



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**Darijus Dreskinis**

**LAIPTATAKIŲ ELEMENTŲ SU TERACO PAVIRŠIUMI  
GAMYBOS TECHNOLOGIJA**

Magistro baigiamasis projektas

**Vadovas**

Doc. Audrius Grinys

**KAUNAS, 2018**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA**

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(parašas) Prof. dr. Vitoldas Vaitkevičius

(data)

**LAIPTATAKIŲ ELEMENTŲ SU TERACO PAVIRŠIUMI  
GAMYBOS TECHNOLOGIJA**

Magistro baigiamasis projektas

Statyba (kodas 621J80001)

**Konsultantai**

(parašas) Dr. Rėda Bistrickaitė

(data)

(parašas) Lekt. Ramūnas Gečys

(data)

(parašas) Doc. Gitana Šukaitytė

(data)

**Vadovas**

(parašas) Doc. Audrius Grinys

(data)

**Recenzentas**

(parašas) Doc. Marijonas Daunoravičius

(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Darijus Dreskinis

(data)

**KAUNAS, 2018**



## KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros

(Fakultetas)

Darius Dreskinis

(Studento vardas, pavardė)

Statyba, B621J80001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi gamybos technologija“

### AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 18 m. sausio 3 d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Dariaus Dreskinio**, magistro baigiamasis projektas tema „Laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi 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 projektas

LAIPTATAKIŲ ELEMENTŲ SU MOZAIKINIŲ PAVIRŠIUMI GAMYBOS  
TECHNOLOGIJA

Darijus Dreskinis

ANOTACIJA

Statybos magistro baigiamojo projekto tikslas yra susipažinti su laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi gamybos technologija. Šiame darbe suprojektuotas pramoninis gamybinis pastatas, kuriame įrengiama laiptatakių elementų gamybos stendinė technologinė linija. Paruošiamas gamybos operacijų trukmių grafikas bei ciklograma. Tiriamojoje dalyje nagrinėjamas betono stiprumas gniuždant, jį veikiant įvairiomis aplinkos sąlygomis bei palyginamas skirtingų klijų mišinių stiprumas atplėšiant.

Darbe aprašomi pagrindiniai statybos reglamentavimo aktai ir darbų sauga. Aprašomos architektūrinė bei konstrukcinė pastato dalys. Apskaičiuojamas laiptų maršo konstruktyvas, atliekami gaminio ekonominiai skaičiavimai.

Brėžiniuose pateikiama: sklypo planas, situacijos planas, pagrindinis pjūvis, gamyklos pirmo bei antro aukšto planai, fasadai, technologinių įrenginių ciklograma, operacijų trukmių grafikas, darbuotojų ir įrengimų užimtumo grafikas, gaminio schema, ekonominiai rodikliai, suprojektuotas laiptų maršas.

Reikšmingi žodžiai: laiptatakis, pakopos, stendinė gamybos linija, gamybos technologija, tiriamasis projektas.

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE FACULTY  
BUILDING MATERIALS DEPARTMENT

Master final work

PRODUCTION TECHNOLOGY OF CONCRETE STAIRCASES WITH A MOSAIC SURFACE

Darijus Dreskinis

SUMMARY

Construction Master's final work aim is to get acquainted with a production technology of concrete staircases with a mosaic surface. In this work industrial building which has concrete staircases stand production technology is projected. Operation duration diagram and technological cyclogram are prepared. It carries out the research project which aims are to identify concrete crushing strength in operation of various environmental conditions and compare the strength of the different adhesive mixes when opening.

The most important regulations of structural design and work safety are described in the work. Constructional and architectural building parts are described. The construction of staircase and overall project price are calculated.

The engineering drawings contain: plan of field, situation scheme, main cross-sectional view, plans of first and second floors, facades of factory, technological equipment cyclogram, duration of operations, technological scheme, economic indicators, and projected staircase.

Keywords: staircase, steps, stand production line, production technology, a research project.

# Turinys

ĮVADAS.....	8
1. TEISINĖ DALIS.....	9
1.1 Statinio charakteristika .....	9
1.2 Teisiniai dokumentai .....	9
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS.....	13
2.1 Sklypo duomenys .....	13
2.2 Architektūrinė sandara.....	13
2.3 Stogo šiluminės varžos apskaičiavimas .....	15
3. KONSTRUKCINĖ DALIS .....	17
3.1 Apkrovų skaičiavimas.....	17
3.2 Išilginės armatūros parinkimas.....	18
3.3 Skersinės armatūros parinkimas .....	20
4. TECHNOLOGINĖ DALIS .....	22
4.1 Gaminio charakteristika .....	22
4.2 Betono mišinio sudėties projektavimas.....	22
4.2.1 Vandens kiekio parinkimas .....	24
4.2.2 Cemento kiekio parinkimas .....	26
4.2.3 Stambiojo užpildo kiekio parinkimas.....	26
4.2.4 Smulkiojo užpildo kiekio parinkimas .....	27
4.2.5 Suprojektuota betono mišinio sudėtis .....	27
4.2.6 Gamybos pajėgumo skaičiavimas .....	28
4.2.7 Medžiagų sąnaudų skaičiavimas.....	30
4.3 Gamybos proceso technologinė schema .....	32
4.4 Gaminio gamybai naudojamos žaliavos .....	33
4.4.1 Cementas .....	33
4.4.2 Užpildai.....	33
4.4.3 Vanduo .....	34
4.4.4 Priedai .....	34
4.4.5 Klėjai .....	35
4.5 Gamybos metu atliekamos operacijos .....	35
4.5.1 Betono mišinio paruošimas .....	35
4.5.2 Armatūros karkaso ruošimas .....	36
4.5.3 Gaminio formavimas ir kietinimas .....	36
4.5.4 Stendo valymas ir tepimas.....	36
4.5.5 Gminių išformavimas .....	36

4.5.6	Pakopų klijavimas (gaminio apdaila).....	37
4.5.7	Gaminio kokybės kontrolė .....	37
4.5.8	Gaminio sandėliavimas .....	37
4.6	Stendinės technologinės linijos skaičiavimai .....	37
4.7	Įmonės paruošiamieji ir pagalbiniai padaliniai.....	38
4.7.1	Cemento sandėlis .....	38
4.7.2	Užpildų sandėliai .....	38
4.7.3	Armatūros sandėlis.....	39
4.7.4	Produkcijos sandėlis.....	40
4.7.5	Betono mišinio gamybos skaičiavimas .....	40
4.8	Operacijų trukmių grafikas .....	41
5.	EKONOMINĖ DALIS .....	42
6.	DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA .....	45
	IŠVADOS .....	47
7.	TIRIAMASIS PROJEKTAS .....	48
	Įvadas .....	48
7.1	Tikslas ir uždaviniai.....	48
7.2	Klijų adhezinio stiprio nustatymas .....	49
7.2.1	Literatūros analizė.....	49
7.2.2	Mozaikinio betono gamybos technologija.....	49
7.2.3	Tyrimui naudojamos medžiagos ir metodai .....	51
7.2.4	Tyrimo rezultatai ir apibendrinimas .....	53
7.3	Betono atsparumo šalčiui nustatymas .....	56
7.3.1	Literatūros analizė.....	56
7.3.2	Tyrimui naudojamos medžiagos ir metodai .....	58
7.3.3	Tyrimo rezultatai ir apibendrinimas .....	61
	Išvados.....	64
	LITERATŪRA .....	66
	PRIEDAI .....	69

## ĮVADAS

Šio magistro baigiamojo projekto tikslas – suprojektuoti laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi gamybos technologinę liniją. Projektuojama gamykla, kurioje yra įrengta laiptatakių elementų stendinė technologinė linija, panaudojant automatinius įrengimus.

Laiptai yra neatsiejamas daugiaaukščių pastatų elementas. Kadangi šie gaminiai yra naudojami kiekvieną dieną, jie turi pasižymėti tvirtu paviršiaus atsparumu, būti stabilūs ir turėti patrauklią estetinę išvaizdą. Laiptai yra gaminami, atsižvelgiant į kiekvieno statinio architektūrinę ir konstrukcinę sandarą, todėl jų gamyba turi pasižymėti tikslumu ir kruopštumu, jog konstrukcija būtų galima saugiai naudotis.

Mozaikinis betonas yra vertinamas dėl savo patrauklios išvaizdos ir atsparumo dėvėjimuisi. Jo sudėtyje gali būti marmuro, kvarco, granito, stiklo arba kitokio tipo užpildų. Šiame baigiamajame projekte yra nagrinėjama laiptatakių elementų su mozaikiniu betonu gamybos technologija, panaudojant naujus elektrinius įrengimus, kurie palengvina, paspartina ir sumažina gamybos kaštus.

Gamyklos technologinėje linijoje yra parenkami optimaliausi įrengimai, numatomos jų darbo vietos, sudaroma jų procesų darbų ir judėjimo ciklograma. Parengiamas gamybos darbų grafikas, kuriame yra aprašomas darbuotojų ir įrengimų užimtumas. Pagal apskaičiuotus užpildų, gaminių, armatūros sandėlius ir kitus reikiamus gamybinius reikalavimus, suprojektuojamas laiptatakių elementų gamybinis pastatas. Aprašomi svarbiausi teisiniai reglamentai, architektūrinė sandara, apskaičiuojamas laiptatakio konstruktyvas, gaminio ir gamyklos savikainos bei gamyklos atsiperkamumo laikotarpis. Tiriamojoje dalyje nagrinėjamas adhezinis klijų stiprumas bei betono atsparumas šalčiui.



# 1. TEISINĖ DALIS

## 1.1 Statinio charakteristika

Projektuojama gamykla bus statoma Kauno rajone, Rimkų gyvenvietėje. Sklype yra suprojektuoti užpildų, armatūros, pagamintos produkcijos, pakopų sandėliai, automobilių stovėjimo vietos bei projektuojamas gamybinis pastatas. Šalia sklypo yra miesto vandentiekio, kanalizacijos, elektros ir ryšių komunikacinės linijos.

Naujai projektuojama gamykla yra dviejų vienaaukščių tarpatramių: pirmajame tarpatramyje suprojektuota technologinė gamybinė linija su administracinėmis ir buitinėmis patalpomis, antrajame – betono mišinio gamybos cechas.

Statinio paskirtis priklauso negyvenamųjų statinių grupei. Šio tipo statiniuose vykdoma administracinė veikla, kuria yra užtikrinamas įmonės savarankiškumas bei tai įmonės veiklai priskiriami pastatai (STR 1.01.09:2003 p. 8.2 8.8).

Statinsys yra priskiriamas ypatingųjų statinių kategorijai (STR 1.01.06:2013 “Ypatingi statiniai”) Sudėtingų konstrukcijų statiniai; didelių atstumų tarp atramų (12 m ir daugiau) statiniai.

Statinio statybos rūšis yra naujo statinio statyba (STR. 01.01.08:2002 “Statinio statybos rūšys” p. 7.1).

## 1.2 Teisiniai dokumentai

Statinsys 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:

- ✓ Mechaninio atsparumo ir pastovumo (STR 2.01.01:2005 „Mechaninis patvarumas ir pastovumas“).
- ✓ Gaisrinės saugos (STR 2.01.01:1999 „Gaisrinė sauga“).
- ✓ Higienos sveikatos ir aplinkos apsaugos (STR 2.01.01:1999 „Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“).
- ✓ Saugaus naudojimo (STR 2.01.01:2008 „Naudojimo sauga“).
- ✓ Apsaugos nuo triukšmo (STR 2.01.01:2008 „Apsauga nuo triukšmo“).
- ✓ Energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo (STR 2.01.01:2008 „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“).

- ✓ Tvarus gamtos išteklių naudojimas (Reglamentas (ES) Nr. 305/2011, 1 priedas).

Įmonė, kuri atlieka statinio projektavimo darbus ir taip pat įmonė, kuri atlieka suprojektuoto statinio rangos darbus, privalo vadovautis tuo metu galiojančiais statybos įstatymais, statybos bei higienos normomis, aplinkos apsaugos reikalavimais ir kitais teisiniais dokumentais.

Statybą leidžiantis dokumentas – tai vienas iš pagrindinių dokumentų, kuris reikalingas norint pradėti legalią statybą. Neturint šio svarbaus dokumento yra pažeidžiamos LR teisės aktų nuostatos. Statybos organizavimas be šio dokumento vadovams kainuoja dideles baudas.

Leidimą statyti naują statinį išduoda Kauno raj. savivaldybės administracijos direktorius ar jo įgaliotas savivaldybės tarnautojas. Tam, kad gautų statybos leidimą, privalo būti pateikiami šie dokumentai:

- Prašymas;
- Statybos projektas ir kompiuterinė laikmena;
- Statybos projekto ekspertizės aktas;
- Žemės sklypo nuosavybės dokumentai;
- Dokumentas, kuris įrodo apie sumokėtas įmokas už statybos įteisinimą;
- Sutartis su kaimyniniu žemės sklypo savininku jei numatoma jo sklypą naudoti statybos metu ar kaimyninio sklypo teritorijoje tiesti inžinerinius tinklus.

Statybos leidimas galioja 10 metų. Kitu atveju nespėjus pastatyti pastato statybos leidimą teks prasiųsti. Leidimas bus neaktyvus, jei pastatas nebus pradėtas statyti per 3 metus.

Baigus visus statybos darbus, statytojas privalo pateikti visus dokumentus nurodytus STR 1.11.01:2002 3 priedas, pripažinimo tinkamu naudoti komisijai STR 1.11.01:2002 IV skirsnis 11 punktas. Patys svarbiausi komisijos nariai:

- Komisijos pirmininkas (paskyrusios institucijos);
- Valstybinės teritorijų planavimo ir statybos inspekcijos pirmininkas;
- Statytojas;
- Projektuotojas;
- Sveikatos priežiūros inspekcija;
- Priešgaisrinės priežiūros inspekcija;
- Savivaldybės paskirtas narys;

- Valstybinės energetikos inspekcija;
- LR valstybinė darbo inspekcija.

Pastatytas statinys pripažįstamas tinkamu naudoti tik tuomet, kai yra atliekami visi pagal projektą suplanuoti darbai, atitinkantys jiems keliamus reikalavimus, taip pat atlikus visų inžinerinių komunikacijų bandymus.

Vadovaujantis LR statybos įstatymu 24 straipsnio 1.p. užbaigus naujo statinio statybą, Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka yra surašomas statybos užbaigimo aktas. Šis aktas patvirtina, kad statinys yra užbaigtas statyti ir statinį galima naudoti pagal paskirtį.

- Projektuojant gaminį turi būti laikomasi šių medžiagų standartų:

Cementas – LST EN ISO 9001:2008;

Smėlis ir skalda - LST EN 12620:2013;

Vanduo - LST EN 1008:2005;

Plastiklis - EN 934-2;

Betonas – LST EN 206:2014.

- Statinio projekto įgyvendinimui naudojami šie reglamentai:

STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“;

STR 1.01.08:2002 „Statinio statybos rūšis“ ;

STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“;

STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“ ;

STR 2.01.01(1):2005 Esminiai statinio reikalavimai. „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“;

STR 2.01.04:2004 Esminiai statinio reikalavimai. „Gaisrinė sauga“;

STR 2.01.01(3):1999 Esminiai statinio reikalavimai. „Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“;

STR 2.01.01(4):2008 Esminiai statinio reikalavimai. „Naudojimo sauga“;

STR 2.01.01(5):2008 Esminiai statinio reikalavimai. „Apsauga nuo triukšmo“;

STR 2.01.01(6):2008 Esminiai statinio reikalavimai. „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“;

ES 305:2011(7) „Tvarus gamtos išteklių naudojimas“;

STR 2.01.06:2009 „Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių sauga nuo žaibo“;

STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės apsauga nuo triukšmo“;

STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“;

STR 2.02.07:2004 „Gamybos įmonių ir sandėlių statiniai. Pagrindiniai reikalavimai“;

STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“;

STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“;

STR 2.05.03:2003 „Statinių konstrukcijų projektavimo pagrindai“;

STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“;

STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“;

STR 2.05.13:2004 „Statinių konstrukcijos grindys“;

STR 2.05.20:2006 „Langai ir išorinės įėjimo durys“;

STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“;

HN 32:2004 „Darbas su video terminalais. Saugos ir sveikatos reikalavimai“;

HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose.

Parametrų norminės vertės ir matavimų reikalavimai“;

HN 98:2000 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ ;

1998m. gruodžio 22 d. NR. 272 LR aplinkos ministro įsakymas Nr. 272 „Dėl bendrųjų pavojingų cheminių medžiagų ir preparatų sandėliavimo“ ;

2003m. balandžio 24 d. LR vyriausybės nutarimas „Buities, sanitarinių ir higienos patalpų rengimo reikalavimai“ .

## 2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

### 2.1 Sklypo duomenys

Projektuojamas laiptakių elementų su mozaikiniu betonu gamybinis pastatas. Gamykla bus statoma Kauno rajone, Rimkų gyvenvietėje. Projektuojamo pastato sklypas yra stačiakampės formos, kurio matmenys 106,4 x 51,3 m. Sklypas iš rytų ir vakarų pusių ribojasi su kaimyniais sklypais. Šiaurėje ir pietuose įrengti du įvažiavimai, kuriais galima patekti į gamyklos teritoriją. Šalia gamyklos suprojektuota stovėjimo aikštelė, kurioje galima pastatyti 10 automobilių. Viena automobilio stovėjimo vieta skirta žmonėms su negalia. Gamyklos teritorijoje taip pat yra numatytos vietos armatūros, užpildų, cemento, mozaikinio betono pakopų bei pagamintų gaminių sandėliavimo vietos.

### 2.2 Architektūrinė sandara

Projektuojamas pastatas sudarytas iš dviejų vienaaukščių tarpatramių, kurių plotis yra 9,5 m ir 18,0 m. 18,0 m pločio tarpatramis yra 75,4 m ilgio ir 11,09 m aukščio. Šioje statinio dalyje yra suprojektuota laiptakių elementų gamybos technologinė linija bei atskira dviaukštė dalis, kurios pirmame aukšte įrengtos patalpos administracijos darbuotojams, o antrame – cecho darbuotojams. 9,5 m pločio tarpatramis yra 6,0 m ilgio ir 8,55 m aukščio. Šioje gamyklos dalyje yra suprojektuotas betono mišinio paruošimo mazgas.

Gamykloje, dviaukštės dalies pirmajame aukšte suprojektuotas san. mazgas gamyklos darbuotojams, taip pat du atskiri san. mazgai administracijos darbuotojams bei žmonėms su negalia. Administracijos darbuotojams yra įrengta virtuvė, posėdžių salė bei laboratorija. Šalia šių patalpų yra įrengtas cecho vadovo kabinetas bei klientų priėmimo patalpa. Antrajame aukšte yra suprojektuota virtuvė gamyklos darbuotojams, atskiros persirengimo patalpos vyrams ir moterims bei atskiri vyrų ir moterų san. mazgai. Antrajame aukšte yra įrengta posėdžių salė didelėms grupėms, iš kurios galima stebėti gamykloje vykstančius procesus.

- Pamatai

Kadangi projektuojamame sklype gruntas yra pakankamai tvirtas, todėl pastato pamatai suprojektuoti tauriniai. Pamatai suprojektuoti iš dviejų dalių: pamato pado, kurio matmenys 1600 x 1600 x 300 mm bei bloko, į kurį įstatoma kolona – jo matmenys 1000 x 1000 x 900 mm. Pamato apačios altitudė yra -1,400 m, o viršaus - -0,200 m. Pamato padas yra pastatomas ant išlyginamojo betoninio sluoksnio, kurio matmenys 1700 x 1700 x 50 mm. Šis sluoksnis

yra įrengiamas statybos aikštelėje. Pamatų sijos yra montuojamos ant atraminių gelžbetoninių stulpelių. Pamatų montavimo darbai yra vykdomi tik tuomet, kada yra tinkamai paruoštas gruntas po pamatais bei sužymėtos pamatų įrengimo koordinatės. Po pamatų montavimo, likę plyšiai yra užtaisomi. Tuomet pamatai yra užpilami smėliu, kuris vėliau yra sutankinamas.

- Kolonos

Gamykloje įrengiamos gelžbetoninės kolonos, kurių matmenys 400 x 400 x 9350 mm. Dviejų nivelių pagalba, kurie tarpusavyje išdėstyti 90° kampu, kolona įleidžiama į pamate esančią tuščią ertmę ir pastatoma į projekcinę padėtį. Atlikus reikiamus tiesumo matavimus, kolona sustandinama ir užbetonuojama.

- Denginio sijos ir perdangos plokštės

18,0 m pločio tarpatramyje denginio sijos montuojamos ant kolonų prijungiant jas įdėtinėmis detalėmis. Statinio standumui užtikrinti, sijų viršuje sumontuojamos įdėtinės detalės, kuriomis yra pritvirtinamos gelžbetoninės plokštės arba metaliniai ilginiai. Gelžbetoninės sijos turi pakankamą atsparumą korozijai ir degumui, todėl nereikalauja papildomos priežiūros ar paruošimo.

Surenkamos kiaurymėtos gelžbetoninės perdangos plokštės įrengiamos 9,5 m pločio tarpatramyje denginio perdengimui bei dviaukštėje pastato dalyje tarpaukštinei ir denginio perdangai. Šios plokštės priimtos 200 mm storio. Plokštės atremiamos ant gelžbetoninių rygelių, kurie yra atreminti ant kolonų konsolių. Sumontavus plokštes, tarpai tarp jų yra užbetonuojami.

- Sienos

Gamyklos išorinės sienos yra įrengiamos panaudojant trisluoksnius panelius. Šie paneliai yra padengiami skardos lakštais, o jų vidus užpildomas mineraline vata. Šio tipo sienos yra lengvos, todėl nereikalauja didelio skerspjūvio laikančiųjų konstrukcijų, o nesudėtingas jų montavimas paspartina statinio statybą ir sumažina jo kaštus. Šie paneliai pasižymi mažu šilumos laidumu, todėl pakanka mažesnio energijos kiekio pastatui pašildyti. Standartinis plokštės plotis yra 1200 mm. Šis plotis gali būti koreguojamas, atsižvelgiant į pastate numatytas angas durims, langams bei vartams.

Dviaukštėje pastato dalyje vidinės pertvaros yra įrengiamos iš gipso kartono plokščių, o laiptinės pertvara mūrijama panaudojant silikatinius blokelius. Tokiu būdu yra užtikrinamas pakankamas ugniaatsparumas.

- Grindys

Grindys ant grunto yra sudarytos iš šių sluoksnių: apačioje yra sutankinamas gruntas. Ant šio grunto yra užpilamas 100 mm storio drenuojantis sluoksnis, tuomet ant šio sluoksnio yra dedama EPS 100 šilumos izoliacija, kurios storis yra 100 mm. Ant termoizoliacinės medžiagos įrengiama polietileninė plėvelė, jog į pastatą neprasiskverbtų drėgmė. Ant šios plėvelės yra įrengiamas 100 mm storio armuoto betono sluoksnis. Gamybinėje zonoje ant armuoto betono sluoksnio įrengiama „Korodur“ danga, kuri pasižymi aukštu mechaniniu atsparumu. Administracinės zonos patalpose įrengiama PVC apdailinė grindų danga, san. mazguose bei dušuose iškljuojamos plytelės.

- Langai, vartai, durys

Gamykloje įrengiami plastikiniai langai su dviejų kamerų stiklo paketu. Šie langai yra atsparūs gamtos poveikiams, pasižymi aukštomis šiluminėmis savybėmis. Išorėje įrengiamos palangės iš skardos, viduje – iš plastiko. Gamybinėje zonoje numatyta įrengti nevarstomus langus, administracinėje – varstomus. Gamykloje suprojektuoti kelių skirtingų išmatavimų langai: 3000 x 800 mm, 3000 x 1500 mm, 1200 x 1000 mm, 1000 x 1000 mm, 2600 x 1000 mm, 1200 x 1400 mm, 2000 x 1400 mm, 1500 x 1000 mm, 2000 x 500 mm, 1700 x 500 mm.

### 2.3 Stogo šiluminės varžos apskaičiavimas

Gamykloje įrengiamas mineralinės vatos izoliacija apšildytas stogas. Žemiau atliekami stogo šiluminės varžos skaičiavimai.

Stogo konstrukciją sudarantys elementai:

Eil. nr.	Stogo sluoksnio pavadinimas	Stogo sluoksnio šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds}$ , (W/m·K)	Stogo sluoksnio storis d, m
1	G/b perdangos plokštė	1,3	0,2
2	Išlyginamasis ir nuolydį suformuojantis gelžbetoninis sluoksnis	1,65	0,05
3	Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis PAROC XMV 020 bas	-	-
4	Mineralinė vata PAROC ROS 30	0,038	0,21
5	Mineralinė vata PAROC ROB 80	0,042	0,03
6	Hidroizoliacinė stogo danga	0,23	0,012

Pagal 2.1 formulę apskaičiuojama kiekvieno stogo konstrukciją sudarančio elemento šiluminė varža:

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_{ds,i}} \quad (2.1)$$

$$R_1 = \frac{0,2}{1,3} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad R_2 = \frac{0,05}{1,65} = 0,03 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad R_4 = \frac{0,21}{0,038} = 5,53 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_5 = \frac{0,03}{0,042} = 0,71 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad R_6 = \frac{0,012}{0,23} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W};$$

$R_3 = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ; (Priimamas kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros elementų, STR 2.01.09:2012, 2 priedas, 2.2 lentelė).

Apskaičiuojama suminė stogo atitvaros šiluminė varža:

$$R_s = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_{se} = 0,10 + 0,15 + 0,03 + 0,04 + 5,53 + 0,71 + 0,05 + 0,04 = 6,65 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.2)$$

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

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

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_s = \frac{1}{R_s} = \frac{1}{6,65} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (2.3)$$

Kadangi projektuojama gamykla turi atitikti A energinio naudingumo klasės pastatams keliamus reikalavimus, apskaičiuojamas pastatų atitvarų norminių rodiklių – šilumos perdavimo koeficientas (STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 4 lentelė):

$$U_n = 0,16 \cdot k = 0,16 \cdot 1,149 = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (2.4)$$

Čia  $k$  – koeficientas, įvertinantis šilumos nuostolius per pastato atitvaras, kuris apskaičiuojamas:

$$k = \frac{20}{\Theta iH - 0,6} = \frac{20}{18 - 0,6} = 1,149 \quad (2.5)$$

Čia  $\Theta iH$  – vidaus temperatūra pramonės paskirties pastatuose šildymo sezono metu (STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 1 priedo 1.1 lentelė).

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

Apskaičiuotas stogo šilumos perdavimo koeficientas neviršija norminės šilumos perdavimo koeficiento reikšmės, taikomos A energinės naudingumo klasės pastatams keliamiems reikalavimams.



### 3. KONSTRUKCINĖ DALIS

#### 3.1 Apkrovų skaičiavimas

Projektuojami surenkami gelžbetoniniai laiptatakliai. Jų plotis priimtas 1200 mm. Sudaroma apkrovų, veikiančių laiptų maršą, dydžių lentelė, o kompiuterine programa „Autodesk Robot Structural Analysis“ – laiptatatakio skaičiuojamoji schema. Apkrovų daliniai koeficientai parenkami iš STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“. Gautos apkrovų reikšmės surašomos į 3.1 lentelę.

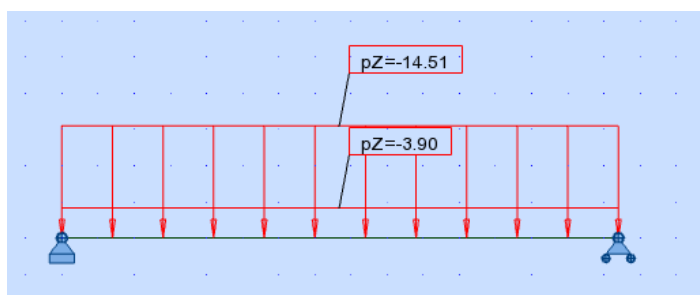
**3.1 lentelė.** Laiptatakį veikiančios apkrovos

Laiptatakį veikiančios nuolatinės apkrovos			
Veikianti apkrova	Charakteristinė reikšmė, $kN/m^2$	Dalinis koeficientas	Skaičiuojamoji reikšmė, $kN/m^2$
Mozaikinio betono pakopos	0,6	1,35	0,81
Laiptų konstrukcijos savasis svoris	10,15		13,70
Suminė apkrova:	10,75		14,51
Laiptatakį veikiančios kintamos apkrovos			
Nuolatinė apkrova	3	1,3	3,9

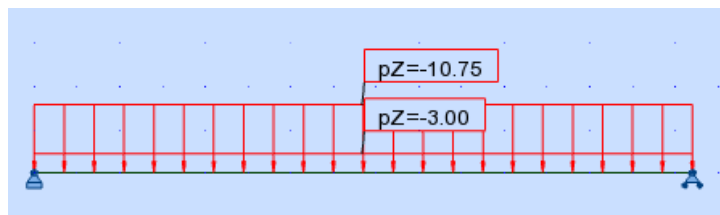
Sudaryta laiptatatakio skaičiuojamoji schema, apkraunama jį veikiančiomis jėgomis, įvertinant laiptatatakio pasvirimo kampą:

$$p_k = g_k \cdot \cos\alpha + q \cdot \cos^2\alpha = 10,75 \cdot \cos 36 + 3 \cdot \cos^2 36 = 8,70 + 1,96 = 10,66 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1)$$

Konstrukcija apkraunama 3.1 lentelėje nurodytomis apkrovomis. Laiptatakį veikiančios įrašos paskaičiuojamos pagal du apkrovų derinius: saugos ir tinkamumo. Pagal saugos ribinį būvį parenkamas laiptų maršo armatūros skerspjūvis, o tinkamumo – apskaičiuojamos laiptų deformacijos.



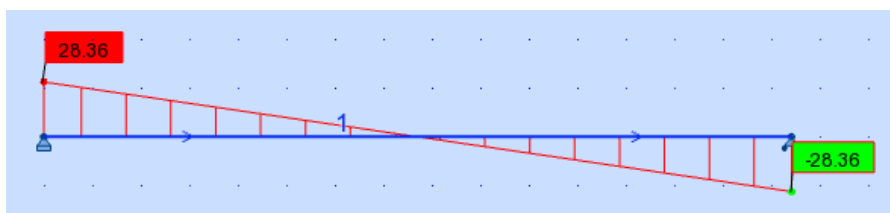
3.2 pav. Konstrukciją veikiančios skaičiuotinės apkrovos (saugos ribinis būvis)



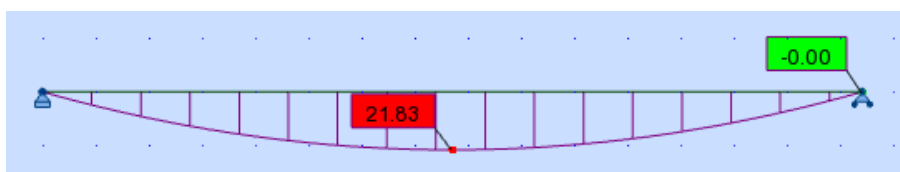
3.3 pav. Konstrukciją veikiančios charakteristinės apkrovos (tinkamumo ribinis būvis)

## 3.2 Išilginės armatūros parinkimas

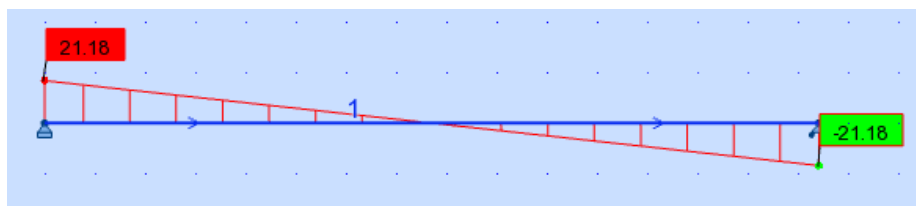
Pagal sudarytus derinius matyti, jog didžiausios įrašų reikšmės gaunamos konstrukciją tikrinant saugos ribinio būvio apkrovomis. Gauta maksimalaus momento reikšmė  $M_{Ed} = 21,83 \text{ kNm}$ , o skersinės jėgos –  $V_{Ed} = 28,36 \text{ kN}$ .



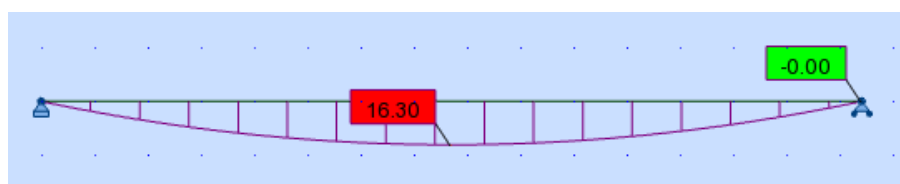
3.4 pav. Skersinių jėgų diagrama pagal saugos ribinį būvį



3.4 pav. Momentų diagrama pagal saugos ribinį būvį



3.5 pav. Skersinių jėgų diagrama pagal tinkamumo ribinį būvį



3.6 pav. Momentų diagrama pagal tinkamumo ribinį būvį

Laiptatakams naudojamas C30/37 klasės betonas. Apskaičiuojamas jo skaičiuotinas stiprumas:

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 30}{1,5} = 18 \text{ MPa}; \quad (3.2)$$

Laiptatakių armavimui bus naudojama S400 klasės pagrindinė armatūra. Apsakčiuojamas jos skaičiuotinas stiprumas:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{400}{1,1} = 360 \text{ MPa}; \quad (3.3)$$

Laiptatakių armavimui taip pat bus naudojama S240 klasės pagalbinė armatūra. Apskaičiuojamas šios armatūros skaičiuotinas stiprumas:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{240}{1,1} = 218 \text{ MPa}; \quad (3.4)$$

Apskačiuojamas reikiamas apatinės išilginės armatūros skerspjūvio plotas.

Gniuždomos zonos ribinis santykinis aukštis:

$$\zeta_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{360}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,561; \quad (3.5)$$

Čia  $\omega$  – gniuždomos zonos betono charakteristika, kuri priklauso nuo betono rūšies ir jo stiprio. Apskaičiuojama:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706; \quad (3.6)$$

Apskaičiuojamas gniuždomos zonos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{21,83 \cdot 10^6}{18 \cdot 1200 \cdot 150^2} = 0,045; \quad (3.7)$$

Čia  $b$  – laiptų maršo plotis;

$d$  – laiptų aikštelės naudingasis aukštis, kuris apskaičiuojamas:

$$d = h - a = 180 - 30 = 150 \text{ mm}; \quad (3.8)$$

Tuomet:

$$\zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,045} = 0,046 < 0,561; \quad (3.9)$$

Pagal gautą sąlygą, jog  $\zeta_{eff} < \zeta_{lim}$ , laikoma, jog elementas nėra perarmuotas. Apskaičiuojamas reikiamas apatinės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s1} = \frac{f_{cd} \cdot \zeta_{eff} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,046 \cdot 1,2 \cdot 0,150}{360} = 4,14 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 4,14 \text{ cm}^2; \quad (3.10)$$

Pagal apskaičiuotą reikiamą armatūros skerspjūvio plotą, laiptatakio apačioje priimu 6  $\emptyset 10$  S400 klasės armatūros strypus, kurių  $A_s = 4,68 \text{ cm}^2$ . Armatūros žingsnis priimtas kas 200 mm. Viršutinė armatūra priimta konstrukciškai, 6  $\emptyset 10$  S400 klasės 200 mm žingsniu.

### 3.3 Skersinės armatūros parinkimas

Pagal pavojingiausio derinio įrašas, patikrinamas įstrižojo pjūvio stiprumas ir parenkama laiptatačio skersinė armatūra. Laikoma, jog įstrižojo pjūvio laikomoji galia yra pakankama, kuomet tenkinamos šios sąlygos:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}; \quad (3.11)$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max};$$

Čia  $V_{Rd,s}$  – skersinės armatūros laikomoji galia;

$V_{Rd,max}$  – maksimali įstrižojo pjūvio laikomoji galia, atsižvelgiant į gniuždomo betono stiprį.

Apskaičiuojamas gniuždomo spyrio kampas, priimant, jog  $V_{Ed} = V_{Rd,max}$ :

$$\begin{aligned} \theta &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{\alpha_{sw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}\right) \\ &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot 28,36}{1,0 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 0,135}\right) = 1,06^\circ \end{aligned} \quad (3.12)$$

$$v_1 = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528 \quad (3.13)$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,150 = 0,135 \text{ m} \quad (3.14)$$

Kadangi gautas spyrio kampas  $\theta = 1,06^\circ < 45^\circ$ , tai parenkant skersinę armatūrą naudosisiu  $\cot 2^\circ = 28,65$ .

Apskaičiuojamas reikiamas skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot \cot \theta} = \frac{28,36}{0,135 \cdot 28,65} = 7,33 \text{ kN/m} \quad (3.15)$$

Apskaičiuojamas minimalus reikiamas skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw,min} = 0,07 \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot b_w = 0,07 \cdot \sqrt{30 \cdot 10^3} \cdot 1,2 = 14,55 \text{ kN/m} \quad (3.16)$$

Pagal apskaičiuotą intensyvumą priimu, jog skersinei armatūrai bus naudojami 4  $\emptyset 8$  S240 klasės armatūros strypai, kurių  $A_s = 2,01 \text{ cm}^2$ . Toliau apskaičiuojamas skersinės armatūros žingsnis:

$$s = \frac{f_{ywd} \cdot A_{sw}}{v_{sw}} = \frac{218 \cdot 10^3 \cdot 2,01 \cdot 10^{-4}}{7,33} = 5,98 \text{ mm} \quad (3.17)$$

Priimu, jog skersinė armatūra dedama konstrukciškai, 200 mm žingsniu. Įstrižojo pjūvio laikomoji galia apskaičiuojama:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta = \frac{2,01 \cdot 10^{-4}}{0,2} \cdot 0,135 \cdot 218 \cdot 10^3 \cdot 28,65$$

$$= 847,36 \text{ kN}$$
(3.18)

Laikomoji galia apskaičiuojama, kai  $\Theta = 2^\circ$ :

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{sw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta} = \frac{1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,135 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot 10^3}{28,65 + 0,035} = 53,67 \text{ kN}$$
(3.19)

Patikrinamos laikomosios galios su konstrukciją veikiančiomis apkrovomis:

$$V_{Ed} = 28,36 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 847,36 \text{ kN};$$

$$V_{Ed} = 28,36 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 53,67 \text{ kN};$$

Apskaičiuotos stiprumo sąlygos tenkinamos. Priimu, jog skersinei armatūrai bus naudojami  $\varnothing 8$  S240 klasės armatūros strypai, išdėstomi šachmatiškai, 400 mm žingsniu. Pakopos armuojamos konstrukciškai: išilginę pakopų armatūrą priimu 4  $\varnothing 6$  strypus, o skersinę –  $\varnothing 4$  strypus, išdėstomą 200 mm žingsniu.

## 4. TECHNOLOGINĖ DALIS

### 4.1 Gaminio charakteristika

Laiptų elementai yra neatsiejama daugiaaukščio pastato dalis. Šie gaminiai yra eksploatuojami ne vienerius metus, todėl turi pasižymėti ilgaamžiškumu, patogumu ir turėti patrauklią estetinę išvaizdą. Surenkami gelžbetoniniai laiptai yra patvarūs ir greitai įrengiami. Į statybos aikštelę šie gaminiai gali būti tiekiami jau pilnai paruošti naudojimui – su atlikta apdaila.

Mozaikinio betono apdaila yra vertinama dėl savo atsparumo dėvėjimuisi ir savito grožio. Šiai laiptų apdailai gali būti naudojamas marmuro ar granito grūdelių užpildas, panaudojant įvairius pigmentus, norint išgauti pageidaujamą apdailos atspalvį. Taip pat mozaikinės apdailos gamybai gali būti naudojamos panaudotos perdirbto stiklo, porceliano ar betono medžiagos.

Apdaila gali būti paruošiama keliais būdais: mozaikinio betono paviršius gali būti išklojamas į gaminio klojinį ir užpilamas betonu; apdaila gali būti priklijuojama išmontavus gaminį iš klojinio; mozaikinio betono pakopos gali būti sumontuojamos ant laiptatakio pakopų panaudojant specialias įdėtines detales.

Laiptų elementai gali būti gaminami įvairių formų – tiesūs, sukti, su aikštelėmis – bei panaudojant platų mozaikinio betono apdailos sortimentą ir pritaikant juos kiekvieno naudotojo vizijoms ir poreikiams.

### 4.2 Betono mišinio sudėties projektavimas

Laiptatakų gamybai bus naudojamas C30/37 klasės betono mišinys, kurio gamybai bus naudojamas CEM I 42,5R klasės cementas bei smėlio, kurio frakcija 0/4 mm, ir granitinės skaldos, kurios frakcija 4/16 mm, užpildai.

Cementas CEM I 42,5R,  $V_{CN} = 0,27$ ;

Smėlis: fr. 0/4,  $W_{sm} = 4,0 \%$ ,  $W_{ism} = 0,7 \%$ ,  $\rho_{sm} = 2650 \text{ kg/m}^3$ ;

Granitinė skalda: fr. 4/16,  $W_{st} = 2,0 \%$ ,  $W_{ist} = 0,4 \%$ ,  $\rho_{stp} = 1450 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{st} = 2700 \text{ kg/m}^3$ ;

Oro kiekis mišinyje  $O = 5 \%$ .

Apskaičiuojamas plastikio efektyvumas, dozuojant 0,6 % masės, kai  $VCN_{pl} = 0,23$ :

$$PL = \frac{VCN_{pl}}{VCN} = \frac{0,23}{0,27} = 0,85 \quad (4.1)$$

Apskaičiuojamas reikalingas kontrolinis betono stipris  $R_b$ , kuris priklauso nuo projektuojamos betono klasės  $C$ :

$$R_b = \frac{C}{k_r \cdot (1 - 2,02 \cdot v)} = \frac{37}{0,95 \cdot (1 - 2,02 \cdot 0,08)} = 46,45 \text{ MPa} \quad (4.2)$$

Čia  $v$  – stiprio variacijos koeficientas, kuri mišinio projektavimo stadijoje rekomenduojama priimti  $v = 0,08$ ;

$k_r$  – stiprio redukcijos koeficientas, jei bandiniai nestandartiniai; kai bandiniai 100 x 100 x 100 mm,  $k_r = 0,95$ .

Apskaičiuojamas cemento aktyvumas  $R_c$ , kuris priklauso nuo cemento klasės  $CEM$ :

$$R_c = \frac{CEM - 2,5}{1 - \lambda \cdot v} = \frac{42,5 - 2,5}{1 - 3,2 \cdot 0,04} = 45,9 \text{ MPa} \quad (4.3)$$

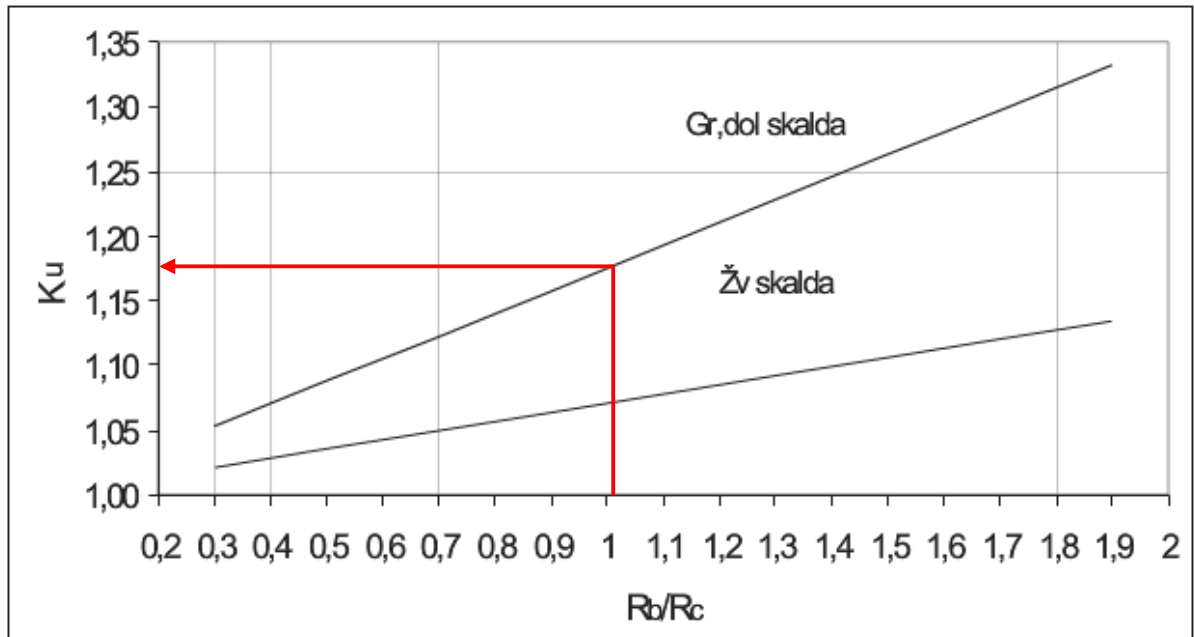
Čia  $\lambda$  - koeficientas, kuris priklauso nuo patikimumo ir bandytų cemento imčių skaičiaus; kai  $n = 6$ ,  $\lambda = 3,2$ ;

$v$  – stiprio variacijos koeficientas; kai  $CEM \geq 42,5$ ,  $v = 0,04$ .

Kadangi projektuojamame betono mišinyje naudojama granitinė skalda, parenkamas koeficientas  $K_u$ , kuris įvertina užpildo atmainos įtaką. Šis koeficientas priklauso nuo  $R_b/R_c$ .

$$\frac{R_b}{R_c} = \frac{46,45}{45,9} = 1,01 \quad (4.4)$$

Pagal gautą santykį, iš 4.1 paveikslą parenkamas koeficientas  $K_u$ :



**4.1 pav.** Koeficiento  $K_u$  priklausomybė nuo užpildo atmainos ir  $R_b/R_c$

Iš grafiko gaunu, jog koeficientas  $K_u = 1,17$ .

#### 4.2.1 Vandens kiekio parinkimas

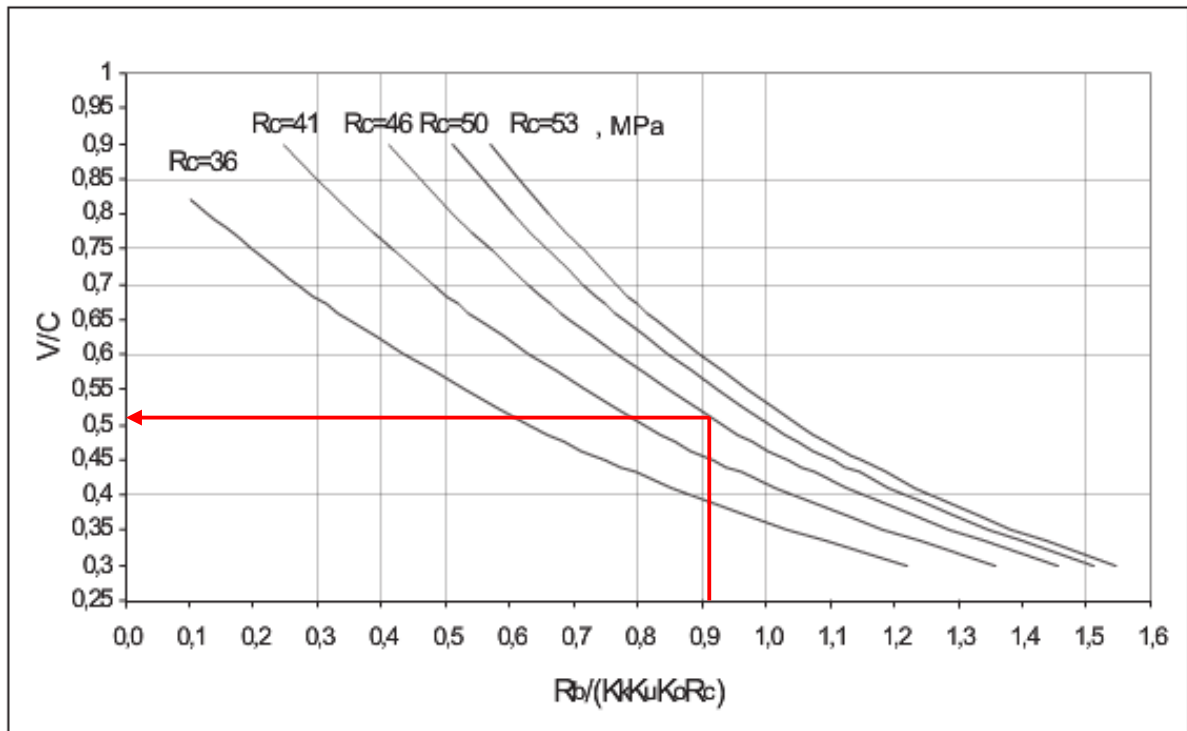
Pagal 4.2 paveikslą parenkamas betono mišinio vandens ir cemento santykis:

$$\frac{R_b}{K_k \cdot K_u \cdot K_o \cdot R_c} = \frac{46,45}{0,95 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 45,9} = 0,91 \quad (4.5)$$

Čia  $K_k$  – koeficientas, įvertinantis kokiomis sąlygomis bus kietinamas gaminys:  $K_k = 0,95$ , kai aplinkos temperatūra –  $20 \pm 2$ , o santykinė drėgmė  $\geq 95$  proc.;

$K_o$  – koeficientas, kuriuo įvertinama oro kiekio, esančio sutankintame betono mišinyje, įtaka: Kai  $O = 5$  %, tai  $K_o = 1$ .

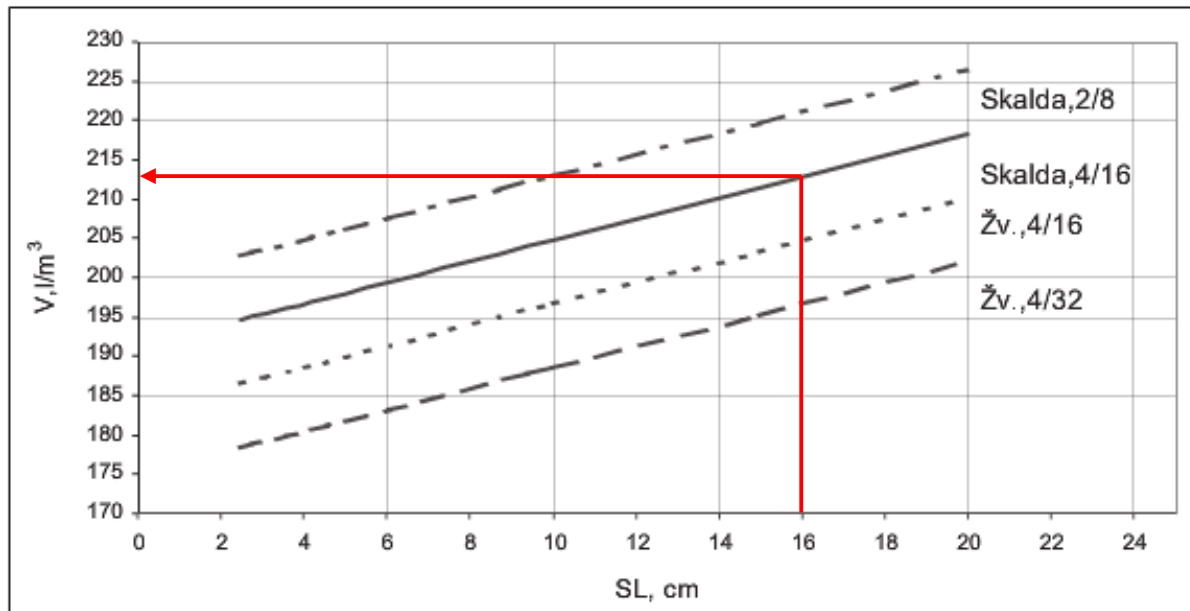




4.2 pav. Nomograma betono mišinio vandens ir cemento santykiui  $V/C$  nustatyti

Iš grafiko gaunu, jog  $V/C = 0,51$ .

Betono mišinio gamybai reikiamas vandens kiekis priklauso nuo mišinio projektinio slankumo  $SL$  ir naudojamo stambiojo užpildo. Priimu, jog mišinio slankumas yra  $SL4$  klasės (16 - 21 cm). Iš 4.3 paveikslo parenku reikiamą vandens kiekį:



4.3 pav. Nomograma vandens kiekiui betono mišinyje parinkti

Iš grafiko gaunu, jog  $V = 213 \text{ l/m}^3$ .

Pagal turimus duomenis apskaičiuoju sekančias betono mišinio sudedamąsias dalis.

#### 4.2.2 Cemento kiekio parinkimas

Apskaičiuojamas reikiamas cemento kiekis  $C$ :

$$C = \frac{V}{V/C} = \frac{213}{0,51} = 417,65 \text{ kg/m}^3 \quad (4.6)$$

Apskaičiuojamas reikalingas cementinės tešlos  $C_t$  kiekis:

$$C_t = \frac{C}{\rho_c} + V = \frac{417,65}{3,1} + 213 = 347,73 \text{ l/m}^3 \quad (4.7)$$

Čia  $\rho_c$  – cemento dalelių tankis,  $\rho_c = 3,1 \text{ g/cm}^3$ .

Kadangi projektuojamame betono mišinyje bus naudojamas plastiklis, todėl perskaičiuojamas reikiamas vandens kiekis:

$$V_{pl} = V \cdot \sqrt{PL^3} = 213 \cdot \sqrt{0,85^3} = 166,92 \text{ l/m}^3 \quad (4.8)$$

$$C = \frac{V_{pl}}{V/C} = \frac{166,92}{0,51} = 327,29 \text{ kg/m}^3 \quad (4.9)$$

$$C_t = \frac{C}{\rho_c} + V_{pl} = \frac{327,29}{3,1} + 166,92 = 272,50 \text{ l/m}^3 \quad (4.10)$$

Apskaičiavęs betono mišinyje esantį cementinės tešlos kiekį gavau, jog šis kiekis neviršija  $325 \text{ l/m}^3$ .

#### 4.2.3 Stambiojo užpildo kiekio parinkimas

Stambiojo užpildo kiekis projektuojamame betono mišinyje parenkamas pagal tuštymių laisvai supiltame stambiajame užpilde pripildymą skiediniu:

$$S_t = \frac{1000 \cdot (1 - \varphi_0)}{T \cdot K_{perp} \cdot \frac{1000}{\rho_{stp}} + \frac{1000}{\rho_{st}}} = \frac{1000 \cdot (1 - 0,05)}{0,46 \cdot 2,54 \cdot \frac{1000}{1450} + \frac{1000}{2700}} = 807,71 \text{ kg/m}^3 \quad (4.11)$$

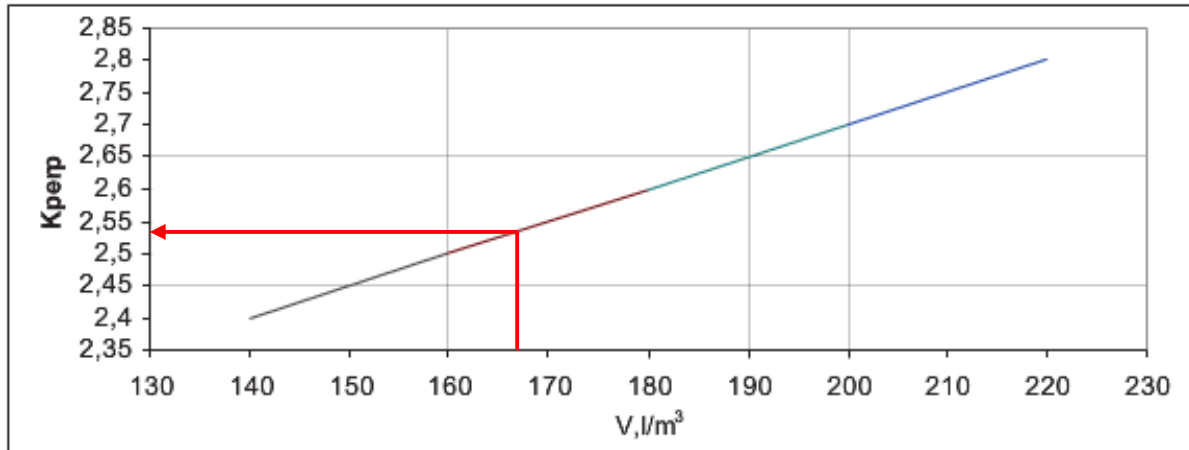
Čia  $\varphi_0$  – oro dalis sutankintame betono mišinyje;

$\rho_{stp}$  ir  $\rho_{st}$  – stambiojo užpildo piltinis tankis ir dalelių tankis;

$T$  – laisvai supilto stambiojo užpildo tuštymėtumas, kuris apskaičiuojamas:

$$T = 1 - \frac{\rho_{stp}}{\rho_{st}} = 1 - \frac{1450}{2700} = 0,46 \quad (4.12)$$

$K_{perp}$  – laisvai supilto stambiojo užpildo tuštymių pripildymo skiediniu koeficientas. Jis parenkamas iš 4.4 paveikslo.



**4.4 pav.** Nomograma laisvai supilto stambiojo užpildo tuštymių pripildymo skiediniu koeficientui parinkti

Iš grafiko gaunu, jog  $K_{perp} = 2,54$ .

#### 4.2.4 Smulkiojo užpildo kiekio parinkimas

Smulkiojo užpildo kiekis mišinyje apskaičiuojamas pagal sekancią formulę:

$$\begin{aligned}
 S_m &= \left[ (1 - \varphi_0) - \left( \frac{C}{\rho_c} + \frac{S_t}{\rho_{st}} + \frac{V}{1000} \right) \right] \cdot \rho_{sm} \\
 &= \left[ (1 - 0,05) - \left( \frac{327,29}{3100} + \frac{807,71}{2700} + \frac{166,92}{1000} \right) \right] \cdot 2650 \\
 &= 1002,63 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

Čia  $\rho_{sm}$  – smėlio dalelių tankis,  $\text{kg/m}^3$ ;

$\rho_c$  – cemento dalelių tankis,  $\text{kg/m}^3$ .

Apskaičiuojamas plastikio kiekis betono mišinyje:

$$P_p = \frac{C \cdot 0,6}{100} = \frac{327,29 \cdot 0,6}{100} = 1,96 \text{ l/m}^3 \tag{4.14}$$

#### 4.2.5 Suprojektuota betono mišinio sudėtis

Apskaičiuoti betono mišinio sudėties komponentai suvedami į 4.1 lentelę:

**4.1 lentelė.** Betono mišinio sudėtis

$C, \text{kg/m}^3$	$S_m, \text{kg/m}^3$	$S_t, \text{kg/m}^3$	$V, \text{l/m}^3$	$P_p, \text{l/m}^3$	$\rho_{miš}, \text{kg/m}^3$
327,29	1002,63	807,71	166,92	1,96	<b>2306,51</b>

Kadangi betono mišiniui naudojami užpildai nėra sausi, galutinis vandens kiekis turi būti perskaičiuotas, įvertinant užpildų drėgnį:

Apskaičiuojamas smėlio kiekis, įvertinus jo drėgnumą:

$$S_m^1 = S_m \cdot \left( 1 + \frac{W_{sm}}{100} \right) = 1002,63 \cdot \left( 1 + \frac{4}{100} \right) = 1042,74 \text{ kg/m}^3 \tag{4.15}$$

Apskaičiuojamas granitinės skaldos kiekis, įvertinus jos drėgnumą:

$$S_t^1 = S_t \cdot \left(1 + \frac{W_{st}}{100}\right) = 807,71 \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 823,86 \text{ kg/m}^3 \quad (4.16)$$

Perskaičiuojamas reikiamas vandens kiekis, įvertinus užpildų drėgnumą:

$$\begin{aligned} V^1 &= V - \left(S_m^1 - S_m \cdot \left(1 + \frac{W_{ism}}{100}\right)\right) - \left(S_t^1 - S_t \cdot \left(1 + \frac{W_{ist}}{100}\right)\right) \\ &= 166,92 - \left(1042,74 - 1002,63 \cdot \left(1 + \frac{0,7}{100}\right)\right) \\ &\quad - \left(823,86 - 807,71 \cdot \left(1 + \frac{0,4}{100}\right)\right) = 120,91 \text{ l/m}^3 \end{aligned} \quad (4.17)$$

Čia  $W_{sm}, W_{st}$  – smėlio ir granitinės skaldos drėgnis, %;

$W_{ism}, W_{ist}$  – smėlio ir granitinės skaldos įgertas vanduo, %;

Perskaičiuoti komponentai suvedami į 4.2 lentelę:

**4.2 lentelė.** Betono mišinio sudėtis, įvertinus užpildų drėgnumą

$C, \text{kg/m}^3$	$S_m, \text{kg/m}^3$	$S_t, \text{kg/m}^3$	$V, \text{l/m}^3$	$P_p, \text{l/m}^3$	$\rho_{miš}, \text{kg/m}^3$
327,29	1042,74	823,86	120,91	1,96	<b>2316,76</b>

#### 4.2.6 Gamybos pajėgumo skaičiavimas

Laiptatakių gamybą numatoma vykdyti 248 dienas per metus. Darbai vyks viena pamaina, kurios laikas 8 h, t.y. 6,4 darbo valandos. Priimu, jog metinis gamybinis našumas yra  $7500 \text{ m}^3/\text{metus}$ .

Apskaičiuojamas metinis gamybos našumas:

$$P_{mv} = \frac{P_{mt}}{V_g} = \frac{7500}{1,5} = 5000 \text{ vnt./metus} \quad (4.18)$$

Čia  $V_g$  – gaminio tūris;

$P_{mt}$  – metinis gamybos pajėgumas  $\text{m}^3$ .

Apskaičiuojamas paros gamybos našumas:

$$P_{pt} = \frac{P_{mt}}{T_m} = \frac{7500}{248} = 30,24 \text{ m}^3/\text{parą} \quad (4.19)$$

$$P_{pv} = \frac{P_v}{T_m} = \frac{5000}{248} = 20 \text{ vnt./parą} \quad (4.20)$$

Čia  $T_m$  – darbo laikas per metus dienomis.

Apskaičiuojamas pamainos gamybos našumas:

$$P_{pamt} = \frac{P_{pt}}{n} = \frac{30,24}{1} = 30,24 \text{ m}^3/\text{pam.} \quad (4.21)$$

$$P_{pamv} = \frac{P_{pv}}{n} = \frac{20}{1} = 20 \text{ vnt./pam.} \quad (4.22)$$

Čia  $n$  – pamainų skaičius.

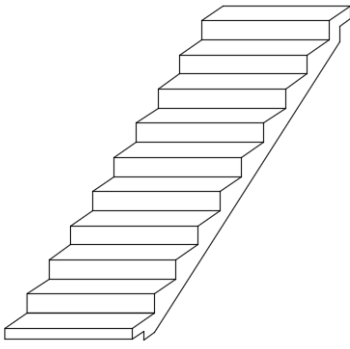
Apskaičiuojamas valandinis gamybos našumas:

$$P_{ht} = \frac{P_{pamt}}{6,4} = \frac{30,24}{6,4} = 4,73 \text{ m}^3/h \quad (4.23)$$

$$P_{hv} = \frac{P_{pamv}}{6,4} = \frac{20}{6,4} = 3,12 \text{ vnt./h} \quad (4.24)$$

Čia 6,4 – pamainos trukmė darbo valandomis.

**4.3 lentelė.** Gelžbetoninių laiptų maršų gamybinis pajėgumas

Gaminys		Gelžbetoninis laiptų maršas	
Gamybos būdas		Stendinis	
Gaminio eskizas		 <p style="text-align: center;">Laipatakis LM-1</p>	
Gaminio charakteristika	Betono klasė	C30/37	
	Betono tūris, $m^3$	1,5	
	Gaminio masė, $kg$	3750	
	Atsparumo šalčiui kategorija	F2 (50 ciklų)	
Gamybinis pajėgumas	Per metus	$m^3$	$P_{mt} = 7500$
		vnt.	$P_{mv} = 5000$
	Per parą	$m^3$	$P_{pt} = 30,24$
		vnt.	$P_{pv} = 20$
	Per pamainą	$m^3$	$P_{pamt} = 30,24$
		vnt.	$P_{pamv} = 20$
	Per valandą	$m^3$	$P_{ht} = 4,73$
		vnt.	$P_{hv} = 3,12$

#### 4.2.7 Medžiagų sąnaudų skaičiavimas

Gaminio gamybai yra naudojamos įvairios žaliavos, kurių apdirbimas dažniausiai vyksta atskiruose cechuose. Todėl, žinodamas gamybinį pajėgumą ir reikiamų medžiagų dalis, apskaičiuoju šių komponentų sąnaudas optimaliam jų išnaudojimui.

Betono mišinio sąnaudų apskaičiavimas.

Betono mišinio poreikis per valandą:

$$Q_{ht} = P_{hv} \cdot V_{bet.miš} = 3,12 \cdot 1,35 = 4,21 \text{ m}^3 \quad (4.25)$$

Čia  $V_{bet.miš}$  – vienam gaminiui tenkanti betono mišinio dalis, kuri apskaičiuojama:

$$V_{bet.miš} = V_g - V_a = 1,5 - 0,15 = 1,35 \text{ m}^3 \quad (4.26)$$

Čia  $V_g$  – gaminio tūris,  $\text{m}^3$ ;

$V_a$  – armatūros tūris gaminyje,  $\text{m}^3$ .

Betono mišinio poreikis per pamainą:

$$Q_{pamt} = P_{pamv} \cdot V_{bet.miš} = 20 \cdot 1,35 = 27 \text{ m}^3/\text{pam.} \quad (4.27)$$

Betono mišinio poreikis per parą:

$$Q_{pt} = P_{pv} \cdot V_{bet.miš} = 20 \cdot 1,35 = 27 \text{ m}^3/\text{parą} \quad (4.28)$$

Betono mišinio poreikis per metus:

$$Q_{mt} = P_{mv} \cdot V_{bet.miš} = 5000 \cdot 1,35 = 6750 \text{ m}^3/\text{metus} \quad (4.29)$$

Armatūros sąnaudų apskaičiavimas.

Armatūros poreikis per valandą:

$$Q_{arm,h} = P_{hv} \cdot \frac{m_{arm}}{1000} = 3,12 \cdot \frac{300}{1000} = 0,94 \text{ t/h} \quad (4.30)$$

Čia  $m_{arm}$  – vieno gaminio armatūros masė,  $\text{kg}$ .

Armatūros poreikis per pamainą:

$$Q_{arm,pam} = P_{pamv} \cdot \frac{m_{arm}}{1000} = 20 \cdot \frac{300}{1000} = 6 \text{ t/pam.} \quad (4.31)$$

Armatūros poreikis per parą:

$$Q_{arm,p} = P_{pv} \cdot \frac{m_{arm}}{1000} = 20 \cdot \frac{300}{1000} = 6 \text{ t/parą} \quad (4.32)$$

Armatūros poreikis per metus:

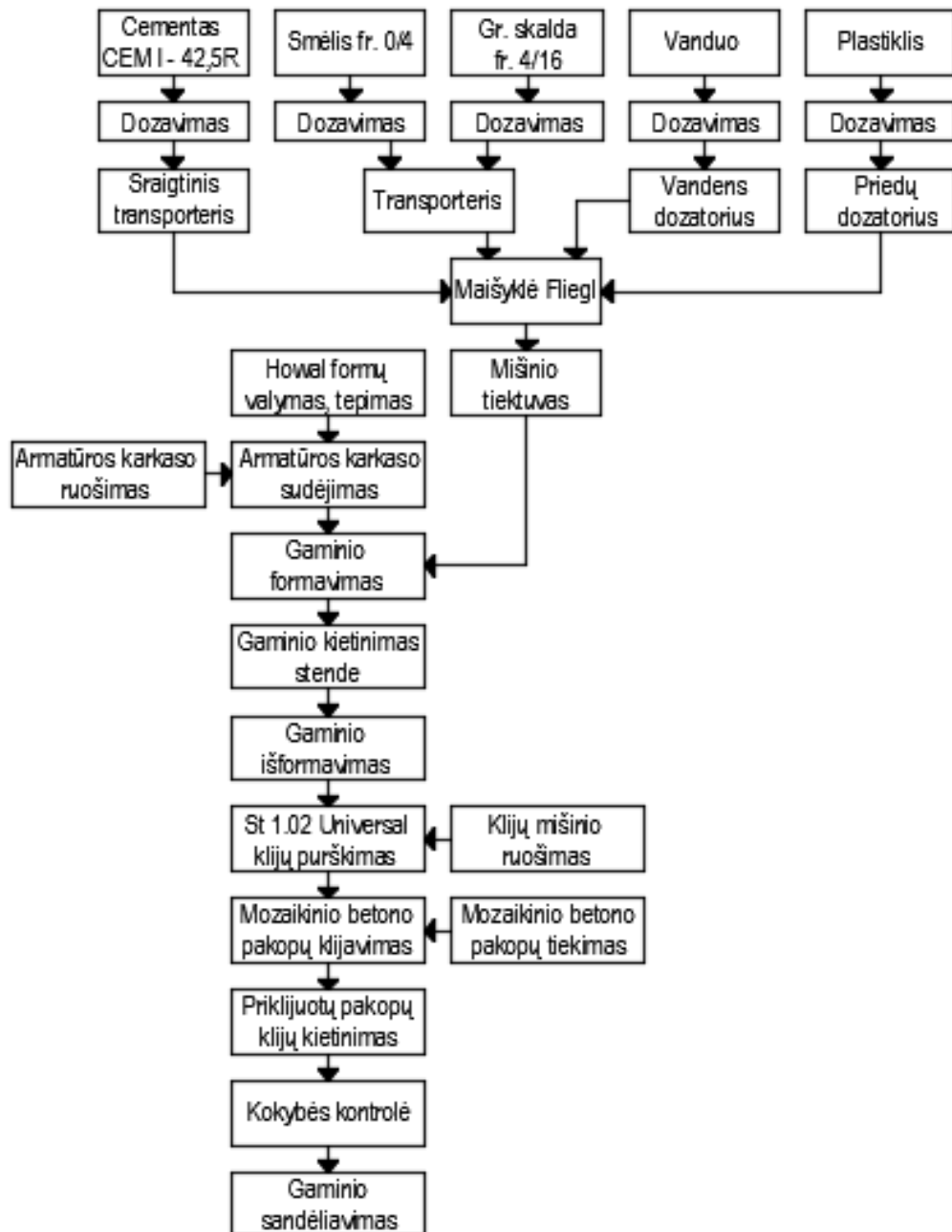
$$Q_{arm,m} = P_{mv} \cdot \frac{m_{arm}}{1000} = 5000 \cdot \frac{300}{1000} = 1500 \text{ t/metus} \quad (4.33)$$

Pastaba: likusių medžiagų sąnaudas apskaičiuoju analogišku būdu. Visų medžiagų sąnaudos surašomos 4.4 lentelėje.

**4.4 lentelė.** Medžiagų sąnaudos

Medžiaga		Sąnaudos per			
		Valandą	Pamainą	Parą	Metus
Betono mišinys, $m^3$	Be nuostolių	4,21	27	27	6750
	Su 1 proc. nuost.	4,25	27,3	27,3	6817,5
Cementas, $t$	Be nuostolių	1,38	8,83	8,83	2190
	Su 2 proc. nuost.	1,41	9,01	9,01	2234
Vanduo tūkst., 1 $kg$	Be nuostolių	0,51	3,26	3,26	126,5
	Su 1 proc. nuost.	0,52	3,3	3,3	127,8
Stambus užpildas, $m^3$	Be nuostolių	2,39	15,3	15,3	592,7
	Su 3 proc. nuost.	2,46	15,8	15,8	610,5
Smulkus užpildas, $m^3$	Be nuostolių	3,03	19,4	19,4	751,4
	Su 3 proc. nuost.	3,12	20	20	774
Plastiklis, $kg$	Be nuostolių	8,25	52,8	52,8	2046
	Su 1 proc. nuost.	8,33	53,3	53,3	2066,5
Armatūra, $t$	Be nuostolių	0,94	6	6	1500
	Su 3 proc. nuost.	0,97	6,1	6,1	1515
Klijai, $kg$	Be nuostolių	38,4	246	246	61500
	Su 2 proc. nuost.	39,2	251	251	62730
Pakopos, $m^3$	Be nuostolių	0,47	3	3	750
	Su 2 proc. nuost.	0,48	3,06	3,06	765

### 4.3 Gamybos proceso technologinė schema





## 4.4 Gaminio gamybai naudojamos žaliavos

### 4.4.1 Cementas

Portlandcementis (CEM I) yra pagrindinė betono sudedamoji dalis. Tai klasikinė hidraulinė rišamoji medžiaga, priskiriama įprastinių cementų grupei, kuri gaunama smulkiai sumalant portlandcemenčio klinkerį su gipso priedu. Portlandcementis yra gryniausia cementų atmaina, nes kituose cemento tipuose yra daug priemaišų (granuliuoto šlako, mikrodulkių, klinties arba jų priedų). Klinkeris išgaunamas išdegus iki sukepimo smulkiai sumaltą vienalytį žaliavų mišinį, sudarytą iš klinties arba kreidos, molio ir koreguojančių priedų. Šie priedai padidina kurio nors trūkstamo oksido kiekį. Gali būti pridedama degenų, trepelio, opokos, diatomito, aliuminatingų molių ir kitų priedų. Norint reguliuoti cemento rišimosi trukmę, į jį pridedama gipso. Nenaudojant gipso, klinkerio milteliai greitai susiriša. Cemento skiedinio be gipso priedų negalima naudoti, o cemento akmuo turi mažą stiprumą. Taip pat, smulkinant portlandcementį, galima pridėti iki 1 % įvairiausių priedų, jog būtų pagreitintas malimosi laikas, hidrofobiškumui bei kitoms savybėms pagerinti.

### 4.4.2 Užpildai

Betono mišiniui pagaminti naudojami smulkieji užpildai (smėlis), ir stambieji užpildai (pvz.: žvirgždas, žvirgždo skalda, granitinė skalda ir pan.). Užpildai sudaro apie 80 % betono tūrio ir apie 50 % gaminio kainos.

Smėlis – tai nuosėdinė uoliena, sudaryta iš nuotrupinių dalelių. Jo dalelių skersmuo svyruoja nuo 0,063 mm iki 2 mm. Smėlis yra plačiai naudojamas: nuo vandens filtravimui naudojimo iki kaip užpildo naudojimo betono gamyboje. Į cementinį betoną paprastai dedamas suklasifikuotas ir išplautas gamtinis smėlis. Tinkamiausi yra pirminiai smėliai (t.y. likę dūlėjimo vietoje), kadangi jų dalelės kampuotesnės ir turi šiurkštesnį paviršių. Tai padeda geriau sukibti su cementu, ir gautas betonas būna stipresnis. Granulimetrinėje smėlio sudėtyje turi būti mažai molingųjų ir organinės kilmės priemaišų, nes priemaišos esančios jo sudėtyje kenkia betonui.

Laiptatakių gamybai yra naudojamas 2650 kg/m<sup>3</sup> tankio ir 0/4 mm frakcijos gamtinis smėlis. Šis smėlis yra mechaniškai išvalytas, išsijotas per standartinius sietus ir į gamyklos sandėliavimo vietas atgabenamas sunkvežimiais.

Stambus užpildas – tai tokie užpildai, kurių dalelių skersmuo gali svyruoti nuo 2 iki 20 mm. Plačiausiai iš stambiųjų užpildų yra naudojama skalda, kuri gaunama smulkinant gamtines uolienas: granitą, dolomitą, klintį, įvairių spalvų marmurą, keramines ar silikatinės plytas ir kita. Geriausia laikoma skalda, kurios dalelės yra kubo ar artimos jam formos, todėl

žvirgždas, kurio dalelės yra nuzulinto lygaus paviršiaus, apskritos, plokščios, yra mažiau naudojama. Betono gamyboje naudojami stambūs užpildai turi atitikti standartinius granulimetrinės sudėties, švarumo, stiprumo, atsparumo šalčiui ir kitus reikalavimus. Užpildai betonui gaminti turi būti frakcionuoti, švarūs, be kenksmingų priemaišų, kurios gali trumpinti betono ilgaamžiškumą arba skatinti gelžbetonio armatūros koroziją. Jie turi atitikti LST EN 12620:2003 reikalavimus.

Laiptatakių gamyboje naudojamas stambus užpildas yra 4/16 mm frakcijos granitinė skalda, kurios dalelių tankis yra 2700 kg/m<sup>3</sup>. Granito skalda į gamyklą yra atvežama sunkvežimiais ir sandėliuojama šalia gamyklos esančiose užpildų sandėliavimo vietose.

#### *4.4.3 Vanduo*

Vanduo skirtas betono mišinio ruošimui turi būti švarus, be priemaišų kurios galėtų kenkti betono kietėjimui ar galėtų sumažinti betono gaminio mechanines savybes. Betono mišinio ruošimui geriausiai tinka geriamasis vandentiekio vanduo ar švarus, neužterštas upių, ežerų vanduo, taip pat jūrų vanduo, jeigu jame ištirpusių druskų kiekis yra nedidesnis už norminius, kitu atveju toks vanduo turėtų per didelį kiekį druskų.

Vanduo reaguodamas su cemento klinkerio mineralais bei kitomis rišimosi savybių turinčiomis medžiagomis, sudaro cementinį akmenį. Šiuo atveju, gaminamiems laiptatakams ir betono mišinio gamybai naudojamas vanduo yra iš miesto geriamojo vandens sistemos. Tačiau reikalaujama, kad naudojamas vanduo atitiktų LST EN 1008:2005 „Vanduo Betonui“, normas.

#### *4.4.4 Priedai*

Norint išgauti geras betono mišinio savybes, į mišinį dedama įvairių priedų, kurie pagreitina arba sulėtina betono mišinio rišimąsi, padaro jį plastiškesnį, pagreitina kietėjimą, mažina vandens atsiskyrimą, didina stiprumą, nelaidumą vandeniui ir atsparumą šalčiui. Parinkus tinkamus priedus ir jų kiekį, galima keisti betono ypatybes. Vieni iš dažniausiai naudojamų priedų yra plastikliai, jie gerina betono mišinio mechanines bei fizikines savybes tokias kaip: didina betono stiprumą, gerina mišinio klojimą, mažina cemento ir vandens kiekį betono mišinyje, didina atsparumą šalčiui ir pan.

Betono priedai turi būti naudojami tik ištirti ir patvirtinti. Jų kiekiai turi būti nurodyti normatyviniuose dokumentuose. Pavyzdžiui, dažniausiai betono mišinio gamybai naudojamų plastiklių dedama 0,1–1,0 % nuo naudojamo cemento masės. Visuomet, kai gaminamas betonas su cheminiais priedais, turi būti griežtai kontroliuojama jų kokybė ir dozavimo tikslumas. Nors ir nedidelis kai kurių priedų perdozavimas gali sukelti neigiamas pasekmes –

sulėtinti arba sustabdyti betono kietėjimą, sumažinti betono stiprumą, bloginti kitus betono mišinio rodiklius.

#### 4.4.5 Klijai

Pasirinktų klijų tipas turi atitikti klijuojamo paviršiaus ir eksploataavimo sąlygų keliamus reikalavimus. Klijai gali būti šių rūšių:

- ✓ Cementiniai;
- ✓ Normalaus rišimosi;
- ✓ Pagerintų parametru;
- ✓ Greito rišimosi;
- ✓ Elastingi klijai;
- ✓ Ypač elastingi.

Klijuose esantys priedai suteikia galimybę klijuoti plyteles ant nestabilių paviršių: esant netikslumams, plytelę galima pastumti į reikiamą vietą, tokiu būdu stabiliai ją išlaikant ant klijuojamo paviršiaus. Klijų sukibimas su plytelėmis ir pagrindu priklauso nuo jų savybių įgerti vandenį iš klijų. Kuo daugiau vandens įgeria paviršius, tuo lengviau klijai sukimba su juo. Mažų įmirkių paviršiams klijuoti į klijus dedami įvairūs specialūs priedai, kurie pagerina jų sukibimą. Nėra tinkama naudoti smėlio pagrindo paruoštų skiedinių, nes šie turi įvairių druskų, kurias sumaišius su vandeniu ir cementu, gali būti absorbuota plytelės porose, kas sukeltų medžiagos išsikristalizavimą.

Siekiant išvengti prisiklijavimo problemų, klijuojamas paviršius turi būti sausas, kietas ir lygus. Klijai dengiami plonu sluoksniu, kurių temperatūra turi būti +18–24 °C. Patalpos temperatūra, kurioje klijuojami klijai, neturėtų būti žemesnė nei +5 °C.

## 4.5 Gamybos metu atliekamos operacijos

### 4.5.1 Betono mišinio paruošimas

Betono mišinio maišymas pradedamas nuo reikalingų medžiagų transportavimo į jų talpyklas. Savivarčių pagalba pripildomi smulkaus ir stambaus užpildų bunkeriai. Iš bunkerių šie užpildai juostiniu transporteriu keliauja į tarpinius dozatorius, kuriuose pasveriamas betono maišymui reikalingas kiekvienos medžiagos kiekis, įvertinant šių medžiagų drėgnį. Pasvertos medžiagos toliau keliauja į betono maišyklę.

Į gamyklą cementas atvežamas sunkiuoju transportu, iš kurio, pneumatinio siurblio pagalba, medžiaga yra įpučiama per siloso viršuje esančią angą. Iš siloso cementas

transportuojamas į jam skirtą bunkerį, kuriame pasveriamas reikalingas jo kiekis betono mišiniui maišymui, o pasvertas cementas sraigtiniu transporteriu keliauja į betono maišyklę.

Betono mišinio gamybai reikiamas vandens kiekis į betono maišyklę yra tiekiamas iš šalia esančios vandens talpyklos, kuri įrengta betono mazge.

Plastiklis – priedas, kuris būdamas aktyvaus paviršiaus medžiaga, sudaro molekulinis absorcinius apvalkalus, kurie sumažina trintį tarp dalelių, šios agreguoja mažiau, todėl suaktyvėja kietėjimo procesas.

Betono mišinio gamybai reikiamų medžiagų maišymas vyksta „Fliegl 802 SS“ maišyklėje. Maišymo trukmė yra 5 minutės.

#### *4.5.2 Armatūros karkaso ruošimas*

Į gamyklą yra tiekama strypinė rumbuota armatūra. Armatūros ceche dirbantis darbuotojas paruošia gamybiniuose brėžiniuose nurodytus armatūros strypus ir lankstinius. Iš jų paruošia nurodytą armatūros karkasą. Krano pagalba karkasas yra perkeliamas ant vežimėlio ir nuvežamas į formavimo postą.

#### *4.5.3 Gaminio formavimas ir kietinimas*

Gaminio formavimas vyksta stacionariame stende. Į išvalytą ir tepalu išteptą stendą iš armatūros paruošimo cecho atvežamas ir sumontuojamas paruoštas gaminio armatūros karkasas. Prie armatūros karkaso yra pritvirtinamos gaminiui reikalingos specialios įdėtinės detalės. Suformuoti gaminiai turi atitikti gamybiniuose brėžiniuose nurodytą formą ir būti tikslių matmenų, o jų paviršiaus kokybė – reikalavimuose nurodytą klasę. Svarbu, jog formuojant gaminį, nepakistų betono mišinio homogeniškumas, t. y., mišinys neturi susisluoksniuoti. Formuojant gaminį, iš jo turi būti pašalinamas kuo didesnis įtraukto oro kiekis. Laiptataikiai formuojami „Howal GMBH“ tiekiamuose stenduose.

Kadangi gaminiai yra formuojami stende, jų kietinimas vyksta toje pačioje pozicijoje. Gaminiai yra kietinami  $20 \pm 2$  °C temperatūroje.

#### *4.5.4 Stendo valymas ir tepimas*

Stendai yra valomi formavimo postuose dirbačių darbuotojų pagalba. Stendus būtina valyti tam, jog po gaminio išformavimo ant jo lieka nešvarumų, kurie gali pabloginti sekančių gaminamų gaminių kokybę. Prieš pradėdant formuoti naują gaminį, stendai turi būti švariai išvalyti ir ištepti specialiu tepalu, jog išardžius stendą, nebūtų suskaldomas ar kitaip pažeidžiamas gaminys.

#### *4.5.5 Gaminių išformavimas*

Sukietėjus gaminiui, tiltinio krano pagalba yra išmontuojamas gaminys. Viena dalis stendo yra atskiriama nuo viso klojinio, jog būtų galima patogiai prieiti prie suformuoto

laiptatakio. Formavimo poste dirbantis darbuotojas užkabina tiltinio kranu stropus prie suformuotame gaminyje įmontuotų pakėlimo kilpų. Kranu pagalba gaminyje yra iškeliamas iš stendo ir perkeliamas ant vežimėlio.

#### 4.5.6 Pakopų kljvimas (gaminio apdaila)

Išformuotas gaminyje nuvežamas į pakopų kljvimo postą. Šiame poste dirbantis operatorius, specialioje talpoje paruošia reikiamą kljvimo mišinį mozaikinio betono pakopų kljvimui. Prietaiso „Aliva al 302.1“ paruoštas kljvimo mišinys yra užpurškiamas ant vienos iš suformuoto laiptatakio pakopos. Kuomet kljvimo mišinys yra užpurškiamas, operatorius keltuvo „Masa GMBH“ pagalba paima vieną iš atvežtų pakopų ir užkljuoja ją ant laiptų maršo. Mozaikinio betono pakopos yra tiekiamos iš jų sandėliavimo posto. Šis procesas yra kartojamas, kuomet laiptatakis yra visiškai padengiamas mozaikinio betono pakopomis. Tuomet keltuvo pagalba laiptatakis su paruošta apdaila yra perkeliamas ant vežimėlio, kurio pagalba gaminyje, praėjus tam tikram laiko intervalui, yra išvežamas į sandėliavimo postą.

#### 4.5.7 Gaminio kokybės kontrolė

Suklijavus pakopas ir praėjus mišinio kietėjimo laikotarpiui, gaminiui atliekama kokybės patikra. Gamybos proceso metu gali pasitaikyti defektų, todėl patikrinus gaminyje kokybę yra įvertinama, ar pagamintas gaminyje atitinka jam keliamus reikalavimus. Kitu atveju, turi būti atliekami gaminyje remonto darbai, o esant dideliems defektams, gaminyje turi būti būti utilizuojamas.

#### 4.5.8 Gaminio sandėliavimas

Gaminiai privalo būti sandėliuojami pagal techninius ir darbo saugos reikalavimus. Laiptatakiai sandėliuojami lauke, atviruose sandėliuose, su 1–2 % kelio nuolydžiu, jog nesikaupytų ir nutekėtų lietaus vanduo. Gaminiai iš gamyklos yra išvežami ant vežimėlio, o autokrautuvo pagalba perkeliama į jų sandėliavimo vietą.

## 4.6 Stendinės technologinės linijos skaičiavimai

Apskaičiuojamas metinis technologinės linijos gamybinis pajėgumas:

$$P_{mt} = \frac{V_g \cdot m_{st} \cdot T_m}{T_{0s}} = \frac{1,5 \cdot 20 \cdot 248}{1} = 7440 \text{ m}^3 \quad (4.34)$$

Čia  $V_g$  – gaminio tūris,  $\text{m}^3$ ;

$m_{st}$  – formų (gaminų) skaičius stendinėje linijoje;

$T_{0s}$  – stendinės linijos apyvartos trukmė (kadangi gaminiai gaminami stenduose, kuriuose kietinimas vyks normalioje temperatūroje  $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ , žiemą bus tiekiamas šilumos agentas, kurio  $t = 30\text{ }^\circ\text{C}$ , tai  $T_{0s} = 1$ );

$T_m$  – metinis darbo laikas dienomis.

Apskaičiuojamas reikalingas padėklų skaičius:

$$m_{st} = \frac{P_{mt} \cdot T_{0s}}{V_g \cdot T_m} = \frac{7440 \cdot 1}{1,5 \cdot 248} = 20 \text{ vnt.} \quad (4.35)$$

Apskaičiavau, jog šiam našumui įvykdyti gamykloje turi būti įrengtos 20 formų gaminių gamybai. Kadangi darbo pradžioje vienas stendas visuomet turi būti laisvas, iš viso gamykloje bus naudojamos 28 formos laiptakių formavimui.

## 4.7 Įmonės paruošiamieji ir pagalbinių padaliniai

### 4.7.1 Cemento sandėlis

Apskaičiuojamas reikiamas sandėliuojamo cemento kiekis:

$$m_{c(sand)} = \frac{Q_{mt} \cdot C \cdot n \cdot k_1}{T_{sk} \cdot k_2} = \frac{6750 \cdot 0,32729 \cdot 5 \cdot 1,04}{248 \cdot 0,943} = 49,12 \text{ t} \quad (4.36)$$

Čia  $Q_{mt}$  – betono cecho gamybos metinis gamybinis pajėgumas,  $m^3$ ;

$C$  – cemento sąnaudos, reikalingos  $1\text{ }m^3$  betono mišinio gamybai,  $t$ ;

$n$  – norminė cemento atsarga paromis;

$k_1$  – koeficientas, įvertinantis iškraunamo cemento galimus nuostolius,  $k_1 = 1,04$ ;

$k_2$  – technologinių įrenginių išnaudojimo koeficientas,  $k_2 = 0,943$ ;

$T_{sk}$  – darbo dienų skaičius per metus.

Apskaičiuojama reikalinga sandėlio talpa:

$$V_{c(sand)} = \frac{m_{c(sand)}}{\rho_c} = \frac{49120}{1000} = 49,12 \text{ m}^3 \quad (4.37)$$

Čia  $\rho_c$  – cemento piltnis tankis. Skaičiuojant sandėlio talpą, šis tankis parenkamas minimalus,  $\rho_c = 1000\text{ kg/m}^3$ .

Apskaičiuojamas reikiamas siloso tūris:

$$V_{siloso} = \frac{V_{c(sand)}}{k_3} = \frac{49,12}{2} = 24,56 \text{ m}^3 \quad (4.38)$$

Čia  $k_3$  – cemento sandėlių kiekis.

Iš viso bus įrengiami 2 cemento silosai. Vienas jų atliks atsarginio funkciją.

Priimu, jog  $V_{siloso} = 30\text{ m}^3$ .

### 4.7.2 Užpildų sandėliai

Apskaičiuojamas reikalingas sandėliuojamo stambiojo užpildo kiekis:

$$V_{St(sand)} = Q_{St,p}^n \cdot n = 15,8 \cdot 5 = 79 \text{ m}^3 \quad (4.39)$$

Čia  $Q_{St,p}^n$  – stambiojo užpildo sąnaudos per parą, įskaičiuojant nuostolius;  
 $n$  – stambiojo užpildo atsarga sandėlyje, paromis.

Apskaičiuojamas reikalingas sandėliuojamo smulkiojo užpildo kiekis:

$$V_{Sm(sand)} = Q_{Sm,p}^n \cdot n = 20 \cdot 5 = 100 \text{ m}^3 \quad (4.40)$$

Čia  $Q_{Sm,p}^n$  – smulkiojo užpildo sąnaudos per parą, įskaičiuojant nuostolius;  
 $n$  – smulkiojo užpildo atsarga sandėlyje, paromis.

Apskaičiuojamas reikalingas sandėlių skaičius:

$$K_{sm} = \frac{V_{sm(sand)}}{V_{sand}} = \frac{100}{10 \cdot 5 \cdot 2,5} = 0,8 \quad (4.41)$$

$$K_{st} = \frac{V_{st(sand)}}{V_{sand}} = \frac{79}{10 \cdot 5 \cdot 2,5} = 0,63 \quad (4.42)$$

Čia  $V_{sand}$  – vieno sandėlio tūris,  $\text{m}^3$ .

Apskaičiavęs gavau, jog iš viso užpildų sandėliavimui prireiks dviejų sandėlių: vienas sandėlis bus reikalingas sandėliuoti smulkuji užpildą, antras – stambųjį.

#### 4.7.3 Armatūros sandėlis

Apskaičiuojamas sandėliuojamos armatūros kiekis:

$$Q_s = \frac{Q_{arm,m}}{k_{išn} \cdot T_{sk}} \cdot k_n \cdot n = \frac{1500}{0,8 \cdot 248} \cdot 1,02 \cdot 20 = 154,23 \text{ t} \quad (4.43)$$

Čia  $Q_{arm,m}$  – armatūros sąnaudos per metus,  $t$ ;

$k_{išn}$  – metinis technologinių įrenginių naudojimo koeficientas;

$k_n$  – koeficientas, įvertinantis armatūros nuostolius;

$n$  – armatūros atsarga sandėlyje, paromis;

$T_{sk}$  – darbo dienų skaičius per metus.

Apskaičiuojamas sandėliuojamo sandėlio plotas:

$$S_a = \left( \frac{Q_r}{q_r} + \frac{Q_{pak}}{q_{pak}} \right) \cdot k \cdot n = \left( \frac{6}{1,2} + \frac{2,1}{3,2} \right) \cdot 3 \cdot 20 = 339,38 \text{ m}^2 \quad (4.44)$$

Čia  $Q_r$  – armatūrinio plieno ritiniuose kiekis,  $t$ /parą;

$Q_{pak}$  – armatūrinio plieno paketuose kiekis,  $2,1 t$ /parą;

$q_r$  – sandėliavimo normos,  $q_r = 1,2 t/m^2$ ;

$q_{pak}$  – sandėliavimo normos,  $q_{pak} = 3,2 t/m^2$ ;

$k$  – koeficientas, įvertinantis sandėlio panaudojimą. Kai armatūros sandėliuojama iki 500 t,  $k = 3$ .

#### 4.7.4 Produkcijos sandėlis

Apskaičiuojamas produkcijos sandėlio plotas:

$$S_p = \frac{P_{pv} \cdot t_s \cdot k_1 \cdot k_2}{q_n} = \frac{30,24 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{0,5} = 1180 \text{ m}^2 \quad (4.45)$$

Čia  $P_{pv}$  – atvežamų gaminių į sandėlį per parą kiekis,  $\text{m}^3$ ;

$t_s$  – gaminių sandėliavimo trukmė paromis;

$k_1$  – koeficientas, padidinantis sandėlio plotą takams įrengti,  $k_1 = 1,5$ ;

$k_2$  – koeficientas, padidinantis sandėlio plotą kranui įrengti,  $k_2 = 1,3$ ;

$q_n$  –  $1 \text{ m}^2$  sandėlio plote laikomas norminis gaminių kiekis,  $q_n = 0,5$ .

#### 4.7.5 Betono mišinio gamybos skaičiavimas

Apskaičiuojamas maišytuvo našumas:

$$P_V = \frac{Q_{mt}^n}{T_m \cdot T} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{6817,5}{248 \cdot 6,4} \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 5,19 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.46)$$

Čia  $Q_{mt}^n$  – cecho metinis gamybinis pajėgumas,  $\text{m}^3$ ;

$T_m$  – metinis darbo laikas dienomis;

$T$  – darbo valandų skaičius pamainoje;

$k_1$  – betono mišinio sunaudojimo netolygumo koeficientas,  $k_1 = 1,1$ ;

$k_2$  – našumo atsargos koeficientas,  $k_2 = 1,1$ .

Apskaičiuojama vieno betono mišinio maišymo ciklo trukmė:

$$t_c = t_p + t_m + t_i = 30 + 240 + 25 = 295 \text{ s} \quad (4.47)$$

Čia  $t_p$  – komponentų tiekimo į maišytuvą trukmė;

$t_m$  – komponentų sumaišymo trukmė;

$t_i$  – paruošto mišinio išpylimo iš maišytuvo trukmė.

Apskaičiuojamas maišymų skaičius per valandą:

$$n = \frac{3600}{295} = 12,2 \approx 12 \quad (4.48)$$

Apskaičiuojamas betono maišytuvo našumas:

$$N = \frac{V_m \cdot n \cdot \beta}{1000} = \frac{700 \cdot 12 \cdot 0,65}{1000} = 5,46 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.49)$$

Čia  $V_m$  – maišytuvo talpa, l;

$n$  – maišymų skaičius per valandą;



$\beta$  – betono mišinio išėigos koeficientas, 0,65.

Apskaičiuojamas reikalingas maišytuvų skaičius:

$$m = \frac{P_V}{N} = \frac{5,19}{5,46} = 0,95 = 1 \quad (4.50)$$

Apskaičiavau, jog norint įvykdyti metinį gamybinį našumą gamykloje pakanka įrengti vieną betono maišytuvą.

#### 4.8 Operacijų trukmių grafikas

Laiptatakių elementai su mozaikiniu paviršiumi bus gaminami stenduose. Tai reiškia, jog gaminio gamybai reikiami procesai bus atliekami vienoje vietoje: į stendą bus tiekiami armatūros karkasai, įdėtinės detalės ir betono mišinys. Operacijų trukmių grafike ir gamybos procesų technologinėje ciklogramoje pavaizduojami atskiri gamybos procesai, įvertinant jų atlikimo laikotarpį ir vietą.

Stendinės linijos technologinis ritmas apskaičiuojamas:

$$r = \frac{60}{T} \cdot n_1 \cdot n_2 = \frac{60}{3,12} \cdot 7 \cdot 1 = 134,62 \text{ min} \quad (4.51)$$

Čia  $T$  – gamybos tempas (per valandą pagaminamas gaminių kiekis, vnt.);

$n_1$  – gaminių skaičius stendo ilgiu;

$n_2$  – gaminių skaičius stendo pločiu.

Sudaryta gamybos proceso technologinė schema ir darbų trukmių grafikas pateikti prieduose.

## 5. EKONOMINĖ DALIS

Aprašomi sunaudojami medžiagų kiekiai, reikalingi pagaminti 1 m<sup>3</sup> projektuojamos produkcijos. Įkainiai surašomi 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Sunaudojamas energijos kiekis 1 m<sup>3</sup> gaminių gamybai

Energijos rūšis	Kiekis 1 m <sup>3</sup> gaminio pagaminti	Energijos vieneto kaina, € be PVM
Elektros energija, kWh	30	0,14
Nekanalizuojamas vanduo, m <sup>3</sup>	0,17	1,2
Dujos, m <sup>3</sup>	10	0,64
Tepalas, kg	2	1,3

Apskaičiuota, jog gamykloje darbas bus vykdomas viena pamaina. Metiniui produkcijos kiekiui įvykdyti, gamykloje bus įdarbinami 7 darbuotojai. 5.2 lentelėje aprašyti darbuotojų mėnesio atlyginimai, atsižvelgiant į jų kvalifikacijos kategorijas. 5.3 lentelėje apskaičiuoti gamyklos darbuotojų metiniai atlyginimai, pagal jų kvalifikacijos laipsnį.

5.2 lentelė. Darbuotojų mėnesio darbo užmokesčiai, pagal darbo kategorijas.

Darbuotojo kategorija	I	II	III	IV	V	VI
Vidutinis darbuotojo mėnesio atlyginimas, €	400,00	490,00	520,00	600,00	755,00	1050,00

5.3 lentelė. Pagrindinių gamybos darbuotojų atlyginimo pasiskirstymas.

Pareigybės	Darbuotojų skaičius	Mėnesinis atlyginimas, €	Metinis atlyginimas, €
Gamybos vadovas V	1	755	9060
Betonuotojas III	2	520	12480
Operatorius IV	1	600	7200
Stropuotojas IV	1	600	7200
Armatūrininkas IV	1	600	7200
Kokybės kontrolierius	1	550	6600

Visa laiptatakių elementų gamyklos išlaidų sąmata apskaičiuojama 5.4 lentelėje. Į šiuos kaštus yra įskaičiuojamos gaminio gamybai reikalingų medžiagų kainos, darbuotojų atlyginimai, mechanizmų kaštai, sunaudojamos energijos kaina ir kiti su gamybos procesu susiję piniginiai kaštai.

**5.4 lentelė.** Gaminio gamybos išlaidų suvestinė.

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Gamybos kainos per metus			1 m <sup>3</sup> gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be PVM	Suma, €	Kiekis, 1 m <sup>3</sup>	Suma, €
1	<b>Pagrindinės medžiagos</b>						
	Cementas	t	2234	80,31	179412,54	0,297	23,85
	Smėlis (0/4 mm)	m <sup>3</sup>	774	5,27	4078,98	0,10	0,53
	Gr. skalda (4/16 mm)	m <sup>3</sup>	610,5	26,3	16056,15	0,08	2,10
	Armatūra	t	1515	573	868095	0,20	114,6
	Plastiklis	kg	2066,5	1,48	3058,42	0,275	0,41
	Klijai	kg	62730	0,23	14427,9	8,36	1,92
	Pakopos	m <sup>3</sup>	765	108,55	83040,75	0,10	10,86
			Σ=		<b>1168169,74</b>	Σ=	<b>154,27</b>
2	<b>Pagalbinės medžiagos</b>						
	Pagalbinės medžiagos	€	5% nuo pagrindinių medžiagų sumos		58408,79	-	0,76
3	<b>Sandėliavimo išlaidos</b>						
	Sandėliavimo išlaidos	€	8% nuo pagrindinių medžiagų sumos		93453,58	-	12,34
4	<b>Kuras ir energija</b>						
	Dujos	m <sup>3</sup>	17981,37	0,64	11508,08	2,39	1,53
	Elektros energija	kWh	43857	0,10	4385,7	5,85	0,59
	Kanalizuojamas vanduo	m <sup>3</sup>	1627,47	0,8	1301,98	0,22	0,18
	Nekanalizuojamas vanduo	m <sup>3</sup>	1251,9	0,7	876,33	0,17	0,12
	Tepalas	kg	23,6	0,99	23,36	0,003	0,01
			Σ=		<b>18095,45</b>	Σ=	<b>2,43</b>
5	Pagrindinis darbo užmokestis	€	-	-	<b>49740,00</b>	-	<b>6,63</b>
6	Papildomas darbo užmokestis	8% nuo pagrindinio darbo užmokesčio			<b>3979,20</b>	-	<b>0,53</b>
7	Socialinis draudimas	31% nuo viso darbo užmokesčio			<b>16652,95</b>	-	<b>2,22</b>
8	Įrengimų išlaikymo ir eksploataavimo išlaidos	20% nuo pagrindinių medžiagų			<b>233633,95</b>	-	<b>30,85</b>
9	Įrengimų nusidėvėjimas	2% nuo pagrindinių medžiagų			<b>23363,39</b>	-	<b>3,09</b>
10	1 m <sup>3</sup> gaminio savikaina ceche (1-9)	€	-	-	<b>1665497,05</b>	-	<b>222,06</b>
11	Bendrosios gamyklos išlaidos	€	-	-	<b>49740,00</b>	-	<b>6,63</b>
12	Negamybinės išlaidos	20% nuo 1 m <sup>3</sup> gaminio savikainos			<b>333099,41</b>	-	<b>44,41</b>
13	1 m <sup>3</sup> gaminio visa savikaina (10-12)	€	-	-	<b>2048336,46</b>	-	<b>273,11</b>
14	Gaminio savikaina	€	-	-	-	-	<b>409,67</b>

	gamybos ceche					
<b>15</b>	Pardavimo kaina	Su 20% antkainiu		-	-	<b>491,60</b>
<b>16</b>	Pardavimo kaina su PVM	Su 21% PVM		-	-	<b>594,84</b>
<b>17</b>	1 m <sup>3</sup> gaminio pardavimo kaina su PVM	Su 21% PVM		-	-	<b>396,56</b>

**5.5 lentelė.** Techniniai ekonominiai rodikliai.

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Rodiklių pavadinimai</b>	<b>Matavimai</b>	<b>Reikšmė</b>
1	Gamybinis plotas	m <sup>2</sup>	1305,2
2	Metinis įmonės pajėgumas:		
	a) produkcijos apimtis	m <sup>3</sup> ; vnt.	7500/5000
	b) produkcijos apimtis	€	2048336,46
3	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	Žmonės	7
4	Išdirbis:		
	a) produkcijos apimtis	m <sup>3</sup> žmogui	1071,43
	b) produkcijos apimtis	€ žmogui	292619,49
5	Gaminio savikaina:		
	a) vieneto	vienetas, €	409,67
	b) metinė	€	2048350
6	Pelnas:		
	a) vieneto	€	81,93
	b) metinė	€	409650
7	Gamybos rentabilumas	%	10

Bendra gamyklos įrengimo kaina yra 2048350,00 €. Įvertinęs, jog pagaminta produkcija bus parduodama su 20 % marža, planuojamas metinis gamyklos pelnas yra 409650,00 €. Pagal šiuos gautus skaičius, apskaičiuojamas numatomas gamyklos investicijų grįžimo laikotarpis:

$$\text{Investicijų grįžimo laikotarpis} = \frac{\text{Investicijų suma}}{\text{Metinis pelnas}} = \frac{2048350}{409650} = 5 \text{ metai} \quad (5.1)$$

## 6. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

### ✓ Darbų sauga

Atliekant technologinius darbus yra svarbu darbuotojui parinkti tinkamą darbo aplinką ir užtikrinti saugų darbą joje: svarbus gamykloje esantis mikroklimatas, apšvietimas, garsas ir kiti veiksniai, kurie gali sukelti diskomfortą darbuotojui ir trikdyti darbą. Apšvietimas turi atitikti HN:98 2014 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas“ normų reikalavimus. Triukšmo lygis turi atitikti HN 33:2011 reglamente „Triukšmo ribiniai dydžiai“ esančius reikalavimus. Darbo vietos mikroklimatas turi atitikti HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama aplinka darbo patalpose“ esančius reikalavimus.

Jog darbai būtų vykdomi tinkamai ir kokybiškai, darbuotojams turi būti teikiami reikalavimus atitinkantys darbo įrankiai ir kita gamykloje naudojama įranga. Gamykloje esantys įrengimai turi atitikti LST EN 953:2000+A1:2009/P:2011, „Mašinų sauga. Apsaugai.“ reikalavimus. Blogi, su defektais esantys darbo įrankiai dažnai tampa nelaimingų atsitikimų priežastimi. Prieš įdarbinant darbuotoją, jis turi būti supažindinamas ir apmokomas dirbti su gamykloje esančia įranga.

Prieš įdarbinant darbuotoją, privalu jį supažindinti su darbo aplinkoje keliamais reikalavimais, įrengimais ir nuostatomis. Privalomi instruktavimai yra šie: įvadinis, pirminis darbo vietoje, periodinis, papildomas ir tikslinis. Įvadinį instruktavimą privaloma pravesti visiems darbuotojams. Šio instruktavimo metu turi būti išdėstomos bendros žinios apie įrenginius, nurodomas darbo laikas, vieta, veiklos ypatumai, atsakingi asmenys ir nurodomos pavojingiausios vietos gamykloje. Jog darbuotojas galėtų pradėti darbus, jis turi išklaudyti pirminį instruktavimą darbo vietoje. Šio instruktavimo tikslas - išmokyti darbuotoją saugiai dirbti. Periodinis instruktavimas turi būti pravedamas ne rečiau, kaip vieną kartą per 12 mėnesių. Papildomas instruktavimas privalomas, jei gamykloje buvo pradėta naudoti nauja įranga. Tikslinis instruktavimas turi būti pravedamas darbuotojams, kurie dirba pagal leidimus.

Įrenginių judėjimo trajektorija negali kirstis su darbuotojų ar transporto judėjimo trajektorija. Sandėliuojami gaminiai neturi kelti pavojaus aplinkiniams, jie turi stabiliai ir tvirtai laikytis. Kraunant gaminius į transportą, gaminiai kraunami taip, jog likusi produkcija neprarastų savo stabilumo ir išliktų sandėliavimo padėtyje. Visos sandėliavimo zonos turi būti aptvertos ir sužymėtos įspėjamaisiais ženklais.

Gamybinis pastatas privalo atitikti gaisrinės saugos reikalavimus, kurie aprašyti LST EN ISO 13943:2011 „Priešgaisrinė sauga“ reikalavimuose. Taip pat pastatas turi atitikti LST EN ISO 13673 – 1:2005 „Dujų ir garų didžiausiojo sprogo slėgio ir jo didžiausiojo didėjimo spartos nustatymas. 1 dalis. Didžiausiojo sprogo slėgio nustatymas“ reikalavimus, jog nesudarytų per didelis kiekis kenksmingų dujų gamykloje.

Gamykloje kasmet privalu tikrinti saugaus darbo reikalavimus ir diegti naujas darbo technologijas, kurios padėtų išvengti profesinių ligų ir nelaimingų atsitikimų.

✓ Aplinkosauga

Aplinkos apsauga – natūralios ir žmogaus paveiktos ar sukurtos aplinkos saugojimas nuo neigiamų poveikių ar pasekmių, atsirandančių įgyvendinant planus ir programas, vykdamas ūkinę veiklą ar naudojant gamtos išteklius.

Visuomeninius santykius aplinkosaugos srityje reguliuoja, pagrindines juridinių bei fizinių asmenų teises ir pareigas išsaugant biologinę įvairovę, ekologines sistemas bei kraštovaizdį, užtikrinant sveiką ir švarią aplinką, racionalų gamtos išteklių naudojimą valstybėje, jos teritoriniuose vandenyse, kontinentiniame šelfe ir ekonominėje zonoje nustato įstatymai (LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS APSAUGOS ĮSTATYMAS).

## IŠVADOS

Suprojektuotas vienaaukštis gamybos paskirties pastatas Kauno rajone, kuriame bus gaminami laiptatakių elementai su mozaikinio betono paviršiumi. Gamykla statoma sklype, kurio plotas 5438 m<sup>2</sup>. Šiame sklype taip pat yra numatytos vietos užpildų, armatūs bei pagamintos produkcijos sandėliavimo vietos.

Apskaičiuotas stogo šilumos laidumo koeficientas, kuris yra  $U_s = 0,15 W/(m^2 \cdot K)$ . Pagal šį rodiklį, pastatas yra priskiriamas A energinės naudingumo klasės pastatams keliamiems reikalavimams.

Konstrukcinėje dalyje apskaičiuotas laiptų maršo konstruktyvas. Laiptatakis priimtas 1200 mm pločio ir 180 mm storio. Apskaičiavau, jog laiptų elementas turi būti armuojamas šešiais  $\varnothing 10$  S400 klasės pagrindinės armatūros strypais ir  $\varnothing 8$  S240 klasės skersinės armatūros strypais, kurie išdėstomi šachmatiškai, 400 mm žingsniu.

Technologinėje dalyje suprojektuota laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi gamybos technologinė linija. Pagal metinį 7500 m<sup>3</sup> gamybinį našumą, viso turi būti pagaminta 5000 vienetų laiptatakių elementų. Gamyba bus vykdoma viena pamaina, kurios trukmė 6,4 val., gamybą vykdant standiniu technologiniu būdu. Pagal suprojektuotą technologinę liniją, parengtas operacijų trukmių grafikas ir gamybos technologinių įrengimų ciklograma.

Ekonominėje dalyje apskaičiuota gaminio ir gamyklos savikaina. Apskačiuota vieno gaminio savikaina yra 409,67 €, o pardavimo kaina – 491,60 €. Gamyklos įrengimo kaina yra 2048350,00 €. Parduodamiems gaminiams yra taikomas 20% antkainis. Pagal gaunamą 409650,00 € metinį pelną, numatomas gamybos investicijų grįžimo laikotarpis yra 5 metai.

## 7. TIRIAMASIS PROJEKTAS

### Įvadas

Betonas – tai dirbtinis akmuo, gaunamas kietėjant rišamųjų medžiagų (cemento), užpildo (smėlio, žvirgždo) ir vandens mišiniui. Betono irimas dėl šalčio poveikio, kaip ir plieninės armatūros korozija – dažniausiai pasitaikantis gelžbetoninių konstrukcijų destrukcijos atvejis. Cikliškai šaldomas ir šildomas vandeniu prisotintas betonas, kaip ir kitas mineralinis kietas kūnas, gali suirti. Pagrindinė irimo, trūkinėjimo, trupėjimo ir aižėjimo priežastis yra ta, kad gaminio porose užšalancio vandens, virtusio ledu, tūris didėja.

Tradicinis mozaikinis betonas – tai sudėtinė medžiaga, kuri sudaryta iš 70 procentų marmuro, granito ar žvirgždo skaldos užpilų ir 30 procentų cemento, kurie sumaišomi betono būgne. Į cementą įdedama pigmentų spalvų įvairovei išgauti. Taip pat į šią medžiagą pilama rišiklio, kuris gali būti cemento (cheminiam surišimui) arba polimerų (fiziniam surišimui), arba abiejų pagrindo. Iš mozaikinio betono formuojami gaminiai arba apdailos elementai, kurie gamykloje nušlifuojami, kol paviršius tampa lygus.

Šis tiriamasis darbas sudarytas iš dviejų dalių:

- Pirmojoje dalyje yra nagrinėjamas betono stiprumas, eksploatuojant jį normaliomis sąlygomis, šaldant panardinus gryname vandenyje bei panardinus į vandenį, kuriame ištirpinta druska.
- Antrojoje darbo dalyje yra palyginami skirtingų rūšių klijų adheziniai stiprumai: gipsinių, cementinių bei elastingų plytelių klijų.

### 7.1 Tikslas ir uždaviniai

Tiriamąo darbo tikslas – nustatyti betono stiprį gniuždant, eksploatuojant betoninius bandinius normaliomis oro ir drėgmės sąlygomis, šaldant juos panardinus gryname vandenyje, bei šaldant dalinai panardinus vandenyje, kuriame ištirpinta druska. Taip pat palyginti trijų tipų klijų stiprumą atplėšimo būdu: gipsinių, cementinių ir elastingų plytelių klijų.

Darbo uždaviniai:

- Užsimašyti trijų tipų klijų tešlą bei panaudojant jas priklijuoti akmens masės plytelę prie betoninio kubelio;
- Nustatyti klijų stiprumą atplėšimo (pull-off) metodu;

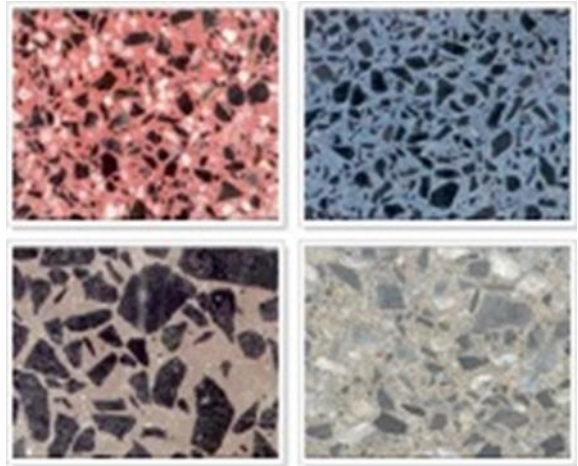


- Palyginti išmatuotas faktines reikšmes su gamintojo reglamentuojamomis;
- Nustatyti betono kubelių stiprumą gniuždant, juos veikiant skirtingomis sąlygomis.

## 7.2 Klijų adhezinio stiprio nustatymas

### 7.2.1 Literatūros analizė

Mozaikinis betonas, išvertus iš italų kalbos, reiškia terasa. Jį visiškai atsitiktinai sukūrė Venecijos marmuro darbininkai maišydami skirtingus užpildus. Tai dirbtinis apdailos akmuo, gaminamas iš aukštos kokybės marmuro, granito ar žvirgždo skaldos, surišant šias medžiagas cementu. Mozaikinis betonas atsparus gniuždymui, o mažas vandens įgeriamumas didina atsparumą atmosferos



veiksniams bei dideliems temperatūrų svyravimams. Būtent dėl šių savybių mozaikinis betonas tinkamas ne tik pastatų vidaus, bet ir lauko apdailai: fasadams, palangėms, laiptų pakopoms, mažosios architektūros elementams.

### 7.2.2 Mozaikinio betono gamybos technologija

Mozaikinis betonas yra sudėtinė medžiaga, pilama į numatytą vietą arba bloką ir naudojama grindų ir sienų apdorojimo procesams. Jo sudėtyje yra marmuro, kvarco, granito, stiklo arba kitokių drožlių, kurios gali būti išbarstytos arba neišbarstytos. Į šią medžiagą pilama rišiklio, kuris gali būti cemento (cheminiam surišimui) arba polimerų (fiziniam surišimui), arba abiejų pagrindo. Mozaikinis betonas yra vulkanizuojamas, tuomet šlifuojamas ir poliruojamas iki lygaus paviršiaus arba kitaip apdorojamas, kad jo paviršius būtų tolygus.

Gamybos technologija susideda iš šių procesų:

- ✓ Mozaikinio betono maišymas ir užliejimas;
- ✓ Technologinė pauzė;
- ✓ Šlifavimas;
- ✓ Glaistymas;
- ✓ Poliravimas ir kristalizacija.

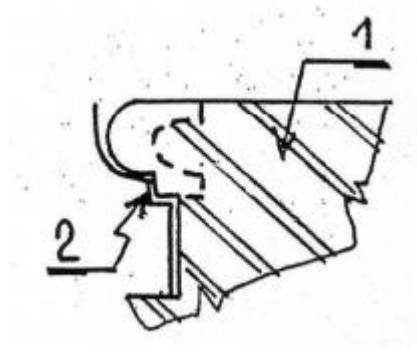
Pagrindas turi būti švarus ir stiprus. Nešvarumai ir silpnas pagrindo betonas pašalinami mechaniškai.

Mozaikinis betonas nedideliais kiekiais maišomas maišyklėse arba rankiniu būdu skiedinio maišytuvu. Betono sudėtis nustatoma laboratorijoje.

Orientacinė mozaikinio betono sudėtis:

- ✓ Portlandcementis M400–1 (baltas + pilkas);
- ✓ Marmuro grūdėliai, -2,5:4,0;
- ✓ Vanduo + plastifikatorius, -0,5;
- ✓ Pigmentų kiekis, iki 10–15% (jeigu reikia).

Skiedinio slankumas turi būti mažas – 3–4cm. Iš pradžių sumaišomi sausi komponentai, į juos pilamas vanduo ir plastifikatorius iki reikiamos konsistencijos. Mozaikinis betonas užliejamas į paruoštas vietas ir parengtus klojinius (7.1 pav.). Paviršius tankinamas vibruojant ir apklojamas drėgnomis pjuvenomis.



7.1 pav. 1 – esama pakopa, 2 – skardos klojinys

Esant dangos nelygumams (iki 2–3mm), juos galima išlyginti šlifavimu. Esant didesniems nelygumams, viršutinis dangos sluoksnis turi būti frezuojamas iki 40–60mm.

Šlifavimą galima pradėti mozaikiniam betonui sukietėjus (po 5–7 dienų, geriausiai – po 2 savaičių), esant temperatūrai +5 – +10°C. Šlifuojant korundais ir karborundais taikomas 4 pakopų šlifavimas:

1. Grubus šlifavimas – grūdėtumas 630–1250 mikronai;
2. Šlifavimas – grūdėtumas 125–315 μm;
3. Švarus šlifavimas – grūdėtumas 28–63 μm;
4. Poliravimas – grūdėtumas 20–28 μm.

Baigiant grubų šlifavimą nelygumai glaistomi specialiais epoksidiniais glaistais.

Kristalizacija yra paskutinis mozaikinio betono paviršių tvarkymo procesas. Kristalizacijos skysčiai arba milteliai yra įtrinami į marmuro paviršių, chemiškai reaguoja su marmuro karbonatais ir sudaro atsparią, dekoratyvinę blizgančią plėvelę, ilgam apsaugančią mozaikinio betono paviršių nuo užterštumo. Kristalizacijos procesas gali būti naudojamas kaip savarankiškas. Šiuo atveju paviršius išplaunamas, išdžiovinamas ir kristalizuojamas.

### 7.2.3 Tyrimui naudojamos medžiagos ir metodai

- Naudojamos medžiagos

Šioje tyrimo dalyje yra nagrinėjamas klijų adhezinis stipris. Tyrimui atlikti pasirinkau trijų skirtingų tipų klijus:



7.2 pav. Tyrimui naudojami klijai

- ✓ Kairėje pusėje - gipsiniai klijai;
- ✓ Viduryje - cementiniai klijai;
- ✓ Dešinėje pusėje - plytelių klijai.

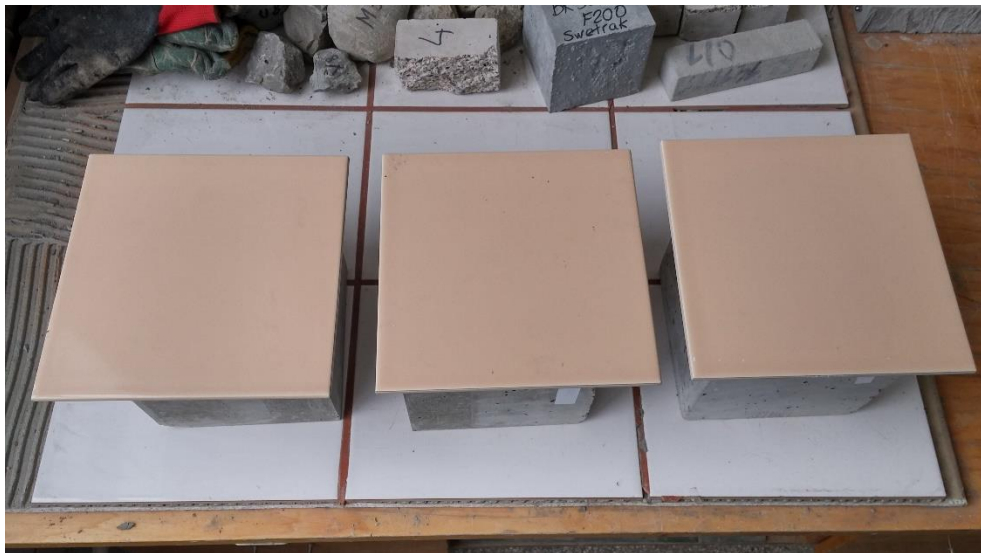
Pagal gamintojų rekomenduojamą sauso mišinio ir vandens santykį, buvo sumaišyti trijų tipų klijų mišiniai. Panaudojant šiuos klijų mišinių, prie betoninių kubelių buvo priklijuotos akmens masės plytelės.



7.3 pav. Betoniniai kubeliai



7.4 pav. Plytelės



7.5 pav. Priklijuotos plytelės bandymo atlikimui

- Atlėšimo bandymas adhezijai nustatyti

Tiriamas objektas, ant lygaus ir švaraus paviršiaus, padengiamas vienodo storio ir vienodos struktūros sluoksniu.

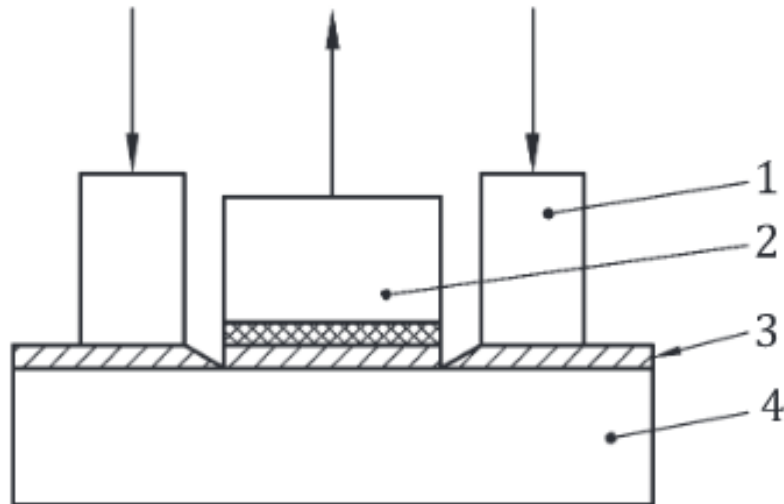
Sukietėjus padengtai medžiagai, naudojamo prietaiso platformos įtvirtinamos tiesiogiai į tiriamą paviršių, panaudojant klijus.

Po šių klijų išdžiuvimo, pritvirtinta platforma yra įmontuojama į matavimo prietaisą. Šiomis platformomis yra matuojamas medžiagos tamprumas (pull-off (atplėšimo) metodas) ir išmatuojama gauta sukibimo jėga.

Norint išvengti galimo nukrypimo atplėšimo metu, platformos, su mažesniu diametru negu 2cm gali, būti naudojamos sumažinti jėgai.

Gautas tamprumo rezultatas yra mažiausia jėga, reikalinga atplėšti sandūrai tarp paviršių (adhezinis stiprumas) arba kažkurio iš komponentų savybių atplėšimui (kohezinis stiprumas). Gali nutikti atvejų, kai adhezinis ir kohezinis atplėšimas įvyksta vienu metu.

Taikant atplėšimo tyrimą, veikiama jėga turi būti nukreipta statmenai tiriamam paviršiui ir negali būti didinama greičiau negu 1 MPa/s greičiu.



7.6 pav. Atplėšimo schema

1 – prietaiso atramos; 2 – priklijuotas laikiklis; 3 – tiriamasis sluoksnis; 4 - atrama, prie kurios priklijuotas tiriamasis sluoksnis

Platformos yra pagamintos iš plieno arba aliuminio. Šios platformos viename gale turi plokščią paviršių, jog būtų užtikrinamas pakankamas ryšys tarp tiriamo objekto, o kitame gale – sriegį, jog platformą būtų galima prijungti prie matavimo prietaiso. Kiekvienos platformos nominalus skerspjūvis yra 20mm diametro ir pakankamo storio, jog būtų išvengiama nuokrypių bandymo metu. Rekomenduojama, jog platformos ilgis nebūtų mažesnis negu pusė jos diametro. Kiekvienos platformos paviršiai prieš bandymą turi būti pritvirtinti statmenai.

Pasirenkant medžiagą bandymui, reikia atkreipti dėmesį, jog būtų atitinkamos jos adhezinės savybės. Atliekant bandymą, netiriamo objekto, prie kurio priklijuota tiriamoji medžiaga, adhezinės ir kohezinės savybės turi būti didesnės negu tiriamojo objekto.

#### 7.2.4 Tyrimo rezultatai ir apibendrinimas

Šio tyrimo metu buvo naudojamas *Dyna proceq Z16* matavimo prietaisas. Jo pagalba buvo nustatomas klijų adhezinis stiprumas.

Plytelėse, kurios buvo priklijuotos prie betoninio kubelio, buvo išgręžiami reikiamo skersmens skrituliai, kadangi tyrimo metu yra atplėšiama tik dalis bandinio. Ant išgręžtų

skritulių, priklijuojamos prietaiso platformos, į kurias buvo įsukamas specialus varžtas ir šių platformų pagalba išmatuojamas tiriamų klijų stipris.



7.7 pav. Išgręžti papildomi skrituliai



7.8 pav. Įklijuotos prietaiso platformos

Klijų stiprumas atplėšiant nustatomas matavimo prietaiso pagalba. Prietaiso rankenos pagalba, nuo betoninio kubelio, tempiamas tiriamas objektas. Atplėšus bandinį, prietaiso indikatorius parodo faktinę tiriamų klijų stipruminę reikšmę.



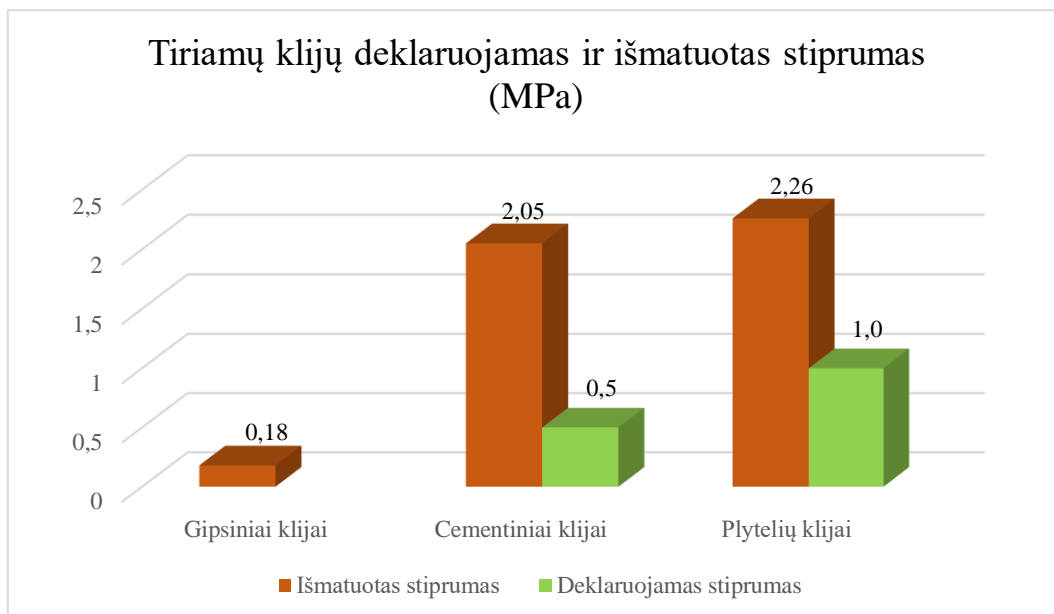
7.9 pav. Matavimo prietaisas *Dyna proceq Z16*



7.10 pav. Atplėšti bandiniai; Kairėje – cementiniai klijai, dešinėje – gipsiniai klijai

7.1 lentelė. Tiriamų klijų stiprio savybės

Tiriamas klijų mišinys	Deklaruojamas stiprumas, <i>MPa</i>	Išmatuotas stiprumas, <i>MPa</i>
Gipsiniai klijai	-	0,18
Cementiniai klijai	$\geq 0,5$	2,05
Plytelių klijai	$\geq 1,0$	2,26



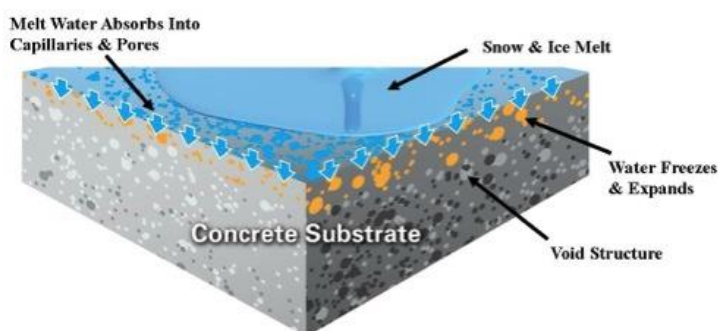
**7.11 pav.** Tiriamų klijų deklaruojamo ir išmatuoto stiprumo palyginimas

Atlikęs šį bandymą nustaciau, jog šiuos klėjus eksploatuojant vienodomis sąlygomis, didžiausią stiprumą turi plytelių klėjai. Gipsinių klijų deklaruojamos stipruminės reikšmės rasti nepavyko, tačiau cementinių ir plytelių klijų nustatytos stipruminės reikšmės atitinka gamintojų deklaruojamas reikšmes.

### 7.3 Betono atsparumo šalčiui nustatymas

#### 7.3.1 Literatūros analizė

Betono irimas dėl šalčio poveikio, kaip ir plieninės armatūros korozija – dažniausiai pasitaikantis gelžbetoninių konstrukcijų destrukcijos atvejis. Cikliška šaldomas ir šildomas vandeniui prisotintas betonas kaip ir



kitas mineralinis kietas kūnas gali suirti. Pagrindinė irimo, trūkinėjimo, trupėjimo ir aižėjimo priežastis yra ta, kad gaminio porose užšalancio vandens, virtusio ledu, tūris didėja. Vandens tankis yra  $1 \text{ g/cm}^3$ , o ledo  $0,917 \text{ g/cm}^3$ . Ledas užima 9% didesnį tūrį negu vanduo. Todėl ledo kristalai slegia medžiagos porų bei kapiliarų sienelės, plečia visą gaminį ir gali jį suardyti.

Gaminys suyra tuomet, kada dėl užšalancio vandens atsirandantys įtempimai yra didesni negu betono arba skiedinio tempiamasis stiprumas. Vadinasi, kuo medžiaga mechaniškai



stipresnė, tampresnė ir kuo mažiau užpildytos vandenių poros, tuo medžiaga atsparesnė šalčiui.

Betono vandens įmirkis ir atsparumas šalčiui priklauso nuo medžiagos struktūros – poringumo, porų bei kapiliarų dydžio, jų pasiskirstymo ir pobūdžio, atviros ar uždarnos poros. Uždarnos ir nedidelės poros nevisiškai užsipildo vandeniu. Neužsipildžiusios arba nevisiškai užsipildžiusios vandenių poros yra vadinamos rezervinėmis. Šalant į tokias poras gali pereiti dalis kitose, visiškai užpildytose porose esantis vanduo, ir taip gali susidaryti vieta ledui plėstis. Kad šalantis vanduo spėtų pereiti iš pilnų į pustūštes poras, atstumas tarp jų turi būti nedidelis.

Betono atsparumą šalčiui mažina atviros poros ir kapiliarai, kurie susidaro garuojant iš betono laisvajam vandeniui. Tokių porų ir kapiliarų kiekis priklauso nuo V/C santykio dydžio. Kuo daugiau į betono mišinį pripilama vandens, tuo daugiau lieka nesurišto vandens, o jam išgaravus, atvirų porų.

Uždarnosios poros formuojasi iš aplinkos įtraukiant orą ir dėl kietėjančio cementinio akmenų kontrakcijos. Oro įtraukimą skatina kai kurie specialūs priedai, o kontrakcija įvyksta savaime.

Kontrakcija (suspaudimas) tai yra sistemos „cementas+vanduo“ pradinio tūrio sumažėjimas, vykstant klinkerio mineralų hidratacijai. Hidratacijos produktų tūris, lyginant su nehidratuotų junginių tūriu, yra apie 2 kartus didesnis, nes vanduo pereina į kietą būklę, o hidratuotų klinkerio mineralų tankis mažesnis negu buvo nehidratuotų junginių. Tačiau nehidratuoto cemento ir viso panaudoto vandens pradinis tūris yra didesnis negu hidratuoto cemento tūris. Tokiu būdu kietą fazę išsiplečia, bet visa sistema susitraukia. Tačiau šis susitraukimas yra suvaržytas. Todėl susidaro vadinamos kontrakcijos poros, kurių bendras tūris ne didesnis kaip 5–7 %.

Įtraukto oro poros + kontrakcinės poros sudaro uždarnas poras. Kapiliarinės poros, susidariusios laisvam vandeniui išgaravus, yra atvirosios poros. Cementiniame akmenyje yra dar vadinamosios cementinio gelio poros, tačiau jos yra labai mažos. Manoma, kad jose ledas susidaryti negali ir, nagrinėjant betono atsparumą šalčiui, į jas nekreipiama dėmesio.

Egzistuoja betono atsparumo šalčiui kriterijus  $K_{\xi}$  – tai yra uždaro poringumo  $P_u$  (įtrauktas oras + kontrakcinės poros) ir atviro poringumo  $P_a$  (kapiliarinės poros) santykis:  $K_{\xi} = P_u / 0,09 P_a$  turi būti didesnis arba lygus vienetui.

Taip pat nustatytas tam tikras oro tūris sutankintame betono mišinyje, kuriam didėjant, sukietėjusio betono atsparumas šalčiui iki tam tikros ribos irgi didėja. Oro kritinis kiekis yra apie 3 %. Vadinasi, jeigu betono arba skiedinio sutankintame mišinyje – gaminio

pusfabrikatyje įtraukto oro yra daugiau kaip 3 %, galima tikėtis, kad gaminys bus šalčiui atsparus.

Reikalingas įtraukto oro kiekis dar priklauso ir nuo betono mišinio sudėties bei šių savybių: cemento kiekio, V/C santykio, užpildų dydžio, įtraukto oro porų pasiskirstymo bei dydžio ir kt.

Didelis įtraukto oro kiekis taip pat yra nepageidautinas, nes gali sumažinti betono mechaninį stiprumą ir pabloginti kitas jo savybes. Todėl technologams svarbu parinkti kiek galima optimalesnę betono mišinio sudėtį, pritaikytą konkrečioms betono eksploatacijos sąlygoms. Oro kiekį betono mišinyje, taip pat uždara betono poringumą galima reguliuoti, pridėdant į mišinį atitinkamų priedų – porodarių. Tai yra augalinės ir gyvulinės kilmės alyvos, riebalai bei riebalinės rūgštys, natrio šarmu apdorotos medžio dervos, organinių junginių sulfonatai, silikonai ir kt., kurių maži kiekiai įmaišomi į betono mišinį.

Orą įtraukiančių medžiagų tirpalai betono mišinyje maišant putoja arba išskiria dujų burbuliukus, kurie ir pasiskirsto smulkiojoje betono arba skiedinio frakcijoje – cemento tešloje.

### 7.3.2 Tyrimui naudojamos medžiagos ir metodai

- Naudojamos medžiagos

Šioje tyrimo dalyje yra nagrinėjamas betono atsparumas šalčiui. Tyrimui atlikti buvo naudojami šeši 100x100x100 mm C50/60 F200 klasės betono kubeliai.



7.12 pav. Betoniniai kubeliai

Betono mišinio sudėtis:

- Cementas – 445 kg/m<sup>3</sup>;
- Žvirgždo skalda – 960 kg/m<sup>3</sup>;

- Smėlis – 810 kg/m<sup>3</sup>;
- Priedas Glenium ACE 430 – 2,7kg/m<sup>3</sup>;
- Vanduo – 220 l/m<sup>3</sup>;
- V/C – 0,49

Prieš atliekant bandymus, kubeliai buvo panardinti vonioje, pripildytoje geriamo vandens. Dviejų kubelių stiprumas gniuždant buvo nustatomas po 28 parų kietėjimo; du betoniniai kubeliai buvo patalpinti šaldymo kameroje, o jų stipris gniuždant nustatytas po 166 užšalimo/atšilimo ciklą, taikant tūrinio šaldymo metodą; likusių dviejų kubelių stipris nustatomas po 14 užšalimo/atšilimo ciklą, taikant paviršinio šaldymo metodą.

- Betono stiprio nustatymas gniuždant

Stipris gniuždant yra svarbiausia betono savybė. Cementinio betono, kaip dirbtinio akmens medžiagos stipris gniuždant apie 10–20 kartų didesnis už stiprį tempiant. Stipris didėja iš lėto. Esant normaliai temperatūrai (15–20 °C) ir pakankamam drėgniui, stipris didėja ilgą laiką, bet didėjimo greitis mažėja. Tai vyksta dėl cheminių reakcijų tarp cemento mineralų ir vandens. Pagrindinė reakcijos komponentų dalis sureaguoja per mėnesį, todėl betono stipris nustatomas bandant 28 paras kietėjusius bandinius.

- Betono stiprio gniuždant nustatymas tūrinio šaldymo metodu

Betono atsparumas šalčiui nustatomas pakaitomis ore šaldant vandeniui prisotintus betono bandinius ir po to juos atšildant vandenyje arba druskos tirpale. Yra keletas standartizuotų atsparumo šalčiui nustatymo metodų. Įprastiniam betonui dažniausiai naudojamas tūrinio šaldymo metodas. Bandant šiuo metodu, betono atsparumo šalčiui markė (F) yra atsparumo šalčiui bandymo skaičius ciklą, po kurių bandiniai pradeda irti, bet jų stipris gniuždant sumažėja ne daugiau kaip 5 %.

Atsparumo šalčiui bandiniai yra betono kubai, kurių dydis priklauso nuo užpildo dalelių dydžio: jeigu stambiausios užpildo dalelės yra 20 mm, bandinių dydis gali būti 100x100x100 mm, jeigu stambiausios užpildo dalelės yra iki 40 mm dydžio, naudojami bandiniai 150x150x150 mm. Skiedinio bandiniai yra 40x40x160 mm prizmės arba 7x7x7 cm kubai. Bandiniai taip pat gali būti išpjunami, išgręžiami iš konstrukcijų arba gaminių.

Atsižvelgiant į numatomą šaldymo - šildymo ciklą skaičių, iš vieno betono mišinio ėminio gaminami ne mažiau kaip 6 arba 9 bandiniai. Iš jų 3 arba 6 skiriami atsparumui šalčiui nustatyti, o kiti 3 yra kontroliniai ir bandomi pradėdant atsparumo šalčiui bandymą. Visi bandiniai sunumeruojami.

Pasiekę projektinį stiprumą, betono bandiniai pamerkami į vandenį arba druskų tirpalą. Bandiniai mirkomi taip: vieną parą vonioje, kurioje vandens arba tirpalo turi būti tiek, kad apsemtų 1/3 bandinių aukščio. Po 24 h vandens arba tirpalo įpilama dar tiek, kad apsemtų 2/3, ir dar po 24 h tiek, kad apsemtų bandinius visai, o skysčio sluoksnis virš bandinių ir iš visų jų pusių būtų ne mažesnis kaip 20 mm. Visai apsemti bandiniai laikomi dar 24 h (iš viso 4 paras).

Prisotinti bandiniai iki šaldymo iš vonios išimami, padedami taip, kad nuo jų nuvarvėtų vanduo. Po 2–4 h nuo bandinių išėmimo iš vonios, bandomi kontroliniai bandiniai, nustatant jų pradinį stiprį gniuždant. Rezultatai įrašomi į bandymo žurnalą.

Šaldymo bandymui skirti betono bandiniai (3, jeigu šaldymo trukmė ne didesnė kaip 100 ciklų, ir 6, jeigu ši trukmė bus ilgesnė negu 100 ciklų), sudedami į šaldymo kamerą.

Šaldomi bandiniai sudedami į specialius skylėtus konteinerius arba ant plyšiuotų lentynėlių ar padėklų taip, kad nuotolis tarp bandinių bei bandinių ir šaldytuvo sienelių būtų ne mažesnis kaip 50 mm.

Šaldymo kameros centre šaldymo metu turi būti  $-18 \pm 2$  °C temperatūra. Jeigu, sudėjus bandinius, temperatūra kameroje pakyla aukščiau negu  $-16$  °C, tai šaldymo pradžia skaičiuojama nuo tada, kai temperatūra pasiekia  $-16$  °C.

Esant minėtai temperatūrai, šaldymo trukmė turi būti ne trumpesnė kaip 2,5 h, kai bandomi 100x100x100 mm bandiniai, ir 3,5 h, kai bandomi 150x150x150 mm bandiniai.

Po šaldymo bandiniai iš šaldymo kameros išimami ir sudedami į vonią su vandeniu (ar druskos tirpalu), kurio temperatūra  $18 \pm 5$  °C. Jie sudedami taip, kad iš visų bandinių pusių būtų ne mažesni kaip 50 mm tarpai.

Vonioje bandiniai turi būti laikomi ne trumpiau kaip  $2 \pm 0,5$  h, kai bandomi 100x100x100 mm bandiniai, ir ne trumpiau kaip  $3 \pm 0,5$  h, kai bandomi 150x150x150 mm bandiniai.

Per parą turi būti atliktas ne mažiau kaip 1 bandymo ciklas ir ne daugiau kaip 3 bandymo ciklai. Jeigu bandymą tenka trumpam nutraukti, tai bandiniai laikomi pamerkti vonioje.

Vanduo vonioje keičiamas kas 50 ciklų.

Jeigu bandinių serijos (3 bandiniai) vidutinis stipris gniuždant po reikiamo (projektinio) šaldymo - šildymo ciklų skaičiaus atitinka arba yra ne daugiau kaip 5 % mažesnis už kontrolinių bandinių stiprį gniuždant, tai laikoma, kad betonas išlaikė atsparumo šalčiui bandymą.

- Betono stiprio gniuždant nustatymas paviršinio šaldymo metodu

Šiuo metodu bandinys iš vienos pusės užpilamas 3 % NaCl tirpalu 5±2 mm storio sluoksniu ir talpinamas į šaldytuvą, kuriame pagal nustatytą programą temperatūra yra sumažinama iki -16 ir -20 °C ir laikoma 7 h, bet ne daugiau kaip 9 h, ir vėl pakeliama iki +22 °C. Vienas ciklas užtrunka 24 h. Atitrūkusi nuo betono paviršiaus medžiaga surenkama, išplaunama, išdžiovinama 105±5 °C temperatūros džiovykloje ir pasveriami. Apskaičiuojamas nuo kiekvieno bandinio atitrūkusios medžiagos kiekis  $kg/m^2$ , po 7, 14, 28 bei 56 šaldymo - šildymo ciklų.

Likus 15 – 30 minučių iki bandinių įdėjimo į šaldymo kamerą, bandiniai yra pastatomi į vonelę su vandeniu, kuriame yra ištirpinta 3 % NaCl. Vonelė su bandiniais turi būti užsandarinama polietileniniu maišeliu, jog bandymo metu neišgaruotų druskos tirpalas. Polietileninis maišelis bandymo metu turi išlikti kuo lygesnis ir neturėti kontakto su bandiniais ar tirpalu.

Norint pasiekti reikiamą temperatūrą bandymo metu, reikia užtikrinti pakankamą oro cirkuliavimą šaldymo kameroje. Jeigu yra bandomi tik keli bandiniai, tuščią erdvę galima užpildyti kitais tūriniais elementais, nebent yra nurodyta, jog reikiamą temperatūrą galima pasiekti nenaudojant papildomų elementų.

Po 7 ir 14 bandymo ciklų, esant reikalui, vonelę galima papildyti 3% NaCl tirpalu, jog būtų išlaikomas reikiamas tirpalo lygis viso bandymo metu.

Po 28 ciklų kiekvienam bandiniui turi būti atliekami šie veiksmai:

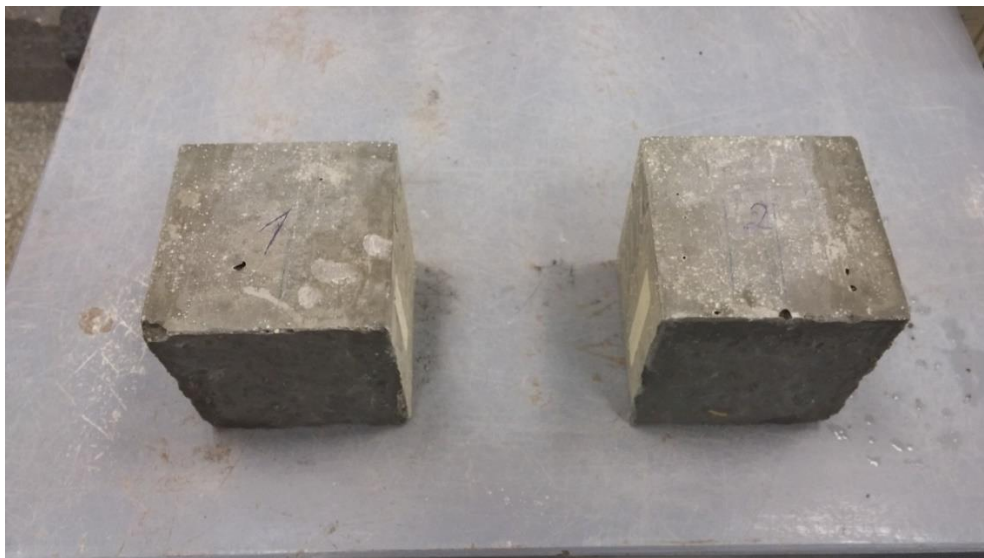
- ✓ Į indą surenkamos atitirpusios ir aptrupėjusios medžiagos, bandinio paviršius apvalomas metaliniu šepetiu ir nuplaunamas vandeniu.
- ✓ Tirpalas ir atitrupėjusi medžiaga pro sietą išpilami į indą. Atsijota medžiaga nuplauna mažiausiai su 1 l švaraus vandens, jog būtų pašalinti visi NaCl likučiai. Atitrupėjusi medžiaga džiovinama 24 h 105±5 °C temperatūroje.

Numatoma, jog badiniams bus atliekami 28 užšalimo - atšilimo ciklai, kol jų paviršius pasidengs 3 % NaCl tirpalu. Nutrupėjusi medžiaga yra surenkama ir pasveriami, o rezultatai išreiškiami kilogramais į kvadratinį metrą ( $kg/m^2$ ).

### 7.3.3 Tyrimo rezultatai ir apibendrinimas

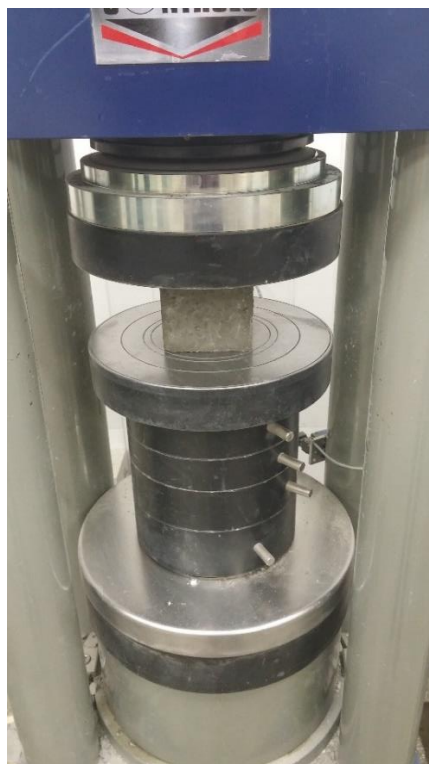
Atliekant betono stiprumo gniuždant nustatymo, buvo pasirinkti trys skirtingi tyrimo metodai: dviejų kubelių stipris gniuždant nustatinėjamas po 28 parų kietėjimo; dviejų kubelių stipris po 166 užšalimo/atšilimo ciklų tūrinio šaldymo metodu; dviejų kubelių stipris po 14

užšalimo/atšilimo ciklą paviršinio šaldymo metodu. Prieš atliekant bandymus, visi kubeliai kelias paras buvo mirkomi vonioje, pripildytoje vandeniu.



**7.13 pav.** Bandiniai prieš atliekant gniuždymą

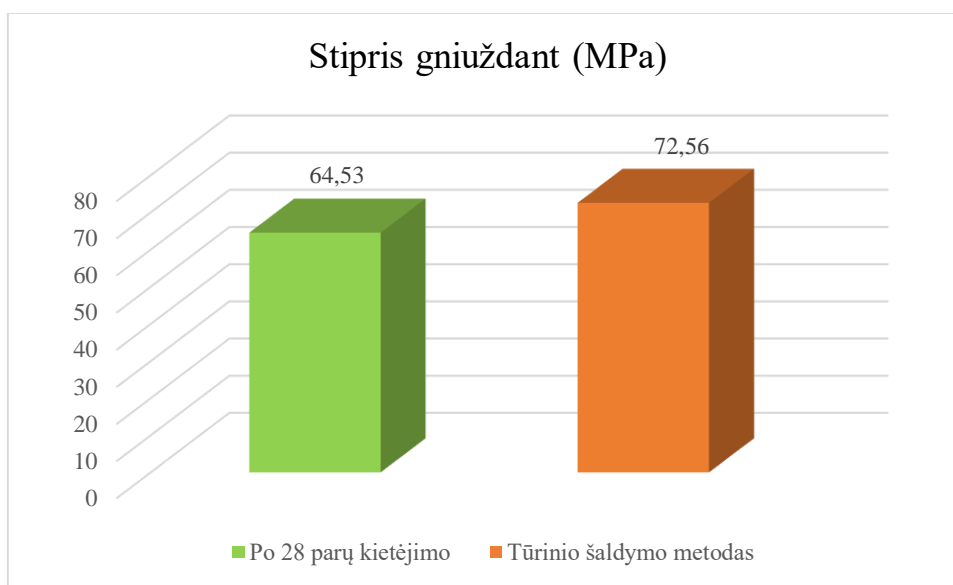
Visų kubelių stiprumui gniuždant nustatyti buvo naudojamas *Pilot4* gniuždymo presas.



**7.14 pav.** Gniuždymo presas *Pilot4*

7.2 lentelė. Išmatuotos betono stiprio gniuždant reikšmės

Tyrimo metodas	Bandinio matmenys, mm, h x b x l	Gniuždymo jėga, kN	Stipris gniuždant, MPa	Vidutinis stipris gniuždant, MPa
Po 28 parų kietėjimo	100,34 x 101,3 x 100,23	751,4	75,14	64,53
	100,34 x 101,41 x 100,55	539,2	53,92	
Tūrinio šaldymo metodas	100,1 x 100,1 x 100,1	736,6	73,66	72,56
	100,1 x 100,2 x 100,1	713,9	71,39	
Paviršinio šaldymo metodas	100,12 x 100,2 x 100,15	-	-	-
	100,11 x 100,23 x 100,19	-	-	



7.15 pav. Išmatuotas betono kubelių stiprumas gniuždant

Atliekant paviršinio šaldymo tyrimą, nepavyko nustatyti betono kubelių stiprio gniuždant. Bandiniai, panardinti į druskos tirpalą, šaldymo kameroje išbuvo 14 užšalimo – atšilimo ciklų ir po jų visiškai suiro, todėl nebuvo galima išmatuoti jų gniuždomojo stiprio.



7.16 pav. Bandiniai prieš atliekant paviršinio šaldymo bandymą



7.17 pav. Bandiniai po 14 užšalimo - atšilimo ciklų paviršinio šaldymo bandymu

Apskaičiuojami tiriamų kubelių tankiai:

7.3 lentelė. Betono kubelių tankis

Bandinys	Bandinio matmenys, mm, h x b x l	Tūris, m <sup>3</sup>	Masė, kg	Tankis kg/m <sup>3</sup>	Tankis <sub>vid</sub> , kg/m <sup>3</sup>
1	100,34 x 101,3 x 100,23	0,001018	2,427	2384,28	2413,54
2	100,34 x 101,41 x 100,55	0,001023	2,470	2415,25	
3	100,1 x 100,1 x 100,1	0,001003	2,453	2446,26	
4	100,1 x 100,2 x 100,1	0,001004	2,450	2441,03	
5	100,12 x 100,2 x 100,15	0,001004	2,414	2404,38	
6	100,11 x 100,23 x 100,19	0,001005	2,402	2390,05	

Atlikęs šiuos betono gniuždymo stiprumo nustatymo bandymus gavau, jog tyrinėti kubeliai atitiko savo stiprumines savybes. Iš to galima daryti išvadą, jog buvo teisingai suprojektuotas betono mišinys ir iš jo tinkamai suformuoti bei kietinami kubeliai.

## Išvados

Šiame tiriamajame darbe buvo atliekami du tyrimai: klijų adhezinio stiprio nustatymas ir betono atsparumo šalčiui tyrimas.

Atliekant klijų stiprumo tyrimą, naudojau trijų skirtingų tipų klijus: gipsinius, cementinius ir plytelių. Su šiais klijais prie betoninių kubelių priklijavau akmens masės plyteles. Sukietėjus klijams, buvo atliekamas atplėšimo (pull-off) bandymas. Jo metu buvo atplėšiama prie betoninio kubelio priklijuota plytelė. Išbandęs visų tipų klijų mišinius gavau, jog didžiausią stiprumą turi plytelių klijai. Taip pat, plytelių klijai ir cementiniai klijai atitiko



gamintojo reglamentuojamus stiprumus. Silpniausi klijai buvo gipsiniai. Tyrimo metu gavau, jog cementinių ir plytelių klijų adhezinės savybės buvo stipresnės už kohezines. Tuo tarpu gipsinių klijų – atvirkščiai. Klijai visiškai atlipa nuo plytelės, išlaikydami savo struktūrą.

Atliekant betono gniuždomojo stiprumo nustatymo tyrimus, naudojau šešis C50/60 F200 klasės betoninius kubelius. Dviejų iš jų stipris buvo nustatomas po 28 parų kietėjimo. Šių kubelių stipriai atitiko projektinį betono klasės kubinį gniuždomąjį stiprį.

Kiti du kubeliai buvo įdėti į šaldymo kamerą jų stiprumo gniuždant išmatavimui taikant tūrinio šaldymo metodą. Kubeliai buvo išimti po 166 užšalimo/atšilimo ciklų. Išbandžius jų stiprumą gniuždant, buvo gauta, jog šie ciklai nepaveikė kubelių stiprio savybių ir jos buvo nustatytos aukštesnės už betono klasės kubinį gniuždomąjį stiprį.

Paskutinių dviejų kubelių stipriui nustatyti buvo taikomas paviršinio šaldymo metodas. Jo metu kubeliai buvo įstatomi į vonelę, kurioje pripilta 3 % NaCl tirpalo. Šis tirpalas apsėmė 1/3 kubelių. Indas su kubeliais ir tirpalu buvo apjuostas polietilenu maišu ir pastatytas į šaldymo kamerą. Kubeliai suiro po 14 užšalimo/atšilimo ciklų, todėl jų stiprumo savybių gniuždant nepavyko nustatyti. Atliekant šį tyrimą reikėtų dažniau patikrinti betoninių kubelių išorinį paviršių. Pastabėjus, jog druskos tirpalas pradeda ardyti bandinio paviršių, reikėtų nutraukti užšaldymo - atšilimo ciklus ir išbandyti kubelio stiprumą.

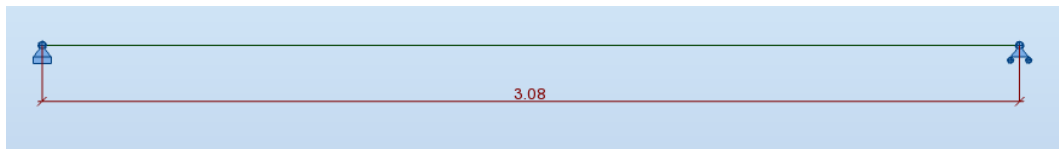
## LITERATŪRA

1. Vaitkevičius Vitoldas, Augonis Algirdas, Grinys Audrius, Navickas Arūnas Aleksandras. *Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas. Mokomoji knyga*. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011. 108 p. ISBN 9789955206910
2. Ramunė Žurauskienė, Algimantas Pranas Naujokaitis, Romualdas Mačiulaitis, Rimvydas Žurauskas. *Statybinės medžiagos: vadovėlis*. Vilnius: Technika, 2012. 540 p. ISBN 9786094572036
3. Sasnauskas Vytautas, Rudžionis Žymantas, Deltuva Juozas. *Statybinių medžiagų technologiniai procesai. Mokomoji knyga*. Kaunas: Vitae Litera, 2007. 182 p. ISBN 9789955686552
4. Naujokaitis Algimantas. *Statybinės medžiagos. Betonai: Mokomoji knyga*. Vilnius: Technika, 2007. 356 p. ISBN 9789955282099
5. Vektaris Bronius, Vilkas Vytis. *Betono tvarumas: betono sulfatinė ir šarminė korozija, atsparumas šalčiui ir karbonizacija. Tyrimai ir prevencinės priemonės. Monografija*. Kaunas: Technologija, 2006, 156 p. ISBN 9955251581
6. Vektaris Bronius. *Portlandcementinio skiedinio ilgaamžiškumo tyrimo paspartinimas*. Kaunas: Cheminė technologija, 2012. ISSN 13921231
7. Gurskis Vincas. *Statybinės medžiagos: Mokomoji knyga*. Kaunas: Ardiva, 2008. 135 p. ISBN 9789955896241
8. Ivanauskas Ernestas, Augonis Algirdas, Gečys Ramūnas, Vaitkevičius Vitoldas. *Statybinių medžiagų laboratoriniai darbai: Mokomoji knyga*. Vilnius: VPU leidykla, 2011. 142 p. ISBN 9789955207078
9. Gurskis Vincas. *Statybinių medžiagų laboratoriniai darbai: Metodiniai patarimai*. Kaunas: Ardiva, 2008. 65 p. ISBN 9789955896142
10. Bukletas: COMPANERO. Enhancing style and functionality of concrete
11. Bukletas: CONSOLIS PrecastStairs™ Terrazzo. Aukštos kokybės gelžbetonio laiptai su terrazzo marmuro sluoksniu
12. Mozaikinio betono technologija [žiūrėta 2017-05-11] Prieiga per internetą:  
<http://www.veikta.lt/index.php/pageid/502>
13. Betono atsparumas šalčiui [žiūrėta 2017-05-12] Prieiga per internetą:  
<http://www.chemmasters.net/newsletters/2013-11/>
14. Informacija apie elastingus plytelių klijus [žiūrėta 2017-04-30] Prieiga per internetą:

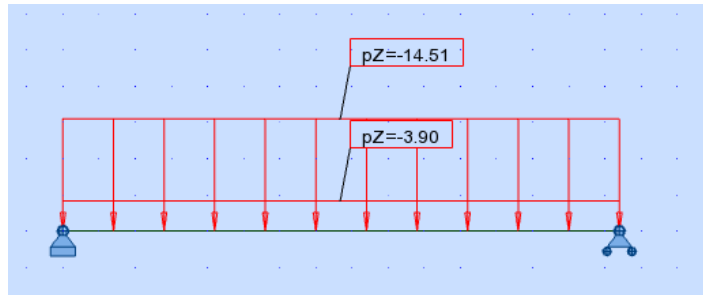
- <http://stimelit.lt/st1-02-universal-elastingi-plyteliu-klijai.html>
15. Informacija apie mozaikinio betono grindų atnaujinimą [žiūrėta 2017-04-30] Prieiga per internetą:  
<http://www.grindurestauracija.lt/Teraco-grindu-restauracija>
  16. Informacija apie gaminamus produktus [žiūrėta 2017-09-20] Prieiga per internetą:  
<http://www.knauf.lt>
  17. Informacija apie laiptakių gamybos klotinius [žiūrėta 2017-09-15] Prieiga per internetą:  
<http://howal.de/en/content/Produkt-Treppengerade/~nm.38~nc.39/Formwork-for-straight-staircases.html>
  18. Informacija apie gamyboje naudojamus įrengimus [žiūrėta 2017-10-05] Prieiga per internetą:  
<https://www.masa-group.com/en/products/concrete-block-production/>
  19. Informacija apie klijus [žiūrėta 2017-12-02] Prieiga per internetą:  
<http://www.iris.lt/prekes/klijai-glaistai-ir-kt/plyteliu-klijai/>
  20. LST EN 1338. Betoniai grindinio blokai. Reikalavimai ir bandymo metodai, 2003 m. Spalio 1 d.
  21. LST EN ISO 4624. Dažai ir lakai. Atplėšimo bandymas adhezijai nustatyti. 2016 m.
  22. LST EN 12350-2:2009. Betono mišinio slankumo bandymas.
  23. LST EN 12390-(2,3). Betono standartinių kubelių stiprio gniuždant ir skeliant bandymas ir bandymo metodika.
  24. STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“
  25. 21. STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“
  26. 22. STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“
  27. STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“
  28. STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“
  29. STR 1.01.08:2002 „Statinio statybos rūšys“
  30. STR 1.04.04:2017 „ Statinio projektavimas, projekto ekspertizė“
  31. STR 1.05.01:2017 „Statybą leidžiantys dokumentai“
  32. STR 1.08.02.2002 „Statybos darbai“
  33. STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“
  34. STR 2.01.01:2005 „Mechaninis patvarumas ir pastovumas“
  35. STR 2.01.01:1999 „Gaisrinė sauga“
  36. STR 2.01.01:1999 „Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“
  37. STR 2.01.01:2008 „Naudojimo sauga“

38. STR 2.01.01:2008 „Apsauga nuo triukšmo“
39. STR 2.01.01:2008 „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“
40. Lietuvos Respublikos statybos įstatymas
41. STR 1.05.06:2010 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“
42. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo
43. sertifikavimas“
44. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“
45. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“

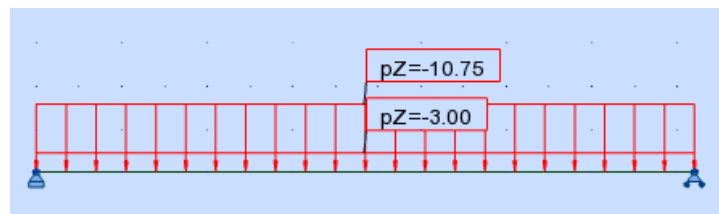
# PRIEDAI



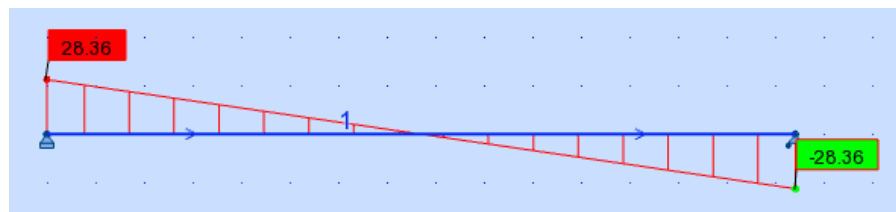
Skaičiuojamasis rėmas



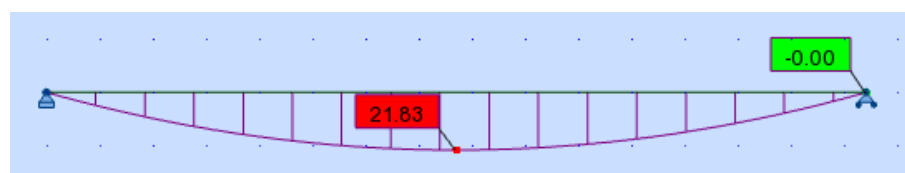
Konstrukciją veikiančios skaičiuotinės apkrovos (saugos ribinis būvis)



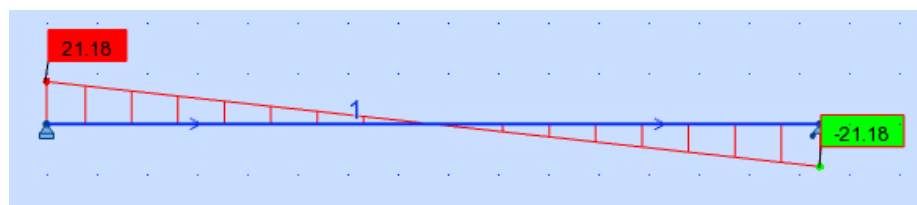
Konstrukciją veikiančios charakterinės apkrovos (tinkamumo ribinis būvis)



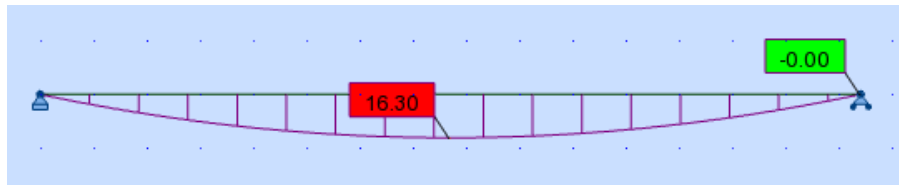
Skersinių jėgų diagrama pagal saugos ribinį būvį



Momentų diagrama pagal saugos ribinį būvį

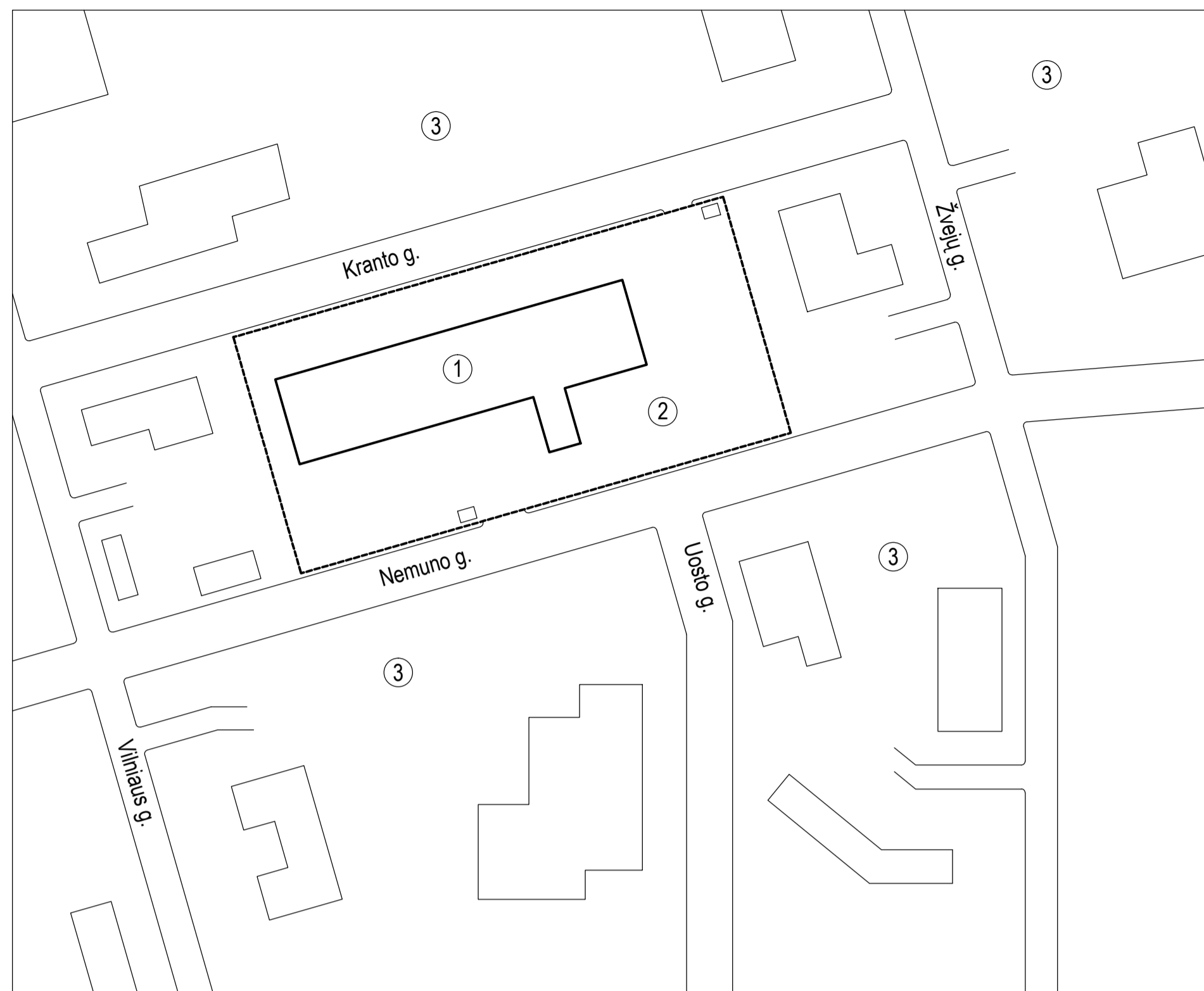


Skersinių jėgų diagrama pagal tinkamumo ribinį būvį

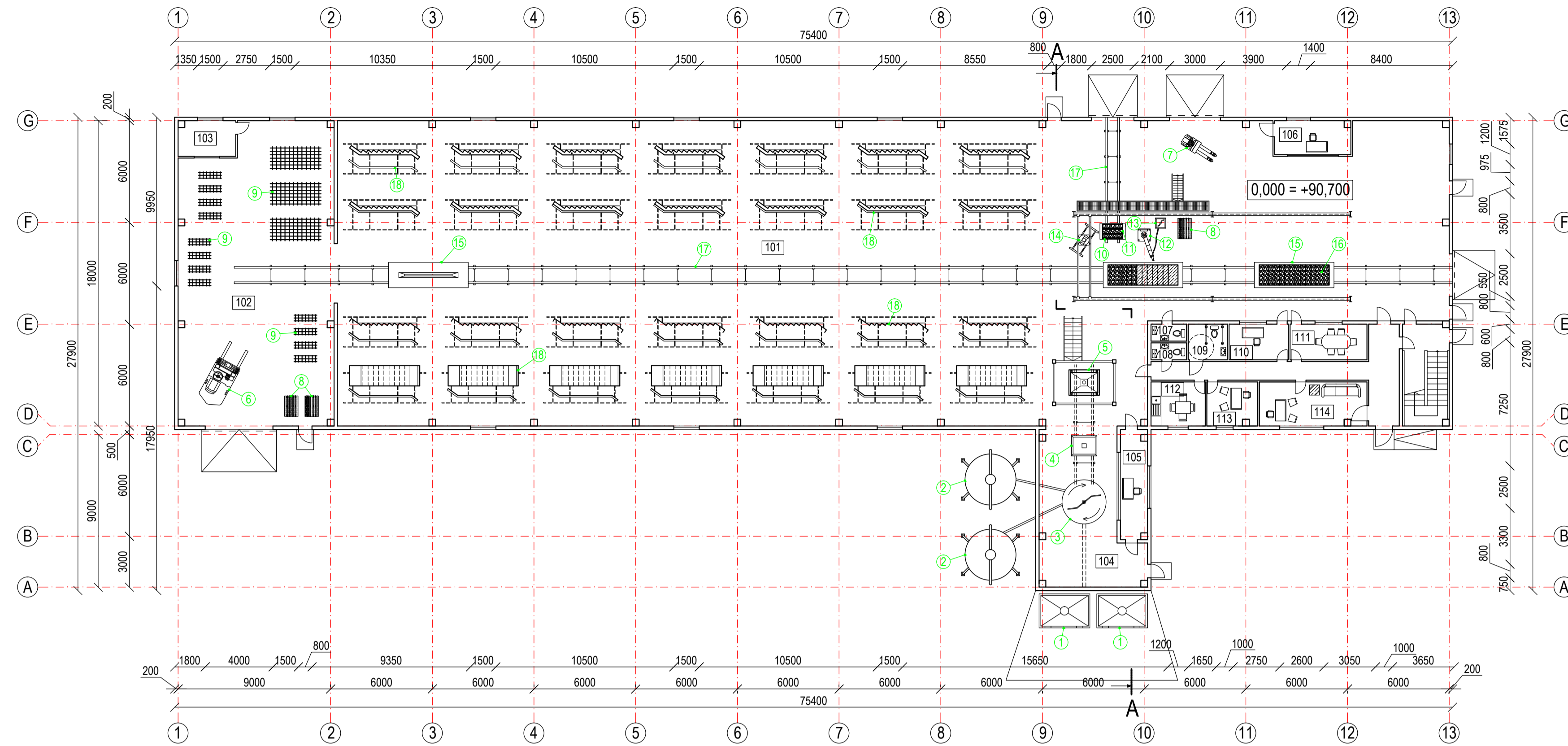


Momentų diagrama pagal tinkamumo ribinį būvį

# SITUACIJOS PLANAS MASTELIS 1:1000



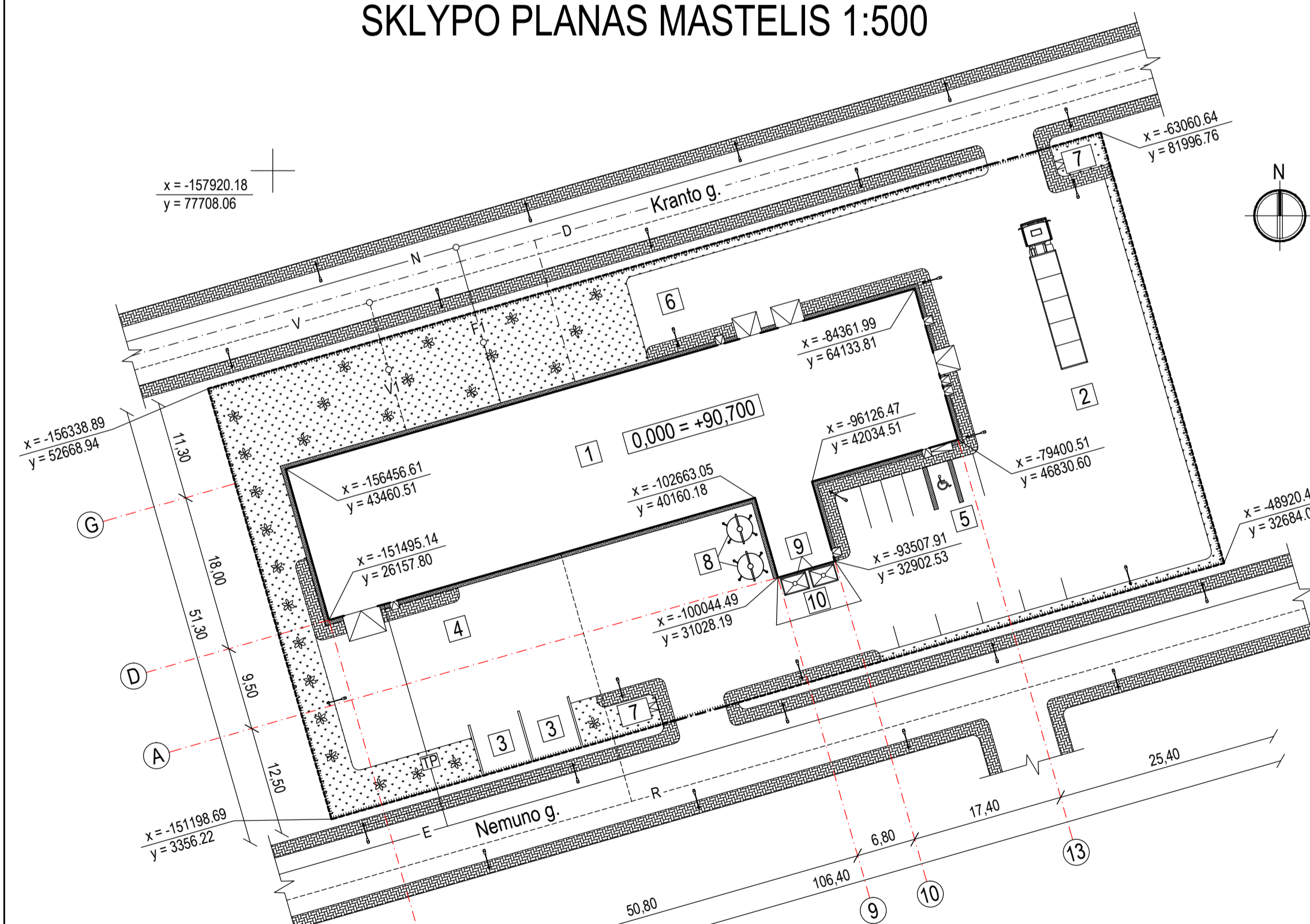
# PIRMO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:200



## Eksplikacija

- 1 - Projektuojamas pastatas
- 2 - Projektuojamo pastato sklypas
- 3 - Kaimyniniai sklypai

# SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:500



## Sutartiniai žymėjimai

- Veja
- Betoninės trinkelės
- Nuogrinda
- Asfalto danga
- Sklypo riba su tvora
- Atidaromi vartai
- \* - Medžiai
- Įėjimas į pastatą
- E - Elektros perdavimo linija
- R - Ryšių kabelių linija
- D - Dujų tiekimo linija
- V1 - Vandentiekio tinklas su šuliniu
- F1 - Nuotekų tinklas su šuliniu
- T - Transformatorinė
- & - Automobilio stovėjimo vieta, vairuotojams su negalia

## Įrengimų specifikacija

Eil. nr.	Pavadinimas	Žymuo (Tipas, markė)	Kie- kis	Eil. nr.	Pavadinimas	Žymuo (Tipas, markė)	Kie- kis
1	Smulkaus ir stambaus užpildų bunkeriai	-	2	10	Teracinių pakopų tiekimo vežimėlis	-	1
2	Cemento silosai	CIFAMIX	2	11	Teracinės pakopos	-	11
3	Betono mišinio maišyklė	Fliegl 802 SS	1	12	Klijų mišinio purkštuvas	Aliva AI-302.1	1
4	Betono mišinio tiekimo vežimėlis	-	1	13	Klijų mišinio padavimo talpa	-	1
5	Betono mišinio tiektuvas	-	1	14	Gnybtinis keltuvas	Masa GMBH	1
6	Elektrinis šakinis krautuvas	Linde E 12-20 L	1	15	Vežimėlis	-	2
7	Pusiau elektrinis krautuvas	Linde T20 SP-131	1	16	Pagamintas gaminy	-	1
8	Europadėklai	EPAL 2	3	17	Vežimėlio bėgiai	-	2
9	Armatūros tinklai	-	15	18	Laiptatakių elementų klojiniai	Howal GMBH	28

## Patalpų eksplikacija

Eil. nr.	Pavadinimas	Plotas, m²	Eil. nr.	Pavadinimas	Plotas, m²	Eil. nr.	Pavadinimas	Plotas, m²
101	Laiptatakių gamybos cechasis	1070,44	108	San. mazgas	2,10	201	Virtuvė	10,56
102	Armatūros sunikimo cechasis	157,90	109	San. mazgas žmonėms su negalia	4,85	202	Moterų persirengimo patalpa	4,70
103	Įrankių laikymo patalpa	7,14	110	Laboratorija	7,35	203	San. mazgas moterims	7,83
104	Betono maišymo cechasis	47,46	111	Posėdžių patalpa	9,53	204	Vyrų persirengimo patalpa	4,70
105	Operatoriaus patalpa	10,40	112	Virtuvė	8,28	205	San. mazgas vyrams	7,83
106	Operatoriaus patalpa	9,00	113	Cecho vadovo kabinetas	7,80	206	Posėdžių salė	33,60
107	San. mazgas	2,10	114	Klientų priėmimo patalpa	16,50			

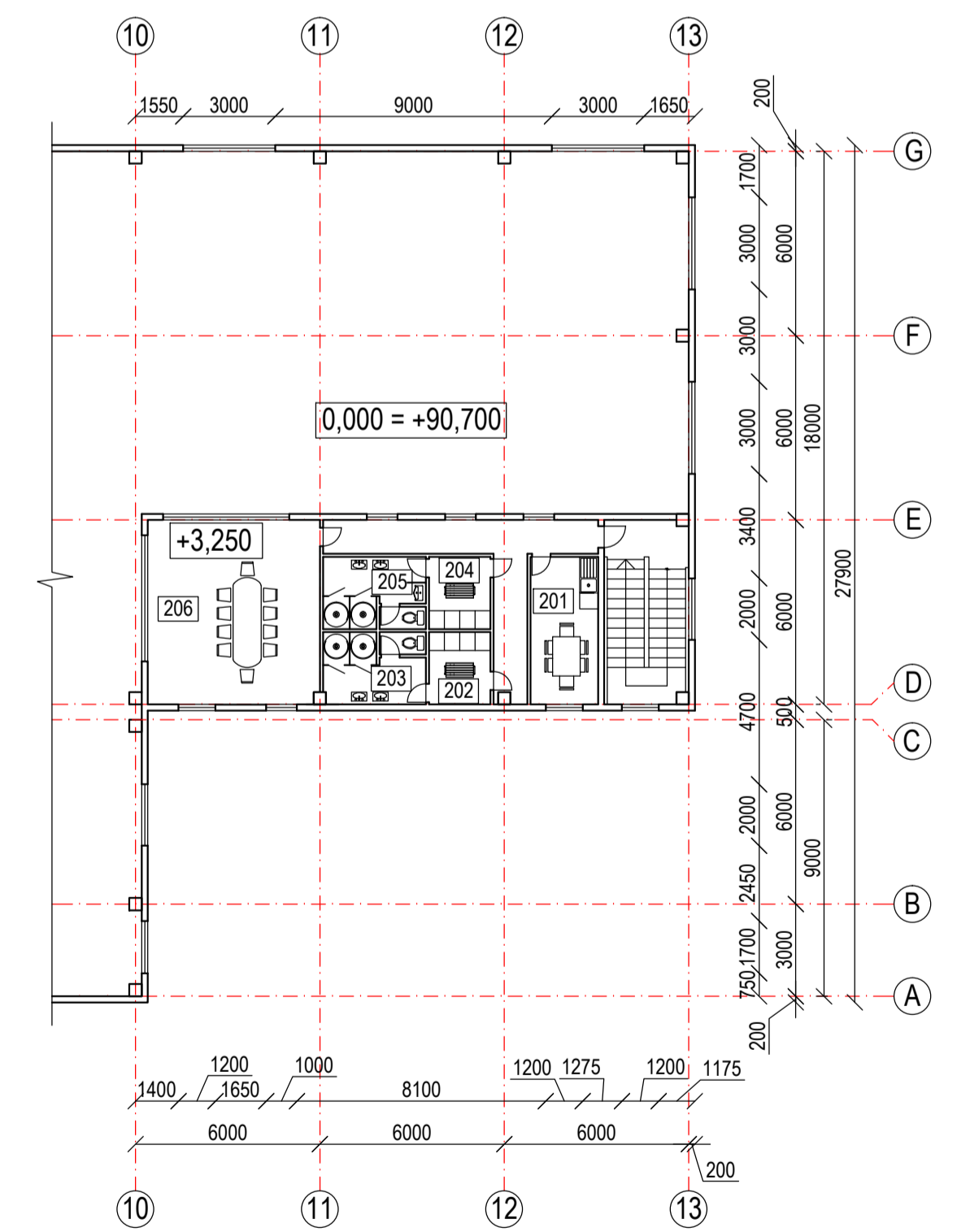
## Bendrieji statinio rodikliai

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
<b>1. SKLYPAS</b>		
1.1 Sklypo plotas	m²	5437,8
1.2 Sklypo užstatymo plotas	m²	1705,1
1.3 Sklypo užstatymo tankumas	%	31,35
1.4 Užstatymo aukštis	m	11,09
1.5 Apželdintas žemės plotas	m²	942,13
1.6 Bendras automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	10
<b>2. PASTATAS</b>		
2.1 Bendras plotas	m²	1516,4
2.2 Gamybinės patalpos plotas	m²	1305,2
2.3 Administracinių patalpų plotas	m²	211,2
2.4 Pastato tūris	m³	16816,88
2.5 Aukštų skaičius	vnt.	2
2.6 Pastato aukštis	m	11,09

## Eksplikacija

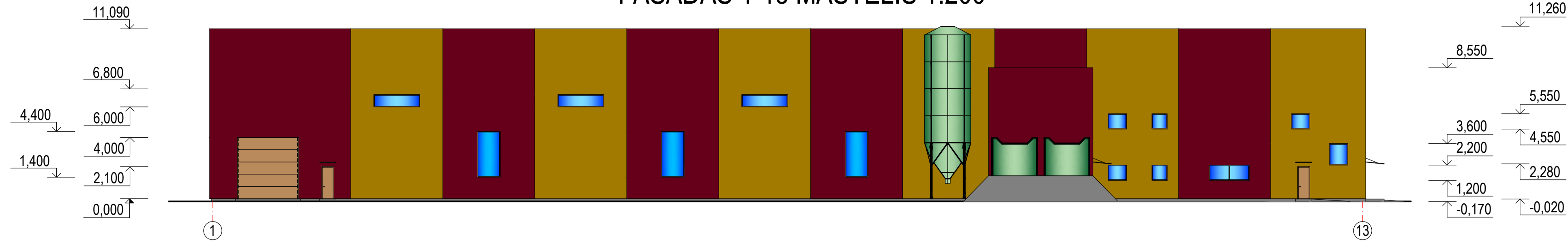
Eil. nr.	Pavadinimas
1	Projektuojamas pastatas
2	Produkcijos sandėlis
3	Užpildų sandėliai
4	Armatūros sandėlis
5	Stovėjimo aikštelė
6	Pakopų sandėlis
7	Sargo būdelė
8	Cemento silosai
9	Užpildų bunkeriai
10	Pakilimo rampa

# ANTRO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:200

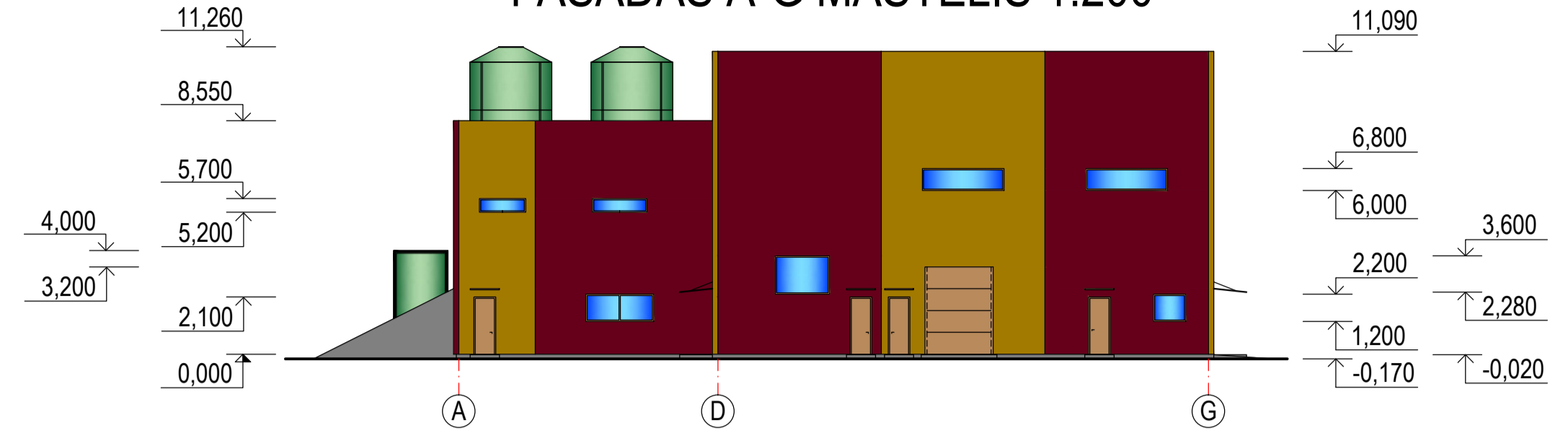


Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas	
SSM-6	Studentas D. Dreskinis	Laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi gamybos technologija	
Vadovas	A. Grinyš		
sa	Konsult. G. Šukalytė		
gd	Konsult. R. Gečys		
Etapas	Statybinių medžiagų katedra	Pirmo, antro aukšto planai; Situacijos planas; Sklypo planas	
TP	LT - 51367 Studentų g. 48, Kaunas		
		Laida	0
		Lapas	Lapų
		2017-TP-SMK-SA	1 4

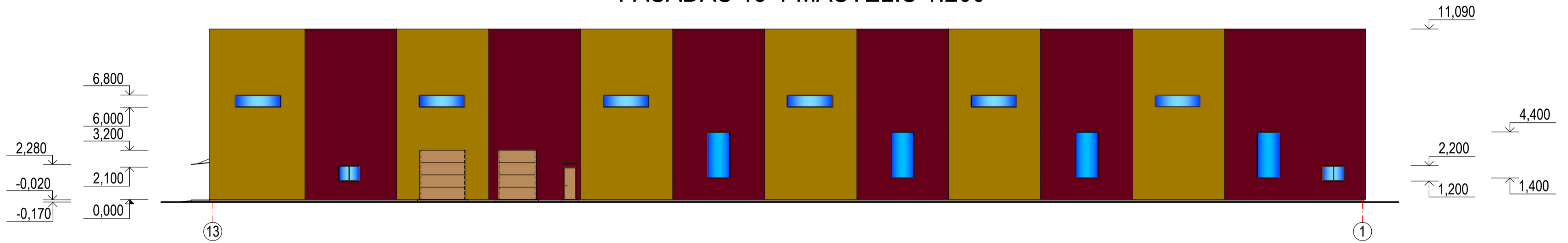
### FASADAS 1-13 MASTELIS 1:200



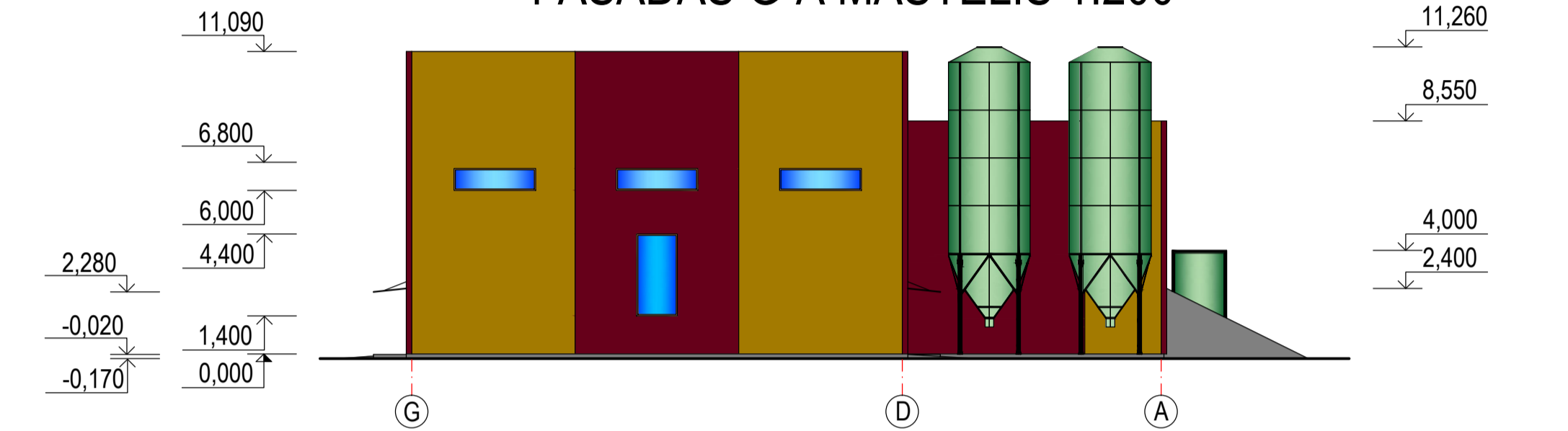
### FASADAS A-G MASTELIS 1:200



### FASADAS 13-1 MASTELIS 1:200



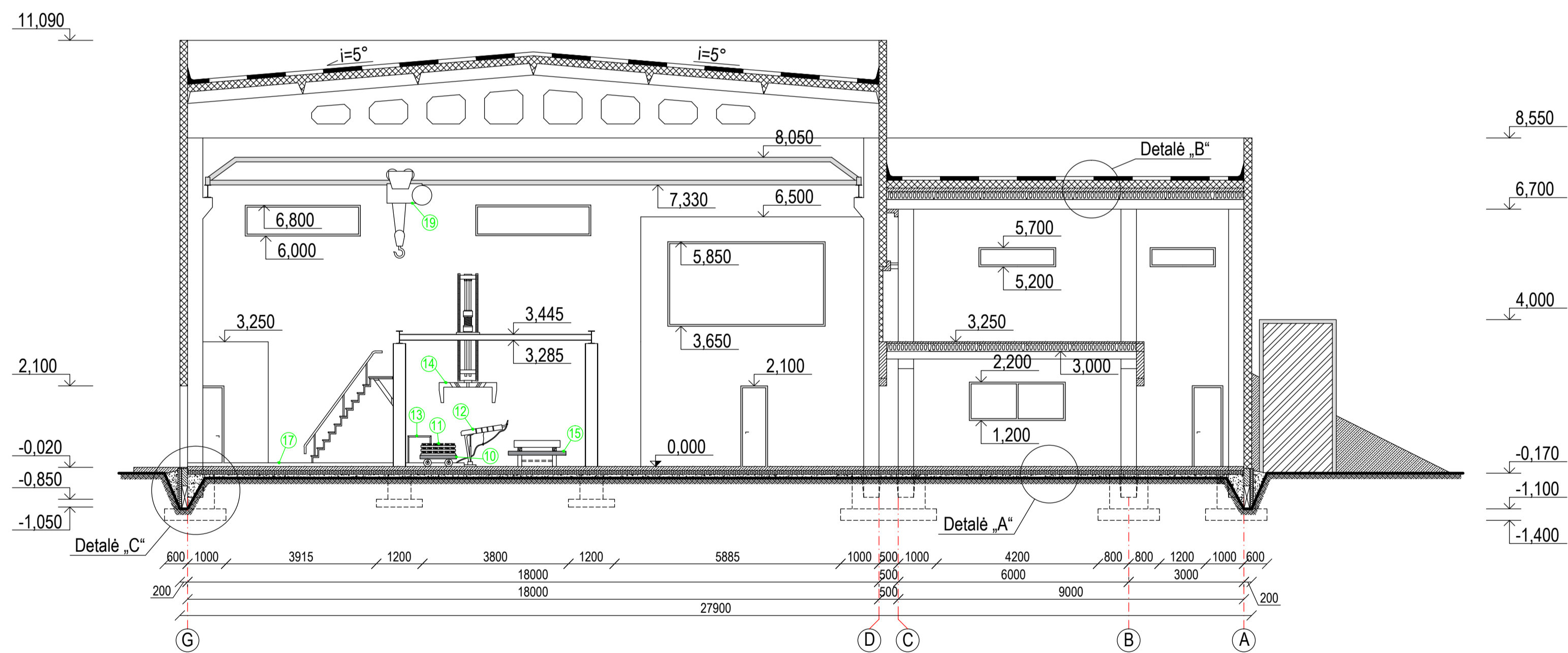
### FASADAS G-A MASTELIS 1:200



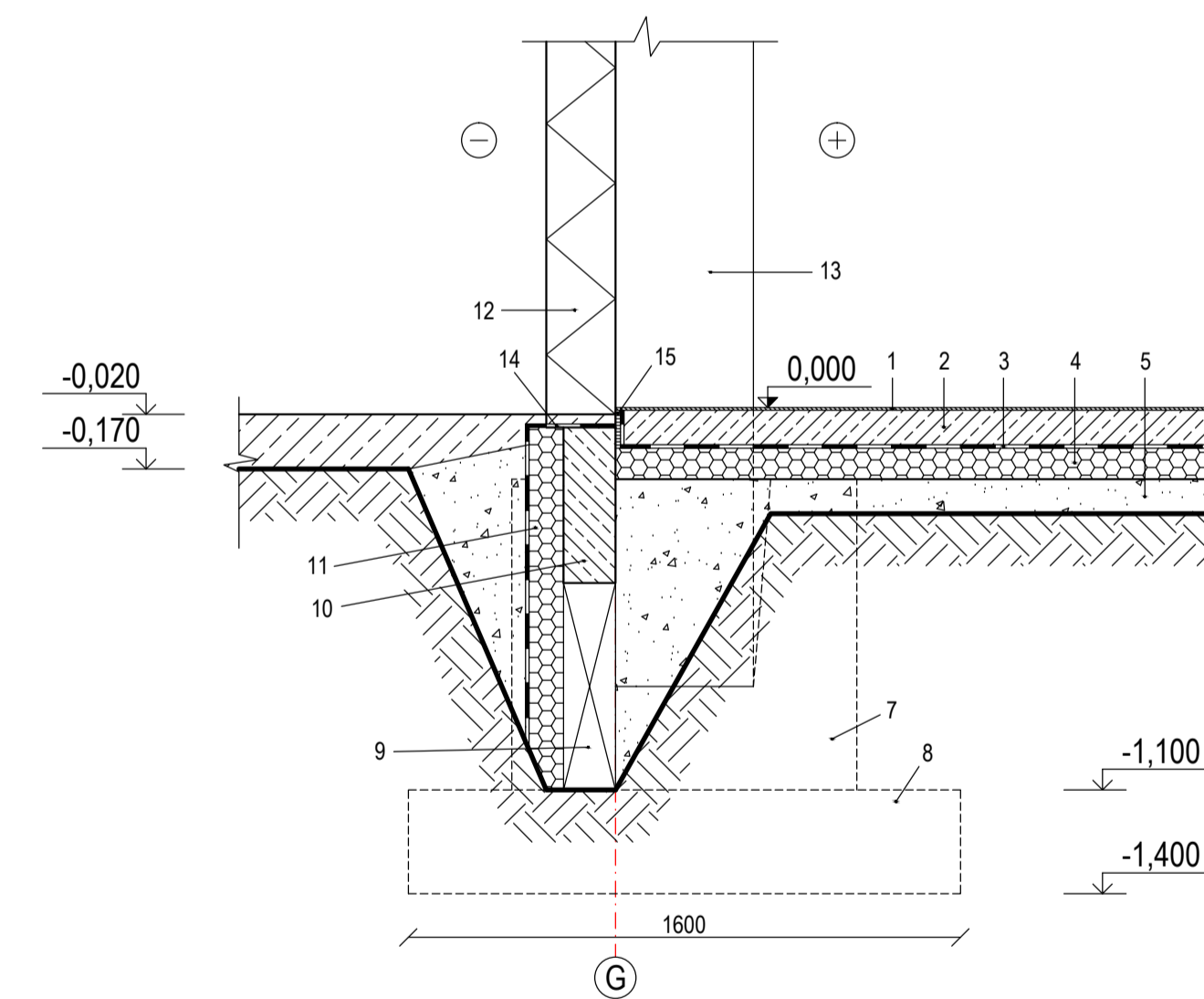
#### Sutartiniai žymėjimai

- Daugiasluoksnė sieninė plokštė RAL 3000
- Daugiasluoksnė sieninė plokštė RAL 2100
- Stiklas
- Silosai, užpildų bunkeriai
- Durys, vartai, langų rėmai

### PJŪVIS A-A MASTELIS 1:100



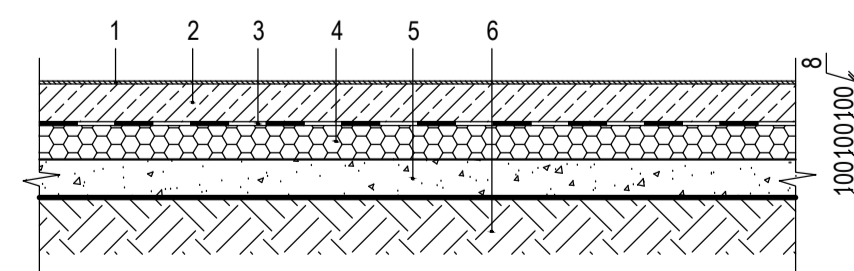
### DETALĖ „C“ MASTELIS 1:20



#### Detalės „C“ eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Grindų danga KORODUR DIAMOND, d = 8 mm
2	Armuotas betonas, d = 100 mm
3	Skiriamasis sluoksnis
4	Termoizoliacinis sluoksnis EPS 100, d = 100 mm
5	Drenojantis sluoksnis, d = 100 mm
6	Sutankintas gruntas
7	Galvena
8	Pamato padas
10	Pamatinė sija, d = 150 mm
11	Termoizoliacija XPS, d = 100 mm
12	Daugiasluoksnė sieninė plokštė, d = 200 mm
13	Gelžbetoninė kolona
14	Hidroizoliacija
15	Tarpinė, d = 15 mm

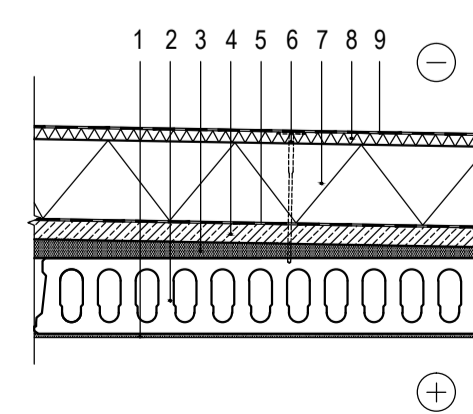
### DETALĖ „A“ MASTELIS 1:20



#### Detalės „A“ eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Grindų danga KORODUR DIAMOND, d = 8 mm
2	Armuotas betonas, d = 100 mm
3	Skiriamasis sluoksnis
4	Termoizoliacinis sluoksnis EPS 100, d = 100 mm
5	Drenojantis sluoksnis, d = 100 mm
6	Sutankintas gruntas

### DETALĖ „B“ MASTELIS 1:20



#### Detalės „B“ eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Vidaus apdaila - tinkas, d ≤ 10 mm
2	G/b perdangos plokštė, d = 200 mm
3	Nuolydi suformuojantis sluoksnis
4	Išlyginamasis sluoksnis, d ≥ 50 mm
5	Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis PAROC XMV 020 bas
6	Šilumos izoliacijos tvirtinimo elementas
7	PAROC ROS 30, d = 210 mm
8	PAROC ROB 80, d = 30 mm
9	Hidroizoliacinė stogo dangą

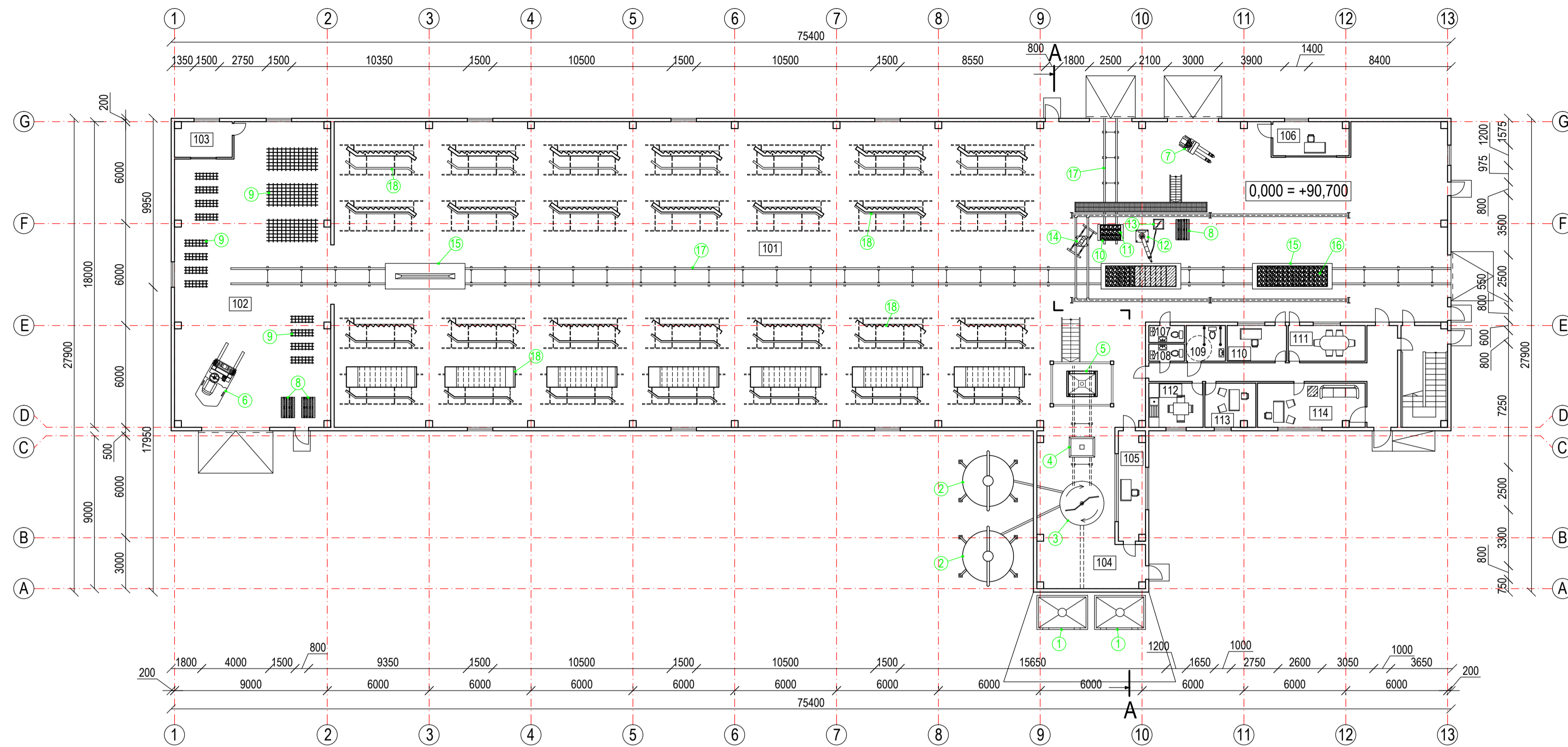
#### [rengimų specifikacija

Eil. nr.	Pavadinimas	Žymuo (Tipas, markė)	Kiekis
10	Teracinių pakopų tiekimo vežimėlis	-	1
11	Teracinės pakopos	-	11
12	Klijų mišinio purkštuvai	Aliva AI-302.1	1
13	Klijų mišinio padavimo talpa	-	1
14	Gnybtinis keltuvai	Masa GMBH	1
15	Vežimėlis	-	2
17	Vežimėlio bėgiai	-	2
19	Tiltinis kranas	-	1

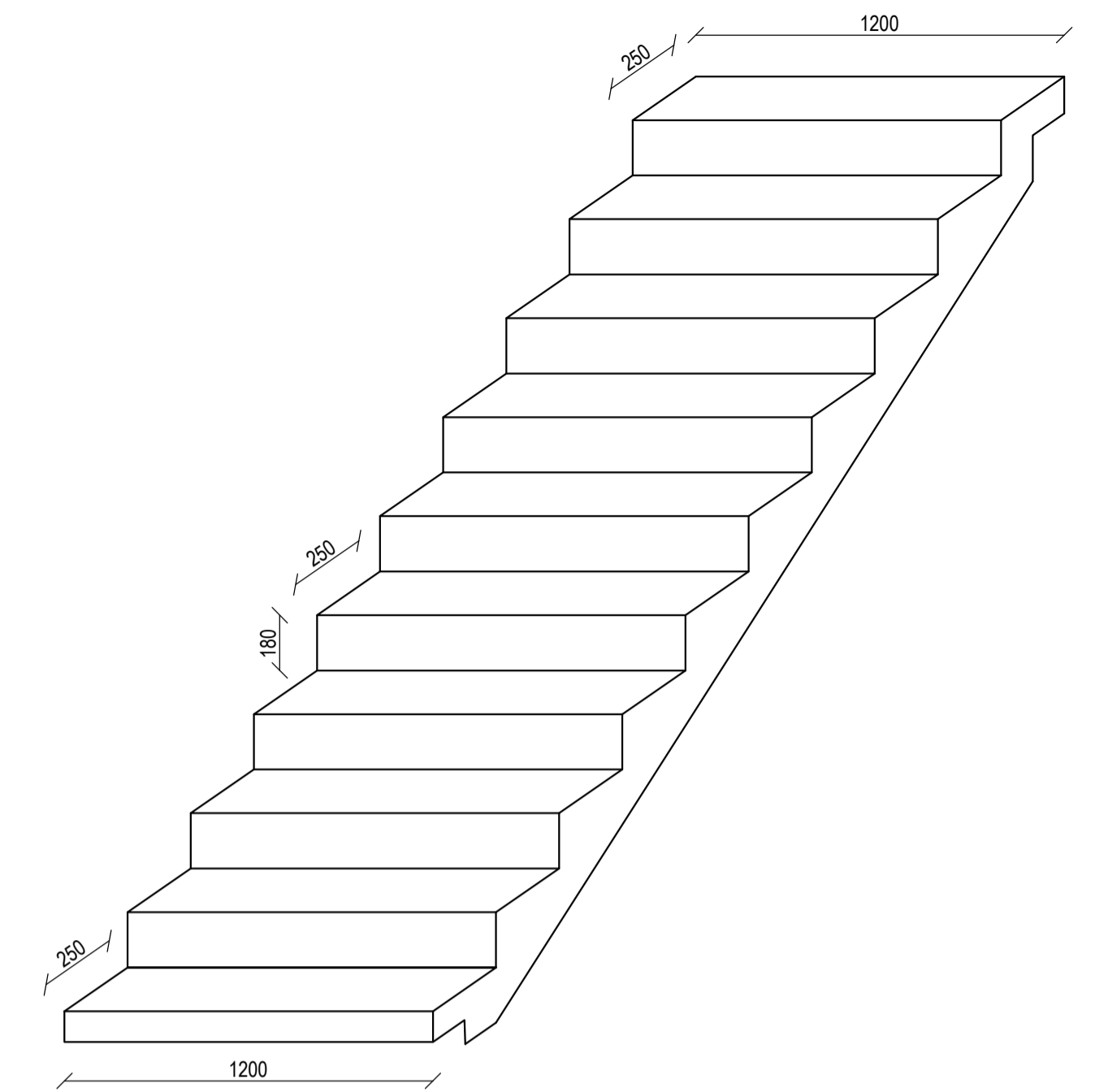
Grupė	<b>KTU Statybos ir Architektūros fakultetas</b>	Magistro baigiamasis projektas	
SSM-6	Studentas D. Dreskinis	Laiptatakių elementų su mozaikinių paviršiumi gamybos technologija	
Vadovas	A. Grinyš		
sa	Konsult. G. Šukaitytė		
gd	Konsult. R. Gečys		
Etapas	Statybinių medžiagų katedra	Fasadai 1-13, 13-1, A-G, G-A; Pjūvis A-A; Detalės „A“, „B“, „C“	
TP	LT - 51367 Studentų g. 48, Kaunas	2017-TP-SMK-SA	
		Laida	Lapas
		0	2
			4



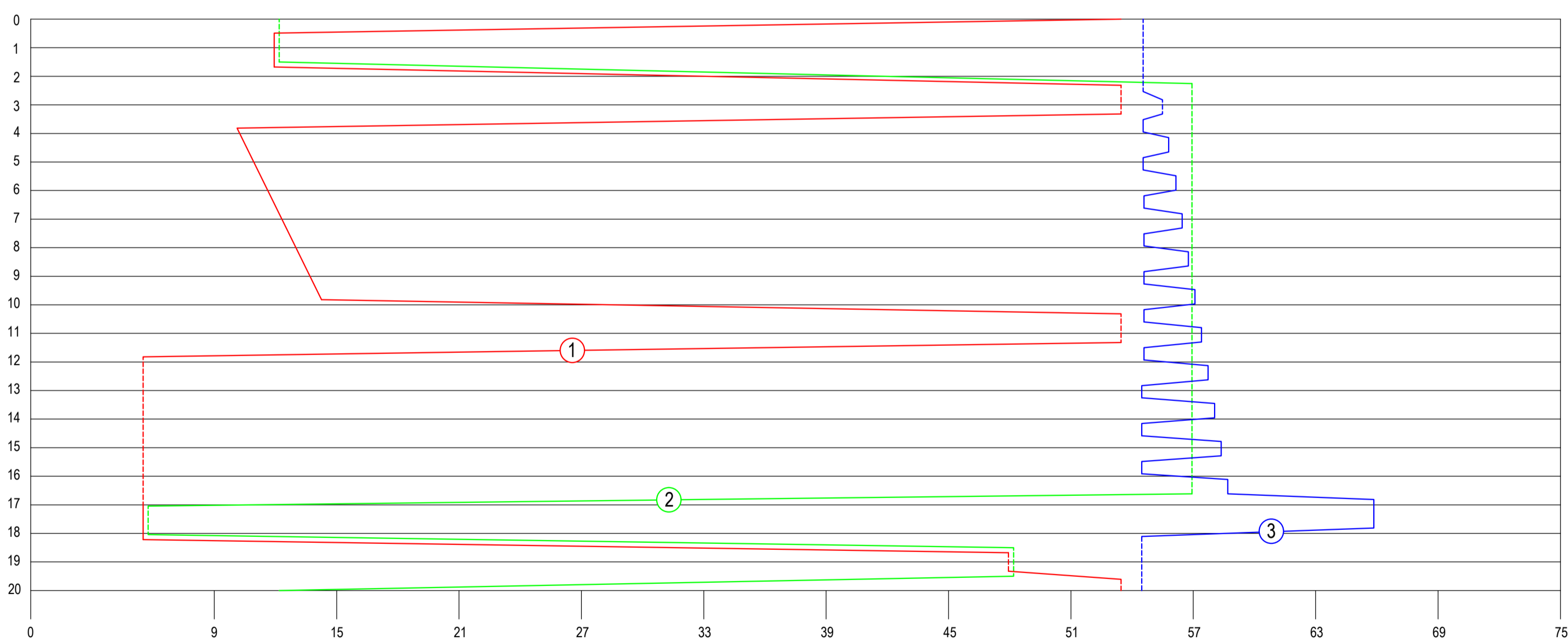
## PIRMO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:200



## LAIPTATAKIS LM-1 MASTELIS 1:20



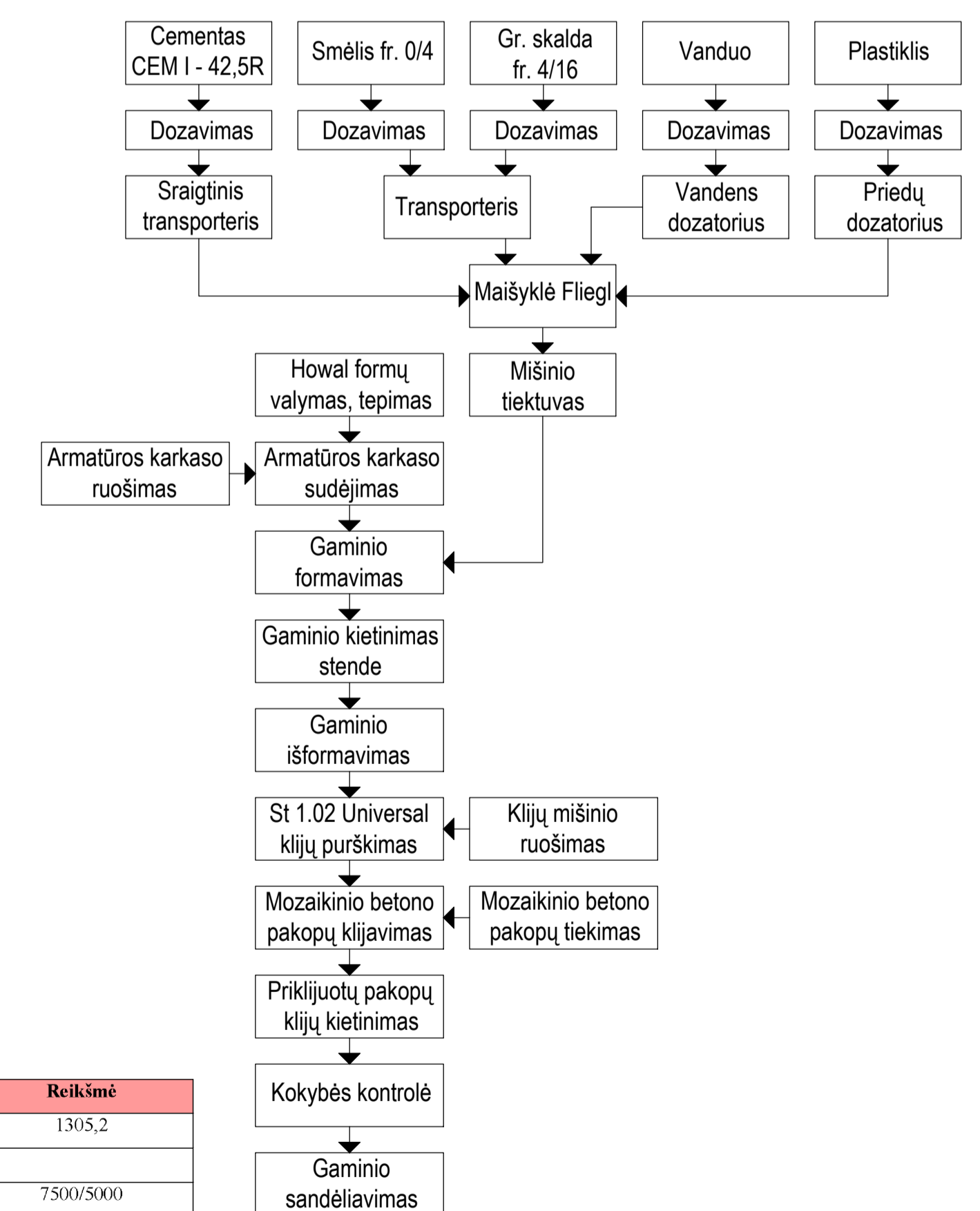
## TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ CIKLOGRAMA



### Sutartiniai žymėjimai

- 1 - Tiltinio krano judėjimas
- 2 - Vežimėlio judėjimas
- 3 - Keltuvo judėjimas
- Vykstantis mechanizmo judėjimas (darbas)
- - - - - Nvykstantis mechanizmo judėjimas (prastova)

## GAMYBOS PROCESO TECHNOGINĖ SCHEMA



### Techniniai ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklių pavadinimai	Matavimai	Reikšmė
1	Gamybinis plotas	m <sup>2</sup>	1305,2
2	Metinis įmonės pajėgumas:		
	a) produkcijos apimtis	m <sup>3</sup> ; vnt.	7500/5000
	b) produkcijos apimtis	€	2048336,46
3	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	Žmonės	7
4	Išdirbis:		
	a) produkcijos apimtis	m <sup>3</sup> žmogui	1071,43
	b) produkcijos apimtis	€ žmogui	292619,49
5	Gaminio savikaina:		
	a) vieneto	vienetas, €	409,67
	b) metinė	€	2048350
6	Pelnas:		
	a) vieneto	€	81,93
	b) metinė	€	409650
7	Gamybos rentabilumas	%	10

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas
SSM-6	Studentas D. Dreskinis	Laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi gamybos technologija
Vadovas	A. Grinyš	
gd	Konsult. R. Gečys	Laiptatakis LM-1; Technologinių įrengimų ciklograma; Gamybos technologinė schema
Konsult.		
Konsult.		Laida
		0
Etapas	Statybinių medžiagų katedra	Lapas
TP	LT - 51367 Studentų g. 48, Kaunas	3
	2017-TP-SMK-TG	Lapų
		4

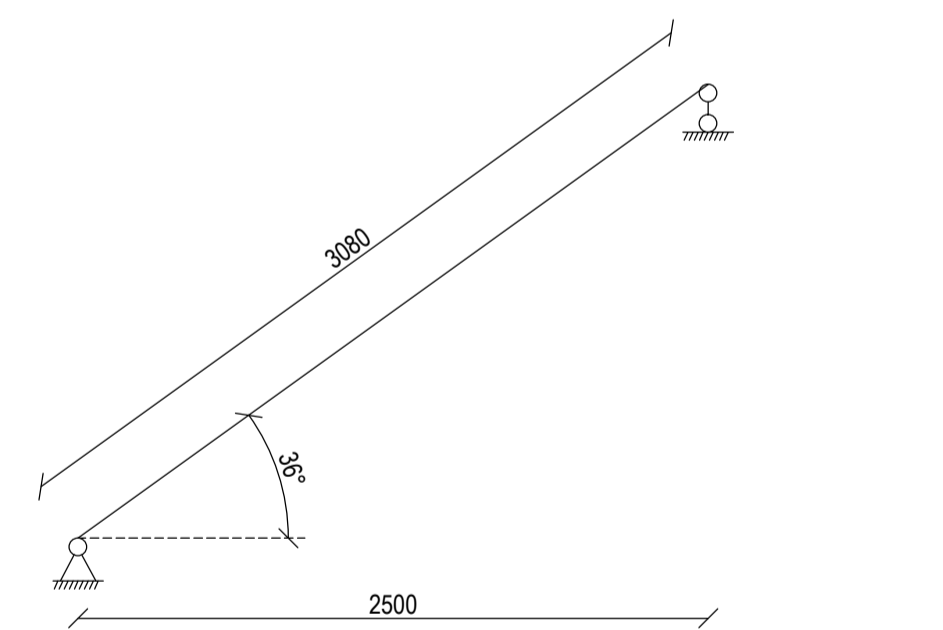
## OPERACIJŲ TRUKMIŲ GRAFIKAS

Proceso elementai	Operacijos	Įrenginiai, instrumentai	Darbininkai		Darbo imlumas, žm. min.	Trukmė, min.	Trukmės, min.																			
			Profesija, kategorija	sk.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8																			
Formos ruošimas	Valymas	Šepetys	1 Betonuootojas (3)	1	7,0	7,0																				
	Tepimas	Purkštuvas	1 Betonuootojas (3)	1	5,0	5,0																				
Arnavimas	Armatūros tiekimas	Elektrinis krautuvas	Armatūrinių (4)	1	4,0	4,0																				
	Armatūros pjaustymas	Metalo pjaustyklė	Armatūrinių (4)	1	5,0	5,0																				
	Armatūrinio karkaso surinkimas	Suvirinimo įranga	Armatūrinių (4)	1	8,0	8,0																				
	Karkaso prikabinimas, transportavimas ir pastatymas ant dugno	Kranas	Armatūrinių (4), Stropuotojas (4)	2	6,0	3,0																				
Formavimas	Medžiagų dozavimas	Dozatoriai	2 Betonuootojas (3)	1	1,0	1,0																				
	Betono mišinio maišymas	Maišyklė	2 Betonuootojas (3)	1	3,5	3,5																				
	Betono mišinio išpylimas į tiktuvą	Maišyklė	2 Betonuootojas (3)	1	1,0	1,0																				
	Tiektuvo transportavimas prie stendo	Kranas	Stropuotojas (4)	1	0,5	0,5																				
	Betono mišinio išpylimas stendą	Tiektuvas	2 Betonuootojas (3), Stropuotojas (4)	2	12,0	6,0																				
Gaminų išformavimas	Tankinimas	Stendas	2 Betonuootojas (3)	1	0,5	0,5																				
	Stendo atskyrimas	Stendas	1 Betonuootojas (3)	1	1,0	1,0																				
	Gaminio perkėlimas ant vežimėlio	Kranas	Stropuotojas (4)	1	4,0	4,0																				
Pakopų klijavimas	Gaminio transportavimas į apdailos postą	Kranas	1 Betonuootojas (3)	1	1,0	1,0																				
	Klijų mišinio purškimas	Purkštuvas „Aliva al 302.1“	Operatorius (4)	1	5,5	5,5																				
	Pakopų klijavimas	Keltuvas „Masa Cuboter“	Operatorius (4)	1	5,5	5,5																				
Gaminų kokybės kontrolė ir sandėliavimas	Gaminio su apdaila perkėlimas į kokybės postą	Keltuvas „Masa Cuboter“	Operatorius (4)	1	3,0	3,0																				
	Gaminio kokybės kontrolė	Kontrolierius	Kokybės kontrolierius	1	4,5	4,5																				
	Gaminio ženklavimas	Kontrolierius	Kokybės kontrolierius	1	2,5	2,5																				
Elementaraus ciklo trukmė	Gaminų išvežimas į sandėlį	Vežimėlis	Operatorius (4)	1	1,5	1,5																				
	Formos ruošimas				12,0,6																					
	Arnavimas				20,0,99																					
	Formavimas				12,5,0,63																					
	Gaminų išformavimas				6,0,3																					
	Pakopų klijavimas				14,0,7																					
Įrengimų ir darbininkų užimtumas	Gaminų kokybės kontrolė ir sandėliavimas				8,5,0,43																					
	Armatūrinių (4)				20,0,99																					
	Stropuotojas (4)				13,5,0,68																					
	1 Betonuootojas (3)				14,0,7																					
	2 Betonuootojas (3)				12,5,0,63																					
	Operatorius (4)				15,5,0,78																					
					7,0,35																					

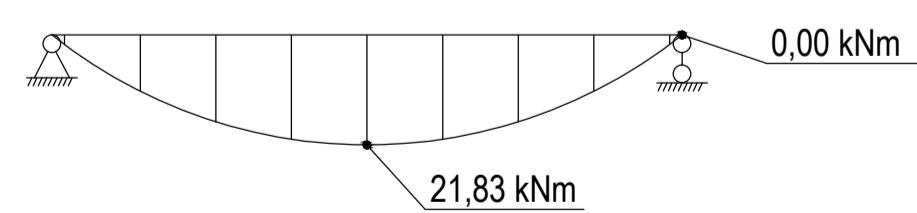
### LAIPTATAKIO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA

### LAIPTATAKIO LM-1 ARMAVIMAS MASTELIS 1:10

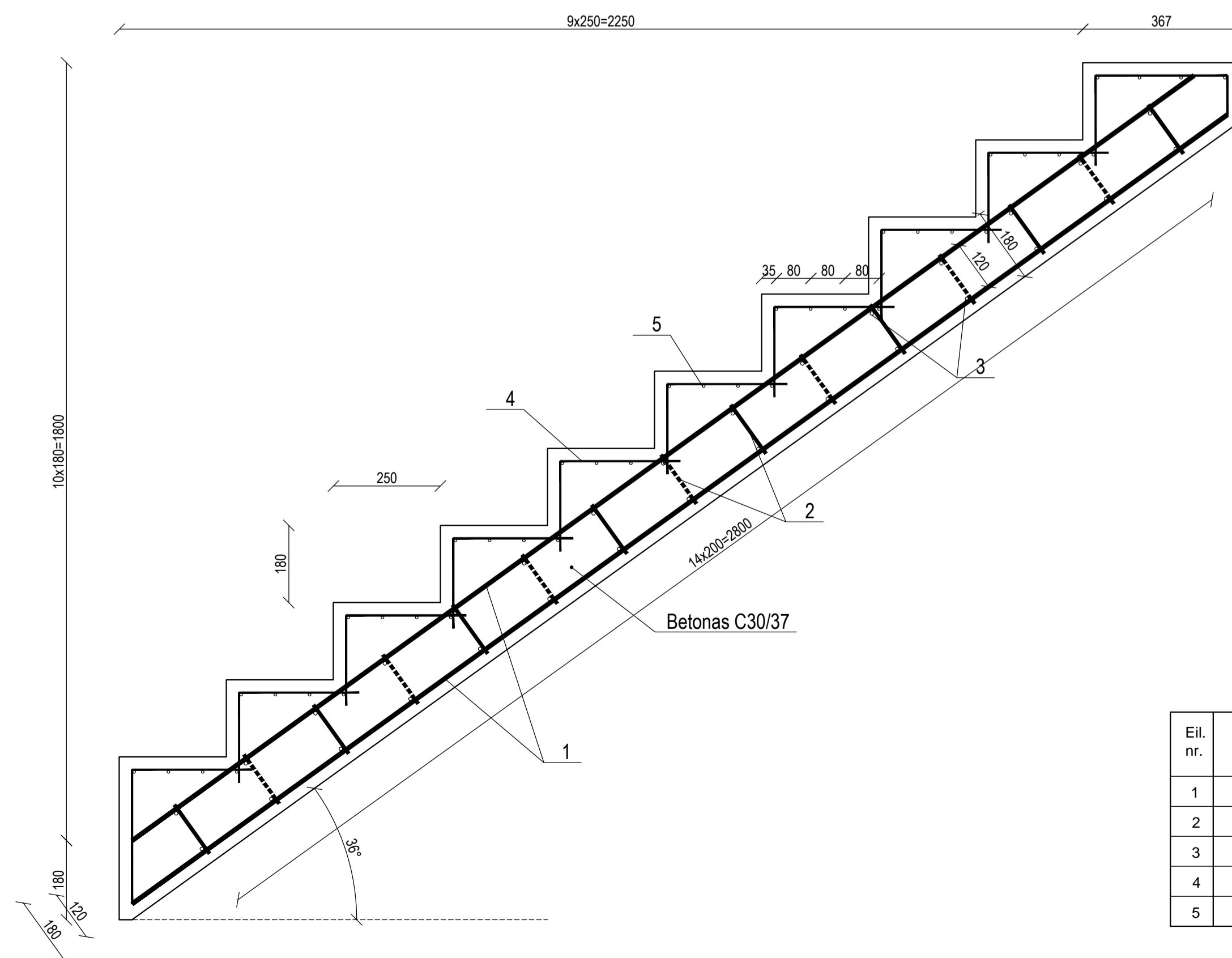
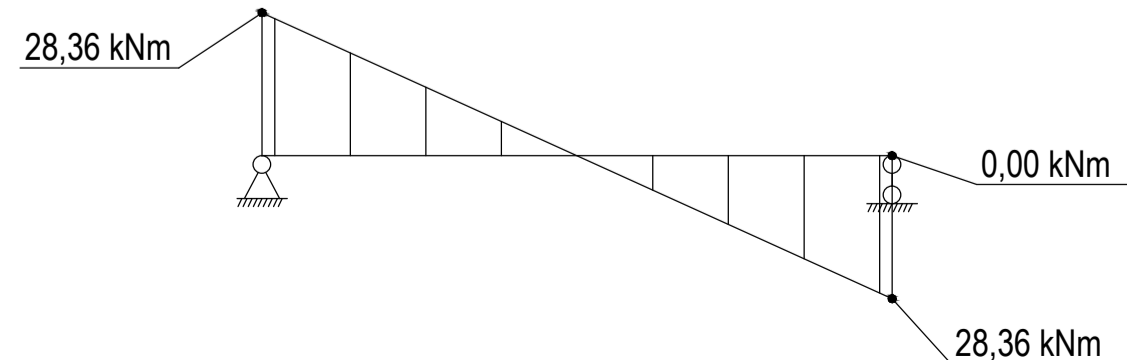
Pozicija „1“  $\varnothing 10$  L=3050 mm



MOMENTŲ DIAGRAMA



SKERSINIŲ JĖGŲ DIAGRAMA



Pozicija „2“  $\varnothing 8$  L=140 mm

Pozicija „4“  $\varnothing 4$  L=490 mm

Pozicija „3“  $\varnothing 10$  L=1150 mm

Pozicija „5“  $\varnothing 6$  L=1150 mm

Armatūros specifikacija

Eil. nr.	Armatūros skersmuo (mm), klasė	Ilgis, m	Vieneto masė, kg	Kiekis	Bendras ilgis, m	Bendras svoris, kg	Pastabos
1	$\varnothing 10$ , S400	3,05	1,88	12	36,60	22,56	
2	$\varnothing 8$ , S240	0,14	0,055	60	8,4	3,3	Šachmatišškai
3	$\varnothing 10$ , S400	1,15	0,710	30	34,5	21,3	
4	$\varnothing 4$ , Vr-I	0,49	0,045	60	34,5	2,7	
5	$\varnothing 6$ , Vr-I	1,15	0,255	40	46,0	10,2	
						Viso:	60,06

Grupė		KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SSM-6	Studentas	D. Dreskinis		Laiptatakių elementų su mozaikiniu paviršiumi gamybos technologija	
gd	Vadovas	A. Grinytis		Operacijų trukmių grafikas; Laiptatakių LM-1 armavimas	
sk	Konsult.	R. Gečys		Laida	0
	Konsult.	R. Bistrickaitė		Lapas	4
Etapas	Statybinių medžiagų katedra			Lapy	4
TP	LT - 51367 Studentų g. 48, Kaunas			2017-TP-SMK-SK	