo, garso ir kt. izoliac.)	t.m2	688,81	1,00832	694,54
656	Laminuotos MDP ir PVC palangės	m	5,64	41,04	231,47
825	Hermetikai sandarinimui	l	4,77	10,741	51,23
825-45	Bostik poliuretalinis hermetikas PU 2637 LT GREY	l	8,83	4,1904	37,0
880	Dolomito skalda	m3	25,45	166,056	4226,13
910	Statybinis smėlis	m3	12,63	188,8576	2385,27
965-15	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x80	vnt	0,31	59,6	18,48
965-18	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x140	vnt	0,65	153,9	100,04
965-6	Smeigės su metaline įkalama vinimi TID-T 08/60x175mm (akmens vatos tvirt.)	vnt	0,19	2269,8	431,26
	Iš viso				9185,66
4	APDAILOS MEDŽIAGOS				
230107	Skystai trinti dažai (paruošti naudojimui)	kg	5,18	9,18	47,55
230114	Pokostas oksolis	kg	2,39	1,026	2,45
757-58	Grindų užpildai Korodur 0/4	kg	0,58	7857,0	4557,06
757-65	Priedai (plastikliai) Korotan	kg	5,13	48,015	246,32
791	Emaliniai ir alkidiniai dažai	t	5184,21	0,00942	48,84

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
792	Gruntas	t	3055,5	0,00502	15,35
792-112	Gruntas Korodur HB 5	kg	1,6	654,75	1047,6
792-113	Gruntas Bostik 5075 (5 L pak.)	l	24,11	0,39285	9,47
792-68	Bituminis gruntas 'Hidrolašas'	l	1,66	2,9256	4,86
800	Emulsiniai dažai	t	3446,8	0,0848	292,29
820	Glaistai	t	785,41	0,0106	8,33
Iš viso					6280,12
7	LANGAI IR DURYS				
105	Aliuminio durys	m2	267,86	14,9	3991,11
378	Plastiko langai, nevarstomi	m2	47,0	15,3	719,1
379	Plastiko langai, varstomi	m2	65,47	36,0	2356,92
418-10	Automatika vartams	vnt	180,87	3,556	643,17
418-11	Rakinama spyta vartams	vnt	50,94	3,556	181,14
418-2	Apšiltinti pakeliamieji segment. garažų vartai (pl.-3000mm, aukštis-3000mm)	vnt	732,4	3,556	2604,41
Iš viso					10495,85
8	MEDŽIO GAMINIAI				
534017	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	192,51	1,422	273,75
534025	Apipjauti tašeliai ir tašai 70mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m3	192,51	0,8532	164,25
440	Pjautinė miško medžiaga (spygl.)	m3	192,51	0,42444	81,71
Iš viso					519,71
9	IZOLIACINĖS MEDŽIAGOS				
220098	Putų polistireno grindų izoliavimo plokštė	m3	52,51	44,9595	2360,82
570192	Mineralinės vatos plokštės (pusiau kietos)	m3	91,86	1,62	148,81
570193	Universalios mineralinės vatos plokštės	m3	31,13	7,938	247,11
570894	Pergaminas	m2	0,42	67,68	28,43
580	Prilydomosios bituminės stogų dangos	t.m2	5121,94	1,1349	5812,89
580-141	Savalipės bituminės stogų dangos Vedagard SK	m2	3,46	31,59648	109,32
750	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	m3	31,13	0,70552	21,96
756	Apkrovas laikančios mineralinės vatos izoliacinės plokštės	m3	91,86	96,24825	8841,36
759	Kietos mineralinės vatos plokštės plokštiesiems stogams	m3	132,56	9,1665	1215,11
962-28	Sandaravimo juosta Bostik	m	0,19	130,95	24,88
Iš viso					18810,69
10	BETONO IR GELŽBETONIO				
110	Ilgai gelžbetonio gaminiai	m3	578,26	10,873	6287,42
120	Karkasiniai gaminiai	m3	534,81	26,586	14218,46
150	Pramoninės plokštės	m3	440,1	56,68	24944,87
190	Pamatų blokai (banketės)	m3	137,08	32,484	4452,91
255	Šaligatvių plytelės, bordiūrai	m3	157,7	3,536	557,63
Iš viso					50461,29
11	PUSFABRIKAČIAI				
320	Betono mišiniai	m3	72,67	14,61038	1061,74
320-9	Betono mišiniai C25/30	m3	75,33	44,523	3353,92
330-37	Asfalt. apatinio sluoksnio mišiniai AC 11 AN	t	68,87	120,1464	8274,48

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
330-41	Asfalt. viršutinio sluoksnio mišiniai AC 8 VN, AC 11 VN	t	68,87	61,7012	4249,36
350	Cemento ir smėlio skiediniai	10 m3	570,33	9,08764	5182,95
361	Sudėtiniai skiediniai	m3	69,33	5,4968	381,09
	Iš viso				22503,54
12	KITOS MEDŽIAGOS				
607	Švitrinis popierius	m2	3,15	2,12	6,68
953-76	Plieninės fibros	kg	1,14	1113,075	1268,91
953-77	Deimantinis pjovimo diskas d 230mm	vnt	85,46	0,39285	33,57
	Iš viso				1309,16
	Iš viso				162684,2

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

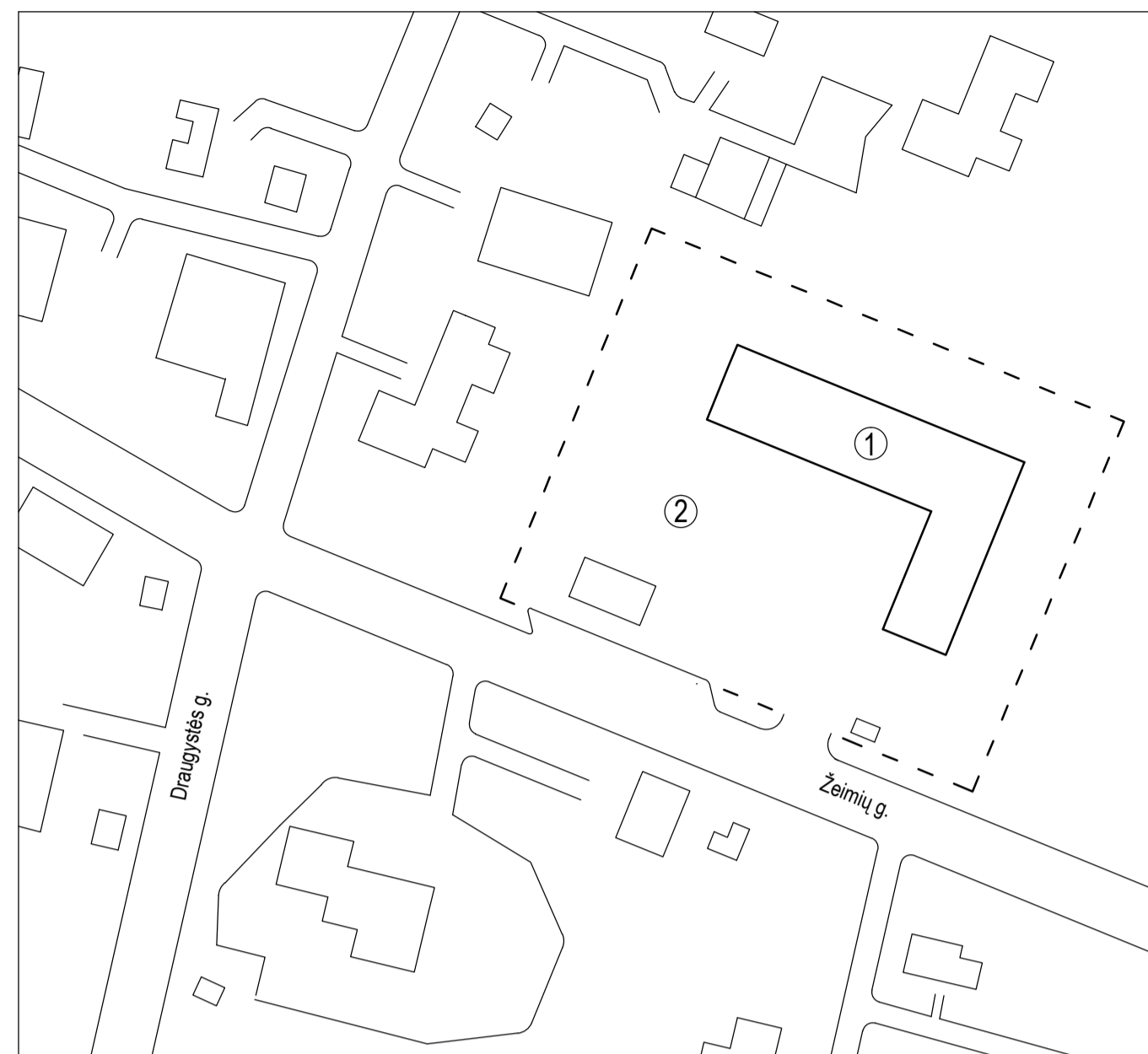
Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė Neypatingas statinys

Statinys Gamybinis pastatas

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
48020	Statyb. mašinos ekskavat. (0.5 kub.m kaušo talpos) bazėje	33,96	7,4003	251,31
48070	Statybinės mašinos traktorių iki 59 kW (80 AG) galingumo baz	27,81	5,82434	161,97
48080	Statybinės mašinos traktorių iki 132 kW (180 AG) galingumo b	39,2	2,92827	114,79
48120	Vikšriniai kranai	31,5	39,53284	1245,28
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	23,34	166,28668	3881,13
48160	Autogreideriai iki 66 kW (90 AG)	35,7	6,20268	221,44
48180	Keltuvai, montažiniai lopšiai	3,49	46,269	161,48
48190	Tinkavimo-liejimo agregatai	2,81	21,2	59,57
48200	Betono siurbliai (betonvežiai)	40,15	6,5475	262,88
48225	Betono vakuuminio apdorojimo įranga	9,25	13,095	121,13
48227	Viengubos betono glaistyklės d 900 mm	4,64	46,269	214,69
48228	Dvigubos betono glaistyklės d 1800 mm	10,9	46,269	504,33
48278	Pneumovoliai 16 t	42,76	7,8958	337,62
48280	Plentvoliai 5 t	28,85	9,8494	284,16
48281	Plentvoliai 10 t	37,01	18,1522	671,81
48283	Plentvoliai 16 t ir sunkesni	47,27	4,07	192,39
48315	Autokrautuvai	30,1	0,442	13,3
48320	Statybos mašinos automobilio bazėje	23,84	0,407	9,7
48325	Krovininės automašinos iki 8.5 t	28,63	27,07425	775,14
48362	Laistymo mašinos	30,93	5,0468	156,1
48368	Asfalto klotuvai iki 500 t/h	108,72	2,6048	283,19
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	2,87	182,28288	523,15
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	0,49	241,8031	118,48
489003	Keltuvas	3,49	6,5475	22,85
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	0,49	3,75	1,84
Iš viso				10589,73

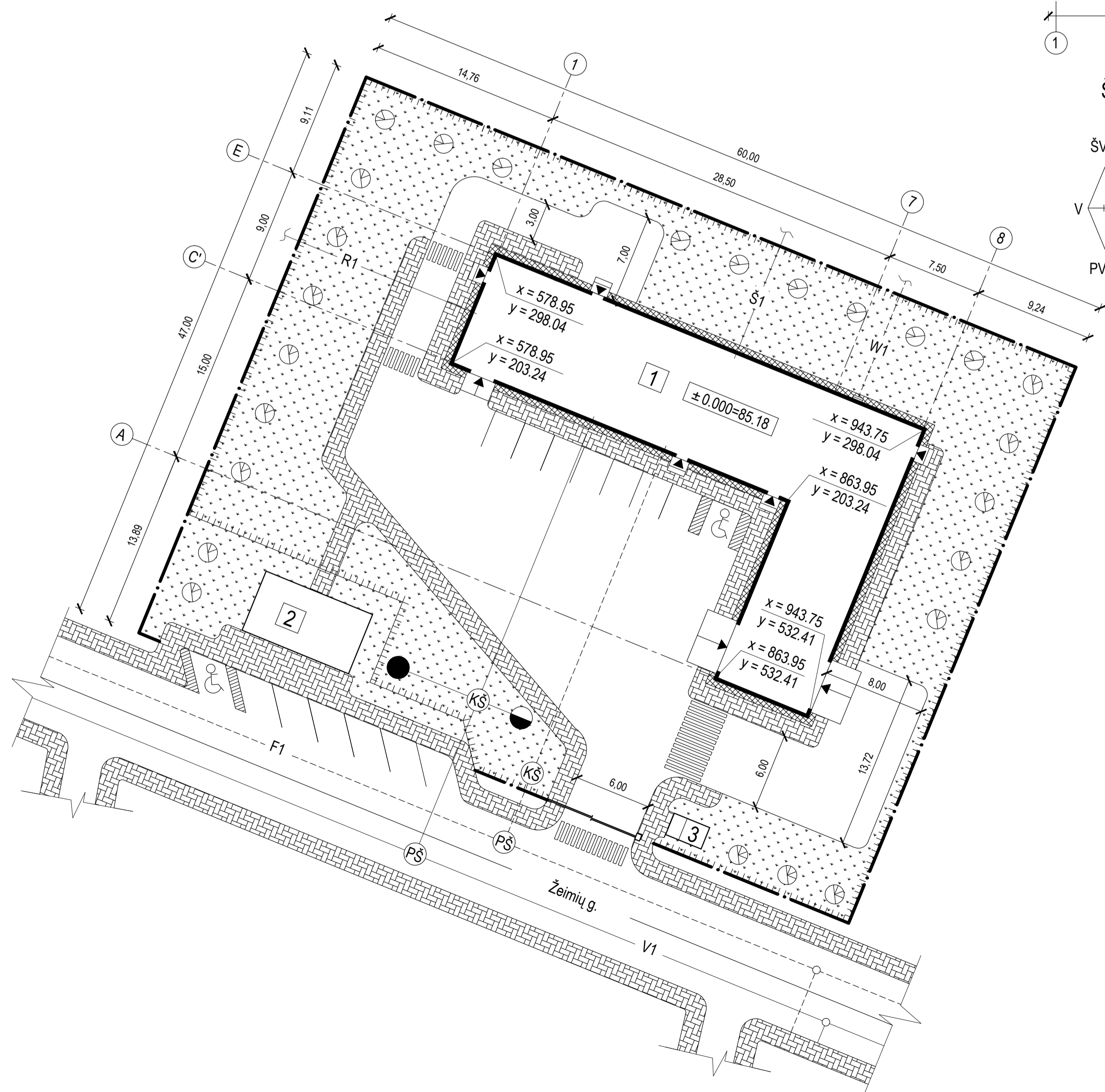
SITUACIJOS PLANAS MASTELIS 1:750



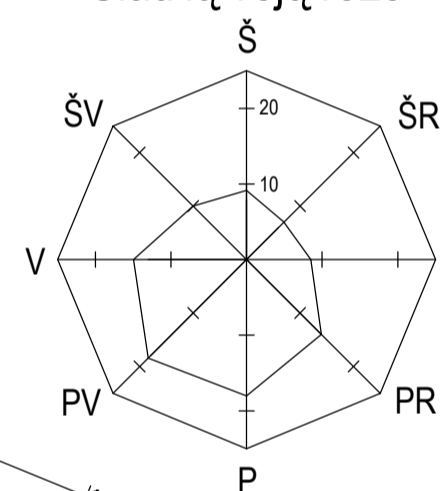
Sutartiniai žymėjimai

- ① - Projektuojamas pastatas
- ② - Sklypo ribos

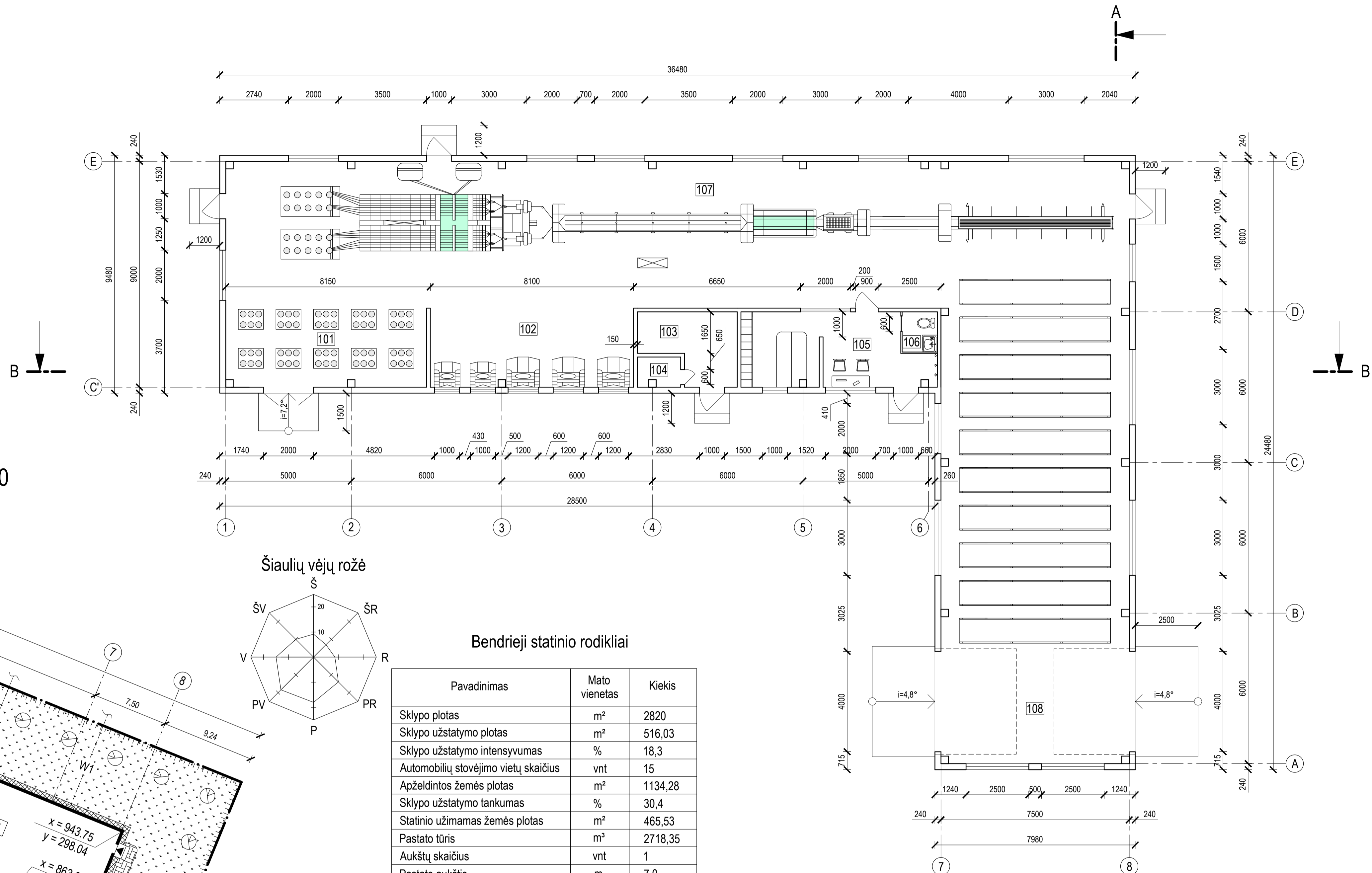
SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:250



Šiaulių vėjų rožė



PIRMO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:100



Bendrieji statinio rodikliai

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
Sklypo plotas	m ²	2820
Sklypo užstatymo plotas	m ²	516,03
Sklypo užstatymo intensyvumas	%	18,3
Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt	15
Apželdintos žemės plotas	m ²	1134,28
Sklypo užstatymo tankumas	%	30,4
Statinio užimamas žemės plotas	m ²	465,53
Pastato tūris	m ³	2718,35
Aukštų skaičius	vnt	1
Pastato aukštis	m	7,0

Sutartiniai žymėjimai

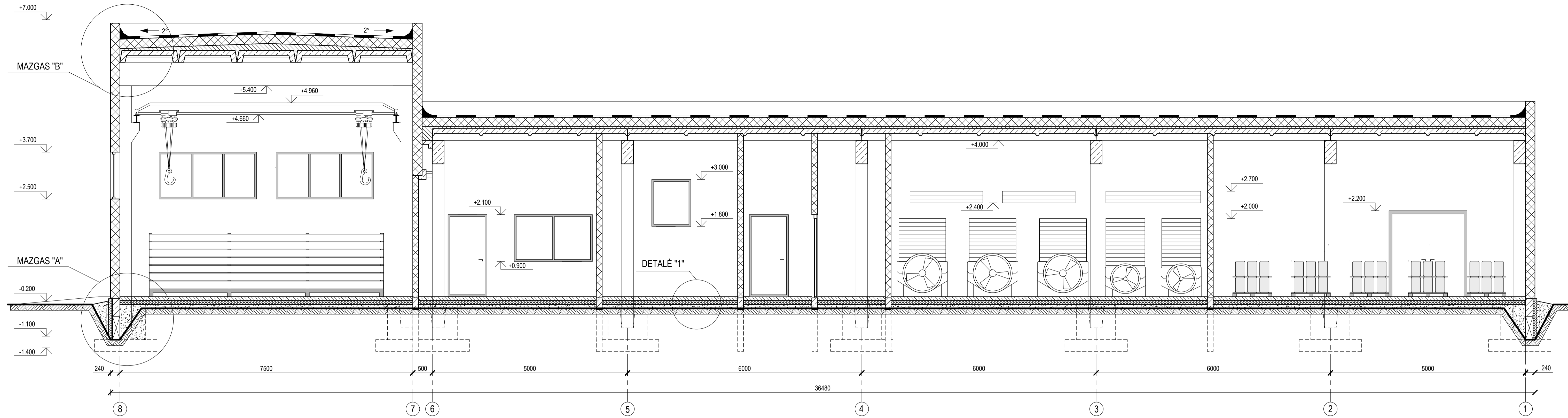
- ① - Projektuojamas pastatas
- ② - Administracija
- ③ - Apsaugos postas
- - Veja
- ▨ - Šaligatvis
- ▭ - Asfalto danga
- ▩ - Nuogrinda
- ◀ - Įėjimas/ išėjimas į pastatą
- ⊙ - Medžiai
- - Vandens kolonėlė
- ◐ - Gaisrinis hidrantas
- ⊕ - Prisijungimo šulinys
- ⊙ - Kontrolinis šulinys
- ⊕ - Automobilių stovėjimo vieta vairuotojams su negalia
- - Atidaromi vartai
- ± 0.000=85.18 - Aukščio altitudė
- V1 - Vandentiekio trąša
- Š1 - Šilumos trąša
- R1 - Ryšių trąša
- W1 - Požeminė elektros trąša
- F1 - Nuotekų trąša
- ▬ - Sklypo riba (su tvora)
- ▬ - Tvora

Patalpų eksplikacija

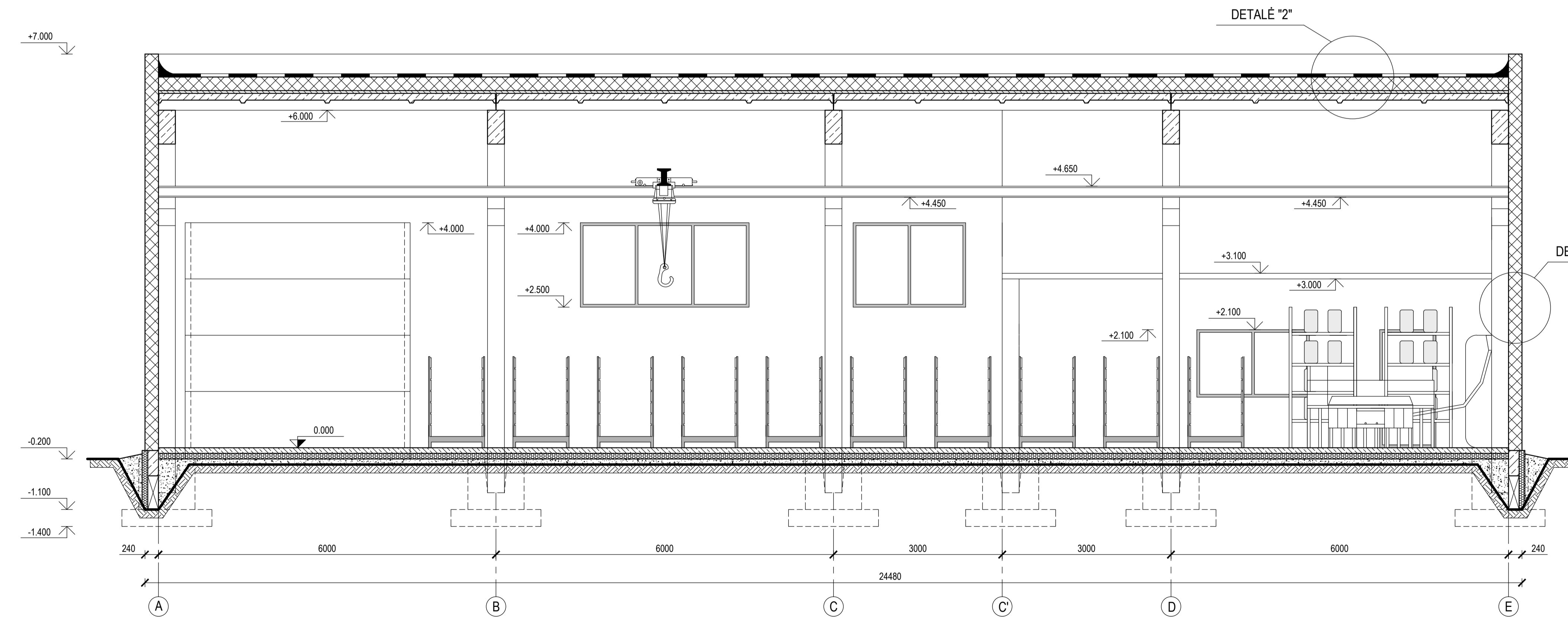
Eil. Nr	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²
101	Žaliavų sandėlis	25,50
102	Vėdinimo patalpa	25,43
103	Sanitarinis mazgas	9,64
104	Elektros skydinė	2,08
105	Buitinės patalpos	20,86
106	WC	2,27
107	Gamybinė zona	201,97
108	Gaminių sandėlis	145,95
Viso:		433,70

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SSM-5	Studentas G. Maigys 2017-01	Polimerinės kompozicinės armuotos gamybos technologija
Vadovas	E. Ivanauskas 2017-01	
sa.	Konsult. G. Šukailytė 2017-01	
gd.	Konsult. V. Paukštys 2017-01	
Pr.etapas	Statybinių medžiagų katedra LT-51367 Studentų 48, Kaunas	Situacijos planas, Sklypo planas, Pirmo aukšto planas
MBD		2017-MBD-SM
		Lapas Lapų
		1 5

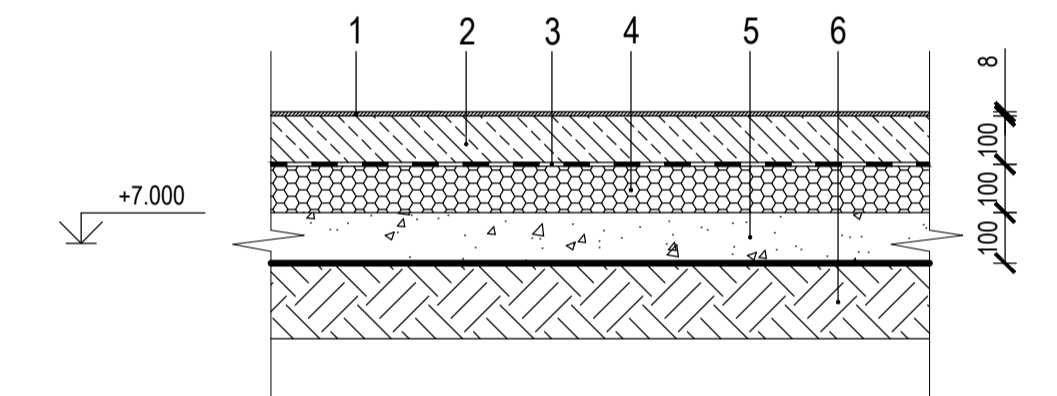
PJŪVIS B-B MASTELIS 1:50



PJŪVIS A-A MASTELIS 1:50



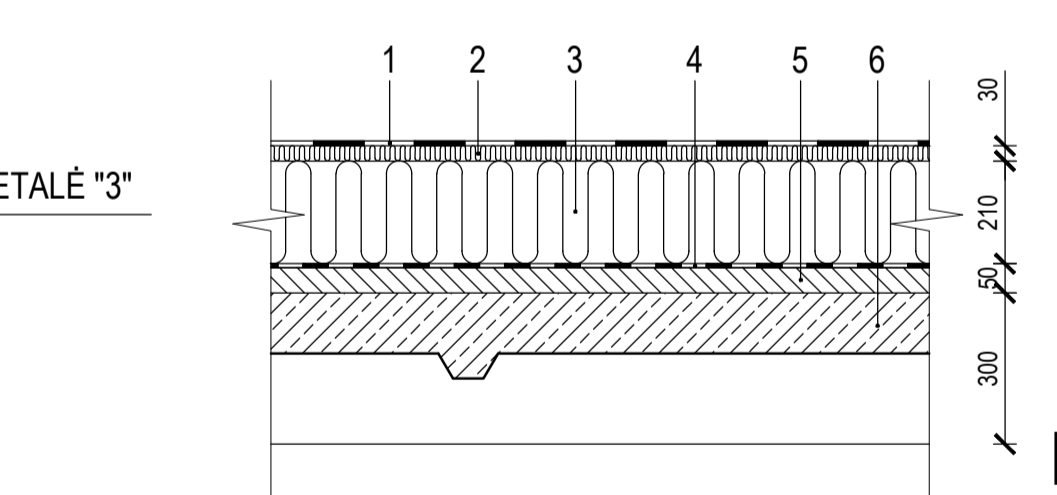
DETALĖ "1" MASTELIS 1:15



Detalės "1" eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Grindų danga KORODUR, d=8 mm
2	Fibromis armuotas betono sluoksnis, d=100 mm
3	Skiriamasis sluoksnis
4	Termoizoliacinis sluoksnis EPS 80, d=100 mm
5	Drenuojantis sluoksnis, d=100 mm
6	Sutankintas gruntas

DETALĖ "2" MASTELIS 1:15



Detalės "2" eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Hidroizoliacinė stogo danga
2	Termoizoliacinis sluoksnis iš Paroc ROB 80, d=30 mm
3	Termoizoliacinis sluoksnis iš Paroc ROL 30, d=210 mm
4	Skiriamasis sluoksnis
5	Stogo nuolydį formuojantis betono sluoksnis, d=50-180 mm
6	Briaunuota stogo denginio plokštė, d=300 mm

DETALĖ "3" MASTELIS 1:15



Detalės "3" eksplikacija

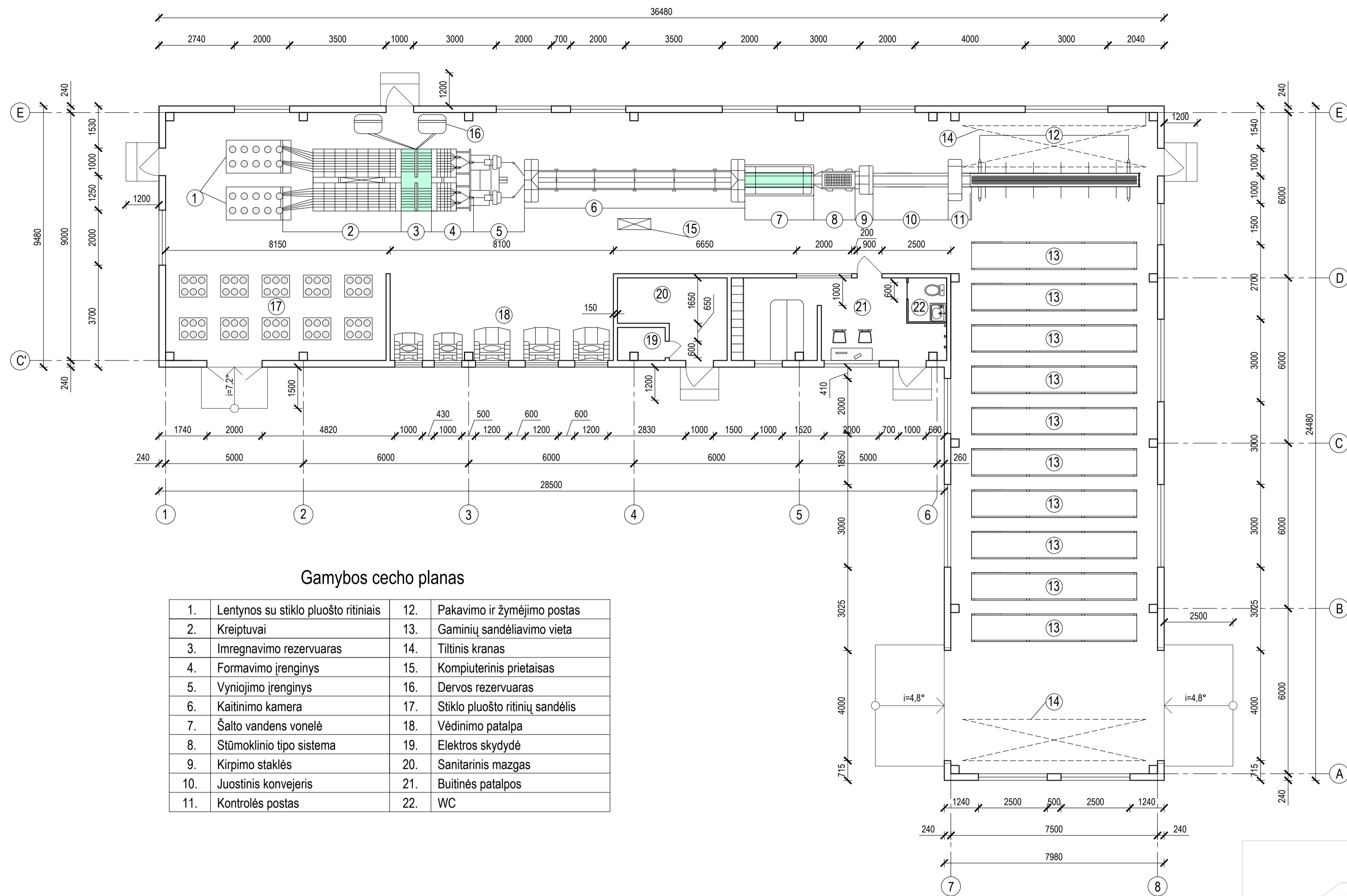
Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Išorinis skardos lakštas, d=2mm
2	Akmens vata, d=236 mm
3	Vidinis skardos lakštas, d=2mm
4	Gelžbetoninė kolona

Sutartiniai pjūvių žymėjimai

	- Sutankintas gruntas		- Gelžbetonis		- Polistireninis putplastis		- Betonas
	- Drenuojantis sluoksnis		- Betonas su fibromis		- Termoizoliacinė vata		

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
SSM-5	Studentas	G. Maigys	2017-01	Polimerinis kompozicinis armuotos gamybos technologija	
	Vadovas	E. Ivanauskas	2017-01		
	sa.	Konsult.	G. Šukailytė	2017-01	
	gd.	Konsult.	V. Paukštys	2017-01	
		Konsult.			
Pr. etapas	Statybinių medžiagų katedra			2017-MBD-SM	
MBD	LT-51367 Studentų 48, Kaunas			Lapas	Lapų
				2	5

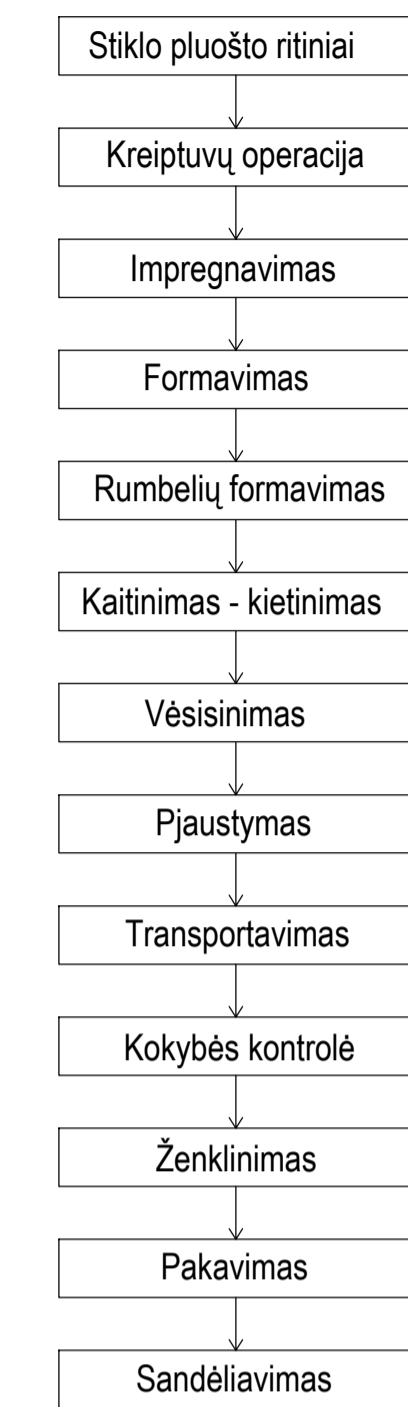
TECHNOLOGINĖS LINIJOS CIKLOGRAMA MASTELIS 1:100



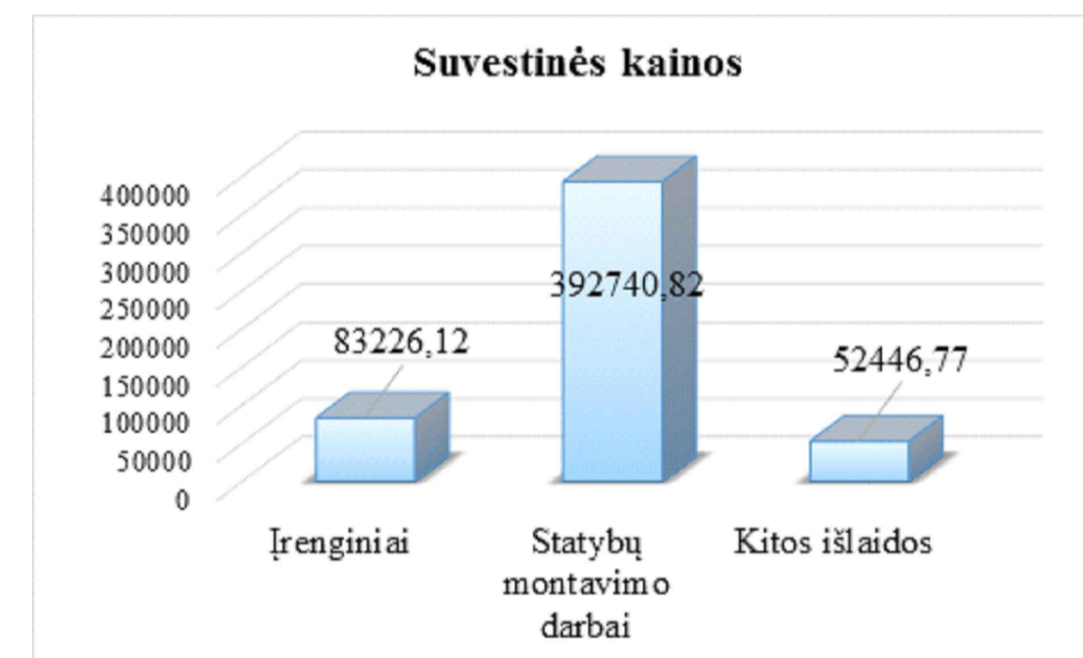
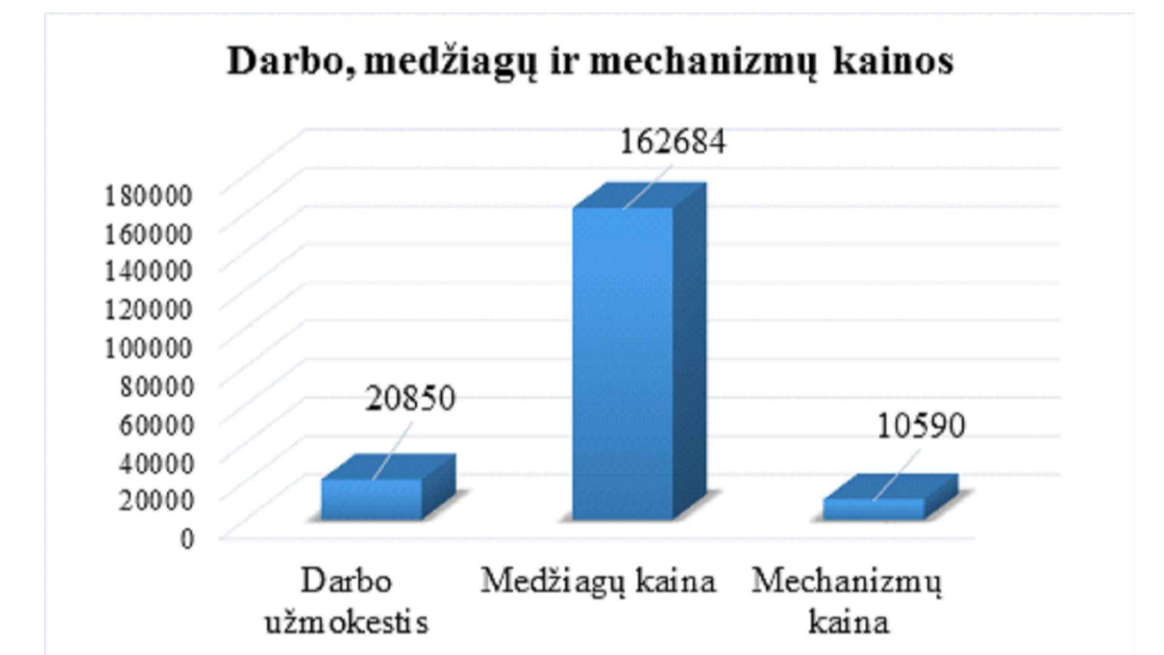
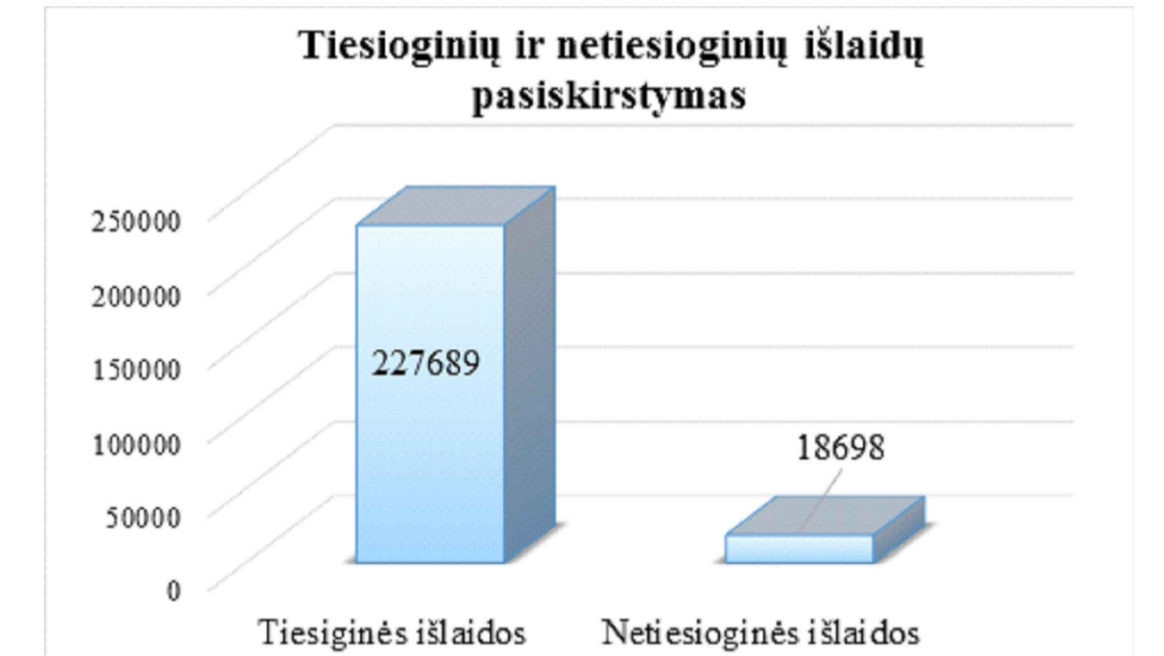
Gamybos cecho planas

1. Lentynos su stiklo pluošto ritiniais	12. Pakavimo ir žymėjimo postas
2. Kreiptuvai	13. Gaminų sandėliavimo vieta
3. Imregnavimo rezervuaras	14. Tiltinis kranas
4. Formavimo įrenginys	15. Kompiuterinis prietaisas
5. Vyniojimo įrenginys	16. Dervos rezervuaras
6. Kaitinimo kamera	17. Stiklo pluošto ritinių sandėlis
7. Šalto vandens vonelė	18. Vėdinimo patalpa
8. Stūmoklinio tipo sistema	19. Elektros skydydė
9. Kirpimo staklės	20. Sanitarinis mazgas
10. Juostinis konvejeris	21. Buitinės patalpos
11. Kontrolės postas	22. WC

GAMYBOS TECHNOLOGIJOS SCHEMA



EKONOMINĖ DALIS



Ciklogramos žymėjimai

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Vieno gaminio judėjimas
2	Kirpimo staklių darbas
3	Juostinio konvejerio judėjimas
4	Tiltinio kranų judėjimas

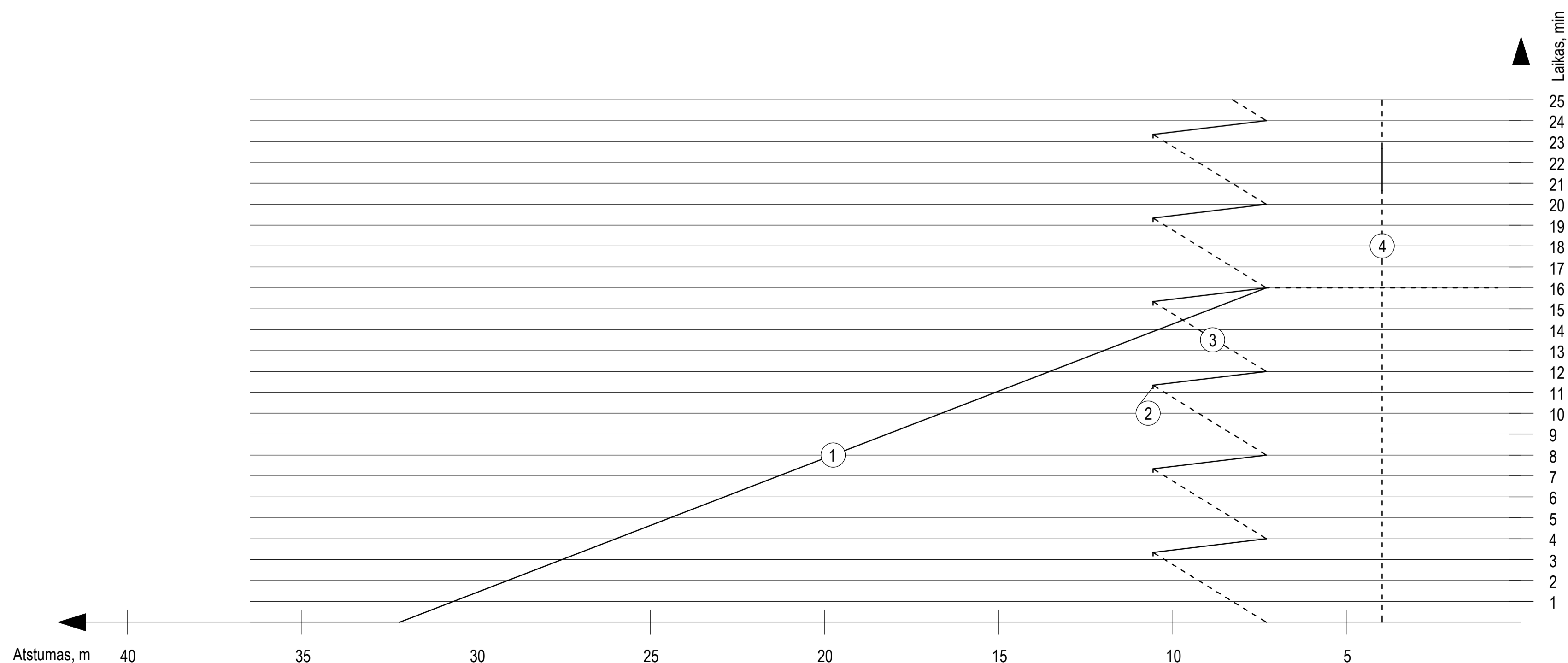
Sutariniai ciklogramos žymėjimai

Žymėjimas	Pavadinimas
—————	Vykstantis gaminio ar mechanizmo judėjimas(darbas)
- - - - -	Nevykstantis gaminio ar mechanizmo judėjimas (nedarbas)

Gamyklos techniniai - ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Reikšmė
1.	Gamybinis plotas	m ²	433,70
2.	Metinis įmonės pajėgumas:		
	a) produkcijos apimtis	m ³ /vnt.	55,58315/98450
	b) pinigine išraiška	€	528413,71
3.	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	žmonės	6
4.	Išdirbis:		
	a) produkcijos apimtis	m ³ /vnt./žmogui	9,26/16408
	b) pinigine išraiška	€/žmogui	87764,59
5.	Gaminio savikaina:		
	a) vieneto	€/vnt.	5,35
	b) metinė	€	526587,53
6.	Pelnas		
	a) vieneto	€/vnt.	0,80
	b) metinis	€	78988,13
7.	Gamybos rentabilumas	%	15

PASTABA:
Numatomas panaudotų investicijų grįžimo terminas po 6 metų, 8 mėnesių ir 1 savaitės.



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas	
SSM-5	Studentas G. Maigys 2017-01	Polimerinės kompozicinės armatūros gamybos technologija	
Vadovas	E. Ivanauskas 2017-01		
gd.	Konsult. V. Paukštys 2017-01	Gamybos technologijos ciklograma, Ekonominė dalis Gamybos technologinė schema	
ss.	Konsult. O. Vilūnienė 2017-01		
Pr.etapas	MBD Statybinių medžiagų katedra LT-51367 Studentų 48, Kaunas	Laida	0
MBD		Lapas	Lapų
		2017-MBD-SM	4 5

