



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

Ieva Kupčiūnaitė

**DAUGIAFUNKCINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistrantūros projektas

Vadovas

Doc. dr. Rėda Bistrickaitė

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

DAUGIAFUNKCINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ

KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistrantūros projektas

Statyba (M6046N21)

Vadovas

Doc. dr. Rėda Bistrickaitė

Recenzentas

Rimantas Želvys

Projektą atliko

Ieva Kupčiūnaitė

KAUNAS, 2017

**PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO
PATVIRTINIMAS**

Patvirtinu, kad parengtas magistrantūros baigiamasis darbas

**DAUGIAFUNKCINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ
DALIES PROJEKTAS**

- atliktas savarankiškai ir nebuvo kaip visuma pateiktas jokiai dėstomajam dalykui 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.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

Kauno technologijos universiteto
Statybos ir architektūros fakulteto
Statybinių konstrukcijų katedros vedėjui

DĖL LEIDIMO NAUDOTIS STATINIO PROJEKTU
2017 m. Sausio 9 d.

Leidžiame naudotis projekto „Media City“, techninio projekto dokumentacija mokymo tikslais KTU Statybos ir architektūros fakulteto Statybinių konstrukcijų katedros studentei Ieva Kupčiūnaitei magistrantūros baigiamajame darbe.

UAB „Staticus“
Projektavimo skyriaus vadovas

Tomas Baravykas

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistrantūros baigiamasis darbas

**DAUGIAFUNKCINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES
PROJEKTAS**

Ieva Kupčiūnaitė

Magistrantūros baigiamojo darbo tema – daugiafunkcinės paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas. Pastato pirmas aukštas yra 26,6 m. pločio ir 32,6 m. ilgio. Pastatas yra dvidešimt šešių aukštų. Projektuojamas pastatas sklypo plotas – 60600 m²

Baigiamasis darbas susideda iš šių dalių:

1. statybos reglamentavimas ir teisės sąlygų dalies, kurioje įvardinami statybos procese esantys teisiniai aktai
2. Architektūrinės dalies, kurioje aptariamas architektūrinis pastato sprendimas, skaičiuojama stogo šiluminė varža.
3. Konstrukcinės dalies, kurioje skaičiuojama gelžbetoninė ir metalinė kolonos, spraustiniai poliniai pamatai, gelžbetoninės rėmsija ir perdangos plokštė.
4. Technologinės, organizacinės ir ekonominės dalies, palyginamos kolonų montavimo kainos. Taip pat aprašomas gelžbetoninės kolonos montavimas, bei parenkamas reikalingas kranas.
5. Darbų saugos ir aplinkosaugos dalies, kurioje detalizuojama statybos procese būtina darbų sauga ir aplinkosauga.
6. Tiriamojo darbo dalis, kuriame tiriama kaip pastatą veikia vėjo apkrovos, pagal statybos techninį reglamentą ir eurokodą.

Darbe apskaičiuojamos konstrukcijos: gelžbetoninė kolona, metalinė kolona, spraustiniai poliniai pamatai, kiaurymėta išanksto įtempta perdangos plokštė, gelžbetoninė rėmsija. Atliktas kolonų ekonominis palyginimas.

Reikšminiai žodžiai: gelžbetoninė kolona, metalinė kolona, spraustiniai poliniai pamatai, kiaurymėta išanksto įtempta perdangos plokštė, gelžbetoninė rėmsija, vėjo apkrovos.

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

Master final work

STRUCTURAL PROJECT PART OF MULTIFUNCTIONAL BUILDING

Ieva Kupčiūnaitė

The topic of Master final work - structural project part of multifunctional building. The first floor is 26.6 m. wide and 32.6 m. length. The building is twenty-six floors. Projected building site - 60600 m².

The final work consists of the following components:

1. Construction regulation and legal conditions part where the construction process is identified in legal acts.
2. Architectural part where architectural solutions are discussed and the thermal resistance of the roof is calculated.
3. Structural part where the reinforced concrete column, steel columns, driven pile foundation, reinforced concrete beam and slab are calculated.
4. Technological, organizational and economic part, where the prices of the columns are compared and technology of the economical, reinforced column is described.
5. Safety and environmental protection part, which specifies the process of construction work safety and environmental protection.
6. The research part, which is examined how wind works to building, according to building technical regulation and according to Eurocode.

These constructions were calculated: driven pile foundation, reinforced column, steel column, reinforced pre-stressed hollow slab and reinforced concrete beam. Also an economical comparison was made of two types of columns and the cost – effective option was explicitly specified.

Keywords: driven pile foundation, reinforced column, steel column, pre-stressed hollow slab, reinforced concrete beam, wind loads.

TURINYS

Įvadas	11
1. Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos	13
1.1. Esminiai Statinio reikalavimai	13
1.2. Statinio projektavimas	14
1.3. Leidimo statyti išdavimo tvarka.....	15
1.4. Statinio statyba.....	16
1.5. Statybos užbaigimas.....	17
2. Architekturinė dalis	18
2.1. Bendrieji duomenys	18
2.2. Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai.....	19
2.3. Tūrinis-planinis pastato sprendimas	20
2.4. Konstrukciniai pastato sprendimai.....	20
2.4.1. Pamatai	20
2.4.2. Kolonos.....	21
2.4.3. Stogas	21
2.4.4. Langai	21
2.4.5. Vartai	21
2.4.6. Grindys	21
2.4.7. Sienos	22
2.4.8. Lubos	22
2.4.9. Pastato fasado spalvinis sprendimas.....	22
2.5. Stogo šiluminio perdavimo koeficiento skaičiavimas	23
3. Laikančiųjų konstrukcijų skaičiavimas	25
3.1. Spraustinių gelžbetoninių polių projektavimas.....	25
3.1.1. Pradiniai duomenys	25
3.1.2. Polio ribinė laikomoji galia gniuždant polį	26
3.1.3. Polio išilginės armatūros skaičiavimas.....	29
3.1.4. Polio betono laikomosios galios apskaičiavimas	31
3.1.5. Spraustinio polio sėdimas.....	34
3.1.6. Galvenos armavimas.....	34
3.1.7. Galvenos praspaudžiamumas	37

3.1.8.	Inkaravimo armatūra.....	37
3.2.	Gelžbetoninės kolonos projektavimas	39
3.2.1.	Gelžbetoninės kolonos A-4 ašyse apskaičiavimas	39
3.2.2.	Gelžbetoninės Kolonos H-4 ašyse apskaičiavimas	45
3.3.	Metalinės kolonos projektavimas	48
3.3.1.	Metalinės kolonos A-4 ašyse apskaičiavimas	48
3.3.2.	Metalinės kolonos H-4 ašyse apskaičiavimas	55
3.3.2.	Kolonos galvenos projektavimas.....	59
3.3.3.	Siūlių statinio aukščio skaičiavimas.....	61
3.3.5.	Ekscentriškai gniuždomos metalinės Kolonos bazės su statlaksčiais skaičiavimas	63
3.4.	Surenkamos rėmo sijos projektavimas.....	71
3.4.1.	Rėmo sija RS-1	71
3.4.2.	Rėmo sijos RS-1 normalinių pjūvių stiprumo skaičiavimas	71
3.4.3.	Rėmo sijos RS-1 įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas.....	72
3.4.4.	Rėmo sijos RS-1 lentynos skaičiavimas.....	73
3.5.	Surenkamos gelžbetoninės perdangos projektavimas.....	75
3.5.1.	Gelžbetoninės nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangos Pokštės projektavimas	75
3.5.2.	Apkrovų skaičiavimas ir derinių sudarymas	76
3.5.3.	Plokštės skerspjūvio matmenų skaičiavimas.....	78
3.5.4.	Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas	79
3.5.5.	Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai	80
3.5.6.	Armatūros išankstinių įtempių nuostoliai.....	81
3.5.7.	Normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas	83
3.5.8.	Įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas skersinių jėgų atžvilgiu	84
3.5.9.	Plokštės ribinių būvių skaičiavimai gamybos, transportavimo ir montavimo metu	86
3.5.10.	Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas.....	87
3.5.11.	Plokštės įlinkio apskaičiavimas	89
4.	Technologinė, organizacinė ir ekonominė dalys	92

4.1.	Technologinė dalis	92
4.1.1.	Proceso darbo apimčių skaičiavimas	92
4.1.2.	Krano parinkimas G/B kolonų montavimui	92
4.1.3.	Darbo ir mašinų sąnaudų, materialinių ir techninių išteklių poreikio skaičiavimai	96
4.1.4.	Surenkamų gelžbetoninių kolonų montavimas	99
4.1.5.	Darbų kokybė ir jos kontrolė	102
4.2.	Ekonominė dalis.....	105
4.2.1.	Metalinės ir gelžbetoninės kolonos ekonominis palyginimas	106
5.	Darbų sauga ir aplinkosauga	108
5.1.	Darbų sauga statybos procesui	108
5.2.	Higiena, sveikata ir aplinkosauga	109
5.3.	Naudojimo ir gaisrinė sauga	110
5.4.	Apsauga nuo triukšmo	110
6.	Tiriamoji dalis	112
6.1.	Vėjo apkrova Pagal Statybos techninį reglamentą.....	112
6.2.	Vėjo apkrova Pagal Eurokodą 1-4	119
6.2.1.	Vejo apkrova į stogą.....	127
Išvados	130
Literatūros sąrašas	131
Priedai	133
1 priedas.	Apkrovų įvertinimas.....	133
6.2.2.	Sniego apkrova	133
6.2.3.	Stogo dangos apkrova.....	135
6.2.4.	Tarpaukštinių perdangų skaičiavimas	136
6.2.5.	Naudojimo apkrovos	137
4 Priedas.	Lokalinės sąmatos	138
5 Priedas.	Perdangos diagramos	141
6 Priedas.	Sijos diagramos	142

ĮVADAS

Magistrantūros baigiamojo darbo tikslas – suprojektuoti daugiafunkcinės paskirties pastato Vilniuje, Rinktinės g., laikančiąsias konstrukcijas. Taip pat atlikti variantinį konstrukcijų – kolonų, projektavimą ir ekonominį palyginimą. Numatyti kolonų montavimo darbų organizavimą ir technologiją. Šie darbai atliekami remiantis galiojančiais įstatymais, statybos techniniais reglamentais ir kitais dokumentais.

Projektuojamo pastato karkasą sudaro laikančiosios gelžbetoninės kolonos, denginys iš gelžbetoninių sijų ir perdangų. Pastatas dvidešimt šešių aukštų, aukščiausios pastato vietos alt. 85 m

Kolonos pastate išdėstomos: išilgine pastato kryptimi kas taip, kad išpildytų visus architektų pageidavimus, o skersine pirmame aukšte 6,0 m, 5,9m, 8,4m ir 5,35m .

Kolonos prie pamato tvirtinamos inkariniais varžtais, standžiai, o kolonos viršus jungiamas su sijomis sutapdinto mazgo principu.

Patalpų su pakabinamomis lubomis aukštis 3.5 m, o patalpų be pakabinamų lubų aukštis 2.675 m.

Pastato pastovumą užtikrina monolitinis blokas įrengiamas viduryje pastato.

Statybos vieta – patogi, nes tai yra miesto centras, lengvas susisiekimas su kitais miesto mikrorajonais . Šalia yra įsikūrusi Vilniaus "Santaros" gimnazija ir progimnazija, Lietuvos Respublikos Generalinė prokuratūra, lopšelis-darželis „Pipiras“, lopšelis-darželis „Vaidilutė“ . tai yra puiki vieta statyti šį daugiafunkcinį pastatą.

Baigiamasis darbas susideda iš šešių pagrindinių dalių: statybos reglamentavimo ir teisės sąlygų, architektūrinės, konstrukcinės, technologinės, organizacinės ir ekonominės, bei darbo saugos ir aplinkosaugos. Šiose dalyse pateikiami aprašymai ir skaičiavimai tiesiogiai susiję su projektuojamu prekybinės paskirties pastatu. Taip pat tiriamoji dalis. Darbo pabaigoje pateikiami brėžiniai ir technologinė kortelė.

Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygų dalyje vadovaujantis Statybos įstatymu, statybos techniniais reglamentais ir statybos taisyklėmis aprašomi esminiai statinio reikalavimai, statinio projektavimas, statinį statyti leidimo išdavimo tvarka bei statybos užbaigimas.

Architektūrinėje dalyje aprašomi sklypo ir projektuojamo pastato bendrieji duomenys, apskaičiuojamas stogo atitvaros šilumos perdavimo koeficientas.

Konstrukcinėje dalyje pateikiami laikančiųjų konstrukcijų skaičiavimai. Lyginami du kolonų variantai – gelžbetoninė ir metalinė. Ekonomiškesnė gelžbetonio kolona, detalizuojama

brėžiniuose ir sudaromi detalūs kiekių žiniaraščiai. Taip pat šioje dalyje apskaičiuojami spraustiniai poliai, bei gelžbetoninės sijos ir gelžbetoninės kiaurymėtosios perdangų plokštės skaičiavimai. Konstrukcijas veikiančios įrašos apskaičiuojamos programa „Autodesk Robot Structural Analysis“.

Technologinėje ir organizacinėje dalyje yra sudaromi gelžbetoninės kolonos montavimo darbų kiekiai, atliekami darbo, mašinų darbo ir išteklių poreikio žiniaraščiai, aprašoma kolonos montavimo technologija, statybos darbų organizavimas, parenkamas automobilinis strėlinis kranas LIEBHERR 3150 HC 70 ir griebtuvas ZKK-6,3. Ekonominėje dalyje aprašomas kolonų montavimo kainos skaičiavimas. Pateikiamas kolonų ekonominis palyginimas. Ekonominiai skaičiavimai atliekami programa „Sistela“.

Darbo saugos ir aplinko saugos dalyje pateikiami saugos darbo reikalavimai ir aptariami aplinkosaugos klausimai.

Tiriamajoje dalyje pateikiami skaičiavimai įvertinantys vėjo slėgio poveikį į pastato fasadą. Atlikti lyginamieji skaičiavimai pagal EC ir STR.

1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SĄLYGOS

Projektuojamas daugiafunkcinės paskirties pastatas, Rinktinės g. 3, Vilnius. Pastatas yra dvidešimt šešių aukštų jo pirmojo aukšto matmenys 25,59x28,24 m, aukštis 85 m.

Pagal naudojimo paskirtį statinys priskiriamas gyvenamų pastatų grupei [STR 1.01.09:2017 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“ 5.1 punktą Pastatas priskiriamas vienai ar kitai paskirties grupei (pogrūpiui), jeigu jo visas bendrasis plotas arba didžiausioji jo dalis naudojama tai paskirčiai. Pagal gaisro grėsmę – P.1.3 daugiabučiai gyvenamieji namai. Pastatas priskiriamas II kategorijos statinių atsparumo ugniai laipsniui, pagal panaudotų konstrukcijų atsparumą ugniai. Cg kategorijai – sprogo ir gaisro pavojų.[Bendrosios priešgaisrinės saugos taisyklės, patvirtinta 2010 m. liepos 27 d. įsakymo Nr. 1-223 ir STR 2.01.04:2003 1 priedas, 1 ir 2 lentelės]. Projektuojamas daugiafunkcinės paskirties pastatas yra priskiriamas ypatingiems statiniams [STR 1.01.06:2010 „Ypatingi statiniai“ 2 ir 3 lenteles].

1.1. ESMINIAI STATINIO REIKALAVIMAI

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

1. Mechaninio pastovumo ir pastovumo [STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimas. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“];
2. Gaisrinės saugos [STR 2.01.01(2):2004 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“];
3. Higienos, sveikatos ir aplinko saugos [STR 2.01.01(3):1999“Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsaugos“];
4. Saugaus naudojimo [STR 2.01.01(4):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Naudojimo sauga“];
5. Apsaugos nuo triukšmo [STR 2.01.01(5):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo“];
6. Energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo [STR 2.01.01(6):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“]. Pastatui yra taikomi prekybinės paskirties pastatų atitvarų norminiai šilumos projektavimo koeficientai [STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“].
7. Tvaraus Gamtos išteklių naudojimo [ES 305/2011]

Statinio architektūriniai sprendimai neprieštaruja statinio esminiams reikalavimas numatytas Statybos įstatymo 5-tame straipsnyje. Architektūrinis požiūris projektuojami statiniai derinami prie aplinkos spalviniu sprendimu, fasadų apdailos medžiagomis.

1.2. STATINIO PROJEKTAVIMAS

Daugiafunkcės paskirties pastato projektavimo pradžia laikoma projektavimo darbų rangos sutarties įsigaliojimo diena arba kita diena, nurodyta projektavimo darbų rangos sutartyje [STR1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“]. Projektas rengiamas vadovaujantis:

1. Statybos įstatymu ir kitais įstatymais, reglamentuojančio statinio saugos ir paskirties reikalavimus, teisės aktais, reglamentuojančiais esminius statinio reikalavimus ir statinio techninius parametrus, teritorijų planavimo ir normatyviniais statybos techniniais dokumentais, žemės sklypo statybinių tyrinėjimų dokumentais, prijungimo sąlygomis, normatyviniais statinio saugos ir paskirties dokumentais;
2. Projekto rengimo dokumentais:
 - 2.1. Projektiniais pasiūlymais – eskizinis projektas, kurio tikslas išreikšti projektuojamo prekybines paskirties pastato architektūros ir kitų pagrindinių sprendimų idėją ir kuris pateikiamas kaip medžiaga projektuotojo parinkimo konkursui ir gali būti naudojamas prisijungimo sąlygoms parengti. Projektinių pasiūlymų sudėtį nustato statytojas;
 - 2.2. Statinio projektavimo užduotimi – paslaugų apimtis ir projektavimo techninė užduotis su statytojo reikalavimais;
 - 2.3. Tipinio statinio projekto rengimo dokumentais: statinio projekto technine užduotimi ir statinio rodikliais;
 - 2.4. Statinio statybos pagrindimu, kurio sudėti nustato statytojas.

Statybos projektas rengiamas dviem etapais (Techninis projektas ir Darbo projektas) pageidaujant statytojui. Darbo projektą rengia projektuotojas, parengęs Techninį projektą. Projekto rengimui vadovauja projekto vadovas, turintis reikiamą kvalifikaciją. Projekto dalių rengimui vadovauja projekto dalių vadovai, turintys reikiamą kvalifikaciją. Projektų dalių vadovai skiriami projekto vadovo sutikimu. Projekto vadovo, projekto dalies vadovo ir pastato architekto pareigos bei teisės nurodytos STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“ 1, 2 ir 3 prieduose. Ypatingo statinio projektas iki gaunant statybos leidimą turi būti patvirtintas statytojo.

1.3. LEIDIMO STATYTI IŠDAVIMO TVARKA

Objekto statybai pradėti yra būtinas leidimas statyti naują statinį [Lietuvos Respublikos Statybos įstatymas, 23 straipsnis]. Leidimą statyti naują statinį išduoda savivaldybės administracijos direktorius ar jo įgaliotas savivaldybės administracijos valstybės tarnautojas. Statytojas, norintis gauti leidimą statyti objektą, savivaldybės administracijai privalo pateikti prašymą, statybos projektą ir/arba kompiuterinę laikmeną su statybos projekto įrašu, projektinius pasiūlymus, statybos projekto ekspertizės aktą, dokumentą dėl statinio statybos techninės priežiūros vadovo paskyrimo. Kai gaunami visi privalomi dokumentai, prašymas išduoti naujo statinio statybą leidžiantį dokumentą paskelbiamas Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacinėje sistemoje „Infostatyba“.

Statybą leidžiantis dokumentas [STR 1.07.01:2010 „Statybą leidžiantys dokumentai“] ypatingam statiniui išduodamas ne vėliau kaip per 45 darbo dienas ir galioja neribotą laiką. Statybą leidžiantis dokumentas išduodamas, jeigu per statinio projektui patikrinti nustatytą terminą negauti visų reikiamų institucijų ar subjektų nepritarimai statinio projektui. Gavus nepritarimą, statyba leidžiantis dokumentas neišduodamas, pateikti dokumentai grąžinami statytojui, informuojant jį apie neišdavimo priežastis ir pateikiama konkrečias pastabas dėl statinio projekto. Tuomet pakartotinai pateikus pakeista pagal gautas pastabas statinio projektą, jo tikrinimo procedūra atlieka institucijos ar subjektai, nepritarę statinio projektui, taip pat institucijos ar subjektai, kurių kompetencijai priklauso kitų statinio projekto sprendimų, kuriems įtaką daro pakeisti statinio projekto sprendimai, patikrinimas; šiuo atveju tikrinimo ir statybą leidžiančio dokumento išdavimo procedūra atliekamos per dvigubai trumpesnius terminus.

1.4. STATINIO STATYBA

Pastato statybos darbai bus vykdomi rangos būdu ir statytojas turi teisę pasirinkti rangovus, pastato statybos valdytojus bei tiekėjus. Rangovo pareigas bei teises nustato Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymo 15 straipsnis. Pastatas turi būti statomas ir pastatytas, o statybos sklypas tvarkomas taip, kad statybos metu ir naudojant pastatytą pastatą trečiųjų asmenų veiklos sąlygos, kurias jie turėjo iki statybos pradžios, galėtų būti pakeistos tik pagal normatyvinių statybos techninių dokumentų ir normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų nuostatas [STR 1.08.02:2002 „Statybos darbai“].

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

1. Statybos leidimą;
2. Nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą
3. Statybvietės perdavimo ir priėmimo aktą;
4. Projektavimo sąlygų sąvadą;
5. Statybos darbų žurnalą;

Statybos darbų pradžia laikoma diena, kai rangovas po statybvietės priėmimo iš statytojo pradėjo vykdyti bet kuriuos statybos darbus.

Pastato statybos darbai vykdomi pagal:

1. Statinio projektą, taip pat pagal rangovo parengtą statybos darbų technologijos projektą;
2. Įstatymų, vyriausybės nutarimų, teritorijų planavimo dokumentų, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų reikalavimus;
3. Viešojo administravimo subjektų, atliekančių statybos valstybinę priežiūrą reikalavimus bei statinio saugos ir paskirties reikalavimų valstybinės priežiūros institucijų nustatytus reikalavimus;
4. Statybos taisykles;
5. Statinio projekto vykdymo priežiūros vadovų ir statinio techninės priežiūros vadovų nurodymus.

Statinio statybos darbams vadovauja tik nustatyta tvarka atestuoti vadovai:

1. Pastato statybos vadovas;
2. Pastato statybos specialiųjų darbų vadovas;
3. Pastato statybos bendrųjų darbų vadovas

Pastato statybos priežiūra yra:

Pastato projekto vykdymo, kurią vykdo pastato projektuotojo paskirtas pastato projekto vykdymo priežiūros vadovas ir pastato projekto vykdymo priežiūros dalių vadovai;

Pastato statybos techninė, kurią vykdo statytojo paskirtas pastato statybos techninis prižiūrėtojas ir specialiųjų pastato statybos techninės priežiūros dalių vadovai. Techninės priežiūros tikslas – kontroliuoti, ar pastatas statomas pagal statinio projektą, statybos rangos sutarties, įstatymų, kitų teisės aktų, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių pastato saugos ir paskirties dokumentų reikalavimus. Pastato statybos techninė priežiūra yra privaloma.

Pastato statybos darbų pabaiga laikoma diena, kai statytojas patvirtina nustatyta tvarka sudarytos komisijos statinio pripažinimo tinkamu naudoti aktą.

1.5. STATYBOS UŽBAIGIMAS

Daugiafunkcės paskirties pastato statybos užbaigimo procedūros, t.y pastato pripažinimo tinkamu naudoti tvarką, reikalavimus ir komisijos sudėtį, reglamentuoja STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“.

Pastato pripažinimas tinkamu naudoti – nustatyta tvarka sudarytos komisijos atliekamas patikrinimas ir patvirtinimas, kad pastatas pastatytas pagal privalomųjų pastato projekto rengimo dokumentų reikalavimus, pagal pastato projektą ir atitinka Statybos Įstatymo nustatytus esminius pastato reikalavimus bei teisės aktais nustatytos veiklos sričių reikalavimus. Pastato pripažinimui tinkamu naudoti rūpinasi statytojas kartu su rangovais.

Pastatas pripažįstamas tinkamu naudoti atlikus statinio projekte numatytus statybos darbus ir įvykdžius pastato projektavimo sąlygas, atlikus nutiestų inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų bandymus ir padarius geodezines nuotraukas. Pripažintas tinkamu naudoti statinys turi būti įregistruotas pagal Nekilnojamojo turto registro įstatymo reikalavimus

2. ARCHITEKTURINĖ DALIS

2.1. BENDRIEJI DUOMENYS

Statybos sklypas yra Vilniuje, Rinktinės gatvėje – 3.

Prekybos centro sklypas – centrinėje miesto dalyje. Lengva susisiekti su kitais miesto mikrorajonais.

Geomorfologiniu požiūriu statybos sklypą suformavo paskutinis ledynas, atslinkęs prieš 19000 – 24000 m. Ledynas sustojo ties Vilniumi, o tirpdamas ledynas formavo Vilniaus reljefą.

Sklypo reljefas lygus. Reljefo absoliutinė altitudė ~102,0. Reljefas performuotas žmogaus ūkinės veiklos. Statybos sklypo teritorijoje yra buvęs garsusis „Žalgirio“ stadionas.

Šalia sklypo nutiestos visos miesto komunikacijos ir elektros linija. Statybos sklypas užima 606 a žemės plotą. Rytinė sklypo pusė ribojasi su gyvenamuoju kvartalu, šiaurinė su Lietuvos Respublikos Generaline prokuratūra ir vakarinė pusė ribojasi su komercinės paskirties žemės sklypais, pietinė su senąja Sporto Hale. Sklypas išdalinamas į 2 etapus. Pirmuoju etapu – statomas projektuojamas pastatas ir šios sklypo dalies plotas yra 88.08 a. Pirmo etapo sklypas skirstomas į: užstatymo zoną ir želdynų. Automobilių stovėjimo aikštelė yra įrengiama pastato rūsyje.

Įvažiavimai į pirmo etapo sklypo dalį yra vienas: Pasato Požeminiame garaže yra suformuotos 117 automobilių stovėjimo vietos iš kurių 110 skirtos lengviesiems automobiliams, ir 7 skirtų automobiliams paženklinėtiems neįgaliojo ženklui. Pastarosios turi papildomai 1.5 m. praplatinimą iš abiejų pusių.

Želdynų zona: šia zoną sudaro 17.75 a plotas apsėtas veja ir 35.51 a. trinkelių danga skirta takeliams pėstiesiems.

Projektuojamas daugiafunkcės paskirties pastatas ilgąją ašimi sklype orientuojamas rytų-vakarų kryptimi. Prekybos centro pagrindinis fasadas orientuotas į vakarus.

2.2. SKLYPO IR PASTATO BENDRIEJI RODIKLIAI

Lentelė 2.1 Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
Sklypas				
1.1	Sklypo plotas (1 Etapo)	m ²	8574,73	
1.2	Važiuojamosios dalies plotas	m ²	95.21	Asfaltbetonio danga
1.3	Pėsčiųjų takų trinkelio dangos plotas	m ²	3551	
1.4	Apželdintas plotas	m ²	1775	20% nuo viso sklypo ploto
1.5	Sklypo užstatymo plotas	m ²	861.28	
1.6	Užstatymo tankumas	%	10.04	
1.7	Užstatymo intensyvumas	%	10,04	
Pastatas				
2.1	Bendras plotas	m ²	21455.25	
2.2	Pagalbinis plotas	m ²	210.11	
2.3	Pagrindinis plotas	m ²	21245,14	
2.4	Statybinis tūris	m ³	64114,84	
2.5	Pastato aukštis	m	85	
2.6	Energinio naudingumo klasė		A	

Ši lentelė apskaičiuota pagal STR 1.05.06 5 priedą „Bendrieji Statinio rodikliai“

2.3. TŪRINIS-PLANINIS PASTATO SPRENDIMAS

Projektuojamas pastatas yra 26 aukštų, kurio pirmo aukšto matmenys 26,6x32,6 m., nuo rūšio perdangos iki antro aukšto perdangos 4,7 m. Stogas lygus, nuolydžiai formuojami polistirolu, nuolydis 1°.

Pastato parapeto alt. 85.0 m. Dėl savo aukštų skaičiaus ir paskirties projektuojamas pastatas priskiriamas ypatingų statinių kategorijai.

Pastato pirmieji du aukštai komercinės paskirties. Pirmame aukšte patalpos projektuojamos taip: tarp ašių 1-2 (105) vestibulis ir (104) atliekų tvarkymo patalpa, patalpų aukštis 3.5 m, į (104) patalpą patenkama per tarnybinį įėjimą esantį vakarinėje pastato dalyje. Į (105) vestibulį patenkama iš šiaurinės pastato dalies. Taip pat vakarinėje pastato pusėje projektuojamos techninės patalpos, kurios išdėstomos tarp ašių 2-3 ir 2-4 (102 ir 103 patalpos). Į šias patalpas patenkama per kiekvienai patalpai įrengtą atskirą įėjimą, techninių patalpų aukščiai formuojami pakabinamomis lubomis, alt. 3.5 m. Rytinėje pastato pusėje projektuojamos nuomojamos patalpos tarp ašių 1-5, jų aukštis iki pakabinamų lubų 3.5 m, į šias patalpas patenkama pro pagrindinį įėjimą esantį vakarinėje pastato dalyje.

Pastato sąlyginė rūšio perdangos viršaus altitudė alt. 0,00, kuri atitinka absoliutinę alt. 102.0 m., grindų alt. +0.600 m.

Antrame pastato aukšte patalpos išdėstomos taip: Rytinėje pastato dalyje tarp ašių 2-4 yra kino teatras, kurio atstumas nuo grindų iki lubų yra 4.5 m. Prie pietinės pastato sienos tarp ašių F-D yra įrengiamos skalbyklos ir vaikų priežiūros patalpos, atstumas iki lubų 3.5 m. taip pat tarp šių ašių yra įrengiamas san mazgas. Vakarinėje pastato dalyje tarp ašių 2-4 yra įrengiama sporto salė. Į antrą aukštą galima patekti tiek pro vestibulį tiek pro komercinės paskirties patalpas. Aplink Antra pastato aukštą yra įrengiama terasa. Šis pastato aukštas naudojamas tik pastato gyventojų ir/arba jų svečių.

2.4. KOSTRUKCINIAI PASTATO SPRENDIMAI

Prekybos centro karkasas iš gelžbetoninių kolonų ant kurių gelžbetoninės rėmsijos, kurios laiko nepertraukiamo formavimo kiaurymėtasias perdangos plokštes. Pastato standumą užtikrina monolitis blokas.

2.4.1. PAMATAI

Pastato pamatai – spraustiniai poliniai, gelžbetoniniai. Pamatu betono klasė C35/45 ir armuojama armatūra S500. Pamato galvenos viršus 3.9 m žemiau grindų paviršiaus, o pamato galvenos altitudė -3.300 m. Pamatų galvenos matmenys 3.6x2.7x0,6 m. Galvenos betonas

C33/45, nes sklype esantys gruntai labai jautrūs šalčio poveikiui, armuojama vienu armatūros tinklu, kurių klasė S500.

2.4.2. KOLONOS

Prekybos centro kolonos gelžbetoninės iš C20/25 klasės betono, kurių matmenys 750x7500 mm, aukštis nuo pamato viršaus 2.90 m. Kolonos tvirtinamos prie pamato standžiai keturiais M20, 10.9 klasės varžtais. Kolonos ir sijos tarpusavyje tvirtinamos šarnyriškai. Kolona armuojama S400 klasės išilgine strypine rumbuota $8\varnothing 25$ armatūra. Skersinė armatūra parenkama pagal konstrukcinius reikalavimus, šios armatūros žingsnis 300 mm.

Kolonų tinklas pastate išdėstomas taip, kad tenkintų architekto norus ir išpildytų jo viziją.

Kolonos ir sijos jungiamos kaip parodyta paveikslėlyje žemiau.

2.4.3. STOGAS

Pastato stogas denginys projektuojamas iš nepertraukiamo formavimo iš anksto įtemptų kiaurymėtų perdangos plokščių, kurios yra atremtos ant gelžbetoninių sijų, kurios remiasi ant gelžbetoninių kolonų. stogo nuolydžių kampas 1° . Stogo danga – ruloninė, klojama ant polistirolo, kuriuo formuojamas stogo nuolydis. Šis dedamas ant šilumos izoliacinio sluoksnio. Visi šie sluoksniai klojami ant perdangos.

Lietaus vandens nuvedimas vidinis organizuotas, elektra šildomais lietvamzdžiais ir latakais. Taip pat yra įrengiamos avarinės lietaus šalinimo angos.

2.4.4. LANGAI

Plastikiniai, įstiklinti dvi kameriniu stiklo paketu su atskirais rankiniu būdu varstomais segmentais. Šių langų šilumos perdavimo koeficientas $1.76 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.4.5. VARTAI

Pramoniniai automatiniai pakeliamieji (su automatine pavarą), varstomi ir rankiniu būdu, apšiltinti. Šilumos perdavimo koeficientas $1.74 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.4.6. GRINDYS

Grindų laikantis sluoksnis – gelžbetoninė perdanga. Virš kurios įrengiama 2 sluoksnių polietileninė plėvelės hidroizoliacija. Pastato grindys armuotos betonines su neslidžiu paviršiumi techninėse patalpose, kitose pastato patalpose grindys išklojamos taip, kad atitiktų

patalų paskirtį. Grindys rūsyje nuo išorinių sienų pusės apšiltinamos polistireniniu putplasčiu 1.7 m.

2.4.7. SIENOS

Pastato išorinės sienos – surenkamos. Pirmame ir antrame aukštuose montuojamas surenkamas fasadas tie vitrinomis skaidrus, aklinese zonose neskaidrus. Kituose aukštuose pastato fasadas surenkamas iš anksto pagamintų elementų, kurie gali būti tiek skaidrūs tiek aklini. Skaidrūs elementai surenkami iš aliumininio rėmo stiklo paketo bei kitokių dalių, kurios reikalingos sukurti fasadą atitinkantį architekto viziją. Neskaidrūs fasado elementai surenkami taip pat iš aliuminio rėmo, iš išorės dažytos skardos, termoizoliacinės medžiagos ir iš vidinio lankstinio (cinkuotos kasetės, dažniausiai nedažytos). Tiek viename tiek kitame elemente taip pat pagerinant aliuminio šiluminę varžą yra įmontuojami specialūs intarpai. Elementai gaminami taip, kad būtų hermetiški ir kuo didesnės šiluminės varžos.

Vidinės sienos mūrinės 120 mm silikatinių plytų mūro. Gyvenamųjų, bendro naudojimo, ir administracinių patalpų sienos dengtos akmens vata (iki 10 mm storio) metaliniame karkase, dengtos gipskartonio plokštėmis, kurios – vėliau apdalinamos.

2.4.8. LUBOS

Visose patalpose yra įrengiamos pakabinamos lubos.

2.4.9. PASTATO FASADO SPALVINIS SPRENDIMAS

Pastato fasade dominuoja pilki atspalviai. Kadangi fasadas susidaro iš skaidrių ir neskaidrių elementų bei surenkamo „stick“ fasado toliau aprašysime kiekvieną fasado elementą atskirai.

- Neskaidrių elementų fasadinė pusė dengta 3 mm storio aliuminine dažyta skarda. Šios skardos spalvos yra dvi PYRITE 2525 YW207F ir GRIS 29770 CHINE YX051F. Tai pat neskaidrūs elementai gali būti dengti emalitiniu stiklu kurio spalva yra Ral 7001. Elementų rėmai taip pat dažyti spalva RAL7001
- Skaidrių elementų rėmų spalva RAL 7001.
- „Stick“ fasadų statramsčiai ir rygėliai dažyti taip pat RAL 7001.

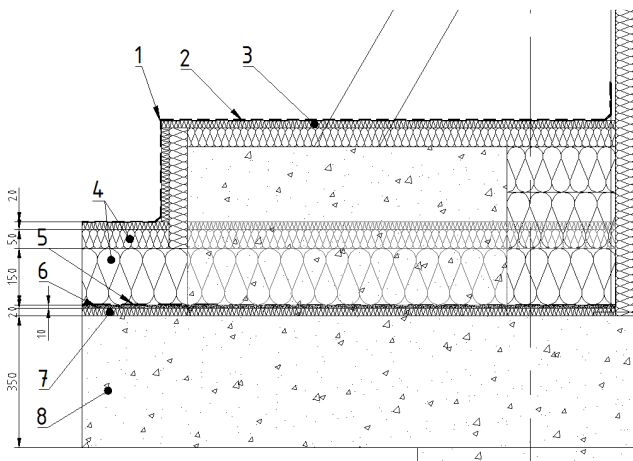
Kiti fasadų elementai (įvairios grotelės ir k.t.) dažyti spalva PYRITE 2525 YW207F.

Fasado spalvos parinktos pagal statybos vietos aplinką. Kadangi dominuojantys pastatai yra šviesiai pilkos (gelžbetonio) spalvos, kaip sporto halė ar tamsiai pilkos spalvos kaip Lietuvos Respublikos Generalinė prokuratūra.

2.5. STOGO ŠILUMINIO PERDAVIMO KOEFICIENTO SKAIČIAVIMAS

Kadangi nuo trečio iki viršutinio aukšto yra gyvenamosios patalpos, todėl stogo šilumos koeficiento skaičiavimui imsime stogo norminę šilumos perdavimo koeficiento reikšmę $U_N = 0,12 \frac{W}{m^2 \cdot K}$, kaip gyvenamos paskirties pastatui

Norminės sąlygos tenkinamos $U = 0,12 \frac{W}{m^2 \cdot K} < U_N = 0,16 \frac{W}{m^2 \cdot K}$



Pav. 2.1. Stogo konstrukcijos schema. 1-2 – Bituminės stogo dangos 2 sl. 3 – akmenis vata PAROC ROB 80 d=20 mm; 4 – akmenis vata PAROC ROS 30 d=200 mm; 5 – garo izoliacija; 6 – išlyginamasis sluoksnis; 7 – akmenis vata PAROC ROB 80 d=20 mm; 8 – Laikanti konstrukcija g/b plokštė.

Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{8.033} = 0.12 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (2.5.1)$$

$$R_t = R_{se} + R_s + R_{si} = 0.04 + 7.893 + 0.10 = 8.033 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.5.2)$$

Suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_{h,s} + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_{q,s} = 0,06 + 0,457 + 4,879 + 1,96 + 0,457 + 0,06 + 0,02 = 7,893 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.5.3)$$

Bituminė stogo danga, abiejų sluoksnių $R_{h,s} = 0.06 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

Akmens vata PAROC ROB 80 d=20 mm:

$$R_2 = \frac{d}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,02}{0,044} = 0,457 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.5.4)$$

$$\lambda_{2,ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,038 + 0,002 + 0,0038 = 0,0438 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.5.5)$$

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,038 \cdot 0,1 = 0,0038 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.5.6)$$

Akmens vata PAROC ROS 30 d=200 mm:

$$R_3 = \frac{d}{\lambda_{2.ds}} = \frac{0,20}{0,041} = 4,879 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.5.7)$$

$$\lambda_{2.ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,036 + 0,002 + 0,0018 = 0,0398 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.5.8)$$

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,036 \cdot 0,05 = 0,0018 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.5.9)$$

Garo izoliacija – polietileno plėvelė 0.2 mm $R_{q,s} = 0.02 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

Išlyginamasis sluoksnis „Knauf Nivello“ kai d=10mm:

$$R_4 = \frac{d}{\lambda_{2.ds}} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Akmens vata PAROC ROB 80 d=20 mm:

$$R_5 = \frac{d}{\lambda_{2.ds}} = \frac{0,02}{0,044} = 0,457 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$\lambda_{2.ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,038 + 0,002 + 0,0038 = 0,0438 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,038 \cdot 0,1 = 0,0038 \frac{W}{m \cdot K}$$

Laikanti konstrukcija g/b plokštė d=300:

$$R_6 = \frac{d}{\lambda_{2.ds}} = \frac{0,300}{2,5} = 0,12 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

3. LAIKANČIŪJŲ KONSTRUKCIJŲ SKAIČIAVIMAS

Apkrovų apskaičiavimas pateikiamas 1-ame priede.

3.1. SPRAUSTINIŲ GELŽBETONINIŲ POLIŲ PROJEKTAVIMAS

3.1.1. PRADINIAI DUOMENYS

GRUNTŲ DUOMENYS

Didesne dalis statybos sklypo yra asfaltuota. Tik Gr. Nr. 1,6, 10, 11 ,s klypo paviršius padengtas dirvožemio sluoksniu. Po asfaltu ir dirvožemiu iki 0,6-4,7m gylio slūgso technogeninio Mg grunto sluoksnis. Technogeninį gruntą sudaro smėlis, smėlingas molingas dulkis su žvyru, organikos priemaiša (1), bei skalda su žvyru (1A).

1 – Technogeninis Mg (smėlingas dulkingas molis) PP (ML) gruntas, q_c kinta nuo 0,5 iki 17,2 MPa $q_{c,1}=8,85$ MPa , sluoksnio storis -0,4-4,2m, $E=3,2$ MPa.

Po technogeniniu gruntu iki pragręžto 6,0-8,0m gylio slūgso vėlyvojo Nemuno ledynmečio, Baltijos stadijos ledyno pakraščio ruožo dariniai:

3 – vidutinio stiprumo moreninis smėlingas dulkingas molis (sasiCl) (ML), q_c . kinta nuo 1,0 iki 2,5 MPa, $q_{c,3}=2$ MPa, sluoksnio storis 0,4 -6,9 m. $E=22.0$ MPa,

Abu gruntai priklauso F3 grunto klasei t.y. labai jautrūs šalčiui.

POLIO DUOMENYS

Projektuojamiems dvylikai polių parinktas sunkusis betonas, kurio klase C35/45:

Šio betono rodikliai:

$f_{ck}=35$ MPa, - stiprumas gniuždant;

$f_{ck,0.05}=2,2$ MPa, - charakteristinis betono tempiamasis stipris

$E_{cm}=34$ GPa - betono tamprumo modulis (kirstinis);

skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviams:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0.9 \cdot 1.0 \cdot \frac{35}{1.5} = 21MP \quad (3.1.1.1)$$

Čia: $\alpha = 0,9$, nes $f_{ck}=34$ MPa<50 MPa

$\alpha_{cc}=1.0$; $\alpha_{ct}=1.0$; $\gamma_c = 1.5$

Vienam poliui tenkanti apkrova:

$$N_{Ed} = \frac{3141.6}{12} = 261.8kN;$$

Parenkami polio matmenys

$$L=6000 \text{ mm}$$

$$d=4500 \text{ mm}$$

$$r=225 \text{ mm}$$

3.1.2. POLIO RIBINĖ LAIKOMOJI GALIA GNIUŽDANT POLĮ

Apskaičiuojamas polio pagrindo plotas:

$$A_b = \pi \cdot r^2 \quad (3.1.2.1)$$

Čia:

π – konstanta;

r – polio spindulys;

$$A_b = 3,14 \cdot 0,255^2 = 0,159 \text{ m}^2$$

Pagrindo po polių laikomoji galia:

$$R_b = \alpha_b \cdot q_{c.3} \cdot A_b \quad (3.1.2.2)$$

Čia:

α_b – koreliacijos koeficientas priklausantis nuo grunto tipo, moliniams gruntams lygus

0,63

q_c – grunto kūginė sprauda;

A_b – polio pagrindo plotas.

$$R_b = 0,63 \cdot 2 \cdot 0,159 = 200394 \text{ kN}$$

Polio šoninio pagrindo laikomoji galia:

$$R_s = \sum q_{si} \cdot A_{si} \quad (3.1.2.3)$$

Čia:

q_s – polio kamieno vienetinio ploto atsparumas

A_s – polio paviršiaus plotas i-tajame sluoksnyje

Polio kamieno vienetinio ploto atsparumas apskaičiuojamas:

$$q_{si} = \alpha_s \cdot q_c \quad (3.1.2.4)$$

Čia:

α_s – koeficientas priklausantis nuo grunto tipo, pirmam gruntui lygus 0.010, trečiam gruntui lygus 0,05.

$$q_{s1} = 0,010 \cdot 8,85 = 0,089 \text{ MPa}$$

$$q_{s3} = 0,050 \cdot 2 = 0,1 \text{MPa}$$

Šoninio paviršiaus apskaičiavimas:

$$A_s = d \cdot \pi \cdot l \quad (3.1.2.5)$$

Čia:

l – polio ilgis i-tajame grunto sluoksnyje. $l_1=1,794 \text{ m}$, $l_3=5,946 \text{ m}$.

$$A_{s1} = 0,45 \cdot 3,14 \cdot 1,794 = 2,536 \text{m}^2$$

$$A_{s3} = 0,45 \cdot 3,14 \cdot 4,206 = 5,946 \text{m}^2$$

Polio šoninio paviršiaus laikomoji galia:

$$R_s = (0,089 \cdot 10^3 \cdot 2,536) + (0,1 \cdot 10^3 \cdot 5,946) = 819,064 \text{kN}$$

Ribinė polio laikomoji galia gniuždant polių:

$$R_c = R_b + R_s = 200,394 + 819,064 = 1019,458 \text{kN} \quad (3.1.2.6)$$

Apskaičiuota ribinė polio laikomoji galia:

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\xi_3} \quad (3.1.2.7)$$

Čia:

ξ_3 – vidutinė apskaičiuota pagrindo atsparumo reikšmė, nesant polių bandymų statinė apkrova, lygūs 1.4.

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} \quad (3.1.2.8)$$

Čia:

γ_{Rb} ir γ_{Rs} – modeliavimo koeficientai kalibruotoms reikšmės gauti, lygūs 1.1.

$$R_{c,cal} = \frac{200,394}{1,1} + \frac{819,064}{1,1} = 926,78 \text{kN}$$

$$R_{c,k} = \frac{926,78}{1,4} = 661,986 \text{kN}$$

Skačiuojamoji polio laikomosios galios reikšmė:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} \quad (3.1.2.9)$$

Čia:

γ_t – polio pagrindo suminis atsparumo koeficientas, lygus 1,0

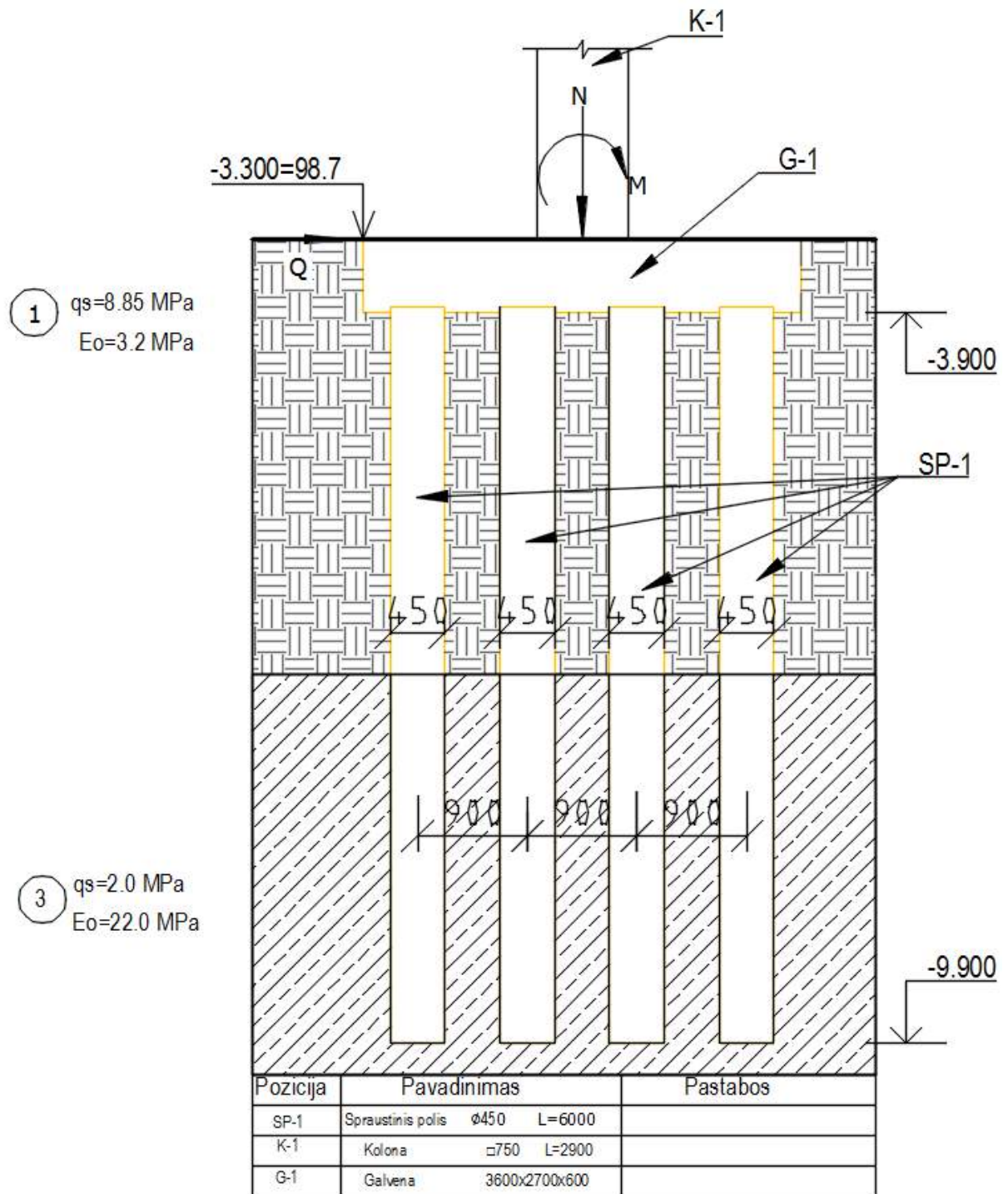
$$R_{c,d} = \frac{661.986}{1,0} = 661.986 \text{ kN}$$

Tikrinama polio laikomosios galio sąlyga:

$$N_{Ed} = 261.8 \text{ kN} < R_{c,d} = 661.986 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama polio laikomoji galia gniuždant pakankama.

3.1.3. POLIO IŠILGINĒS ARMATŪROS SKAIČIAVIMAS



PASTABOS:

1. Elementu betono klase C35/45, pagal LST EN 206-1:2002.
2. Matmenys duoti milimetrais.

Pav. 3.1 Polio skaičiuojamoji schema

Apkrovas vienam poliui: $N_{Ed}=261.8 \text{ kN}$, $M_{Ed}=15.62 \text{ kN}$, $Q_{Ed}=0.253 \text{ kN}$

Polis armuotas rumbuota strypine S500 klasės armatūra, kurios mechaninių savybių rodikliai:

$$f_y = 500 \text{ MPa},$$

$$f_{yd} = 455 \text{ MPa},$$

$E_{sm} = 200 \text{ GPa}$ – armatūros tamprumo modulis.

Pasirenku 6Ø16 skersinės armatūros strypus, kurių skerspjūvio plotas:

$$A_{s,tot} = 12,06 \text{ cm}^2$$

Betono apsauginis sluoksnis $a = 7,0 \text{ cm}$ – nes betonas liečiasi su gruntu.

$r_s = 15,5 \text{ cm}$ - apskritimo nubrėžto per išilginės armatūros centrus spindulys.

PARINKTOS SKERSINĖS ARMATŪROS TIKRINIMAS AŠINĖS JEGOS VEIKIMO PLOKŠTUMOJE

Armatūra tikrinama pagal sąlyga:

$$N_{Ed} \leq 0,77 \cdot f_{cd} \cdot A + 0,645 + f_y \cdot A_{s,tot} \quad (3.1.3.1)$$

Čia:

A – polio skerspjūvio plotas;

$A_{s,tot}$ – armatūros skerspjūvio plotas.

$$160,8 \text{ kN} \leq 0,77 \cdot 21 \cdot 0,159 + 0,645 + 500 \cdot 12,06 = 2960,662 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama.

PARINKTOS SKERSINĖS ARMATŪROS TIKRINIMAS MOMENTO VEIKIMO PLOKŠTUMOJE

Gniuždomos zonos santykinis skerspjūvio plotas apskaičiuojamas:

$$\xi_{cir} = \frac{N_{Ed} + (\sigma_p + \omega_1 f_{yd}) A_{s,tot}}{f_{cd} A_c + (f_{scd} + \omega_2 f_{yd}) A_{s,tot}} \quad (3.1.3.2)$$

Čia:

σ_p – koeficientas priklausantis nuo armatūros būvio, šiuo atveju lygus 0, nes armatūra iš anksto neįtempta.

w_1 – koeficientas apskaičiuojamas $w_1 = \sigma_p \cdot \eta_r = 1,1$

η_r – koeficientas lygus 1,1 kai armatūros takumo riba didesnė nei 400 N/mm^2

w_2 – koeficientas lygus $w_2 = \omega_1 \cdot \delta = 1,1 \cdot 1,773 = 1,95$

δ – koeficientas lygus $\delta = 1,5 + 6 f_{yd} \cdot 10^{-4} = 1,5 + 6 \cdot 455 \cdot 10^{-4} = 1,773$

f_{scd} – lygus f_{yd}

$$\xi_{cir} = \frac{160.8 + (0 + 1.1 \cdot 455) \cdot 12.06 \cdot 10^{-4}}{21 \cdot 0.071 + (455 + 1.95 \cdot 455) \cdot 12.06 \cdot 10^{-4}} = 0.154$$

Tikrinama sąlyga:

$\xi_{cir} = 0.154 > 0.15$; Sąlyga tenkinama.

Armatūra tikrinama pagal sąlygą:

$$M \leq \frac{2}{3} \cdot f_{cd} \cdot A \cdot r \cdot \frac{(\sin(\pi \cdot \xi_{cir}))^3}{\pi} + f_y \cdot A_{s,tot} \cdot \left[\frac{\sin(\pi \cdot \xi_{cir})}{\pi} + \varphi \right] \cdot r_s \quad (3.1.3.3)$$

Čia:

M – suma momentų $M = M_{Ed} + Q_{Ed} \cdot h = 15.6 + 261.8 \cdot 0.6 = 17.498 \text{ kNm}$,

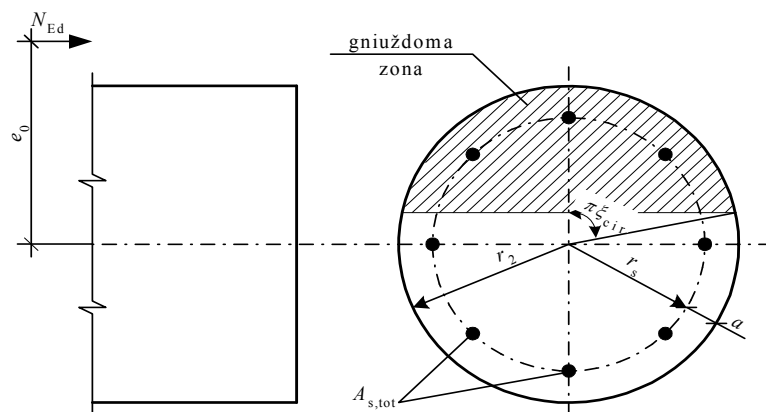
h – galvenos aukštis 0.6 m.

φ – koeficientas apskaičiuojamas $\varphi = 1.6(1 - 1.55 \cdot \xi_{cir}) \cdot \xi_{cir} = 0.188$

$$17.498 \text{ kNm} \leq \frac{2}{3} \cdot 21 \cdot 0.159 \cdot 0.225 \cdot \frac{(\sin(\pi \cdot 0.154))^3}{\pi} + 500 \cdot 12.06 \cdot 10^{-4} \cdot \left[\frac{\sin(\pi \cdot 0.154)}{\pi} + 0.188 \right] \cdot 0.155 = 47.458 \text{ kNm}$$

Priartėjimo metodu pagal aukščiau pateiktas formules gauname, kad polis atlaiko 47.458 kNm momentą, kadangi tai yra daugiau nei 17.498 kNm tai priimtos armatūros pakanka.

3.1.4. POLIO BETONO LAIKOMOSIOS GALIOS APSKAIČIAVIMAS



Pav. 3.2 apvalaus skerspjūvio ekscentriškai gniuždomo elemento skaičiuojamoji schema

Parinkto betono C35/45 apspaudimo stipris:

$$f_{cp} = 0.8 \cdot f_{ck} = 0.8 \cdot 35 = 28 \text{ MPa}$$

Kadangi polis skaičiuojamas kaip sija ant tampraus pagrindo, todėl skaičiuodami betono laikomąją galią liaunio nevertiname.

Apskaičiuotas polio skerspjūvio plotas $A=0,159 m^2$;

Polio inercijos momentas apskaičiuojamas:

$$I_c = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (3.1.4.1)$$

Čia:

π – konstanta;

d – polio skersmuo.

$$I_c = \frac{\pi \cdot 45^4}{64} = 20.1289 \cdot 10^4 cm^4$$

Armatūros inercijos momentas:

$$I_s = \frac{A_{s,tot} \cdot r_s^2}{2} \quad (3.1.4.2)$$

Čia:

$A_{s,tot}$ – armatūros skerspjūvio plotas.

r_s – apskritimo nubrėžto per armatūros centrus spindulys.

$$I_s = \frac{12,06 \cdot 15,5^2}{2} = 1448,71 cm^4$$

Apskaičiuojamas išilginės armatūros ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{M}{N_{Ed}} \quad (3.1.4.3)$$

$$e_0 = \frac{17,50 \cdot 10^6}{160,8 \cdot 10^3} = 58,42 mm$$

Apskaičiuojamas išilginės jėgos ekscentricitetas:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} \quad (3.1.4.4)$$

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{L}{d} - 0,01 f_{cd} \quad (3.1.4.5)$$

$$\delta_e = \frac{229}{300} = 0,763 > \delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{2500}{300} - 0,01 \cdot 12 = 0,237,$$

Šalyga tenkinama todėl tolimesniuose skaičiavimuose naudosime $\delta_e = 0,763$

Santykis tarp betono tamprumo modulio ir armatūros tamprumo modulio:

$$\alpha_e = \frac{E_{sm}}{E_{cm}} \quad (3.1.4.6)$$

Čia:

E_{cm} – betono tamprumo modulis (kirstinis);

E_{sm} – armatūros tamprumo modulis;

$$\alpha_e = \frac{200 \cdot 10^3}{34 \cdot 10^3} = 5.882;$$

Apskaičiuojama kritinė ašinė jėga:

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot E_{\text{cm}}}{L^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] \quad (3.1.4.7)$$

Čia:

$\varphi_l = 1,8$ - koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje.

Kai $\beta = 1$ tai $\varphi_{l,\text{max}} = 1 + \beta = 2$, $\varphi_l \leq \varphi_{l,\text{max}}$ – sąlyga tenkinama.

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot 34 \cdot 10^3}{6000^2} \left[\frac{0,0020 \cdot 10^9}{1,8} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,187} + 0,1 \right) + 5.882 \cdot 14.48 \right] = 3784.73 \text{ kN.}$$

Apskaičiuojame koeficientą

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}}; \quad (3.1.4.8)$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{160.8}{3784.73}} = 1.076.$$

Apskaičiuojamas Ekscentricitetas e :

$$e = e_0 \cdot \eta \quad (3.1.4.9)$$

$$e = 58.42 \cdot 1.076 = 62.86 \text{ mm.}$$

Tikrinama sąlyga:

$$e = 62.86 \text{ mm} \leq 3 \cdot r_s = 3 \cdot 155 = 465 \text{ mm}$$

Sąlyga tenkinama.

Tikrinama betono laikomoji galia:

$$(f_{\text{cd}} \cdot A \cdot \beta_c + f_{\text{yd}} \cdot A_{\text{s,tot}} \cdot \beta_s) \cdot r_s > N_{\text{Ed}} \cdot (e + r_s), \quad (3.1.4.10)$$

Čia:

$$\beta_c = 1 - 0.32 \cdot \sqrt{\frac{e}{r_s}} = 1 - 0.32 \cdot \sqrt{\frac{62.86}{155}} = 0.796 \quad (3.1.4.11)$$

$$\beta_s = 1 - 0.33 \cdot \frac{e}{r_s} = 1 - 0.33 \cdot \frac{62.86}{155} = 0.866 \quad (3.1.4.12)$$

Tikrinama $\beta_s > 0.5$, sąlyga tenkinama.

$$(21 \cdot 0,159 \cdot 0,796 + 455 \cdot 12,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,866) \cdot 0,07 = 219,3 \text{ kNm} > 160,80 \cdot (0,063 + 0,155) = 157,02 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama, betono laikomosios galios pakanka.

3.1.5. SPRAUSTINIO POLIO SĖDIMAS

Polio sėdimas skaičiuojamas pagal netiesinę priklausomybę nustatytą iš daugelio polių bandymų ir priimant, kad ribinis polio sėdimas 10%

$$S_p = \frac{d}{100} \left(\exp \left(\frac{2,4 \cdot N_{Ed}}{R_{c.cal}} \right) - 1 \right) \quad (3.1.5.1)$$

Čia:

d – polio skersmuo;

N_{Ed} – poveikis į polių;

$R_{c.cal}$ – koeficientas įvertinami 10% sėdimą pagal netiesinę priklausomybę.

$$S_p = \frac{0,30}{100} \left(\exp \left(\frac{2,4 \cdot 160,8}{926,78} \right) - 1 \right) = 0,004 \text{ m}$$

3.1.6. GALVENOS ARMAVIMAS

Nuolatinė apkrova veikianti į pamatą: $G_k = 1207,66 \text{ kN}$;

Laikinoji apkrova veikianti į pamatą: $Q_k = 183,35 \text{ kN}$;

Galvena armuota S500 klasės strypine armatūra. Betonas C35/45 klasės.

Galvenos matmenys 3.60x2.70 m

Apskaičiuojamas Grunto pasipriešinimo slėgis:

$$q'_0 = \frac{V_d}{B} \quad (3.1.6.1)$$

Čia:

V_d – apkrova į gruntą

B – galvenos kraštinės ilgis

$$q'_0 = \frac{1207,66 \cdot 1,35 + 183,35 \cdot 1,3}{2,70} = 692,11 \text{ kN / m}$$

Lenkimo momento ruožo ilgis:

$$l = \frac{B}{2} = 1.35m \quad (3.1.6.2)$$

$$M_{Ed} = q_0 \cdot \frac{l^2}{8} = 692.11 \cdot \frac{1.35^2}{8} = 157.671 kN \cdot m \quad (3.1.6.3)$$

Pagal momentų pusiausvyros lygtį:

$$\Sigma M = 0 \rightarrow M_{Ed} = f_{cd} \cdot x \cdot B \cdot \left(d - \frac{x}{2}\right) \quad (3.1.6.4)$$

Čia:

x - gniuždomosios zonos aukštis

d – armatūros darbo aukštis

Įvedame keitinį:

$$\mu_{Eds} \cdot d^2 = x \cdot \left(d - \frac{x}{2}\right) \quad (3.1.6.5)$$

Ištačius į momentų pusiausvyros lygtį gauname:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot B \cdot d^2} \quad (3.1.6.6)$$

Čia:

f_{cd} – skaičiuojamasis betono gniuždymo stipris $f_{cd} = 18MPa$

d – armatūros darbo aukštis $d = h - a = 0,6 - 0,07 = 0,53m$

B – pamato kraštinės ilgis

$$\mu_{Eds} = \frac{157.671}{21 \cdot 2.7 \cdot 0,53^2} = 0.01$$

Santykinis gniuždomosios zonos aukštis apskaičiuojamas:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.01} = 0.01 \quad (3.1.6.7)$$

Ribinis gniuždomosios zonos aukštis ξ_{lim} apskaičiuojamas:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} \quad (3.1.6.8)$$

Čia:

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

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

$\sigma_{s,lim} = f_y$, – armatūros įtempiai, MPa, atsižvelgiant į armatūros takumo ribą.

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

$$\xi_{lim} = \frac{0,682}{1 + \frac{500 \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)}{500}} = 0.421$$

Tikrinam sąlygą $\xi = 0.01 < \xi_{lim}=0.421$, sąlyga tenkinama.:

Gniuždomosios zonos aukštis x gaunamas iš lygybės:

$$x = \xi \cdot d \quad (3.1.6.9)$$

Čia:

d – armatūros darbo aukštis

$$x = 0,01 \cdot 0,53 = 5.273mm$$

Iš jėgų projekcijų lygties gaunamas reikiamos armatūros skerspjūvis:

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow f_{cd} \cdot x \cdot B = f_{yd} \cdot A_s \rightarrow A_s = \frac{f_{cd} \cdot x \cdot B}{f_{yd}} \quad (3.1.6.10)$$

$$A_s = \frac{21 \cdot 5.273 \cdot 2700}{455 \cdot 10^6} = 6.578cm^2$$

Minimalus armavimas pagal STR: 0,05% viso ploto

Pasirenku 30Ø12. Jų plotas $A_s = 33.9cm^2$

Visas armavimo ploto procentas:

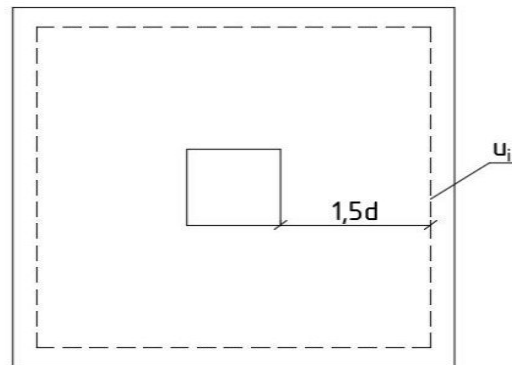
$$\frac{A_s}{A} \cdot 100 = \frac{33.96}{16200} \cdot 100 = 0.209\% > 0.05\%$$

Čia: $A = B h = 270 \cdot 360 = 16200 cm^2$

Sąlyga tenkinama, , armatūros žingsnis 200 mm išilgai ir skersai galvenos.

Išvada: pamato pado armavimui dėl lenkimo momento parenkame 30 strypų horizontalų vieną tinkelį tarpusavyje sukabinti sankabomis. (13 strypai į vieną kryptį ir 17 statmeni pirmiems).

3.1.7. GALVENOS PRASPAUDŽIAMUMAS



Pav. 3.3 Galvenos praspaudžiamumo schema

Galvenos praspaudžiamumo sąlyga:

$$v_{Ed} = \beta \frac{N_{Ed}}{u_i d} \leq v_{Rd,max} = 0,5 v f_{cd}$$

Čia:

$v_{Rd,max} = 0,5v f_{cd}$ - Didžiausias gretimo kolonai pjūvio betono praspaudžiamasis stipris

v – koeficientas lygus 0.6.

u_i - nagrinėjamojo kerpamojo pjūvio perimetro ilgis nutolęs per 1,5d nuo kolonos, ir apskaičiuojamas $u_i = 4 \cdot (d \cdot 1,5 + 0,2) = 4 (0,533 \cdot 1,5 + 0,2) = 3,98m$

d – efektyvusis pamato pado aukštis $d = 0,53m$

$\beta = 1,15$

$$v_{Ed} = 1,15 \frac{160,8 \cdot 10^3}{3,98 \cdot 0,63} = 0,737MPa \leq v_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 21 \cdot 10^6 = 6,3MPa$$

Išvada: Sąlyga tenkinama, viršutinis paviršius nebus praspauštas.

3.1.8. INKARAVIMO ARMATŪRA

Inkaravimo armatūra apskaičiuojama pagal formulę:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot l_b \quad (3.1.8.1)$$

Čia: $\alpha_1 = 1,0$ – koeficientas įvertinantis strypo formą

$\alpha_2 = 1,0$ – koeficientas įvertinantis betono apsauginį sluoksnį

$\alpha_3 = 1,0$ – koeficientas įvertinantis skersinės armatūros tvirtinimą prie išilginės armatūros

l_b – Bazinis inkaravimo ilgis.

Minimalus inkarinės armatūros ilgis apskaičiuojamas:

$$l_{b,\min} > \max\{0,3l_b; 15d, 100 \text{ mm}\} \quad (3.1.8.2)$$

Čia:

d – armatūros skersmuo, $d = 0,020 \text{ m}$

$$l_{b,\min} > \max\{0,163; 0,30, 100 \text{ mm}\} = 0,30 \text{ m}$$

Bazinis inkaravimo ilgis l_b apskaičiuojamas:

$$l_b = \frac{d \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} > l_{b,\min} \quad (3.1.8.3)$$

Čia:

σ_{sd} – skaičiuotiniai armatūros įtempiai – $2/3 \cdot f_{y,d}$;

f_{bd} – armatūros ir betono sąlyčio sankibos ribiniai įtempiai, nustatomi pagal formulę:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,32 = 2,97 \text{ MPa} \quad (3.1.8.4)$$

Čia: $\eta_1 = 1,0$ - koeficientas, įvertinantis armatūros padėtį betonavimo metu ir sukibimo sąlygas

$\eta_2 = 1,0$ - koeficientas įvertinantis geras betonavimo sukibimo sąlygas

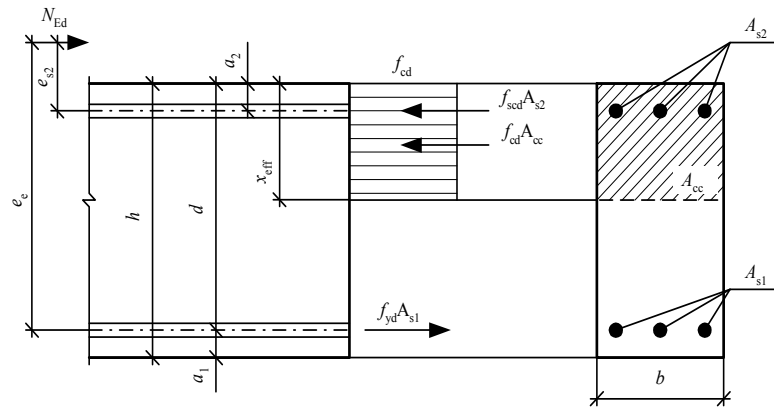
$$l_b = \frac{d \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{0,020 \cdot 303,03}{4 \cdot 2,97} = 0,51 \text{ m} > 0,30 \text{ m}$$

$$l_{bd} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,51 = 0,51 \text{ m}$$

Išvada: Gautas inkaravimo ilgis mažesnis už 0.6 m. Inkaravimo ilgį priimam 0.55m.

3.2. GELŽBETONINĖS KOLONOS PROJEKTAVIMAS

3.2.1. GELŽBETONINĖS KOLONOS A-4 AŠYSE APSKAIČIAVIMAS



Pav. 3.4 Ekscentriškai gniuždomos kolonos skaičiuojamoji schema

Projektuojama 2,9 metrų aukščio gelžbetoninė kolona daugiafunkcės paskirties pastatui. Kolona stačiakampio skerspjūvio, matmenys 750x750. Kolonos skaičiuojamasis ilgis apskaičiuojamas:

$$l_0 = 0.8 \cdot L = 0.8 \cdot 2.900 = 2.320m; \quad (3.2.1.1)$$

Kolonos betono klasė C20/25:

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa},$$

$$f_{ck,0.05} = 1.5 \text{ MPa},$$

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$\text{Betono atsparumo stipris: } f_{cp} = 0.8 \cdot f_{ck} = 0.8 \cdot 20 = 18 \text{ MPa}; \quad (3.2.1.2)$$

Skaičiuojami betono stipriai saugos ribiniams būviamas:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0.9 \cdot 1.0 \cdot \frac{18}{1.5} = 12 \text{ MPa}; \quad (3.2.1.3)$$

Čia: $\alpha = 0.9$, nes $f_{ck} = 20 \text{ MPa} < 50 \text{ MPa}$

$$\alpha_{cc} = 1.0;$$

$$\alpha_{ct} = 1.0$$

$$\gamma_c = 1.5$$

Apsauginis elemento betono sluoksnis $a_1 = a_2 = 40 \text{ mm}$,

Kolona armuojamas rumbuota strypinė armatūra S500, kurios mechaninių savybių rodikliai: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$,

$$f_{yd} = 450 \text{ MPa},$$

$$E_{sm} = 205 \text{ GPa}$$

3.2.1.1. IŠILGINĖS ARMATŪROS SKAIČIAVIMAS

Naudingas kolonos skerspjūvio aukštis:

$$d = h - a_1 \quad (3.2.1.4)$$

Čia:

h – kolonos skerspjūvio aukštis;

a_1 – apsauginis elemento betono sluoksnis.

$$d = 750 - 50 = 700 \text{ mm}$$

Apskaičiuojame lenkimo momentą nuo visų apkrovų:

$$M_{\text{Ed,s}} = M_{\text{Ed}} + N_{\text{Ed}} \frac{d - a_2}{2} \quad (3.2.1.5)$$

$$M_{\text{Ed,s}} = 15.62 \cdot 10^6 + 1929.6 \cdot 10^3 \cdot \frac{700 - 50}{2} = 642.74 \text{ kN} \cdot \text{mm};$$

Apskaičiuojamas išilginės armatūros ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{M_{\text{Ed}}}{N_{\text{Ed}}} \quad (3.2.1.6)$$

$$e_a = h/30 \quad (3.2.1.7)$$

$$e_0 = \frac{15.62 \cdot 10^6}{1929.6 \cdot 10^3} = 809.494 \text{ mm} > e_a = \frac{750}{30} = 25 \text{ mm}$$

Tolimesniuose skaičiavimuose naudosime $e_0 = 809.49 \text{ mm}$.

Apskaičiuojamas išilginės jėgos ekscentricitetas:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} \quad (3.2.1.8)$$

$$\delta_{e,\text{min}} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{\text{cd}} \quad (3.2.1.9)$$

$$\delta_e = \frac{809.49}{300} = 1.079 > \delta_{e,\text{min}} = 0,5 - 0,01 \frac{2320}{750} - 0,01 \cdot 12 = 0.349,$$

Sąlyga tenkinama todėl tolimesniuose skaičiavimuose naudosime $\delta_e = 1.079$

Santykis tarp betono tamprumo modulio ir armatūros tamprumo modulio:

$$\alpha_e = \frac{E_{\text{sm}}}{E_{\text{cm}}} \quad (3.2.1.10)$$

Čia:

E_{cm} – betono tamprumo modulis (kirstinis);

E_{sm} – armatūros tamprumo modulis;

$$\alpha_e = \frac{205 \cdot 10^3}{30 \cdot 10^3} = 6,833;$$

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

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2; \quad (3.2.1.11)$$

Čia:

$\rho_1 = 0,01$ Priimam pirmam priartėjimu;

b – kolonos kraštinės ilgis;

d – naudingas skerspjūvio aukštis;

a_2 – apsauginis betono sluoksnis

$$I_s = 0,01 \cdot 750 \cdot 700 \left(\frac{700 - 50}{2} \right)^2 = 1.706 \cdot 10^6 \text{ mm}^4;$$

Kolonos skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ašį:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad (3.2.1.12)$$

$$I_c = \frac{750 \cdot 750^3}{12} = 26.37 \cdot 10^9 \text{ mm}^4;$$

Apskaičiuojama kritinė ašinė jėga:

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot E_{\text{cm}}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] \quad (3.2.1.13)$$

Čia:

$\varphi_l = 1,8$ - koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje.

Kai $\beta = 1$ tai $\varphi_{l,\text{max}} = 1 + \beta = 2$, $\varphi_l \leq \varphi_{l,\text{max}}$ – sąlyga tenkinama.

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot 30 \cdot 10^3}{2320^2} \left[\frac{26.37 \cdot 10^9}{1,8} \left(\frac{0,11}{0,1 + 1.079} + 0,1 \right) + 6.833 \cdot 1.706 \cdot 10^6 \right] = 419 \cdot 10^3 \text{ kN}.$$

Apskaičiuojame koeficientą

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}}; \quad (3.2.1.14)$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{1929.6}{419 \cdot 10^3}} = 1,005.$$

Apskaičiuojamas Ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} \quad (3.2.1.15)$$

$$e_e = 809.49 \cdot 1,005 + \frac{700 - 50}{2} = 1.138 \text{ m.}$$

Apskaičiuojamos reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d}; \quad (3.2.1.16)$$

$$\alpha_n = \frac{1929.6 \cdot 10^3}{12 \cdot 750 \cdot 700} = 0,306;$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}; \quad (3.2.1.17)$$

$$\alpha_m = \frac{1929.6 \cdot 10^3 \cdot 1138}{12 \cdot 750 \cdot 700^2} = 0,498;$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd}; \quad (3.2.1.18)$$

Čia:

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

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 12 = 0,754;$$

Ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} \quad (3.2.1.19)$$

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.

$$\xi_{lim} = \frac{0,754}{1 + \frac{450}{500} \left(1 - \frac{0,754}{1,1}\right)} = 0.508$$

Kadangi $\alpha_n = 0,306 < \xi_{lim} = 0.508$, armatūros plotus $A_{s1} = A_{s2}$ apskaičiuojame pagal formulę:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - a_2/d}; \quad (3.2.1.20)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{12 \cdot 750 \cdot 700}{450} \cdot \frac{0,498 - 0,306(1 - 0,5 \cdot 0,306)}{1 - 50/700} = 11,70 \text{ cm}^2,$$

Tuomet priimam armatūrą 4Ø20, $A = 12,56 \text{ cm}^2$

3.2.1.2. KOLONOS LAIKOMOSIOS GALIOS TIKRINIMAS

Perskaičiuojame parametrus

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2; \quad (3.2.1.21)$$

$$I_s = (12,56 + 12,56) \cdot \left(\frac{700 - 50}{2} \right)^2 = 2,653 \cdot 10^6 \text{ mm}^4;$$

Perskaičiuojama kritinė ašinė jėga pagal (4.13) formulę: $N_{crit} = 235,799 \cdot 10^3 \text{ kN}$.

Perskaičiuojamas koeficientas η pagal (4.14) formulę: $\eta = 1,008$;

Ekscentricitetas e_e perskaičiuojamas pagal (4.15) formulę: $e_e = 1141 \text{ mm}$.

Apskaičiuojamas gniuždomosios zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b}; \quad (3.2.1.22)$$

$$x_{eff} = \frac{1929 \cdot 10^3}{12 \cdot 750} = 214,4 \text{ mm}.$$

Kadangi $x_{eff} = 214,4 \text{ mm} < \xi_{lim} \cdot d = 0,613 \cdot 260 = 159,4 \text{ mm}$, skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal sąlygą:

$$f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff} (d - 0,5x_{eff}) + f_{yd} \cdot A_{s2} (d - a_2) > N_{Ed} \cdot e_e, \quad (3.2.1.23)$$

$$12 \cdot 750 \cdot 214,4 \cdot (750 - 0,5 \cdot 214,4) + 450 \cdot 1256 \cdot (750 - 50) = 2,334 \cdot 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m} > 1929 \cdot 1,141 = 2,202 \cdot 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kadangi sąlyga tenkinama skerspjūvio laikomoji galia yra pakankama.

3.2.1.3. SKERSINĖS ARMATŪROS PARINKIMAS

Skersinė armatūra parenkama pagal konstrukcinius reikalavimus S500 klasės, Ø6, $A = 0,283 \text{ cm}^2$ skerspjūvio ploto.

Maksimalus reglamentuoti atstumas tarp skersinių strypų apskaičiuojami:

$$s = 20 \cdot d, \quad (3.2.1.24)$$

Čia: d – išilginės armatūros diametras.

$$s = 20 \cdot 20 = 400 \text{ mm};$$

Kadangi maksimalus žingsnis tarp kolonos skersinės armatūros 320, todėl priimu žingsnį kas 300 mm.

3.2.1.4. LIAUNIO PATIKRINIMAS

Apskaičiuojamas kolonos liaunis:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}; \quad (3.2.1.25)$$

Čia: $l_0 = 2,320 \text{ m}$. – skaičiuojamas kolonos ilgis.

i – inercijos spindulys

Inercijos spindulys apskaičiuojamas:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}; \quad (3.2.1.26)$$

Čia: I – inercijos momentas;

A – skerspjūvio plotas;

$$i = \sqrt{\frac{0.026}{0.563}} = 0.2165 \text{ m};$$

Inercijos momentas:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad (3.2.1.27)$$

Čia: b – skerspjūvio plotis;

h – skerspjūvio aukštis;

$$I = \frac{750 \cdot 750^3}{12} = 2636718.75 \text{ cm}^4;$$

$$\text{Kolonos liaunis: } \lambda = \frac{2.320}{0.2165} = 10.716 < \lambda_{\text{lim}} = 14$$

Čia λ_{lim} – ribinis liaunis

Kolonos liaunumo sąlyga tenkinama.

3.2.2. GELŽBETONINĖS KOLONOS H-4 AŠYSE APSKAIČIAVIMAS

3.2.2.1. IŠILGINĖS ARMATŪROS SKAIČIAVIMAS

Kadangi skaičiuojamoje kolonoje skerspjūvio matmenys nepakito, todėl apskaičiuotas efektyvus skerspjūvio aukštis yra paskaičiuotas pirmajame derinyje pagal (3.2.1.4) formulę $d = 700\text{mm}$.

Apskaičiuojame lenkimo momentą nuo visų apkrovų pagal (3.2.1.5) formulę:

$$M_{\text{Ed,s}} = 1028 \text{ kN m};$$

Apskaičiuojamas išilginės armatūros ekscentricitetas pagal (3.2.1.6) formulę: $e_0 = 207.86\text{mm}$, taip pat apskaičiuojamas ekscentricitetas e_a pagal (3.2.1.7) formulę

$$e_a = 25\text{mm}$$

$$e_0 = 208 \text{ mm} > e_a = 25\text{mm}$$

Tolimesniuose skaičiavimuose naudosime $e_0 = 208$.

Apskaičiuojamas išilginės jėgos ekscentricitetas pagal (3.2.1.8) formulę $\delta_e = 0,277$, kadangi nei kolonos skaičiuojamas ilgis nepakito, nei skerspjūvio plotas, tai minimalus išilginės jėgos ekscentricitetas yra apskaičiuotas pagal (3.2.1.9) formulę pirmajame derinyje ir yra lygus $\delta_{e,\text{min}} = 0,349$

$$\delta_e = 0,277 < \delta_{e,\text{min}} = 0,349,$$

Sąlyga netenkinama todėl tolimesniuose skaičiavimuose naudosime $\delta_{e,\text{min}} = 0,349$

Santykis tarp betono tamprumo modulio ir armatūros tamprumo modulio apskaičiuotas pirmajame derinyje pagal (3.2.1.10) formulę ir yra lygus $\alpha_e = 6,833$

Armatūros skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliąja ašimi, apskaičiuotas pirmajame derinyje pagal (3.2.1.11) ,nes kolonos matmenys ir apsauginis betono sluoksnis išliko tie patys. Yra lygus $I_s = 1.706 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$;

Kolonos skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ašį taip pat liko toks pat apskaičiuotas pagal (3.2.1.12) formulę ir lygus $I_e = 2.637 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$;

Apskaičiuojama kritinė ašinė jėga pagal (3.2.1.13) formulę $N_{\text{crit}} = 419.145 \cdot 10^3 \text{ kN}$.

Apskaičiuojame koeficientą pagal (3.2.1.14) formulę $\eta = 1,008$.

Apskaičiuojamas Ekscentricitetas e_e pagal (4.2.15) formulę $e_e = 534 \text{ mm}$.

Apskaičiuojamos reikšmės pagal (4.2.1.16) ir (4.2.1.17) formules yra lygios reikšmėms:

$$\alpha_n = 0,499;$$

$$\alpha_m = 0,381;$$

Apskaičiuotas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis pagal (4.2.1.18) formulę išliko toks pats kaip pirmame derinyje: $\omega = 0,682$;

Ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis apskaičiuotas pagal (4.2.1.19) formulę išliko toks pats kaip pirmame derinyje: $\xi_{lim} = 0,508$.

Kadangi $\alpha_n = 0,499 < \xi_{lim} = 0,508$, armatūros plotus $A_{s1} = A_{s2}$ apskaičiuojame pagal (4.2.1.20) formulę:

$$A_{s1} = A_{s2} = 0.962 \text{ mm}^2,$$

Tuomet priimam armatūrą pagal konstrukcinius reikalavimus: $2\emptyset 16, A = 4,02 \text{ cm}^2$

3.2.2.2. KOLONOS LAIKOMOSIOS GALIOS TIKRINIMAS

Perskaičiuojame parametrus:

Kadangi nei kolonos skerspjūvio plotas, nei armatūros kiekis nepakito, tai apskaičiuotas armatūros inercijos momentas pagal (3.2.1.21) formulę liko toks pats kaip ir pirmame derinyje. Ir yra lygus $I_s = 2.646 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$;

Perskaičiuojama kritinė ašinė jėga pagal (3.2.1.13) formulę: $N_{crit} = 419.676 \cdot 10^3 \text{ kN}$.

Perskaičiuojamas koeficientas η pagal (3.2.1.14) formulę: $\eta = 1,008$;

Ekscentricitetas e_e perskaičiuojamas pagal (3.2.1.15) formulę: $e_e = 534.424 \text{ mm}$.

Apskaičiuojamas gniuždomosios zonos aukštis pagal (3.2.1.22) formulę:
 $x_{eff} = 349 \text{ mm}$.

Kadangi $x_{eff} = 349 \text{ mm} < \xi_{lim} \cdot d = 0,508 \cdot 700 = 355.74 \text{ mm}$, skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal sąlygą (3.2.1.23):

$$2841 > 1679,$$

Kadangi sąlyga tenkinama skerspjūvio laikomoji galia yra pakankama.

3.2.2.3. SKERSINĖS ARMATŪROS PARINKIMAS

Skersinės armatūros parinkimas aprašytas „3.2.1. Kolonos A-4 ašyse apskaičiavimas“ skyriuje.

3.2.2.4. LIAUNIO PATIKRINIMAS

Kadangi liaunis tiesiogiai susijęs su kolonos skerspjūviu, o šis nekito, vadinasi apskaičiuotas liaunis „3.2.1. Kolonos H-5 ašyse apskaičiavimas“ skyriuje yra lygiai toks pat, kaip ir šiame.

3.3.METALINĖS KOLONOS PROJEKTAVIMAS

3.3.1. METALINĖS KOLONOS A-4 AŠYSE APSKAIČIAVIMAS

3.3.1.1. KOLONOS SKERSPJŪVIO NUSTATYMAS

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 plieno, kurio markė S455J0.

Dvitėjų plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą: $f_y=450MPa$;

$$\text{Skaičiuotinis plieno stipris: } f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{450}{1,1} = 409,091MPa;$$

Išrenkama didžiausia ašinės jėga ir momentas iš 3 priedo Lentelės 0.2:

Ašinė jėga $N_{k,Ed}=3141,6$ kN;

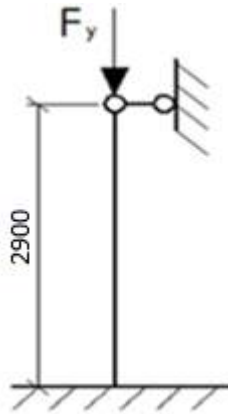
Lenkimo momentas $M_{k,Ed}=65,3$ kNm;

Skaičiuojamasis kolonos ilgis:

$$l_{eff} = \mu \cdot l ; \quad (3.3.1.1)$$

Čia: l_c -kolonos arba jos atskiros dalies ilgis arba aukšto aukštis;

μ_y -skaičiuojamasis ilgio koeficientas, parenkamas pagal kolonos įtvirtinimo būdą ir santvaros tvirtinimo prie kolonos būdą.

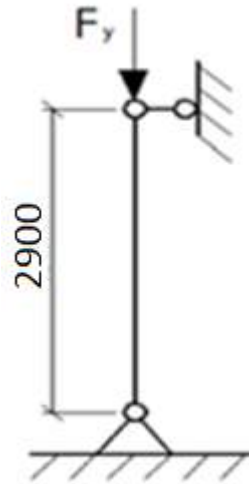


Pav. 3.5 Kolonos įtvirtinimo schema ir apkrova rėmo

Pagal kolonos įtvirtinimą ir santvaros tvirtinimą prie kolonos iš STR parenkamas skaičiuojamasis ilgio koeficientas $\mu_y=0,7$;

Skaičiuojamasis kolonos ilgis rėmo plokštumos, pagal (3.3.1.1) formulę

$$l_{eff,y} = \mu_y \cdot l_c = 0,7 \cdot 2.900 = 2.03m;$$



Pav. 3.6 kolonos įtvirtinimo schema ir apkrova iš rėmo

Skaičiuojamasis kolonos ilgis iš rėmo plokštumos, skaičiuojamas pagal (3.3.1.1) formulę:

$$l_{eff,z} = \mu_z \cdot l_c = 1 \cdot 2.900 = 2.9m;$$

Projektuojama ekscentriškai gniuždoma dvitėjinio skerspjūvio kolona

Priimama elemento liaunio $\lambda_{y,0}$ reikšmė lygi 60 ir apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio inercijos spindulys apskaičiuojamas pagal formulę:

$$i = \frac{l_{eff}}{\lambda} \quad (3.3.1.2)$$

Čia: l_{eff} - skaičiuojamasis kolonos ilgis;

λ - elemento liaunis;

$$i_{y,d} = \frac{l_{eff,y}}{\lambda_{y,0}} = \frac{2.03}{60} = 0.034m;$$

Nustatomas reikalingas skerspjūvio aukštis pagal formulę:

$$h_d \approx \frac{i}{\alpha_y} \quad (3.3.1.3)$$

Čia: α_y -skerspjūvio formos koeficientas $\alpha_y=0,43$;

$$h_d \approx \frac{i_{y,d}}{\alpha_y} = \frac{0,034}{0,43} = 0,079m;$$

Apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio plotas pagal formulę:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d}\gamma_c} \left(\frac{1}{\varphi_c} + \frac{e}{2\alpha_y^2 h_d} \right)^2; \quad (3.3.1.4)$$

Čia: φ_y -klupumo koeficientas, apytiksliai nustatomas interpoliuojant pagal pasirinktą liaunį $\lambda_{y,0}$, kaip centriškai gniuždomiems elementams, kai $f_{y,d}=250\text{MPa}$ ir $\lambda_{y,0}=60$;

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d}\gamma_c} \left(\frac{1}{\varphi_c} + \frac{e}{2\alpha_y^2 h_d} \right) = \frac{3141.6}{250 \cdot 10^3 \cdot 1} \left(\frac{1}{0,800} + \frac{2.079}{2 \cdot 0,43^2 \cdot 0,079} \right) = 150.853 \text{cm}^2;$$

Apskaičiuojamas ekscentritetas apskaičiuojamas pagal formulę:

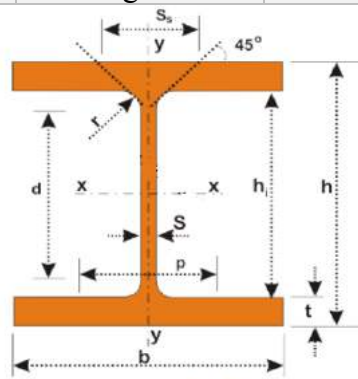
$$e = \frac{M_{y,Ed}}{N_{c,Ed}} \quad (3.3.1.5)$$

$$e = \frac{M_{y,Ed}}{N_{c,Ed}} = \frac{65.3}{3141.6} = 0,021 \text{m};$$

Iš sortimento parenkamas profilis: HEB320

Lentelė 3.1 Kolonos liemens profilio specifikacija

Skerspjūvio aukštis h	cm	32
Lentynos plotis b	cm	30
Sienutės storis t_w	mm	11,5
Lentynos storis t_f	mm	20,5
Skerspjūvio plotas A	cm ²	161,3
Skerspjūvio atsparumo momentas W_y	cm ³	2149
Skerspjūvio atsparumo momentas W_z	cm ³	615,9
Skerspjūvio inercijos momentas I_y	cm ⁴	30820
Skerspjūvio inercijos momentas I_z	cm ⁴	9239
Inercijos spindulys i_y	cm	13,82
Inercijos spindulys i_z	cm	7,57
Profilio masė	kg/m	127



Pav. 3.7 Profilio geometrija

3.3.1.2. KOLONOS PASTOVUMAS RĒMO PLOKŠTUMOJE

Kolonos liaunis rĒmo plokštumoje:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{203}{13.82} \approx 14.689; \quad (3.3.1.6)$$

Kolonos slyginis liaunis, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}; \quad (3.3.1.7)$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 14.689 \sqrt{\frac{409.091}{2,1 \cdot 10^5}} = 14.689;$$

Juostos(lentynos) skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_f = b \cdot t_f; \quad (3.3.1.8)$$

Čia: t_f -juostos (lentynos) storis; b -skerspjūvio plotis;

$$A_f = b \cdot t_f = 0,30 \cdot 0,0205 = 0,006m^2;$$

Sienelės skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_w = (h - 2t_f)t_w; \quad (3.3.1.9)$$

Čia: t_w -sienelės storis; h -skerspjūvio aukštis;

$$A_w = (h - 2t_f)t_w = (0,32 - 2 \cdot 0,0205) \cdot 0,0115 = 0,0036m^2;$$

Juostos skerspjūvio ploto ir sienelės skerspjūvio ploto santykis:

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{0,006}{0,0036} = 1,69 > 1,0;$$

Ašinės jėgos ekscentritetas, apskaičiuotas pagal (3.3.1.5) formulę:

$$e = 0,021m;$$

Santykinis ekscentritetas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c}; \quad (3.3.1.10)$$

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,021 \cdot 161,3 \cdot 10^{-4}}{2149 \cdot 10^{-6}} = 0.156;$$

Kadangi $0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$ ir $0,1 < e_{rel} < 5$ apskaičiuojame k_{shape} pagal formulę:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1 \cdot e_{rel}) - 0,02(6 - e_{rel})\bar{\lambda} \quad (3.3.1.11)$$

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1 \cdot 0,156) - 0,02(6 - 0,156) \cdot 14.689 = 1,809;$$

Kolonos santykinis lyginamasis ekscentritetas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel}; \quad (3.3.1.12)$$

$$e_{rel,eff} = 1,809 \cdot 0,156 = 0.282$$

Ekscentriškai gniuždomų elementų stiprumas, kuomet $e_{rel,eff} \leq 20$ tikrinamas pagal formulę, kadangi $e_{rel,eff} < 20$ todėl galima netikrinti:

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \leq 1,0; \quad (3.3.1.13)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c; \quad (3.3.1.14)$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento vientiso skerspjūvio klupumo koeficientas nustatomas interpoliuojant:

kai $\bar{\lambda} = 0.648$ ir $e_{rel,eff} = 0,282$, tuomet klupumo koeficientas $\varphi_e = 0,598$.

Kolonų elemento darbo sąlygų koeficientas $\gamma_c = 1,0$;

Ekscentriškai gniuždomų elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,598 \cdot 161.4 \cdot 10^{-4} \cdot 409.91 \cdot 10^3 \cdot 1 = 3946 \text{ kN};$$

Tikriname sąlygą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{3142}{3946} = 0,796 \leq 1,0;$$

Išvada: kolonos pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas.

3.3.1.3. KOLONOS PASTOVUMAS IŠ MOMENTO VEIKIMO PLOKŠTUMOS

Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \leq 1,0; \quad (3.3.1.15)$$

Čia - $N_{NM,TF,Rd}$ - skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NMTF,Rd} = c\varphi_z A f_{y,d} \gamma_c; \quad (3.3.1.16)$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos, apskaičiuojamas pagal (3.6) formulę:

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{32.65}{3142} = 0.01m;$$

Santykinis ekscentricitetas, apskaičiuojamas pagal (3.11) formulę

$$e_{rel,y} = \frac{e_y A}{W_c} = \frac{0,01 \cdot 161.1 \cdot 10^{-4}}{6.159 \cdot 10^{-6}} = 0,272;$$

Lenkiamasis momentas $M_{y,Ed}$ imamas lygus didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento.

$$M_{y,Ed} = 0,5 \cdot 65.3 = 32.65 \text{ kNm};$$

Kadangi $e_{rel,y} = 0,885 < 5$, tuomet c apskaičiuojama pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}}; \quad (3.3.1.17)$$

Čia: α ir β - koeficientai, parenkami pagal STR;

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1}{1 + 0,7 \cdot 0,272} = 0,84;$$

$\alpha = 0,7$, nes $e_{rel,y} < 1$;

$\beta = 1$, kai $\lambda_z < \lambda_c$;

Kolonos liaunis iš momento veikimo plokštumos, apskaičiuojama pagal (3.3.1.7) formulę:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{290}{7.57} \approx 38.31;$$

Kolonos skaičiuojamasis ilgis iš momento veikimo plokštumos $l_{eff,z}$, yra lygus atstumui tarp kolonos įtvirtinimo taškų statmenai momento veikimo plokštumai.

Tuomet liaunis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}; \quad (3.3.1.18)$$

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{409.91}} = 71.143;$$

Klupimo koeficientai apskaičiuojami interpoliuojant:

Klupumo koeficientas $\varphi_z=0,829$ gaunamas interpoliuojant, kai $\lambda_z=38,309$ ir $f_{y,d}=409\text{MPa}$.

Klupumo koeficientas $\varphi_c=0,602$ gaunamas interpoliuojant, kai $\lambda_c=71,143$ ir $f_{y,d}=409\text{MPa}$.

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis, apskaičiuojamas pagal (3.3.1.16):

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,840 \cdot 0,829 \cdot 161,1 \cdot 10^{-4} \cdot 409 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 4595 \text{ kN};$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{3142}{4595} = 0,684 < 1;$$

Išvada: kolonos pastovumo atsparis iš momento veikimo plokštumos yra pakankamas.

Kolonos ribinis liaunis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha; \quad (3.3.1.19)$$

Kolonos ribinis liaunis momento veikimo plokštumoje:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,796 = 132,231;$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = 0,796 \text{ kadangi } \alpha > 0,5, \text{ todėl tolimesniems skaičiavimams imama } \alpha = 0,796.$$

$$\lambda_y = 14,689 < \lambda_u = 132,231.$$

Kolonos ribinis liaunis statmenai momento veikimo plokštumai:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,684 = 138,977;$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = 0,684 \text{ kadangi } \alpha > 0,5, \text{ todėl tolimesniems skaičiavimams imama } \alpha = 0,684.$$

$$\lambda_z = 38,309 < \lambda_u = 138,977.$$

Išvada: patikrinti kolonos liauniaai neviršija ribinių reikšmių.

3.3.1.4. KOLONOS SKERSPJŪVIO SIENELĖS PASTOVUMAS:

Sienelės aukščio santykis su storiu:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} \quad (3.3.1.20)$$

Čia: h_{eff} -sienelės skaičiuojamasis aukštis; t_w -sienutės storis;

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{135}{11,5} = 11,74$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis, esant elemento sąlyginiam liauniui momento veikimo plokštumoje $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda} = 1,640 < 2$. Tuomet:

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,16\bar{\lambda}^2 \quad (3.3.1.21)$$

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,16 \cdot 0,648^2 = 1,363$$

Tikrinama sienelės liaunumo sąlyga:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 11,740 < \bar{\lambda}_{wu} \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,363 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{409,91}} = 30,882;$$

Išvada: patikrintas sienelės liaunis neviršija leistino;

3.3.2. METALINĖS KOLONOS H-4 AŠYSE APSKAIČIAVIMAS

3.3.1.1. KOLONOS SKERSPJŪVIO NUSTATYMAS

Išrenkamas didžiausias momentas ir ašinė jėga:

ašinė jėga $N_{k,Ed}=1929,6$ kN;

lenkimo momentas $M_{k,Ed}=156,2$ kNm;

Skaičiuojamieji kolonos ilgiai, reikalingi inercijos spinduliai ir reikalingas skerspjūvio aukštis apskaičiuoti pirmajame derinyje, todėl antrą kartą neskaičiuojami.

Apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio plotas pagal (3.3.1.4) formulę

$$A_d = \frac{1929,6}{450 \cdot 10^3 \cdot 1} \left(\frac{1}{0,800} + \frac{0,081}{2 \cdot 0,43^2 \cdot 0,081} \right) = 185,81 \text{ cm}^2;$$

Apskaičiuojamas ekscentritetas apskaičiuojamas pagal (3.3.1.5) formulę:

$$e = \frac{156,2}{1929,6} = 0,081 \text{ m};$$

Iš sortimento parenkamas profilis: HEB400, šio skerspjūvio geometrija pateikta

Lentelė 3.2 Kolonos liemens profilio specifikacija

Skerspjūvio aukštis h	cm	40
Lentynos plotis b	cm	30
Sienutės storis t_w	mm	13,5
Lentynos storis t_f	mm	24
Skerspjūvio plotas A	cm ²	197,8
Skerspjūvio atsparumo momentas W_y	cm ³	2884
Skerspjūvio atsparumo momentas W_z	cm ³	721,3
Skerspjūvio inercijos momentas I_y	cm ⁴	57680
Skerspjūvio inercijos momentas I_z	cm ⁴	10820
Inercijos spindulys i_y	cm	17,08
Inercijos spindulys i_z	cm	7,40
Profilio masė	kg/m	155

3.3.1.2. KOLONOS PASTOVUMAS RĖMO PLOKŠTUMOJE

Kolonos liaunis rėmo plokštumoje pagal formulę (3.3.1.6):

$$\lambda_y = \frac{203}{17.08} \approx 12.30;$$

Kolonos sąlyginis liaunis, apskaičiuojamas pagal (3.3.1.7) formulę:

$$\bar{\lambda}_y = 12.30 \sqrt{\frac{409.091}{2,1 \cdot 10^5}} = 0.543;$$

Juostos(lentynos) skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal (3.3.1.8) formulę:

$$A_f = 0,30 \cdot 0,024 = 0,0072m^2;$$

Sienelės skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal (3.3.1.9) formulę:

$$A_w = (0,40 - 2 \cdot 0,024) \cdot 0,0135 = 0,0048m^2;$$

Juostos skerspjūvio ploto ir sienelės skerspjūvio ploto santykis:

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{0,0072}{0,0048} = 1,515 > 1,0;$$

Ašinės jėgos ekscentritetas, apskaičiuotas pagal (3.3.1.5) formulę:

$$e = 0,081m;$$

Santykinis ekscentritetas apskaičiuojamas pagal (3.3.1.10) formulę:

$$e_{rel} = \frac{0,081 \cdot 197.8 \cdot 10^{-4}}{2884 \cdot 10^{-6}} = 0.555;$$

Kadangi $0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$ ir $0,1 < e_{rel} < 5$ apskaičiuojame k_{shape} pagal (3.3.1.11) formulę:

$$k_{shape} = 1.785$$

Kolonos santykinis lyginamasis ekscentritetas apskaičiuojamas pagal (3.3.1.12) formulę:

$$e_{rel,eff} = 0.991;$$

Ekscentriškai gniuždomų elementų stiprumas, kuomet $e_{rel,eff} \leq 20$ tikrinamas pagal formulę, kadangi $e_{rel,eff} < 20$ todėl galima netikrinti:

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas pagal (3.3.1.13) formulę:

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje apskaičiuojamas pagal (3.3.1.14) formulę:

Ekscentriškai gniuždomo elemento vientiso skerspjūvio klupumo koeficientas nustatomas interpoliuojant:

kai $\bar{\lambda} = 0.543$ ir $e_{rel,eff} = 0,991$, tuomet klupumo koeficientas $\phi_e = 0,722$.

Kolonų elemento darbo sąlygų koeficientas $\gamma_c=1,0$;

Ekscentriškai gniuždomų elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje:

$$N_{NM,c,Rd} = 5842.293kN;$$

Tikriname sąlygą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{1929.6}{5842.29} = 0,33 \leq 1,0;$$

Išvada: kolonos pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas

3.3.1.3. KOLONOS PASTOVUMAS IŠ MOMENTO VEIKIMO PLOKŠTUMOS

Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas pagal (3.3.1.15) formulę.

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis apskaičiuojamas pagal (3.3.1.16) formulę.

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos, apskaičiuojamas pagal (3.3.1.6) formulę $e_y = 0.04m$;

Santykinis ekscentricitetas, apskaičiuojamas pagal (3.3.1.11) formulę $e_{rel,y} = 1.11$;

Lenkiamasis momentas $M_{y,Ed}$ imamas lygus didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento. $M_{y,Ed} = 0,5 \cdot 156.2 = 78.1 \text{ kNm}$;

Kadangi $e_{rel,y} = 1.11 < 5$, tuomet c apskaičiuojama pagal (3.3.1.17) formulę $c = 0.473$;

Kolonos liaunis iš momento veikimo plokštumos, apskaičiuojama pagal (3.3.1.7) formulę $\lambda_z \approx 40.54$;

Kolonos skaičiuojamasis ilgis iš momento veikimo plokštumos $l_{eff,z}$, yra lygus atstumui tarp kolonos įtvirtinimo taškų statmenai momento veikimo plokštumai.

Tuomet liaunis apskaičiuojamas pagal (3.3.1.18) formulę $\lambda_c = 71.143$;

Klupimo koeficientai apskaičiuojami interpoliuojant:

Klupumo koeficientas $\varphi_z=0,837$ gaunamas interpoliuojant, kai $\lambda_z=40,54$ ir $f_{y,d}=409\text{MPa}$.

Klupumo koeficientas $\varphi_c=0,595$ gaunamas interpoliuojant, kai $\lambda_c=71,143$ ir $f_{y,d}=409\text{MPa}$.

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis, apskaičiuojamas pagal (3.3.1.16): $N_{NM,TF,Rd} = 3203kN$;

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = 0.603 < 1;$$

Išvada: kolonos pastovumo atsparis iš momento veikimo plokštumos yra pakankamas.

Kolonos ribinis liaunis apskaičiuojamas pagal (3.3.1.19) formulę.

Kolonos ribinis liaunis momento veikimo plokštumoje $\lambda_u = 150$;

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = 0.33 \text{ kadangi } \alpha < 0,5, \text{ todėl tolimesniems skaičiavimams imama } \alpha = 0,5.$$

$$\lambda_y = 12.295 < \lambda_u = 150.$$

Kolonos ribinis liaunis statmenai momento veikimo plokštumai $\lambda_u = 150$;

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = 0.603 \text{ kadangi } \alpha > 0,5, \text{ todėl tolimesniems skaičiavimams imama } \alpha = 0,6034.$$

$$\lambda_z = 40,54 < \lambda_u = 150.$$

Išvada: patikrinti kolonos liauniai neviršija ribinių reikšmių.

3.3.1.4. KOLONOS SKERSPJŪVIO SIENELĖS PASTOVUMAS:

Sieneles aukščio santykis su storiu, skaičiuojamas pagal (3.3.1.20) formulę

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 11.26$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis, esant elemento sąlyginiam liauniui momento veikimo plokštumoje $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda} = 0.543 < 2$. Tuomet skaičiuojam pagal (3.3.1.21) formulę $\bar{\lambda}_{wu} = 1.344$.

Tikrinama sienelės liaunumo sąlyga:

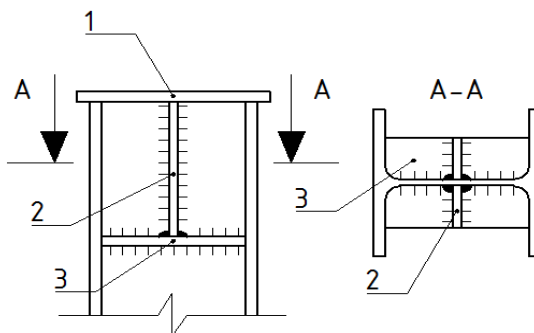
$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 11.26 < \bar{\lambda}_{wu} \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 30.455;$$

Išvada: patikrintas sienelės liaunis neviršija leistino. Kolonos skerspjūvio parinkimo skaičiavimai buvo atliekami naudojantis nuoseklaus priartėjimo algoritmu. Buvo skaičiuojami du atvejai: su didžiausia ašine jėga ir momentu, bei su didžiausiu momentu ir ašine jėga. Kadangi antruoju atveju gautas didesnis HEB 400 profilis. Todėl tolimesniems skaičiavimas bus naudojamas šis profilis.

3.3.2. KOLONOS GALVENOS PROJEKTAVIMAS

Kolonos galvena skaičiuojama pagal „3.3.1. Kolonos G-5 ašyse apskaičiavimas“ skyrių.

Kolonos galveną sudaro: atraminė galvenos plokštė, galvenos atraminės briaunos ir skersinės sąstandos.



Pav. 3.8 Ištinės kolonos viršūnės schema: 1-viršūnės plokštė; 2-atraminė briauna; 3-horizontaliosios standumo briaunos.

Kolonos liemu-valcuotas dvitėjis HEB400, kurio skerspjūvio aukštis $h_k=400$ mm, lentynos plotis $b_k=300$ mm, sienutės storis $t_w=13.5$ mm, o lentynos $t_f=24$ mm.

Konstrukcijos iš plieno S450J0. Konstrukcijai suvirinti numatytas būdas-pusiau automatinis apsauginių dujų aplinkoje vientisojo skerspjūvio viela, $d_w<1,4$ mm. Elektrodinė viela G55.

Ant kolonos atremtos konstrukcijos (sijų) atraminė reakcija $F_d=1930$ kN;

Kolonos galvenos atraminės plokštės storis parenkamas pagal konstrukcinius reikalavimus ir turi būti 16-30mm storio, o matmenys parenkami atsižvelgiant į kolonos matmenis, plokštė padidinant 15mm iš kiekvienos pusės.

Pagal konstrukcinius reikalavimus kolonos galvenos atraminės plokštės ir atraminės briaunos storį priimame:

$$t_{pl}=30 \text{ mm};$$

parinktą briaunos storį tikriname pagal sąlygą:

$$t_{br} > 0,5b_{br}\sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} \quad (3.3.2.1)$$

$$t_{br} = 20\text{mm} > 0,5 \cdot 0,096 \sqrt{\frac{409,9}{210000}} = 2,13\text{mm};$$

Vienos atraminės briaunos plotis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$b_{br} \geq \frac{F_d}{2t_{br} \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c}; \quad (3.3.2.2)$$

Čia: $f_{p,d}$ - skaičiuotinis glemžiamasis plieno stipris;

$$f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_M} = \frac{550}{1,1} = 500 \text{MPa}; \quad (3.3.2.3)$$

γ_c -darbo sąlygų koeficientas;

γ_M -medžiagos patikimumo koeficientas;

$$b_{br} \geq \frac{F_d}{2t_{br} \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1930 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,020 \cdot 500 \cdot 1} = 0,096 \text{m}; \quad \text{Priimame } b_{br}=120 \text{mm};$$

Galvenos atraminės briaunos apačioje įrengiamų skersinių sąstandų storis yra lygus atraminių briaunų storiui $t_{sq} = t_{br} = 20 \text{ mm}$

Galvenos atraminė plokštė ir kolonos atraminio galo paviršiai nudrožiami 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.

3.3.3. SIŪLIŲ STATINIO AUKŠČIO SKAIČIAVIMAS

Kolonos galvenos siūlių statinių aukščiai apskaičiuojami pagal „3.3.1. Kolonos H-4 ašyse apskaičiavimas“ skyrių.

Nustatomas silpnėsnis pjūvis:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,7 \cdot 260.74 = 182.51 N / mm^2; \quad (3.3.3.1)$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,0 \cdot 247.5 = 247.5 N / mm^2; \quad (3.3.3.2)$$

Čia: β_{wf} ir β_{wz} - koeficientai, naudojami, kai virinamų plieninių elementų takumo riba iki $530 N/mm^2$.

$f_{vw,f,d}$ -skaičiuotinis kertinės siūlės kerpamasis metalo stipris;

$f_{vw,z,d}$ -skaičiuotinis kertinės siūlės sulydymo srities kerpamasis metalo stipris.

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{M_w}} = 0,55 \cdot \frac{500}{1,25} = 260.74 N / mm^2; \quad (3.3.3.3)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 550 = 247.5 N / mm^2; \quad (3.3.3.4)$$

Silpnėsnis pjūvis yra per siūlės metalą, todėl skaičiavimuose naudosime:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,7 \cdot 260.74 = 182.519 N / mm^2;$$

Siūlės statinio aukštis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$k_f = \frac{F_d}{\beta_{wf} \cdot l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c}; \quad (3.3.3.5)$$

$$k_f = \frac{1930 \cdot 10^{-3}}{0,7 \cdot 0,440 \cdot 260.74 \cdot 1} = 24.027 mm;$$

Imame $k_f=7mm$, kadangi $k_{fmin}=7mm$;

Bendrasis virintinių siūlių, jungiančių galvenos atraminę plokštę ir atraminę briauną, ilgis:

$$l_{w,eff} = 4(b_{br} - 10) = 4(90 - 10) = 320 mm = 0,32 m; \quad (3.3.3.6)$$

Virintinių siūlių, jungiančių galvenos atraminę briauną ir kolonos sienutę, ilgis:

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2 F_d}{4 \cdot \beta_{wf} k_f f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c}; \quad (3.3.3.7)$$

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2 \cdot 1930 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,007 \cdot 260.74 \cdot 1,0} = 0,127 m = 126.87 mm$$

Atraminę briauną prie kolonos sienutės jungiančių virintinių siūlių ilgis neturi viršyti

$$85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,007 = 1.488 \text{ m}; \quad (3.3.3.8)$$

Atraminės briaunos ilgis:

$$h_{br} \geq l_{br,w,eff} + 10\text{mm} = 126.87 + 10 = 136.87\text{mm}; \quad (3.3.3.9)$$

Imame $h_{br}=250\text{mm}$;

Galvenos atraminių briaunų kerpamojo atspario sąlyga:

$$\frac{1,2F_d}{2 \cdot h_{br} \cdot t_{br} \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0; \quad (3.3.3.10)$$

$$\frac{1,2 \cdot 1903 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,25 \cdot 0,020 \cdot 237 \cdot 1} = 0,976 \leq 1,0$$

Čia: $f_{s,d}$ -skaičiuotinis kerpamasis plieno stipris;

$$f_{s,d} = 0,58 \frac{f_y}{\gamma_M} = 0,58 \cdot \frac{450}{1,1} = 237.273\text{MPa}; \quad (3.3.3.11)$$

Kolonos sienutės kerpamojo atspario galvenos atraminių briaunų prijungimo vietoje sąlyga:

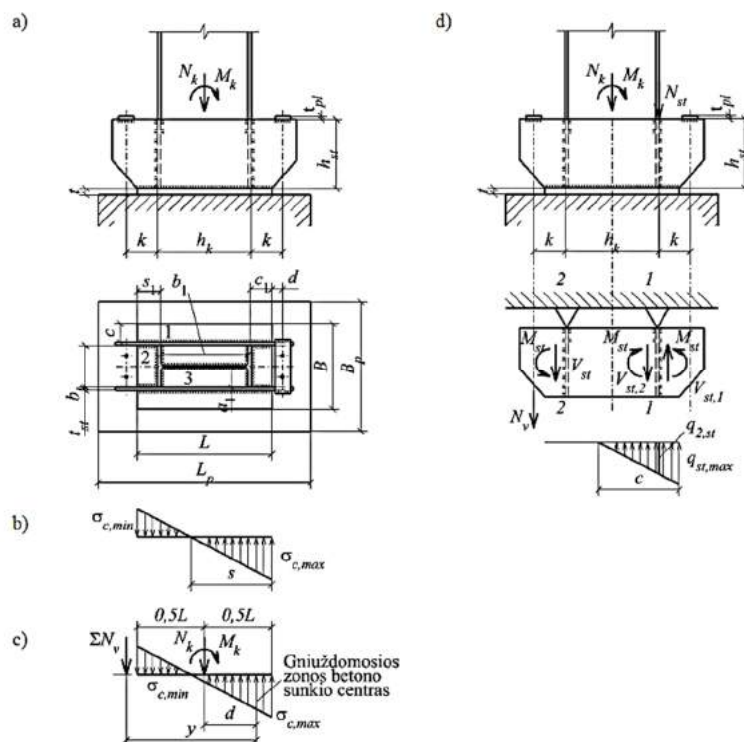
$$\frac{1,2F_d}{2 \cdot h_{br} \cdot t_w \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0; \quad (3.3.3.12)$$

$$\frac{1,2 \cdot 248,012 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,25 \cdot 0,0135 \cdot 237 \cdot 1} = 0,831 \leq 1,0$$

Išvada: galvenos atraminių briaunų kerpamojo atspario sąlyga tenkinama su 2,41% atsarga. Kolonos sienutės kerpamojo atspario galvenos atraminių briaunų prijungimo vietoje sąlyga tenkinama su 16,95% atsarga.

3.3.5. EKSCENTRIŠKAI GNIUŽDOMOS METALINĖS KOLONOS BAZĖS SU STATLAKŠČIAIS SKAIČIAVIMAS

Kolonos bazė skaičiuojama pagal „3.3.1. Kolonos H-4 ašyse apskaičiavimas“ skyrių.



Pav. 3.9 Ištiesinės kolonos standžiai prijungtos prie pamato, bazė: a) konstrukcija; b) įtempių diagramos pado plokštei skaičiuoti; c) įtempių diagrama inkariniams varžtams skaičiuoti.

Kolonos liemuo-valcuotas dvitėjis HEB400, kurio skerspjūvio aukštis 400 mm, lentynos plotis 300, sienutės storis 13.5 mm, o lentynos 24 mm.

Statlakščiu storis imamas 10 mm

Pamato betonas – C30/37; plienas S450J0. Konstrukcijoms suvirinti numatytas pusiau automatinis būdas apsauginių dujų aplinkoje vientisojo skerspjūvio viela, $d_w < 1,4$ mm.

Elektrodinė viela – G 55. Inkariniai varžtai iš plieno S235J0.

Skaičiuojamas betono glemžiamasis stipris:

$f_{ck}=30$ MPa, - stiprumas gniuždant;

$f_{ck,0.05}=2$ MPa, - charakteristinis betono tempiamasis stipris

$f_{cd}=18$ MPa

$f_{ctd}=1,2$ MPa

šoninio apspaudimo gniuždant efektyvumo koeficientas:

$$k_u = 0.8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} = 0.8 \cdot \frac{18}{1.2} = 12 \leq k_u = 14 \quad (3.3.5.1)$$

Toliau skaičiuojant priimame $k_u = 14$

Pagal konstrukcinius reikalavimus imame, kad pado plokštės plotis

$$B = 2(t_{st} + c) + b_k \quad (3.3.5.2)$$

Čia:

t_{st} – Statlakščio storis

c – priimu 80mm

b_k – kolonos lentynos plotis.

$$B = 2(10 + 80) + 300 = 480\text{mm}$$

Pado plokštės ilgis:

$$L = 2 \cdot c_1 + h_k \quad (3.3.5.3)$$

Čia:

c_1 – priimu 80mm .

h_k – kolonos skerspjūvio aukštis

$$L = 2 \cdot 80 + 400 = 560\text{mm}$$

Glemžimo plotas apskaičiuojamas

$$A_{c0} = B \cdot L = 0.480 \cdot 0.560 = 0.269\text{m}^2 \quad (3.3.5.4)$$

Apskaičiuojamas koeficientas įvertinantis betono glemžiamojo stiprio padidėjimą:

$$w_u = 1 + k_u \cdot k_f \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) \leq w_{u,\max} \quad (3.3.5.5)$$

Čia:

k_f – koeficientas lygus 1,0;

$w_{u,\max}$ – ribinė betono glemžiamojo stiprio padidėjimo reikšmė, lygi 2,5;

A_{c1} – kolonos skerspjūvio plotas.

$$w_u = 1 + 12 \cdot 1.0 \cdot \frac{1.2}{18} \left(\sqrt{\frac{197 \cdot 10^{-4}}{0.269}} - 1 \right) = 1.216 \leq w_{u,\max} = 2.5$$

Sąlyga tenkinama.

Tiksliname pado plokštės ilgį:

$$L = \frac{N}{2 \cdot B \cdot f_{cud}} + \sqrt{\left(\frac{|N|}{2 \cdot B \cdot f_{cud}} \right)^2 + \frac{6 \cdot M}{B \cdot f_{cud}}} \quad (3.3.5.6)$$

Čia:

f_{cud} – kolonos Pamato betono glemžiamasis stipris

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0.85 \cdot 1.660 \cdot 18 = 25.40 \text{ MPa}$$

α – koeficientas sunkiajam betonui, lygus 0,85

$$N = N_{Ed} + (G \cdot l_c \cdot g) = 1926.6 + (155 \cdot 3 \cdot 9.81) = 6488.25 \text{ kN}$$

N_{Ed} – ašinė jėga veikianti koloną

G – kolonos vieno metro svoris

l_c – kolonos ilgis

g – laisvo kritimo pagreitis.

$$M = 156.2 \text{ kNm}$$

$$L = \frac{6488.25}{2 \cdot 3.6 \cdot 25.40 \cdot 10^6} + \sqrt{\left(\frac{|6488.25|}{2 \cdot 3.6 \cdot 25.40 \cdot 10^6} \right)^2 + \frac{6 \cdot 156.2}{3.6 \cdot 25.40 \cdot 10^6}} = 325.65 \text{ mm}$$

Imtas pado plokštės ilgis yra tinkamas $L = 560 \text{ mm}$.

Pado plokštės atsparumo momentas:

$$W = \frac{B \cdot L^2}{6} = \frac{480 \cdot 560^2}{6} = 7526.4 \text{ cm}^3 \quad (3.3.5.7)$$

Apskaičiuojami įtempiai pamato betone po galvena:

$$\sigma_{c.\max} = \frac{|N|}{Ac_0} + \frac{M}{W} = \frac{|6488.25|}{0.269} + \frac{156.2}{7526.4 \cdot 10^{-4}} = 24.119 \text{ MPa} < f_{cud} = 25.40 \text{ MPa} \quad (3.3.5.8)$$

$$\sigma_{c.\min} = \frac{|N|}{Ac_0} - \frac{M}{W} = \frac{|6488.25|}{0.269} - \frac{156.2}{7526.4 \cdot 10^{-4}} = 23.878 \text{ MPa} \quad (3.3.5.9)$$

Gniuždomos zonos ilgis:

$$s = \frac{\sigma_{c.\max}}{\sigma_{c.\max} + |\sigma_{c.\min}|} \cdot L = \frac{24.119}{24.362 + 23.878} \cdot 0.560 = 0.283 \text{ m} \quad (3.3.5.10)$$

Lenkiamieji momentai galvenos ploteliuose:

$$1 \text{ plotelis } M_1 = \frac{\sigma_{c.\max} \cdot c^2}{2} = \frac{24.362 \cdot 0.08^2}{2} = 77.959 \text{ kN} \quad (3.3.5.11)$$

$$2 \text{ plotelis, } M_2 = \alpha \cdot \sigma_{c.\max} \cdot b_k^2 = 0.06 \cdot 24.362 \cdot 0.30^2 = 131.55 \text{ kN} \quad (3.3.5.12)$$

Čia: $\alpha = 0,06$, kai $c_1/b_k = 0.267$

$$3 \text{ plotelis } M_3 = \frac{a_1^2 \cdot \sigma_{3.c}}{8} = \frac{0.105 \cdot 2.388}{8} = 3,306 \text{ kN} \quad (3.3.5.13)$$

$$\text{Čia: } \sigma_{3.c} = \frac{s - c_1 + t_f}{s} \cdot \sigma_{c.\max} = \frac{0.283 - 0.08 + 0.024}{0.283} \cdot 24.362 = 15.41 \text{ MPa} \quad (3.3.5.14)$$

Kai santykis $b_1/a_1 = 0,352/0,143 = 2.46 > 2$

Čia:

$$a_1 = \frac{b_k - t_w}{2} = \frac{0.30 - 0.0135}{2} = 0.143m$$

$$b_1 = h_k - 2 \cdot t_f = 0.40 - 2 \cdot 0.024 = 0.352m$$

Pado plokštės storis pagal didžiausią lenkimo momentą:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_2}{f_{yd} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1562}{454 \cdot 10^3 \cdot 1.2}} = 34.56mm \quad (3.3.5.15)$$

Priimu $t_{pl}=40mm$

γ_c – statinė apkrova veikiamos atraminės plokštės darbo sąnaudų koeficientas, kai storis mažiau už 40 mm, lygus 1,2.

Apskaičiuojama įrąža virintinėje siūlėje prijungiančioje statlakštį prie kolonos lentynos:

$$N_{st.Ed} = \frac{N}{2} + \frac{M}{h_k} = \frac{6488.25}{2} + \frac{1562}{0.40} = 7149.125kN \quad (3.3.5.16)$$

Mažiausia virintinės siūlės statinio aukštis statlaksčiui prijungti prie kolonos lentynos jei suvirinimas pusiau automatinis apsauginių dujų aplinkoje, $k_{f.min} = 6 mm$, nes $t_f=24 mm$, $k_{f.max}=1.2 \cdot t_{st}=1.2 \cdot 10=12 mm$ čia t_{st} – statlaksčio storis 10mm. Priimu $k_f=6mm$.

Virintinės siūlės ilgis

$$l_{st,w,eff} = \frac{N_{st.ED}}{2 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw.f.d} \cdot \gamma_c} = \frac{7149.125}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.06 \cdot 206,8 \cdot 10^3 \cdot 1.0} = 0,312m \quad (3.3.5.17)$$

Čia γ_c – elementų darbo sąnaudų koeficientas, lygus 1,0.

Statlaksčiui prijungti prie kolonos lentynos jungiančių virintinių siūlių ilgis neturi viršyti

$$85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,006 = 0.357m; \quad (3.3.5.18)$$

Sąlyga tenkinama.

Statlaksčio reikalingas aukštis:

$$h_{st} \geq l_{st,w,eff} + 10mm = 312 + 10 = 322mm; \quad (3.3.5.19)$$

Imame $h_{st}=350mm$;

Su atsarga galima priimti, kad tolygiai išskirstyta apkrova, veikiant statlakštį, apskaičiuojama nuo pusės pado plokštės pločio:

$$q_{st.\max} = \frac{\sigma_{c.\max} \cdot B}{2} = \frac{24.362 \cdot 3.6}{2} = 43.85 \frac{kN}{m} \quad (3.3.5.20)$$

$$\sigma_{2.c} = \frac{s - c_1}{s} \cdot \sigma_{c.\max} = \frac{0.283 - 0.08}{0.283} \cdot 24.362 = 17.48 MPa \quad (3.3.5.21)$$

$$q_{2.st} = \frac{\sigma_{2.c} \cdot B}{2} = \frac{17.48 \cdot 3.6}{2} = 31.46 \frac{kN}{m} \quad (3.3.5.22)$$

Statlaksčio lenkiamasis momentas ir skersinė jėga nuo pamato spaudimo:

$$M_{st} = \frac{q_{2.st} \cdot c_1^2}{2} + \frac{c_1^2}{3} = \frac{31.46 \cdot 0.08^2}{2} + \frac{0.08^2}{3} = 1.028 kNm \quad (3.3.5.23)$$

$$V_{st.1} = \frac{q_{st.\max} + q_{2.st}}{2} \cdot c_1 = \frac{43.85 + 31.46}{2} \cdot 0.08 = 55.18 kN \quad (3.3.5.24)$$

$$V_{st.2} = \frac{N_{st.ED}}{2} - V_{st.1} = \frac{7149.125}{2} - 55.18 = 3519.38 kN \quad (3.3.5.25)$$

Išrenkama didžiausia skersinė jėga, šiuo atveju $V_{st.2} = 3519.38 kN$, tolesniuose skaičiavimuose naudosime šia jėga.

Apskaičiuojamas statlaksčio skerspjūvio plotas ir atsparumo momentas:

$$A_{st} = t_{st} \cdot h_{st} = 0.01 \cdot 0.35 = 0.0035 m^2 \quad (3.3.5.26)$$

$$W_{st} = \frac{t_{st} \cdot h_{st}^2}{6} = \frac{0.01 \cdot 0.20^2}{6} = 2.04 \cdot 10^{-4} m \quad (3.3.5.27)$$

Normaliniai ir tangentiniai įtempiai:

$$\sigma_{st} = \frac{M_{st}}{W_{st}} = \frac{1.028}{2.04 \cdot 10^{-4}} = 50.35 MPa \quad (3.3.5.28)$$

$$\tau_{st} = \frac{V_{st}}{A_{st}} = \frac{3519.39}{0.0035} = 10.1 MPa \quad (3.3.5.29)$$

Tikrinama sąlyga: $\tau_{st} = 10.1 MPa \leq f_{sd} \cdot \gamma_c = 145 MPa$, sąlyga tenkinama.

Statlakščio atspario sąlyga:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{st}^2 + 3 \cdot \tau_{st}^2}}{1.15 \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} \leq 1.0 \quad (3.3.5.30)$$

$$\frac{\sqrt{50.35^2 + 3 \cdot 10.1^2}}{1.15 \cdot 250 \cdot 1.0} = 0.85 \leq 1.0$$

Statlakščio atspario sąlyga tenkinama

3.3.5.1. INKARINIŲ VARŽTŲ PARINKIMAS

Statlakščio skersinė jėga ir lenkimo momentas:

$$N=252.93kN, M=54.26 kNm$$

Įtempiai pamato galvenoje apskaičiuojami, pagal (3.3.5.8) ir (3.3.5.9) formules ir yra lygus:

$$\sigma_{c.\max} = 3,750MPa < f_{cud} = 25.40MPa$$

$$\sigma_{c.\min} = -2,124MPa$$

Gniuždomos zonos ilgis apskaičiuojamas pagal (3.3.5.10) formulę, ir yra lygus $s = 0.243m$

Atstumas nuo kolonos ašies iki gniuždymo zonos sunkio centro:

Gniuždomos zonos ilgis:

$$d = \frac{L}{2} - \frac{s}{3} = \frac{0.560}{2} - \frac{0,283}{3} = 0.186m \quad (3.3.5.31)$$

Atstumas nuo gniuždymo zonos sunkio centro iki inkarinių varžtų tempiamojoje pusėje ašies.

$$y = L + \delta - \frac{s}{3} = 0.560 + 0,04 - \frac{0,283}{3} = 0.506m \quad (3.3.5.32)$$

Čia:

$\delta=40$ mm, šio dydžio apskaičiavimas pateiktas žemiau.

Jėga vienoje pusėje esančiuose inkariniuose varžtuose:

$$N_v = \frac{M - N \cdot d}{y} = \frac{54.26 - 252.93 \cdot 0.186}{0,506} = 32.52kN \quad (3.3.5.33)$$

Reikiamas varžto skerspjūvio plotas, kai vienoje pusėje esančių inkarinių varžtų skaičius $n=2$.

$$A_{b.net.reik} = \frac{N_v}{n \cdot f_{ba,d} \cdot \gamma_c} = \frac{41,173}{2 \cdot 180 \cdot 1,0} = 90.34mm^2 \quad (3.3.5.34)$$

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, $A_{b.net}=245\text{mm}^2$, varžtų skylės plokštėje $d_0=20\text{ mm}$, inkarinių varžtų plokštelės lenkiamasis momentas:

$$M_{pl} = \frac{|N_v|}{4} \cdot (b_k + t_{st} - b_v) = \frac{|32.52|}{4} \cdot (0,30 + 0,01 - 0,12) = 1.545\text{kNm} \quad (3.3.5.35)$$

Čia

b_v – atstumas tarp varžtų centrų.

a) Mažiausi $b_{v.min}=2.5 \cdot d_0=50\text{mm}$

b) didžiausi $b_{v.max}=8 \cdot d_0=160\text{mm}$

Priimu: $b_v=120\text{mm}$

Apskaičiuojamas atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:

a) mažiausi $\delta_{min}=2 \cdot d_0=40\text{mm}$

b) didžiausi $\delta_{max}=4 \cdot d_0=80\text{mm}$

Priimu: $\delta=40\text{mm}$

Apskaičiuojamas plokštelės plotis:

$$b_{pl} \geq 2 \cdot 1.5 \cdot d_0 = 2 \cdot 1,5 \cdot 20 = 60\text{mm} \quad (3.3.5.36)$$

Priimu $b_{pl}=80\text{mm}$

Apskaičiuojamas inkarinių varžtų plokštelės storis:

$$t_{pl} \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M_{pl}}{(b_{pl} - d_0) f_{yd} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1.545}{(0.08 - 0.02) 250 \cdot 1}} = 33.31\text{mm}$$

Priimu: $t_{pl}=35\text{ mm}$.

Virintinių siūlių, prijungiančių bazes elementus prie pado plokštės, mažiausias galimas virintinės siūlės statinio aukštis, virinant prie 35 mm storio elemento.

$$k_{f.min}=8\text{ mm};$$

$$k_{f.max}=t_{st} \cdot 1.2=12\text{ mm};$$

Priimu $k_f=10\text{ mm}$.

Virintinių siūlių metalo kerpamasis plotas, inercijos ir atsparumo momentai:

$$A_{wf} = 2(\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (L - 10) + 2\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10)) \quad (3.3.5.37)$$

$$A_{wf} = 2(0.7 \cdot 7 \cdot (560 - 10) + 2 \cdot 0.7 \cdot 7 \cdot (80 - 10)) = 67.62\text{cm}^2$$

$$I_{wf} = 2 \left(\frac{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (L - 10)}{12} + 2 \left(\frac{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10)^3}{12} + \beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10) \left(\frac{L}{2} - \frac{c_1}{2} \right)^2 \right) \right) \quad (3.3.5.38)$$

$$I_{wf} = 2 \left(\frac{0.7 \cdot 7 \cdot (560 - 10)}{12} + 2 \left(\frac{0.7 \cdot 7 \cdot (80 - 10)^3}{12} + 0.7 \cdot 7 \cdot (80 - 10) \left(\frac{560}{2} - \frac{80}{2} \right)^2 \right) \right) = 7958.79 \text{ cm}^4$$

$$W_{wf} = \frac{I_{wf}}{L \cdot 0.5} = \frac{7958.79}{56 \cdot 0.5} = 284.24 \text{ cm}^3 \quad (3.3.5.39)$$

Virintinių siūlių jungiančių bazės elementus prie pado plokštės, atspario sąlyga:

$$\frac{1}{f_{vw.f.d} \cdot \gamma_c} \cdot \left(\frac{N}{A_{wf}} + \frac{M}{W_{wf}} \right) \leq 1.0 \quad (3.3.5.40)$$

$$\frac{1}{206,8 \cdot 1.0} \cdot \left(\frac{252.93}{0,006762} + \frac{54.26}{0,000284} \right) = 0,891 \leq 1.0$$

Sąlyga tenkinama, bazės stiprumas yra pakankamas.

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: $b = 0,35m$; $l = 7,371m$.

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

$$h = \frac{1}{15} \cdot l = \frac{1}{15} \cdot 7,371 = 0,49 \text{ m}; \quad (3.4.1.1)$$

priimu $h = 0.5 \text{ m}$.

Apytiksliai nustatomas rėmo sijos gembės plotis, pagal reikalavimus:

$$b_f = b + b_g = 0,35 + 0,15 = 0,50m; \quad (3.4.1.2)$$

Priimamas rėmo sijos gembės aukštis, t.y: $h_f = 0,2m$;

Sijos diagramos ir schema pateiktos 6. priede.

3.4.2. RĖMO SIJOS RS-1 NORMALINIŲ PJŪVIŲ STIPRUMO SKAIČIAVIMAS

Maksimalios įrašos veikiančios projektuojamą siją: $M_{max} = 854.71 \text{ kNm}$; $Q_{max} = 231.91 \text{ kN}$

Rėmo sija projektuojama iš C35/45 klasės sunkiojo betono, kietinamo šutinimo būdu. Projektuojamo pastato patalpų santykinė drėgmė priimama – 50%.

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{35}{1,5} = 21 \text{ MPa} \quad (3.4.2.1)$$

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

Reikiamas išilginės armatūros skerspjūvio plotas apskaičiuojamas nuosekliai:

$$d = h - a = 0,5 - 0,04 = 0,46m \quad (3.4.2.2)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{max}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{854.71 \cdot 10^{-3}}{21 \cdot 0,35 \cdot 0,46^2} = 0,357 \quad (3.4.2.3)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

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

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

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

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,357} = 0,465 < \xi_{lim} = 0,560 \quad (3.4.2.6)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,465 \cdot 0,44 = 0,205 \quad (3.4.2.7)$$

Reikiamas armatūros plotas A_s apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot x \cdot d}{f_{yd}} = \frac{21 \cdot 0,205 \cdot 0,35}{365} = 41,28 \text{ cm}^2 \quad (3.4.2.8)$$

Parenkama armatūra: $7\emptyset 28, A = 43,10 \text{ cm}^2 > 41,28 \text{ cm}^2$

3.4.3. RĖMO SIJOS RS-1 ĮSTRIŽŪJŲ PJŪVIŲ STIPRUMO SKAIČIAVIMAS

Skersinė armatūra apskaičiuojama pagal formules:

$$B = \varphi_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d^2 = 2 \cdot 1,32 \cdot 10^6 \cdot 0,35 \cdot 0,46^2 = 195,52 \text{ kNm} \quad (3.4.3.1)$$

Čia: sunkiojo ir smulkiagrūdžio betono skaičiuotinis stipris:

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{2,2}{1,5} = 1,32 \text{ MPa}$$

Tuomet:

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

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

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

$$C = \frac{2B}{Q_{max}} = \frac{2 \cdot 195,52}{231,91} = 1,69 \text{ m} > 2 \cdot d = 2 \cdot 0,46 = 0,92 \text{ m} \quad (3.4.3.5)$$

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

Pagal konstrukcinius reikalavimus, skersinės armatūros žingsniai:

$s < h/3 = 0,5/3 = 0,166 \text{ m}$; $\frac{1}{4}$, priimu $s=200 \text{ mm}$ kraštinio tarpatramio ilgiu nuo kraštinės atramos.

$s < h \cdot 3/4 = 0,5 \cdot 3/4 = 0,375 \text{ m}$; priimu $s=400 \text{ mm}$ tarpatramio vidurinėje dalyje.

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

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

$$\mu_w = \frac{n_w \cdot A_{sw}}{b \cdot s} = \frac{2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-5}}{0,35 \cdot 0,375} = 0,0012 \quad (3.4.3.7)$$

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \cdot 10^4}{34 \cdot 10^3} = 5,88 \quad (3.4.3.8)$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha_s \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 5,88 \cdot 0,0012 = 1,035 \quad (3.4.3.9)$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{cd} = 1 - 0,01 \cdot 0,9 \cdot 21 = 0,811 \quad (3.4.3.10)$$

$$Q_{max} = 231,91 \text{ kN} < 0,3 \cdot 1,035 \cdot 0,811 \cdot 0,9 \cdot 21 \cdot 0,35 \cdot 0,46 \cdot 10^3 = 766,47 \text{ kN}$$

Stiprumo sąlyga tenkinama.

$$q_{sw} = \frac{\varphi_{b3} \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b}{2} = \frac{0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,32 \cdot 0,35 \cdot 10^3}{2} = 124,74 \text{ kN/m} \quad (3.4.3.11)$$

$$q_{sw} = \frac{\gamma_{s2} \cdot f_{yd} \cdot n_w \cdot A_{sw}}{s} = \frac{0,9 \cdot 365 \cdot 2 \cdot 0,0785 \cdot 10^3}{0,166} = 310,690 \text{ kN/m} \quad (3.4.3.12)$$

$$124,74 \text{ kN/m} < 310,690 \text{ kN/m}$$

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:

$$C = p_d^{pl} \frac{l_{pl} - 0,25}{2} = 8 \frac{9,064 - 0,25}{2} = 35,26 \text{ kN} \quad (3.4.4.1)$$

Atstumas nuo sijos krašto iki plokštės atrėmimo į lentyną vidurio:

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

Lenkimo momentas tenkantis 1m lentynos:

$$M = Q \cdot a = 35,26 \cdot 0,0875 = 3,08 \text{ kN/m} \quad (3.4.4.3)$$

Lentynos darbo zonos aukštis:

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

Pagal 3.4.2.3 formulę:

$$\mu_{Eds} = \frac{3,08 \cdot 10^{-3}}{21 \cdot 1,0 \cdot 0,075^2} = 0,026$$

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 ir 3.4.2.6 formules apskaičiuojami:

$$\xi_{lim} = \frac{0,682}{1 - \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,944$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,026} = 0,026 < \xi_{lim} = 0,944$$

Reikiamas armatūros plotas A_s apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_s = \frac{\xi \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = \frac{0,026 \cdot 21 \cdot 1,0 \cdot 0,075}{365} = 1,14 \text{ cm}^2 \quad (3.4.4.5)$$

Parentama armatūra: $7\emptyset 5, A = 1,37 > 1,14 \text{ cm}^2$

Patikrinamas įstrižojo pjūvio stiprumas:

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

$$35,26kN < 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,32 \cdot 1 \cdot 0,075 \cdot 10^6 = 53,46kN$$

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. $\varnothing 10mm$.

3.5. SURENKAMOS GELŽBETONINĖS PERDANGOS PROJEKTAVIMAS

3.5.1. GELŽBETONINĖS NEPERTRAUKIAMO FORMAVIMO KIAURYMĖTOSIOS PERDANGOS POKŠTĖS PROJEKTAVIMAS

Projektuojama visuomeninės paskirties pastato monolitinė gelžbetoninė perdanga. Perdanga gaminama iš normaliojo C35/45 klasės betono ir armuojama Y1770C klasės armatūra. Betono stipris apspaudimo metu $f_{cp} = 0,8 \cdot f_{ck}$.

Perdangos nominalusis aukštis $h = 0,40 \text{ m}$, betono kasė C35/45. Pagrindiniai betono rodikliai: charakteristinis gniuždomasis stipris – $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$, charakteristinis tempiamasis stipris – $f_{ctk,0.05} = 2,2 \text{ MPa}$, visutinis tamprumo modulis $E_{cm} = 34 \cdot 10^3 \text{ MPa}$. Skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniam būviams pagal (3.2.1.3) formulę:

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

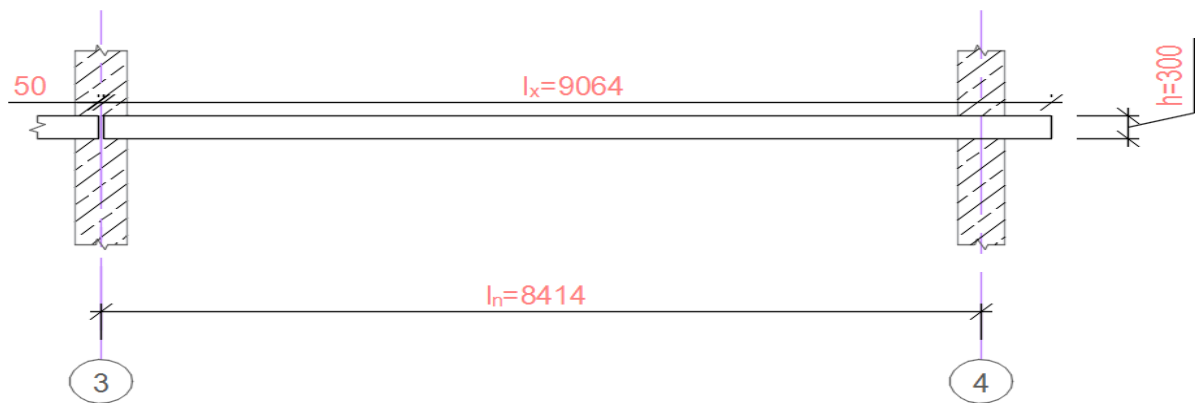
$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{2,2}{1,5} = 1,32 \text{ MPa}; \quad (3.5.1.2)$$

Skaičiuotiniai betono stipriai tinkamumo ribiniam būviams:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{35}{1} = 31,5 \text{ MPa}; \quad (3.5.1.3)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{2,2}{1} = 1,98 \text{ MPa}; \quad (3.5.1.4)$$

Plokštė armuojama iš anksto įtempta lynine armatūra Y1770C klasės. Armatūros pagrindiniai rodikliai: charakteristinis tempiamasis stipris pagal – $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$, charakteristinis stipris pagal sąlyginę takumo ribą – $f_{yd} = 1250 \text{ MPa}$, armatūros tamprumo modulis – $E_{sm} = 205 \cdot 10^3 \text{ MPa}$. skaičiuotinis stipris – $f_{yk} = 1520 \text{ MPa}$. Lynų skersmuo $\emptyset = 12,50 \text{ mm}$ (vieno lyno skerspjūvio plotas $0,93 \cdot 10^{-4} = 93 \text{ mm}^2$).



Pav. 3.10. Perdangos plokštės atrėmimas.

Atstumas tarp pastato kolonų ašių $L=l_n=8.414$ m (pav. 3.10). plokštė viename abiejuose galuose atremta ant išilgai pastatą einančių sijų. Plokštės efektyvusis tarpatramis nustatomas:

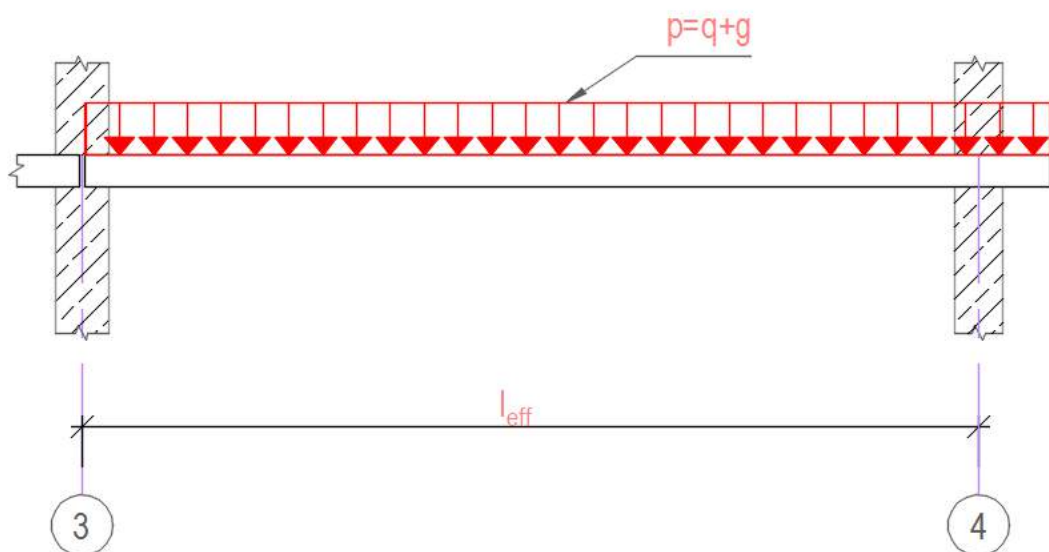
$$l_{eff} = l_n - 0,125 + \frac{a_1}{3} - \frac{b}{2} - t - \frac{a_2}{2} = 9.064 - 0,125 + \frac{0,225}{3} - 0,05 - \frac{0,450}{2} = 8.74 \text{ m} \quad (3.5.1.5)$$

Čia : a_1 – plokštės atrėmimo ilgis ant kolonos ašyje (3);

a_2 - plokštės atrėmimo ilgis ant kolonos ašyje (4).

3.5.2. APKROVŲ SKAIČIAVIMAS IR DERINIŲ SUDARYMAS

Charakteristinių plokštę veikiančių poveikių reikšmės pateiktos lentelėje. Plokštę veikia nuolatinės apkrovos (savasis plokštės svoris + grindų konstrukcijos svoris) $gk = 7,27$ kN/m^2 ir naudojimo apkrova (C1 kategorija) bei pertvarų svoris $qk = 5,0 + 0,8 = 5,8$ kN/m^2 .



Pav. 3.11. Perdangos plokštės apkrovimo schema.

Lentelė 3.3 Charakteristinių plokštę veikiančių poveikių reikšmės

Eil. Nr	Pavadinimas	Svoris kg/m ²
1	Keraminės plytelės d=20 mm	21.41
2	Armuotas išlyginamasis sluoksnis d=60 mm	122.32
3	Polietileno plėvelė 1 sl d=0,3 mm	0.204
P	Akmens vata PAROC GRS 20 d=70 mm	8.56
5	Smėlio sluoksnis d=30 mm	45.87
6	Monolitinė perdanga d=400 mm	542.30
	Viso	740.664

Charakteristinė ir skaičiuotinės apkrovų poveikių reikšmės, kai plokštės $b_n=1.2$ m.

-plokštės savojo svorio:

$$q_{ds2} = 542.30 \cdot 0.00981 \cdot 1.35 = 7.182 \text{ kN/m}^2 \quad (3.5.2.6)$$

$$q_{ds} = q_{ds2} \cdot b_n = 7.182 \cdot 1.2 = 8.618 \text{ kN/m} \quad (3.5.2.7)$$

-nuolatinųjų apkrovų (plokštės savojo svorio ir grindų konstrukcijos)

$$g_d = g_k \cdot b_n = 7.27 \cdot 1.2 = 8.724 \text{ kN/m} \quad (3.5.2.8)$$

-naudojimo apkrovos:

$$q_d = q_k \cdot b_n = 5.8 \cdot 1.2 = 6.96 \text{ kN/m} \quad (3.5.2.9)$$

- naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies, kai $\Psi_2 = 0.6$

$$q_{d.lt} = q_{k.lt} = \Psi_2 \cdot q_k \cdot b_n = 0.6 \cdot 5.8 \cdot 1.2 = 5.234 \text{ kN/m} \quad (3.5.2.10)$$

-visos apkrovos:

$$p_d = g_d + q_d = 8.724 + 6.96 = 15.684 \text{ kN/m} \quad (3.5.2.11)$$

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

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės: $p_{gd} = 8,724 + 5,234 = 13,958 \text{ kN/m}$.

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

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{15,68 \cdot 8,75^2}{8} = 150,0 \text{ kNm} \quad (3.5.2.1)$$

$$M_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{13,958 \cdot 8,75^2}{8} = 133,50 \text{ kNm} \quad (3.5.2.2)$$

$$M_{Eggsd} = \frac{g_{ds2} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{7,182 \cdot 8,75^2}{8} = 68,69 \text{ kNm} \quad (3.5.2.3)$$

$$V_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}}{2} = \frac{13,958 \cdot 8,75}{2} = 61,05 \text{ kNm} \quad (3.5.2.4)$$

Skaičiuotinės reikšmės saugos ribiniams būviams:

Nuolatinės apkrovos: $g_d = 9,81 \cdot 1,2 = 11,772 \text{ kN/m}$;

Visos apkrovos: $p_d = 15,68 \cdot 1,2 = 21,168 \text{ kN/m}$.

Skaičiuotiniai apkrovų efektai saugos ribiniams būviams:

Didžiausias lenkimo momentas pagal 3.5.2.1 formulę:

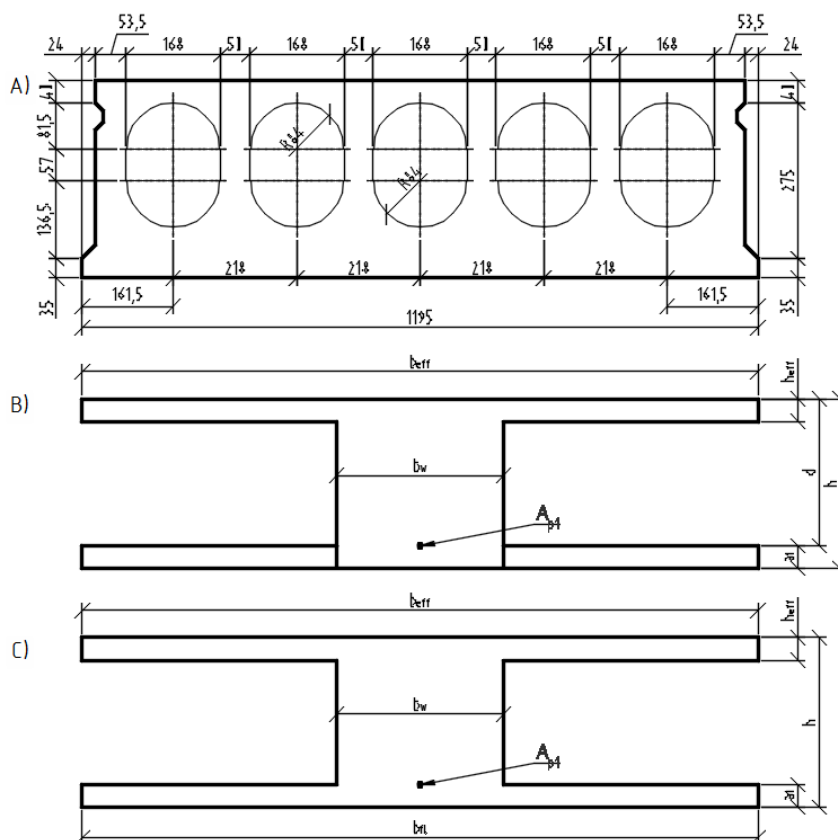
$$M_{Ed} = \frac{21,168 \cdot 8,75^2}{8} = 202,45 \text{ kNm};$$

Didžiausia skersinė jėga pagal 3.5.2.4 formulę:

$$V_{Ed} = \frac{21,168 \cdot 8,75}{2} = 92,58 \text{ kN}.$$

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:

$$h \cong \frac{l_{eff}}{30} = \frac{8,75}{30} = 0,292 \text{ m}; \text{ priimamas } h = 0,350 \text{ m} \quad (3.5.3.1)$$

Skerspjūvio darbo aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,35 - 0,04 = 0,31 \text{ m} \quad (3.5.3.2)$$

Ovalių kiaurymių plotis: $b_1 = 0,168 \text{ m}$

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: $0,054m$

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 $b_{eff} = 1,148m$; tuo tarpu skaičiuotinis briaunos plotis $b_w = b_{eff} - 5 \cdot 0,168 = 1,147 - 5 \cdot 0,168 = 0,308m$.

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:

$$A = b_1(h_1 - b_1) + \pi \cdot R^2 = 0,168(0,225 - 0,168) + 3,14 \cdot 0,084^2 = 0,032m^2 \quad (3.5.3.3)$$

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:

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

$$h_e = \frac{A}{b_e} = \frac{0,0317}{0,153} = 0,208m \quad (3.5.3.6)$$

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 įtempama mechaniniu būdu.

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

Iš anksto įtemptos armatūros skerspjūvio plotas skaičiuojamas pagal didžiausią lenkimo momentą: $M_{Ed} = 202,45 \text{ kNm}$. Laikome, kad neutralioji ašis yra gniuždomoje lentynoje, todėl koeficientas apskaičiuojamas:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{202,45 \cdot 10^{-3}}{21 \cdot 1,147 \cdot 0,31^2} = 0,058 \quad (3.5.4.5)$$

Apskaičiuojamas santykinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,05} = 0,06 \quad (3.5.4.6)$$

Kadangi $x = \xi_{eff} \cdot d = 0,1 \cdot 0,31 = 0,019 \text{m} < h_{eff} = 0,04 \text{m}$, 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 gniuždomosios zonos aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{0,682}{1 - \frac{624}{500} \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,491$$

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

Armatūros darbo sąlygų koeficientas:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left(\frac{2 \cdot \xi_{eff}}{\xi_{lim} - 1} \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left(\frac{2 \cdot 0,06}{0,491 - 1} \right) = 1,185 > \eta = 1,15 \quad (3.5.4.7)$$

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

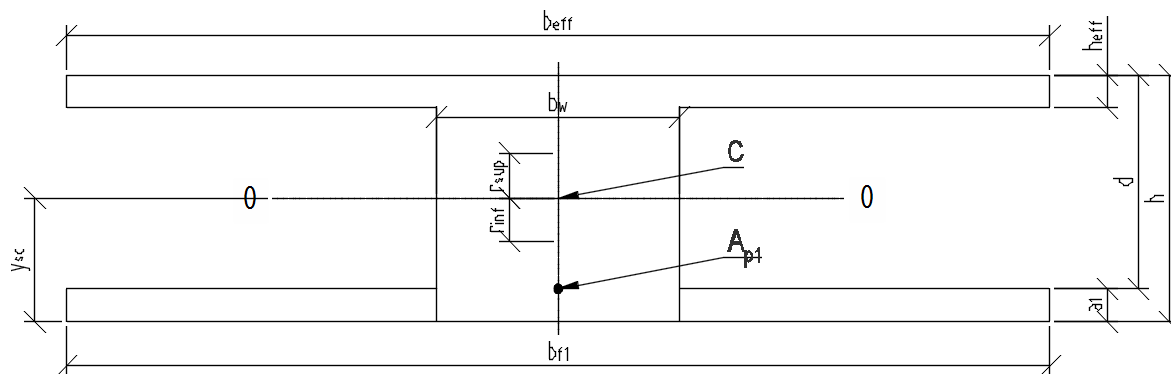
Reikiamas iš anksto įtemptosios armatūros skerspjūvio plotas, kai $A_{p2} = 0$ ir $b = b_{eff} = 1,148 \text{m}$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_{p1} = \frac{\xi_{eff} \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d}{f_{yd} \cdot \gamma_{s6}} = \frac{0,06 \cdot 21 \cdot 1,148 \cdot 0,31}{1250 \cdot 1,15} = 4,684 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \quad (3.5.4.8)$$

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

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	α_e	6,03000	-
2	Ekvivalentinis skerspjūvio plotas	A_{eff}	0,19150	m^2
3	Atstumas nuo ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro iki plokštės apatinio sluoksnio	γ_{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 įtempimų nuostoliai.

Nuostoliai dėl relaksacijos, kai armatūra įtempama mechaniškai:

$$\Delta\sigma_{pr} = \left(\frac{0,22 \cdot \sigma_p}{f_{p0,1k-0,1}} \right) \cdot \sigma_p = \left(\frac{0,22 \cdot 1140}{1520-0,1} \right) \cdot 1140 = 188,112 MPa \quad (3.5.6.3)$$

Nuostoliai dėl temperatūrų skirtumo betone ir atsparose:

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

Nuostoliai dėl inkaravimo deformacijų:

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

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

$l = 115500 mm$ – įtempiamo lyno ilgis.

Betono apspaudimo jėga atleidus armatūrą iš atsparų:

$$P_{m,0} = (\sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_r - \Delta\sigma_l) \cdot A_{p1} = (1140 - 188,112 - 65,0 - 5,5) \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,492 MN \quad (3.5.6.6)$$

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

$$\sigma_{cp1} = \frac{P_{m,0}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,0} \cdot e_p (\gamma_{sc} - a_1)}{I_{eff}} - \frac{M_{Egd} (\gamma_{sc} - a_1)}{I_{eff}} = \frac{0,492}{0,1915} + \frac{0,492 \cdot 0,109 (0,149 - 0,04) - 0,133 (0,149 - 0,04)}{0,00224} = -1,319 MPa \quad (3.5.6.7)$$

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

$$M_{Egk} = \frac{g_{ds} l_{eff}^2}{8} = \frac{8,62 \cdot 8,75^2}{8} = 82,42 kNm \quad (3.5.6.8)$$

Įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc1,1} = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} \right) = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{-1,319}{0,8 \cdot 35} \right) = -1,602 MPa \quad (3.5.6.9)$$

Įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\sigma_{cp2} = \frac{P_{m,0}}{A_{eff}} - \frac{P_{m,0} \cdot e_p (h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Egd} (h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} = \frac{0,492}{0,1915} - \frac{0,492 \cdot 0,109 (0,3 - 0,149)}{0,00224} + \frac{0,133 (0,35 - 0,149)}{0,00224} = 9,737 MPa \quad (3.5.6.10)$$

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

$$\Delta\sigma_{pc1,2} = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{\sigma_{cp2}}{f_{cp}} \right) = 0,85 \cdot 40 \left(\frac{9,737}{0,8 \cdot 35} \right) = 11,823 MPa \quad (3.5.6.11)$$

Pirmieji armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\sum \Delta\sigma_{p1} = \Delta\sigma_{pr} + \Delta\sigma_r + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{pc1,1} = 188,112 + 65,0 + 5,5 + 5,55 = 257,06 MPa \quad (3.5.6.12)$$

Antrieji armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

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

Betono apspaudimo jėga, vertinant ir pirmuosius įtempių nuostolius:

$$P_{m,1} = (\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1})/A_{p1} = (1140 - 257,06)/5,58 \cdot 10^{-4} = 1,582 MN \quad (3.5.6.13)$$

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

$$\sigma_{cp1} = \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,1} \cdot e_p (\gamma_{sc} - \alpha_1)}{I_{eff}} = \frac{1,582}{0,1915} + \frac{1,582 \cdot 0,109 (0,149 - 0,04)}{0,00224} = 11,823 MPa \quad (3.5.6.14)$$

Armatūros įtempių nuostoliai dėl ilgalaikio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc2,1} = 0,85 \cdot 150 \left(\frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} \right) = 0,85 \cdot 150 \left(\frac{11,823}{0,8 \cdot 35} \right) = 84,007 MPa \quad (3.5.6.15)$$

Įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\sigma_{pc2} = \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,1} \cdot e_p (h - \gamma_{sc})}{I_{eff}} = \frac{1,778}{0,1915} + \frac{1,778 \cdot 0,109 (0,3 - 0,149)}{0,00224} = 26,30 MPa \quad (3.5.6.16)$$

Antrieji armatūros įtempių nuostoliai:

$$\sum \Delta\sigma_{pc2} = \Delta\sigma_{pc} + \Delta\sigma_{pc2,1} = 50,0 + 84,007 = 134,007 MPa \quad (3.5.6.17)$$

Suminiai armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Delta\sigma_{p,com} = \sum \Delta\sigma_{pc1} + \sum \Delta\sigma_{pc2} = 257,06 + 134,007 = 283 MPa \quad (3.5.6.18)$$

Armatūros išankstiniai įtempiai, atmetus visus nuostolius:

$$\sigma_{pm} = \sigma_p - \Delta\sigma_{p,com} = 1140 - 283 = 857 MPa \quad (3.5.6.19)$$

Vidutinė betono apspaudimo jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius:

$$P_m = \sigma_{pm} \cdot A_{p1} = 857 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,478 MN \quad (3.5.6.20)$$

Betono apspaudimo jėgos reikšmės, tinkamumo ribiniams būviams:

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

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

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

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

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{\gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1}}{b_{eff} \cdot f_{cd}} = \frac{1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}}{1,147 \cdot 21} = 0,022 m < h_{eff} = 0,04 m \quad (3.5.7.1)$$

$$\xi_{eff} = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{0,022}{0,26} = 0,072 < \xi_{lim} = 0,426 \quad (3.5.7.2)$$

Tikrinama sąlyga:

$$M_{Rd} = \gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1}(d - 0,5 \cdot x_{eff}) = 1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}(0,31 - 0,5 \cdot 0,022 = 0,24MNm > M_{Ed} = 0,150MNm \quad (3.5.7.3)$$

Sąlyga tenkinama, plokštės normalinio pjūvio stiprumas – pakankamas.

3.5.8. ĮSTRIZŪJŲ 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 $P_{m\infty} = 857 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}/6 = 0,08MN$.

Skaičiuotinė apkrova - $g_d = 7,182kN/m^2$; laikinoji apkrova – $q_d = 5,8kN/m^2$.

Apkrovų poveikiai ekvivalentiško skerspjūvio ruožui:

Nuo visų apkrovų:

$$p_d = (g_d + q_d) \cdot b_{eff} = (7,182 + 5,8) \cdot 0,218 = 2,83kN/m \quad (3.5.8.1)$$

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių apkrovų:

$$p_{eff,d} = (g_d + q_d) \cdot b_{eff} = (7,182 + 5,8) \cdot 0,218 = 2,517kN/m \quad (3.5.8.2)$$

Didžiausia skersinė jėga prie atramos krašto:

$$V_{Ed,max} = (p_d \cdot l_{eff})/2 = (2,83 \cdot 8,75)/2 = 12,377kN \quad (3.5.8.3)$$

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

$$2,5 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 2,5 \cdot 1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,31 = 472,63 kN > V_{Ed,max} = 12,38MN \quad (3.5.8.4)$$

Sąlyga tenkinama. Gelžbetoninė perdangos plokštė konstruojama be skersinės armatūros.

Normaliniai betono įtempiai ties elemento skerspjūvio svorio centru:

$$\sigma_x = \sigma_c = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{P_{m\infty}}{A_{eff}} = \frac{0,08}{0,0364} = 2,19MPa < 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 21 = 10,5MPa \quad (3.5.8.5)$$

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 $\varphi = 0,9$.

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

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

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

$$M_{cr,d} = f_{ctd} \cdot W_{pl} + P_{m\infty}(e_p + r) = 1,32 \cdot 0,00372 + 0,08(0,109 + 0,061) = 33,78 \text{ kNm} \quad (3.5.8.10)$$

Remiantis 3.5.8.6 formule apskaičiuojamas l_1 :

$$l_1 = \frac{l_{eff}}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_{eff}}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot M_{cr,d}}{(g_d + q_d)}} = \frac{8,74}{2} - \sqrt{\left(\frac{8,74}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 0,034}{(7,182 + 5,8) \cdot 10^{-3}}} = 0,773m > c_{max} = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,31 = 0,62m \quad (3.5.8.11)$$

Normaliniai plyšiai neatsiranda ilgame elemento ruože, todėl tikrinamas plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas, priimant: $c = l_1 = 0,773m$.

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

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot P_{m\infty}}{f_{ctd} \cdot b_w \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 0,08}{1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,31} = 0,42 < 0,5 \quad (3.5.8.12)$$

$$M_{c4} = \varphi_{c4}(1 + \varphi_n)f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = 1,5(1 + 0,42)1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,31^2 = 0,015MNm \quad (3.5.8.13)$$

$$V_{Rd,c,min} = \varphi_{c3}(1 + \varphi_n)f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,6(1 + 0,42)1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,31 = 0,118MN \quad (3.5.8.14)$$

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

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_{eff}(h - \gamma_{sc})^2 - \frac{\phi_h^3}{12} = 0,5 \cdot 0,218(0,35 - 0,149)^2 - \frac{0,2^3}{12} = 0,023m^3 \quad (3.5.8.15)$$

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

Kerpamasis stipris:

$$\tau_{xy,Rd} = f_{ctd}\sqrt{1 + \sigma_x/f_{ctd}} = 1,32\sqrt{1 + 2,19/1,32} = 2,873MPa \quad (3.5.8.16)$$

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

Ribinė kerpamojo įtempio reikšmė:

$$\tau_{xy,lim} = f_{cd}\sqrt{\gamma_{mc,lim}\left(\gamma_{mc,lim} - \frac{\sigma_x}{f_{cd}}\right)} = 21\sqrt{0,35\left(0,35 - \frac{2,2}{21}\right)} = 9,87MPa > \tau_{xy,Rd} = 2,873MPa \quad (3.5.8.18)$$

Įtempiai apskaičiuoti teisingai.

Apskaičiuojama įstrižuosius plyšius sukelianti kerpamoji jėga:

$$V_{cr,d} = b_w \left(\frac{l_{eff}}{S_{eff}}\right) \cdot \tau_{xy,Rd} = 0,05 \left(\frac{0,00037}{0,0018}\right) \cdot 2,873 = 0,05MN \quad (3.5.8.19)$$

Įstrižojo pjūvio projekcijos ilgis:

$$c = \frac{M_{c4}}{V_{cr,d}} = \frac{0,014872}{0,05} = 0,298m < c_{max} = 0,775m \quad (3.5.8.20)$$

Kadangi: $c = 0,298m < l_1 = 0,775m$, tai ruože $c = 0,298m$ normalinių plyšių neatsiras.

Patikrinamos dar dvi įstrižųjų pjūvių stiprumo sąlygos, kai projekcijos ilgis - $c = 0,298m$:

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - c \cdot p_{eff,d} = 12,38 - 0,30 \cdot 2,52 = 11,63kN < V_{cr,d} = 49,94kN \quad (3.5.8.21)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - l_1 \cdot p_{eff,d} = 12,38 - 0,78 \cdot 2,52 = 10,43kN < V_{Rd,c,min} = 118,2kN \quad (3.5.8.22)$$

Sąlygos tenkinamos, skersinės armatūros plokštėje nereikia.

Ignoruojant normalinių plyšių nebuvimą ruože prie atramų patikrinama sąlyga:

$$V_{Ed,max} \leq \sqrt{M_{c4} \cdot p_{eff,d}} = \sqrt{0,01487 \cdot 2,52} = 6,118kN < V_{Rd,c,min} = 118,2kN \quad (3.5.8.23)$$

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 sukulto lenkimo momento, atleidžiant armatūrą nuo atsparų skaičiavimo:

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

$$M_{Egpd} = P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) - M_{Egd} = 0,526(0,109 - 0,077) - 0,133 = -0,113MNm \quad (3.5.9.2)$$

$$M_{egs} = g_{ds} \cdot \frac{l_k^2}{8} = 8,62 \cdot \frac{9,06^2}{8} = 88,51 kNm \quad (3.5.9.3)$$

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 $\gamma_d = 1,6$:

$$M_{Egd} = g_{ds} \cdot l_c^2/2 = 8,618 \cdot 0,5^2/2 = 1,077 kNm \quad (3.5.9.4)$$

Didžiausi betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,sup}}{A_{eff}} + \frac{P_{d,sup} \cdot e_p + M_{Egd}}{W_{eff1}} = \frac{0,526}{0,1915} + \frac{0,526 \cdot 0,109 + 1,077}{0,01503} = 6,633MPa \quad (3.5.9.5)$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{cp}} = 1,6 - \frac{6,633}{28} = 1,363 > 1,0 \quad (3.5.9.6)$$

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

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

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

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

$$P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) + M_r = 0,526(0,109 - 0,077) + 0,001 = 0,017MNm < f_{cptk} \cdot W_{pl2} = 2,2 \cdot 0,02225 = 0,039MNm \quad (3.5.9.7)$$

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: $\sigma_{c,max} = 6,633MPa < f_{cpd} = 28MPa$. 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:

$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} + \frac{P_{d,inf} \cdot e_p(h-\gamma_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Ed}(h-\gamma_{sc})}{I_{eff}} = \frac{0,430}{0,1915} + \frac{0,430 \cdot 0,109(0,35-0,149)}{0,00224} + \frac{0,202(0,35-0,149)}{0,00224} = 16,204MPa \quad (3.5.10.1)$$

Koeficientas $\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{6,633}{35} = 1,41 > 1,0$; priimama $\varphi = 1,0 > 0,7$.

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

$$r_{sup} = \varphi \cdot W_{eff,1}/A_{eff} = 1,0 \cdot 0,01503/0,1915 = 0,078m \quad (3.5.10.2)$$

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:

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

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

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

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

$\sigma_{pi} = \sigma_{pi} - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l = 1140 - 188,12 - 65,0 - 5,5 = 881MPa$ – armatūros įtempiai 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:

$$S_{eff1} = (b_{eff} - b_w)h_{eff}(h - \gamma_{sc} - 0,5 \cdot h_{eff}) + 0,5b_w(h - \gamma_{sc})^2 = (1,147 - 0,307)0,04(0,35 - 0,149 - 0,5 \cdot 0,04) + 0,5 \cdot 0,307(0,35 - 0,149)^2 = 0,0012m^3 \quad (3.5.10.5)$$

Skersinė jėga 1-1 pjūvio ruože:

$$V_{Ed1} = \frac{V_{Ed,max}(0,5 \cdot l_{eff} - (l_{pt} - 0,5 \cdot a))}{0,5 \cdot l_{eff}} = \frac{0,012(0,5 \cdot 8,75 - (1,198 - 0,5 \cdot 0,4))}{0,5 \cdot 8,75} = 0,01MN \quad (3.5.10.6)$$

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:

$$\sigma_{mt} = \frac{\sigma_{x1}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x1}}{2}\right)^2 + \tau_{xy1}^2} = -\frac{2,245}{2} + \sqrt{\left(\frac{2,245}{2}\right)^2 + 0,115^2} = 0,0015MPa \quad (3.5.10.9)$$

Svarbiausieji betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{mc} = \frac{\sigma_{x1}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x1}}{2}\right)^2 + \tau_{xy1}^2} = -\frac{2,245}{2} - \sqrt{\left(\frac{2,245}{2}\right)^2 + 0,115^2} = -2,26MPa \quad (3.5.10.10)$$

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

$$\gamma_{c,cr} = \frac{1 - \frac{\sigma_{mc}}{f_{ck}}}{(0,2 + \alpha \cdot f_{ck,cube})} = \frac{1 - \frac{2,26}{35}}{(0,2 + 0,01 \cdot 45)} = 1,638 > 1,0 \quad (3.5.10.11)$$

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

$$\sigma_{mt} = 0,0015 \leq 1,0 \cdot 2,2 = 2,2MPa$$

Sąlyga tenkinama. Įstrižieji plyšiai neatsiras.

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

$$P_{d,inf2} = \frac{P_{d,inf} \cdot l_x}{l_{pt2}} = \frac{0,430 \cdot 0,1}{0,708} = 0,061MPa \quad (3.5.10.12)$$

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:

$$\sigma_{x2} = \frac{P_{d,inf2}}{A_{eff}} = \frac{0,061}{0,1915} = 0,317MPa \quad (3.5.10.14)$$

Betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{y2} = \frac{\varphi_y \cdot V_{Ed,max}}{b_w \cdot d} = \frac{0,01 \cdot 0,012}{0,307 \cdot 0,26} = 0,002MPa \quad (3.5.10.15)$$

$$\text{Čia: } \varphi_y = 2 \cdot \beta^2 / \pi \left(\frac{3-2\beta}{(0,1+\alpha^2)^2} - \frac{\beta}{\alpha^2+\beta^2} \right) = 2 \cdot 0,426^2 / \pi \left(\frac{3-2 \cdot 0,426}{(0,1+0,143^2)^2} - \frac{0,426}{0,17^2+0,143^2} \right) = 0,01;$$

$$\beta = \gamma_{sc} / h = 0,149 / 0,35 = 0,426;$$

$$\alpha = 0,5 \cdot l_x / h = 0,5 \cdot 0,1 / 0,35 = 0,143.$$

Svarbiausieji betono tempimo įtempiai:

$$\sigma_{mt} = \frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} + \sqrt{\left(\frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} \right)^2 + \tau_{xy2}^2} = \frac{(0,317 + 0,002)}{2} + \sqrt{\left(\frac{(0,317 + 0,002)}{2} \right)^2 + 0,137^2} = 0,432MPa \quad (3.5.10.16)$$

Svarbiausieji betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{mc} = \frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} - \sqrt{\left(\frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} \right)^2 + \tau_{xy2}^2} = \frac{(0,317 + 0,002)}{2} - \sqrt{\left(\frac{(0,317 + 0,002)}{2} \right)^2 + 0,137^2} = -0,113MPa \quad (3.5.10.17)$$

Pagal 3.5.10.11 formulę:

$$\gamma_{c,cr} = \frac{1 - \frac{\sigma_{mc}}{f_{ck}}}{(0,2 + \alpha \cdot f_{ck,cube})} = \frac{1 - \frac{-0,113}{35}}{(0,2 + 0,01 \cdot 45)} = 1,543 > 1,0$$

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

$$\sigma_{mt} = 0,432MPa \leq 1,0 \cdot 2,2 = 2,2MPa$$

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 nuolatinų ir tariamai nuolatinų 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):

$$M_{egd} = 0,3 \cdot q_d \cdot l_{eff}^2 / 8 = 0,3 \cdot 6,96 \cdot 8,75^2 / 8 = 19,97 kNm \quad (3.5.11.2)$$

Lenkimo momentas nuo nuolatinio ir tariamai nuolatinio poveikio: $M_{egd} = 134,96 kNm$;

Išankstinio apspaudimo poveikis: $P_{m0} = 0,492 MN$.

Apskaičiuojami plokštės kreiviai:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{egd}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,134}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 3,085 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.3)$$

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

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{egd} \cdot \varphi_{c2}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,134 \cdot 2,0}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 41,7 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.4)$$

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

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_{m0} \cdot e_p}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,492 \cdot 0,109}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 8,281 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.5)$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2}}{d} = \frac{(6,459 - 2,361) \cdot 10^{-4}}{0,35} = 13,22 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.6)$$

Čia: $\varepsilon_{c1} = \sigma_{c1} / E_s = (\Delta\sigma_{pc1,1} + \Delta\sigma_{pc2,1} + \Delta\sigma_{ps}) / E_s = (-1,602 + 84,01 + 50) / 205 \cdot 10^3 = 6,459 \cdot 10^{-4} m^{-1}$;

$\varepsilon_{c2} = \sigma_{c1} / E_s = (\Delta\sigma_{pc1,2} + \Delta\sigma_{pc2,2} + \Delta\sigma_{ps}) / E_s = (-1,602 + 0 + 50) / 205 \cdot 10^3 = 2,361 \cdot 10^{-4} m^{-1}$;

Suminis plokštės kreivis:

$$l/r = (3,085 + 41,7 - 8,281 - 13,22) \cdot 10^{-4} = 23,28 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.5.11.7)$$

Plokštės įlinkis:

$$d = \left(\frac{l}{r}\right) \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot l_{eff}^2 = 23,28 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot 8,74^2 = 0,0186m = 18,56mm \quad (3.5.11.8)$$

Plokštės ribinis įlinkis:

$$d_{lim} = \frac{l_{eff}}{222} = 8,75/222 = 0,039m = 39,40mm \quad (3.5.11.9)$$

Plokštės įlinkis neviršija ribinio įlinkio. Taip pat, $\frac{l_{eff}}{h} = \frac{8,75}{0,3} = 24,99 > 10$, 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. PROCESO DARBO APIMČIŲ SKAIČIAVIMAS

Daugiafunkcinio paskirties pastato visose aukštuose numatomos surenkamos gelžbetonio kolonos, kurios montuojamos nuosekliajau būdu. Tačiau technologinė kortelė ruošiama tik antrajam aukštui.

Montavimo darbų apimtys apskaičiuojamos nustatant kolonų tipą, kiekį ir parametrus.

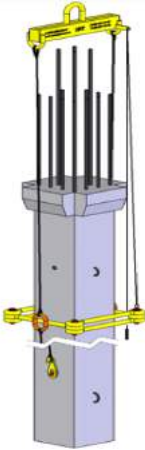
Lentelė 4.1 Surenkamų kolonų montavimo darbų kiekių skaičiavimas.

Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų skaičius	Vieno elemento		Bendras	
		L	B	H		Masė, t	Tūris, m ³	Masė, t	Tūris, m ³
Kolona	K-1	0.75	0.75	4.775	9	4,95	2,69	44,55	24,17

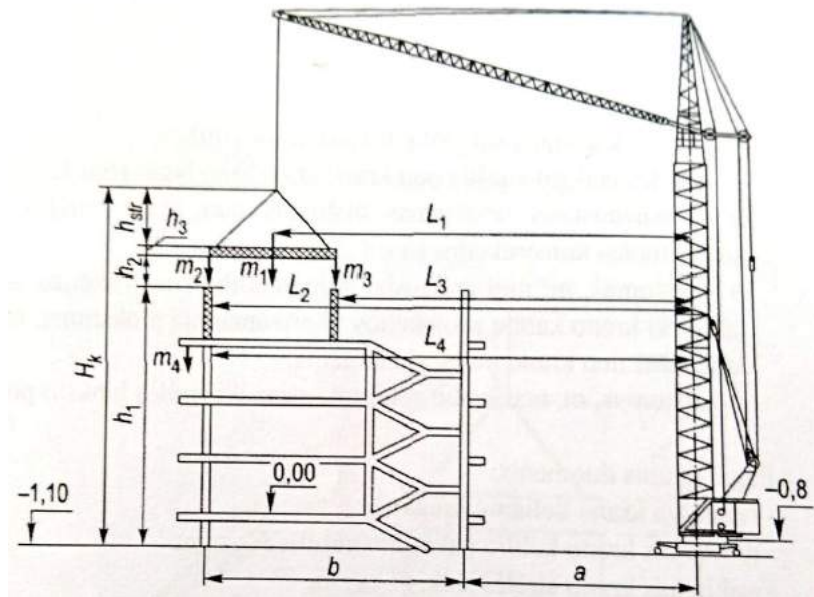
4.1.2. KRANO PARINKIMAS G/B KOLONŲ MONTAVIMUI

Surenkamų gelžbetoninių kolonų montavimui naudojamas griebtuvas ZKK-6,3

Lentelė 4.1 Griebtuvo ZKK-6.3 specifikacija

Kabinimo priemonės pavadinimas	Eskizas	Kabinimo priemonės charakteristikos			Taikymo sritis
		Keliamoji galia, t	Masė, t	Skaičiuojamasis aukštis, m	
Griebtuvas ZKK-6,3		6,3	0,14	1,5	Kolonoms

Pagal techninius rodiklius kranai parenkami remiantis montuojamųjų surenkamų kolonų specifikacija, kai žinoma elementų masė, jų montavimo aukštis ir atstumas nuo krano.



Pav. 4.2 bokštinių kranų parametrų nustatymas

SKAIČIUOJAMI REIKIAMI KRANO PARAMETRAI:

Keliamosios galios skaičiavimas:

Didžiausia reikalinga kranų keliamoji galia, kai reikia pakelti surenkamą gelžbetoninę koloną K-1:

$$Q_r = Q_1 + Q_2 = 4,95 + 0,14 = 5,09 \text{ t}; \quad (4.1.2.1)$$

Čia:

Q_1 – keliamosios konstrukcijos masė, t;

Q_2 – kabinimo prie strėlės priemonės masė, t.

Reikalingas strėlinio kranų kablų pakėlimo aukštis:

Maksimalus reikalingas kablų pakėlimo aukštis, kai reikia pakelti g/b koloną:

$$H_{\text{reik}} = h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \quad (4.1.2.2)$$

Čia:

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

h_3 – montuojamo elemento aukštis;

h_4 – kabinimo priemonės aukštis;

h_5 – sutrauktų kranų skryčių aukštis m. (~1,0 m.);

h_6 – viršutinio aukšto altitudė.

$$H_{\text{reik}} = 1,0 + 4,775 + 1,5 + 1 + 82,55 = 90,825 \text{ m};$$

Reikalingas bokštinių kranų strėlės siekis, surenkamai kolonai pakelti:

$$L_{reik} = \frac{(H_{reik} + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} \quad (4.1.2.3)$$

Čia:

h_5 – sutrauktų kranų skryščių aukštis ($h_5 = 1$ m);

h – strėlės lanksto aukštis nuo kranų stovėjimo lygio ($h = 1,5$ m);

a – mažiausias leidžiamas atstumas nuo kranų strėlės ašies iki sumontuotos konstrukcijos ($a = 1,5$ m);

b – atstumas, m, nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki kranų kablo projekcijos į horizontaliąją plokštumą, montuojant labiausiai nuo kranų nutolusį elementą:

$$L_{reik} = \frac{(H_{reik} + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} = \frac{(90.825 + 1.0 - 1.5) \cdot (14.30 + 1.5)}{1 + 4.775 + 1.5 + 1.0 + 82.55} = 15.71 \text{ m};$$

Reikiami kranų parametrai:

Keliamoji jėga $Q_{reik} = 5.09$ t.

Strėlės siekis $L_{reik} = 16$ m

Kablo pakėlimo aukštis $H_{reik} = 91$ m;

Parinkamas bokštinis kranas LIEBHERR 3150 HC 70:

Lentelė 4.2 bokštinio kranų LIEBHERR 3150 HC 70 specifikacija

Max. Keliamoji galia, t	70,0
Maksimalus siekis, m	60,0
Max. kablo aukštis, m	95,0
Keliamoji galia ties strėlės galu, t	50 t

HC	max. m	t max.	m																
			38.8	48.0	50.5	51.9	59.2	62.5	65.0	66.4	71.4	74.2	76.4	79.0	81.0	84.3	90.0	96.0	100.0
1250 HC 40	79.0	40.0	32.0		24.0										12.5				
1250 HC 50	79.0	50.0	31.0			24.3								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							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	67.6	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

Pav.4.3 Lentelė HC tipo kranų



Pav. 4.4. Bokštinis kranas LIEBHERR 3150 HC 70

4.1.3. DARBO IR MAŠINŲ SAŃAUDŲ, MATERIALINIŲ IR TECHNINIŲ IŠTEKLIŲ POREIKIO SKAIČIAVIMAI

Lentelė 4.3 Materialinių išteklių poreikio skaičiavimas

Normatyvo šriftas	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo apimtis		Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis			
		Mato vnt.	Kiekis	Pavadinimas	Mato vnt.	Norma mato darbo vienetui	Visam darbui
N7-25	Gelžbetoninių kolonų, kurių masė daugiau kaip 3t, montavimas ant žemiau esančių kolonų	vnt.	9	Plieninė viela (suvirinimo)	t	0.0074	0.0666
				Plieninė viela (šviesi, rišamoji)	t	0.0001	0.0009
				Statybinės vinys	kg	0.01	0,09
				Suvirinimo elektrodai	kg	0.7	6.30
				Plieninis tinklas (suvirintas armatūrinis)	t	0.00075	0.00675
				Kaliniai dirbiniai (metaliniai, statybiniai)	kg	0.424	3.816
				Apipjautos lentos 40mm st. Ir daugiau	m ³	0.00009	0.00081
				Mediniai klojinių skydai	m ²	0.026	0,234
				Keramikinės vonelės suvirinimui	kg	0.33	2,97
				Cemento skiedinys	m ³	0.0034	0.306
				Betonas C20/25	m ³	0.0106	0,0954

Lentelė 4.4 Darbo ir mašinų sąnaudų skaičiavimas

Normatyvo šriftas	Technologinio proceso darbų pavadinimas	Darbų apimtis		Darbų sąnaudos, žm.val		Darbo sąnaudos ž.d	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.			
		Mato vnt.	Kiekis	Mato vienetui	Visam darbui		Mechanizmo pavadinimas	Mato vienetui	Visam darbui	Maš. pam.
4.08	4.2. Kolonų, kurių masė iki 3t, montavimas ant žemiau esančių kolonų	vnt.	9	9.50	85.50	10.69	Kranas	1.06	9,54	1,193

Lentelė 4.5 Materialių išteklių poreikių suvestinė

Lentelė 4.6 Technologiniai ekonominiai rodikliai

Eil.nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
1	Plieninė viela (suvirinimo)	t	0.0666
2	Plieninė viela (šviesi, rišamoji)	t	0.0009
3	Statybinės vinys	kg	0,09
4	Suvirinimo elektrodai	kg	6.30
5	Plieninis tinklas (suvirintas armatūrinis)	t	0.00675
6	Kaliniai dirbiniai (metaliniai, statybiniai)	kg	3.816
7	Apipjautos lentos 40mm st. Ir daugiau	m ³	0.00081
8	Mediniai klojinių skydai	m ²	0,234
9	Keramikinės vonelės suvirinimui	kg	2,97
10	Cemento skiedinys	m ³	0.306
11	Betonas C20/25	m ³	0,0954

Eil. nr	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Rodiklio dydis	
			Norminis	Planuojamas
1	Kolonų montavimo darbo apimtis	vnt.	65	65

Eil. nr.	Ciklai ir procesai	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos			Brigados sudėtis		Darbininkų skaičius pamainoje, n	Pamainų skaičius, a	Darbo trukmė, d		Normų vykdymas, N %	2017	
		Mato vnt.	Kiekis	Norminės, t _n		numatomas žm. d., t _p	Specialybė	Skaičius			Norminė, T _n	Planuojama, T _p		Birželis	
				žm.d.	maš. pam.									1	2
							4	5							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Gelžbetoninių kolonų, kurių masė daugiau kaip 3t, montavimas ant žemiau esančių kolonų	vnt.	9	10.69	1.06	12.5	Kranistas Montuotojai Pagalbiniai	1 2 2	5	1	2.14	2.5	85.52		

4.1.4. SURENKAMŲ GELŽBETONINIŲ KOLONŲ MONTAVIMAS

4.1.4.1. KOLONŲ TRASPORTAVIMAS IR SANDĖLIAVIMAS

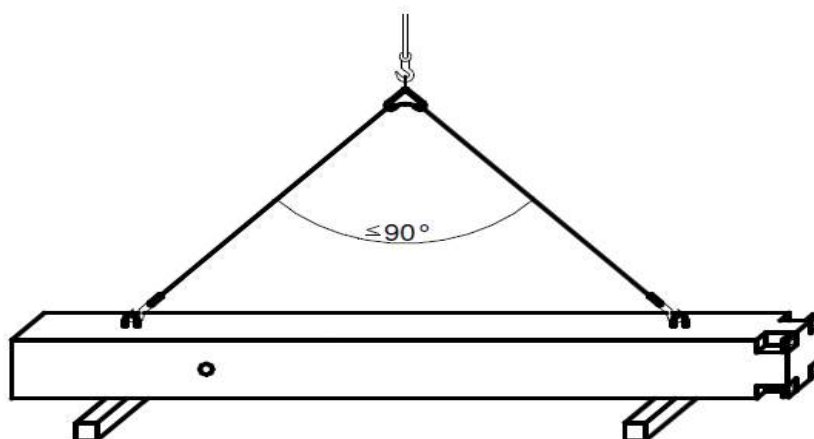
Surenkamoms kolonos tiekti sudaromos sutartys su kolonų gamintojais, kurių produkcija yra sertifikuota ir atitinka kokybės rodiklius. Surenkamos gelžbetonio kolonos į statybvieta transportuojamos horizontaliose rietuvėse. Dar neiškrovus kolonų iš transporto priemonės, statybos vadovas patikrina ar gaminiai atitinka važtaraštį, jų kiekį, kokybę, techninės kontrolės antspaudus. Jei pastebima defektų arba gaminių pažeidimų, surašomas defektų aktas ir iškviečiamas gamyklos atstovas.

Į transporto priemone kolonos kraunamos viena ant kitos jas atskiriant tašeliais.

Prieš transportuojant būtina įsitikinti, ar kolonos yra saugiai atremtos ir pritvirtintos. Be to, reikia numatyti atvejį, kad staigiai stabdant transporto priemonę kolona nenuslystų pirmyn. Dėl netinkamo transportavimo, nelygaus kelio paviršiaus, staigaus stabdymo bei per didelio pervežimo greičio kolonų pjūviuose gali kilti įtempiai, didesni už projektinius, sąlygojantys plyšių atsiradimą

Kolonas iškraunamos iš transporto priemonės dvišakiais stropais, kurių kėlimo galia atitinka kolonos svorį. Būtina, kad keliant koloną, kampas tarp stropo šakų būtų $<90^\circ$.

Statybvietėje surenkamosios kolonos, laikantis taisyklių, sandėliuojamos numatytose vietose (šalia montavimo vietos) ant lygaus tvirto pagrindo. Rietuvėse tarp gaminių dedami mediniai 50 x 50 mm tašai dviejuose rėmimo taškuose, po kėlimo kilpomis. (Pav.5.4) Tarpai tarp rietuvių – 0,2 m, o 0,7 m pločio takai daromi kas dvi rietuvės. Surenkamas gelžbetonines kolonas iškraunant, reikia atkreipti dėmesį į tai, kad montavimo kiaurymė (kėlimo įrangai prakišti per koloną) būtų horizontalioje padėtyje ir koloną iš sandėliavimo vietos galėtume kelti į vertikaliją padėtį. Taip pat kolonos sandėliuojamos taip, kad matytųsi gamyklos ženklai.



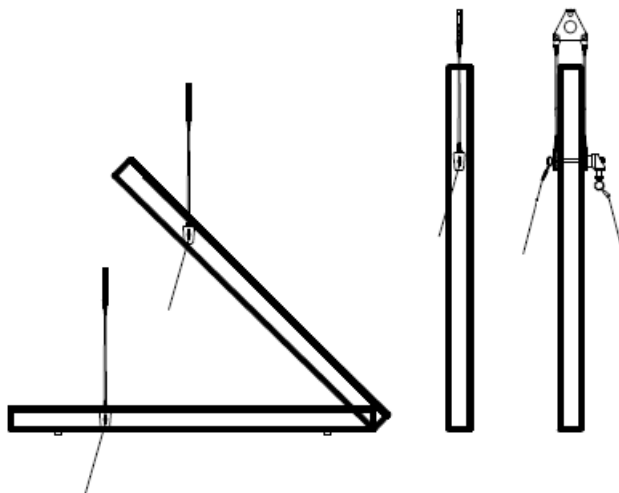
Pav. 4.5 kolonų iškrovimo ir sandėliavimo padėtis

4.1.4.2. SURENKAMŲ G/B KOLONŲ MONTAVIMAS ANT ŽEMIAU ESANČIŲ KOLONŲ

Prieš visų kolonų montavimą būtina, iš pamatus įrengusios įmonės ar užsakovo atstovu, priimti atliktu darbu kontrolines geodezines nuotraukas, ašių sužymėjimą ant pamatu ir patikrinti, ar tiksliai įbetonuoti inkariniai varžtai. Po to ant inkarinių varžtų užsukamos veržlės ir uždedamos poveržlės.

Montuojant kolonas ne nuo transporto priemonių, jos turi būti išdėstytos prie pamatų. Surenkamos gelžbetoninės kolonos prie pamatų išdėstomos taip: atraminis kolonos galas turi būti arčiau pamato, o kolonos viršus nukreipiamas į tarpatramio vidurį kranų judėjimo kryptimi taip, kad kolonos stropavimo ir atrėmimo į pamatą vietos būtų kranų strėlei reikalingame siekyje.

Statydami koloną, montuotojai ant kranų kablio užkabina montavimui reikalingą įrangą, kuria užkabinta kolona (kolonos montuojamos specialiais griebtuvais). Kėlimo metu vienas montuotojas koloną prilaiko atotampa, o antrasis kolonai patikslinti stato du teodolitus statmenose kolonų eilių ašyse. Esant kolonai virš projektinės padėties, du montuotojai ją nukreipia ant iš žemiau esančios kolonos kyšančių inkarinių varžtų, orientuodami pagal pažymėtas ašis.

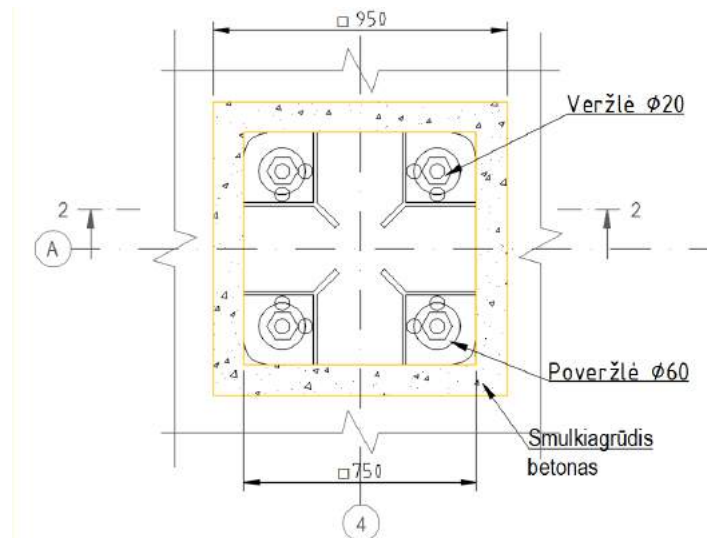


Pav. 4.6 Kolonų montavimas į projektinę padėtį

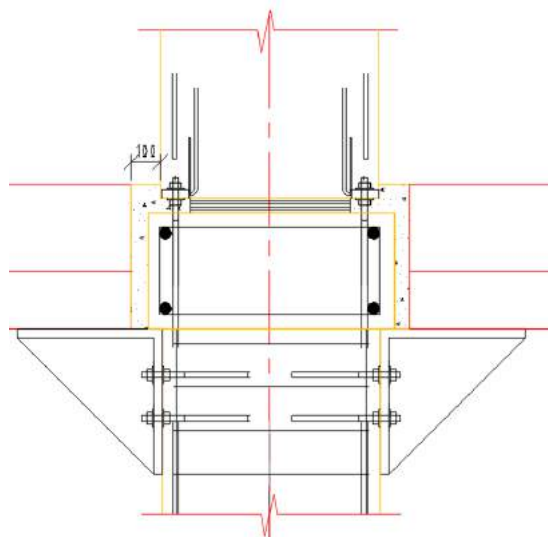
Nivelyru nustatomos projektinės kolonų apačios altitudės (poveržlių viršaus altitudės). Kolonos užmaunamos ant varžtų ir pastatomos ant apatinėmis veržlėmis išlygintu poveržlių, sureguliuojamos pastato ašių atžvilgiu, fiksuojamos uždedant viršutinės poveržlės ir užsukant veržles. Prieš veržlių užsukimą, kolonos vertikalumas apytiksliai patikrinamas 2 m gulsčiuuku. Galutinis kolonos vertikalumo patikrinimas ir reguliavimas atliekamas naudojant teodolita,

statant ji dvejose padėtyse 90° viena kitos ir kolonos atžvilgiu. Vertikalumas koreguojamas reguliuojant atraminių veržlių aukštį. Kolona sureguliuavus į projektinę padėtį, užveržiamos inkarinių varžtų veržlės 0,25 kNm jėga.

Sumontavus koloną ir patikrinus jos padėtį, t.y. patikrinus ašių sutapimą bei vertikalumą, kolonos kiaurymės ir sandūra užmonolitinamos netraukiuoju smulkiagrūdžiu betonu. Mazgų užmonolitinimas atliekamas po konstrukcijų montazo ir kada yra pateikti jungiamųjų detalių sertifikatai ir atstatyta antikorozinė danga.



Pav. 4.7 Kolonos pritvirtinimas ant kitos kolonos



Pav. 4.8 Kolonos pritvirtinimas prie pamato, pjūvis 2-2.

Kolonos ir rygėlinės sijos sandūros mazgas, betonuojamas bent 50mm platesnis už kolona dviem visomis keturiomis kryptimis, o jo aukštis 20mm aukštesnis už kolonos tvirtinimo detalės nišą.

Kolonos ir rygėlio sijos sujungimo mazgas hermetiškai užsandarinama klijiniais. Užbetonavimas atliekamas, maišykle-siurbliu pumpuojant betono mišinį per specialiai paliktas

angas kolonų šonuose, sujungtas su kanalais, užmautais ant pamato armatūrų. Savaiame susitankinantis mišinys pumpuojamas per vieną iš anų tol, kol per kitas angas išstumiamas oras ir jos iki pat viršaus užsipildo šiuo mišiniu.

Kiekvienos eilės pirmosios dvi pastatytos kolonos papildomai tarp savęs sutvirtinamos laikiniais standumo ryšiais: sukryžiuotomis atotampomis, standžiais spyriais ir pan.

Montuojant surenkamus elementus žiemą, būtina nuvalyti sniegą ir ledą nuo jų paviršių, nuo atraminių paviršių taip pat nuo inkarinių varžtų. Siūlių užpildymo betoną parinkti pagal oro temperatūrą tokios kokybės ir su tokiais priedais, kad būtų galima teisingai ir kokybiškai atlikti darbus. Prieš mišinio užpylimą gali prireikti šiek tiek pašildyti betonavimo vieta dujų degikliu ar garais. Jei neužtenka prieššaltinio priedo, užmonolitintą vietą reikia uždengti šilumą izoliuojančia medžiaga (akmens vata ar specialiais dembliais) ir šildyti. Esant dideliems šalčiams, pradinio betono kietėjimo metu, užbetonuota vieta reikia šildyti. Šiam tikslui aplink užbetonuotą sandūra daromas gaubtas ir į jį pučiamas karštas oras. Kai betonavimo darbai užbaigti, reikia patikrinti, ar drenažo skylutės neužakę.

4.1.5. DARBŲ KOKYBĖ IR JOS KONTROLĖ

Visi atvežti į statybvieta gaminiai turi turėti gaminio kokybės dokumentą ir būti aprobuoti Inžinieriaus. Gaminiai turi būti nurodomas gamyklos indeksas ir gaminio markė. Žymės ant gaminio turi būti užrašytos nenuplaunamais dažais ir gerai matomose gaminio (kolonų) vietose.

Priimant surenkamas gelžbetonines kolonas, atvežtas į statybos aikštelę turi patikrinti Inžinierius. Inžinierius tikrina ar elementų matmenys atitinka nurodytus gaminių pasuose, ar šie gaminiai ir jų įdėtinės bei montavimo detalės nepažeistos. Taip pat turi patikrinti ar nepažeistos fiksuojančios detalės. Taip pat inžinierius tikrina ar elementai atitinka deklaruojamą kokybės klasę.

Įdėtinių detalių ir gaminių plokštumos turi sutapti.

Rangovas atsako už gaminių pakrovimo teisingumą ir už konstrukcijų transportavimo ir sandėliavimo kokybę.

Pagrindinius gelžbetoninių surenkamų elementų montavimo kokybės reikalavimus nusako statybinės normos ir taisyklės, kurių pagrindu sudarytos statybos bei montavimo darbų vykdymo ir priėmimo techninės sąlygos.

Kokybę kontroliuoti pradedama jau priimant atvežtus į statybos aikštelę surenkamus gelžbetoninius elementus ir baigiama atiduodant pastatą eksploatuoti. Atvežti į statybvieta,

elementai turi atitikti valstybinio standarto reikalavimus ir projekto matmenis. Elementų nuokrypos negali viršyti norminių.

Operacinė montavimo kontrolė vykdoma montavimo metu. Prieš statant surenkamus gelžbetoninius elementus geodezine technika pažymimi atraminiai paviršiai. Ant atraminio paviršiaus kiekvienai ašiai pažymimos po dvi papildomas ašines linijas. Šios linijos pažymimos elemento atrėmimo paviršiuje. Nivelyrais tikrinamas atraminių paviršių aukštis, ir jis išlyginamas.

Geodezijos instrumentais konstrukcijos padėtis tikrinama du kartus. Pirmą kartą prieš konstrukcijos įtvirtinimą, antrą jau galutinai įtvirtinus. Konstrukcijų pastatymo tikslumas yra pagrindinis kokybės kriterijus suvirinimo bei užmonolitinių sandūrų kokybei. Montavimo metu atsiradusios nuokrypos negali būti didesnės nei leistinos.

Baigus montuoti konstrukcijas, atlikti darbai priimami surašant aktą. Baigus darbus, kurių negalima patikrinti įvykdžius tolimesnes statybos dalis, vykdoma tarpinė priėmimo – perdavimo kontrolė. Ši kontrolė įforminama aktais, kuriuose atsispindi jos rezultatai. Juos pasirašo užsakovo (statytojo) atstovai ir montavimo organizacijos.

Baigus objekte visus montavimo darbus atliekama galutinė priėmimo – perdavimo kontrolė. Prie šios kontrolės turi būti pridėtos sumontuotų konstrukcijų darbo brėžiniai su pataisomis, kurios buvo padarytos darbo metu, pastatytų konstrukcijų gamyklinius sertifikatus. Taip pat visa dokumentacija apie panaudotų medžiagų kokybę, duomenis apie laboratorinius tyrimus, konstrukcijų padėjimo ašių žymėjimo medžiagą, tarpinės priėmimo – perdavimo kontrolės aktus ir visą kitą medžiagą liečiančią prekybinio pastato statybą.

4.1.5.1. LEISTINOS NUOKRYPOS

Lentelė 4.7 Surenkamų gelžbetoninių kolonų matmenų leistini nuokrypiai

Elementas	Leistinos nuokrypos, mm		
	Ilgio	Skerspjūvio pločio	Skerspjūvio aukščio
Surenkamos gelžbetoninės kolonos daugiau 1t iki 2t	±5	±2	±2

Pastato nužymėjimo ašių leistini nuokrypiai nuo projektinių, kai pastatas iki 5 aukštų
1/3000, 28 mm

Pastato karkaso kolonų pamatų ašių leistini nuokrypiai nuo nužymėjimo ašių 12 mm.

Pamatų atraminių paviršių nuokrypiai nuo projektinių:

- Prieš pamato dugno išlyginamojo sluoksnio įrengimą – 20 mm,
- Po pamato dugno išlyginamojo sluoksnio įrengimo ± 5 mm.

Kolonų geometrinių ašių nuokrypiai nuo nužymėjimo ašies apatiniame skerspjūvyje 8 mm.

Kolonų ašies nuokrypiai nuo vertikalės viršutiniame skerspjūvyje, kai kolonų ilgis nuo 4,0 iki 8,0 m -15 mm;

4.2.EKONOMINĖ DALIS

Skaičiuojamoji statybos kaina grindžiama šiais projekto dokumentais: suvestinis statybos kainos apskaičiavimas; objektinės sąmatos; lokalinė sąmatos; resursų poreikio žiniaraščiai.

Baigiamajame magistrantūros darbe pateikiamos lokalinės sąmatos.

Lokalinė sąmata – detalizuotas pagal statybos darbus ar jų grupes investicijų poreikis. Lokalinės sąmatos sudaromos kiekvienam statiniui arba jo daliai remiantis detaliųjų išteklių poreikio žiniaraščiais arba darbų kiekio sąrašais, medžiagų poreikio, mechanizmų poreikio ir darbo sąnaudų, poreikio žiniaraščiais.

Lentelė 4.8 Statybos kainos išlaidų struktūra.

STATYBOS KAINA			
TIESIOGINĖS IŠLAIDOS		NETIESIOGINĖS IŠLAIDOS	
Statinio statybos išlaidos: <ul style="list-style-type: none"> • Medžiagos • Mechanizmai • Darbo užmokestis • Soc. draudimas 	Statybvietės išlaidos	Pridėtinės išlaidos	Rangovo pelnas

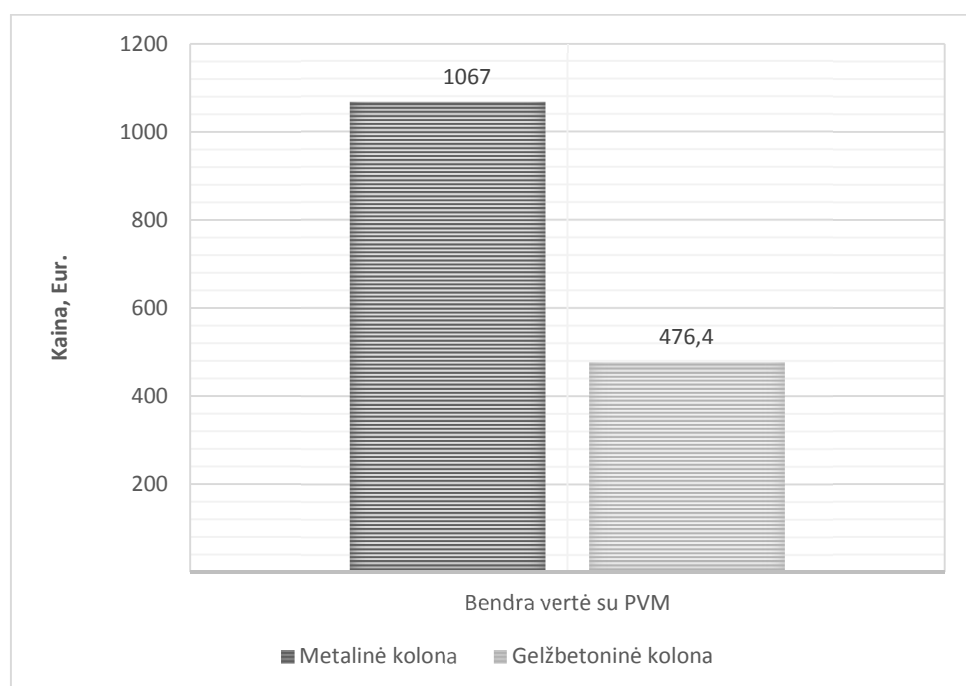
Tiesiogines išlaidas sudaro tiesiogiai darbams atlikti reikalingų materialinių ir darbo išteklių (statybos resursų) t.y. medžiagų, mechanizmų eksploatacijos ir darbo užmokesčio vertė, socialinio draudimo mokesčiai, bei kitos su darbų vykdymu tiesiogiai susijusios statybvietės įrengimo, eksploatavimo ir valdymo išlaidos, įskaitant statybvietės darbuotojų darbo užmokestį kartu su socialinio draudimo lėšomis nuo šio užmokesčio, taip pat papildomos kvalifikuotų darbininkų komandiruočių išlaidas, darbo pamainomis ar pakaitiniu būdu išlaidas, darbininkų pervežimo, elektros energijos eksploatuojant mechanizmus išlaidas, garo, kuro, šiukšlių bei statybinio laužo pristatymo, jo pridavimo į sąvartyną ir kitos išlaidas. Statybvietės išlaidos paprastai apskaičiuojamos iki 10 proc. dydžio nuo statybos darbų kainos.

Netiesiogines išlaidas sudaro numatoma rangovo bendrųjų ir administracinių išlaidų, taip pat veiklos mokesčių dalis, kurią pagrįstai galima būtų priskirti statinio statybos veiklai ir kuri tiesiogiai susijusi su statinio statybos ar remonto išlaidomis arba pardavimo sąnaudomis.

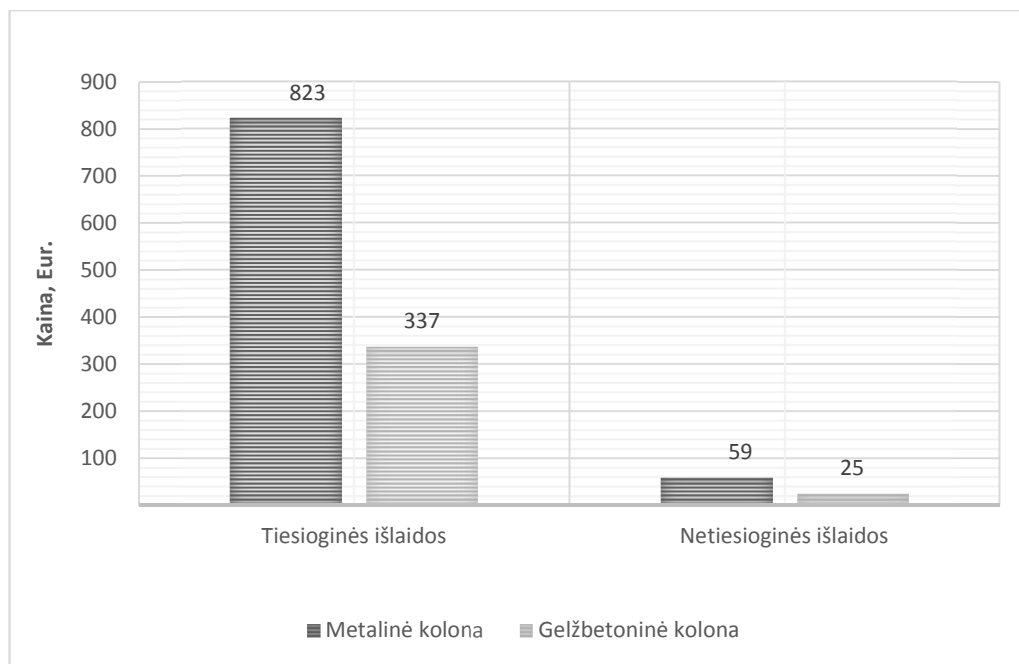
4.2.1. METALINĖS IR GELŽBETONINĖS KOLONOS EKONOMINIS PALYGINIMAS

Magistrantūros baigiamajame darbe atliekamas dviejų tipų kolonų palyginimas. Sudarytos kolonų lokalinės sąmatos ir gauta, kad gelžbetonio kolona yra ekonomiškesnė – reikiamų medžiagų, kolonų montavimo darbų kaina yra 44,65% mažesnė nei metalinės kolonos montavimo kaina. Šių kolonų montavimo kainų skirtumas palyginamas diagramose.

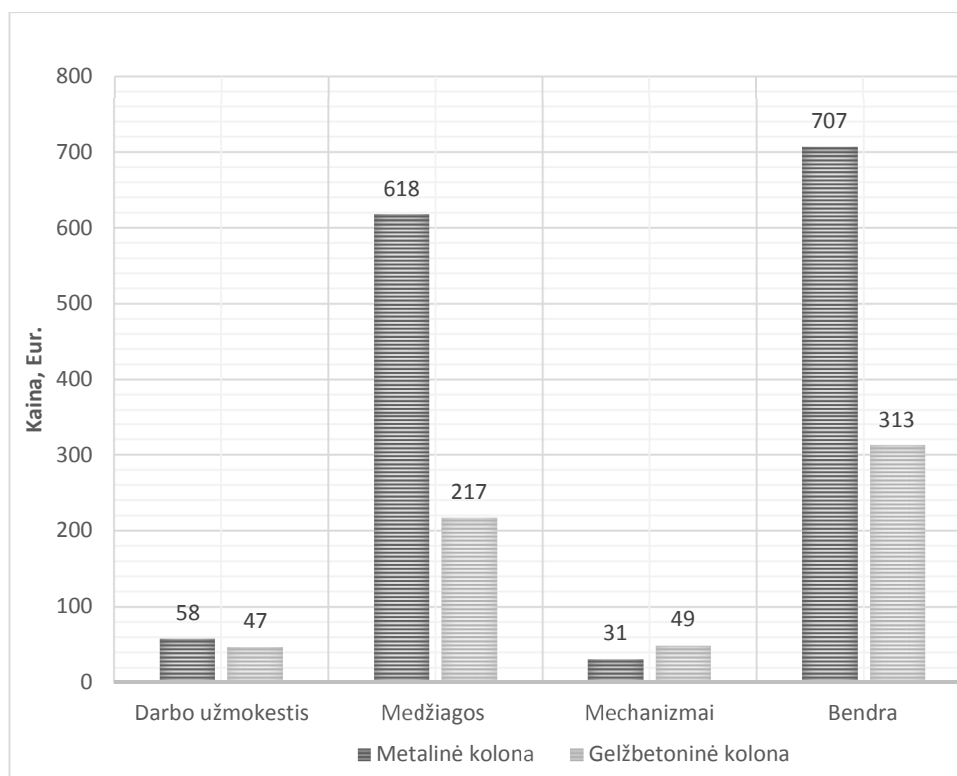
Kolonų įrengimo ir montavimo lokalinės sąmatos parengiamos programa „Sistela“. Sąmatos sudarytos remiantis 2016 m. kovo mėnesio kainomis.



Pav. 4.9 Kolonų kainų palyginimas



Pav. 4.10 Kolonų įrengimo Tiesioginių ir Netiesioginių išlaidų palyginimas



Pav. 4.11 Kolonų įrengimo darbo užmokesčio, medžiagų kiekio ir mechanizmų palyginimas

5. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

5.1. DARBŲ SAUGA STATYBOS PROCESUI

Svarbu užtikrinti statybvietėje darbų saugumą. Kad būtų išvengiama nelaimingų atsitikimų būtina pažymėti pavojingas darbo zonas, atitverti praėjimai, o darbo vietos dirbant tamsiuoju paros metu – apšviestos. Viena iš pagrindinių sąlygų konstrukcijų montavimo metu – teisingas kėlimo mechanizmų eksploatavimas: kėlimo mechanizmai turi būti stabilūs, stropavimo priemonės – patikimos. Saugiam darbui užtikrinti svarbu vykdyti visas kranų eksploatavimo taisykles ir laikytis instrukcijų.

Kad nesvyruotų keliamą konstrukcija, svarbu ją prilaikyti atotampomis. Montuojamos konstrukcijos gali būti pakeliamos ir nuleidžiamos tik vertikaliai. Prieš keliant konstrukcinį elementą būtina patikrinti kėlimo kilpų patikimumą. Darbo pertraukų metu negalima palikti pakabintų konstrukcijų ant kablo.

Montavimo darbus vykdyti leidžiama tik susipažinus su darbo sauga ir praėjus medicininę komisija. Montavimo darbus gali vykdyti tik asmenys sulaukę aštuoniolikos metų amžiaus. Didelis dėmesys turi būti skiriamas elektros saugumui vykdant suvirinimo darbus. Vykdyti suvirino darbus bei darbus reikalaujančius užlipti į didelį aukštį leidžiama asmenims turintiems medicinos komisijos sutikimą. Taip pat darbininkai dirbantys dideliame aukštyje turi turėti ne mažesnę kaip vienerių metų darbo stažą ir nemažesnę kaip ketvirtą kategoriją. Jie privalo prisirišti prie jau sumontuotų konstrukcijų asmeninėmis apsaugos priemonėmis (t.y spec. diržais). Statybvietėje visi esantys asmenys turi dėvėti ryškiaspalvius apsauginius šalmus nepriklausomai nuo atliekamo darbo.

Darbininkams draudžiama dirbti po montuojamomis konstrukcijomis. Pavojingai zonai priklauso ir 7.5 m pločio zona apie kranų veikimo šoną nuo pakeltos konstrukcijos toliausio išsikišusio taško. Žmonėms draudžiama būti ant keliamų ir transportuojamų konstrukcijų. Visi statybos vadovai, montuotojai ir kiti darbininkai, dirbantieji kranų veikimo zonoje turi gerai žinoti konstrukcijų kėlimo tvarką ir montavimo darbų signalus. Surenkamąsias detales ir konstrukcijas draudžiama dėti ant darbo pastolių.

Montuotojams pereiti nuo vienos konstrukcijos ant kitos turi būti įrengtos inventorinės kopėčios, aptverti perėjimo tilteliai ir lipynės. Draudžiama laiptuoti montuotojams ant užkeltų elementų ir konstrukcijų.

Kiekviename statybos objekte turi būti efektyviosios gaisro gesinimo priemonės. Šios priemonės turi būti gerai matomose ir lengvai prieinamose vietose, kuriuose turi būti įrengtas priešgaisrinis skydas su įrankiais. Laikinos elektros oro linijos turi būti tiesiamos tik iš izoliuotų

laidų, o laidai sandūrose sujungiami lituojant arba suspaudžiant galus spec. gnybtais. Ant nedegaus pagrindo turi būti montuojami visi įjungimo, išjungimo ir montavimo prietaisai ir uždaryti apsauginiais įžemintais užrakintais skydais.

5.2. HIGIENA, SVEIKATA IR APLINKOSAUGA

Remiantis higienos normomis pastate numatytos patalpų grupės, turi būti suprojektuotos taip, kad būtų užtikrintos tinkamos pastate esančių žmonių (gyventojų, lankytojų ir dirbančiojo personalo) higienos sąlygos, nekiltų grėsmė žmonių sveikatai dėl kenksmingų dujų išsiskyrimo, pavojingų kietųjų dalelių ar dujų atsiradimo ore, pavojingos spinduliuotės, vandens ar dirvožemio taršos, nuotekų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų netinkamo šalinimo, pastato konstrukcijų ar pastato vidaus drėgmės.

Projektuojamame pastate numatytos apdailos medžiagos, užtikrinančios sveiką gyvenimo ir darbo aplinką, patogias ir saugias darbo sąlygas bei buitines reikmes. Apdailinės medžiagos turi tenkinti higienos normas.

Personalo darbo zonose numatytas dirbtinis apšvietimas. Regos darbų kategorija V, kai atliekami nelabai tikslūs regos darbai (mažiausio matomo objekto dydis yra didesnis kaip 1,00 mm). Administracinės ir buitinės patalpose įrengiami šoniniai langai. Administracinių patalpų regos darbų kategorija - II kai atliekami labai tikslūs regos darbai (mažiausio matomo objekto dydis yra nuo 0,15 mm iki 0,30 mm), darbo vietų esant šoniniam apšvietimui NAK – 1,2%. Kitos techninės patalpos projektuojamos be natūralaus apšvietimo.

Numatomas patalpų mikroklimatas įgyvendinamas ventiliacijos ir šildymo prietaisais, užtikrinamas temperatūrinis ir drėgmės režimas nustatytas higienos normose.

Pastato atitvaros suprojektuojamos su pakankama šilumos izoliacija užtikrinančia norminius reikalavimus pagal STR 2.01.01(6):2008.

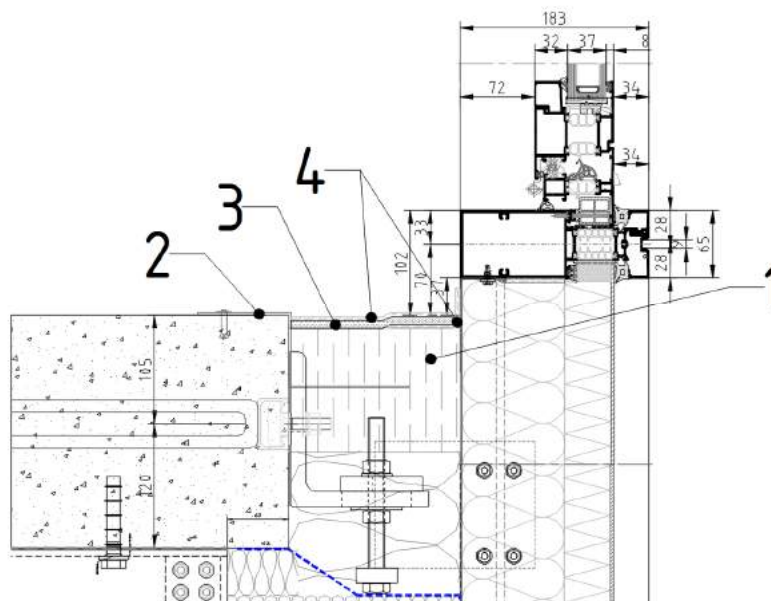
Pastato vidaus temperatūros priklauso nuo patalpų paskirties. Administracinių – gyvenamųjų patalpų vidaus temperatūra +18-24°C. Techninių patalpų oro temperatūra +17-19°C.

5.3.NAUDOJIMO IR GAISRINĖ SAUGA

Pastatas turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad jį naudojant ir prižiūrint būtų išvengta nelaimingų atsitikimų (paslydimų, susidūrimo, nudegimo, kritimo, nutrenkimo, sužeidimo dėl sprogo, ar susižalojimų elektros srove). Pastato konstrukcija iš ilgaamžių ir atsparių įvairiems poveikiams medžiagų, atsparių dilimui ir įrimo apdailos medžiagų sumažina nelaimingų atsitikimų riziką eksploatuojamame pastate.

Pastatas priskiriamas II kategorijos statinių atsparumo ugniai laipsniui, pagal panaudotų konstrukcijų atsparumą ugniai. Cg kategorijai – sprogo ir gaisro pavojų. Pastato laiptinėje, kiekviename aukšte yra įrengiami specialūs langai su varikliais, kurie esant gaisrui atsidaro ir taip pašalina dūmus iš laiptinės. Taip pat laiptinėje yra įrengiamas stoglangis, kuris taip pat skirtas pašalinti dūmams salėje numatyti šeši dūmų šalinimo stoglangiai. Aplink kiekvieno aukšto perdanga yra dedamas specialus degimą stabdantis sluoksnis.

Kiekviename gyvename aukšte vakarinėje koridoriaus pusėje yra įrengtas specialus galingas ventiliatorius pašalinantis dūmus ir koridoriaus. O rytinėje dalyje yra įrengiama lauko priešgaisrinė laiptinė.



Pav. 5.1 Priešgaisrinis perdangos mazgas: 1. Gaisro stabdymo sluoksnis; 2. Tvirtinimo kronšteinas; 3. „Siderise“ Akustinis užliejamas barjeras ;4. „Siderise“ Akustinė juosta;

5.4.APSAUGA NUO TRIUKŠMO

Projektuojamas pastatas yra gyvenamųjų namų kvartale todėl pastatas turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad juose ir šalia jų esančių žmonių girdimo triukšmo lygis nekeltų grėsmės jų sveikatai ir atitiktų jų darbui, poilsiui bei miegui būtinas komfortines aplinkos sąlygas.

Kadangi projektuojamas pastatas turi ir komercines paskirties aukštų, tai pagal STR 2.02.02:2016 „Visuomeninės paskirties statiniai“ 228. punktą pastatas turi tenkinti apsaugą nuo:

1. Statinių išorės aplinkoje ore sklindančio garso;
2. Gretimose patalpose ore sklindančio garso;
3. Smūgio garso į perdangas;
4. Statinio inžinerinių sistemų skleidžiamo triukšmo;
5. Aidėjimo trukmės patalpose.

6. TIRIAMOJI DALIS

Tiriamąjį darbą norima nustatyti, kuria metodika Eurokodo 1-4 pritaikyto Lietuvos regionui ar Statybos techninio reglamento, skaičiuotinės vėjo slėgio apkrovos į tiesinį metrą yra didesnės. Taip pat nuo kurios apkrovimo schemos gaunami didesni konstrukcijos poslinkiai.

6.1. VĖJO APKROVA PAGAL STATYBOS TECHINĮ REGLAMENTĄ

Projektuojamas pastatas – Vilniuje, 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:

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24 = 24 \text{ m/s} \quad (6.1.1.1)$$

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

Atskaitinis vėjo slėgis:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 360 \frac{N}{m^2} = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (6.1.1.2)$$

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e; \quad (6.1.1.3)$$

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

c_e – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas.

Skaičiuotinės vėjo slėgio apkrovos į tiesinį metrą:

$$q_{v\acute{e}jo,1} = w_{me,1} \cdot a \cdot \gamma_Q \quad (6.1.1.4)$$

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

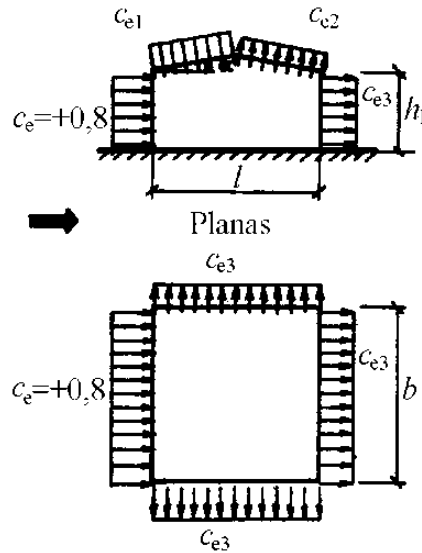
Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai: $c_e = +0,8$; $c_i = -0,6$.

Projektuojamo pastato vietovės tipas B. Pastatui esant iki 10 m aukščio $c(z) = 0,5$, kai pastato aukštis 10m tada $c(z) = 0,65$, kai pastato aukštis 20m tada $c(z) = 0,85$, kai pastato aukštis 40m tada $c(z) = 1,1$, kai pastato aukštis 60m tada $c(z) = 1,3$, kai pastato aukštis 80m tada $c(z) = 1,45$, kai pastato aukštis 100m tada $c(z) = 1,6$, tarpinės reikšmės randamos interpoliuojant.

85 m aukštyje $c(z)$:

$$c(z) = 1,45 + 0,15 \cdot \frac{5}{20} = 1,49$$

Kadangi pastatas suprojektuotas išskiriant skirtingus skerspjūvius, todėl išskaidome pastatą į 3 zonas. 1-zona – nuo ±0.000 m iki +4.700 m, 2-zona – nuo +4.700m iki +9.700, 3-zona – nuo +9.700 iki +85.000 m.



Pav. 6.1 Vėjo apkrovos schema pagal STR 2.05.04:2003 4 priedo 1 lentelės 1 schemą.

6.1 lentelė.

koeficientas	$\alpha, ^\circ$	c_{e1}, c_{e2} reikšmės, kai h_1/l lygus			
		0,0	0,5	1,0	$\geq 2,0$
c_{e1}	0	0,0	-0,6	-0,7	-0,8
	20	+0,2	-0,4	-0,7	-0,8
	40	+0,4	+0,3	-0,2	-0,4
	60	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8
c_{e2}	≤ 60	-0,4	-0,4	-0,5	-0,8

Interpoliuojant randame koeficientus c_{e1} ir c_{e2} .

1-zona, kai $h_1 = 4.7 \text{ m}$ $l = 25.59 \text{ m}$ tai:

$$\frac{h_1}{l} = \frac{4.7}{25.59} = 0.18$$

$$c_{e2} = -0.4$$

$$c_{e1} = -0.22$$

2-zona – skaičiuoti nereikia nes nėra stogo paviršiaus šioje zonoje.

3-zona, kai $h_1 = 75.3 \text{ m}$ $l = 15.65 \text{ m}$ tai:

$$\frac{h_1}{l} = \frac{75.3}{15.65} = 4.81$$

$$c_{e2} = -0.8$$

$$c_{e1} = -0.8$$

6.2 lentelė.

b/l	c_{e3} reikšmės, kai h_1/l lygus		
	$\leq 0,5$	1	≥ 2
≤ 1	-0,4	-0,5	-0,6
≥ 2	-0,5	-0,6	-0,6

1-zona, kai $h_1 = 4.7 \text{ m}$ $l = 25.59 \text{ m}$ $b = 28.24 \text{ m}$ tai:

$$\frac{b}{l} = \frac{28,24}{25,59} = 1.10$$

Čia: b – pastato ilgis;
l – pastato plotis.

$$c_{e3} = -0,4$$

2-zona, kai $h_1 = 5 \text{ m}$ $l = 15.65 \text{ m}$ $b = 28.24 \text{ m}$ tai:

$$\frac{b}{l} = \frac{28,24}{15,65} = 1.80$$

$$c_{e3} = -0,48$$

3-zona, kai $h_1 = 75.3 \text{ m}$ $l = 15.65 \text{ m}$ $b = 43.20 \text{ m}$ tai:

$$\frac{b}{l} = \frac{43,20}{15,65} = 2,76$$

$$c_{e3} = -0,6$$

Apskaičiuojamos vidutinės slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamosios pagal 6.1.1.3 formulę:

Į skersai pastato esančia siena. Esant slėgimui nuo 0 iki 10 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{0,5 + 0,65}{2} \cdot 0,8 = 0,1656 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia siena. Esant slėgimui nuo 10 iki 20 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{0,65 + 0,85}{2} \cdot 0,8 = 0,216 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia siena. Esant slėgimui nuo 20 iki 40 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{0,85 + 1,1}{2} \cdot 0,8 = 0,2808 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia siena. Esant slėgimui nuo 40 iki 60 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{1,1 + 1,3}{2} \cdot 0,8 = 0,3456 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia siena. Esant slėgimui nuo 60 iki 80 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{1,3 + 1,45}{2} \cdot 0,8 = 0,396 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia siena. Esant slėgimui nuo 80 iki 85 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{1,45 + 1,49}{2} \cdot 0,8 = 0,423 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui ties 85 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 1,49 \cdot 0,8 = 0,429 \text{ kN/m}^2$$

1-zona:

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 0 iki 10 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{0,5 + 0,65}{2} \cdot (-0,4) = -0,0828 \text{ kN/m}^2$$

Terasoje esančiai kairėje pusėje:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e1} = 0,36 \cdot \frac{0,5 + 0,65}{2} \cdot (-0,22) = -0,046 \text{ kN/m}^2$$

Terasoje esančiai dešinėje pusėje:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e2} = 0,36 \cdot \frac{0,5 + 0,65}{2} \cdot (-0,4) = -0,0828 \text{ kN/m}^2$$

2-zona:

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 0 iki 10 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{0,5 + 0,65}{2} \cdot (-0,48) = -0,0994 \text{ kN/m}^2$$

3-zona:

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 10 iki 20 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{0,65 + 0,85}{2} \cdot (-0,6) = -0,162 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 20 iki 40 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{0,85 + 1,1}{2} \cdot (-0,6) = -0,2106 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 40 iki 60 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{1,1 + 1,3}{2} \cdot (-0,6) = -0,2592 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 60 iki 80 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{1,3 + 1,45}{2} \cdot (-0,8) = 0,396 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 80 iki 85 m:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot \frac{1,45 + 1,49}{2} \cdot (-0,8) = 0,423 \text{ kN/m}^2$$

Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui ties 85 m:

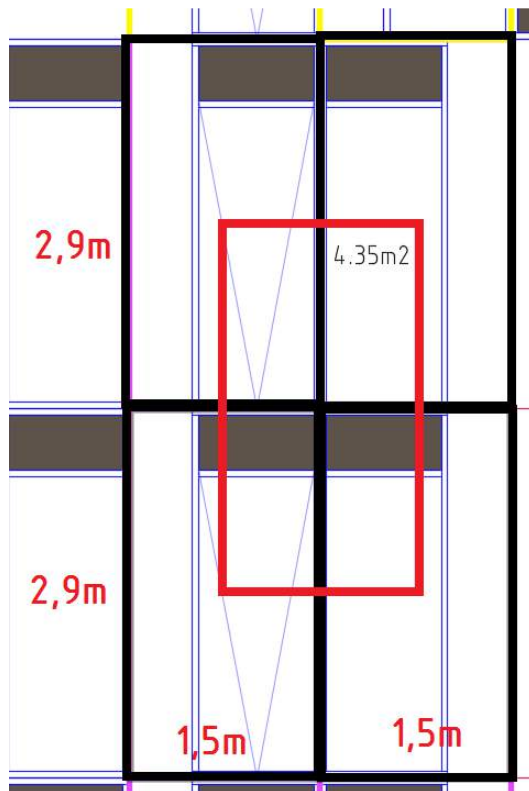
$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 1,49 \cdot (-0,8) = 0,429 \text{ kN/m}^2$$

Stogui esančiam kairėje pusėje:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e1} = 0,36 \cdot 1,49 \cdot (-0,80) = -0,429 \text{ kN/m}^2$$

Stogui esančiam dešinėje pusėje:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e2} = 0,36 \cdot 1,49 \cdot (-0,80) = -0,429 \text{ kN/m}^2$$



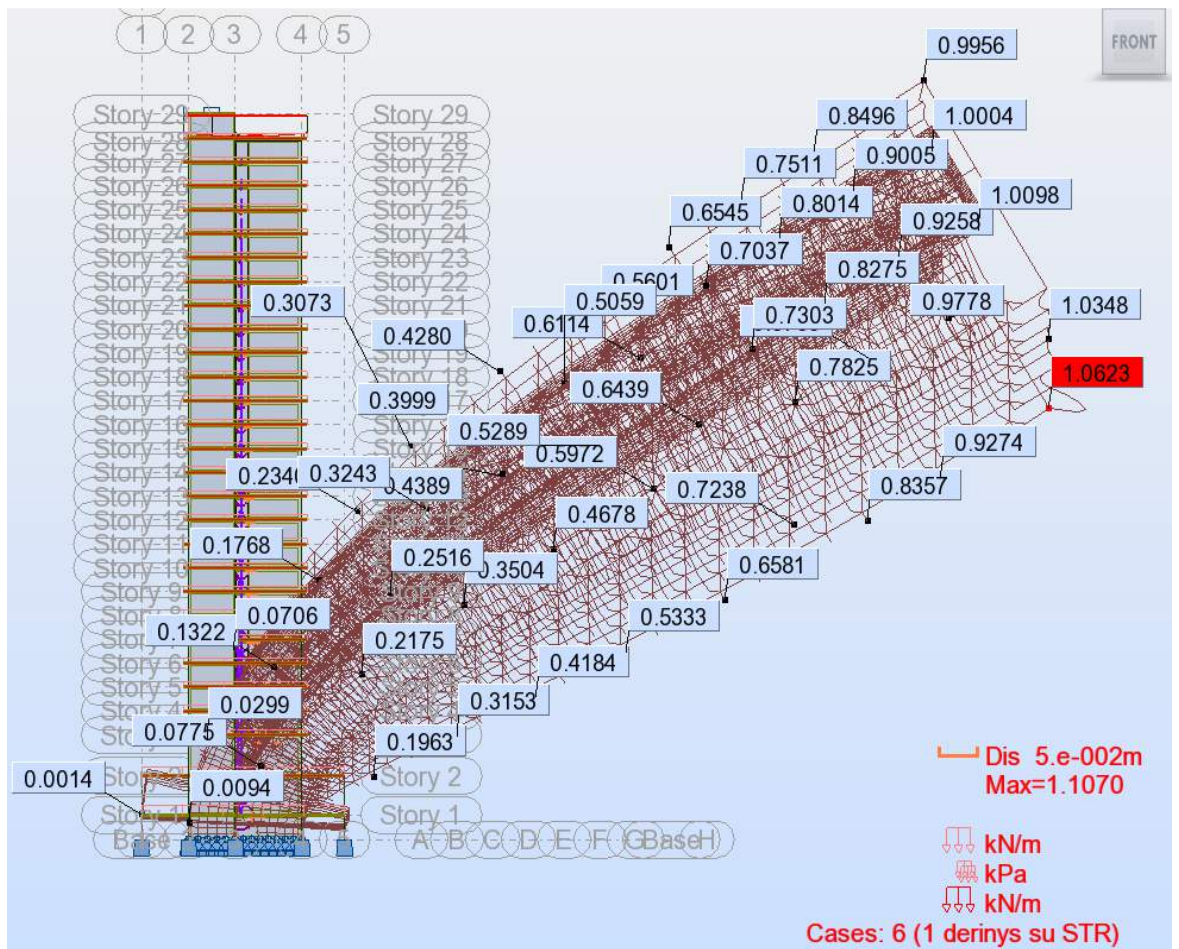
Pav. 6.1 3-zonos apkrovos skaičiuotinė schema..

1 ir 2 zonų skaičiuotinės schemas tokios pat tik skiriasi aukštis atitinkamai $h = 4.7 m$ ir $h = 5 m$

Skaičiuotinės vėjo slėgio apkrovos į tiesinį metrą pagal formulę 6.1.1.4 ir gauti rezultatai surašomi į 6.3 lentelę.

6.3 lentelė.

Zona	Aprašymas	w_{me} kN/m ²	Skaičiuotinės vėjo slėgio apkrovos, kN/m
Esant SLĖGIMUI			
1	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui nuo 0 iki 10 m	0.1656	1.012
2	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui nuo 0 iki 10 m	0.1656	1.076
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui nuo 10 iki 20 m	0.216	0.814
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui nuo 20 iki 40 m	0.2808	1.059
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui nuo 40 iki 60 m	0.3456	1.303
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui nuo 60 iki 80 m	0.396	1.493
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui nuo 80 iki 85 m	0.423	1.595
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant slėgimui ties 85 m	0.429	1.617
Esant SIURBIMUI			
1	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 0 iki 10 m:	-0.0828	-0.506
1	Terasoje esančiai kairėje pusėje	-0.046	-0.453
1	Terasoje esančiai dešinėje pusėje	-0.0828	-0.816
2	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 0 iki 10 m	-0.0994	-0.646
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 10 iki 20 m	-0.162	-0.611
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 20 iki 40 m	-0.2106	-0.794
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 40 iki 60 m	-0.2592	-0.977
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 60 iki 80 m	-0.396	-1.493
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui nuo 80 iki 85 m	-0.423	-1.595
3	Į skersai pastato esančia sieną. Esant siurbimui ties 85 m	-0.429	-1.617
3	Stogui esančiam kairėje pusėje	-0.429	-4.227
3	Stogui esančiam dešinėje pusėje	-0.429	-4.227



Pav. 6.1 Pastato poslinkiai nuo vėjo apkrovos skaičiuotos pagal STR

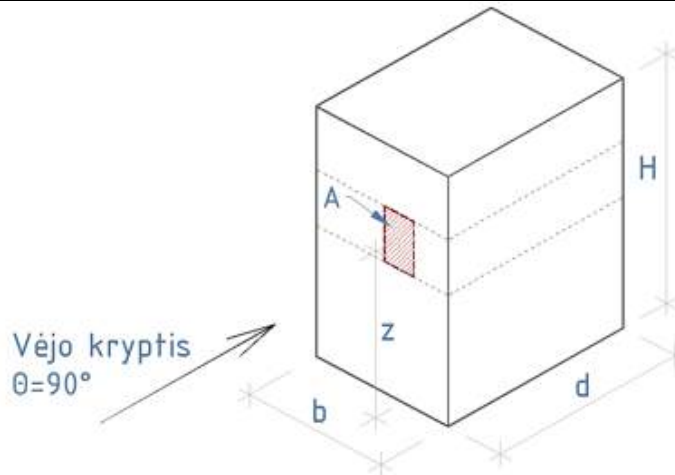
6.2. VĖJO APKROVA PAGAL EUROKODĄ 1-4

Kadangi Projektuojamas pastatas yra mišrios paskirties, tiek gyvenamosios patalpos, tiek komercinės, todėl ši projektuojamą pastatą priskiriam CC3 Pasekmių klasei, pagal Eurokodą (EN 1990:2002) B.1 Lentelę „Pasekmių klasių apibrėžimas“

Pastatas projektuojamas Miesto centre, todėl įvertinant šiurkštumo koeficientą buvo priskirta IV vietovės kategorijai.

6.3 lentelė Skaičiavimo parametrai

Pagrindinė vėjo greičio reikšmė:	24, m/s
Pasekmių klasė:	CC3
Vietovės kategorija:	IV
Atsargos koeficientas kintamai vėjo apkrovai:	1.65
C_{pe} - Vėjo įtakos plotas A :	4,27, m ²
Atskaitos aukštis z :	Skaičiuojama ne vieną kartą, m'
Pastato aukštis H :	85, m'
Lygiagretus vėjui matmuo d :	47.35, m'
Statmenas vėjui matmuo b :	16.35, m'



Pav. 6.1 Pastato skaičiuojamosios schemas geometriniai parametrai

Vėjo apkrovų skaičiuotinės reikšmės pagal pastato zonas:

Kai $z=(0-10\text{ m})$

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-0.890	3.3	45.8	36%
B	-0.636	13.1	52.3	41%
C	-0.349	31.0	29.3	23%
D	0.611	16.4	127.4	100%
E	-0.489	16.4	127.4	100%

Kai $z=(10-20)$

Min reikšmė:

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-1.048	3.3	45.8	36%
B	-0.749	13.1	52.3	41%
C	-0.411	31.0	29.3	23%
D	0.719	16.4	127.4	100%
E	-0.576	16.4	127.4	100%

Max reikšmė:

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-1.229	3.3	45.8	36%
B	-0.879	13.1	52.3	41%
C	-0.482	31.0	29.3	23%
D	0.843	16.4	127.4	100%
E	-0.675	16.4	127.4	100%

Kai $z=(20-40)$

Min reikšmė:

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-1.303	3.3	45.8	36%
B	-0.932	13.1	52.3	41%
C	-0.512	31.0	29.3	23%
D	0.894	16.4	127.4	100%
E	-0.716	16.4	127.4	100%

Max reikšmė :

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-1.629	3.3	45.8	36%
B	-1.165	13.1	52.3	41%
C	-0.639	31.0	29.3	23%
D	1.118	16.4	127.4	100%
E	-0.895	16.4	127.4	100%

Kai $z=(40-60)$

Min reikšmė:

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-1.671	3.3	45.8	36%
B	-1.195	13.1	52.3	41%
C	-0.656	31.0	29.3	23%
D	1.146	16.4	127.4	100%
E	-0.918	16.4	127.4	100%

Max reikšmė:

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-1.881	3.3	45.8	36%
B	-1.345	13.1	52.3	41%
C	-0.738	31.0	29.3	23%
D	1.290	16.4	127.4	100%
E	-1.033	16.4	127.4	100%

Kai z=(60-80)

Min reikšmė:

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-1.910	3.3	45.8	36%
B	-1.366	13.1	52.3	41%
C	-0.750	31.0	29.3	23%
D	1.310	16.4	127.4	100%
E	-1.050	16.4	127.4	100%

Max reikšmė:

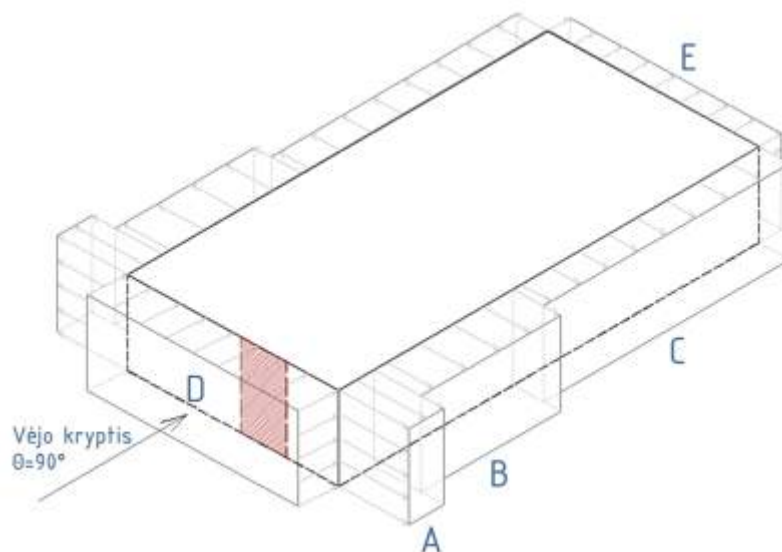
Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m ²	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-2.067	3.3	45.8	36%
B	-1.478	13.1	52.3	41%
C	-0.811	31.0	29.3	23%
D	1.418	16.4	127.4	100%
E	-1.136	16.4	127.4	100%

Kai $z=(80-85)$

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m^2	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-2.090	3.3	45.8	36%
B	-1.494	13.1	52.3	41%
C	-0.820	31.0	29.3	23%
D	1.434	16.4	127.4	100%
E	-1.148	16.4	127.4	100%

Kai $z=85 \text{ m}$

Fasado zonos	Oro slėgio apkrova, kN/m^2	Aukšto zonos		
		Zonos ilgis (plg. skaič. Schema Fig.2), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), m'	Bendras zonos ilgis (perimetru), %
A	-2.112	3.3	45.8	36%
B	-1.510	13.1	52.3	41%
C	-0.829	31.0	29.3	23%
D	1.449	16.4	127.4	100%
E	-1.161	16.4	127.4	100%



Pav. 6.2 Oro slėgio zonų išdėstymas perimetru, pučiant statmenai į D plokštumą, atskaitos aukštyje z , pastoviam vienos krypties vėjui

Įtakos zona apskaičiuota prilyginant didesnę fasado elementą pavojingesniu,

Įtakos zonos ploto skaičiuoklė:			
	Aukštis:	2.850	m'
	Plotis:	1.500	m'
	Plotas A:	4.275	m ²

6.X lentelė.

Aukštas	Oro slėgio apkrova, kN/m	Aukšto aukštis, m	Fasado zonos
1	-4.18307	4.7	A
	-2.99097		B
	-1.64182		C
	2.869617		D
	-2.29855		E
2	-4.45008	5	A
	-3.18188		B
	-1.74662		C
	3.052784		D
	-2.44526		E
3	-3.03859	2.9	A
	-2.17264		B
	-1.19262		C
	2.084492		D
	-1.66966		E
4	-3.32072	2.9	A
	-2.37438		B
	-1.30335		C
	2.27804		D
	-1.8247		E
5	-3.56467	2.9	A
	-2.5488		B
	-1.3991		C
	2.445387		D
	-1.95874		E
6	-3.78006	2.9	A
	-2.70281		B
	-1.48364		C
	2.593147		D
	-2.07709		E
7	-3.97323	2.9	A
	-2.84093		B
	-1.55946		C
	2.725666		D

	-2.18324		E
8	-4.14859	2.9	A
	-2.96632		B
	-1.62829		C
	2.845964		D
	-2.2796		E
9	-4.30933	2.9	A
	-3.08124		B
	-1.69137		C
	2.956228		D
	-2.36792		E
10	-4.45782	2.9	A
	-3.18742		B
	-1.74965		C
	3.058095		D
	-2.44952		E
11	-4.59591	2.9	A
	-3.28616		B
	-1.80385		C
	3.152826		D
	-2.52539		E
12	-4.72504	2.9	A
	-3.37849		B
	-1.85453		C
	3.241409		D
	-2.59635		E
13	-4.84636	2.9	A
	-3.46524		B
	-1.90215		C
	3.324641		D
	-2.66302		E
14	-4.96083	2.9	A
	-3.54708		B
	-1.94708		C
	3.403166		D
	-2.72591		E
15	-5.06922	2.9	A
	-3.62458		B
	-1.98962		C
	3.477518		D
	-2.78547		E
16	-5.17217	2.9	A
	-3.69819		B
	-2.03003		C
	3.548145		D

	-2.84204		E
17	-5.27024	2.9	A
	-3.76832		B
	-2.06852		C
	3.615422		D
	-2.89593		E
18	-5.3639	2.9	A
	-3.83528		B
	-2.10528		C
	3.679671		D
	-2.94739		E
19	-5.45354	2.9	A
	-3.89938		B
	-2.14047		C
	3.741169		D
	-2.99665		E
20	-5.53952	2.9	A
	-3.96086		B
	-2.17421		C
	3.800154		D
	-3.0439		E
21	-5.62215	2.9	A
	-4.01994		B
	-2.20664		C
	3.856835		D
	-3.0893		E
22	-5.70168	2.9	A
	-4.07681		B
	-2.23786		C
	3.911397		D
	-3.133		E
23	-5.77837	2.9	A
	-4.13163		B
	-2.26796		C
	3.964		D
	-3.17514		E
24	-5.8524	2.9	A
	-4.18457		B
	-2.29701		C
	4.014789		D
	-3.21582		E
25	-5.92398	2.9	A
	-4.23575		B
	-2.32511		C
	4.063891		D

	-3.25515		E
26	-5.99326	2.9	A
	-4.28529		B
	-2.3523		C
	4.111422		D
	-3.29322		E
27	-6.06041	2.9	A
	-4.3333		B
	-2.37866		C
	4.157484		D
	-3.33012		E
Parapeto viršus	-6.12555	2.9	A
	-4.37988		B
	-2.40422		C
	4.20217		D
	-3.36591		E

6.2.1. VEJO APKROVA Į STOĞĄ

Atskaitinis vėjo greitis pagal (6.1.1.1):

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

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

Atskaitinis vėjo slėgis pagal (6.1.1.2):

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

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe10}; \quad (6.2.1.1)$$

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

c_{e10} – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas.

Skaičiuotinės viršūninio vėjo slėgis:

$$q_p(z_e) = 2,8 \cdot 0,36 = 1,008 \text{ kN/m}^2$$

Vėjo apkrovos schema ir aerodinaminiai koeficientai nustatomi pagal Eurokodo 1-4 7.6 paveikslėlį, o aerodinaminiai koeficientai nustatomi pagal 7.2 lentelę.

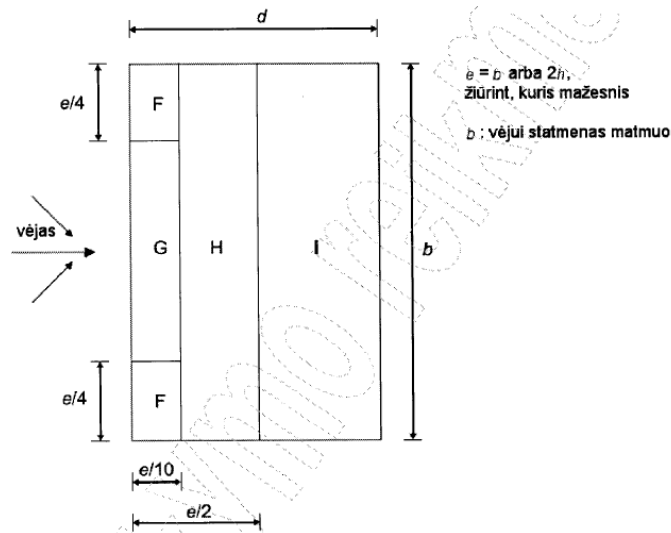
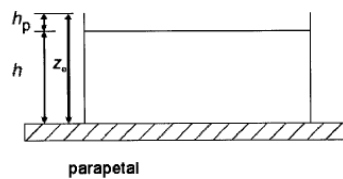
Interpoliuojant randame koeficientus c_{e10} .

kai $h = 82,1 \text{ m}$ $h_{pr} = 2,9 \text{ m}$ tai:

$$\frac{h_p}{h} = \frac{2,9}{82,1} = 0,035$$

Tolimesni skaičiavimai pateikiami lentelėje

Ruožas	F		G		H		I	
h_p/h	$C_{pe.10}$	$C_{pe.1}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.1}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.1}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.1}$
0.025	-1.6	-2.2	-1.1	-1.8	-0.7	-1.2	0.2	-0.2
0.05	-1.4	-2	-0.9	-1.6	-0.7	-1.2	0.2	-0.2
Projektuojamo pastato rodikliai								
0.035	-1.52	-2.12	-1.02	-1.72	-0.7	-1.2	0.2	-0.2



Pav. 6.3 Schema vėjo apkrovai į stogą apskaičiuoti

Toliau skaičiuojame pagal (6.2.1.1) formulę:

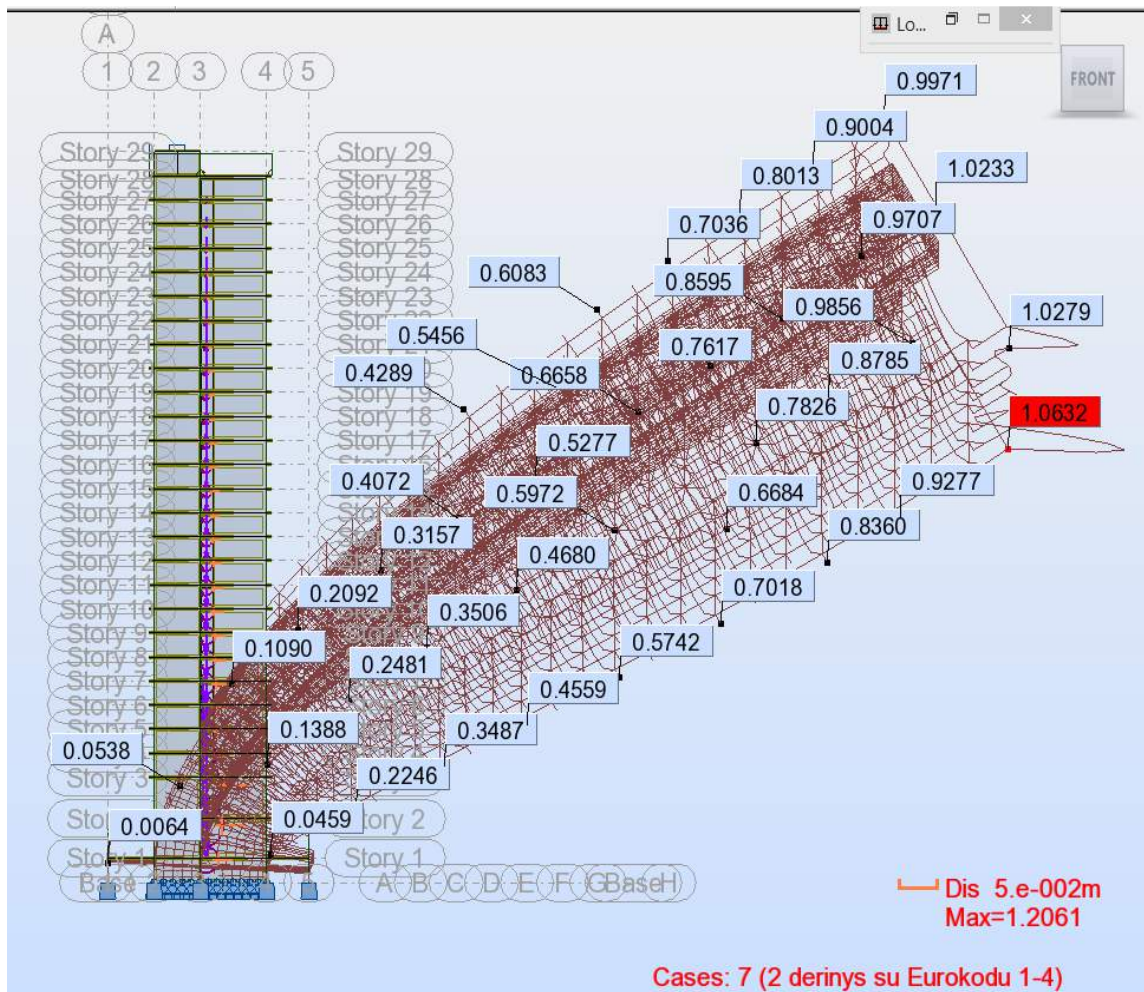
$$w_{e.G} = 1.008 \cdot (-1.72) = -1.73376 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e.I1} = 1.008 \cdot (-0.2) = -0.2016 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e.I2} = 1.008 \cdot 0.2 = 0.2016 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e.H} = 1.008 \cdot (-0.7) = -0.7056 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e.F} = 1.008 \cdot (-1.52) = -1.53216 \text{ kN/m}^2;$$



Pav. 6.1 Pastato poslinkiai nuo vėjo apkrovos skaičiuotos pagal Eurokodą 1-4

IŠVADOS

1. Apskaičiuotas Daugiafunkcinės paskirties stogo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas $U = 0.12$ ($W/m^2 \cdot K$), kadangi didžiausią plotą sudaro gyvenamos patalpos, tai daugiabučių gyvenamųjų namų pastatų stogo norminė šilumos perdavimo koeficiento reikšmė pagal STR 2.01.09:2012 „Pastatų energetinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ $U_N = 0,16$ ($W/m^2 \cdot K$),

2. Suprojektuoti gelžbetoniniai poliniai pamatai, kurių $\phi 450$ mm ilgis 6.0 m. Polio betono klasė C35/45, armatūra S500. Poliai prie galvenos tvirtinami standžiai. Taip pat suprojektuotos dvi kolonos. Pastovaus skerspjūvio gelžbetoninė kolona 750x750 mm. Kolonos betono klasė C20/25, armuojama S500 klasės armatūra. Prie pamato tvirtinama inkariniais varžtais. Bei pastovaus skerspjūvio metalinė kolona iš plieno, kurio markė S355J0. Parinktas kolonos liemens profilis HEB 400. Suvirinti kolonos elementus numatytas būdas-pusiau automatiniis apsauginių dujų aplinkoje, elektrodinė viela G55 $d_w < 1,4$ mm. Kolona jungiama su pamatu inkariniais varžtais. Suprojektuota gelžbetoninė rėmsija, kurios betono klasė 35/45, armatūra S400, su kolona sujungta sutapdintu mazgu. Taip pat šio darbo metu suprojektuota nepertraukiamo formavimo gelžbetoninė kiaurymėtoji perdangos plokštė, kurios betono klasė C35/45, armatūra lyninė iš anksto įtempta Y1770C. Perdangos plokštė remiama ant rėmsijos.

3. Atliktas suprojektuotų kolonų įrengimo kainų palyginimas programa „Sistela“. Atliktame palyginime įvertinus kolonų (vieno vieneto) įrengimo, montavimo darbų, medžiagų, mechanizmų sąnaudas, gauta, kad gelžbetonio kolona yra 44,65% ekonomiškesnė. Gelžbetoninės kolonos įrengimo kaina 476,4 Eur., o metalinės 1067 Eur.

4. Apskaičiavus darbo apimtį, gauta, kad gelžbetoninėms surenkamoms kolonomis sumontuoti reikalingas griebtuvas ZKK-6,3 ir automobilinis strėlinis kranas LIEBHERR 3150 HC 70. Montavimo darbų trukmė – septynios dienos.

5. Tiriamojoje dalyje atikus skaičiavimus aiškiai matome, kad pagal Eurokodą 1-4 gautos skaičiuotinės vėjo slėgio apkrovos reikšmės ties parapeto viršumi yra 2.6 karto didesnės. Todėl poslinkiai didesni, skaičiuojant pagal eurokodo metodiką. Tai vertinant apkrovų deriniai projektuojant pastatą buvo sudaryti naudojant gautas reikšmes pagal eurokodą.

LITERATŪROS SARAŠAS

- 1) Mockienė J. Statybinių konstrukcijų skaičiavimo metodiniai nurodymai. Mokomoji knyga, Kaunas, 2011.;
- 2) Benjaminas Černius Pamatų Projektavimo pagal 7 Eurokodą vadovas. Mokomoji knyga, Kaunas, 2011.
- 3) E. K. Zavadskas, A. Karablikovas, P. Malinauskas, P. Mikšta, H. Nakas, R. Sakalauskas „Statybos procesų technologija“. Vilnius: Technika, 2008.
- 4) Gediminas Marčiukaitis, Juozas Valivonis „Statybinės konstrukcijos ir jų projektavimo pagal euronormas pagrindai“. Vilnius: Technika, 2010.
- 5) Marijonas Daunoravičius, Rūta Miniotaitė „Statybos Technologinių procesų projektavimas“. Kaunas: KTU Leidykla, 2014.
- 6) Viktoras Ražaitis „Pastatų Konstravimo pagrindai“. Vilnius: Vilniau dailės leidykla, 2004
- 7) Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. 1-4 dalis. Bendrieji poveikiai. Vėjo poveikiai.
- 8) STR 1.01.05:2007. Normatyviniai statybos techniniai dokumentai.
- 9) STR 1.01.06:2013. Ypatingi statiniai.
- 10) STR 1.01.08:2002. Statinio statybos rūšys.
- 11) STR 1.01.03:2017. Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį.
- 12) STR 1.03.02:2008. Statybos produktų atitikties deklaravimas.
- 13) STR 1.05.06:2010 Statinio projektavimas.
- 14) STR 1.06.03:2002. Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė.
- 15) STR 1.07.01:2010. Statybą leidžiantys dokumentai.
- 16) STR 1.11.01:2010 Statybos užbaigimas“
- 17) STR 1.14.01:1999. Pastatų plotų ir tūrių skaičiavimo tvarka.
- 18) STR 2.01.01(1):2005. ESR. Mechaninis atsparumas ir pastovumas.
- 19) STR 2.01.01(2):2004. ESR. Gaisrinė sauga.
- 20) STR 2.01.01(3):1999. ESR. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga.
- 21) STR 2.01.01(4):2008. ESR. Naudojimo sauga.
- 22) STR 2.01.01(5):2008. ESR. Apsauga nuo triukšmo.
- 23) STR 2.01.01(6):2008. ESR. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.
- 24) STR 2.05.01:2013 Pastatų energinio naudingumo projektavimas.
- 25) STR 2.05.04:2003 Poveikiai ir apkrovos
- 26) STR 2.05.05:2005 Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas

- 27) STR 2.05.08:2005 Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos.
- 28) LRS Statybos įstatymas. 1996 m. Kovo 19 d. Nr. I1240. Aktuali įstatymo redakcija
Prieiga internete <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=454053 – žiūrėta
2016-11-10 16:12>
- 29) Profiliai. – (žiūrėta 2016-11-10).
Prieiga internetu:<<http://www.metalurgija.lt/lt/default/>>
- 30) Stogas. – (žiūrėta 2016-11-09).
Prieiga internetu: < <http://pirkstoga.lt/bipol-xl-ekp-slate/i>>.
- 31) Statybos taisyklės. Surenkamų konstrukcijų montavimo darbai.
Prieiga internete < <http://www.statybostaisykles.lt/node/327>>
- 32) Lietuvos higienos norma HN 98 : 2000 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas.
Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai.“

PRIEDAI

1 PRIEDAS. APKROVŲ ĮVERTINIMAS

6.2.2. SNIEGO APKROVA

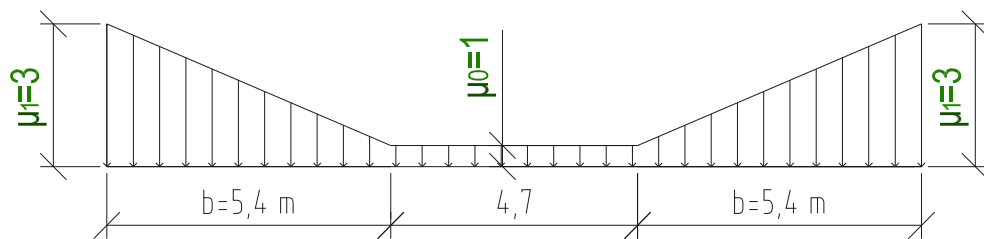
Projektuojamas pastatas – Vilniuje, todėl sniego apkrovos rajoną priimame II, kur sniego apkrovos charakteristinė apkrova $s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$. Sniego apkrova skaičiuojama pagal reikalavimus statiniams su parapetu (STR 2.05.04:2003, 2 priedo 1 lentelės 10 schema). Pagal reikalavimus įvertinamas susidarantis sniego maišas. Visoje likusioje pastato stogo dalyje, sniego apkrova skaičiuojama pagal (STR 2.05.04:2003, 2 priedo 1 lentelės 1 schema).

Sniego apkrovos plokštei prie ašies 2 ir 4:

Koeficientas μ apskaičiuojamas:

$$\mu_1 = \frac{2h}{s_k} = \frac{2 \cdot 2,7}{1,6} = 3,375 > 3 \quad (0.1)$$

Todėl $\mu_1 = 3$



Pav. 0.1 Sniego apkrovos išsidėstymas

Sniego apkrovos į horizontaliąją projekciją dydis nustatomas pagal formulę:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (0.2)$$

čia: μ_1 - stogo sniego apkrovos formos koeficientas;

C_e - atodangos koeficientas;

C_t - terminis koeficientas;

s_k - sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakterinė reikšmė.

Kadangi stogas projektuojamas su plokštėmis, tai apkrovas reikia suskaičiuoti į taškus pagal 0.2 formulę, kiekvienam taškui atskirai:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ kN/m}^2$$

$$s_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 4,80 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2,796 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 4,47 \text{ kN/m}^2$$

$$s_3 = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,317 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 2,107 \text{ kN/m}^2$$

Skaičiuojamoji sniego apkrova į horizontaliąją stogo plokštumos projekciją:

$$S = s \cdot \gamma_Q; \quad (0.3)$$

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

$$S = s \cdot \gamma_Q = 1,6 \cdot 1,3 = 2,08 \text{ kN/m}^2$$

$$S_1 = s_1 \cdot \gamma_Q = 4,80 \cdot 1,3 = 6,24 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = s_2 \cdot \gamma_Q = 4,47 \cdot 1,3 = 5,82 \text{ kN/m}^2$$

$$S_3 = s_3 \cdot \gamma_Q = 2,107 \cdot 1,3 = 2,74 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 2,08 \cdot 9,089 = 18,91 \text{ kN/m}$$

$$q_{d1} = 6,24 \cdot 9,089 = 56,72 \text{ kN/m}$$

$$q_{d2} = 5,82 \cdot 9,089 = 52,90 \text{ kN/m}$$

$$q_{d3} = 2,74 \cdot 9,089 = 24,90 \text{ kN/m}$$

Sniego apkrova terasoje.

Parapeto aukštis terasoje 0,75 m, todėl skaičiuojame ar tenkinama sąlyga (STR 2.05.04:2003 1 priedo 1 lentelėje):

$$h > \frac{s_k}{2} \rightarrow 0,75 < \frac{1,6}{2} = 0,8 \quad (0.4)$$

kadangi sąlyga netenkinama todėl $\mu_1 = 1$;

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ kN/m}^2$$

Čia: C_e – atodangos koeficientas;

C_t – terminis koeficientas;

γ_Q – apkrovos patikimumo koeficientas.

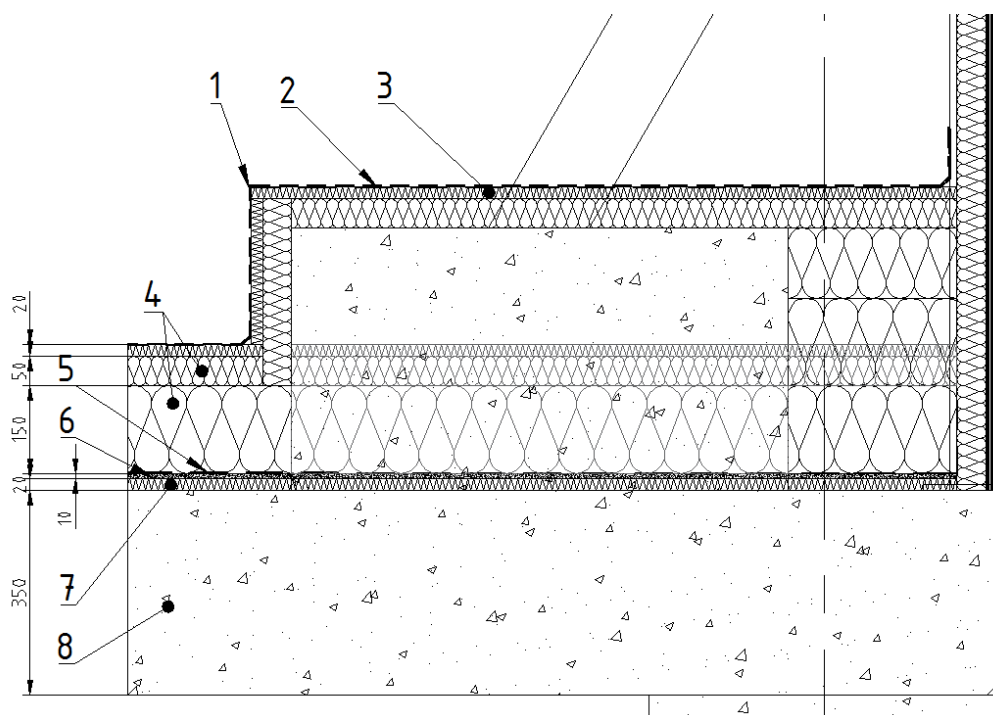
Tolygiai išskirstyta apkrova į plokštę:

$$S = s \cdot \gamma_Q = 1,6 \cdot 1,3 = 2,08 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 2,08 \cdot 5,476 = 11,39 \text{ kN/m}$$

6.2.3. STOGO DANGOS APKROVA

Stogo danga sudedamosios dalys pateiktos (Pav. 0.2):



Pav. 0.2 Stogo detalė

Lentelė 0.1 Norminė stogo apkrova

Eil. Nr	Pavadinimas	Svoris kg/m ²
1	Viršutinė danga "Bipol XL EKP"	5
2	Apatinė danga "Unifleks EMP"	3
3	Akmens vata PAROC ROB 80 d=20 mm	4.6
P	Akmens vata PAROC ROS 30 kai bendras sluoksnių storis d=200mm	26
5	Garo-Vandens izoliacija 200mk	0.2
6	Išlyginamasis sluoksnis „Knauf Nivello“ kai d=10mm	18
7	Nuolydį formuojantis sluoksnis (PAROC ROB 80 d=20 mm)	4.6
8	Laikanti konstrukcija monolitinė g/b plokštė	542.30
	Viso	646

$$q_{st,n} = m_{st} \cdot g = 603.7 \cdot 9.81 = 5.92 \text{ kN} / \text{m}^2 \quad (0.10)$$

Stogo apkrova:

$$q_{st} = q_{st,n} \cdot \gamma_Q = 2.042 \cdot 1.35 = 8.00 \text{ kN} / \text{m}^2 \quad (0.11)$$

6.2.4. TARPAUKŠTINIŲ PERDANGŲ SKAIČIAVIMAS

Lentelė 0.2 Norminė rūšio perdangos apkrova

Eil. Nr	Pavadinimas	Svoris kg/m ²
1	Keraminės plytelės d=20 mm	21.41
2	Armuotas išlyginamasis sluoksnis d=60 mm	122.32
3	Polietileno plėvelė 1 sl. d=0,3 mm	0.204
P	Akmens vata PAROC GRS 20 d=70 mm	8.56
5	Smėlio sluoksnis d=30 mm	45.87
6	Monolitinė perdanga d=400 mm	542.30
	Viso	1188, 0

Skaičiuojama pagal (0.10) ir (0.11) formules:

$$q_{rp,n} = m_{st} \cdot g = 740.664 \cdot 9.81 = 7.2659 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Rūšio perdangos apkrova:

$$q_{rp} = q_{rp,n} \cdot \gamma_Q = 7.2659 \cdot 1.35 = 9.81 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Lentelė 0.3 Norminė pirmo-dvidešimt šešto aukšto perdangos apkrova

Eil. Nr	Pavadinimas	Svoris kg/m ²
1	Keraminės plytelės d=20 mm	21.41
2	Armuotas išlyginamasis sluoksnis d=60 mm	122.32
3	Polietileno plėvelė 1 sl d=0,3 mm	0.204
P	Akmens vata PAROC SSB 1 d=40 mm	6.12
5	Smėlio sluoksnis d=30 mm	45.87
6	Monolitinė perdanga d=400 mm	542.30
	Viso	1142, 0

Skaičiuojama pagal (0.10) ir (0.11) formules:

$$q_{1-26p,n} = m_{st} \cdot g = 738.22 \cdot 9.81 = 7.242 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Pirmo – dvidešimt šešto aukštų perdangos apkrova:

$$q_{1-26p} = q_{1-26p,n} \cdot \gamma_Q = 7.242 \cdot 1.35 = 9.777 \text{ kN} / \text{m}^2$$

6.2.5. NAUDOJIMO APKROVOS

Lentelė 0.4 Norminės naudojimo apkrovos

Kategorijos									
A	C			D	A	C			D
	C1	C4	C5	D2		C1	C4	C5	D2
q_k					q_d				
kN/m^2					kN/m^2				
1.5	3	5	5	5	2.025	4.05	6.75	6.75	6.75

Lentelė 0.4 Naudojimo apkrovos

perdangos ilgis	perdangos svoris		Skaičiuotinės apkrovos į perdangą			
			Gyvenamieji aukštai	komerciniai aukštai	terasa	pagalbinės patalpos
l	m_k	m_d	q_{bendras}			
m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m			
9.089	5.32	7.18	83.68	126.63	-	65.28
6.561	5.32	7.18	60.41	91.41	-	47.12
5.476	5.32	7.18	-	-	76.29	-
4.965	5.32	7.18	-	-	69.17	-

4 PRIEDAS. LOKALINĖS SĄMATOS

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2016.03 kainas

Lentelė 0.3 Metalinės kolonos montavimo sąmata

Statinių grupė Daugiafunkcinės paskirties pastatas

Statiny Pastatas Rinktinės g.

Žiniaraštis 1 Lokalinė

2016.10.13

Suma žiniaraščiui 1331.11 EUR

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1	bendrastatybiniai darbai					
1 N9P-0101		t			0.4147	
	Metalinių kolonų montavimas, kai kolonų masė daugiau 0,25t iki 0,50t k8=1.03					
	Darbo sąn. kateg. 4.6	žm.val.		24.0	9.9528	5.38 53.55
120038	Suvirinimo elektrodai	kg		0.9	0.37323	1.94 0.72
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg		3.0	1.2441	1.92 2.39
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t		1.0	0.4147	1454.0 602.97
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg		0.6	0.24882	1.45 0.36
534013	Apipjauta mediena (spygliuočių, 1-3 rūš.)	m3		0.005	0.002074	195.74 0.41
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val		1.4	0.58058	2.76 1.6
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	maš.val		2.6	1.07822	27.33 29.47
N9P-0101	Darbo užm. 53.55	Medžiagos	606.85	Mechanizmai	31.07	Iš viso 691.47
2 N13-208		m2			7.366	
	Juostinių metalinių paviršių, padengtų ugniai atspariais dažais, apsauga laku k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.		0.1	0.7366	5.18 3.82
230438	Lakas Pyrotect	kg		0.1	0.7366	10.29 7.58
N13-208	Darbo užm. 3.82	Medžiagos	7.58	Mechanizmai		Iš viso 11.40
3 N13-114		100m2			0.07366	
	Metalinių paviršių dažymas dažais BT-177, purkštuvu					
	Darbo sąn. kateg. 4.31	žm.val.		1.55	0.11417	5.31 0.61
230011	Bitumo dažai	kg		8.4	0.618744	5.08 3.14
230204	Tirpikliai (polimerizacinių smalų pagrindu)	kg		1.3	0.095758	1.66 0.16
N13-114	Darbo užm. 0.61	Medžiagos	3.30	Mechanizmai		Iš viso 3.91
Iš viso skyriuje	1 Darbo užm. 58	Medžiagos	618	Mechanizmai	31	Iš viso 707
Viso žiniaraštyje	1 Darbo užm. 58	Medžiagos	618	Mechanizmai	31	Iš viso 707
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%				19	19
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%					1 1
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%			3		
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(58+3)			5		5
	Viso:			66	637	32 735

Soc. Draudimo išlaidos 31.00%(58+3+5)	20			20	
Statinio statybos išlaidos	Viso:	86	637	32	755
Statybvietės išlaidos 9.00%				68	
Iš viso tiesioginės išlaidos				823	
Pridėtinės išlaidos 25.00%(58+3+5)				17	
Pelnas 5.00%(823+17)				42	
Iš viso netiesioginės išlaidos				59	
				Bendra vertė be PVM -----	
				882	
Pridėtinės vertės mokestis 21.00%				185.22	
				Bendra vertė su PVM -----	
				1067.22	

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2016.03 kainas

Lentelė 0.4 Gelžbetoninės kolonos montavimo sąmata

Statinių grupė **Daugiafunkcinės paskirties pastatas**

Statiny **Pastatas Rinktinės g.**

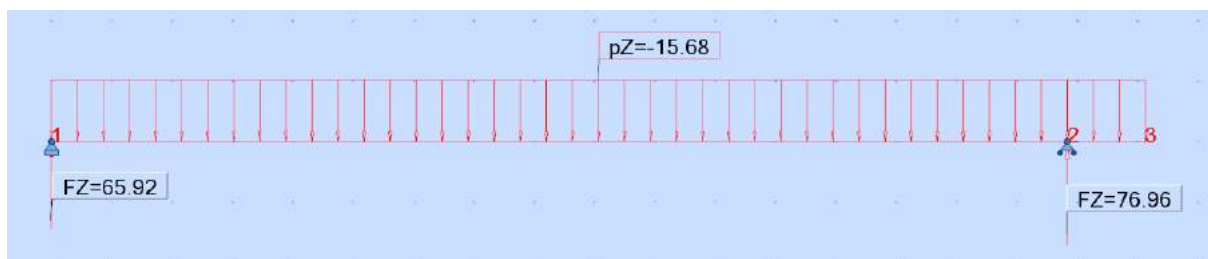
Žiniaraštis **1 gb**

2016.10.13

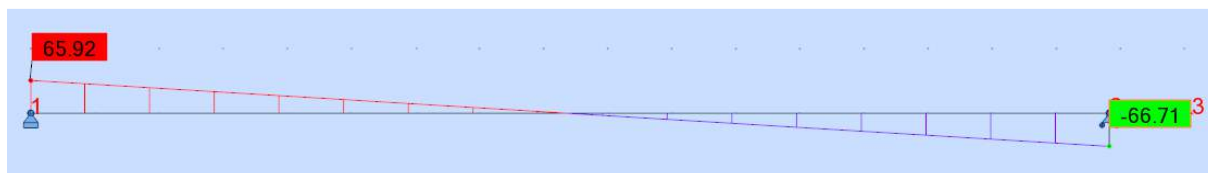
Suma žiniaraščiui 481.58 EUR (1662.80 Lt.)

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1	kolona					
1	N7P-26	vnt.		1.0		
10400	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	žm.val.	11.1	11.1	4.23	47
260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	1.0	1.0		
570673	Keraminės vonelės suvirinimui	kg	0.55	0.55		
600046	Betono mišiniai C12/15	m3	0.0106	0.0106	194.91	2
120004	Plieninė viela (suvirinimo)	t	0.01	0.01	3968.58	40
120030	Statybinės vinys	kg	0.01	0.01	3.63	0
120046	Plieninis tinklas (suvirintas, armatūrinis)	t	0.00075	0.00075	2933.22	2
534015	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m3	0.0009	0.0009	624.47	1
600013	Cementinis skiedinys S30	m3	0.005	0.005	184.9	1
120010	Plieninė viela (šviesi, rišamoji)	t	0.0001	0.0001	2668.57	0
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1.0	1.0	6.79	7
120084	Kaltiniai dirbiniai (metaliniai, statybiniai)	kg	0.45	0.45	4.99	2
534034	Mediniai klojinių skydai	m2	0.03	0.03	26.23	1
489046	Bokštinis kranas 5-8 t keliamosios galios	maš.val	1.4	1.4	49.0	69
N7P-0202 Darbo užm. 47 Medžiagos 217				Mechanizmai 49		Iš viso 313
Iš viso skyriuje 1 Darbo užm. 47 Medžiagos 217				Mechanizmai 49		Iš viso 313
Viso žiniaraštyje 1 Darbo užm. 47 Medžiagos 217				Mechanizmai 49		Iš viso 313
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			2		2
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				1	1
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%					
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(47)		4			4
	Viso:		47	217	49	293
	Soc. Draudimo išlaidos 31.00%(47+4)		16			16
	Statinio statybos išlaidos		Viso: 63	217	49	309
	Statybviėtės išlaidos 9.00%					28
	Iš viso tiesioginės išlaidos					337
	Pridėtinės išlaidos 25.00%(47+4)					13
	Pelnas 5.00%(337+13)					19
	Iš viso netiesioginės išlaidos					25
				Bendra vertė be PVM		394
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					476.4
				Bendra vertė su PVM		476.4

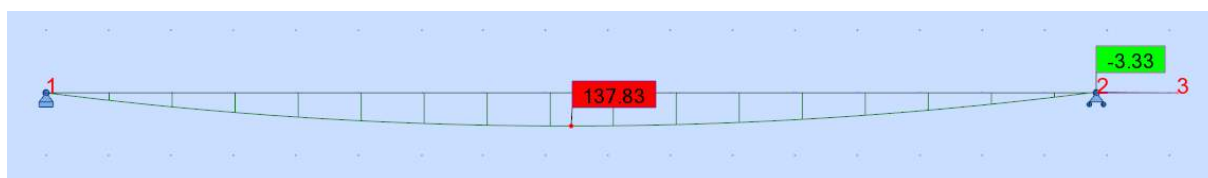
5 PRIEDAS. PERDANGOS DIAGRAMOS



Pav. 0.3 Perdangos apkrovimas ir reakcijos

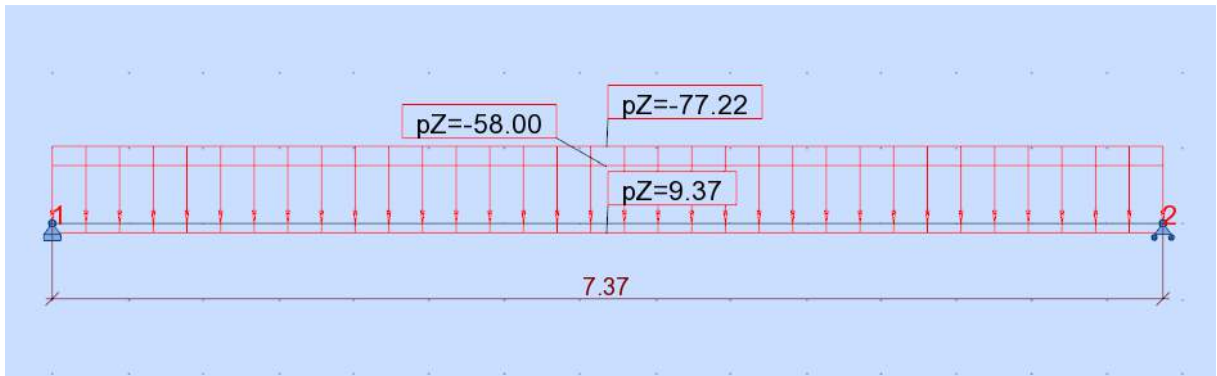


Pav. 0.4 Perdangos skersinės įrąžos

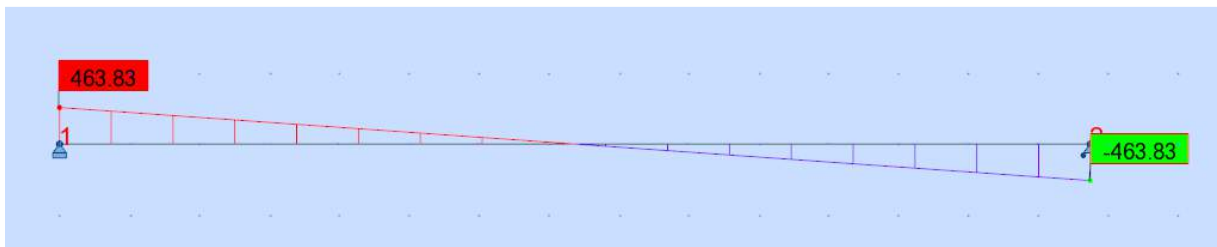


Pav. 0.5 Perdangos momentų diagrama

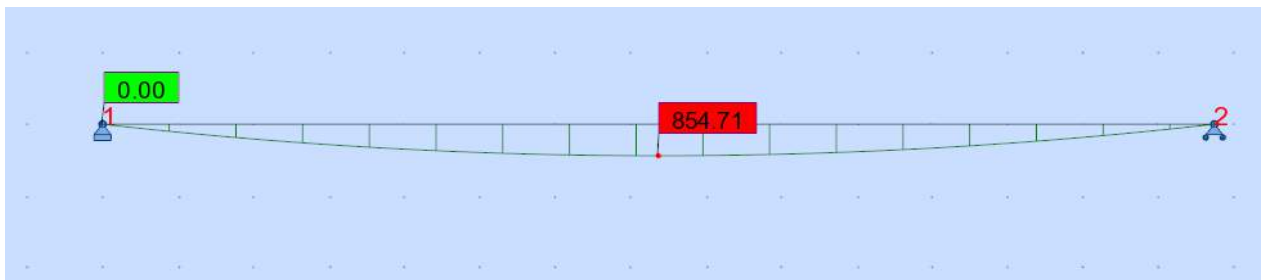
6 PRIEDAS. SIJOS DIAGRAMOS



Pav. 0.6 Sijos apkrovimas



Pav. 0.7 Sijos skersinės įrašos



Pav. 0.8 Sijos momentai



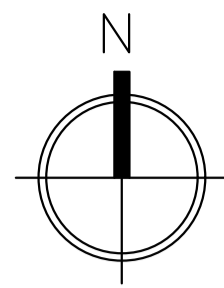
Pav. 0.9 Sijos reakcijos

Situacijos planas
Mastelis 1:5000



Eksplikacija

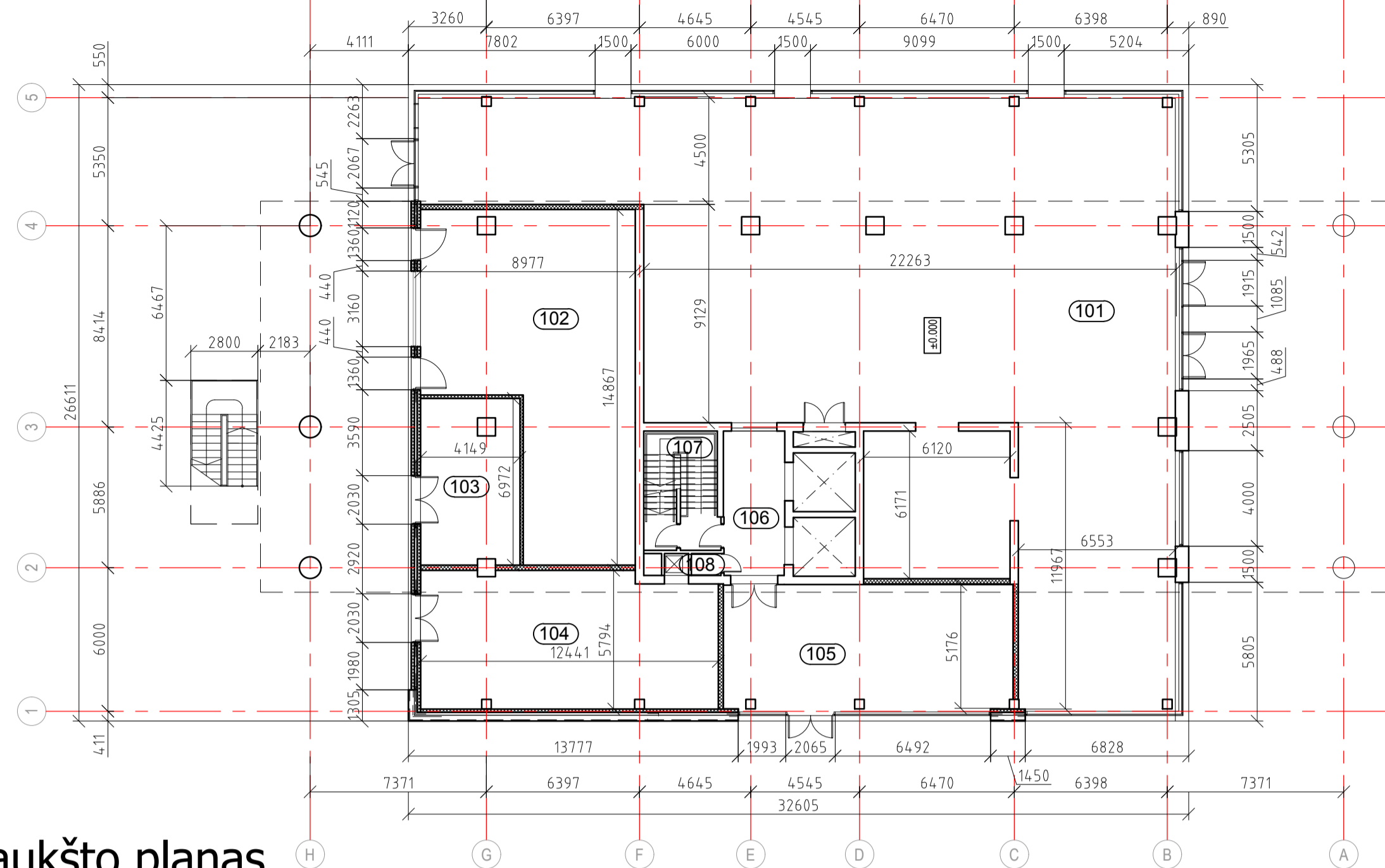
- 1 I Etapo projektuojamo pastato sklypas
- 2 Sklypas
- 3 Kaimyniniai sklypai



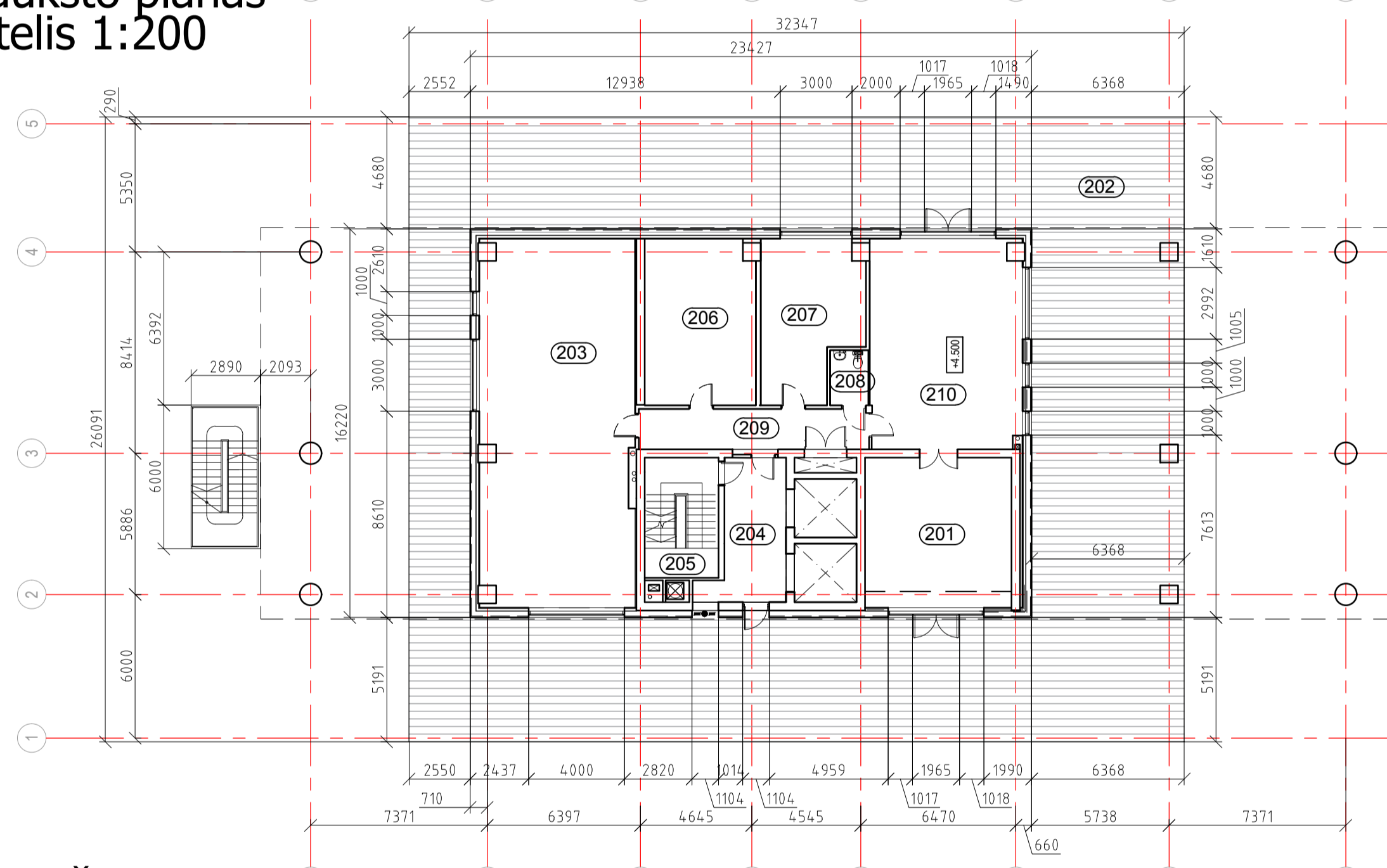
I etapo sklypo dalies planas
Mastelis 1:500



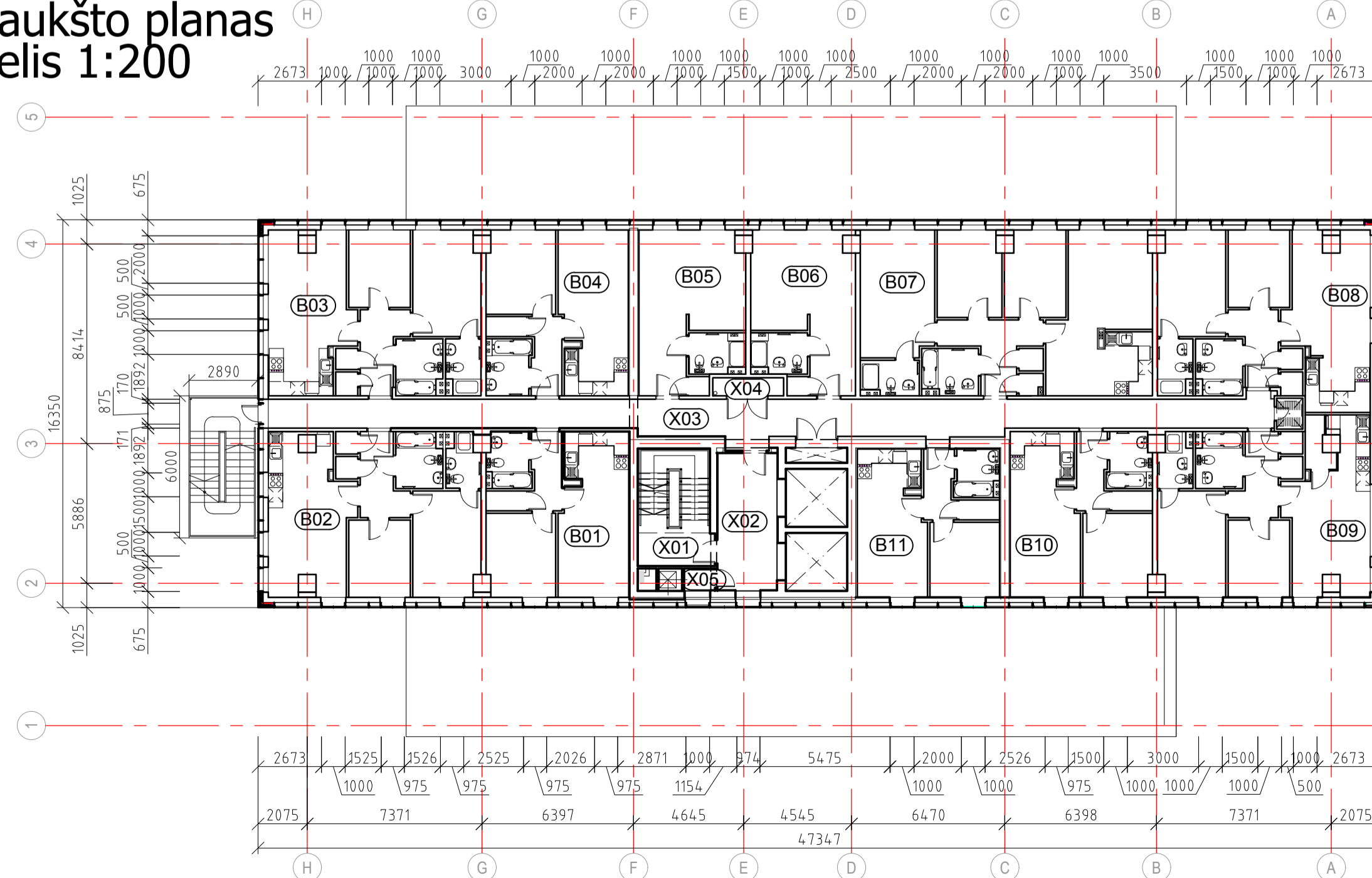
Pirmo aukšto planas
Mastelis 1:200



Antro aukšto planas
Mastelis 1:200



Tipinio aukšto planas
Mastelis 1:200



Pirmo aukšto patalų eksplikacija		
Eil. Nr.	Patalpa	Plotas, m²
101	Komercinės paskirties patalpa	429.48
102	Techninė patalpa	102.91
103	Techninė patalpa	28.93
104	Techninė patalpa	70.13
105	Vestibulius	62.69
106	Koridorius	15.34
107	Laiptinė	15.35
108	Šiukšlių išmetimo patalpa	1.14
Viso		725.97
Antro aukšto patalų eksplikacija		
Eil. Nr.	Patalpa	Plotas, m²
201	Sporto Salė	38.35
202	Terasa	464.37
203	Kino teatro salė	100.55
204	Koridorius	16.72
205	Laiptinė	15.45
206	Skatbykla	31.77
207	Vaikų priežiūros kambarys	26.02
208	San. mazgas	3.68
209	Koridorius	16.17
210	Polisio kambarys	55.42
Viso		768.5
Tipinio aukšto patalų eksplikacija		
Eil. Nr.	Patalpa	Plotas, m²
X01	Laiptinė	15.11
X02	Koridorius	14.66
X03	Koridorius	57.88
X04	Pagalbinė patalpa	2.28
X05	Šiukšlių išmetimo patalpa	1.22
B01	Butas 1	41.88
B02	Butas 2	62.1
B03	Butas 3	62.4
B04	Butas 4	41.66
B05	Butas 5	29.61
B06	Butas 6	29.2
B07	Butas 7	85.91
B08	Butas 8	64.26
B09	Butas 9	60.02
B10	Butas 10	41.63
B11	Butas 11	37.52
Viso		647.34

Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai				
Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vien.	Kiekis	Pastabos
1.1	Sklypo plotas (I Etapo)	m²	8574,73	
1.2	Važiuojamosios dalies plotas	m²	95,21	Asfaltbetonio danga
1.3	Pėsčiųjų takų trinkelio dangos	m²	3551	
1.4	Apželdintas plotas	m²	1775	20% nuo viso sklypo ploto
1.5	Sklypo užstatymo plotas	m²	86128	
1.6	Užstatymo tankumas	%	10,04	
1.7	Užstatymo intensyvumas	%	10,04	
Pastatas				
2.1	Bendras plotas	m²	21455,3	
2.2	Pagalbinis plotas	m²	210,11	
2.3	Pagrindinis plotas	m²	21245,14	
2.4	Statybinis tūris	m³	64114,84	
2.5	Pastato aukštis	m	85	
2.6	Energinio naudingumo klase		A	

Sutartiniai ženklai



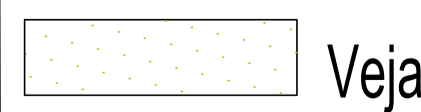
Įvažiavimas į sklypą



Įėjimas į pastatą



Projektuojamas pastatas



Veja



I Etapo sklypo riba



Sklypo riba



Trinkelio danga



Augalas vazone



Trinkelio danga



Augalas



Trinkelio danga



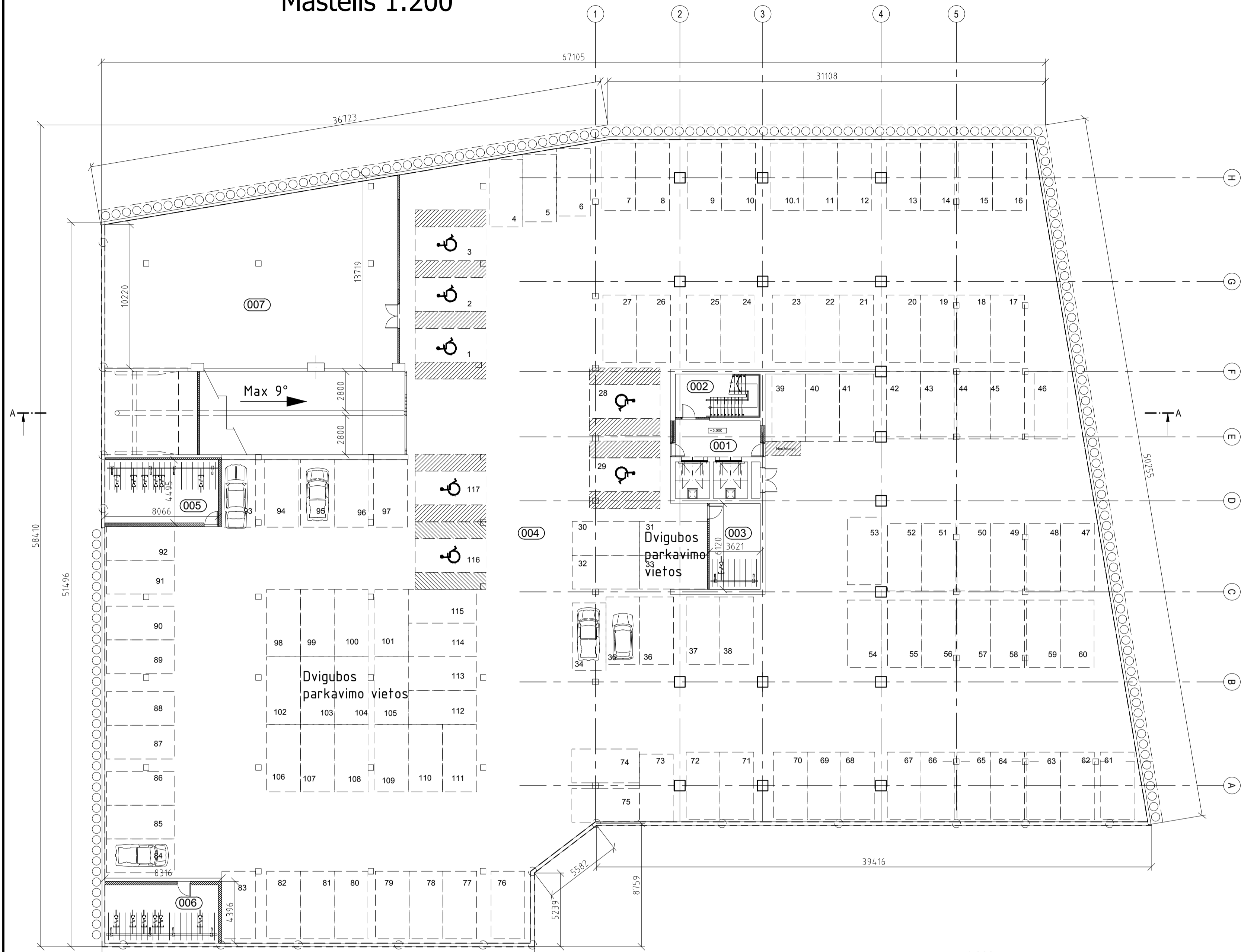
Gyvatvorė



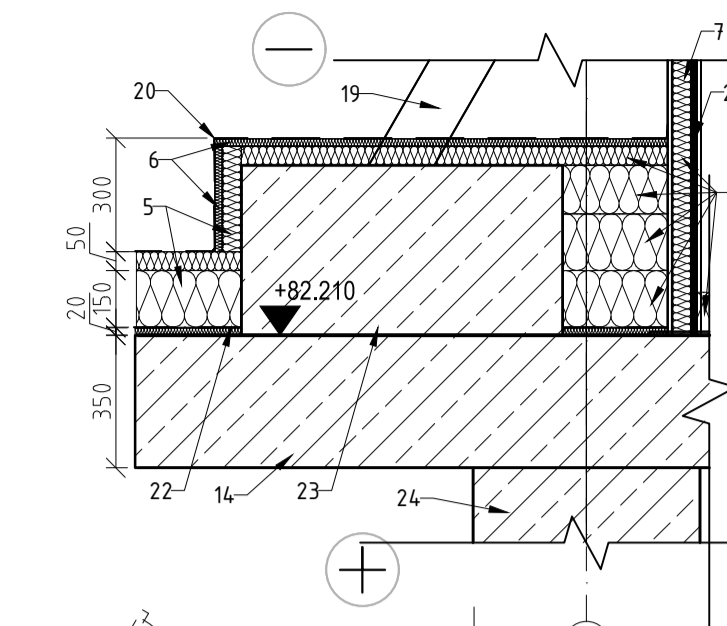
Trinkelio danga

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
SSM-5	Studentas I. Kupčiūnaitė	Daugiafunkcinės paskirties pastato statybinų konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas R. Bistrickaitė	
	Konsultantė G. Sukaitytė	
SITUACIJOS PLANAS; SKLYPO PLANAS; PIRMO AUKŠTO PLANAS; ANTRO AUKŠTO PLANAS; TIPINIS AUKŠTO PLANAS		Laida O
Pre etapas	Statybinų konstrukcijų katedra	Lapas Lapų
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	2017-MBD-SK 1 7

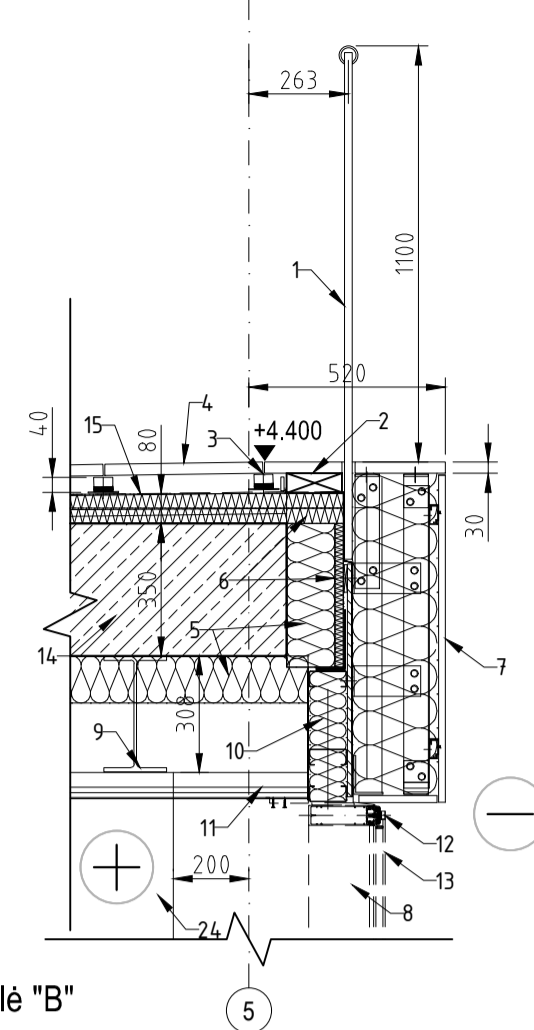
Garažo (rūšio) planas
Mastelis 1:200



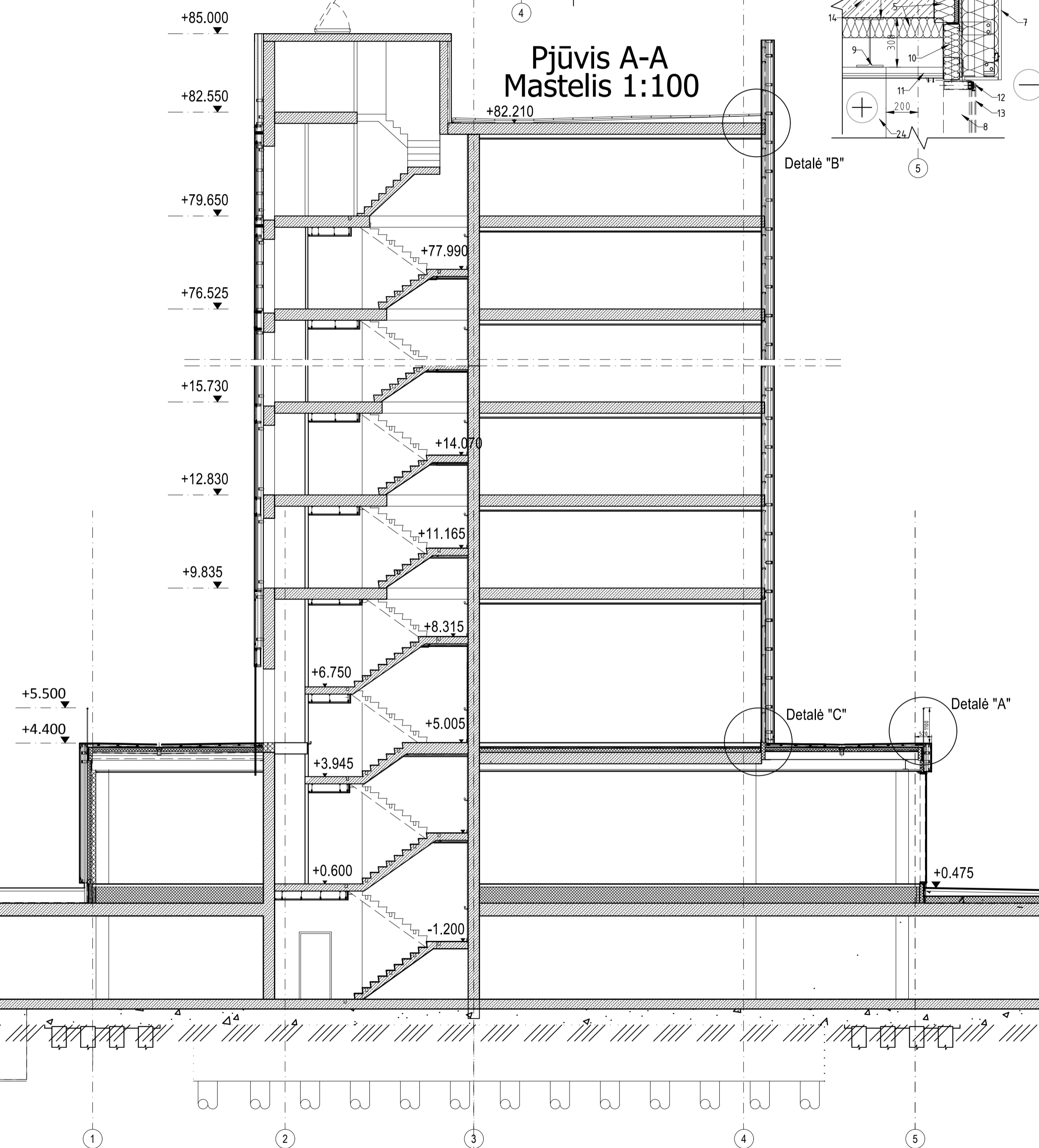
Detalė "B"
Mastelis 1:20



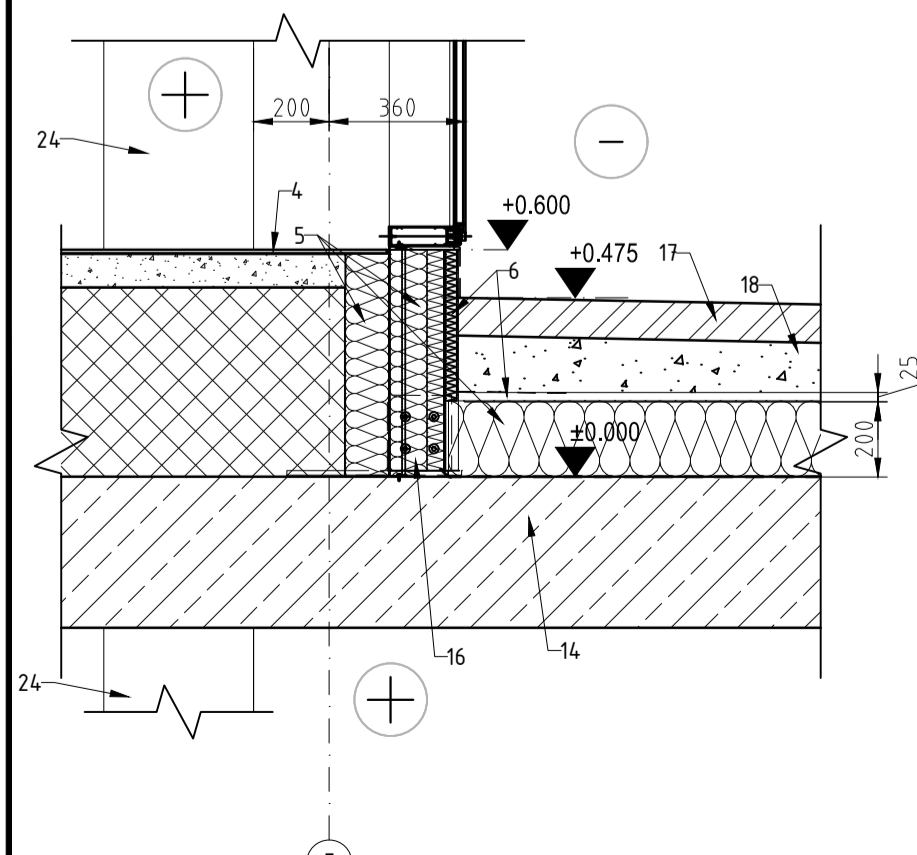
Detalė "A"
Mastelis 1:20



Pjūvis A-A
Mastelis 1:100



Detalė "C"
Mastelis 1:20



Garažo (rūšio) patalų eksplikacija

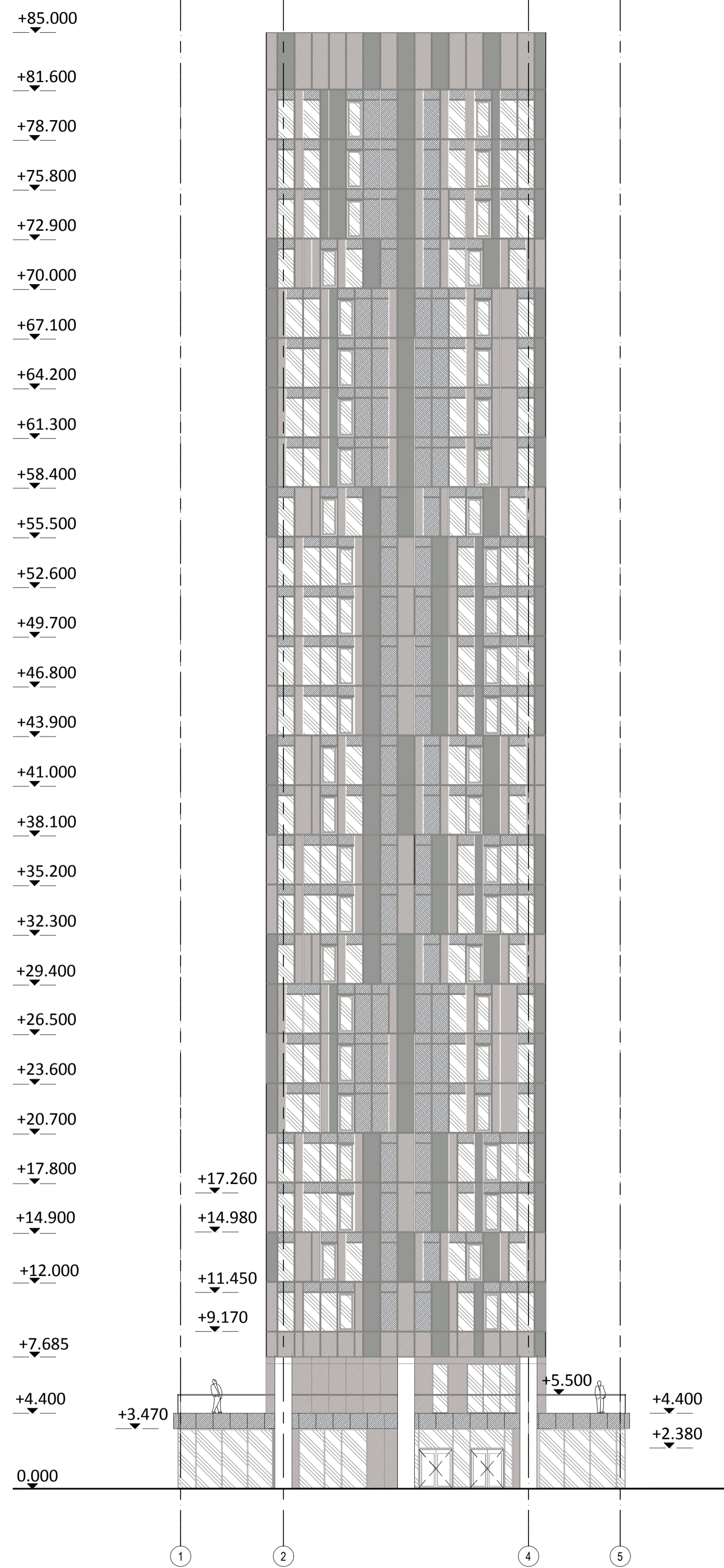
Eil. Nr.	Patalpa	Plotas, m ²
001	Koridorius	15.51
002	Laiptinė	18.59
003	Dviračių laikymo patalpa	22.16
004	Parkingas	2996.12
005	Dviračių laikymo patalpa	33.44
006	Dviračių laikymo patalpa	36.26
007	Katilinė	248.72
Viso		3370.8



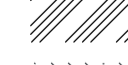


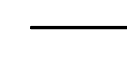
Medžiagų sąrašas

Eil. Nr.	Medžiaga	Eil. Nr.	Medžiaga
1	Turėklas	13	Stiklo paketas
2	PVC Kompensatorius	14	Gelžbetoninė kiurymėta perdangos plokštė
3	PVC terasos dangos kompensatorius	15	EPDM hidroizoliacija
4	Grindų danga	16	Surenkamo fasado statramsčio "koja"
5	Akmens vata PAROC ROS 30	17	Trinkelėjų danga
6	Akmens vata PAROC ROB 80	18	Sutankintas drenuojantis sluoksnis
7	Fasado elementas	19	Metalinis atraminis parapetos strypas
8	Surenkamo fasado statramsčiai	20	Dvisluoksnė bituminė stogo danga
9	Metalinė Sija	21	Medžio drožlių plokštė
10	Užpildas	22	Garo izoliacija
11	Pakabinamos lubos	23	Gelžbetoninė pakyla
12	Surenkamo fasado rygėlis	24	Gelžbetoninė kolona

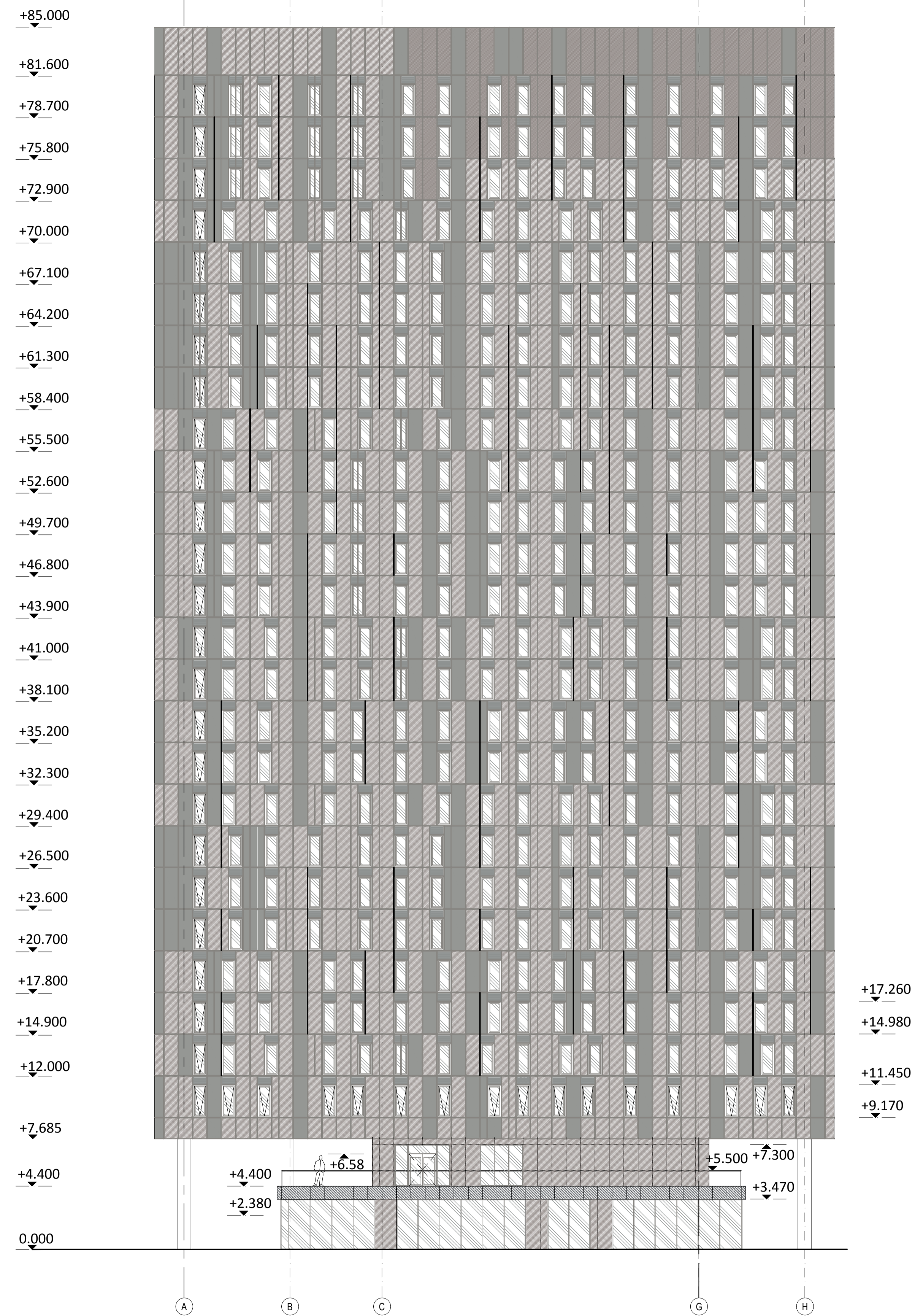
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
SSM-5	Studentas I. Kupčiūnaitė Vadovas R. Bistrickaitė Konsultant, G. Sukaitytė	Daugiafunkcinės paskirties pastato statybinų konstrukcijų dalies projektas
Pretapas	Statybinų konstrukcijų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	PASTATO PJŪVIS A-A; GARAZO PLANAS; ARCHITEKTŪRINĖS DETALĖS
MBD		2017-MBD-SK
		Laida 0
		Lapas 2
		Lapų 7

Fasadų 1-5
Mastelis 1:200



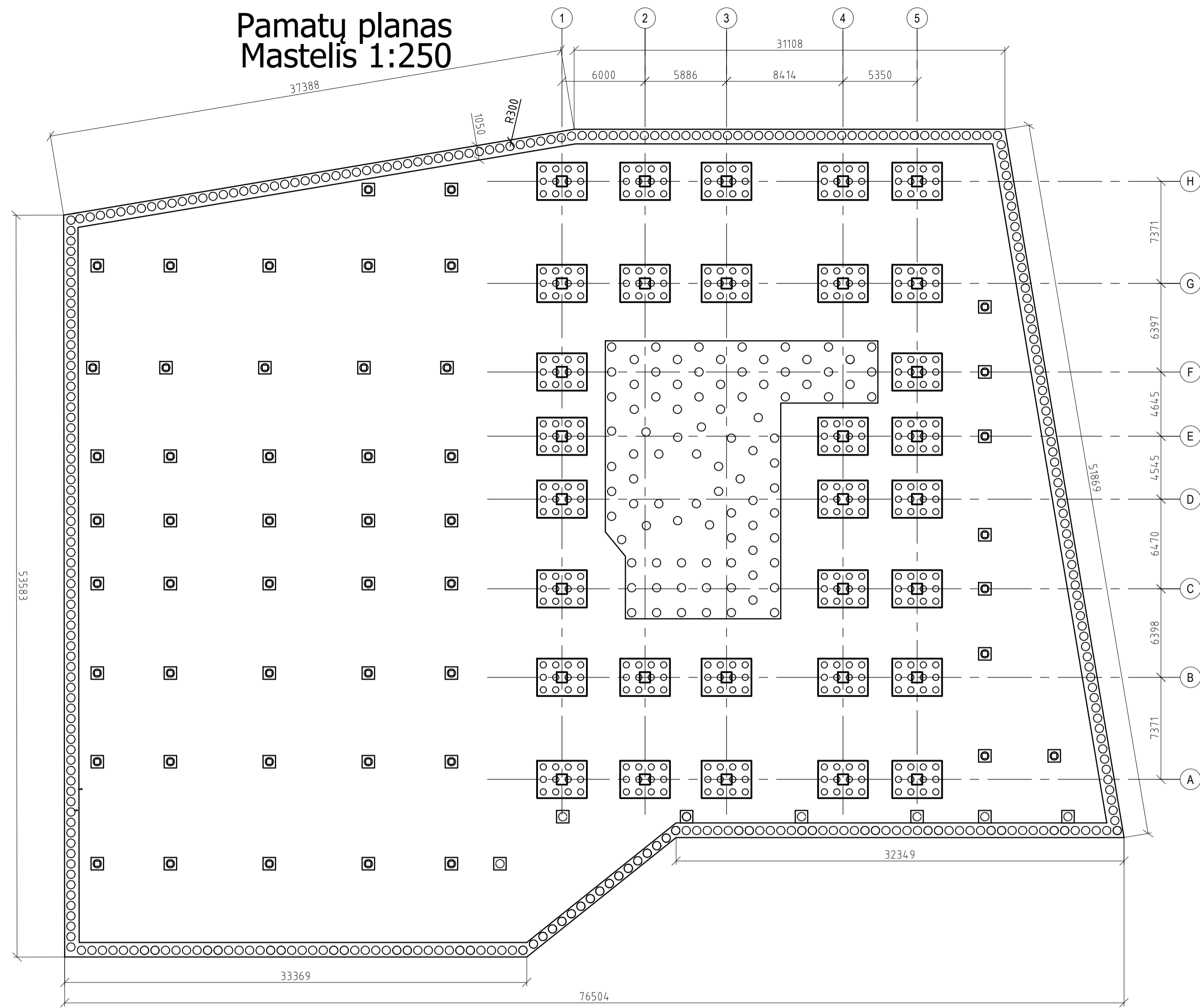
-  Skarda 3 mm dažyta - PYRITE 2525 YW207F
-  Skarda 3 mm dažyta - GRIS 29770 CHINE YX051F
-  Stiklas
-  Emalitinis stiklas
-  Ventiliacijos grotelės
-  Architektūrinis elementas

Fasadų A-H
Mastelis 1:200

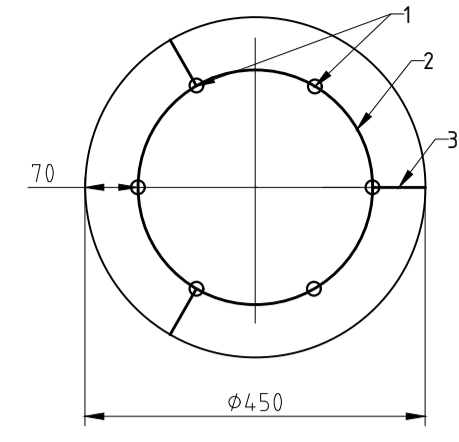


Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrantūros baigiamasis darbas		
SMM-5	Studentas	I. Kupčiūnaitė	2017-01-	Daugiafunkcinės paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas	
	Vadovas	R. Bistrickaitė	2017-01-		
	Konsultant.	G. Sukailytė	2017-01-		
				FASADAS 1-5, FASADAS A-H	Laida 0
Pretapas	Statybinių konstrukcijų katedra				Lapas 3
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2017-MBD-SK		Lapų 7

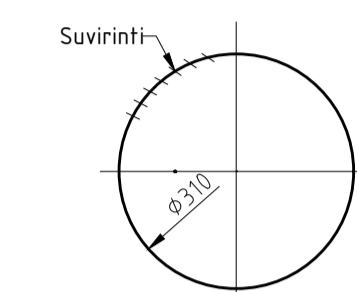
Pamatų planas Mastelis 1:250



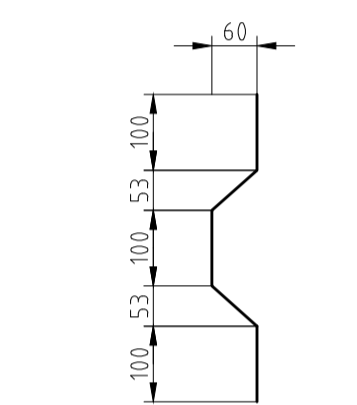
Pjūvis 3-3 Mastelis 1:10



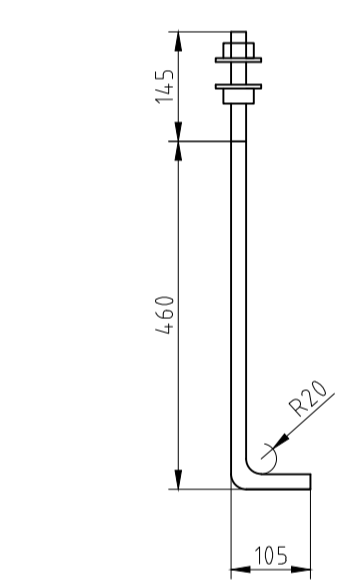
Poz. 2 Mastelis 1:10 L=974 mm



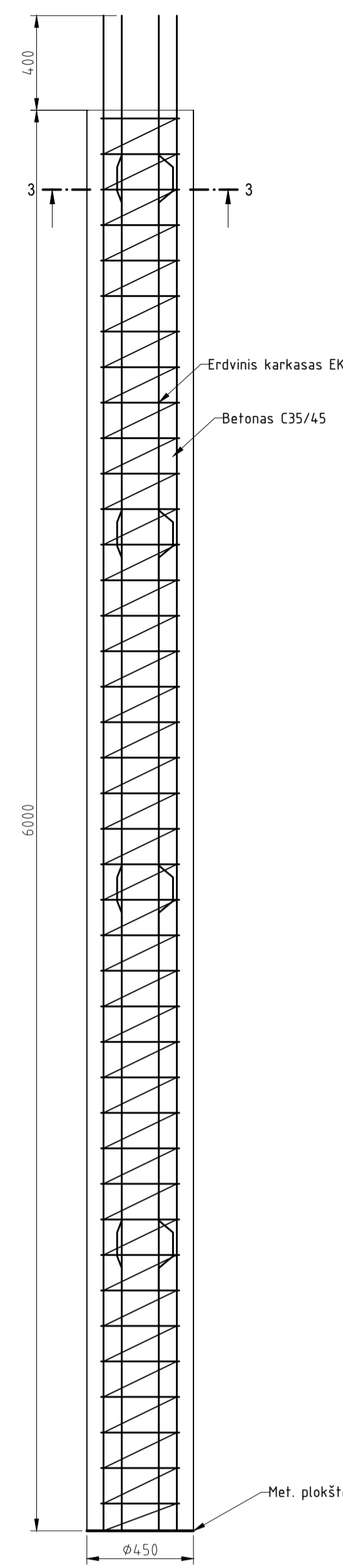
Poz. 3 Mastelis 1:10 L=460 mm



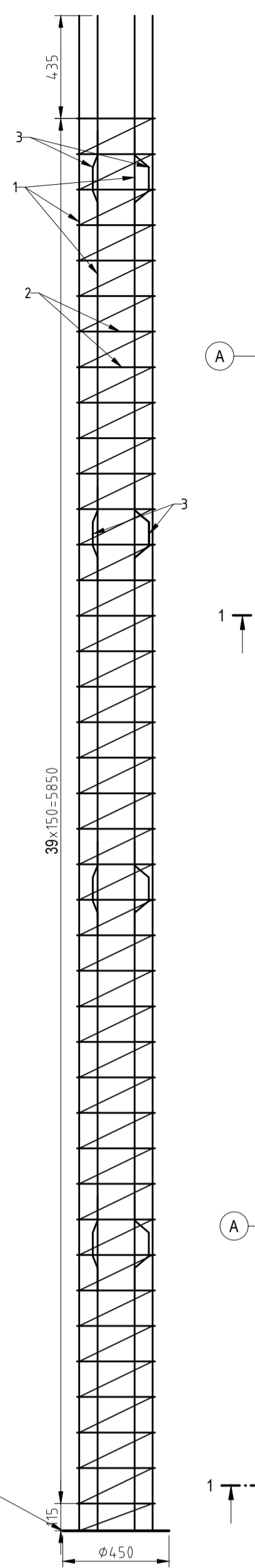
Inkarinis varžtas V-1 Mastelis 1:10 L=460 mm



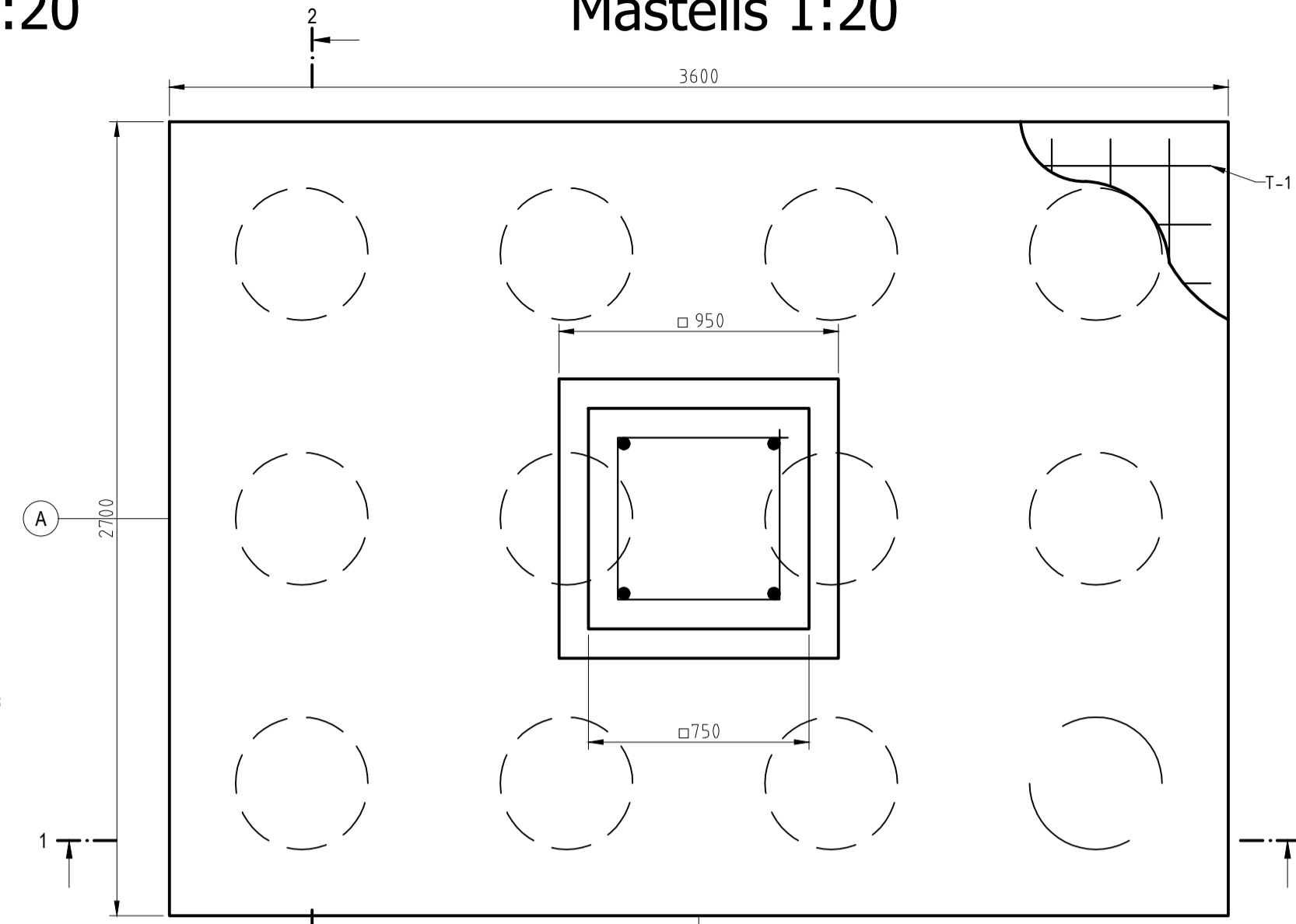
Spraustinis polis SP-1 Mastelis 1:20



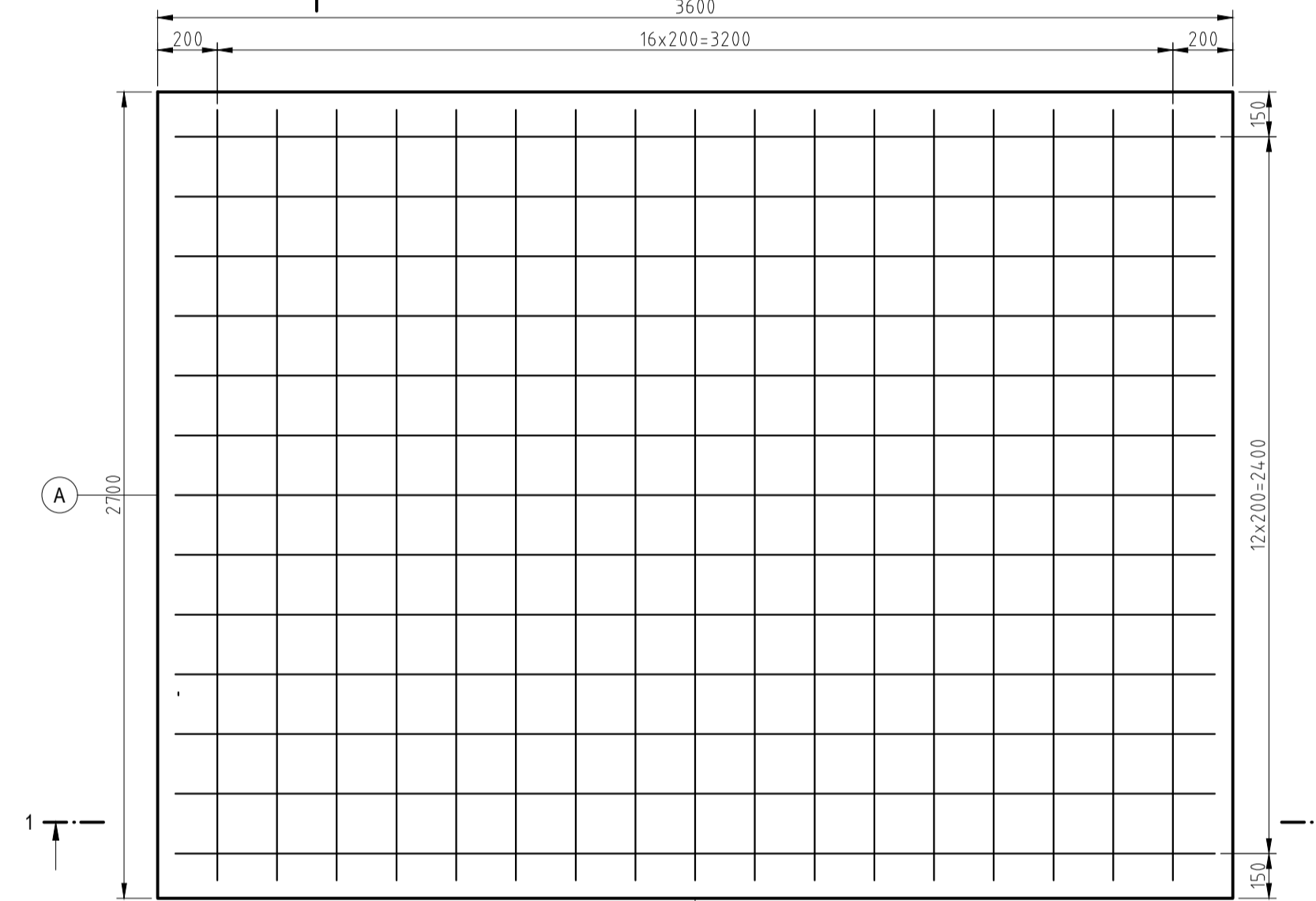
EK-1 Mastelis 1:20



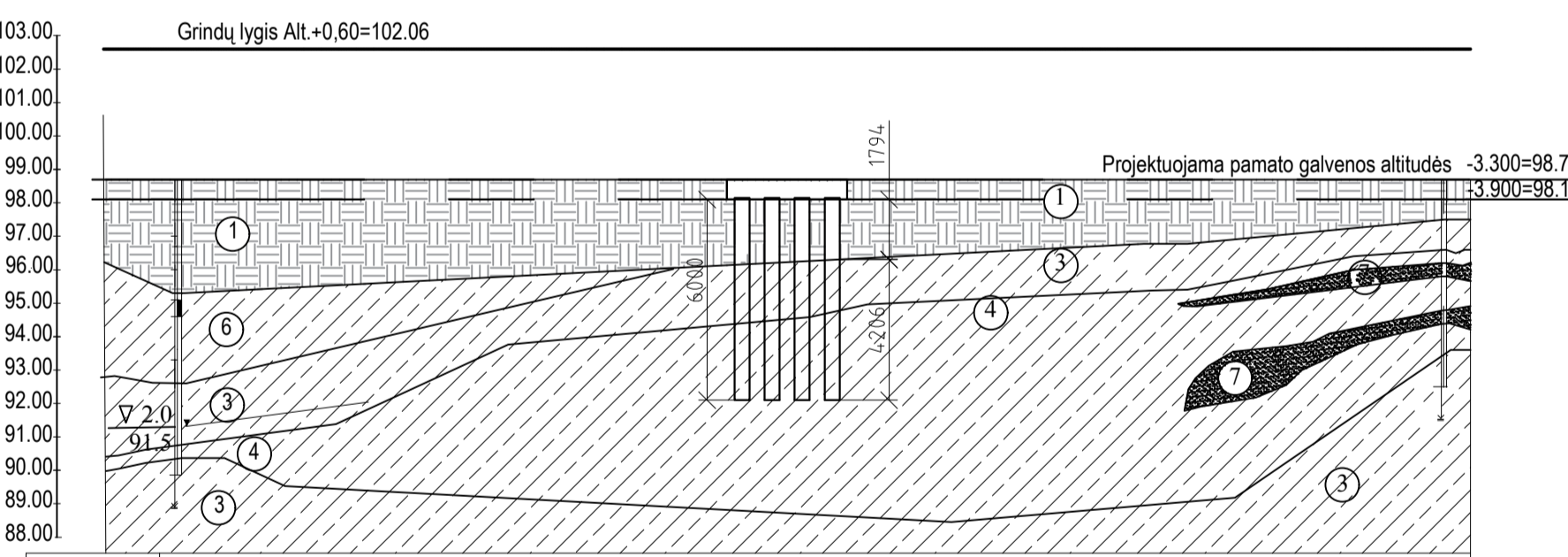
Pamatas A-4 Mastelis 1:20



Armatūros tinklas T-1 Mastelis 1:20



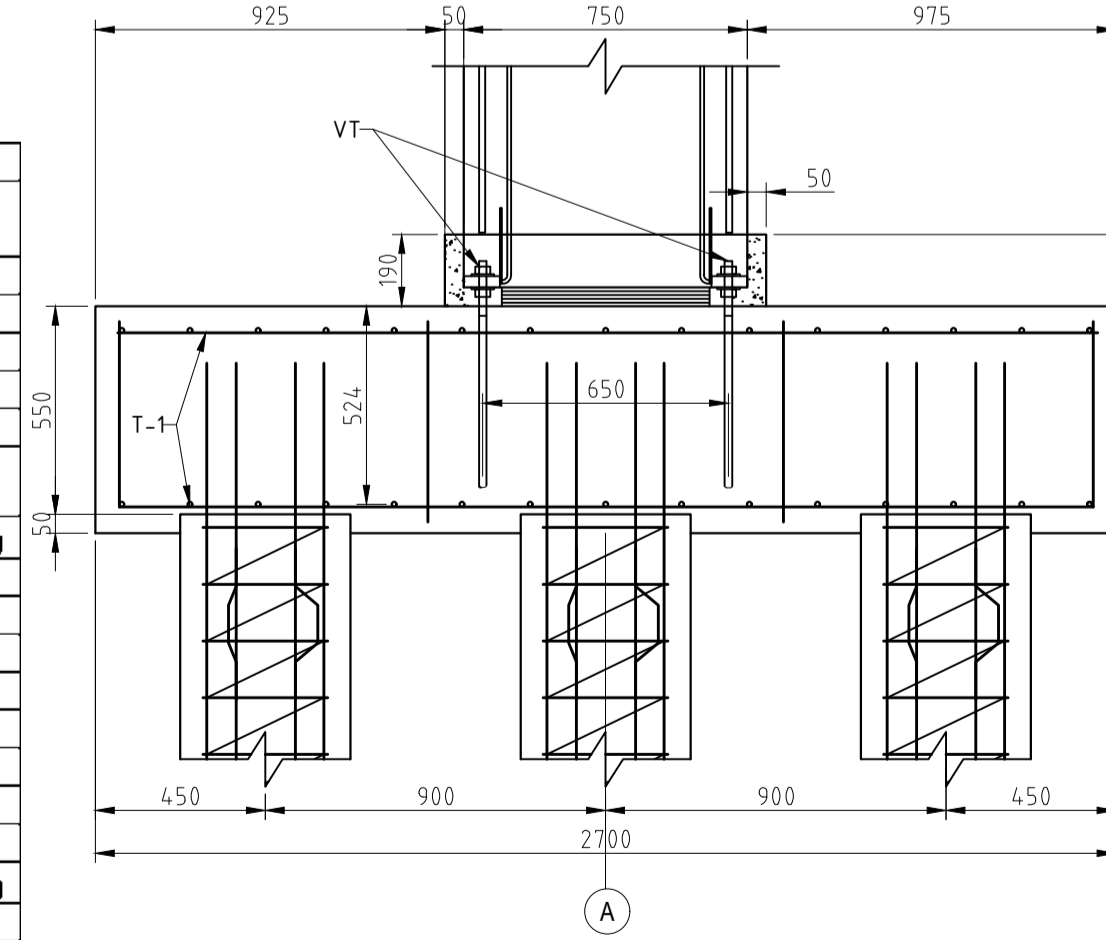
Išlyginto sklypo geologinis pjūvis 5-4 Mastelis 1:200



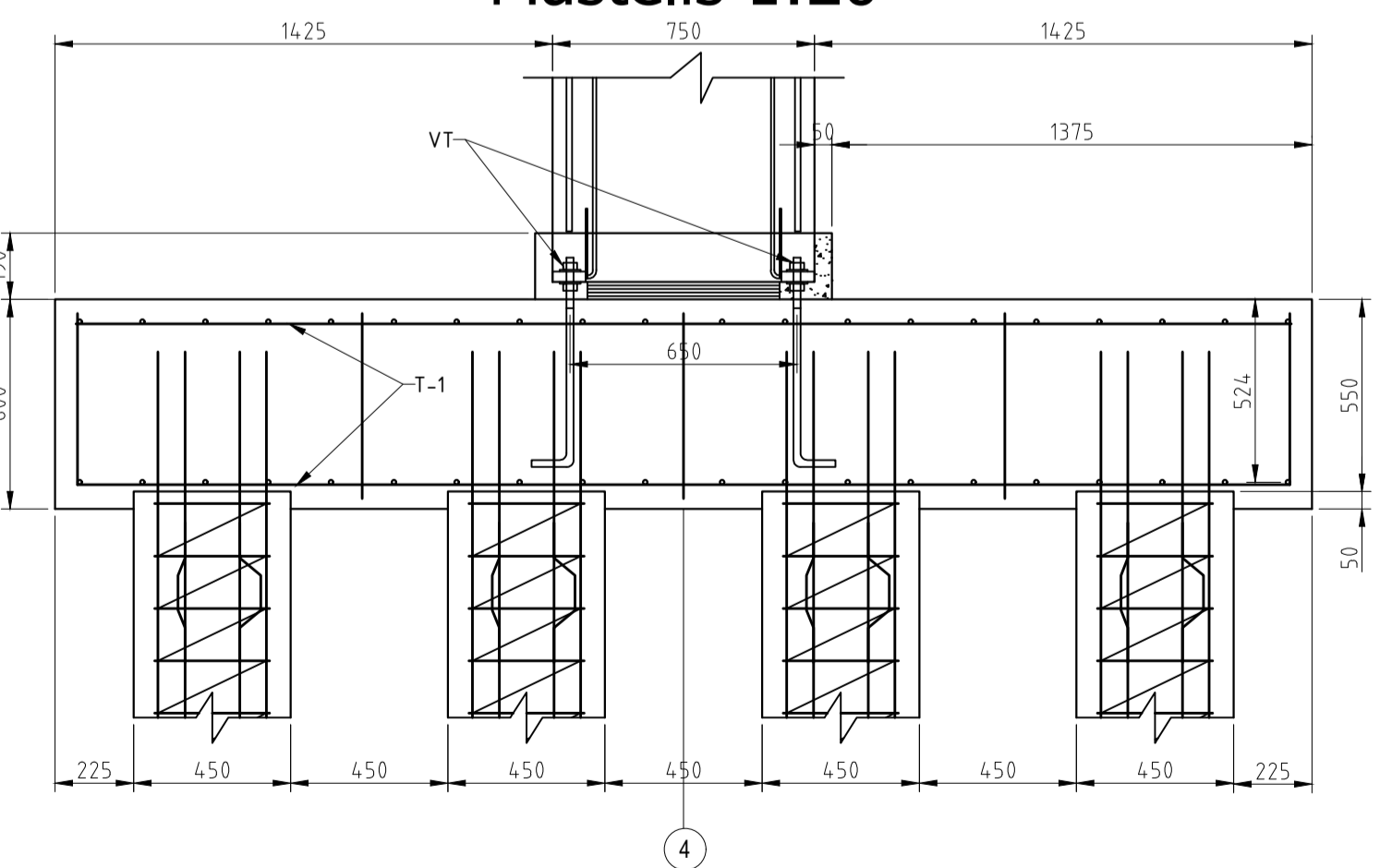
Gręžinio Nr. 7(SZ-7)		4(SZ-4)										
Atstumas, m		125.80										
Altitudė, m		123.00										
Geologinis indeksas	Grunto aprašymas	Sukimo gylis, m	Altitudė	Sukimo stipsnis, m	Stulpelis	Pasirobė	Nuosi stovio	Maksimalus	qs MPa	Eq MPa	φ, laip.	Pagal SZ duomen.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1A	Asfaltas 0.1 m, skalda, žvyras 0.1-0.5 m	0.5	125.30	0.5				9 V 0,0	10	11	12	13
tiV	Pilnis gruntas smėlingas molingas dukis su žvyru, smėlio lešiais, organikos priemaiša	3.0	122.80	2.5			nesukintas		8.85	3.2	-	-
gtIII	3	Moreninis smėlingas dukingas	3.9	121.90	0.9				2.0	22.0	-	-
	4	Molis, rudas vidutinio stiprumo, su smėlio lešiais,	4.3	121.50	0.4				3.3	31.6	-	-
	7	nuo 3.9m stiprus, itin. 4.3-4.7 ir 5.7-6.1m smulkus smėlis tankus nuo 6.5m	4.7	121.10	0.4				22.3	43.9	37*	-
	4	moreninis smėlingas dukingas	5.7	120.10	1.0				3.3	31.6	-	-
	4	moreninis smėlingas dukingas	6.1	119.70	0.4				22.3	43.9	37*	-
	3	molis rudas, vidutinio stiprumo	6.5	119.30	0.4				3.3	31.6	-	-
	3	nuo 6.9m pilkas, stiprus	6.9	118.90	0.1				2.0	22.0	-	-
	4		8.0	117.80	1.1				3.3	31.6	-	-

Medžiagų kiekiai					
Posicija	Žymėjimas	Pavadinimas	Kiekis vnt.	Svoris	Pastabos
				kg	Viso: kg
		Galvena G-1 3600x2700x600	1		
		Tinklas T-1	2		
1	LST EN ISO 15630-1:2011	Armatūra S500 φ12 L=2580	17	0.888	15.096
2	LST EN ISO 15630-1:2011	Armatūra S500 φ12 L=3480	13	0.888	11.544
		Armatūra S500			53.28
V-1	EN ISO 4032/EN 24032	Peiko inkariniai varžtai M20 Klase 10.9 L=460 mm	4	1.4	5.6
	LST EN 206-1:2002	Betonas C30/37	5.832 m ³	14580	Betono 1 m ³ svoris 2500 kg
		Visas galvenos svoris			14638.9
		Praustinis polis SP-1 φ450 L=6000	1		
		Erdvinis karkasas EK-1	1		
1	LST EN ISO 15630-1:2011	Armatūra S500 φ16 L=6400	6	1.578	9.47
2	LST EN ISO 15630-1:2011	Armatūra S500 φ8 L=974	39	0.359	14.00
3	LST EN ISO 15630-1:2011	Armatūra S500 φ8 L=460	12	0.359	4.31
		Armatūra S500			27.78
	KST EN 10025-2	S235	1	13.5	13.50
		Betonas C30/37	0.95 m ³	2385.65	Betono 1 m ³ svoris 2500 kg
		Visas sprausstinio polio svoris			2426.92

Pjūvis 2-2 Mastelis 1:20



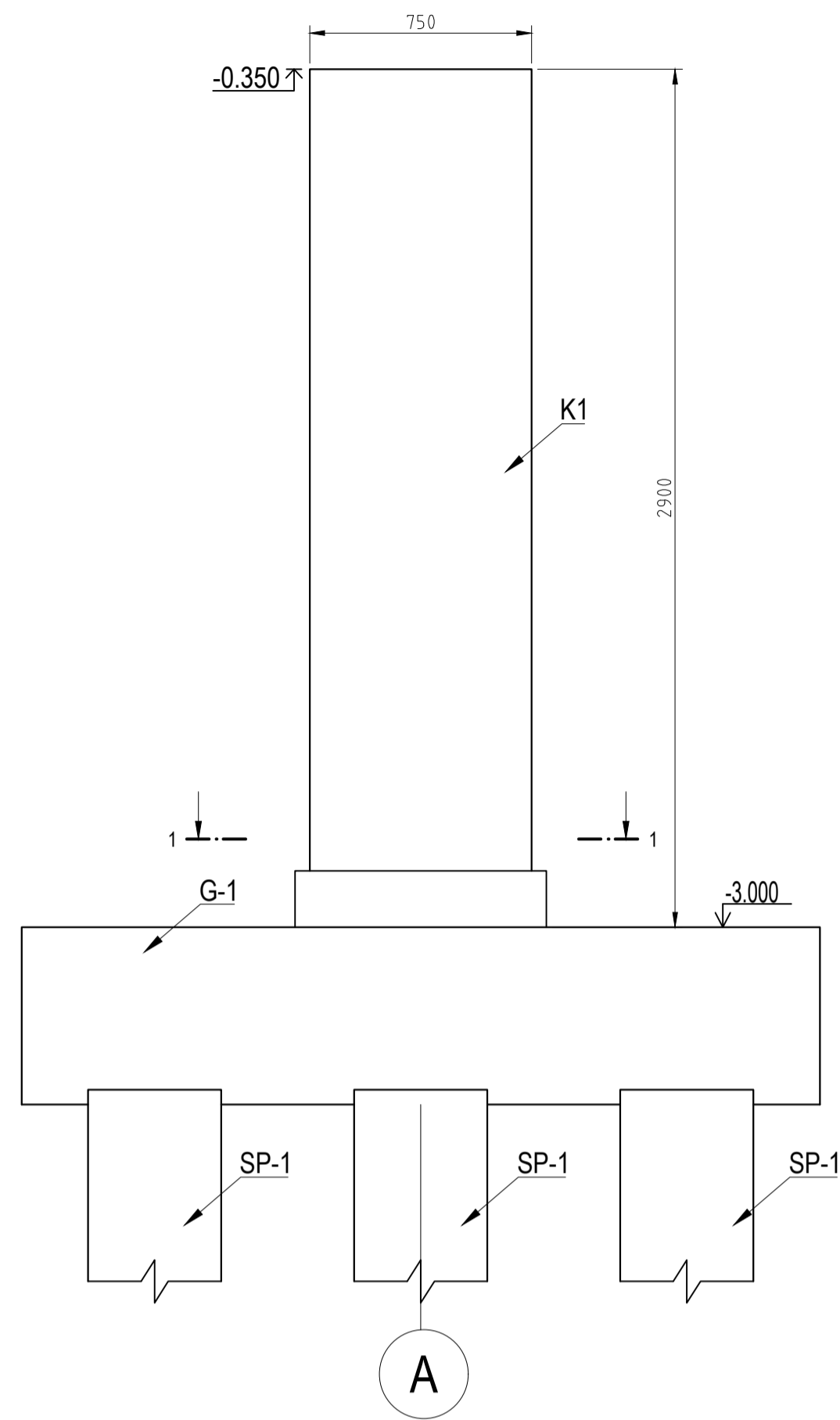
Pjūvis 1-1 Mastelis 1:20



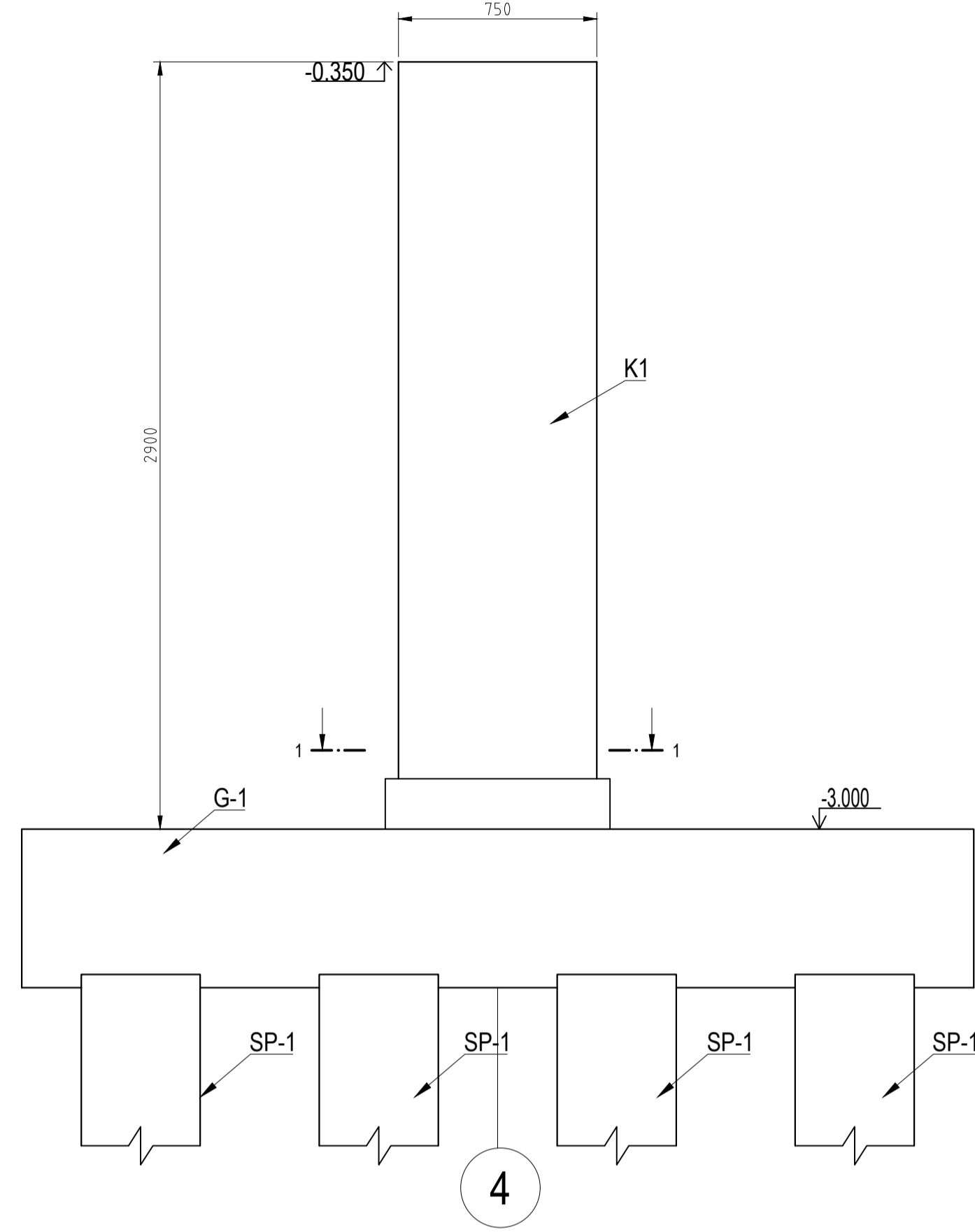
- PASTABOS:
- Galvenos betono klase C30/37 pagal LST EN 206-1:2002.
 - Matmenys duoti milimetrais.
 - Medžiagų kiekiai pozicijose EK-1 ir T-1 paskaičiuoti vienam elementui.
 - Spraustinių polių betono klase C30/37 pagal LST EN 206-1:2002.
 - Suvirinimą vykdyti pusautomatiškai pagal LST EN ISO 17660-1:2006 ir LST EN ISO 17660-2:2006.
 - Medžiagų kiekiai pateikti vienam poliui.

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrantūros baigiamasis darbas	
SSM-5	Studentas	L. Kupčiūnaitė	2017-01-	Daugiafunkcinės paskirties pastato statybinį konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas	R. Bistrickaitė	2017-01-	
	Konsultant	G. Sukaitytė	2017-01-	
				PAPATŲ PLANAS; PAMATAS A-4; A: IŠILGINIS SKLYPO GEOLOGINIS PJŪVIS 5-4
Pr. etapas	Statybinį konstrukcijų katedra			Laida
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			O
				Lapas Lapų
				2017-MBD-SK
				4 7

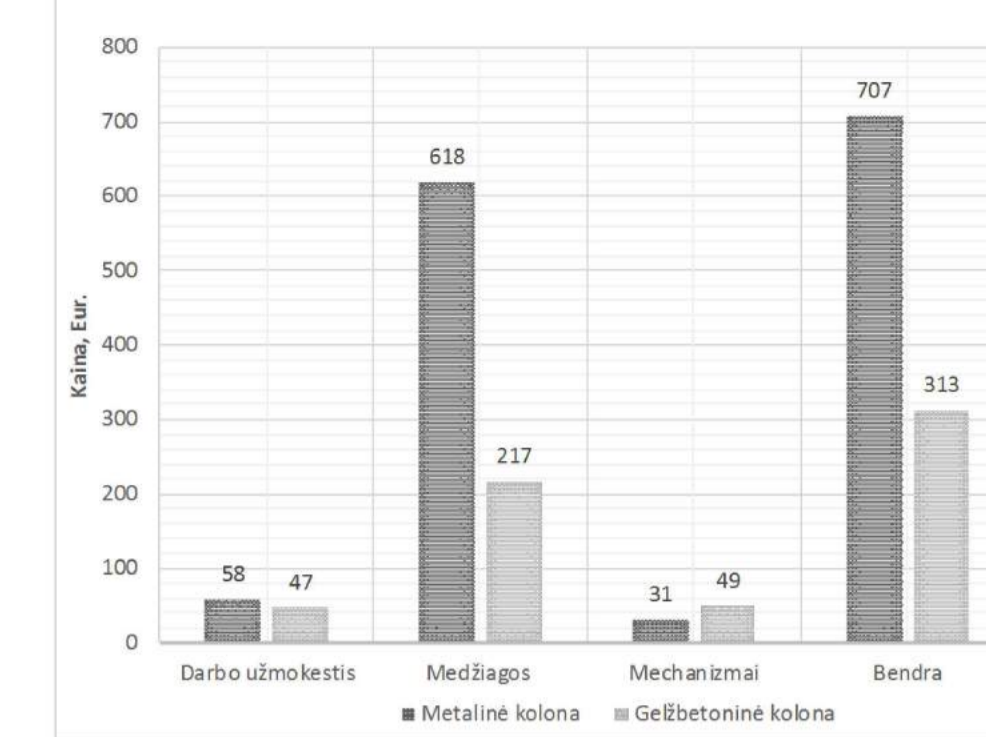
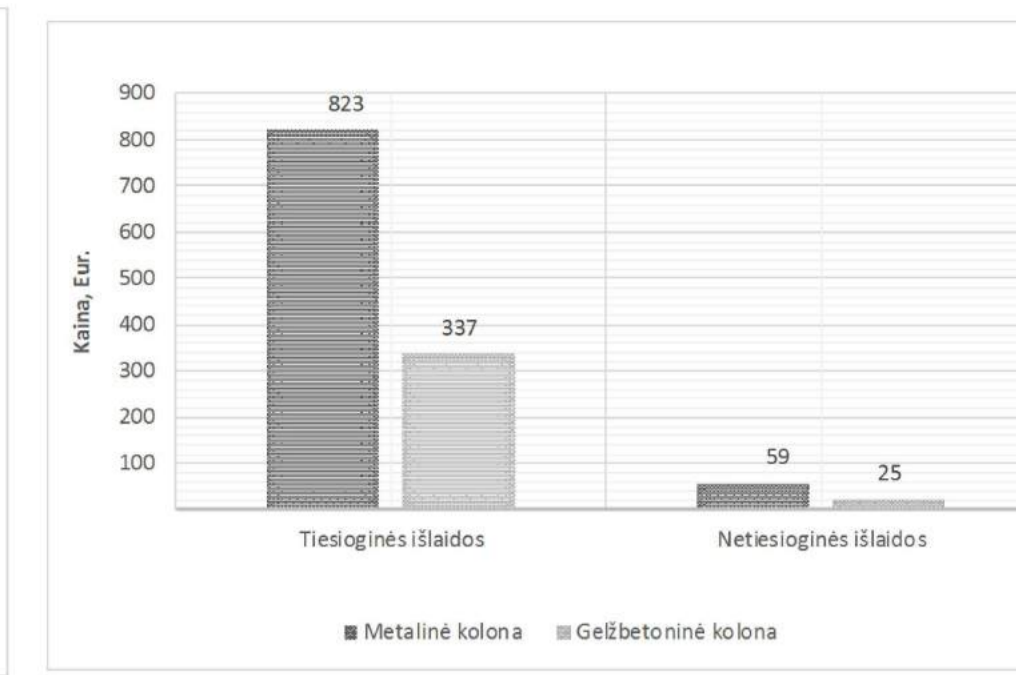
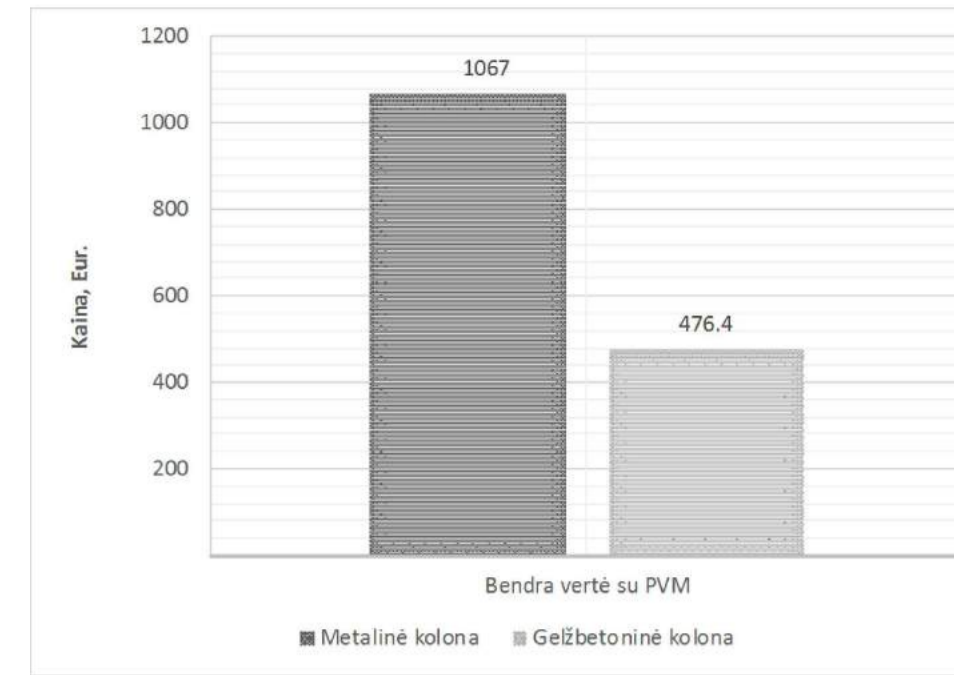
Gelžbetoninė kolona Mastelis 1:20



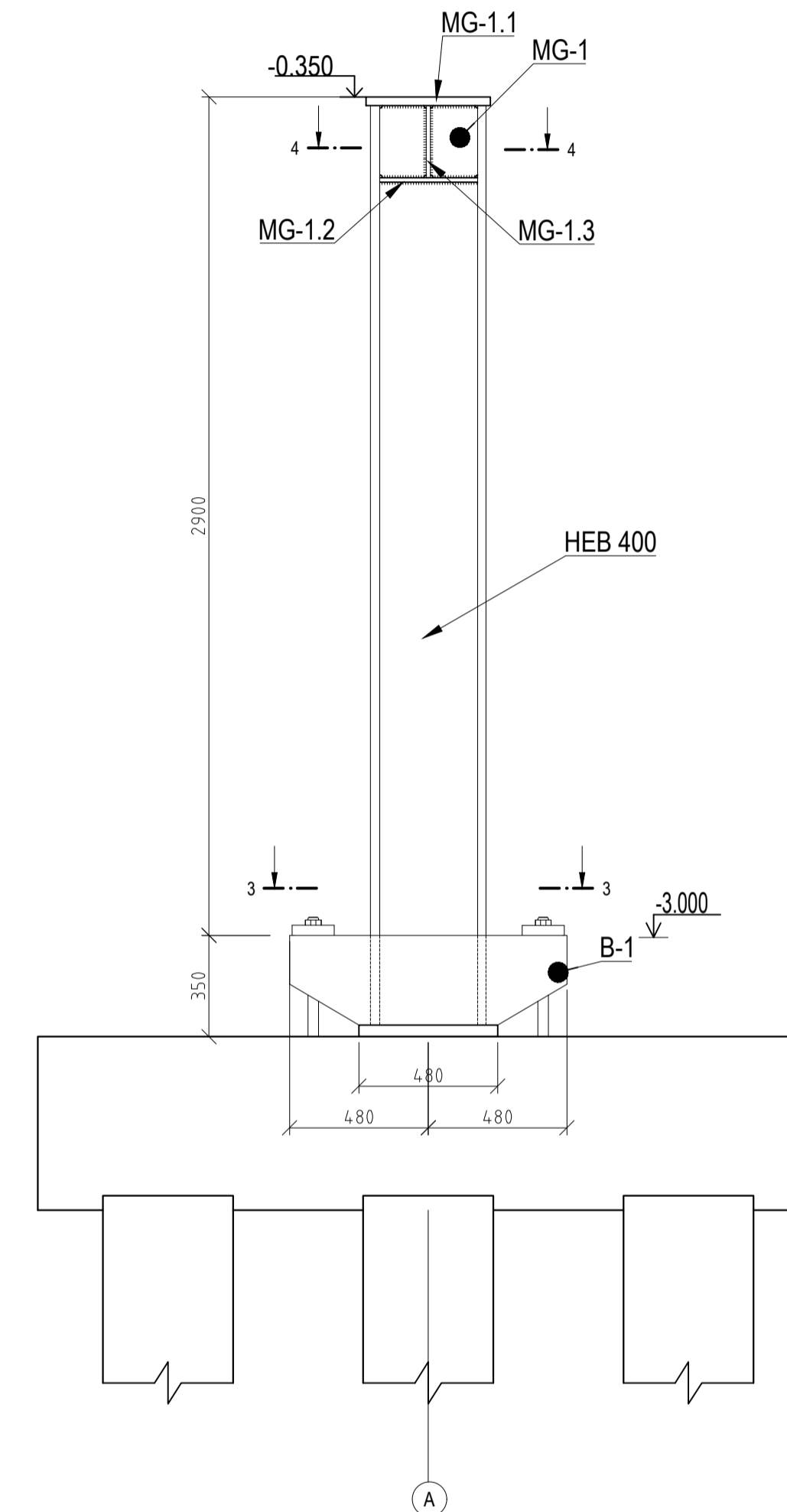
Gelžbetoninė kolona Mastelis 1:20



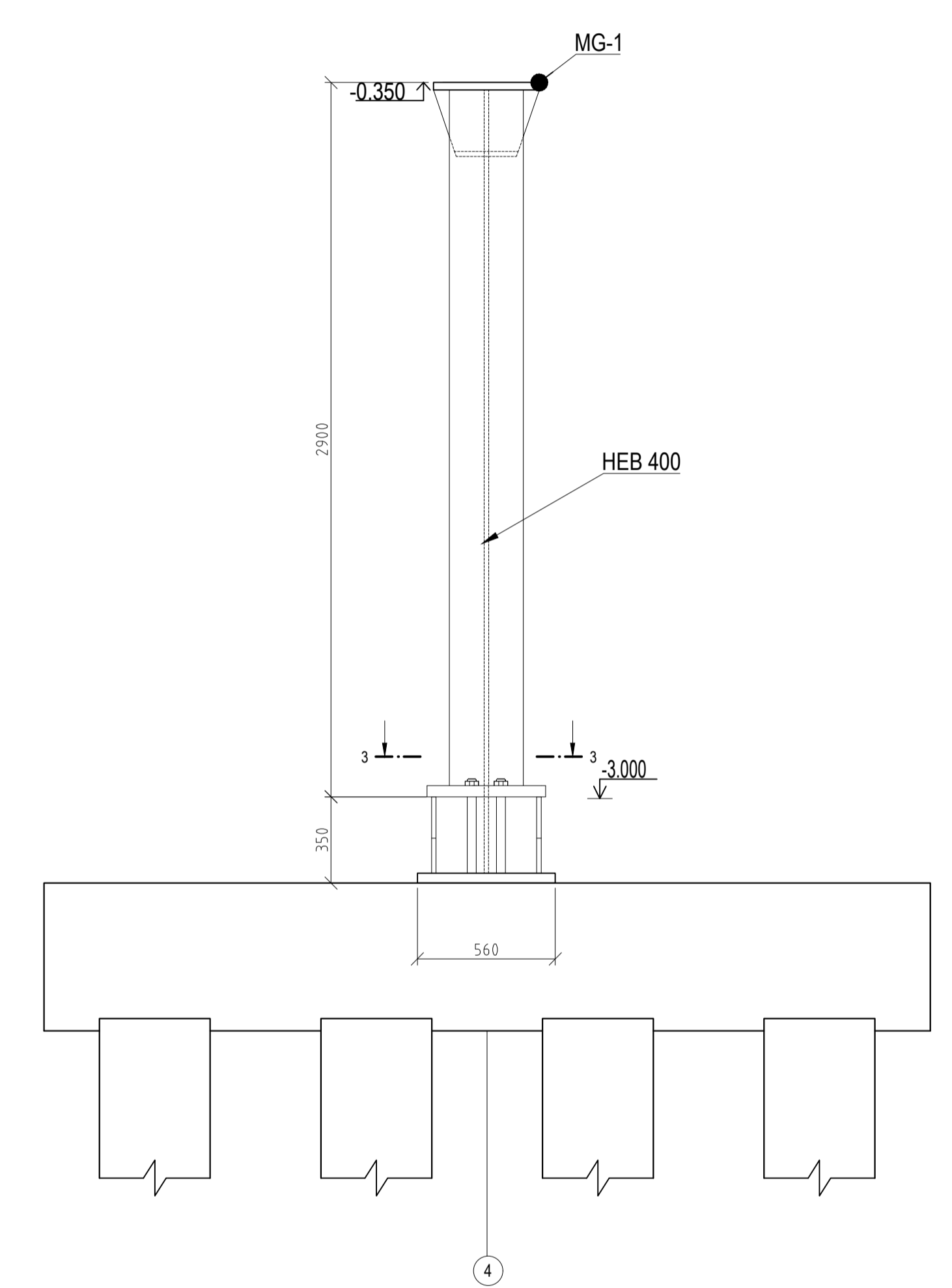
Ekonominis kolonų palyginimas



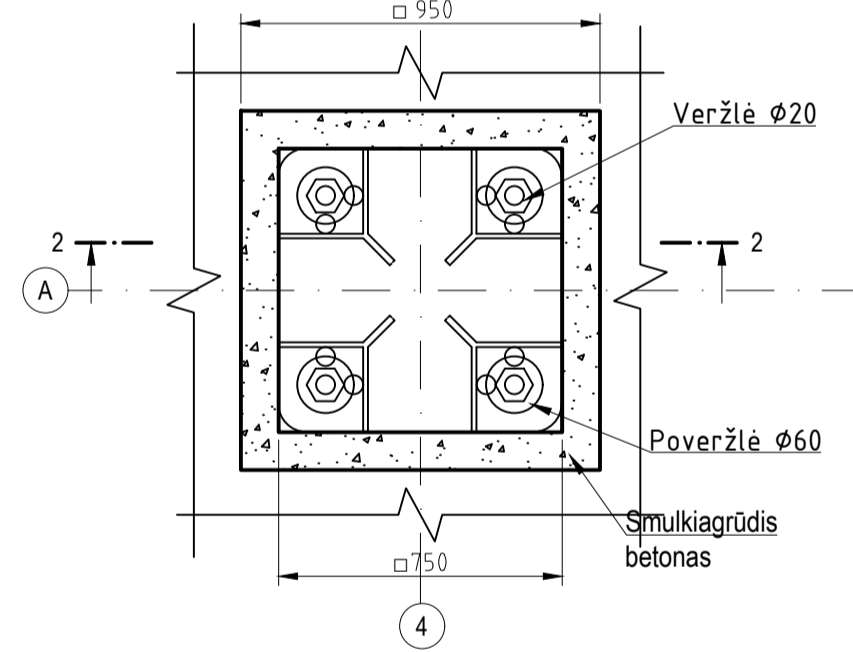
Metalinė kolona Mastelis 1:20



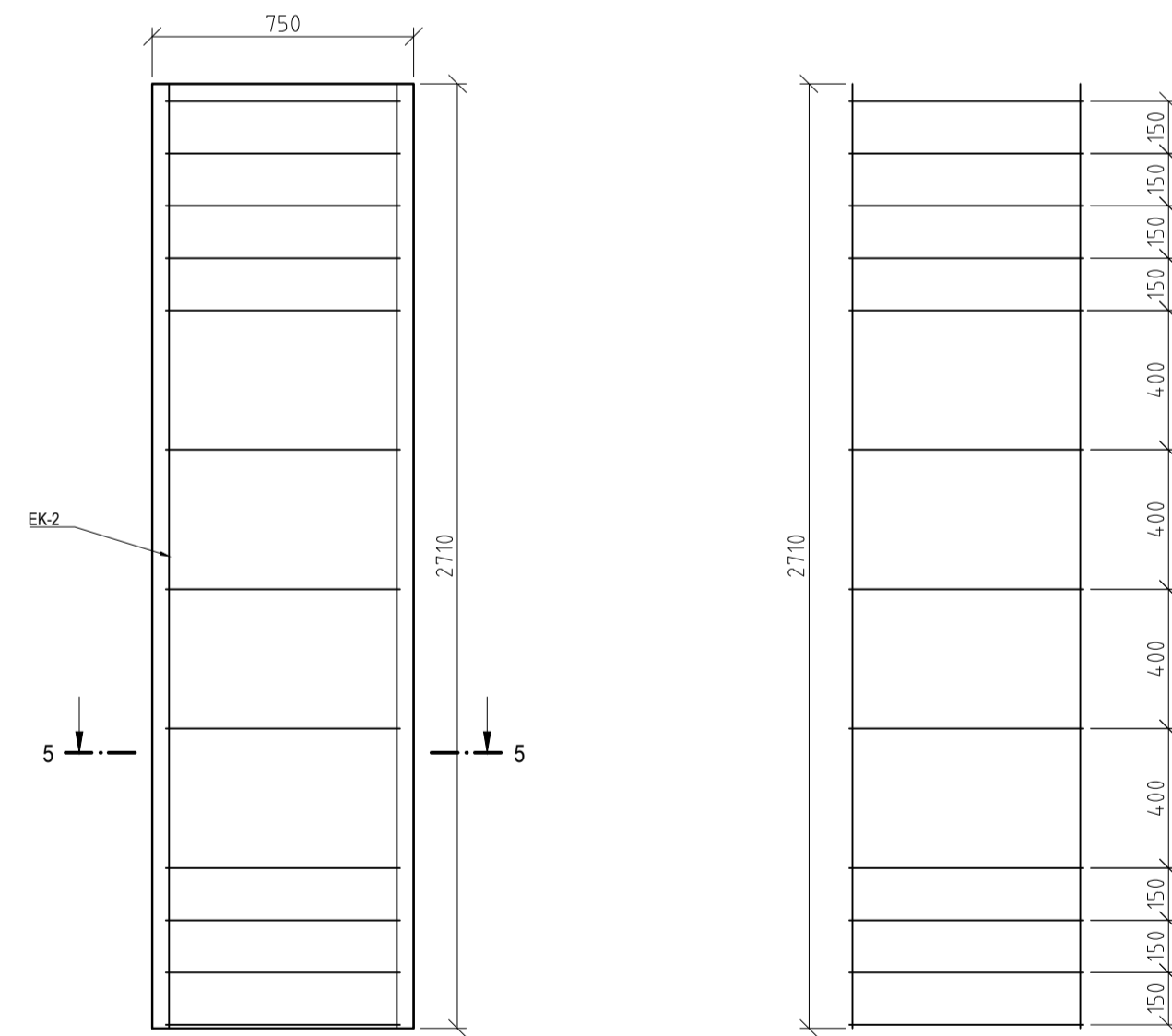
Metalinė kolona Mastelis 1:20



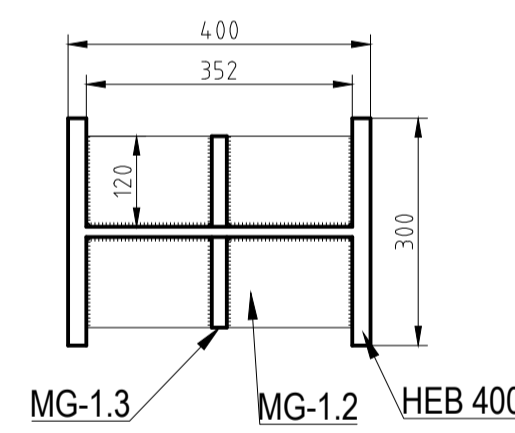
Pjūvis 1-1 Mastelis 1:20



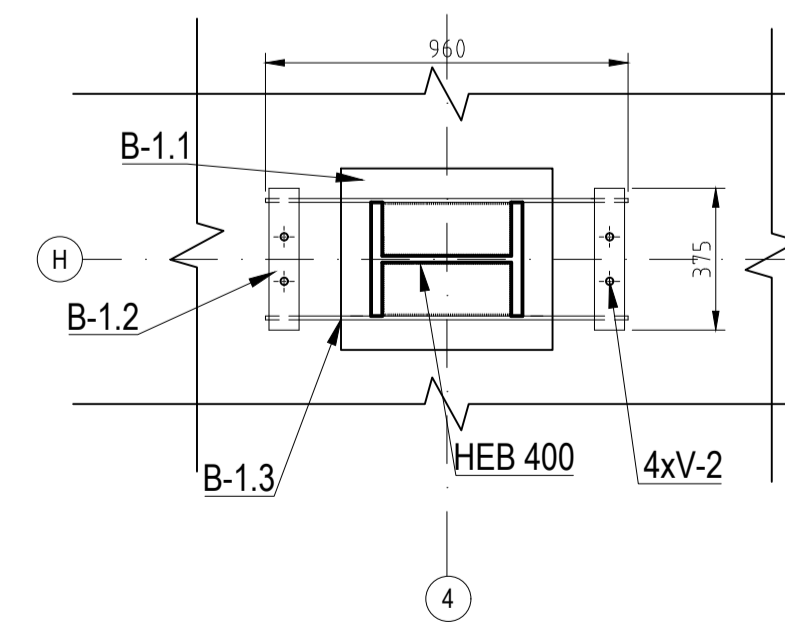
Gelžbetoninė kolona K1 Erdvinis karkasas EK-2 Mastelis 1:20



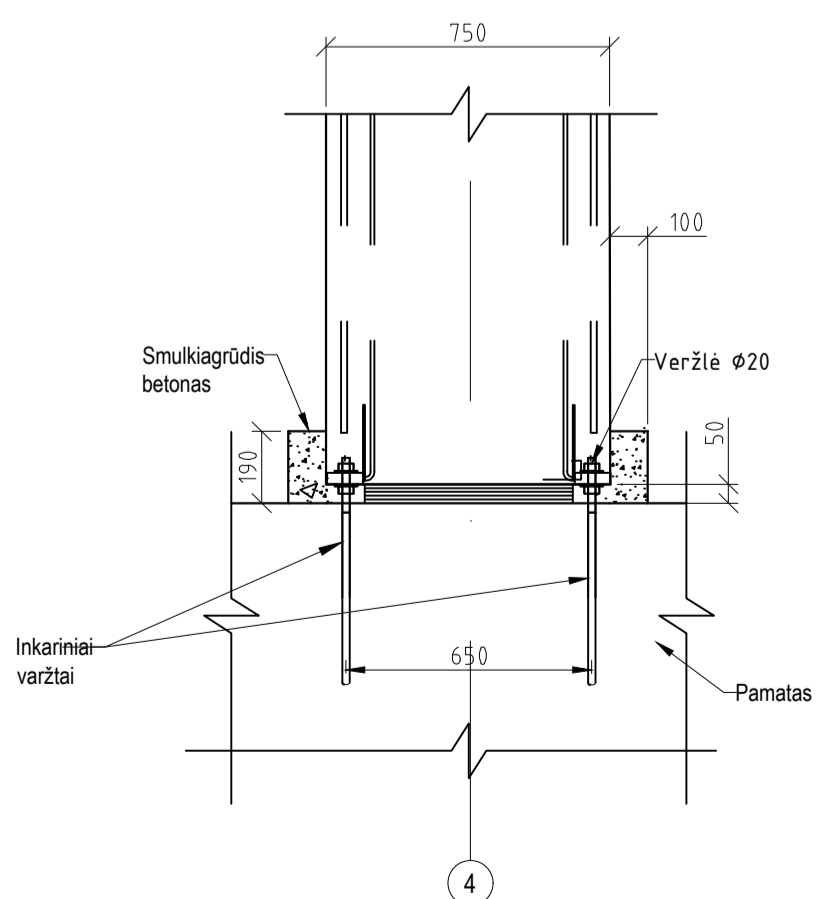
Pjūvis 4-4 Mastelis 1:10



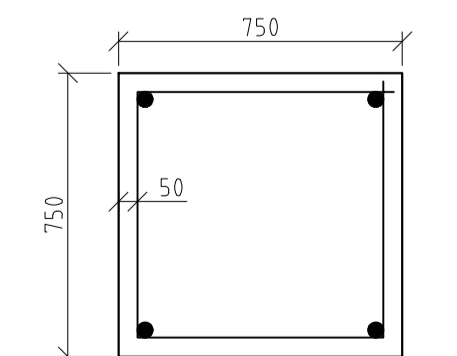
Pjūvis 3-3 Mastelis 1:20



Pjūvis 2-2 Mastelis 1:20



Pjūvis 5-5 Mastelis 1:20



Pastabos:

- Kolonai naudojami betonas C20/25
- Pamato galvenai naudojamas betonas C30/37
- Tinkų ir stypynų armatūra sujungijama kontaktiniu suvirinimo būdu
- Naudojami armatūros S400 ir S500
- Išilginė kolonos jėga sandoroje perduodama centruojančiomis penkiomis plokštelėmis, kurių matmenys 100x100x10

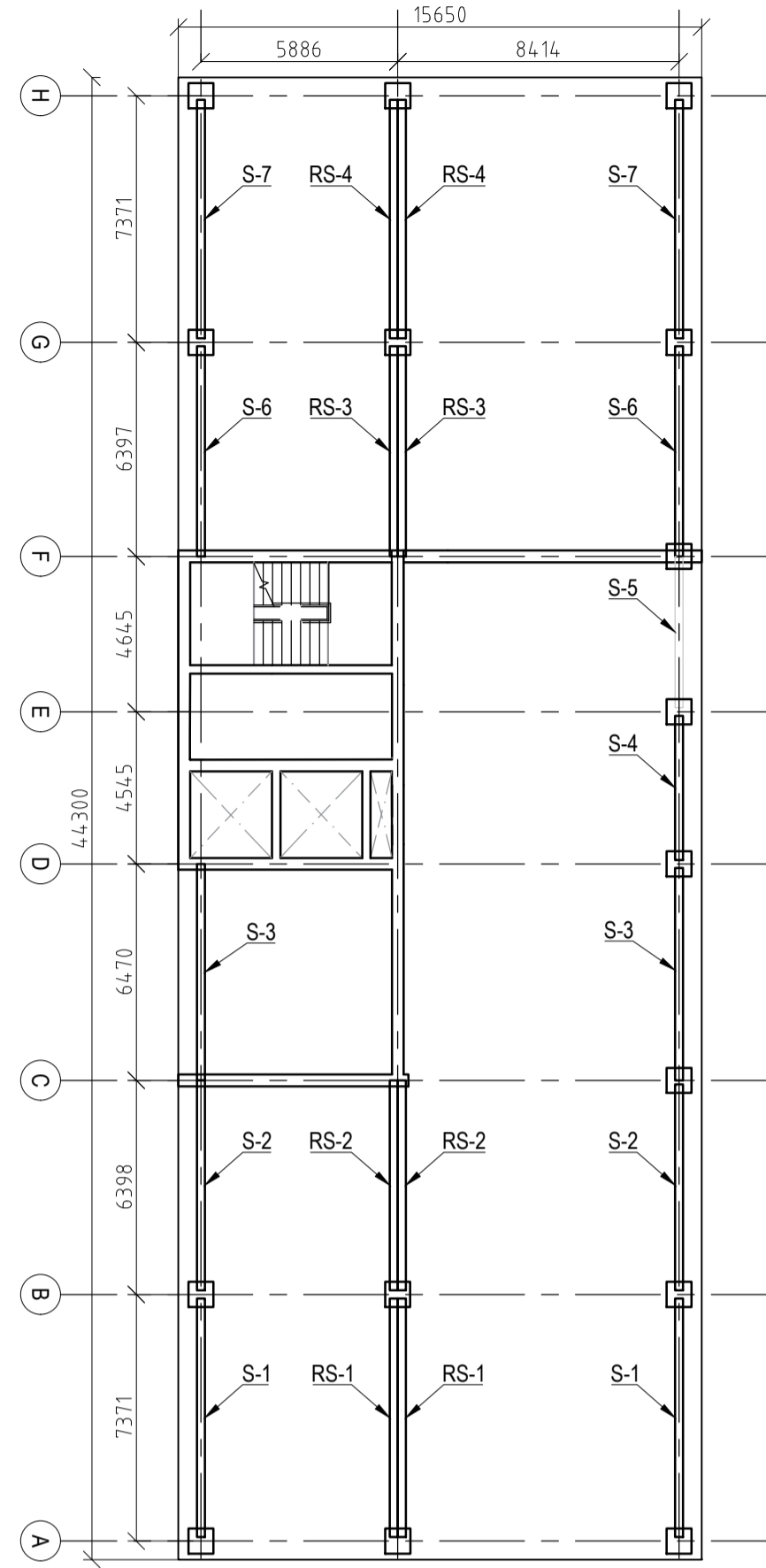
Pastabos:

- Konstrukcijų plienas S450J0.
- Aframėnė briauna ir travesa prie kolonos virinama automatiškai būdu, elektrodu G55, d=2mm. Kolonos galvenos atraminė briauna privirinama pusiau automatiškai būdu, elektrodais G55, d=1,4mm.
- Prieš virinant elementai turi būti nuvalomi nuo korozijos, sniego ir kt. nešvarumų.
- Pamatų betonas C30/37
- Matmenys duoti milimetrais.
- Medžiagų kiekiai paskaičiuoti vienam elementui.

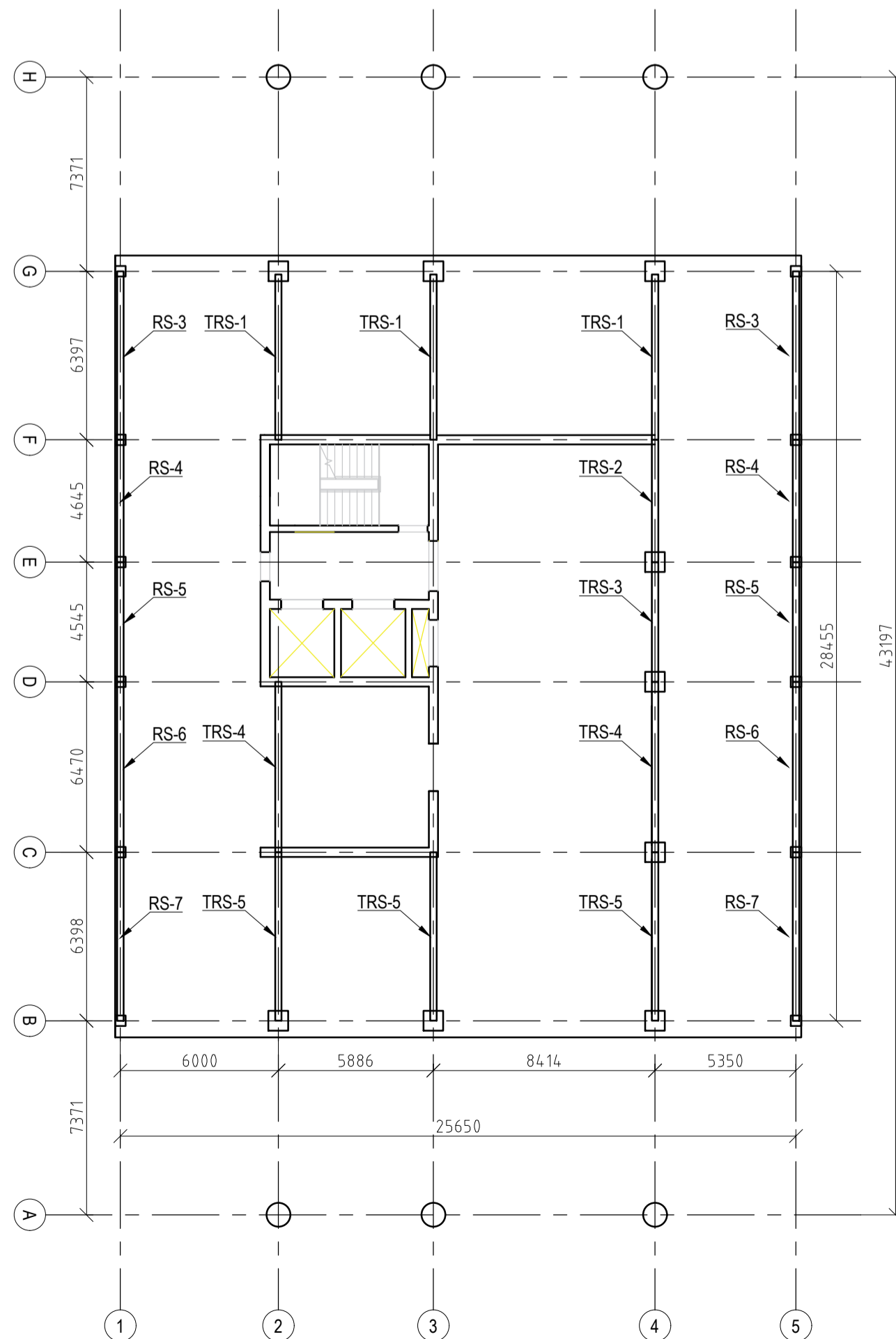
Pozicija	Žymėjimas	Pavadinimas	Svoris		Pastabos
			Kiekis vnt.	kg	
		Kolona K-1 750x750	1		
		Erdvinis karkasas EK-1	1		
1	LST EN ISO 15630-1:2011	Armatūra S500 Ø20 L=2710	4	2 466	26.20
2	LST EN ISO 15630-1:2011	Armatūra S500 Ø8 L=2656	14	0 359	13.35
		Armatūra S500			39.55
V-1	EN ISO 4032/EN 24032	Peiko inkariniai varžtai M20 Klasė 10.9 L=560 mm	4	1.7	6.80
	LST EN 206-1:2002	Betonas C20/25	1.63 m³		4078.13
		Bendras kolonos svoris			4124.47
		Metalinė kolona HEB400 L=3250	1	503.75	503.75
		Galvena MG-1	1		
MG-1.1	LST EN 10025-2	Galvenos plokštė 430x430x30 mm	1	4.354	43.54
MG-1.2	LST EN 10025-2	Skersinė sastanda 352x120x20	2	6.63	13.26
MG-1.3	LST EN 10025-2	Atraminė briauna 250x120x20	1	4.71	47.1
		S450J0			61.52
		Bazė B-1	1		
B-1.1	KST EN 10025-2	Pado plokštė 480x560x40	1	84.40	84.40
B-1.2	KST EN 10025-2	Inkarinių varžtų plokštė 375x80x35	2	8.24	16.49
B-1.3	KST EN 10025-2	Statlakščiai 350x105x10	2	28.99	57.97
		S450J0			158.86
V-2	EN ISO 4032/EN 24032	Peiko inkariniai varžtai M20 Klasė 10.9 L=945 mm	4	2.36	9.45
		Bendras metalinės kolonos svoris			733.58

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistrantūros baigiamasis darbas
SSM-5	Studentas I. Kupčiūnaitė	Daugiafunkcinės paskirties pastato statybinį konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas R. Bistrickaitė	
	Konsultant G. Sukaitytė	
Prėtapas	Statybinį konstrukcijų katedra	GELŽBETONINĖS IR METALINĖS KOLONOS BRĖŽINIAI, EKONOMINIS KOLONŲ PALYGINIMAS
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	2017-MBD-SK
		Laida
		O
		Lapas
		5
		Lapų
		7

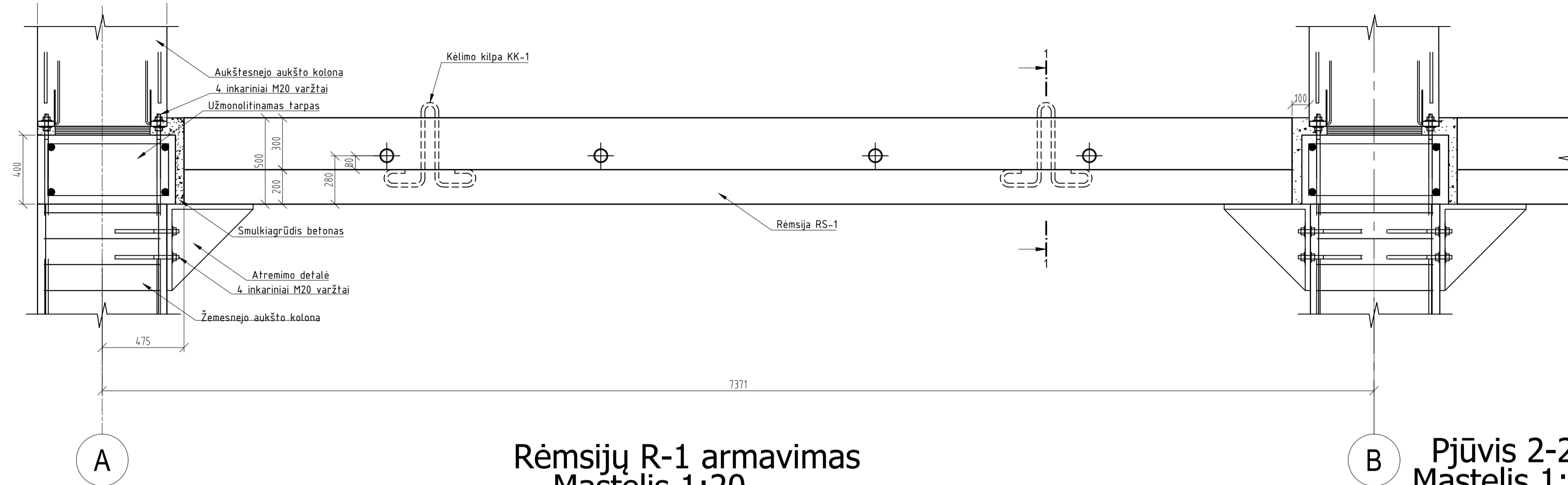
Tipinio aukšto rėmsijų planas
Mastelis 1:200



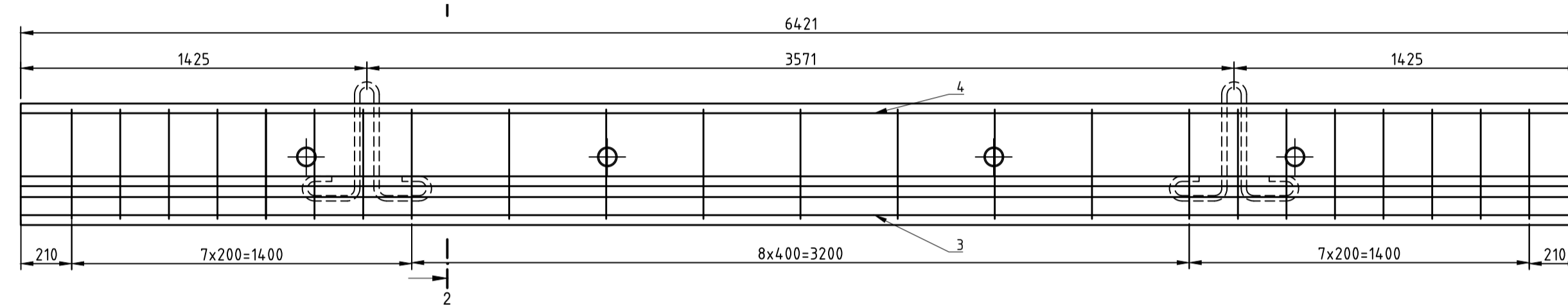
Antro aukšto rėmsijų planas
Mastelis 1:200



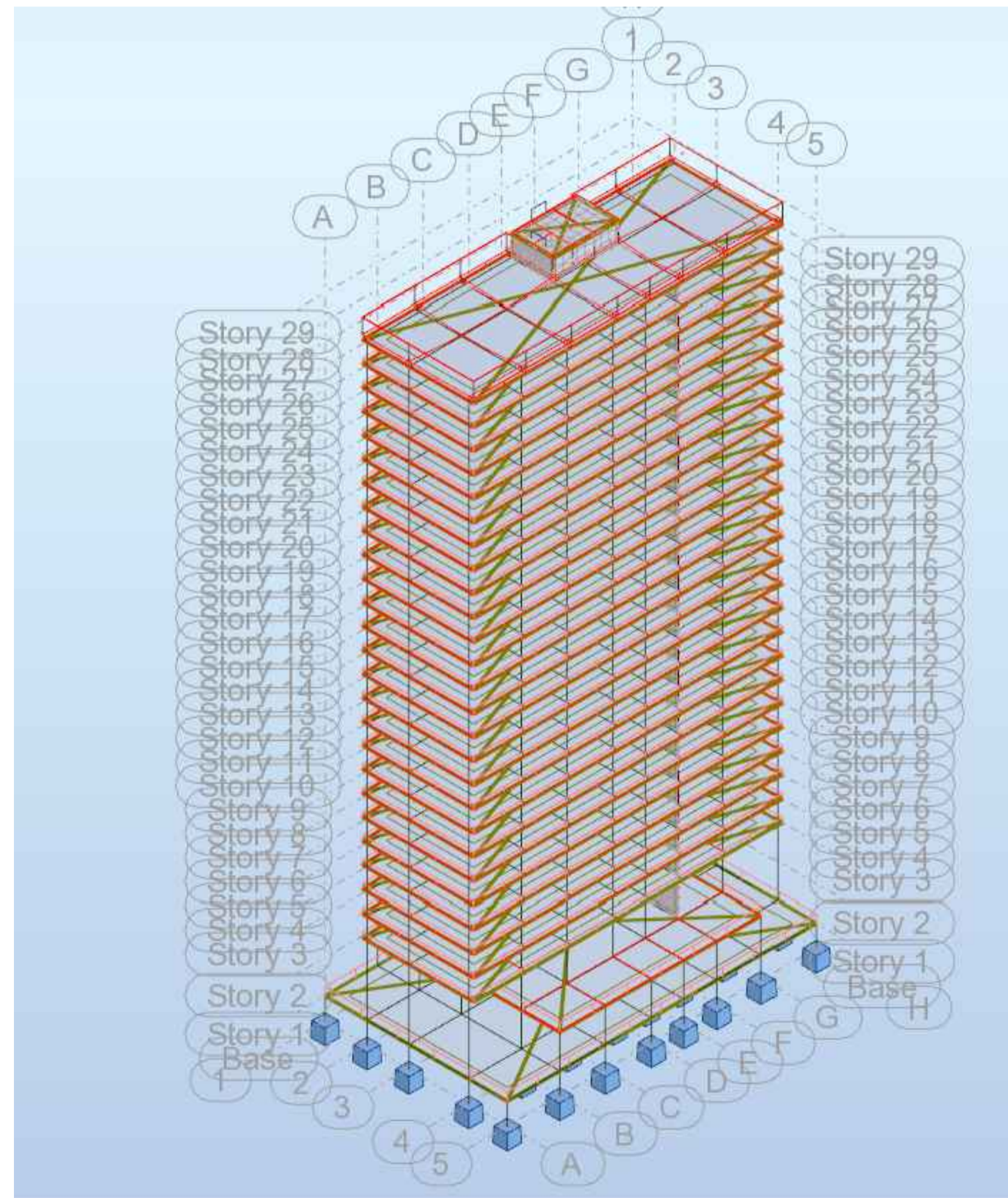
Rėmsijų RS-1 atrėmimas
Mastelis 1:20



Rėmsijų R-1 armavimas
Mastelis 1:20

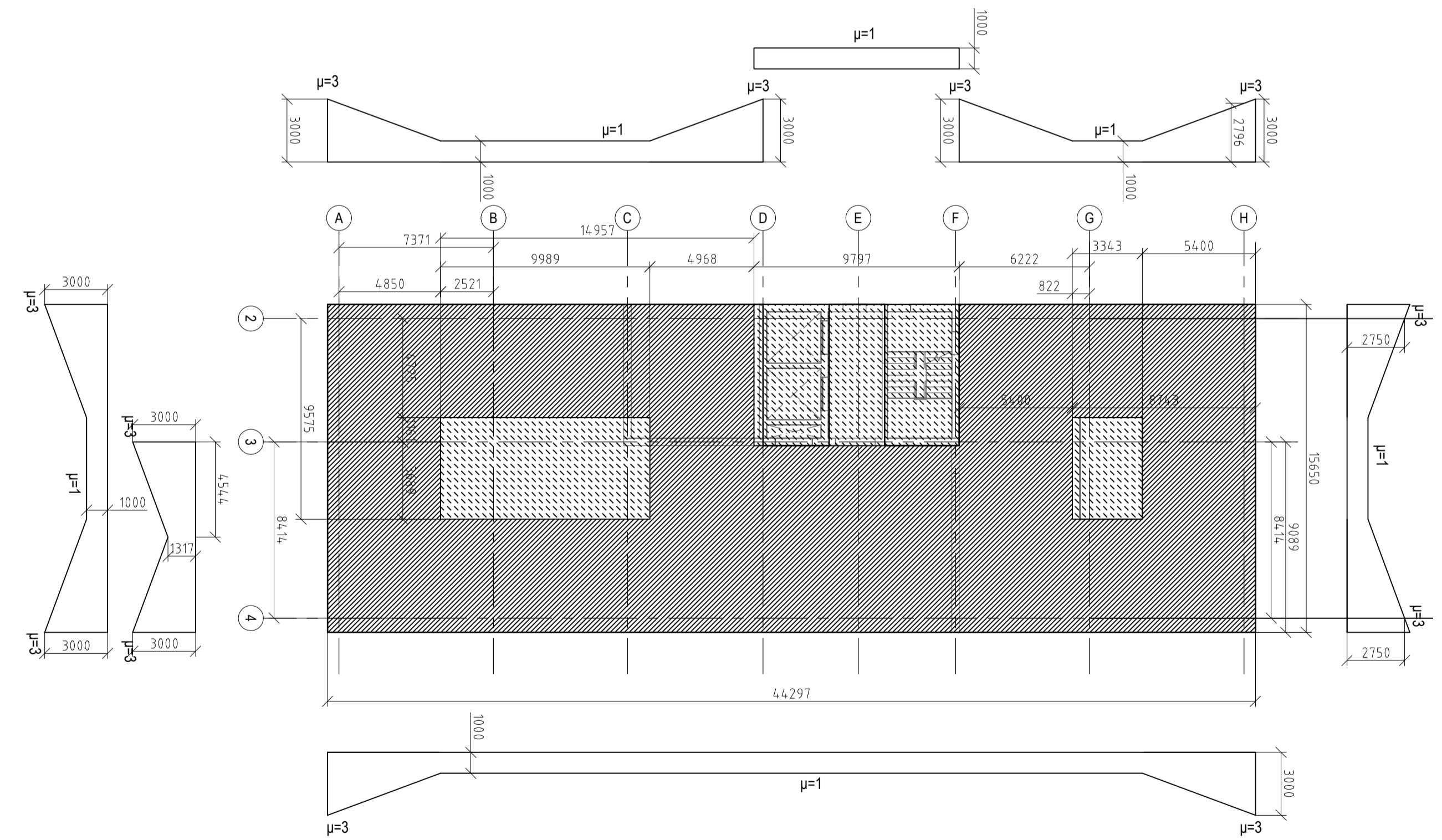


Pastato apkrovų schema

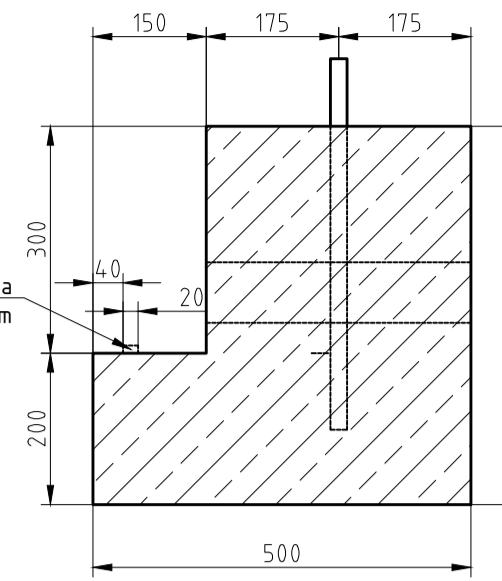


- PASTABOS:
- Rėmo sijos betono klase C35/45, pagal LST EN 206-1:2002.
 - Matmenys duoti milimetrais.
 - Medžiagų kiekiai paskaičiuoti vienam elementui.

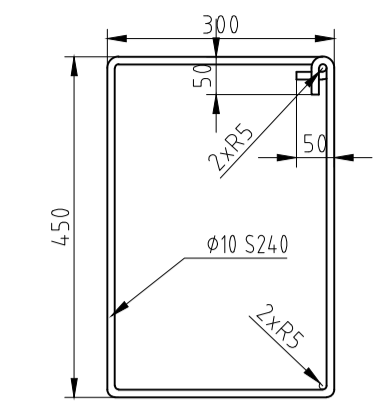
Stogo sniego apkrovos schema



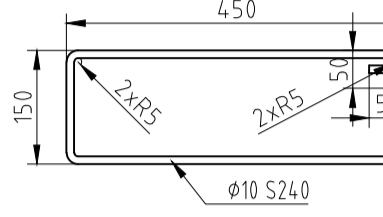
Pjūvis 1-1
Mastelis 1:10



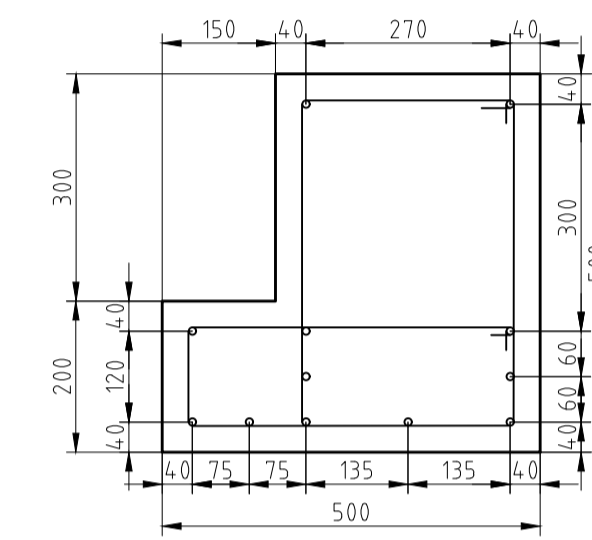
Pozicija 1
Mastelis 1:10



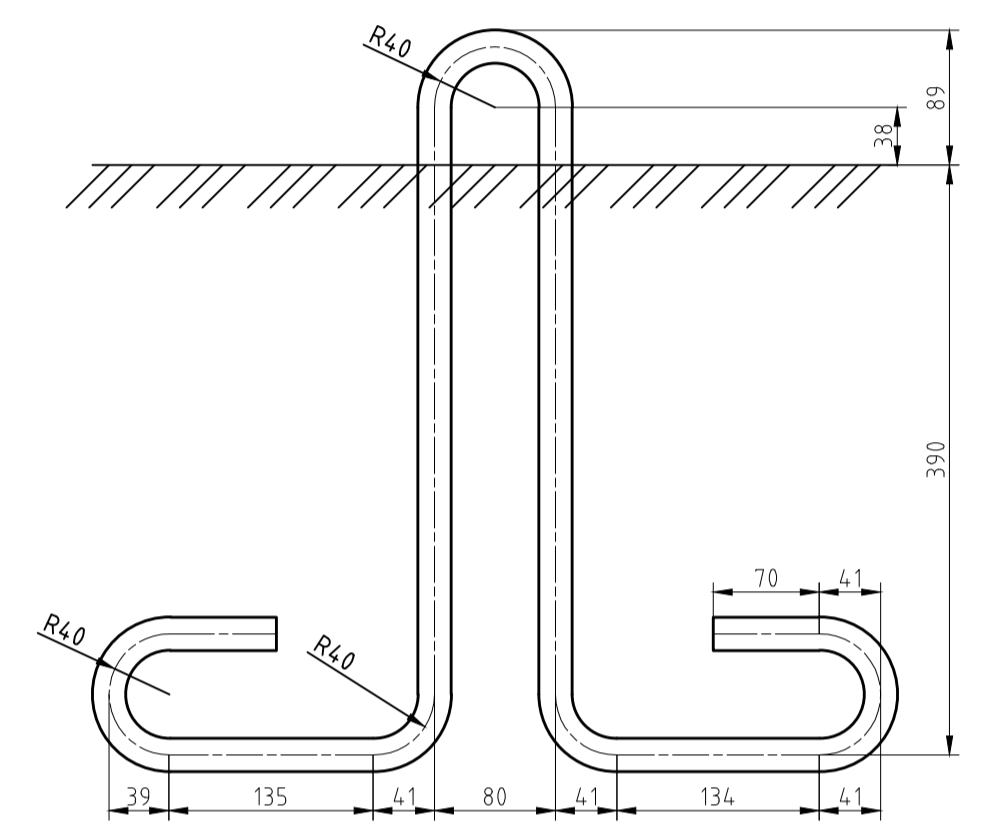
Pozicija 2
Mastelis 1:10



Pjūvis 2-2
Mastelis 1:10

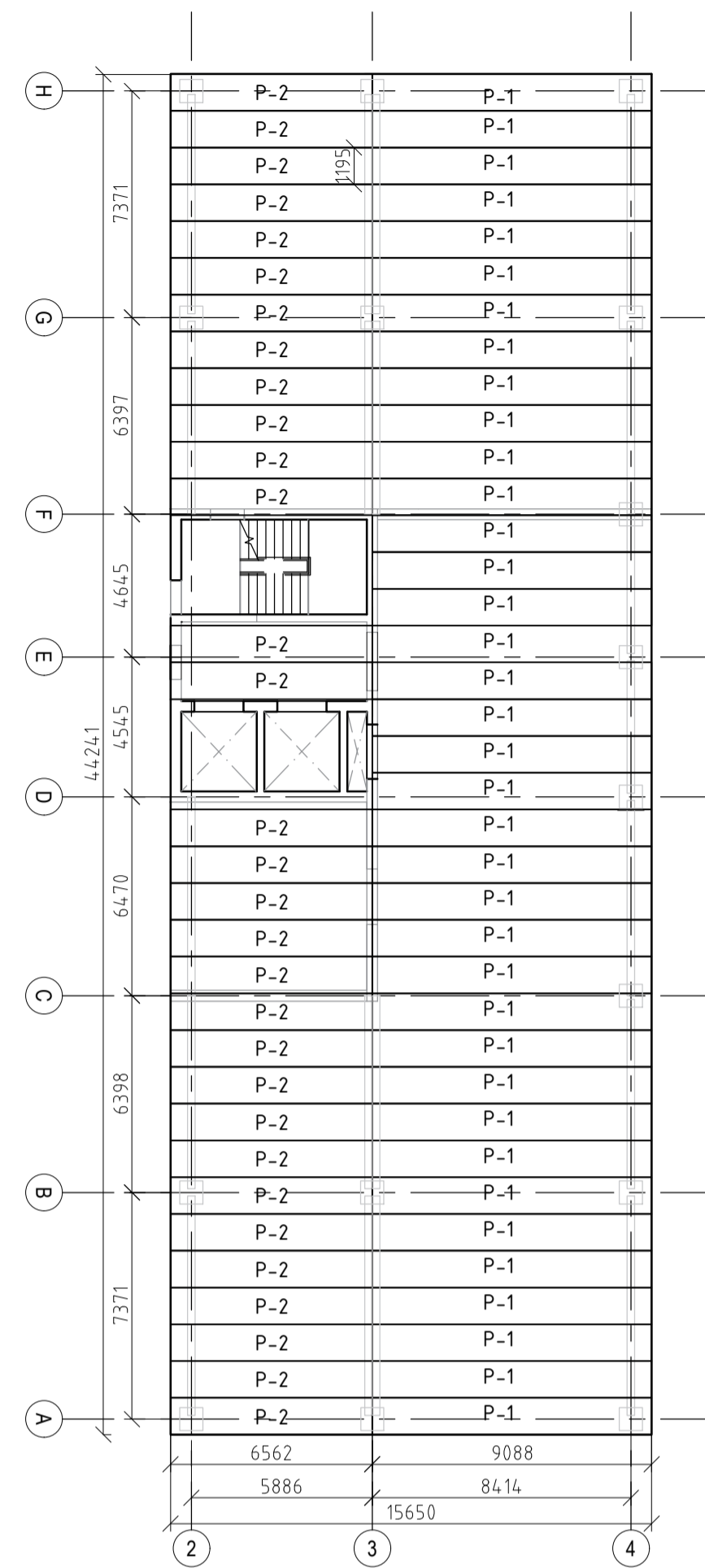


Kėlimo kilpa KK-1
Mastelis 1:5

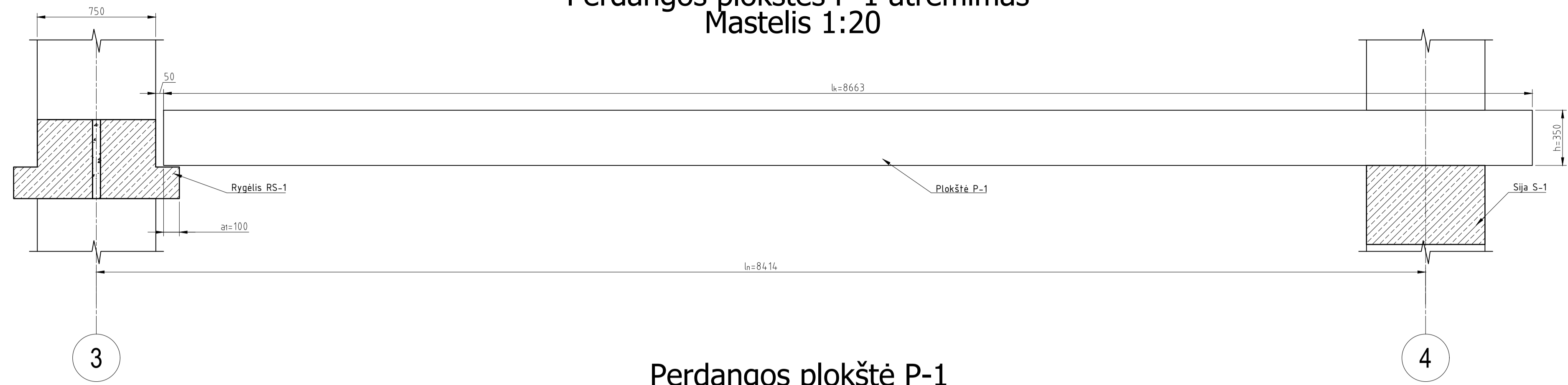


Rėmsijos RS-1 armatūros specifikacija								Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistrantūros baigiamasis darbas	
Pozicija	Gaminio žymuo	Armatūros skersmuo (mm), klasė	Ilgis, m	Vieneto masė, kg	kiekis	bendras ilgis, m	Bendras svoris, kg		Pastabos	Studentas	Pratęs	2017-01-	Daugiafunkcinės paskirties pastato statybinis konstrukcijų dalies projektas
1	-	Ø10, S400	1,6	0,99	24	38,40	23,69	kas 200...400 mm	I. Kupčiūnaitė	Pratęs	2017-01-	TIPINIO AUKŠTO RĖMSIJŲ PLANAS; ANTRŲ AUKŠTO RĖMSIJŲ PLANAS; RĖMSIJŲ RS-1 ATRĖMIMAS; STOGO SNIEGO APKROVOS SKAIČIAVIMO SCHEMA; PASTATO APKROVŲ SCHEMA; PJŪVIS 1-1; RĖMSIJŲ KONSTRUKCINĖS DETALĖS	
2	-	Ø10, S400	1,3	0,80	24	31,20	19,25	kas 200...400 mm	R. Bistrickaitė	Pratęs	2017-01-		
3	-	Ø20, S400	7,041	34,04	5	35,21	170,18		G. Sukailytė	Pratęs	2017-01-		
4	-	Ø10, S400	7,041	4,35	71	49,29	30,43			Pratęs	2017-01-		
Rėmsijos RS-1 betono specifikacija								Grupė	Statybinis konstrukcijų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			2017-MBD-SK	
Gaminio markė	Ei. Nr.	Elemento skerspjūvis, mm	Betono klasė	Ilgis, mm	Kiekis	Masė, kg	Pastabos		Pratęs	Lapas	Lapų		
RS-1	-	500x500	C30/37	6421	1	3290,76		MBD	6	7			

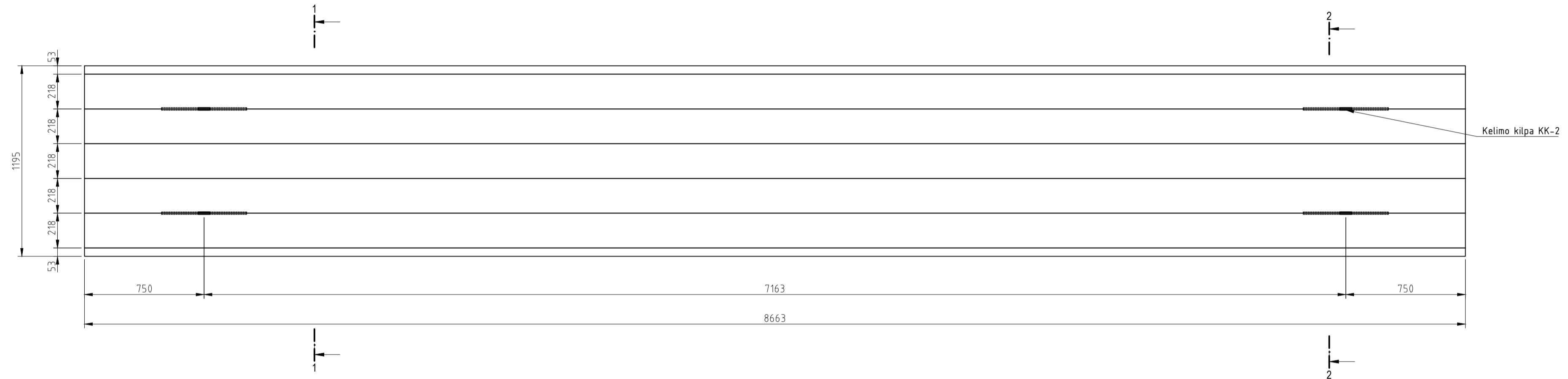
Tipinio aukšto perdangų planas
Mastelis 1:200



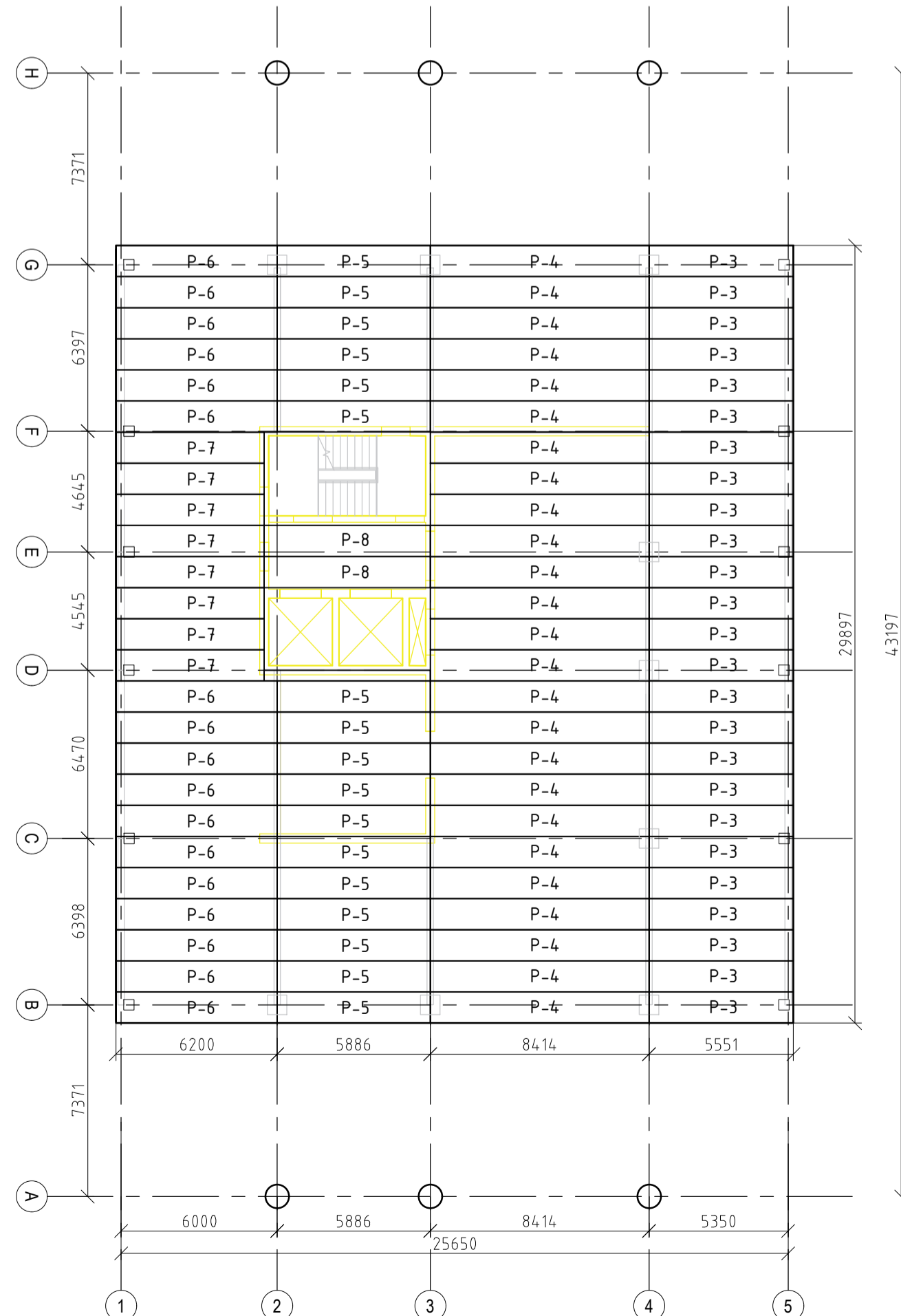
Perdangos plokštės P-1 atremimas
Mastelis 1:20



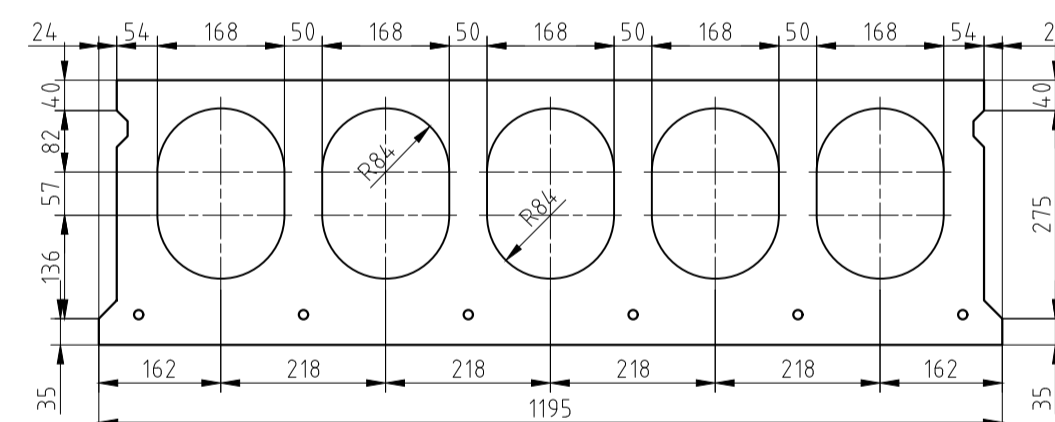
Perdangos plokštė P-1
Mastelis 1:20



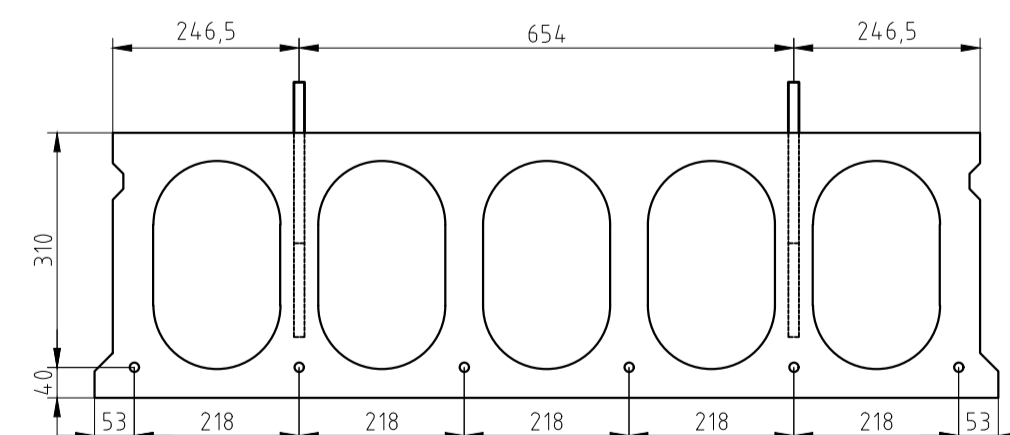
Antro aukšto perdangų planas
Mastelis 1:200



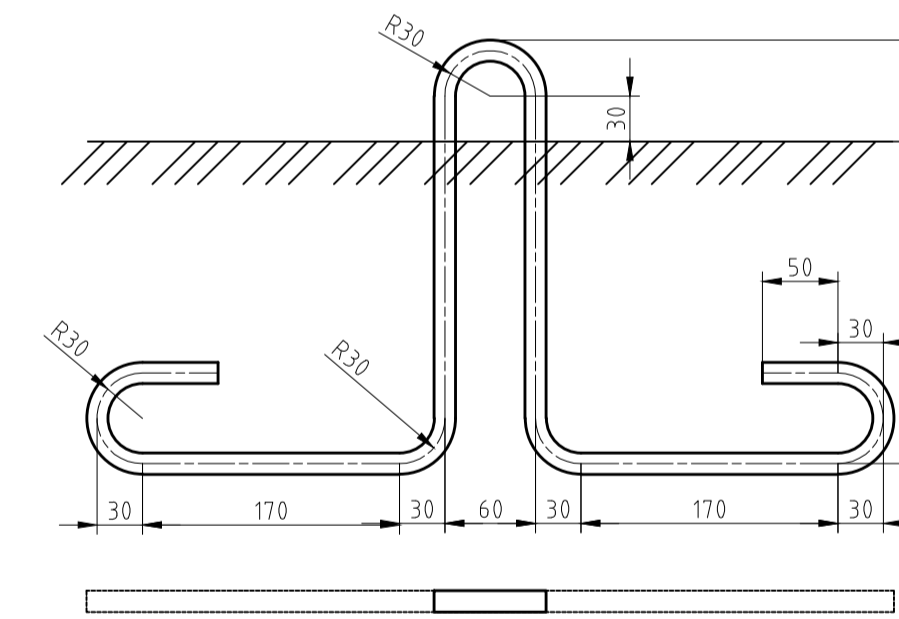
Pjūvis 1-1
Mastelis 1:10



Pjūvis 2-2
Mastelis 1:10



Kelimo kilpa KK-2
Mastelis 1:5

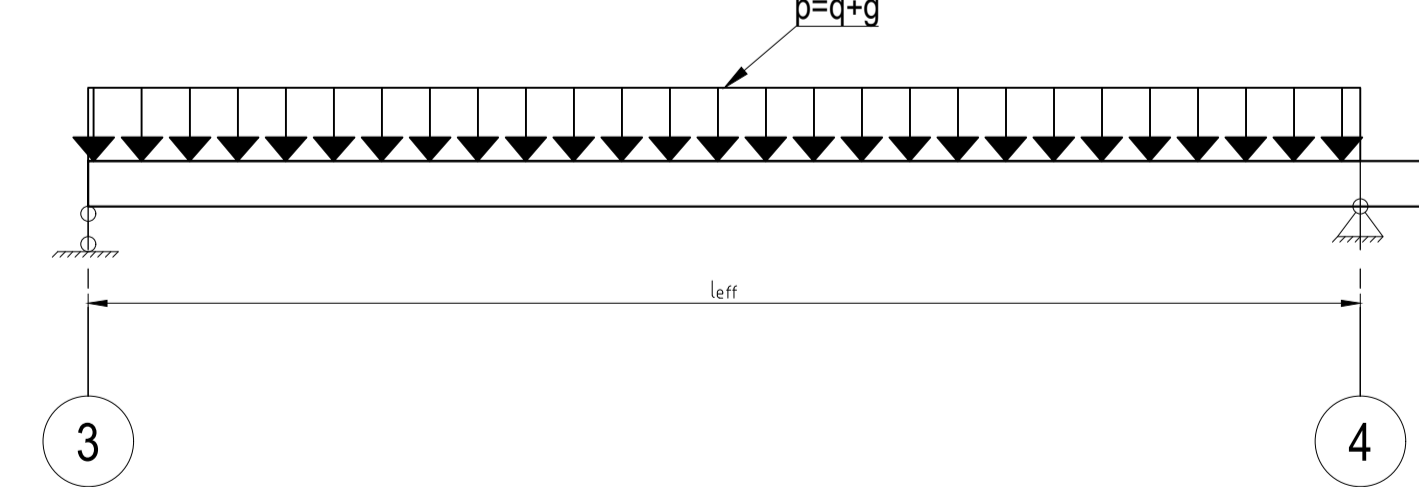


- PASTABOS:
- Nepertukiamo formavimo kiaurometosis perdangos plokštės betono klase C35/45, pagal LST EN 206-1:2002.
 - Matmenys duoti milimetrais.
 - Medžiagų kiekiai paskaičiuoti vienam elementui.

Kiaurometosis perdangos plokštės P-1 armatūros specifikacija							
Pozicija	Gaminio žymuo	Armatūros skersmuo (mm), klasė	Ilgis, m	Vieneto masė, kg	Kiekis	Bendras svoris, kg	Pastabos
1	-	φ12.5, Y1770	8.663	16.88	4	34.65	67.52
	KK-2	φ14, S400	1.14	1.38	4	4.56	5.52

Rėmsijos RS-1 betono specifikacija						
Gaminio markė	El. Nr.	Elemento skerspjūvis, mm	Betono klasė	Ilgis, mm	Masė, kg	Pastabos
P-1	-	350x1200	C35/45	8663	1	9096.15
					Viso	9096.15

Perdangos apkrovimo schema



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrantūros baigiamasis darbas	
SSM-S	Studentas	I. Kupčiūnaitė	2017-01-	Daugiafunkcinis paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas	R. Bistrickaitė	2017-01-	
	Konsultant	G. Šukailytė	2017-01-	
				TIPINIO AUKŠTO PERDANGŲ PLANAI; ANTRO AUKŠTO PERDANGŲ PLANAI; Laida
				PERDANGOS PLOKŠTĖS P-1 ATREMIMAS, PERDANGOS APKROVIMO SCHEMA, PJŪVIS 1-1, PJŪVIS 2-2, KELIMO KILPA KK-2
Pr. etapas	MBD		Statybinių konstrukcijų katedra	Lapas
	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2017-MBD-SK	Lapų
				7 7