



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**Tomas Vaiciukevičius**

**MOKSLO STUDIJŲ IR VERSLO CENTRO STATYBINIŲ**

**KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistrantūros projektas

**Vadovas**

Lekt. Nerijus Adamukaitis

**KAUNAS, 2017**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**  
**STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA**

TVIRTINU

Katedros vedėjas  
Doc. dr. Mindaugas Augonis

**MOKSLO STUDIJŲ IR VERSLO CENTRO STATYBINIŲ**  
**KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Magistrantūros baigiamasis projektas  
**Statyba (M6046N21)**

**Vadovas**

Lekt. Nerijus Adamukaitis

**Recenzentas**

Rimantas Želvys

**Projektą atliko**

Tomas Vaiciukevičius

**KAUNAS, 2017**

**PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO  
PATVIRTINIMAS**

**Patvirtinu, kad parengtas magistrantūros baigiamasis darbas MOKSLO STUDIJŲ IR  
VERSLO CENTRO STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

- atliktas savarankiškai ir nebuvo kaip visuma pateiktas jokiame dėstomajame dalyke atsiskaityti šiame ar ankstesniuose semestruose;
- nebuvo pateiktas atsiskaityti kitame KTU fakultete arba kitoje Lietuvos aukštojoje mokykloje;
- turi visas į baigiamojo darbo literatūros sąrašą įtrauktą informacijos šaltinių nuorodas.

Tomas Vaiciukevičius \_\_\_\_\_

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistrantūros baigiamasis darbas

MOKSLO STUDIJŲ IR VERSLO CENTRO STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES  
PROJEKTAS

Tomas Vaiciukevičius

Magistrantūros baigiamojo darbo tema – mokslo studijų ir verslo centro statybinių konstrukcijų dalies projektas. Projektuojamas pastatas yra 106,80 m. ilgio ir 40,2 m. pločio. Pastatas yra dviejų tarpsnių 11,00 m. - 5 aukštų ir 26,50 m. -4 aukštų. Tarpsnius skiria 1,70 m. pločio deformacinė siūlė. Projektuojamo pastato sklypo plotas – 329,79 arų.

Baigiamąjį darbą sudaro šios dalys:

1. Statybos reglamentavimas ir teisės sąlygos. Įvardinami teisiniai aktai esantys statybos procese.
2. Architektūrinė dalis. Aptariamas architektūrinis pastato sprendimas, skaičiuojama stogo šiluminė varža.
3. Konstrukcinė dalis. Apskaičiuojami ilginiai, metalinė santvara, gelžbetoninė ir metalinė kolonos, gelžbetoninė surenkama perdanga ir rėmo sija.
4. Technologinė, organizacinė ir ekonominė dalis. Aprašoma metalinių santvarų montavimo technologija, palyginamos kolonų montavimo kainos.
5. Darbų saugos ir aplinkosaugos dalis. Aprašoma statybos procese būtina darbų sauga ir aplinkosauga.

Darbe suprojektuotos šios konstrukcijos: ilginiai, metalinė 18,50 m. tarpatramio santvara, gelžbetoninė ir metalinė pastovaus skerspjūvio kolonos, gelžbetoninė kiaurymėta perdangos plokštė ir rėmo sija. Ekonomiškesnis kolonų variantas detalizuojamas.

**Reikšminiai žodžiai:** stogo laikančioji konstrukcija, ilginis, santvara, gelžbetoninė/metalinė kolona, rėmo sija, kiaurymėta perdangos plokštė.

# KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF BUILDING STRUCTURES

Master final work

STRUCTURAL PART OF PROJECT OF ACADEMIC STUDY AND BUSINESS CENTER BUILDING

Tomas Vaiciukevičius

The topic Bachelor final work – load-bearing structures of garage and industrial doors factory – warehouse in Kaunas. Designed building is 65.90 m. long and 61.30 m. wide. The building has two slots 12.00 m. administrative and 48.00 m. factory – warehouse. Slots appointed deformation seam. Projected building plot – 329,79 ares.

The final work consists of the following components:

1. Building regulations and legal conditions. Referred to as the legal acts in construction process.
2. The architectural part. Architectural decisions are discussed in this part and thermal resistance of the roof is calculated.
3. Structural part. Steel purlins, truss, two types of columns, reinforced concrete beam and slab are calculated in this part.
4. Technological, organizational and economic part. This part describes metal truss mounting technology. Compared column installation cost.
5. Work safety and environmental part. Describes the safety and environmental protection in constructional process.

The paper designed this structures: purlins, 18.50 m. length metal truss, constant cross-section columns made of steel and concrete, reinforced concrete beam and slab. Most economical option of columns is discussed in details.

**Keywords:** roof load-bearing structure, purlin, truss, reinforced concrete column, beam, slab.

## Turinys

Įvadas.....	15
1. Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos .....	17
1.1. Statinio projektavimas .....	17
1.2. Esminiai statinio reikalavimai .....	18
1.3. Statybos leidimas.....	19
1.4. Statybos darbai .....	19
1.5. Statinio pripažinimas tinkamu naudoti .....	20
2. Architektūrinė dalis .....	21
2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai .....	21
2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai.....	21
2.3. Architektūriniai sprendimai.....	22
2.4. Konstrukciniai sprendimai.....	24
2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficiento nustatymas .....	26
3. Konstrukcinė dalis .....	28
3.1 Apkrovų skaičiavimas .....	28
3.1.1 Sniego apkrovos nustatymas.....	28
3.1.2 Vėjo apkrovos nustatymas .....	29
3.1.3 Stogo dangos apkrova .....	31
3.1.4 Stoglangių apkrova .....	32
3.1.5 Naudojimo apkrovos pastato konstrukcijoms.....	32
3.1.6 Išorinės sijos mazgų apkrovos .....	32
3.1.7 Ilginio projektavimas .....	33
3.1.8 Santvaros mazgų apkrovos .....	34
3.2 Santvaros projektavimas.....	35
3.2.1 Santvaros apatinės juostos projektavimas .....	35

3.2.2	Santvaros viršutinės juostos projektavimas .....	36
3.2.3	Santvaros spyrių projektavimas .....	37
3.2.4	Santvaros mazgo „1“ projektavimas .....	39
3.2.5	Santvaros mazgo „2“ projektavimas .....	43
3.2.6	Santvaros mazgo „3“ projektavimas .....	47
3.3	Gelžbetoninės kolonos projektavimas .....	51
3.3.1	Gelžbetoninė kolona ašyse E-4.....	51
3.3.2	Gelžbetoninės kolonos E-4 armavimas .....	52
3.3.3	Gelžbetoninės kolonos E-4 laikomosios galios tikrinimas.....	54
3.3.4	Skersinės armatūros parinkimas .....	54
3.3.5	Gelžbetoninės kolonos E-4 liaunio patikrinimas.....	54
3.3.6	Gelžbetoninė kolona ašyse C-4 .....	55
3.3.7	Gelžbetoninės kolonos C-4 armavimas .....	55
3.3.8	Gelžbetoninės kolonos C-4 laikomosios galios tikrinimas.....	56
3.3.9	Skersinės armatūros parinkimas .....	57
3.3.10	Gelžbetoninės kolonos C-4 liaunio patikrinimas .....	57
3.4	Surenkamos rėmo sijos projektavimas .....	57
3.4.1	Rėmo sija RS-1 .....	57
3.4.2	Rėmo sijos RS-1 normalinių pjūvių stiprumo skaičiavimas .....	58
3.4.3	Rėmo sijos RS-1 įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas.....	58
3.4.4	Rėmo sijos RS-1 lentynos skaičiavimas .....	59
3.5	Surenkamos perdangos projektavimas .....	60
3.5.1	Gelžbetoninės nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangos plokštės PP-1 projektavimas .....	60
3.5.2	Apkrovų skaičiavimas ir deriniai.....	61
3.5.3	Plokštės skerspjuvio matmenų skaičiavimas.....	62
3.5.4	Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas.....	64

3.5.5 Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai .....	65
3.5.6 Armatūros išankstinių įtempių nuostoliai.....	66
3.5.7 Normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas .....	68
3.5.8 Įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas skersinių jėgų atžvilgiu .....	69
3.5.9 Plokštės ribinių būvių skaičiavimai gamybos, transportavimo ir montavimo metu.....	71
3.5.10 Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas .....	72
3.5.11 Plokštės įlinkio apskaičiavimas .....	75
4. Technologinė, organizacinė ir ekonominė dalys .....	76
4.1 Technologinė dalis.....	76
4.1.1 Metalinių santvarų montavimo darbų apimčių skaičiavimas.....	76
4.1.2. Krano stropų parinkimas .....	77
4.1.3. Krano parinkimas .....	77
4.1.4. Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas.....	80
4.1.5. Darbo sąnaudų suvestinė .....	82
4.1.6. Statybinių medžiagų suvestinė .....	82
4.1.7. Metalinių santvarų montavimas .....	82
4.1.8. Darbų kokybė ir kontrolė.....	83
4.1.9. Darbų sauga .....	84
4.2. Konstrukcijų montavimo ekonominis palyginimas.....	84
5. Darbo sauga ir aplinkosauga.....	87
5.1. Bendrieji projektuojamo pastato vandentiekio, atliekų šalinimo, oro kokybės, šildymo bei triukšmo reikalavimai .....	87
5.2. Statyb vietės darbų sauga .....	88
5.3. Statinio gaisrinė sauga.....	89
6. Mokslinio tiriamojo darbo rezultatai ir jų panaudojimas .....	90
6.1. Elementinio fasado kronšteino projektavimas.....	90
6.2.1 Study Properties.....	94



6.2.2 Units .....	94
6.2.3 Material Properties .....	95
6.2.4 Loads and Fixtures .....	96
6.2.5 Contact Information.....	97
6.2.6 Mesh information .....	98
6.2.7 Resultant Forces .....	99
6.2.8 Study Results .....	100
Išvados.....	101
Literatūros sąrašas .....	102
PRIEDAI .....	104
1 PRIEDAS. Santvaros strypų suvestinės .....	104
2 PRIEDAS. Santvaros apkrovų ir įrąžų diagramos .....	106
3 PRIEDAS. Rėmo apkrovų ir įrąžų diagramos.....	107
4 PRIEDAS. Metalinės kolonos projektavimas .....	108
5 PRIEDAS. Kolonos galvenos ir bazės projektavimas.....	115
6. PRIEDAS. Lokalinės sąmatos.....	126

## Ivadas

Projektuojame mokslo studijų ir verslo centrą. Pastato paskirtis – mišri: medicinos studijų laboratorijos bei auditorijos; verslo ir prekybos centras.

Pastato statybos vieta – Vilniaus m. sav., Santariškių m. rajone, Sveikatos g. 4.

Projektuojamas pastatas dviejų tarpsnių: daugiaaukščio 11,00 m pločio ir daugiaaukščio 26,50 m pločio (aukščiausia pastato altitudė – 26,80 m). Tarpsniai atskirti deformacine siūle, kurios plotis – 1,70 m.

26,50 m pastato tarpsnis yra 4 aukštų mišrus karkasas. Kolonos ir perdangos šiame tarpsnyje yra gelžbetoninės – surenkamos, o santvaros – metalinės. Šį tarpsnį sudaro penkiolika skersinių rėmų, kurių žingsnis – 7,50 m ir du skersiniai tarpsniai prie sienų, kurių žingsniai 8,15 m – šiaurės rytų pusėje bei 7,85 m – šiaurės vakarinėje pusėje. Pagrindinius penkiolika tarpsnių sudaro pastovaus skerspjūvio gelžbetoninės kolono – 300x300 mm, su antkoloniais. Kolonos prie žemiau esančio požeminio garažo konstrukcijų pritvirtinamos inkariniais varžtais, standžiai, o viršutinėje dalyje per antkolonius sujungtos šarnyriškai su metaline santvara. Santvaros elementai projektuojami iš stačiakampių plieninių vamzdžių. Tarpsnio aukštis iki santvaros apačios – 19,98 m. Galiniai tarpsniai sudaryti iš tokių pat gelžbetoninių kolonų sutankintų kas 6,00 m ir denginio sijų.

11,00 m pastato tarpsnis yra 5 aukštų gelžbetoninis karkasas. Sudarytas iš aštuoniolikos skersinių rėmų, išdėstytu kas 6,40 m. Skersinį rėmą sudaro gelžbetoninės kolonos – 300x300 mm. Kolonos prie pamato pritvirtinamos inkariniais varžtais, standžiai. Tarpaukštinės sijos, prie kolonos prijungtos šarnyriškai per papildomas plienines gembes. Pirmo aukšto aukštis iki perdangos apačios – 3,76 m.. Antro bei likusių aukštų aukštis iki perdangos – 3,71 m.

Pastato pastovumą užtikrina horizontalūs bei vertikalūs ryšiai tarp skersinių rėmų. Visi ryšiai projektuojami iš kvadratinių metalinių vamzdžių – 100x100x5 mm. Ryšiai įrengiami laiptinių zonose.

Pastatas priskiriamas prie ypatingų statinių kategorijos, nes yra didelis atstumas tarp atramų (18,5 m santvara), didelis pastato aukštingumas. Projektuojamas visuomeninės paskirties pastatas, kuriame lankysis dideli srautai žmonių.

Pagal paskirtį pastatas priskiriamas visuomeninės paskirties pastatų grupei (mokslo bei prekybos paskirties pastatai).

Darbui parengti naudoti pagrindiniai privalomieji dokumentai, reikalingi konstrukcijų skaičiavimui: STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“, STR 2.05.08:2005

„Plieninių konstrukcijų projektavimas“ ir STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“. Buvo naudojami ir kiti privalomieji teisiniai dokumentai, iš kurių pagrindinis – LR Statybos įstatymas.

Projektuojamas pastatas yra I sniego ir I vėjo apkrovų rajonuose. Apskaičiuotos ir įvertintos visos laikinosios bei nuolatinės apkrovos, kurios veikia projektuojamą pastatą. Santvarą bei koloną veikiančios įrašos apskaičiuotos su programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015“

Atlikdamas magistrantūros baigiamąjį darbą, suprojektavau 18,50 m metalinę santvarą, pastovaus skerspjūvio gelžbetoninę ir metalinę kolonas, gelžbetoninę rėmo siją, gelžbetoninę kiaurymėtą perdangos plokštę. Ekonomiškai palyginau du konstrukcijų montavimo variantus. Pirmas variantas – metalinių kolonų montavimas, antras variantas – gelžbetoninių kolonų montavimas.

Abiem konstrukcijų montavimo variantams sudarytos lokalinės sąmatos programa „Sistela“. Pagal gautus rezultatus nustatyta, kad antro varianto montavimas yra % pigesnis. Gauti rezultatai pateikiami stulpelinėse diagramose.

# 1. Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos

Lietuvos Respublikos teritorijoje statomų, rekonstruojamų ir remontuojamų statinių esminius reikalavimus, statybos techninio normavimo, statybinių tyrinėjimų, statinių projektavimo, statybos, statybos užbaigimo, statinių naudojimo ir priežiūros, griovimo tvarką, statybos dalyvių, viešojo administravimo subjektų, statinių savininkų (arba naudotojų) ir kitų juridinių ir fizinių asmenų veiklos šioje srityje principus ir atsakomybę nusako Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas.

Teisę būti statytoju Lietuvos Respublikoje turi Lietuvos bei užsienio valstybių fiziniai ir juridiniai asmenys. Ši teisė yra įgyvendinama, kai tenkinamos šios sąlygos:

- Statytojas žemės sklypą valdo nuosavybės teise arba valdo ir naudoja kitais Lietuvos Respublikos įstatymų nustatytais pagrindais;
- Statytojas turi nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą ( kai tai privaloma) statinio projektą ar kultūros paveldo statinio tvarkomųjų statybos darbų projektą;
- Statytojas turi nustatyta tvarka išduotą statybos leidimą.

## 1.1. Statinio projektavimas

Statinio projektas paruošiamas taip, kad per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų statybos įstatymo apibrėžtus esminius statinio reikalavimus. Architektūra neprieštarauja ir atitinka savivaldybės mero (jo įgalioto savivaldybės administratoriaus ar kito savivaldybės administracijos tarnautojo) išduotame projektavimo sąlygų sąvade nustatytus architektūros ir statybos sklypo tvarkymo urbanistinius reikalavimus, normatyvinius statybos techninius ir normatyvinius statinio saugos ir paskirties dokumentus, taip pat deri prie kraštovaizdžio, atitinka statinio paskirtį ir neprieštarauja statinio inžinerinių sistemų ir technologinių inžinerinių sistemų reikalavimus. Įmonė, kuri suprojektavo statinį, nustatyta tvarka paskiria statinio projekto vadovą ir už projekto vykdymo priežiūrą atsakingą asmenį, kuris privalo atitikti keliamus reikalavimus, nurodytus teisės aktuose. Parengtam projektui statytojo (užsakovo) užsakymu atestuota įmonė atlieka privalomąją ypatingo statinio projekto ekspertizę ir pateikia atitinkamas išvadas.

Statybos leidimui gauti, statytojas (užsakovas) samdo asmenį, kuris bus atsakingas už statinio statybos techninę priežiūrą. Statinio statybos techninės priežiūros tvarką nustato Vyriausybės įgaliota institucija. Asmuo pasamdytas į šias pareigas privalo tikrinti, kad statyba būtų atliekama pagal statinio techninį ir darbo projektus, kontroliuoti statybos metu

naudojamų statybos produktų bei įrenginių kokybę, tikrinti ir priimti paslėptus statybos darbus ir paslėptas statinio konstrukcijas, kartu su statybos vadovu rengti statinio pripažinimo tinkamu naudoti dokumentus ir dalyvauti statinį pripažįstant tinkamu naudoti, atlikti bendrosios (bendrųjų statybos darbų) statinio statybos techninės priežiūros vadovo funkcijas, koordinuoti specialiąją (specialiųjų statybos darbų) statinio statybos techninę priežiūrą ir jos vadovų veiklą. Techninis prižiūrėtojas turi teisę stabdyti statybą, jei statybos darbai kelia pavojų žmonėms ir aplinkai.

## 1.2. Esminiai statinio reikalavimai

Projekte turi būti nurodyta, kad naujai statomas statinys privalo užtikrinti sekančius reikalavimus:

- Mechaninis atsparumas ir pastovumas.  
Pastato konstrukcijos suprojektuotos vadovaujantis normatyviniais statybos techniniais dokumentais. Projektiniai sprendimai užtikrina, kad apkrovos, galinčios statinį veikti statybos ir naudojimo metu, nesukeltų tokių pasekmių kaip: viso statinio ar jo dalies griūtis, didesnių deformacijų nei leistinos, žalos kitoms statinio dalims, įrenginiams ar sumontuotai įrangai;
- Higiena, sveikata ir aplinkosauga.  
Vidaus aplinka, vandens tiekimas, nuotekų ir atliekų šalinimas ir išorės aplinka atitinka esminius higienos, sveikatos ir aplinkosaugos reikalavimus;
- Gaisrinė sauga.  
Įrengtos priešgaisrinės pertvaros tarp administracinių ir sandėliavimo patalpų;
- Saugus naudojimas.  
Statinys suprojektuotas ir bus pastatytas taip, kad išvengti visų įmanomų nelaimingų atsitikimų;
- Apsauga nuo triukšmo.  
Turi būti ribojamos triukšmą sukeliančios aplinkybės, kad žmonės galėtų dirbti komfortabiliai;
- Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.  
Atitvarinių konstrukcijų (sienų, denginio, langų bei lauko durų) šilumos perdavimo koeficientai atitinka normatyvinių dokumentų reikalavimus. [[1] 4 straipsnis]
- Tvaraus gamtos išteklių naudojimas.  
Pagal [ES 305/2011]

### **1.3. Statybos leidimas**

Pastato statybai privalomą statybos leidimą išduoda Kauno rajono savivaldybės meras arba administracijos darbuotojas. Kad statybos leidimą gautų, statytojas (užsakovas) privalo pateikti:

- Nustatytos formos prašymą;
- Žemės sklypo nuosavybės teisę ar kitą valdymo ir naudojimo teisę patvirtinančius dokumentus;
- Statybos projektą ir kompiuterinę laikmeną su statybos projekto išrašu;
- Statinio projekto ekspertizės išvadas. [[1] 23 straipsnis]

Statyba be galiojančio statybą leidžiančio dokumento yra draudžiama. Leidimas statyti naują statinį yra neterminuojamas.

### **1.4. Statybos darbai**

Statybos darbai pradami tik po to, kai statytojas (užsakovas) nustatytą tvarka gavo ir perdavė statybos įmonei (rangovui), kuri įstatymų nustatyta tvarka turi teisę vykdyti ypatingų statinių statybą, šią reikalingą dokumentaciją:

- Statybos leidimą;
- Nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą ir darbų projektą. Darbo projektas gali būti pateiktas kaip vientisas dokumentas arba atskiromis dalimis, skirtingu laiku, pagal rangovo suderintą grafiką;
- Statybos perdavimo ir priėmimo aktą;
- Statybos darbų žurnalą;

Statybos įmonė (rangovas) įsakymu ar kitu reikalingu dokumentu skiria:

- Statinio statybos vadovą – fizinį asmenį (specialistą, turintį statybos, architektūros ar kitą aukštąjį inžinerinį išsilavinimo laipsnį), atestuotą nustatyta tvarka, kuris, atstovaudamas rangovą, įgyvendina statinio projektą nuo statybos darbų pradžios iki statinio pripažinimo tinkamu naudoti, kartu yra bendrųjų statybos darbų vadovas, koordinuoja statinio statybos specialiųjų darbų vykdymą, šių darbų vadovų veiklą ir pagal kompetenciją atsako už pastatyto statinio normatyvinę kokybę.
- Statinio statybos specialiųjų darbų vadovą – fizinį asmenį (specialistą, turintį statybos, ar kitą aukštąjį inžinerinį išsilavinimo laipsnį), atestuotą nustatyta tvarka, kuris, atstovaudamas rangovą, įgyvendindamas statinio projektą nuo statybos darbų pradžios

iki statinio pripažinimo tinkamu naudoti, vadovauja tam tikriems statybos specialiesiems darbams, būdamas techniškais klausimais pavaldus statinio statybos vadovui ir pagal kompetenciją atsako už pastatyto statinio normatyvinę kokybę.

Statinio statybos vadovui yra pavaldūs visi statybos darbuose dalyvaujantys bendrųjų ir specialiųjų statybos darbų vadovai, specialistai ir darbininkai. Reikalavimai statinio statybos specialiųjų darbų vadovui išlieka tokie patys, tačiau tik jo vadovaujamų specialiųjų darbų sričiai.

## **1.5. Statinio pripažinimas tinkamu naudoti**

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

Užbaigus naujo ypatingo statinio statybą, pastatas Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka surašomas statybos užbaigimo aktas.

Komisija statybos užbaigimo akto gavimui reikalingas procedūras turi pradėti ne vėliau kaip per dvidešimt darbo dienų, nuo tos dienos, kai buvo užregistruotas statytojo pateiktas prašymas. Visi komisiją sudarantys nariai pagal savo kompetenciją vizualiai patikrina statinio atitiktį statinio projektui (ar nėra neatitinkamų ar kitokių netikslumų), išnagrinėja visus komisijai pateiktus dokumentus (jie turi atitikti visus keliamus reikalavimus sudėčiai, apimčiai ar kita), pagal tai nustato, ar buvo įvykdyti visi nurodyti statinio projekto sprendiniai. Komisija gali atrankos būdu patikrinti kai kurių statinio dalių, konstrukcijų, taip pat elementų, inžinerinių sistemų ar kitų atitikimą duotiems dokumentams. Taip pat komisija gali pareikalauti iš statytojo atlikti visus reikalaujamus bandymus, matavimus, ardymo darbus ar kita.

Jeigu iškyla kokie nors neaiškumai, tokiu atveju, kviečiami statytojas ir visi už statinio statybą atsakingi fiziniai asmenys (statinio projekto vadovas, statinio projekto ekspertizės vadovas, statinio projekto vykdymo vadovas, statinio statybos specialiųjų darbų vadovai), kurie privalo pateikti reikalingus pasiaiškinimus.

Siekiant, kad neiškiltų neaiškumų ir statinio pripažinimas tinkamu naudoti vyktų be nesklandumų, reikia laikytis statinio projekte numatytų statinio bendrųjų rodiklių (jie nesiskirtų nuo faktinių). Jei viski iškyla neatitikimų, komisija savo bendru sutarimu sprendžia faktą, ar nustatyti ypatingo statinio atitikties esminiams reikalavimams. Jei tie rodikliai yra neesminiai, tai komisija pasirašo statybos užbaigimo aktą. Aktas gali būti nepasirašytas, jei bent vienas iš komisijos narių tam nepritaria. Patį statybos užbaigimo aktą pasirašo sušauktos komisijos pirmininkas.

## **2. Architektūrinė dalis**

### **2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai**

Mokslo, studijų ir verslo centro pastatas projektuojamas UAB „PharmaSTUD“ teritorijoje, adresu Vilniaus m. sav., Santariškių m. raj., Sveikatos g. 4.

Projektuojamo pastato statybai išskirta 124,35 arai pietvakarinė UAB „PharmaSTUD“ sklypo dalis. Likusi sklypo dalis yra užstatyta 1 statybų etapo metu pastatytais statiniais – „MedHOUSE“ pastatas su po juo esančia požemine stovėjimo aikštele. Teritorija aptverta vielos tinklo tvora. Toliau į šiaurės vakarus ir šiaurės rytus nuo statybų teritorijos gyvenamosios paskirties sklypai. Pietvakarinėje gretimybėje įsikūrusios Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų filialai.

Projektuojamas objektas yra suformuotoje visuomeninės paskirties statinių teritorijoje, UAB „PharmaSTUD“ pietvakarinėje sklypo dalyje, šalia esamo pastato – mokslo, studijų ir verslo centro „MedHOUSE“. Priešgaisriniai atstumai tarp pastatų išlaikomi.

Projektuojamas visuomeninės paskirties pastatas ilgąja ašimi sklype orientuotas šiaurės rytų – pietvakarių kryptimi, kaip esamas pastatas. Pagrindinis privažiavimas iš šiaurės vakarų pusės, kur įrengta požeminė stovėjimo aikštelė. Pėstiesiems ar dviratininkams suformuotas įėjimas iš pietryčių pusės. Ūkinis privažiavimas iš šiaurės vakarų pusės.

### **2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai**

Viso sklypo plotas – 329,79 a. Numatomas projektuoti pastatas yra nevienintelis statinys sklype, jo užimamas plotas sudaro 14,49% sklypo dalies užstatymo tankumo. Viso sklypo su visais jame esančiais statiniais užstatymo tankumas 49,57%. Sklypo dalies užstatymo intensyvumas 38,36%, tuo tarpu visa sklypo su visais jame esančiais statiniais užstatymo intensyvumas 41,15%. Tokį užstatymo intensyvumą iššaukia faktas, kad statiniai esantys sklype turi dviaukštes administracines dalis. Likusią projektuojamo pastato sklypo dalį sudaro asfalto, betoninių trinkelėlių ir apželdinimo plotai.



2.1 lentelė Bendrieji sklypo ir statinio rodikliai

Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1. Sklypas				
1.1	Sklypo plotas	arai	124,35	Viso sklypo - 329,79
1.2	Sklypo užstatymo tankumas	%	26,01	Viso sklypo – 26,54
1.3	Sklypo užstatymo intensyvumas	%	38,36	Viso sklypo - 41,15
1.4	Statiniai užimtas žemės plotas	m <sup>2</sup>	4780,15	Viso sklypo – 12428,39
1.5	Apželdintas plotas	m <sup>2</sup>	3298,63	Viso sklypo – 7584,55
1.6	Trinkelėmis klojamas plotas	m <sup>2</sup>	829,79	Viso sklypo – 2074,48 Įskaitant nuogrindas aplink pastatą
1.7	Asfalto dangos plotas	m <sup>2</sup>	1708,34	Viso sklypo 5125,02
1.8	Automobilių pastatymo vietos (požeminėje aikštelėje)	viet.	150+15	Prie esamo pastato 200+15
1.9	Sunkiojo transporto pastatymo vietos	viet.	2	Prie esamo pastato 2
2. Pastatas				
2.1	Bendras plotas	m <sup>2</sup>	4780,15	
2.2	Pagalbinis plotas	m <sup>2</sup>	956,04	
2.3	Pagrindinis plotas	m <sup>2</sup>	3750,04	
2.4	Statybinis tūris (bendras)	m <sup>3</sup>	35876,20	
2.5	Pastato aukštis: gamybinės dalies	m	8,40	
2.6	administracinės-buitinės dalies	m	10,80	
2.7	Energinio naudingumo klasė		B	

### 2.3. Architektūriniai sprendimai

Projektuojamas pastatas sudarytas iš dviejų tarpinių: daugiaaukščio 11,00 m pločio ir daugiaaukščio 26,50 m pločio. Tarpiniai atskirti deformacine siūle 1,70m pločio. Bendras pastato plotis – 40,20 m, ilgis – 106,00 m.

Penkiaaukštė pastato dalies aukštis – 21,26m, keturių aukštų pastato dalies aukštis – 17,85m. Aukščiausia pastato altitudė – 26,80m nuo nulinės pastato altitudės. Toks aukščių pasiskirstymas yra dėl pastato statybos ploto. Pastato dalis, kurios plotis 26,50m didžiąja dalimi yra statoma ant anksčiau įrengtos požeminės stovėjimo aikštelės. Šioje pastato dalyje grindų lygis yra 1 aukšte tik vakarinėje pastato pusėje. 11,00m pločio pastato dalis per visą ilgį yra 5 aukštų. Taip pat po šia pastato dalimi yra įrengiamas rūsys. Virš abiejų pastatų papildomai yra pagalbinis šeštas aukštas, kuriame yra įrengiama galinga laboratorijų oro valymo sistema ir

kitos ŠVOK sistemos. Pagrindinis įėjimas į pastatą – iš šiaurės vakarų sklypo pusės. Čia tarp projektuojamo ir jau esamo pastato įrengiama surenkamo fasado sistemos plaza, nukreipianti žmonių srautą į abu pastatus. Taip pat yra pagalbinių įėjimai, bei vartai į rūšį.

Pirmame pastato aukšte, kaip ir rūsyje projektuojamos pagalbinės patalpos – sandėliai aukščiau esančių prekybos centrų ir mokslinių laboratorijų įrangai bei prekėms laikyti. Taip pat ketvirtame aukšte vakarinėje pastato dalyje yra ir patalpos, kurias ateityje planuojama išnuomoti. Be funkcijas atliekančių patalpų čia įrengtas atitinkamas kiekis sanitarinių mazgų.

Antrame pastato aukšte projektuojamos trys didelės auditorijos. Dvi auditorijos įrengiamos per 2 pastato aukštus išsikišusiose, lentose pastato dalyse. Didžioji stačiakampio formos salė projektuojama taip, kad reikalui esant ją būtų galima padalinti į dvi dalis stumdomų sienų pagalba. Be auditorijų antrame pastato aukšte yra įrengiamos ir kelios mažos konferencijų salės „showroom“. Vakarinėje pusėje patalpos prekybos centrui.

Trečiame, ketvirtame ir penktame pastato aukštuose suprojektuotos nedidelės darbo erdvės, mokslinės tyrimų laboratorijos, kabinetai.

Suprojektuotos atskiros durys vedančios iš pastate įrengtų priešgaisrinių laiptinių.

Pagrindinis pastato fasadas iš surenkamų fasadinių elementų. Pagalbinis viršutinis pastato aukštas įrengiamas iš daugiasluoksnių sieninių plokščių SPA S ENERGY 180 mm storio. Plokščių aukštis 1,20 m, ilgis kintantis, priklausomai nuo kolonų išdėstymo. Pagrindinė pastato fasado spalva sidabro pilkumo, atitinkamai RAL 90061.

Iš vidaus fasadinės sienos paruoštos eksploatacijai, nes elementai iš anksto gaminami su apdailinėmis anoduotomis kasetėmis. Vidaus pertvaros komercinės paskirties patalpose iš dviejų sluoksnių gipskartonio. Auditorijų fasadinės sienos su iš anksto įrengtomis akustinėmis kasetėmis, pertvaros taip pat akustinės. Darbo kabinetus pagal šviesos poreikį skiria dviejų sluoksnių gipskartonio plokščių arba grūdinto emaliuoto stiklo pertvaros. Sanitariniuose mazguose – klijuojamos keraminėmis plytelėmis. Rūsio bei viršutinio aukšto sienos paliekamos, pagal statybinių medžiagų iš kurių yra pagamintos.

Grindų danga prekybinės paskirties patalpose – akmens masės plytelės, kabinetų ir auditorijų grindys dengtos iš naudojimui atsparios PVC dangos. Pagalbinėse patalpose – betoninė grindų danga nudažoma naudojimo apkrovoms atsparia danga. Sanitariniuose mazguose klijuojamos keraminės grindų plytelės.

Didžiojoje dalyje patalpų yra įrengiamos pakabinamos arba įtempiamos lubos.

## 2.4. Konstrukciniai sprendimai

**PAMATAI.** Pastato daliai, po kuria nėra požeminės automobilių stovėjimo aikštelės parinkti gelžbetoniniai surenkami pamatai, sudaryti iš dviejų tarpusavyje sumontuojamų dalių: pamato pado plokštės ir pakolonio. Pado plokštės matmenys 1600x1600x300(H) mm, pakolonio matmenys 1000x1000x900(H) mm. Ties deformacine siūle pamatai dvigubi, t.y. pado plokštės matmenys 2100x1600x300(H) mm, pakolonio matmenys 1500x1000x900(H) mm, šie pamatai montuojami orientuojant ilgąją kraštinę per deformacinės siūlės plotį. Pamatai projektuojami iš C25/30 klasės betono. Pamatinės sijos – surenkamos gelžbetoninės, montuojamos ant pamatinės sijos surenkamų gelžbetoninių stulpelių, įtvirtintų ant pamato pado plokščių. Pamatinės sijos apšiltintos 70 mm storio termoizoliacija „FINNFOAM FL-300/70“. Viršutinė pamatų pakolonio altitudė – (-0,135 m), o apatinė pamato pado altitudė – (-1,135 m), t.y. žemiau įšalo zonos.

**GRINDYS.** Pirmuose pastato aukštuose įrengiamos betoninės C30/37 betono klasės armuotos grindys. Betono sluoksnis visame pastato plote vienodas, jo storis 150 mm. Grindų sėdimo siūlės įrengiamos kas 6,00 m kvadratais pagal sienas ir kolonas. Įrengiant grindis, po jomis, per visą pastato perimetrą, ties išorinėmis sienomis, paklojamas 1,00 m pločio 150mm storio EPS termoizoliacija. Aukštesniuose pastato aukštuose grindys įrengiamos ant perdangos plokščių prieš tai išliejus išlyginamąjį grindų sluoksnį, kurio storis 40mm.

**KOLONOS.** Pastatui suprojektuotos pastovaus skerspjūvio 300x300 mm, 4,06 m aukščio gelžbetoninės kolonos. Betono klasė C20/25, armuojamos S400 klasės 4x16 mm diametro išilgine ir 6 mm diametro skersine armatūra 300 mm žingsniu. Kolonos prie pamato tvirtinamos standžiai, inkariniais varžtais, iš anksto paruoštais surenkamo pamato pakoloniuose. Tarpaukštinės kolonos tvirtinamos šarnyriškai. Prie viršutinės kolonos, inkariniais cheminiais varžtais standžiai pritvirtinami metaliniai antkoloniai iš HEB240 profilio.

**PERDANGA.** Pastato daugiaaukštėje dalyje montuojamos kiaurymėtos 300 mm aukščio surenkamo gelžbetonio plokštės. Perdangos plokštės šarnyriškai tvirtinamos prie gelžbetoninio rygelio. Montuojant, plokštės tarpusavyje inkaruojamos armatūros strypais. Tarpai tarp plokščių užpildomi smulkiagrūdžiu betonu. Perdangos plokštėse numatomos ventiliacinės bei montažinės angos.

**SANTVAROS IR SIJOS.** Suprojektuotos 18,50 m tarpatramio metalinės santvaros iš stačiakampio profilio metalinių vamzdžių. Santvaros prie kolonų tvirtinamos šarnyriškai per antkolonius. Kur tarpatramis nedidelis, naudojamos anksčiau minėtos sijos.

**RYŠIAI.** Pastate suprojektuoti horizontalūs bei vertikalūs ryšiai iš kvadratinio metalinio profilio vamzdžių (100x100x5 mm). Santvaros skersinius ryšius atstoja metaliniai ilginiai (HEB200). Santvaros horizontalūs ryšiai ties apatine santvaros juosta įrengiami tam, kad būtų padidintas santvarų atsparumas susisukimui. Vertikalūs santvarų ryšiai įrengiami tarp pirmų ir paskutinių santvarų porų. Išilgine ir skersine kryptimis, konstrukcijų pastovumui užtikrinti įrengiami vertikalūs kryžminiai ryšiai, kurie kartu su kolonomis sudaro išilginį ir skersinį rėmą. Šie ryšiai prie kolonų tvirtinami inkariniais varžtais ties laiptinių zonomis.

**STOGAS.** Projektuojamas plokščias stogas su nuolydžiu 3,5%. Ties vienaukšte pastato dalimi stogas susideda iš viršutinės dviejų sluoksnių prilydomos bituminės dangos (1sl. „Bipol XL EKP“, 2sl. „Unifleks EMP“), ši danga atlieka pagrindinę hidroizoliacijos paskirtį. Termoizoliacijai parinktos „PAROC ROB 80“ (20 mm storio), „PAROC ROS 30“ (160 mm storio) ir „PAROC ROB 80“ (20 mm storio) mineralinės akmens vatos plokštės. Vata dedama ir tvirtinimo elementais pritvirtinama prie profiliuotos skardos pakloto „Ran T130-75L-930“. Tarp kietosios ir minkštosios mineralinės akmens vatos sluoksnių projektuojama difuzinė plėvelė. Pagal technologinius reikalavimus stoge numatyti ventiliaciniai kaminėliai ties stogo kraigais ir oro takai ties parapetais, kad stogas tinkamai ventiliuotųsi ir stogo konstrukcijoje nesikaupytų kondensatas.

Viso pastato lietaus vandens nuvedimas vidinis.

**SIENOS.** Pastato išorinės sienos iš fasadinių elementų, kurių storis – 300 mm. Elementai ypatingai sandarūs su kietos mineralinės vatos šerdimi, ypatingai atsparios ugniai, EI > 60. Sienų šilumos perdavimo koeficientas yra 0,260 W/m<sup>2</sup>K. Elementų išorė iš anoduotų 3mm storio aliuminio kasečių, iš vidaus kasetės taip pat anoduotos. Elementai iš išorės su iš anksto paruoštomis apdailinėmis grotomis ar butaforiniais vamzdžiais.

Vidinės sienos pirmame pastato aukšte bei laiptinėje – mūrinės 250 mm storio, silikatinių plytų mūro. Mūrinės sienos kur reikia aptaisomos gipskartonio plokštėmis, nudažomos. Vidinės pertvaros iš metalinio karkaso dengto dviem sluoksniais gipskartonio, viduje akmens vatos plokštės su garo izoliacijos sluoksniu. Pagal poreikį pastate yra pertvarų iš grūdinto stiklo.

**LANGAI.** Kadangi pastato fasadas – elementinis, tai pastate suprojektuoti aliuminio rėmo langai įstiklinti stiklo paketu iš anksto sumontuojami elemente. Langai elementuose varstomi elektrinių pavarų pagalba. Visi skaidrūs elementai yra dvigubo fasado principo, t.y. iš išorės grūdinto stiklo pagalba yra sukuriamas vėdinamas oro tarpas. Pastate įrengiami stoglangiai – patalpose jie atlieka natūralaus apšvietimo funkciją ir gaisro atveju,

dūmų šalinimo angomis. . Skaidrių elementų šilumos perdavimo koeficientas  $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  visame pastate.

**DURYS.** Išorinės pastato durys prieššilaužiminės, aliuminio rėmo, apšiltintos ir kur reikia įstiklintos stiklo paketu. Statybos proceso pabaigoje sumontuojamos į elementus, kuriose buvo paliktos angos durims. Durų šilumos perdavimo koeficientas  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**VARTAI.** Įrengti pramoniniai automatiniai pakeliami (su automatine pavara), varstomi ir rankiniu būdu, apšiltinti. Vartų šilumos perdavimo koeficientas  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Vartai, įrengti patalpose be natūralaus apšvietimo, su langeliais iš stiklo paketų.

## 2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficiento nustatymas

Projektuojamo pastato stogo denginio konstrukciją sudaro:

1. 2 sluoksniai prilydomos bituminės dangos:  $d_1 = 8 \text{ mm}$ ,  $\lambda_1 = 0,23 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ;
2. Kietosios akmens vatos plokštė „PAROC ROB 80“:  $d_2 = 20 \text{ mm}$ ,  $\lambda_2 = 0,038 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ;
3. Minkštosios akmens vatos plokštė „PAROC ROS 30“:  $d_3 = 160 \text{ mm}$ ,  $\lambda_3 = 0,036 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ;
4. Orą ir garus izoliuojanti plėvelė „PAROC XMV 020 bas“:  $R_4 = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ ;
5. Kietosios akmens vatos plokštė „PAROC ROB 80“:  $d_5 = 20 \text{ mm}$ ,  $\lambda_5 = 0,038 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ;
6. Profiliuotos skardos lakštai „Ran T130-75L-930“:  $d_6 = 1,0 \text{ mm}$ ,  $\lambda_6 = 50 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ;

Atitvaros visuminė varža:

$$R_t = R_{se} + R_s + R_{si} = 0,04 + 5,65 + 0,10 = 5,79 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.5.1)$$

čia  $R_{si}$  – atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža, stogui  $R_{si} = 0,1 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

$R_{se}$  – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža, stogui  $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

$R_s$  – atitvaros šiluminė varža, randama pagal formulę:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (2.5.2)$$

Atskirų sluoksnių šiluminės varžos skaičiuojamos pagal formulę:

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n} \quad (2.5.3)$$

Pirmo sluoksnio šiluminė varža, pagal 2.5.3 formulę:

$$R_1 = \frac{0,008}{0,23} = 0,035 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}};$$

Antro sluoksnio šiluminė varža, pagal 2.5.3 formulę:

$$R_2 = \frac{0,02}{0,038} = 0,526 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}};$$

Trečio sluoksnio šiluminė varža, pagal 2.5.3 formulę:

$$R_3 = \frac{0,16}{0,036} = 4,44 \frac{m^2 \cdot K}{W};$$

Penkto sluoksnio šiluminė varža, pagal 2.5.3 formulę:

$$R_5 = \frac{0,02}{0,038} = 0,526 \frac{m^2 \cdot K}{W};$$

Šešto sluoksnio šiluminė varža, pagal 2.5.3 formulę:

$$R_6 = \frac{0,001}{50} = 0,00002 \frac{m^2 \cdot K}{W};$$

Atitvaros šiluminė varža, pagal 2.5.2 formulę:

$$R_s = 0,0035 + 0,526 + 4,444 + 0,04 + 0,526 + 0,00002 = 5,540 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Atitvaros visuminė varža, pagal 2.5.1 formulę:

$$R_t = 0,04 + 5,540 + 0,1 = 5,680 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Deginio šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,680} = 0,18 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (2.5.4)$$

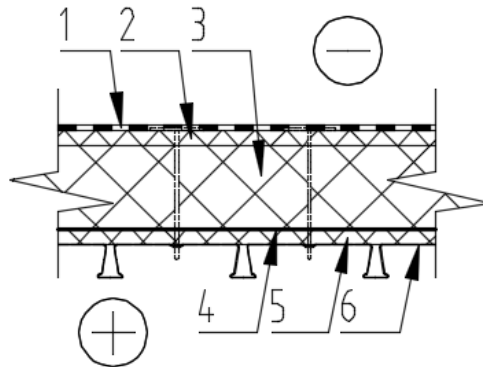
Administracinėms bei mokslo paskirties patalpų stogo norminė šilumos perdavimo

koeficiento reikšmė:  $U_N = 0,20 \frac{W}{m^2 \cdot K};$

Patikrinama sąlyga:

$$U = 0,18 \frac{W}{m^2 \cdot K} < U_N = 0,20 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (2.5.5)$$

Apskaičiuotas šilumos perdavimo koeficientas neviršija norminės reikšmės administracinės bei mokslo paskirties pastatams.



2.1 pav. Stogo deginio konstrukcijos schema

### 3. Konstruktinė dalis

#### 3.1 Apkrovų skaičiavimas

##### 3.1.1 Sniego apkrovos nustatymas

Projektuojamas pastatas – Vilniaus rajone, todėl sniego apkrovos rajoną priimame I, kur sniego apkrovos charakteristinė apkrova  $s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$ . Sniego apkrova ties aukščio perkryčiu skaičiuojama pagal reikalavimus stogams su parapetais (STR 2.05.04:2003, 2 priedo 1 lentelės 10 schemą]. Pagal reikalavimus įvertinamas susidarantis sniego maišas. Visoje likusioje pastato stogo dalyje, sniego apkrova skaičiuojama pagal (STR 2.05.04:2003, 2 priedo 1 lentelės 1 schemą).

Sniego apkrovos santvarai tarp ašių D – E:

Koeficientas  $\mu$  imamas lygus:

$$\mu_1 = \frac{2h}{s_k} = \frac{2 \cdot 1,9}{1,6} = 2,375 \quad (3.1.1.1)$$

Viršutinio (apatinio) stogo reikšmes  $m_1$  ( $m_2$ ) atsižvelgiant į jo profilį reikia imti lygias:

0,5 – plokštiems stogams su  $\alpha < 20^\circ$

Zonos ilgį  $b$  reikia priimti lygų:

kai,  $\mu_1 = 2,375 < 3$ , tai  $b = 2h = 2 \cdot 1,9 = 3,8 \text{ m}$ .

Sniego apkrovos santvarai ties parapetu ašyje E:

Koeficientas  $\mu$  imamas lygus:

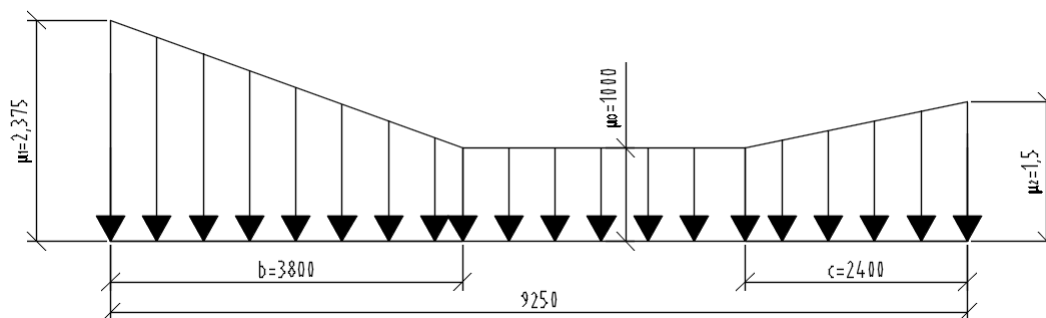
$$\mu_2 = \frac{2h}{s_k} = \frac{2 \cdot 1,2}{1,6} = 1,5 \quad (3.1.1.2)$$

Viršutinio (apatinio) stogo reikšmes  $m_1$  ( $m_2$ ) atsižvelgiant į jo profilį reikia imti lygias:

0,5 – plokštiems stogams su  $\alpha < 20^\circ$

Zonos ilgį  $c$  reikia priimti lygų:

kai,  $\mu_2 = 1,5 < 3$ , tai  $c = 2h = 2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ m}$ .



3.1 pav. Sniego apkrovos išsidėstymas

Sniego apkrovos į horizontaliąją projekciją dydis nustatomas pagal formulę:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (3.1.1.3)$$

čia:  $\mu_1$ - stogo sniego apkrovos formos koeficientas;

$C_e$ - atodangos koeficientas;

$C_t$ - terminis koeficientas;

$s_k$ - sniego dangos ant 1 m<sup>2</sup> horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakterinė reikšmė.

Kadangi stogas projektuojamas su ilginiais, tai apkrovas reikia suskaičiuoti į taškus pagal 3.1.1.3 formulę, kiekvienam taškui atskirai:

$$\begin{aligned} s &= \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ kN/m}^2 \\ s_1 &= \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2,38 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 3,81 \text{ kN/m}^2 \\ s_2 &= \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 2,4 \text{ kN/m}^2 \\ s_3 &= \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 2,88 \text{ kN/m}^2 \\ s_4 &= \mu_4 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 1,89 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Skaičiuojamoji sniego apkrova į horizontaliąją stogo plokštumos projekciją:

$$S = s \cdot \gamma_Q; \quad (3.1.1.4)$$

čia:  $\gamma_Q$ -sniego poveikio dalinis koeficientas,  $\gamma_Q = 1,3$  (STR 2.05.04:2003, 2 priedo 1 lentelė).

$$\begin{aligned} S &= s \cdot \gamma_Q = 1,6 \cdot 1,3 = 2,08 \text{ kN/m}^2 \\ S_1 &= s_1 \cdot \gamma_Q = 3,81 \cdot 1,3 = 4,95 \text{ kN/m}^2 \\ S_2 &= s_2 \cdot \gamma_Q = 2,4 \cdot 1,3 = 3,12 \text{ kN/m}^2 \\ S_3 &= s_3 \cdot \gamma_Q = 2,88 \cdot 1,3 = 3,74 \text{ kN/m}^2 \\ S_4 &= s_4 \cdot \gamma_Q = 1,89 \cdot 1,3 = 2,46 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 3.1.2 Vėjo apkrovos nustatymas

Projektuojamas pastatas – Vilniaus rajone, todėl vėjo apkrovos rajonas I, vietovės tipas – B. Šiame rajone vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė  $v_{ref,0} = 24 \frac{m}{s}$ ;

Atskaitinis vėjo greitis:

$$v_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24 = 24 \text{ m/s} \quad (3.1.2.1)$$

čia:  $C_{DIR}, C_{TEM}, C_{ALT}$  – krypties, laiko ir aukščio virš jūros lygio koeficientai, paprastai lygūs 1,0.

Atskaitinis vėjo slėgis:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 360 \frac{N}{m^2} = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (3.1.2.2)$$

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e; \quad (3.1.2.3)$$



čia:  $c(z)$  – koeficientas, priklausantis nuo vietovės reljefo ir aukščio nuo žemės paviršiaus;

$c_e$  – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas.

Vėjo apkrovos schema ir aerodinaminiai koeficientai nustatomi pagal STR 2.05.04:2003 4 priedo 1 lentelės 1 schemą.

Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai:  $c_e = +0,8$ ;  $c_i = -0,6$ ;  $c_{el} = -0,379$ .

Koeficientai  $c_{el}$  nustatytas interpoliuojant;

Koeficientai  $c(z)$  nustatyti interpoliuojant;

Apskaičiuojamos vidutinės slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamosios pagal 3.1.2.3 formulę:

$$w_{me,1} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 0,115 \text{ kN/m}^2 \text{ (slėgimas 0-10m)}$$

$$w_{me,1} = 0,36 \cdot \frac{0,4+0,55}{2} \cdot 0,8 = 0,137 \text{ kN/m}^2 \text{ (slėgimas 10-20m)}$$

$$w_{me,1} = 0,36 \cdot \frac{0,55+0,58}{2} \cdot 0,8 = 0,163 \text{ kN/m}^2 \text{ (slėgimas 20-22,2m)}$$

$$w_{me,s} = 0,36 \cdot \frac{0,58+0,625}{2} \cdot 0,379 = 0,082 \text{ kN/m}^2 \text{ (siurbimas ties stoglangiu)}$$

$$w_{me,2} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 0,086 \text{ kN/m}^2 \text{ (siurbimas 0-10m)}$$

$$w_{me,2} = 0,36 \cdot \frac{0,4+0,55}{2} \cdot 0,6 = 0,103 \text{ kN/m}^2 \text{ (siurbimas 10-20m)}$$

$$w_{me,2} = 0,36 \cdot \frac{0,55+0,58}{2} \cdot 0,6 = 0,122 \text{ kN/m}^2 \text{ (siurbimas 20-22,2m)}$$

Skaičiuotinės vėjo slėgio apkrovos į tiesinį metrą:

$$q_{v\grave{e}jo,1} = w_{me,1} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,115 \cdot 7,5 \cdot 1,3 = 1,121 \text{ kN/m; (0-10m)} \quad (3.1.2.4)$$

$$q_{v\grave{e}jo,1} = w_{me,1} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,137 \cdot 7,5 \cdot 1,3 = 1,336 \text{ kN/m; (10-20m)}$$

$$q_{v\grave{e}jo,1} = w_{me,1} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,163 \cdot 7,5 \cdot 1,3 = 1,589 \text{ kN/m; (20-22,2m)}$$

$$q_{v\grave{e}jo,s} = w_{me,s} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,082 \cdot 7,5 \cdot 1,3 = 0,800 \text{ kN/m; (ties stoglangiu)}$$

$$q_{v\grave{e}jo,2} = w_{me,2} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,086 \cdot 7,5 \cdot 1,3 = 0,839 \text{ kN/m; (0-10m)} \quad (3.1.2.5)$$

$$q_{v\grave{e}jo,2} = w_{me,2} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,103 \cdot 7,5 \cdot 1,3 = 1,004 \text{ kN/m; (10-20m)}$$

$$q_{v\grave{e}jo,2} = w_{me,2} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,122 \cdot 7,5 \cdot 1,3 = 1,190 \text{ kN/m; (20-22,2m)}$$

Kadangi projektuojamo pastato fasadas – elementinis, tai vėjo apkrova į konstrukcijas perduodama taškinėmis apkrovomis per elementų kabinimo kronšteinus.

Apskaičiuojamos taškinės apkrovos tenkančios pastato karkasui ties sijoms:

$$g_{v\grave{e}jo,1} = q_{v\grave{e}jo,1} \cdot h = 1,121 \cdot 4,05 = 4,54 \text{ kN; (0-10m)} \quad (3.1.2.6)$$

$$g_{v\grave{e}jo,1} = q_{v\grave{e}jo,1} \cdot h = 1,336 \cdot 4,05 = 5,41 \text{ kN; (10-20m)}$$

$$g_{v\grave{e}jo,1} = q_{v\grave{e}jo,1} \cdot h = 1,589 \cdot 4,05 = 6,44 \text{ kN; (20-22,2m)}$$

$$g_{v\grave{e}jo,1} = q_{v\grave{e}jo,1} \cdot h = 1,589 \cdot 1,2 = 1,91 \text{ kN; (ties parapetu)}$$

čia:  $h$  – aukštis tarp sijų (ar parapeto ir sijos).

Vėjo apkrova į karkaso mazgus skaičiuojamajai schemai:

$$\begin{aligned}
 V_1 &= g_{v\acute{e}jo,1}/2 = 4,54/2 = 2,27 \text{ kN}; (1 \text{ mazge}) \\
 V_2 &= V_1 + \frac{g_{v\acute{e}jo,1}}{2} = 2,27 + 5,41/2 = 4,98 \text{ kN}; (2 \text{ mazge}) \\
 V_3 &= g_{v\acute{e}jo,1} = 5,41; (3 \text{ mazge}) \\
 V_4 &= \frac{g_{v\acute{e}jo,1}}{2} + \frac{g_{v\acute{e}jo,1}}{2} = 5,41/2 + 6,44/2 = 8,73 \text{ kN}; (4 \text{ mazge}) \\
 V_5 &= \frac{g_{v\acute{e}jo,1}}{2} + g_{v\acute{e}jo,1} = \frac{6,44}{2} + 1,91 = 5,13 \text{ kN}; (5 \text{ mazge})
 \end{aligned}
 \tag{3.1.2.7}$$

### 3.1.3 Stogo dangos apkrova

3.1 lentelė. Stogo konstrukcijos elementai, veikiantys į 1 m<sup>2</sup>

Eil. nr.	Pavadinimas	Svoris kg/m <sup>2</sup>
1	Prilydoma ruloninė stogo danga "Bipol XL EKP"	5,25
2	Prilydoma ruloninė stogo danga "Unifleks EMP"	4,05
3	PAROC ROB 80 (ROB60) 20mm	4,58
4	PAROC ROS 30 160mm	16,00
5	Garo izoliacija	0,15
6	PAROC ROB 80 (ROB60) 20mm	4,58
7	Profiliuotas paklotas Ran T130-75L-930	12,66
	$\Sigma$	47,27

Norminės stogo apkrovos skaičiavimas:

$$q_{st,n} = m_{st} \cdot g = 47,27 \cdot 9,81 = 463,72 \text{ N/m}^2 \tag{3.1.3.1}$$

Skaičiuojamoji stogo apkrova:

$$q_{st} = m_{st} \cdot g \cdot \gamma_Q = 47,27 \cdot 9,81 \cdot 1,35 = 626,02 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,626 \text{ kN/m}^2 \tag{3.1.3.2}$$

čia:  $m_{st}$  – stogo dangos nuosavas svoris;

$g$  – laisvojo kritimo pagreitis ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ );

$\gamma_Q$  – nuolatinės apkrovos dalinis patikimumo koeficientas (STR 2.05.04:2003, 10 priedo, 2 lentelė).

### 3.1.4 Stoglangių apkrova

3.2 lentelė. Stoglangių konstrukcijos elementai, veikiantys į 1 m<sup>2</sup>

Eil. nr.	Pavadinimas	Svoris kg/m <sup>2</sup>
1	Elektrochrominiai stiklo paketai	55,4
2	Stick fasado sistema „WICONA WICTEC 50HI“	11,6
3	Stoglangių konstruktyvas	28,4
	Σ	95,4

Norminės stogo apkrovos skaičiavimas:

$$q_{st,n} = m_{st} \cdot g = 95,4 \cdot 9,81 = 935,87 \text{ N/m}^2 \quad (3.1.4.1)$$

Skaičiuojamoji stogo apkrova:

$$q_{st} = m_{st} \cdot g \cdot \gamma_Q = 95,4 \cdot 9,81 \cdot 1,35 = 1263,43 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1,263 \text{ kN/m}^2 \quad (3.1.4.2)$$

čia:  $m_{st}$  – stoglangių nuosavas svoris;

### 3.1.5 Naudojimo apkrovos pastato konstrukcijoms

Projektuojamas pastatas priklauso B kategorijai (įstaigų plotai) pagal STR 2.05.04:2003 10.1 lentelę „Panaudojimų kategorijos“. Pagal STR 2.05.04:2003 10.2 lentelę išsirenkame B kategorijai priskirtas reikšmes:  $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$  ir  $Q_k = 3,0 \text{ kN}$ .

čia:  $Q_k$  – koncentruotoji apkrova taikoma tik vietiniams patikrinimams.

Rėmo sijoms tenkanti naudojimo apkrova:

$$q_{sij,1} = q_k \cdot a = 2,0 \cdot 5 = 10,0 \text{ kN/m} \quad (3.1.5.1)$$

$$q_{sij,2} = q_k \cdot a = 2,0 \cdot 3,75 = 7,5 \text{ kN/m} \quad (3.1.5.2)$$

Rėmo kolonoms tenkanti koncentruota naudojimo apkrova:

$$Q_{kol,1} = q_{sij,1} \cdot l = 10,0 \cdot 7,5 = 75,0 \text{ kN} \quad (3.1.5.3)$$

$$Q_{kol,2} = q_{sij,2} \cdot l = 7,5 \cdot 7,5 = 56,25 \text{ kN} \quad (3.1.5.4)$$

### 3.1.6 Išorinės sijos mazgų apkrovos

3.3 lentelė. Fasado elementų savasis svoris

Eil. nr.	Elemento tipas	Svoris kg
1	Skaidrus elementas su varstoma varčia ir grotomis	600
2	Skaidrus elementas be varčios su grotomis	580
3	Skaidrus elementas be varčios ir grotų	480
4	Aklinas elementas su grotomis	400

Tam tikrų sijų mazgų apkrova suskaičiuojama kiekvienai sijai atskirai, pagal fasado elementų išdėstymą.

### 3.1.7 Ilginio projektavimas

Plieno markė S275J0 (STR 2.05.08:2008, 6.5 lentelė).

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_m} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ MPa} \quad (3.1.7.1)$$

Ilginį veikia sniego ir stogo dangos apkrova  $q_{ilg}$ :

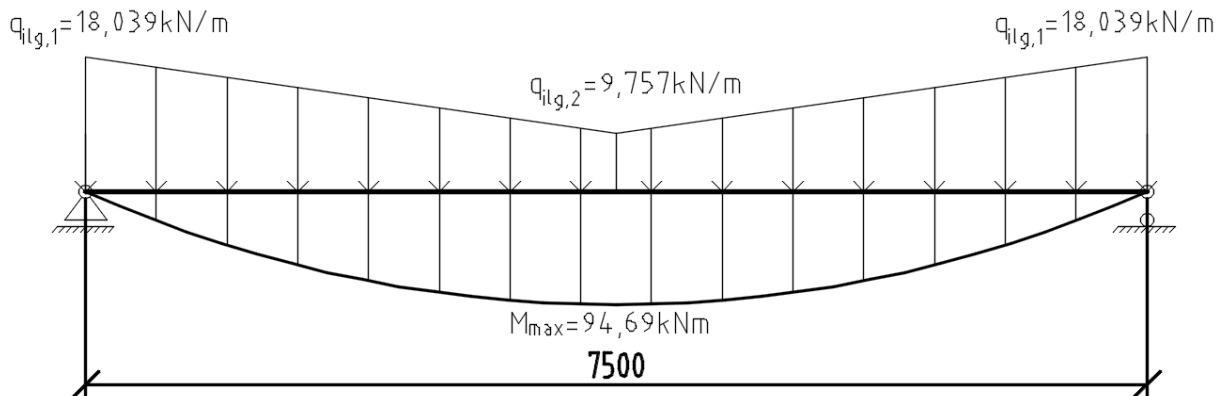
$$q_{ilg,2} = (S + q_{st}) \cdot a = (2,522 + 0,626) \cdot 3,1 = 9,757 \text{ kN/m}; \quad (3.1.7.2)$$

$$q_{ilg,1} = (S + q_{st}) \cdot a = (5,193 + 0,626) \cdot 3,1 = 18,039 \text{ kN/m}; \quad (3.1.7.3)$$

čia:  $S$  - skaičiuojamoji sniego dangos apkrova į horizontaliąją stogo plokštumos projekciją;

$q_{st}$  – stogo dangos skaičiuojamoji apkrova į horizontaliąją stogo plokštumos projekciją;

$a$  – žingsnis tarp santvaros mazgų,  $a = 3,1$  m.



3.2 pav. Ilginio skaičiuojamoji schema

Didžiausias lenkimo momentas iš skaičiavimų Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015:  $M_{\max} = 94,69 \text{ kNm}$

$l$  - ilginio skaičiuojamasis ilgis (žingsnis tarp santvarų),  $l = 7,5$  m.

Ribinis įlinkis (STR 2.05.04:2003 17.1 lentelė):

$$d_{lim} = \frac{l}{200} = \frac{7,5}{200} = 0,0375 \text{ m}; \quad (3.1.7.4)$$

Reikiamas ilginio atsparumo momentas:

$$W_d \geq \frac{M_{\max}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{94,69 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 1} = 378,76 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3; \quad (3.1.7.5)$$

Reikiamas ilginio inercijos momentas:

$$I_{y,reak} \geq \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot d_{lim}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{9,757 \cdot 10^3 \cdot 7,5^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 0,0375} = 5104,4 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4; \quad (3.1.7.6)$$

Parenku HEB 200 profilį, kurio  $W_y = 569,6 \text{ cm}^3$ ;  $I_y = 5696 \text{ cm}^4$ ;  $b = 200 \text{ mm}$ ;  $h = 200 \text{ mm}$ ;  $t = 15 \text{ mm}$ ;  $s = 9 \text{ mm}$ ;  $m = 61,3 \text{ kg/m}$ .

Charakteristinė ilginio apkrova, tenkanti santvaros mazgui:

$$G_{ilg} = P \cdot d = 61,3 \cdot 10^{-2} \cdot 7,5 = 4,598 \text{ kN} \quad (3.1.7.7)$$

### 3.1.8 Santvaros mazgų apkrovos

Santvaros visi mazgai apkrauti nuolatine apkrova, kuri susideda iš: 1) stogo denginio svorio; 2) ilginių svorio; 3) santvaros savojo svorio.

Apytikslis santvaros savasis svoris:

$$g_{sant} = k_s \cdot l_1 \cdot l \cdot a \cdot \gamma_Q = 9 \cdot 18,5 \cdot 7,5 \cdot 3,1 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3} = 5,226 \text{ kN}; \quad (3.1.8.1)$$

čia:  $k_s$  -  $6 \div 12$  koeficientas, priklausantis nuo santvaros ilgio, priimu  $k_s = 9$ ;

$l_1$  – santvaros ilgis;

$l$  – atstumas tarp santvarų;

$a$  – atstumas tarp santvaros mazgų;

$\gamma_Q$  – nuolatinės apkrovos dalinis patikimumo koeficientas (STR 2.05.04:2003, 10 priedo, 2 lentelė).

Vidurinių santvaros mazgų nuolatinė apkrova:

$$G_1 = q_{st} \cdot l \cdot a + m_{ilg} \cdot g \cdot l \cdot \gamma_Q + g_{sant}; \quad (3.1.8.2)$$

$$G_1 = 626 \cdot 7,5 \cdot 3,1 + 61,3 \cdot 9,81 \cdot 7,5 \cdot 1,35 + 5226 = 25869 \text{ N} = 25,869 \text{ kN}$$

Kraštinųjų santvaros mazgų nuolatinė apkrova:

$$G_2 = q_{st} \cdot l \cdot \frac{a}{2} + m_{ilg} \cdot g \cdot l \cdot \gamma_Q + \frac{g_{sant}}{2}; \quad (3.1.8.3)$$

$$G_2 = 626 \cdot 7,5 \cdot \frac{3,1}{2} + 61,3 \cdot 9,81 \cdot 7,5 \cdot 1,35 + \frac{5226}{2} = 15979 \text{ N} = 15,979 \text{ kN}$$

Vidurinių santvaros mazgų sniego apkrova:

$$G_3 = S \cdot a \cdot l = 2,08 \cdot 3,1 \cdot 7,5 = 48,36 \text{ kN}; \quad (3.1.8.4)$$

Kraštinio santvaros mazgo (1) su sniego maišu apkrova:

$$G_{3(1)} = S_1 \cdot \frac{a}{2} \cdot l = 4,95 \cdot \frac{3,1}{2} \cdot 7,5 = 57,54 \text{ kN}; \quad (3.1.8.5)$$

Kraštinio santvaros mazgo (2) su sniego maišu apkrova:

$$G_{3(2)} = S_2 \cdot \frac{a}{2} \cdot l = 3,12 \cdot \frac{3,1}{2} \cdot 7,5 = 36,27 \text{ kN}; \quad (3.1.8.6)$$

Santvaros mazgo (3) su sniego maišu apkrova:

$$G_{3(3)} = S_3 \cdot a \cdot l = 3,74 \cdot 3,1 \cdot 7,5 = 86,96 \text{ kN}; \quad (3.1.8.7)$$

Santvaros mazgo (4) su sniego maišu apkrova:

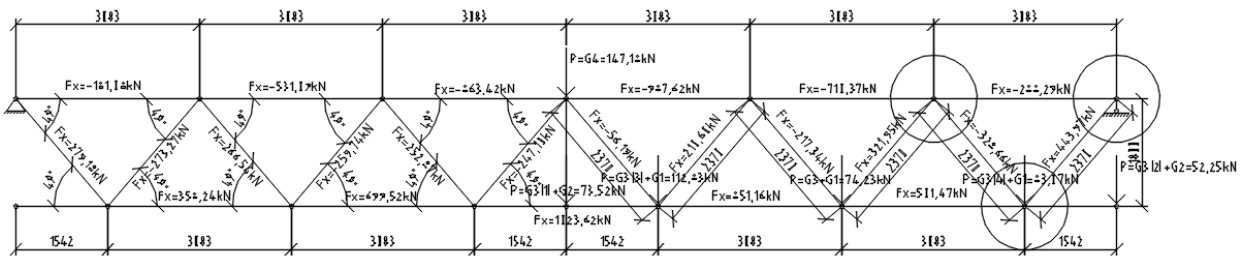
$$G_{3(4)} = S_4 \cdot a \cdot l = 2,46 \cdot 3,1 \cdot 7,5 = 57,20 \text{ kN}; \quad (3.1.8.8)$$

Centrinio santvaros mazgo apkrova:

$$G_4 = \frac{1}{\cos 25^\circ} \left( S \cdot \frac{c}{2} \cdot l + q_{st} \cdot l \cdot \frac{c}{2} \right) + m_{HEB} \cdot g \cdot l \cdot \gamma_Q; \quad (3.1.8.9)$$

$$G_4 = \frac{1}{\cos 25^\circ} \left( 2,08 \cdot \frac{10,2}{2} \cdot 7,5 + 1,263 \cdot 7,5 \cdot \frac{10,2}{2} \right) + 61,3 \cdot 9,81 \cdot 7,5 \cdot 1,35 \cdot 10^{-3} \\ = 147,18 \text{ kN}$$

Parenkamas pavojingiausias santvaros apkrovimo variantas, kaip sniegas ant viso stogo ir susidarę sniego maišai ties aukščio kryžiais.



3.3 pav. Santvaros skaičiuojamoji schema, kai sniegas ant viso stogo ir susidarę sniego maišai

Santvaros strypų įrašos skaičiuojamos programa „Autodesk Robot Structural analysis Professional 2015“. Santvaros strypų įrašų suvestinė pateikta 1 priede.

## 3.2 Santvaros projektavimas

### 3.2.1 Santvaros apatinės juostos projektavimas

Visi santvaros elementai (viršutinė ir apatinė juosta bei spyriai) projektuojami iš stačiakampių vamzdžių. Parinktas S275J0 markės plienas, kurio  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ ,

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ MPa} \quad (3.2.1.1)$$

Apatinė santvaros juosta projektuojama iš vientiso stačiakampio profilio vamzdžio. Apatinė juosta skaičiuojama, kaip centriškai tempiamas elementas. Skaičiavimui iš įrašų lentelės, pateiktos 1 priede, parenkamas didžiausią įrašą turintis strypas 4-5, kurio ašinė jėga  $N_{Ed} = 1023,62 \text{ kN}$ , priimant, kad santvaros elementai jungiami šarnyriškai.

Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrašą:

$$A_{net,d} = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1023,62}{250 \cdot 0,95} = 43,10 \text{ cm}^2 \quad (3.2.1.2)$$

čia  $\gamma_c$  – darbo sąlygų koeficientas, tempiamiems santvaros elementams  $\gamma_c = 0,95$ .

Iš sortimento parenkamas kvadratinio profilio vamzdis:  $140 \times 140 \times 10 \text{ mm}$ , kurio  $A = 50,9 \text{ cm}^2$ ;  $i_y = i_z = 5,27 \text{ cm}$ .

Tikrinamas skerspjūvio stiprumas pagal sąlygą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{1023,62}{1209} = 0,847 < 1,0; \quad (3.2.1.3)$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 50,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 1209 \text{ kN} \quad (3.2.1.4)$$

Sąlyga tenkinama.

Tikrinami strypo ribiniai liauniai:

$$\lambda_y = \lambda_z = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{308}{5,27} = 58,44 < \lambda_{u,t} = 400 \quad (3.2.1.5)$$

Čia  $l_{y,eff}$  – skaičiuotinis strypo ilgis,  $l_{y,eff} = 308 \text{ cm}$ ;

$\lambda_{u,t}$  – ribinis liaunis esant plokščioms santvaroms, veikiant statinei apkrovai,  $\lambda_{u,t} = 400$ .

Sąlyga tenkinama

### 3.2.2 Santvaros viršutinės juostos projektavimas

Viršutinė santvaros juosta projektuojama iš vientiso stačiakampio profilio vamzdžio. Viršutinė juosta skaičiuojama kaip centriškai gniuždomas elementas. Skaičiavimui iš įrašų lentelės, pateiktos 1 priede, parenkamas didžiausią įrašą turintis strypas 12-13, kurio ašinė jėga  $N_{Ed} = 987,62 \text{ kN}$ , priimant, kad santvaros elementai jungiami šarnyriškai.

Iš sortimento parenkamas kvadratinio profilio vamzdis 140x140x10 mm profilis,  $A=50,9 \text{ cm}^2$ ,  $i_{y,z}=5,27 \text{ cm}$ . Strypo skaičiuojamasis ilgis:

$$l_{eff,y} = l_{eff,z} = l_1 = 308 \text{ cm} \quad (3.2.2.1)$$

Viršutinės juostos strypo liauniai:

$$\lambda_{y,z} = \frac{l_{eff,y,z}}{i_{y,z}} = \frac{308}{5,27} = 58,44 \quad (3.2.2.2)$$

Skaičiuotinio centriškai gniuždomo elemento pastovumo atspario reikšmė:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,807 \cdot 50,9 \cdot 10^2 \cdot 250 \cdot 1 = 1026,91 \text{ kN} \quad (3.2.2.3)$$

Čia:  $\varphi$  – koeficientas nustatomas interpoliuojant iš STR 2.05.08:2005 1 priedo.

Centriškai gniuždomo elemento pastovumo sąlyga:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{987,62}{1026,91} = 0,96 \leq 1,0 \quad (3.2.2.4)$$

$$\lambda_{y,z} = 58,44 \leq \lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,96 = 122$$

Sąlyga tenkinama.

Tikrinamos santvaros viršutinės juostos liaunumas montavimo metu. Skaičiuojamas ilgis imamas pusės santvaros tarpatriamio

$$\lambda_{y,z} = \frac{l_{eff,z}}{i_{y,z}} = \frac{925}{5,27} = 180,65 \quad (3.2.2.5)$$

$$\lambda_z = 180,65 \leq \lambda_u = 220$$

Sąlyga tenkinama. Papildomų spyrių montavimo metu nereikės.

### 3.2.3 Santvaros spyrių projektavimas

Visi santvaros spyriai yra projektuojami iš stačiakampio profilio vamzdžių.

**Gniuždomų spyrių** skaičiavimui iš įrašų lentelės, pateiktos 1 priede, parenkamas didžiausią įrašą turintis spyris 11-8, kurio ašinė jėga  $N_{Ed} = 328,66$  kN, priimant, kad santvaros elementai jungiami šarnyriškai.

Pasirenkamas liaunis:  $\lambda' = 100$ ;

Pagal liaunį interpoliuojant gaunamas klupumo koeficientas:  $\varphi = 0,530$ ;

Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrašą paskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_{net,d} = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{328,66}{0,530 \cdot 250 \cdot 0,9} = 27,561 \text{ cm}^2 \quad (3.2.3.1)$$

Skaičiuojamieji spyrio ilgiai:

$$l_{y,eff} = l_{z,eff} = 0,9l = 0,9 \cdot 2,37 = 2,133 \text{ m} \quad (3.2.3.2)$$

Reikiamas inercijos spindulys skaičiuojamas pagal formulę:

$$i_{y,d} = \frac{l_{y,eff}}{\lambda'} = \frac{21,33}{100} = 2,13 \text{ cm} \quad (3.2.3.3)$$

Iš sortimento parenkamas kvadratinio profilio vamzdis: 100x100x8 mm, kurio  $A = 28,8$  cm<sup>2</sup>;  $i_y = i_z = 3,73$  cm.

Interpoliuojant nustatomas klupimo koeficientas, pagal liaunį  $\lambda_y = \lambda_z = 57,1$ ,  $\varphi = 0,813$ .

Tikrinamas skerspjūvio pastovumas pagal sąlygą:

$$\alpha_z = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rdz}} = \frac{328,66}{504,160} = 0,65 < 1,0 \quad (3.2.3.4)$$

$$N_{c,Rdz} = \varphi \cdot A_{net,d} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 0,813 \cdot 27,561 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,9 = 504,160 \text{ kN} \quad (3.2.3.5)$$

Plokščiųjų santvarų iš vamzdžių gniuždomasis ribinis liaunis:

$$\lambda_y = \lambda_z = 57,1 < \lambda_{u,c} = 180 - 60 \cdot \alpha_z = 180 - 60 \cdot 0,65 = 140,886 \quad (3.2.3.6)$$

čia  $\alpha$  – koeficientas, imamas ne mažiau kaip 0,5, ir paskaičiuojamas iš pastovumo sąlygos.

Sąlyga tenkinama.

**Tempiamų spyrių** skaičiavimui iš įrašų lentelės, pateiktos 1 priede, parenkamas didžiausią įrašą turintis spyris 10-8, kurio ašinė jėga  $N_{Ed} = 443,97$  kN, priimant, kad santvaros elementai jungiami šarnyriškai.

Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrašą, skaičiuojamas pagal formulę

3.2.1.2:



$$A_{net,d} = \frac{443,97}{250 \cdot 0,95} = 18,69 \text{ cm}^2$$

Iš sortimento parenkamas stačiakampio profilio vamzdis: 80x100x6,3 mm, kurio  $A = 20,70 \text{ cm}^2$ ;  $i_y = 3,14 \text{ cm}$ ;  $i_z = 3,74 \text{ cm}$ .

Tikrinamas skerspjūvio stiprumas pagal sąlygą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{443,97}{491,63} = 0,90 < 1,0; \quad (3.2.3.7)$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 20,70 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 491,63 \text{ kN} \quad (3.2.3.8)$$

Sąlyga tenkinama.

Skaičiuojamieji spyrio ilgiai pagal formulę 3.2.3.1:

$$l_{y,eff} = l_{z,eff} = 0,9 \cdot 2,37 = 2,133 \text{ m}$$

Tikrinami strypo ribiniai liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{213,3}{3,14} = 67,930 < \lambda_{u,t} = 400 \quad (3.2.3.9)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{213,3}{3,74} = 57,032 < \lambda_{u,t} = 400 \quad (3.2.3.10)$$

Sąlygos tenkinamos

**Centrinio tempiamo statramsčio** skaičiavimui iš įrašų lentelės, pateiktos 1 priede, paimama statramsčio 5-13 ašinė jėga  $N_{Ed} = 76,69 \text{ kN}$ , priimant, kad santvaros elementai jungiami šarnyriškai.

Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrašą, skaičiuojamas pagal formulę 3.2.1.2:

$$A_{net,d} = \frac{76,69}{250 \cdot 0,95} = 3,23 \text{ cm}^2$$

Pagal konstrukcinius reikalavimus iš sortimento parenkamas stačiakampio profilio vamzdis: 80x50x5 mm, kurio  $A = 11,70 \text{ cm}^2$ ;  $i_y = 2,84 \text{ cm}$ ;  $i_z = 1,94 \text{ cm}$ .

Tikrinamas skerspjūvio stiprumas pagal sąlygą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{76,69}{277,88} = 0,28 < 1,0; \quad (3.2.3.7)$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 11,70 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 277,88 \text{ kN} \quad (3.2.3.8)$$

Sąlyga tenkinama su didžiule atsarga, kadangi profilis parinktas pagal konstrukcinius reikalavimus.

Skaičiuojamieji statramsčio ilgiai pagal formulę 3.2.3.1:

$$l_{y,eff} = l_{z,eff} = 0,9 \cdot 1,8 = 1,62 \text{ m}$$

Tikrinami strypo ribiniai liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{162}{2,84} = 57,04 < \lambda_{u,t} = 400 \quad (3.2.3.9)$$

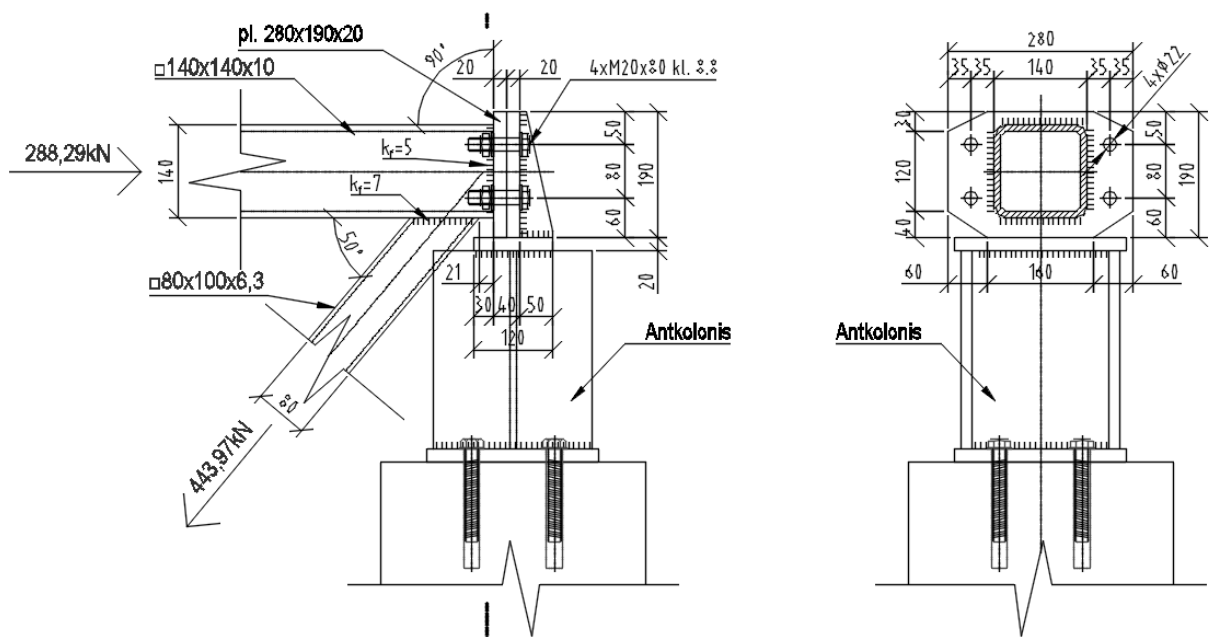
$$\lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{162}{1,94} = 83,51 < \lambda_{u,t} = 400 \quad (3.2.3.10)$$

Sąlygos tenkinamos

Preliminari santvaros elementų suvestinė pateikta 1 priede.

### 3.2.4 Santvaros mazgo „1“ projektavimas

1. Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.



3.4 pav. Mazgo „1“ jungties schema, atraminis santvaros mazgas

1.1. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atspario tikrinimas.

Kadangi,

$$\frac{N_0}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{288,29 \cdot 10^3}{50,9 \cdot 10^2 \cdot 250} = 0,227 < 0,5 \quad (3.2.4.1)$$

tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas  $\gamma_0 = 1$ .

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,14 - 0,1}{2} = 0,02m \quad (3.2.4.2)$$

Tinklelio elemento ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{0,08}{\sin 50^\circ} = 0,104m \quad (3.2.4.3)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = \frac{0,02}{2} = 0,01m \quad (3.2.4.4)$$

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,1}{0,14} = 0,714 < 0,9$  ir  $\frac{g}{c_1} = \frac{0,01}{0,104} = 0,096 < 0,25$ , tai santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal šią nelygybę:

$$N_1 \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (c_1 + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{g}{c_1}) \cdot a \cdot \sin(\theta_1)} \quad (3.2.4.5)$$

$$443,97 \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,01^2 \cdot (0,104 + 0,01 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,02})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,01}{0,104}) \cdot 0,02 \cdot \sin 50^\circ} = 622,157kN$$

Sąlyga tenkinama. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

1.2. Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje.

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = 0,714$  ( $0,714 < 0,85$ ), tai santvaros viršutinės juostos sienutės atspario tikrinti nereikia.

1.3. Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje.

Kadangi  $\theta_1 = 50^\circ$ , tai koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį,  $k = 1$ , nes

$$\frac{b_1}{t_1} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8 \quad (3.2.4.6)$$

$$\frac{100}{6,3} = 15,87 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8 = 47,1$$

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui:

$$N_1 \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot A_1}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left( 1 + \frac{1}{1 + \frac{b_1}{h_1}} \right) \quad (3.2.4.7)$$

$$443,97 < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 20,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,01}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left( 1 + \frac{1}{1 + \frac{100}{80}} \right) = 480,626kN$$

Sąlyga tenkinama. Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

1.4. Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas.

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris -  $f_{vw,u} = 440MPa$ ;

Plieno S275J0 stipris pagal stiprumo ribą -  $f_u = 410MPa$ .

Skaičiuotinis siūlės stipris per siūlės metalą (STR 2.05.08:2005, 6.11 lentelė):

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{440}{1,25} = 193,6MPa \quad (3.2.4.8)$$

Skaičiuotinis siūlės stipris per sulydymo srities metalą (STR 2.05.08:2005, 6.11 lentelė):

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5MPa \quad (3.2.4.9)$$

Kertinės siūlės koeficientai, kai siūlė žemutinė, gulsčioji, stačioji ir  $k_f = 5 mm$  (STR 2.05.08:2005, 7.30 lentelė):  $\beta_{wf} = 0,9$ ;  $\beta_{wz} = 1,05$ .

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} \quad (3.2.4.10)$$

$$184,5MPa < 193,6MPa \leq 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,25MPa$$

Sąlyga tenkinama. Parinkta tinkama elektrodinė viela.

Virintinės (lydynės) siūlės skaičiuojamasis ilgis:

$$l_{w,eff} = 2(c_1 + b_1) - 10 = 398 mm \quad (3.2.4.11)$$

Patikrinama ar užtenka suvirintinės siūlės ilgio veikiant išilginei bei skersinei jėgoms:

Per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{N_1}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{433,97 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 193,6 \cdot 1} = 498mm > l_{w,eff} \quad (3.2.4.12)$$

Per siūlės metalą (2 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{N_1}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{433,97 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 1} = 448mm > l_{w,eff} \quad (3.2.4.13)$$

Sąlygos netenkinamos. Suvirintinės siūlės ilgio nepakanka, didiname kertinės siūlės statinį iki  $1,2 t = 1,2 \cdot 6,3 = 7,56$ , kur  $t$ - ploniausiojo elemento sienelės storis.

Priimamas kertinės siūlės statinis  $k_f = 7 mm$  tikrinamas siūlės ilgis pagal 3.2.4.12 ir 3.2.4.13 formules:

Per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{433,97 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,007 \cdot 193,6 \cdot 1} = 356mm < l_{w,eff}$$

Per siūlės metalą (2 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{433,97 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,007 \cdot 184,5 \cdot 1} = 320mm < l_{w,eff}$$

Sąlygos tenkinamos. Suvirintinės siūlės ilgio pakanka.

Tikrinamas suvirintinės jungties atsparis, pagal sąlygą:

$$N_1 \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff}} < \gamma_c \cdot f_{vw,f,d} \quad (3.2.4.14)$$

$$433,97 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,14}{0,01}}{0,9 \cdot 0,007 \cdot 0,356} = 172,2 < 1 \cdot 193,6 = 193,6$$

Sąlyga tenkinama suvirintinės siūlės atsparis pakankamas.

## 2. Atraminės briaunos projektavimas

### 2.1. Atraminės briaunos storio parinkimas:

Atraminiam mazgui tenkanti apkrova:  $N_{Ed} = 393,79 \text{ kN}$ ;

Plieno skaičiuojamasis glemžimo stiprumas:  $\gamma_M = 1,1$ ;  $f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_M} = 372,7 \text{ MPa}$ ;

Skaičiuojamasis atraminės briaunos plotas:

$$A_{pl} = \frac{N_{Ed}}{f_{p,d} \cdot \gamma_c} = \frac{393,79 \cdot 10^3}{372,7 \cdot 1,0} = 105,66 \text{ mm}^2 = 10,566 \text{ cm}^2; \quad (3.2.4.15)$$

Skaičiuojamasis briaunos plotis:  $b_f = 280 \text{ mm}$ ; Tada plokštelės storis:

$$t_h = \frac{A_{pl}}{b_f} = \frac{1057}{280} = 3,78 \text{ mm} \quad (3.2.4.16)$$

Pagal konstrukcinius reikalavimus, atraminės briaunos storis priimamas  $t_h = 20 \text{ mm}$

Skaičiuojama atraminės briaunos iškyša:

$$1,5 \cdot t_h = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ mm}. \quad (3.2.4.17)$$

### 2.2. Atraminės briaunos virintinių siūlių tikrinimas:

Virintinės (lydynės) siūlės skaičiuojamasis ilgis:

$$l_{w,eff} = 4 \cdot b_0 - 10 = 4 \cdot 140 - 10 = 550 \text{ mm} \quad (3.2.4.18)$$

Prenkamas kertinės siūlės statinis  $k_f = 5 \text{ mm}$ , nes mažiausias kertinės siūlės statinis  $k_{f,min} = 5 \text{ mm}$ , kai plonesniojo iš elementų storis  $t = 6,3 \text{ mm}$ ,  $k_{f,max} \leq 1,2t = 1,2 \cdot 6,3 = 7,56 \text{ mm}$ .

Tikrinamas sąlyginis kirpimas (STR 2.05.08:2005, 152 p.):

Per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{393,79 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 193,6 \cdot 1} = 452 \text{ mm} < l_{w,eff} \quad (3.2.4.19)$$

Per siūlės metalą (2 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{393,79 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 1} = 406,5 \text{ mm} < l_{w,eff} \quad (3.2.4.20)$$

Sąlygos tenkinamos. Suvirintinės siūlės ilgio pakanka.

Konstrukciškai, pagal atraminės briaunos storį priimamas varžtų kiekis, reikalingas santvaros tvirtinimui prie kolonos. Varžtai 8.8 kokybės klasės M20 (STR 2.05.08:2005, 8 priedas, 2.1 lentelė).

Varžtų kiekis:  $n = 4 \text{ vnt.}$ ;

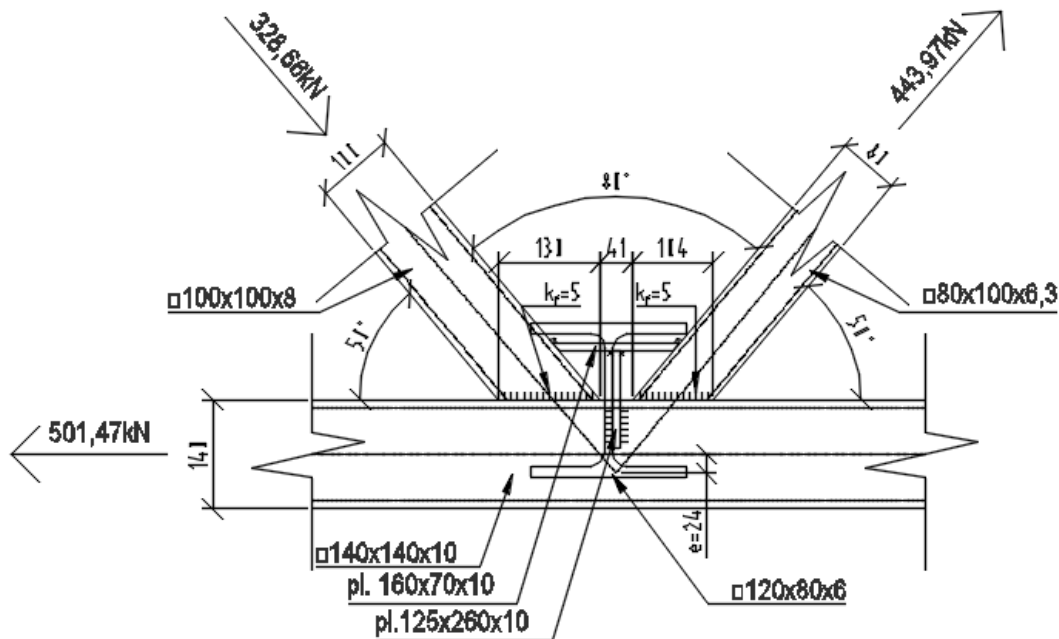
Varžtų išdėstymo apribojimai (STR 2.05.08:2005, 7.31 lentelė):

$d_0 = 20 + 2 = 22\text{mm}$  –varžto skylės skersmuo (STR 2.05.08:2005, 7 priedo, 3.1 lentelė).

- Mažiausi atstumai tarp varžtų centrų:  $2,5 \cdot d_0 = 55\text{mm}$ ;
- Mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:  $1,5 \cdot d_0 = 33\text{mm}$ ;
- Didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:  $4 \cdot d_0 = 88\text{mm}$ .

### 3.2.5 Santvaros mazgo „2“ projektavimas

1. Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.



3.5 pav. Mazgo „2“ jungties schema

1.1. Santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atspario tikrinimas.

Kadangi pagal 3.2.4.1 formulę,

$$\frac{N_0}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{501,47 \cdot 10^3}{50,9 \cdot 10^2 \cdot 250} = 0,394 < 0,5$$

tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas  $\gamma_0 = 1,0$ .

Santvaros juostos iškyša pagal 3.1.9.2 formulę:  $a = 0,02\text{m}$

Tinklelio elemento ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis pagal 3.2.4.3 formulę:  $c_1 = 0,104\text{m}$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų pagal 3.2.4.4 formulę:

$$g = \frac{0,04}{2} = 0,02\text{m}$$

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,1}{0,14} = 0,714 < 0,9$  ir  $\frac{g}{c_1} = \frac{0,02}{0,104} = 0,192 < 0,25$ , tai santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal 3.2.4.5 formulę:

$$N_1 \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (c_1 + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{g}{c_1}) \cdot a \cdot \sin(\theta_1)}$$

$$443,97 \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,01^2 \cdot (0,104 + 0,02 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,02})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,02}{0,104}) \cdot 0,02 \cdot \sin 50^\circ}$$

$$443,97 < 503,148 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama. Santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

1.2. Santvaros apatinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje.

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = 0,714$  ( $0,7147 < 0,85$ ), tai santvaros apatinės juostos sienutės atspario tikrinti nereikia.

1.3. Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje.

Kadangi  $\theta_1 = 50^\circ$ , tai koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį,  $k = 1$ , nes pagal 3.2.4.6 formulę:

$$\frac{100}{6,3} = 15,87 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8 = 47,1$$

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui pagal 3.2.4.7 formulę:  $443,97 \text{ kN} < 480,626 \text{ kN}$

Sąlyga tenkinama. Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

1.4. Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas.

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris -  $f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}$ ;

Plieno S275J0 stipris pagal stiprumo ribą -  $f_u = 410 \text{ MPa}$ .

Skaičiuotiniai siūlės stipriai ir elektrodinės vielos patikrinimas pateikti 3.2.4 skyriuje 1.4 punkte.

Virintinės (lydynės) siūlės skaičiuojamasis ilgis pagal 3.2.4.11 formulę:

$$l_{w,eff} = 2(104 + 100) - 10 = 398 \text{ mm}$$

Virintinės siūlės statinis  $k_f = 7 \text{ mm}$ ;

Patikrinama ar užtenka suvirintinės siūlės ilgio veikiant išilginei bei skersinei jėgoms pagal 3.2.4.12 ir 3.2.4.13 formules:

Per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = 356mm < l_{w,eff} = 398mm$$

Per siūlės metalą (2 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = 320mm < l_{w,eff} = 398mm$$

Sąlygos tenkinamos. Suvirintinės siūlės ilgio pakanka.

Tikrinamas suvirintinės jungties atsparis, pagal 3.1.9.14 formulę:  $172,2MPa < 193,6MPa$

Sąlyga tenkinama suvirintinės siūlės atsparis pakankamas.

2. Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.

2.1. Santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas.

Santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas bei santvaros juostos iškyša priimamos pagal 3.2.5 skyriaus, 1.1 punktą.

Tinklelio elemento ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_2 = \frac{h_2}{\sin\theta_2} = \frac{0,10}{\sin 50^\circ} = 0,133m \quad (3.2.5.1)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų pagal 3.1.10 skyriaus, 1.1 punktą.

Kadangi  $\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,1}{0,14} = 0,714 < 0,9$  ir  $\frac{g}{c_2} = \frac{0,02}{0,133} = 0,15 < 0,25$ , tai santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas:

$$N_2 \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (c_2 + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{g}{c_2}) \cdot a \cdot \sin(\theta_2)} \quad (3.2.5.2)$$

$$328,66 \leq \frac{1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,01^2 \cdot (0,133 + 0,02 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,02})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,02}{0,133}) \cdot 0,02 \cdot \sin 50^\circ}$$

$$328,66 < 562,644kN$$

Sąlyga tenkinama. Santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

2.2. Santvaros apatinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje.

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = 0,714$  ( $0,714 < 0,85$ ), tai santvaros apatinės juostos sienutės atspario tikrinti nereikia.



2.3. Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje.

Kadangi  $\theta_2 = 50^\circ$ , tai koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį,  $k = 1$ , nes

$$\frac{h_2}{t_2} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8 \quad (3.2.5.3)$$

$$\frac{100}{8} = 12,5 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8 = 47,1$$

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui:

$$N_2 \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot A_2}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left( 1 + \frac{1}{1 + \frac{b_2}{h_2}} \right) \quad (3.2.5.4)$$

$$328,66 < \frac{1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 28,8 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,01}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left( 1 + \frac{1}{1 + \frac{100}{100}} \right) = 609,137 kN$$

Sąlyga tenkinama. Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

2.4. Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas.

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris -  $f_{vw,u} = 440 MPa$ ;

Plieno S275J0 stipris pagal stiprumo ribą -  $f_u = 410 MPa$ .

Skaičiuotiniai siūlės stipriai ir elektrodinės vielos patikrinimas pateikti 3.1.9 skyriuje 1.4 punkte.

Virintinės (lydynės) siūlės skaičiuojamasis ilgis pagal 3.2.4.11 formulę:

$$l_{w,eff} = 2(133 + 100) - 10 = 456 mm$$

Virintinės siūlės statinis  $k_f = 5 mm$ ;

Patikrinama ar užtenka suvirintinės siūlės ilgio veikiant išilginei bei skersinei jėgoms:

Per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{N_2}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{328,66 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 193,6 \cdot 1} = 377 mm < l_{w,eff} = 456 mm \quad (3.2.5.5)$$

Per siūlės metalą (2 pjūvis):

$$\sum l_{w,eff} = \frac{N_2}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{328,66 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 1} = 339 mm < l_{w,eff} = 456 mm \quad (3.2.5.6)$$

Sąlygos tenkinamos. Suvirintinės siūlės ilgio pakanka.

Tikrinamas suvirintinės jungties atsparis, pagal sąlygą:

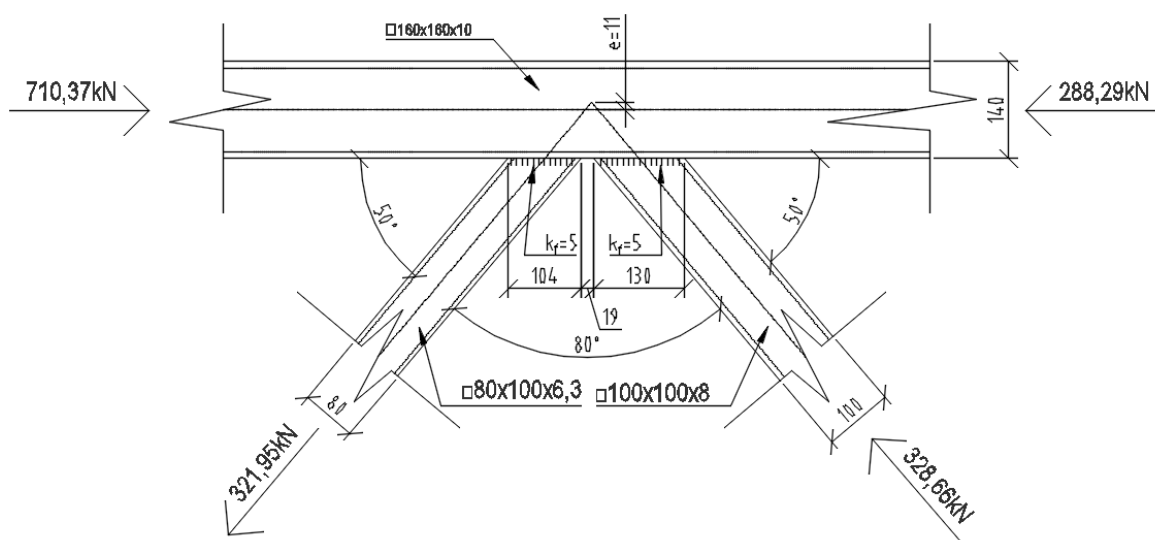
$$N_2 \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff}} < \gamma_c \cdot f_{vw,f,d} \quad (3.2.5.7)$$

$$328,66 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,14}{0,01}}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,377} = 172,42 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa}$$

Sąlyga tenkinama suvirintinės siūlės atsparis pakankamas.

### 3.2.6 Santvaros mazgo „3“ projektavimas

1. Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.



3.6 pav. Mazgo „3“ jungties schema

1.1. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas.

Kadangi pagal 3.2.4.1 formulę,

$$\frac{N_0}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{288,29 \cdot 10^3}{50,9 \cdot 10^2 \cdot 250} = 0,227 < 0,5$$

tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas  $\gamma_0 = 1$ .

Santvaros juostos iškyša pagal 3.2.4.2 formulę:

$$a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,14 - 0,1}{2} = 0,02 \text{ m}$$

Tinklelio elemento ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis pagal 3.2.4.3 formulę:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{0,1}{\sin 50^\circ} = 0,133 \text{ m}$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų pagal 3.2.4.4 formulę:

$$g = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ m}$$

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,1}{0,14} = 0,71 < 0,9$  ir  $\frac{g}{c_1} = \frac{0,01}{0,133} = 0,123 < 0,25$ , tai santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal 3.2.5.3 formulę:

$$328,66 \leq \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,01^2 \cdot (0,133 + 0,01 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,02})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,01}{0,133}\right) \cdot 0,02 \cdot \sin 50^\circ}$$

$$328,66kN < 808,74kN$$

Sąlyga tenkinama. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas.

1.2. Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje.

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = 0,71$  ( $0,71 < 0,85$ ), tai santvaros viršutinės juostos sienutės atspario tikrinti nereikia.

1.3. Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje.

Kadangi  $\theta_1 = 50^\circ$ , tai koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį,  $k = 1$ , nes pagal 3.2.4.6 formulę:

$$\frac{100}{8} = 12,5 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8 = 47,1$$

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui pagal 3.2.5.5 formulę:

$$328,66kN < \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 28,8 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,01}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{100}{100}}\right) = 609,14kN$$

Sąlyga tenkinama. Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

1.4. Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas.

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris -  $f_{vw,u} = 440MPa$ ;

Plieno S275J0 stipris pagal stiprumo ribą -  $f_u = 410MPa$ .

Skaičiuotiniai siūlės stipriai ir elektrodinės vielos patikrinimas pateikti 3.2.4 skyriuje 1.4 punkte.

Virintinės (lydynės) siūlės skaičiuojamasis ilgis pagal 3.2.4.11 formulę:

$$l_{w,eff} = 2(133 + 100) - 10 = 456 \text{ mm}$$

Virintinės siūlės statinis  $k_f = 5mm$ ;

Patikrinama ar užtenka suvirintinės siūlės ilgio veikiant išilginei bei skersinei jėgoms:

Per siūlės metalą (1 pjūvis) pagal 3.2.5.6 formulę:

$$\sum l_{w,eff} = \frac{328,66 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 193,6 \cdot 1} = 377mm < l_{w,eff} = 456mm$$

Per siūlės metalą (2 pjūvis) pagal 3.2.5.7 formulę:

$$\sum l_{w,eff} = \frac{328,66 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 1} = 339mm < l_{w,eff} = 456mm$$

Sąlygos tenkinamos. Suvirintinės siūlės ilgio pakanka.

Tikrinamas suvirintinės jungties atsparis, pagal 3.2.5.8 formulę:

$$328,66 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,14}{0,01}}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,377} = 172,42MPa < 193,6MPa$$

Sąlyga tenkinama suvirintinės siūlės atsparis pakankamas.

2. Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.

2.1. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atspario tikrinimas.

Kadangi, pagal 3.2.4.1 formulę,

$$\frac{N_0}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{710,37 \cdot 10^3}{50,9 \cdot 10^2 \cdot 250} = 0,559 < 0,5$$

tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas gaunamas pagal formulę:

$$\gamma_0 = 1,5 - \frac{N_0}{A_0 \cdot f_{y,d}} = 1,5 - \frac{710,37 \cdot 10^3}{50,9 \cdot 10^2 \cdot 250} = 0,941$$

Santvaros juostos iškyša, pagal 3.2.4.2 formulę:

$$a = \frac{0,14 - 0,1}{2} = 0,02m$$

Tinklelio elemento ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, pagal 3.2.4.3 formulę:

$$c_2 = \frac{0,08}{\sin 50^\circ} = 0,106m$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų pagal 3.2.4.4 formulę:

$$g = \frac{0,02}{2} = 0,01m$$

Kadangi  $\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,1}{0,14} = 0,714 < 0,9$  ir  $\frac{g}{c_2} = \frac{0,01}{0,106} = 0,094 < 0,25$ , tai santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal 3.2.4.5 formulę:

$$321,95 \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,01^2 \cdot (0,106 + 0,01 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,02})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,02}{0,106}) \cdot 0,02 \cdot \sin 50^\circ} = 487,168kN$$

Sąlyga tenkinama. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

2.2. Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje.

Kadangi  $\frac{b_2}{b_0} = 0,714$  ( $0,714 < 0,85$ ), tai santvaros viršutinės juostos sienutės atspario tikrinti nereikia.

2.3. Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje.

Kadangi  $\theta_1 = 50^\circ$ , tai koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį,  $k = 1$ , nes pagal 3.2.4.6 formulę

$$\frac{100}{6,3} = 15,9 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8 = 47,1$$

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui pagal 3.2.4.7 formulę:

$$321,95 < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 20,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,01}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left( 1 + \frac{1}{1 + \frac{100}{80}} \right) = 480,626 kN$$

Sąlyga tenkinama. Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

2.4. Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas.

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris -  $f_{vw,u} = 440 MPa$ ;

Plieno S275J0 stipris pagal stiprumo ribą -  $f_u = 410 MPa$ .

Skaičiuotiniai siūlės stipriai ir elektrodinės vielos patikrinimas pateikti 3.2.4 skyriuje 1.4 punkte.

Virintinės (lydynės) siūlės skaičiuojamasis ilgis pagal 3.2.4.11 formulę:

$$l_{w,eff} = 2(106 + 100) - 10 = 402 mm$$

Patikrinama ar užtenka suvirintinės siūlės ilgio veikiant išilginei bei skersinei jėgoms:

Per siūlės metalą (1 pjūvis), pagal 3.2.4.12 formulę:

$$\sum l_{w,eff} = \frac{321,95 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 193,6 \cdot 1} = 370 mm < l_{w,eff} = 402 mm$$

Per siūlės metalą (2 pjūvis), pagal 3.1.9.13 formulę:

$$\sum l_{w,eff} = \frac{321,95 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 1} = 350 mm < l_{w,eff} = 402 mm$$

Sąlygos tenkinamos. Suvirintinės siūlės ilgio pakanka.

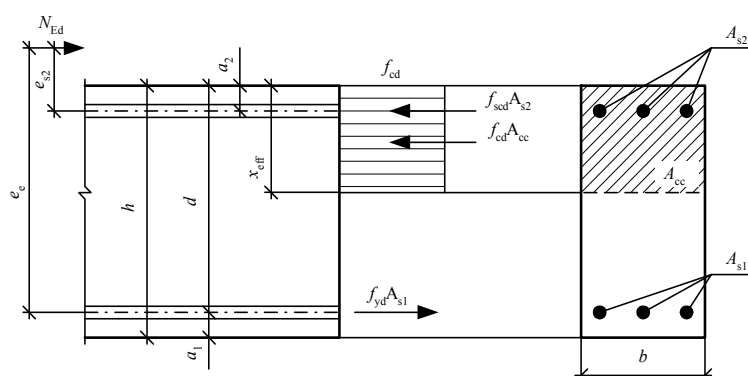
Tikrinamas suvirintinės jungties atsparis, pagal 3.2.4.14 formulę:

$$321,95 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,14}{0,01}}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,402} = 158,39 \text{MPa} < 1 \cdot 193,6 = 193,6 \text{MPa}$$

Sąlyga tenkinama suvirintinės siūlės atsparis pakankamas.

### 3.3 Gelžbetoninės kolonos projektavimas

#### 3.3.1 Gelžbetoninė kolona ašyse E-4



3.9 pav. Ekscentriškai gniuždomos kolonos skaičiuojamoji schema

Kolona projektuojama iš C20/25 klasės sunkiojo betono, kurio  $f_{ck} = 20 \text{MPa}$ ;  $f_{ctk,0,05} = 1,5 \text{MPa}$ ;  $E_{cm} = 30 \text{GPa}$ ; Armavimui naudojama S400 ir S240 klasės, rumbuota armatūra. Kolonos ilgis imamas tarp kolonos atramų. Kolona armuojama simetriškai išdėstoma armatūra, kurios skerspjūvio plotai  $A_{s1} = A_{s2}$ . Koloną veikiančios įrašos:  $N_{Ed} = 744,89 \text{kN}$ ;  $M_{Ed} = 9,99 \text{kNm}$

Gelžbetoninės kolonos matmenys priimami tokie, kad nesikeistų architektūrinėje dalyje užsiduoti pastato gabaritai, t.y:  $b = 0,3 \text{m}$ ;  $h = 0,3 \text{m}$ ;  $l = 4,055 \text{m}$ .

Kolonos skaičiuojamasis ilgis:

$$l_0 = 0,8l = 0,8 \cdot 4,055 = 3,244 \text{m} \quad (3.3.1.1)$$

Betono apspaudimo stipris:

$$f_{cp} = 0,8f_{ck} = 0,8 \cdot 20 = 16 \text{MPa} \quad (3.3.1.2)$$

Skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviams, kai  $\alpha = 0,9$ , nes  $f_{ck} = 20 \text{MPa} \leq 50 \text{MPa}$ ;  $\alpha_{cc} = 1,0$ ;  $\alpha_{ct} = 1,0$ ;  $\gamma_c = 1,5$ :

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{20}{1,5} = 12 \text{MPa} \quad (3.3.1.3)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,5}{1,5} = 0,9 \text{MPa} \quad (3.3.1.4)$$

### 3.3.2 Gelžbetoninės kolonos E-4 armavimas

Apsauginis betono sluoksnis:  $a_1 = a_2 = 40mm$ ;

Kolonos išilginė armatūra S400 klasės, kurios mechaninių savybių rodikliai:  $f_{yk} = 400MPa$ ;  $f_{yd} = 365MPa$ ;  $E_{sm} = 200GPa$ .

Pagal turimus duomenis parenkamas armatūros skerspjūvio plotas:

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \frac{d-a_2}{2} = 9,99 + 744,89 \frac{260-40}{2} = 81,95kNm \quad (3.3.2.1)$$

Naudingasis aukštis:

$$d = h - a_1 = 300 - 40 = 260mm \quad (3.3.2.2)$$

$\varphi_l = 1,8$  – koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje,  $\varphi_{l,max} = 1 + \beta = 1 + 1 = 2$ ;  $\beta = 1$ ;  $\varphi_l = 1,8 \leq \varphi_{l,max} = 2$ ; sąlyga tenkinama.

Apskaičiuojamas išilginės armatūros ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{9,99 \cdot 10^6}{744,89 \cdot 10^3} = 13mm; \quad (3.3.2.3)$$

$$e_a = \frac{b}{30} = \frac{300}{30} = 10mm; \quad (3.3.2.4)$$

$$e_0 = 13mm > e_a = 10mm; \quad (3.3.2.5)$$

Tolimesniuose skaičiavimuose naudosisime:  $e_0 = 13mm$ .

Apskaičiuojamas išilginės jėgos ekscentricitetas:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{13}{300} = 0,043; \quad (3.3.2.6)$$

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd}; \quad (3.3.2.7)$$

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{3244}{300} - 0,01 \cdot 12 = 0,272;$$

$$\delta_e = 0,043 < \delta_{e,min} = 0,272 \quad (3.3.2.8)$$

Tolimesniuose skaičiavimuose naudosisime:  $\delta_{e,min} = 0,272$ .

Santykis tarp betono tamprumo modulio ir armatūros tamprumo modulio:

$$\alpha_e = \frac{E_{sm}}{E_{cm}} = \frac{200 \cdot 10^3}{30 \cdot 10^3} = 6,667; \quad (3.3.2.9)$$

Armatūros skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi:

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left( \frac{d-a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 300 \cdot 260 \left( \frac{260-40}{2} \right)^2 = 0,086 \cdot 10^6 mm^4; \quad (3.3.2.10)$$

Čia:  $\rho_1 = 0,01$ , priimamas pirmam priartėjimui;

Kolonos skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ašį:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{300 \cdot 300^3}{12} = 0,675 \cdot 10^9 mm^4 \quad (3.3.2.11)$$

Kritinė ašinė jėga apskaičiuojama pagal formulę:

$$N_{crit} = \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[ \frac{I_c}{\varphi_l} \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta_{e,min}} + 0,1 \right) + \alpha_e \cdot I_s \right] \quad (3.3.2.12)$$

$$N_{crit} = \frac{6,4 \cdot 30 \cdot 10^3}{3244^2} \left[ \frac{0,675 \cdot 10^9}{1,8} \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,272} + 0,1 \right) + 6,667 \cdot 0,086 \cdot 10^6 \right] = 2718 kN$$

Tada, apskaičiuojamas koeficientas  $\eta$ :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{744,89}{2718}} = 1,378; \quad (3.3.2.13)$$

Apskaičiuojamas ekscentricitetas  $e_e$ :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 13 \cdot 1,378 + \frac{300 - 40}{2} = 148 mm; \quad (3.3.2.14)$$

Apskaičiuojamos  $\alpha$  reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{744,89 \cdot 10^3}{13 \cdot 300 \cdot 260} = 0,735; \quad (3.3.2.15)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{744,89 \cdot 10^3 \cdot 148}{13 \cdot 300 \cdot 260^2} = 0,418; \quad (3.3.2.16)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

kai  $\alpha = 0,85$  (sunkiajam betonui) – koeficientas įvertinantis betono rūšį;

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 12 = 0,754 \quad (3.3.2.17)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left( 1 - \frac{\omega}{1,1} \right)}; \quad (3.3.2.18)$$

Čia:  $\sigma_{s,lim} = f_{yd}$ , – armatūros įtempiai, MPa, atsižvelgiant į armatūros takumo ribą.

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

$$\xi_{lim} = \frac{0,754}{1 + \frac{365}{500} \left( 1 - \frac{0,754}{1,1} \right)} = 0,613$$

Kadangi  $\alpha_n = 0,462 < \xi_{lim} = 0,613$ , tai armatūros plotus  $A_{s1} = A_{s2}$  apskaičiuojame pagal formulę:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5 \alpha_n)}{1 - \frac{a_2}{d}} \quad (3.3.2.19)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{12 \cdot 300 \cdot 260}{365} \cdot \frac{0,418 - 0,735 (1 - 0,5 \cdot 0,735)}{1 - \frac{40}{260}} = 142 mm^2$$

Neigiamas armatūros skerspjūvio plotas parodo, kad armatūros gelžbetoninei kolonai išvis nereikia. Tačiau pagal konstrukcinius reikalavimus reikia priimti minimalų armatūros kiekį. Armatūra pagal konstrukcinius reikalavimus:  $2\emptyset 16, A = 4,02 cm^2$



### 3.3.3 Gelžbetoninės kolonos E-4 laikomosios galios tikrinimas

Perskaičiuojami kolonos parametrai, pagal parinktą išilginę armatūrą:

Armatūros skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi:

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot \left(\frac{d-a_2}{2}\right)^2 = (402 + 402) \cdot \left(\frac{260-40}{2}\right)^2 = 0,088 \cdot 10^6 \text{mm}^4; \quad (3.3.3.1)$$

Dėl minimalaus armatūros skerspjūvio inercijos momento apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi pokyčio, kritinė ašinė jėga imama iš 3.3.2.12 formulės; koeficientas  $\eta$  iš 3.3.2.13 formulės; ekscentricitetas  $e_e$  iš 3.3.2.14 formulės.

Apskaičiuojamas gniuždomosios zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{744,89}{12 \cdot 300} = 207 \text{mm}. \quad (3.3.3.2)$$

Kadangi  $x_{eff} = 207 \text{mm} > \xi_{lim} \cdot d = 0,613 \cdot 260 = 159 \text{mm}$ , tai priimama, kad  $x_{eff} = \xi_{lim} \cdot d = 159 \text{mm}$  ir skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal sąlygą:

$$f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff}(d - 0,5x_{eff}) + f_{yd} \cdot A_{s2}(d - a_2) > N_{Ed} \cdot e_e; \quad (3.3.3.3)$$
$$12 \cdot 300 \cdot 159(300 - 0,5 \cdot 159) + 365 \cdot 402(300 - 40) = 164,364 \text{kNm};$$
$$164,364 \text{kNm} > 744,89 \cdot 148 = 110,244 \text{kNm}$$

Sąlyga tenkinama. Skerspjūvio laikomoji galia pakankama.

### 3.3.4 Skersinės armatūros parinkimas

Skersinė armatūra parenkama pagal konstrukcinius reikalavimus. Skersinės armatūros klasė - S240, armatūros skersmuo -  $\emptyset 6$ ,  $A = 0,283 \text{cm}^2$  – atitinkamas skerspjūvio ploto.

Maksimalus reglamentuojamas atstumas tarp skersinių armatūros strypų:

$$s = 20d = 20 \cdot 16 = 320 \text{mm}; \quad (3.3.4.1)$$

čia:  $d$  – išilginės armatūros skersmuo,  $d = 16 \text{mm}$

Kadangi maksimalus žingsnis tarp skersinės armatūros strypų 320 mm, tai žingsnis priimamas kas 300 mm.

### 3.3.5 Gelžbetoninės kolonos E-4 liaunio patikrinimas

Apskaičiuojamas inercijos momentas:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{300 \cdot 300^3}{12} = 67500 \text{cm}^4 = 0,001 \text{m}^4; \quad (3.3.5.1)$$

Apskaičiuojamas inercijos spindulys:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,001}{0,09}} = 0,105m; \quad (3.3.5.2)$$

čia:  $A$  – kolonos skerspjūvio plotas  $A = 90000mm^2$ .

Atitinkamas kolonos liaunis:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{3,244}{0,105} = 30,9; \quad (3.3.5.3)$$

$$\lambda = 30,9 > \lambda_{lim} = 14 \quad (3.3.5.4)$$

Sąlyga tenkinama. Kolonos liaunumas - pakankamas.

### 3.3.6 Gelžbetoninė kolona ašyse C-4

Kolona projektuojama tokia pati kaip 3.3.1 skyriuje. Koloną veikiančios įrašos:

$$N_{Ed} = 520,07kN; M_{Ed} = 54,19kNm$$

### 3.3.7 Gelžbetoninės kolonos C-4 armavimas

Pagal 3.3.1 ir 3.3.2 skyriaus duomenis parenkamas armatūros skerspjūvio plotas pagal 3.3.2.1 formulę:

$$M_{Ed,s} = 54,19 + 520,07 \frac{260-40}{2} = 57,26kNm;$$

Naudingasis aukštis, kaip 3.3.2 skyriuje:  $d = 360mm$ ;

$\varphi_l = 1,8$  – koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje,  $\varphi_{l,max} = 1 + \beta = 1 + 1 = 2$ ;  $\beta = 1$ ;  $\varphi_l = 1,8 \leq \varphi_{l,max} = 2$ ; sąlyga tenkinama.

Pagal 3.3.2.3, 3.3.2.4 ir 3.3.2.5 formules apskaičiuojamas išilginės armatūros ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{54,19 \cdot 10^6}{520,07 \cdot 10^3} = 104mm;$$

$$e_a = \frac{300}{30} = 10mm;$$

$$e_0 = 104mm > e_a = 10mm;$$

Tolimesniuose skaičiavimuose naudosome:  $e_0 = 104mm$ .

Apskaičiuojamas išilginės jėgos ekscentricitetas, pagal 3.3.2.6 ir 3.3.2.7 formules:

$$\delta_e = \frac{104}{300} = 0,347;$$

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{3244}{300} - 0,01 \cdot 12 = 0,272;$$

$$\delta_e = 0,347 > \delta_{e,min} = 0,272$$

Tolimesniuose skaičiavimuose naudosome:  $\delta_e = 0,347$ .

Santykis tarp betono tamprumo modulio ir armatūros tamprumo modulio pagal 3.3.2.9 formulę:

$$\alpha_e = 6,667;$$

Armatūros skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi, pagal 3.3.2.10 formulę:  $I_s = 0,086 \cdot 10^6 mm^4$ ;

Kolonos skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ašį, pagal 3.3.2.11 formulę:

$$I_c = 0,675 \cdot 10^9 mm^4;$$

Kritinė ašinė jėga pagal 3.3.2.12 formulę:  $N_{crit} = 2718 kN$ ;

Tada, pagal 3.3.2.13 formulę apskaičiuojamas koeficientas  $\eta$ :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{520,07}{2718}} = 1,24;$$

Pagal 3.3.2.14 formulę, apskaičiuojamas ekscentricitetas  $e_e$ :

$$e_e = 104 \cdot 1,24 + \frac{300 - 40}{2} = 259 mm;$$

Pagal 3.3.2.15 ir 3.3.2.16 formules, apskaičiuojamos  $\alpha$  reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{520,07 \cdot 10^3}{13 \cdot 300 \cdot 260} = 0,513;$$

$$\alpha_m = \frac{520,07 \cdot 10^3 \cdot 259}{13 \cdot 300 \cdot 260^2} = 0,511;$$

Santykinis gniuždomosios zonos aukštis, pagal 3.3.2.18 formulę:  $\xi_{lim} = 0,613$

Kadangi  $\alpha_n = 0,513 < \xi_{lim} = 0,613$ , tai armatūros plotus  $A_{s1} = A_{s2}$  apskaičiuojame pagal 3.3.2.19 formulę:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{12 \cdot 300 \cdot 260}{365} \cdot \frac{0,511 - 0,513(1 - 0,5 \cdot 0,513)}{1 - \frac{40}{260}} = 393 mm^2$$

Armatūra pagal konstrukcinius reikalavimus:  $2\emptyset 16, A = 4,02 cm^2 > 3,93 cm^2$

### 3.3.8 Gelžbetoninės kolonos C-4 laikomosios galios tikrinimas

Perskaičiuojami kolonos parametrai, pagal parinktą išilginę armatūrą:

Armatūros skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi pagal 3.3.3.1 formulę:  $I_s = 0,088 \cdot 10^6 mm^4$ ;

Dėl minimalaus armatūros skerspjūvio inercijos momento apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi pokyčio, kritinė ašinė jėga imama iš 3.3.2.12 formulės; koeficientas  $\eta$  iš 3.3.2.13 formulės; ekscentricitetas  $e_e$  iš 3.3.2.14 formulės.

Apskaičiuojamas gniuždomosios zonos aukštis, pagal 3.3.3.2 formulę:

$$x_{eff} = \frac{520,07}{12 \cdot 300} = 144mm.$$

Kadangi  $x_{eff} = 144mm < \xi_{lim} \cdot d = 0,613 \cdot 260 = 159mm$ , tai skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal 3.3.3.3 sąlygą:

$$12 \cdot 300 \cdot 159(300 - 0,5 \cdot 159) + 365 \cdot 402(300 - 40) = 164,364kNm;$$

$$164,364kNm > 520,07 \cdot 259 = 134,698kNm$$

Sąlyga tenkinama. Skerspjūvio laikomoji galia pakankama.

### 3.3.9 Skersinės armatūros parinkimas

Skersinė armatūra parenkama pagal konstrukcinius reikalavimus, identišškai, kaip 3.3.4 skyriuje.

### 3.3.10 Gelžbetoninės kolonos C-4 liaunio patikrinimas

Gelžbetoninės kolonos liaunumas patikrintas 3.3.5 skyriuje.

## 3.4 Surenkamos rėmo sijos projektavimas

### 3.4.1 Rėmo sija RS-1

Gelžbetoninės rėmo sijos skerspjūvio matmenys priimami tokie, kad nesikeistų architektūrinėje dalyje užsiduoti pastato gabaritai, t.y:  $b = 0,3m$ ;  $l = 7,5m$ .

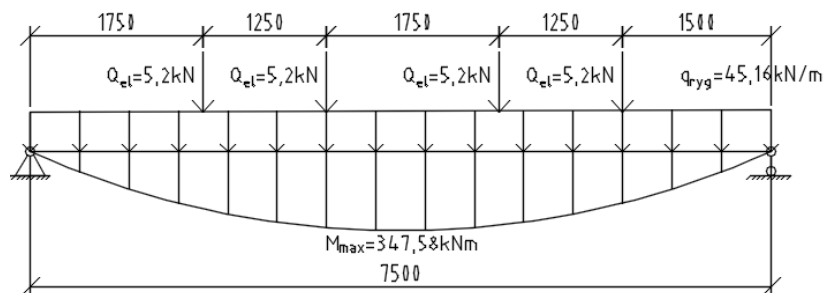
Apytiksliai nustatomas rėmo sijos aukštis, pagal reikalavimus 1/15-1/14l:

$$h = \frac{1}{15} \cdot l = \frac{1}{15} \cdot 7,5 = 0,5m; \quad (3.4.1.1)$$

Apytiksliai nustatomas rėmo sijos gembės plotis, pagal reikalavimus:

$$b_f = b + b_g = 0,3 + 0,15 = 0,45m; \quad (3.4.1.2)$$

Priimamas rėmo sijos gembės aukštis, t.y:  $h_f = 0,15m$ ;



3.10 pav. Rėmo sijos RS-1 skaičiuojamoji schema

### 3.4.2 Rėmo sijos RS-1 normalinių pjūvių stiprumo skaičiavimas

Maksimalios įrašos veikiančios projektuojamą siją:  $M_{max} = 347,58kNm$ ;  $Q_{max} = 183,65kN$   
Rėmo sija projektuojama iš C30/37 klasės sunkiojo betono, kietinamo šutinimo būdu.  
Projektuojamo pastato patalpų santykinė drėgmė priimama – 50%.

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 18MPa \quad (3.4.2.1)$$

Sijos armavimui naudojama S400 ( $f_{yd} = 365MPa$ ) armatūra.

Reikiamas išilginės armatūros skerspjūvio plotas apskaičiuojamas nuosekliai:

$$d = h - a = 0,5 - 0,06 = 0,44m \quad (3.4.2.2)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{max}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{347,58 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 0,3 \cdot 0,44^2} = 0,332 \quad (3.4.2.3)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (3.4.2.4)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}; \quad (3.4.2.5)$$

$$\xi_{lim} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,560$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,332} = 0,420 < \xi_{lim} = 0,560 \quad (3.4.2.6)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,420 \cdot 0,44 = 0,185 \quad (3.4.2.7)$$

Reikiamas armatūros plotas  $A_s$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot x \cdot d}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,185 \cdot 0,3}{365} = 27,37cm^2 \quad (3.4.2.8)$$

Parenkama armatūra:  $5\emptyset 28, A = 30,79cm^2 > 27,37cm^2$

### 3.4.3 Rėmo sijos RS-1 įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas

Skersinė armatūra apskaičiuojama pagal formules:

$$B = \varphi_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d^2 = 2 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,44^2 = 139,392kNm \quad (3.4.3.1)$$

Čia: sunkiojo ir smulkiagrūdžio betono skaičiuotinis stipris:

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,2MPa$$

Tuomet:

$$Q_b = Q_{sw} = \frac{Q}{2} \quad (3.4.3.2)$$

$$Q_b = \frac{B}{C} \quad (3.4.3.3)$$

$$\frac{B}{C} = \frac{Q}{2} \quad (3.4.3.4)$$

$$C = \frac{2B}{Q_{max}} = \frac{2 \cdot 139,392}{183,65} = 1,52m > 2 \cdot d = 2 \cdot 0,44 = 0,88m \quad (3.4.3.5)$$

Skersinės armatūros pagal skaičiavimus nereikia, todėl pagal išilginės armatūros skersmenį  $\emptyset 28mm$  parenkamas skersinės armatūros skersmuo ne mažesnis kaip:  $A_{s1}/3 = 28/3 = 9,33mm$ , artimiausia asortimentinė armatūra:  $\emptyset 10mm$ .

Pagal konstrukcinius reikalavimus, skersinės armatūros žingsniai:

$s < h/3 = 0,5/3 = 0,166m$ ;  $s = 0,20m$ ;  $1/4$  kraštinio tarpatramio ilgiu nuo kraštinės atramos.

$s < h \cdot 3/4 = 0,5 \cdot 3/4 = 0,375m$ ;  $s = 0,40m$ ; tarpatramio vidurinėje dalyje.

Toliau tikrinamas gniuždomos zonos juostos stiprumas tarp dviejų įstrižų plyšių pagal didžiausią skersinę jėgą:

$$Q_{max} \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d \quad (3.4.3.6)$$

$$\mu_w = \frac{n_w \cdot A_{sw}}{b \cdot s} = \frac{2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-5}}{0,3 \cdot 0,4} = 0,0013 \quad (3.4.3.7)$$

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \cdot 10^4}{32 \cdot 10^3} = 6,25 \quad (3.4.3.8)$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha_s \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 6,25 \cdot 0,0013 = 1,041 \quad (3.4.3.9)$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{cd} = 1 - 0,01 \cdot 0,9 \cdot 18 = 0,838 \quad (3.4.3.10)$$

$$Q_{max} = 183,65kN < 0,3 \cdot 1,041 \cdot 0,838 \cdot 0,9 \cdot 18 \cdot 0,3 \cdot 0,44 \cdot 10^3 = 559,64kN$$

Stiprumo sąlyga tenkinama.

$$q_{sw} = \frac{\varphi_{b3} \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b}{2} = \frac{0,45 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,3 \cdot 10^3}{2} = 72,9kN/m \quad (3.4.3.11)$$

$$q_{sw} = \frac{\gamma_{s2} \cdot f_{yd} \cdot n_w \cdot A_{sw}}{s} = \frac{0,9 \cdot 365 \cdot 2 \cdot 0,0785 \cdot 10^3}{0,2} = 257,873kN/m \quad (3.4.3.12)$$

$$72,9kN/m < 257,873kN/m$$

Sąlyga taip pat tenkinama.

### 3.4.4 Rėmo sijos RS-1 lentynos skaičiavimas

Tempiama rėmo sijos lentynos armatūra apskaičiuojama kaip lenkiamo elemento.

Plokštės atraminė reakcija nuo skaičiuojamųjų apkrovų:

$$C = p_d^{pl} \frac{l_{pl}^{-0,25}}{2} = 10,66 \frac{10^{-0,25}}{2} = 51,968kN \quad (3.4.4.1)$$

Atstumas nuo sijos krašto iki plokštės atrėmimo į lentyną vidurio:

$$a = 0,025 + \frac{0,125}{2} = 0,0875m \quad (3.4.4.2)$$

Lenkimo momentas tenkantis 1m lentynos:

$$M = Q \cdot a = 51,968 \cdot 0,0875 = 4,547kN/m \quad (3.4.4.3)$$

Lentynos darbo zonos aukštis:

$$d = (h_f - 100) - 25 = 200 - 100 - 25 = 75mm \quad (3.4.4.4)$$

Pagal 3.4.2.3 formulę:

$$\mu_{Eds} = \frac{4,547 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 1,0 \cdot 0,075^2} = 0,045$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis pagal 3.4.2.4 formulę:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706$$

Tuomet, pagal 3.4.2.5 ir 3.4.2.6 formules apskaičiuojami:

$$\xi_{lim} = \frac{0,706}{1 - \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,956$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,045} = 0,046 < \xi_{lim} = 0,956$$

Reikiamas armatūros plotas  $A_s$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_s = \frac{\xi \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = \frac{0,046 \cdot 18 \cdot 1,0 \cdot 0,075}{365} = 1,7cm^2 \quad (3.4.4.5)$$

Parengta armatūra:  $5\emptyset 7, A = 1,92 > 1,7cm^2$

Patikrinamas įstrižojo pjūvio stiprumas:

$$Q \leq 0,6 \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d \quad (3.4.4.6)$$

$$51,968kN < 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,075 \cdot 10^6 = 52,6kN$$

Sąlyga tenkinama, įstrižojo pjūvio stiprumas pakankamas, skersinės armatūros nereikia. Tačiau dėl patogesnio sijos armatūros tinklo konstravimo, priimame, kad skersinė ir išilginė armatūra lentynoje tokia pat kaip ir skersinė armatūra parinkta 3.4.3 skyriuje, t.y.  $\emptyset 10mm$ .

## 3.5 Surenkamos perdangos projektavimas

### 3.5.1 Gelžbetoninės nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangos plokštės PP-1 projektavimas

Visuomeninės - mokslo paskirties pastato surenkamos gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės projektuojamos taikant nepertraukiamo formavimo gamybos būdą. Perdangos plokštė projektuojama iš C35/45 klasės sunkiojo betono, armuojama tik iš anksto įtemptą lynine armatūra – Y1770C. Armatūra įtemptama mechaniniu būdu į atsparas. Betono stipris apspaudimo metu:  $f_{cp} = 0,8 \cdot f_{ck}$ . Gaminiai kietinami juos šūtinant ( $\Delta t = 65^\circ C$ ).

Gelžbetoninės perdangos plokštės skerspjūvio matmenys priimami tokie, kad nesikeistų architektūrinėje dalyje užsiduoti pastato gabaritai, t.y: nominalusis plotis  $b_n = 1,20m$ ; aukštis  $h = 0,30m$ .

Skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviams:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{35}{1,5} = 21,0MPa \quad (3.5.1.1)$$

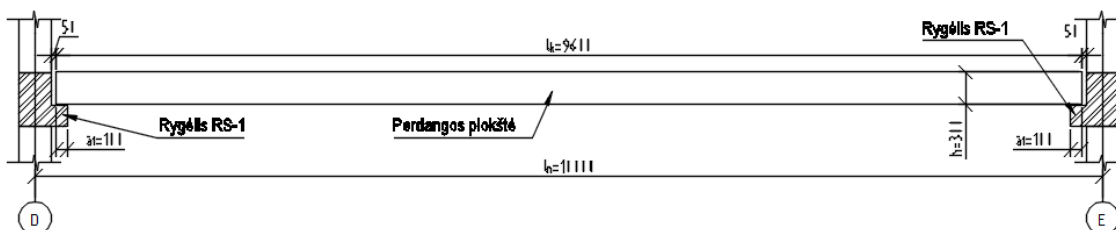
$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk0,005}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{2,2}{1,5} = 1,32MPa \quad (3.5.1.2)$$

Skaičiuotiniai betono stipriai tinkamumo ribiniams būviams:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{35}{1,0} = 21,0MPa \quad (3.5.1.3)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk0,005}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{2,2}{1,0} = 1,32MPa \quad (3.5.1.4)$$

Lyninės armatūros charakteristinis tempiamasis stipris:  $f_{pk} = 1770 MPa$ ; charakteristinis stipris pagal sąlyginę takumo ribą:  $f_{yd} = f_{p0,1k} = 1250 MPa$ ; skaičiuotinis stipris:  $f_{yk} = f_{p0,1k} = 1520 MPa$ ; armatūros tamprumo modulis:  $E_{sm} = 205 \cdot 10^3 MPa$ ; armatūros lynų skersmuo:  $\varnothing = 12,5mm$ ; vieno lyno skerspjūvio plotas:  $A = 0,93 \cdot 10^{-4}mm^2$ .



3.11 pav. Perdangos plokštės atrėmimas į rygėlius RS-1

Atstumas tarp kolonų ašių:  $L = l_n = 10,0m$ . Abu plokštės galai remiami ant rėmo sijų RS-1.

Plokštės efektyvusis tarpatramis:  $l_{eff} = 9,55m$ .

## 3.5.2 Apkrovų skaičiavimas ir deriniai

3.3 lentelė. Plokštę veikiančios apkrovos.

Eil NR.	Perdangos elementai ir jų storiai	Charakteristinė apkrova, $kN/m^2$	Skaičiuotinė poveikio reikšmė, $kN/m^2$	
			Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams
1	PVC grindų danga 4mm	0,150	0,150	0,203
2	Armuotas išlyginamasis sluoksnis 40mm	0,800	0,800	1,080
3	Polietileno plėvelė 1sl. 1mm	0,002	0,002	0,003
4	Perdangos plokštė 300mm	4,464	4,464	6,026
	Suminės apkrovos	5,416	5,416	7,312
	Naudojimo apkrova	2,000	2,000	2,700
	Pertvarų svoris	1,000	1,000	1,350



Charakteristinės ir skaičiuotinės apkrovų reikšmės, kai plokštės storis  $b_n = 1,2m$ :

Plokštės savojo svorio:  $g_{ds} = 4,464 \cdot 1,2 = 5,357kN/m$ ;

Nuolatinės apkrovos:  $g_d = 5,416 \cdot 1,2 = 6,499kN/m$ ;

Naudojimo apkrovos:  $q_d = 3 \cdot 1,2 = 3,6kN/m$ ;

Naudojimo apkrovos (tariamai nuolatinės), kai  $\Psi_2 = 0,6$ :

$$q_{d,lt} = 0,6 \cdot 3 \cdot 1,2 = 2,16kN/m;$$

Visos apkrovos:  $p_d = 6,499 + 3,6 = 10,099kN/m$ ;

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės:  $p_{gd} = 6,499 + 2,16 = 8,659kN/m$ .

Plokštės įrašos, sukeltos charakteristinių ir skaičiuotinių poveikių, tinkamumo ribiniams būviams:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{10,099 \cdot 9,55^2}{8} = 115,13kNm \quad (3.5.2.1)$$

$$M_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{8,659 \cdot 9,55^2}{8} = 98,72kNm \quad (3.5.2.2)$$

$$M_{Eggsd} = \frac{g_{dsz} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{4,464 \cdot 9,55^2}{8} = 50,89kNm \quad (3.5.2.3)$$

$$V_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}}{2} = \frac{8,659 \cdot 9,55}{2} = 41,35kNm \quad (3.5.2.4)$$

Skaičiuotinės reikšmės saugos ribiniams būviams:

Nuolatinės apkrovos:  $g_d = 7,312 \cdot 1,2 = 8,774kN/m$ ;

Visos apkrovos:  $p_d = 11,312 \cdot 1,2 = 13,574kN/m$ .

Skaičiuotiniai apkrovų efektai saugos ribiniams būviams:

Didžiausias lenkimo momentas pagal 3.5.2.1 formulę:

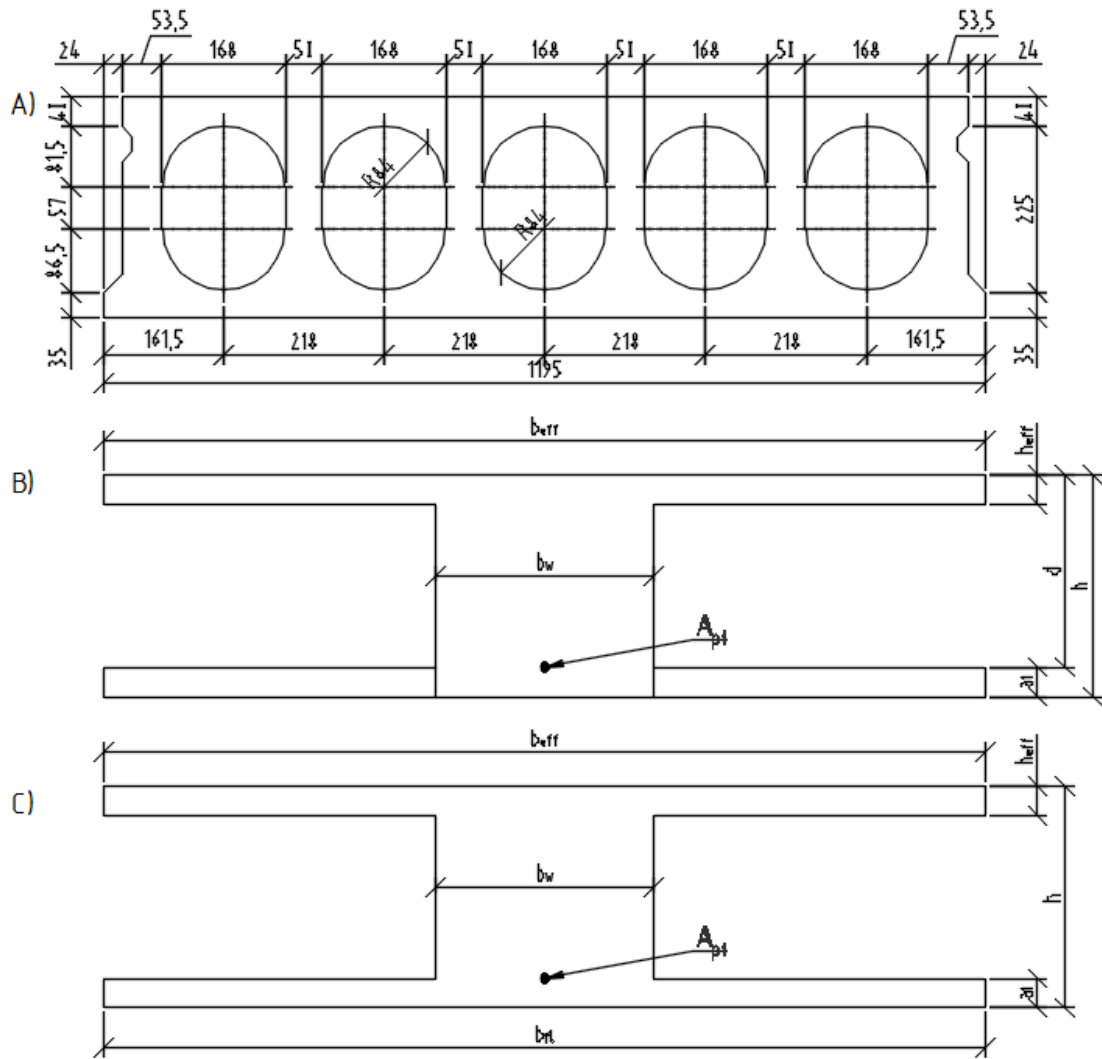
$$M_{Ed} = \frac{13,574 \cdot 9,55^2}{8} = 154,75kNm;$$

Didžiausia skersinė jėga pagal 3.5.2.4 formulę:

$$V_{Eg} = \frac{13,574 \cdot 9,55}{2} = 64,82kN.$$

### 3.5.3 Plokštės skerspjūvio matmenų skaičiavimas

Pagrindiniai kiaurymėtosios gelžbetonio plokštės matmenys pavaizduoti žemiau esančiame paveiksle.



3.12 pav. Perdangos plokštės skerspjūviai: A) tikrasis; B) skaičiuotinis saugos ribiniams būviams; C) skaičiuotinis tinkamumo ribiniams būviams.

Plokštės skerspjūvio aukštis:

$$h \cong \frac{l_{eff}}{30} = \frac{9,55}{30} = 0,318m; \text{priimamas } h = 0,30m \quad (3.5.3.1)$$

Skerspjūvio darbo aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,3 - 0,04 = 0,26m \quad (3.5.3.2)$$

Ovalių kiaurymių plotis:  $b_1 = 0,168m$

Kiaurymių apskritiminės dalies spindulys:  $R = 0,084m$

Viršutinės lentynos storis:  $h_{eff} = 0,04m$

Apatinės lentynos storis:  $h_{eff1} = 0,035m$

Briaunų tarp kiaurymių plotis:  $0,05m$

Kraštinių briaunų plotis:  $0,0535m$

Saugos ribinių būvių skaičiavimas atliekamas pagal (3.12 pav. B schemą). Čia gniuždomos lentynos storis  $h_{eff} = 0,04m$ ; aukščių santykis  $\frac{h_{eff}}{h} = \frac{0,04}{0,3} = 0,133 < 1,0$ , todėl skaičiavimuose imamas visas lentynos plotis  $b_{eff} = 1,147m$ ; tuo tarpu skaičiuotinis briaunos plotis  $b_w = b_{eff} - 5 \cdot 0,168 = 1,147 - 5 \cdot 0,168 = 0,307m$ .

Tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas atliekamas pagal (3.12 pav. C schemą). Čia skerspjūvio parametrai nustatomi redukuojant ovalias kiaurymes į stačiakampes toliau sekančiomis formulėmis.

Ovalinės kiaurymės plotas:

$$A = b_1(h_1 - b_1) + \pi \cdot R^2 = 0,168(0,225 - 0,168) + 3,14 \cdot 0,084^2 = 0,0317m^2 \quad (3.5.3.3)$$

Kiaurymės inercijos momentas apie vertikaliąją jos ašį:

$$I = \frac{(h_1 - 2R)b_1^3}{12} + \frac{\pi \cdot R^4}{4} = \frac{(0,225 - 2 \cdot 0,084)0,168^3}{12} + \frac{3,14 \cdot 0,084^4}{4} = 0,0000615m^4 \quad (3.5.3.4)$$

Ekvivalentiškos kiaurymės plotis ir aukštis:

$$b_e = \sqrt{\frac{12 \cdot I}{A}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 0,0000615}{0,0317}} = 0,153m \quad (3.5.3.5)$$

$$h_e = \frac{A}{b_e} = \frac{0,0317}{0,153} = 0,207m \quad (3.5.3.6)$$

### 3.5.4 Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas

Skaičiavimai vykdomi pagal (3.12 pav. B schemą).

Išankstiniai armatūros įtempiai:

$$\sigma_p = 0,75 \cdot f_{yk} = 0,75 \cdot 1520 = 1140MPa \quad (3.5.4.1)$$

Mechaninio armatūros įtempimo atveju, įtempių nuokrypis:

$$p = 0,05 \cdot \sigma_p = 0,05 \cdot 1140 = 57MPa \quad (3.5.4.2)$$

Tikrinama sąlyga:

$$\sigma_p + p = 1140 + 57 = 1197MPa < f_{yk} = 1520MPa \quad (3.5.4.3)$$

Sąlyga tenkinama.

Armatūros įtempimo tikslumo koeficientas:

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp} = 1 \pm 0,1 \quad (3.5.4.4)$$

Čia:  $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$ , kai armatūra įtempta mechaniniu būdu.

Skaičiuojant stiprį, pagal 3.5.4.4 formulę imame:  $\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9$ , tuomet išankstiniai armatūros įtempiai  $\sigma_p = 0,9 \cdot 1140 = 1026MPa$ .

Iš anksto įtemptos armatūros skerspjūvio plotas skaičiuojamas pagal didžiausią lenkimo momentą:  $M_{Ed} = 154,75kNm$ . Laikome, kad neutralioji ašis yra gniuždomoje lentynoje, todėl koeficientas apskaičiuojamas:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{154,75 \cdot 10^{-3}}{21 \cdot 1,147 \cdot 0,26^2} = 0,095 \quad (3.5.4.5)$$

Apskaičiuojamas santykinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,095} = 0,1 \quad (3.5.4.6)$$

Kadangi  $\sigma_p = \xi_{eff} \cdot d = 0,1 \cdot 0,26 = 0,026m < h_{eff} = 0,04m$ , tai neutralioji ašis yra lentynoje.

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis pagal 3.4.2.4 formulę:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 21 = 0,682$$

Tuomet, pagal 3.4.2.5 formulę apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{0,682}{1 - \frac{624}{500} \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,463$$

Čia:  $\sigma_{s,lim} = f_{yd} + 400 - \sigma_p = 1250 + 400 - 1026 = 624MPa$ ;  $\sigma_{sc,lim} = 500MPa$ , kai naudojami armatūros lynai.

Armatūros darbo sąlygų koeficientas:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left( \frac{2 \cdot \xi_{eff}}{\xi_{lim} - 1} \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left( \frac{2 \cdot 0,1}{0,463 - 1} \right) = 1,21 > \eta = 1,15 \quad (3.5.4.7)$$

Čia:  $\eta = 1,15$ , kai naudojami armatūros lynai.

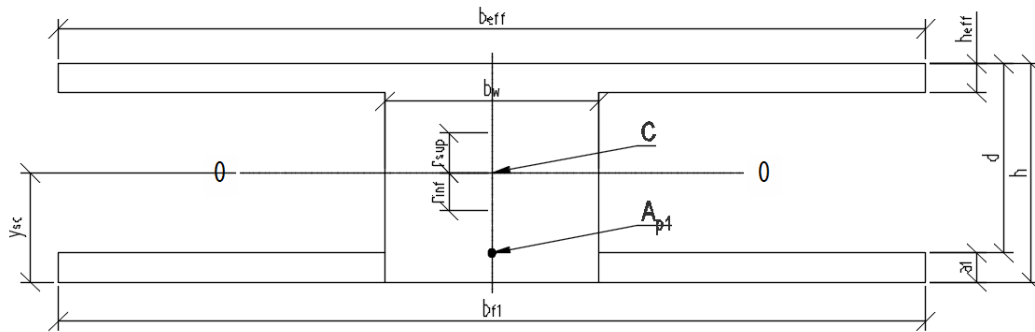
Reikiamas iš anksto įtemptosios armatūros skerspjūvio plotas, kai  $A_{p2} = 0$  ir  $b = b_{eff} = 1,147m$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_{p1} = \frac{\xi_{eff} \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d}{f_{yd} \cdot \gamma_{s6}} = \frac{0,1 \cdot 21 \cdot 1,147 \cdot 0,26}{1250 \cdot 1,15} = 4,357 \cdot 10^{-4} m^2 \quad (3.5.4.8)$$

Prenkami  $6\emptyset = 12,5mm$  Y1770 lynai, kurių bendras skerspjūvio plotas  $A_{p1} = 5,58 \cdot 10^{-4} m^2$

### 3.5.5 Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai

Skaičiavimai vykdomi pagal žemiau esančią schemą, atsižvelgiant į anksčiau gautus duomenis.



3.13 pav. Ekvivalentiškas plokštės skerspjūvis.

3.4 lentelė. Plokštės ekvivalentinio skerspjūvio geometriniai rodikliai.

Eil. Nr.	Rodiklis	Žymuo	Reikšmė	Mato vnt.
1	Armatūros ir betono tamprumo modulių santykis	$\alpha_e$	6,03000	-
2	Ekvivalentinis skerspjūvio plotas	$A_{eff}$	0,19150	$m^2$
3	Atstumas nuo ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro iki plokštės apatinio sluoksnio	$\gamma_{sc}$	0,14900	$m$
4	Statinis skerspjūvio momentas	$S_{eff}$	0,02849	$m^3$
5	Inercijos skerspjūvio momentas	$I_{eff}$	0,00224	$m^4$
6	Atsparumo momentas apatinio plokštės krašto atžvilgiu	$W_{eff1}$	0,01503	$m^3$
7	Atsparumo momentas viršutinio plokštės krašto atžvilgiu	$W_{eff2}$	0,01483	$m^3$

Atsparumo momentai, įvertinant plastines betono deformacijas, plokštės apačios ir viršaus atžvilgiu apskaičiuojami:

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,5 \cdot 0,01503 = 0,0226m^3 \quad (3.5.5.1)$$

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 0,01483 = 0,0223m^3 \quad (3.5.5.2)$$

### 3.5.6 Armatūros išankstinių įtempių nuostoliai

Pradiniai armatūros įtempiai, kai  $\gamma_{sp} = 1,0$ :

$$\sigma_p = \gamma_{sp} \cdot \sigma_p = 1 \cdot 1140 = 1140MPa \quad (3.5.6.1)$$

Apspaudimo jėgos P ekscentricitetas:

$$e_p = \gamma_{sc} - a_1 = 0,149 - 0,04 = 0,109m \quad (3.5.6.2)$$

Toliau skaičiuojami pirmieji armatūros lynų įtempių nuostoliai.

Nuostoliai dėl relaksacijos, kai armatūra įtempama mechaniškai:

$$\Delta\sigma_{pr} = \left( \frac{0,22 \cdot \sigma_p}{f_{p0,1k-0,1}} \right) \cdot \sigma_p = \left( \frac{0,22 \cdot 1140}{1520-0,1} \right) \cdot 1140 = 74,1MPa \quad (3.5.6.3)$$

Nuostoliai dėl temperatūrų skirtumo betone ir atsparose:

$$\Delta\sigma_r = 1,0 \cdot \Delta t = 1,0 \cdot 65 = 65,0MPa \quad (3.5.6.4)$$

Nuostoliai dėl inkaravimo deformacijų:

$$\Delta\sigma_l = \left(\frac{\Delta l}{l}\right) \cdot E_p = \left(\frac{3,125}{115500}\right) \cdot 205 \cdot 10^3 = 5,5MPa \quad (3.5.6.5)$$

Čia:  $\Delta l = 1,25 + 0,15\phi = 1,25 + 0,15 \cdot 12,5 = 3,125mm$ ;

$l = 115500mm$  –įtempiamo lyno ilgis.

Betono apspaudimo jėga atleidus armatūrą iš atsparų:

$$P_{m,0} = (\sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_r - \Delta\sigma_l) \cdot A_{p1} = (1140 - 74,1 - 65,0 - 5,5) \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,555MN \quad (3.5.6.6)$$

Betono gniuždymo įtempiai ties armatūros svorio centru nuo apspaudimo jėgos  $P_{m,0}$  ir plokštės savojo svorio sukeliama lenkimo momento  $M_{Egd}$ :

$$\sigma_{cp1} = \frac{P_{m,0}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,0} \cdot e_p (\gamma_{sc} - a_1)}{I_{eff}} - \frac{M_{Egd} (\gamma_{sc} - a_1)}{I_{eff}} = \frac{0,555}{0,1915} + \frac{0,555 \cdot 0,109(0,149 - 0,04)}{0,00224} - \frac{0,06107(0,149 - 0,04)}{0,00224} = 2,870MPa \quad (3.5.6.7)$$

Čia:  $M_{Egd}$ -plokštės savojo svorio sukeltas charakteristinis lenkiamasis momentas:

$$M_{Egdk} = \frac{g_{ds} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{5,357 \cdot 9,55^2}{8} = 61,07kNm \quad (3.5.6.8)$$

Įtempimų nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc1,1} = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}}\right) = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{2,870}{0,8 \cdot 35}\right) = 3,485MPa \quad (3.5.6.9)$$

Įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\sigma_{cp2} = \frac{P_{m,0}}{A_{eff}} - \frac{P_{m,0} \cdot e_p (h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Egd} (h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} = \frac{0,555}{0,1915} - \frac{0,555 \cdot 0,109(0,3 - 0,149)}{0,00224} + \frac{0,06107(0,3 - 0,149)}{0,00224} = 2,937MPa \quad (3.5.6.10)$$

Įtempimų nuostoliai tariamoje gniuždomosios zonos armatūroje dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc1,2} = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{\sigma_{cp2}}{f_{cp}}\right) = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{2,937}{0,8 \cdot 35}\right) = 3,566MPa \quad (3.5.6.11)$$

Pirmieji armatūros išankstinių įtempimų nuostoliai:

$$\sum \Delta\sigma_{p1} = \Delta\sigma_{pr} + \Delta\sigma_r + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{pc1,1} = 74,1 + 65,0 + 5,5 + 3,485 = 148,085MPa \quad (3.5.6.12)$$

Antrieji armatūros išankstinių įtempimų nuostoliai:

Kai betono klasė C35/45 ir gaminiai kienami šildant, įtempimų nuostoliai dėl betono susitraukimo:  $\Delta\sigma_{pc} = 50MPa$ .

Betono apspaudimo jėga, vertinant ir pirmuosius įtempių nuostolius:

$$P_{m,1} = (\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1})/A_{p1} = (1140 - 148,085)/5,58 \cdot 10^{-4} = 1,778MN \quad (3.5.6.13)$$

Betono gniuždymo įtempiai ties armatūros svorio centru, kuriuos sukelia  $P_{m,1}$ :

$$\sigma_{cp1} = \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,1} \cdot e_p (\gamma_{sc} - a_1)}{I_{eff}} = \frac{1,778}{0,1915} + \frac{1,778 \cdot 0,109(0,149 - 0,04)}{0,00224} = 18,715MPa \quad (3.5.6.14)$$

Armatūros įtempių nuostoliai dėl ilgalaikio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc2,1} = 0,85 \cdot 150 \left( \frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} \right) = 0,85 \cdot 150 \left( \frac{18,715}{0,8 \cdot 35} \right) = 85,22MPa \quad (3.5.6.15)$$

Įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\sigma_{pc2} = \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,1} \cdot e_p (h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} = \frac{1,778}{0,1915} + \frac{1,778 \cdot 0,109(0,3 - 0,149)}{0,00224} = 22,349MPa \quad (3.5.6.16)$$

Antrieji armatūros įtempių nuostoliai:

$$\sum \Delta\sigma_{pc2} = \Delta\sigma_{pc} + \Delta\sigma_{pc2,1} = 50,0 + 85,22 = 135,22MPa \quad (3.5.6.17)$$

Suminiai armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Delta\sigma_{p,com} = \sum \Delta\sigma_{pc1} + \sum \Delta\sigma_{pc2} = 148,085 + 135,22 = 283,305MPa \quad (3.5.6.18)$$

Armatūros išankstiniai įtempiai, atmetus visus nuostolius:

$$\sigma_{pm} = \sigma_p - \Delta\sigma_{p,com} = 1140 - 283,305 = 856,695MPa \quad (3.5.6.19)$$

Vidutinė betono apspaudimo jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius:

$$P_m = \sigma_{pm} \cdot A_{p1} = 856,695 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,478MN \quad (3.5.6.20)$$

Betono apspaudimo jėgos reikšmės, tinkamumo ribiniams būviams:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 1,10 \cdot 0,478 = 0,526MN \quad (3.5.6.21)$$

$$P_{d,inf} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 0,90 \cdot 0,478 = 0,430MN \quad (3.5.6.22)$$

### 3.5.7 Normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas

Skaičiavimai vykdomi pagal 3.11 pav. esančią schemą, atsižvelgiant į anksčiau gautus duomenis.

$$\xi_{lim} = \frac{0,682}{1 + \frac{793}{500} \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,426$$

Čia:  $\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - (\sigma_p - \Delta\sigma_{p,com}) = 1250 + 400 - (1026 - 283,305) = 793MPa$ ;

Armatūros darbo sąlygų koeficientas  $\gamma_{s6}$  - nekinta, toliau imamas  $\gamma_{sp} = 1,15$ .

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{\gamma_{s6} f_{pd} A_{p1}}{b_{eff} f_{cd}} = \frac{1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}}{1,147 \cdot 21} = 0,033m < h_{eff} = 0,04m \quad (3.5.7.1)$$

$$\xi_{eff} = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{0,033}{0,26} = 0,127 < \xi_{lim} = 0,426 \quad (3.5.7.2)$$

Tikrinama sąlyga:

$$M_{Rd} = \gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1}(d - 0,5 \cdot x_{eff}) = 1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}(0,26 - 0,5 \cdot 0,033 = 0,195MNm > M_{Ed} = 0,155MNm \quad (3.5.7.3)$$

Sąlyga tenkinama, plokštės normalinio pjūvio stiprumas – pakankamas.

### 3.5.8 Įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas skersinių jėgų atžvilgiu

Gelžbetoninės plokštės įstrižųjų pjūvių stipriui apskaičiuoti imamas jos ekvivalentiško skerspjūvio 3.12 pav. A) fragmentas, kurio plotis – atstumas tarp kiaurymių centrų:  $b_{eff} = 0,218m$ ; atstumas tarp kiaurymių:  $b_w = 0,05m$ . Tokio fragmento charakteristikos:  $A_{eff} = 0,0364m^2$ ;  $\gamma_{sc} = 0,149m$ ;  $I_{eff} = 0,00037m^4$ ; kiekvieno išilginio lyno išankstinio įtempimo jėga, įvertinus visus nuostolius  $P_{m\infty} = 856,695 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}/6 = 0,08MN$ .

Skaičiuotinė apkrova -  $g_d = 7,312kN/m^2$ ; laikinoji apkrova –  $q_d = 4,05kN/m^2$ .

Apkrovų poveikiai ekvivalentiško skerspjūvio ruožui:

Nuo visų apkrovų:

$$p_d = (g_d + q_d) \cdot b_{eff} = (7,312 + 4,05) \cdot 0,218 = 2,477kN/m \quad (3.5.8.1)$$

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių apkrovų:

$$p_{eff,d} = (g_d + q_d) \cdot b_{eff} = (7,312 + 3,83) \cdot 0,218 = 2,429kN/m \quad (3.5.8.2)$$

Didžiausia skersinė jėga prie atramos krašto:

$$V_{Ed,max} = (p_d \cdot l_{eff})/2 = (2,477 \cdot 9,55)/2 = 11,828kN \quad (3.5.8.3)$$

Tikrinama sąlyga, ar plokštė atitinka stiprumo sąlygą be skersinės armatūros:

$$2,5 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 2,5 \cdot 1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26 = 0,043MN > V_{Ed,max} = 0,012MN \quad (3.5.8.4)$$

Sąlyga tenkinama. Gelžbetoninė perdangos plokštė konstruojama be skersinės armatūros.

Normaliniai betono įtempiai ties elemento skerspjūvio svorio centru:

$$\sigma_x = \sigma_c = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{P_{m\infty}}{A_{eff}} = \frac{0,08}{0,0364} = 2,20MPa < 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 21 = 10,5MPa \quad (3.5.8.5)$$

Apskaičiuojamas plokštės ruožo ilgis nuo atramos krašto, kuriame saugos ribiniame būvyje neatsiranda normalinių plyšių:

$$M_{Ed} = 0,5((g_d + q_d)l_{eff} \cdot l_1 - (g_d + q_d)l_1^2) = M_{cr,d} \quad (3.5.8.6)$$

Skaičiavimams supaprastinti priimama:  $W_{pl} = 1,5 \cdot W_{eff}$  ir  $\varphi = 0,9$ .



$$W_{eff} = \frac{l_{eff}}{\gamma_{sc}} = \frac{0,00037}{0,149} = 0,00248m^3 \quad (3.5.8.7)$$

$$W_{pl} = 1,5 \cdot W_{eff} = 1,5 \cdot 0,00248 = 0,00372m^3 \quad (3.5.8.8)$$

$$r = \varphi \cdot \frac{W_{eff}}{A_{eff}} = 0,9 \cdot \frac{0,00248}{0,0364} = 0,061m \quad (3.5.8.9)$$

$$M_{cr,d} = f_{ctd} \cdot W_{pl} + P_{m\infty}(e_p + r) = 1,32 \cdot 0,00372 + 0,08(0,109 + 0,061) = 0,019MNm \quad (3.5.8.10)$$

Remiantis 3.5.8.6 formule apskaičiuojamas  $l_1$ :

$$l_1 = \frac{l_{eff}}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_{eff}}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot M_{cr,d}}{(g_d + q_d)}} = \frac{9,55}{2} - \sqrt{\left(\frac{9,55}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 0,019}{2,477 \cdot 10^{-3}}} = 2,044m > c_{max} = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,26 = 0,52m \quad (3.5.8.11)$$

Normaliniai plyšiai neatsiranda ilgame elemento ruože, todėl tikrinamas plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas, priimant:  $c = l_1 = 2,044m$ .

Imant  $N_{Ed} = P_{m\infty}$ , koeficientai:  $\varphi_{c4} = 1,5$ ;  $\varphi_{c3} = 0,6$ ;

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot P_{m\infty}}{f_{ctd} \cdot b_w \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 0,08}{1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26} = 0,466 < 0,5 \quad (3.5.8.12)$$

$$M_{c4} = \varphi_{c4}(1 + \varphi_n)f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = 1,5(1 + 0,466)1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26^2 = 0,0098MNm \quad (3.5.8.13)$$

$$V_{Rd,c,min} = \varphi_{c3}(1 + \varphi_n)f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,6(1 + 0,466)1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26 = 0,015MN \quad (3.5.8.14)$$

Ekvivalentiško skerspjūvio dalies, esančios virš neutralios ašies, statinis momentas apie ašį:

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_{eff}(h - \gamma_{sc})^2 - \frac{\varnothing_h^3}{12} = 0,5 \cdot 0,218(0,3 - 0,149)^2 - \frac{0,2^3}{12} = 0,0018m^3 \quad (3.5.8.15)$$

Nepaisant svarbiausių gniuždymo įtempių, dydis  $V_{cr,d}$  apskaičiuojamas:

Kerpamasis stipris:

$$\tau_{xy,Rd} = f_{ctd}\sqrt{1 + \sigma_x/f_{ctd}} = 1,32\sqrt{1 + 10,5/1,32} = 3,95MPa \quad (3.5.8.16)$$

$$\gamma_{mc,lim} = 1 - 0,2 - \alpha \cdot f_{ck,cube} = 1 - 0,2 - 0,01 \cdot 45 = 0,35 \quad (3.5.8.17)$$

Ribinė kerpamojo įtempio reikšmė:

$$\tau_{xy,lim} = f_{cd}\sqrt{\gamma_{mc,lim}\left(\gamma_{mc,lim} - \frac{\sigma_x}{f_{cd}}\right)} = 21\sqrt{0,35\left(0,35 - \frac{2,2}{21}\right)} = 6,15MPa > \tau_{xy,Rd} = 3,95MPa \quad (3.5.8.18)$$

Įtempiai apskaičiuoti teisingai.

Apskaičiuojama įstrižuosius plyšius sukelti kerpamoji jėga:

$$V_{cr,d} = b_w\left(\frac{l_{eff}}{S_{eff}}\right) \cdot \tau_{xy,Rd} = 0,05\left(\frac{0,00037}{0,0018}\right) \cdot 3,95 = 0,0406MN \quad (3.5.8.19)$$

Įstrižojo pjūvio projekcijos ilgis:

$$c = \frac{M_{c4}}{V_{cr,d}} = \frac{0,0098}{0,0406} = 0,241m < c_{max} = 0,65m \quad (3.5.8.20)$$

Kadangi:  $c = 0,241m < l_1 = 2,044m$ , tai ruože  $c = 0,241m$  normalinių plyšių neatsiras.

Patikrinamos dar dvi įstrižųjų pjūvių stiprumo sąlygos, kai projekcijos ilgis -  $c = 0,241m$ :

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - c \cdot p_{eff,d} = 11,828 - 0,241 \cdot 2,429 = 11,243kN < V_{cr,d} = 40,6kN \quad (3.5.8.21)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - l_1 \cdot p_{eff,d} = 11,828 - 2,044 \cdot 2,429 = 6,863kN < V_{Rd,c,min} = 15kN \quad (3.5.8.22)$$

Sąlygos tenkinamos, skersinės armatūros plokštėje nereikia.

Ignoruojant normalinių plyšių nebuvimą ruože prie atramų patikrinama sąlyga:

$$V_{Ed,max} \leq \sqrt{M_{c4} \cdot p_{eff,d}} = \sqrt{0,0098 \cdot 2,429} = 4,879kN < V_{Rd,c,min} = 15kN \quad (3.5.8.23)$$

$$V_{Ed,max} = 11,828 < V_{Rd,c,min} = 15kN$$

Sąlyga tenkinama, skersinės armatūros plokštėje nereikia.

### 3.5.9 Plokštės ribinių būvių skaičiavimai gamybos, transportavimo ir montavimo metu

Plokštės saugos ir tinkamumo ribiniai būviai tikrinami pavojingiausiose laikinose situacijose, t.y. kai plokštė gaminama, transportuojama ir montuojama. Visų etapų metu plokštė keliama specialiu įrengimu – sija su griebtuvais. Atstumas nuo griebtuvo galo iki plokštės krašto:  $l_c = 0,5m$ .

Apskaičiuojamas viršutinio krašto pleišėtumas apspaudžiant plokštę. Pradedama nuo apspaudimo jėgos ir plokštės savojo svorio sukkelto lenkimo momento, atleidžiant armatūrą nuo atsparų skaičiavimo:

$$r_{inf} = \varphi \cdot W_{eff,2} / A_{eff} = 1,0 \cdot 0,01483 / 0,1915 = 0,077m \quad (3.5.9.1)$$

$$M_{Egpd} = P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) - M_{Egd} = 0,526(0,109 - 0,077) - 0,0987 = -0,082MNm \quad (3.5.9.2)$$

$$M_{egs} = g_{ds} \cdot l_k^2 / 8 = 5,357 \cdot 9,6^2 / 8 = 0,062MNm \quad (3.5.9.3)$$

Čia:  $l_k$  – plokštės konstrukcinis ilgis.

Kadangi plokštės savojo svorio sukeltas momentas yra neigiamas, tai gamybos metu plokštės viršutinėje dalyje tempimo nebus ir plyšiai neatsiras.

Apskaičiuojamas viršutinio krašto pleišėtumas transportavimo ir montavimo metu.

Apskaičiuojamas skaičiuotinis plokštės savojo svorio sukeltas lenkimo momentas gembėje, imant dinamiškumo koeficientą  $\gamma_d = 1,6$ :

$$M_{Egd} = g_{ds} \cdot l_c^2 / 2 = 5,357 \cdot 0,5^2 / 2 = 0,670 \text{ kNm} \quad (3.5.9.4)$$

Didžiausi betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,sup}}{A_{eff}} + \frac{P_{d,sup} \cdot e_p + M_{Egd}}{W_{eff1}} = \frac{0,526}{0,1915} + \frac{0,526 \cdot 0,109 + 0,670}{0,01503} = 5,112 \text{ MPa} \quad (3.5.9.5)$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{cp}} = 1,6 - \frac{5,112}{28} = 1,417 > 1,0 \quad (3.5.9.6)$$

Priimamas:  $\varphi = 1,0 > 0,7$ .

Atstumas nuo skerspjuvio svorio centro iki branduolio viršūnės, labiausiai nutolusios nuo tempiamo krašto pagal 3.5.9.1 formulę:

$$r_{inf} = 1,0 \cdot 0,01483 / 0,1915 = 0,077 \text{ m}$$

Priimama:  $M_r = M_{Egd} = 0,001 \text{ MNm}$

$$P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) + M_r = 0,526(0,109 - 0,077) + 0,001 = 0,017 \text{ MNm} < f_{cptk} \cdot W_{pl2} = 1,76 \cdot 0,02225 = 0,039 \text{ MNm} \quad (3.5.9.7)$$

Sąlyga tenkinama. Transportuojant ir montuojant plokštes, plyšių viršutinėje dalyje neatsiras. Plokštės stiprumas tikrinamas pavojingoms laikinoms situacijoms – gamybos, transportavimo ir montavimo. Dėl armatūros nenaudojimo viršutinėje plokštės dalyje, ta plokštės dalis dirba kaip betoninio elemento zona. Tai normalinio pjūvio stiprumą galima būtų tikrinti pagal necentriškai gniuždomų elementų skaičiavimo metodiką. Kad plokštė nesuirs gamybos metu, galima spręsti pagal anksčiau gautus skaičiavimus. Transportuojant plokštės betono įtempiai:  $\sigma_{c,max} = 5,112 \text{ MPa} < f_{cpd} = 28 \text{ MPa}$ . Plokštė tinkama naudoti visose trumpalaikėse situacijose.

### 3.5.10 Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas

Normalinių plyšių atsiradimas.

Plokštės viršutinėje dalyje gamybos metu plyšių neatsiranda, todėl koeficientas  $\lambda = 0$ . Didžiausi betono gniuždymo įtempiai dėl išorinių apkrovų ir betono apspaudimo jėgos poveikio:

$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} + \frac{P_{d,inf} \cdot e_p(h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Ed}(h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} = \frac{0,430}{0,1915} + \frac{0,430 \cdot 0,109(0,3 - 0,149)}{0,00224} + \frac{0,115(0,3 - 0,149)}{0,00224} = 13,157 \text{ MPa} \quad (3.5.10.1)$$

Koeficientas  $\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{13,157}{35} = 1,224 > 1,0$ ; priimama  $\varphi = 1,0 > 0,7$ .

Atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro iki branduolio viršūnės, labiausiai nutolusios nuo tempiamosios zonos krašto:

$$r_{sup} = \varphi \cdot W_{eff,1}/A_{eff} = 1,0 \cdot 0,01503/0,1915 = 0,079m \quad (3.5.10.2)$$

Normalinių plyšių atsiradimo momentas plokštės naudojimo metu:

$$M_{cr} = f_{ctk} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf}(e_p + r_{sup}) = 2,2 \cdot 0,002255 + 0,430(0,109 + 0,079) = 0,130MNm > M_{Ed} = 0,115MNm \quad (3.5.10.3)$$

Sąlyga tenkinama. Naudojimo metu kiaurymėtoje plokštėje normalinių plyšių neatsiras.

Įstrižųjų plyšių atsiradimas.

Pleišėtumas tikrinamas pjūvyje, kuriame apspaudimo jėga -  $P = P_{d,inf} = 0,430MPa$  iki galo perduodama betonui ir prie atramos vidinio krašto.

Pleišėtumo nustatymas 1-1 pjūvyje. Įtemptosios armatūros įtempių perdavimo zonos ilgis:

$$l_{pt} = 1,2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \varnothing \cdot \frac{\sigma_{pi}}{f_{bpt}} = 1,2 \cdot 1,25 \cdot 0,19 \cdot 12,5 \cdot \frac{995}{2,96} = 1,198m \quad (3.5.10.4)$$

Čia:  $\alpha_1 = 1,25$  – staigiai apspaudžiant plokštės skerspjūvį;

$\alpha_2 = 1,25$  – lyninei armatūrai;

$\varnothing = 12,5$  – armatūros skersmuo;

$\sigma_{pi} = \sigma_{pi} - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l = 1140 - 74,1 - 65,0 - 5,5 = 995MPa$  – armatūros įtempei atleidus ją nuo atsparų;

$f_{bpt} = \eta_{p1} \cdot \eta_1 \cdot f_{ctd} = 3,2 \cdot 0,7 \cdot 1,32 = 2,96MPa$  – armatūros ir betono sankibos įtempiai.

Plokštės skerspjūvio dalies, esančios virš jo svorio centro, statinis momentas:

$$S_{eff1} = (b_{eff} - b_w)h_{eff}(h - \gamma_{sc} - 0,5 \cdot h_{eff}) + 0,5b_w(h - \gamma_{sc})^2 = (1,147 - 0,307)0,04(0,3 - 0,149 - 0,5 \cdot 0,04) + 0,5 \cdot 0,307(0,3 - 0,149)^2 = 0,0079m^3 \quad (3.5.10.5)$$

Skersinė jėga 1-1 pjūvio ruože:

$$V_{Ed1} = \frac{V_{Ed,max}(0,5 \cdot l_{eff} - (l_{pt} - 0,5 \cdot a))}{0,5 \cdot l_{eff}} = \frac{0,012(0,5 \cdot 9,55 - (1,198 - 0,5 \cdot 0,4))}{0,5 \cdot 9,55} = 0,01MN \quad (3.5.10.6)$$

Tangentiniai betono įtempiai skerspjūvio svorio centre:

$$\tau_{xy1} = \frac{V_{Ed1} \cdot S_{eff}}{I_{eff} \cdot b_w} = \frac{0,01 \cdot 0,0079}{0,00224 \cdot 0,307} = 0,115MPa \quad (3.5.10.7)$$

Normaliniai betono įtempiai:

$$\sigma_{x1} = \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} = \frac{0,430}{0,1915} = 2,245MPa \quad (3.5.10.8)$$

Svarbiausieji betono tempimo įtempiai:

$$\sigma_{mt} = \frac{\sigma_{x1}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x1}}{2}\right)^2 + \tau_{xy1}^2} = -\frac{2,245}{2} + \sqrt{\left(\frac{2,245}{2}\right)^2 + 0,115^2} = 0,0059MPa \quad (3.5.10.9)$$

Svarbiausieji betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{mc} = \frac{\sigma_{x1}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x1}}{2}\right)^2 + \tau_{xy1}^2} = -\frac{2,245}{2} - \sqrt{\left(\frac{2,245}{2}\right)^2 + 0,115^2} = -2,25MPa \quad (3.5.10.10)$$

Tikrinama sąlyga:  $\sigma_{mt} \leq \gamma_{c,cr} \cdot f_{ctk}$

$$\gamma_{c,cr} = \frac{1 - \frac{\sigma_{mc}}{f_{ck}}}{(0,2 + \alpha \cdot f_{ck,cube})} = \frac{1 - \frac{2,25}{35}}{(0,2 + 0,01 \cdot 45)} = 1,38 > 1,0 \quad (3.5.10.11)$$

Priimama:  $\gamma_{c,cr} = 1,0$

$$\sigma_{mt} = 0,0059 \leq 1,0 \cdot 2,2 = 2,2MPa$$

Sąlyga tenkinama. Įstrižieji plyšiai neatsiras.

Pleišėtumo nustatymas 2-2 pjūvyje. Betono apspaudimo jėga šiame pjūvyje:

$$P_{d,inf2} = \frac{P_{d,inf} \cdot l_x}{l_{pt2}} = \frac{0,430 \cdot 0,1}{1,198} = 0,036MPa \quad (3.5.10.12)$$

Tangentiniai betono įtempiai skerspjūvio svorio centre:

$$\tau_{xy2} = \frac{V_{Ed,max} \cdot S_{eff}}{I_{eff} \cdot b_w} = \frac{0,012 \cdot 0,0079}{0,00224 \cdot 0,307} = 0,137MPa \quad (3.5.10.13)$$

Normaliniai betono įtempiai:

$$\sigma_{x2} = \frac{P_{d,inf2}}{A_{eff}} = \frac{0,036}{0,1915} = 0,19MPa \quad (3.5.10.14)$$

Betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{y2} = \frac{\varphi_y \cdot V_{Ed,max}}{b_w \cdot d} = \frac{0,02 \cdot 0,012}{0,307 \cdot 0,26} = 0,003MPa \quad (3.5.10.15)$$

Čia:  $\varphi_y = 2 \cdot \beta^2 / \pi \left( \frac{3-2\beta}{(0,1+\alpha^2)^2} - \frac{\beta}{\alpha^2+\beta^2} \right) = 2 \cdot 0,5^2 / \pi \left( \frac{3-2 \cdot 0,5}{(0,1+0,17^2)^2} - \frac{0,5}{0,17^2+0,5^2} \right) = 0,02$ ;

$\beta = \gamma_{sc} / h = 0,149 / 0,3 = 0,5$ ;

$\alpha = 0,5 \cdot l_x / h = 0,5 \cdot 0,1 / 0,3 = 0,17$ .

Svarbiausieji betono tempimo įtempiai:

$$\sigma_{mt} = \frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} + \sqrt{\left(\frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2}\right)^2 + \tau_{xy2}^2} = \frac{(-0,19 + 0,003)}{2} + \sqrt{\left(\frac{(-0,19 + 0,003)}{2}\right)^2 + 0,137^2} = 0,072MPa \quad (3.5.10.16)$$

Svarbiausieji betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{mc} = \frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} - \sqrt{\left(\frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2}\right)^2 + \tau_{xy2}^2} = \frac{(-0,19 + 0,003)}{2} - \sqrt{\left(\frac{(-0,19 + 0,003)}{2}\right)^2 + 0,137^2} = -0,259MPa \quad (3.5.10.17)$$

Pagal 3.5.10.11 formulę:

$$\gamma_{c,cr} = \frac{1 - \frac{\sigma_{mc}}{f_{ck}}}{(0,2 + \alpha \cdot f_{ck,cube})} = \frac{1 - \frac{0,259}{35}}{(0,2 + 0,01 \cdot 45)} = 1,53 > 1,0$$

Priimama:  $\gamma_{c,cr} = 1,0$

$$\sigma_{mt} = 0,072MPa \leq 1,0 \cdot 2,2 = 2,2MPa$$

Sąlyga tenkinama. Įstrižieji plyšiai neatsiras.

### 3.5.11 Plokštės įlinkio apskaičiavimas

Dėl normalinių plyšių nebuvimo plokštėje, naudojimo metu, suminis kreivis apskaičiuojamas:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (3.5.11.1)$$

Čia:  $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ - kreivis nuo kintamųjų poveikių, apskaičiuojamas pagal kintamąją apkrovą padauginą 0,3 karto;

$\left(\frac{1}{r}\right)_2$ - kreivis nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių, neįvertinant išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m0}$ ;

$\left(\frac{1}{r}\right)_3$ - kreivis dėl elemento išlinkio nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m0}$ , esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai;

$\left(\frac{1}{r}\right)_4$ - kreivis dėl elemento išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m0}$ .

Apkrovų poveikių efektai (įrašos):

Lenkimo momentas nuo kintamojo poveikio (trumpalaikės dalies):

$$M_{egd} = 0,3 \cdot q_d \cdot l_{eff}^2 / 8 = 0,3 \cdot 4,05 \cdot 9,55^2 / 8 = 13,851kNm \quad (3.5.11.2)$$

Lenkimo momentas nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių:  $M_{egd} = 98,72kNm$ ;

Išankstinio apspaudimo poveikis:  $P_{m0} = 0,555MN$ .

Apskaičiuojami plokštės kreiviai:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{egd}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,139}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 2,14 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.3)$$

Čia:  $\varphi_{c1} = 0,85$  – normaliajam betonui.

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{egd} \cdot \varphi_{c2}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,139 \cdot 2,0}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 42,94 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.4)$$

Čia:  $\varphi_{c2} = 2,0$  – normaliajam betonui, kai aplinkos drėgmė 50%.

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_{m0} \cdot e_p}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,555 \cdot 0,109}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 9,34 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.5)$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2}}{d} = \frac{(6,766 - 2,613) \cdot 10^{-4}}{0,26} = 15,97 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.6)$$

Čia:  $\varepsilon_{c1} = \sigma_{c1}/E_s = (\Delta\sigma_{pc1,1} + \Delta\sigma_{pc2,1} + \Delta\sigma_{ps})/E_s = (3,485 + 85,22 + 50)/205 \cdot 10^3 = 6,766 \cdot 10^{-4} m^{-1}$ ;

$\varepsilon_{c2} = \sigma_{c1}/E_s = (\Delta\sigma_{pc1,2} + \Delta\sigma_{pc2,2} + \Delta\sigma_{ps})/E_s = (3,566 + 0 + 50)/205 \cdot 10^3 = 2,613 \cdot 10^{-4} m^{-1}$ ;

Suminis plokštės kreivis:

$$l/r = (2,14 + 42,94 - 9,34 - 15,97) \cdot 10^{-4} = 19,77 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.7)$$

Plokštės įlinkis:

$$d = \left(\frac{l}{r}\right) \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot l_{eff}^2 = 19,77 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot 9,55^2 = 0,0189m = 18,9mm \quad (3.5.11.8)$$

Plokštės ribinis įlinkis:

$$d_{lim} = \frac{l_{eff}}{222} = 9,55/222 = 0,043m = 43mm \quad (3.5.11.9)$$

Plokštės įlinkis neviršija ribinio įlinkio. Taip pat,  $\frac{l_{eff}}{h} = \frac{9,55}{0,3} = 31,83 > 10$ , todėl įlinkio padidėjimas dėl šlities deformacijų nepaisomas.

Plokštė atitinka visus tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

## 4. Technologinė, organizacinė ir ekonominė dalys

### 4.1 Technologinė dalis

#### 4.1.1 Metalinių santvarų montavimo darbų apimčių skaičiavimas

Mokslo paskirties pastatui, suprojektuotos 18,50 m. ilgio metalinės santvaros. Numatomas nuoseklusis montavimo būdas. Montavimo darbų apimtys apskaičiuojamos nustatant santvarų tipą, kiekį ir parametrus.

4.1 lentelė. Montuojamų elementų specifikacija


Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų skaičius	Vieno elemento	Bendras
		L	B	H		masė, t	masė, t
1	2	3	4	5	6	7	8
Santvara	San-1	18,50	-	2,010	9	2,031	18,27

## 4.1.2. Krano stropų parinkimas

Kabinimo priemonės, reikalingos technologiniam procesui, parenkamos pagal montuojamų elementų specifikacijas.

Duomenys surašomi į 4.2 lentelę:

4.2 lentelė. Kabinimo priemonės

Kabinėjimo priemonės pavadinimas	Eskizas	Kabinėjimo priemonių			Pritaikymo sritis
		Keliamoji galia, t	Masė, t	Skaičiuojamasis aukštis, m	
Traversa 6650-40/2		4	0,029	1,250	Santvarai, ilginiams

## 4.1.3. Krano parinkimas

Pagal techninius rodiklius, kranai parenkami remiantis montuojamųjų elementų specifikacija, kai žinomos elementų masės, jų montavimo aukštis ir atstumas nuo krano padėties.

Skaičiuojami krano parametrai.

- Keliamosios galios skaičiavimas:

Didžiausia reikalinga krano keliamoji galia, kaip reikia pakelti metalinę santvarą:

$$Q_{reik} = Q_1 + Q_2 = 2,031 + 0,029 = 2,06t; \quad (4.1.3.1)$$

čia:  $Q_1$  – keliamosios konstrukcijos masė, t;

$Q_2$  – kabinimo priemonės masė, t.

- Reikiamas krano kablo pakėlimo aukštis:

Maksimalus reikalingas kablo aukštis, kai reikia pakelti metalinę santvarą:

$$H_{reik} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 20,085 + 0,5 + 2,010 + 1,25 = 23,845m; \quad (4.1.3.2)$$

čia:  $h_1$  – aukštis nuo krano stovėjimo plokštumos iki atramos, ant kurios remiasi montuojamas elementas;



$h_2$  – laisvas tarpas virš atramos iki montuojamo elemento (0,5 – 1,0 m);

$h_3$  – montuojamo elemento aukštis, iš 4.1 lentelės;

$h_4$  – kabinimo priemonės aukštis, iš 4.2 lentelės.

- Reikalingas bokštinio kranų strėlės siekis, santvarai pakelti:

$$L_{reik} = \frac{(H_{reik} + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} = \frac{(23,845 + 1,0 - 1,5) \cdot (18,3 + 1,5)}{1,0 + 2,365 + 1,25 + 1,0} = 41,160m; \quad (4.1.3.3)$$

čia:  $h_5$  – sutrauktų kranų skryčių aukštis ( $h_5 = 1m$ );

$h$  – strėlės lanksto aukštis nuo kranų stovėjimo lygio ( $h = 1,5m$ );

$a$  – mažiausias leidžiamas atstumas nuo kranų strėlės ašies iki sumontuotos konstrukcijos ( $a = 1,5m$ );

$b$  – atstumas, m, nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki kranų kablo projekcijos į horizontaliąją plokštumą, montuojant labiausiai nuo kranų nutolusį elementą;

$c$  – atstumas, m, nuo kranų sukimosi ašies iki strėlės lanksto projekcijos.

Pagal gautus duomenis:

- Reikiamas kranų strėlės siekis  $L_{reik} = 41,160m$ ;
- Reikiamas kranų kablo pakėlimo aukštis  $H_{reik} = 23,845m$ ;
- Reikiama kranų keliamoji jėga  $Q_{reik} = 2,06t$ .

Parenkamas automobilinis kranas – LIEBHERR 2000 HC 60, kurio:

- Keliamoji galia – 60 t;
- Maksimalus siekis – 81,4 m.

HC	m	m	m																
			38.8 39.2	48.0	50.5 50.7	51.9 53.0	59.2 60.0	62.5 63.5	65.0	66.4 67.3	71.4	74.2 75.2	76.4	79.0 80.0	81.0 81.4	84.3 85.0	90.0	96.0	100.0
1250 HC 40	79.0	40.0	32.0		24.0			19.0				14.5			12.5				
1250 HC 50	79.0	50.0	31.0			24.3		18.5				14.0			12.0				
2000 HC 60	91.8	60.0		43.0		37.5	31.0			30.0	27.5		24.7		22.0				
3150 HC 60	96.5	60.0	60.0		60.0			50.0				38.0		32.0					
3150 HC 70	95.0	70.0					50.0												
4000 HC 70	90.0	70.0												41.0			25.5		
4000 HC 80	110.0	80.0							63.0						46.0				34.0
4000 HC 100	87.8	100.0					58.0			48.0				37.0	31.0			22.5	
5000 HC 80	110.0	80.0							70.0						54.0				42.0

4.1 pav. HC bokštinių kranų sąrašas



**4.2 pav.** Bokštinis kranas LIEBHERR 2000 HC 60

#### 4.1.4. Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

4.1 lentelė. Darbo sąnaudų ir mechanizmų poreikio žiniaraštis

Kategorija	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos, žm. H			Mechanizmai			
		darbo mato vnt.	Kiekis	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui		Pavadinimas	darbo sąnaudos		
					žm. val.	žm. d.		Vienetui maš. val.	Visam darbui maš. val. maš. pam.	
4.5	Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas, kai anga iki 24 m., santvarų masė iki 3,0 t.	t.	18,27	15,40	281,36	35,17	Stacionarus kranas	0,8	14,62	1,83
							Suvirinimo transformatorius	3,9	71,25	8,91

4.2 lentelė. Medžiagų poreikio žiniaraštis

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis			
				Pavadinimas	Mato vnt.	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui
N9P-0102	Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas, kai anga iki 24 m., santvarų masė iki 3,0 t.	t	18,27	Suvirinimo elektrodai	kg	3,0	54,81
				Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	0,8	14,616
				Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	18,27
				Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1,0	18,27
				Rąstai 14-24 cm storio (spygl., 3rūš.)	m <sup>3</sup>	0,01	0,183

### 4.1.5. Darbo sąnaudų suvestinė

4.3 lentelė. Darbo sąnaudų suvestinė

Eil. Nr.	Ciklai ir procesai	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos žm.d	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos maš. pam.
1	2	3	4	5	6	7
I	Santvarų montavimas	t	18,27	35,17	Stacionarus kranas	1,83
					Suvirinimo transformatorius	8,91
						Σ=10,74

### 4.1.6. Statybinių medžiagų suvestinė

4.4 lentelė. Statybinių medžiagų suvestinė

Eil.nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
1	2	3	4
	Metalas		
1.	Suvirinimo elektrodai	kg	54,81
2.	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	14,616
3.	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	18,27
4.	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	18,27
	Medis		
5.	Rąstai 14-24 cm storio (spygl., 3rūš.)	m <sup>3</sup>	0,183

### 4.1.7. Metalinių santvarų montavimas

Keliamos santvaros apatiniuose tempiamosios juostos elementuose nuo savojo svorio atsiranda gniuždymo įtempių, kurie gali santvarą deformuoti. Prieš montuojant tokias santvaras būtina laikinai sustiprinti rąstais arba pusrąščiais. Rąstai prie santvaros tvirtinami iš abiejų pusių varžtais arba apkabomis.

Ilgos santvaros, tokios kaip suprojektuota, stropuojamos skersėmis. Jeigu norima kelti sustambintus dviejų ar daugiau santvarų blokus, tai būtina naudoti keturšakius kabinius arba skerses.

Pastatytos į vertikalią padėtį santvaros fiksuojamos dviejose vietose, naudojant specialius laikiklius. Erdviniam standumui užtikrinti, santvaros tarp savęs jungiamos denginio konstrukcijos ilginiais arba apkrovas išskirstančiu lakštu. Metalinės konstrukcijos sandūrose, pagal projektavimo atvejį, suvirinamas, suknedijamos arba tvirtinamos varžtais.

#### **4.1.8. Darbų kokybė ir kontrolė**

Visus pagrindinius statybinių konstrukcijų montavimo darbų kokybės reikalavimus normuoja statybinės taisyklės ir normos, kurių pagrindu yra sudarytos visos statybos ir montavimo darbų vykdymo ir priėmimo techninės sąlygos.

Kokybės kontrolė prasideda nuo į statybietę atvežtų surenkamų elementų priėmimo iki pastato atidavimo eksploatuoti. Visi į statybietę atvežti elementai privalo turėti atitikties deklaraciją bei projekto matmenis. Taip pat, gaminių nuokrypiai negali viršyti nustatytų normatyvų.

Statybos ir montavimo aikštelėje konstrukcinius elementus kokybiškai įvertinti privalo konstrukcijų montavimo organizacija, techninė priežiūra ir pats užsakovas. Jeigu nutinka taip, kad konstrukcijos yra netinkamos naudojimui, į gamyklas išsiunčiamos reklamacijos, o konstrukcijos brokuojamos.

Konstrukcijų montažinė padėtis tikrinama du kartus, naudojant geodezinius prietaisus. Pirmą kartą, kai konstrukcija laikinai įtvirtinama, antrą, kai konstrukcija galutinai įtvirtinama.

Konstrukcijų montavimo nuokrypiai neturi būti didesni už leistinus pagal 4.7 lentelę.

**4.7 lentelė.** Leistinos nuokrypos montuojant plienines konstrukcijas

Nuokrypos	Leistina nuokrypa, mm
Santvarų ir rygelių atraminių mazgų altitudžių nuokrypos	±20
Atstumo tarp santvarų viršutinių juostų ašių nuokrypos	±15

Montuojant metalines konstrukcijas, būtina tikrinti virintinių siūlių kokybę, varžtų padėtį montavimo sandūrose ir kita. Dažniausiai virintinių siūlių kontrolė vykdoma vizualiai, atliekant mechaninius, rentgenoskopinius ar kitokius specialius tyrimus. Jei

nustatoma, kad yra defektinių virintinių siūlių, tai jos pašalinamos, o konstrukcijos suvirinamos iš naujo.

Pabaigus montuoti konstrukcijas, visi atlikti darbai yra priimami bei surašomi jų atlikimo aktai. Tarpinė priėmimo ir perdavimo kontrolė atliekama pabaigus darbus, kurių negalima patikrinti įvykdžius tolimesnius darbus.

#### **4.1.9. Darbų sauga**

Jei montuojant konstrukcijas pučia labai stiprus vėjas, atlikti montavimo darbus griežtai draudžiama. Montuotojai privalo dėvėti ryškios spalvos darbinis drabužius ir dirbti su apsauginiais šalmais. Draudžiama dirbti po montuojamomis konstrukcijomis.

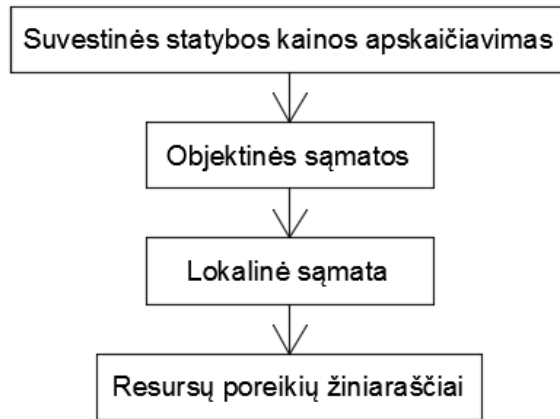
Draudžiama būti ant konstrukcijų, kurios yra transportuojamos ar keliamos kranu. Jei darbo procesas nutraukiamas, draudžiama palikti pakeltus ant kranu kablo elementus. Juos būtina nuleisti ant tam skirtų vietų. Visi statybos vadovai, montuotojai ir darbininkai, dirbantieji kranu veikimo zonoje, privalo žinoti konstrukcijų kėlimo tvarką bei montavimo darbų signalus.

Kranininkui nurodymus ir signalus duoda tik vienas, tam darbui paskirtas asmuo – montuotojų brigadininkas, stropininkas ar grandininkas. Šiam darbui paskirtas asmuo turi būti aiškiai išskiriamas iš kitų darbininkų, kad kranininkas galėtų nesiblaškydamas klausyti jam duodamų nurodymų. Signalą „STOP“ gali paduoti bet kuris darbuotojas, kuris pastebėjo gresiantį pavojų. Ypač svarbiais atvejais, signalas turi būti paduodamas inžinerinės technikos darbuotojo nurodymais. Kad perkeliama konstrukcija ir elementai nesiūbuotų ar nesisukiotų, jų kėlimo metu, privaloma juos prilaikyti virvių ar lankstaus plono lyno atotampomis.

### **4.2. Konstrukcijų montavimo ekonominis palyginimas**

Skaičiuojamoji statybos kaina apima tyrinėjimo, projektavimo, bendrųjų ir specialiųjų darbų statybos vertę, įrenginių įsigijimo, montavimo, derinimo ir išbandymo, techninio personalo apmokymo ir kitas investuotojo išlaidas, susijusias su statinio statyba bei jo priėmimu naudoti.

Statinių statybos skaičiuojamųjų kainų nustatymo tikslas – apskaičiuoti ir iš anksto numatyti ekonomiškai pagrįstas statinių projektinių sprendimų parengimo, įgyvendinimo, statinių statybos vykdymo, projekto valdymo ir kitas išlaidas ir atsižvelgiant į rinkos sąlygas, rangos sudarymo prielaidas, baigiamuosius statybos sutarties rezultatus, atsiskaitymo už atliktus darbus būdus, planuoti bendrą investicijų poreikį ir suformuoti skaičiuojamąją statybos kainą.



4.3 pav. Sąmatinės dokumentacijos sudėtis

Lokalinė sąmata sudaroma kiekvienam statiniui arba jo daliai atskirai, remiantis detaliųjų išteklių poreikio žiniaraščiais arba darbų kiekio sąrašais, medžiagų poreikio, mechanizmų poreikio ir darbo sąnaudų poreikio žiniaraščiais. Lokalinėse sąmatose įvardijami darbai, jų kiekis, kaina ir bendroji darbų vertė. Pabaigose suformuojami resursų arba statybos išteklių žiniaraščiai. Šie žiniaraščiai reikalingi statybos projekto numatytiems darbams atlikti. Statybos išteklių poreikių žiniaraštį sudaro šios dalys: darbų kiekių žiniaraštis, mechanizmų poreikio žiniaraštis, medžiagų poreikio žiniaraštis bei darbo sąnaudų poreikio žiniaraštis. Dokumentai reikalingi sąmatiniai dokumentacijai nurodyti 4.3 paveiksle.

Skirtingų konstrukcijų montavimo kainų palyginimui sudarytos lokalinės sąmatos. Bendrą konstrukcijos sumontavimo kainą sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.

Tiesiogines išlaidas sudaro:

- statinio statybos darbų išlaidos;
- statybvietės išlaidos.

Netiesiogines išlaidas sudaro:

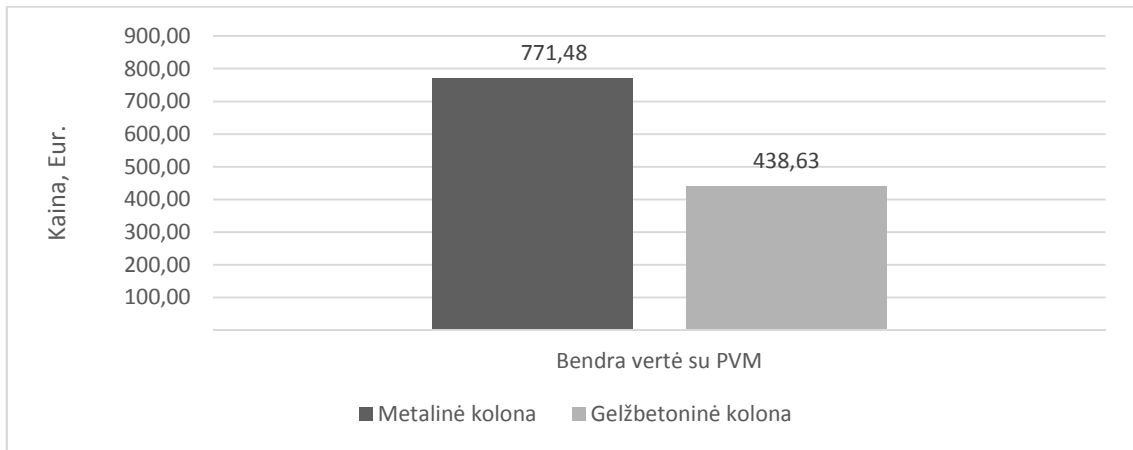
- pridėtinės išlaidos (30% nuo visų darbininkų darbo užmokesčio);
- pelnas (5% nuo tiesioginių, pridėtinių, socialinio draudimo ir kitų išlaidų sumos).

Magistrantūros baigiamajame darbe pateikiamas dviejų, skirtingo medžiagiškumo konstrukcijų variantų palyginimo lokalinės sąmatos. Pirma lyginamoji konstrukcija – gelžbetoninė kolona (suprojektuota 3.3 skyriuje). Antra lyginamoji konstrukcija – metalinė pastovaus skerspjūvio kolona (suprojektuota 3.4 skyriuje). Kolonų montavimo lokaliųjų sąmatų skaičiavimai pateikti 4 priede. Lokalinės sąmatos sudarytos sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“.

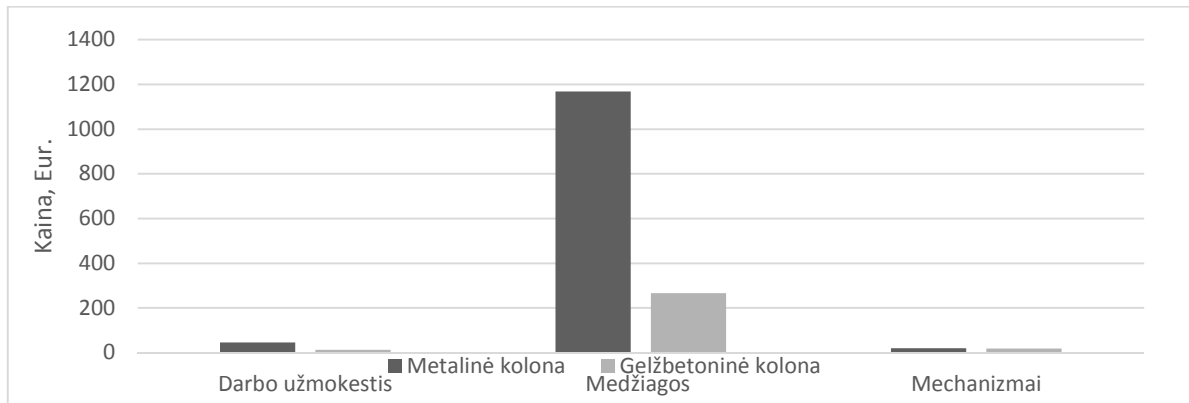
Lyginant abiejų variantų montavimo kainas, nustatyta, kad pirmo varianto montavimas yra 43,14 procentais pigesnis už antrąjį. Grafinis montavimo kainų palyginimas



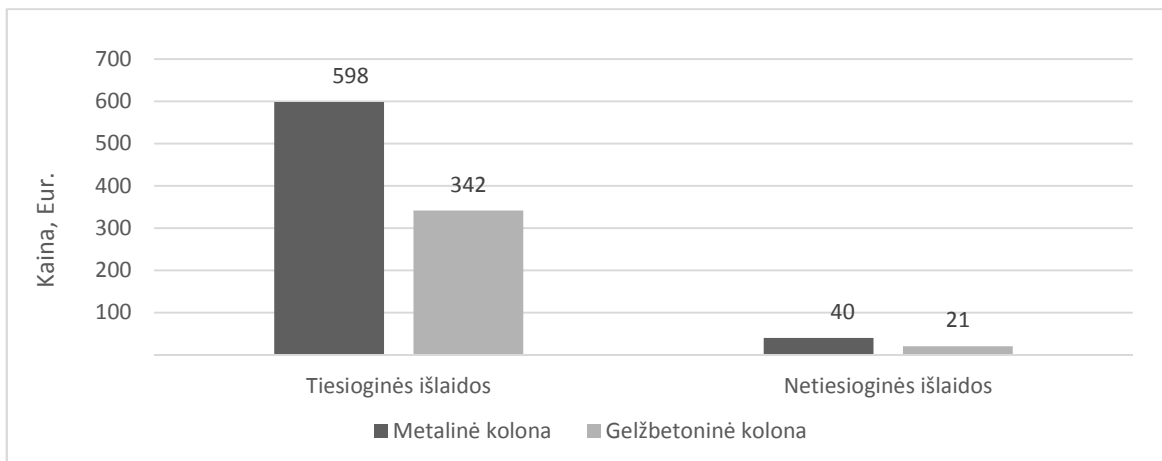
pateiktas 4.4 paveiksle. Montavimo kainos sudedamųjų dalių palyginimai pateikti 4.5 paveiksle.



4.4 pav. Konstrukcijų montavimo kainų palyginimas



4.5 pav. Konstrukcijų kainos sudedamųjų dalių palyginimas



4.6 pav. Konstrukcijų montavimo tiesioginių ir netiesioginių išlaidų palyginimas

## **5. Darbo sauga ir aplinkosauga**

### **5.1. Bendrieji projektuojamo pastato vandentiekio, atliekų šalinimo, oro kokybės, šildymo bei triukšmo reikalavimai**

Vandens tiekimas ir šalinimas.

Projektuojamo pastato vandens tiekimo sistema įrengiama pagal normatyvinių dokumentų ir įstatymų reikalavimus. Įrengiama sistema turi būti suprojektuota iš tokių statybos produktų, kurių savybės užtikrintų pagrindinius vandens tiekimo sistemos reikalavimus. Pastatas statomas Vilniaus miesto savivaldybėje. Iki gretimai pastatyto pastato yra atvesti visi komunaliniai tinklai, todėl numatomas pastato prijungimas prie esamų tinklų.

Projektuojami paviršinių nuotekų šalinimo įrenginiai. Didžioji autotransporto stovėjimo aikštelės dalis traktuojama kaip galimai teršiama teritorija. Paviršinės nuotekos prieš išleidžiant jas į miesto lietaus tinklų nuotakyną privalo būti valomos. Numatytos dumblo, smėlio (purvo) bei naftos gaudyklės.

Atliekų šalinimas.

Buitinių nuotekų tinklai projektuojami remiantis normatyvinių dokumentų nuostatomis. Nuotekų tinklai projektuojami su reglamentuojamais nuolydžiais, o vamzdžių skersmuo parenkamas pagal išduodamas prisijungimo prie miesto tinklų sąlygas. Buitinių nuotekų tinklai prijungiami prie miesto tinklų.

Oro kokybė.

Pastate privalo būti suprojektuotos ir įrengtos tokios mikroklimato bei oro kokybės parametras palaikančios ir reguliuojančios šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos. Kad eksploatuojant patalpas, normaliomis lauko sąlygomis visose projektuojamo pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją būtų galima palaikyti norminius mikroklimato bei oro kokybės parametrus. Visos mikroklimato palaikymo sistemos, būdamos pastato dalimis, turi tenkinti esminius statinio reikalavimus, kurie yra nurodomi normatyviniuose teisės aktuose.

Projektuojamame pastate nėra specialių technologijos reikalavimų, todėl santykinė drėgmė ir oro judrumas tokios rūšies patalpose nenormuojamos.

Patalpų šildymas.

Šildymo sistemos turi būti projektuojamos atsižvelgiant į pastate numatomo proceso reikalavimus, derinant juos su užsakovu dėl pageidaujamo komforto lygio ir kitų

specifinių reikalavimų. Šilumos sistema turi būti įrengiama remiantis normatyviniais dokumentais ir atitikti gaisrinės saugos keliamus reikalavimus. Projektuojamo pastato šildymo sistema pusiau autonominė, administracinės patalpos šildomos iš vietinės katilinės, gamybinės ir sandėliavimo patalpos prijungtos prie miesto šilumos tinklų.

Triukšmas.

Naujai pastatytų, rekonstruotų ar kapitališkai suremontuotų įvairios paskirties statinių ar jų dalių į aplinką skleidžiamas triukšmas neturi bloginti šalia esančių pastatų vidaus bei išorės aplinkos garso klasės rodiklių.

## **5.2. Statybvietės darbų sauga**

Darbų sauga yra visuma - organizacinių, techninių, ekonominių, teisinių, higienos, gydymo, profilaktikos priemonių, skirtų žmonių sveikatai ir gyvybei, darbingumui išsaugoti darbe.

Pagrindiniai teisės aktai, nustatantys statinių statybos dalyvių darbų saugą yra Statybos Įstatymas, statybos techniniai reglamentai ir Darbuotojų saugos ir sveikatos Įstatymas.

Darbų sauga priklauso nuo tinkamo pasiruošimo planuojamiems statybos darbams, kolektyvinės ir asmeninės saugos priemonių. Pasielktoje to yra atliekama visuma techninių priemonių, susidedančių iš organizacinio darbo ir parengiamųjų darbų, numatant darbų saugos priemones ir įvertinant veiklos rizikos veiksnius.

Būtinios darbų saugos priemonės:

Prieš statybos darbų pradžia ir jų eigoje, statybvietėje privalo būti nustatytos (arba nustatomos darbų eigoje) pavojingos darbo zonos. Tokiose zonose nuolat veikia arba gali veikti rizikos veiksniai.

Pavojingos zonos, kuriose nuolat veikia pavojingi veiksniai, privalo būti aptvertos apsauginiais aptvarais ar kitomis priemonėmis, kad trukdytų darbuotojams, neturintiems teisės patekti į tokias zonas.

Pavojingos zonos, kuriose gali veikti pavojingi ar kenksmingi veiksniai, turi būti aptvertos signaliniais aptvarais ir paženklintos saugos ir sveikatos apsaugos ženklais arba kaip nors kitaip suprantamai pažymėtos.

Visi statybvietėje esantys asmenys privalo būti su apsauginiais šalmais.

Montuotojams draudžiama darbo metu pereiti nuo vienos konstrukcijos ant kitos be tam skirtų darbo priemonių (kopėčių, perėjimo tiltelių ar lipynių su apivarais). Be specialių

apsauginių priemonių, montuotojams draudžiama vaikščioti konstrukcijomis ar jų elementais, kai ant jų nėra įrengta reikiamo pločio perėjimo su aptvarais.

Kai vėjo greitis siekia 15 m/s ar daugiau, kai yra blogas matomumas, rūkas, perkūnija, lijundra ar plikšala, draudžiama dirbti aukštai esančiose darbo vietose.

Po pakeltomis konstrukcijomis ar jų elementais bei įrenginiais, bet kokia žmonių veikla yra griežtai draudžiama.

Pertraukų darbe metu, pakeltas ir nepritvirtintas konstrukcijas privaloma nuleisti ant pastovaus paviršiaus.

Nuolatinės ar laikinos darbuotojų buvimo vietos (gamybinės buities patalpos, poilsio vietos, žmonių praėjimai) turi būti už pavojingų zonų ribų.

### **5.3. Statinio gaisrinė sauga**

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad įvykus gaisrui, būtų įvykdyti tokie esminiai reikalavimai:

- Statinio laikančiosios konstrukcijos tam tikrą laiką išlaikytų apkrovas;
- Būtų ribojamas ugnies bei dūmų plitimas statinyje;
- Būtų ribojamas gaisro plitimas į gretimas zonas, statinius;
- Žmonės galėtų saugiai išeiti iš statinio ar būtų galima juos gelbėti kitomis priemonėmis;
- Pradėtų veikti gaisrinės saugos bei gaisro aptikimo, gesinimo sistemos;
- Ugniagesiams gelbėjams būtų sukurtos palankios sąlygos darbui.

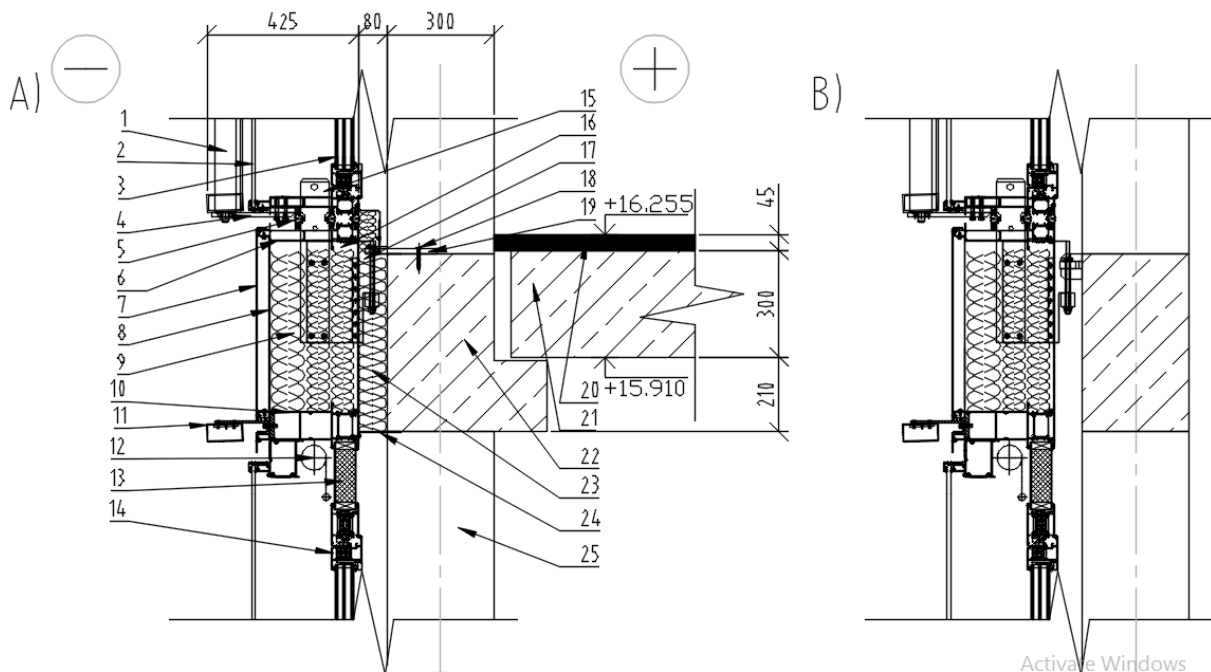
## 6. Mokslinio tiriamojo darbo rezultatai ir jų panaudojimas

### 6.1. Elementinio fasado kronšteino projektavimas

Šiame skyriuje projektuojamas nestandartinis elemento kronšteinas. Dažnai projektuojant elementinį fasadą susiduriama su problema, kad elemento kabinimo kabliai yra ne ties rėmo sija, kaip įprasta, bet ties kolona. Toks variantas pasitaikė ir projektuojamame pastate.

Pagrindiniai reikalavimai elemento kronšteinui:

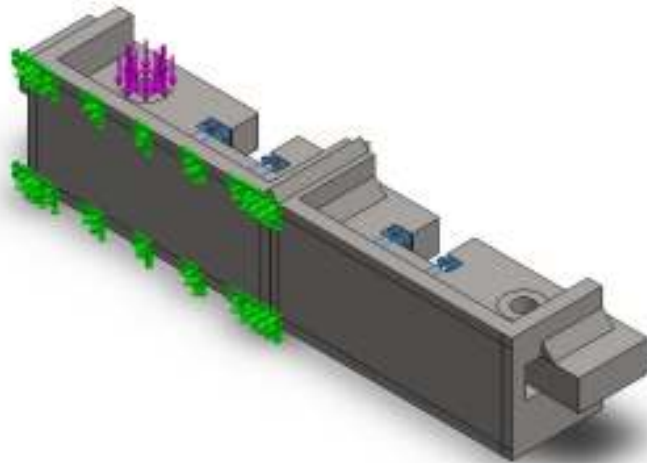
- Kronšteinas privalo turėti reguliavimo galimybę visomis kryptimis;
- Tarp kronšteino ir kabinamo elemento privalo išlikti tarpas, įvertinant pastato konstrukcijų montavimo paklaidas (projektuojamame pastate – 20mm);
- Kronšteinas turi būti suprojektuotas taip, kad tenkintų konstrukcinius reikalavimus.



6.1 pav. Fasado elementų tvirtinimas A) kai elemento kabliai ties rėmo sija; B) kai elemento kabliai ties kolona.

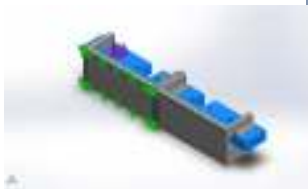
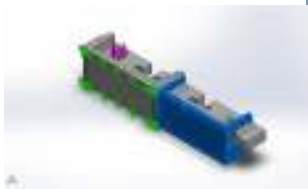
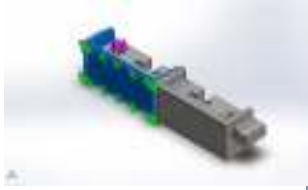
Visos apkrovos skaičiavimams atlikti pateiktos 3.1 skyriuje.

Projektavimas atliktas programa „SolidWORKS Simulation 2016“. Skaičiavimų rezultatai pateikti žemiau esančioje ataskaitoje.



**Model name:** Assem1  
**Current Configuration:** Default

**Solid Bodies**

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Split Line1 	Solid Body	<b>Mass:2.31951 kg</b> <b>Volume:0.0002973</b> <b>74 m<sup>3</sup></b> <b>Density:7800</b> <b>kg/m<sup>3</sup></b> <b>Weight:22.7312 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronsteinai</b> <b>persidengia\Part2.SLDPRT</b> Jan 13 09:34:55 2016
Split Line1 	Solid Body	<b>Mass:1.20412 kg</b> <b>Volume:0.0001543</b> <b>75 m<sup>3</sup></b> <b>Density:7800</b> <b>kg/m<sup>3</sup></b> <b>Weight:11.8004 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronsteinai</b> <b>persidengia\part.SLDPRT</b> Jan 13 14:36:57 2016
Split Line1 	Solid Body	<b>Mass:1.20412 kg</b> <b>Volume:0.0001543</b> <b>75 m<sup>3</sup></b> <b>Density:7800</b> <b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronsteinai</b> <b>persidengia\part.SLDPRT</b> Jan 13 14:36:57 2016

		<b>Weight:11.8004 N</b>	
<p>Boss-Extrude1</p> 	Solid Body	<b>Mass:0.009984 kg</b> <b>Volume:1.28e-006 m<sup>3</sup></b> <b>Density:7800 kg/m<sup>3</sup></b> <b>Weight:0.0978432 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronšteinas U\siule.SLDPRT</b> Jan 13 09:07:40 2016
<p>Boss-Extrude1</p> 	Solid Body	<b>Mass:0.009984 kg</b> <b>Volume:1.28e-006 m<sup>3</sup></b> <b>Density:7800 kg/m<sup>3</sup></b> <b>Weight:0.0978432 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronšteinas U\siule.SLDPRT</b> Jan 13 09:07:40 2016
<p>Boss-Extrude1</p> 	Solid Body	<b>Mass:0.009984 kg</b> <b>Volume:1.28e-006 m<sup>3</sup></b> <b>Density:7800 kg/m<sup>3</sup></b> <b>Weight:0.0978432 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronšteinas U\siule.SLDPRT</b> Jan 13 09:07:40 2016
<p>Boss-Extrude1</p> 	Solid Body	<b>Mass:0.009984 kg</b> <b>Volume:1.28e-006 m<sup>3</sup></b> <b>Density:7800 kg/m<sup>3</sup></b> <b>Weight:0.0978432 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronšteinas U\siule.SLDPRT</b> Jan 13 09:07:40 2016
<p>Boss-Extrude1</p>	Solid Body	<b>Mass:0.014976 kg</b> <b>Volume:1.92e-006 m<sup>3</sup></b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronšteinas U\siule2.SLDPRT</b> Jan 13 14:29:27 2016

		<b>Density:7800 kg/m<sup>3</sup> Weight:0.146765 N</b>	
Boss-Extrude1 	Solid Body	<b>Mass:0.014976 kg Volume:1.92e-006 m<sup>3</sup> Density:7800 kg/m<sup>3</sup> Weight:0.146765 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\k ronšteinas U\siule2.SLDPRT Jan 13 14:29:27 2016</b>
Boss-Extrude1 	Solid Body	<b>Mass:0.004992 kg Volume:6.4e-007 m<sup>3</sup> Density:7800 kg/m<sup>3</sup> Weight:0.0489216 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\k ronšteinas U\siule3.SLDPRT Jan 13 14:33:51 2016</b>
Boss-Extrude1 	Solid Body	<b>Mass:0.007488 kg Volume:9.6e-007 m<sup>3</sup> Density:7800 kg/m<sup>3</sup> Weight:0.0733824 N</b>	<b>D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\k ronšteinas U\siule4.SLDPRT Jan 13 14:33:44 2016</b>



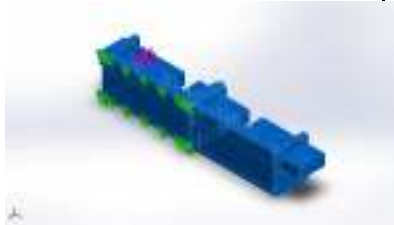
## 6.2.1 Study Properties

<b>Study name</b>	Static 1
<b>Analysis type</b>	Static
<b>Mesh type</b>	Solid Mesh
<b>Thermal Effect:</b>	On
<b>Thermal option</b>	Include temperature loads
<b>Zero strain temperature</b>	298 Kelvin
<b>Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation</b>	Off
<b>Solver type</b>	FFEPlus
<b>Inplane Effect:</b>	Off
<b>Soft Spring:</b>	Off
<b>Inertial Relief:</b>	Off
<b>Incompatible bonding options</b>	Automatic
<b>Large displacement</b>	Off
<b>Compute free body forces</b>	On
<b>Friction</b>	Off
<b>Use Adaptive Method:</b>	Off
<b>Result folder</b>	SOLIDWORKS document (D:\tomas.vaiciukevicius\Desktop\kronsteinai persidengia)

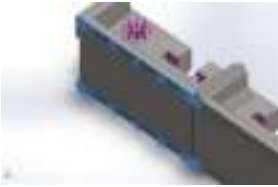

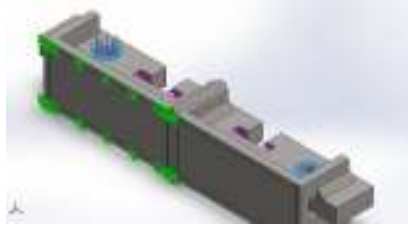
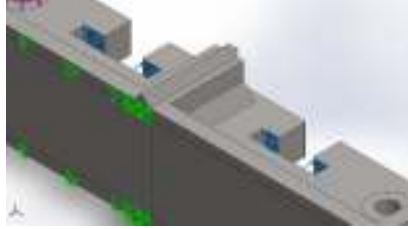
## 6.2.2 Units

<b>Unit system:</b>	SI (MKS)
<b>Length/Displacement</b>	mm
<b>Temperature</b>	Kelvin
<b>Angular velocity</b>	Rad/sec
<b>Pressure/Stress</b>	N/m <sup>2</sup>

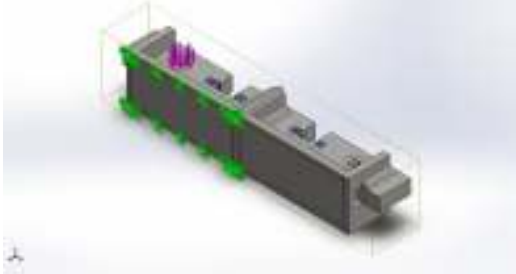
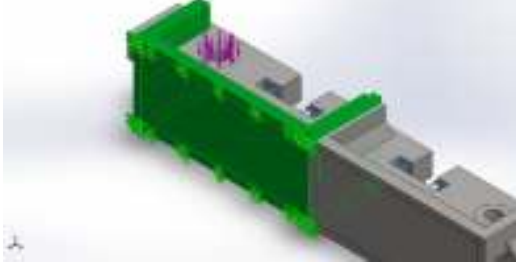
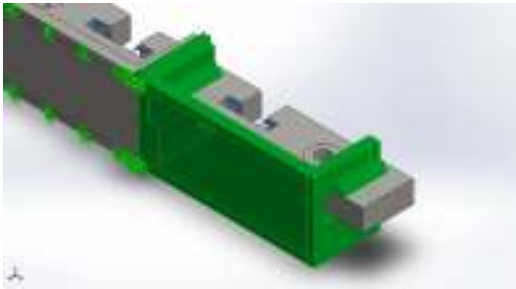
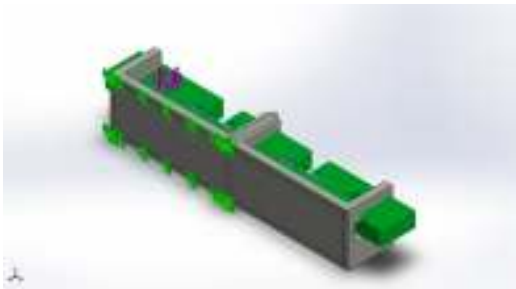
### 6.2.3 Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	<p><b>Name:</b> 1.0553 (S355J0)</p> <p><b>Model type:</b> Linear Elastic Isotropic</p> <p><b>Default failure criterion:</b> Max von Mises Stress</p> <p><b>Yield strength:</b> 3.55e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Tensile strength:</b> 4.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Elastic modulus:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Poisson's ratio:</b> 0.28</p> <p><b>Mass density:</b> 7800 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Shear modulus:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Thermal expansion coefficient:</b> 1.1e-005 /Kelvin</p>	<p>SolidBody 1(Split Line1)(Part2- 1), SolidBody 1(Split Line1)(part-1), SolidBody 1(Split Line1)(part-2), SolidBody 1(Boss- Extrude1)(siule -1), SolidBody 1(Boss- Extrude1)(siule -2), SolidBody 1(Boss- Extrude1)(siule -3), SolidBody 1(Boss- Extrude1)(siule -4), SolidBody 1(Boss- Extrude1)(siule 2-1),</p>
Curve Data:N/A		

## 6.2.4 Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details	
Fixed-3		<p><b>Entities:</b> 8 face(s)</p> <p><b>Type:</b> Fixed Geometry</p>	
<b>Resultant Forces</b>			
<b>Components</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Reaction force(N)</b>	0.000422955	9917.83	10932.4
<b>Reaction Moment(N.m)</b>	0	0	0
Virtual wall-1		<p><b>Type:</b> Virtual wall</p> <p><b>Entites:</b> 1 face(s), 1 plane(s)</p> <p><b>Wall Type:</b> Rigid</p> <p><b>Axial Stiffness:</b> 0(N/m)/m<sup>2</sup></p> <p><b>Tangential Stiffness:</b> 0(N/m)/m<sup>2</sup></p>	
Load name	Load Image	Load Details	
Force-3		<p><b>Entities:</b> 2 face(s)</p> <p><b>Type:</b> Apply normal force</p> <p><b>Value:</b> 10000 N</p>	
Force-5		<p><b>Entities:</b> 4 face(s)</p> <p><b>Type:</b> Apply normal force</p> <p><b>Value:</b> 10000 N</p>	

## 6.2.5 Contact Information

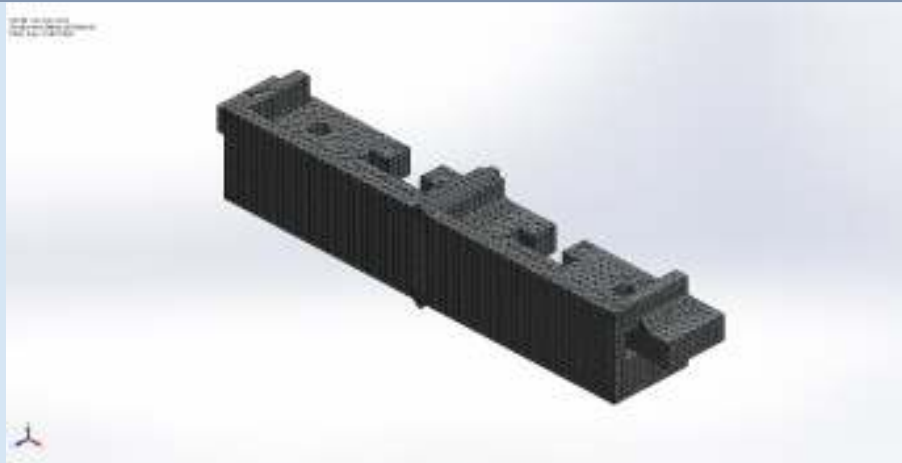
Contact	Contact Image	Contact Properties
Global Contact		<p><b>Type:</b> No penetration (Surface to surface)</p> <p><b>Components:</b> 1 component(s)</p>
Component Contact-2		<p><b>Type:</b> Bonded</p> <p><b>Components:</b> 7 Solid Body (s)</p> <p><b>Options:</b> Compatible mesh</p>
Component Contact-3		<p><b>Type:</b> Bonded</p> <p><b>Components</b> 1 : component(s), 6 Solid Body (s)</p> <p><b>Options:</b> Compatible mesh</p>
Component Contact-4		<p><b>Type:</b> Bonded</p> <p><b>Components</b> 1 : component(s), 4 Solid Body (s)</p> <p><b>Options:</b> Compatible mesh</p>

## 6.2.6 Mesh information

<b>Mesh type</b>	Solid Mesh
<b>Mesher Used:</b>	Standard mesh
<b>Automatic Transition:</b>	Off
<b>Include Mesh Auto Loops:</b>	Off
<b>Jacobian points</b>	4 Points
<b>Element Size</b>	5.4276 mm
<b>Tolerance</b>	0.27138 mm
<b>Mesh Quality</b>	High
<b>Remesh failed parts with incompatible mesh</b>	Off

Mesh information - Details

<b>Total Nodes</b>	50840
<b>Total Elements</b>	30395
<b>Maximum Aspect Ratio</b>	28.155
<b>% of elements with Aspect Ratio &lt; 3</b>	98.5
<b>% of elements with Aspect Ratio &gt; 10</b>	0.0921
<b>% of distorted elements(Jacobian)</b>	0
<b>Time to complete mesh(hh;mm;ss):</b>	00:00:03
<b>Computer name:</b>	ID2143



## 6.2.7 Resultant Forces

Reaction forces

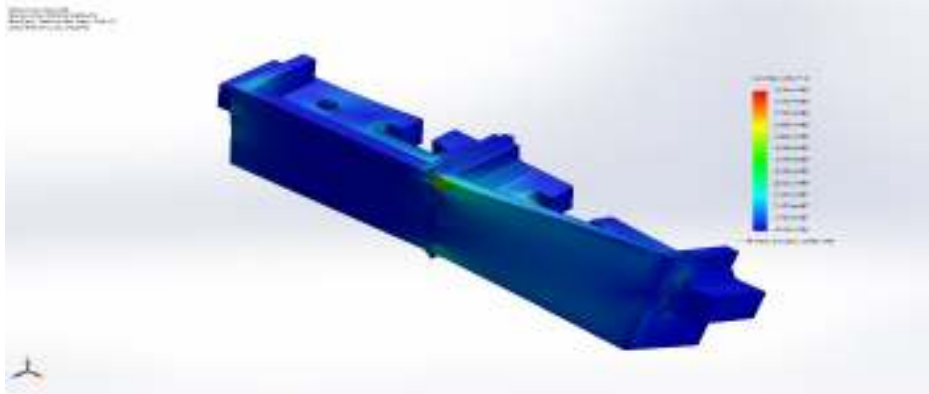
<b>Selection set</b>	<b>Units</b>	<b>Sum X</b>	<b>Sum Y</b>	<b>Sum Z</b>	<b>Resultant</b>
Entire Model	N	0.000422955	9917.83	10932.4	14760.8

Reaction Moments

<b>Selection set</b>	<b>Units</b>	<b>Sum X</b>	<b>Sum Y</b>	<b>Sum Z</b>	<b>Resultant</b>
Entire Model	N.m	0	0	0	0

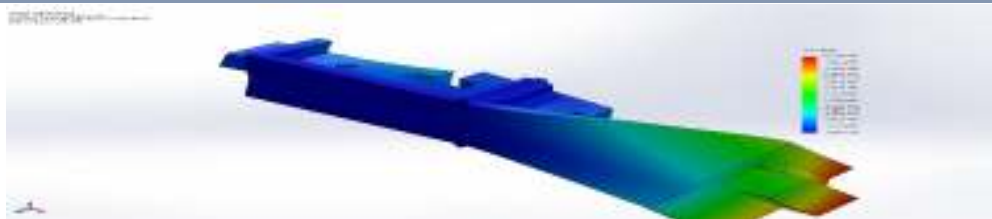
## 6.2.8 Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	4978.03 N/m <sup>2</sup> Node: 50597	3.29046e+008 N/m <sup>2</sup> Node: 23684



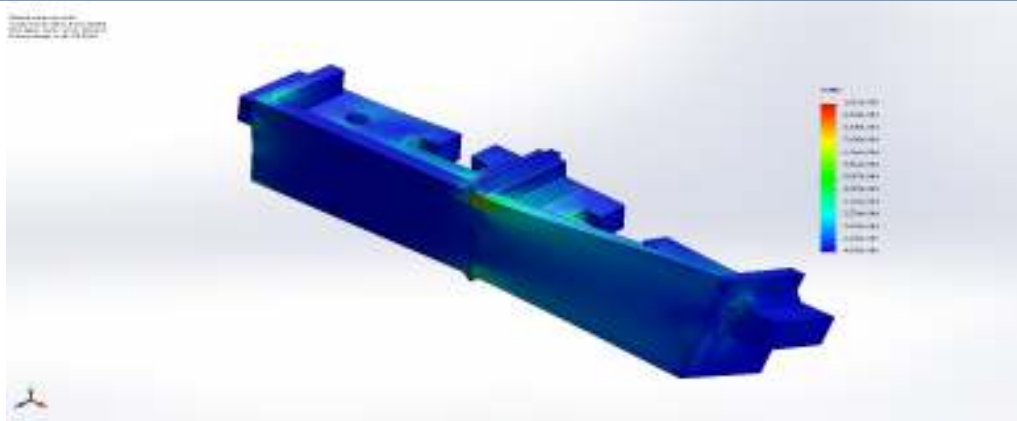
Assem1-Static 1-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 23505	0.423446 mm Node: 375



Assem1-Static 1-Displacement-Displacement1

Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	4.60525e-008 Element: 9893	0.00101333 Element: 14740



Assem1-Static 1-Strain-Strain1

## Išvados

1. Stogo atitvaros perdavimo koeficientas  $U = 0,18W/(K \cdot m^2)$  ir neviršija norminės reikšmės  $U_N = 0,20W/(K \cdot m^2)$ , skirtos visuomeninės paskirties pastatams.

2.1. Pastato stogo laikančiajai konstrukcijai suprojektuota 18,50 m. tarpatramio metalinė santvara su trikampių tinkleliu. Bendra santvaros masė – 2031,57 kg. Santvara prie kolonos montuojama per antkolonius 4xM20x80 kl. 8.8 varžtais.

2.2. Suprojektuota pastovaus skerspjūvio gelžbetoninė kolona 300x300 mm. Kolona armuojama S500 ir S240 klasės armatūra, betono klasė – C20/25. Kolonos prie pamato ir tarpusavyje tvirtinamos 4 inkariniais varžtais.

2.3. Suprojektuota gelžbetoninė rėmo sija 300x500 mm su 150 mm iškyša. Sija armuojama S400 ir S240 klasės armatūra, betono klasė – C30/37. Rėmo sijos prie kolonų tvirtinamos šarnyriškai per metalinius kampuočius.

2.4. Pastatui suprojektuota surenkama kiaurymėta gelžbetoninė perdanga, kurios ilgis 9,60m. Perdanga armuojama iš anksto įtemptą lyninę armatūrą – Y1770, betono klasė – C35/45. Perdanga prie sijos tvirtinama šarnyriškai.

3. Palyginus lokalines sąmatas, sudarytas programa „Sistela“, įvertinant gelžbetoninės ir metalinės kolonų įrengimo, montavimo darbų, medžiagų, mechanizmų sąnaudas nustatyta, kad gelžbetoninė kolona 43,14 % ekonomiškesnė. Metalinės kolonos montavimo kaina – 771,48 Eur., o gelžbetoninės kolonos montavimo kaina – 438,63 Eur.

4. Atlikus darbo apimčių skaičiavimus nustatyta, kad metalinių santvarų montavimui reikalinga 6,00 m. ilgio traversa „6650-40/2“ ir bokštinis kranas „LIEBHERR 2000 HC 60“. Planuojama montavimo darbų trukmė – 5 darbo dienos.

5. Pastato fasado iš elementų montavimui suprojektuotas nestandartinis tvirtinimo kronšteinas. Kronšteinas naudojamas tokiose vietose, kur standartinio – plokštinio elemento tvirtinti nėra galimybės dėl vertikalios jo plokštumą kertančių pastato konstruktyvo kolonų. Plieno klasė – S355J0. Projektavimas atliktas programa „SolidWORKS simulation 2016“. Įvertinus rezultatus, maksimali elemento deformacija – 0,5mm, maksimalūs įtempiai neviršija ribinių.



## Literatūros sąrašas

1. Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2014-01-01 [žiūrėta 2016-10-07]. Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_1?p\\_id=454053](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=454053)
2. Statybos techninis Reglamentas STR 1.01.06.2010 „Ypatingi statiniai“ [žiūrėta 2016-10-07]. Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_1?p\\_id=382032&p\\_query=&p\\_tr2=](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=382032&p_query=&p_tr2=)
3. Statybos techninis Reglamentas STR 1.11.01.2010 „Statybos užbaigimas“ [žiūrėta 2016-10-08]. Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_1?p\\_id=382324&p\\_query=&p\\_tr2=](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=382324&p_query=&p_tr2=)
4. Statybos techninis Reglamentas STR 1.14.01.1999 „Pastatų plotų ir tūrių skaičiavimo tvarka“ [žiūrėta 2016-10-08]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=87642&Condition2=>
5. Statybos techninis Reglamentas STR 2.01.01(1).2005 „Esminis statinio reikalavimas. „mechaninis atsparumas ir pastovumas““ [žiūrėta 2016-10-08]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=262694&Condition2=>
6. Statybos techninis Reglamentas STR 2.01.01(1).2005 „Esminis statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“ [žiūrėta 2016-10-15]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=96037&Condition2=>
7. Statybos techninis Reglamentas STR 2.01.01(3).1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“ [žiūrėta 2016-10-15]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=94609&Condition2=>
8. Statybos techninis Reglamentas STR 2.01.01(5).2008 „Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo“ [žiūrėta 2016-10-15]. Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_1?p\\_id=316520&p\\_query=&p\\_tr2=](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=316520&p_query=&p_tr2=)
9. Statybos techninis Reglamentas STR 2.01.09.2005 „Pastatų energetinis naudingumas. Energetinio naudingumo sertifikavimas“ [žiūrėta 2016-10-16]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=268553&Condition2=>
10. Statybos techninis Reglamentas STR 2.02.07.2012 „Sandėliavimo, gamybos ir pramonės statiniai. Pagrindiniai reikalavimai“ [žiūrėta 2016-10-15]. Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_1?p\\_id=423428&p\\_query=&p\\_tr2=](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=423428&p_query=&p_tr2=)

11. Statybos techninis Reglamentas STR 2.05.04.2003 „Poveikiai ir apkrovos“ [žiūrėta 2016-11-03]. Prieiga per internetą:  
<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=213447&Condition2=>
12. Statybos techninis Reglamentas STR 2.05.05.2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“ [žiūrėta 2016-11-08]. Prieiga per internetą:  
<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=249853&Condition2=>
13. Statybos techninis Reglamentas STR 2.05.08.2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“ [žiūrėta 2016-11-05]. Prieiga per internetą:  
<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=250900&Condition2=>
14. Lietuvos statybos inžinierių sąjunga. Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas. Vilnius: Naujasis lankas, 2009
15. J. Paulauskas, A. Kvedaras „Metalinės konstrukcijos“. Vilnius: Mokslas 1977
16. J. Mockienė „Statybinių konstrukcijų skaičiavimo metodiniai nurodymai“. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2011
17. V. Ražaitis „Pastatų konstravimo pagrindai“. Vilnius: Vilniaus dailės akademijos leidykla, 2004
18. Stogas. - [žiūrėta 2016-09-22]. Prieiga per internetą: <http://paroc.lt>
19. Profiliai - [žiūrėta 2016-10-12]. Prieiga per internetą: <http://metalurgija.lt>
20. Daugiasluoksnės sieninės plokštės - [žiūrėta 2016-09-24]. Prieiga per internetą:  
<http://ruukki.lt>
21. Automobilinis kranas - [žiūrėta 2016-11-17]. Prieiga per internetą:  
<http://www.kranas.lt/lt/automobiliniai-kranai-nuoma/demag-ac50>
22. Apkrovos laikantys lakštai - [žiūrėta 2016-09-22]. Prieiga per internetą: <http://ruukki.lt>

## PRIEDAI

### 1 PRIEDAS. Santvaros strypų suvestinės

01 lentelė. Santvaros strypų įrašų suvestinė

Strypo numeris	Strypo įrašas, kN	Maksimali įrašas, gniuždymas, kN	Maksimali įrašas, tempimas, kN
Apatinė juosta			
1-2	0,00		1023,62
2-3	358,24		
3-4	699,52		
4-5	1023,62		
5-6	1023,62		
6-7	851,16		
7-8	501,47		
8-9	0,00		
Viršutinė juosta			
10-11	-288,29	-987,62	
11-12	-710,37		
12-13	-987,62		
13-14	-863,42		
14-15	-531,09		
15-16	-181,08		
Statramsčiai			
1-16	-215,66	-340,81	76,69
5-13	76,69		
9-10	-340,81		
Spyriai			
16-2	279,18	-328,66	443,97
15-2	-273,27		
15-3	266,54		
14-3	-259,74		
14-4	252,87		
13-4	-247,10		
13-6	-56,19		
12-6	210,60		
12-7	-217,34		
11-7	321,95		
11-8	-328,66		
10-8	443,97		

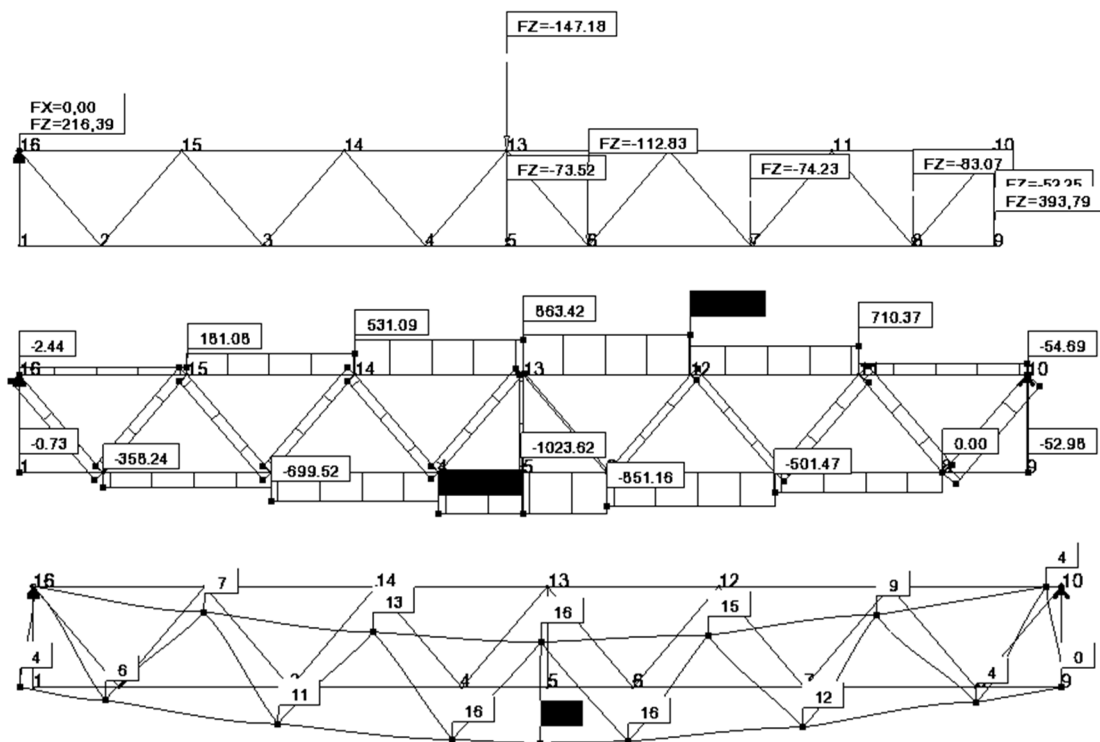
02 lentelė. Preliminari santvaros strypų suvestinė

Strypo numeris	Strypo ilgis, mm	Strypo skerspjūvis	Skerspjūvio plotas, cm <sup>2</sup>	skerspjūvio masė, kg/m	Strypo masė, kg
Apatinė juosta					
1-2	1542	140x140x10	50,90	40,00	61,68
2-3	3083				123,32
3-4	3083				123,32
4-5	1542				61,68
5-6	1542				61,68
6-7	3083				123,32
7-8	3083				123,32
8-9	1542				61,68
Viršutinė juosta					
10-11	3083	140x140x10	50,90	40,00	123,32
11-12	3083				123,32
12-13	3083				123,32
13-14	3083				123,32
14-15	3083				123,32
15-16	3083				123,32
Statramstis					
5-13	1800	80x50x5	11,70	9,70	17,46
Spyriai					
16-2	2370	80x100x6,3	20,70	15,50	36,74
15-2	2370	100x100x8	28,80	22,60	53,56
15-3	2370	80x100x6,3	20,70	15,50	36,74
14-3	2370	100x100x8	28,80	22,60	53,56
14-4	2370	80x100x6,3	20,70	15,50	36,74
13-4	2370	100x100x8	28,80	22,60	53,56
13-6	2370	100x100x8	28,80	22,60	53,56
12-6	2370	80x100x6,3	20,70	15,50	36,74
12-7	2370	100x100x8	28,80	22,60	53,56
11-7	2370	80x100x6,3	20,70	15,50	36,74
11-8	2370	100x100x8	28,80	22,60	53,56
10-8	2370	80x100x6,3	20,70	15,50	36,74
Bendroji santvaros masė:					1960,02

03 lentelė. Santvaros elementų suvestinė

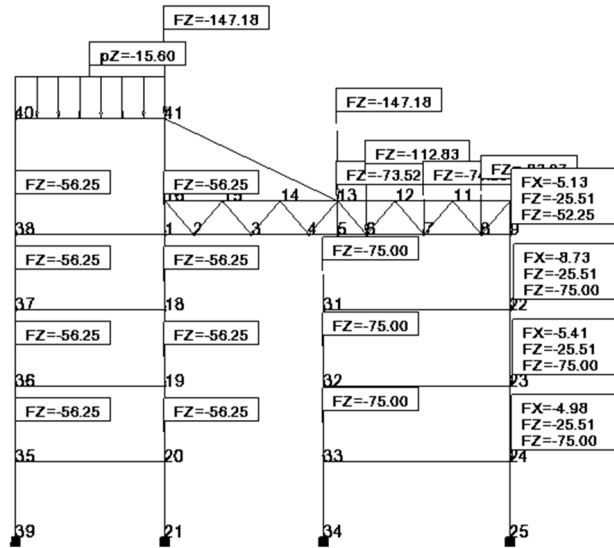
Gaminių markė	Elemento Nr.	Pavadinimas (skerspjūvis, mm)	Plieno markė	Ilgis, mm	Kiekis	Masė, kg	
						elemento	bendra
San1	1	Viršutinė juosta (□140x140x10)	S275JR	18300	1	732,00	732,00
	2	Apatinė juosta (□140x140x10)	S275JR	18300	1	732,00	732,00
	3	Spyris (□100x80x6,3)	S275JR	2165	1	33,56	33,56
		Spyris (□100x80x6,3)	S275JR	2054	1	31,84	31,84
	4	Spyris (□100x100x8)	S275JR	2168	4	49,00	195,99
	5	Spyris (□100x80x6,3)	S275JR	2168	4	33,60	134,42
	6	Spyris (□100x100x8)	S275JR	2162	2	48,86	97,72
	7	Statramstis (□80x50x5)	S275JR	1620	1	20,74	20,74
	8	Plokštė (280x190x20)	S275JR	-	4	8,30	33,20
						Suma:	2011,45
						Siūlių suvirinimui 1%:	20,11
						Viso:	2031,57

2 PRIEDAS. Santvaros apkrovų ir įrašų diagramos

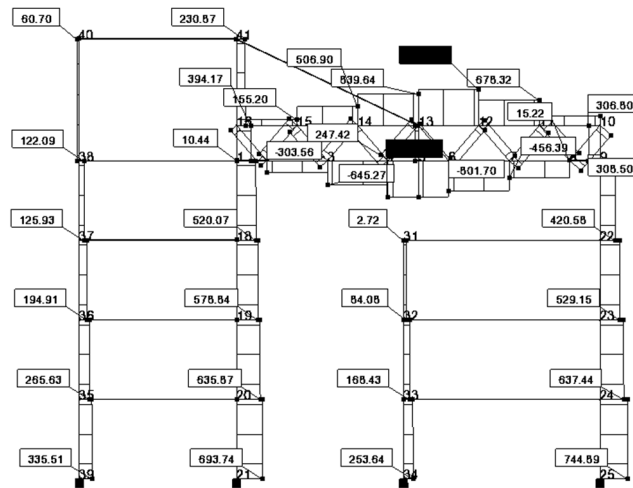


01 pav. Santvara su sniego maišu ties pastato peraukštėjimu. Apkrovų, ašinių jėgų ir poslinkių diagramos

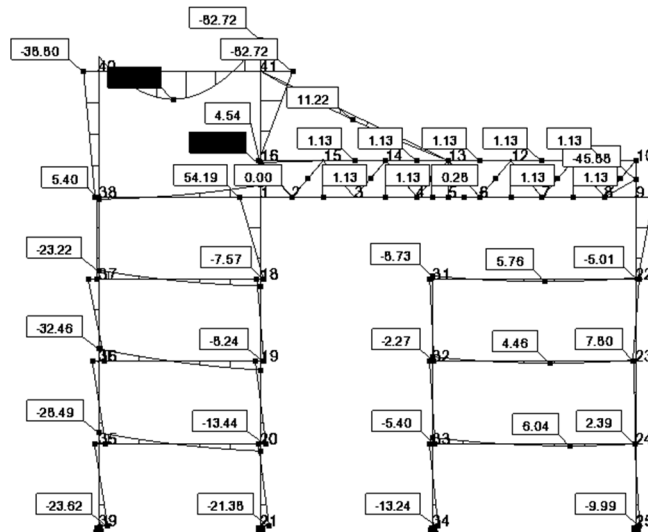
### 3 PRIEDAS. Rėmo apkrovų ir įrašų diagramos



02 pav. Rėmo apkrovos



03 pav. Rėmo ašinių jėgų diagrama



04 pav. Rėmo lenkimo momentų diagrama

## 4 PRIEDAS. Metalinės kolonos projektavimas

### 4.1 Metalinė kolona E-4

Kolona skaičiuojama kaip ekscentriškai gniuždomas strypas, standžiai įtvirtintame pamate. Remiant konstrukcijas (t.y. santvarą) ant kolonų viršaus laikome, kad tokia jungtis yra lankstinė. Kolona gaminama iš S275J0 markės plieno.

Kolonos ilgis  $l_c = 4,055m$ ;

Dvitėjinių elementų plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą –  $f_y = 275MPa$ ;

Skaičiuotinis plieno stipris:  $f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250MPa$ ;

Koloną veikiančios įrašos:  $N_{Ed} = 744,89kN$ ;  $M_{Ed} = 9,99kNm$

Skaičiuojamasis kolonos ilgis rėmo plokštumoje:

$$l_{eff,y} = \mu_y \cdot l_c = 0,7 \cdot 4,055 = 2,84m; \quad (0.1)$$

čia:  $\mu_y$  – skaičiuojamasis ilgio koeficientas, parenkamas pagal kolonos tvirtinimą prie pamato ir santvaros tvirtinimą prie kolonos,  $\mu_y = 0,7$ ;

Skaičiuojamasis kolonos ilgis iš rėmo plokštumos:

$$l_{eff,z} = \mu_z \cdot l_c = 1 \cdot 4,055 = 4,005m; \quad (0.2)$$

čia:  $\mu_z$  – skaičiuojamasis ilgio koeficientas, parenkamas pagal kolonos tvirtinimą prie pamato ir santvaros tvirtinimą prie kolonos,  $\mu_z = 0,7$ ;

Projektuojama ekscentriškai gniuždoma dvitėjio skerspjūvio kolona.

Pagal rekomendacijas, gniuždomoms kolonomis, elemento liaunio reikšmė priimama:

$\lambda_{y,0} = 60$ ;

Apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio inercijos spindulys:

$$i_{y,d} = \frac{l_{eff,y}}{\lambda_{y,0}} = \frac{2,84}{60} = 0,047m; \quad (0.3)$$

Nustatomas reikalingas skerspjūvio aukštis, kai  $\alpha_y = 0,43$  (STR 2:05.08:2005, 6 priedo, 4.2 lentelė)

$$h_d = \frac{i_{y,d}}{\alpha_y} = \frac{0,047}{0,43} = 0,11m; \quad (0.4)$$

Apskaičiuojamas ekscentricitetas:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{9,99}{744,89} = 0,013m; \quad (0.5)$$

Apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio plotas, kai klupumo koeficientas -  $\varphi_y = 0,8$ , apytiksliai nustatomas interpoliuojant pagal pasirinktą liaunį -  $\lambda_{y,0} = 60$  ir  $f_{y,d} = 250MPa$ :

$$A_s = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} \left( \frac{1}{\varphi_y} + \frac{e}{2 \cdot \alpha_y^2 \cdot h_d} \right) = \frac{744,89}{250 \cdot 10^3 \cdot 1} \left( \frac{1}{0,8} + \frac{0,013}{2 \cdot 0,43^2 \cdot 0,11} \right) = 47,061 \text{ cm}^2; \quad (0.6)$$

Iš sortimento parenkamas tėjinis profilis – HEB200

0.4 lentelė. Profilio rodikliai

A=78,1 cm <sup>2</sup>	h=200 mm	t <sub>w</sub> =9 mm	W <sub>y</sub> =569,6 cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> =5696 cm <sup>4</sup>	i <sub>y</sub> =8,54 cm
G=61,3 kg/m	c=200 mm	t <sub>f</sub> =15 mm	W <sub>z</sub> =200,3 cm <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> =2003 cm <sup>4</sup>	i <sub>z</sub> =5,07 cm

## 4.2 Metalinės kolonos E-4 pastovumas rėmo plokštumoje

Kolonos liaunis rėmo plokštumoje:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{284}{8,54} = 33,255; \quad (0.7)$$

Kolonos sąlyginis liaunis:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 33,255 \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,147; \quad (0.8)$$

Apskaičiuojamas sienelės skerspjūvio plotas:

$$A_w = (h - 2t_f)t_w = (0,2 - 2 \cdot 0,015) \cdot 0,009 = 0,00153 \text{ m}^2; \quad (0.9)$$

Apskaičiuojamas juostos (lentynos) skerspjūvio plotas:

$$A_f = b \cdot t_f = 0,2 \cdot 0,015 = 0,003 \text{ m}^2; \quad (0.10)$$

Juostos skerspjūvio ir sienelės skerspjūvio ploto santykis:

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{0,003}{0,00153} = 1,961; \quad (0.11)$$

Ašinės jėgos ekscentricitetas, apskaičiuotas pagal 0.5 formulę -  $e = 0,013 \text{ m}$ ;

Apskaičiuojamas santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel} = \frac{e \cdot A}{W_y} = \frac{0,013 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4}}{569,9 \cdot 10^{-6}} = 0,163; \quad (0.12)$$

Kadangi  $0 \leq \bar{\lambda}_y \leq 5$  ir  $0,1 \leq e_{rel} \leq 5$ , tai  $k_{shape}$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,02(6 - e_{rel}) \cdot \bar{\lambda}_y; \quad (0.13)$$

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1 \cdot 0,163) - 0,02(6 - 0,163) \cdot 1,147 = 1,75$$

Apskaičiuojamas kolonos santykinis lyginamasis ekscentricitetas:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel} = 1,75 \cdot 0,163 = 0,285; \quad (0.14)$$

Ekscentriškai gniuždomu elementų stiprumo tikrinti nereikia, kai  $e_{rel,eff} = 0,285 < 20$

## 4.3 Metalinės kolonos E-4 pastovumas lenkimo plokštumoje

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas lenkimo plokštumoje tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \leq 1,0 \quad (0.15)$$



čia:  $N_{NM,c,Rd}$  – skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_l \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,598 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1 = 1168kN; \quad (0.16)$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento vientiso skerspjūvio klupumo koeficientas -  $\varphi_l = 0,598$ , gaunamas interpoliuojant, kai  $\bar{\lambda}_y = 1,147$  ir  $e_{rel,eff} = 0,285$ .

Tikrinama 0.15 sąlyga:

$$\frac{744,89}{1168} = 0,638 \leq 1,0$$

Sąlyga tenkinama. Kolonos pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas, su didele atsarga.

#### 4.4 Metalinės kolonos E-4 pastovumas iš momento veikimo plokštumos

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \leq 1,0 \quad (0.17)$$

čia:  $N_{NM,TF,Rd}$  – skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis – sukamasis pastovumo atsparis, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,009 \cdot 0,742 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1 = 1293kN; \quad (0.18)$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{9,99}{744,89} = 0,007m; \quad (0.19)$$

Lenkiamasis momentas -  $M_{y,Ed}$ , priimamas didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento.

$$M_{y,Ed} = 0,5 \cdot M_{Ed} = 0,5 \cdot 9,99 = 4,995kNm; \quad (0.20)$$

Apskaičiuojamas santykinis ekscentricitetas, pagal 0.12 formulę:

$$e_{rel,y} = \frac{0,007 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4}}{569,9 \cdot 10^{-6}} = 0,172;$$

Kadangi  $e_{rel,y} = 0,127 < 5$ , tai  $c$  reikšmė apskaičiuojama pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1,239}{1 + 0,7 \cdot 0,127}; \quad (0.21)$$

čia:  $\alpha = 0,7$ , nes  $e_{rel,y} < 1$ ;

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,644}{0,742}} = 1,239, \text{ nes } \lambda_z > \lambda_c; \quad (0.22)$$

Kolonos liaunis iš momento veikimo plokštumos, apskaičiuojama pagal 0.7 formulę:

$$\lambda_z = \frac{405,5}{5,07} = 79,98;$$

Apskaičiuojamas liaunis:

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 91; \quad (0.23)$$

Klupumo koeficientas -  $\varphi_z = 0,742$ , gaunamas interpoliuojant, kai  $\lambda_z = 79,98$  ir  $f_{y,d} = 250MPa$ .

Klupumo koeficientas -  $\varphi_c = 0,644$ , gaunamas interpoliuojant, kai  $\lambda_c = 91$  ir  $f_{y,d} = 250MPa$ .

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas pagal 0.17 formulę:

$$\frac{744,89}{1293} = 0,576 < 1,0$$

Sąlyga tenkinama. Kolonos atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas.

Apskaičiuojamas kolonos ribinis liaunis momento veikimo plokštumoje:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,638 = 142; \quad (0.24)$$

čia: kadangi:  $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = 0,638 > 0,5$ , tai  $\alpha = 0,638$ ;

$$\lambda_y = 33 < \lambda_u = 142$$

Apskaičiuojamas kolonos ribinis liaunis statmenai momento veikimo plokštumai, pagal 0.24 formulę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,576 = 145;$$

čia: kadangi:  $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = 0,576 > 0,5$ , tai  $\alpha = 0,576$ ;

$$\lambda_z = 79,98 < \lambda_u = 145$$

Sąlygos tenkinamos. Kolonos liauniai veikimo plokštumose neviršija ribinių reikšmių.

#### 4.5 Metalinės kolonos E-4 skerspjuvio sienelės pastovumas

Apskaičiuojamas sienelės aukščio santykis su storiu:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{134}{9} = 14,9mm; \quad (0.25)$$

čia:  $h_{eff}$  – sienelės skaičiuojamasis aukštis,  $h_{eff} = 134mm$ .

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis, esant elemento sąlyginiam liauniui momento veikimo plokštumoje -  $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda} = 1,147 < 2$ . Todėl:

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,15 \cdot \bar{\lambda}_1^{-2} = 1,30 + 0,15 \cdot 1,147^2 = 1,497; \quad (0.26)$$

Tikrinama sienelės liaunumo sąlyga:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 14,9 < \overline{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yd}}} = 1,497 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 43,401. \quad (0.27)$$

Sąlyga tenkinama. Sienelės liaunis neviršija leistino.

#### 4.6 Metalinė kolona C-4

Kolona projektuojama tokia pati, kaip 3.4.1 skyriuje.

Koloną veikiančios įrašos:  $N_{Ed} = 520,07kN$ ;  $M_{Ed} = 54,19kNm$

Apskaičiuojamas ekscentricitetas, pagal 3.4.1.5 formulę:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{54,19}{520,07} = 0,104m;$$

Apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio plotas, pagal 0.6 formulę, kai klupumo koeficientas -  $\varphi_y = 0,728$ , apytiksliai nustatomas interpoliuojant pagal pasirinktą liaunį -  $\lambda_{y,0} = 60$  ir  $f_{y,d} = 250MPa$ :

$$A_s = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \gamma_c} \left( \frac{1}{\varphi_y} + \frac{e}{2 \cdot \alpha_y \cdot h_d} \right) = \frac{185,03}{250 \cdot 10^3 \cdot 1} \left( \frac{1}{0,8} + \frac{0,104}{2 \cdot 0,43^2 \cdot 0,175} \right) = 69,281cm^2;$$

Iš sortimento parenkamas tėjinis profilis – HEB200, profilio rodikliai pateikti 0.4 lentelėje.

#### 4.7 Metalinės kolonos C-4 pastovumas rėmo plokštumoje

Kolonos liaunis rėmo plokštumoje, pagal 0.7 formulę:

$$\lambda_y = \frac{283,9}{9,43} = 33,24;$$

Kolonos sąlyginis liaunis, pagal 0.8 formulę:

$$\overline{\lambda}_y = 33,24 \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,147;$$

Apskaičiuojamas sienelės skerspjūvio plotas, pagal 0.9 formulę:

$$A_w = (0,22 - 2 \cdot 0,015) \cdot 0,009 = 0,00153m^2;$$

Apskaičiuojamas juostos (lentynos) skerspjūvio plotas, pagal 0.10 formulę:

$$A_f = 0,2 \cdot 0,015 = 0,003m^2;$$

Juostos skerspjūvio ir sienelės skerspjūvio ploto santykis, pagal 0.11 formulę:

$$\frac{0,003}{0,00153} = 1,961;$$

Ašinės jėgos ekscentricitetas, apskaičiuotas pagal 0.12 formulę -  $e = 0,104m$ ;

Apskaičiuojamas santykinis ekscentricitetas, pagal 0.13 formulę:

$$e_{rel} = \frac{0,104 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4}}{642,5 \cdot 10^{-6}} = 1,267;$$

Kadangi  $0 \leq \overline{\lambda}_y \leq 5$  ir  $0,1 \leq e_{rel} \leq 5$ , tai  $k_{shape}$  apskaičiuojamas pagal 0.14 formulę:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1 \cdot 1,267) - 0,02(6 - 1,267) \cdot 1,147 = 1,665$$

Apskaičiuojamas kolonos santykinis lyginamasis ekscentricitetas, pagal 0.15 formulę:

$$e_{rel,eff} = 1,665 \cdot 1,267 = 2,109;$$

Ekscentriškai gniuždomų elementų stiprumo tikrinti nereikia, kai  $e_{rel,eff} = 2,109 < 20$

#### 4.8 Metalinės kolonos C-4 pastovumas lenkimo plokštumoje

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas lenkimo plokštumoje tikrinamas pagal 0.16 formulę:

$$\frac{520,07}{1409,705} = 0,369 \leq 1,0$$

čia:  $N_{NM,c,Rd}$  – skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje, apskaičiuojamas pagal 0.17 formulę:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_l \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,722 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1 = 1409,705 kN;$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento vientiso skerspjūvio klupumo koeficientas -  $\varphi_l = 0,242$ , gaunamas interpoliuojant, kai  $\bar{\lambda}_y = 1,147$  ir  $e_{rel,eff} = 2,109$ .

Sąlyga tenkinama. Kolonos pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas, su didele atsarga.

#### 4.9 Metalinės kolonos C-4 pastovumas iš momento veikimo plokštumos

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas pagal 0.18 formulę:

$$\frac{520,07}{342,464} = 0,54 < 1,0$$

čia:  $N_{NM,TF,Rd}$  – skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis – sukamasis pastovumo atsparis, apskaičiuojamas pagal 0.19 formulę:

$$N_{NM,TF,Rd} = 0,511 \cdot 0,771 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1 = 769,099 kN;$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos apskaičiuojamas pagal 3.4.4.3 formulę:

$$e_y = \frac{27,095}{520,07} = 0,052 m;$$

Lenkiamasis momentas -  $M_{y,Ed}$ , priimamas didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento. Pagal 0.20 formulę:

$$M_{y,Ed} = 0,5 \cdot 54,19 = 27,095 kNm;$$

Apskaičiuojamas santykinis ekscentricitetas, pagal 0.22 formulę:

$$e_{rel,y} = \frac{0,052 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4}}{304,8 \cdot 10^{-6}} = 1,335;$$

Kadangi  $e_{rel,y} = 1,335 < 5$ , tai  $c$  reikšmė apskaičiuojama pagal 0.21 formulę:

$$c = \frac{1,176}{1+0,799 \cdot 2,982} = 0,511;$$

čia:  $\alpha = 0,65 + 0,05 \cdot e_{rel,y} = 0,799$ , nes  $1 < e_{rel,y} < 5$ ;

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,644}{0,771}} = 1,176, \text{ nes } \lambda_z > \lambda_c; \quad \text{pagal 0.22 formulę}$$

Kolonos liaunis iš momento veikimo plokštumos, apskaičiuojama pagal 0.7 formulę:

$$\lambda_z = \frac{405,5}{5,07} = 79,98;$$

Apskaičiuojamas liaunis, pagal formulę:

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 91;$$

Klupumo koeficientas -  $\varphi_z = 0,771$ , gaunamas interpoliuojant, kai  $\lambda_z = 79,98$  ir  $f_{y,d} = 250MPa$ .

Klupumo koeficientas -  $\varphi_c = 0,644$ , gaunamas interpoliuojant, kai  $\lambda_c = 91$  ir  $f_{y,d} = 250MPa$ .

Sąlyga tenkinama. Kolonos atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas.

Apskaičiuojamas kolonos ribinis liaunis momento veikimo plokštumoje:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot 0,5 = 150;$$

čia: kadangi:  $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = 0,369 < 0,5$ , tai  $\alpha = 0,5$ ;

$$\lambda_y = 33,238 < \lambda_u = 150$$

Apskaičiuojamas kolonos ribinis liaunis statmenai momento veikimo plokštumai, pagal formulę:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot 0,54 = 139,48;$$

čia: kadangi:  $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = 0,676 > 0,5$ , tai  $\alpha = 0,676$ ;

$$\lambda_z = 79,98 < \lambda_u = 139,428$$

Sąlygos tenkinamos. Kolonos liauniai veikimo plokštumose neviršija ribinių reikšmių.

#### 4.10 Metalinės kolonos C-4 skerspjūvio sienelės pastovumas

Pagal 0.25 apskaičiuojamas sienelės aukščio santykis su storium:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{152}{9,0} = 17mm;$$

čia:  $h_{eff}$  – sienelės skaičiuojamasis aukštis,  $h_{eff} = 152mm$ .

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis, esant elemento sąlyginiam liauniui momento veikimo plokštumoje -  $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda} = 1,147 < 2$ . Todėl, pagal 3.4.5.2 formulę:

$$\overline{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,15 \cdot \overline{\lambda}_1^2 = 1,30 + 0,15 \cdot 1,147^2 = 1,497;$$

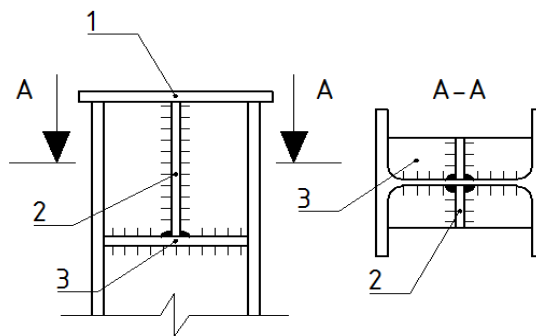
Tikrinama sienelės liaunumo sąlyga, pagal 0.27 formulę:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 17 < 1,497 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 43,395.$$

Sąlyga tenkinama. Sienelės liaunis neviršija leistino.

## 5 PRIEDAS. Kolonos galvenos ir bazės projektavimas

### 5.1 Galvenos projektavimas



0.5 pav. Išsines kolonos viršūnės schema:

1-viršūnės plokštė; 2-atraminė briauna; 3-horizontaliosios standumo briaunos.

Kolonos liemuo - valcuotas dvitėjis (HEB200), kurio skerspjūvio aukštis  $h_k=200$  mm, lentynos plotis  $b_k=200$  mm, sienutės storis  $t_w=9$  mm, lentynos storis  $t_f=15$  mm.

Konstrukcijos iš plieno S275J0. Konstrukcijai suvirinti numatytas būdas - pusiau automatinis apsauginių dujų aplinkoje vientisojo skerspjūvio viela,  $d_w < 1,4$  mm. Elektrodinė viela G38.

Ant kolonos atremtos konstrukcijos (sijos) atraminė reakcija  $F_d=56,25$  kN;

Kolonos galvenos atraminės plokštės storis parenkamas pagal konstrukcinius reikalavimus ir turi būti 16-30 mm storio, o matmenys parenkami atsižvelgiant į kolonos matmenis, plokštė padidinant 15 mm iš kiekvienos pusės.

Pagal konstrukcinius reikalavimus kolonos galvenos atraminės plokštės ir atraminės briaunos storį priimame:

$$t_{pf}=16 \text{ mm};$$

parinktą briaunos storį tikriname pagal sąlygą:

$$t_{br} > 0,5 b_{br} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} \quad (0.28)$$

$$t_{br} = 16 \text{ mm} > 0,5 \cdot 0,05 \sqrt{\frac{250}{210000}} = 0,0001 \text{ m} = 0,16 \text{ mm};$$

Vienos atraminės briaunos plotis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$b_{br} \geq \frac{F_d}{2t_{br} \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c}; \quad (0.29)$$

Čia:  $f_{p,d}$ - skaičiuotinis glemžiamasis plieno stipris;

$$f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_M} = \frac{430}{1,1} = 390,91 MPa; \quad (0.30)$$

$\gamma_c$ -darbo sąlygų koeficientas;

$\gamma_M$ -medžiagos patikimumo koeficientas;

$$b_{br} \geq \frac{F_d}{2t_{br} \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c} = \frac{56,25 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,016 \cdot 391 \cdot 1} = 0,009m;$$

Priimame  $b_{br}=50mm$ ;

Galvenos atraminės briaunos apačioje įrengiamų skersinių sąstandų storis yra lygus atraminių briaunų storiui  $t_{sq_s}=t_{br}=8 mm$

Galvenos atraminė plokštė ir kolonos atraminio galo paviršiai nurožiami arba nufrezuojami, tuomet laikoma, kad spaudimas perduodamas glaudžiai besiliečiantiems paviršiams, o virintinių siūlių aukštis imamas konstruktyviai atsižvelgiant į mažiausius galimus siūlių statinius jungiant atitinkamo storio elementus.

## 5.2 Galvenos siūlių statinio aukščio skaičiavimas

Nustatomas silpnėsnis pjūvis:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,7 \cdot 191,5 = 144,76 N / mm^2; \quad (0.31)$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,0 \cdot 193,5 = 225,5 N / mm^2; \quad (0.32)$$

Čia:  $\beta_{wf}$  ir  $\beta_{wz}$ - koeficientai, naudojami, kai virinamų plieninių elementų takumo riba iki  $530N/mm^2$ .

$f_{vw,f,d}$ -skaičiuotinis kertinės siūlės kerpamasis metalo stipris;

$f_{vw,z,d}$ -skaičiuotinis kertinės siūlės sulydymo srities kerpamasis metalo stipris.

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{M_w}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,35} = 191,5 N / mm^2; \quad (0.33)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 430 = 193,5 N / mm^2; \quad (0.34)$$

Silpnėsnis pjūvis yra per siūlės metalą, todėl skaičiavimuose naudosisime:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,7 \cdot 191,5 = 144,76 N / mm^2;$$

Siūlės statinio aukštis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$k_f = \frac{F_d}{\beta_{wf} \cdot l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c}; \quad (0.35)$$

$$k_f = \frac{56,25 \cdot 10^{-3}}{0,7 \cdot 0,16 \cdot 191,5 \cdot 1} = 0,002m = 2,623mm;$$

Imame  $k_f=5$  mm, kadangi  $k_{fmin}=5$  mm;

Bendrasis virintinių siūlių, jungiančių galvenos atraminę plokštę ir atraminę briauną, ilgis:

$$l_{w,eff} = 4(b_{br} - 10) = 4(50 - 10) = 160mm = 0,16m; \quad (0.36)$$

Virintinių siūlių, jungiančių galvenos atraminę briauną ir kolonos sienutę, ilgis:

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2F_d}{4 \cdot \beta_{wf} k_f f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c}; \quad (0.37)$$

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2 \cdot 56,25 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,005 \cdot 191,5 \cdot 1,0} = 0,025m = 25,18mm$$

Atraminę briauną prie kolonos sienutės jungiančių virintinių siūlių ilgis neturi viršyti

$$85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,05 = 0,298m \quad (0.38)$$

Atraminės briaunos ilgis:

$$h_{br} \geq l_{br,w,eff} + 10mm = 25,18 + 10 = 35,18mm; \quad (0.39)$$

Imame  $h_{br} = 40mm$ ;

Galvenos atraminių briaunų kerpamojo atspario sąlyga:

$$\frac{1,2F_d}{2 \cdot h_{br} \cdot t_{br} \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0; \quad (0.40)$$

$$\frac{1,2 \cdot 56,25 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,21 \cdot 0,008 \cdot 145 \cdot 1} = 0,946 \leq 1,0$$

Čia:  $f_{s,d}$  - skaičiuotinis kerpamasis plieno stipris;

$$f_{s,d} = 0,58 \frac{f_y}{\gamma_M} = 0,58 \cdot \frac{275}{1,1} = 145MPa; \quad (0.41)$$

Kolonos sienutės kerpamojo atspario galvenos atraminių briaunų prijungimo vietoje sąlyga:

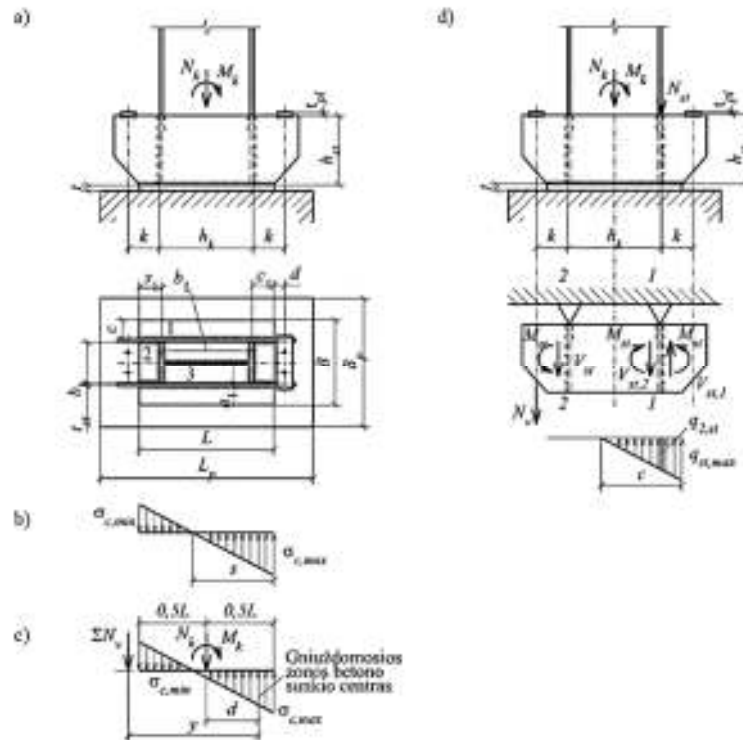
$$\frac{1,2F_d}{2 \cdot h_{br} \cdot t_w \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0; \quad (0.42)$$

$$\frac{1,2 \cdot 56,25 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,21 \cdot 0,009 \cdot 145 \cdot 1} = 0,727 \leq 1,0$$



Galvenos atraminių briaunų kerpamojo atspario sąlyga tenkinama su 5,4 % atsarga. Kolonos sienutės kerpamojo atspario galvenos atraminių briaunų prijungimo vietoje sąlyga tenkinama su 20,3 % atsarga.

### 5.3 Kolonos bazės su statlakščiais skaičiavimas



**0.6 pav.** Ištinės kolonos standžiai prijungtos prie pamato, bazė: a) konstrukcija; b) įtempių diagramos pado plokštei skaičiuoti; c) įtempių diagrama inkarniams varžtams skaičiuoti.

Kolonos liemu - valcuotas dvitėjis (HEB200), kurio skerspjūvio aukštis 200 mm, lentynos plotis 200, sienutės storis 9 mm, lentynos storis 15 mm.

Statlakščių storis imamas 10 mm

Pamato betonas – C25/30; plienas S275J0. Konstrukcijoms suvirinti numatytas pusiau automatinis būdas apsauginių dujų aplinkoje vientisojo skerspjūvio viela,  $d_w < 1,4$  mm.

Elektrodinė viela – G 38. Inkarniniai varžtai iš plieno S235J0.

Skaičiuojamas betono glemžiamasis stipris:

$f_{ck}=25$  MPa, - stiprumas gniuždant;

$f_{ck,0.05}=1,8$  MPa, - charakteristinis betono tempiamasis stipris

$f_{cd}=15$  MPa

$f_{ctd}=1,08$  MPa

šoninio apspaudimo gniuždant efektyvumo koeficientas:

$$k_u = 0,8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} = 0,8 \cdot \frac{15}{1,08} = 11,11 \leq k_u = 14 \quad (0.43)$$

Toliau skaičiuojant priimame  $k_u = 14$

Pagal konstrukcinius reikalavimus imame, kad pado plokštės plotis

$$B = 2(t_{st} + c) + b_k \quad (0.44)$$

Čia:

$t_{st}$  – statlakščio storis;

$c$  – priimu 80 mm;

$b_k$  – kolonos lentynos plotis.

$$B = 2(10 + 80) + 220 = 400 \text{ mm}$$

Pado plokštės ilgis:

$$L = 2 \cdot c_1 + h_k \quad (0.45)$$

Čia:

$c_1$  – priimu 80mm.

$h_k$  – kolonos skerspjūvio aukštis

$$L = 2 \cdot 80 + 220 = 380 \text{ mm}$$

Glemžimo plotas apskaičiuojamas

$$A_{c0} = B \cdot L = 0,400 \cdot 0,380 = 0,152 \text{ m}^2 \quad (0.46)$$

Apskaičiuojamas koeficientas įvertinantis betono glemžiamojo stiprio padidėjimą:

$$w_u = 1 + k_u \cdot k_f \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left( \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) \leq w_{u,max} \quad (0.47)$$

Čia:

$k_f$  – koeficientas lygus 1,0;

$w_{u,max}$  – ribinė betono glemžiamojo stiprio padidėjimo reikšmė, lygi 2,5;

$A_{c1}$  – kolonos skerspjūvio plotas.

$$w_u = 1 + 14 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,08}{15} \left( \sqrt{\frac{91 \cdot 10^{-4}}{0,152}} - 1 \right) = 1,713 \leq w_{u,max} = 2,5$$

Sąlyga tenkinama.

Tiksliname pado plokštės ilgį:

$$L = \frac{N}{2 \cdot B \cdot f_{cud}} + \sqrt{\left(\frac{|N|}{2 \cdot B \cdot f_{cud}}\right)^2 + \frac{6 \cdot M}{B \cdot f_{cud}}} \quad (0.48)$$

Čia:  $f_{cud}$  – kolonos pamato betono glemžiamasis stipris

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 1,71315 = 2,1838 \text{ MPa}$$

$\alpha$  – koeficientas sunkiajam betonui, lygus 0,85

$$N = N_{Ed} + (G \cdot l_c \cdot g) = 56,25 + (71,5 \cdot 4,055 \cdot 9,81) = 381,713 \text{ kN}$$

$N_{Ed}$  – ašinė jėga veikianti koloną

$G$  – kolonos vieno metro svoris

$l_c$  – kolonos ilgis

$g$  – laisvo kritimo pagreitis.

$$M = 6,32 \text{ kNm}$$

$$L = \frac{381,713}{2 \cdot 0,4 \cdot 21,84 \cdot 10^6} + \sqrt{\left(\frac{|381,713|}{2 \cdot 0,4 \cdot 21,84 \cdot 10^6}\right)^2 + \frac{6 \cdot 6,32}{0,4 \cdot 21,84 \cdot 10^6}} = 91,26 \text{ mm}$$

Imtas pado plokštės ilgis yra tinkamas  $L = 380 \text{ mm}$ .

Pado plokštės atsparumo momentas:

$$W = \frac{B \cdot L^2}{6} = \frac{400 \cdot 380^2}{6} = 9626,67 \text{ cm}^3 \quad (0.49)$$

Apskaičiuojami įtempiai pamato betone po galvena:

$$\sigma_{c, \max} = \frac{|N|}{Ac_0} + \frac{M}{W} = \frac{56,25}{0,152} + \frac{6,32}{9626,67 \cdot 10^{-4}} = 3,168 \text{ MPa} < f_{cud} = 21,84 \text{ MPa} \quad (0.50)$$

$$\sigma_{c, \min} = \frac{|N|}{Ac_0} - \frac{M}{W} = \frac{56,25}{0,152} - \frac{6,32}{9626,67 \cdot 10^{-4}} = 1,855 \text{ MPa} \quad (0.51)$$

Gniuždomos zonos ilgis:

$$s = \frac{\sigma_{c, \max}}{\sigma_{c, \max} + |\sigma_{c, \min}|} \cdot L = \frac{3,168}{3,168 + 1,855} \cdot 0,380 = 0,24 \text{ m} \quad (0.52)$$

Lenkiamieji momentai galvenos ploteliuose:

$$1 \text{ plotelis } M_1 = \frac{\sigma_{c, \max} \cdot c^2}{2} = \frac{3,168 \cdot 0,08^2}{2} = 10,137 \text{ kNm} \quad (0.53)$$

$$2 \text{ plotelis, } M_2 = \alpha \cdot \sigma_{c, \max} \cdot b_k^2 = 0,06 \cdot 3,168 \cdot 0,22^2 = 9,199 \text{ kNm} \quad (0.54)$$

Čia:  $\alpha = 0,06$ , kai  $c_1/b_k = 0,364$

$$3 \text{ plotelis } M_3 = \frac{a_1^2 \cdot \sigma_{3,c}}{8} = \frac{0,105^2 \cdot 2,322}{8} = 3,215 \text{ kNm} \quad (0.55)$$

$$\text{Čia: } \sigma_{3,c} = \frac{s - c_1 + t_f}{s} \cdot \sigma_{c,max} = \frac{0,24 - 0,08 + 0,016}{0,24} \cdot 3,168 = 2,322 \text{ MPa} \quad (0.56)$$

Kai santykis  $b_1/a_1=0,188/0,105=1,786 < 2$

$$\text{Čia: } a_1 = \frac{b_k - t_w}{2} = \frac{0,22 - 0,0095}{2} = 0,105 \text{ m};$$

$$b_1 = h_k - 2 \cdot t_f = 0,22 - 2 \cdot 0,016 = 0,188 \text{ m}.$$

Pado plokštės storis pagal didžiausią lenkimo momentą:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_2}{f_{yd} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 6,32}{454 \cdot 10^3 \cdot 1,2}} = 14,239 \text{ mm} \quad (0.57)$$

Priimu  $t_{pl}=20 \text{ mm}$

$\gamma_c$  – statinė apkrova veikiamos atraminės plokštės darbo sąnaudų koeficientas, kai storis mažiau už 40 mm, lygus - 1,2.

Apskaičiuojama įrašą virintinėje siūlėje prijungiančioje statlakštį prie kolonos lentynos:

$$N_{st.Ed} = \frac{N}{2} + \frac{M}{h_k} = \frac{56,25}{2} + \frac{6,32}{0,22} = 219,584 \text{ kN} \quad (0.58)$$

Mažiausia virintinės siūlės statinio aukštis statlakščiui prijungti prie kolonos lentynos, jei suvirinimas pusiau automatinis apsauginių dujų aplinkoje,  $k_{f,min} = 5 \text{ mm}$ , nes  $t_f=16 \text{ mm}$ ,  $k_{f,max}=1,2 \cdot t_{st}=1,2 \cdot 10=12 \text{ mm}$

čia  $t_{st}$  – statlakščio storis 10 mm. Priimu -  $k_f=5 \text{ mm}$ .

Virintinės siūlės ilgis

$$l_{st,w,eff} = \frac{N_{st,ED}}{2 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{219,58}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,05 \cdot 206,8 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 0,101 \text{ m} \quad (0.59)$$

čia  $\gamma_c$  – elementų darbo sąnaudų koeficientas, lygus 1,0.

Statlakščiui prijungti prie kolonos lentynos jungiančių virintinių siūlių ilgis neturi viršyti

$$85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,05 = 0,298 \text{ m} \quad (0.60)$$

Sąlyga tenkinama.

Statlakščio reikalingas aukštis:

$$h_{st} \geq l_{st,w,eff} + 10 \text{ mm} = 101 + 10 = 111 \text{ mm}; \quad (0.61)$$

Imame  $h_{st}=150 \text{ mm}$ ;

Su atsarga galima priimti, kad tolygiai išskirstyta apkrova, veikiant statlakštį, apskaičiuojama nuo pusės pado plokštės pločio:

$$q_{st.\max} = \frac{\sigma_{c.\max} \cdot B}{2} = \frac{3,0168 \cdot 0,4}{2} = 633,56 \frac{kN}{m} \quad (0.62)$$

$$\sigma_{2.c} = \frac{s - c_1}{s} \cdot \sigma_{c.\max} = \frac{0,24 - 0,08}{0,24} \cdot 3,168 = 2,11 MPa \quad (0.63)$$

$$q_{2.st} = \frac{\sigma_{2.c} \cdot B}{2} = \frac{2,11 \cdot 0,4}{2} = 422,08 \frac{kN}{m} \quad (0.64)$$

Statlakščio lenkiamasis momentas ir skersinė jėga nuo pamato spaudimo:

$$M_{st} = \frac{q_{2.st} \cdot c_1^2}{2} + \frac{c_1^2}{3} \cdot (q_{st.\max} - q_{2.st}) \quad (0.65)$$

$$M_{st} = \frac{422,08 \cdot 0,08^2}{2} + \frac{0,08^2}{3} \cdot (633,56 - 422,08) = 1,802 kNm$$

$$V_{st.1} = \frac{q_{st.\max} + q_{2.st}}{2} \cdot c_1 = \frac{633,56 + 422,08}{2} \cdot 0,08 = 42,23 kN \quad (0.66)$$

$$V_{st.2} = \frac{N_{st.ED}}{2} - V_{st.1} = \frac{219,58}{2} - 42,23 = 67,566 kN \quad (0.67)$$

Išrenkama didžiausia skersinė jėga, šiuo atveju  $V_{st.2} = 67,57 kN$ ; tolesniuose skaičiavimuose naudosime šia jėgą.

Apskaičiuojamas statlakščio skerspjuvio plotas ir atsparumo momentas:

$$A_{st} = t_{st} \cdot h_{st} = 0,01 \cdot 0,15 = 0,0015 m^2 \quad (0.68)$$

$$W_{st} = \frac{t_{st} \cdot h_{st}^2}{6} = \frac{0,01 \cdot 0,15^2}{6} = 37,5 \cdot 10^{-4} m \quad (0.69)$$

Normaliniai ir tangentiniai įtempiai:

$$\sigma_{st} = \frac{M_{st}}{W_{st}} = \frac{1,802}{37,5 \cdot 10^{-4}} = 48,048 MPa \quad (0.70)$$

$$\tau_{st} = \frac{V_{st}}{A_{st}} = \frac{67,57}{0,0015} = 45,044 MPa \quad (0.71)$$

Tikrinama sąlyga:  $\tau_{st} = 45,044 MPa \leq f_{sd} \cdot \gamma_c = 145 MPa$ , sąlyga tenkinama.

Statlakščio atspario sąlyga:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{st}^2 + 3 \cdot \tau_{st}^2}}{1,15 \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} \leq 1,0 \quad (0.72)$$

$$\frac{\sqrt{48,048^2 + 3 \cdot 45,044^2}}{1,15 \cdot 250 \cdot 1,0} = 0,212 \leq 1,0$$

Statlakščio atspario sąlyga tenkinama:

#### 5.4 Inkarinių varžtų parinkimas

Statlakščio skersinė jėga ir lenkimo momentas:

$$N=185,03kN, M=31,35kNm$$

Įtempiai pamato galvenoje apskaičiuojami, pagal sekančias formules ir yra lygus:

$$\sigma_{c,max} = 4,474MPa < f_{cud} = 25,40MPa$$

$$\sigma_{c,min} = -2,039MPa$$

Gniuždomos zonos ilgis apskaičiuojamas pagal formulę, ir yra lygus  $s = 0.261m$

Atstumas nuo kolonos ašies iki gniuždymo zonos sunkio centro:

Gniuždomos zonos ilgis:

$$d = \frac{L}{2} - \frac{s}{3} = \frac{0,380}{2} - \frac{0,261}{3} = 0,103m \quad (0.73)$$

Atstumas nuo gniuždymo zonos sunkio centro iki inkarinių varžtų tempiamojoje pusėje ašies.

$$y = L + \delta - \frac{s}{3} = 0,380 + 0,04 - \frac{0,261}{3} = 0,333m \quad (0.74)$$

čia:

$\delta=40$  mm, šio dydžio apskaičiavimas pateiktas žemiau.

Jėga vienoje pusėje esančiuose inkariniuose varžtuose:

$$N_v = \frac{M - N \cdot d}{y} = \frac{31,35 - 185,03 \cdot 0,103}{0,333} = 36,917kN \quad (0.75)$$

Reikiamas varžto skerspjūvio plotas, kai vienoje pusėje esančių inkarinių varžtų skaičius  $n=2$ .

$$A_{b.net.reik} = \frac{N_v}{n \cdot f_{ba,d} \cdot \gamma_c} = \frac{36,917}{2 \cdot 180 \cdot 1,0} = 68,366mm^2 \quad (0.76)$$

čia:

$f_{ba,d}$  - pamatų inkarinių varžtų, pagamintų iš karštai valcuoto plieno, skaičiuotinis tempiamasis stipris, apskaičiuojamas  $f_{ba,d} = 0,5 \cdot f_u = 0,5 \cdot 360 = 180 MPa$ ,

$f_u$  – inkarinių varžtų stipris pagal stiprumo riba, lygus 360 MPa.

Konstituciškai parenku inkarinius varžtus M20,  $A_{b.net}=245mm^2$ , varžtų skylės plokštėje  $d_0=20$  mm, inkarinių varžtų plokštelės lenkiamasis momentas:

$$M_{pl} = \frac{|N_v|}{4} \cdot (b_k + t_{st} - b_v) = \frac{369,917}{4} \cdot (0,22 + 0,01 - 0,15) = 0,738 kNm \quad (0.77)$$

čia

$b_v$  – atstumai tarp varžtų centrų.

a) Mažiausi  $b_{v.min} = 2 \cdot d_0 = 50 mm$

b) didžiausi  $b_{v.max} = 8 \cdot d_0 = 160 mm$

Priimu:  $b_v = 150 mm$

Apskaičiuojamas atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:

a) mažiausi  $\delta_{min} = 2 \cdot d_0 = 40 mm$

b) didžiausi  $\delta_{max} = 4 \cdot d_0 = 80 mm$

Priimu:  $\delta = 40 mm$

Apskaičiuojamas plokštelės plotis:

$$b_{pl} \geq 2 \cdot 1,5 \cdot d_0 = 2 \cdot 1,5 \cdot 20 = 60 mm \quad (0.78)$$

Priimu  $b_{pl} = 80 mm$

Apskaičiuojamas inkarinių varžtų plokštelės storis:

$$t_{pl} \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M_{pl}}{(b_{pl} - d_0) f_{yd} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,738}{(0,08 - 0,02) 250 \cdot 1}} = 14,032 mm$$

Priimu:  $t_{pl} = 20 mm$ .

Virintinių siūlių, prijungiančių bazes elementus prie pado plokštės, mažiausias galimas virintinės siūlės statinio aukštis, virinant prie 20 mm storio elemento.

$k_{f.min} = 6 mm$ ;

$k_{f.max} = t_{st} \cdot 1,2 = 12 mm$ ;

Priimu  $k_f = 6 mm$ .

Virintinių siūlių metalo kerpamasis plotas, inercijos ir atsparumo momentai:

$$A_{wf} = 2(\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (L - 10) + 2\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10)) \quad (0.79)$$

$$A_{wf} = 2(0,7 \cdot 6 \cdot (380 - 10) + 2 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot (80 - 10)) = 4284 cm^2$$

$$I_{wf} = 2 \left( \frac{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (L - 10)}{12} + 2 \left( \frac{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10)^3}{12} + \beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10) \left( \frac{L}{2} - \frac{c_1}{2} \right)^2 \right) \right) \quad (0.80)$$

$$I_{wf} = 2 \left( \frac{0,7 \cdot 6 \cdot (380 - 10)}{12} + 2 \left( \frac{0,7 \cdot 6 \cdot (80 - 10)^3}{12} + 0,7 \cdot 6 \cdot (80 - 10) \left( \frac{380}{2} - \frac{80}{2} \right)^2 \right) \right) = 6239,7 \text{ cm}^4$$

$$W_{wf} = \frac{I_{wf}}{L \cdot 0,5} = \frac{6239,7}{38 \cdot 0,5} = 328,41 \text{ cm}^3 \quad (0.81)$$

Virintinių siūlių jungiančių bazės elementus prie pado plokštės, atspario sąlyga:

$$\frac{1}{f_{vw.f.d} \cdot \gamma_c} \cdot \left( \frac{N}{A_{wf}} + \frac{M}{W_{wf}} \right) \leq 1.0 \quad (0.82)$$

$$\frac{1}{206,8 \cdot 1.0} \cdot \left( \frac{185,03}{0,004284} + \frac{31,35}{0,000328} \right) = 0,447 \leq 0.1$$

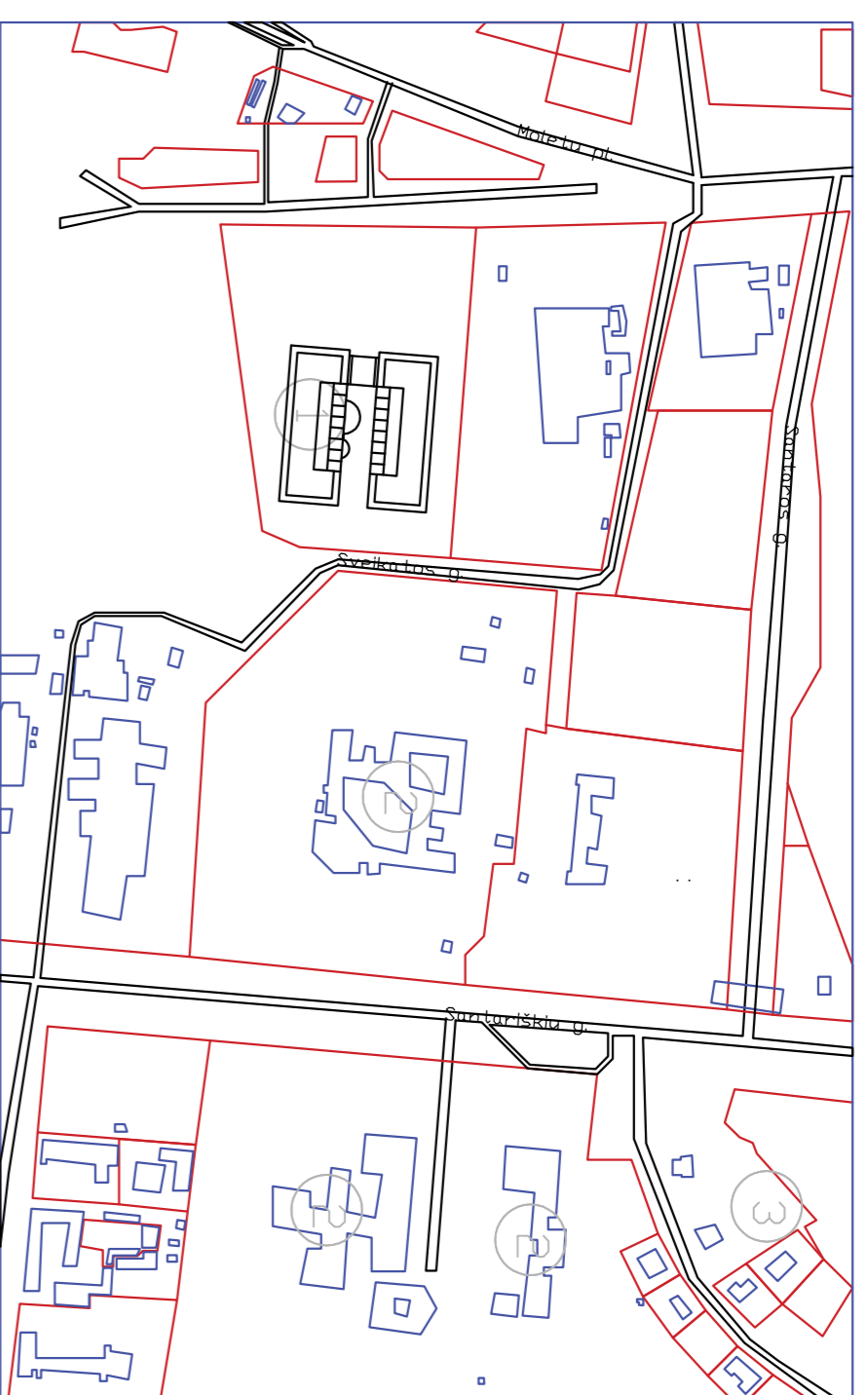
Sąlyga tenkinama, bazės stiprumas yra pakankamas.



## 6. PRIEDAS. Lokalinės sąmatos

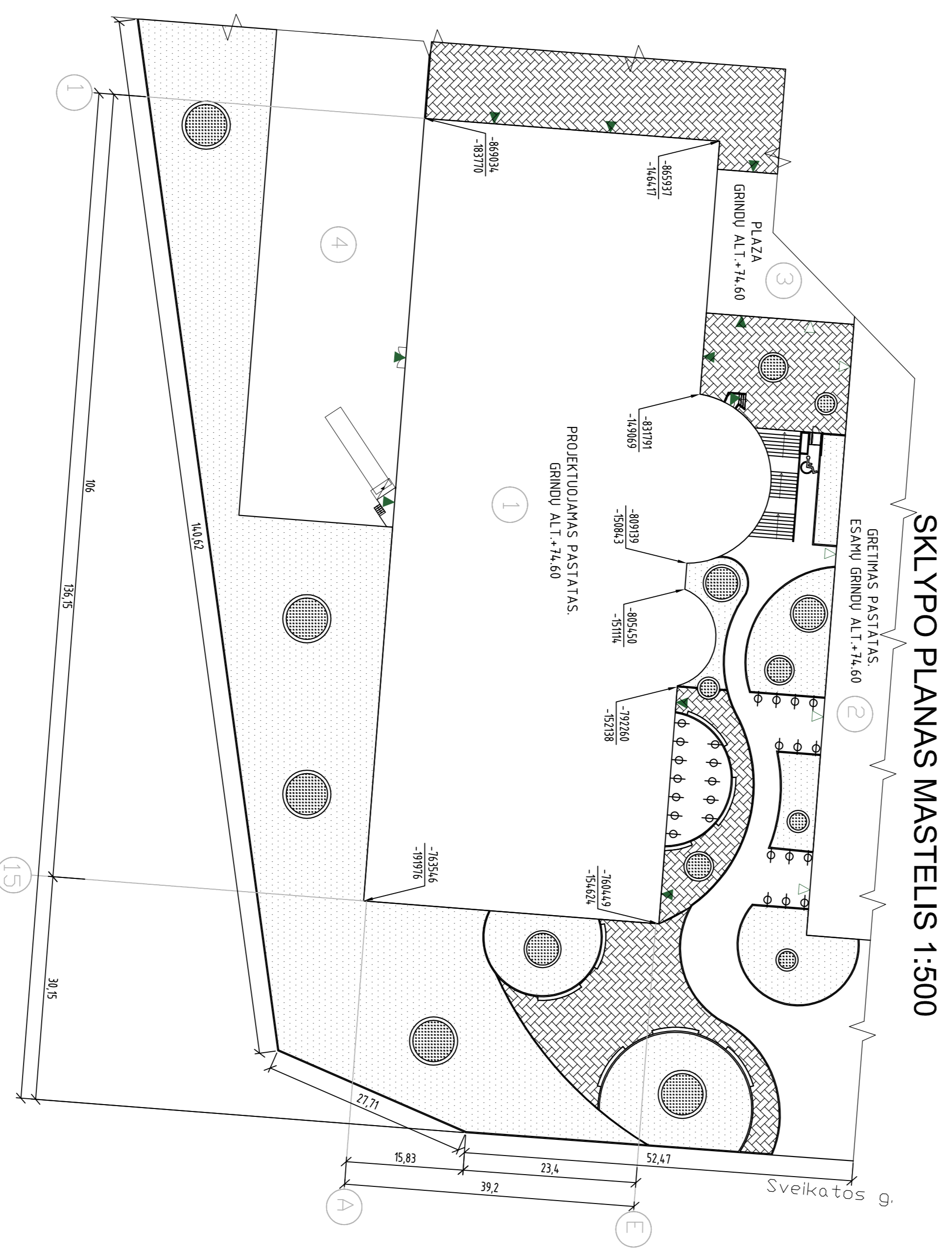
<b>LOKALINĖ SĄMATA</b>						
Sudaryta pagal 2016.03 kainas						
<b>Statinių grupė    Visuomeninis pastatas</b>						
<b>Statiny's            Gelžbetoninės pastato kolonos</b>						
<b>Žiniaraštis        Bendrastatybiniai darbai</b>						
2016.12.21						
					<b>Suma žiniaraščiui 438.63 EUR (1514.50 Lt.)</b>	
Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1	A					
1	<b>N7P-0202</b>	vnt.		0,5		
	Gelžbetoninių kolonų montavimas, tvirtinant varžtais , kai kolonos masė daugiau 2t iki 3t					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	5,2	5,2	2,59	13,47
261157	Gelžbetoninės kolonos su varžtinėmis jungtimis	m3	1,0	1,0	266,82	266,82
489131	Kranas	maš.val	1,7	1,7	11,1	18,86
N7P-0202	Darbo užm. 13.47    Medžiagos 266.82			Mechanizmai 18.86		Iš viso 299.15
Iš viso skyriuje 1	Darbo užm. 13    Medžiagos 267			Mechanizmai 19		Iš viso 299
Viso žiniaraštyje 1	Darbo užm. 13    Medžiagos 267			Mechanizmai 19		Iš viso 299
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			8		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				1	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%					
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(27)		1			
		<b>Viso:</b>	15	275	20	309
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(27+2)		5			
	<b>Statinio statybos išlaidos</b>	<b>Viso:</b>	19	275	20	314
	Statybvietės išlaidos 9.00%					28
	<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>					342
	Pridėtinės išlaidos 25.00%(27+2)					4
	Pelnas 5.00%(683+7)					18
	<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>					21
					<b>Bendra vertė be PVM</b>	363
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					76,13
					<b>Bendra vertė su PVM</b>	438,63

LOKALINĖ SĄMATA						
Sudaryta pagal 2016.03 kainas						
<b>Statinių grupė Visuomeninis pastatas</b>						
<b>Statinys Metalines pastato kolonos</b>						
<b>Žiniaraštis Bendrastatybiniai darbai</b>						
2016.12.21						
<b>Suma žiniaraščiui 771.48 EUR (2663.77 Lt.)</b>						
Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
<b>1 bendrastatybiniai</b>						
<b>1 N9P-0101</b>						
	Metalinų kolonų montavimas , kai kolonų masė daugiau 0,25t iki 0,50t k8=1.03	t		0,231		
	Darbo sąn. kateg. 4.6	žm.val.	24,0	11,064	1,24	13,75
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	0,9	0,4149	0,45	0,18
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	3,0	1,383	0,44	0,61
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	0,461	335,87	154,84
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	0,6	0,2766	0,33	0,09
534013	Apipjauta mediena (spygliuočių, 1-3 rūš.)	m3	0,005	0,002305	45,22	0,1
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	1,4	0,6454	0,64	0,41
489051	Kranas ant automob. važioklės 16 t keliam. galios	maš.val	2,6	1,1986	6,31	7,57
N9P-0101 Darbo užm. 13.75 Medžiagos 155.83				Mechanizmai 7.98		Iš viso 177.56
<b>2 N13-202</b>						
	Metalinų didelių (ištisinių) paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 2150 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17	m2		4,095		
	Darbo sąn. kateg. 4.3	žm.val.	0,18	1,4742	21,54	31,74
230436	Gruntas Pyroprotect	kg	0,2	1,638	25,51	41,77
230437	Dažai Pyroprotect	kg	3,5	28,665	33,82	969,57
368184	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	maš.val	0,13	1,0647	11,3	12,04
N13-202 Darbo užm. 1.79 Medžiagos 1011.34				Mechanizmai 12.04		Iš viso 1055.12
<b>3 N13-96</b>						
	Metalinų paviršių dažymas emale CHS-710, purkštuvu	100m2		0,04095		
	Darbo sąn. kateg. 4.31	žm.val.	1,55	0,12695	0,22	0,03
230061	Sopolimeropolivinilchloridinis emalis (pilkas)	kg	16,0	1,3104	0,21	0,28
230204	Tirpikliai (polimerizacinių smalų pagrindu)	kg	6,0	0,4914	0,07	0,03
N13-96 Darbo užm. 0.03 Medžiagos 0.31				Mechanizmai		Iš viso 0.34
Iš viso skyriuje 1 Darbo užm. 46 Medžiagos 1168				Mechanizmai 20		Iš viso 1233
Viso žiniaraštyje 1 Darbo užm. 46 Medžiagos 1168				Mechanizmai 20		Iš viso 1233
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			14		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				1	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%		2			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(68+3)		3			
	<b>Viso:</b>		39	479	19	536
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(68+3+6)		12			
	<b>Statinio statybos išlaidos</b>	<b>Viso:</b>	51	479	19	548
	Statyb vietės išlaidos 9.00%					50
	<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>					598
	Pridėtinės išlaidos 25.00%(68+3+6)					10
	Pelnas 5.00%(1195+19)					31
	<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>					40
				<b>Bendra vertė be PVM</b>		638
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					133,98
				<b>Bendra vertė su PVM</b>		771,48



SITUACIJOS PLANAS MASTELIS 1:5000

- EKSPLIKACIJA:
- 1 - Projektuojamas pastatas
  - 2 - Galimi visuomeninės paskirties pastatai
  - 3 - Gyvenamųjų namų sklypai



SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:500

EKSPLIKACIJA:

- 1 - Projektuojamas pastatas
- 2 - Galimas jau funkcionuojantis pastatas
- 3 - Pastatų jungtis - PLAZA
- 4 - Apatremąjio transporto aikštelė

SUTARTINAI ŽYMĖJIMAI:

- Cementinių tinklų dangos
- Zonos glijams
- Vėgė
- Dirvičių stovyno vietos
- Apdrieto betono stiebi

Nr.	Pavadinimas	Matav. vienet.	Kiekis	Pastabos
1.	Sklypas	arai	124,35	Viso sklypo - 329,79
2.	Sklypo plotas	%	26,01	Viso sklypo - 26,54
3.	Sklypo užstatymo intensyvumas	%	38,36	Viso sklypo - 41,15
4.	Statiniai užimtas žemės plotas	m <sup>2</sup>	4780,15	Viso sklypo - 12428,39
5.	Apželdintas plotas	m <sup>2</sup>	3298,63	Viso sklypo - 7584,55
6.	Trinkelėmis klojamas plotas	m <sup>2</sup>	829,79	Viso sklypo - 2074,48 Išskaitant nuogrindas aplink pastata
7.	Asfalto dangos plotas	m <sup>2</sup>	1708,34	Viso sklypo 5125,02
8.	Automobilių pastatymo vietos (požeminėje aikštelyje)	viet.	150+15	Prie esamo pastato 200+15
9.	Sunkiojo transporto pastatymo vietos	viet.	2	Prie esamo pastato 2

1 AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:300

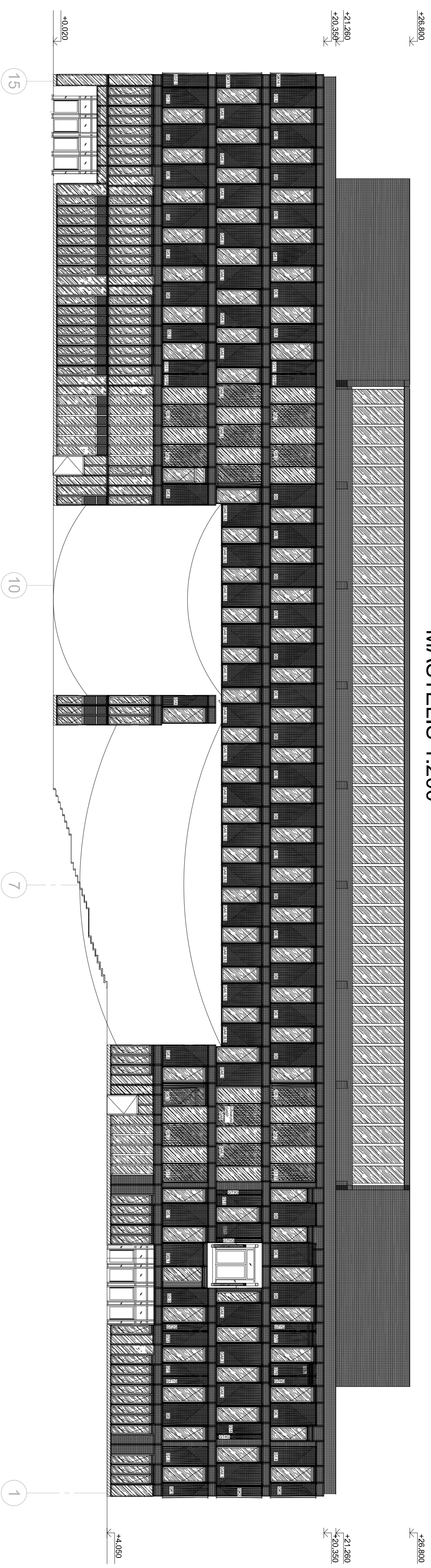


EKSPLIKACIJA:

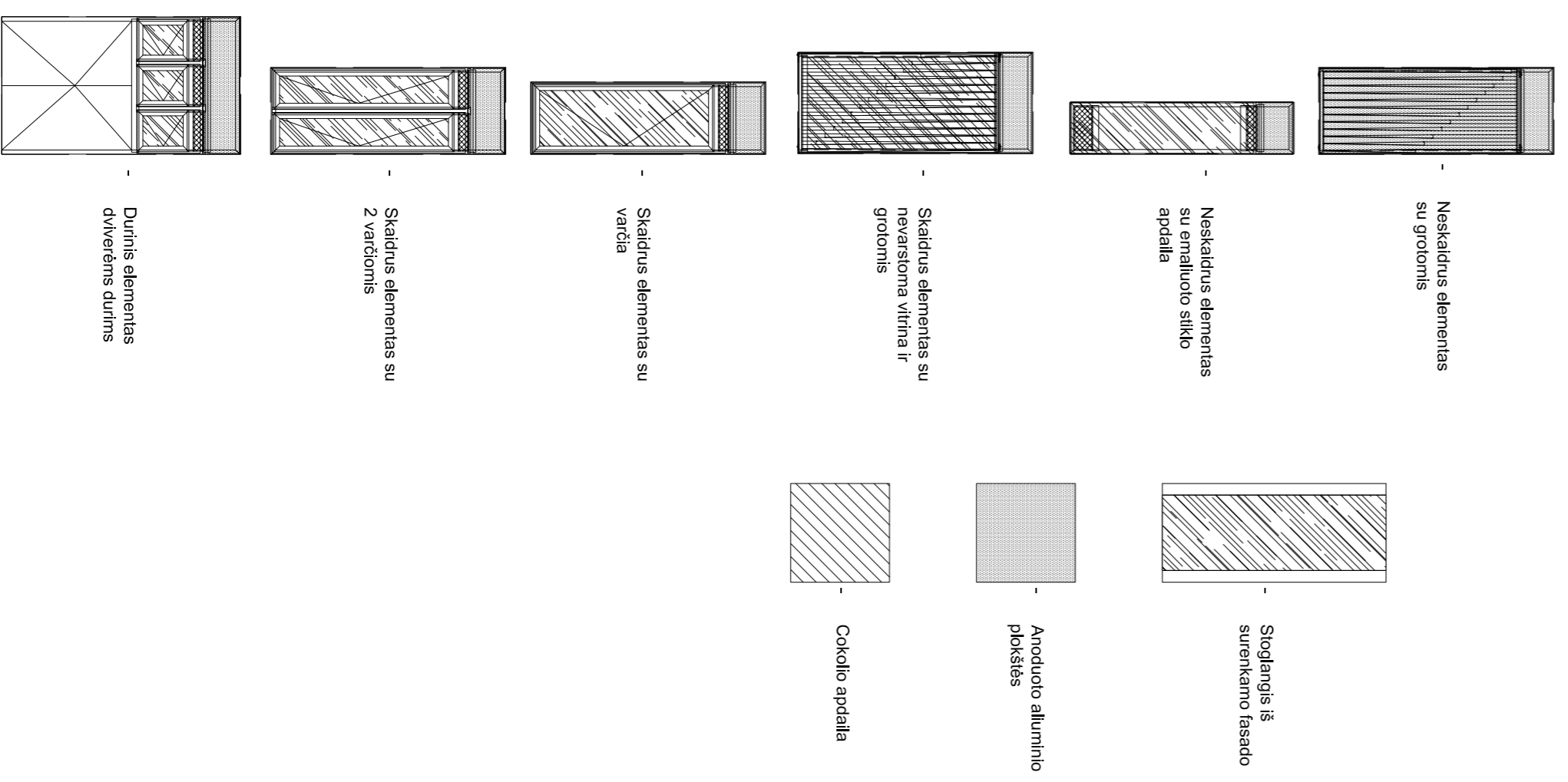
- 1 - Pagalbines sandėliavimo patalpos
- 2 - Sanitariniai mazgai (MČ)
- 3 - Požeminė stovyklų aikštelė

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
SSM45	Studentas: I. Vairūkavičius Vedėjas: N. Adamkavičius Konsultant: G. Siskariyte	2017-01-2017-01- 2017-01-
Pradėjas	MBD	2017-MBD-SK
Laidas	1	7
Lapelis	0	

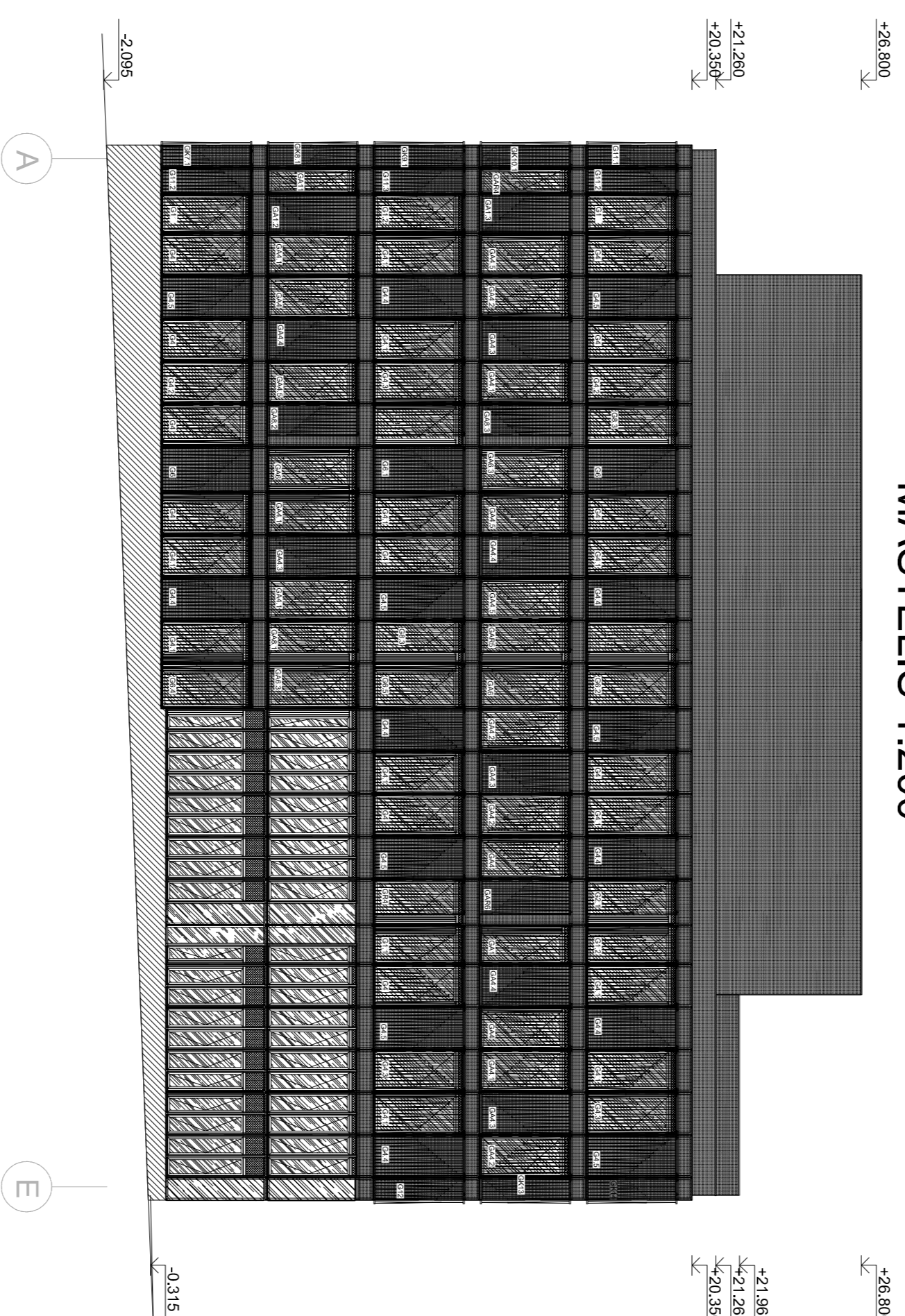
FASADAS IŠ VIDINIO KIEMO 15-1  
MASTELIS 1:200



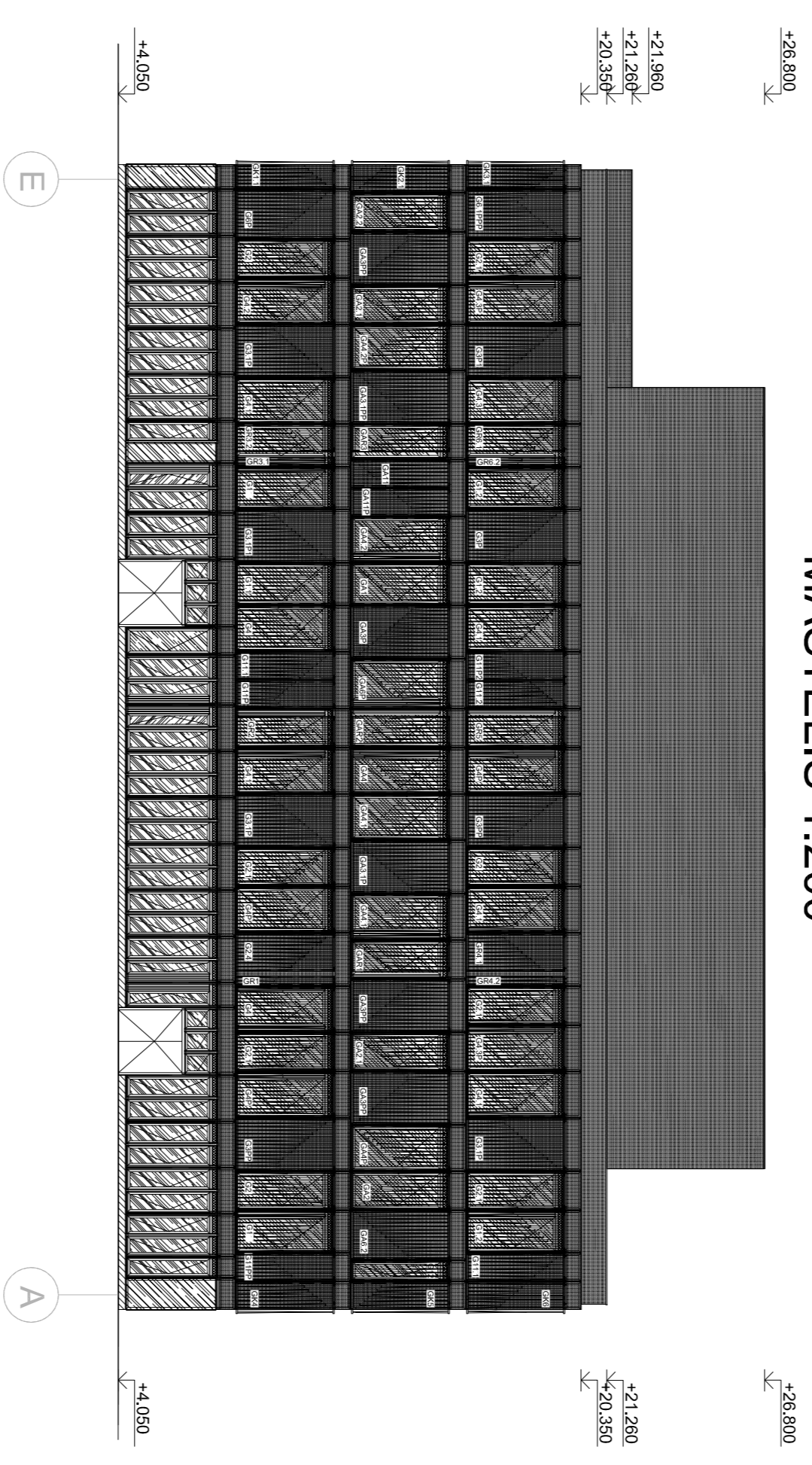
FASADO ELEMENTŲ TIPAI M1:100



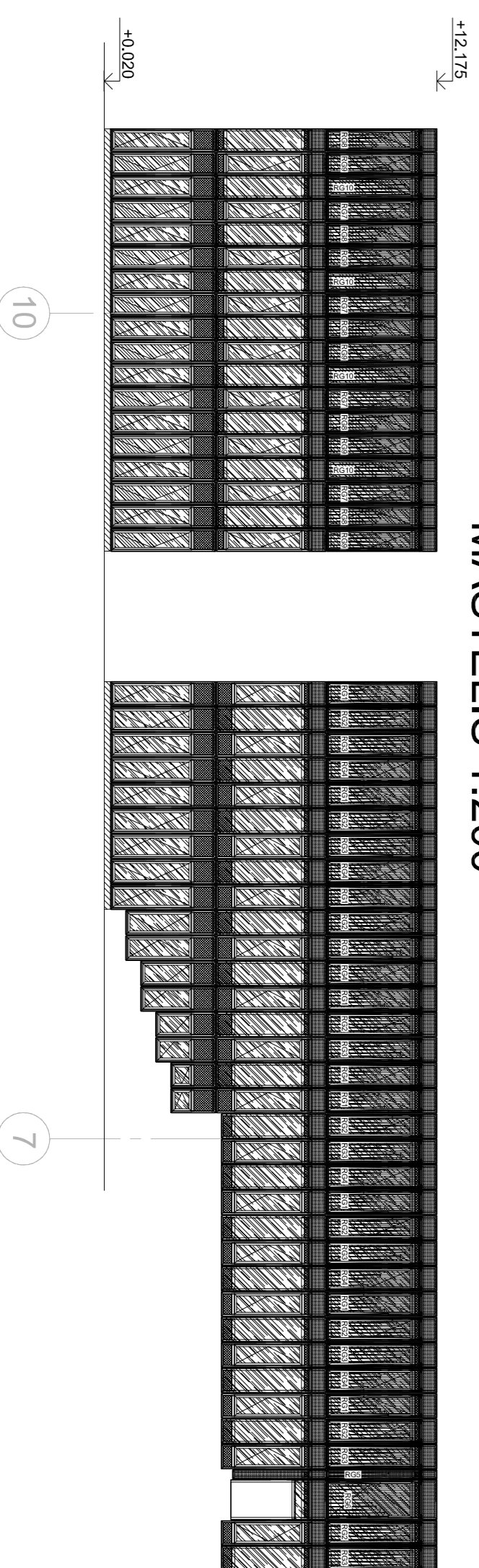
RYTINIS FASADAS A-E  
MASTELIS 1:200



VAKARINIS FASADAS E-A  
MASTELIS 1:200

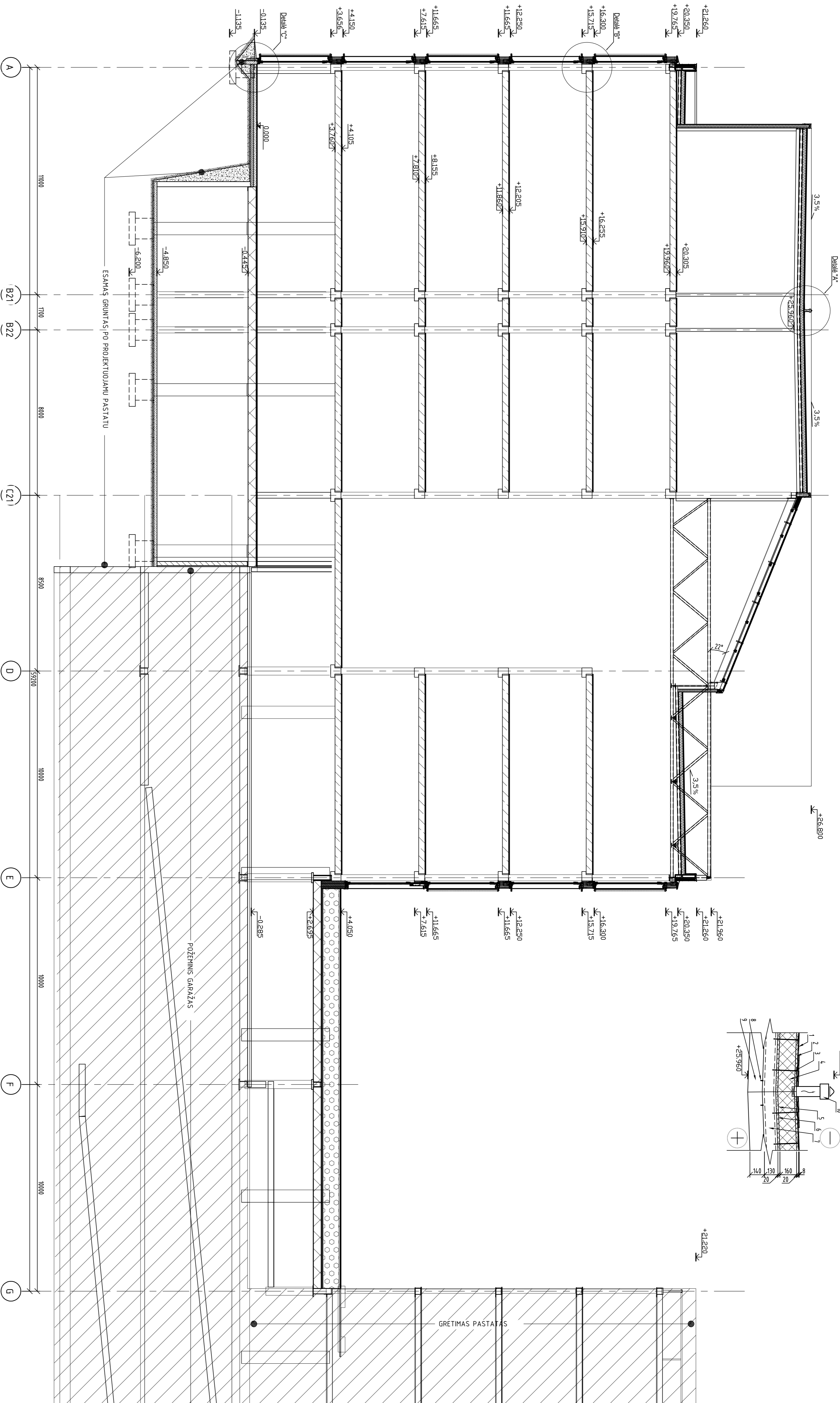


LENKTŲ FASADO ZONŲ IŠKLOTINĖ  
MASTELIS 1:200

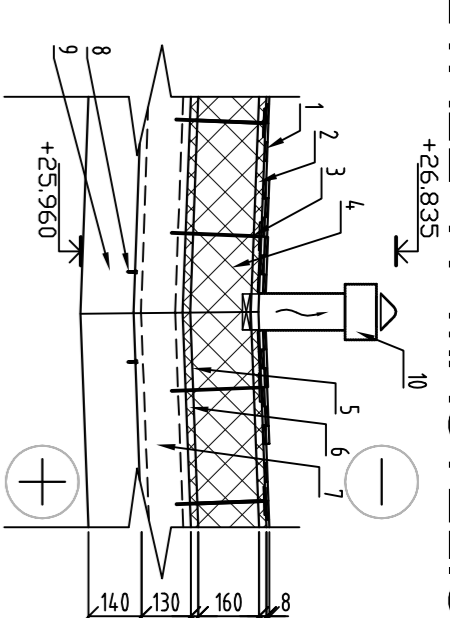


Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrantūros baigiamasis darbas
SSMŠ	Studentas   T. Vainukevičius	2017-2018	Mokslu studijų ir verslo centro statybinį konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas   N. Adamukevičius	2017-2018	
	Konsultantai   G. Sūkalytė		
Pratapas	Statybinį konstrukcijų katedra		Laidas   Lapas
MBD	LT - 51387 Studentų 48, Kaunas		2   7
		FASADAS 15-1: FASADAS A-E; FASADAS E-A; LENKTŲ FASADO ZONŲ IŠKLOTINĖ	Laidas   Lapas
			0
		2017-MBD-SK	

PŪVIS A-A MASTELIS 1:100

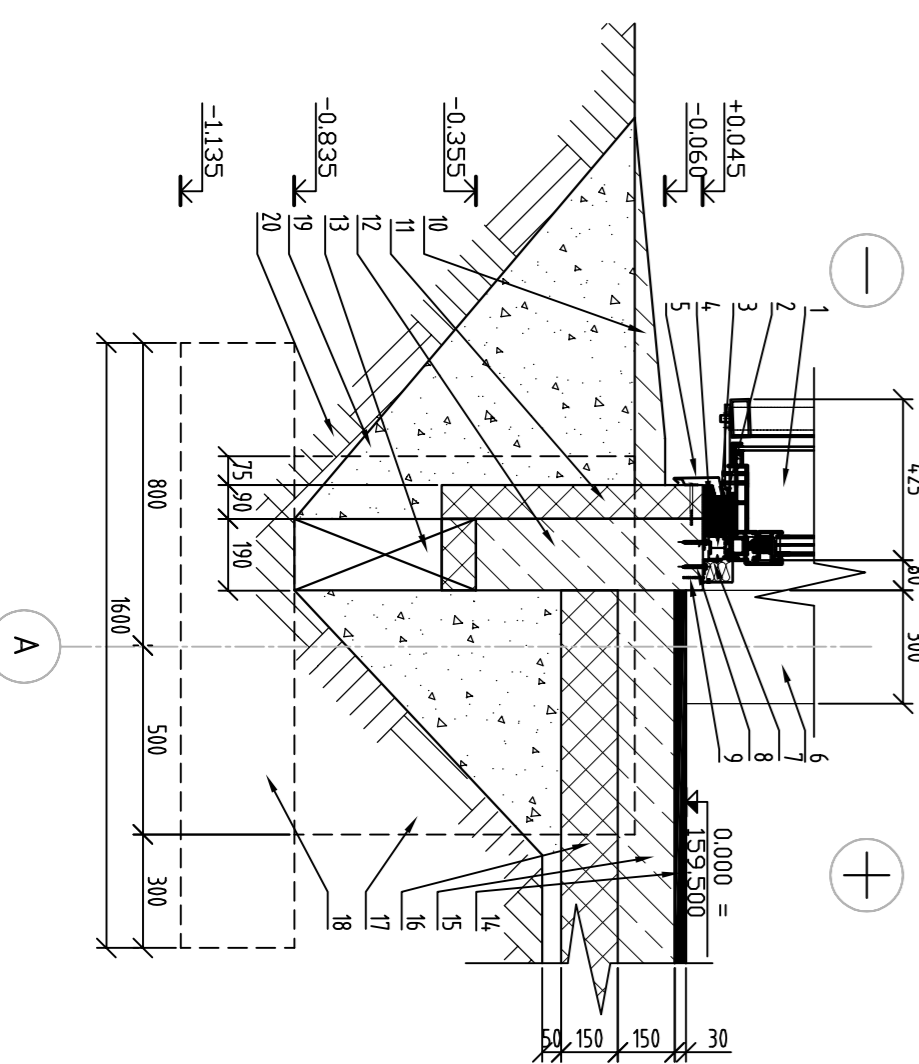


DETALĖ "A" MASTELIS 1:20



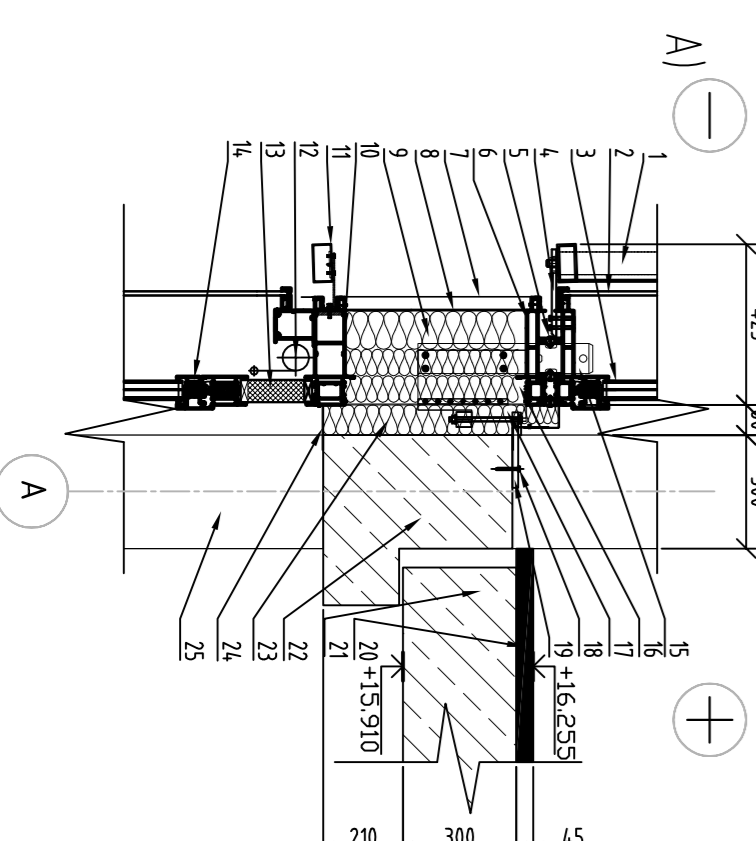
Nr.	Pavadinimas
1	Ridomine siūgo dangis: 1sl Bipol
2	Plėtinis EKP 2sl. Uritiklis EKP
3	Termozoliucijos tvirtinimo elementai
4	Paroc ROS 30
5	Čiupo izoliacija
6	Paroc ROIB 80
7	Profiluotas pakabiklas
8	Ran 11.30-751-030
9	Profilis: 140x140x10
10	Plėtinio tvirtinimo elementai
11	Vedimo kamnelis

DETALĖ "C" MASTELIS 1:20

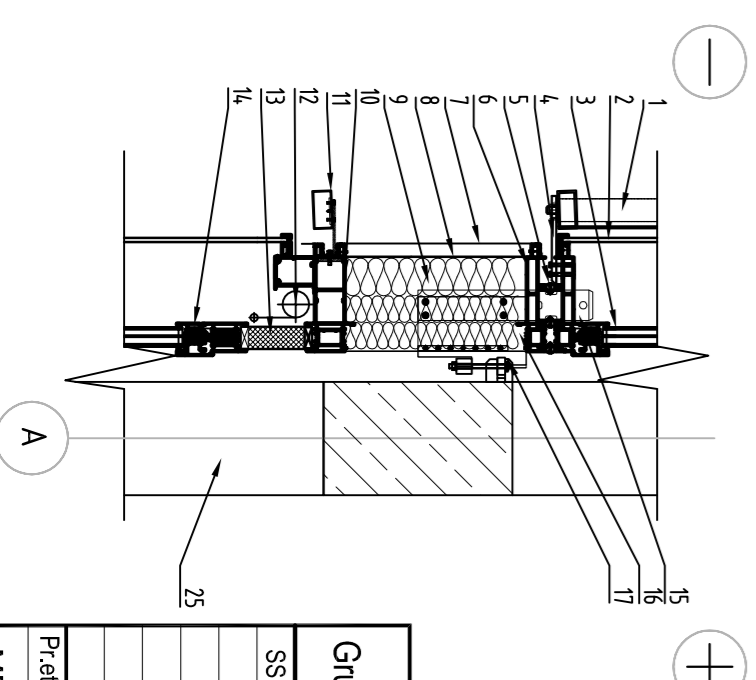


Nr.	Pavadinimas
1	Fasadu elementas
2	STYRODUR gaminys su paruoštu drenažu
3	Eksterno tvirtinimo prie cokolio
4	STYRODUR šilumos izoliacija
5	Palangė
6	Glb. pasisalo kotelis
7	Tvirtinimo kampūnėlis
8	Betoninis gipsas
9	Ankers
10	Nuogrinda
11	FINNOAM FI-300/90
12	Panarinis siūlis
13	Atraminis stipiklis
14	Išlyginamasis sluoksnis/grindų dangis
15	Glb. armuotasis gipsas
16	Šilumos izoliacija XPS
17	Glb. pamatas
18	Pamato padas
19	Drenažinis grunto sluoksnis
20	Nepriklausomas gruntas

DETALĖ "B" MASTELIS 1:20



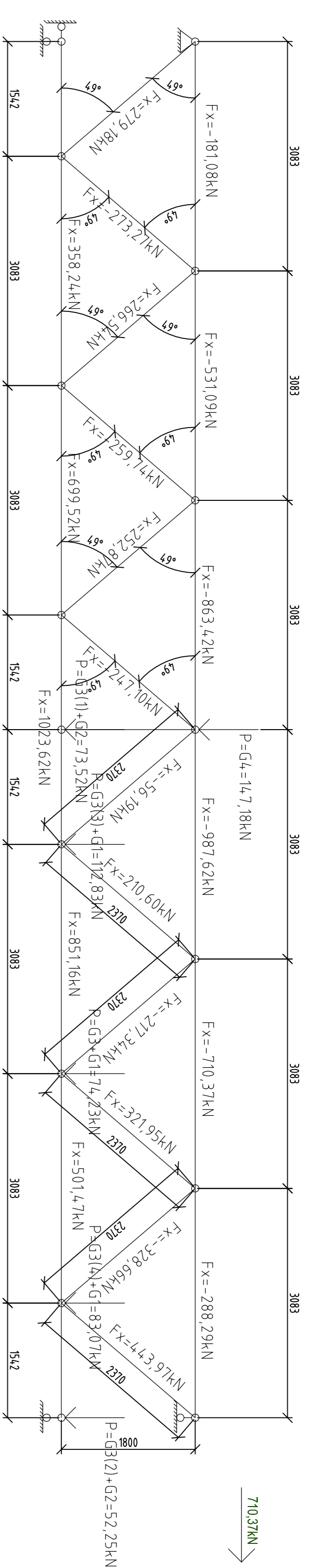
KRONŠTEINO "K02" TVIRTINIMAS MASTELIS 1:20



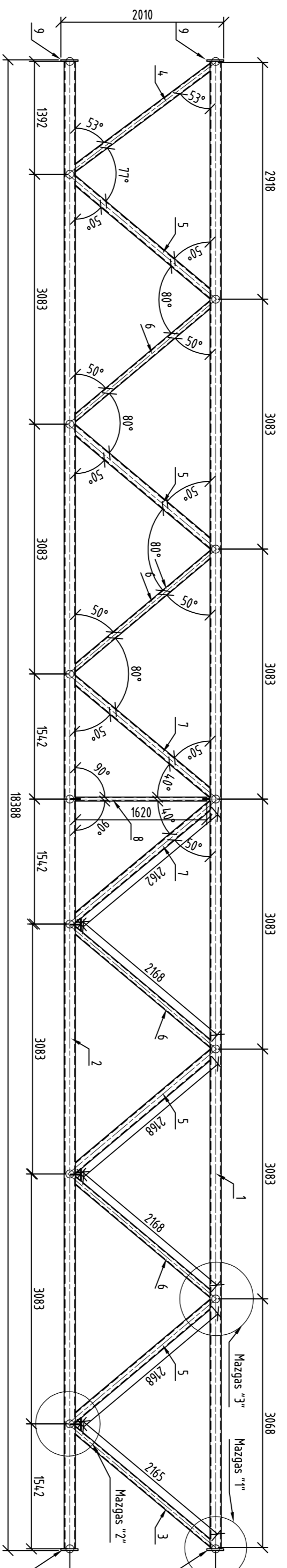
Nr.	Pavadinimas
1	Aptaklinės aliuminio grovos
2	Grindinis siūklas
3	Sirkio paketas
4	Greiti konkretas
5	Horizontali cementinė jungtis-tarpinė
6	WICONA Zorder' profilis
7	Atodiuota aliuminio kasetė
8	Čirkiamas kasetė
9	Šiluminė izoliacija 250mm
10	WICONA Zorder' ryšis
11	Bendrinis vamzdis
12	Rokius
13	Užplėtas ALU-ALU
14	WICONA varcios profilis
15	Eksterno kelimo kėpė
16	Eksterno tvirtinimo kablys
17	Atodiuotus aliuminio bakštinys
18	Tvirtinimo detalė: facton
19	Eksterno kronšteinus
20	Išlyginamasis sluoksnis/grindų dangis
21	Pardangos plėksite
22	Ramo siūlis
23	Prisigysitrinė izoliacija
24	Čirkiamas bakštinys
25	Pasisalo kotelis

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrantūros baigiamasis darbas
	SSM-5	Studentas T. Vaitiekėvičius	
Pardavėjas	MBD		2017-MBD-SK
	LIT - 51367 Studentų 48, Kaunas		
			Lapais 3
			Lapų 7

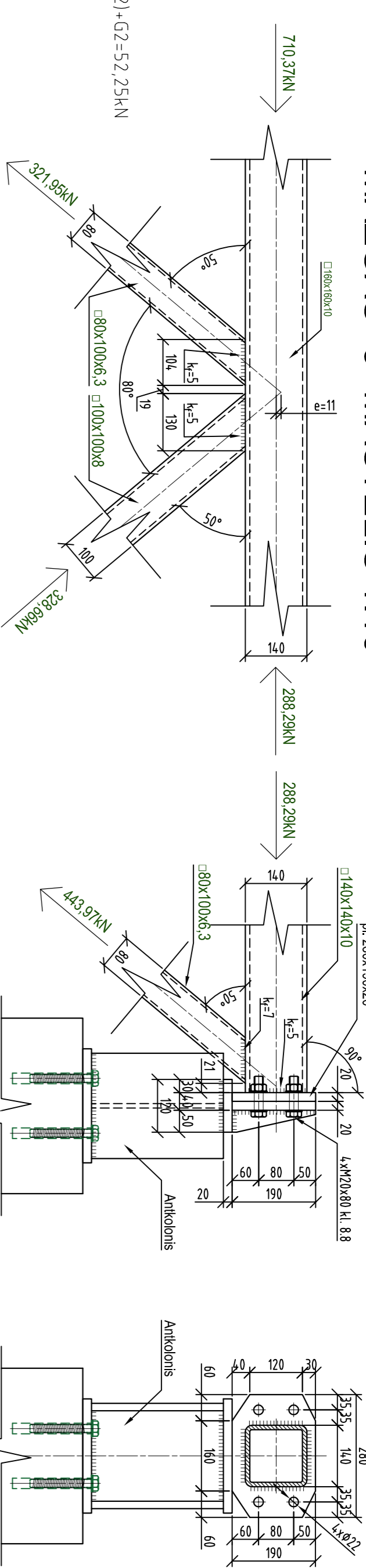
# METALINĖS SANTVAROS SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA MASTELIS 1:50



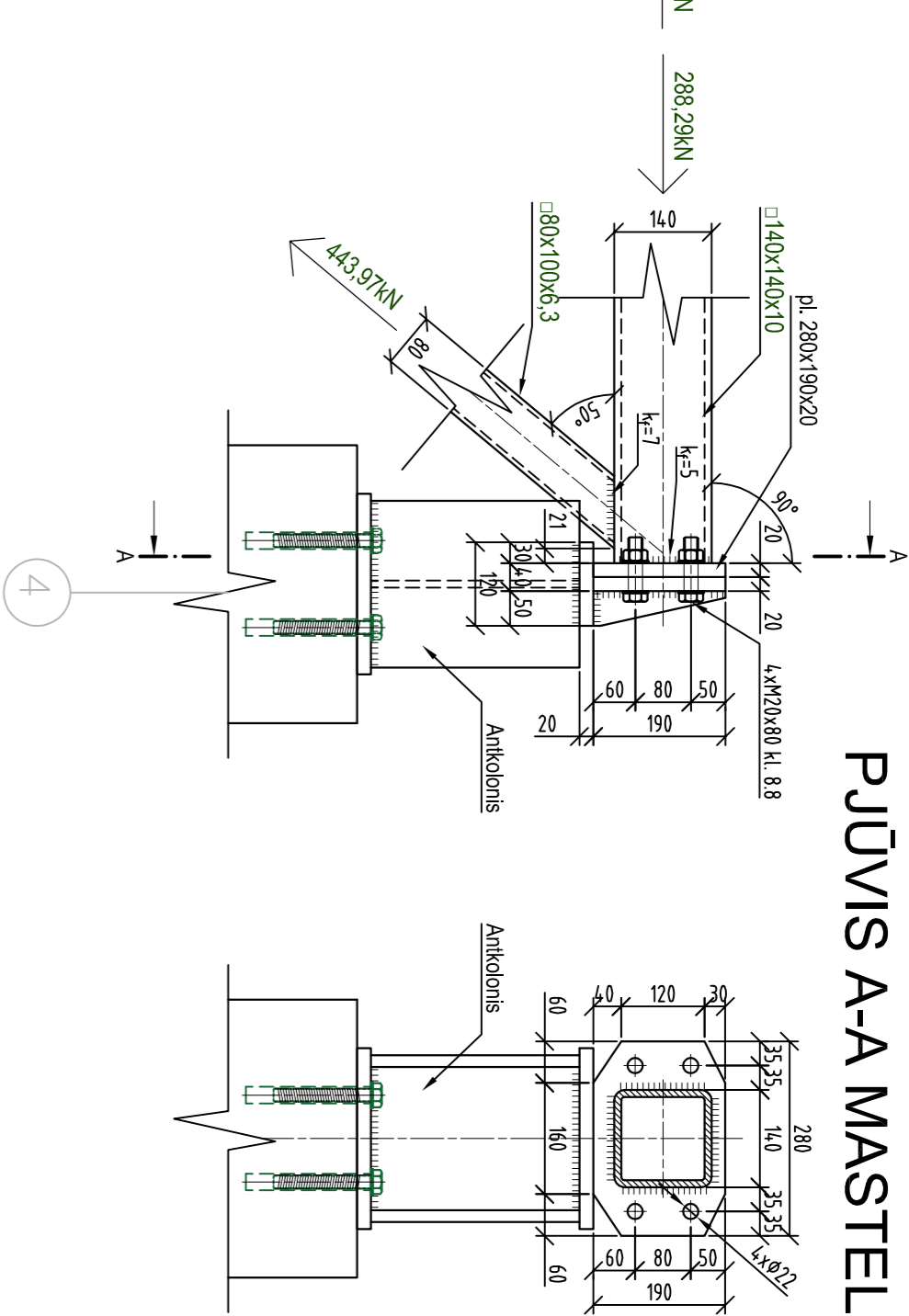
## METALINĖ SANTVARA MASTELIS 1:50



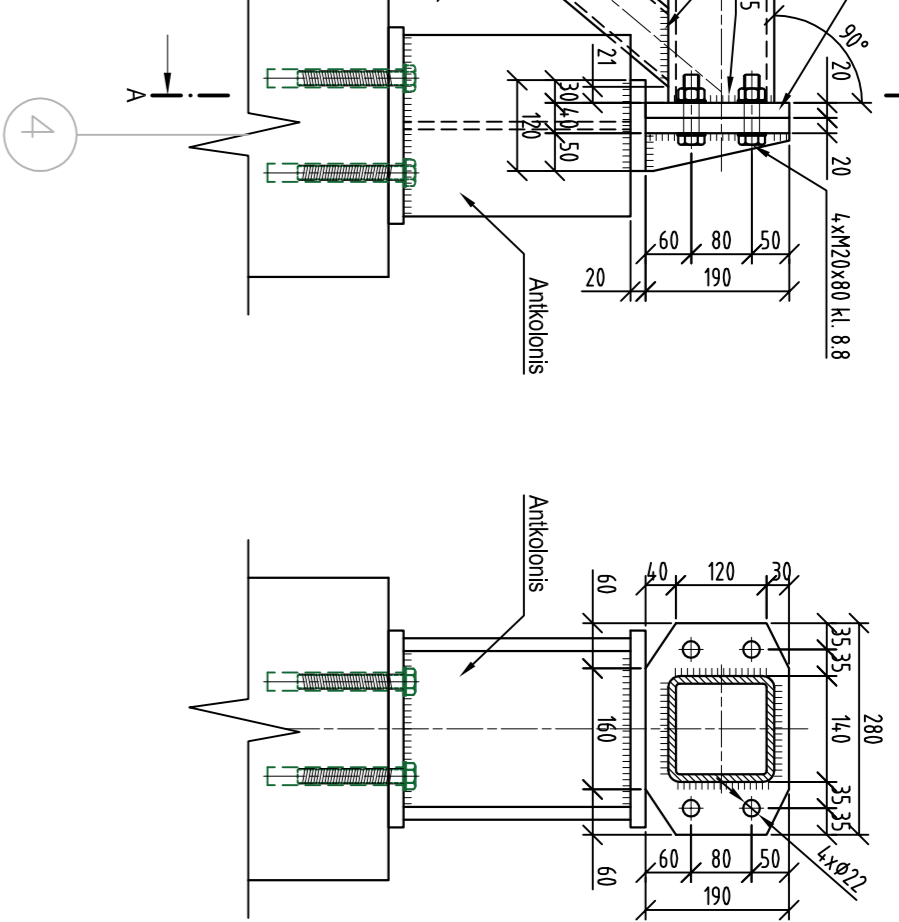
## MAZGAS "3" MASTELIS 1:10



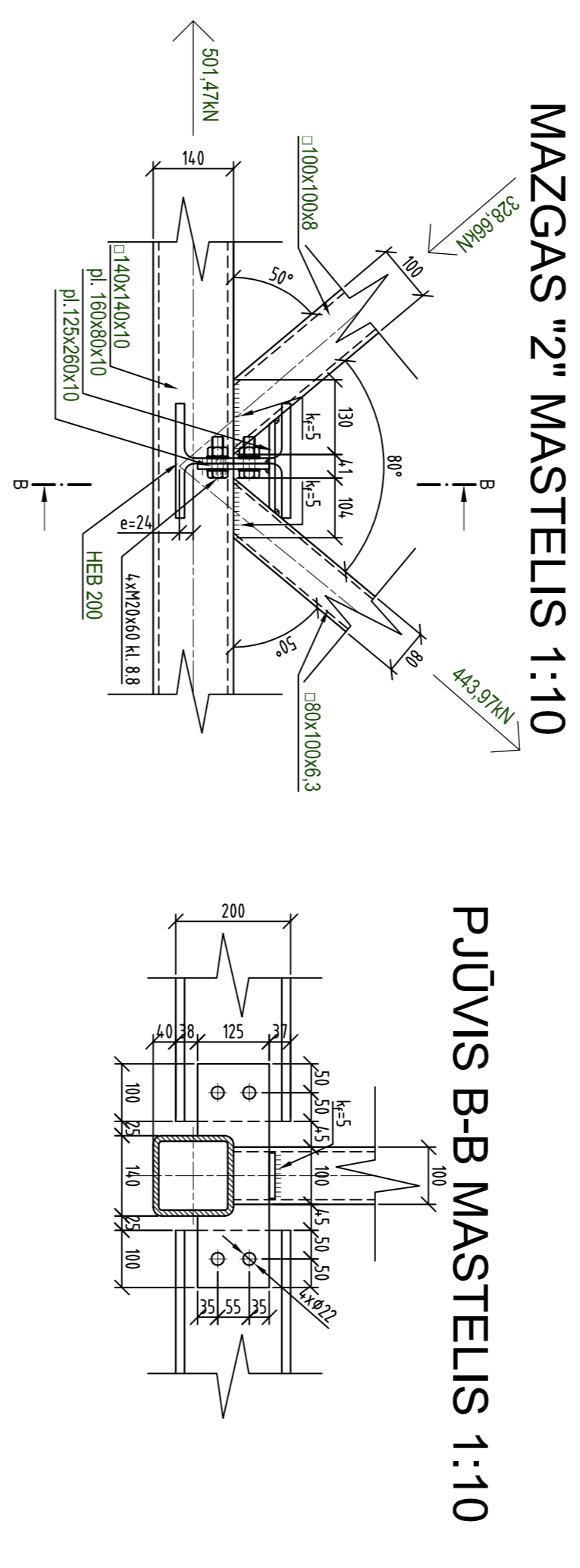
## MAZGAS "1" MASTELIS 1:10



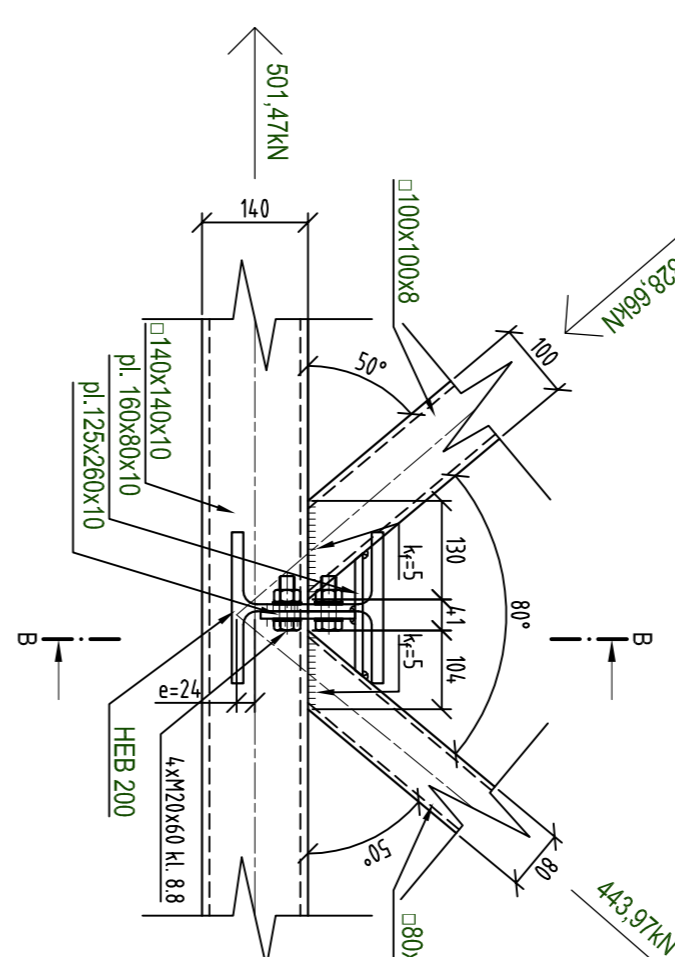
## PŪVIS A-A MASTELIS 1:10



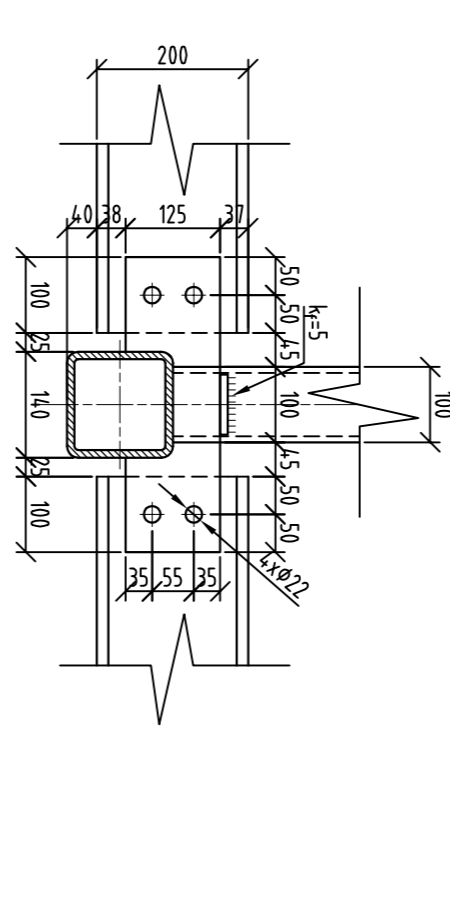
## PŪVIS B-B MASTELIS 1:10



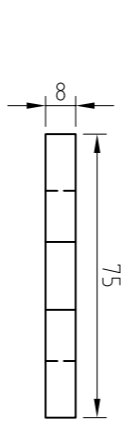
## MAZGAS "2" MASTELIS 1:10



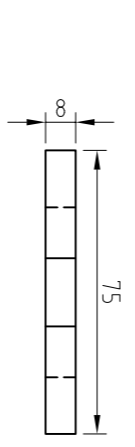
## PŪVIS B-B MASTELIS 1:10



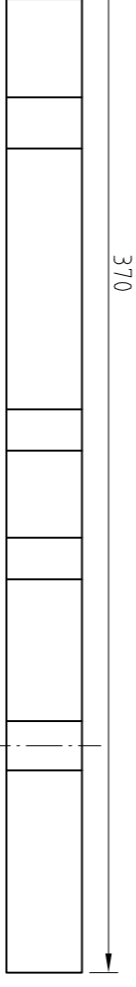
DETALĖ "U05" MASTELIS 1:2



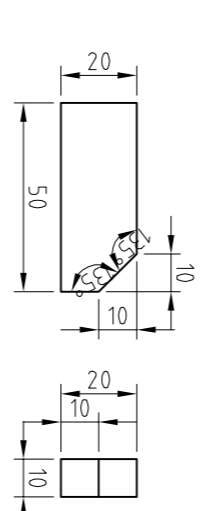
DETALĖ "U06" MASTELIS 1:2



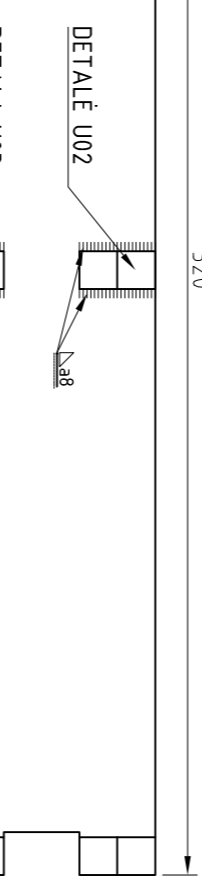
DETALĖ "U04" MASTELIS 1:2



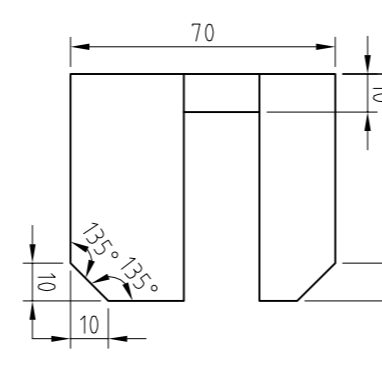
DETALĖ "U02" MASTELIS 1:2



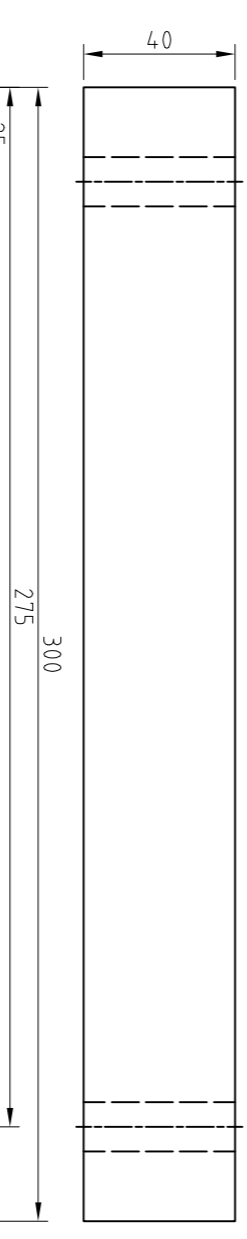
DETALĖ "U01" MASTELIS 1:2



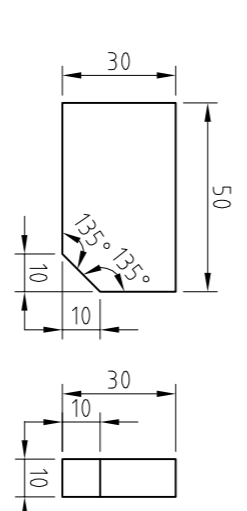
DETALĖ "U03" MASTELIS 1:2



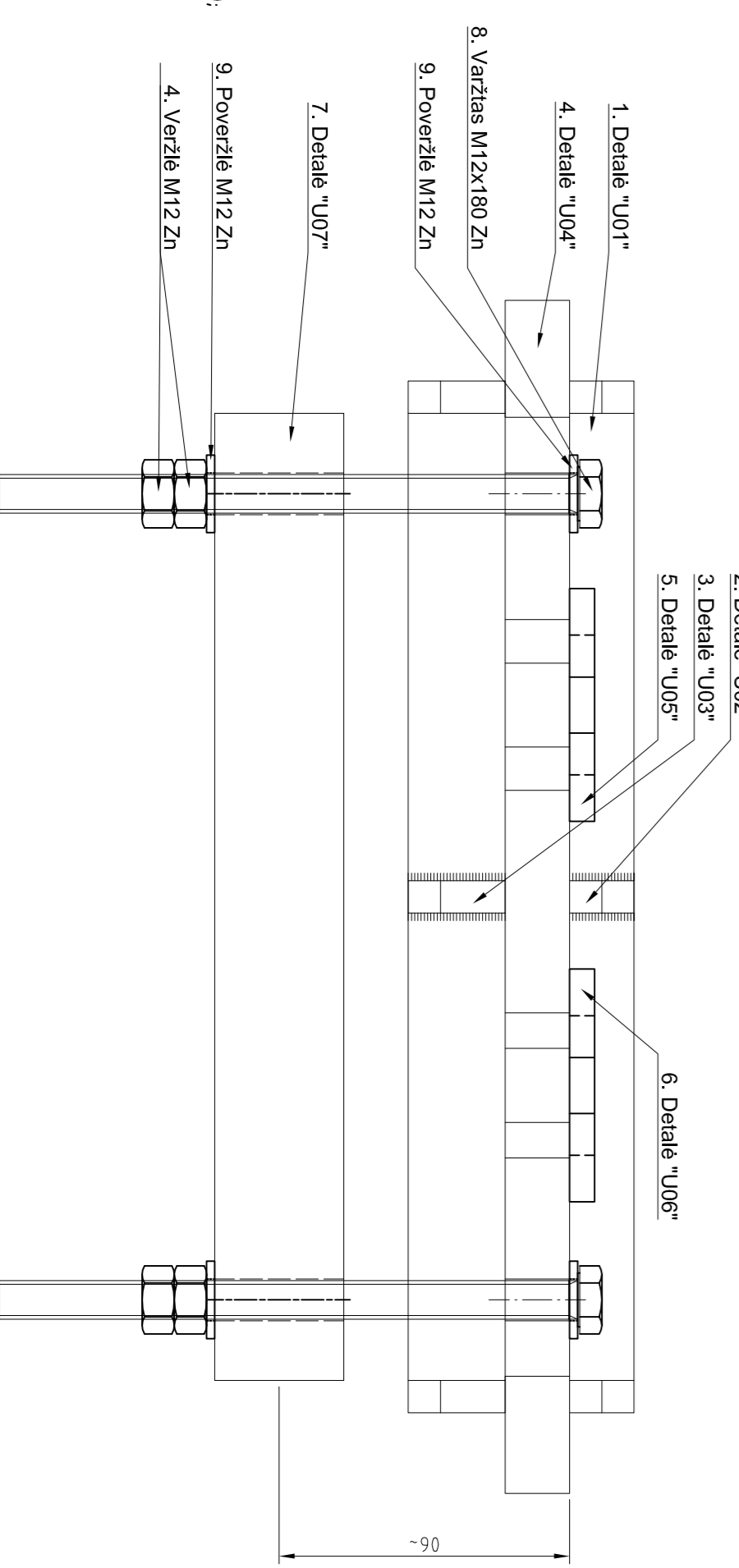
DETALĖ "U07" MASTELIS 1:2



DETALĖ "U03" MASTELIS 1:2



### PRINCIPINIS KRONŠTEINO SUKINKIMAS MASTELIS 1:2



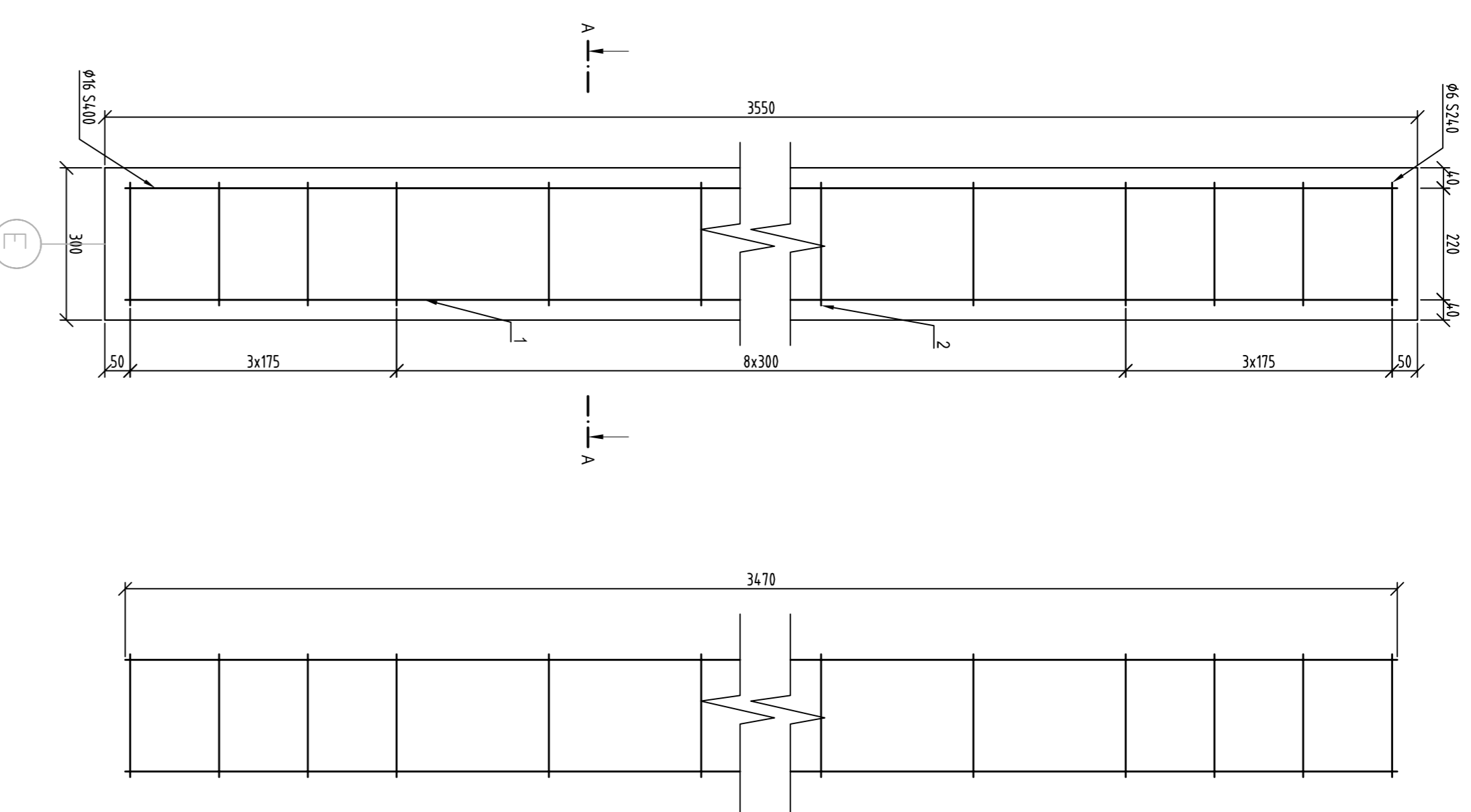
Nr.	Dantis pavadinimas	Kiekis
1	Detale U01	1
2	Detale U02	1
3	Detale U03	1
4	Detale U04	1
5	Detale U05	1
6	Detale U06	1
7	Detale U07	1
8	Varžtas M12x180 Zn 8 & klasė	2
9	Poveržle M12.180 Zn	4
4	Varžle M12 Zn	4

Gaminio markė	Elemento Nr.	Pavadinimas (skerspjūvis, mm)	Pieno markė	ligns, mm	Kiekis	Masė, kg
	1	Virsutinė juosta (L140x140x10)	S275JR	18300	1	732.00
	2	Apatinė juosta (L140x140x10)	S275JR	18300	1	732.00
	3	Spyris (L100x80x6.3)	S275JR	2165	1	33.56
	4	Spyris (L100x80x6.3)	S275JR	2054	1	31.84
	5	Spyris (L100x100x8)	S275JR	2168	4	195.99
	6	Spyris (L100x80x6.3)	S275JR	2168	4	194.42
	7	Spyris (L100x100x8)	S275JR	2162	2	97.72
	8	Stramėnė (L80x50x5)	S275JR	1620	1	20.74
	9	Plauštinė (L200x190x20)	S275JR	-	4	33.20
					<b>Suma</b>	<b>2011.45</b>
					Staliu suvirinimui	20.11
					Vieno	2031.57

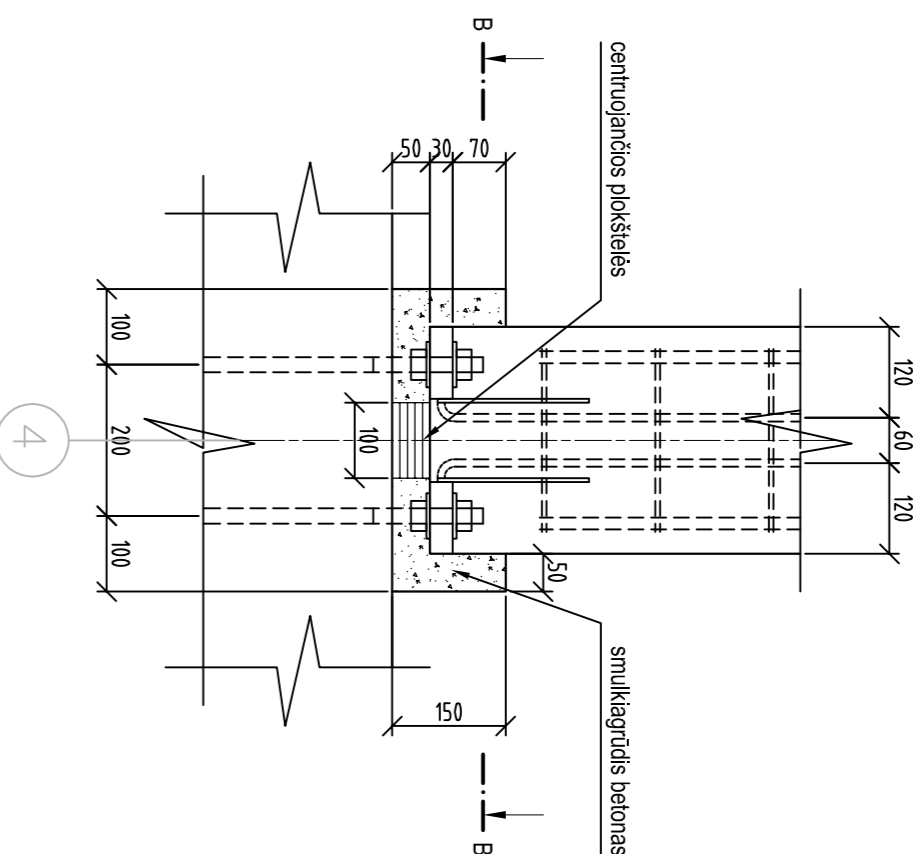
Grupė	Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
SSM-5	Studijos T. Vaitukaitis	2017-2018
	Vardas N. Adamkalis	2017-2018
	Konstituentas G. Andriulis	2017-2018
Pr. etapas	Stalypinių konstrukcijų katedra	2017-MBD-SK
MBD	LT-51367 Studentų 46, Kaunas	4
		7

- Pastabos:
- Medžiaga pilnas S355J0
  - Medžiagos šaltinis: A (EN ISO 15914-2:1998)
  - Atkurovimo klasė: L2 (EN ISO 15914-2:1998)
  - Atkurovimo techninės sąlygos: L2 atkurovimo sistema L202 (EN ISO 15914-5:2007)
  - Paviršiaus paruošimas: Sa 2.3 (ISO 8501-1)
  - Prieš dažymą būtinas nuvalymas
  - Išorinis dažymo būdas
  - Sparniai: RAL 7001
  - Tolerancijų klaidė: m ISO 27681

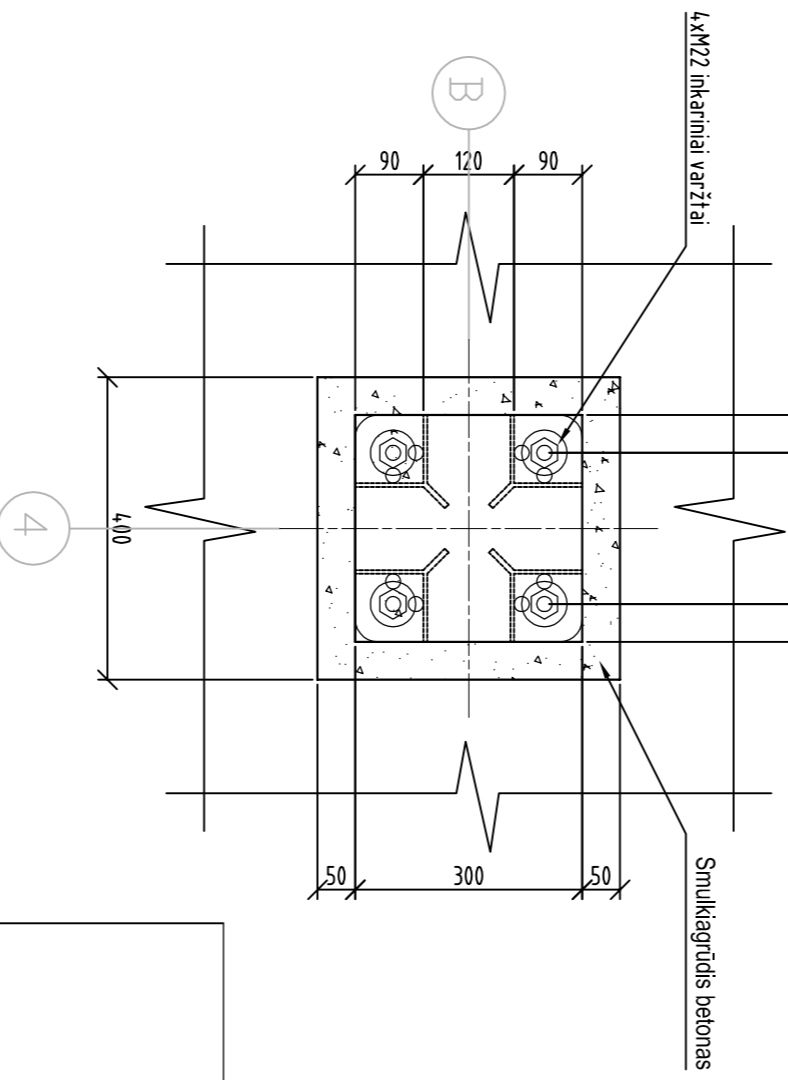
# GELŽBETONINĖ KOLONA MASTELIS 1:10



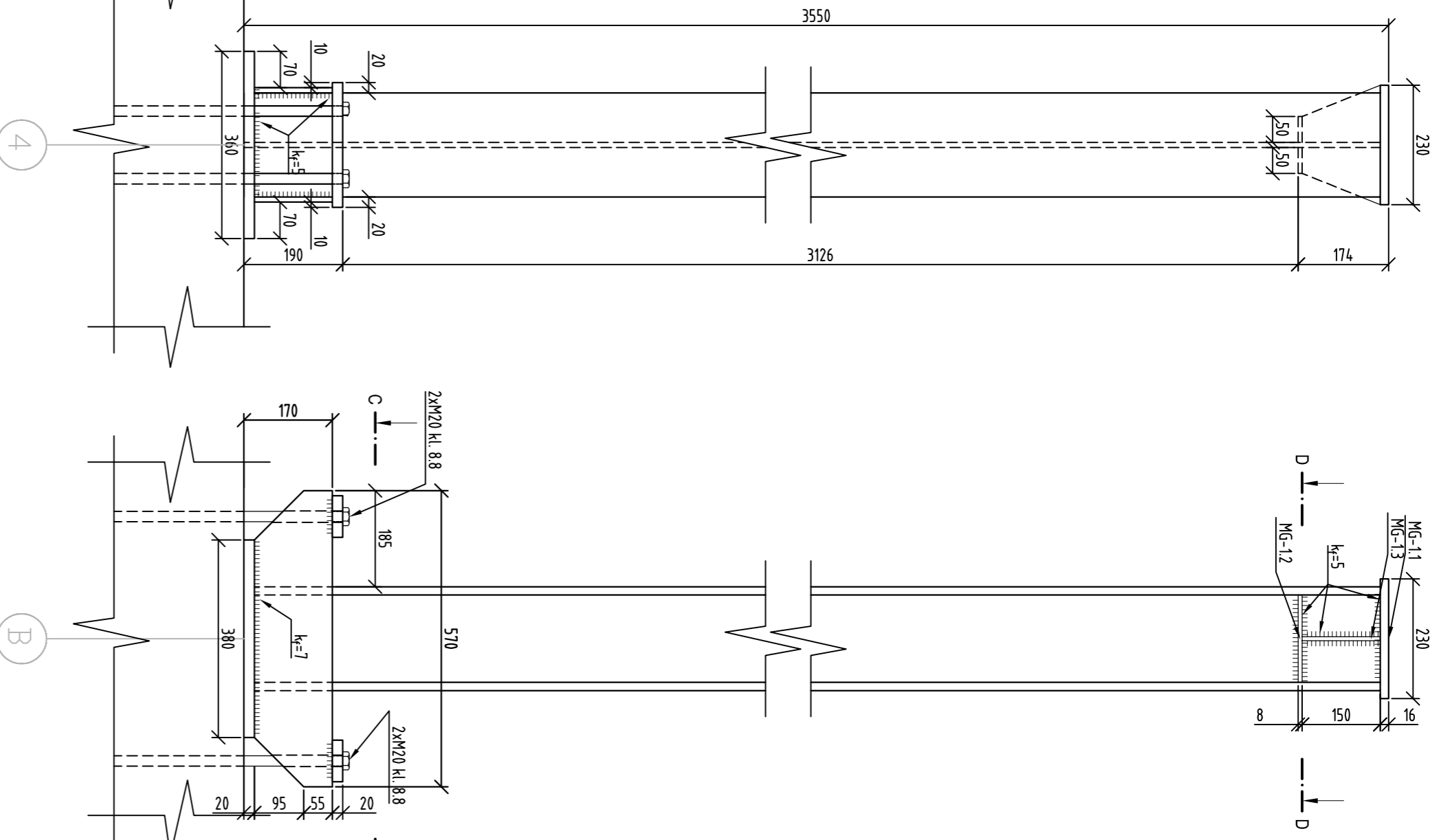
# GELŽBETONINĖS KOLONOS TVIRTINIMAS MASTELIS 1:10



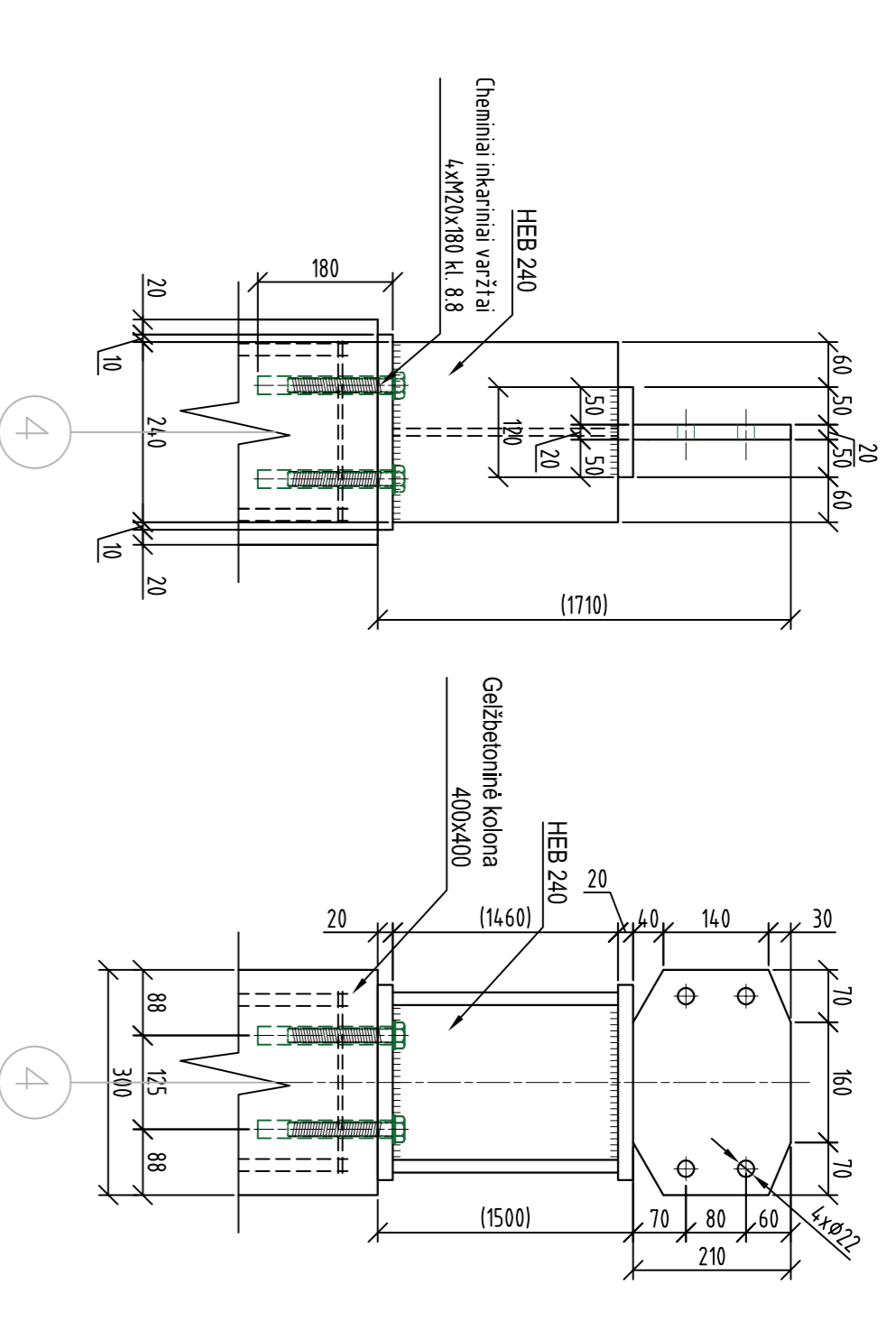
# PJŪVIS B-B MASTELIS 1:10



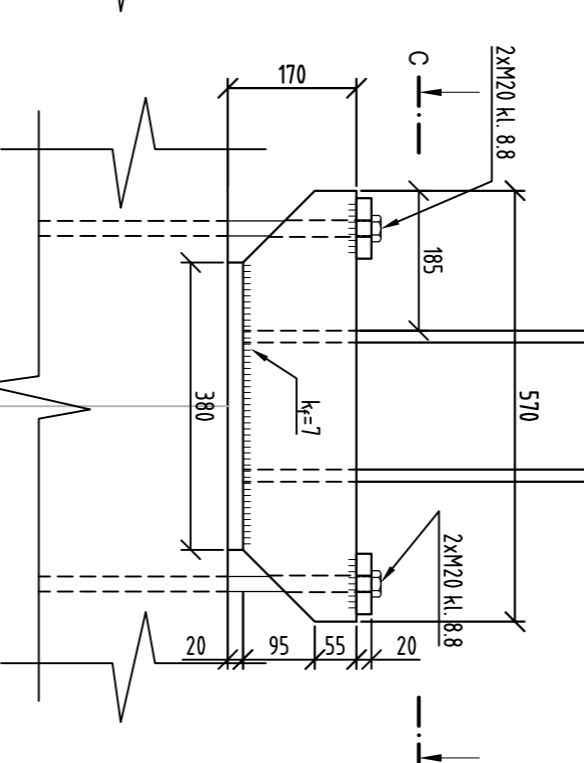
# METALINĖ KOLONA MASTELIS 1:10



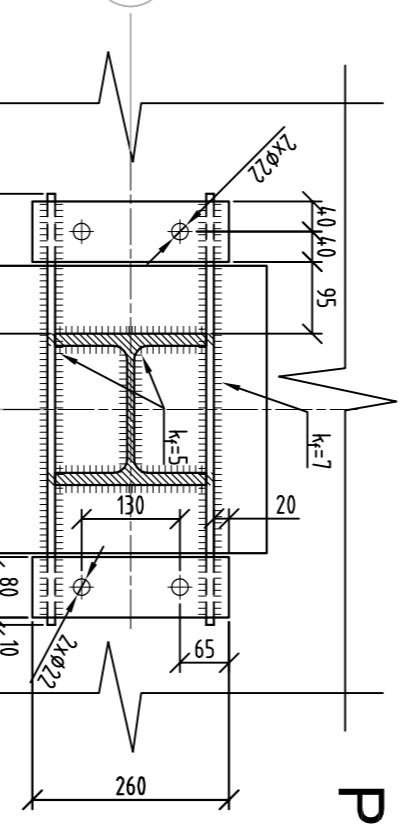
# ANTKOLONIO TVIRTINIMAS PRIE GELŽBETONINĖS KOLONOS MASTELIS 1:10



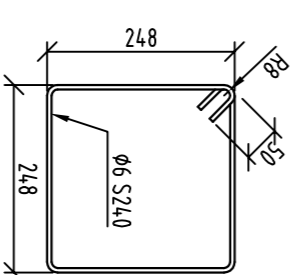
# PJŪVIS C-C MASTELIS 1:10



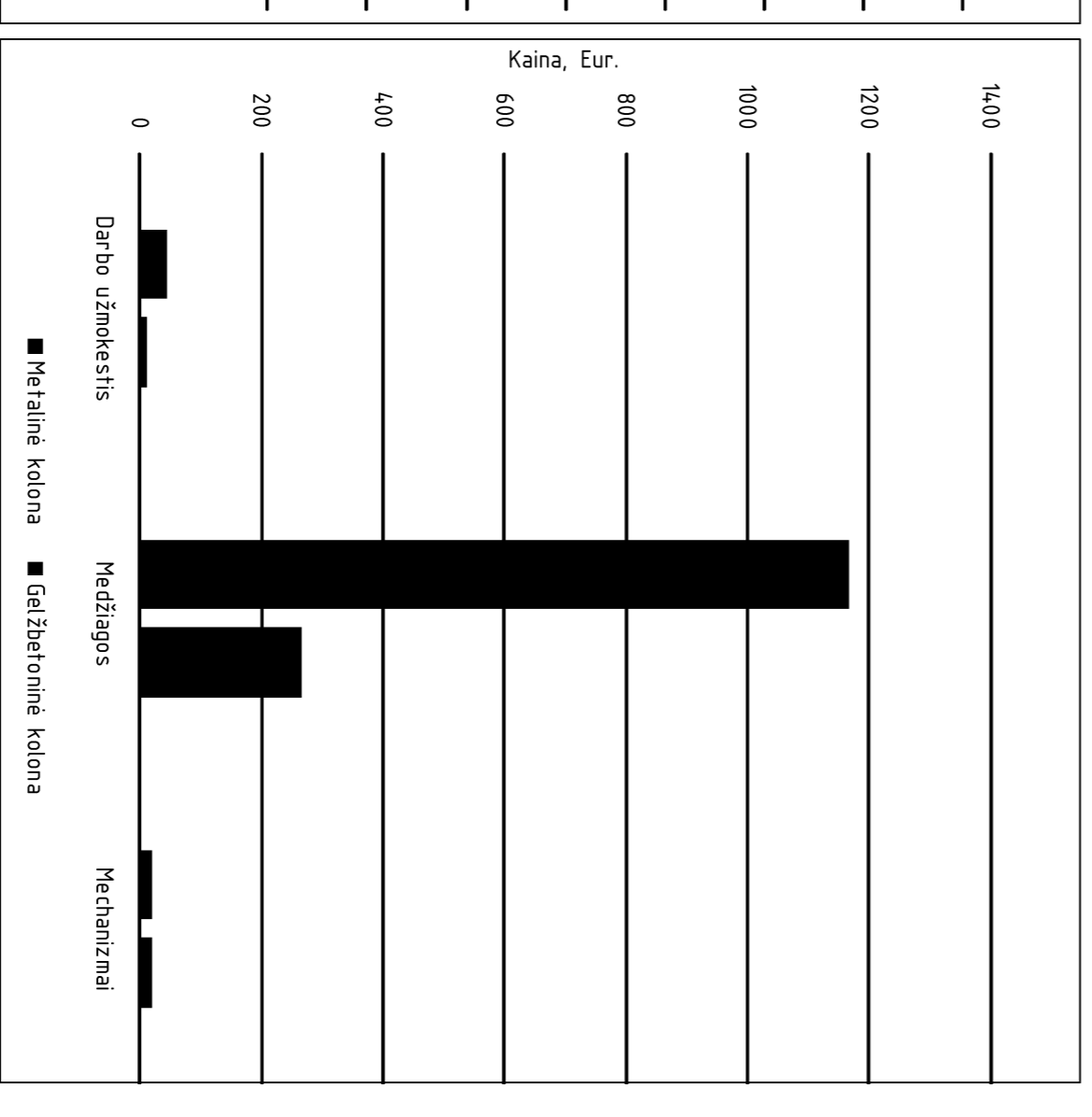
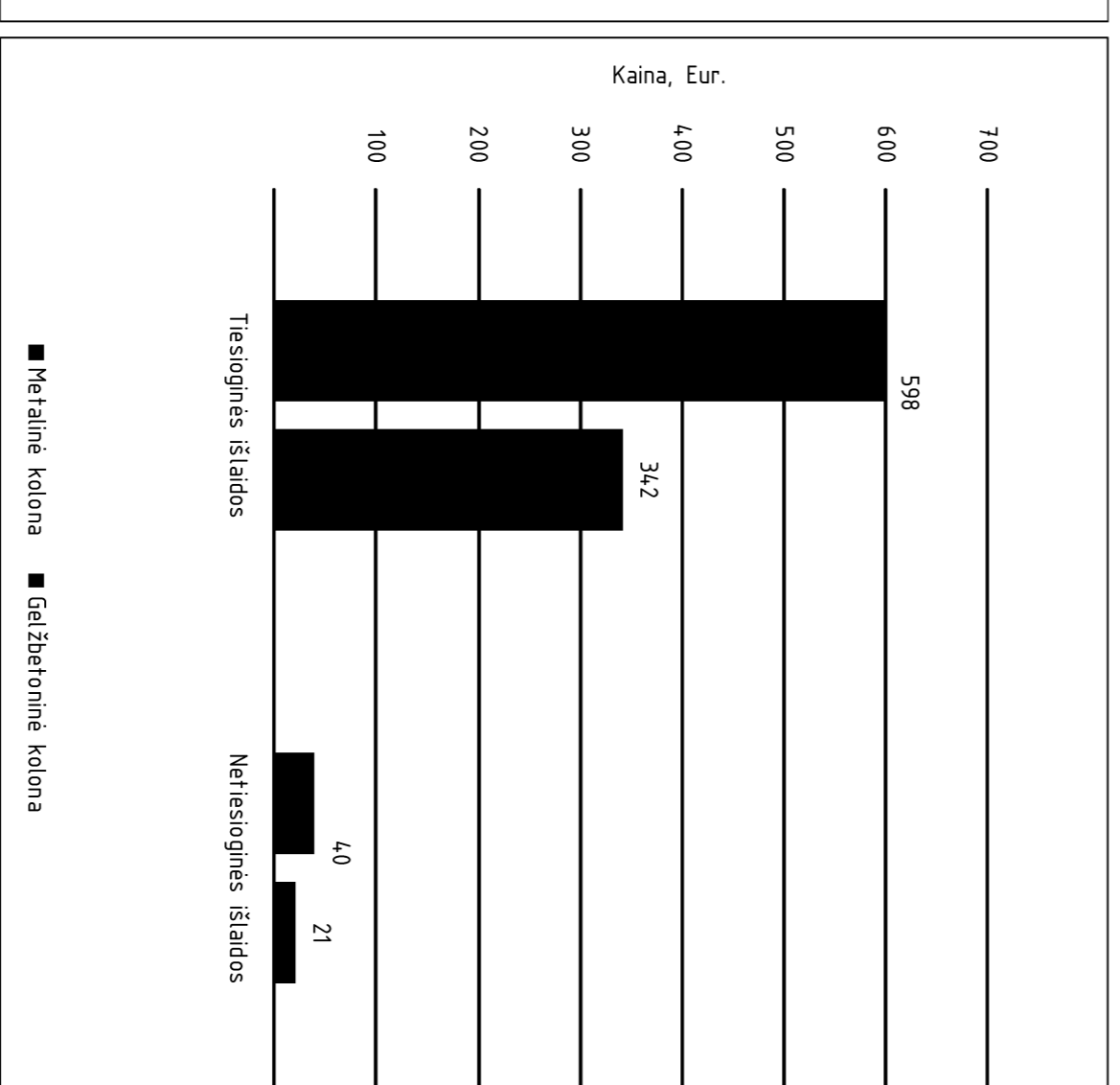
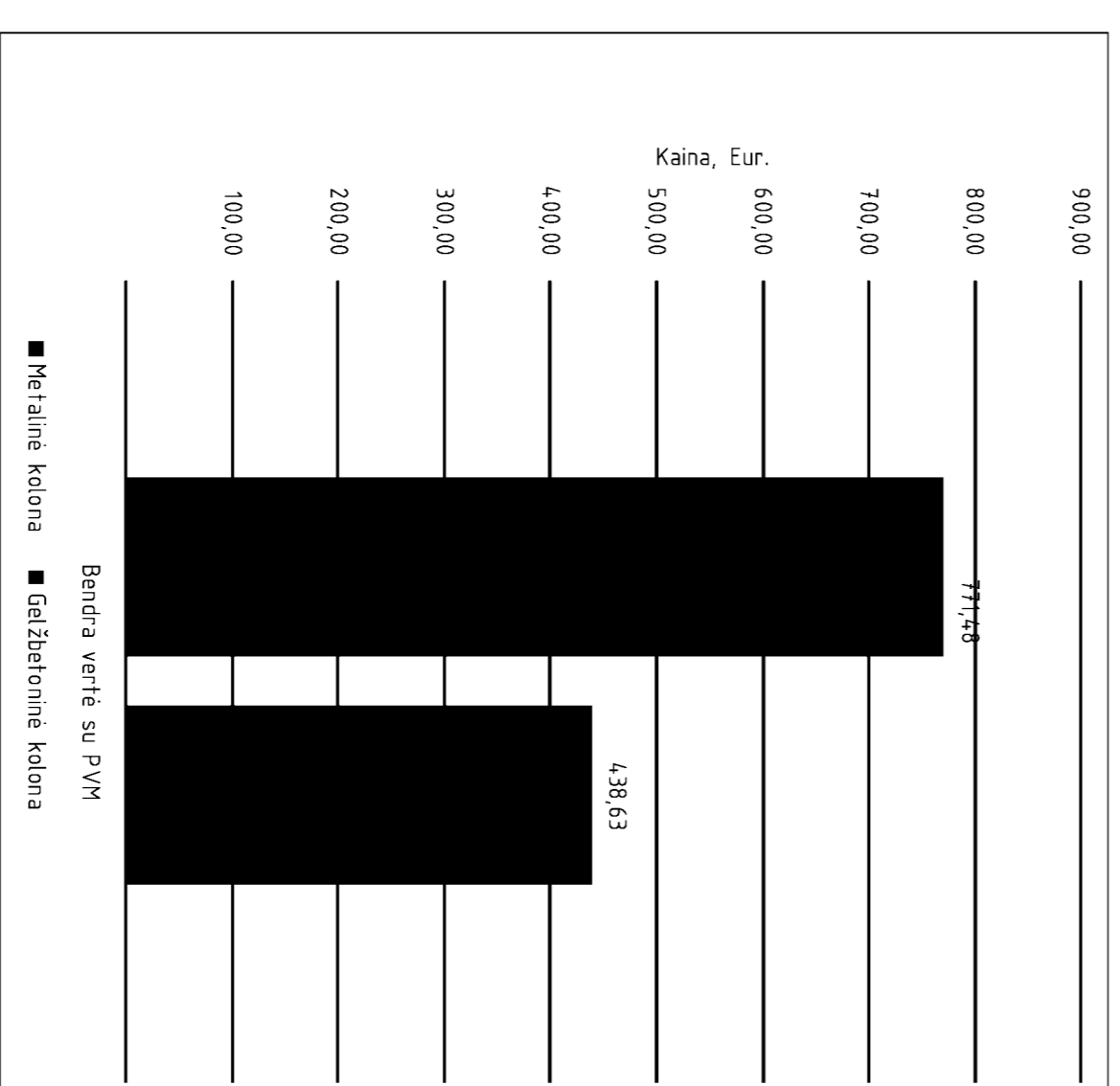
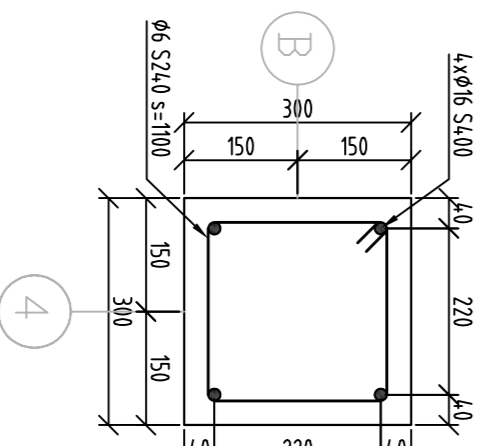
# PJŪVIS D-D MASTELIS 1:10



# POZICIJA "2" MASTELIS 1:10



# PJŪVIS A-A MASTELIS 1:10



- Pastabos:**
- Kolona nuodugniaus betonas C20/25
  - Panėliu paviršiumi nuodugniaus betonas C25/30
  - Tinkliu ir skyrimu armuotą sijųjeiga komatahnu
  - Nuodugniaus armuotus S240/1 S500
  - Iškilę kolonos kija sandađioje perdara

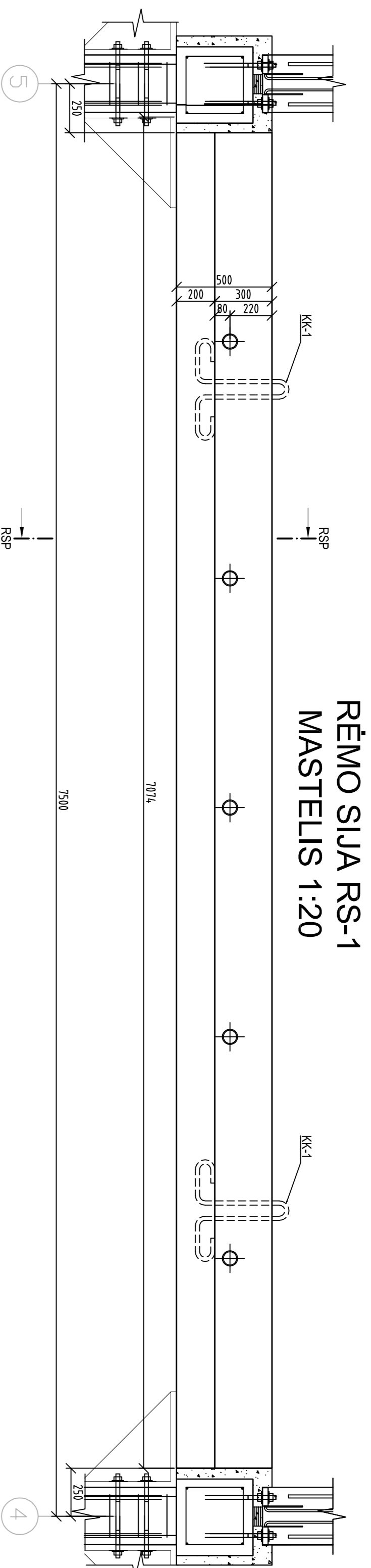
Medžiagų kiekiai	Pavadinimas	Kiekis vnt.	Svoris
Pažcija	Zymėjimas	kg	Viso kg
	Kolona K-1 300x300	1	
	Frdavins Kampasas EK-1	1	
	Armatūra S400 φ16 L=2710	4	1578
	Armatūra S240 φ6 L=2656	15	0,222
	Armatūra S500		9,64
V-1	EN ISO 4032/EN 24032	4	1,7
	Betonas C20/25		798,75
	Betono 1 m³ svoris 2500 kg		163 m³
	Beidro kas svoris		815,19

Medžiagų kiekiai	Pavadinimas	Kiekis vnt.	Svoris
Pažcija	Zymėjimas	kg	Viso kg
	Metallinė kolona HEB200 L=3550	1	
	Galvenai MG-1		
	Galvenos plėkštė 230x230x16 mm	1	6,64
	Atraminė brana 40x50x8	2	0,53
	Arminė brana 40x50x8	1	0,13
	Bazė B-1		7,82
	Pado plėkštė 360x360x20	1	21,48
	Inkerinių varžtų plėkštė 260x80x20	2	3,27
	Sraikščiai 170x570x10	2	7,61
	S4500 Met. Plėkštė		43,22
V-2	EN ISO 4032/EN 24032	4	1,79
	Betonas metalinės kolonos svoris		257,45

**Pastabos:**

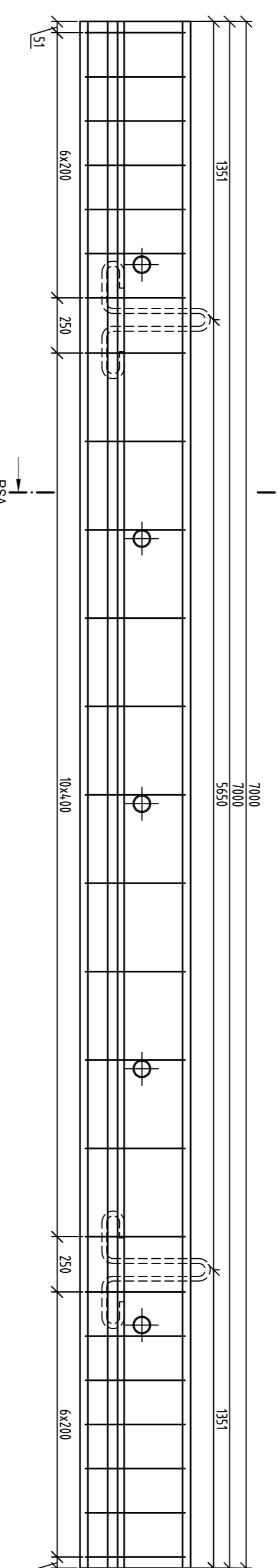
- Konstruktivi pilens S275/10.
- Atraminė brana ir fravea prie kolonos virhinama automatihiu būdu, elektrodu G38, d=14mm.
- Kolonos gavenos atraminė brana privirinama pusa automatihiu būdu, elektrodis G38, d=14mm.
- Priek virhinami elementai turi būti nuvalomi nuo korozijos sinego ir kt. nesvařiumu.
- Panauti betonas C25/30
- Mamny s duot mlinetas.
- Medžiagų kiekaį pasakodu varam elementu.

Grupė	Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
Pradaps	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
MBD	Studentai: I. Vaitiekaitis, Vaidotas N. Adamavičius, Konsuliant: G. Andriusis	Mokslis studijų ir verslo centro statybinii konstruktivi daleis projektas
	2017-01-2017-01-20	GELŽBETONINĖ METALINĖ KOLONOS-GB KOLONOS TVIRTINIMAS, ANTKOLONIO TVIRTINIMAS, EKONOMINIS PALYGINIMAS
	2017-01-2017-01-20	2017-MBD-SK
	Lapas 5	Lankų 7

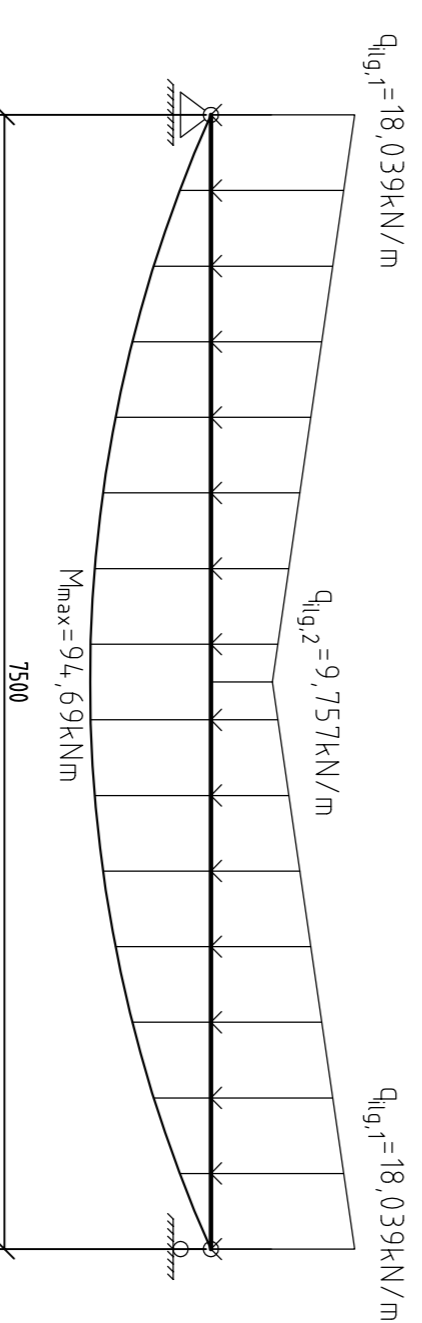
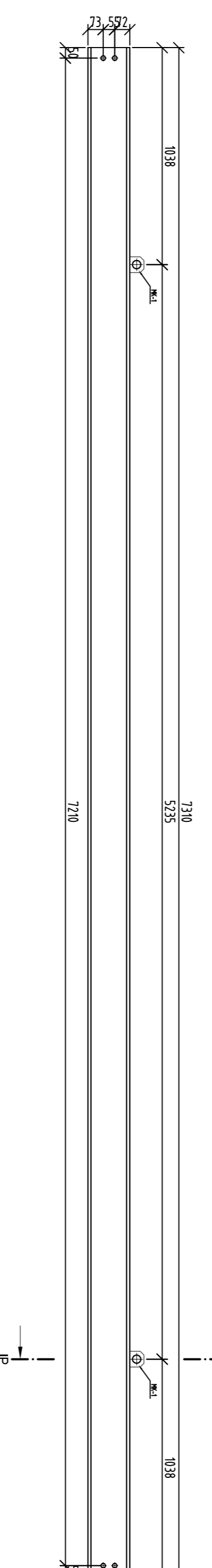


RĖMO SIJA RS-1  
MASTELIS 1:20

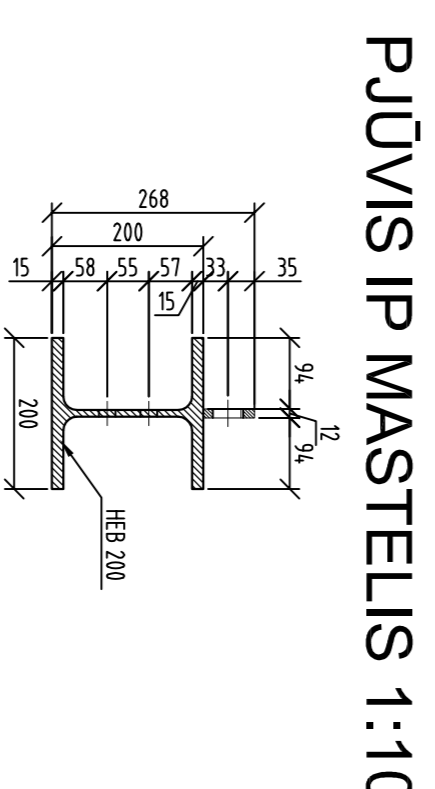
RĖMO SIJOS RS-1 ARMAVIMAS  
MASTELIS 1:20



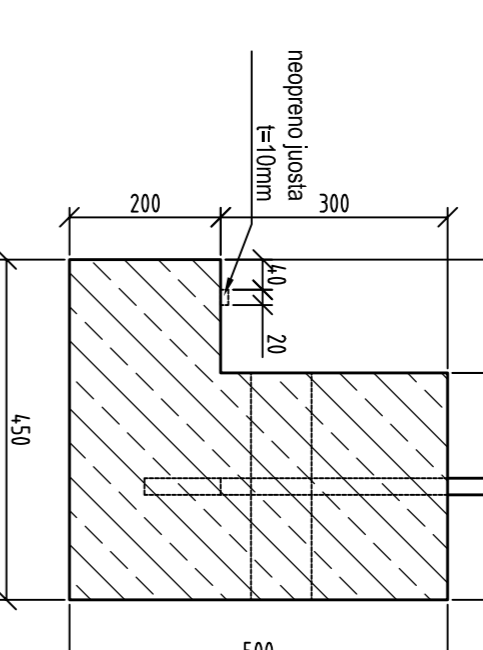
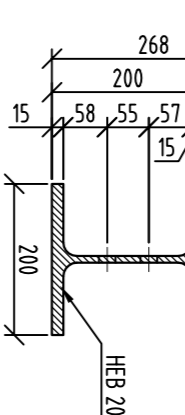
ILGINIS I-1  
MASTELIS 1:20



ILGINIO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA

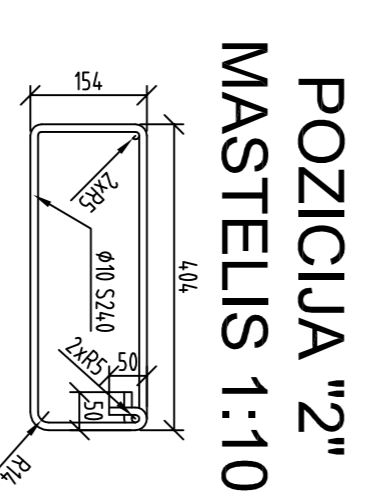
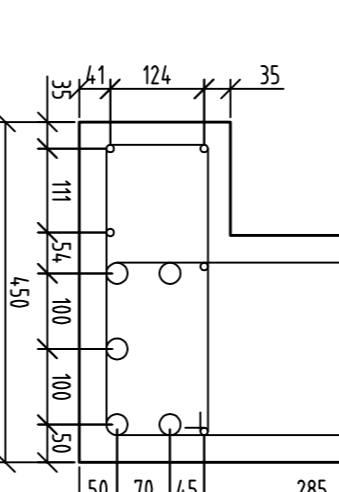


PŪVIS IP MASTELIS 1:10

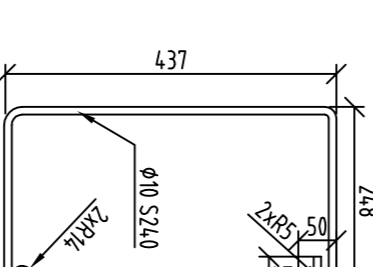


PŪVIS "RSP"  
MASTELIS 1:10

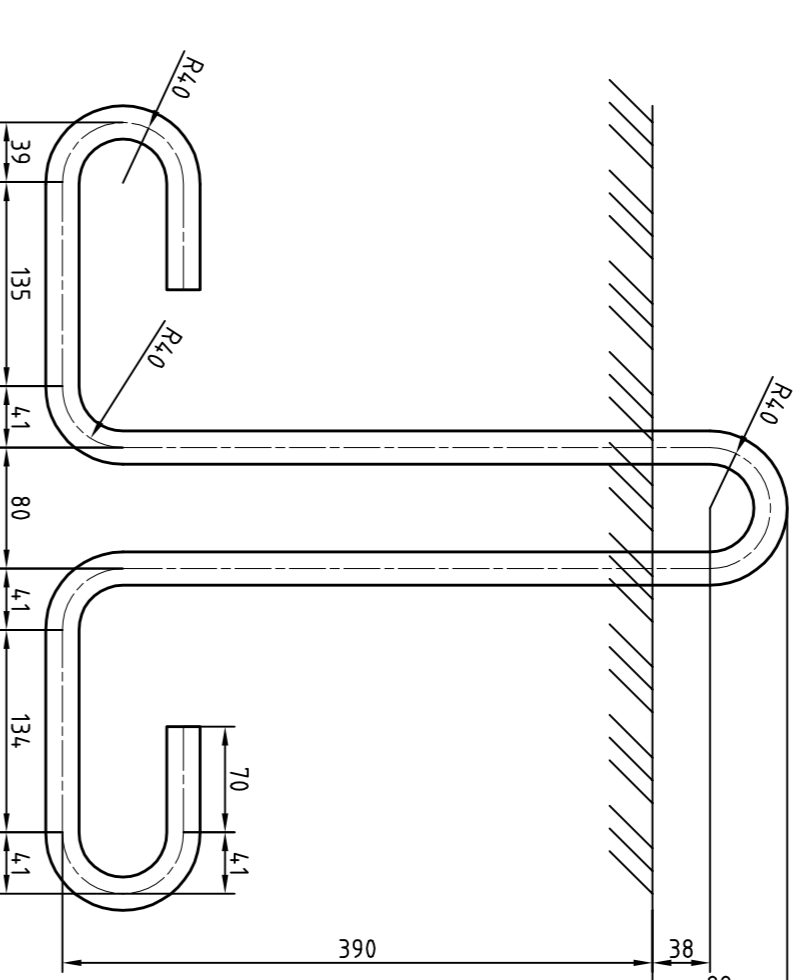
PŪVIS "RSA"  
MASTELIS 1:10



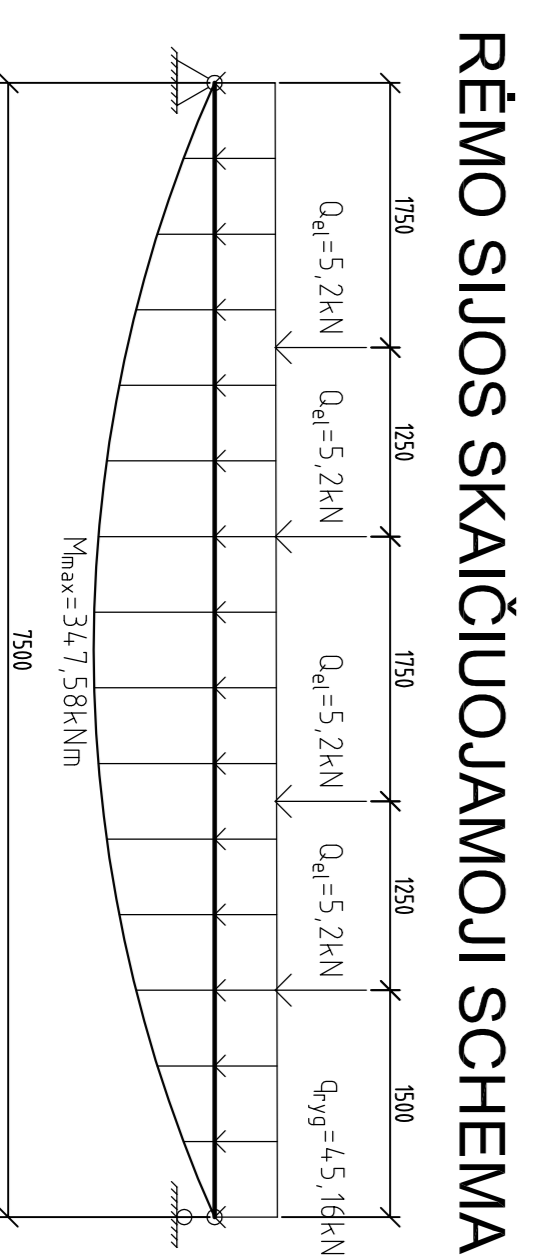
POZICIJA "2"  
MASTELIS 1:10



POZICIJA "1"  
MASTELIS 1:10



KĖLIMO KILPA KK-1  
MASTELIS 1:5



RĖMO SIJOS SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA

- Pastabos:**
1. Ilginis gaminamas iš plieno - S275J0.
  2. Sijos kėlimo kilpa KK-1 pritaikyta pūsiam automatinio būdu, elektrodo E38, d=1,4mm, našyvarniui.
  3. Prieš viriniant elementai turi būti nuvalomi nuo korozijos, sriego ir kt.
  4. Paruošiamos skyvelės M20 tvirtinimo varžtais, tvirtinti ilginį prie santvaros apatinės juostos.
  5. Matavimų duoti milimetrais.

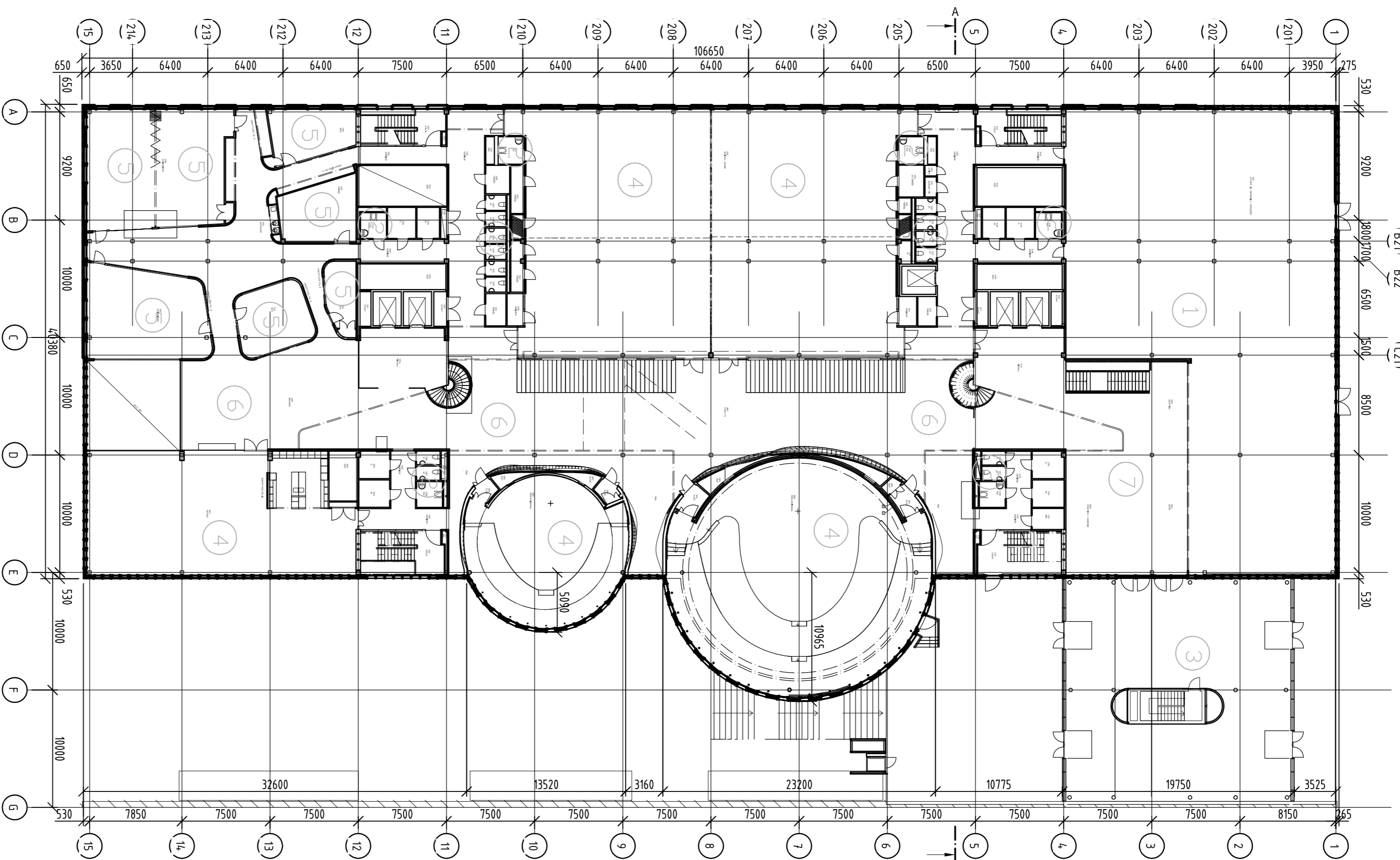
Pozicija	Gaminio žymuo	Remsijos RS-1 armatūros specifikacija			Bendras svoris, kg	Pastabos	
		Armatūros skersmuo (mm), klasė	Ilgis, m	Vieneto masė, kg			
1	-	φ10, S400	0,785	0,48	25	19,63	12,11 kas 200, 400 mm
2	-	φ10, S400	1,216	0,75	25	30,40	18,76 kas 200, 400 mm
3	-	φ28, S400	7,773	37,57	5	38,87	187,87
4	-	φ10, S400	7,773	4,80	7	54,41	33,59
	KK-1	φ22, S240	1,9	5,66	2	3,80	11,32
		Remsijos RS-1 betono specifikacija					
Gaminio marke	El. Nr.	Elemento skerspjūvis, mm	Betono klasė	Ilgis, mm	Kiekis	Masė, kg	Pastabos
RS-1	-	500x450	C30/37	6421	1	3271,5	
					1	1	0

- Pastabos:**
1. Rėmo sijų gamybai naudojamas betonas C30/37
  2. Tinklų ir stygų armatūra supjungama komandiniu suvirinimo būdu
  3. Armatūrai naudojama armatūros klasė S400

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
SSM-5	Studentas T. Vaitukėvičius Vadovas N. Adamkavičius	2017-01-2017-01-15 Mokslų studijų ir verslo centro statybinio konstrukcinių dalių projektas
Pradapas	MBD	Statybinio konstrukcinių katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas
		2017-MBD-SK
	Lapais	6
	Laiškai	7

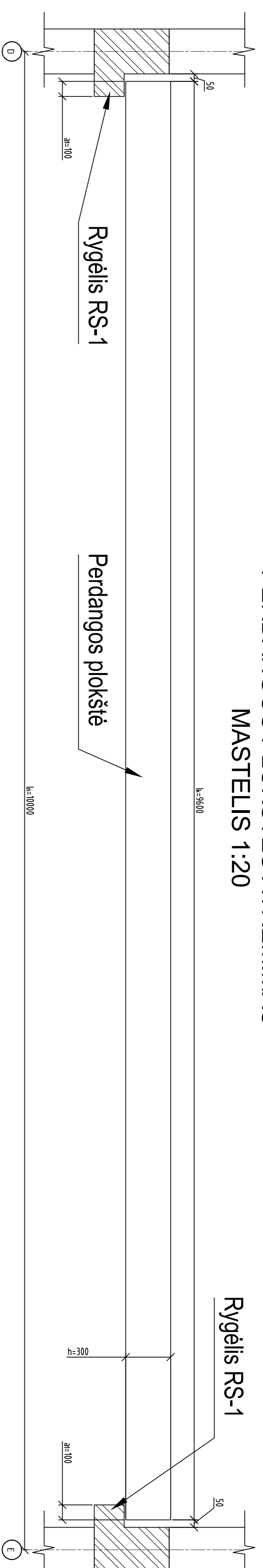


## 2 AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:300

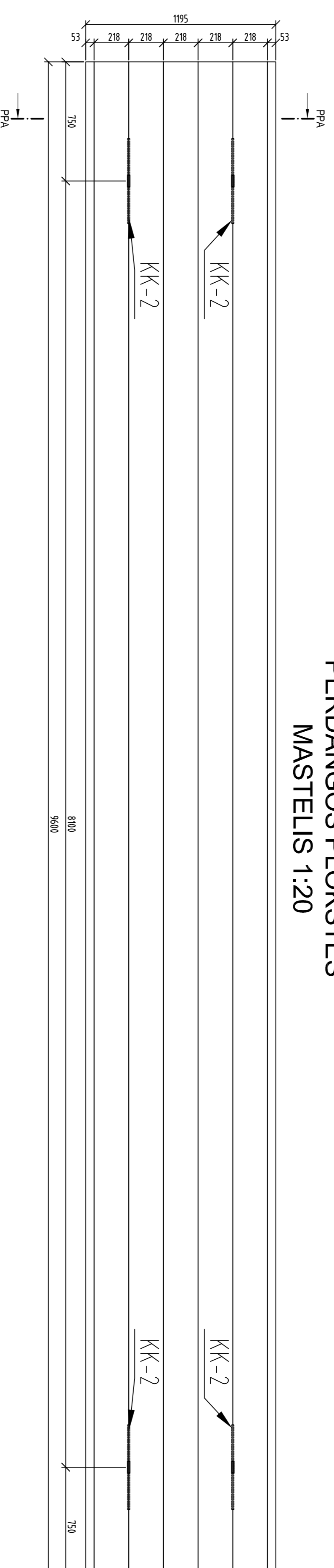


- ESKPLIKACIJA:**
- 1 - Pateiktas pastatėris patalpos
  - 2 - Sanitarijai mazgai (WC)
  - 3 - PLYZA priedėmas /abu pastatas
  - 4 - Auditorijos
  - 5 - Pastatėriu kabinėtai
  - 6 - Koridorėnus
  - 7 - Lanckamėstė registrėtra

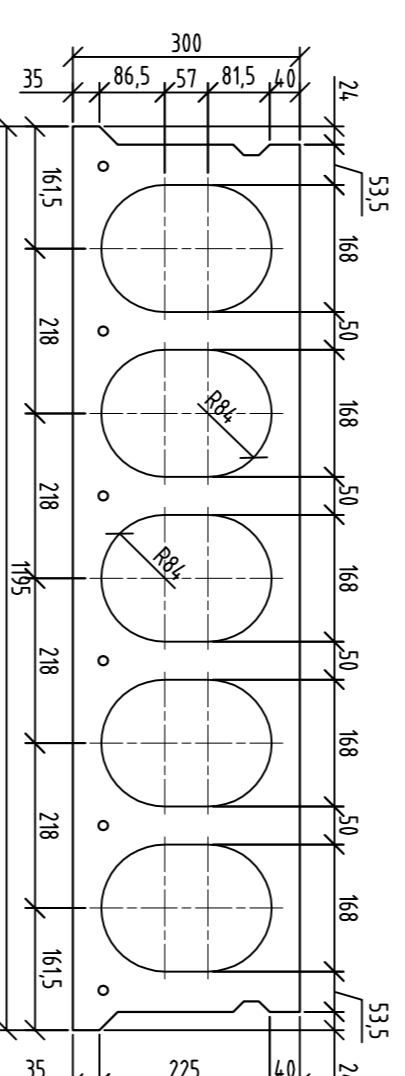
## PERDANGOS PLOKŠTĖS ATRĖMIMAS MASTELIS 1:20



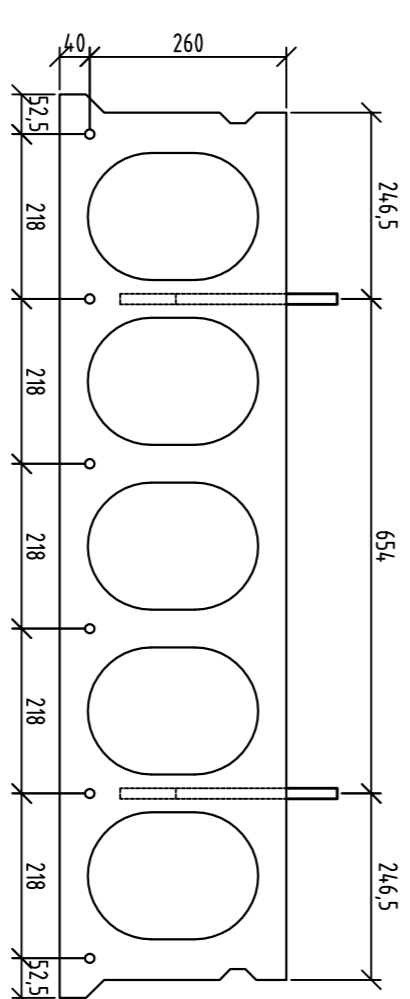
## PERDANGOS PLOKŠTĖS MASTELIS 1:20



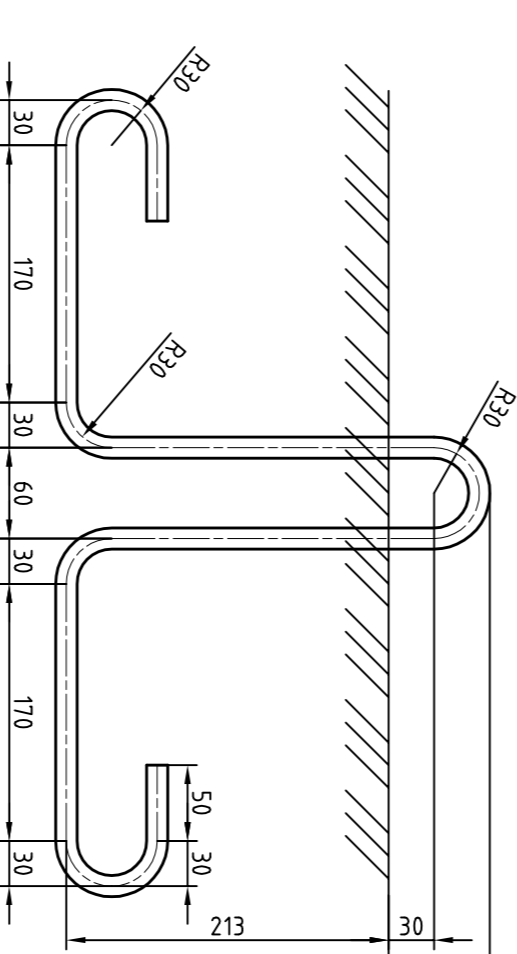
## PJŪVIS "PPA" MASTELIS 1:10



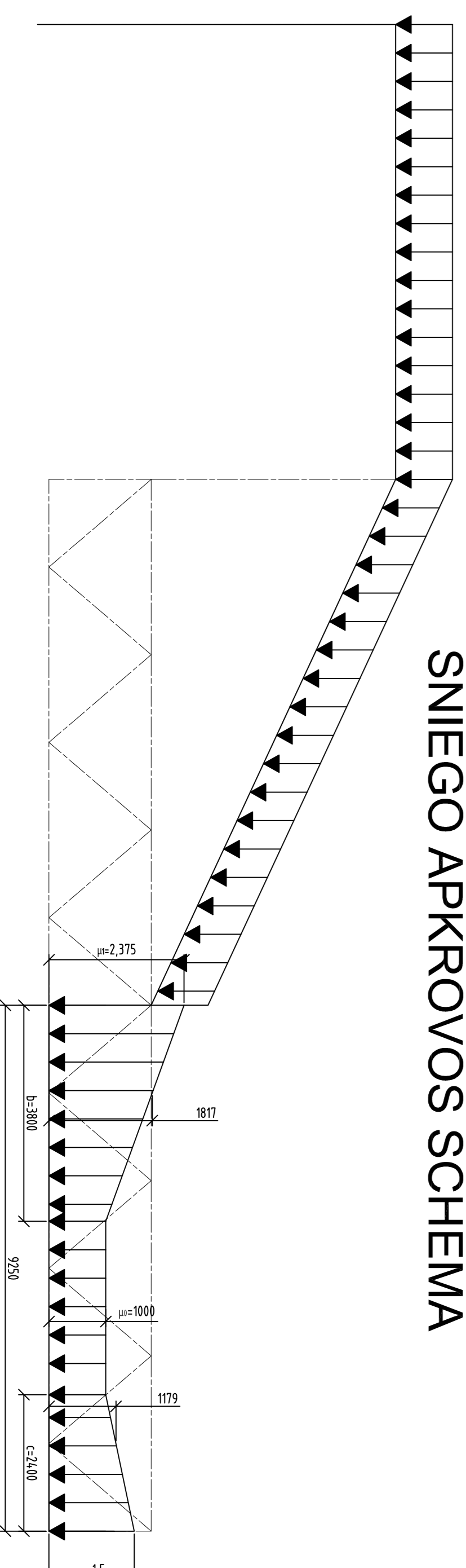
## PJŪVIO "PPA" ARMAVIMAS MASTELIS 1:10



## KĖLIMO KLIPA KK-2 MASTELIS 1:5



## SNIEGO APKROVOS SCHEMA



**PASTABOS:**

1. Nėpėrtėnkėmėto formėmėro kėarmėmėtos perdangos plokėėtė betono kėasė C35/45 pagal LST EN 206-1:2002.
2. Mėmėrėmėis duoti mėlėmėtrėmėis.
3. Mėdėdėmėmėi vėdėmėi pėskėdėmėi vėnamėmėmėmėi.

Kėarmėmėtos perdangos plokėėtė P-1 armėmėtos spėcėfėkėcija			
Pozėcija	Gėmėnio skėrėmėio žymėni, kėasė	Vėnėtro mėasė, kg	Kėekėis bendrėas svėrėis, Pasėrtėbos kėg
1	φ125, Y1770	9,6	16,88
KK-2	φ14, S400	1,14	1,38
Kėarmėmėtos perdangos plokėėtė P-1 betono spėcėfėkėcija			
Gėmėnio mėarkė	El. Nėr.	Elemento skėrėmėmėis, mm	Betono kėasė lėgėis, mm
P-1		30x1200	C35/45
			Elemento kėekėis
			Elemento vėso
			10080
			10080

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
SSM-5	Studentai: T. Vaitėkėvėčius, Vėdėmėis N. Adamkėvėčius, Konsultantė: G. Sukevėjytė	Mokėėio studijų ir vėrsio centro statybnėmė konstrukcijų dalėis projektėas
Prėdėpas	Statybnėmė konstrukcijų kėatedra	2 AUKŠTO PLANAS. PERDANGOS PLOKŠTĖ PŪVIAM
MBD	LT - 51367 Studentų 48. Kaunas	2017-MBD-SK
		Lėpėras
		Lėpėmė
		7
		7