



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS. FAKULTETAS**

Emilija Navickaitė

**LAVORIŠKIŲ PAGRINDINĖS MOKYKLOS VILNIUJE PASTATO
STAYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Magistro projektas

Vadovas
Mindaugas Kasiulevičius

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

LAVORIŠKIŲ PAGRINDINĖS MOKYKLOS VILNIUJE PASTATO
STAYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Magistro projektas
„Statyba“ (kodas M6046N21)

Vadovas

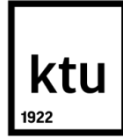
Mindaugas Kasiulevičius

Recenzentas

Svajūnas Juočiūnas

Projektą atliko

Emilija Navickaitė



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
(Fakultetas)
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA
(Studento vardas, pavardė)
„Statyba“ (kodas M6046N21)
(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Baigiamojo projekto pavadinimas“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. gruodžio 18 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Emilijos Navickaitės**, baigiamasis projektas tema „Lavoriškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Navickaitė, Emilija. Lavoriškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas. Magistro projektas / vadovas Mindaugas Kasiulevičius; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologiniai mokslai, Statyba

Reikšminiai žodžiai: *Klijuotos medienos rėmas, kiaurymėtoji perdangos plokštė, plieninė kolona, monolitinė sijinė perdanga. polinis pamatas*

Kaunas, 2016. 116 p.

SANTRAUKA

Magistrinio darbo tema – Lavoriškių pagrindinės mokyklos statybinių konstrukcijų dalies projektas. Mokykla projektuojama užstatytame žemės sklype Vilniaus rajone, Lavoriškių seniūnijoje, Lavoriškių kaime, Miškų gatvėje 8. Sklypo plotas 7702 m². Pastato ilgis – 68,05 metrai, plotis – 35,52 metrai. Bendras pastato plotas - 2750,57 m², kurį sudaro: pagrindinis plotas – 1621,72 m², pagalbinis plotas – 852,20 m² ir rūšio plotas – 276,65 m².

Magistrinis darbas susideda iš šių skyrių:

- 1. Architektūrinis skyrius, kuriame apibūdinami architektūriniai pastato sprendimai. Taip pat pateikiamas stogo šiluminės varžos skaičiavimas.*
- 2. Konstrukcinis skyrius, kuriame skaičiuojant skirtingus rėmus, pateikiami plieninės kolonos, plieninės sijos, gelžbetoninės kiaurymėtosios perdangos plokštės, monolitinės sijinė perdangos plokštės, gelžbetoninių iš anksto įtemptų rygelių ir gelžbetoninių polinių pamatų skaičiavimai, bei rėmo iš klijuotos medienos elementų mazgų skaičiavimas.*
- 3. Tiriamasis skyrius, kuriame naudojant programą, pagal esamas įrąžas parenkamas racionalus medinio rėmo kraiginio mazgo jungimo būdas.*
- 4. Technologinis, organizacinis ir ekonominis skyrius, kuriame aprašoma pastato konstrukcijų montavimo eiga ir šių darbų atlikimui keliami reikalavimai ir palyginamos medinių rėmų įrengimo kainos.*
- 5. Darbų saugos ir priešgaisrinės skyrius, kuriame detalizuojami keliami reikalavimai statybos darbų ir darbuotojų saugumui užtikrinti. Taip pat atliekami priešgaisriniai skaičiavimai.*

Navickaitė, Emilija. Structural Part of Project of Lavoriskiu Primary School in Vilnius. Master's /supervisor Mindaugas Kasiulevičius; Kaunas University of Technology, faculty of civil engineering and architecture

Research area and field: Technological Sciences, Civil Engineering

Key words: *frame of laminated wood, hollow core slabs, steel beam; monolithic overlay polar foundation*

Kaunas, 2016. 116 p.

SUMMARY

The topic of Master project is Structural Part of Project of Lavoriskiu Primary School in Vilnius. Primary school has been designed in build land of Vilnius, Lavoriskes township, Lavoriskes village, No 8 of Misko street. Area of territory 7702 m². The length of the building – 68,05 meters, width of the building – 35,52 meters. Overall area - 2750,57 m², consists of main area – 1621,72 m², Auxiliary area – 852,20 m² and basement area – 276,65 m².

Master's project is composed of the following sections:

- 1. Architectural section in which describes the architectural solution of the building. Also thermal resistance of the roof has been calculated.*
- 2. Structural section where has been calculated different type of frames. The column of steel, beams of steel, reinforced concrete of hollow core slabs, monolithic overlay slab, reinforced concrete of prestressed beams and polar foundation has been calculated. The frame of laminated wood nodes has been evaluated.*
- 3. Research section which has been used of the program. It has been selected node of cornice in accordance with existing forces*
- 4. Technology, organization and economy in which describe the frame installation of the laminated wood. The price of two construction has been compared.*
- 5. The safe of work and fire protection section where specifies the requirements of constructions . Also it has been fire protection calculation*

Turinys

Ivadas.....	9
1. Architektūrinis skyrius.....	11
1.1 Bendrieji reikalavimai.....	11
1.2 Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai.....	11
1.3 Planinis - tūrinis sprendimas	12
1.4 Konstrukciniai sprendimai.....	12
1.5 Stogo šiluminio perdavimo koeficiento skaičiavimas.....	15
2. Konstrukcinė skyrius.....	17
2.1 Apkrovų skirsnis.....	17
2.1.1 Stogo apkrova.....	17
2.1.2 Sniego apkrova	17
2.1.3 Vėjo apkrova.....	17
2.1.4 Deriniai	18
2.2 Monolitinės briaunosios plokštės skaičiavimas	19
2.2.1 Apkrovų ir įrašų skaičiavimas	19
2.2.2 Plokštės storio skaičiavimas	21
2.2.3 Armatūros kiekių skaičiavimas	22
2.2.4 Įstrižo pjūvio stiprumo tikrinimas.....	28
2.3 Šalutinės sijos projektavimas	29
2.3.1 Apkrovos ir skaičiuojamieji ilgiai	29
2.3.2 Įrašų skaičiavimas.....	29
2.3.3 Išilginės armatūros skaičiavimas	30
2.3.4 Skersinės armatūros skaičiavimas	33
2.3.5 Juostos skaičiavimas nuo šlyties jėgų.....	35
2.3.6 Išilginės armatūros nutraukimo skaičiavimas	37
2.4 Rygelis po monolitine perdanga.....	41
2.4.1 Sijos skaičiavimas iki eksploataavimo stadijoje.....	42
2.4.2 Pleišétumas transportuojant.....	43
2.5 Mūrinė siena po monolitine plokšte	46
2.5.1 Kai siena yra krašte.....	46
2.5.2 Vidurinė siena.....	47
2.6 Gelžbetoninė kolona po monolitine perdanga.....	47
2.6.1 Reikiamo kolonos skerspjūvio apskaičiavimas	47
2.6.2 Gelžbetoninės kolonos armavimo skaičiavimas.....	48
2.6.3 Gembės skaičiavimas.....	48
2.7 Polinio pamato projektavimas po monolitine plokšte	49
2.7.1 Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas.....	49

2.7.2	Gręžtinio polio armavimas	50
2.7.3	Gręžtinio polio nuosėdžių skaičiavimas.....	51
2.7.4	Pado plokštė	51
2.7.5	Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas.....	52
2.7.6	Apskaičiavimas glemžimui	53
2.8	Surenkama perdangos plokštė klasėse	54
2.8.1	Sijos skaičiavimas iki eksploataavimo stadijoje.....	55
2.8.2	Pleišėtumas transportuojant.....	56
2.8.3	Plokštės stiprumo įstrižajame pjūvyje nustatymas	56
2.8.4	Plokštės stiprumo normaliniame pjūvyje nustatymas	57
2.8.5	Plokštės kreivis	57
2.9	Rygelis po surenkama perdangos plokšte	58
2.9.1	Sijos skaičiavimas iki eksploataavimo stadijoje.....	59
2.9.2	Rygelio lentyna	63
2.9.3	Įstrižojo pjūvio stiprumas	63
2.10	Mūrinė siena po surenkama plokšte	63
2.10.1	Kai siena yra krašte.....	63
2.10.2	Vidurinė siena 1.....	64
2.10.3	Vidurinė siena 2.....	64
2.11	Gelžbetoninė kolona po surenkama perdanga	64
2.11.1	Reikiamo kolonos skerspjūvio apskaičiavimas	64
2.11.2	Kolonos armavimo skaičiavimas.....	65
2.11.3	Gembės skaičiavimas.....	65
2.12	Polinio pamato projektavimas po surenkama perdanga su cokoliniu aukštu	66
2.12.1	Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas.....	66
2.12.2	Gręžtinio polio armavimas	67
2.12.3	Gręžtinio polio nuosėdžių skaičiavimas.....	67
2.12.4	Pado plokštė	68
2.12.5	Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas.....	68
2.12.6	Apskaičiavimas glemžimui	69
2.13	Polinio pamato projektavimas po surenkama perdanga	69
2.13.1	Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas.....	70
2.13.2	Gręžtinio polio armavimas	70
2.13.3	Gręžtinio polio nuosėdžių skaičiavimas.....	71
2.13.4	Pado plokštė	71
2.13.5	Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas.....	72
2.13.6	Apskaičiavimas glemžimui	73
2.14	Stogo sija	73
2.14.1	Atraminės sienelės projektavimas	74

2.15	Perdangos plokštė sporto salėje	75
2.15.1	Plokštės skaičiavimas iki eksploataavimo stadijoje.....	76
2.15.2	Plokštės stiprumo įstrižajame pjūvyje nustatymas	78
2.15.3	Plokštės stiprumo normaliniame pjūvyje nustatymas	78
2.15.4	Plokštės kreivis	78
2.16	Perdangos sija.....	80
2.16.1	Atraminės sienelės projektavimas	81
2.17	Klijuotos medienos kintamo skerspjūvio rėmas.....	81
2.17.1	Karnizo mazgas.....	81
2.17.2	Kraigo mazgas.....	83
2.18	Plieninės kolonos projektavimas	84
2.18.1	Kolonos skerspjūvio parinkimas	84
2.18.2	Kolonos skerspjūvio juostos pastovumas.....	86
2.18.3	Kolonos galvenos skaičiavimas.....	86
2.18.4	Ekscentiškai gniuždomos kolonos bazės su statlakščiais skaičiavimas	87
2.19	Polinių pamatų projektavimas po mediniu rėmu.....	90
2.19.1	Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas.....	91
2.19.2	Gręžtinio polio armavimas	91
2.19.3	Gręžtinio polio nuosėdžių skaičiavimas.....	92
2.19.4	Pado plokštė	92
2.19.5	Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas.....	93
2.19.6	Apskaičiavimas glemžimui	94
3.	Tiriamasis skyrius.....	95
4.	Technologinis, organizacinis ir ekonominis skyrius.....	100
4.1	Technologinis skirsnis	100
4.1.1	Montavimo priemonės parinkimas	100
4.2	Darbo ir mašinų darbo sąnaudų, materialinių ir techninių išteklių poreikio skaičiavimas	102
4.3	Materialinių ir techninių išteklių poreikio skaičiavimas	103
4.4	Organizacinis skirsnis.....	105
4.5	Ekonominis skyrius	106
5.	Darbų saugos ir priešgaisrinės skyrius.....	108
5.1	Priešgaisrinė sauga statyboje	108
5.1.1	Žmonių evakavimo iš pastatų trukmės skaičiavimas.....	108
5.1.2	Gaisrinė apkrova.....	110
5.1.3	Gaisrinis skyrius	111
5.1.4	Dūmų šalinimas angos.....	112
	Išvados.....	114
	Literatūros sąrašas	115

Ivadas

Magistrinio darbo tikslas – suprojektuoti Lavoriškių pagrindinės mokyklos statybines konstrukcijas. Be to, parengta tiriamoji dalis, kurioje pateikiamas racionalus mazgo jungimo būdas bei atliekamas konstrukcijų ekonominis palyginimas.

Magistriniame projekte pateikiamos penki pagrindiniai skyriai: architektūriniai sprendimai, konstrukciniai skaičiavimai, tiriamoji konstrukcija, technologinis ir ekonominis tiriamosios konstrukcijos skaičiavimas, darbo sauga, priešgaisrinis ir aplinkosauga. Kiekviename skyriuje, kuriame reikia aprašomi ir pateikiami skaičiavimai, kurie tiesiogiai susiję su projektuojama mokykla ir detalizuoja projektą. Pateikiami architektūriniai ir konstrukciniai brėžiniai.

Architektūriniame skyriuje aprašoma bendroji informacija apie pastatą, pateikiama sklypo ir pastato bendrųjų rodiklių lentelė prieš ir po rekonstrukcijos, detalizuojamas pastato planinis – tūrinis sprendimas, išnagrinėjami konstrukciniai mokyklos sprendimai, apskaičiuojamas stogo atitvaros šilumos perdavimo koeficientas.

Konstrukciniai dalyje pateikiami Lavoriškių pagrindinės mokyklos laikančiųjų konstrukcijų skaičiavimai. Apskaičiuojamas kintamo skerspjūvio medinis rėmas, parenkami medinės sijos ir kolonos skerspjūviai, nustatomas reikalingų medinių elementų kiekis, sukonstruojami kraigo, karnizo ir atraminiai mazgai. Taip pat suprojektuojama plieninė kolona ir sijos, parenkami skaičiuojamųjų elementų profiliai ir skerspjūviai. Apskaičiuojami plieninės kolonos ir sijos gamybai reikalingi plieno kiekiai. Be to, suprojektuojama kiaurymėtosios perdangos plokštės bei parenkami lynai, kuriais armuojamos plokštės. Apskaičiuojama monolitinė sijinė perdangos plokštė ir šalutinė sija, parenkami armatūros tinklai bei numatomas jų kiekis, žingsniai bei nutraukiamos armatūros ilgiai. Taip pat suprojektuojami poliniai gręžtiniai pamatai, apskaičiuojami polių ilgiai, naudojantis gręžinių duomenimis. Konstrukcijų statiniai skaičiavimai atlikti pasitelkus baigtinių elementų metodą bei naudojantis kompiuterine programa „Autodesk Robot Structural Analysis“.

Tiriamoje dalyje pateikiamas kintamo skerspjūvio, klijuotos medienos rėmo karnizo mazgo jungimo būdas, kuris apskaičiuotas naudojantis „ASSY“ programa. Joje parenkamas varžtų ir detalių skaičius, atsižvelgiant į suprojektuoto elemento geometrinę charakteristiką bei skaičiuojamąsias įrašas.

Technologinėje dalyje yra aprašoma tiriamosios konstrukcijos montavimo technologija, statybos darbų organizavimas. Ekonominėje dalyje pateikiamas statybos kainos skaičiavimo aprašymas bei pateikiamas tiriamosios konstrukcijos ekonominis palyginimas. Ekonominiai skaičiavimai atlikti sąmatų programa „Sistela“

Paskutinėje dalyje pateikiami saugaus darbo reikalavimai bei priemonės, kurių privaloma laikytis, siekiant užtikrinti saugų darbą. Taip pat atliekami priešgaisriniai skaičiavimai: žmonių

evakuacijos laikui bei dūmų šalinimo angų kiekiui nustatyti, gaisrinės apkrovos apskaičiavimui. Taip pat aptariami aplinkosaugos klausimai susiję su mokinių gerove.

1. Architektūrinis skyrius

1.1 Bendrieji reikalavimai

Lavoriškių pagrindinė mokykla projektuojama greta esančio pastato, žemės sklype, kurio adresas Miškų gatvė 8, Lavoriškių kaimas, Lavoriškių seniūnija, Vilniaus rajonas. Projektuojamas objektas yra susiformavusioje gyvenvietėje, kurioje yra gyvenamosios paskirties pastatų. Projektuojama mokykla ribojasi su greta esančiu sklypu pietvakarių pusėje, minimalus atstumas neviršijamas. Pietryčių pusėje esančius gyvenamosios paskirties pastatus nuo mokyklos skiria Miškų gatvė. Sklypą supa apžėlę laukai iš pietvakarių į pietryčių pusę. Projektuojamo pastato statybai suformuotas 77,02 arų sklypas. Projektuojama mokykla sklype užima 1047 m², greta esantys statinys užima 404 m² žemės sklypo. Mokyklos teritorijoje yra du priešgaisriniai rezervuarai, kurių kiekvieno tūris 108m³ bei sporto aikštelė su šalia esančiais suolais, kurios užimamas plotas - 321 m². 3139 m² žemės sklypo yra apželdinta veja. Likusi sklypo dalis išasfaltuota arba išklojama trinkelinių dangų, suformuota 20 vietų stovėjimo aikštelė.

Ilgąja ašimi pastatas orientuotas šiaurės - rytų kryptimi. Pagrindinis įvažiavimas, pro kurį patenkama į sklypo teritoriją automobiliu – pietvakarių pusėje. Pagrindinis įėjimas į mokyklą yra pietryčių pusėje.

1.2 Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai

1.1. lentelė. Lavoriškių pagrindinės mokyklos bendrieji rodikliai

Pavadinimas	Matavimo vnt.	Prieš rekonstravimą	Nauja statyba	Po rekonstravimo
		Kiekis		
I Sklypas:				
1.1. Sklypo plotas	m ²	7702	7702	7702
1.2. Sklypo užstatymo plotas	m ²	404	1047	1451
1.3. Statinio užstatymo intensyvumas	%	4	31	34
1.4. Apželdintas žemės plotas	m ²	5642	-	3139
1.5. Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	8	20	28
1.6. Sanitarinės zonos plotis	m	0	0	0
1.7. Sklypo užstatymo tankumas	%	5	14	19
II Pastatai:				
2.2. Gyvenamieji pastatai				
2.2. Bendras plotas:	m ²	389,91	2360,66	2750,57
2.2.1.1. Pagrindinis plotas	m ²	179,73	1441,99	1621,72

2.2.1.2. Pagalbinis plotas	m ²	210,18	642,02	852,20
2.2.1.4. Rūšių (pusrūšių) plotas	m ²	-	276,65	276,65
2.2.3. Pastato tūris (antžeminės dalies)	m ³	1650,00	11347,00	12997,00
2.2.4. Pastato tūris (požeminės dalies)	m ³	-	1116,00	1116,00
2.2.5. Pastato aukštis	m	6,40	7,90	7,90
2.2.6. Aukštų skaičius	vnt.	2	2	2
2.2.7. Pastato atsparumas ugniai	kat.	I	I	I

1.3 Planinis - tūrinis sprendimas

Pastato tūris yra suskirstytas į keturias erdves. Pirmoji yra pradinių klasių erdvė, kurioje vykdomas 1-4 klasių mokinių ugdymas. Matmenys 15,730 x 11,850 metrų, ašys A – C ir 4 – 11. Pirmojo aukšto altitudė 0.000 m, o antrojo aukšto altitudė +3.000 m. Aukščiausia stogo vieta šioje erdvėje 7,4 m ašyse A ir 7. Antroji erdvė – pagrindinių klasių erdvė bei valgykla su pagalbinėmis patalpomis. Matmenys yra kintantys, ašys C - M ir 1 -10. Pirmojo aukšto altitudė 0.000 m, o antrojo aukšto altitudė +3.000 m. Taip pat ašyse F-M ir 1-7 yra cokolinis aukštas, kuriame įrengiamos mokomųjų dirbtuvių kabinetas bei pagalbinės patalpos. Dirbtuvių kabineto grindų altitudė -3.000 m. Tačiau tarp H2-H3 ašių įrengiamas pandusas, kurio viršaus altitudė -2.850 m. Aukščiausia stogo vieta šioje erdvėje 7,75 m ašyse G-N ir 1'-2. Trečioji erdvė – koridorius, jungiantis antrąją erdvę su sporto sale bei greta esančiu pastatu. Pirmajame aukšte koridoriaus pradžioje ir pabaigoje įrengiamas pandusai. Pradžioje esančio panduso 8,87 m, o plotis 1,125 m, o koridoriaus gale esančio panduso ilgis 9 metrai, plotis 2,25m. Panduso nuolydis $i=0,08$, o grindų altitudės kitimas nuo 0.000 m iki -0.750. Koridoriaus gale, dešinėje pusėje esančios durys(,) sujungia senojo ir naujojo pastato erdves. Aukščiausia stogo vieta šioje erdvėje 3,860 m ašyse D ir 14. Ketvirtoji erdvė - tai sporto salė su tribūnomis ir pagalbinėmis patalpomis. Matmenys yra kintantys, ašys E-N ir 10 -14. Sporto salės grindų altitudė -0.750 m, tribūnų altitudė +2.550 m, o pagalbinių patalpų 0.000 m. Aukščiausia stogo vieta šioje erdvėje 7,400 m ašyse E-K ir 13-14.

1.4 Konstrukciniai sprendimai

Gręžtiniai poliai pamatai projektuojamame pastate yra keturių tipų. Poliniams pamatams naudojamas C30/37 klasės XC2 aplinkos sąlygas atitinkantis betonas. Pirmasis tipas įrengiamas po monolitinėmis sijinėmis perdangomis. Šio tipo polinių pamatų stiprumas skaičiuotas naudojantis pirmojo gręžinio duomenimis. Pirmojo tipo gelžbetoninių polinių pamatų, kuriuos sudaro vienas polių, skersmuo 300 mm. (,) Jie įrengiami -6.800 m altitudėje. Poliai armuojami T1 armatūros tinklu, kurį sudaro 5Ø14 S500 markės plieno strypai. Jie sujungiami skersine armatūra, kuri S240 plieno

markės Ø6. Antrojo tipo poliniai pamatai įrengiami po surenkamomis kiaurymėtosiomis perdangomis bei po cokolinio aukšto grindimis. Šio tipo polinių pamatų stiprumas skaičiuotas naudojantis antrojo gręžinio duomenimis. Antrojo tipo gelžbetoninių polinių pamatų, kuriuos sudaro vienas polius, skersmuo 250 mm. Jie įrengiami -5.500 m altitudėje. Poliai armuojami T2 armatūros tinklu, kurį sudaro 5Ø12 S500 markės plieno strypai. Jie sujungiami skersine armatūra, kuri S240 plieno markės Ø6. Trečiojo tipo poliniai pamatai įrengiami po surenkamomis kiaurymėtosiomis perdangomis. Šio tipo polinių pamatų stiprumas skaičiuotas naudojantis trečiojo gręžinio duomenimis. Trečiojo tipo gelžbetoninių polinių pamatų, kuriuos sudaro vienas polius, skersmuo 300 mm, jie įrengiami -7.200 m altitudėje. Poliai armuojami T3 armatūros tinklu, kurį sudaro 5Ø16 S500 markės plieno strypai. Jie sujungiami skersine armatūra, kuri S240 plieno markės Ø6. Virš pirmojo, antrojo ir trečiojo tipo įrengiamos pamato pado plokštės, kurių ilgis ir plotis 0.8 m, o aukštis 0.4 m. Pado plokštės apačioje armuojamos rištais T4 armatūros tinklais (Ø12/200/Ø12/200), viršuje armuojamos rištais T5 armatūros tinklais (Ø6/200/Ø6/200). Pado plokštėms naudojamas C30/37 klasės XC2 aplinkos sąlygas atitinkantis betonas. Ketvirtasis gręžtinio polinio pamato tipas įrengiamas po plieninėmis kolonomis sporto salėje. Šio tipo polinių pamatų stiprumas skaičiuotas naudojantis pirmojo gręžinio duomenimis. Ketvirtojo tipo gelžbetoniniai poliniai pamatai, kuriuos sudaro du poliai, skersmens 300 mm, įrengiami -7.800 m altitudėje. Poliai armuojami T6 armatūros tinklu, kurį sudaro 5Ø16 S500 markės plieno strypai. Jie sujungiami skersine armatūra, kuri S240 plieno markės Ø6. Polių viršuje įrengiama pado plokštės, kurios ilgis – 1,5 m, plotis – 0,8, o aukštis – 0,4 m. Pado plokštės apačioje armuojamos rištais T7 armatūros tinklais (Ø12/200/Ø12/200), viršuje armuojamos rištais T8 armatūros tinklais (Ø6/200/Ø6/200).

Laikančiosios cokolinio aukšto išorinės sienos suprojektuotos iš 400 mm storio pilnavidurių silikatinių plytų mūro. Cokolinio aukšto vidinės sienos bei pirmo ir antro aukštų išorinės ir vidinės sienos suprojektuotos iš 250 mm storio pilnavidurių silikatinių plytų mūro. Plytų charakterizuojamasis gniuždomasis stipris yra 35 MPa, o skiedinio markė M3.

Gelžbetoninės kolonos su gembe įrengiamos po monolitinėmis ir surenkamomis perdangomis. Kolonos, esančios po monolitinėmis sijinėmis perdangomis, kurių skerspjūvis 0,35x0,35 m, armuojamos 4Ø20 išilgine armatūra, o skersinės armatūros žingsnis 300 m bei skersmuo Ø6. Armavimui naudojama S400 klasė armatūrinio plieno markė. Kolonų, kurios įrengiamos po surenkamomis kiaurymėtosiomis perdangos plokštėmis, skerspjūvis 0,3x0,3 m. Jos armuojamos 4Ø16 išilgine armatūra, o skersinės armatūros žingsnis 250 m bei skersmuo Ø6. Gelžbetoninėms kolonomis naudojamas C30/37 XC1 betonas.

Monolitinės sijinės perdangos plokštės storis 60 mm, o šalutinės sijos aukštis – 400 mm. Monolitinei perdangai naudojama C16/20 klasės betonas, kurio aplinkos sąlygų klasė XC1. Monolitinė perdanga ašyse F-H ir 1-2 viršuje ties pirmąja atrama, armuojama viršutiniu T9.1

armatūros tinklu, kurio žingsnis 180 mm. Antroje atramoje armuojama viršutiniu T9.2 armatūros tinklu, kurio žingsnis 140 mm. Trečioje atramoje armuojama viršutiniu T9.3 armatūros tinklu, kurio žingsnis 150 mm. Perdangos pirmajame ir paskutiniame tarpatramiuose armuojama apatiniais T9.4 armatūros tinklais, kurių žingsnis 180 mm. Viduriniuose tarpatramiuose armuojama apatiniais T9.5 armatūros tinklais, kurių žingsnis 160 mm. Perdanga ašyse H-M ir 1-2 viršuje ties atramomis armuojama T10.1, T10.2, T10.3 armatūros tinklais, kurių žingsnis 180 mm. Perdangos pirmajame ir paskutiniame tarpatramiuose armuojama apatiniais T10.4 armatūros tinklais, kurių žingsnis 180 mm. Viduriniuose tarpatramiuose armuojama apatiniais T10.5 armatūros tinklais, kurių žingsnis 160 mm. Monolitinė perdanga ašyse F-H ir 2-3 viršuje ties pirmąja atrama armuojama viršutiniu T11.1 armatūros tinklu, kurio žingsnis 180 mm. Antroje ir ketvirtoje atramose armuojama viršutiniaisiais T11.2 armatūros tinklais, kurių žingsnis 120 mm. Trečioje atramoje armuojama viršutiniu T11.3 armatūros tinklu, kurio žingsnis 140 mm. Perdangos pirmajame ir paskutiniame tarpatramiuose armuojama apatiniais T11.4 armatūros tinklais, kurių žingsnis 180 mm. Viduriniuose tarpatramiuose armuojama apatiniais T11.5 armatūros tinklais, kurių žingsnis 170 mm. Perdanga ašyse H-M ir 1-2 viršuje ties pirmąja atrama armuojama viršutiniu T12.1 armatūros tinklu, kurio žingsnis 180 mm. Antroje ir ketvirtoje atramose armuojama viršutiniaisiais T12.2 armatūros tinklais, kurių žingsnis 120 mm. Trečioje atramoje armuojama viršutiniu T12.3 armatūros tinklu, kurio žingsnis 140 mm. Perdangos pirmajame ir paskutiniame tarpatramiuose armuojama apatiniais T12.4 armatūros tinklais, kurių žingsnis 180 mm. Viduriniuose tarpatramiuose armuojama apatiniais T12.5 armatūros tinklais, kurių žingsnis 170 mm. Monolitinės perdangos armuojamos rištais armatūros tinklais, kurių skersmuo 6, naudojamo armatūrinio plieno markė S400.

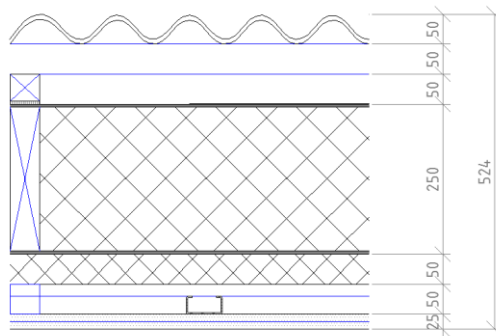
Šalutinės sijos ašyse F-H ir 1-2 armuojamos išilgine armatūra viršuje $4\phi 12$, o apačioje $2\phi 12$ ir $2\phi 10$. Sijos ašyse H-M ir 1-2 armuojamos išilgine armatūra viršuje $2\phi 16$ ir $2\phi 14$, o apačioje $3\phi 16$. Šalutinės sijos ašyse F-H ir 2-3 armuojamos išilgine armatūra viršuje $2\phi 14$ ir $2\phi 12$, o apačioje $3\phi 14$. Sijos ašyse H-M ir 1-2 armuojamos išilgine armatūra viršuje $4\phi 14$, o apačioje $4\phi 12$. Monolitinės šalutinės sijos armuojamos rištais armatūros tinklais, naudojamo plieno markė S400, skersinė armatūros skersmuo $2\phi 6$

Surenkamos kiaurymėtosios perdangos plokštės projektuojamame pastate yra dviejų tipų. Pirmojo tipo plokštės įrengiamos tik klasėse, kur naudojimo apkrova C1 kategorijos. Perdangos plokščių apačioje yra įtempiami $9\phi 9,3$ armatūros lynai, kurių Y1860S armatūros klasė. Viršuje armuojama T13 armatūros tinklais $\phi 5/200/\phi 5/300$. Antrojo tipo plokštės įrengiamos sporto salės tribūnose, kur naudojimo apkrova C3 kategorijos. Perdangos plokščių apačioje yra įtempiami $7\phi 9,3$ armatūros lynai, kurių Y1960S armatūros klasė. Viršuje armuojama T14 armatūros tinklais $\phi 5/200/\phi 5/300$. Abiejų rūšių kiaurymėtųjų perdangų plokščių aukštis yra 0,2 m, o plotis 1,196 m. Surenkamoms perdangoms naudojamas C30/37 klasės betonai, kurio aplinkos sąlygų klasė XC1.

Surenkami gelžbetoniniai rygeliai įrengiami ant suprojektuotų gelžbetoninių kolonų gėmbių. Numatomi dviejų tipų rygeliai. Pirmojo tipo rygeliai įrengiami po monolitinėmis perdangomis. Jie armuojami įtempiamais lynais apačioje ($7\varnothing 9,3$) ir viršuje $2\varnothing 9,3$). Pirmojo tipo rygeliams naudojami Y1960S armatūros klasės lynai bei C45/55 XC1 klasė betonas. Įstrižojo pjūvio stiprumui užtikrinti naudojamos $\varnothing 10$ sankabos, kurių armatūros plieno markė S400. Antrojo tipo rygeliai įrengiami po surenkamomis monolitinėmis perdangomis. Jie armuojami įtempiamais lynais apačioje ($6\varnothing 9,3$) ir išilgine armatūra $2\varnothing 6$, kurios armatūros plieno markė S400. Antrojo tipo rygeliams naudojami Y1860S armatūros klasės lynai bei C35/45 XC1 klasė betonas. Įstrižojo pjūvio stiprumui užtikrinti naudojamos $\varnothing 6$ sankabos, kurių armatūros plieno markė S400.

Kintamo skerspjūvio medinį rėmą sudaro medinė sija ir kolona. Sija konstruojama iš klijuotos medienos kintamo skerspjūvio, kurios pradinis skerspjūvis karnizo mazge yra $1200 \times 400 \text{ mm}$, o galutinis skerspjūvis kraiginiame mazge $370 \times 400 \text{ mm}$. Sijos ilgis yra 7462 mm . Sijos tarpusavyje jungiamos kraiginiame mazge naudojant Det. 2, kurią sudaro SP4 $400 \times 140 \times 10 \text{ mm}$, SP5 $280 \times 200 \times 10 \text{ mm}$, SP6 $370 \times 140 \times 10 \text{ mm}$, SP7 $400 \times 140 \times 10 \text{ mm}$. Tarpusavyje detalės jungiamos varžtu, kurio skersmuo 42 mm . Kolona konstruojama iš klijuotos medienos kintamo skerspjūvio, kurios pradinis skerspjūvis karnizo mazge yra $1200 \times 400 \text{ mm}$, o galutinis skerspjūvis atraminiame mazge $500 \times 400 \text{ mm}$. Kolonos ilgis yra 6674 mm . Sija ir kolona jungiamos karnizo mazge, naudojant smeigės, kurių skersmuo yra 16 mm , dedamos dviem apskritimais. Pirmojo apskritimo skersmuo 1088 mm , o antrojo apskritimo – 896 mm . Kolona su pamatu jungiama atraminiame mazge, naudojant 2 vnt. Det. 1, kurią sudaro SP2 $500 \times 300 \times 10 \text{ mm}$, SP3 $420 \times 300 \times 10 \text{ mm}$. Detalės privirinamos prie SP1 ($950 \times 650 \times 20 \text{ mm}$) atraminės plokštės, kurios virinamos siūlės statinis $k_f = 6 \text{ mm}$. Atraminė plokštelė prie pamato tvirtinama 2 vnt. M24 8.8 klasės inkariniais varžtais. Visoms plieninės konstrukcijoms virinti naudojama G35 elektrodinė viela, virinama pusiau automatiniu būdu, $d_w = 1,4\text{--}3 \text{ mm}$. Visų kitų konstrukcijų virinimo siūlės statinis $k_f = 5 \text{ mm}$.

1.5 Stogo šiluminio perdavimo koeficiento skaičiavimas



1.1. pav. Stogo detalė (Paroc SS 03 detalė)

Viešosios paskirties pastatų stogo norminė šilumos perdavimo koeficiento vertė [1] : $U_N = 0,20 \frac{W}{m^2K}$

Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{6,67} = 0,149 \frac{W}{m^2K} \quad (1.1)$$

Stogo visuminės šiluminės varžos skaičiavimas:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,1 + 6,53 + 0,04 = 6,67 \frac{m^2K}{W} \quad (1.2)$$

Suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_{h,s} + R_2 + R_{q,s} + R_4 = 0,02 + 6,28 + 0,04 + 1,19 = 6,53 \frac{m^2K}{W} \quad (1.3)$$

Hidroizoliacinė stogo danga:

$$R_{h,s} = 0,02 \frac{m^2K}{W}$$

Akmens vata (PAROC ROS 30), $d = 250 \text{ mm}$:

$$R_2 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,25}{0,0398} = 6,28 \frac{m^2K}{W} \quad (1.7)$$

$$\lambda_{3,ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_\omega + \Delta\lambda_{CV} = 0,036 + 0,002 + 0,0018 = 0,0398 \frac{W}{m^2K} \quad (1.8)$$

$$\Delta\lambda_{CV} = \lambda_D \cdot K_{CV} = 0,036 \cdot 0,05 = 0,0018 \frac{W}{m^2K} \quad (1.9)$$

Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis (PAROC XMV 020 bas):

$$R_{q,s} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$$

Kieta akmens vata (PAROC ROB 60), $d = 50 \text{ mm}$:

$$R_4 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,05}{0,0419} = 1,193 \frac{m^2K}{W} \quad (1.10)$$

$$\lambda_{5,ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_\omega + \Delta\lambda_{CV} = 0,038 + 0,002 + 0,0019 = 0,0419 \frac{W}{m^2K} \quad (1.11)$$

$$\Delta\lambda_{CV} = \lambda_D \cdot K_{CV} = 0,038 \cdot 0,05 = 0,0019 \frac{W}{m^2K} \quad (1.12)$$

Viešosios paskirties pastatų stogo norminę šilumos perdavimo koeficiento vertę lyginame su gautąja:

$$U = 0,149 \frac{W}{m^2K} < U_N = 0,20 \frac{W}{m^2K}$$

Norminės sąlygos tenkinamos.

2. Konstrukcinė skyrius

2.1 Apkrovų skirsnis

2.1.1 Stogo apkrova

2.1 lentelė. Stogo apkrova SS-03

Nr.	Pavadinimas	Charakteristinė apkrova, kN/m^2	Apkrovos patikimumo koeficientas γ_f	Skaičiuojamoji apkrova, kN/m^2
1.	Stogo danga	0,408	1,35	0,551
2.	Grebėstas	0,159	1,35	0,215
3.	Paroc XMU 100	0,001	1,35	0,001
4.	Paroc Ros 30	0,108	1,35	0,146
5.	Paroc XMV 020	0,001	1,35	0,001
6.	Paroc Ros 60	0,024	1,35	0,032
7.	Tašas, $d=50$ mm	0,095	1,35	0,128
8.	Vidaus apdaila	0,098	1,35	0,132
Σ :		0,894		1,207

2.1.2 Sniego apkrova

Sniego apkrovos rajonas Vilnius – II. Sniego apkrovos į stogo horizontaliąją projekciją charakterizuojamoji reikšmė nustatoma pagal formulę:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ kN/m}^2 \quad (2.1.1)$$

s_k – sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė.

$$s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2; [2]$$

μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas $\mu_i = 1,0$; [2]

C_e – atodangos koeficientas, $C_e = 1,0$; [2]

C_t – terminis koeficientas, $C_t = 1,0$. [2]

Tolygiai išskirstyta sniego apkrova į medinius rėmus:

$$S = 1,6 \cdot 6 = 9,6 \text{ kN/m}, \text{ žingsnis tarp kolonų } 6 \text{ metrai.}$$

2.1.3 Vėjo apkrova

Vilnius priklauso I vėjo greičio rajonui, vietovės tipas – B. Šiam rajonui vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$.

Ataskaitinis vėjo greitis bus lygus:

$$v_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24,0 = 24 \text{ m/s} \quad (2.1.2)$$

C_{DIR} – krypties koeficientas, lygus 1,0; [2]

C_{TEM} – laikotarpio (sezono) koeficientas, lygus 1,0; [2]

C_{ALT} – aukščio virš jūros lygio koeficientas, lygus 1,0. [2]

Ataskaitinis vėjo slėgis apskaičiuojamas:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24,0^2 = 360 \frac{N}{m^2} = 0,36 \frac{kN}{m^2} \quad (2.1.3)$$

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e \quad (2.1.4)$$

q_{ref} – ataskaitinis vėjo slėgis; [2]

$c(z)$ – koeficientas, priklausantis nuo vietovės reljefo tipo ir aukščio nuo žemės paviršiaus; [2]

c_e – išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai. [2]

Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai yra lygūs:

$$c_e = +0,8$$

$$c_e = -0,6$$

$$w_{me1} \text{ (iki 5 m)} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ kN}$$

$$w_{me1} \text{ (nuo 5 m)} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5422 \cdot 0,8 = 0,151 \text{ kN}$$

$$w_{me2} \text{ (iki 5 m)} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,6 = 0,108 \text{ kN}$$

$$w_{me2} \text{ (nuo 5 m)} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5422 \cdot 0,6 = 0,112 \text{ kN}$$

2.1.4 Deriniai

2.2 lentelė. Apkrovų deriniai

Numeris	Apkrovos derinys
X01	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ kair.}} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X02	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ kair.}} + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X03	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ kair.}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} \cdot \psi_1$
X04	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ kair.}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} \cdot \psi_1$
X11	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ deš.}} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X12	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ deš.}} + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X13	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ deš.}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} \cdot \psi_1$
X14	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ deš.}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} \cdot \psi_1$
X21	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ visas}} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X22	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ visas}} + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X23	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ visas}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} \cdot \psi_1$
X24	$G_{savasis} + Q_{sniegas \text{ visas}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} \cdot \psi_1$
X31	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} + Q_{sniegas \text{ kair.}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X32	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} + Q_{sniegas \text{ deš.}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X33	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} + Q_{sniegas \text{ visas}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X34	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{sniegas \text{ kair.}} \cdot \psi_1$
X35	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{sniegas \text{ deš.}} \cdot \psi_1$
X36	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš kairės}} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{sniegas \text{ visas}} \cdot \psi_1$
X41	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} + Q_{sniegas \text{ kair.}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X42	$G_{savasis} + Q_{V\text{ėjas iš dešinės}} + Q_{sniegas \text{ deš.}} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$

X43	$G_{savasis} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} + Q_{Sniegas\ visas} \cdot \psi_0 + Q_{Naud.} \cdot \psi_1$
X44	$G_{savasis} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ kair.} \cdot \psi_1$
X45	$G_{savasis} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ de\acute{s}.} \cdot \psi_1$
X46	$G_{savasis} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} + Q_{Naud.} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ visas} \cdot \psi_1$
X51	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{Sniegas\ kair.} \cdot \psi_0 + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ kair\acute{e}s} \cdot \psi_1$
X52	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{Sniegas\ kair.} \cdot \psi_0 + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} \cdot \psi_1$
X53	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{Sniegas\ de\acute{s}.} \cdot \psi_0 + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ kair\acute{e}s} \cdot \psi_1$
X54	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{Sniegas\ de\acute{s}.} \cdot \psi_0 + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} \cdot \psi_1$
X55	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{Sniegas\ visas} \cdot \psi_0 + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ kair\acute{e}s} \cdot \psi_1$
X56	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{Sniegas\ visas} \cdot \psi_0 + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} \cdot \psi_1$
X57	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ kair\acute{e}s} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ kair.} \cdot \psi_1$
X58	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ kair\acute{e}s} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ de\acute{s}.} \cdot \psi_1$
X59	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ kair\acute{e}s} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ visas} \cdot \psi_1$
X60	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ kair.} \cdot \psi_1$
X61	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ de\acute{s}.} \cdot \psi_1$
X62	$G_{savasis} + Q_{Naud.} + Q_{V\acute{e}jas\ i\acute{s}\ de\acute{s}in\acute{e}s} \cdot \psi_0 + Q_{Sniegas\ visas} \cdot \psi_1$

Pastaba: X - žymi apkrovos tipą. 1 - charakterizuojamoji apkrova, 2 - skaičiuojamoji apkrova.

Skaičiuojamojoje apkrovoje G dauginamas iš $\gamma_G = 1,35$, o Q dauginamas iš $\gamma_Q = 1,3$

2.2 Monolitinės briaunosios plokštės skaičiavimas

2.2.1 Apkrovų ir įrašų skaičiavimas

2.3 lentelė. Perdangos konstrukcijų savojo svorio apkrova

Nr.	Apkrovos pavadinimas	Tūrinis svoris kN/m^3	Charakterizuojamoji apkrova kN/m^2	Apkrovos dalinis koeficientas	Skaičiuojamoji apkrova kN/m^3
1	Laminuota grindų danga	4,5	0,045	1,35	0,061
2	Orientuota medžio drožlių plokštė	8	0,032	1,35	0,043
3	Cementinio skiedinio sluoksnis	20	0,4	1,35	0,54
4	Smulkiagrūdžio betono pasluoksnis	20	0,8	1,35	1,08
5	Termoizoliacija	1,7	0,051	1,35	0,069
6	Gelžbetoninį plokštė $t=60$ mm	25	1,50	1,35	2,025
7	Pertvaros	-	0,5	1,35	0,675
	Visos perdangos konstrukcijų apkrova		3,028		4,088
	Laikinoji		3,0	1,30	3,90

	apkrova				
	Suminė apkrova		6,028		7,988

Kadangi plokščių ilgio ir pločio santykis didesnis nei 2, tai plokštė gali būti apskaičiuojama kaip sijinė, kurios plotis parenkamas 1m ($b = 1000$ mm). [18]

$$p'_d = p_d \cdot b = 7,988 \cdot 1 = 7,988 \text{ kN/m.} \quad (2.1.1)$$

Plokštės apskaičiuojamos įvertinus plastinių šarnyrų plokštės atsiradimą atramose.

Pirmos grupės plokštės lenkimo momentas kraštiniuose tarpatriamuose:

$$M_{1(1)} = 0,09 \cdot p'_d \cdot b_{eff1}^2 = 0,09 \cdot 7,988 \cdot 1,46^2 = 1,532 \text{ kN/m.} \quad (2.1.2)$$

Pirmos grupės plokštės lenkimo momentas atramoje nuo krašto:

$$\begin{aligned} M_{B(1)} &= -0,09 \cdot p'_d \cdot \left(0,5 \cdot (b'_{eff1} + b'_{eff1,1})\right)^2 \\ &= -0,09 \cdot 7,988 \cdot (0,5 \cdot (1,4 + 1,685))^2 = -1,711 \text{ kN/m} \end{aligned} \quad (2.1.3)$$

Pirmos grupės plokštės lenkimo momentas viduriniuose tarpatriamuose:

$$M_{2(1)} = M_{3(1)} = \pm 0,07 \cdot p'_d \cdot b_{eff3}^2 = \pm 0,07 \cdot 7,988 \cdot 1,845^2 = \pm 1,903 \text{ kN/m.} \quad (2.1.4)$$

Pirmos grupės plokštės lenkimo momentas vidurinėse atramose:

$$M_C = M_D = \pm 0,08 \cdot p'_d \cdot b_{eff3}^2 = \pm 0,08 \cdot 7,988 \cdot 1,785^2 = \pm 2,036 \text{ kN/m.} \quad (2.1.5)$$

Pirmos grupės plokštės lenkimo momentas kraštiniuose tarpatriamuose:

$$M_{1(2)} = 0,09 \cdot p'_d \cdot b_{eff2}^2 = 0,09 \cdot 7,988 \cdot 1,765^2 = 2,24 \text{ kN/m.} \quad (2.1.6)$$

Antros grupės plokštės lenkimo momentas atramoje nuo krašto:

$$\begin{aligned} M_{B(2)} &= -0,09 \cdot p'_d \cdot \left(0,5 \cdot (b'_{eff2} + b'_{eff1,2})\right)^2 \\ &= -0,09 \cdot 7,988 \cdot (0,5 \cdot (1,705 + 1,65))^2 = -2,023 \text{ kN/m} \end{aligned} \quad (2.1.7)$$

Antros grupės plokštės lenkimo momentas viduriniuose tarpatriamuose:

$$\begin{aligned} M_{2(2)} = M_{3(2)} &= \pm 0,07 \cdot p'_d \cdot b_{eff1,2}^2 = \pm 0,07 \cdot 7,988 \cdot 1,710^2 \\ &= \pm 1,635 \text{ kN/m.} \end{aligned} \quad (2.2.8)$$

Antros grupės plokštės lenkimo momentas vidurinėse atramose:

$$M_{C(2)} = M_{D(2)} = \pm 0,08 \cdot p'_d \cdot b_{eff1,2}^2 = \pm 0,08 \cdot 7,988 \cdot 1,65^2 = \pm 1,740 \text{ kN/m.} \quad (2.2.9)$$

Trečios grupės plokštės lenkimo momentas kraštiniuose tarpatriamuose:

$$M_{1(3)} = 0,09 \cdot p'_d \cdot b_{eff3}^2 = 0,09 \cdot 7,988 \cdot 1,845^2 = 2,447 \text{ kN/m.} \quad (2.2.10)$$

Trečios grupės plokštės lenkimo momentas atramoje nuo krašto:

$$\begin{aligned} M_{B(3)} &= -0,09 \cdot p'_d \cdot \left(0,5 \cdot (b'_{eff3} + b'_{eff1,3})\right)^2 \\ &= -0,09 \cdot 7,988 \cdot (0,5 \cdot (1,785 + 1,70))^2 = -2,183 \text{ kN/m} = \end{aligned} \quad (2.2.11)$$

Trečios grupės plokštės lenkimo momentas viduriniuose tarpatramiuose:

$$M_{2(3)} = M_{3(3)} = \pm 0,07 \cdot p'_d \cdot b_{eff_{1.3}}^2 = \pm 0,07 \cdot 7,988 \cdot 1,76^2 = \pm 1,732 \text{ kN/m}. \quad (2.2.12)$$

Trečios grupės plokštės lenkimo momentas vidurinėse atramose:

$$M_{C(3)} = M_{D(3)} = \pm 0,08 \cdot p'_d \cdot b_{eff_{1.3}}^2 = \pm 0,08 \cdot 7,988 \cdot 1,70^2 = \pm 1,847 \text{ kN/m}. \quad (2.2.13)$$

Ketvirtos grupės plokštės lenkimo momentas kraštiniuose tarpatramiuose:

$$M_{1(4)} = 0,09 \cdot p'_d \cdot b_{eff_4}^2 = 0,09 \cdot 7,988 \cdot 1,85^2 = 2,461 \text{ kN/m}. \quad (2.2.14)$$

Ketvirtos grupės plokštės lenkimo momentas atramoje nuo krašto:

$$\begin{aligned} M_{B(4)} &= -0,09 \cdot p'_d \cdot \left(0,5 \cdot (b'_{eff_4} + b'_{eff_{1.4}})\right)^2 \\ &= -0,09 \cdot 7,988 \cdot (0,5 \cdot (1,79 + 1,7))^2 = -2,189 \text{ kN/m} \end{aligned} \quad (2.2.15)$$

Ketvirtos grupės plokštės lenkimo momentas viduriniuose tarpatramiuose:

$$M_{2(4)} = M_{3(4)} = \pm 0,07 \cdot p'_d \cdot b_{eff_{1.4}}^2 = \pm 0,07 \cdot 7,988 \cdot 1,76^2 = \pm 1,732 \text{ kN/m}. \quad (2.2.16)$$

Ketvirtos grupės plokštės lenkimo momentas vidurinėse atramose:

$$M_{C(4)} = M_{D(4)} = \pm 0,08 \cdot p'_d \cdot b_{eff_{1.4}}^2 = \pm 0,08 \cdot 7,988 \cdot 1,70^2 = \pm 1,847 \text{ kN/m}. \quad (2.2.17)$$

2.2.2 Plokštės storio skaičiavimas

Apskaičiuosime briaunotosios monolitinės plokštės darbo aukštį:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{M_{Ed,max}}{\mu_{Eds} \cdot f_{cd} \cdot b}} = \sqrt{\frac{2,461 \cdot 10^6}{0,204 \cdot 9,60 \cdot 1000}} = 35,44 \text{ mm} \quad (2.2.18)$$

čia:

$$\begin{aligned} \mu_{Eds,lim} &= \eta \lambda \xi_{lim} (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,288 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,288) \\ &= 0,204 \end{aligned} \quad (2.2.19)$$

Lenkimo momentų persiskirstymas yra ribotas (sudaro 20%, $\delta=0,8$), ribinis santykis gniuždomos zonos aukštis [18], apskaičiuojame:

$$\xi_{lim} = \frac{(\delta - k)_1}{k_2} = \frac{0,8 - 0,44}{1,25} = 0,288 \quad (2.2.20)$$

Taigi, pasirenkame $d_{min} = 36 \text{ mm}$. Apsauginį betono sluoksnio storį $a = 20 \text{ mm}$, išilginės armatūros klasę – S400 ir skersmenį – 6. Galime patikrinti minimalius reikalavimus pagal sąlygą:

$$\begin{aligned} h_{pl} &\geq d_{min} + a + \frac{\emptyset}{2} \\ h_{pl} &\geq 36 + 20 + \frac{6}{2} = 59 \text{ mm} < 60 \text{ mm} \end{aligned} \quad (2.2.21)$$

Kadangi sąlyga yra tenkinama, priimame $h_{pl} = 60 \text{ mm}$, $a = 20 \text{ mm}$, $d = 36 \text{ mm}$

2.2.3 Armatūros kiekių skaičiavimas

Išilginės armatūros skaičiuojamasis stipris:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1,1} = 347,83 \quad (2.2.22)$$

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės plokštėje pirmame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 5,932}{347,83} = 130,98 \text{ mm}^2 = 1,31 \text{ cm}^2 \quad (2.2.23)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,165 \cdot 36 = 5,932 \text{ mm} \quad (2.2.24)$$

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės plokštėje antroje atramoje :

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 6,685}{347,83} = 147,60 \text{ mm}^2 = 1,48 \text{ cm}^2 \quad (2.2.25)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,138 \cdot 36 = 6,685 \text{ mm} \quad (2.2.26)$$

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės plokštėje antrame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 7,51}{347,83} = 165,81 \text{ mm}^2 = 1,66 \text{ cm}^2 \quad (2.2.27)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,209 \cdot 36 = 7,51 \text{ mm} \quad (2.2.28)$$

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės plokštėje vidurinėse atramose:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 8,091}{347,83} = 178,66 \text{ mm}^2 = 1,79 \text{ cm}^2 \quad (2.2.29)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,225 \cdot 36 = 8,091 \text{ mm} \quad (2.2.30)$$

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės plokštėje pirmoje atramoje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 1,41}{347,83} = 31,07 \text{ mm}^2 = 0,31 \text{ cm}^2 \quad (2.2.31)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,039 \cdot 36 = 1,41 \text{ mm} \quad (2.2.32)$$

Reikiamas armatūros kiekis antros grupės plokštėje pirmame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 9,002}{347,83} = 198,77 \text{ mm}^2 = 1,99 \text{ cm}^2 \quad (2.2.33)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,250 \cdot 36 = 9,002 \text{ mm} \quad (2.2.34)$$

Reikiamas armatūros kiekis antros grupės plokštėje antroje atramoje :

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 8,03}{347,83} = 177,4 \text{ mm}^2 = 1,77 \text{ cm}^2 \quad (2.2.35)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,223 \cdot 36 = 8,03 \text{ mm} \quad (2.2.36)$$

Reikiamas armatūros kiekis antros grupės plokštėje antrame tarpatramyje

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 6,364}{347,83} = 140,51 \text{ mm}^2 = 1,41 \text{ cm}^2 \quad (2.2.37)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,177 \cdot 36 = 6,364 \text{ mm} \quad (2.2.38)$$

Reikiamas armatūros kiekis antros grupės plokštėje vidurinėse atramose:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 6,81}{347,83} = 150,33 \text{ mm}^2 = 1,50 \text{ cm}^2 \quad (2.2.39)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,189 \cdot 36 = 6,81 \text{ mm} \quad (2.2.40)$$

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės plokštėje pirmoje atramoje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 2,07}{347,83} = 45,78 \text{ mm}^2 = 0,46 \text{ cm}^2 \quad (2.2.41)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,058 \cdot 36 = 2,07 \text{ mm} \quad (2.2.42)$$

Reikiamas armatūros kiekis trečios grupės plokštėje pirmame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 9,95}{347,83} = 219,71 \text{ mm}^2 = 2,20 \text{ cm}^2 \quad (2.2.43)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,276 \cdot 36 = 9,95 \text{ mm} \quad (2.2.44)$$

Reikiamas armatūros kiekis trečios grupės plokštėje antroje atramoje :

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 8,746}{347,83} = 193,10 \text{ mm}^2 = 1,93 \text{ cm}^2 \quad (2.2.45)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,243 \cdot 36 = 8,746 \text{ mm} \quad (2.2.46)$$

Reikiamas armatūros kiekis trečios grupės plokštėje antrame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 6,77}{347,83} = 149,58 \text{ mm}^2 = 1,50 \text{ cm}^2 \quad (2.2.47)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,188 \cdot 36 = 6,77 \text{ mm} \quad (2.2.48)$$

Reikiamas armatūros kiekis trečios grupės plokštėje vidurinėse atramose:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 7,27}{347,83} = 160,46 \text{ mm}^2 = 1,60 \text{ cm}^2 \quad (2.2.49)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,202 \cdot 36 = 7,27 \text{ mm} \quad (2.2.50)$$

Reikiamas armatūros kiekis trečios grupės plokštėje pirmoje atramoje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 2,27}{347,83} = 50,14 \text{ mm}^2 = 0,50 \text{ cm}^2 \quad (2.2.51)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,063 \cdot 36 = 2,27 \text{ mm} \quad (2.2.52)$$

Reikiamas armatūros kiekis ketvirtos grupės plokštėje pirmame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 10,02}{347,83} = 221,15 \text{ mm}^2 = 2,21 \text{ cm}^2 \quad (2.2.53)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,278 \cdot 36 = 10,02 \text{ mm} \quad (2.2.54)$$

Reikiamas armatūros kiekis ketvirtos grupės plokštėje antroje atramoje :

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 8,778}{347,83} = 193,69 \text{ mm}^2 = 1,94 \text{ cm}^2 \quad (2.2.55)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,244 \cdot 36 = 8,77 \text{ mm} \quad (2.2.56)$$

Reikiamas armatūros kiekis ketvirtos grupės plokštėje antrame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 6,77}{347,83} = 149,58 \text{ mm}^2 = 1,50 \text{ cm}^2 \quad (2.2.57)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,188 \cdot 36 = 6,77 \text{ mm} \quad (2.2.58)$$

Reikiamas armatūros kiekis ketvirtos grupės plokštėje vidurinėse atramose:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 7,27}{347,83} = 160,46 \text{ mm}^2 = 1,60 \text{ cm}^2 \quad (2.2.59)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,202 \cdot 36 = 7,27 \text{ mm} \quad (2.2.60)$$

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės plokštėje pirmoje atramoje:

$$A_s = \frac{\eta f_{cd} b \lambda x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 2,82}{347,83} = 50,39 \text{ mm}^2 = 0,5 \text{ cm}^2 \quad (2.2.61)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,063 \cdot 36 = 2,28 \text{ mm} \quad (2.2.62)$$

Plokštės minimalus armavimo koeficientas $\rho_{min} = 0,0013$. Taigi:

$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 36 = 46,8 \text{ mm}^2 = 0,468 \text{ cm}^2 \quad (2.2.63)$$

$$0,31 \text{ cm}^2 < 0,468 \text{ cm}^2$$

Atramose, kai $A_{s,min} = 0,468 > A_s$, priimsime minimalų armatūros kiekį

Didžiausias pagrindinės armatūros žingsnis apskaičiuojamas:

$$S_{max} = 3h_{pl} = 3 \cdot 60 = 180 \text{ mm}, \quad (2.2.64)$$

Didžiausias pagalbinės armatūros pagalbinės armatūros

$$3,5h_{pl} = 3,5 \cdot 60 = 210 \text{ mm}. \quad (2.2.65)$$

2.4 lentelė. Plokštės tinklų armatūra

Skaičiuojamieji plokštės pjūviai	A_s pagal skaičiavimus mm^2	Numatytas armavimas			
		Darbo strypai $\emptyset 6 \text{ S400}$		Pagalbiniai strypai Vr - 1	
		Žingsnis s, mm	A_s, mm^2	\emptyset, mm	Žingsnis u, mm
Virš atramos į sieną	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	131	180	157	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	148	180	157	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	166	180	166	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	179	160	189	5	200

Pirmos grupės plokštės atramos viršuje:	T1.1	180/200/5S400/4Vr-1.
Pirmos grupės plokštės antros atramos viršuje:	T1.2	180/200/5S400/4Vr-1.
Pirmos grupės plokštės vidurinių atramų viršuje:	T1.3	180/200/5S400/4Vr-1.
Pirmos grupės plokštės pirmojo tarpatramio apačioje:	T1.4	180/200/5S400/4Vr-1.
Pirmos grupės plokštės vidurinių tarpatramių apačioje:	T1.5	160/200/5S400/4Vr-1.

$$T1 \text{ atramoje A } 0,2 \cdot l_{sk_1} = 0,2 \cdot 1560 = 312 \text{ mm} \approx 320 \text{ mm}, \quad (2.2.66)$$

$$T2 \text{ atramoje B kairėje } 0,3 \cdot l_{sk_1} = 0,3 \cdot 1560 = 468 \text{ mm} \approx 470 \text{ mm}, \quad (2.2.67)$$

$$\text{dešinėje } 3 \cdot l_{s_1} = 0,3 \cdot 1885 = 566 \text{ mm} \approx 570 \text{ mm}. \quad (2.2.68)$$

$$T3 \text{ atramoje C kairėje ir dešinėje } 0,3 \cdot l_{s_3} = 0,3 \cdot 1900 = 570 \text{ mm}. \quad (2.2.69)$$

$$T2 \text{ atramoje B nutraukimo nuotolis} \quad (2.2.70)$$

$$0,15 \cdot l_{sk_1} = 0,15 \cdot 1560 = 234 \text{ mm} \approx 240 \text{ mm kairėje}$$

$$0,15 \cdot l_{s_1} = 0,15 \cdot 1885 = 282,75 \text{ mm} \approx 290 \text{ mm dešinėje} \quad (2.2.71)$$

$$T3 \text{ atramoje C nutraukimo nuotolis} \quad (2.2.72)$$

$$0,15 \cdot l_{s_1} = 0,15 \cdot 1885 = 282,75 \text{ mm} \approx 290 \text{ mm kairėje}$$

$$0,15 \cdot l_{s_3} = 0,15 \cdot 1900 = 285 \text{ mm} \approx 290 \text{ mm dešinėje}. \quad (2.2.73)$$

$$T4 \text{ pirmame tarpatramyje nutraukimo nuotolis} \quad (2.2.74)$$

$$0,1 \cdot l_{sk_1} = 0,1 \cdot 1560 = 156 \text{ mm} \approx 160 \text{ mm, kairėje}$$

$$0,2 \cdot l_{sk_1} = 0,2 \cdot 1560 = 312 \text{ mm} \approx 320 \text{ mm, dešinėje}. \quad (2.2.75)$$

$$T5 \text{ viduriniuose tarpatramiuose nutraukimo nuotolis} \quad (2.2.76)$$

$$0,2 \cdot l_{s_1} = 0,2 \cdot 1885 = 312 \text{ mm} \approx 320 \text{ mm kairėje ir dešinėje}$$

$$l_{s_1} = 1885 \text{ mm ir } l_{sk_1} = 1500 + 0,5 \cdot 120 = 1560 \text{ mm} \quad (2.2.77)$$

$$l_{sk_1} = 1500 \text{ mm}; l_{s_1} = 1885 \text{ mm}; l_{s_3} = 1900 \text{ mm}$$

2.5 lentelė. Plokštės tinklų armatūra

Skaičiuojamieji plokštės pjūviai	A_s pagal skaičiavimus mm^2	Numatytas armavimas			
		Darbo strypai $\emptyset 6 S400$		Pagalbiniai strypai Vr - 1	
		Žingsnis s, mm	A_s, mm^2	\emptyset, mm	Žingsnis u, mm
Virš atramos į sieną	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	199	140	202	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	177	150	189	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	141	180	157	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	150	180	157	5	200

Antros grupės plokštės atramos viršuje: T2.1 180/200/5S400/4Vr-1.

Antros grupės plokštės pirmos atramos viršuje: T2.2 140/200/5S400/4Vr-1.

Antros grupės plokštės vidurinių atramų viršuje: T2.3 150/200/5S400/4Vr-1.

Antros grupės plokštės pirmojo tarpatramio apačioje: T2.4 180/200/5S400/4Vr-1.

Antros grupės plokštės vidurinių tarpatramių apačioje: T2.5 180/200/5S400/4Vr-1.

$$T1 \text{ atramoje A } 0,2 \cdot l_{sk_2} = 0,2 \cdot 1865 = 373 \text{ mm} \approx 380 \text{ mm} \quad (2.2.78)$$

$$T2 \text{ atramoje B kairėje } 0,3 \cdot l_{sk_2} = 0,3 \cdot 1865 = 559,5 \text{ mm} \approx 560 \text{ mm}, \quad (2.2.79)$$

$$\text{dešinėje } 0,3 \cdot l_{s_2} = 0,3 \cdot 1850 = 555 \text{ mm} \approx 560 \text{ mm}. \quad (2.2.80)$$

$$T3 \text{ atramoje C kairėje ir dešinėje } 0,3 \cdot l_{s_2} = 0,3 \cdot 1850 = 555 \text{ mm} \approx \quad (2.2.81)$$

560 mm.

$$T2 \text{ atramoje B nutraukimo nuotolis atstumu} \quad (2.2.82)$$

$$0,15 \cdot l_{sk_2} = 0,15 \cdot 1865 = 279,75 \text{ mm} \approx 280 \text{ mm kairėje}$$

$$0,15 \cdot l_{s_2} = 0,15 \cdot 1850 = 277,5 \text{ mm} \approx 280 \text{ mm dešinėje} \quad (2.2.83)$$

$$T3 \text{ atramoje C nutraukimo nuotolis } 0,15 \cdot l_{s_2} = 0,15 \cdot 1850 = \quad (2.2.84)$$

277,5 mm \approx 280 mm

$$T4 \text{ pirmame tarpatramyje nutraukimo nuotolis} \quad (2.2.85)$$

$$0,1 \cdot l_{sk_2} = 0,1 \cdot 1865 = 186,5 \text{ mm} \approx 190 \text{ mm kairėje}$$

$$0,2 \cdot l_{sk_2} = 0,2 \cdot 1865 = 373 \text{ mm} \approx 380 \text{ mm dešinėje} \quad (2.2.86)$$

$$T5 \text{ viduriniuose tarpatramiuose} \quad (2.2.87)$$

$$0,2 \cdot l_{s_2} = 0,2 \cdot 1850 = 370 \text{ mm kairėje ir dešinėje}$$

$$l_{s_2} = 1850 \text{ mm ir } l_{sk_2} = 1805 + 0,5 \cdot 120 = 1865 \text{ mm} \quad (2.2.88)$$

2.6 lentelė. Plokštės tinklų armatūra

Skaičiuojamieji plokštės pjūviai	A_s pagal skaičiavimus mm^2	Numatytas armavimas			
		Darbo strypai $\emptyset 6 S400$		Pagalbiniai strypai Vr - 1	
		Žingsnis s, mm	A_s, mm^2	\emptyset, mm	Žingsnis u, mm
Virš atramos į sieną	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	220	120	236	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	193	140	202	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	150	180	157	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	160	170	166	5	200

Trečios grupės plokštės atramos viršuje: T3.1 180/200/5S400/4Vr-1.

Trečios grupės plokštės pirmos atramos viršuje: T3.2 120/200/5S400/4Vr-1.

Trečios grupės plokštės vidurinių atramų viršuje: T3.3 140/200/5S400/4Vr-1.

Trečios grupės plokštės pirmojo tarpatramio apačioje: T3.4 180/200/5S400/4Vr-1.

Trečios grupės plokštės vidurinių tarpatramių apačioje: T3.5 170/200/5S400/4Vr-1.

$$T1 \text{ atramoje A } 0,2 \cdot l_{sk_3} = 0,2 \cdot 1945 = 389 \text{ mm} \approx 390 \text{ mm.} \quad (2.2.89)$$

$$T2 \text{ atramoje B kairėje } 0,3 \cdot l_{sk_3} = 0,3 \cdot 1945 = 584 \text{ mm} \approx 590 \text{ mm,} \quad (2.2.90)$$

$$\text{dešinėje } 0,3 \cdot l_{s_3} = 0,3 \cdot 1900 = 570 \text{ mm.} \quad (2.2.91)$$

$$T3 \text{ atramoje C kairėje ir dešinėje } 0,3 \cdot l_{s_3} = 0,3 \cdot 1900 = 570 \text{ mm.} \quad (2.2.92)$$

$$T2 \text{ atramoje B nutraukimo nuotolis} \quad (2.2.93)$$

$$0,15 \cdot l_{sk_3} = 0,15 \cdot 1945 = 291,75 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm kairėje}$$

$$0,15 \cdot l_{s_3} = 0,15 \cdot 1900 = 285 \text{ mm} \approx 290 \text{ mm dešinėje.} \quad (2.2.94)$$

$$T3 \text{ atramoje C nutraukimo nuotolis kairėje ir dešinėje} \quad (2.2.95)$$

$$0,15 \cdot l_{s_3} = 0,15 \cdot 1900 = 285 \text{ mm} \approx 290 \text{ mm.}$$

$$T4 \text{ pirmame tarpatramyje nutraukimo nuotolis} \quad (2.2.96)$$

$$0,1 \cdot l_{sk_3} = 0,1 \cdot 1945 = 194,5 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm kairėje}$$

$$0,2 \cdot l_{sk_3} = 0,2 \cdot 1945 = 389 \text{ mm} \approx 390 \text{ mm dešinėje} \quad (2.2.97)$$

$$T5 \text{ viduriniuose tarpatramiuose} \quad (2.2.98)$$

$$0,2 \cdot l_{s_3} = 0,2 \cdot 1900 = 380 \text{ mm kairėje ir dešinėje}$$

$$l_{s_3} = 1900 \text{ mm ir } l_{sk_3} = 1885 + 0,5 \cdot 120 = 1945 \text{ mm} \quad (2.2.99)$$

2.7 lentelė. Plokštės tinklų armatūra

Skaičiuojamieji plokštės pjūviai	A_s pagal skaičiavimus, mm^2	Numatytas armavimas			
		Darbo strypai $\emptyset 6$ S400		Pagalbiniai strypai Vr - 1	
		Žingsnis s, mm	A_s, mm^2	\emptyset, mm	Žingsnis u, mm
Virš atramos į sieną	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	221	120	236	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	194	140	202	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	150	180	157	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	160	170	166	5	200

Ketvirtos grupės plokštės atramos viršuje: T4.1 180/200/5S400/4Vr-1.

Ketvirtos grupės plokštės pirmos atramos viršuje: T4.2 120/200/5S400/4Vr-1.

Ketvirtos grupės plokštės vidurinių atramų viršuje: T4.3 140/200/5S400/4Vr-1.

Ketvirtos grupės plokštės pirmojo tarpatramio apačioje: T4.4 180/200/5S400/4Vr-1.

Ketvirtos grupės plokštės vidurinių tarpatramių apačioje: T4.5 170/200/5S400/4Vr-1.

$$T1 \text{ atramoje A } 0,2 \cdot l_{sk_4} = 0,2 \cdot 1950 = 390 \text{ mm nuo atramos krašto.} \quad (2.2.100)$$

$$T2 \text{ atramoje B kairėje } 0,3 \cdot l_{sk_4} = 0,3 \cdot 1950 = 585 \text{ mm} \approx 590 \text{ mm}, \quad (2.2.101)$$

$$\text{dešinėje } 0,3 \cdot l_{s_4} = 0,3 \cdot 1900 = 570 \text{ mm}. \quad (2.2.102)$$

$$T3 \text{ atramoje C kairėje ir dešinėje } 0,3 \cdot l_{s_4} = 0,3 \cdot 1900 = 570 \text{ mm}. \quad (2.2.103)$$

T2 atramoje B nutraukimo nuotolis

$$0,15 \cdot l_{sk_4} = 0,15 \cdot 1950 = 292,5 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm kairėje} \quad (2.2.104)$$

$$0,15 \cdot l_{s_4} = 0,15 \cdot 1900 = 285 \text{ mm} \approx 290 \text{ mm dešinėje} \quad (2.2.105)$$

T3 atramoje C nutraukimo nuotolis (2.2.106)

$$0,15 \cdot l_{s_4} = 0,15 \cdot 1900 = 285 \text{ mm} \approx 290 \text{ mm}.$$

T4 pirmame tarpatramyje nutraukimo nuotolis (2.2.107)

$$0,1 \cdot l_{sk_4} = 0,1 \cdot 1950 = 195 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm kairėje}$$

$$0,2 \cdot l_{sk_4} = 0,2 \cdot 1950 = 390 \text{ mm dešinėje} \quad (2.2.108)$$

T5 viduriniuose tarpatramiuose (2.2.109)

$$0,2 \cdot l_{s_4} = 0,2 \cdot 1900 = 380 \text{ mm kairėje ir dešinėje}$$

$$l_{s_4} = 1900 \text{ mm ir } l_{sk_4} = 1890 + 0,5 \cdot 120 = 1950 \text{ mm} \quad (2.2.110)$$

2.2.4 Įstrižojo pjūvio stiprumo tikrinimas

Didžiausia skersinė jėga, veikianti plokštę [19]:

$$V_{Ed} = 0,6 p_d b_{eff_{1.3}} = 0,6 \cdot 7,988 \cdot 1,700 = 8,148 \text{ kN}. \quad (2.2.111)$$

Plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas kai elementas be skersines armatūros [19] ($f_{ck} = 16 \text{ MPa}$):

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = \quad (2.2.112)$$

$$= [0,12 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot 16)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0] \cdot 1000 \cdot 36$$

$$= 15907 \text{ N} = 15,907 \text{ kN};$$

$$(v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) \cdot b_w d = (0,396 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 36 = 14256 \text{ N} \quad (2.2.113)$$

$$= 14,256 \text{ kN}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{36}} = 3,36 > 2,0; k = 2,0 \quad (2.2.114)$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{142}{1000 \cdot 36} = 0,0039 < 0,02. \quad (2.2.115)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12; \quad (2.2.116)$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 16^{\frac{1}{2}} = 0,396; \quad (2.2.117)$$

Taigi gavome, jog $V_{Rd,c} = 15,907 \text{ kN} > (v_{min} + k_1\sigma_{cp}) \cdot b_w d = 14,256 \text{ kN}$, palyginime priimame didesnę reikšmę $V_{Rd,c} = 15,907 \text{ kN}$. Patikrinę monolitinės briaunosios plokštės įstrižojo pjūvio stiprumo sąlygą $V_{Ed} = 8,148 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 15,907 \text{ kN}$, gauname, kad pjūvio stiprumas yra pakankamas [18]

2.3 Šalutinės sijos projektavimas

2.3.1 Apkrovos ir skaičiuojamieji ilgiai

Šalutinių sijų žingsnis $l_s = 1,95 \text{ m}$; briaunosios monolitinės plokštės storis $h_{pl} = 60 \text{ mm}$; šalutinės sijos aukštis $h_{sb} = 400 \text{ mm}$; plotis $b_{sb} = 200 \text{ mm}$; perdangos sijos aukštis $h_{mb} = 600 \text{ mm}$ plotis $b_{mb} = 300 \text{ mm}$. Naudojamas betonas C16/20; S400 klasės armatūra [18].

2.8 lentelė. Sijos apkrovos

Nr.	Apkrovos pavadinimas	Charakterizuojamoji apkrova		Apkrovos dalinis koeficientas	Skaičiuojamoji apkrova kN/m^3
		kN/m^2	kN/m		
1	Laminuota grindų danga	0,045	$0,045 \cdot 1,9 = 0,086$	1,35	0,116
2	Orientuota medžio drožlių plokštė	0,032	$0,032 \cdot 1,9 = 0,061$	1,35	0,082
3	Cementinio skiedinio sluoksnis	0,4	$0,4 \cdot 1,9 = 0,76$	1,35	1,026
4	Smulkiagrūdžio betono pasluoksnis	0,8	$0,8 \cdot 1,9 = 1,52$	1,35	2,052
5	Termoizoliacija	0,051	$0,05 \cdot 1,9 = 0,097$	1,35	0,131
6	Gelžbetoninę plokštę $t=60 \text{ mm}$	1,50	$1,50 \cdot 1,9 = 2,85$	1,35	3,848
7	Pertvaros	0,5	$0,5 \cdot 1,9 = 0,95$	1,35	1,283
8	Šalutinė sija		$(h_{sb} - h_{pl}) \cdot b_{sb} \cdot \gamma = 0,34 \cdot 0,20 \cdot 0,25 = 1,70$	1,35	2,295
	Visos perdangos konstrukcijų apkrova	3,028	3,028		10,833
	Laikinoji apkrova	3,0	$3,0 \cdot 1,9 = 5,7$	1,30	7,41
	Suminė apkrova	6,028	13,724		$p_d = 18,243$

2.3.2 Įrašų skaičiavimas

Pirmos grupės šalutinių sijų lenkimo momentas kraštiniuose tarpatriamiuose:

$$M_{1(1)} = 0,09 \cdot p_d \cdot l_{eff1}^2 = 0,09 \cdot 18,243 \cdot 6,19^2 = 62,879 \text{ kN/m}. \quad (2.3.1)$$

Pirmos grupės šalutinių sijų lenkimo momentas antroje atramoje:

$$M_{B(1)} = -0,11 \cdot p_d \cdot l_{eff1}^2 = -0,11 \cdot 18,243 \cdot 6,040^2 = -73,173 \text{ kN/m}. \quad (2.3.2)$$

Pirmos grupės šalutinių sijų lenkimo momentas viduriniuose tarpatriamiuose:

$$M_{2(1)} = M_3 = \pm 0,07 \cdot p_d \cdot l_{eff3}^2 = \pm 0,07 \cdot 18,243 \cdot 6,3^2 = \pm 50,66 \text{ kN/m}. \quad (2.3.3)$$

Pirmos grupės šalutinių sijų lenkimo momentas vidurinėse atramose:

$$M_{C(1)} = M_D = -0,09 \cdot p_d \cdot l_{eff3}^2 = -0,09 \cdot 18,243 \cdot 6,15^2 = -62,069 \text{ kN/m}. \quad (2.3.4)$$

Antros grupės šalutinių sijų lenkimo momentas kraštiniuose tarpatriamiuose:

$$M_{1(2)} = 0,09 \cdot p_d \cdot l_{eff2}^2 = 0,09 \cdot 18,243 \cdot 4,91^2 = 39,563 \text{ kN/m}. \quad (2.3.5)$$

Antros grupės šalutinių sijų lenkimo momentas antroje atramoje:

$$M_{B(2)} = -0,11 \cdot p_d \cdot l_{eff2}^2 = -0,11 \cdot 18,243 \cdot 4,76^2 = -45,445 \text{ kN/m}. \quad (2.3.6)$$

Ketvirtos grupės šalutinių sijų lenkimo momentas kraštiniuose tarpatriamiuose:

$$M_{1(4)} = 0,09 \cdot p_d \cdot l_{eff4}^2 = 0,09 \cdot 18,243 \cdot 5,505^2 = 49,732 \text{ kN/m}. \quad (2.3.7)$$

Ketvirtos grupės šalutinių sijų lenkimo momentas antroje atramoje:

$$M_{B(4)} = -0,11 \cdot p_d \cdot l_{eff4}^2 = -0,11 \cdot 18,243 \cdot 5,355^2 = -57,517 \text{ kN/m}. \quad (2.3.8)$$

Kadangi sija apskaičiuota neįvertinus plastinių šarnyrų, tai ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis pasirenkamas $\xi_{lim} = 0,45$, [18]

$$\begin{aligned} \mu_{Eds,lim(plokš.)} &= \eta \lambda \xi_{lim} (1 - 0,5 \lambda \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) \\ &= 0,295. \end{aligned} \quad (2.3.9)$$

Šalutinės sijos minimalus darbo aukštis:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{M_{B(1)}}{\mu_{Eds,lim} f_{cd} b_{sb}}} = \sqrt{\frac{73,173 \cdot 10^6}{0,295 \cdot 9,6 \cdot 200}} = 349,43 \text{ mm}. \quad (2.3.10)$$

Taigi, pasirenkame $d_{min} = 350 \text{ mm}$. Apsauginį betono sluoksnio storį $a = 40 \text{ mm}$, išilginės armatūros klasę – S400 ir skersmenį – 20. Galime patikrinti minimalius reikalavimus pagal sąlygą:

$$h_{sb} \geq d_{min} + a + \frac{\phi}{2} = 350 + 40 + \frac{20}{2} = 400 \text{ mm}; \quad (2.3.11)$$

Kadangi sąlyga yra tenkinama, priimame $h_{sb} = 400 \text{ mm}$, $a = 40 \text{ mm}$, $d = 350 \text{ mm}$

2.3.3 Išilginės armatūros skaičiavimas

Pirmame ir viduriniuose tarpatriamiuose tempiami yra apatiniai sluoksniai, tad skaičiuotinas sijos skerspjūvis yra tėjinis. Tuomet prieš pradėdant skaičiuoti reikiama armatūros kiekį šiems tarpatriamiams, reikia nustatyti tėjinio skerspjūvio juostos skaičiuojamą plotį b_{eff} . [18]

Apskaičiuojame lenkimo momentą, kai gniuždomas tik juostos plotas [18]. $x = h_f$:

$$\begin{aligned} M_{(1)f} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \lambda \cdot h_f \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot h_f) \\ &= 1,0 \cdot 9,60 \cdot 1404 \cdot 0,8 \cdot 60 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 60) \\ &= 210,91 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 210,91 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (2.3.12)$$

Apskaičiuojame lenkimo momentą, kai gniuždomas tik juostos plotas, [18] $x = h_f$:

$$\begin{aligned} M_{f(2)} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \lambda \cdot h_f \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot h_f) \\ &= 1,0 \cdot 9,60 \cdot 1117 \cdot 0,8 \cdot 60 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 60) \\ &= 167,797 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 167,797 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (2.3.13)$$

Apskaičiuojame lenkimo momentą, kai gniuždomas tik juostos plotas, [18] $x = h_f$:

$$\begin{aligned} M_{f(3)} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \lambda \cdot h_f \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot h_f) \\ &= 1,0 \cdot 9,60 \cdot 1422 \cdot 0,8 \cdot 60 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 60) \\ &= 213,614 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 213,614 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (2.3.14)$$

Apskaičiuojame lenkimo momentą, kai gniuždomas tik juostos plotas, [18]. $x = h_f$:

$$\begin{aligned} M_{f(4)} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \lambda \cdot h_f \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot h_f) \\ &= 1,0 \cdot 9,60 \cdot 1309 \cdot 0,8 \cdot 60 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 60) \\ &= 196,639 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 196,639 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (2.3.15)$$

Apskaičiavę momentą M_f , tiek pirmame, tiek ir viduriniuose tarpatriamiuose yra tenkinama sąlyga $M_f > M_{Ed}$, vadinasi šiuose pjūviniuose neutrali ašis bus juostoje. [18]

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės šalutinės sijos pirmame tarpatriamyje:

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1404 \cdot 0,8 \cdot 16,99}{347,83} = 526,73 \text{ mm}^2 \\ &= 5,27 \text{ cm}^2; \end{aligned} \quad (2.3.16)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,049 \cdot 350 = 16,99 \text{ mm}. \quad (2.3.17)$$

Pasirenkame 3 $\emptyset 16$, kurių $A_s = 6,03 \text{ cm}^2 > 5,27 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės šalutinės sijos viduriniuose tarpatriamiuose:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1404 \cdot 0,8 \cdot 13,64}{347,83} = 422,7 \text{ mm}^2 = 4,23 \text{ cm}^2; \quad (2.3.18)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,039 \cdot 350 = 13,64 \text{ mm}. \quad (2.3.19)$$

Pasirenkame 3 $\emptyset 14$, kurių $A_s = 4,62 \text{ cm}^2 > 4,23 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 156,7}{347,83} = 691,90 \text{ mm}^2 = 6,92 \text{ cm}^2; \quad (2.3.20)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,448 \cdot 350 = 156,7 \text{ mm.} \quad (2.3.21)$$

Pasirenkame 3 $\emptyset 18$, kurių $A_s = 7,63 \text{ cm}^2 > 6,92 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės šalutinės sijos vidurinėse atramose:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 136,9}{347,83} = 604,38 \text{ mm}^2 = 6,04 \text{ cm}^2; \quad (2.3.22)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,391 \cdot 350 = 136,9 \text{ mm.} \quad (2.3.23)$$

Pasirenkame 4 $\emptyset 14$, kurių $A_s = 6,16 \text{ cm}^2 > 6,04 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis pirmos grupės šalutinės sijos A atramoje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 30,3}{347,83} = 133,76 \text{ mm}^2 = 1,34 \text{ cm}^2; \quad (2.3.24)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,087 \cdot 350 = 30,3 \text{ mm.} \quad (2.3.25)$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 10$, kurių $A_s = 1,57 \text{ cm}^2 > A_s = 1,34 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis antros grupės šalutinės sijos pirmame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1117 \cdot 0,8 \cdot 13,4}{347,83} = 330,03 \text{ mm}^2 = 3,3 \text{ cm}^2; \quad (2.3.26)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,038 \cdot 350 = 13,4 \text{ mm.} \quad (2.3.27)$$

Pasirenkame 3 $\emptyset 12$, kurių $A_s = 3,39 \text{ cm}^2 > 3,3 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis antros grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 94,8}{347,83} = 418,65 \text{ mm}^2 = 4,19 \text{ cm}^2; \quad (2.3.28)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,271 \cdot 350 = 94,8 \text{ mm.} \quad (2.3.29)$$

Pasirenkame 4 $\emptyset 12$, kurių $A_s = 4,52 \text{ cm}^2 > 4,19 \text{ cm}^2$

Reikiamas armatūros kiekis antros grupės šalutinės sijos A atramoje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 18,8}{347,83} = 83,03 \text{ mm}^2 = 0,83 \text{ cm}^2; \quad (2.3.30)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,054 \cdot 350 = 18,8 \text{ mm.} \quad (2.3.31)$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 8$, kurių $A_s = 1,01 > A_s = 0,83 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis ketvirtos grupės šalutinės sijos pirmame tarpatramyje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 1422 \cdot 0,8 \cdot 13,2}{347,83} = 414,77 \text{ mm}^2 = 4,15 \text{ cm}^2; \quad (2.3.32)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,038 \cdot 350 = 13,2 \text{ mm.} \quad (2.3.33)$$

Pasirenkame 3 $\emptyset 14$, kurių $A_s = 4,62 \text{ cm}^2 > 4,15 \text{ cm}^2$.

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{B(4)}}{f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot d^2} = \frac{57,517 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 200 \cdot 350^2} = 0,245 < 0,295; \quad (2.3.34)$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,245}{1}} \right) = 0,357 < 0,45; \quad (2.3.35)$$

Reikiamas armatūros kiekis ketvirtos grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 124,8}{347,83} = 551,04 \text{ mm}^2 = 5,51 \text{ cm}^2; \quad (2.3.36)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,357 \cdot 350 = 124,8 \text{ mm}. \quad (2.3.37)$$

Pasirenkame 3 $\emptyset 16$, kurių $A_s = 6,03 \text{ cm}^2 > 5,51 \text{ cm}^2$.

Reikiamas armatūros kiekis ketvirtos grupės šalutinės sijos A atramoje:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 23,8}{347,83} = 104,98 \text{ mm}^2 = 1,05 \text{ cm}^2; \quad (2.3.38)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,068 \cdot 350 = 23,8 \text{ mm}. \quad (2.3.39)$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 10$, kurių $A_s = 1,57 \text{ cm}^2 > 1,05 \text{ cm}^2$.

2.3.4 Skersinės armatūros skaičiavimas

Charakterizuojamoji naudojimo apkrova yra mažesnė nei charakterizuojamoji nuolatinė, tai skersinės jėgos apskaičiuojamos pagal šias formules [18]:

Pirmosios grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje:

$$V_{A(1)} = 0,45 \cdot p_d \cdot l_{eff1} = 0,45 \cdot 18,243 \cdot 6,19 = 50,816 \text{ kN}. \quad (2.3.40)$$

Pirmosios grupės šalutinės sijos antroje atramoje:

$$V_{B(1)}^k = 0,6 \cdot p_d \cdot l_{eff1} = 0,6 \cdot 18,243 \cdot 6,19 = 67,754 \text{ kN}; \quad (2.3.41)$$

$$V_{B(1)}^d = 0,6 \cdot p_d \cdot l_{eff3} = 0,6 \cdot 18,243 \cdot 6,3 = 68,989 \text{ kN}. \quad (2.3.42)$$

Pirmosios grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje ties briaunomis:

$$V_{A(1)}' = 50,816 - 0,125 \cdot 18,243 = 48,536 \text{ kN}. \quad (2.3.43)$$

Pirmosios grupės šalutinės sijos antroje atramoje ties briaunomis:

$$V_{B(1)}'^k = 67,754 - 0,125 \cdot 18,243 = 65,474 \text{ kN}; \quad (2.3.44)$$

$$V_{B(1)}'^d = 68,989 - 0,125 \cdot 18,243 = 66,709 \text{ kN}. \quad (2.3.45)$$

Antrosios grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje:

$$V_{A(2)} = 0,45 \cdot p_d \cdot l_{eff2} = 0,45 \cdot 18,243 \cdot 4,19 = 34,397 \text{ kN}. \quad (2.3.46)$$

Antrosios grupės šalutinės sijos antroje atramoje:

$$V_{B(2)}^k = 0,6 \cdot p_d \cdot l_{eff2} = 0,6 \cdot 18,243 \cdot 4,19 = 45,863 \text{ kN}; \quad (2.3.47)$$

Antrosios grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje ties briaunomis:

$$V_{A(2)}' = 34,397 - 0,125 \cdot 18,243 = 32,117 \text{ kN}. \quad (2.3.48)$$

Antrosios grupės šalutinės sijos antroje atramoje ties briaunomis:

$$V'_{B(2)} = 45,863 - 0,125 \cdot 18,243 = 43,583 \text{ kN}; \quad (2.3.49)$$

Ketvirtosios grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje:

$$V_{A(4)} = 0,45 \cdot p_d \cdot l_{eff_4} = 0,45 \cdot 18,243 \cdot 5,505 = 45,192 \text{ kN}. \quad (2.3.50)$$

Ketvirtosios grupės šalutinės sijos antroje atramoje:

$$V_{B(4)}^k = 0,6 \cdot p_d \cdot l_{eff_4} = 0,6 \cdot 18,243 \cdot 5,505 = 60,257 \text{ kN}; \quad (2.3.51)$$

Ketvirtosios grupės šalutinės sijos pirmoje atramoje ties briaunomis:

$$V'_{A(4)} = 45,192 - 0,125 \cdot 18,243 = 42,912 \text{ kN}. \quad (2.3.52)$$

Ketvirtosios grupės šalutinės sijos antroje atramoje ties briaunomis:

$$V'_{B(4)}^k = 60,257 - 0,125 \cdot 18,243 = 57,977 \text{ kN}; \quad (2.3.53)$$

Tikriname elementų su vertikalia skersinė armatūra įstrižų pjūvių stiprumą. Kai nežinome kampo θ . Pasirenkame jį iš intervalo $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ t.y. $\theta = 22^\circ$ [18]. $\cot\theta = 2,5$.

$$V_{Rd,max} = 0,124 \cdot b_{sb} \cdot d \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{ck} = 0,124 \cdot 200 \cdot 350 \cdot \left(1 - \frac{16}{250}\right) \cdot 16 \quad (2.3.54)$$

$$= 129,99 \text{ kN}$$

Gavome, kad visose šalutinių sijų grupėse atramose tenkama sąlyga $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$. [18]

Viduriniai visų grupių sijų ruožai armuojami minimaliu skersinės armatūros kiekiu, kai skersinė jėga yra ne didesnė nei V_{min}

$$V_{min} = \frac{A_{sw,min}}{s} \cdot 0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot\theta = 0,16 \cdot 0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5 = 43680 \text{ N} \quad (2.3.55)$$

$$= 43,68 \text{ kN}.$$

Pirmosios grupės šalutinių sijų atraminių ruožų ilgis pirmoje atramoje:

$$s_{A(1)} = \frac{l_{eff_1} (V_{A(1)} - V_{min})}{V_{A(1)} + V_{B(1)}^{0k}} = \frac{6190 \cdot (50,816 - 43,68)}{50,816 + 62,108} = 391,2 \text{ mm} \quad (2.3.56)$$

Pirmosios grupės šalutinių sijų atraminių ruožų ilgis antroje atramoje kairėje:

$$s_{B(1)}^k = \frac{l_{eff_1} (V_{B(1)}^k - V_{min})}{V_{B(1)}^k + V_{A(1)}^0} = \frac{6190 \cdot (67,754 - 43,68)}{67,754 + 45,17} = 1319,6 \text{ mm} \quad (2.3.57)$$

Pirmosios grupės šalutinių sijų atraminių ruožų ilgis antroje atramoje dešinėje:

$$s_{B(1)}^d = \frac{l_{eff_3} (V_{B(1)}^d - V_{min})}{V_{B(1)}^d + V_{A(1)}^0} = \frac{6300 \cdot (68,989 - 43,68)}{68,989 + 45,17} = 1396,7 \text{ mm} \quad (2.3.58)$$

Antrosios grupės šalutinių sijų atraminių ruožų ilgis pirmoje atramoje:

$$s_{A(2)} = \frac{l_{eff_2} (V_{A(2)} - V_{min})}{V_{A(2)} + V_{B(2)}^{0k}} = \frac{4190 \cdot (34,397 - 43,68)}{34,397 + 42,041} = -508,9 \text{ mm} \quad (2.3.59)$$

Antrosios grupės šalutinių sijų atraminių ruožų ilgis antroje atramoje kairėje:

$$s_{B(2)}^k = \frac{l_{eff_2}(V_{B(2)}^k - V_{min})}{V_{B(2)}^k + V_{A(2)}^0} = \frac{4190 \cdot (46,911 - 43,68)}{46,911 + 30,575} = 174,7 \text{ mm} \quad (2.3.60)$$

Ketvirtosios grupės šalutinių sijų atraminių ruožų ilgis pirmoje atramoje:

$$s_{A(4)} = \frac{l_{eff_4}(V_{A(4)} - V_{min})}{V_{A(4)} + V_{B(4)}^0} = \frac{5505 \cdot (45,192 - 43,68)}{45,192 + 55,235} = 82,9 \text{ mm}; \quad (2.3.61)$$

Ketvirtosios grupės šalutinių sijų atraminių ruožų ilgis antroje atramoje kairėje:

$$s_{B(4)}^k = \frac{l_{eff_4}(V_{B(4)}^k - V_{min})}{V_{B(4)}^k + V_{A(4)}^0} = \frac{5505 \cdot (60,257 - 43,68)}{60,257 + 40,171} = 908,4 \text{ mm} \quad (2.3.62)$$

Atraminių ruožų ilgiai nuo atramų briaunų krašto turi būti ne mažesni [18] nei $a_{l1} = 125$; $a_{l2} = 150$

Pirmosios grupės šalutinių sijų atr. ruožų ilgis nuo atramos briaunų pirmoje atramoje:

$$s_{Al(1)} = s_{A(1)} - a_{l1} = 391,2 - 125 = 266,2 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}; \quad (2.3.63)$$

Pirmosios grupės šalutinių sijų atr. ruožų ilgis nuo atramos briaunų antroje atramoje kairėje:

$$s_{Bl(1)}^k = s_{B(1)}^k - a_{l2} = 1319,6 - 150 = 1169,6 \text{ mm} \approx 1200 \text{ mm}; \quad (2.3.64)$$

Pirmosios grupės šalutinių sijų atr. ruožų ilgis nuo atramos briaunų antroje atramoje dešinėje:

$$s_{Bl(1)}^d = s_{B(1)}^d - a_{l2} = 1396,7 - 150 = 1246,7 \text{ mm} \approx 1250 \text{ mm}; \quad (2.3.65)$$

Antrosios grupės šalutinių sijų atr. ruožų ilgis nuo atramos briaunų pirmoje atramoje:

$$s_{Al(2)} = s_{A(2)} - a_{l1} = 0 - 125 = 0 \text{ mm}; \quad (2.3.66)$$

Antrosios grupės šalutinių sijų atr. ruožų ilgis nuo atramos briaunų antroje atramoje kairėje:

$$s_{Bl(2)}^k = s_{B(2)}^k - a_{l2} = 174,7 - 150 = 24,7 \text{ mm}; \approx 50 \text{ mm} \quad (2.3.67)$$

Ketvirtosios grupės šalutinių sijų atr. ruožų ilgis nuo atramos briaunų pirmoje atramoje:

$$s_{Al(4)} = s_{A(4)} - a_{l1} = 82,9 - 125 = 0 \text{ mm}; \quad (2.3.68)$$

Ketvirtosios grupės šalutinių sijų atr. ruožų ilgis nuo atramos briaunų antroje atramoje kairėje:

$$s_{Bl(4)}^k = s_{B(4)}^k - a_{l2} = 908,4 - 150 = 758,4 \text{ mm} \approx 800 \text{ mm}; \quad (2.3.69)$$

2.3.5 Juostos skaičiavimas nuo šlyties jėgų

Šlyties įtempiai v_{Ed} , atsiradę sienelės ir juostos junginyje lygūs [18]:

$$v_{Ed A(1)} = \frac{\Delta F_{dA(1)}}{h_f \cdot \Delta x_{A(1)}} = \frac{71,141 \cdot 10^3}{60 \cdot 1393} = 0,851 \text{ N/mm}^2 \quad (2.3.70)$$

Patikriname, ar reikalinga armatūra gniuždomoje juostoje dėl šlyties [18]:

$$\begin{aligned} v_{Ed A(1)} &= 0,851 > 0,4 \cdot f_{ctd} = 0,4 \cdot 0,9 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{1,5} = 0,4 \cdot 0,9 \cdot \frac{1,3}{1,5} \\ &= 0,312 \text{ N/mm}^2. \end{aligned} \quad (2.3.71)$$

Reikiamas armatūros kiekis juostoje, pasirinkus nepalankiausią atvejį [18], kai $\cot\theta_f = 1$ ($\theta_f = 45^\circ$),

$$\left(\frac{A_{sw}}{s_f}\right) \geq \frac{v_{Ed} \cdot h_f}{f_{yd} \cdot \cot\theta_f} = \frac{0,851 \cdot 60}{347,83 \cdot 1,0} = 0,147 \text{ mm.} \quad (2.3.72)$$

$$s_f = \frac{57}{0,147} = 388 \text{ mm.} \quad (2.3.73)$$

Plokštė ties sienele yra armuota 2 $\emptyset 6$ žingsniu $s = 180 \text{ mm} < s_f = 388 \text{ mm}$ vadinasi armatūros gniuždomoje juostoje yra pakankamai. [18]

$$v_{Ed} = \frac{\Delta F_{dB(1)}}{h_f \cdot \Delta x_{B(1)}} = \frac{-44,187 \cdot 10^3}{60 \cdot 637} = -1,156 \text{ N/mm}^2 \quad (2.3.74)$$

$$v_{Ed B(1)} = -1,156 > 0,312 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.75)$$

$$\left(\frac{A_{sf}}{s_f}\right) \geq \frac{v_{Ed B(1)} \cdot h_f}{f_{yd} \cdot \cot 45^\circ} = \frac{1,156 \cdot 60}{347,83 \cdot 1,0} = 0,199 \text{ mm.} \quad (2.3.76)$$

$$s_f = \frac{57}{0,199} = 286 \text{ mm.} \quad (2.3.77)$$

Armuota 2 $\emptyset 6$ žingsniu $s = 180 \text{ mm} < s_f = 286 \text{ mm}$ -

$$v_{Ed A(2)} = \frac{\Delta F_{dA(2)}}{h_f \cdot \Delta x_{A(2)}} = \frac{31,202 \cdot 10^3}{60 \cdot 943} = 0,551 \text{ N/mm}^2 \quad (2.3.78)$$

$$v_{Ed A(2)} = 0,551 > 0,4 \cdot f_{ctd} = 0,4 \cdot 0,9 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{1,5} = 0,4 \cdot 0,9 \cdot \frac{1,3}{1,5} = 0,312 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.79)$$

$$\left(\frac{A_{sw}}{s_f}\right) \geq \frac{v_{Ed A(2)} \cdot h_f}{f_{yd} \cdot \cot\theta_f} = \frac{0,551 \cdot 60}{347,83 \cdot 1,0} = 0,095 \text{ mm.} \quad (2.3.80)$$

$$s_f = \frac{57}{0,095} = 600 \text{ mm.} \quad (2.3.81)$$

Armuota 2 $\emptyset 6$ žingsniu $s = 140 \text{ mm} < s_f = 600 \text{ mm}$

$$v_{Ed B(2)} = \frac{\Delta F_{dB(2)}}{h_f \cdot \Delta x_{B(2)}} = \frac{26,173 \cdot 10^3}{60 \cdot 508} = -0,859 \text{ N/mm}^2 \quad (2.3.82)$$

$$v_{Ed B(2)} = -0,859 > 0,312 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.83)$$

$$\left(\frac{A_{sf}}{s_f}\right) \geq \frac{v_{Ed B(2)} \cdot h_f}{f_{yd} \cdot \cot 45^\circ} = \frac{0,859 \cdot 60}{347,83 \cdot 1,0} = 0,148 \text{ mm.} \quad (2.3.84)$$

$$s_f = \frac{57}{0,148} = 385 \text{ mm.} \quad (2.3.85)$$

Armuota 2 $\emptyset 6$ žingsniu $s = 150 \text{ mm} < s_f = 385 \text{ mm}$

$$v_{Ed A(2)} = 0,551 < 2,15 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.86)$$

$$v_{Ed B(2)} = -0,859 < 2,63 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.87)$$

$$v_{Ed A(4)} = \frac{\Delta F_{d A(4)}}{h_f \cdot \Delta x_{A(4)}} = \frac{55,585 \cdot 10^3}{60 \cdot 1239} = 0,748 \text{ N/mm}^2 \quad (2.3.88)$$

$$v_{Ed A(4)} = 0,748 > 0,312 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.89)$$

$$\left(\frac{A_{sw}}{s_f}\right) \geq \frac{v_{Ed A(4)} \cdot h_f}{f_{yd} \cdot \cot \theta_f} = \frac{0,748 \cdot 60}{347,83 \cdot 1,0} = 0,129 \text{ mm}. \quad (2.3.90)$$

$$s_f = \frac{57}{0,129} = 442 \text{ mm}. \quad (2.3.91)$$

Armuota 2 $\emptyset 6$ žingsniu $s = 120 \text{ mm} < s_f = 442 \text{ mm}$

Apskaičiuojame ketvirtoje grupėje pirmoje atramoje skersinės jėgos reikšmę:

$$v_{Ed B(4)} = \frac{\Delta F_{d B(4)}}{h_f \cdot \Delta x_{B(4)}} = \frac{34,128 \cdot 10^3}{60 \cdot 573} = -0,993 \text{ N/mm}^2 \quad (2.3.92)$$

$$v_{Ed B(4)} = -0,993 > 0,312 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.93)$$

$$\left(\frac{A_{sf}}{s_f}\right) \geq \frac{v_{Ed B(4)} \cdot h_f}{f_{yd} \cdot \cot 45^\circ} = \frac{0,993 \cdot 60}{347,83 \cdot 1,0} = 0,171 \text{ mm}. \quad (2.3.94)$$

$$s_f = \frac{57}{0,171} = 333 \text{ mm}. \quad (2.3.95)$$

Armuota 2 $\emptyset 6$ žingsniu $s = 140 \text{ mm} < s_f = 333 \text{ mm}$

$$v_{Ed A(3)} = 0,748 < 2,15 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.96)$$

$$v_{Ed B(3)} = -0,993 < 2,63 \text{ N/mm}^2. \quad (2.3.97)$$

2.3.5.1

2.3.6 Išilginės armatūros nutraukimo skaičiavimas

Pirmosios grupės šalutinės sijo pirmame tarpatramyje apskaičiuojame armatūra 3 $\emptyset 16$, kurios $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$. Ties atramomis pasirenkame 2 $\emptyset 16$, kurios $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$.

Tuomet skerspjūvio stiprumas, kai 2 $\emptyset 16$:

$$x_{A(1)} = \frac{f_{yd} \cdot A_s}{\eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff1} \cdot \lambda} = \frac{347,83 \cdot 402}{1 \cdot 9,6 \cdot 1404 \cdot 0,8} = 12,97 \text{ mm} < h_f = 60 \text{ mm} \quad (2.3.98)$$

Nuotolis nutraukiant apatinę armatūrą kairėje:

$$(V_{A(1)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d) - \quad (2.3.99)$$

$$x_{1(1)}^k = \frac{\sqrt{(1,125 \cdot d \cdot p_d - V_{A(1)}^0)^2 - 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdA(1)} - 1,125 \cdot d \cdot V_{A(1)}^0)}}{p_d}$$

$$\begin{aligned}
& (45,17 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) - \\
= & \frac{\sqrt{(1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243 - 45,17)^2 - 2 \cdot 18,243(48,22 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 45,17)}}{18,243} \\
& = 1,083 \text{ m}
\end{aligned}$$

Nuotolis nutraukiant apatinę armatūrą dešinėje:

$$\begin{aligned}
& (V_{A(1)}^0 + 1,125 \cdot d \cdot p_d) + \tag{2.3.100} \\
x_{1(1)}^d = & \frac{\sqrt{(1,125 \cdot d \cdot p_d + V_{A(1)}^0)^2 - 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdA(1)} + 1,125 \cdot d \cdot V_{A(1)}^0)}}{p_d} \\
& (45,17 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) + \\
= & \frac{\sqrt{(1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243 + 45,17)^2 - 2 \cdot 18,243(48,22 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 45,17)}}{18,243} \\
& = 3,869 \text{ m}
\end{aligned}$$

Minimalus tempiamos armatūros inkaravimo ilgis:

$$\begin{aligned}
l_{b,min} = & \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 795; 160; 100) \tag{2.3.101} \\
& = 239 \text{ mm}.
\end{aligned}$$

$$l_{bd} = \frac{\emptyset \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \cdot (\alpha_n) \geq l_{b,min} \tag{2.3.102}$$

$$l_{bd} = \frac{16 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} \cdot (1,0 \cdot 0,963 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1) = 534 > l_{b,min} = 239 \text{ mm}$$

Pirmosios grupės šalutinės sijo antroje atramoje apskaičiavome armatūra 3 $\emptyset 18$, kurių $A_s = 7,63 \text{ cm}^2$. Nutraukus lieka 2 $\emptyset 18$, kurių $A_s = 5,09 \text{ cm}^2$

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_s}{\eta \cdot f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot \lambda} = \frac{347,83 \cdot 509}{1 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8} = 115,26 \text{ mm} \tag{2.3.103}$$

$$x_B^k \tag{2.3.104}$$

$$= l_{eff1}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{(V_{A(1)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d) + \sqrt{(V_{A(1)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d)^2 + 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdB(1)} + 1,125 \cdot d \cdot V_{A(1)}^0)}}{p_d} \\
& (45,17 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) + \\
= & 6,19 - \frac{\sqrt{(45,17 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243)^2 + 2 \cdot 18,243(48,22 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 45,17)}}{18,243}
\end{aligned}$$

$$= 0,706 \text{ m}$$

Minimalus tempiamos armatūros inkaravimo ilgis:

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 895; 180; 100) = 269 \text{ mm}.$$

$$l_{bd} = \frac{\Phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \cdot (\alpha_n) \geq l_{b,min} \quad (2.3.105)$$

$$l_{bd} = \frac{18 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} \cdot (1,0 \cdot 0,983 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1) = 614 > l_{b,min} = 269 \text{ mm}$$

Antrosios grupės šalutinės sijos pirmame tarpatramyje apskaičiuojame armatūra 3 Ø12, kurios $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$. Ties atramomis pasirenkame 2 Ø12, kurios $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$.

$$x_{A(2)} = \frac{f_{yd} \cdot A_s}{\eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff2} \cdot \lambda} = \frac{347,83 \cdot 226}{1 \cdot 9,6 \cdot 1117 \cdot 0,8} = 9,16 \text{ mm} < h_f = 60 \text{ mm} \quad (2.3.106)$$

Nuotolis nutraukiant apatinę armatūrą kairėje:

$$x_{1(2)}^k \quad (2.3.107)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(V_{A(2)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d) - \sqrt{(1,125 \cdot d \cdot p_d - V_{A(2)}^0)^2 - 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdA(2)} - 1,125 \cdot d \cdot V_{A(2)}^0)}}{p_d} \\ &= \frac{(30,575 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) - \sqrt{(1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243 - 30,575)^2 - 2 \cdot 18,243(27,215 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 30,525)}}{18,243} \\ &= 1,282 \text{ m} \end{aligned}$$

Nuotolis nutraukiant apatinę armatūrą dešinėje:

$$x_{1(2)}^d \quad (2.3.108)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(V_{A(2)}^0 + 1,125 \cdot d \cdot p_d) + \sqrt{(1,125 \cdot d \cdot p_d + V_{A(2)}^0)^2 - 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdA(2)} + 1,125 \cdot d \cdot V_{A(2)}^0)}}{p_d} \\ &= \frac{(30,575 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) + \sqrt{(1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243 + 30,575)^2 - 2 \cdot 18,243(27,215 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 30,575)}}{18,243} \\ &= 2,07 \text{ m} \end{aligned}$$

Minimalus tempiamos armatūros inkaravimo ilgis:

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\Phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 595; 120; 100) = 179 \text{ mm}.$$

$$l_{bd} = \frac{\Phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \cdot (\alpha_n) \geq l_{b,min} \quad (2.3.109)$$

$$l_{bd} = \frac{12 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} \cdot (1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1) = 375 > l_{b,min} = 179 \text{ mm}$$

Pirmosios grupės šalutinės sijos antroje atramoje apskaičiuojame armatūra 4 Ø12, kurių $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$. Nutraukus lieka 2 Ø12, kurių $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_s}{\eta \cdot f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot \lambda} = \frac{347,83 \cdot 226}{1 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8} = 51,2 \text{ mm}; \quad (2.3.110)$$

$$x_B^k \quad (2.3.111)$$

$$= l_{eff1}$$

$$\frac{(V_{A(2)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d) + \sqrt{(V_{A(2)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d)^2 + 2 \cdot p_d \cdot (M_{Rd} - 1,125 \cdot d \cdot V_{A(2)}^0)}}{p_d}$$

$$= 4,91$$

$$\frac{(30,575 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) + \sqrt{(30,575 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243)^2 + 2 \cdot 18,243(25,915 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 30,575)}}{18,243}$$

$$= 1,218 \text{ m}$$

Užinkaravimo ilgis:

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{12 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} = 594,6 \text{ mm} \approx 595 \text{ mm} \quad (2.3.112)$$

$$l_{bd} = \frac{12 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} \cdot (1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1) = 414 > l_{b,min} = 179 \text{ mm} \quad (2.3.113)$$

Ketvirtosios grupės šalutinės sijo pirmame tarpatramyje apskaičiuavome armatūra 3 $\phi 14$, kurios $A_s = 4,62 \text{ cm}^2$. Ties atramomis pasirenkame 2 $\phi 14$, kurios $A_s = 3,08 \text{ cm}^2$.

$$x_{A(4)} = \frac{f_{yd} \cdot A_s}{\eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff4} \cdot \lambda} = \frac{347,83 \cdot 308}{1 \cdot 9,6 \cdot 1309 \cdot 0,8} = 10,66 \text{ mm} < h_f = 60 \text{ mm} \quad (2.3.114)$$

Nuotolis nutraukiant apatinę armatūrą kairėje:

$$x_{1(4)}^k \quad (2.3.115)$$

$$= \frac{(V_{A(4)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d) - \sqrt{(1,125 \cdot d \cdot p_d - V_{A(4)}^0)^2 - 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdA(3)} - 1,125 \cdot d \cdot V_{A(4)}^0)}}{p_d}$$

$$= \frac{(40,171 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) - \sqrt{(1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243 - 40,171)^2 - 2 \cdot 18,243(37,051 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 40,171)}}{18,243}$$

$$= 0,838 \text{ m}$$

Nuotolis nutraukiant apatinę armatūrą dešinėje:

$$x_{1(4)}^d \quad (2.3.116)$$

$$= \frac{(V_{A(4)}^0 + 1,125 \cdot d \cdot p_d) + \sqrt{(1,125 \cdot d \cdot p_d + V_{A(4)}^0)^2 - 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdA(4)} + 1,125 \cdot d \cdot V_{A(4)}^0)}}{p_d}$$

$$\begin{aligned}
& (40,171 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) + \\
& = \frac{\sqrt{(1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243 + 40,171)^2 - 2 \cdot 18,243(37,051 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 40,171)}}{18,243} \\
& = 3,566 \text{ m}
\end{aligned}$$

Minimalus tempiamos armatūros inkaravimo ilgis:

$$\begin{aligned}
l_{b,min} &= \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 695; 140; 100) \quad (2.3.117) \\
&= 209 \text{ mm}.
\end{aligned}$$

$$l_{bd} = \frac{14 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} \cdot (1,0 \cdot 0,936 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1) = 454,5 > l_{b,min} = 209 \text{ mm} \quad (2.3.118)$$

Antrosios grupės šalutinės sijo pirmame tarpatramyje apskaičiuojame armatūra 3 $\emptyset 16$, kurių $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$. Nutraukus lieka 2 $\emptyset 16$, kurių $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$,

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_s}{\eta \cdot f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot \lambda} = \frac{347,83 \cdot 402}{1 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8} = 91,03 \text{ mm}; \quad (2.3.119)$$

$$x_B^k \quad (2.3.120)$$

$$= l_{eff4}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{(V_{A(4)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d) + \sqrt{(V_{A(4)}^0 - 1,125 \cdot d \cdot p_d)^2 + 2 \cdot p_d \cdot (M_{RdB(4)} - 1,125 \cdot d \cdot V_{A(4)}^0)}}{p_d} \\
& = 5,505 - \frac{(40,171 - 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243) + \sqrt{(40,171 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 18,243)^2 + 2 \cdot 18,243(43,547 + 1,125 \cdot 0,35 \cdot 40,171)}}{18,243} \\
& = 0,57 \text{ m}
\end{aligned}$$

Minimalus tempiamos armatūros inkaravimo ilgis:

$$\begin{aligned}
l_{b,min} &= \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 695; 140; 100) \quad (2.3.121) \\
&= 208,5 \text{ mm} \approx 209 \text{ mm}.
\end{aligned}$$

$$l_{bd} = \frac{14 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} \cdot (1,0 \cdot 0,963 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1) = 467,6 > l_{b,min} = 209 \text{ mm} \quad (2.3.122)$$

2.4 Rygelis po monolitine perdanga

Sijai tenkanti apkrova: nuo perdangų = 27,005 kN/m

Naudojimo apkrova C1 kategorija 20,694 kN/m

Sijos savasis svoris = 13,15 kN/m

Plokštės ilgis:

$$l_{sk} = 7,585 - 0,35 - 0,02 \cdot 2 - 0,09 \cdot 2 = 7,015 \text{ m} \quad (2.4.1)$$

Maksimalus lenkimo momentas veikiantis rygelį:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}^2}{8} = \frac{(20,694 \cdot 1,30 + (27,005 + 13,15) \cdot 1,35) \cdot 7,015^2}{8} = 498,939 \text{ kNm} \quad (2.4.2)$$

Maksimali skersinė jėga veikianti rygelį:

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}}{2} = \frac{(20,694 \cdot 1,30 + (27,005 + 13,15) \cdot 1,35) \cdot 7,015}{2} = 280,71 \text{ kN} \quad (2.4.3)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{sp} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{pd}} = \frac{1 \cdot 18 \cdot 400 \cdot 0,8 \cdot 64,1}{1460 \cdot 1,15} = 329,09 \text{ mm}^2 = 3,29 \text{ cm}^2 \quad (2.4.4)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,069 \cdot 929 = 64,1 \text{ mm} \quad (2.4.5)$$

$$A_{sp} \cdot 1,05 = 3,29 \cdot 1,05 = 3,46 \text{ cm}^2 \quad (2.4.6)$$

Priimame 7 \emptyset 9,3 $A_{sp} = 364 \text{ mm}^2$, kai 1 strypo $A_{sp} = 52 \text{ mm}^2$

2.4.1 Sijos skaičiavimas iki eksploatavimo stadijoje

2.4.1.1 Viršutinio krašto pleišėtumas

Pradiniai išankstiniai armatūros įtempiai:

$$\sigma_p = 0,7 \cdot f_{pk} = 0,7 \cdot 1600 = 1120 \text{ MPa} \quad (2.4.7)$$

Betono apspaudimo jėga iki ją atleidžiant bus:

$$P_{m,o} = A_{sp} \cdot \sigma_p = 364 \cdot 1120 = 407680 \text{ N} = 407,68 \text{ kN} \quad (2.4.8)$$

Didžiausi gniuždymo įtempiai apskaičiuojami nuo jėgos $P_{m,o}$, neįvertinant savojo sijos svorio:

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o} \cdot (r' + r) + 2 \cdot f_{ct} \cdot W_{eff,top}}{W_{eff,bottom}} \quad (2.4.9)$$

$$= \frac{407680 \cdot (40,71 + 42,12) + 2 \cdot 2 \cdot 6993259}{7235686} = 8,533 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

$$M^{iš} = \frac{q_{perdanga} \cdot a^2}{2} = \frac{3,984 \cdot 1,0^2}{2} = 1,992 \text{ kNm} \quad (2.4.10)$$

$$e_{op} = \frac{h}{2} - a_1 = \frac{200}{2} - 40 = 60 \text{ mm} \quad (2.4.11)$$

Supleišėjimas gamybos metu nuo necentrinio betono apspaudimo:

$$P_{m,o}(e_{op} - \varphi \cdot r') + M^{iš} < f_{ct} \cdot W_{pl,top} \quad (2.4.12)$$

$$407,68 \cdot (0,06 - 1 \cdot 0,04071) + 1,992 < 2 \cdot 10^3 \cdot 1,75 \cdot 6993,259 \cdot 10^{-6}$$

$$9,857 \text{ kNm} < 24,476 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.4.1.2 Apatinio krašto pleišėtumas

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o}(r' + r) + 2 \cdot f_{ct} \cdot W_{eff,bottom}}{W_{eff,top}} = \frac{407680(40,71 + 42,12) + 2 \cdot 2 \cdot 7235686}{6993259} = \quad (2.4.13)$$

$$8,967 \text{ MPa} < \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{8,967}{0,7 \cdot 30} = 1,6 - \frac{8,967}{21} = 1,173 < 1,0 \quad (2.4.14)$$

$$0,7 \leq \varphi \leq 1,0, \quad \text{tai } \varphi = 1,0 \text{ priimame}$$

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{charak} \cdot f_{sk}^2}{8} = \frac{(5,0 \cdot 1,2 + 3,984 + 1,528 \cdot 1,2) \cdot 5,75^2}{8} = \frac{11,818 \cdot 5,75^2}{8} \quad (2.4.15)$$

$$= 48,84 \text{ kNm}$$

$$P_{m,o} \cdot (e_{op} - \varphi \cdot r) + f_{ct} \cdot W_{pl,bottom} > M^{i\check{s}} \quad (2.4.16)$$

$$407,68 \cdot (0,06 + 1 \cdot 0,04212) + 2 \cdot 10^3 \cdot 1,75 \cdot 7235,686 \cdot 10^{-6} > 48,84 \text{ kNm}$$

$$66,956 \text{ kNm} > 48,84 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.4.2 Pleišėtumas transportuojant

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{perdanga} \cdot a^2 \cdot \gamma_d}{2} = \frac{3,984 \cdot 1,35 \cdot 1,0^2 \cdot 1,6}{2} = 4,303 \text{ kNm} \quad (2.4.17)$$

Apgniūždymo jėga, veikianti sijos irimo stadijoje iki eksploataavimo:

$$N_{con} = (\sigma_p - 300) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - 300) \cdot 364 = 298480 \text{ N} = 298,48 \text{ kN} \quad (2.4.18)$$

Gniūždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{N_{con} + f_{y,d} \cdot A_{s2} - \sigma_{sc} \cdot A_{p1}}{f_{cpd} \cdot b_{f1}} = \frac{298480 + \frac{400}{1,1} \cdot 0,79 \cdot 10^2 - 0}{0,7 \cdot 37 \cdot \frac{0,9}{1,5} \cdot 1196} = 17,61 \text{ mm} \quad (2.4.19)$$

$$< h_{f1} = 40 \text{ mm}$$

$$N_{con} \cdot e_p < f_{cd} \cdot b_{f1} \cdot x \cdot (d_2 - 0,5 \cdot x) + \sigma_{sc} \cdot A_p (d_2 - a_1) \quad (2.4.20)$$

$$298,48 \cdot 0,1298 < 18 \cdot 1196 \cdot 17,61 \cdot (160 - 42,5 - 0,5 \cdot 17,61) + 0$$

$$38,732 \text{ kNm} < 41,197 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.4.2.1 Ploštės stiprumo įstrižajame pjūvyje nustatymas

Skersinė ribinė jėga lenkiamiems elementams be skersinės armatūros gali būti [19]:

$$V_{Rk,c} = \left[C_{Rk,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{vid} \quad (2.4.21)$$

$$C_{Rk,c} = 0,18; \quad f_{ck} = 30 \text{ MPa}; \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{160}} = 2,118 > 2 \quad (2.4.22)$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{1,5} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 2^{1,5} \cdot 30^{0,5} = 0,542 \quad (2.4.23)$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sp}}{b_w \cdot d} = \frac{364}{634 \cdot 160} = 0,004 < 0,02 \quad (2.4.24)$$

$$V_{Rk,c} = \left[0,18 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,004 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \right] 634 \cdot 160 \geq 0,542 \cdot 634 \cdot 160 \quad (2.4.25)$$

$$83606,27 \text{ N} > 54980,48 \text{ N} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.4.2.2 Plokštės stiprumo normaliniame pjūvyje nustatymas

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (2.4.26)$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,409 \quad (2.4.27)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{-f_{yd} \cdot A_s + f_{pd} \cdot A_{sp}}{f_{cd} \cdot b_{f_1}} = \frac{-\frac{400}{1,1} \cdot 79 + 1390 \cdot 364}{18 \cdot 1196} = 22,168 \text{ mm} < h_{f_1} \quad (2.4.28)$$

$$= 40 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{22,168}{160} = 0,139 < \xi_{lim} = 0,409 \quad (2.4.29)$$

$$M = \gamma \cdot f_{pd} \cdot A_{sp} \cdot (d - 0,5 \cdot x) > M^{\text{iš}} = 64,694 \text{ kNm} \quad (2.3.30)$$

$$1,15 \cdot 1390 \cdot 364 \cdot (160 - 0,5 \cdot 22,168) > 64,694 \text{ kNm}$$

$$86,647 \text{ kNm} > 64,694 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.4.2.3 Plokštės kreivis

Nuo trumpalaikės apkrovos trumpalaikio poveikio:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M^{tr}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{24,797 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71124,07 \cdot 100^{-4}} \quad (2.4.31)$$

$$= 1,282 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

$$M^{tr} = \frac{q_{tr} \cdot l^2}{8} = \frac{(5,0) \cdot 1,2 \cdot 5,75^2}{8} = 24,797 \text{ kNm} \quad (2.4.32)$$

Nuo ilgalaikės apkrovos ilgalaikio poveikio

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{\varphi_{c_2} \cdot M^{ilg}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{2 \cdot 24,043 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71124,07 \cdot 100^{-4}} \quad (2.4.33)$$

$$= 2,486 \cdot 10^{-3} m^{-1}$$

$$M^{ilg} = \frac{q_{ilg} \cdot l^2}{8} = \frac{(3,984 + 1,528 \cdot 1,2) \cdot 5,75^2}{8} = 24,043 kNm \quad (2.4.34)$$

Nuo išankstinio gniuždymo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_m \cdot e_{op}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{407680 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71124,07 \cdot 100^{-4}} \quad (2.4.35)$$

$$= 1,264 \cdot 10^{-3} m^{-1}$$

Kreivis nuo betono traukumo ir valkšumo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{d} = \frac{4,45 \cdot 10^{-4}}{0,16} = 2,781 \cdot 10^{-3} m^{-1} \quad (2.4.36)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_{c_1}}{E_1} = \frac{86,782}{195000} = 4,45 \cdot 10^{-4} \quad (2.4.37)$$

$$\sigma_{c_1} = \sigma_{los}^6 + \sigma_{los}^8 + \sigma_{los}^9 = 8,016 + 50 + 28,765 = 86,782 MPa \quad (2.3.38)$$

Suminis kreivis:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (2.4.39)$$

$$= 1,282 \cdot 10^{-3} + 2,486 \cdot 10^{-3} - 1,264 \cdot 10^{-3} - 2,781 \cdot 10^{-3}$$

$$= -2,785 \cdot 10^{-4} m^{-1}$$

Įlinkis:

$$d \leq d_{lim} \quad (2.4.40)$$

$$d = \frac{5}{48} \cdot \left(\frac{1}{r}\right) \cdot l^2 \leq d_{lim} = \frac{l}{200} \quad (2.4.41)$$

$$\frac{5}{48} \cdot (-2,785 \cdot 10^{-4}) \cdot 6^2 \leq \frac{6}{200}$$

$$-1,044 \cdot 10^{-3} m \leq 0,03 m \text{ Sąlyga tenkinama}$$

2.4.2.4 Rygelio lentynos skaičiavimas

Rygelio lentynos tempiama armatūra apskaičiuojama kaip lenkiamam elementui. Plokštės atraminė reakcija nuo skaičiuojamųjų apkrovų $V_{lent} = 280,71 kN$

Atstumas nuo rygelio krašto iki plokštės atrėmimo vidurio $a = \frac{180}{2} = 90 mm$

Lenkimo momentas 1 m ilgiui

$$M_{Ed} = V_{lent} \cdot a = 280,71 \cdot 0,09 = 25,264 \text{ kNm} \quad (2.4.42)$$

Darbo aukštis:

$$d_{lent} = h_{lent} - a_1 - \frac{\emptyset}{2} = 600 - 40 - \frac{12}{2} = 554 \quad (2.4.43)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{sp} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 18 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 3,32}{454,55} = 105,18 \text{ mm}^2 = 1,06 \text{ cm}^2 \quad (2.4.44)$$

$$x = \xi \cdot d_{lent} = 0,006 \cdot 554 = 3,32 \text{ mm} \quad (2.4.45)$$

$$A_{sp} \cdot 1,05 = 1,06 \cdot 1,05 = 1,11 \text{ cm}^2 \quad (2.4.46)$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 12$, kurių $A_s = 1,131 > 1,11 \text{ cm}^2$.

2.4.2.5 Įstrižojo pjūvio stiprumas

Patikrinamas įstrižojo pjūvio stiprumas:

$$V_{Rd,c} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d_{lent} > V_{lent} \quad (2.4.47)$$

$$\begin{aligned} 0,6 \cdot 1,33 \cdot 1000 \cdot 554 &= 442092 \text{ N} = 442,092 \text{ kN} > V_{lent} \\ &= 498,939 \text{ kN} \text{ Sąlyga tenkinama} \end{aligned}$$

2.5 Mūrinė siena po monolitine plokšte

2.5.1 Kai siena yra krašte

Sienos skaičiuojamasis aukštis:

$$h_{ef} = \rho_2 \cdot h_1 = 0,75 \cdot 3 = 2,25 \text{ m} \quad (2.5.1)$$

ρ_2 – dviem galais įvirtinta siena

Sienos skaičiuotinis (ekvivalentinis) storis $t_{ef} = t = 250 \text{ mm}$

Sienos liaunis:

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2,25}{0,25} = 9 < 27 \text{ sąlyga tenkinama} \quad (2.5.2)$$

Jėgos pridėties ekscentricitetas:

$$e_x = \frac{t_{ef}}{2} - \frac{t_{ef}}{3} = 0,167 \cdot t_{ef} \quad (2.5.3)$$

Koeficientas $\Phi_m = 0,6126$

Mūro gniuždomasis charakterizuojamasis stipris:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25} = 0,6 \cdot 35^{0,65} \cdot 3^{0,25} = 7,963 \text{ MPa} \quad (2.5.4)$$

Skaičiuotinė sienos 1 metro laikomoji galia:

$$N_{Rd} = \frac{\Phi_m \cdot t_{ef} \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,6126 \cdot 0,25 \cdot 7,963 \cdot 10^3}{2,2} = 554,333 \text{ kN/m} \quad (2.5.5)$$

γ_M – dalinis patikimumo koeficientas, kai darbų atlikimo kategorija B ir mūro akmens gamybos kontrolė I. $\gamma_M = 2,2$ [2]

Skaičiuotinė gniuždymo jėga:

$$N_{sd} = G \cdot 1,35 + Q \cdot 1,5 = (3,028 \cdot 1,35 + 3 \cdot 1,5) \cdot 2,33 = 20,01 \text{ kN/m} \quad (2.5.6)$$

$< N_{Rd} = 554,333 \text{ kN/m}$ sąlyga tenkinama

2.5.2 Vidurinė siena

Sienos skaičiuotinis aukštis

$$h_{ef} = \rho_2 \cdot h_1 = 0,75 \cdot 3 = 2,25 \text{ m} \quad (2.5.7)$$

Sienos skaičiuojamasis storis $t_{ef} = t = 250 \text{ mm}$

Jėgos pridėties ekscentricitetas:

$$e_{mk} = 0,05 \cdot t_{ef} \quad (2.5.8)$$

Koeficientas $\Phi_m = 0,85$

Mūro gniuždomasis charakterizuojamasis stipris:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25} = 0,6 \cdot 35^{0,65} \cdot 3^{0,25} = 7,963 \text{ MPa} \quad (2.5.9)$$

Skaičiuotinė sienos 1 metro laikomoji galia:

$$N_{Rd} = \frac{\Phi_m \cdot t_{ef} \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,85 \cdot 0,25 \cdot 7,963 \cdot 10^3}{2,2} = 769,153 \text{ kN/m} \quad (2.5.10)$$

Skaičiuojamoji gniuždymo jėga:

$$N_{sd} = G \cdot 1,35 + Q \cdot 1,5 = (3,028 \cdot 1,35 + 3 \cdot 1,5) \cdot 7,11 = 61,059 \text{ kN/m} \quad (2.5.11)$$

$< N_{Rd} = 769,153 \text{ kN/m}$ sąlyga tenkinama

2.6 Gelžbetoninė kolona po monolitine perdanga

2.6.1 Reikiamo kolonos skerspjūvio apskaičiavimas

$$A_c = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} + \mu_s f_{yd}} = \frac{289,898 \cdot 10^{-3}}{18 + 0,02 \cdot 365} = 0,011 \text{ m}^2 \quad (2.6.1)$$

Reikiamo kolonos ilgis ir plotis:

$$b_c = h_c = \sqrt{A_c} = \sqrt{0,011} = 0,11 \text{ m} = 107 \text{ mm} \quad (2.6.2)$$

Gelžbetoninės kolonos ilgis ir plotis priimame $b_c = h_c = 350 \text{ mm}$.

2.6.2 Gelžbetoninės kolonos armavimo skaičiavimas

Apsauginis armatūros sluoksnis $a_1 = a_2 = 40 \text{ mm}$

Armatūros skerspjūvio plotas $A_{s1} = A_{s2}$

Kolonos skaičiuojamasis ilgis:

$$l_0 = 1,5l = 1,5 \cdot 3,4 = 5,1 \text{ m} \quad (2.6.3)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (2.6.4)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,56 \quad (2.6.5)$$

Kadangi $\alpha_n = 0,2 < \xi_{lim} = 0,56$, armatūros plotus $A_{s1} = A_{s2}$

$$\begin{aligned} A_{s1} = A_{s2} &= \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n \cdot (1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \frac{\alpha_2}{d}} \\ &= \frac{18 \cdot 350 \cdot 310}{365} \cdot \frac{0,222 - 0,148 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,148)}{1 - \frac{40}{310}} = 522,2 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (2.6.6)$$

Gauname, kad armavimas 2Ø20 ($A_s = 6,29 \text{ cm}^2$), o skersinę armatūra imame Ø6 S240, skersinės armatūros žingsnį $l=300 \text{ mm}$.

2.6.3 Gembės skaičiavimas

Gembės ilgis:

$$l_{gem} = 200 \text{ mm} < 0,9 \cdot h_{gem} = 0,9 \cdot 500 = 450 \text{ mm} \quad (2.6.7)$$

Betono gniuždomosios juostos kampas [3]:

$$\text{tg } \theta = \frac{500}{200} = 2,5, \theta = 68,2^\circ, \text{ tai } \sin \theta = 0,928 \quad (2.6.8)$$

Gniuždomosios juostos plotis

$$l_c = l_{sup} \cdot \sin \theta = 180 \cdot 0,928 = 167 \text{ mm} \quad (2.6.9)$$

Gembės laikomoji galia:

$$\begin{aligned} V_{Rd} &= 0,8 \cdot \varphi_{w2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot l_c \cdot \sin^2 \theta = 0,8 \cdot 1,053 \cdot 18 \cdot 350 \cdot 167 \cdot 0,928^2 \\ &= 823861 \text{ N} = 823,861 \text{ kN} \end{aligned} \quad (2.6.10)$$

$$\varphi_{w2} = 1 + 5 \cdot \alpha_e \cdot \rho_{w1} = 1 + 5 \cdot 6,56 \cdot 1,629 \cdot 10^{-3} = 1,053 \quad (2.6.11)$$

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw}}{s_w \cdot b} = \frac{0,57}{350} = 1,629 \cdot 10^{-3}, \text{ kai } \frac{A_{sw}}{s_w} \quad (2.6.12)$$

= 0,57, Ø6 strypai išdėstyti žingsniu 100 mm

Patikriname sąlygą:

$$\varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d \leq V_{Ed} \leq 3,5 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d \quad (2.6.13)$$

$$0,6 \cdot (1 + 0) \cdot 1,33 \cdot 350 \cdot 460 \leq 289898 \leq 3,5 \cdot 1,33 \cdot 350 \cdot 460$$

$$127,512 \text{ kN} \leq 289,898 \text{ kN} \leq 743,820 \text{ kN}$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_s \geq \frac{V_{Ed} \cdot l_1}{d \cdot f_{yd}} = \frac{289,898 \cdot 10^3 \cdot (200)}{460 \cdot 365} = 353 \text{ mm}^2 \quad (2.6.14)$$

Naudojame armatūra gembei 2Ø16, $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

2.7 Polinio pamato projektavimas po monolitine plokšte

2.7.1 Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas

Polinio pamato laikančioji galia apskaičiuojame:

$$q_{b,cal} = \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot q_c = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 23,9 = 14,34 \text{ MPa} \quad (2.7.1)$$

$$q_{s,cal} = \alpha_s \cdot q_c = 0,02 \cdot 23,9 = 0,478 \text{ MPa} \quad (2.7.2)$$

α_p – polio klasės rodiklis, $\alpha_p = 0,6$ (gręžtiniams poliams)

β – rodiklis, kuriuo įvertiname polio pado formą $\beta = 1,0$

α_s – rodiklis, $\alpha_s = 0,02$

s – rodiklis, kuriuo atsižvelgiame į polio pado formą

$$s = \frac{\left(1 + \frac{\sin\varphi'}{L/B}\right)}{(1 + \sin\varphi')} = \frac{\left(1 + \frac{\sin 30^\circ}{1}\right)}{(1 + \sin 30^\circ)} = 1 \quad (2.7.3)$$

Charakterizuojamasis pagrindo stipriai po padu ir polio kamieno paviršiaus trinties [7], [9]:

$$q_{b,k} = \frac{q_{b,cal}}{\xi_3} = \frac{14,34}{1,4} = 10,243 \text{ MPa} \quad (2.7.4)$$

$$q_{s,k} = \frac{q_{s,cal}}{\xi_3} = \frac{0,478}{1,4} = 0,341 \text{ MPa} \quad (2.7.5)$$

ξ_3 – koreliacijos koeficientas priklausantis nuo statinio zondavimo vietų skaičiaus $\xi_3 = 1,4$ [9]:

Gręžtinio polio Ø250 laikančiosios galios charakterizuojamoji vertė:

$$R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot q_{b,k} = \frac{3,14 \cdot 250^2}{4} \cdot 10,243 = 502547,19 \text{ N} = 502,547 \text{ kN} \quad (2.7.6)$$

$$R_{s,k} = \sum (A_{s,i} \cdot q_{s,k,i}) = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \cdot q_{s,k} = 2 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot 260 \cdot 0,341 = 139196,2 \text{ N} = 139,196 \text{ kN} \quad (2.7.7)$$

Gręžtinio polio Ø250 laikančiosios galios, polio padu ir šoniniu paviršiumi vertės:

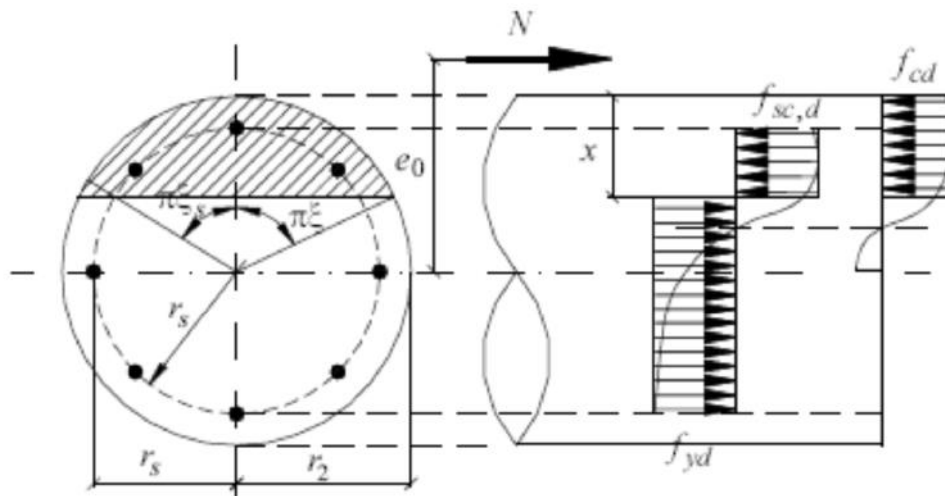
$$R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} = \frac{502,547}{1,1} = 456,861 \text{ kN} \quad R_{s,d} = \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{139,196}{1,1} = 126,542 \text{ kN} \quad (2.7.8)$$

γ_b, γ_s – daliniai koeficientai polio pado ir polio kamieno šoninio paviršiaus laikomajai galiai
 $\gamma_b = 1,1 \quad \gamma_s = 1,1$

Skaičiuotinė laikomoji galia:

$$R_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} = 456,861 + 126,542 = 583,403 \text{ kN} > V_{c,d} = 579,646 \text{ kN} \quad (2.7.9)$$

2.7.2 Grežtinio polio armavimas



Ekscentriškai gniuždomų apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamoji schema

2.1 pav. Ekscentriškai gniuždomo apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamoji schema

Skaičiuojamasis betono stipris:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot 0,9}{1,5} = 21 \text{ MPa} \quad (2.7.10)$$

Skaičiuojamasis armatūros stipris $f_{yd} = 450 \text{ MPa}$, kai plieno klasė S500

Armatūros skersmuo $d_a = 14 \text{ mm}$, armatūros plotas $A_{s,tot} = 923 \text{ mm}^2$

Atstumas nuo polio skerspjūvio krašto iki darbo armatūros $a = 0,06 \text{ m}$

Polio skersmuo $d_p = 0,25 \text{ m}$

Atstumas nuo skerspjūvio krašto iki armatūros centro:

$$r_s = \frac{d_p}{2} - a = \frac{0,25}{2} - 0,065 = 0,065 \text{ m} \quad (2.7.11)$$

Polio spindulys:

$$r_2 = \frac{d_p}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,125 \text{ m} \quad (2.7.12)$$

Santykinis gniuždomos zonos aukštis:

Iš pradžių priimame $\xi = 0,51873$

$$\xi_s = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{r_2}{r_s} \cdot \cos \pi \cdot \xi\right)}{\pi} = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{0,125}{0,065} \cdot \cos \pi \cdot 0,51873\right)}{\pi} = 0,53583 = k \cdot \xi \quad (2.7.13)$$

$$k = \frac{\xi_s}{\xi} = \frac{0,53583}{0,5187} = 1,03297 \quad (2.7.14)$$

$$\xi = \frac{0,4 \cdot f_{cd} \cdot A + f_{yd} \cdot A_s + N}{1,8 \cdot f_{cd} \cdot A + k \cdot (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s} = \frac{0,4 \cdot 21 \cdot 0,0491 + 450 \cdot 923 \cdot 10^{-9} + 579,646 \cdot 10^{-3}}{1,8 \cdot 21 \cdot 0,0491 + 1,03297 \cdot (450 + 450) \cdot 923 \cdot 10^{-9}} =$$

0,51873

$$A - \text{polio skerspjūvio} \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 250^2}{4} = 49060 \text{ mm}^2 = \quad (2.7.16)$$

plotas

$$0,0491 \text{ m}^2$$

Polio atlaikomas lenkimo momentas:

$$M = \frac{2}{3} \cdot (f_{cd} \cdot r_2^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot \xi) + (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s \cdot r_s \cdot \frac{\sin \pi \cdot \xi}{\pi} = \frac{2}{3} \cdot$$

$$(21 \cdot 0,125^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot 0,51873) + (450 + 450) \cdot 923 \cdot 10^{-9} \cdot 0,09 \cdot$$

$$\frac{\sin \pi \cdot 0,51873}{\pi} = 61,231 \text{ kNm}$$

Irengus polių eilė su leistina nuokrypa 0,1 m, gauname momentą

$$M_d = N \cdot 0,1 = 579,646 \cdot 0,1 = 57,965 \text{ kNm} < M = 61,231 \text{ kNm} \quad (2.7.18)$$

2.7.3 Grežtinio polio nuosėdžių skaičiavimas

Suminis pamato nuosėdis:

$$s = \frac{p \cdot B \cdot f}{E_m} = \frac{11,805 \cdot 0,25 \cdot 0,75}{74} = 0,03 \text{ m} < 0,08 \text{ m sąlyga tenkinama} \quad (2.7.19)$$

f – nuosėdžio koeficientas [7]:

$$f = 0,75 \cdot \left(1 + \log \frac{L}{B}\right) = 0,75 \quad (2.7.20)$$

p – pasiskirstęs slėgis pamato pade [7]

$$p = \frac{N}{A} = \frac{579,646}{0,0491} = 11805,42 \text{ kPa} = 11,805 \text{ MPa} \quad (2.7.21)$$

2.7.4 Pado plokštė

2.7.4.1 Armatūros tinklo skaičiavimas

Didžiausias pamatą veikiantis lenkimo momentas:

$$M_{Ed} = q_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot \frac{B}{4} = 966,078 \cdot \frac{0,6}{2} \cdot \frac{0,6}{4} = 43,474 \text{ kNm} \quad (2.7.22)$$

$$q_2 = q_1 \cdot L = 1610,13 \cdot 0,6 = 966,078 \text{ kN/m} \quad (2.7.23)$$

q_1 – reaktyvusis slėgis, veikiantis pamatą

$$q_1 = \frac{V_d}{A} = \frac{579,646}{0,6 \cdot 0,6} = 1610,13 \text{ kN/m}^2 \quad (2.7.24)$$

Tinklo apatinės armatūros skerspjūvio ploto skaičiavimas:

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,042 \cdot 0,324 = 0,014 \text{ m} \quad (2.7.25)$$

Reikiamas armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 21 \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 0,014 \cdot 10^3}{450} = 300,2 \text{ mm}^2 \quad (2.7.26)$$

Armatūros skerspjūvio plotas padidinamas 5%, gauname $A_s = 300,2 \cdot 1,05 = 3,152 \text{ cm}^2$

Strypų skaičius:

$$n = \frac{B}{z} = \frac{0,6}{0,15} = 4 \text{ strypų} \quad (2.7.27)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 150 mm.

Vieno strypo reikiamas skerspjūvio plotas:

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{3,152}{4} = 0,79 \text{ cm}^2 \quad (2.7.28)$$

Parenkame 4Ø12 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 1,131 \text{ cm}^2$

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,045 \cdot 0,312 = 0,014 \text{ m} \quad (2.7.29)$$

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 21 \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 0,014 \cdot 10^3}{450} = 312,2 \text{ mm}^2 \quad (2.7.30)$$

Armatūros skerspjūvio plotas padidinamas 5%, gauname $A_s = 312,2 \cdot 1,05 = 3,28 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{0,6}{0,15} = 4 \text{ strypus} \quad (2.7.31)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 150 mm.

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{3,28}{4} = 0,82 \text{ cm}^2 \quad (2.7.32)$$

Parenkame 4Ø12 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 1,131 \text{ cm}^2$

2.7.5 Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas

Maksimalūs kirpimo įtempiai, veikiantys ties gelžbetoninės kolonos perimetru

$$v_{Ed} < v_{Rd,max} \quad (2.7.33)$$

$v_{Rd,max}$ – maksimalus skaičiuotinis pamato nagrinėjamojo pavojingą pjūvio atsparumas praspaudimui [3], [4]

Apskaičiuojame maksimalius kirpimo įtempiai:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d} = 1,265 \cdot \frac{579,664}{0,785 \cdot 0,324} = 2882,512 \text{ kPa} \quad (2.7.34)$$

d – plokštės naudingasis aukštis [3], [4]:

$$d = h - a_{11} - \frac{\emptyset}{2} = 0,4 - 0,07 - \frac{0,012}{2} = 0,324 \text{ m} \quad (2.7.35)$$

u_i – nagrinėjamojo kerpamojo pjūvio perimetro ilgis [3], [4]:

$$u_i = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 0,25 = 0,785 \text{ m} \quad (2.7.36)$$

β – koeficientas, apskaičiuojamas pagal formulę [3], [4]:

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1} = 1 + 0,6 \cdot \frac{165,242}{579,664} \cdot \frac{4,224}{2,722} = 1,265 \quad (2.7.37)$$

k – koeficientas priklausantis nuo kolonos matmenų c_1 ir c_2 santykio [3], [4]:

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{0,3}{0,3} = 1 \text{ (kai šis santykis lygus 1, tai } k = 0,6)$$

u_1 – kritinio perimetro ilgis [3], [4]:

$$u_1 = 2 \cdot (c_1 + c_2 + 1,5)\pi d = 2 \cdot (0,25 + 0,25 + 1,5) \cdot 3,14 \cdot 0,324 = 4,224 \text{ m} \quad (2.7.38)$$

W_1 – perimetro u_1 funkcija [3], [4]:

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 4 \cdot c_2 \cdot d + 16 \cdot d^2 + 2 \cdot \pi \cdot d \cdot c_1 = \frac{0,25^2}{2} + 0,25 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,25 \cdot 0,324 + 16 \cdot 0,324^2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,324 \cdot 0,25 = 2,722 \text{ m}^2 \quad (2.7.39)$$

c_1 – kolonos matmuo, lygiagretus jėgos ekscentricitetui [3], [4] ($c_1 = 0,25 \text{ m}$)

c_2 – kolonos matmuo, statmenas jėgos ekscentricitetui [3], [4] ($c_2 = 0,25 \text{ m}$).

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,516 \cdot 21 \cdot 10^3 = 5418 \text{ kPa} \quad (2.7.40)$$

v – koeficientas, skaičiuojamas pagal formulę [3], [4]:

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{35}{250}\right) = 0,516 \quad (2.7.41)$$

Tikriname sąlygą:

$$v_{Ed} = 2882,512 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 5418 \text{ kPa}$$

2.7.6 Apskaičiavimas glemžimui

Glemžimo plotas:

$$A_{c0} = \frac{\pi \cdot 250^2}{4} = 49062,5 \text{ mm}^2 \quad (2.7.42)$$

a – kolonos ilgis, mm [3], [4]

b – kolonos plotis, mm [3], [4]

Skaičiuojamasis plotas A_{c1} :

$$A_{c1} = (d + 2a)(d + 2b) = 600 \cdot 600 = 360000 \text{ mm}^2 \quad (2.7.43)$$

Betono glemžiamasis stipris f_{cud} apskaičiuojamas [3], [4]:

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 21 = 44,625 \text{ N/mm}^2 \quad (2.7.44)$$

f_{cd} – betono skaičiuojamasis gniuždomasis stipris [3], [4]

α – koeficientas, įvertinantis ilgalaikį apkrovos poveikį, jos netinkamiausią pridėjimą ($\alpha = 0,85$) [3], [4]

w_u – koeficientas, įvertinantis betono glemžiamojo stiprio padidėjimą [3], [4]

$$w_u = 1 + k_u \cdot k_f \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) = 1 + 14 \cdot 1 \cdot \frac{1,32}{21} \cdot \left(\sqrt{\frac{360000}{49062,5}} - 1 \right) = \quad (2.7.45)$$

$2,502 \leq \omega_{u,max} = 2,5$, tad priimame $w_u = 2,5$.

k_f – koeficientas, kuris priklauso nuo apkrovos padėties ($k_f = 1,0$) [3], [4]

$\omega_{u,max}$ – ribinė betono glemžiamojo stiprio padidėjimo reikšmė, imama iš lentelės [3], [4]

k_u – šoninio apspaudimo gniuždant efektyvumo koeficientas [3], [4]

$$k_u = 0,8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} \geq 14 = 0,8 \cdot \frac{21}{1,32} = 12,727 \leq 14, \text{ tad priimame } k_u = 14 \quad (2.7.46)$$

Tikriname stiprumo sąlygą:

$$N_{Rd} = \alpha_u \cdot f_{cud} \cdot A_{c0} = 1 \cdot 44,625 \cdot 10^{-3} \cdot 49062,5 = 3625,781 \text{ kN} > N_{Ed} \\ = 579,664 \text{ kN} \quad (2.7.47)$$

N_{Ed} – skaičiuotinių įtempių, veikiančių glemžimo plote A_{c0} , atstojamoji [3], [4]

α_u – koeficientas, priklausantis nuo įtempių pasiskirstymo glemžimo plote [3], [4]

2.8 Surenkama perdangos plokštė klasėse

Perdangai tenkanti apkrova: (grindų detalė)= $1,028+1,2=2,228 \text{ kN/m}^2$

Naudojimo apkrova C1 kategorija $3,0 \text{ kN/m}^2$

Perdangos plokštės svoris (siūlės užpildytos)= $3,32 \text{ kN/m}^2$

$$3,32 \cdot 1,2 = 3,984 \text{ kN/m} \quad (2.8.1)$$

Plokštės ilgis:

$$l_{sk} = 7,32 - 0,125 = 7,195 \text{ m} \quad (2.8.2)$$

Maksimalus lenkimo momentas veikiantis plokštę:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}^2}{8} = \frac{(3,0 \cdot 1,2 \cdot 1,30 + (3,984 + 2,228 \cdot 1,2) \cdot 1,35) \cdot 7,195^2}{8} = 88,444 \text{ kNm} \quad (2.8.3)$$

Maksimali skersinė jėga veikianti plokštę:

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}}{2} = \frac{(3,0 \cdot 1,2 \cdot 1,30 + (3,984 + 2,228 \cdot 1,2) \cdot 1,35) \cdot 7,195}{2} = 49,17 \text{ kN} \quad (2.8.4)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{sp} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{pd}} = \frac{1 \cdot 18 \cdot 1200 \cdot 0,8 \cdot 35,04}{1390 \cdot 1,15} = 379,03 \text{ mm}^2 = 3,79 \text{ cm}^2 \quad (2.8.5)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,219 \cdot 160 = 35,04 \text{ mm} \quad (2.8.6)$$

$$A_{sp} \cdot 1,05 = 3,79 \cdot 1,05 = 3,98 \text{ cm}^2 \quad (2.8.7)$$

Priimame $8 \varnothing 9,3$ $A_{sp} = 416 \text{ mm}^2$, kai 1 strypo $A_{sp} = 52 \text{ mm}^2$

2.8.1 Sijos skaičiavimas iki eksploatavimo stadijoje

2.8.1.1 Viršutinio krašto pleišėtumas

Pradiniai išankstiniai armatūros įtempiai:

$$\sigma_p = 0,7 \cdot f_{pk} = 0,7 \cdot 1600 = 1120 \text{ MPa} \quad (2.8.8)$$

Betono apspaudimo atleidžiant iš atsparų:

$$P_{m,o} = A_{sp} \cdot \sigma_p = 416 \cdot 1120 = 465920 \text{ N} = 465,92 \text{ kN} \quad (2.8.9)$$

Didžiausi gniuždymo įtempiai apskaičiuojami nuo jėgos $P_{m,o}$, neįvertinant savojo perdangos svorio [3], [4]:

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o} \cdot (r' + r) + 2 \cdot f_{ct} \cdot W_{eff,top}}{W_{eff,bottom}} \quad (2.8.10)$$

$$= \frac{465920 \cdot (40,65 + 42,15) + 2 \cdot 2 \cdot 6996444}{7254540} = 9,815 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

$$M^{iš} = \frac{q_{perdanga} \cdot a^2}{2} = \frac{3,984 \cdot 1,0^2}{2} = 1,992 \text{ kNm} \quad (2.8.11)$$

$$e_{op} = \frac{h}{2} - a_1 = \frac{200}{2} - 40 = 60 \text{ mm} \quad (2.8.12)$$

Supleišėjimas gamybos metu nuo necentrinio betono apspaudimo apskaičiuojamas pagal sąlygą [3], [4]:

$$P_{m,o}(e_{op} - \varphi \cdot r') + M^{iš} < f_{ct} \cdot W_{pl,top} \quad (2.8.13)$$

$$465,92 \cdot (0,06 - 1 \cdot 0,04065) + 1,992 < 2 \cdot 10^3 \cdot 1,75 \cdot 6996,444 \cdot 10^{-6}$$

11,007 kNm < 24,488 kNm Sąlyga tenkinama

2.8.1.2 Apatinio krašto pleišėtumas

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o}(r' + r) + 2 \cdot f_{ct} \cdot W_{eff,bottom}}{W_{eff,top}} \quad (2.8.14)$$

$$= \frac{465920 \cdot (40,65 + 42,15) + 2 \cdot 2 \cdot 7254540}{6996444} = 9,662 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{10,355}{0,7 \cdot 30} = 1,6 - \frac{9,662}{21} = 1,14 < 1,0 \quad (2.8.15)$$

$$0,7 \leq \varphi \leq 1,0, \quad \text{tai } \varphi = 1,0 \text{ priimame}$$

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{charak} \cdot f_{sk}^2}{8} = \frac{(3,0 + 2,228 + 3,32) \cdot 1,2 \cdot 7,195^2}{8} = \frac{10,258 \cdot 7,195^2}{8} \quad (2.8.16)$$

$$= 66,377 \text{ kNm}$$

$$P_{m,o} \cdot (e_{op} - \varphi \cdot r) + f_{ct} \cdot W_{pl,bottom} > M^{i\check{s}} \quad (2.8.17)$$

$$465,92 \cdot (0,06 + 1 \cdot 0,0422) + 2 \cdot 10^3 \cdot 1,75 \cdot 7254,54 \cdot 10^{-6} > 66,377 \text{ kNm}$$

$$72,985 \text{ kNm} > 66,377 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.8.2 Pleišėtumas transportuojant

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{perdanga} \cdot a^2 \cdot \gamma_d}{2} = \frac{3,984 \cdot 1,35 \cdot 1,0^2 \cdot 1,6}{2} = 4,303 \text{ kNm} \quad (2.8.18)$$

Apgniūždymo jėga irimo stadijoje iki eksploataavimo:

$$N_{con} = (\sigma_p - 300) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - 300) \cdot 416 = 341120 \text{ N} = 341,12 \text{ kN} \quad (2.8.19)$$

Gniūždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{N_{con} + f_{y,d} \cdot A_{s2} - \sigma_{sc} \cdot A_{p1}}{f_{cpd} \cdot b_{f1}} = \frac{341120 + \frac{400}{1,1} \cdot 0,79 \cdot 10^2 - 0}{0,7 \cdot 37 \cdot \frac{0,9}{1,5} \cdot 1196} = 19,90 \text{ mm} \quad (2.8.20)$$

$$< h_{f1} = 40 \text{ mm}$$

$$N_{con} \cdot e_p < f_{cd} \cdot b_{f1} \cdot x \cdot (d_2 - 0,5 \cdot x) + \sigma_{sc} \cdot A_p (d_2 - a_1) \quad (2.8.21)$$

$$341,12 \cdot 0,128 < 18 \cdot 1196 \cdot 19,90 \cdot (160 - 42,5 - 0,5 \cdot 19,90) + 0$$

$$43,651 \text{ kNm} < 46,074 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.8.3 Plokštės stiprumo įstrižajame pjūvyje nustatymas

$$V_{Rk,c} = \left[C_{Rk,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{vid} \quad (2.8.22)$$

$$C_{Rk,c} = 0,18; \quad f_{ck} = 30 \text{ MPa}; \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{160}} = 2,118 > 2 \quad (2.8.23)$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{1,5} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 2^{1,5} \cdot 30^{0,5} = 0,542 \quad (2.8.24)$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sp}}{b_w \cdot d} = \frac{416}{634 \cdot 160} = 0,004 < 0,02 \quad (2.8.25)$$

$$V_{Rk,c} = \left[0,18 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,004 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \right] 634 \cdot 160 \geq 0,542 \cdot 634 \cdot 160 \quad (2.8.26)$$

$$89232,15 \text{ N} > 59895,56 \text{ N} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.8.4 Plokštės stiprumo normaliniame pjūvyje nustatymas

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (2.8.27)$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,409 \quad (2.8.28)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{-f_{yd} \cdot A_s + f_{pd} \cdot A_{sp}}{f_{cd} \cdot b_{f_1}} = \frac{-\frac{400}{1,1} \cdot 79 + 1390 \cdot 416}{18 \cdot 1196} = 25,53 \text{ mm} < h_{f_1} \quad (2.8.29)$$

$$= 40 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{25,53}{160} = 0,16 < \xi_{lim} = 0,409 \quad (2.8.30)$$

$$M = \gamma \cdot f_{pd} \cdot A_{sp} \cdot (d - 0,5 \cdot x) > M^{\text{iš}} = 88,444 \text{ kNm} \quad (2.8.31)$$

$$1,15 \cdot 1390 \cdot 412 \cdot (160 - 0,5 \cdot 25,53) > 88,444 \text{ kNm}$$

$$97,909 \text{ kNm} > 88,444 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.8.5 Plokštės kreivis

Nuo trumpalaikės apkrovos trumpalaikio poveikio:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M^{tr}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{23,296 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71231,561 \cdot 100^{-4}} \quad (2.8.32)$$

$$= 1,202 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

$$M^{tr} = \frac{q_{tr} \cdot l^2}{8} = \frac{(3,0) \cdot 1,2 \cdot 7,195^2}{8} = 23,296 \text{ kNm} \quad (2.8.33)$$

Nuo ilgalaikės apkrovos ilgalaikio poveikio

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{\varphi_{c_2} \cdot M^{ilg}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{2 \cdot 43,081 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71231,561 \cdot 100^{-4}} \quad (2.8.34)$$

$$= 4,447 \cdot 10^{-3} m^{-1}$$

$$M^{ilg} = \frac{q_{ilg} \cdot l^2}{8} = \frac{(3,32 + 2,228) \cdot 1,2 \cdot 7,195^2}{8} = 43,081 kNm \quad (2.8.35)$$

Nuo išankstinio gniuždymo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_m \cdot e_{op}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{524160 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71231,561 \cdot 100^{-4}} \quad (2.8.36)$$

$$= 1,443 \cdot 10^{-3} m^{-1}$$

Kreivis nuo betono traukumo ir valkšnumo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{d} = \frac{4,92 \cdot 10^{-4}}{0,16} = 3,075 \cdot 10^{-3} m^{-1} \quad (2.8.37)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_{c_1}}{E_1} = \frac{95,935}{195000} = 4,92 \cdot 10^{-4} \quad (2.8.38)$$

$$\sigma_{c_1} = \sigma_{los}^6 + \sigma_{los}^8 + \sigma_{los}^9 = 9,992 + 50 + 35,943 = 95,935 MPa \quad (2.8.39)$$

Suminis kreivis:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (2.8.40)$$

$$= 1,202 \cdot 10^{-3} + 4,447 \cdot 10^{-3} - 1,443 \cdot 10^{-3} - 3,075 \cdot 10^{-3}$$

$$= 1,132 \cdot 10^{-3} m^{-1}$$

Įlinkis:

$$d \leq d_{lim} \quad (2.8.41)$$

$$d = \frac{5}{48} \cdot \left(\frac{1}{r}\right) \cdot l^2 \leq d_{lim} = \frac{l}{200} \quad (2.8.42)$$

$$\frac{5}{48} \cdot (1,132 \cdot 10^{-3}) \cdot 7,32^2 \leq \frac{7,32}{211}$$

$$0,006 m \leq 0,035 m \text{ Sąlyga tenkinama}$$

2.9 Rygelis po surenkama perdangos plokšte

Sijai tenkanti apkrova: nuo perdangų $q_k = 23,655 kN/m$

Naudojimo apkrova C1 kategorija $g_k = 13,785 kN/m$

Sijos savasis svoris $q_{pk} = 8,5 \text{ kN/m}$

$$l_{sk} = 5,25 - 0,3 - 0,02 \cdot 2 - 0,09 \cdot 2 = 4,680 \text{ m} \quad (2.9.1)$$

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}^2}{8} = \frac{(13,785 \cdot 1,30 + (23,655 + 8,5) \cdot 1,35) \cdot 4,68^2}{8} \quad (2.9.2)$$

$$= 167,909 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}}{2} = \frac{(13,785 \cdot 1,30 + (23,655 + 8,5) \cdot 1,35) \cdot 4,68}{2} = 143,512 \text{ kN} \quad (2.9.3)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{sp} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{pd}} = \frac{1 \cdot 21 \cdot 300 \cdot 0,8 \cdot 55}{1390 \cdot 1,15} = 174,23 \text{ mm}^2 = 1,74 \text{ cm}^2 \quad (2.9.4)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,088 \cdot 625 = 55 \text{ mm} \quad (2.9.5)$$

$$A_{sp} \cdot 1,05 = 1,74 \cdot 1,05 = 1,83 \text{ cm}^2 \quad (2.9.6)$$

Priimame $6 \text{ } \emptyset 9,3$ $A_{sp} = 208 \text{ mm}^2$, kai 1 strypo $A_{sp} = 52 \text{ mm}^2$

2.9.1 Sijos skaičiavimas iki eksploataavimo stadijoje

2.9.1.1 Viršutinio krašto pleišėtumas

$$\sigma_p = 0,7 \cdot f_{pk} = 0,7 \cdot 1600 = 1120 \text{ MPa} \quad (2.9.7)$$

$$P_{m,o} = A_{sp} \cdot \sigma_p = 208 \cdot 1120 = 232960 \text{ N} = 232,96 \text{ kN} \quad (2.9.8)$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o} \cdot (r' + r) + 2 \cdot f_{ctd} \cdot W_{eff,top}}{W_{eff,bottom}} \quad (2.9.9)$$

$$= \frac{232960 \cdot (116, +42,18) + 2 \cdot 2,2 \cdot 24646917,23}{24866667,11}$$

$$= 6,537 \text{ MPa} < \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 35 = 21 \text{ MPa}$$

$$M^{I\check{s}} = \frac{q_{sija} \cdot a^2}{8} = \frac{8,5 \cdot 1,0^2}{8} = 4,25 \text{ kNm} \quad (2.9.10)$$

$$e_{op} = \frac{h}{2} - a_1 = \frac{700}{2} - 75 = 275 \text{ mm} \quad (2.9.11)$$

$$P_{m,o}(e_{op} - \varphi \cdot r') + M^{I\check{s}} < f_{ct} \cdot W_{pl,top} \quad (2.9.12)$$

$$232,96 \cdot (0,275 - 1 \cdot 0,1167) + 4,25 < 2,2 \cdot 10^3 \cdot 1,75 \cdot 24646,917 \cdot 10^{-6}$$

$$41,128 \text{ kNm} < 94,746 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.9.1.2 Apatinio krašto pleišėtumas

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o}(r' + r) + 2 \cdot f_{ct} \cdot W_{eff,bottom}}{W_{eff,top}} \quad (2.9.13)$$

$$= \frac{232960(116,70 + 117,74) + 2 \cdot 2,2 \cdot 24866667,11}{24646917,23}$$

$$= 6,669 \text{ MPa} < \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 35 = 21 \text{ MPa}$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{6,669}{0,7 \cdot 35} = 1,6 - \frac{6,669}{21} = 1,328 < 1,0 \quad (2.9.14)$$

$$0,7 \leq \varphi \leq 1,0, \quad \text{tai } \varphi = 1,0 \text{ priimame}$$

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{charak} \cdot l_{sk}^2}{8} = \frac{(23,655 + 13,785 + 8,5) \cdot 4,68^2}{8} = \frac{45,94 \cdot 4,68^2}{8} \quad (2.9.15)$$

$$= 125,775 \text{ kNm}$$

$$P_{m,o} \cdot (e_{op} - \varphi \cdot r) + f_{ct} \cdot W_{pl,bottom} > M^{i\check{s}} \quad (2.9.16)$$

$$232,96 \cdot (0,275 - 1 \cdot 0,1177) + 2,2 \cdot 1,75 \cdot 24866667,11 \cdot 10^{-3}$$

$$> 125,775 \text{ kNm}$$

$$338,448 \text{ kNm} > 125,775 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.9.1.3 Pleišėtumas transportuojant

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{perdanga} \cdot a^2 \cdot \gamma_d}{2} = \frac{8,5 \cdot 1,35 \cdot 1,0^2 \cdot 1,6}{2} = 9,18 \text{ kNm} \quad (2.9.17)$$

$$N_{con} = (\sigma_p - 300) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - 300) \cdot 208 = 170560 \text{ N} = 170,56 \text{ kN} \quad (2.9.18)$$

$$e_p = d - a_1 + \frac{M^{i\check{s}}}{N_{con}} = 625 - \left(50 + \frac{6}{2}\right) + \frac{9,18 \cdot 10^3}{170,56} = 625,822 \text{ mm} \quad (2.9.19)$$

$$\sigma_{sc} = \sigma_{sc,lim} - \gamma_{sp}(\sigma_p - \Sigma \Delta \sigma_{los}) = 500 - 1,1(1120 - 235,35) \cong 0 \quad (2.9.20)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{N_{con} + f_{y,d} \cdot A_{s2} - \sigma_{sc} \cdot A_{p1}}{f_{cpd} \cdot b_{f1}} = \frac{170560 + \frac{400}{1,1} \cdot 0,57 \cdot 10^2 - 0}{0,7 \cdot 45 \cdot \frac{0,9}{1,5} \cdot 700} = 14,85 \text{ mm} \quad (2.9.21)$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{14,85}{625} = 0,024 < \xi_{lim} = 0,385 \quad (2.9.22)$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,682}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,385 \quad (2.9.23)$$

$$\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - \sigma_p = 1390 + 400 - 1120 = 670 \text{ MPa} \quad (2.9.24)$$

$$\sigma_{sc,lim} = 330 \text{ MPa}$$

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 21 = 0,682 \quad (2.9.25)$$

$$N_{con} \cdot e_p < f_{cd} \cdot b_{f_1} \cdot x \cdot (d_2 - 0,5 \cdot x) + \sigma_{sc} \cdot A_p (d_2 - a_1) \quad (2.9.26)$$

$$170,56 \cdot 0,626 < 21 \cdot 700 \cdot 14,85 \cdot \left(625 - \left(50 + \frac{6}{2} \right) - 0,5 \cdot 14,85 \right) + 0$$

$$106,74 \text{ kNm} < 123,246 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.9.1.4 Sijos stiprumo įstrižajame pjūvyje nustatymas

$$V_{Rk,c} = \left[C_{Rk,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{vid} \quad (2.9.27)$$

$$C_{Rk,c} = 0,18; \quad f_{ck} = 30 \text{ MPa}; \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{625}} = 2,789 < 2,0 \quad (2.9.28)$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{1,5} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 2^{1,5} \cdot 35^{0,5} = 0,586 \quad (2.9.29)$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sp}}{b_w \cdot d} = \frac{208}{300 \cdot 625} = 0,001 < 0,02 \quad (2.9.30)$$

$$V_{Rk,c} = \left[0,18 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,001 \cdot 35)^{\frac{1}{3}} \right] 300 \cdot 625 \geq 0,586 \cdot 634 \cdot 160 \quad (2.9.31)$$

$$106091,47 \text{ N} > 59443,8 \text{ N} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.9.1.5 Sijos stiprumo normaliniame pjūvyje nustatymas

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 21 = 0,682 \quad (2.9.32)$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1} \right)} = \frac{0,682}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,682}{1,1} \right)} = 0,385 \quad (2.9.33)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{-f_{yd} \cdot A_s + f_{pd} \cdot A_{sp}}{f_{cd} \cdot b_{f_1}} = \frac{-\frac{400}{1,1} \cdot 57 + 1390 \cdot 208}{21 \cdot 700} = 17,906 \text{ mm} \quad (2.9.34)$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{17,906}{625} = 0,029 < \xi_{lim} = 0,285 \quad (2.9.35)$$

$$M = \gamma \cdot f_{pd} \cdot A_{sp} \cdot (d - 0,5 \cdot x) > M^{I\dot{S}} = 167,909 \text{ kNm} \quad (2.9.36)$$

$$1,15 \cdot 1390 \cdot 208 \cdot (625 - 0,5 \cdot 17,906) > 167,909 \text{ kNm}$$

$$204,828 \text{ kNm} > 167,909 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.9.1.6 Sijos kreivis

Nuo trumpalaikės apkrovos trumpalaikio poveikio:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M^{tr}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{37,741 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 34000 \cdot 10^6 \cdot 866470,658 \cdot 100^{-4}} \quad (2.9.37)$$

$$= 1,507 \cdot 10^{-4} m^{-1}$$

$$M^{tr} = \frac{q_{tr} \cdot l^2}{8} = \frac{3,0 \cdot 5,25^2}{8} = 37,741 \text{ kNm} \quad (2.9.38)$$

Nuo ilgalaikės apkrovos ilgalaikio poveikio

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{\varphi_{c_2} \cdot M^{ilg}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{2 \cdot 88,034 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 34000 \cdot 10^6 \cdot 866470,658 \cdot 100^{-4}} \quad (2.9.39)$$

$$= 7,031 \cdot 10^{-4} m^{-1}$$

$$M^{ilg} = \frac{q_{ilg} \cdot l^2}{8} = \frac{(23,655 + 8,5) \cdot 5,25^2}{8} = 88,034 \text{ kNm} \quad (2.9.40)$$

Nuo išankstinio gniuždymo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_m \cdot e_{op}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{524160 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{0,85 \cdot 34000 \cdot 10^6 \cdot 866470,658 \cdot 100^{-4}} \quad (2.9.41)$$

$$= 2,558 \cdot 10^{-4} m^{-1}$$

Kreivis nuo betono traukumo ir valkšnumo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{d} = \frac{3,631 \cdot 10^{-4}}{0,625} = 5,81 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (2.9.42)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_{c_1}}{E_1} = \frac{70,811}{195000} = 3,631 \cdot 10^{-4} \quad (2.9.43)$$

$$\sigma_{c_1} = \sigma_{los}^6 + \sigma_{los}^8 + \sigma_{los}^9 = 4,533 + 50 + 16,278 = 70,811 \text{ MPa} \quad (2.9.44)$$

Suminis kreivis:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (2.9.45)$$

$$= 1,507 \cdot 10^{-4} + 7,031 \cdot 10^{-4} - 2,558 \cdot 10^{-4} - 5,81 \cdot 10^{-4}$$

$$= 1,698 \cdot 10^{-5} m^{-1}$$

Įlinkis:

$$d \leq d_{lim} \quad (2.9.46)$$

$$d = \frac{5}{48} \cdot \left(\frac{1}{r}\right) \cdot l^2 \leq d_{lim} = \frac{l}{200} \quad (2.9.47)$$

$$\frac{5}{48} \cdot (1,698 \cdot 10^{-5}) \cdot 5,25^2 \leq \frac{5,25}{187,5}$$

$$4,875 \cdot 10^{-5} m \leq 0,028 m \text{ Sąlyga tenkinama}$$

2.9.2 Rygelio lentyna

$$V_{lent} = 143,512 \text{ kN} \quad a = \frac{180}{2} = 90 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} = V_{lent} \cdot a = 143,512 \cdot 0,09 = 12,916 \text{ kNm} \quad (2.9.48)$$

Darbo aukštis:

$$d_{lent} = h_{lent} - a_1 - \frac{\emptyset}{2} = 500 - 40 - \frac{8}{2} = 456 \quad (2.9.49)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{sp} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 18 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 2,27}{454,55} = 71,9 \text{ mm}^2 = 0,72 \text{ cm}^2 \quad (2.9.50)$$

$$x = \xi \cdot d_{lent} = 0,005 \cdot 454 = 2,27 \text{ mm} \quad (2.9.51)$$

$$A_{sp} \cdot 1,05 = 0,72 \cdot 1,05 = 0,76 \text{ cm}^2 \quad (2.9.52)$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 8$, kurių $A_s = 1,01 > 0,76 \text{ cm}^2$.

2.9.3 Įstrižojo pjūvio stiprumas

$$V_{Rd,c} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d_{lent} > V_{lent} \quad (2.9.53)$$

$$\begin{aligned} 0,6 \cdot 1,33 \cdot 1000 \cdot 454 &= 362292 \text{ N} = 362,292 \text{ kN} > V_{lent} \\ &= 143,512 \text{ kN} \text{ Sąlyga tenkinama} \end{aligned}$$

2.10 Mūrinė siena po surenkama plokšte

2.10.1 Kai siena yra krašte

Sienos skaičiuojamasis aukštis

$$h_{ef} = \rho_2 \cdot h_1 = 0,75 \cdot 3 = 2,25 \text{ m} \quad (2.10.1)$$

Sienos skaičiuojamasis storis $t_{ef} = t = 250 \text{ mm}$

Jėgos pridėties ekscentricitetas:

$$e_x = \frac{t_{ef}}{2} - \frac{t_{ef}}{3} = 0,167 \cdot t_{ef} \quad (2.10.2)$$

Koeficientas $\Phi_m = 0,6126$

Skaičiuojamoji sienos 1 metro laikomoji galia [20]:

$$N_{Rd} = \frac{\Phi_m \cdot t_{ef} \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,6126 \cdot 0,25 \cdot 7,963 \cdot 10^3}{2,2} = 554,333 \text{ kN/m} \quad (2.10.3)$$

Skaičiuojamoji gniuždymo jėga

$$\begin{aligned} N_{sd} &= G \cdot 1,35 + Q \cdot 1,5 = ((2,228 + 3,32) \cdot 1,35 + 3 \cdot 1,5) \cdot \frac{6,84}{2} \\ &= 41,005 \text{ kN/m} < N_{Rd} = 554,333 \text{ kN/m} \text{ sąlyga tenkinama} \end{aligned} \quad (2.10.4)$$

2.10.2 Vidurinė siena 1

Jėgos pridėties ekscentricitetas:

$$e_{mk} = 0,05 \cdot t_{ef} \quad (2.10.5)$$

Koeficientas $\Phi_m = 0,85$

Skaičiuojamoji sienos 1 metro laikomoji galia [20]:

$$N_{Rd} = \frac{\Phi_m \cdot t_{ef} \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,85 \cdot 0,25 \cdot 7,963 \cdot 10^3}{2,2} = 769,153 \text{ kN/m} \quad (2.10.6)$$

Skaičiuojamoji gniuždymo jėga

$$\begin{aligned} N_{sd} &= G \cdot 1,35 + Q \cdot 1,5 = ((2,228 + 3,32) \cdot 1,35 + 3 \cdot 1,5) \cdot 5,744 \\ &= 69,001 \text{ kN/m} < N_{Rd} = 769,153 \text{ kN/m} \text{ sąlyga tenkinama} \end{aligned} \quad (2.10.7)$$

2.10.3 Vidurinė siena 2

Sienos skaičiuojamasis storis $t_{ef} = t = 400 \text{ mm}$

Sienos liaunis:

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2,25}{0,4} = 5,625 < 27 \text{ sąlyga tenkinama} \quad (2.10.8)$$

Koeficientas $\Phi_m = 0,8838$

Skaičiuojamoji sienos 1 metro laikomoji galia [20]:

$$N_{Rd} = \frac{\Phi_m \cdot t_{ef} \cdot f_k}{\gamma_M} = \frac{0,8838 \cdot 0,4 \cdot 7,963 \cdot 10^3}{2,2} = 1279,582 \text{ kN/m} \quad (2.10.9)$$

Skaičiuojamoji gniuždymo jėga

$$\begin{aligned} N_{sd} &= G \cdot 1,35 + Q \cdot 1,5 = ((2,228 + 3,32) \cdot 1,35 + 3 \cdot 1,5) \cdot 5,65 \\ &= 67742 \text{ kN/m} < N_{Rd} = 1279,582 \text{ kN/m} \text{ sąlyga tenkinama} \end{aligned} \quad (2.10.10)$$

2.11 Gelžbetoninė kolona po surenkama perdanga

2.11.1 Reikiamo kolonos skerspjūvio apskaičiavimas

$$A_c = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} + \mu_s f_{yd}} = \frac{152,700 \cdot 10^{-3}}{18 + 0,02 \cdot 365} = 0,006 \text{ m}^2 \quad (2.11.1)$$

$$b_c = h_c = \sqrt{A_c} = \sqrt{0,006} = 0,078 \text{ m} = 78 \text{ mm} \quad (2.11.2)$$

Gelžbetoninės kolonos ilgį ir plotį priimame $b_c = h_c = 300 \text{ mm}$.

2.11.2 Kolonos armavimo skaičiavimas

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių $N_{Ed,l} = 135,926 \text{ kN}$,

$$M_{Ed,l} = \frac{l - l_{sk}}{2} \cdot N_{Ed,l} = \frac{5,25 - 4,68}{2} \cdot 135,926 = 38,739 \text{ kNm} \quad (2.11.3)$$

Nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių $N_{Ed} = 152,7 \text{ kN}$,

$$M_{Ed} = \frac{l - l_{sk}}{2} \cdot N_{Ed} = \frac{5,25 - 4,68}{2} \cdot 152,7 = 43,52 \text{ kNm} \quad (2.11.4)$$

Kolonos skaičiuotinis ilgis

$$l_0 = 1,5l = 1,5 \cdot 3,4 = 5,1 \text{ m} \quad (2.11.5)$$

Skaičiuotinis aukštis:

$$d = 300 - 40 = 260 \text{ mm}. \quad (2.11.6)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (2.11.7)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,56 \quad (2.11.8)$$

Kadangi $\alpha_n = 0,2 < \xi_{lim} = 0,56$, armatūros plotus $A_{s1} = A_{s2}$

$$\begin{aligned} A_{s1} = A_{s2} &= \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n \cdot (1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \frac{a_2}{d}} \\ &= \frac{18 \cdot 300 \cdot 260}{365} \cdot \frac{0,185 - 0,109 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,109)}{1 - \frac{40}{260}} = 375,88 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (2.11.9)$$

Gauname, kad armavimas $2\emptyset 16$ ($A_s = 4,02 \text{ cm}^2$), o skersinę armatūra imame $\emptyset 6$ S240, skersinės armatūros žingsnis $l=250 \text{ mm}$.

2.11.3 Gembės skaičiavimas

$$l_{gem} = 200 \text{ mm} < 0,9 \cdot h_{gem} = 0,9 \cdot 500 = 450 \text{ mm} \quad (2.11.10)$$

$$\text{tg } \theta = \frac{500}{200} = 2,5, \theta = 68,2^\circ, \text{ tai } \sin \theta = 0,928 \quad (2.11.11)$$

$$l_c = l_{sup} \cdot \sin \theta = 180 \cdot 0,928 = 167 \text{ mm} \quad (2.11.12)$$

Gembės laikomoji galia:

$$\begin{aligned} V_{Rd} &= 0,8 \cdot \varphi_{w2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot l_c \cdot \sin^2 \theta = 0,8 \cdot 1,062 \cdot 18 \cdot 300 \cdot 167 \cdot 0,928^2 \\ &= 712137 \text{ N} = 712,137 \text{ kN} \end{aligned} \quad (2.11.13)$$

$$\varphi_{w2} = 1 + 5 \cdot \alpha_e \cdot \rho_{w1} = 1 + 5 \cdot 6,56 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} = 1,062 \quad (2.11.14)$$

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw}}{s_w \cdot b} = \frac{0,57}{300} = 1,9 \cdot 10^{-3}, \text{ kai } \frac{A_{sw}}{s_w} \quad (2.11.15)$$

= 0,57, Ø6 strypai išdėstyti žingsniu 100 mm

Patikriname sąlygą:

$$\varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d \leq V_{Ed} \leq 3,5 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d \quad (2.11.16)$$

$$0,6 \cdot (1 + 0) \cdot 1,33 \cdot 300 \cdot 460 \leq 913992 \leq 3,5 \cdot 1,33 \cdot 300 \cdot 460$$

$$109,296 \text{ kN} \leq 152,700 \text{ kN} \leq 637,560 \text{ kN}$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_s \geq \frac{V_{Ed} \cdot l_1}{d \cdot f_{yd}} = \frac{152,70 \cdot (200)}{460 \cdot 365} = 182,58 \text{ mm}^2 \quad (2.11.17)$$

Naudojama armatūra gembei 2Ø12, $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$

2.12 Polinio pamato projektavimas po surenkama perdanga su cokoliniu aukštu

2.12.1 Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas

Polinio pamato laikančioji galia apskaičiuojame:

$$q_{b,cal} = \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot q_c = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 23,9 = 14,34 \text{ MPa} \quad (2.12.1)$$

$$q_{s,cal} = \alpha_s \cdot q_c = 0,02 \cdot 23,9 = 0,478 \text{ MPa} \quad (2.12.2)$$

$$s = \frac{\left(1 + \frac{\sin\varphi'}{L/B}\right)}{(1 + \sin\varphi')} = \frac{\left(1 + \frac{\sin 30^\circ}{1}\right)}{(1 + \sin 30^\circ)} = 1 \quad (2.12.3)$$

$$q_{b,k} = \frac{q_{b,cal}}{\xi_3} = \frac{14,34}{1,4} = 10,243 \text{ MPa} \quad (2.12.4)$$

$$q_{s,k} = \frac{q_{s,cal}}{\xi_3} = \frac{0,478}{1,4} = 0,341 \text{ MPa} \quad (2.12.5)$$

$$R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot q_{b,k} = \frac{3,14 \cdot 250^2}{4} \cdot 10,243 = 502547,19 \text{ N} = 502,547 \text{ kN} \quad (2.12.6)$$

$$R_{s,k} = \sum (A_{s,i} \cdot q_{s,k,i}) = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \cdot q_{s,k} = 2 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot 160 \cdot 0,341 = 85,659 \text{ N} = 85,659 \text{ kN} \quad (2.12.7)$$

$$R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} = \frac{502,547}{1,1} = 456,861 \text{ kN} \quad R_{s,d} = \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{85,659}{1,1} = 77,872 \text{ kN} \quad (2.12.8)$$

Skaičiuojamoji laikomoji galia:

$$R_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} = 456,861 + 77,872 = 534,732 \text{ kN} > V_{c,d} = 305,4 \text{ kN} \quad (2.12.9)$$

2.12.2 Gręžtinio polio armavimas

Armatūros skersmuo $d_a = 12 \text{ mm}$, o armatūros plotas $A_{s,tot} = 669 \text{ mm}^2$

Polio skersmuo $d_p = 0,25 \text{ m}$

$$r_s = \frac{d_p}{2} - a = \frac{0,25}{2} - 0,066 = 0,065 \text{ m} \quad (2.12.10)$$

$$r_2 = \frac{d_p}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,125 \text{ m} \quad (2.12.11)$$

Santykinis gniuždomos zonos aukštis:

Iš pradžių priimame $\xi = 0,43103$

$$\xi_s = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{r_2}{r_s} \cdot \cos \pi \cdot \xi\right)}{\pi} = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{0,125}{0,065} \cdot \cos \pi \cdot 0,43103\right)}{\pi} = 0,36406 = k \cdot \xi \quad (2.12.12)$$

$$k = \frac{\xi_s}{\xi} = \frac{0,36406}{0,43103} = 0,84464 \quad (2.12.13)$$

$$\xi = \frac{0,4 \cdot f_{cd} \cdot A + f_{yd} \cdot A_s + N}{1,8 \cdot f_{cd} \cdot A + k \cdot (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s} = \frac{0,4 \cdot 21 \cdot 0,0491 + 450 \cdot 923 \cdot 10^{-9} + 305,4 \cdot 10^{-3}}{1,8 \cdot 21 \cdot 0,0491 + 0,84464 \cdot (450 + 450) \cdot 669 \cdot 10^{-9}} = \quad (2.12.14)$$

0,43103

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 250^2}{4} = 49060 \text{ mm}^2 = 0,0491 \text{ m}^2 \quad (2.12.15)$$

Polio atlaikomas lenkimo momentas

$$M = \frac{2}{3} \cdot (f_{cd} \cdot r_2^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot \xi) + (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s \cdot r_s \cdot \frac{\sin \pi \cdot \xi}{\pi} = \frac{2}{3} \cdot \quad (2.12.16)$$

$$(21 \cdot 0,125^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot 0,43103) + (450 + 450) \cdot 669 \cdot 10^{-9} \cdot 0,09 \cdot$$

$$\frac{\sin \pi \cdot 0,43103}{\pi} = 38,2 \text{ kNm}$$

Įrengus polių eilę su leistina nuokrypa 0,1 m, gauname momentą:

$$M_d = N \cdot 0,1 = 305,4 \cdot 0,1 = 30,54 \text{ kNm} < M = 38,2 \text{ kNm} \quad (2.12.17)$$

2.12.3 Gręžtinio polio nuosėdžių skaičiavimas

Suminis pamato nuosėdis:

$$s = \frac{p \cdot B \cdot f}{E_m} = \frac{6,220 \cdot 0,25 \cdot 0,75}{74} = 0,023 \text{ m} < 0,08 \text{ m sąlyga tenkinama} \quad (2.12.18)$$

$$f = 0,75 \cdot \left(1 + \log \frac{L}{B}\right) = 0,75 \quad (2.12.19)$$

$$p = \frac{N}{A} = \frac{305,4}{0,0491} = 6219,96 \text{ kPa} = 6,220 \text{ MPa} \quad (2.12.20)$$

2.12.4 Pado plokštė

2.12.4.1 Armatūros tinklo skaičiavimas

Didžiausias pamatą veikiantis lenkimo momentas:

$$M_{Ed} = q_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot \frac{B}{4} = 509 \cdot \frac{0,6}{2} \cdot \frac{0,6}{4} = 22,905 \text{ kNm} \quad (2.12.21)$$

$$q_2 = q_1 \cdot L = 848,333 \cdot 0,6 = 509 \text{ kN/m} \quad (2.12.22)$$

$$q_1 = \frac{V_d}{A} = \frac{305,4}{0,6 \cdot 0,6} = 848,333 \text{ kN/m}^2 \quad (2.12.23)$$

Tinklo apatinės esančios armatūros skerspjūvio ploto skaičiavimas:

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,022 \cdot 0,325 = 0,007 \text{ m} \quad (2.12.24)$$

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 21 \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 0,007 \cdot 10^3}{450} = 156,41 \text{ mm}^2 \quad (2.12.25)$$

Armatūros skerspjūvio plotas padidinamas 5%, gauname $A_s = 156,41 \cdot 1,05 = 1,64 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ strypų} \quad (2.12.26)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 200 mm.

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{1,64}{3} = 0,55 \text{ cm}^2 \quad (2.12.27)$$

Parenkame 3Ø10 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 0,785 \text{ cm}^2$

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,023 \cdot 0,315 = 0,007 \text{ m} \quad (2.12.28)$$

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 21 \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 0,007 \cdot 10^3}{450} = 161,46 \text{ mm}^2 \quad (2.12.29)$$

Armatūros skerspjūvio plotas padidiname 5%, $A_s = 161,46 \cdot 1,05 = 1,62 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ strypus} \quad (2.12.30)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 200 mm.

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{1,62}{3} = 0,57 \text{ cm}^2 \quad (2.12.31)$$

Parenkame 3Ø10 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 0,785 \text{ cm}^2$

2.12.5 Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas

Apskaičiuojame maksimalius kirpimo įtempiai:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d} = 1,267 \cdot \frac{305,4}{0,785 \cdot 0,325} = 1515,469 \text{ kPa} \quad (2.12.32)$$

$$d = h - a_{11} - \frac{\emptyset}{2} = 0,4 - 0,07 - \frac{0,010}{2} = 0,325 \text{ m} \quad (2.12.33)$$

$$u_i = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 0,25 = 0,785 \text{ m} \quad (2.12.34)$$

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1} = 1 + 0,6 \cdot \frac{87,04}{305,4} \cdot \frac{4,084}{2,619} = 1,267 \quad (2.12.35)$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{0,3}{0,3} = 1 \text{ (kai šis santykis lygus 1, tai } k = 0,6) \quad (2.12.36)$$

$$u_1 = 2 \cdot (c_1 + c_2 + 1,5)\pi d = 2 \cdot (0,25 + 0,25 + 1,5) \cdot 3,14 \cdot 0,325 = 4,084 \text{ m}$$

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 4 \cdot c_2 \cdot d + 16 \cdot d^2 + 2 \cdot \pi \cdot d \cdot c_1 = \frac{0,25^2}{2} + 0,25 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,25 \cdot 0,325 + 16 \cdot 0,325^2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,325 \cdot 0,25 = 2,619 \text{ m}^2 \quad (2.12.37)$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,516 \cdot 21 \cdot 10^3 = 5418 \text{ kPa} \quad (2.12.38)$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{35}{250}\right) = 0,516 \quad (2.12.39)$$

Tikriname sąlygą:

$$v_{Ed} = 1515,469 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 5418 \text{ kPa}$$

2.12.6 Apskaičiavimas glemžimui

Glemžimo plotas:

$$A_{c0} = \frac{\pi \cdot 250^2}{4} = 49062,5 \text{ mm}^2 \quad (2.12.40)$$

Skaičiuojamasis plotas A_{c1} :

$$A_{c1} = (d + 2a)(d + 2b) = 600 \cdot 600 = 360000 \text{ mm}^2 \quad (2.12.41)$$

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 21 = 44,625 \text{ N/mm}^2 \quad (2.12.42)$$

$$w_u = 1 + k_u \cdot k_f \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) = 1 + 14 \cdot 1 \cdot \frac{1,32}{21} \cdot \left(\sqrt{\frac{360000}{49062,5}} - 1 \right) = \quad (2.12.43)$$

$2,503 \leq \omega_{u,max} = 2,5$, tad priimame $w_u = 2,5$.

$$k_u = 0,8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} \geq 14 = 0,8 \cdot \frac{21}{1,32} = 12,727 \leq 14, \text{ tad priimame } k_u = 14 \quad (2.12.44)$$

Tikriname stiprumo sąlygą:

$$N_{Rd} = \alpha_u \cdot f_{cud} \cdot A_{c0} = 1 \cdot 44,625 \cdot 10^{-3} \cdot 49062,5 = 3625,781 \text{ kN} > N_{Ed} = 305,4 \text{ kN} \quad (2.12.45)$$

2.13 Polinio pamato projektavimas po surenkama perdanga

2.13.1 Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas

Polinio pamato laikančioji galia apskaičiuojame:

$$q_{b,cal} = \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot q_c = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 5,5 = 3,3 \text{ MPa} \quad (2.13.1)$$

$$q_{s,cal} = \alpha_s \cdot q_c = 0,02 \cdot 5,5 = 0,11 \text{ MPa} \quad (2.13.2)$$

$$s = \frac{\left(1 + \frac{\sin\varphi'}{L/B}\right)}{(1 + \sin\varphi')} = \frac{\left(1 + \frac{\sin 30^\circ}{1}\right)}{(1 + \sin 30^\circ)} = 1 \quad (2.13.3)$$

$$q_{b,k} = \frac{q_{b,cal}}{\xi_3} = \frac{3,3}{1,4} = 2,357 \text{ MPa} \quad (2.13.4)$$

$$q_{s,k} = \frac{q_{s,cal}}{\xi_3} = \frac{0,11}{1,4} = 0,078 \text{ MPa} \quad (2.13.5)$$

$$R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot q_{b,k} = \frac{3,14 \cdot 300^2}{4} \cdot 2,357 = 166522 \text{ N} = 166,522 \text{ kN} \quad (2.13.6)$$

$$R_{s,k} = \sum (A_{s,i} \cdot q_{s,k,i}) = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \cdot q_{s,k} = 2 \cdot 3,14 \cdot 300 \cdot 100 \cdot 0,078 = 14695,2 \text{ N} = 14,695 \text{ kN} \quad (2.13.7)$$

$$R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} = \frac{166,522}{1,1} = 151,384 \text{ kN} \quad R_{s,d} = \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{14,695}{1,1} = 13,359 \text{ kN} \quad (2.13.8)$$

Skaičiuotinė laikomoji galia:

$$R_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} = 151,384 + 13,359 = 164,743 \text{ kN} > V_{c,d} = 152,7 \text{ kN} \quad (2.13.9)$$

2.13.2 Gręžtinio polio armavimas

Armatūros skersmuo $d_a = 12 \text{ mm}$, o bendras armatūros plotas $A_{s,tot} = 669 \text{ mm}^2$

Polio skersmuo $d_p = 0,30 \text{ m}$

$$r_s = \frac{d_p}{2} - a = \frac{0,30}{2} - 0,066 = 0,084 \text{ m} \quad (2.13.10)$$

$$r_2 = \frac{d_p}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ m} \quad (2.13.11)$$

Santykinis gniuždomos zonos aukštis:

Iš pradžių priimame $\xi = 0,34835$

$$\xi_s = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{r_2}{r_s} \cdot \cos \pi \cdot \xi\right)}{\pi} = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{0,15}{0,084} \cdot \cos \pi \cdot 0,34835\right)}{\pi} = 0,19418 = k \cdot \xi \quad (2.13.12)$$

$$k = \frac{\xi_s}{\xi} = \frac{0,19418}{0,34835} = 0,55742 \quad (2.13.13)$$

$$\xi = \frac{0,4 \cdot f_{cd} \cdot A + f_{yd} \cdot A_s + N}{1,8 \cdot f_{cd} \cdot A + k \cdot (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s} = \frac{0,4 \cdot 21 \cdot 0,0707 + 450 \cdot 923 \cdot 10^{-9} + 152,74 \cdot 10^{-3}}{1,8 \cdot 21 \cdot 0,0707 + 0,55742 \cdot (450 + 450) \cdot 669 \cdot 10^{-9}} = \quad (2.13.14)$$

0,43103

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 300^2}{4} = 70650 \text{ mm}^2 = 0,0707 \text{ m}^2 \quad (2.13.15)$$

Polio atlaikomas lenkimo momentas:

$$M = \frac{2}{3} \cdot (f_{cd} \cdot r_2^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot \xi) + (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s \cdot r_s \cdot \frac{\sin \pi \cdot \xi}{\pi} = \frac{2}{3} \cdot \quad (2.13.16)$$

$$(21 \cdot 0,15^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot 0,34835) + (450 + 450) \cdot 669 \cdot 10^{-9} \cdot 0,09 \cdot \frac{0,34835}{\pi} =$$

28,769 kNm

Įrengus polių eilę su leistina nuokrypa 0,1 m, gauname momentą

$$M_d = N \cdot 0,1 = 152,7 \cdot 0,1 = 15,27 \text{ kNm} < M = 28,769 \text{ kNm} \quad (2.13.17)$$

2.13.3 Gręžtinio polio nuosėdžių skaičiavimas

Suminis pamato nuosėdis:

$$s = \frac{p \cdot B \cdot f}{E_m} = \frac{2,16 \cdot 0,3 \cdot 0,75}{26} = 0,019 \text{ m} < 0,08 \text{ m sąlyga tenkinama} \quad (2.13.18)$$

$$f = 0,75 \cdot \left(1 + \log \frac{L}{B}\right) = 0,75 \quad (2.13.19)$$

$$p = \frac{N}{A} = \frac{152,7}{0,0707} = 2159,83 \text{ kPa} = 2,160 \text{ MPa} \quad (2.13.20)$$

2.13.4 Pado plokštė

2.13.4.1 Armatūros tinklo skaičiavimas

Didžiausias pamatą veikiantis lenkimo momentas:

$$M_{Ed} = q_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot \frac{B}{4} = 218,143 \cdot \frac{0,7}{2} \cdot \frac{0,7}{4} = 13,361 \text{ kNm} \quad (2.13.21)$$

$$q_2 = q_1 \cdot L = 311,633 \cdot 0,7 = 218,143 \text{ kN/m} \quad (2.13.22)$$

$$q_1 = \frac{V_d}{A} = \frac{152,7}{0,7 \cdot 0,7} = 311,633 \text{ kN/m}^2 \quad (2.13.23)$$

Tinklo apatinės esančios armatūros skerspjūvio ploto skaičiavimas:

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,015 \cdot 0,325 = 0,005 \text{ m} \quad (2.13.24)$$

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 10^3 \cdot 0,005 \cdot 10^3}{450} = 90,995 \text{ mm}^2 \quad (2.13.25)$$

Armatūros skerspjūvio plotas padidiname 5%, $A_s = 90,995 \cdot 1,05 = 0,96 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{0,7}{0,2} = 3,5, \text{ ta\u0107iau priimame 4 strypus} \quad (2.13.26)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 200 mm.

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{0,96}{4} = 0,24 \text{ cm}^2 \quad (2.13.27)$$

Prenkame 4Ø10 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 0,785 \text{ cm}^2$

Tinklo apatinės aukščiau esančios armatūros skerspjūvio ploto skaičiavimas:

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,016 \cdot 0,315 = 0,005 \text{ m} \quad (2.13.28)$$

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 10^3 \cdot 0,005 \cdot 10^3}{450} = 93,92 \text{ mm}^2 \quad (2.13.29)$$

Armatūros skerspjūvio plotas padidiname 5%, $A_s = 93,92 \cdot 1,05 = 0,99 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{0,7}{0,2} = 3,5, \text{ ta\u0107iau priimame 4 strypus} \quad (2.13.30)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 200 mm.

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{0,99}{4} = 0,25 \text{ cm}^2 \quad (2.13.31)$$

Prenkame 4Ø10 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 0,785 \text{ cm}^2$

2.13.5 Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas

Apskaičiuojame maksimalius kirpimo įtempiai:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d} = 1,259 \cdot \frac{152,7}{0,942 \cdot 0,325} = 627,807 \text{ kPa} \quad (2.13.32)$$

$$d = h - a_{11} - \frac{\emptyset}{2} = 0,4 - 0,07 - \frac{0,010}{2} = 0,325 \text{ m} \quad (2.13.33)$$

$$u_i = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 0,30 = 0,942 \text{ m} \quad (2.13.34)$$

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1} = 1 + 0,6 \cdot \frac{43,52}{152,7} \cdot \frac{4,288}{2,6828} = 1,259 \quad (2.13.35)$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{0,3}{0,3} = 1 \text{ (kai šis santykis lygus 1, tai } k = 0,6) \quad (2.13.36)$$

$$u_1 = 2 \cdot (c_1 + c_2 + 1,5)\pi d = 2 \cdot (0,3 + 0,3 + 1,5) \cdot 3,14 \cdot 0,325 = 4,288 \text{ m}$$

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 4 \cdot c_2 \cdot d + 16 \cdot d^2 + 2 \cdot \pi \cdot d \cdot c_1 = \frac{0,3^2}{2} + 0,3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,3 \cdot 0,325 + 16 \cdot 0,325^2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,325 \cdot 0,3 = 2,828 \text{ m}^2 \quad (2.13.37)$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 15 \cdot 10^3 = 4050 \text{ kPa} \quad (2.13.38)$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,54 \quad (2.13.39)$$

Tikriname sąlygą:

$$v_{Ed} = 627,807 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 4050 \text{ kPa}$$

2.13.6 Apskaičiavimas glemžimui

Glemžimo plotas:

$$A_{c0} = \frac{\pi \cdot 300^2}{4} = 70650 \text{ mm}^2 \quad (2.13.40)$$

Skaičiuojamasis plotas A_{c1} :

$$A_{c1} = (d + 2a)(d + 2b) = 700 \cdot 700 = 490000 \text{ mm}^2 \quad (2.13.41)$$

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 2,372 \cdot 15 = 30,238 \text{ N/mm}^2 \quad (2.13.42)$$

$$w_u = 1 + k_u \cdot k_f \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) = 1 + 14 \cdot 1 \cdot \frac{0,9}{15} \cdot \left(\sqrt{\frac{490000}{70650}} - 1 \right) = \quad (2.13.43)$$

$$2,372 \leq \omega_{u,max} = 2,5$$

$$k_u = 0,8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} \geq 14 = 0,8 \cdot \frac{15}{0,9} = 13,33 \leq 14, \text{ tad priimame } k_u = 14 \quad (2.13.44)$$

Tikriname stiprumo sąlygą:

$$N_{Rd} = \alpha_u \cdot f_{cud} \cdot A_{c0} = 1 \cdot 30,238 \cdot 10^{-3} \cdot 70650 = 2137,412 \text{ kN} > N_{Ed} = 152,7 \text{ kN} \quad (2.13.45)$$

2.14 Stogo sija

Profilio stiprumas apskaičiuojamas įvertinant plastines deformacijas pagal formules:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (2.14.1)$$

$$M_{pl,Rd} = C_{pl,1} \cdot W_y \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c \quad (2.14.2)$$

$C_{pl,1}$ - koeficientas, nusakantis plastines deformacijas $C_{pl,1} = 1,1$ [5], [6]

W_y - skerspjūvio atsparumo momentas [5], [6]

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ MPa} \quad (2.14.3)$$

$$f_y = 275 \text{ MPa, kai S275, } t_f \leq 16 \text{ mm}$$

$$W_y = \frac{M_{Ed}}{C_{pl,1} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{15,328}{1,1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 5,574 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 55,738 \text{ cm}^3 \quad (2.14.4)$$

Pasirenku IPE 140

$$W_y = 77,3 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 541 \text{ cm}^4$$

$$P = 12,9 \text{ kg/m}$$

$$t_f = 6,9 \text{ mm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{c_{pl,1} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1,0 \quad (2.14.5)$$
$$\frac{15,328 \cdot 100}{1,1 \cdot 77,3 \cdot \frac{250 \cdot 10^3}{(10^2)^2}} \leq 1,0$$

0,721 < 1,0 – sąlyga tenkinama

Sijos įlinkio tikrinimas:

$$d = \frac{5 \cdot q_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} \leq d_{lim} \quad (2.14.6)$$

Nustatome d_{lim} reikšmę:

$$\frac{x - 150}{200 - 150} = \frac{3,019 - 3}{6 - 3} \quad (2.14.7)$$

$$x = \frac{(200 - 150)(3,019 - 3)}{6 - 3} + 150 = 150,317$$

$$d_{lim} = \frac{l}{x} = \frac{3,019}{150,317} = 0,02 \text{ m} \quad (2.14.8)$$

$$d = \frac{5 \cdot M_k \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq d_{lim} \quad (2.14.9)$$

$$d = \frac{5 \cdot 15,328 \cdot 3,019^2}{48 \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot \frac{541}{10^8}} = 0,011 \text{ m} < 0,02 \text{ m}$$

2.14.1 Atraminės sienelės projektavimas

Atraminės sienelės plotį ir aukštį parenkame pagal konstrukcines sąlygas, kad išdėstytime virintines siūles.

Reikiamas atraminės sienelės plotas:

$$A_d \geq \frac{V}{n_s \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c} = \frac{20,311 \cdot 10^{-3}}{373 \cdot 0,9} = 0,605 \text{ cm}^2 \quad (2.14.10)$$

n_s – atraminių sąstandų skaičius [5], [6]

γ_c – darbo sąlygų koeficientas. $\gamma_c = 0,9$ [5], [6]

$$(2.14.11)$$

$f_{p,d}$ – glemžimo skaičiuotinis glemžiamasis plieno stipris [5], [6]

$$f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_c} = \frac{410}{1,1} = 373 \text{ MPa}$$

Atraminės briaunos storis:

$$t_p = \frac{A_d}{b_p} = \frac{0,602}{12} = 0,5 \text{ mm} \approx 1 \text{ mm, tačiau konstrukciškai priimame } 16 \text{ mm} \quad (2.14.12)$$

b_p – atraminės sąstandos plotis, priimame $b_p = 12 \text{ cm}$ [5], [6]

Atraminė plokštelė **18x12x1,6**

Atraminė sienelė sujungiama su sija virintine siūle. Tikriname kertinių siūlių laikomąją galią:

Per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0 \quad (2.14.13)$$

$$\frac{23,058 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 5 \cdot 126 \cdot 193,6 \cdot 1,0} = 0,21 \leq 1,0$$

Per sulydimo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0 \quad (2.14.14)$$

$$\frac{23,058 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 5 \cdot 126 \cdot 184,5 \cdot 1,0} = 0,19 \leq 1,0$$

k_f – virintinės siūlės statinis [5], [6]:

$$k_{fmin} = 5, \text{ kai storesniojo iš suvirinamų elementų storis } t = 16,0 \text{ mm}$$

$$k_f \leq 1,2 t = 1,2 \cdot 5,5 = 6,6 \text{ mm}$$

t – ploniausio iš jungiamų elementų storiai [5], [6]

Priimu $k_f = 5$ ir tikrinu kertinių siūlių laikomąją galią, kai

$$\sum l_{w,eff} = 2 \cdot (73 - 10) = 126 \text{ mm} \quad (2.14.15)$$

Atraminės sąstandos iškyšos ilgis parenkamas pagal sąlygą [5], [6]:

$$a_s \leq 1,5 \cdot t_s \quad (2.14.16)$$

$$a_s \leq 1,5 \cdot 16 = 24 \text{ mm priimame } 20 \text{ mm}$$

2.15 Perdangos plokštė sporto salėje

Perdangai tenkanti apkrova: (grindų detalė)=1,028+0,5=1,528 kN/m²

Naudojimo apkrova C3 kategorija 5,0 kN/m

Perdangos plokštės svoris (siūlės užpildytos)=3,32 kN/m

$$3,32 \cdot 1,2 = 3,984 \text{ kN/m} \quad (2.15.1)$$

$$l_{sk} = 6 - 0,25 = 5,75 \text{ m} \quad (2.15.2)$$

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}^2}{8} = \frac{(5,0 \cdot 1,2 \cdot 1,30 + (3,984 + 1,528 \cdot 1,2) \cdot 1,35) \cdot 5,75^2}{8} = 64,694 \text{ kNm} \quad (2.15.3)$$

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{sk}}{2} = \frac{(5,0 \cdot 1,2 \cdot 1,30 + (3,984 + 1,528 \cdot 1,2) \cdot 1,35) \cdot 5,75}{2} = 45,005 \text{ kN} \quad (2.15.4)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{sp} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{pd}} = \frac{1 \cdot 18 \cdot 1200 \cdot 0,8 \cdot 24,96}{1390 \cdot 1,15} = 269,78 \text{ mm}^2 = 2,70 \text{ cm}^2 \quad (2.15.5)$$

$$x = \xi \cdot d = 0,156 \cdot 160 = 24,96 \text{ mm} \quad (2.15.6)$$

$$A_{sp} \cdot 1,05 = 2,70 \cdot 1,05 = 2,833 \text{ cm}^2 \quad (2.15.7)$$

Priimame $6 \varnothing 9,3$ $A_{sp} = 312 \text{ mm}^2$, kai 1 strypo $A_{sp} = 52 \text{ mm}^2$

2.15.1 Plokštės skaičiavimas iki eksploataavimo stadijoje

2.15.1.1 Viršutinio krašto pleišėtumas

Pradiniai išankstiniai armatūros įtempiai:

$$\sigma_p = 0,7 \cdot f_{pk} = 0,7 \cdot 1600 = 1120 \text{ MPa} \quad (2.15.8)$$

Betono apspaudimo atleidžiant iš atsparų:

$$P_{m,o} = A_{sp} \cdot \sigma_p = 312 \cdot 1120 = 349440 \text{ N} = 349,44 \text{ kN} \quad (2.15.9)$$

Didžiausi gniuždymo įtempiai apskaičiuojami nuo jėgos $P_{m,o}$, neįvertinant savojo perdangos svorio [3], [4]:

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o} \cdot (r' + r) + 2 \cdot f_{ct} \cdot W_{eff,top}}{W_{eff,bottom}} \quad (2.15.10)$$

$$= \frac{349440 \cdot (40,76 + 42,09) + 2 \cdot 2 \cdot 6990055}{7216801} = 7,886 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

$$M^{iš} = \frac{q_{perdanga} \cdot a^2}{2} = \frac{3,984 \cdot 1,0^2}{2} = 1,992 \text{ kNm} \quad (2.15.11)$$

$$e_{op} = \frac{h}{2} - a_1 = \frac{200}{2} - 40 = 60 \text{ mm} \quad (2.15.12)$$

Supleišėjimas gamybos metu nuo necentrinio betono apspaudimo apskaičiuojamas pagal sąlygą [3], [4]:

$$P_{m,o}(e_{op} - \varphi \cdot r') + M^{iš} < f_{ct} \cdot W_{pl,top} \quad (2.15.13)$$

$$349,44 \cdot (0,06 - 1 \cdot 0,04076) + 1,992 < 2 \cdot 10^3 \cdot 1,75 \cdot 6990,055 \cdot 10^{-6}$$

8,714 kNm < 24,465 kNm Sąlyga tenkinama

2.15.1.2 Apatinio krašto pleišėtumas

$$\sigma_{cp} = \frac{P_{m,o}(r' + r) + 2 \cdot f_{ct} \cdot W_{eff,bottom}}{W_{eff,top}} \quad (2.15.14)$$

$$= \frac{349440(40,76 + 42,09) + 2 \cdot 2 \cdot 7216801}{6990055} =$$

$$8,271 \text{ MPa} < \sigma_{cp,max} = 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{7216801}{0,7 \cdot 30} = 1,6 - \frac{7216801}{21} = 1,206 < 1,0 \quad (2.15.15)$$

$$0,7 \leq \varphi \leq 1,0, \quad \text{tai } \varphi = 1,0 \text{ priimame}$$

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{charak} \cdot f_{sk}^2}{8} = \frac{(5,0 \cdot 1,2 + 3,984 + 1,528 \cdot 1,2) \cdot 5,75^2}{8} = \frac{11,818 \cdot 5,75^2}{8} \quad (2.15.16)$$

$$= 48,84 \text{ kNm}$$

$$P_{m,o} \cdot (e_{op} - \varphi \cdot r) + f_{ct} \cdot W_{pl,bottom} > M^{i\check{s}} \quad (2.15.17)$$

$$349,44 \cdot (0,06 + 1 \cdot 0,04209) + 2 \cdot 10^3 \cdot 1,75 \cdot 7216,801 \cdot 10^{-6} > 48,84 \text{ kNm}$$

$$60,932 \text{ kNm} > 48,84 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.15.1.3 Pleišėtumas transportuojant

$$M^{i\check{s}} = \frac{q_{perdanga} \cdot a^2 \cdot \gamma_d}{2} = \frac{3,984 \cdot 1,35 \cdot 1,0^2 \cdot 1,6}{2} = 4,303 \text{ kNm} \quad (2.15.18)$$

Apgniūždymo jėga, irimo stadijoje iki eksploataavimo:

$$N_{con} = (\sigma_p - 300) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - 300) \cdot 312 = 255840 \text{ N} = 255,84 \text{ kN} \quad (2.15.19)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{N_{con} + f_{y,d} \cdot A_{s2} - \sigma_{sc} \cdot A_{p1}}{f_{cpd} \cdot b_{f1}} = \frac{255840 + \frac{400}{1,1} \cdot 0,79 \cdot 10^2 - 0}{0,7 \cdot 37 \cdot \frac{0,9}{1,5} \cdot 1196} = 15,31 \text{ mm} \quad (2.15.20)$$

$$< h_{f1} = 40 \text{ mm}$$

$$N_{con} \cdot e_p < f_{cd} \cdot b_{f1} \cdot x \cdot (d_2 - 0,5 \cdot x) + \sigma_{sc} \cdot A_p (d_2 - a_1) \quad (2.15.21)$$

$$255,84 \cdot 0,1322 < 18 \cdot 1196 \cdot 17,61 \cdot (160 - 42,5 - 0,5 \cdot 15,31) + 0$$

$$33,814 \text{ kNm} < 36,206 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.15.2 Plokštės stiprumo įstrižajame pjūvyje nustatymas

$$V_{Rk,c} = \left[C_{Rk,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{vid} \quad (2.15.22)$$

$$C_{Rk,c} = 0,18; \quad f_{ck} = 30 \text{ MPa}; \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{160}} = 2,118 > 2,0 \quad (2.15.23)$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{1,5} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 2^{1,5} \cdot 30^{0,5} = 0,542 \quad (2.15.24)$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sp}}{b_w \cdot d} = \frac{312}{634 \cdot 160} = 0,003 < 0,02 \quad (2.15.25)$$

$$V_{Rk,c} = \left[0,18 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \right] 634 \cdot 160 \geq 0,542 \cdot 634 \cdot 160 \quad (2.15.26)$$

$$76554,757 \text{ N} > 54959,183 \text{ N} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.15.3 Plokštės stiprumo normaliniame pjūvyje nustatymas

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (2.15.27)$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,409 \quad (2.15.28)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \frac{-f_{yd} \cdot A_s + f_{pd} \cdot A_{sp}}{f_{cd} \cdot b_{f_1}} = \frac{-\frac{400}{1,1} \cdot 79 + 1390 \cdot 312}{18 \cdot 1196} = 18,81 \text{ mm} < h_{f_1} \quad (2.15.29)$$

$$= 40 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{18,81}{160} = 0,118 < \xi_{lim} = 0,409 \quad (2.15.30)$$

$$M = \gamma \cdot f_{pd} \cdot A_{sp} \cdot (d - 0,5 \cdot x) > M^{\text{iš}} = 64,694 \text{ kNm} \quad (2.15.31)$$

$$1,15 \cdot 1390 \cdot 312 \cdot (160 - 0,5 \cdot 18,81) > 64,694 \text{ kNm}$$

$$75,107 \text{ kNm} > 64,694 \text{ kNm} \quad \text{Sąlyga tenkinama}$$

2.15.4 Plokštės kreivis

Nuo trumpalaikės apkrovos trumpalaikio poveikio:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M^{tr}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{24,797 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71016,18 \cdot 100^{-4}} \quad (2.15.32)$$

$$= 1,284 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

$$M^{tr} = \frac{q_{tr} \cdot l^2}{8} = \frac{(5,0) \cdot 1,2 \cdot 5,75^2}{8} = 24,797 \text{ kNm} \quad (2.15.33)$$

Nuo ilgalaikės apkrovos ilgalaikio poveikio

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{\varphi_{c_2} \cdot M^{ilg}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{2 \cdot 24,043 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71016,18 \cdot 100^{-4}} \quad (2.15.34)$$

$$= 2,489 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

$$M^{ilg} = \frac{q_{ilg} \cdot l^2}{8} = \frac{(3,984 + 1,528 \cdot 1,2) \cdot 5,75^2}{8} = 24,043 \text{ kNm} \quad (2.15.35)$$

Nuo išankstinio gniuždymo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_m \cdot e_{op}}{\varphi_{c_1} \cdot E_{eff} \cdot I_{eff}} = \frac{349440 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{0,85 \cdot 32000 \cdot 10^6 \cdot 71016,18 \cdot 100^{-4}} \quad (2.15.36)$$

$$= 1,085 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

Kreivis nuo betono traukumo ir valkšnumo

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{d} = \frac{4,266 \cdot 10^{-4}}{0,16} = 2,666 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (2.15.37)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_{c_1}}{E_1} = \frac{83,194}{195000} = 4,266 \cdot 10^{-4} \quad (2.15.38)$$

$$\sigma_{c_1} = \sigma_{los}^6 + \sigma_{los}^8 + \sigma_{los}^9 = 7,22 + 50 + 25,974 = 83,194 \text{ MPa} \quad (2.15.39)$$

Suminis kreivis:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (2.15.40)$$

$$= 1,284 \cdot 10^{-3} + 2,489 \cdot 10^{-3} - 1,085 \cdot 10^{-3} - 2,666 \cdot 10^{-3}$$

$$= 2,122 \cdot 10^{-5} \text{ m}^{-1}$$

Ilinkis:

$$d \leq d_{lim} \quad (2.15.41)$$

$$d = \frac{5}{48} \cdot \left(\frac{1}{r}\right) \cdot l^2 \leq d_{lim} = \frac{l}{200} \quad (2.15.42)$$

$$\frac{5}{48} \cdot (2,122 \cdot 10^{-5}) \cdot 6^2 \leq \frac{6}{200}$$

$$7,959 \cdot 10^{-5} \text{ m} \leq 0,03 \text{ m} \text{ Sąlyga tenkinama}$$

2.16 Perdangos sija

Profilio stiprumas apskaičiuojamas įvertinant plastines deformacijas pagal formules [5], [6]:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (2.16.1)$$

$$M_{pl,Rd} = C_{pl,1} \cdot W_y \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c \quad (2.16.2)$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ MPa} \quad (2.16.3)$$

$$f_y = 275 \text{ MPa, kai S275, } t_f \leq 16 \text{ mm}$$

$$\gamma_M = \frac{M_{Ed}}{C_{pl,1} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{148,707}{1,1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 5,408 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 540,753 \text{ cm}^3 \quad (2.16.4)$$

Pasirenku IPE 300

$$W_y = 557,0 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 8356 \text{ cm}^4$$

$$P = 42,2 \text{ kg/m}$$

$$t_f = 7,1 \text{ mm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{C_{pl,1} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1,0 \quad (2.16.5)$$

$$\frac{148,707 \cdot 100}{1,1 \cdot 557,0 \cdot \frac{250 \cdot 10^3}{(10^2)^2}} \leq 1,0$$

0,971 < 1,0 – sąlyga tenkinama

Sijos įlinkio tikrinimas:

$$d = \frac{5 \cdot q_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} \leq d_{lim} \quad (2.16.6)$$

Nustatome d_{lim} reikšmę:

$$\frac{x - 150}{200 - 150} = \frac{5,23 - 3}{6 - 3} \quad (2.16.7)$$

$$x = \frac{(200 - 150)(5,23 - 3)}{6 - 3} + 150 = 187,167$$

$$d_{lim} = \frac{l}{x} = \frac{5,23}{187,167} = 0,028 \text{ m} \quad (2.16.8)$$

$$d = \frac{5 \cdot M_k \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq d_{lim} \quad (2.16.9)$$

$$d = \frac{5 \cdot 112,834 \cdot 5,23^2}{48 \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot \frac{8356}{10^8}} = 0,015 \text{ m} < 0,028 \text{ m} - \text{sąlyga tenkinama}$$

2.16.1 Atraminės sienelės projektavimas

Atraminės sienelės plotį ir aukštį parenkame pagal konstrukcines sąlygas, kad išdėstytume virintines siūles.

Reikiamas atraminės sienelės plotas:

$$A_d \geq \frac{V}{n_s \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c} = \frac{57,045 \cdot 10^{-3}}{373 \cdot 0,9} = 1,7 \text{ cm}^2 \quad (2.16.10)$$

Atraminės briaunos storis:

$$t_p = \frac{A_d}{b_p} = \frac{1,7}{19} = 0,089 \text{ mm} \approx 1 \text{ mm}, \text{ tačiau konstrukciškai priimame } 16 \text{ mm} \quad (2.16.11)$$

b_p – atraminės sąstandos plotis, priimame $b_p = 19 \text{ cm}$ [5], [6]:

Atraminė plokštelė **34x19x1,6**

Atraminė sienelė sujungiama su sija virintine siule. Tikriname kertinių siūlių laikomąją galią:

Per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0 \quad (2.16.12)$$

$$\frac{57,045 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 5 \cdot 280 \cdot 193,6 \cdot 1,0} = 0,23 \leq 1,0$$

Per sulydimo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0 \quad (2.16.13)$$

$$\frac{57,045 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 5 \cdot 280 \cdot 184,5 \cdot 1,0} = 0,21 \leq 1,0$$

$k_{fmin} = 5$, kai storesniojo iš suvirinamų elementų storis $t = 16,0 \text{ mm}$

$$k_f \leq 1,2 t = 1,2 \cdot 10,7 = 12,84 \text{ mm}$$

Priimu $k_f = 5$ ir tikrinu kertinių siūlių laikomąją galią, kai

$$\sum l_{w,eff} = 2 \cdot (150 - 10) = 280 \text{ mm} \quad (2.16.14)$$

2.17 Klijuotos medienos kintamo skerspjuvio rėmas

2.17.1 Karnizo mazgas

$$h_{ryg} = 100 \text{ cm}$$

$$t_1 = 28 \text{ cm}$$

Rygelio skerspjūvio plotas:

$$A = t_1 \cdot h_{ryg} = 28 \cdot 100 = 2800 \text{ cm}^2 \quad (2.17.1)$$

Rygelio inercijos momentas:

$$I_y = \frac{t_1 \cdot h_{ryg}^3}{12} = \frac{28 \cdot 100^3}{12} = 2333333,333 \text{ cm}^4 \quad (2.17.2)$$

Rygelio inercijos spindulys mazge:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{2333333,33}{2800}} = 28,868 \text{ cm} \quad (2.17.3)$$

Elemento lianunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff}}{i_y} = \frac{7,038 \cdot 100}{28,868} = 24,38 \quad (2.17.4)$$

$$l_{eff} = 0,5 \cdot l_{kol} + 0,5 \cdot l_{ryg} = 0,5 \cdot 6,42 + 0,5 \cdot 7,656 = 7,038 \text{ m} \quad (2.17.5)$$

$$l_{kol} = 6,42 \text{ m} \quad l_{ryg} = 7,656 \text{ m}$$

Klupumo koeficientas:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda_y^2} = \frac{3000}{24,38^2} = 5,047 \quad (2.17.6)$$

$$k_{def} = 1 - \frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot f_{c,0,g,d} \cdot A} = 1 - \frac{117,186 \cdot 1000}{5,047 \cdot 17,28 \cdot 2800 \cdot 10^2} = 0,995 \quad (2.17.7)$$

$$f_{c,0,g,d} = \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{24}{1,25} \cdot 0,9 = 17,28 \text{ MPa} \quad (2.17.8)$$

Momento padidinime karnize

$$M_{d,mod} = \frac{M_{Ed}}{k_{def}} = \frac{382,096}{0,995} = 384,016 \text{ kNm} \quad (2.17.9)$$

Smeigės $d = 1,6 \text{ cm}$

$$b_s = 2 \cdot a + b = 2 \cdot 0,08 + 0,175 = 0,335 \quad (2.17.10)$$

$$b_s \geq 10 \cdot d = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ cm} \quad (2.17.11)$$

Skaičiuojame mažiausius atstumus:

a_1 – išilgai medienos pluošto [16] [21]

$$a_1 = 7 \cdot d = 7 \cdot 1,6 = 11,2 \text{ cm} \quad (2.17.12)$$

a_2 – skersai medienos pluošto [16] [21]

$$a_1 = 3,5 \cdot d = 3,5 \cdot 1,6 = 5,6 \text{ cm} \quad (2.17.13)$$

Skaičiuojame pirmojo žiedo spindulys:

$$d_1 = h_{ryg} - 7 \cdot d = 100 - 7 \cdot 1,6 = 88,8 \text{ cm} \quad (2.17.14)$$

Skaičiuojame antrojo žiedo spindulys:

$$d_2 = d_1 - 12 \cdot d = 88,8 - 12 \cdot 1,6 = 69,6 \text{ cm} \quad (2.17.15)$$

Skaičiuojame kiek gali tilpti virbalų pirmame žiede:

$$n_1 = \frac{d_1 \cdot \pi}{s} = \frac{88,8 \cdot 3,14}{9,6} = 29,045 \quad (2.17.16)$$

Skaičiuojame kiek gali tilpti virbalų antrame žiede:

$$n_2 = \frac{d_2 \cdot \pi}{s} = \frac{69,6 \cdot 3,14}{9,6} = 22,765 \quad (2.17.17)$$

s – atstumas tarp virbalų [16] [21]

$$s = 6 \cdot d = 6 \cdot 1,6 = 9,6 \text{ cm} \quad (2.17.18)$$

Skaičiuojame vieno virbalo atsparį:

$$R_{j,d} = \begin{cases} 0,5 \cdot t_2 \cdot d \\ 0,8 \cdot t_1 \cdot d \\ 2,5 \cdot d^2 + 0,01 \cdot t_1^2 \end{cases} = \begin{cases} 0,5 \cdot 28 \cdot 1,6 \\ 0,8 \cdot 28 \cdot 1,6 \\ 2,5 \cdot 1,6^2 + 0,01 \cdot 28^2 \end{cases} = \begin{cases} 22,4 \text{ kN} \\ 35,84 \text{ kN} \\ 14,24 \text{ kN} \end{cases} \quad (2.17.19)$$

t_1 – rygelio storis, cm [16] [21]

t_2 – kolonos storis, cm [16] [21]

Apskaičiuojame momentą, kurį gali atlaikyti abu virbalų žiedai:

$$\begin{aligned} M_d &= n_1 \cdot R_{j,d,\min} \cdot d_1 + n_2 \cdot R_{j,d,\min} \cdot d_2 \cdot \frac{d_2}{d_1} \\ &= 29 \cdot 14,24 \cdot 88,8 + 22 \cdot 14,24 \cdot 69,6 \cdot \frac{69,6}{88,8} \\ &= 53760,695 \text{ kNcm} = 537,607 \text{ kNm} > M_{Ed} = 813,195 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (2.17.22)$$

Tikriname skersinę jėgą:

$$P_1 = R_{j,d,\min} \cdot \frac{M_{d,\text{mod}}}{M_d} = 14,24 \cdot \frac{384,016}{537,607} = 10,172 \text{ kN} \quad (2.17.23)$$

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{N_{c,d}}{n_1 + n_2}\right)^2 + \left(\frac{Q}{n_1 + n_2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{117,186}{29 + 22}\right)^2 + \left(\frac{105,106}{29 + 22}\right)^2} = 3,087 \text{ kN} \quad (2.17.24)$$

$$\begin{aligned} P_1 + P_2 &= 10,17 + 3,087 = 13,257 \text{ kN} < R_{j,d,\min} \\ &= 14,24 \text{ kN} \text{ sąlyga tenkinama} \end{aligned} \quad (2.17.25)$$

2.17.2 Kraigo mazgas

Vieno varžto laikomoji galia:

$$R_{j,d} = 250 \cdot 10^5 \cdot n_k \cdot d_b^2 \cdot \sqrt{k_\alpha} = 250 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 1,6^2 \cdot \sqrt{0,9}$$

$$= 121431462,2 \text{ N} = 121431,462 \text{ kN} \quad (2.17.26)$$

n_k – vieno varžto kerпамųjų pjūvių skaičius [16] [21]

d_b – varžto skersmuo $d_b = 1,6 \text{ cm}$ [16] [21]

k_α – stogo konstrukcijos posvyrio kampas, $k_\alpha = 0,9$ [16] [21]

Apatinio varžto laikomoji galia:

$$R_b = \sqrt{\frac{M_b \cdot a_{max}}{n_b \cdot \sum a_i^2} + \frac{Q}{m_b}} \leq R_{j,d} \quad (2.17.27)$$

$$\sqrt{\frac{13,512 \cdot 24 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot ((12 \cdot 10^{-2})^2 + (24 \cdot 10^{-2})^2)} + \frac{39,741}{5}} \leq 121431,462 \text{ kN}$$

$$5,52 \text{ kN} \leq 121431,462 \text{ kN sąlyga tenkinama}$$

Q – skersinė jėga rėmo mazge [16] [21]

M_b – lenkiamasis momentas lizdo varžtų svorio centre (e – atstumas tarp šarnyro centro ir varžtų svorio centro) [16] [21]

$$M_b = Q \cdot e = 39,741 \cdot 0,3 = 13,512 \text{ kNm} \quad (2.17.28)$$

a_i – atstumas tarp varžtų, išdėstytų simetriškai lizdo ašies atžvilgiu [16] [21]

a_{max} – atstumas tarp kraštinių varžtų vertikaliaja kryptimi [16] [21]

n_b – varžtų skaičius horizontaliaja kryptimi [16] [21]

m_b – bendras varžtų skaičius lizde [16] [21]

2.18 Plieninės kolonos projektavimas

2.18.1 Kolonos skerspjūvio parinkimas

Tikriname centriškai gniuždomo elemento pastovumą:

$$\frac{N_{1-15}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (2.18.1)$$

$N_{c,Rd}$ – skaičiuotinio centriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis apskaičiuojamas:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c \quad (2.18.2)$$

$f_{y,d}$ – skaičiuotinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą

$$f_{y,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ MPa} \quad (2.18.3)$$

Apskaičiuojame reikiamą skerspjūvio plotą priimant pradinį liaunį $\lambda_0 = 100$

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 100 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 3,45 \quad (2.18.4)$$

Kai $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$ tai: $\varphi = 0,536$

$$A \geq \frac{N_{1-15}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{65,005 \cdot 10}{0,536 \cdot 250 \cdot 0,9} = 5,39 \text{ cm}^2 \quad (2.18.5)$$

Priimame dvitėjinį skerspjūvį **HEA 200**

HEA 200	
Skerspjūvio plotas, cm^2	53,8
Masė, kg/m	42,3
Inercijos momentas, cm^4	$I_y = 3692; I_z = 1336$
Inercijos spindulys, cm	$i_y = 8,28; i_z = 4,98$
Atsparumo momentas, cm^3	$W_y = 388,6; W_z = 133,6$

Skaičiuojame tikrąjį elemento liaunį:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{11,86 \cdot 100}{8,28} = 143,237 \quad (2.18.6)$$

l_{eff} – skaičiuojamasis gniuždomo elemento ilgis [5] [6],

$$l_{eff} = \mu \cdot l_c = 2 \cdot 5,93 = 11,86 \text{ m} \quad (2.18.7)$$

Apskaičiuojame ribinį liaunį:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,5 = 150 \quad (2.18.8)$$

α – pastovumo sąlygos koeficientas imamas nemažesnis kaip 0,5 [5] [6]:

$$\alpha = \frac{N_{1-15}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{1-15}}{\varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{65,005 \cdot 10^{-3}}{0,2921 \cdot 53,8 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 0,9} = 0,184 < 1,0 - \text{sąlyga tenkinama}$$

φ – elemento klupumo koeficientas [5] [6], $\varphi = 0,2921$

Kadangi elemento liaunumas $\lambda = 143,237 < \lambda_u = 150$ – sąlyga tenkinama

Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos

Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos, tikriname pagal formulę:

$$\frac{N_{1-15}}{N_{MT,TF,Rd}} \leq 1,0 \quad (2.18.9)$$

$N_{MT,TF,Rd}$ – skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis – sukamasis pastovumo atsparis apskaičiuojame taip [5] [6]:

$$N_{MT,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,139 \cdot 0,4112 \cdot 53,8 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 0,95 = 73,032 \text{ kN} \quad (2.18.10)$$

φ_z – koeficientas, $\varphi_z = 0,4112$

c – koeficientas, kurį apskaičiuojame pagal formulę [5] [6]:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1,26}{1 + 0,7 \cdot 11,491} = 0,139 \quad (2.18.11)$$

$$\alpha = 0,70$$

Tikriname pastovumo sąlygą iš momento veikimo plokštumos:

$$\alpha = \frac{N_{1-15}}{N_{MT,TF,Rd}} = \frac{65,005}{73,032} = 0,89 \leq 1,0 - \text{sąlyga tenkinama, priimame } \alpha = 0,5$$

Apskaičiuojame ribinį liaunį:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,89 = 126,6 \quad (2.18.12)$$

Kadangi elemento liaunumas $\lambda_z = 119,076 < \lambda_u = 126,6 - \text{sąlyga tenkinama}$

2.18.2 Kolonos skerspjūvio juostos pastovumas

Didžiausias kolonos juostos nuosvyros pločio santykis su jos storiu:

$$\frac{b_{eff}}{t_f} = \frac{b-t_w-2 \cdot r}{t_f} < (0,36 + 0,10 \cdot \bar{\lambda}) \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} \quad (2.18.13)$$

$$\frac{200-6,5-2 \cdot 24}{10} < (0,36 + 0,10 \cdot 0,711) \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}}$$

$$7,275 < 12,494 - \text{sąlyga tenkinama}$$

2.18.3 Kolonos galvenos skaičiavimas

Ant kolonos atremtos sijos atraminė reakcija $F_d = 149,356 \text{ kN}$

Siūlių, jungiančių galvenos atraminę briauną ir kolonos sienutę, ilgį nustatome:

- Per siūlės metalą:

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2 \cdot N_{Ed}}{4 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 65,005 \cdot 10^3}{4 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 193,6 \cdot 1,0} = 28,78 \text{ mm} \quad (2.18.14)$$

- Per sulydimo srities metalą:

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2 \cdot N_{Ed}}{4 \cdot \beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 65,005 \cdot 10^3}{4 \cdot 1,0 \cdot 5 \cdot 184,5 \cdot 1,0} = 21,14 \text{ mm} \quad (2.18.15)$$

Atraminę briauną prie kolonos sienutės jungiančių virintinių siūlių ilgis neturi viršyti

$$85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 5 = 297,5 \text{ mm} \quad (2.18.16)$$

Atraminės briaunos ilgis

$$l_{br} = l_{br,w,eff} + 10 \text{ mm} \quad (2.18.17)$$

Atraminės briaunos ilgis:

$$h_{br} \geq l_{br,w,eff} + 10 \text{ mm} = 29 + 10 \approx 39 \text{ mm} \quad (2.18.18)$$

Primame $h_{br} = 80 \text{ mm}$

Kolonos sienutės kerpamojo atspario galvenos atraminių briaunų prijungimo vietoje sąlyga:

$$\frac{1,2 \cdot F_d}{2 \cdot h_{br} \cdot t_w \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0 \quad (2.18.19)$$

$$\frac{1,2 \cdot 65,005 \cdot 10^3}{2 \cdot 80 \cdot 6,5 \cdot 145 \cdot 1,0} = 0,517 \leq 1,0 - \text{sąlyga tenkinama}$$

Galvenos atraminės briaunos apačioje įrengiamos skersinės sąstandos, kurių storis lygus atraminių briaunų storiui $t_{br} = 10 \text{ mm}$

2.18.4 Ekscentišškai gniuždomos kolonos bazės su statlakščiais skaičiavimas

Įtempiai pamato betone po pado plokšte:

$$\sigma_{c,max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{65,005 \cdot 10^{-3}}{0,179} + \frac{107,933 \cdot 10^{-3}}{13990,333 \cdot 10^{-6}} = 8,079 \text{ MPa} < f_{cud} = 26,563 \text{ MPa} \quad (2.18.20)$$

A – pado plokštės plotas [5] [6]

$$A = A_{c0} = B \cdot L = 0,38 \cdot 0,47 = 0,179 \text{ m}^2 \quad (2.18.21)$$

W - atsparumo momentas [5] [6]

$$W = \frac{B \cdot L^2}{6} = \frac{0,38 \cdot 0,47^2}{6} = 13990,333 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \quad (2.18.22)$$

$$\sigma_{c,min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W} = \frac{65,005 \cdot 10^{-3}}{0,179} - \frac{107,933 \cdot 10^{-3}}{13990,333 \cdot 10^{-6}} = -7,351 \text{ MPa} \quad (2.18.23)$$

Gniuždomosios zonos ilgis:

$$s = \frac{\sigma_{c,max}}{\sigma_{c,max} + \sigma_{c,min}} \cdot L = \frac{8,079}{8,079 + |-7,351|} \cdot 0,47 = 0,246 \quad (2.18.24)$$

Lenkiamieji momentai pado plokštės ploteliuose:

$$\mathbf{1 \ plotelis} \quad M_1 = \frac{\sigma_{c,max} \cdot c^2}{2} = \frac{8,079 \cdot 10^3 \cdot 0,08^2}{2} = 25,852 \text{ kN} \quad (2.18.25)$$

$$\mathbf{2 \ plotelis} \quad M_2 = \alpha \cdot \sigma_{c,max} \cdot b_k^2 = 0,081 \cdot 8,079 \cdot 10^3 \cdot 0,20^2 = 26,175 \text{ kN} \quad (2.18.26)$$

$$\alpha = 0,081, \text{ kai santykis } \frac{c_1}{b_k} = \frac{150}{200} = 0,75 \quad (2.18.27)$$

$$\mathbf{3 \ plotelis} \quad M_3 = \alpha_2 \cdot \sigma_{3,c} \cdot a_1^2 = 0,0927 \cdot 3,811 \cdot 10^3 \cdot 0,09675 = 3,307 \text{ kN} \quad (2.18.28)$$

$$\sigma_{3,c} = \frac{s - c_1 + t_f}{s} \cdot \sigma_{c,max} = \frac{0,246 - 0,14 + 0,01}{0,246} \cdot 8,079 = 3,811 \text{ MPa} \quad (2.18.29)$$

$$\text{Santykis} \quad \frac{b_1}{a_1} = \frac{170}{96,75} = 1,757 \quad (2.18.30)$$

$$\alpha_2 = 0,0927 \quad , \text{ kai } a_1 = \frac{(b_k - t_w)}{2} = \frac{(200 - 6,5)}{2} = 96,75 \text{ mm}; \quad (2.18.31)$$

$$b_1 = h_k - 2 \cdot t_f = 190 - 2 \cdot 10 = 170 \text{ mm} \quad (2.18.32)$$

Pado plokštės storis pagal didžiausiąjį lenkiamąjį momentą

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_2}{f_{y,d} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 26,175 \cdot 10^3}{\frac{265}{1,1} \cdot 1,2}} = 23,31 \text{ mm} \quad (2.18.33)$$

$\approx 24 \text{ mm}$ priimame pagal konstrukcinius reikalavimus $t_{pl} = 24 \text{ mm}$

Iraža virintinėje siūlėje, prijungiančioje statlakštį prie kolonos lentynos:

$$N_{st,Ed} = \frac{N_{k,Ed}}{2} + \frac{M_{k,Ed}}{h_k} = \frac{65,005}{2} + \frac{107,933}{0,19} = 600,571 \text{ kN} \quad (2.18.34)$$

- $k_{fmin} = 7$, kai storesniojo iš suvirinamų elementų storis $t = 20 \text{ mm}$
- $k_f < 1,2 t = 1,2 \cdot 10 = 12,0 \text{ mm}$

Priimu $k_f = 10 \text{ mm}$

Virintinės siūlės ilgis

$$l_{st,w,eff} = \frac{N_{st}}{2 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{600,571 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 193,6 \cdot 1,0} = 221,58 \text{ mm} \quad (2.18.35)$$

Siūlės ilgis neviršija

$$85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 7 = 416,5 \text{ mm} \quad (2.18.36)$$

Statlakščio reikalingas aukštis

$$h_{st} = l_{st,w,eff} + 10 \text{ mm} = 221,58 + 10 = 232 \text{ mm} \approx 240 \text{ mm} \quad (2.18.37)$$

Statlakščio atspario sąlyga:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{st}^2 + 3 \cdot \tau_{st}^2}}{1,15 \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{\sqrt{225,641^2 + 3 \cdot 76,884^2}}{1,15 \cdot 250 \cdot 1,0} = 0,911 \leq 1,0 - \text{sąlyga tenkinama} \quad (2.18.38)$$

σ_{st} – normalinis įtempis

$$\sigma_{st} = \frac{M_{st}}{W_{st}} = \frac{15,043 \cdot 10^{-3}}{9,6 \cdot 10^{-5}} = 156,695 \text{ MPa} \quad (2.18.39)$$

τ_{st} – tangentinis įtempis

$$\tau_{st} = \frac{V_{st}}{A_{st}} = \frac{153,768 \cdot 10^{-3}}{2,4 \cdot 10^{-3}} = 64,07 \text{ MPa} < f_{s,d} = 145 \text{ MPa} - \text{sąlyga tenkinama} \quad (2.18.40)$$

A – statlakščio plotas

$$A_{st} = t_{st} \cdot h_{st} = 0,01 \cdot 0,24 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (2.18.41)$$

W - atsparumo momentas

$$W_{st} = \frac{t_{st} \cdot h_{st}^2}{6} = \frac{0,01 \cdot 0,24^2}{6} = 9,6 \cdot 10^{-5} m^3 \quad (2.18.42)$$

Statlakščio skersinė jėga ir lenkiamasis momentas nuo įrašos inkariniuose varžtuose

$$N_{k,Ed} = 64,239 kN \quad M_{k,Ed} = 108,146 kNm$$

Statlakščio skersinė jėga ir lenkiamasis momentas nuo įrašos inkariniuose varžtuose – 2 pjūvis

$$V_{v,st} = \frac{N_{v,max}}{2} = \frac{219,477}{2} = 109,738 kN \quad (2.18.43)$$

$$M_{v,st} = V_{v,st} \cdot (c_1 + \delta) = 109,738 \cdot (0,14 + 0,06) = 21,948 kNm \quad (2.18.44)$$

$N_{v,max}$ – didžiausioji inkarinių jėga nuo nepalankiausio apkrovų derinio. Jėga vienoje pusėje esančiuose inkariniuose varžtuose [5] [6]

$$N_v = \frac{M - N \cdot d}{y} = \frac{108,146 - 64,239 \cdot 0,153}{0,448} = 219,477 kN \quad (2.18.45)$$

d - atstumas nuo kolonos ašies iki gniuždomos zonos sunkio centro [5] [6]

$$d = \frac{L}{2} - \frac{s}{3} = \frac{0,47}{2} - \frac{0,448}{3} = 0,153 m \quad (2.18.46)$$

y - tstumas nuo gniuždomos zonos sunkio centro iki inkarinių varžtų tempiamoje pusėje, ašies [5] [6]

$$y = L + \delta - \frac{s}{3} = 0,47 + 0,06 - \frac{0,246}{3} = 0,448 m \quad (2.18.47)$$

s - gniuždomosios zonos ilgis

$$s = \frac{\sigma_{c,max}}{\sigma_{c,max} + \sigma_{c,min}} \cdot L = \frac{8,089}{8,089 + |-7,371|} \cdot 0,47 = 0,246 m \quad (2.18.48)$$

$\sigma_{c,max}$; $\sigma_{c,min}$ - įtempiai pamate

$$\sigma_{c,max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{64,239 \cdot 10^{-3}}{0,179} + \frac{108,146 \cdot 10^{-3}}{13990,33 \cdot 10^{-6}} = 8,089 MPa < f_{cud} = 26,563 MPa \quad (2.18.49)$$

$$\sigma_{c,min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W} = \frac{64,239 \cdot 10^{-3}}{0,179} - \frac{108,146 \cdot 10^{-3}}{13990,33 \cdot 10^{-6}} = -7,371 MPa \quad (2.18.50)$$

Statlakščio atspario sąlyga:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{st}^2 + 3 \cdot \tau_{st}^2}}{1,15 \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{\sqrt{228,622^2 + 3 \cdot 45,724^2}}{1,15 \cdot 250 \cdot 1,0} = 0,84 \leq 1,0 - \text{sąlyga tenkinama} \quad (2.18.51)$$

$$\sigma_{st} = \frac{M_{st}}{W_{st}} = \frac{21,948 \cdot 10^{-3}}{9,6 \cdot 10^{-5}} = 228,622 MPa \quad (2.18.52)$$

$$\tau_{st} = \frac{V_{st}}{A_{st}} = \frac{109,738 \cdot 10^{-3}}{2,4 \cdot 10^{-3}} = 45,724 MPa < f_{s,d} = 145 MPa - \text{sąlyga tenkinama} \quad (2.18.53)$$

Inkarinio varžto skerspjūvio plotas:

$$A_{b,net} = \frac{N_v}{n \cdot f_{ba,d} \cdot \gamma_c} = \frac{219,477 \cdot 10^3}{2 \cdot 205 \cdot 1,2} = 446,091 \text{ mm}^2 \quad (2.18.54)$$

$f_{ba,d}$ - inkarinių varžtų, pagamintų karštai valcuoto plieno, skaičiuotinis tempiamasis stipris

$$f_{ba,d} = 0,5 \cdot f_u = 0,5 \cdot 410 = 205 \text{ MPa} \quad (2.18.55)$$

Parenkame varžtus M24 mm, $A_{b,net} = 452 \text{ mm}^2$

Varžtų skylės plokštelėje skersmuo $d_0 = 26 \text{ mm}$

Plokštelės plotis

$$b_{pl} \geq 2 \cdot 1,5 \cdot d_0 = 2 \cdot 1,5 \cdot 26 = 78 \text{ mm} \quad (2.18.56)$$

Inkarinių varžtų plokštelės lenkiamasis momentas:

$$M_{pl} = \frac{N_v}{4} \cdot (b_k + t_{st} - b_v) = \frac{219,477}{4} \cdot (0,20 + 0,01 - 0,2) = 0,549 \text{ kNm} \quad (2.18.57)$$

b_v – atstumas tarp gretimų inkarinių varžtų $b_v = 140 \text{ mm}$

Inkarinių varžtų plokštelės storis:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{pl}}{(b_{pl} - d_0) \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,549 \cdot 10^{-3}}{(0,06 - 0,026) \cdot 250 \cdot 1,2}} = 0,0122 \text{ m} \approx 14 \text{ mm} \quad (2.18.58)$$

Virintinių siūlių, prijungiančių bazės elementus prie pado plokštės, mažiausias galimas virintinės siūlės statinio aukštis, virinant prie $t_{pl} = 10 \text{ mm}$ storio elemento, $k_{f,min} = 5 \text{ mm}$, $\beta_{wf} = 0,7$

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

$$\frac{1}{f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} \cdot \left(\frac{N}{A_{wf}} + \frac{M}{W_{wf}} \right) \leq 1,0 \quad (2.18.59)$$

$$\frac{1}{19,6 \cdot 1,0} \cdot \left(\frac{64,239 \cdot 10^{-3}}{7,056 \cdot 10^{-3}} + \frac{108,146 \cdot 10^{-3}}{6,487 \cdot 10^{-4}} \right) = 0,91 \leq 1,0 - \text{sąlyga tenkinama}$$

2.19 Polinių pamatų projektavimas po mediniu rėmu

Apskaičiuojame vertikalią apkrovą kiekvienam poliui [7]:

$$R_{1\text{ pol}} = \frac{127,465}{2} + \frac{275,666 + 37,224}{0,9} = 411,389 \text{ kN} \quad (2.19.1)$$

$$R_{2\text{ pol}} = \frac{127,465}{2} - \frac{275,666 + 37,224}{0,9} = -283,924 \text{ kN} \quad (2.19.2)$$

2.19.1 Polinio pamato laikančiosios galios skaičiavimas

Polinio pamato laikančioji galia apskaičiuojame:

$$q_{b,cal} = \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot q_c = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 23,9 = 14,34 \text{ MPa} \quad (2.19.3)$$

$$q_{s1,cal} = \alpha_s \cdot q_c = 0,02 \cdot 23,9 = 0,478 \text{ MPa} \quad (2.19.4)$$

$$q_{s2,cal} = \alpha_s \cdot q_c = 0,02 \cdot 5,5 = 0,11 \text{ MPa} \quad (2.19.5)$$

$$s = \frac{\left(1 + \frac{\sin\varphi'}{L/B}\right)}{(1 + \sin\varphi')} = \frac{\left(1 + \frac{\sin 0^\circ}{1}\right)}{(1 + \sin 0^\circ)} = 1 \quad (2.19.6)$$

Charakterizuojamasis stipriai po padu ir polio kamieno paviršiaus trinties:

$$q_{b,k} = \frac{q_{b,cal}}{\xi_3} = \frac{14,34}{1,4} = 10,243 \text{ MPa} \quad (2.18.7)$$

$$q_{s1,k} = \frac{q_{s1,cal}}{\xi_3} = \frac{0,478}{1,4} = 0,341 \text{ MPa} \quad (2.18.8)$$

$$q_{s2,k} = \frac{q_{s2,cal}}{\xi_3} = \frac{0,11}{1,4} = 0,079 \text{ MPa} \quad (2.18.9)$$

$$R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot q_{b,k} = \frac{3,14 \cdot 250^2}{4} \cdot 10,243 = 502547 \text{ N} = 502,547 \text{ kN} \quad (2.19.10)$$

$$\begin{aligned} R_{s,k} &= \sum (A_{s,i} \cdot q_{s,k,i}) = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (h_2 \cdot q_{s2,k} + h_1 \cdot q_{s1,k}) \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot (700 \cdot 0,079 + 450 \cdot 0,341) = 327738 \text{ N} \\ &= 327,738 \text{ kN} \end{aligned} \quad (2.19.11)$$

$$R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} = \frac{502,547}{1,1} = 456,861 \text{ kN} \quad R_{s,d} = \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{327,738}{1,1} = 297,943 \text{ kN} \quad (2.19.12)$$

Skaičiuojamoji laikomoji galia:

$$R_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} = 456,861 + 297,943 = 754,804 \text{ kN} > V_{c,d} = 411,389 \text{ kN} \quad (2.19.13)$$

$$R_{t,d} = R_{s,d} = 297,943 \text{ kN} > V_{t,d} = 283,924 \text{ kN} \quad (2.19.14)$$

2.19.2 Gręžtinio polio armavimas

Armatūros skersmuo $d_a = 14 \text{ mm}$, o bendras armatūros plotas $A_{s,tot} = 923 \text{ mm}^2$

Polio skersmuo $d_p = 0,25 \text{ m}$

$$r_s = \frac{d_p}{2} - a = \frac{0,25}{2} - 0,067 = 0,059 \text{ m} \quad (2.19.15)$$

$$r_2 = \frac{d_p}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,125 \text{ m} \quad (2.19.16)$$

Santykinis gniuždomos zonos aukštis:

Iš pradžių priimame $\xi = 0,49813$

$$\xi_s = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{r_2}{r_s} \cdot \cos \pi \cdot \xi\right)}{\pi} = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{0,125}{0,059} \cdot 0,49813\right)}{\pi} = 0,55525 = k \cdot \xi \quad (2.19.17)$$

$$k = \frac{\xi_s}{\xi} = \frac{0,55525}{0,49813} = 1,11467 \quad (2.19.18)$$

$$\xi = \frac{0,4 \cdot f_{cd} \cdot A + f_{yd} \cdot A_s + N}{1,8 \cdot f_{cd} \cdot A + k \cdot (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s} = \frac{0,4 \cdot 15 \cdot 0,0707 + 250 \cdot 923 \cdot 10^{-9} + 411,389 \cdot 10^{-3}}{1,8 \cdot 15 \cdot 0,0491 + 1,11467 \cdot (450 + 450) \cdot 923 \cdot 10^{-9}} = 0,49813 \quad (2.19.19)$$

$$A - \text{polio skerspjūvio} \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 250^2}{4} = 49063 \text{ mm}^2 = 0,0491 \text{ m}^2 \quad (2.19.20)$$

plotas

Polio atlaikomas lenkimo momentas:

$$M = \frac{2}{3} \cdot (f_{cd} \cdot r_2^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot \xi) + (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s \cdot r_s \cdot \frac{\sin \pi \cdot \xi}{\pi} = \frac{2}{3} \cdot (15 \cdot 0,125^3 \cdot \sin^3 \pi \cdot 0,49813) + (450 + 450) \cdot 923 \cdot 10^{-9} \cdot 0,09 \cdot \frac{\sin \pi \cdot 0,49813}{\pi} = 42,028 \text{ kNm} \quad (2.19.21)$$

Įrengus polių eilė su leistina nuokrypa 0,1 m, gauname momentą

$$M_d = N \cdot 0,1 = 411,389 \cdot 0,1 = 41,389 \text{ kNm} < M = 42,028 \text{ kNm} \quad (2.19.22)$$

2.19.3 Gręžtinio polio nuosėdžių skaičiavimas

Suminis pamato nuosėdis:

$$s = \frac{p \cdot B \cdot f}{E_m} = \frac{8,379 \cdot 0,25 \cdot 0,75}{23,9} = 0,065 \text{ m} < 0,08 \text{ m sąlyga tenkinama} \quad (2.19.23)$$

$$f = 0,75 \cdot \left(1 + \log \frac{L}{B}\right) = 0,75 \quad (2.19.24)$$

$$p = \frac{N}{A} = \frac{411,389}{0,0491} = 8378,59 \text{ kPa} = 8,379 \text{ MPa} \quad (2.19.25)$$

2.19.4 Pado plokštė

2.19.4.1 Armatūros tinklo skaičiavimas

Didžiausias pamatą veikiantis lenkimo momentas:

$$M_{Ed} = q_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot \frac{B}{4} = 212,441 \cdot \frac{0,6}{2} \cdot \frac{0,6}{4} = 9,56 \text{ kNm} \quad (2.19.26)$$

$$q_2 = q_1 \cdot L = 157,364 \cdot 1,35 = 212,441 \text{ kN/m} \quad (2.19.27)$$

$$q_1 = \frac{V_d}{A} = \frac{127,465}{1,35 \cdot 0,6} = 157,364 \text{ kN/m}^2 \quad (2.19.28)$$

Tinklo apatinės esančios armatūros skerspjūvio ploto skaičiavimas:

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,013 \cdot 0,325 = 0,004 \text{ m} \quad (2.19.29)$$

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 15 \cdot 10^2 \cdot 60 \cdot 0,004}{450 \cdot 10^2} = 0,65 \text{ cm}^2 \quad (2.19.30)$$

Armatūros skerspjūvio plotą padidiname 5%, $A_s = 0,65 \cdot 1,05 = 0,683 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{0,60}{0,2} = 3 \text{ strypų} \quad (2.19.31)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 200 mm.

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{0,683}{3} = 0,23 \text{ cm}^2 \quad (2.19.32)$$

Parenkame 4Ø10 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 0,785 \text{ cm}^2$

Didžiausias pamatą veikiantis lenkimo momentas:

$$M_{Ed} = q_2 \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{L}{4} = 94,418 \cdot \frac{1,35}{2} \cdot \frac{1,35}{4} = 21,51 \text{ kNm} \quad (2.18.33)$$

$$q_2 = q_1 \cdot B = 157,364 \cdot 0,6 = 94,418 \text{ kN/m} \quad (2.18.34)$$

$$q_1 = \frac{V_d}{A} = \frac{127,465}{1,35 \cdot 0,6} = 157,364 \text{ kN/m}^2 \quad (2.18.35)$$

Tinklo apatinės aukščiau esančios armatūros skerspjūvio ploto skaičiavimas:

$$x = \xi_{eff} \cdot d = 0,013 \cdot 0,315 = 0,004 \text{ m} \quad (2.18.36)$$

$$A_s = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x}{f_{yd}} = \frac{1 \cdot 15 \cdot 10^2 \cdot 135 \cdot 0,004}{450 \cdot 10^2} = 1,51 \text{ cm}^2 \quad (2.19.37)$$

Armatūros skerspjūvio plotas padidinamas 5%, gauname $A_s = 1,51 \cdot 1,05 = 1,59 \text{ cm}^2$

$$n = \frac{B}{z} = \frac{1,35}{0,2} = 6,75 \text{ strypų priimu 7 strypus} \quad (2.19.38)$$

z - armatūros išdėstymo žingsnis, priimama 200 mm.

$$A = \frac{A_s}{n} = \frac{1,59}{7} = 0,23 \text{ cm}^2 \quad (2.19.39)$$

Parenkame 7Ø10 mm skersmens strypus, kurių vieno skerspjūvio plotas $A = 0,785 \text{ cm}^2$

2.19.5 Stiprumo praspaudimui apskaičiavimas

Maksimalūs kirpimo įtempiai apskaičiuojame:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d} = 1,02 \cdot \frac{127,465}{4,084 \cdot 0,325} = 1509,724 \text{ kPa} \quad (2.19.40)$$

$$d = h - a_{11} - \frac{\emptyset}{2} = 0,4 - 0,07 - \frac{0,012}{2} = 0,325 \text{ m} \quad (2.19.41)$$

$$u_i = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 0,25 = 0,785 \text{ m} \quad (2.19.42)$$

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1} = 1 + 0,6 \cdot \frac{275,666}{127,465} \cdot \frac{4,084}{2,619} = 3,023 \quad (2.19.43)$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{0,25}{0,253} = 1 \text{ (kai šis santykis lygus 1, tai } k = 0,6) \quad (2.19.44)$$

$$u_1 = 2 \cdot (c_1 + c_2 + 1,5)\pi d = 2 \cdot (0,25 + 0,25 + 1,5) \cdot 3,14 \cdot 0,325 = 4,084 \text{ m}$$

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 4 \cdot c_2 \cdot d + 16 \cdot d^2 + 2 \cdot \pi \cdot d \cdot c_1 = \frac{0,25^2}{2} + 0,25 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,25 \cdot 0,325 + 16 \cdot 0,325^2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,325 \cdot 0,25 = 2,619 \text{ m}^2 \quad (2.19.45)$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 15 \cdot 10^3 = 4050 \text{ kPa} \quad (2.19.46)$$

Tikriname sąlygą:

$$v_{Ed} = 1509,724 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 4050 \text{ kPa}$$

2.19.6 Apskaičiavimas glemžimui

Glemžimo plotas:

$$A_{c0} = \frac{\pi \cdot 250^2}{4} = 49063 \text{ mm}^2 \quad (2.19.47)$$

Skaičiuojamasis plotas A_{c1} :

$$A_{c1} = (d + 2a)(d + 2b) = 1350 \cdot 600 = 810000 \text{ mm}^2 \quad (2.19.48)$$

Betono glemžiamasis stipris f_{cud} apskaičiuojamas:

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 15 = 31,875 \text{ N/mm}^2 \quad (2.19.49)$$

$$w_u = 1 + k_u \cdot k_f \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) = 1 + 14 \cdot 1 \cdot \frac{0,9}{15} \cdot \left(\sqrt{\frac{810000}{49063}} - 1 \right) = 4,425 \leq \quad (2.19.50)$$

$\omega_{u,max} = 2,5$, tad priimame $w_u = 2,5$.

$$k_u = 0,8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} \geq 14 = 0,8 \cdot \frac{15}{0,9} = 13,3 \leq 14, \text{ tad priimame } k_u = 14 \quad (2.19.51)$$

Tikriname stiprumo sąlygą:

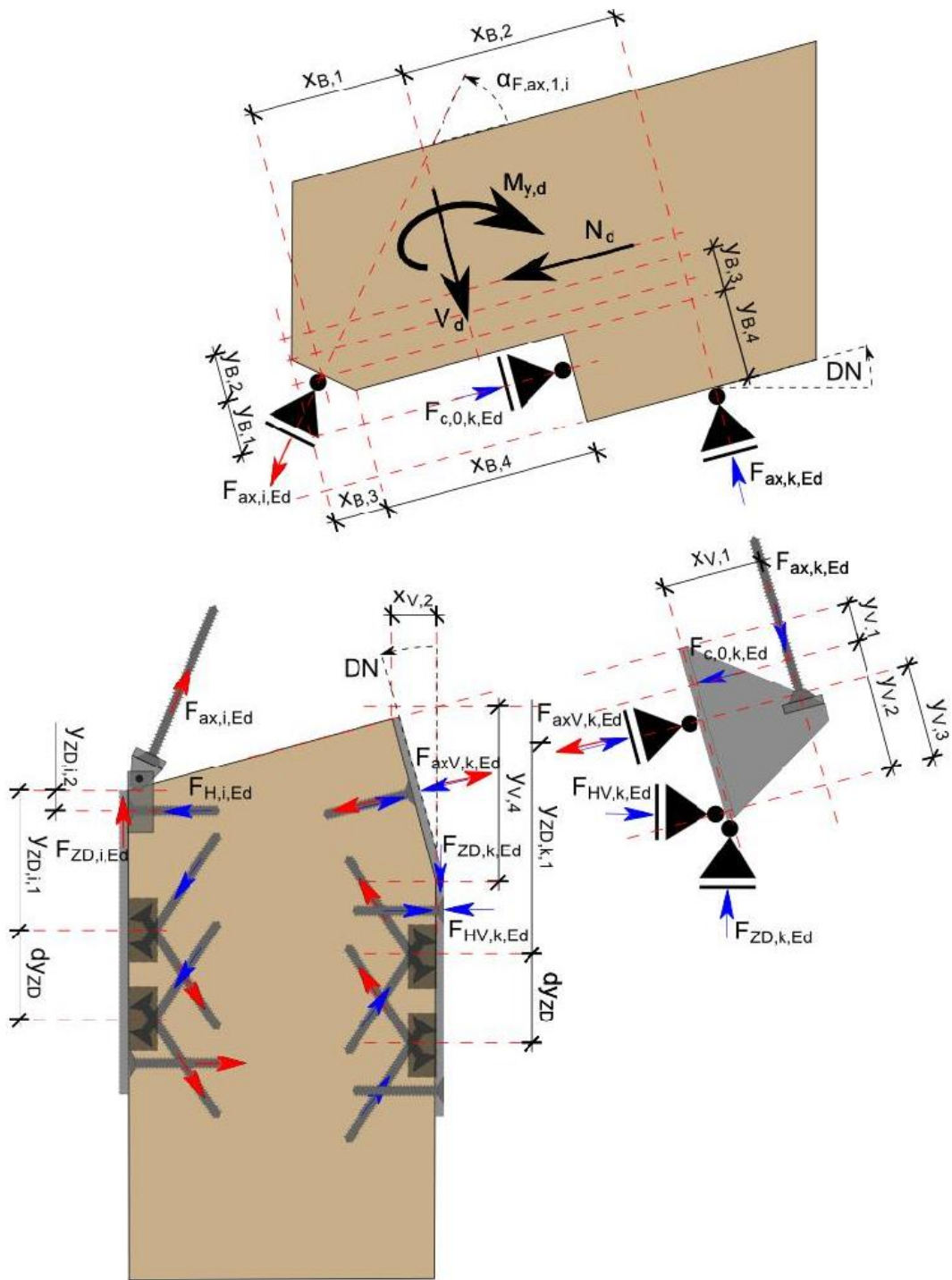
$$N_{Rd} = \alpha_u \cdot f_{cud} \cdot A_{c0} = 1 \cdot 31,875 \cdot 10^{-3} \cdot 49063 = 21564,66 \text{ kN} > N_{Ed} = 127,465 \text{ kN} \quad (2.19.52)$$

3. Tiriamasis skyrius

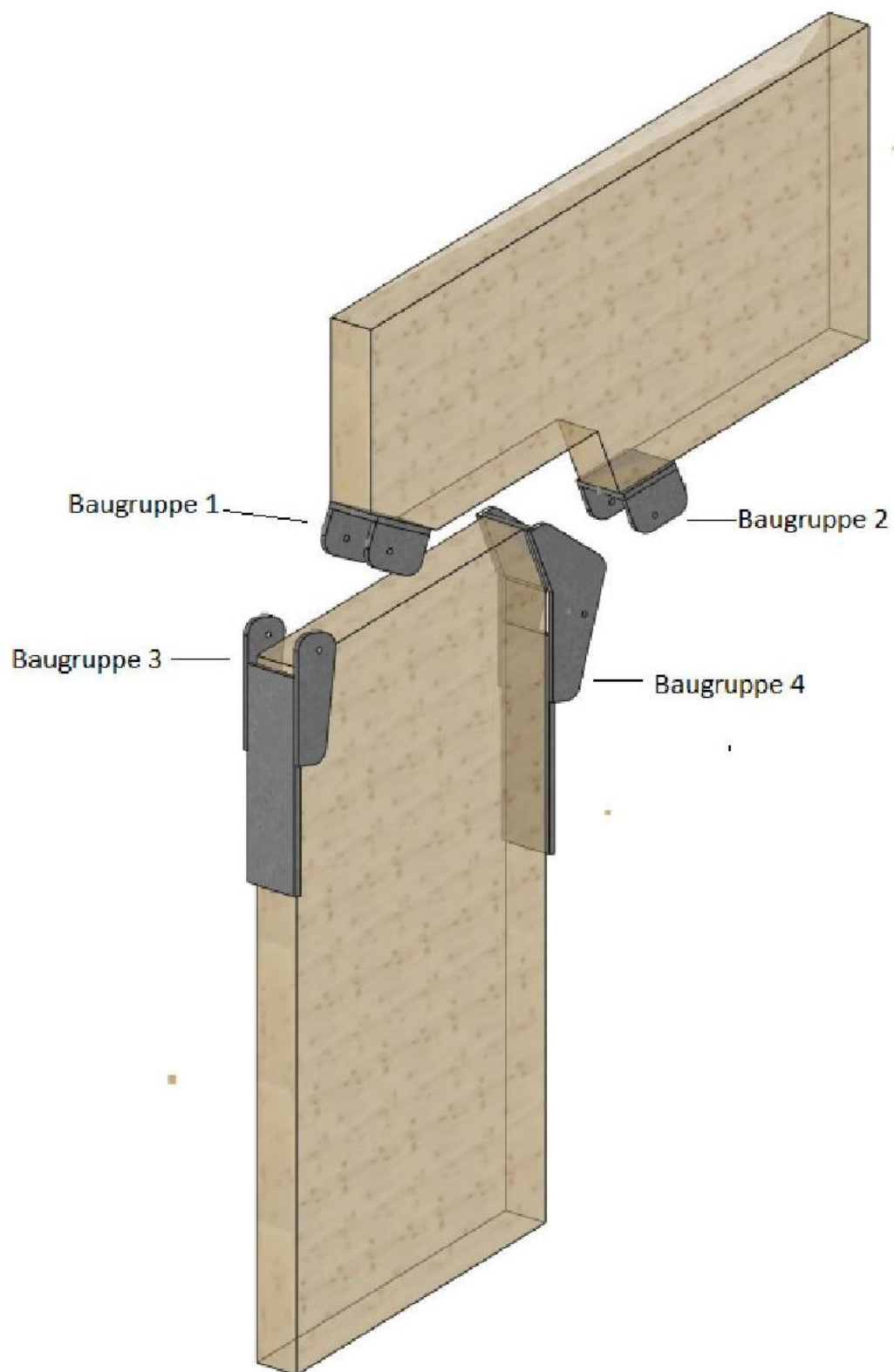
Sijos ir kolonos jungimas plačiai ištirtas bei sudarytos praktinio projektavimo išraiškos, kurios turi atitinkančią reikalavimus atsargą. Nors ir mazgų variantų gausu, tačiau mokslininkai, įmonės inicijuoja tyrimus ir kitokių medinių konstrukcijų mazgus, kuriuose medžiagos būtų efektingiau panaudojamos. Siekiant rasti racionalų sprendimą galima naudotis programa „ASSY“, kuri apskaičiuoja varžtų ir detalių skaičių, atsižvelgiant į elemento geometrinę charakteristiką bei įrašas.

Atlikus skaičiavimus ir nustačius vientisos klijuotos medienos kintamo geometrijos rėmo elementų skerspjuvius bei pasinaudojus programa „Autodesk Robot Structural Analysis“ gauname medinio rėmo įrašas. Galime tyrinėti mūsų rėmo karnizo mazgo jungimą. būdą, kurį pateikia "ASSY" programa. Programoje pasirenkame, jog norime apskaičiuoti kolonos ir rygelio jungimo mazgą. Taip pat priskiriame kokia medienos stiprumo klasė bus naudojama kiekvienai iš konstrukcijų gaminti. Paskutiniame programos žingsnyje nurodome įrašas bei parenkame tinkamą jų kryptį. "ASSY" atlikus skaičiavimus gauname ataskaitą, kurioje pateikiama mazgo skaičiuojamoji schema, mazgo jungimo vizualizacija ir lentelėse yra detalizuojama jungimo detalių specifikacija.

Mazgo skaičiuojamąją schemą pateikiame 3.1 pav, jame galime matyti, jog rygelis į koloną atremiamas per šarnyrines atramas, kuriose vėliau bus montuojamos plieninės detalės. Kolona ir sija turės po 2 plienines detales, jos vėliau bus tarpusavyje sujungiamos ir sudarys standų kolonos ir sijos jungimo mazgą. Medinėje sijoje naudojamos dvi detalės, kurių pavadinimai "Baugruppe1" ir "Baugruppe2". Jos tvirtinamos "ASSY" varžtais statmenai nupjovimo plokštumai. Medinėje kolonoje naudojamos didesnės detalės negu sijoje, kurių pavadinimai "Baugruppe3" ir "Baugruppe4". Šios detalės tvirtinamos "ASSY" varžtais statmenai nupjovimo plokštumai. Kolonos šonuose viršuje ir apačioje tvirtinama "ASSY" varžtais statmenai, o tarp šių varžtų tvirtinami kiti varžtai, kurie yra pakreipiami 45° kampu, siekiant, kad plokštelės dirbtų efektyviau.



3.1 pav. Karnizo mazgo skaičiuojamoji schema



3.2 pav. Karnizo mazgo konstrukcija

3.1 lentelē. Baugruppe 1 specifikacija

					∅
	1	1x	625mm x 280mm x 4mm	S235JR	---
	2	2x	625mm x 178mm x 25mm	S235JR	1x28mm
				Type	
	a1		5,0mm		

A 8x2x Würth wood screws ASSY plus VG (full thread)
10,0x800

3.2 lentelē. Baugruppe 2 specifikacija

					∅
	1	1x	222mm x 280mm x 12mm	S235JR	27x11mm (SL)
	2	2x	222mm x 232mm x 25mm	S235JR	1x37mm
				Type	
	a1		6,0mm		

B 9x3x Würth wood screws ASSY plus VG (full thread)
10,0x800

3.3 lentelē. Baugruppe 3 specifikacija

					∅
	1	1x	1235mm x 280mm x 15mm	S235JR	7x17mm, 10x11mm (SL)
	2	2x	444mm x 627mm x 25mm	S235JR	1x28mm
				Type	
	a3		5,0mm		

dx3

43,5 cm

C

4x2x Würth wood screws ASSY plus VG (full thread)
10,0x700

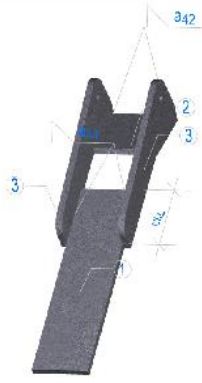
D

+ 2x Würth wood screws ASSY plus VG (full thread)
10,0x180

E

7x
Würth wood screws ASSY plus VG (full thread) 10,0x650

3.4 lentelė. Baugruppe 4 specifikacija

				Ø	
	1	1x	1570mm x 280mm x 15mm	S235JR10x17mm, 2x11mm (SL)	
	2	1x	191mm x 280mm x 11mm	S235JR17x11mm (SL)	
	3	2x	176mm x 700mm x 25mm	S235JR11x37mm	
				Type	
	a41		5,0mm		
	a42		5,0mm		

dx4

48,5 cm

F

9x2x Würth wood screws ASSY plus VG (full thread)
10,0x800

G

+2x Würth wood screws ASSY plus VG (full thread) 10,0x180

H

10x

Würth wood screws ASSY plus VG (full thread) 10,0x700

I

4. Technologinis, organizacinis ir ekonominis skyrius

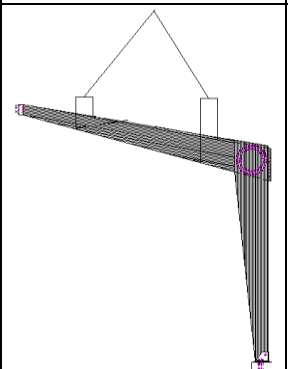
4.1 Technologinis skirsnis

4.1 lentelė. Montuojamų elementų specifikacija [14]

Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų skaičius	Vieneto elemento	Bendras
		L	B	H		masė, t	masė, t
Medinis rėmas	Klijuotos medienos rėmas	7,656	0,84	6,42	6	7,983	47,895

4.1.1 Montavimo priemonės parinkimas

4.2 lentelė. Kabinimo priemonių [14]

Kabinimo priemonės pavadinimas	Eskizas	Kabinimo priemonės charakteristikos			Taikymo sritis
		Keliamoji galia, t	Masė, t	Skaičiuojamasis aukštis, m	
1	2	3	4	5	6
Kobinys 4SK-5,0 5 m lynai		5,0	0,065	3,98	Medinis rėmas

Montavimo kranų parinkimas

Krano kėlimo galia:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 3,992 + 0,065 = 4,057 \text{ t} \quad (4.1.31)$$

Q_1 - keliamosios konstrukcijos masė [14], t

Q_2 – kabinimo prie strėlės priemonės masė [14], t

Krano kablo pakėlimo aukštis:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = -1,45 + 0,7 + 7,94 + 3,98 = 11,17 \text{ m} \quad (4.1.32)$$

h_1 – aukštis nuo krano stovėjimo plokštumos iki atramos, ant kurios remiasi montuojamasis elementas, m [14]

h_2 – laisvas tarpas virš atramos iki montuojamo elemento (0,5-1,0 m) [14]

h_3 – montuojamojo elemento aukštis, m [14]

h_4 – kabinimo priemonės aukštis, m [14]

Strėlinio krano strėlės siekis L_{reik} , m, reikalingas toliausiai nuo krano nutolusiam elementui, kurį montuojant reikia didžiausio kablo pakėlimo aukščio H_{reik} , apskaičiuojamas pagal [14]:

$$L_{reik} = \frac{(H_{reik} + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} + c = \frac{(11,17 + 1 - 1,5) \cdot (14,5 + 1,5)}{1 + 0,9 + 7,94 + 1} + 4,5 = 20,249 \text{ m} \quad (4.1.33)$$

h_5 – sutrauktų krano skrusčių aukštis ($h_5 = 1 \text{ m}$) [14]

h - strėlės lanksto aukštis nuo krano stovėjimo lygio ($h = 1,5 \text{ m}$) [14]

a – mažiausias leidžiamas atstumas nuo krano strėlės ašies iki sumontuotos konstrukcijos ($a = 1,5 \text{ m}$)

b – atstumas, m, nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki krano kablo projekcijos į horizontaliąją plokštumą, montuojant labiausiai nuo krano nutolusį elementą [14]

c – atstumas, m, nuo krano sukimosi ašies iki strėlės lanksto projekcijos [14]

Reikalingo krano parametrai:

Keliamoji galia: $Q_{reik} = 4,057 \text{ t}$

Strėlės siekis: $L_{reik} = 20,249 \text{ m}$

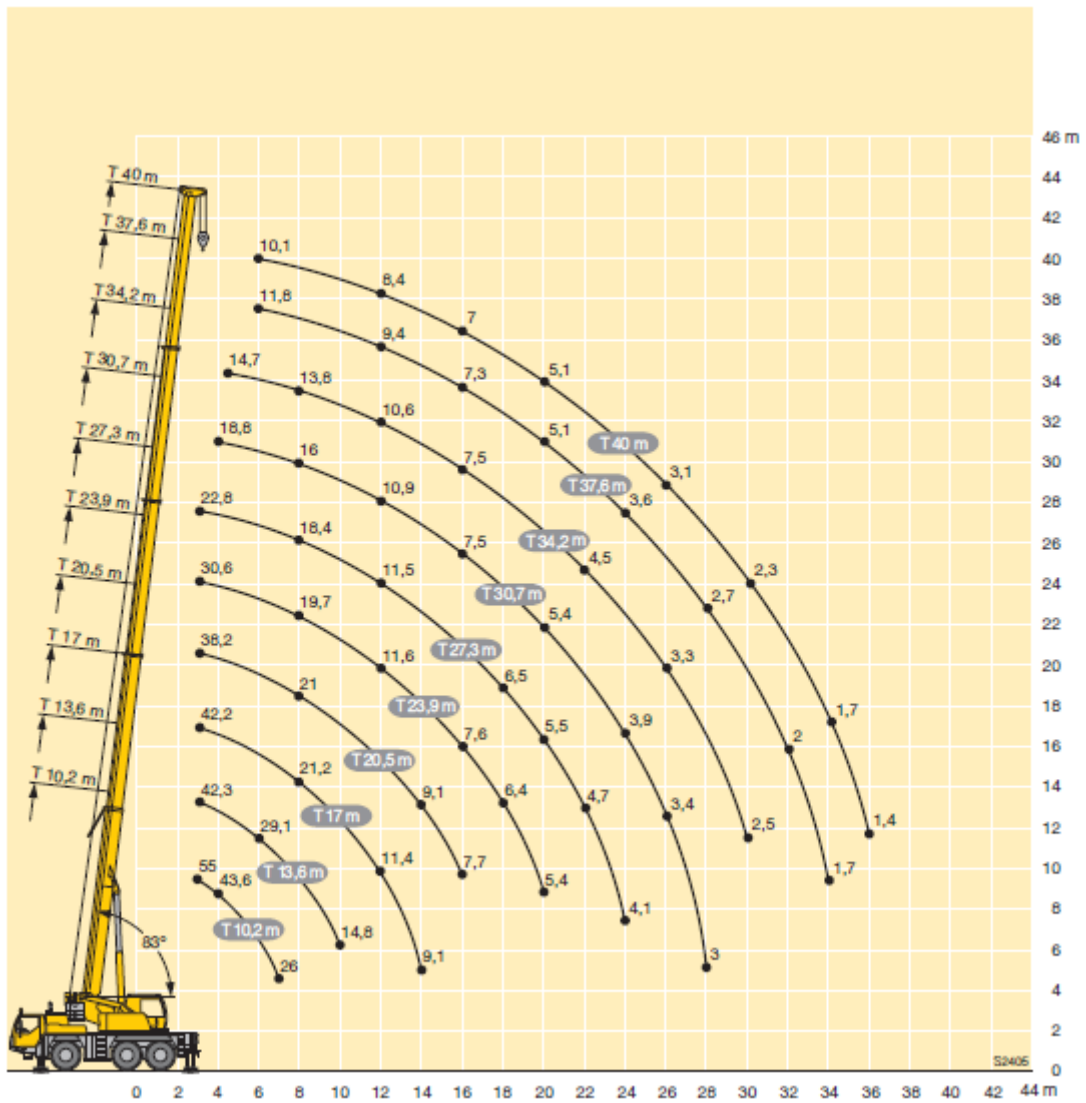
Kablo pakėlimo aukštis: $H_{reik} = 11,17 \text{ m}$

Kranas Liebherr LTM 1050-3.2:

Keliamoji galia: $Q = 55 \text{ t}$

Maksimalus strėlės ilgis: $L = 36 \text{ m}$

Maksimalus strėlės siekis: $H = 40 \text{ m}$



4.1 pav. Krano Liebherr LTM 1055 - 3.2 strėlės siekis

4.2 Darbo ir mašinų darbo sąnaudų, materialinių ir techninių išteklių poreikio skaičiavimas

4.3 lentelė. Darbo ir mašinų darbo sąnaudų skaičiavimas [14] [15]

Normatyvų šifras	Kategorija	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos, žm. H			Mechanizmai			
			Darbo mato vienetas	Kiekis	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui		Pavadinimas	Darbo sąnaudos		
						Žm. h	Žm. pam		Vienetui maš. h	Visam darbui	
										Maš. h	Maš. pam
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N10P-0302		Medinių rėmų, surinktų gamykloje montavimas kai tarpatramis daugiau 12 m.	vnt.	6	7,10	42,6	5,33	Kranas	1,35	8,1	1,01
								Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	1,9	11,4	1,43
N10P-1101		Medinių paviršių antiseptinimas	100 m ²	3,367	6,4	21,55	2,70				
N10P-1103		Medinių konstrukcijų padengimas ugniai atspariais dažais	100 m ²	3,367	15,80	53,20	6,65	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	7,8	46,8	5,85

4.3 Materialinių ir techninių išteklių poreikio skaičiavimas

4.4 lentelė. Materialinių išteklių poreikio skaičiavimas [14] [15]

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis			
				Pavadinimas	Mato vienetas	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui
1	2	3	4	5	6	7	8
N10P-	Medinių rėmų, surinktų gamykloje	vnt	6	Tvirtinimo varžtai	kg	2,5	15

0302	montavimas kai tarpatramis daugiau 12 m.			Tvirtinimo detalės	kg	9,0	54
				Mediniai rėmai	vnt	1,0	6
N10P-1101	Medinių paviršių antiseptinimas	100 m ²	3,367	Ugniai atsparus skiedinys	l	45,0	
N10P-1103	Medinių konstrukcijų padengimas ugniai atspariais dažais	100 m ²	3,367	Ugniai atsparus gruntas	kg	10,0	33,67
				Ugniai atsparus dažais	kg	35,0	117,85
				Ugniai atsparus lakas	kg	6,0	20,20

4.5 lentelė. Techninių išteklių poreikio skaičiavimas [14], [15]

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Mašinų, mechanizmų, įrankių, įrangos poreikis	
				Pavadinimas	Visam darbui
1	2	3	4	5	6
N10P-0302	Medinių rėmų, surinktų gamykloje montavimas kai tarpatramis daugiau 12 m.	vnt.	6	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	1,43
N10P-1103	Medinių konstrukcijų padengimas ugniai atspariais dažais	100 m ²	3,367	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	5,85

4.4 Organizacinis skirsnis

Medinio rėmo montavimo technologijai naudojamos medžiagos

Medinio rėmo montavimui naudojami šie konstrukciniai elementai:

- Medinis rėmas pagamintas gamykloje

Pamatų montavimui naudojamos šios medžiagos:

- Tvirtinimo varžtai
- Tvirtinimo detalės
- Mediniai rėmai

Medinio rėmo montavimas

Gamintojams atgabenus medinius rėmus į statybvieta, tikrinama atitikties deklaracija, konstrukcijos matmenys numatyti projekte taip pat nuokrypos, kurios negali viršyti ribinių reikšmių. Be to, apžiūrima ar konstrukcija nebuvo sužalota ar kitaip paveikta transportuojant. Atitikus visus reikalavimus, mediniai rėmai yra iškraunami ir sandėliuojami uždaruose sandėliuose, siekiant, kad juos nepaveiktų atmosferiniai krituliai.

Mediniai rėmai yra montuojami ant gelžbetoninių pado plokščių, kurios remiasi į polius. Prieš montuojant rėmus, pado plokštės turi būti pasiekusios savo projektinį stiprį taip pat juose turi būti sumontuotos įdėtinės detalės, kurios padės sujunti medinį rėmą su pamatu. Ant pado plokštės yra įrengiamas hidroizoliacijos sluoksnis, ant kurio dedamos lentos padengtos antiseptiku. Prieš keliant medinius rėmus į projektinę padėtį, reikia papildomai sustiprinti mazgus, siekiant išvengti priešingo ženklo įtempių montuojant. Medinis rėmas keliamas naudojantis kabinant skersėmis, apvyniojant kobiniu, tačiau iki tol apsaugant rėmą nuo montavimo metu galimų pažeidimų. Pastčius medinį rėmą į projektinę, jis tvirtinamas laikiniais ryšiais ir tikrinamas rėmo padėtis geodeziniais prietaisais. Atitikus projektiniai padėčiai, medinis rėmas galų gale įtvirtinimas kaip yra nurodyta projekte. Sumontavus konstrukciją ji apsaugoma nuo puvimo naudojant antiseptines medžiagas, taipogi užtikrinamas atsparumas karščiui aptepamas antipireniniais dažais.

4.6 lentelė. Pamatų montavimo techniniai ekonominiai rodikliai [14]

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Rodiklio dydis	
			Norminės	Planuojamos
1	2	3	4	5
1	Medinio rėmo montavimas	vnt. 100 m ²	6 3,367	6 3,367
2	Darbu sąnaudos	žm.d.	14,7	14
3	Mechanizmų darbo sąnaudos	maš. pam.	7,3	7
4	Darbuotojų išdirbis	vnt. 100 m ² / žm.d.	105	
5	Mechanizmų išnaudojimas	%	104	
6	Darbo trukmė	d.	3,8	3,5
7	Normų vykdymas	%	100	108,6

4.7 lentelė. Medinių konstrukcijų leistini montavimo nuokrypiai [13]

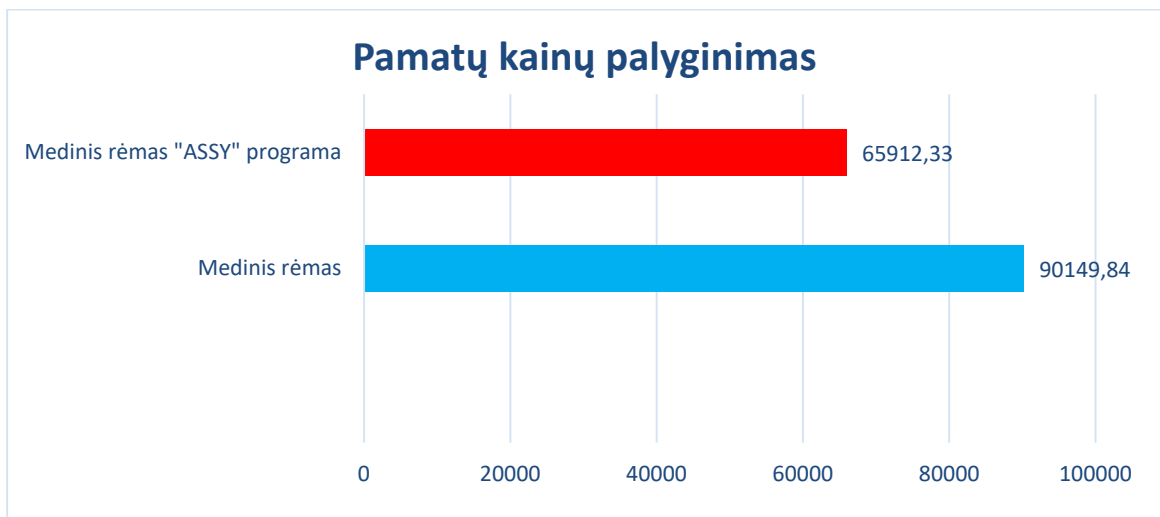
Techniniai reikalavimai	Ribiniai nuokrypiai	Kontrolė
1. Įkirčių gylio nuokrypiai nuo projektinio	± 2 mm	matuojant kiekvieną elementą
2. Atstumo tarp darbo varžtų, dygių sujungimuose nuokrypiai nuo projekto: - įeinančioms kiaurymėms; - išeinančioms kiaurymėms skersai pluošto; - išeinančioms kiaurymėms išilgai pluošto;	± 2 2% paketo storio, bet ne daugiau kaip 5 mm 4% paketo storio, bet ne daugiau kaip 10 mm	matuojant atrankos būdu
3. Atstumo tarp vinių galvučių nuokrypiai	± 2 mm	matuojant atrankos būdu

Sumontavus visus medinius rėmus yra surašomas priimamų darbų aktas.

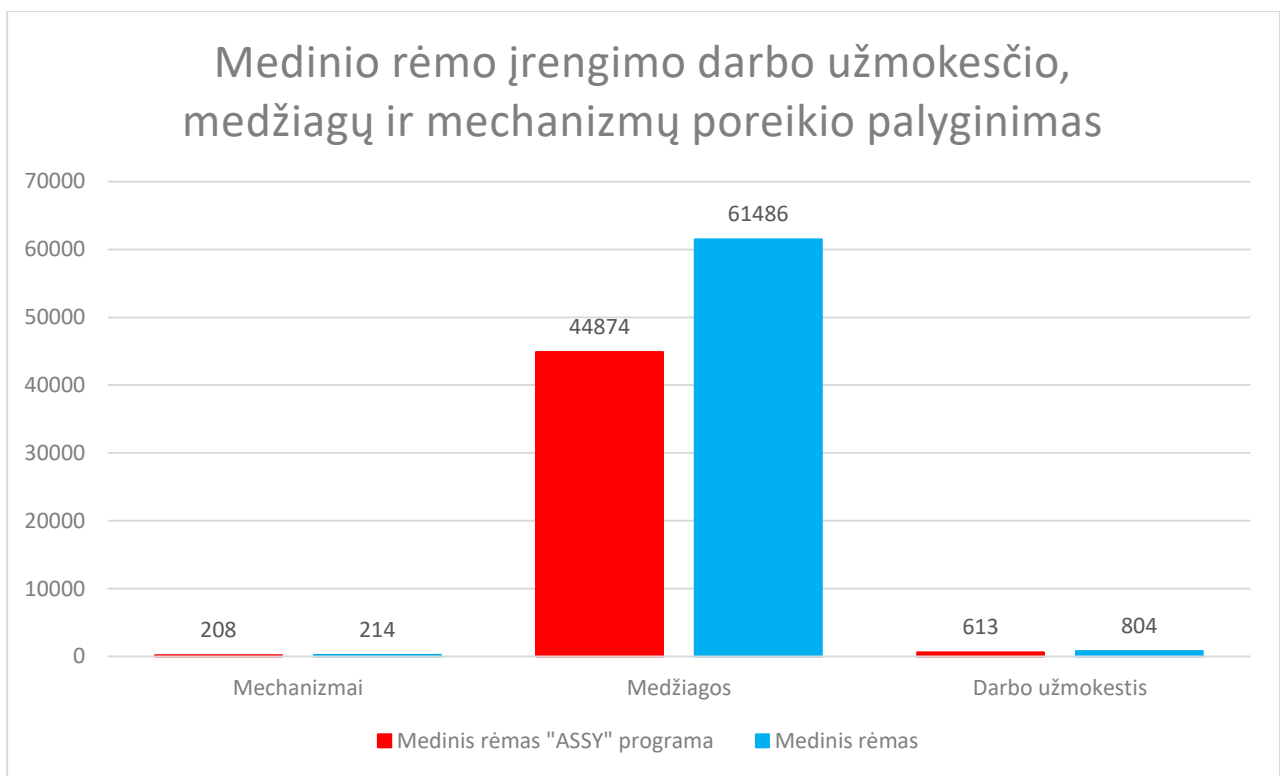
4.5 Ekonominis skyrius

Magistro baigiamajame darbe atliekamas vienos laikančiosios konstrukcijos ekonominis palyginimas. Lyginami bus medinis rėmas skaičiuotas tipiniu metodu ir medinis rėmas apskaičiuotas „ASSY“ programa. Naudojant sąmatų programą „Sistela“ sudarytos abiejų medinių rėmų įrengimo ir montavimo lokalinės sąmatos. Įrengti tipiškai apskaičiuotą medinį rėmą kainuoja 90149,84 €, o „ASSY“ programa apskaičiuotas rėmas – 65912,33 €. Gavome, jog „ASSY“ programa apskaičiuotas medinis rėmas yra ekonomiškesni, jų įrengimas 36,77% pigesnis. Vaizdingesnę ekonominę palyginimą pateikiame diagramose.

Medinio rėmo lokalinės sąmatos, medžiagų poreikio, mechanizmų poreikio ir darbo užmokesčio žiniaraščiai pateikiami prieduose. Sąmatos sudarytos remiantis 2016 metų spalio kainomis.



4.2 pav. Medinių rėmų lokalinių sąmatų palyginimo diagrama



6.3 pav. Medinių rėmų darbo užmokesčio, mechanizmų ir medžiagų žiniaraščių palyginimo diagrama

5. Darbų saugos ir priešgaisrinės skyrius

Siekiant užtikrinti saugumą montuojamame statinyje ir statybos aikštelėje, turi būti pažymėta pavojingą krano darbo zona, aptverta statybvietė ir iškasos. Darbininkams dirbaujantis tamsiu paros metu arba esant blogam matomumui statybos aikštelė turi būti apšviesta. Vykdamt montuojamų konstrukcijų kėlimą, reikia užtikrinti krano ir jo kėlimo įrenginiai būtų techniškai tvarkingi, stabilūs, stropavimo elementai – patikimi. Norint užtikrinti saugumą darbo aikštelėje turi būti vykdomi visi saugumo ir eksploatacijos nurodymai pateikti krano naudojimosi instrukcijose.

Prieš pradėdamt vykdyti konstrukcijų montavimo darbus privaloma supažindinti su darbų sauga. Darbuotojai ir svečiai atvykę į statybos aikštelę privalo dėvėti apsaugos priemones, tokias kaip ryškiaspalvis šalmas, šviesą atspindinti liemenę, o montuotojai privalo avėti specialią avalynę.

Draudžiama dirbti po arba ant keliamų montuojamų konstrukcijų. Darbuotojai dirbantys krano veikimo ruože privalo būti supažindinti ir žinoti montavimo kėlimo darbų signalus.

Statybvietėje turi būti įrengtos gerai matomoje vietoje gaisro gesinimo priemonės taip pat priešgaisrinis skydas bei gaisro gesinimo įrankiai.

5.1 Priešgaisrinė sauga statyboje

Projektuojamas Lavoriškių pagrindinės mokyklos priestatas. Šis pastatas priskiriamas P4.1 statinių grupei, kuri priklauso mokslo paskirties pastatams. Pastatas I atsparumo ugniai laipsnio, 2 gaisro apkrovos kategorijos. Pastato stogas turi tenkinti B_{ROOF} (t1) klasės reikalavimu. Minimalūs priešgaisriniai atstumai tarp mokslo paskirties statinio – Lavoriškių pagrindinės mokyklos – bei kitų pastatų išlaikomi.

5.1.1 Žmonių evakavimo iš pastatų trukmės skaičiavimas

Žmonių srauto tankis (m²/m²) apskaičiuojamas pagal formulę [17]:

$$D = \frac{N \cdot f}{A} \quad (5.1.1)$$

N – žmonių skaičius, vnt. [17]:

f – žmogaus horizontaliosios projekcijos plotas, m² (pagal 1 lentelės duomenis) [17]:

$A = b \cdot l$ – evakuacinio kelio ruožo plotas, m² [17]:

Evakuacinio kelio (angų) laidumu (m²/min arba žm/min) vadiname žmonių skaičių, pereinantį per laiko vienetą b pločio kelio skerspjūvį [22]:

$$Q = D \cdot V \cdot b \quad (5.1.2)$$

Žmonių srauto judėjimo intensyvumas [22]:

$$q = D \cdot V \quad (5.1.3)$$

Žmonių evakuacijos skaičiuojamasis laikas t_s yra žmonių srauto judėjimo kelio kiekvieno ruožo laikų suma t_i ir išreiškiame formule [22]:

$$t_s = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_i \quad (5.1.4)$$

Tuomet žmonių srauto judėjimo laikas ruože [22]:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} \quad (5.1.5)$$

V_1 – žmonių srauto judėjimo greitis ruože m/min [22]:

Skaičiavimams priimame, jog mokytojas ir visa administracija esanti mokykloje suaugęs žmogus su vasariniais drabužiais, kurio horizontaliosios projekcijos plotas $f = 0,1 \text{ žm/min}$, o mokiniai – paaugliai, kurių horizontaliosios projekcijos plotas $f = 0,07 \text{ žm/min}$. Visi skaičiavimai pateikiame lentelių forma prieduose.

Evakuacija per 1-5 duris

$$t_{s1} = \max(t_{1-5}; t_{1-9}) + t_{1-5,1-9} = \max(0,12; 0,11) + 0,61 = 0,73 \text{ min}$$

Evakuacija per 1-18 duris

$$t_{s2} = t_{1-13} + t_{1-18,1-13} = 0,07 + 0,11 = 0,18 \text{ min.}$$

Evakuacija per 1-30 patalpą

$$\begin{aligned} t_{s3} &= \max\left(\left(t_{1-21} + t_{1-22} + t_{1-23} + t_{1-24} + t_{1-24}\right); \left(t_{1-25} + t_{1-26} + t_{1-27} + t_{1-25,1-26,1-27}\right.\right. \\ &\quad \left.\left.+ t_{1-28} + t_{1-29}\right)\right) + t_{1-29,1-25,1-26,1-27,1-28} \\ &= \max\left(\left(0,04 + 0,02 + 0,04 + 0,09\right); \left(0,05 + 0,02 + 0,02 + 0,02 + 0,07\right)\right) + 0,10 \\ &= \max(0,20; 0,18) + 0,10 = 0,30 \text{ min.} \end{aligned}$$

Evakuacija per 1-40 duris

$$\begin{aligned} t_{s4} &= \max(t_{1-36}; t_{1-38}) + t_{1-36,1-38} + \max(t_{1-43}; t_{1-45}; t_{1-48}) + t_{1-36,1-38,1-43,1-45,1-48} \\ &= \max(0,11; 0,06) + 0,07 + \max(0,20; 0,13; 0,09) + 0,15 = 0,53 \text{ min.} \end{aligned}$$

Evakuacija iki 1-1 durų per LPT-1 laiptinę ir šalia esančių patalpų

$$\begin{aligned}
t_{s5} &= \max\left(\left(\max\left(\left(\max(t_{2-1}; t_{2-2}; t_{2-3}) + t_{2-1,2-2,2-3}\right); t_{2-4}; t_{2-5}\right)\right.\right. \\
&\quad \left.\left.+ t_{2-1,2-2,2-3,2-4,2-5}\right); \left(\max(t_{2-6}; t_{2-7}; t_{2-17}; t_{2-19}; t_{2-20}; t_{2-21}; t_{2-23})\right.\right. \\
&\quad \left.\left.+ t_{2-19,2-20,2-21,2-23}\right)\right) + t_{2-1,2-2,2-3,2-4,2-5,2-6,2-7,2-17,2-19,2-20,2-21,2-23} \\
&\quad + t_{LPT-1} + t_{LPT-1.1} \\
&= \max\left(\left(\max\left(\left(\max(0,26; 0,10; 0,31) + 0,09\right); 0,42; 0,06\right)\right.\right. \\
&\quad \left.\left.+ 0,07\right); \left(\max(0,11; 0,22; 0,28; 0,07; 0,07; 0,05; 0,02) + 0,07\right)\right) + 0,13 + 1,12 \\
&\quad + 0,14 = 1,88 \text{ min.}
\end{aligned}$$

Evakuacija iki 1-1 durų per LPT-2 laiptinę ir šalia esančių patalpų

$$\begin{aligned}
t_{s6} &= \max\left(\left(\max(t_{2-11}; t_{2-12}; t_{2-13}) + t_{2-11,2-12,2-13}\right); t_{1-16}\right) + t_{2-11,2-12,2-13,1-16} + t_{LPT-2} \\
&\quad + t_{c-1,2-11,2-12,2-13} + t_{1-32,1-33,1-34} \\
&= \max\left(\left(\max(0,34; 0,35; 0,44) + 0,22\right); 0,45\right) + 0,14 + 1,12 + 0,14 + 1,26 \\
&= 3,32 \text{ min.}
\end{aligned}$$

Evakuacija per 1-1 duris

$$t_{s7} = \max(t_{s5}; t_{s6}) = \max(1,88; 3,32) = 3,32 \text{ min}$$

Maksimalus evakuacijos laikas $t_{s7} = 3,32 \text{ min}$ yra per 1-1 duris, iš 2-13 patalpos

5.1.2 Gaisrinė apkrova

Skaičiuojama gaisrinė apkrova sporto salėje, kurios $A = 458,06 \text{ m}^2$

Skaičiuotinis gaisro apkrovos tankis [22]:

$$q_{f,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{qn} \quad (5.1.6)$$

$$q_{f,d} = 285 \cdot 0,8 \cdot 1,5369 \cdot 1,0203 \cdot 0,61074 = 218,356 \frac{MJ}{m^2}$$

$q_{f,k}$ – charakteristinis gaisro apkrovos tankis grindų ploto vienetui, $\frac{MJ}{m^2}$ [22]:

m – sudegimo koeficientas, bendruoju atveju $m = 0,8$ [22]:

δ_{q1} – koeficientas, kuriuo įvertinama gaisro kilimo rizika dėl pastato dydžio [22]:

δ_{q2} – koeficientas, kuriuo įvertinama gaisro kilimo rizika dėl naudojimo tipo [22]:

δ_{qn} – koeficientas, kuriuo įvertinamos įvairios priešgaisrinės saugo priemonė (purkštuvai, aptikimas, automatinis pavojaus perdavimas, gaisrininkai ir kita) [22]:

Skaičiuotinis gaisro apkrovos tankis [22]: (pagal skaičiuojamuosius duomenis)

$$q_{f,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{qn} \quad (5.1.7)$$

$$q_{f,d} = 342 \cdot 0,8 \cdot 1,5369 \cdot 1,0203 \cdot 0,61074 = 262,027 \frac{MJ}{m^2}$$

Charakterizuojamasis gaisro apkrovos tankis grindų ploto vienetui [22]:

$$q_{f,k} = \frac{Q_{fi,k}}{A} = \frac{156656,52}{458,06} = 342 \frac{MJ}{m^2}$$

A – grindų plotas m^2 [22]:

$$Q_{fi,k} = \sum M_{k,i} \cdot H_{ui} \cdot \Psi_i = 8245,08 \cdot 19 \cdot 1,0 = 156656,52 MJ$$

$M_{k,i}$ – bendras degiosios medžiagos kiekis patalpoje, kg $M_{k,i} = 458,06 \cdot 18 = 8245,08 kg$ [22]:

H_{ui} – šiluminė neto vertė, bendruoju atveju imama pagal E3 lentelės duomenis $\frac{MJ}{kg}$ $H_{ui} = 19 \frac{MJ}{kg}$ [22]:

Ψ_i – pasirenkamasis koeficientas apsaugotoms gaisro apkrovoms įvertinti, bendruoju atveju $\Psi_i = 1,0$ [22]:

5.1.3 Gaisrinis skyrius

Pastato gaisrinio skyriaus maksimalus plotas [22]:

$$F_g = F_s \cdot G \cdot \cos(90 \cdot K_H) \quad (5.1.8)$$

$$F_g = 6000 \cdot 2,12 \cdot \cos(90 \cdot 0,0988) = 12567,28 m^2$$

F_s – sąlyginis gaisrinio skyriaus plotas, nurodytas „Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai“ priedo 1 lentelėje, m^2 [22]:

K_H – skaičiuojamojo aukščio koeficientas, $K_H = \frac{H}{H_{abs}} = \frac{3,95}{40} = 0,0988$ [22]:

H – aukštis nuo gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių privažiavimo prie pastato žemiausios paviršiaus altitudės [22]:

H_{abs} - skaičiuojamoji altitudė, nurodyta „Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai“ 1 lentelėje, priklausanti nuo statinio paskirties, m; [22]:

G - pastato gaisrinės saugos įvertinimo koeficientas, bendruoju atveju laikomas lygus 1, kitais atvejais [22]:2 lentelėje, $G = G_1 + G_6 + G_7 = 2,0 + 0,12 = 2,12$

5.1.4 Dūmų šalinimas angos

$$A_v \cdot C_v = \frac{\alpha \cdot m_v}{\rho_0} \cdot \sqrt{\frac{T_s^2 + T_s \cdot T_0}{2 \cdot g \cdot d \cdot \theta \cdot T_0}} \quad (5.1.9)$$

$$A_v \cdot 0,4 = \frac{0,75 \cdot 166,654}{1,225} \cdot \sqrt{\frac{739,405^2 + 739,405 \cdot 288}{2 \cdot 9,81 \cdot 1,87 \cdot 451,405 \cdot 288}}$$

$$A_v \cdot 0,4 = 40,7196 \text{ m}^2$$

$$A_v = 101,799 \text{ m}^2$$

A_v – dūmų šalinimo angų plotas, m^2 [22]

C_v – dūmų šalinimo angų srauto koeficientas, $C_v = 0,4$ [22]

g – laisvo kritimo pagreitis, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ [22]

ρ_0 – oro tankis, $\rho_0 = 1,225 \text{ kg/m}^3$, kai $T_0 = 15^\circ\text{C}$ [22]

d – dūmų sluoksnio storis, m [22]

$$d = H - \left(\frac{m_v}{0,19 \cdot p_f} \right)^{\frac{2}{3}} = 6,408 - \left(\frac{166,654}{0,19 \cdot 90,94} \right)^{\frac{2}{3}} = 1,87 \text{ m} \quad (5.1.10)$$

Atriumo tipo patalpoms dūmų sluoksnio storis [22]:

$$d = H - \left(\frac{m_v}{0,38 \cdot p_f} \right)^{\frac{2}{3}} = 7,742 - \left(\frac{166,654}{0,38 \cdot 90,94} \right)^{\frac{2}{3}} = 4,888 \text{ m} \quad (5.1.11)$$

α – dūmų zonos paviršiaus ploto koeficientas [22]

$$\alpha = \frac{A}{A_d} = \frac{458,06}{1000} = 0,4581 < 0,75, \text{ tai } \alpha = 0,75 \quad (5.1.12)$$

A – dūmų zonos plotas, m^2 [22]

A_d – dūmų zonos matuojamas plotas, $A_d = 1000 \text{ m}^2$ [22]

m_v – šalinamų dūmų srautas, kg/s [22]

Jeigu apskaičiuota dūmų sluoksnio temperatūra $T_s > 473\text{K}$ (200°C), tai

$$m_v = \frac{\Phi}{(473 - T_0) \cdot c} = \frac{32064,2 \cdot 10^3}{(473 - 288) \cdot 1040} = 166,654 \quad (5.1.13)$$

T_s – dūmų sluoksnio temperatūra, K [22]

$$T_s = \theta + T_0 = 451,405 + 288 = 739,405 \quad (5.1.14)$$

T_0 – aplinkinio oro temperatūra 288 K (15°C) [22]

θ – dūmų temperatūros didėjimas, skaičiuojamas pagal formulę [22]:

$$\theta = \frac{\Phi}{m_p \cdot c} = \frac{32064,2 \cdot 10^3}{68,30 \cdot 1040} = 451,405 \text{ K} \quad (5.1.15)$$

c – savitoji oro šiluma $c = 1040 \text{ J/kgK}$ [22]

m_p – atsirandantis dūmų srautas, kg/s [22]

$$m_p = 0,19 \cdot p_f \cdot Z^{\frac{3}{2}} = 0,19 \cdot 90,94 \cdot 2,5^{\frac{3}{2}} = 68,30 \text{ kg/s} \quad (5.1.16)$$

Φ – gaisro galia, kW [22]

$$\Phi = \chi \cdot q_f \cdot A_f = 0,7 \cdot 100 \cdot 458,06 = 32064,2 \text{ kW} \quad (5.1.17)$$

χ – koeficientas, kuris nurodo dūmų sluoksnio aplinkai atiduodamą šilumos dalį iš dūmų zonos konvekciniu būdu, $\chi = 0,7$ įvertinant šilumos nuostolius ir nepilną degimą [22]

q_f – ugnies galios tankis, kW/m^2 [22]

A_f – gaisro paviršiaus plotas, m^2 [22]

Išvados

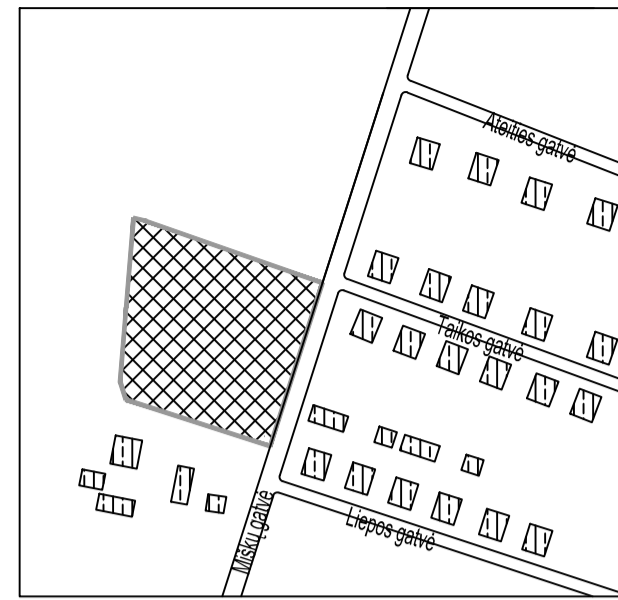
1. Projektuojamas Lavoriškių pagrindinės mokyklos priestatas. Šis pastatas atitinka P4.1 statinių grupei, kuri priklauso mokslo paskirties pastatams. Pastatas I atsparumo ugniai laipsnio, 2 gaisro apkrovos kategorijos. Pagal sprogimo ir gaisro pavojų mokykla priskiriama Cg kategorijai. Pastatas priskirtas ypatingiems statiniams, nes yra viešosios paskirties pastatas – pagrindinė mokykla.
2. Numatytos stogo konstrukcijos apskaičiuotas šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,149 \frac{W}{m^2K}$ neviršija norminės mokslo paskirties pastatams šilumos perdavimo koeficiento reikšmės $U_N = 0,20 \frac{W}{m^2K}$.
3. Suprojektuota plieninės kolonos, plieninės sijos, gelžbetoninės kiaurymėtosios perdangos plokštės, monolitinės sijinė perdangos plokštės, gelžbetoninių iš anksto įtemptų rygelių ir gelžbetoninių polinių pamatų skaičiavimai. Taip pat apskaičiuota medinio rėmo kraigo ir karnizo mazgai.
4. Pateiktas kintamo skerspjūvio, klijuotos medienos karnizo mazgo jungimas analogas, apskaičiuotas naudojantis programa „ASSY“. Apskaičiuotas mazgo jungimo būdas leidžia sumažinti kolonos skerspjūvį ir naudoti tik vieną elementą iš dviejų.
5. Įvykdžius ekonominį palyginimą dviejų medinių rėmų, naudojantis sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“. Gavome, kad „ASSY“ programa suprojektuotas rėmas yra 36,77m % ekonomiškesnis (65912,33 € palyginti su 90149,84 €).
6. Sudarėme klijuotos medienos rėmų technologinę kortelę. Rėmų montavimui numatytas kranas Liebherr LTM 1055 3.2 . Medinių rėmų montavimo darbus planuojama atlikti per 3.5 darbo dienas, pasiekiant normų įvykdymą 109%
7. Apskaičiuotas žmonių evakuacijos laikas $t_{s7}=3,32$ min per 1-1 duris, iš labiausiai nutolusios patalpos - 2-13 patalpos.

Literatūros sąrašas

1. STR 2.01.01(6):2008 *Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas* [interaktyvus]. Vilnius 2008 [žiūrėta 2016-12-10].
2. STR 2.05.04:2003 *Poveikiai ir apkrovos* [interaktyvus]. Vilnius 2003 [žiūrėta 2016-01-30].
3. STR 2.05.05:2005 *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas* [interaktyvus]. Vilnius 2005 [žiūrėta 2016-11-10].
4. STR 2.05.05:2005 *Praktinio taikymo vadovas* [interaktyvus]. Vilnius 2005 [žiūrėta 2016-11-10].
5. STR 2.05.08:2005 *Plieninių konstrukcijų projektavimas* [interaktyvus]. Vilnius 2005 [žiūrėta 2016-11-10].
6. STR 2.05.08:2005 *Praktinio taikymo vadovas* [interaktyvus]. Vilnius 2005 [žiūrėta 2016-11-10].
7. ČERNIUS, Benjaminas *Pamatų projektavimo pagal 7 Eurokodą vadovas*, Kaunas, Technologija, 2003m, 123 p. ISBN 9955-25-161-1
8. Stogo detalės sortimentas [interaktyvus]. Prieiga per: <http://www.paroc.lt>
9. LIETUVOS STATYBOS INŽINIERIŲ SAJUNGA *Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas* VGTU 2009m, 1518 p. ISBN 9789955035657
10. LST EN 1997 -1 *Eurokodas 7. Geotechninis projektavimas 1 dalis. Pagrindinės taisyklės* [žiūrėta 2016-11-20]
11. LST EN 1997 – 2 *Eurokodas 7. Geotechninis projektavimas 2 dalis. Grunto tyrimai ir bandymai* [žiūrėta 2016-11-20]
12. Medinio rėmo skerspjuvio sortimentas. Prieiga internete www.juresmedis.lt
13. ST 121895674.205. 01.05:2012 *Medinių konstrukcijų įrengimas*
14. DAUNORAVIČIUS, Marijonas, Rūta Miniotaitė *Statybos technologinių procesų projektavimas* Technologija, 2014 m. 58 p.
15. Darbo, medžiagų ir mechanizmų sąnaudų statyboje normatyvai, Rinkinys: N10 Medinės konstrukcijos, Vilnius 2006 m. ISSN 1392-3994
16. VALENTINAVIČIUS, Algirdas, Balys Valiūnas *Medinės konstrukcijos*. Vilnius, Enciklopedija. 1999 m. 224 p. ISBN 9986-433-20-7
17. ČYRAS, Petras ir kt. *Profesinė sauga ir sveikata. Ergonomikos principai* Vilnius: Technika, 2003 m. 404 p ISBN 9789986056966

18. AUGONIS, Mindaugas *Gelžbetoninių sijinių perdangų projektavimo metodiniai nurodymai* Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011 m. 76 p ISBN 978-9955-20-690-3
19. AUGONIS, Mindaugas *Gelžbetoninių konstrukcijų laboratoriniai darbai* Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011 m. 38 p. ISBN 978-9955-20-688-0
20. JONAITIS, Bronius *Mūrinių konstrukcijų skaičiavimas pagal euronormas*, Technika, 2003 m. 69 p. ISBN 9986-05-603-9
21. STR 2.05.07:2005. *Medinių konstrukcijų projektavimas* Vilnius 2005 [žiūrėta 2016-01-30].
22. ĮSAKYMAS *Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai* Vilnius 2001 [žiūrėta 2016-05-23].

SITUACIJOS PLANAS Mastelis 1:10000



- Projektuojamas pastatas
- Greta esantys pastatai

FASADAS A-K Mastelis 1:100



- Apdailinių plytų mūras RAL - 6006
- Cokolinis struktūrinis tinkas RAL - 7003
- Lakšinių plokščių apdaila. (Fasado plokštės Eternit)
- Eternit spalvynas S11
- Cinkuotos plieninės skardos lankstų stogo dangą RAL - 6006
- Langų rėmai RAL - 7003
- Lnagų rėmai RAL - 1002

SKLYPO PLANAS Mastelis 1:500



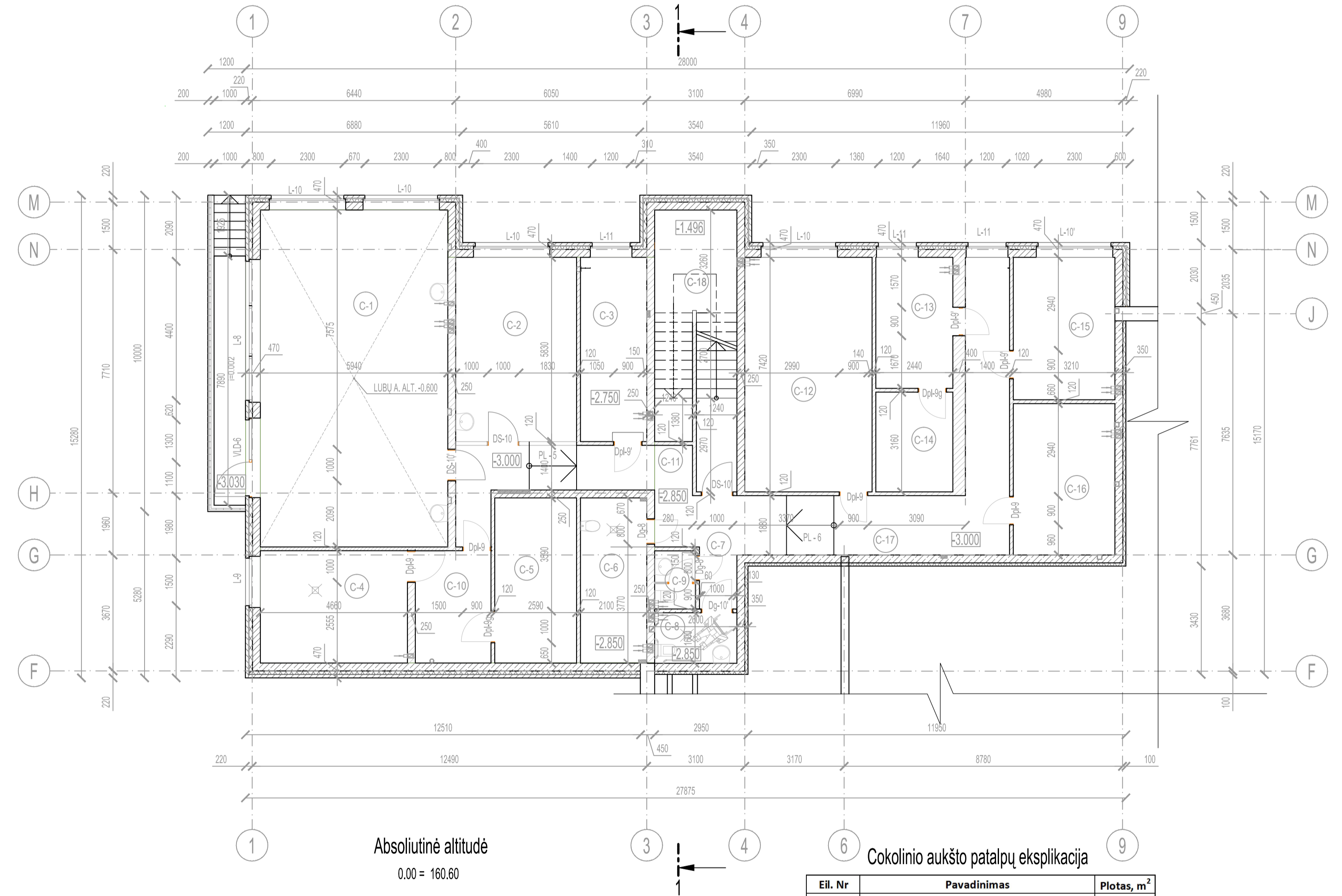
Sutartiniai žymėjimai:

- Sklypo riba
- Nuogrinda (46 m²)
- Skalda (56 m²)
- Betoninių trinkelė danga (paliekama esama danga) (574,60 m²)
- Grindinys betoninių trinkelė važiujamoji dalis (74 m²)
- Asfaltbetoninė danga (710 m²)
- Betoninių trinkelė danga pėstiesiems (672 m²)
- Važiujamosios dalies bordiūrai (216 m²)
- Vandens baseinėliai
- Veja (3138,11 m²)
- Takų apšvietimas
- Stovėjimo aikštelės apšvietimas
- Lapuočiai medžiai
- Medžių apsaugos zona
- Tvora
- Įėjimas

Bendrieji statinio rodikliai

Pavadinimas	Matavimo vnt.	Prieš rekonstravimą	Nauja statyba	Po rekonstravimo
I Sklypas:				
1.1. Sklypo plotas	m²	7702	7702	7702
1.2. Sklypo užstatymo plotas	m²	404	1047	1451
1.3. Statinio užstatymo intensyvumas	%	4	31	34
1.4. Apželdintas žemės plotas	m²	5642	-	3139
1.5. Automobilinių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	8	20	28
1.6. Sanitarinės zonos plotis	m	0	0	0
1.7. Sklypo užstatymo tankumas	%	5	14	19
II Pastatai:				
2.2. Bendras plotas:	m²	389,91	2360,66	2750,57
2.2.1.1. Pagrindinis plotas	m²	179,73	1441,99	1621,72
2.2.1.2. Pagalbinis plotas	m²	210,18	642,02	852,20
2.2.1.4. Rūsių (pusrūsių) plotas	m²	-	276,65	276,65
2.2.3. Pastato tūris (antžeminės dalies)	m³	1650,00	11347,00	12997,00
2.2.4. Pastato tūris (požeminės dalies)	m³	-	1116,00	1116,00
2.2.5. Pastato aukštis	m	6,40	7,90	7,90
2.2.6. Aukštų skaičius	vnt.	2	2	2
2.2.7. Pastato atsparumas ugniai	kat.	I	I	I

COKOLINIO AUKŠTO PLANAS Mastelis 1:100



Absoliutinė altitudė

0.00 = 160.80

Sutartiniai žymėjimai:

- PROJEKTUOJAMO PASTATO IŠORINĖS SIENOS
- PROJEKTUOJAMO PASTATO VIDINĖS SIENOS
- PROJEKTUOJAMO PASTATO PAMATAS
- ESAMO PASTATO KONSTRUKCIJOS
- LENGVŲ KONSTRUKCIJŲ PERTVARA H=200cm
- PAKABINAMOS AKUSTINĖS LUBOS
- RĖŽIAI VANDENTIEKUI IR NUOTAKYNUI
- RĖŽIAI ŠILDYMO SISTEMOS STOVAMS IR NIŠOS
- KOLEKTORINIAMS ŠILDYMO SISTEMOS SPINTELĖMS VĖDINIMO KANALAS

Cokolinio aukšto patalpų eksplikacija

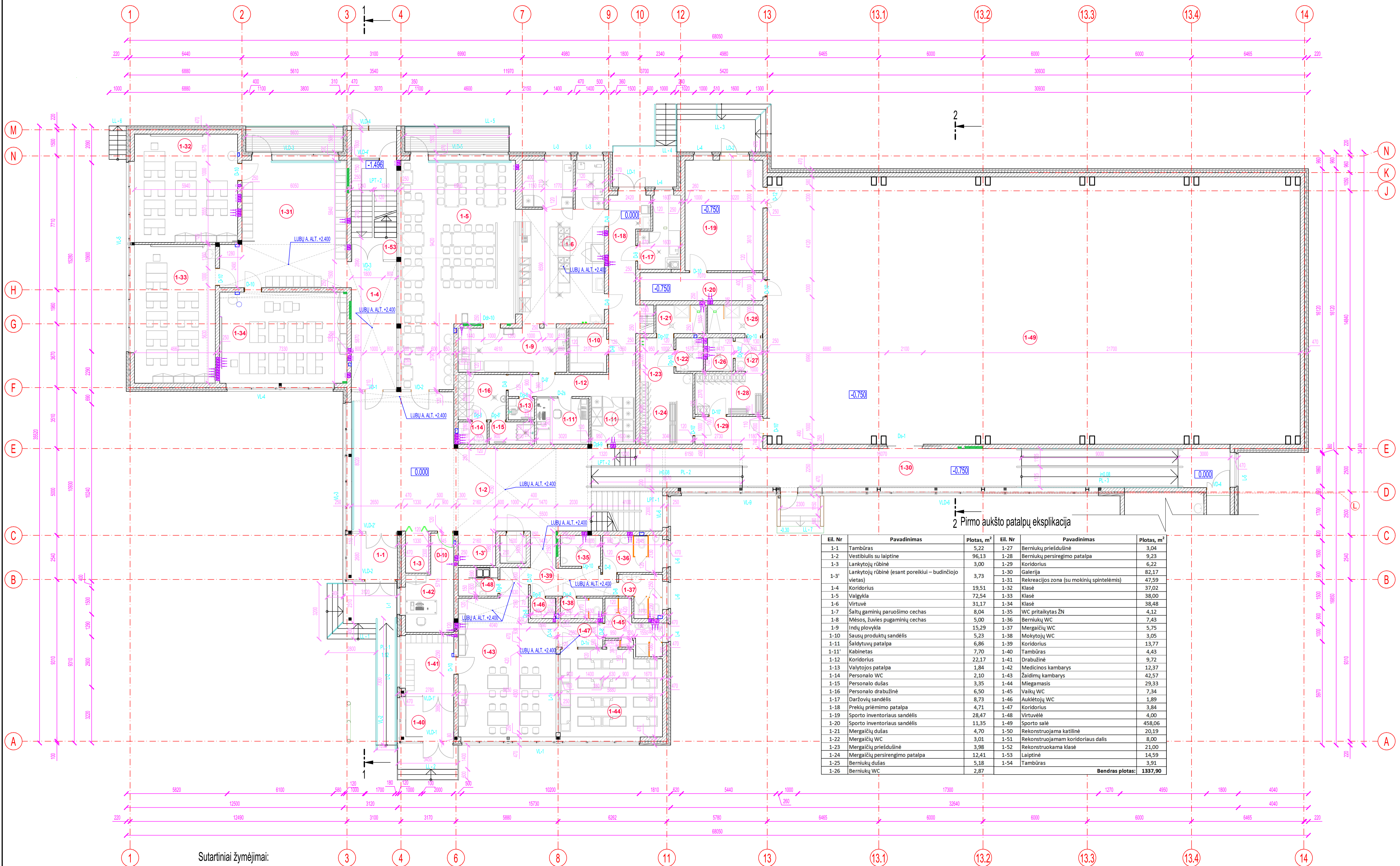
Eil. Nr	Pavadinimas	Plotas, m²
C-1	Mokomosios dirbtuvės	63,36
C-2	Meistro patalpa	22,32
C-3	Elektros skydinė	12,25
C-4	Šiluminis mazgas	16,87
C-5	Vandens įvedimo mazgas	13,57
C-6	Valytojos patalpa	11,00
C-7	Koridorius	2,33
C-8	Sanmazgas ŽN	4,17
C-9	Sanmazgas	2,39
C-10	Koridorius	8,25
C-11	Koridorius	17,31
C-12	Medžiagų sandėliavimo patalpa	29,91
C-13	Ūkvedžio kambarys	9,65
C-14	Ūkvedžio pagalbinė patalpa	7,34
C-15	Pagalbinė patalpa	14,62
C-16	Inventoriaus sandėlis (C kat.)	14,89
C-17	Koridorius	26,42
C-18	Laiptinė	-
Bendras plotas:		276,65

Pastatų ir statinių eksplikacija

Eil. Nr	Pavadinimas
1	Projektuojama mokykla
2	Esama pradinė mokykla
3	Rekonstruota katilinė
4	Suskystintųjų dujų cisternų aikštelė
5	Esamų valymo įrenginių vieta
6	Esama sporto aikštelė
7	Ūkinis privažiavimas
8	Priešgaisriniai rezervuarai 2x108 m³
9	Konteinerių aptvaras
10	Esantys pastatai

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrinis projektas	
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10	Lavoriškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas
Pr. etapas	Vadovas	M. Kasilevičius		Situacijos planas; Sklypo planas; Fasadas A-M; Cokolinio aukšto planas
MBD	Konsult.	G. Šukaitytė		
	Konsult.	V. Paukštys		Laida
				A
				Lapas
				1
				Lapų
				8

PIRMO AUKŠTO PLANAS Mastelis 1:100



2 Pirmo aukšto patalpų eksplikacija

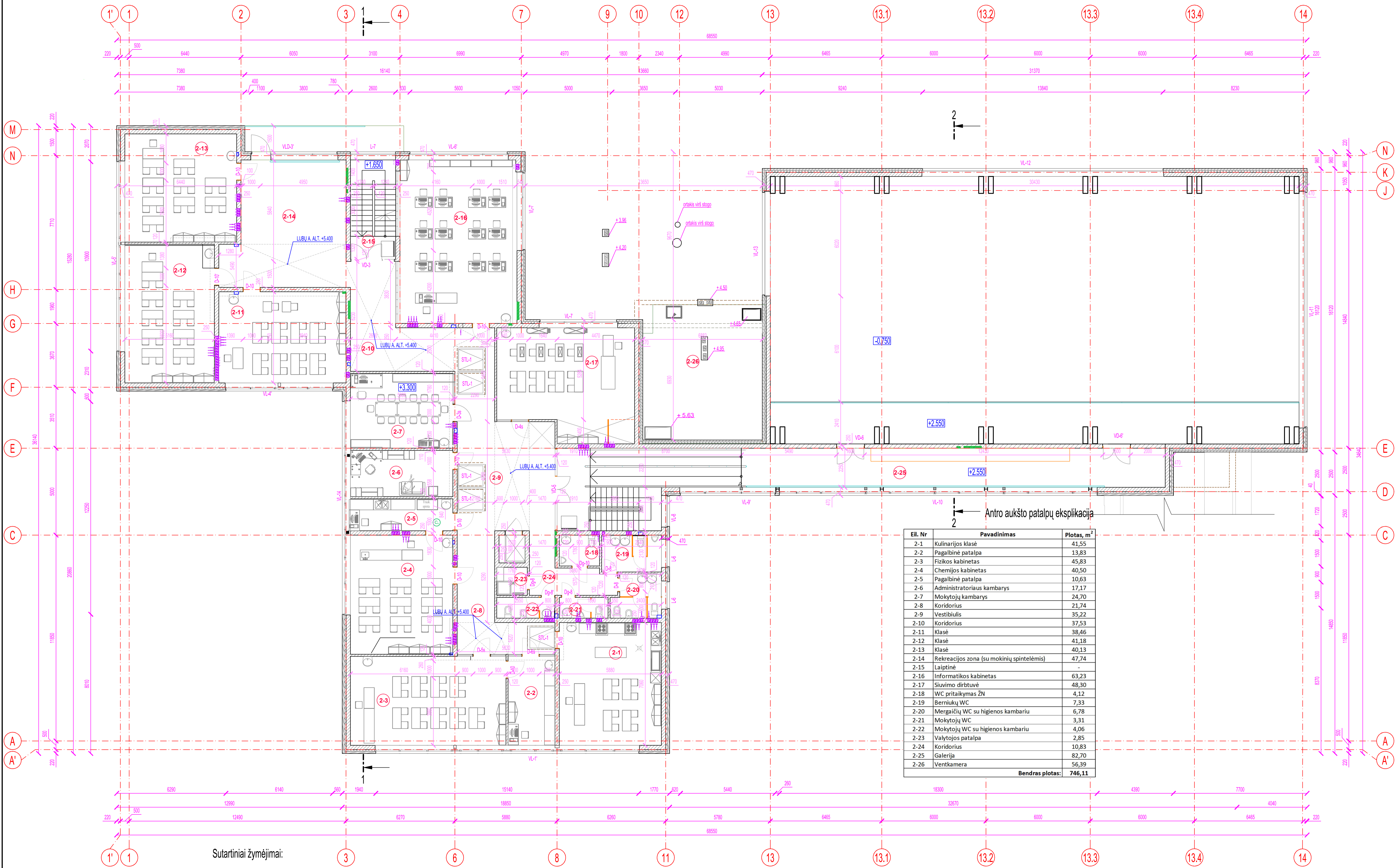
Eil. Nr	Pavadinimas	Plotas, m ²	Eil. Nr	Pavadinimas	Plotas, m ²
1-1	Tambūras	5,22	1-27	Berniukų priešdušinė	3,04
1-2	Vestibulius su laiptine	96,13	1-28	Berniukų persirengimo patalpa	9,23
1-3	Lankytojų rūbinė	3,00	1-29	Koridorius	6,22
1-3'	Lankytojų rūbinė (esant poreikiui – būdinčiojo vietas)	3,73	1-30	Galerija	82,17
1-4	Koridorius	19,51	1-31	Rekreacijos zona (su mokinių spintelėmis)	47,59
1-5	Valgykla	72,54	1-32	Klasė	37,02
1-6	Virtuvė	31,17	1-33	Klasė	38,00
1-7	Šaltų gaminių paruošimo cechas	8,04	1-34	Klasė	38,48
1-8	Mėsos, žuvies puginių cechas	5,00	1-35	WC pritaikytas ŽN	4,12
1-9	Indų plovykla	15,29	1-36	Berniukų WC	7,43
1-10	Sausų produktų sandėlis	5,23	1-37	Mergaičių WC	5,75
1-11	Šaldytuvų patalpa	6,86	1-38	Mokytojų WC	3,05
1-11'	Kabinetas	7,70	1-39	Koridorius	13,77
1-12	Koridorius	22,17	1-40	Tambūras	4,43
1-13	Valytojos patalpa	1,84	1-41	Drabužinė	9,72
1-14	Personalo WC	2,10	1-42	Medicinos kambarys	12,37
1-15	Personalo dušas	3,35	1-43	Zaidimų kambarys	42,57
1-16	Personalo drabužinė	6,50	1-44	Miegamasis	29,33
1-17	Daržovių sandėlis	8,73	1-45	Vaikų WC	7,34
1-18	Prekių priėmimo patalpa	4,71	1-46	Auklėtojų WC	1,89
1-19	Sporto inventoriaus sandėlis	28,47	1-47	Koridorius	3,84
1-20	Sporto inventoriaus sandėlis	11,35	1-48	Virtuvėlė	4,00
1-21	Mergaičių dušas	4,70	1-49	Sporto salė	458,06
1-22	Mergaičių WC	3,01	1-50	Rekonstruojama katilinė	20,19
1-23	Mergaičių priešdušinė	3,98	1-51	Rekonstruojamam koridoriui dalis	8,00
1-24	Mergaičių persirengimo patalpa	12,41	1-52	Rekonstruojama klasė	21,00
1-25	Berniukų dušas	5,18	1-53	Laiptinė	14,59
1-26	Berniukų WC	2,87	1-54	Tambūras	3,91
					Bendras plotas: 1337,90

- Sutariniai žymėjimai:
- PROJEKTUOJAMO PASTATO IŠORINĖS SIENOS
 - PROJEKTUOJAMO PASTATO VIDINĖS SIENOS
 - LENGVŲ KONSTRUKCIJŲ PERTVARA H=200cm
 - REKONSTRUOJAMOS ESAMO PASTATO SIENOS
 - PROJEKTUOJAMOS GIK PERTVAROS
 - ESAMO PASTATO KONSTRUKCIJOS
 - KERTAMOS ANGOS
 - ARDOMOS KONSTRUKCIJOS
 - PAKABINAMOS LUBOS
 - RĖŽIAI VANDENTIEKIUI IR NUOTAKYNUI
 - RĖŽIAI ŠILDYMO SISTEMOS STOVAMS IR NIŠOS
 - APTAISYMAS GIPSO KARTONU

Absolutinė altitudė
0.00 = 160.60

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrinis darbas
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10
	Vadovas	M. Kasilevičius	
	Konsult.	G. Šukaitytė	
	Konsult.	V. Paukštys	
Pr. etapas	Stabinių konstrukcijų katedra		Laida
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		A
		2017-MBD-SK	Lapas Lapų
			2 8

ANTRO AUKŠTO PLANAS Mastelis 1:100



Antro aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr	Pavadinimas	Plotas, m ²
2-1	Kulinarijos klasė	41,55
2-2	Pagalbinė patalpa	13,83
2-3	Fizikos kabinetas	45,83
2-4	Chemijos kabinetas	40,50
2-5	Pagalbinė patalpa	10,63
2-6	Administratoriaus kambarys	17,17
2-7	Mokytojų kambarys	24,70
2-8	Koridorius	21,74
2-9	Vestibulius	35,22
2-10	Koridorius	37,53
2-11	Klasė	38,46
2-12	Klasė	41,18
2-13	Klasė	40,13
2-14	Rekreacijos zona (su mokinių spintelėmis)	47,74
2-15	Laiptinė	-
2-16	Informatikos kabinetas	63,23
2-17	Suvimo dirbtuvė	48,30
2-18	WC pritaikymas ŽN	4,12
2-19	Berniukų WC	7,33
2-20	Mergaičių WC su higienos kambariu	6,78
2-21	Mokytojų WC	3,31
2-22	Mokytojų WC su higienos kambariu	4,06
2-23	Valytojos patalpa	2,85
2-24	Koridorius	10,83
2-25	Galerija	82,70
2-26	Ventkamera	56,39
Bendras plotas:		746,11

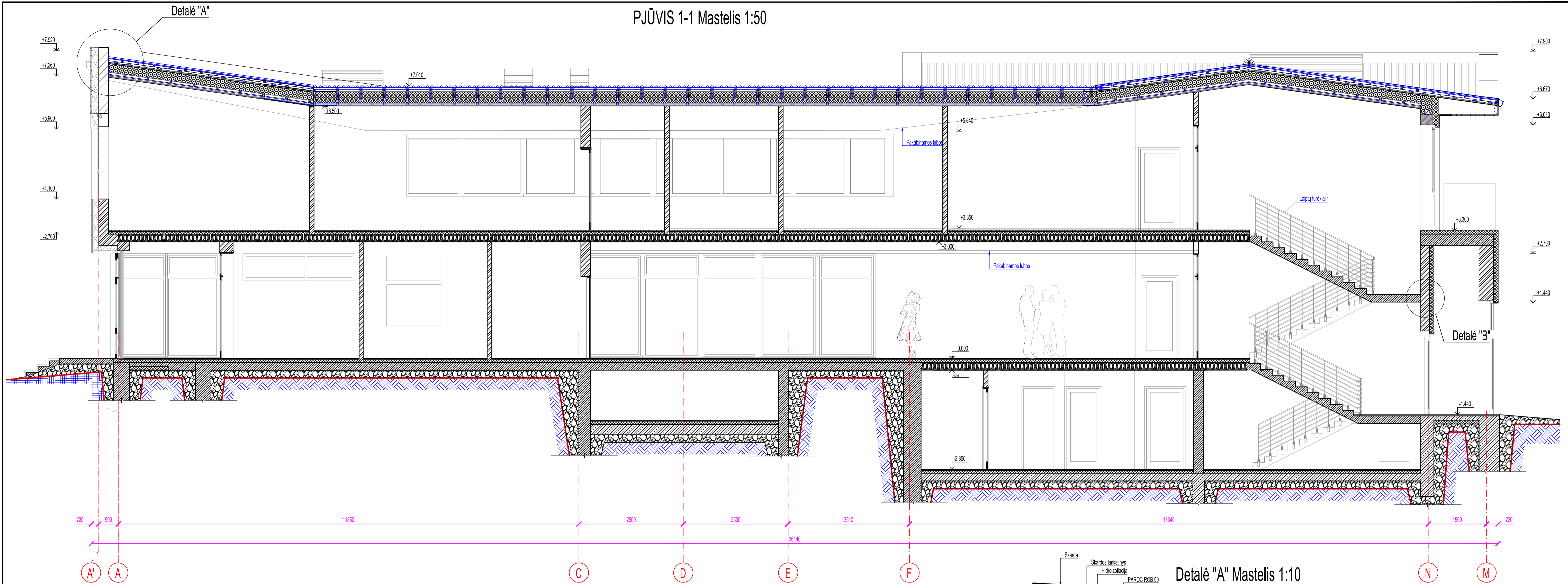
Sutartiniai žymėjimai:

- PROJEKTUOJAMO PASTATO IŠORINĖS SIENOS
- PROJEKTUOJAMO PASTATO VIDINĖS SIENOS
- LENGVŲ KONSTRUKCIJŲ PERTVARA H=200cm
- REKONSTRUOJAMOS ESAMO PASTATO SIENOS
- PROJEKTUOJAMOS GIK PERTVAROS
- ESAMO PASTATO KONSTRUKCIJOS
- KERTAMOS ANGOS
- ARDOMOS KONSTRUKCIJOS
- PAKABINAMOS LUBOS
- RĖŽIAI VANDENTIEKIUI IR NUOTAKYNI
- VĒDINIMO KANALAS
- RĖŽIAI ŠILDYMO SISTEMOS STOVAMS IR NIŠOS
- KOLEKTORINĖMS ŠILDYMO SISTEMOS SPINTELĖMS
- APTAISYMAS GIPSO KARTONU

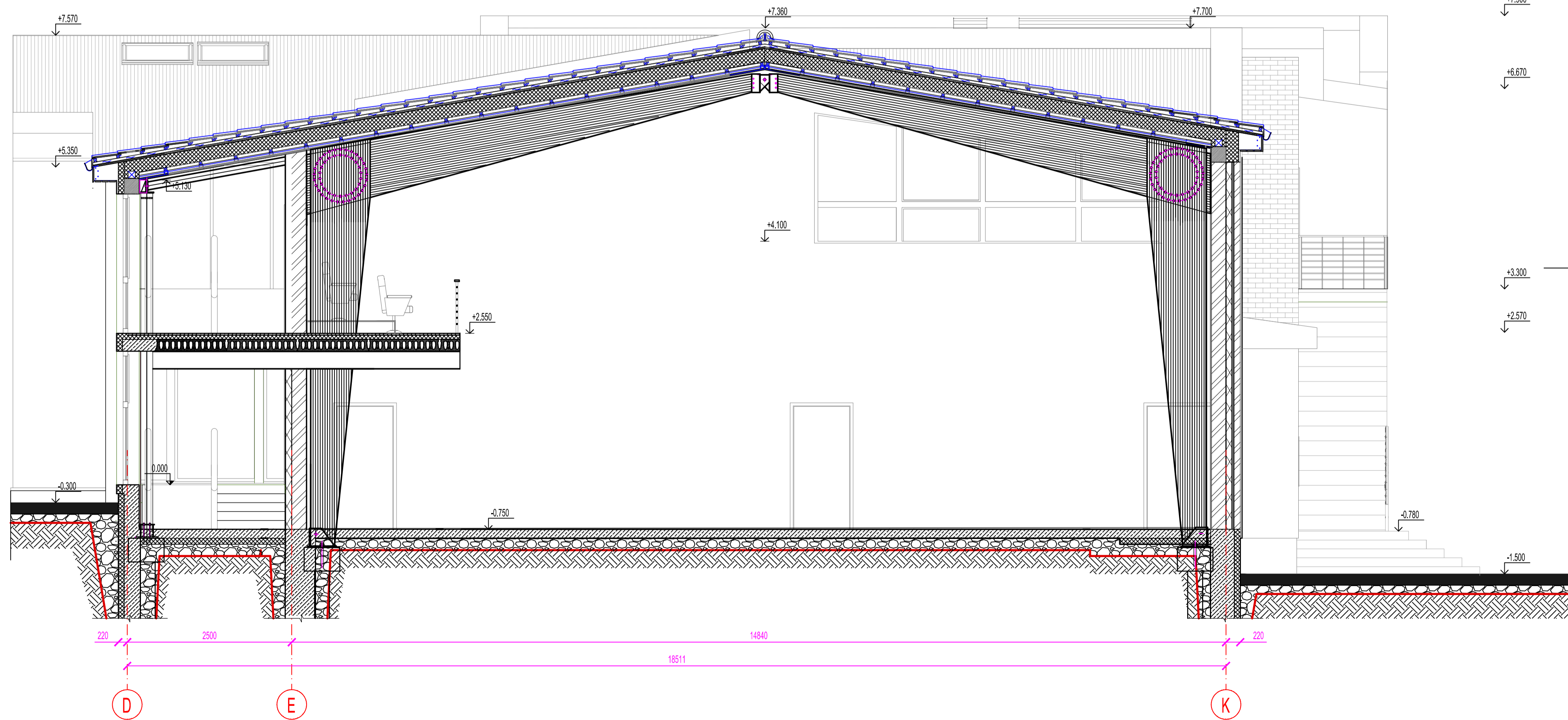
Absoliutinė altitudė
0.00 = 160.60

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrinis darbas
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10
	Vadovas	M. Kasilevičius	
	Konsult.	G. Šukaitytė	
	Konsult.	V. Paukštys	
Pr. etapas	Statybinių konstrukcijų katedra		Laida
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		A
	2017-MBD-SK	Lapas	Lapų
		3	8

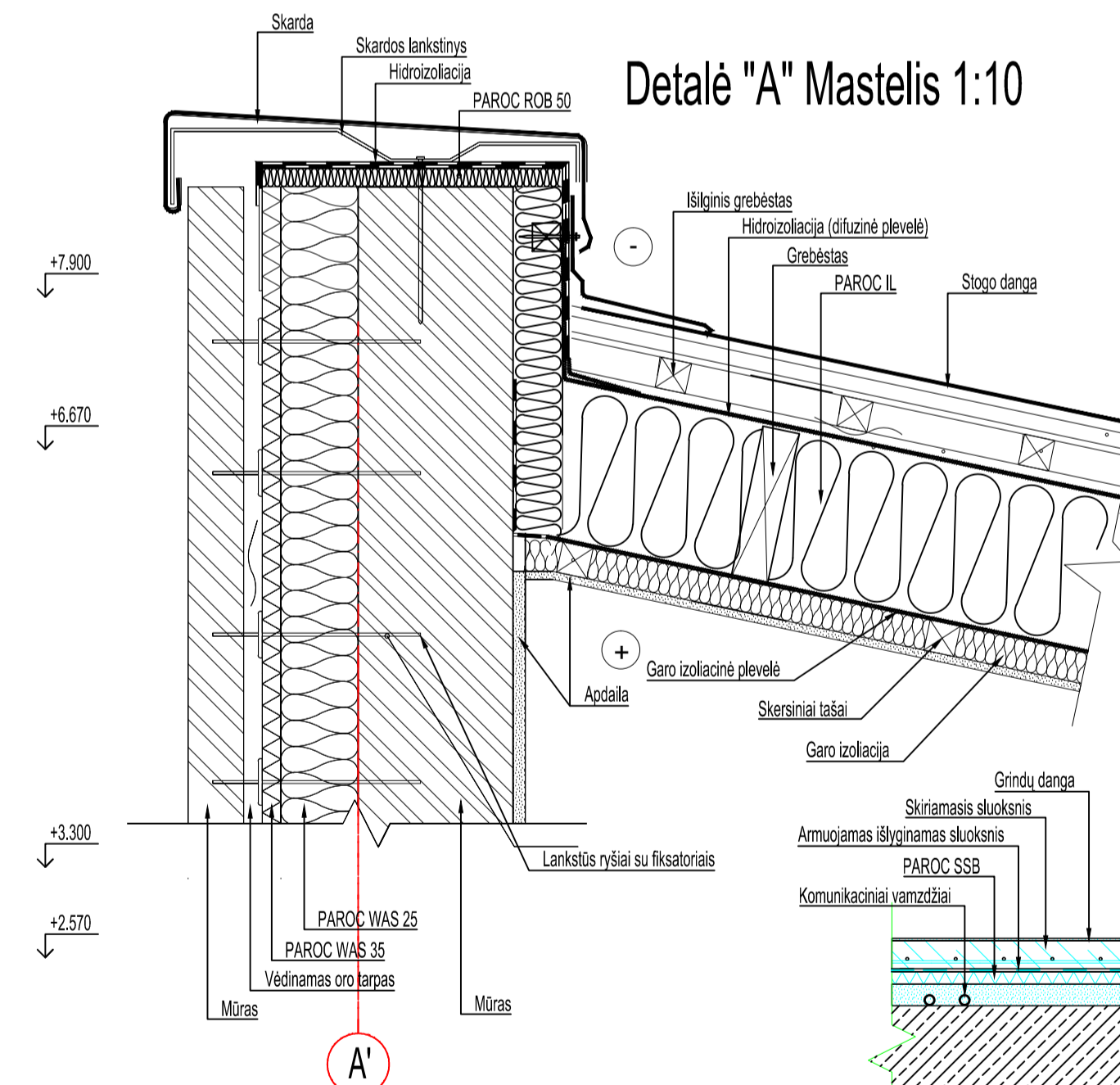
PJŪVIS 1-1 Mastelis 1:50



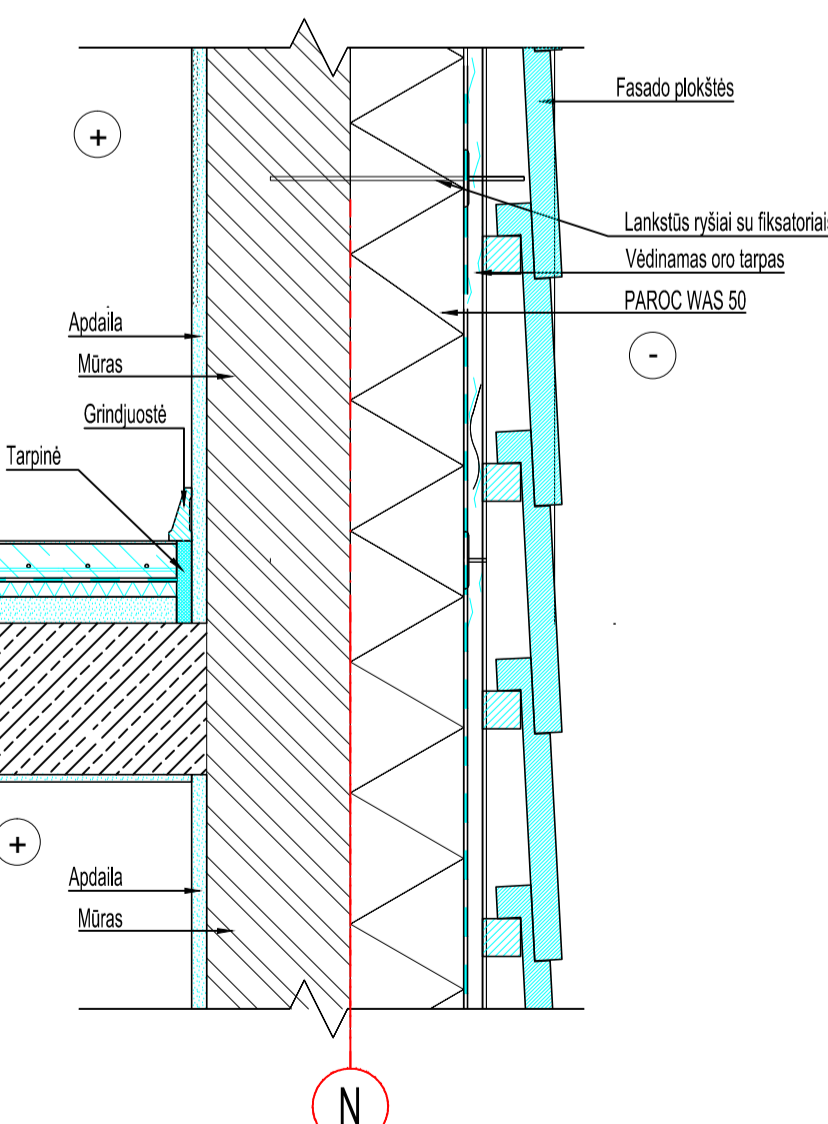
PJŪVIS 2-2 Mastelis 1:50



Detalė "A" Mastelis 1:10

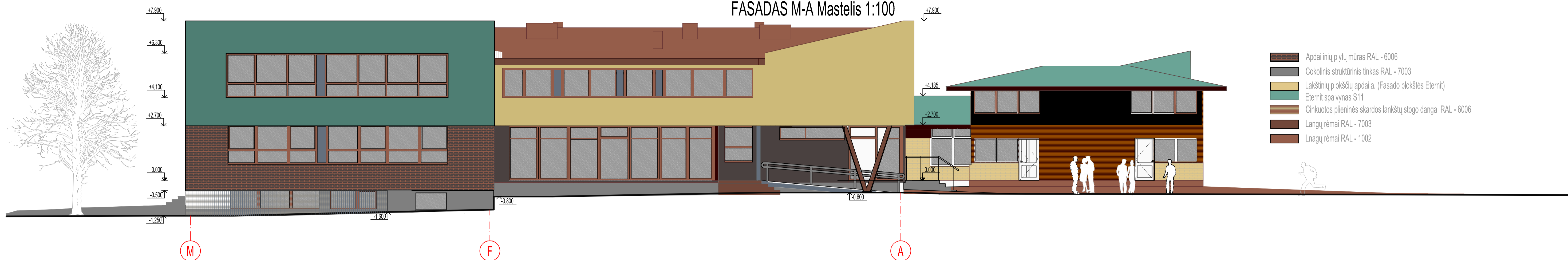


Detalė "B" Mastelis 1:10

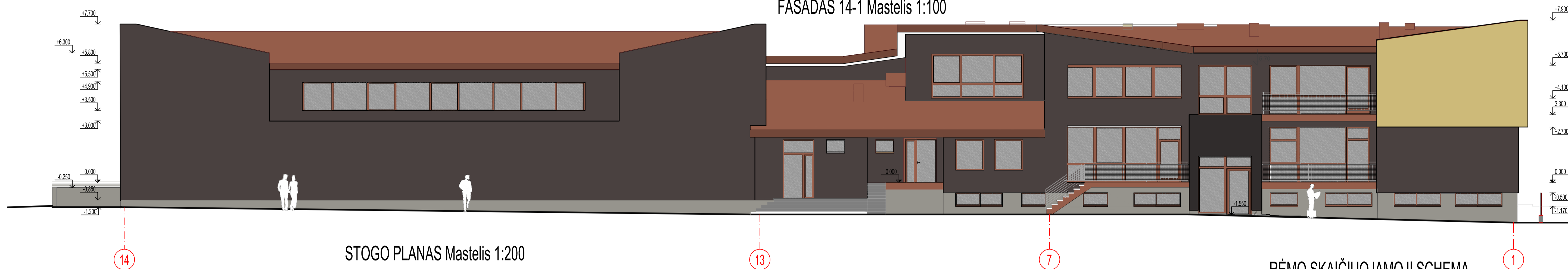


Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistrinis darbas	
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10	Lavoriškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinį konstrukcijų dalies projektas	
	Vadovas	M. Kasilevičius		Laida	
	Konsult.	G. Šukaitytė		A	
	Konsult.	V. Paukštys		Pjūvis 1-1, Pjūvis 2-2, Detalės	
Pr. etapas	Statybinų konstrukcijų katedra			2017-MBD-SK	
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			Lapas	4
				Lapų	8

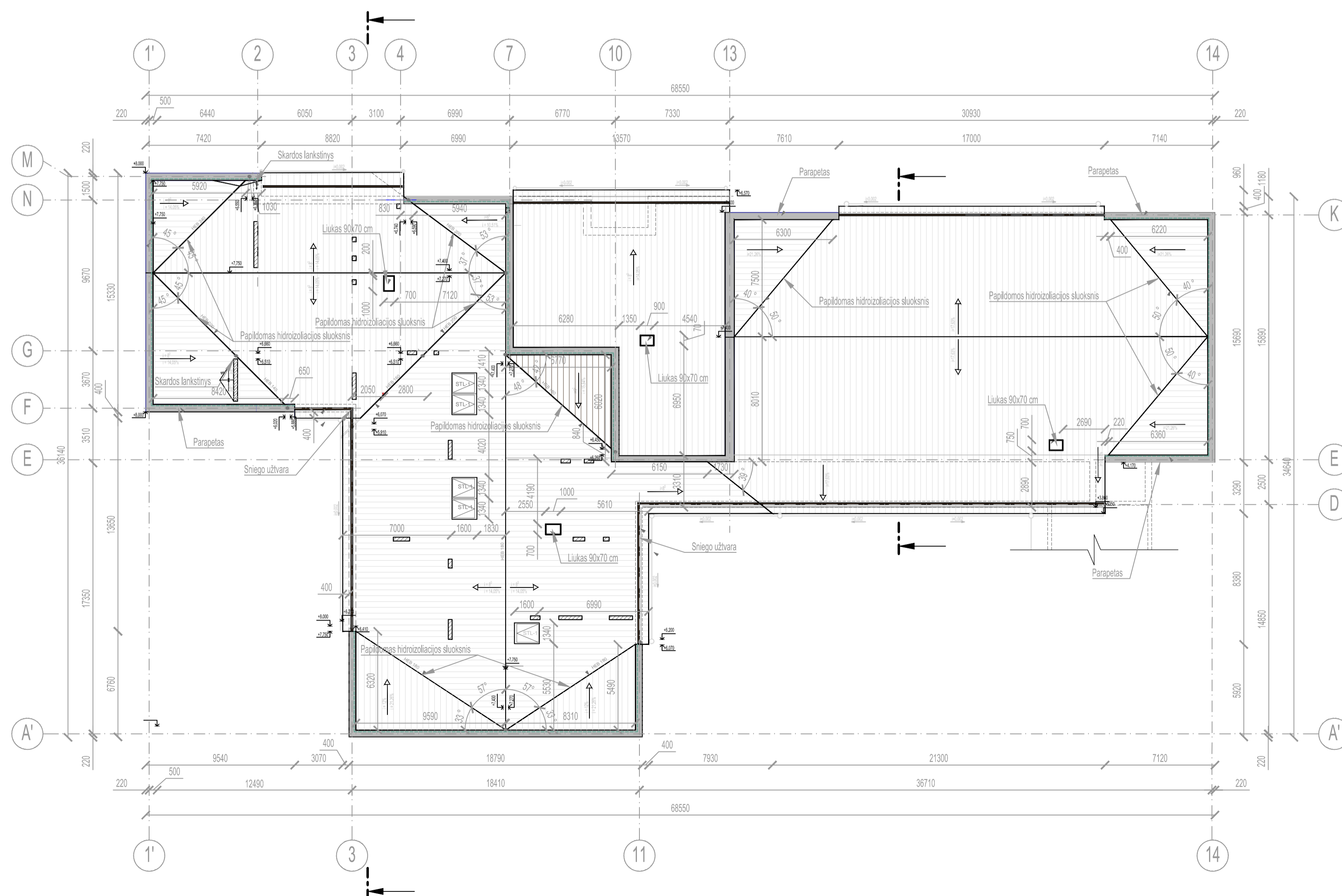
FASADAS M-A Mastelis 1:100



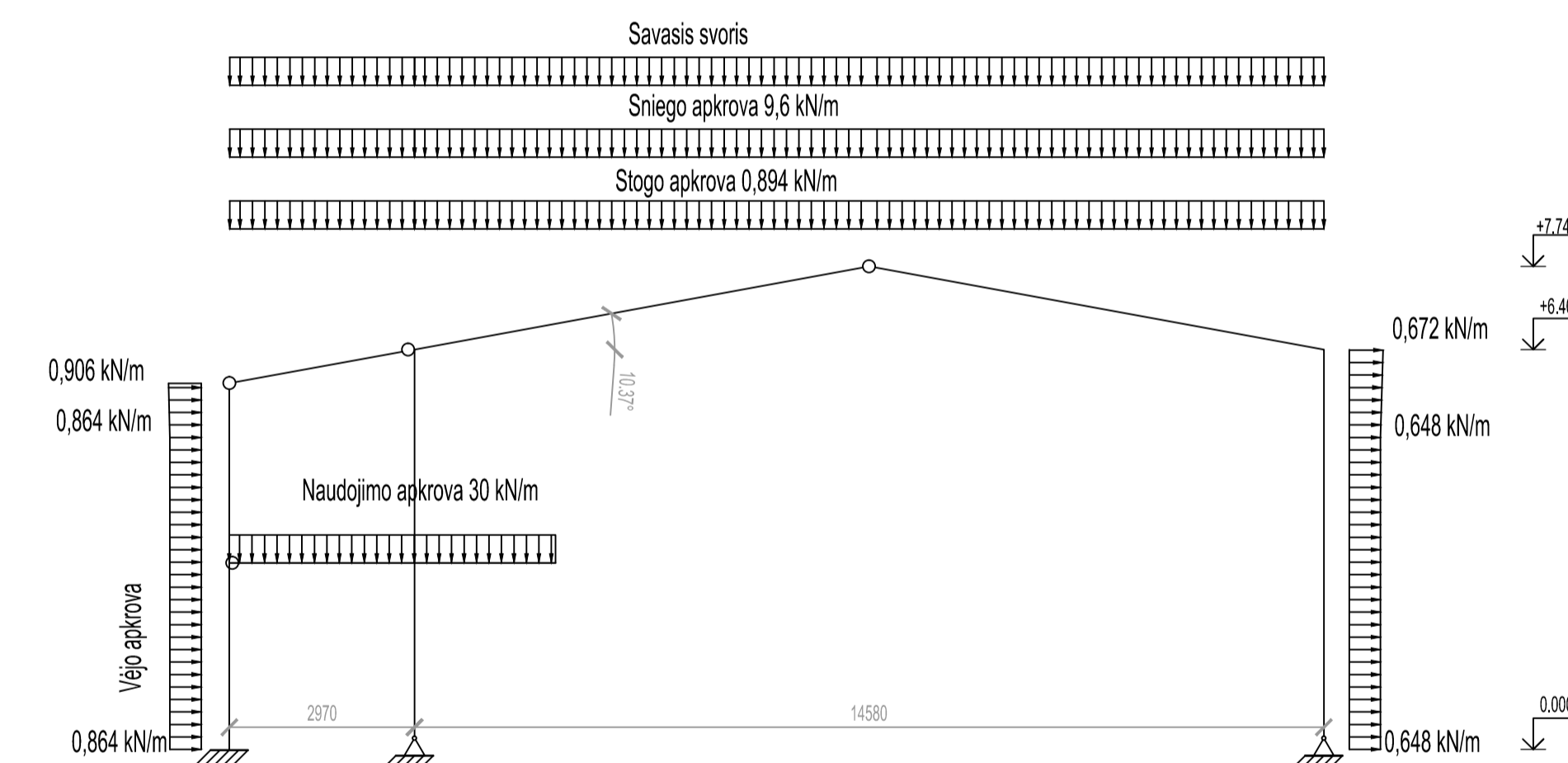
FASADAS 14-1 Mastelis 1:100



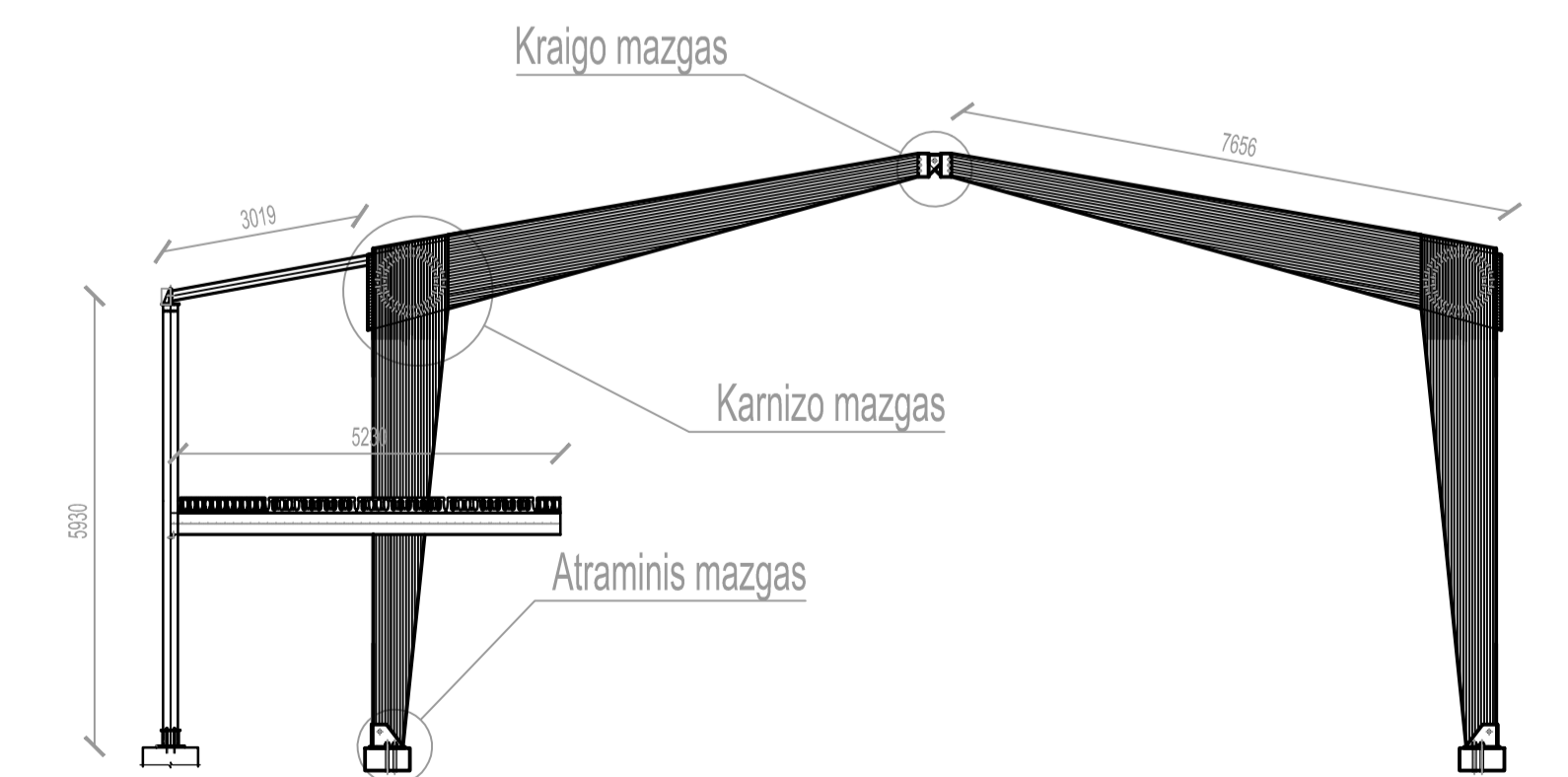
STOGO PLANAS Mastelis 1:200



RĒMO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA



RĒMO SCHEMA

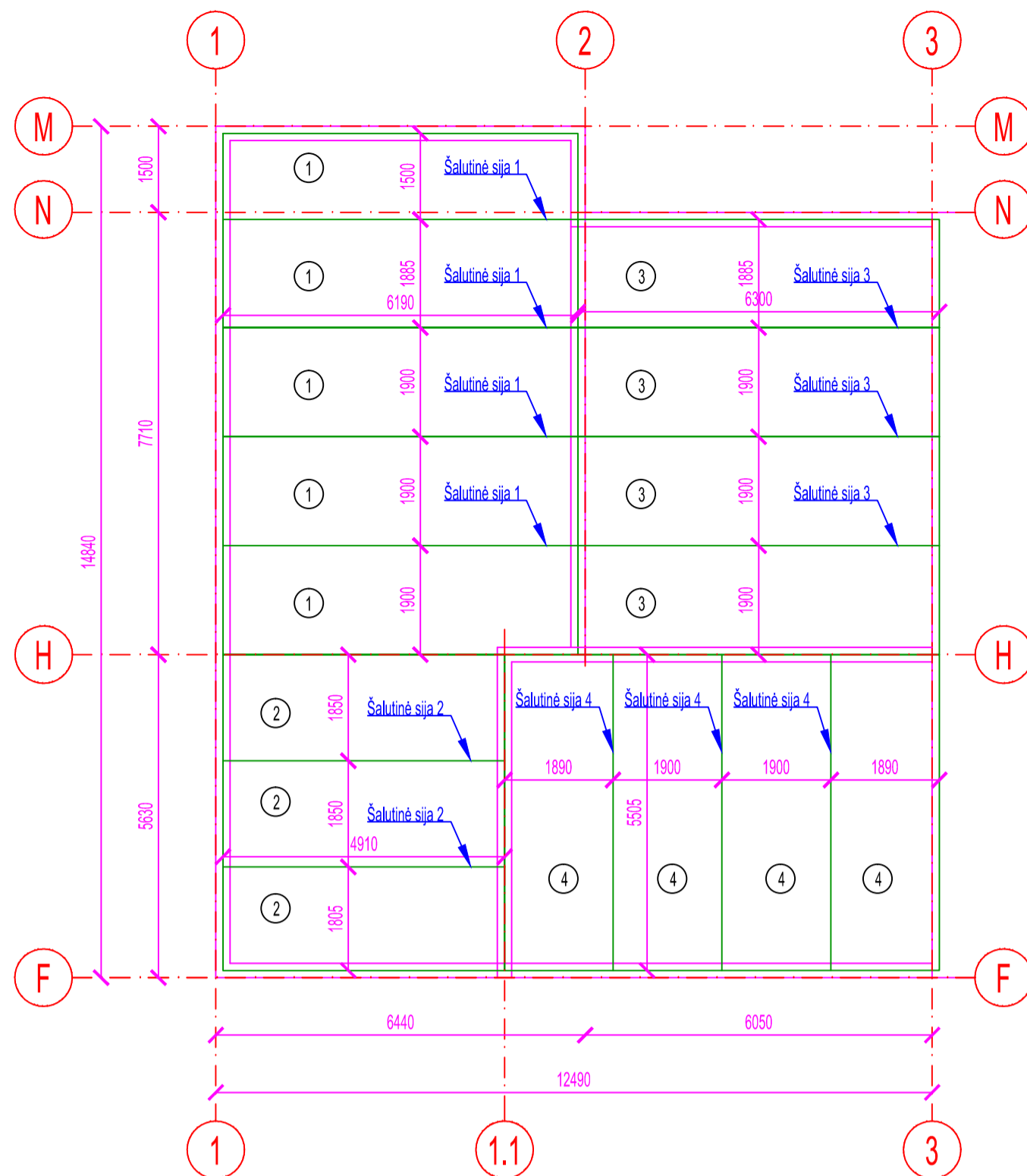


Sutariniai žymėjimai:

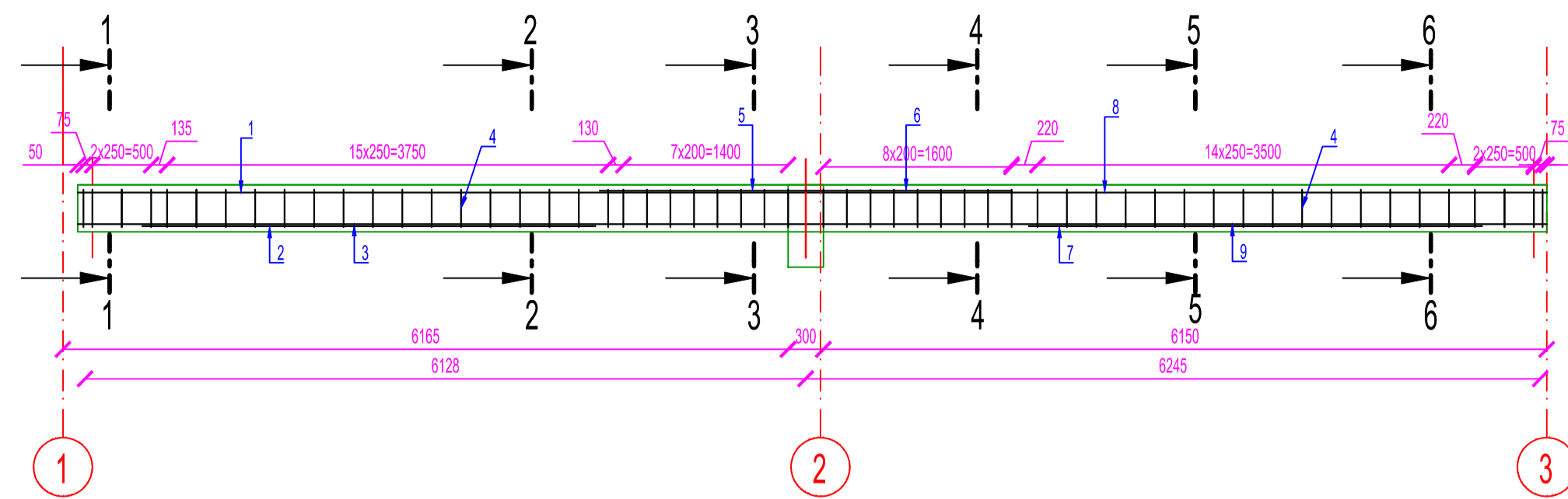
- LATAKAI (d 130mm) SU LIETVAMZDŽIAIS (d 110mm)
- SNIEGO UŽTVARA
- METALINĖ STOGO APSAUGINĖ TVORELĖ
- APSKARDINAMAS PARAPETAS
- KAMINAI
- STOGINIAI VENTILIATORIAI
- NUOTEKŲ STOVŲ VĒDINAMOJI DALIS (VIRŠ STOGO)
- STOGO KONSTRUKCIJOS APAČIOS ALTITUDĖ
- SIENOS VIDURIO TAŠKAS
- DVITĒJINIO PROFILIO APAČIOS ALTITUDĖ

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrinis darbas
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10
	Vadovas	M. Kasilevičius	
	Konsult.	G. Šukaitytė	
	Konsult.	V. Paukštys	
Pr. etapas	Stybinių konstrukcijų katedra		
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		
			Lavariškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas
			Stogo planas, Rėmo skaičiuojamoji schema, Rėmas, Fasadas M-A, Fasadas 14-1
			Laida
			A
			Lapas
			4
			Lapų
			8

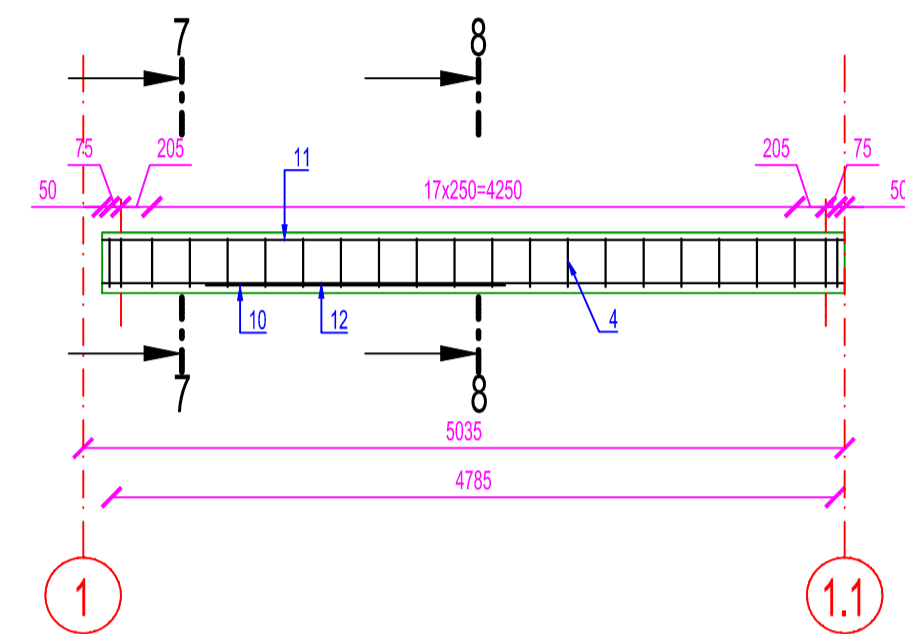
MONOLITINĖS PERDANGOS PLANAS Mastelis 1:100



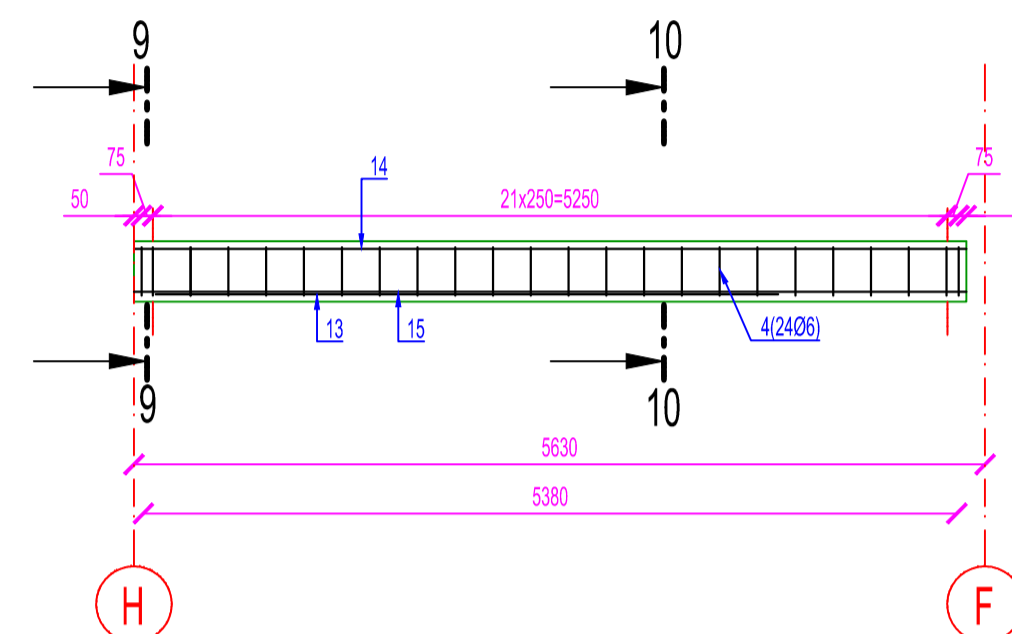
ŠALUTINĖ SIJA 1 IR 2 Mastelis 1:50



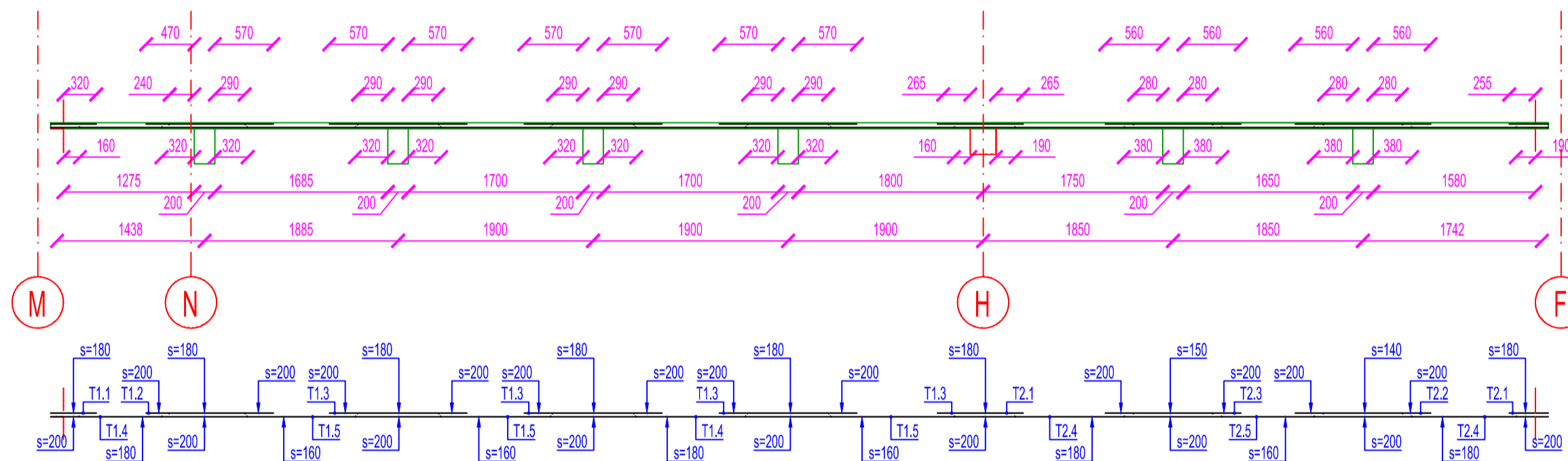
ŠALUTINĖ SIJA 3 Mastelis 1:50



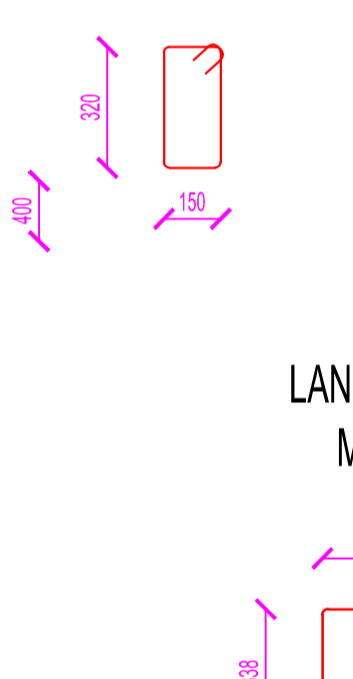
ŠALUTINĖ SIJA 4 Mastelis 1:50



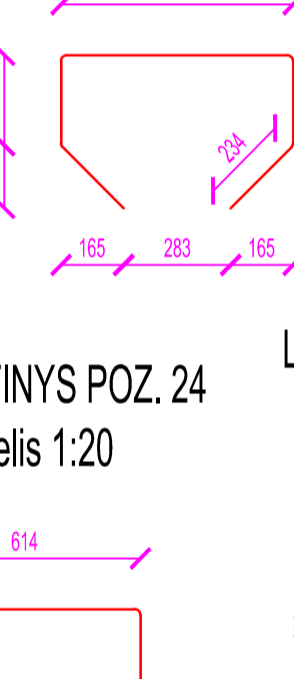
MONOLITINĖ PERDANGA 1 IR 2 Mastelis 1:50



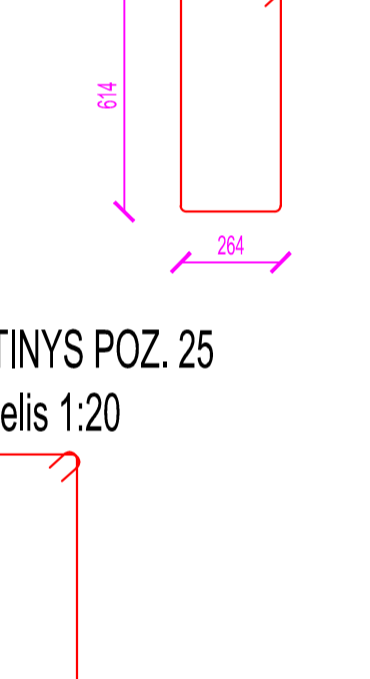
LANKSTINYS POZ. 4 Mastelis 1:20



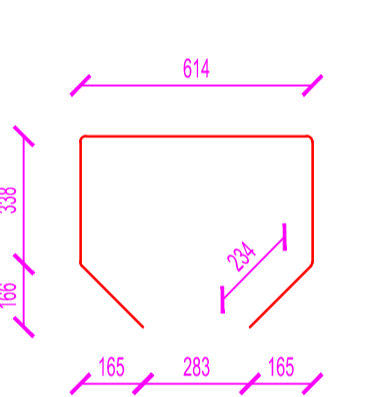
LANKSTINYS POZ. 19 Mastelis 1:20



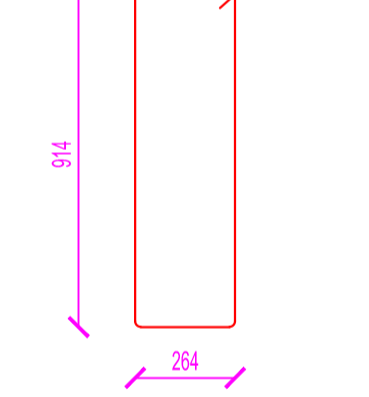
LANKSTINYS POZ. 20 Mastelis 1:20



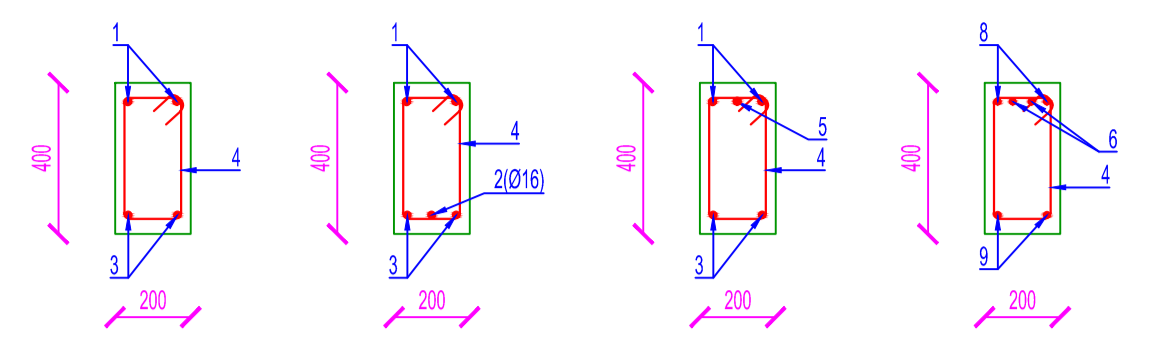
LANKSTINYS POZ. 24 Mastelis 1:20



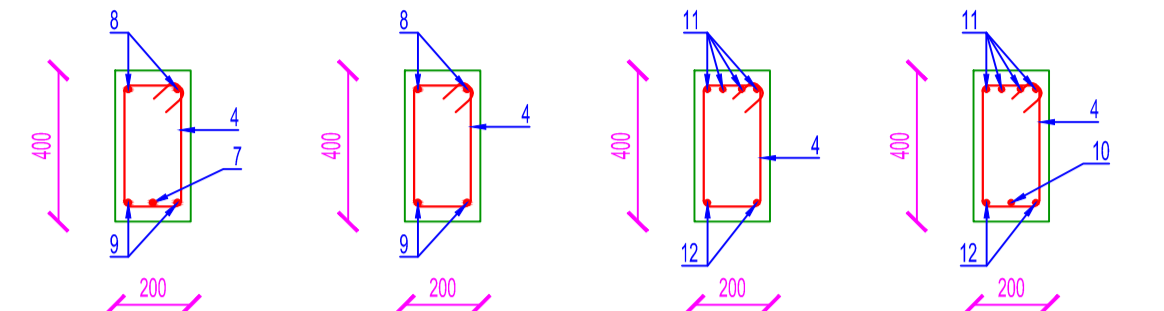
LANKSTINYS POZ. 25 Mastelis 1:20



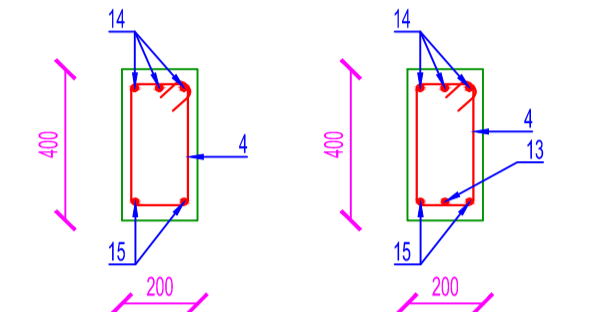
1-1 Mastelis 1:20 2-2 Mastelis 1:20 3-3 Mastelis 1:20 4-4 Mastelis 1:20



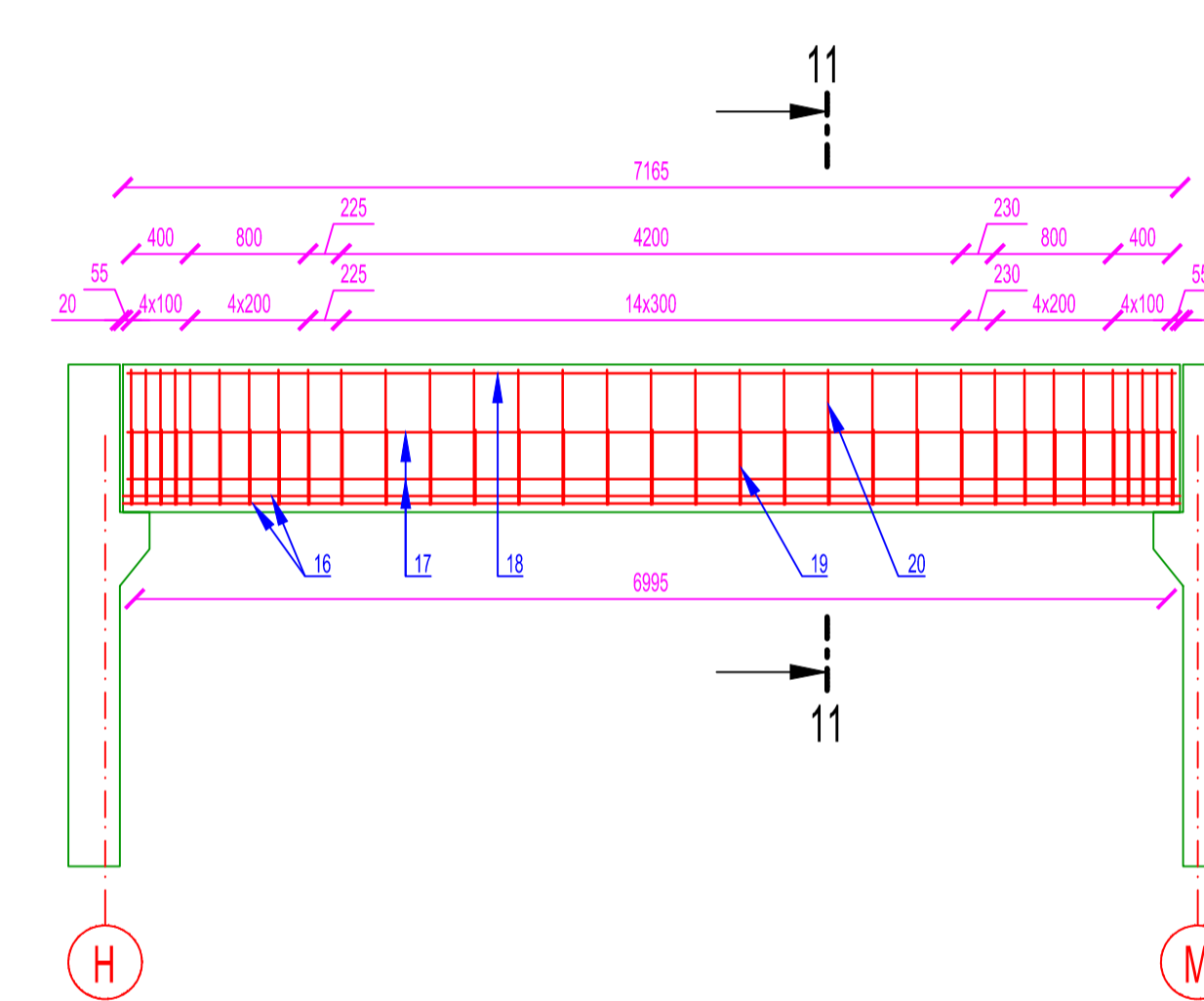
5-5 Mastelis 1:20 6-6 Mastelis 1:20 7-7 Mastelis 1:20 8-8 Mastelis 1:20



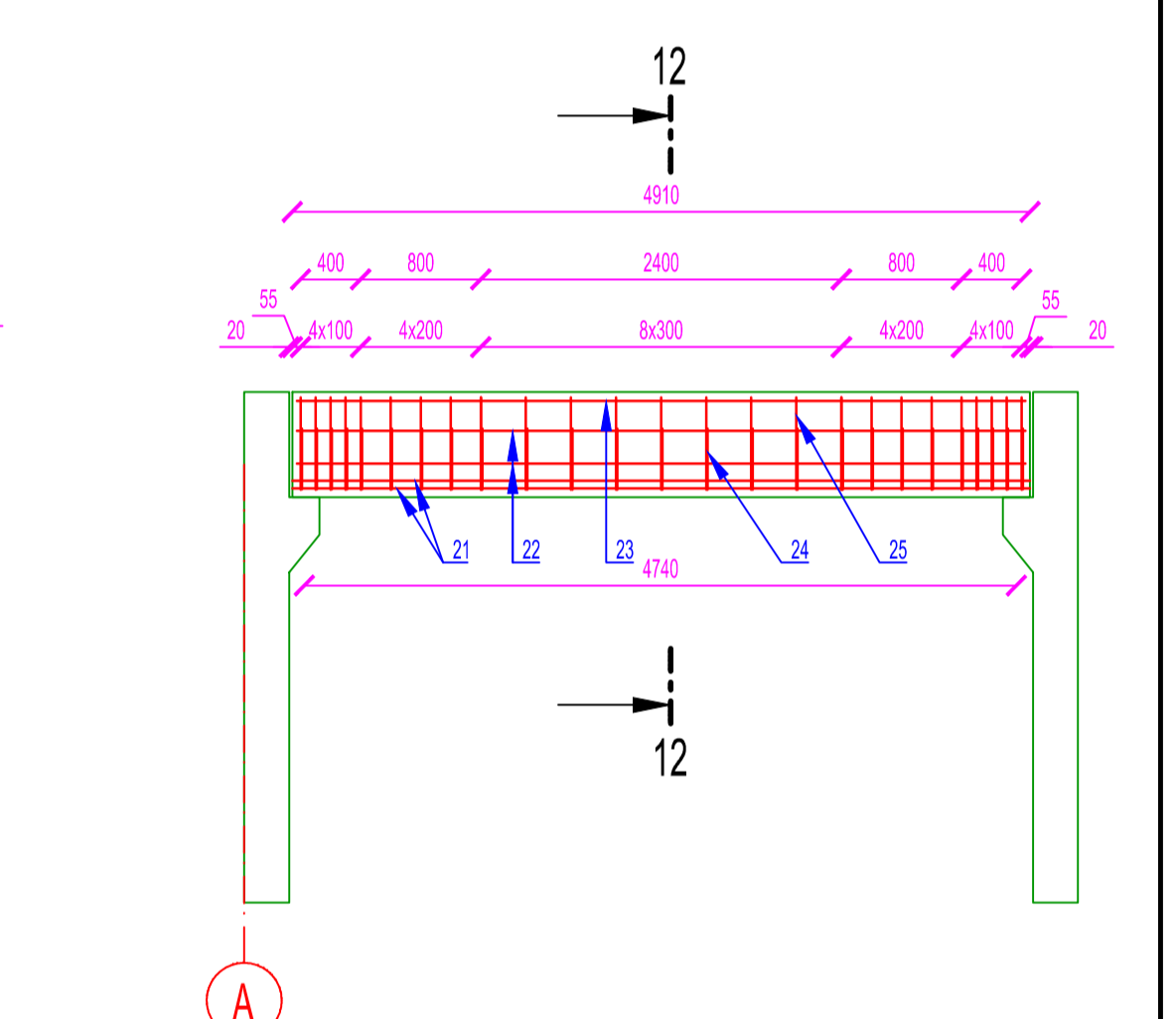
9-9 Mastelis 1:20 10-10 Mastelis 1:20



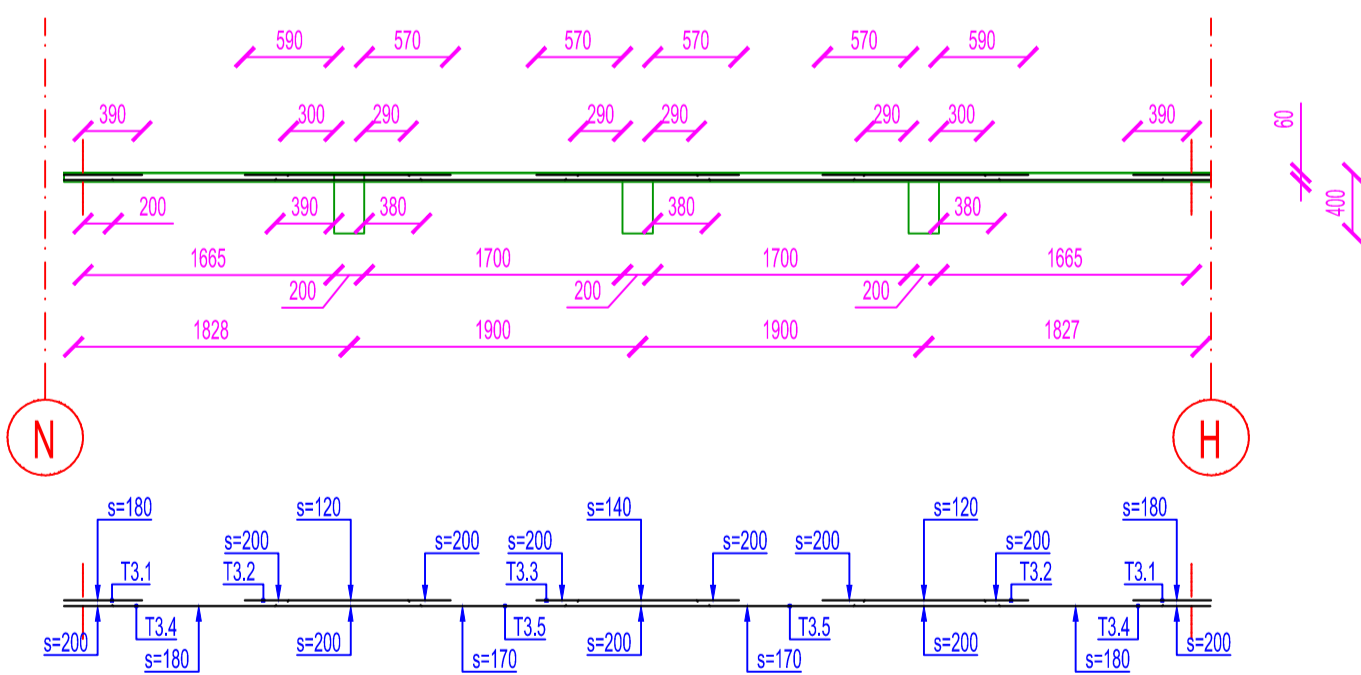
RYGELIS PO MONOLITINE PERDANGOS PLOKŠTE Mastelis 1:50



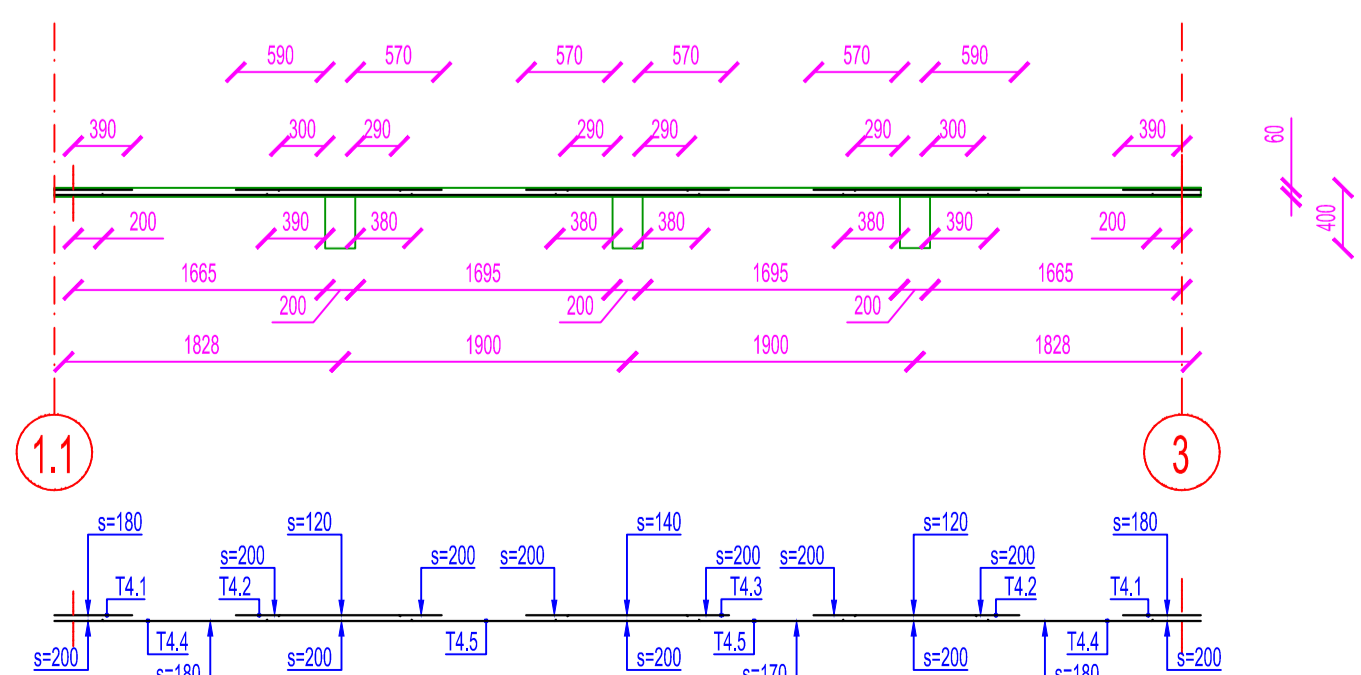
RYGELIS PO SURENKAMA PERDANGOS PLOKŠTE Mastelis 1:50



MONOLITINĖ PERDANGA 3 Mastelis 1:50



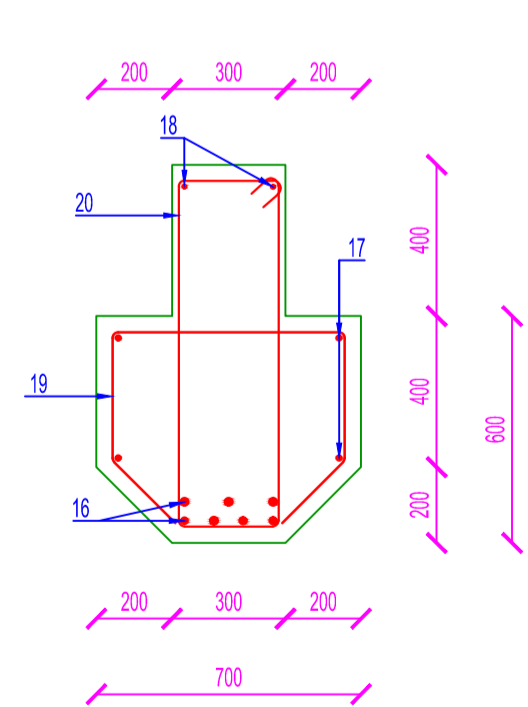
MONOLITINĖ PERDANGA 4 Mastelis 1:50



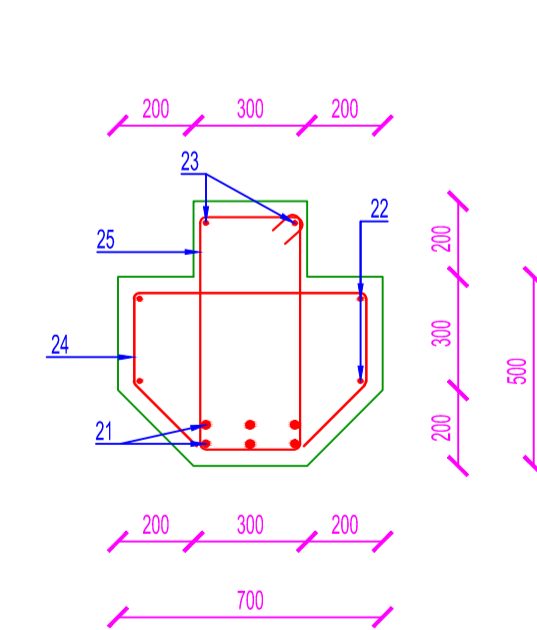
Monolitinių perdangų specifikacija

Skaičiuojamieji plokštės pjūviai	Tinklo Nr.	A _s pagal skaičiavimus mm ²	Numatytas armavimas			
			Darbo strypai Ø6 S400 Žingsnis s, mm	Pagalbiniai strypai Vr - 1 Ø, mm	Žingsnis t, mm	
Monolitinės perdangos 1						
Virš atramos į sieną	T1.1	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	T1.4	131	180	157	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	T1.2	148	180	157	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	T1.5	166	180	166	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	T1.3	179	160	189	5	200
Monolitinės perdangos 2						
Virš atramos į sieną	T2.1	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	T2.4	199	140	202	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	T2.2	177	150	189	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	T2.5	141	180	157	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	T2.3	150	180	157	5	200
Monolitinės perdangos 3						
Virš atramos į sieną	T3.1	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	T3.4	220	120	236	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	T3.2	193	140	202	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	T3.5	150	180	157	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	T3.3	160	170	166	5	200
Monolitinės perdangos 4						
Virš atramos į sieną	T4.1	44,2	180	157	5	200
Pirmame tarpatramyje	T4.4	221	120	236	5	200
Pirmoje įtvirtintoje atramoje	T4.2	194	140	202	5	200
Vidurinių plokščių viduriniuose tarpatramiuose	T4.5	150	180	157	5	200
Vidurinių plokščių vidurinėse atramose	T4.3	160	170	166	5	200

11-11 Mastelis 1:20



12-12 Mastelis 1:20



Rygelių specifikacija

Pozicija	Armavimo klasė	Kiekis	Ilgis, m	Diametras, mm	Svoris, kg	
					Vieneto	Viso
Rygelis po monolitine perdangos plokšte						
16	S400	7	7,165	9,3 (7lynai)	2,910	20,368
17		2	7,105	Ø12	11,212	22,423
18		2	7,105	Ø10	11,212	22,423
19		33	1,746	Ø6	0,388	12,791
20		33	2,508	Ø6	0,557	18,374
Rygelis po surenkama perdangos plokšte						
21	S400	6	4,910	9,3 (7lynai)	1,994	11,964
22		2	4,850	Ø12	4,307	8,614
23		2	4,850	Ø10	2,992	5,985
24		1	1,546	Ø6	0,343	0,343
25		1	1,908	Ø6	0,424	0,424
					Viso	123,709

Pastabos:

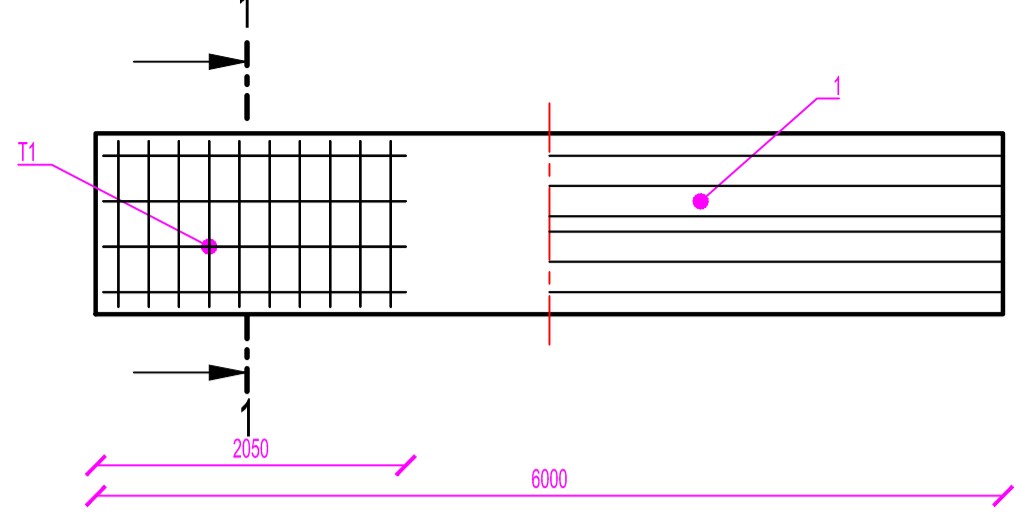
- Matmenys nurydyti mm
- Monolitinėms perdangoms ir šalutinėms sijoms naudojamas C16/20 klasės betonas
- Monolitinėse perdangose apsauginis betono sluoksnis 20 mm
- Rygeliai po monolitine perdanga naudojamas C30/37 klasės betonas
- Šalutinėse sijose ir surenkamuose rygeluose apsauginis betono sluoksnis 40 mm
- Rygeliai po surenkama gb perdanga naudojamas C35/45 klasės betonas
- Monolitinės perdangos, šalutinės sijos, surenkami rygeliai armuojami S400 klasės armatūra
- Monolitinės perdangos, šalutinės sijos, surenkami rygeliai armuojami rėtais armatūros tinklais
- Kiekiai pateikiami vienam elementui išskyrus monolitines perdangas ir šalutinės sijas

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrinis darbas	
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10	Lavoriškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas	M. Kasilevičius		Monolitinė perdangos plokštė, Šalutinė sija, Surenkami rygeliai
	Konsult.	V. Paukštys		
Pr. etapas	Statybinių konstrukcijų katedra			Laida A
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			
				Lapas 6
				Lapų 8

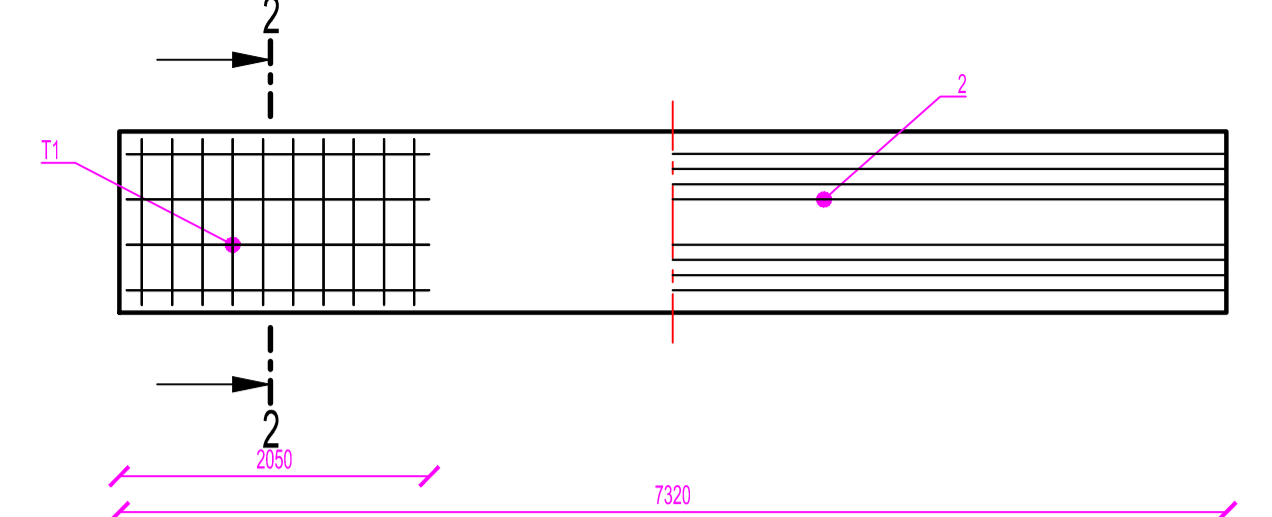
Šalutinės sijos specifikacija

Pozicija	Armavimo klasė	Kiekis	Ilgis, m	Diametras, mm	Masė, kg	Elementų kiekis vnt.	Iš viso masė, kg
Šalutinė sija 1							
1	S400	2	7,085	Ø18	14,156	4	113,247
2		1	3,854	Ø16	6,082		24,326
3		2	6,724	Ø16	10,610		84,884
4		28	1,091	Ø6	0,242		27,127
Šalutinė sija 2							
5	S400	1	1,751	Ø18	3,498	2	6,997
6		2	1,751	Ø14	2,115		8,461
7		1	3,854	Ø14	4,656		9,311
8		2	7,195	Ø14	8,692		34,766
9		2	6,834	Ø14	8,255		33,022
4	28	1,091	Ø6	0,242	13,563		
Šalutinė sija 3							
10	S400	1	1,978	Ø12	1,756	3	5,269
11		4	4,910	Ø12	4,360		52,321
12		2	4,910	Ø12	4,360		26,160
4		22	1,091	Ø6	0,242		15,985
Šalutinė sija 4							
13	S400	1	4,118	Ø14	4,975	3	14,924
14		3	5,505	Ø16	8,687		78,182
15		2	5,505	Ø14	6,650		39,900
4		24	1,091	Ø6	0,242		17,439
					Viso		605,885

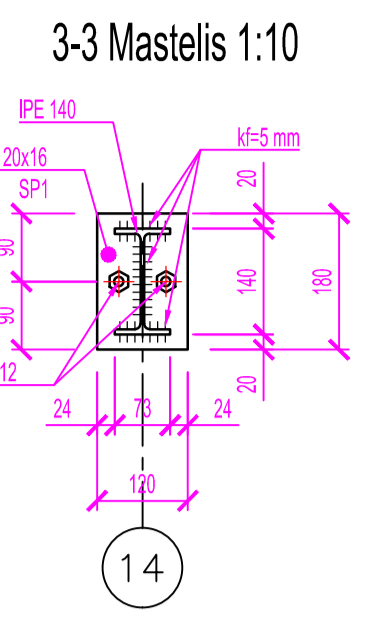
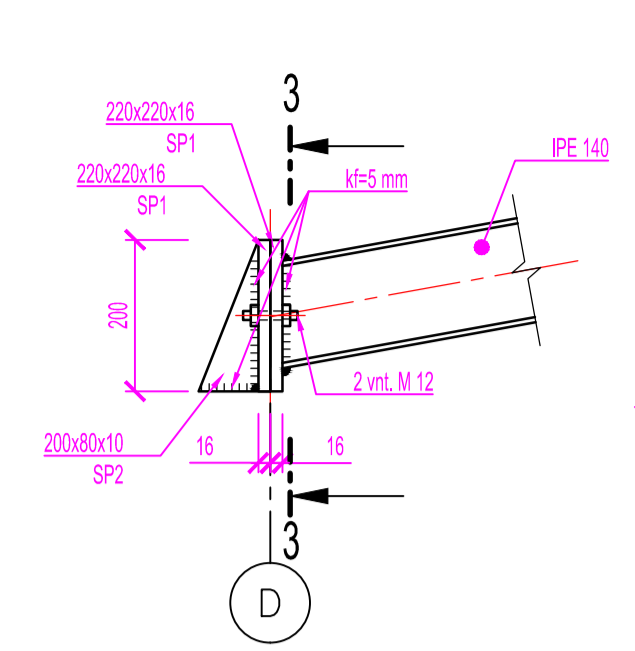
PERDANGOS PLOKŠTĖ TRIBŪNOSE Mastelis 1:50



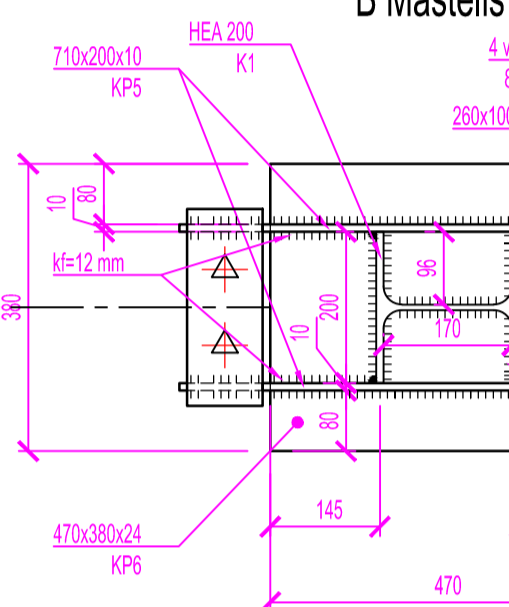
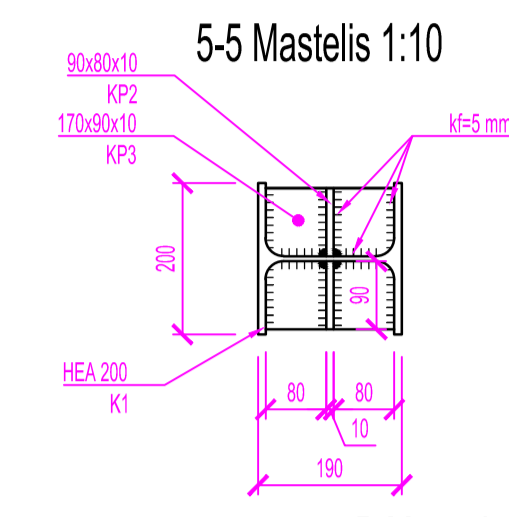
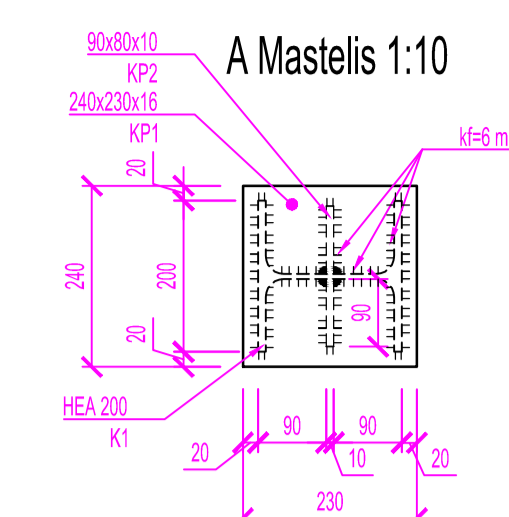
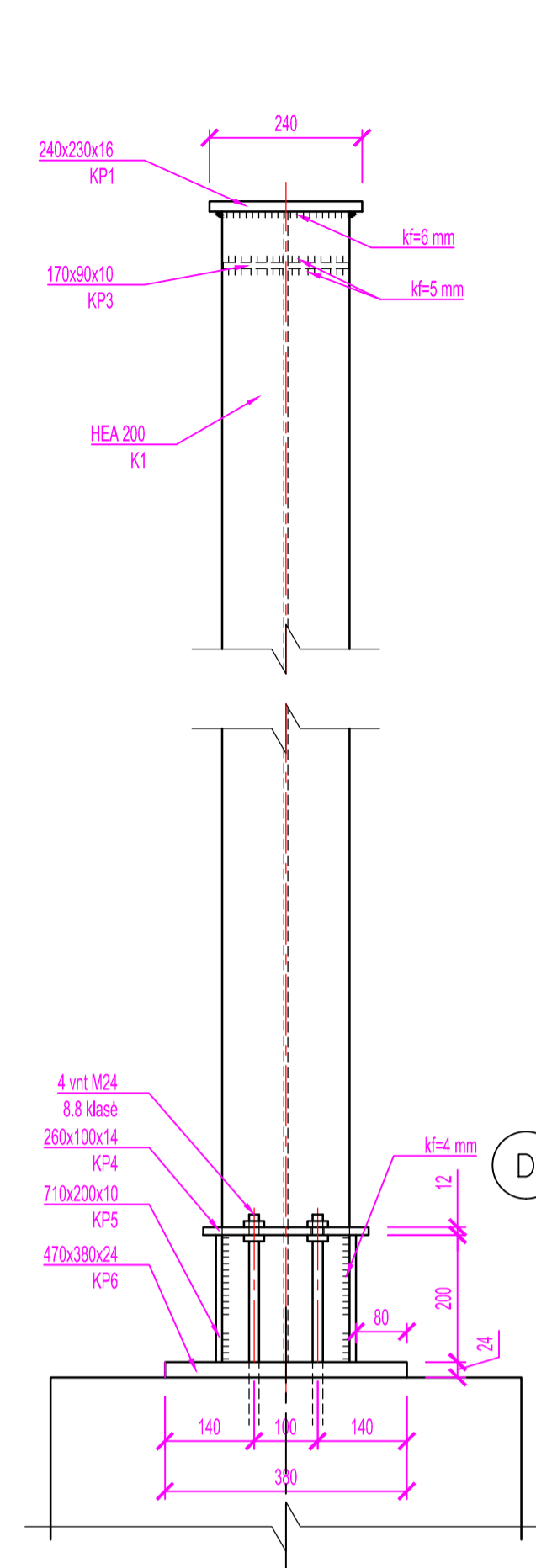
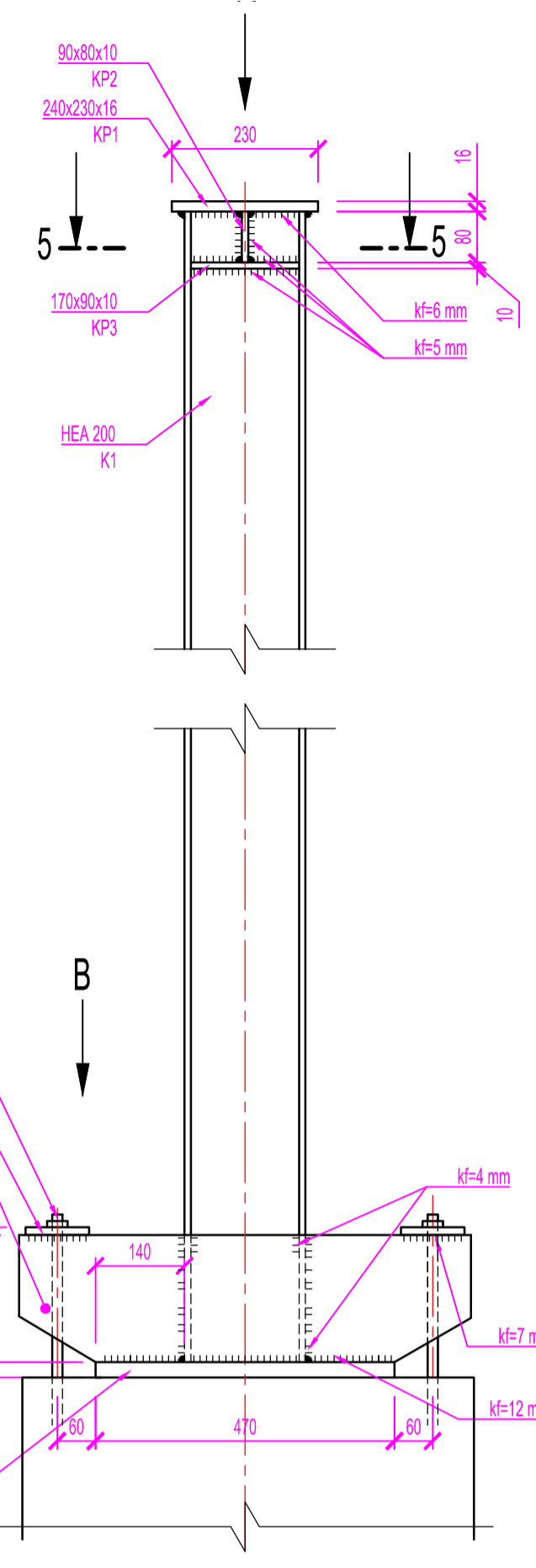
PERDANGOS PLOKŠTĖ KLASĖSE Mastelis 1:50



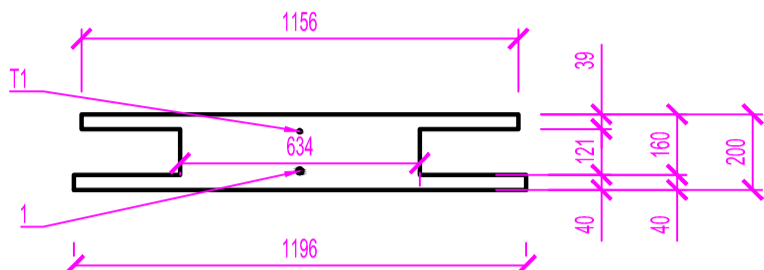
STOGO SIJA Mastelis 1:20



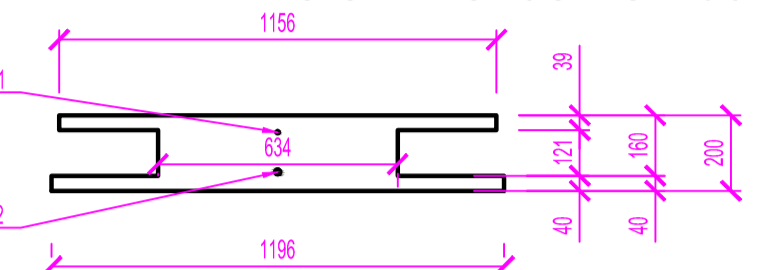
PLIENINĖ KOLONA Mastelis 1:10



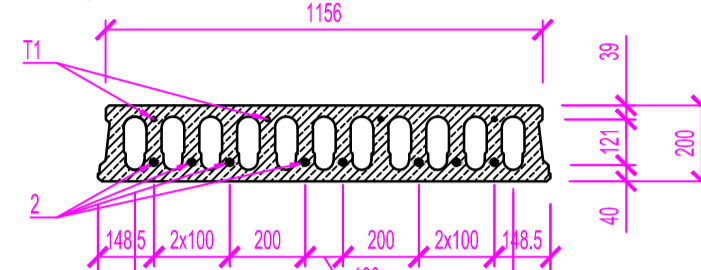
EKVIVALENTINIS SKERSPJŪVIS M astelis 1:20



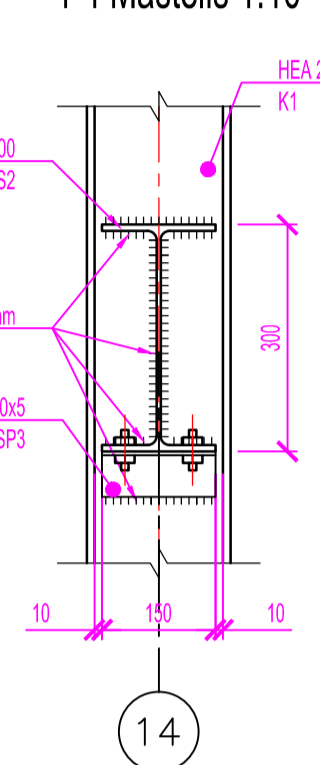
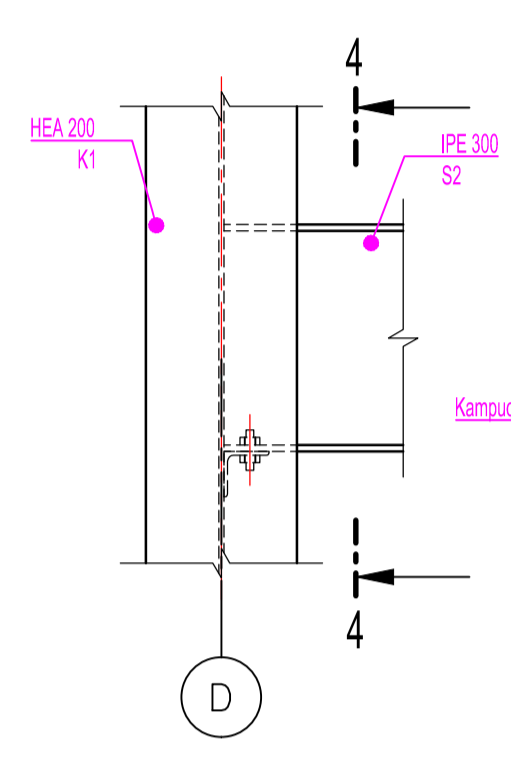
EKVIVALENTINIS SKERSPJŪVIS Mastelis 1:20



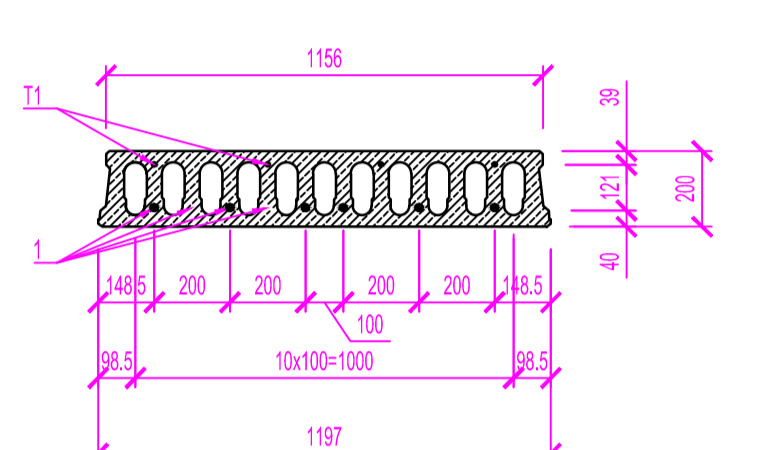
2-2 Mastelis 1:20



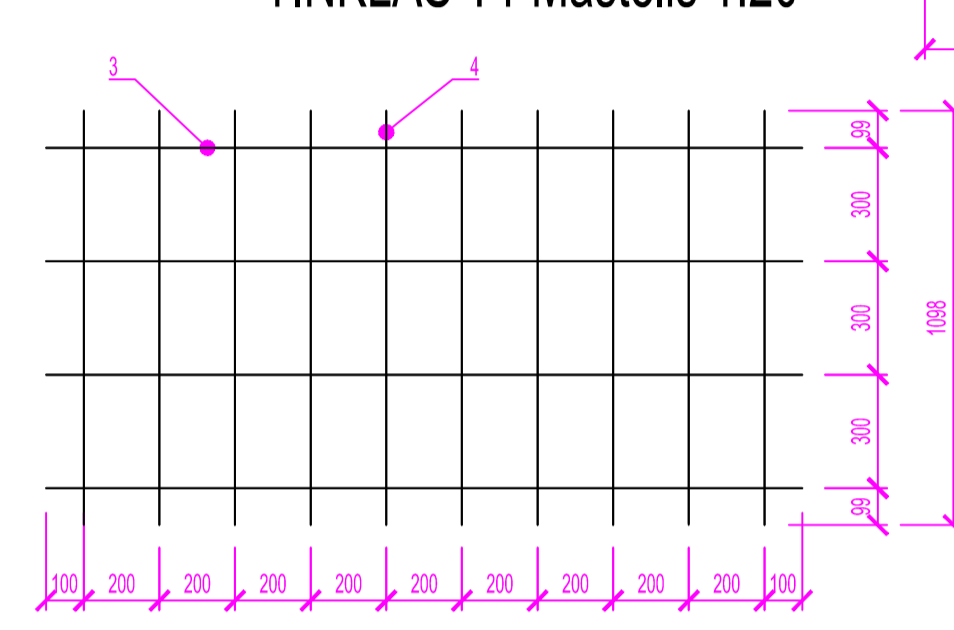
PERGANGOS SIJA Mastelis 1:20



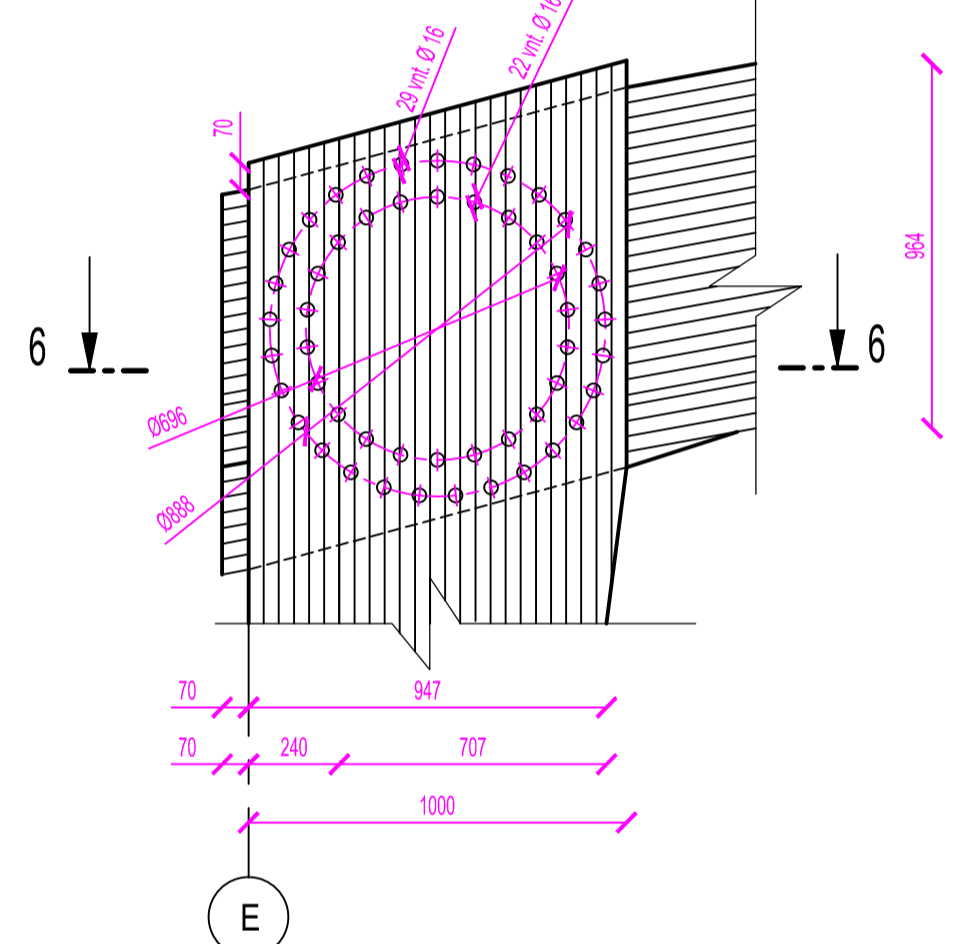
1-1 Mastelis 1:20



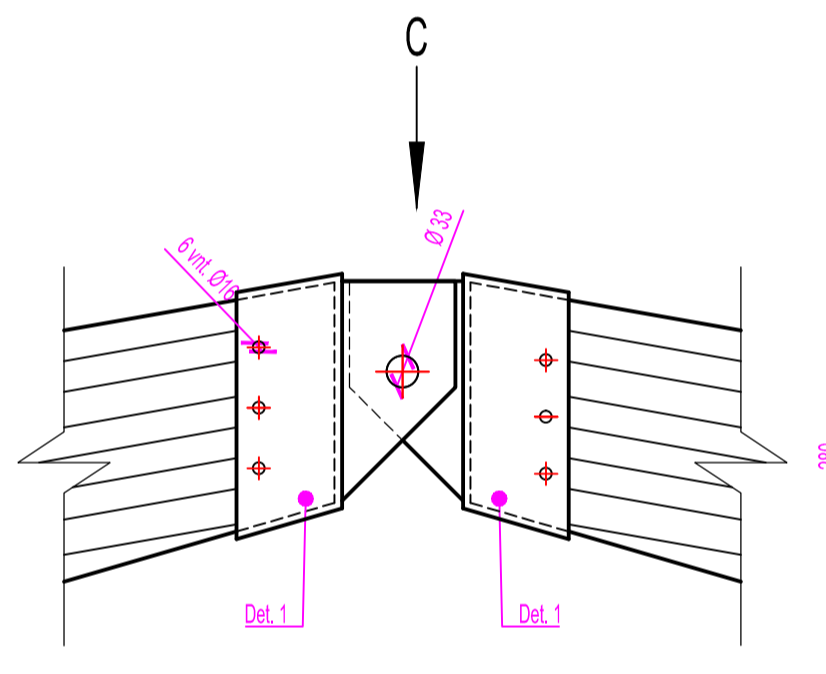
TINKLAS T1 Mastelis 1:20



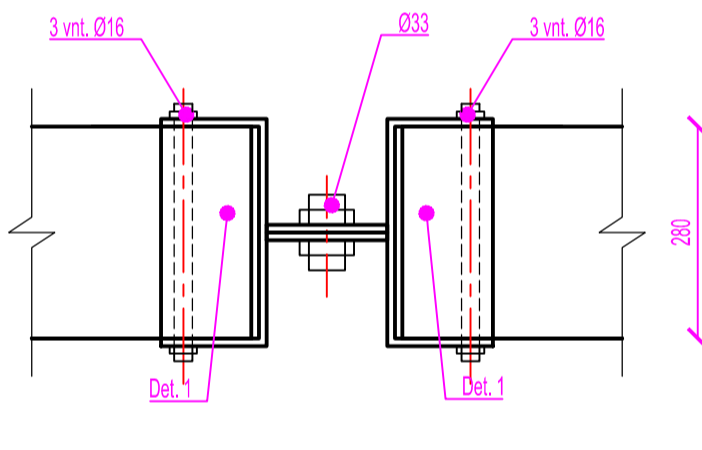
KARNIZO MAZGAS Mastelis 1:20



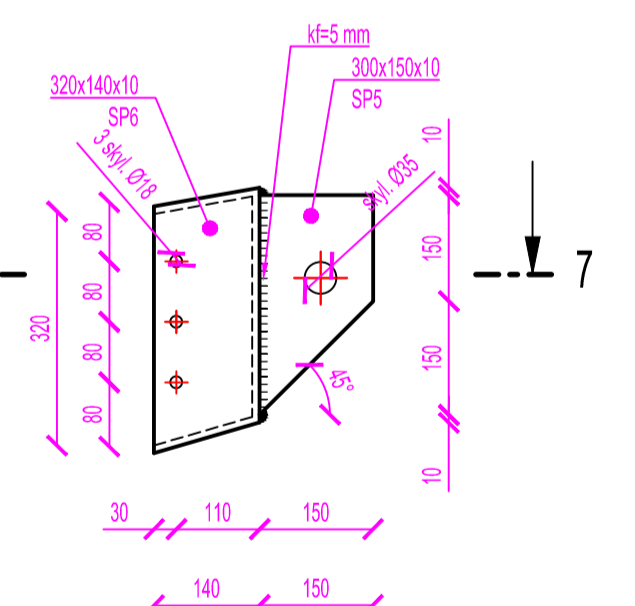
KRAIGO MAZGAS Mastelis 1:10



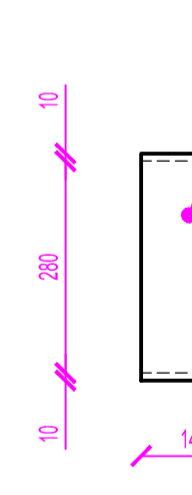
C Mastelis 1:10



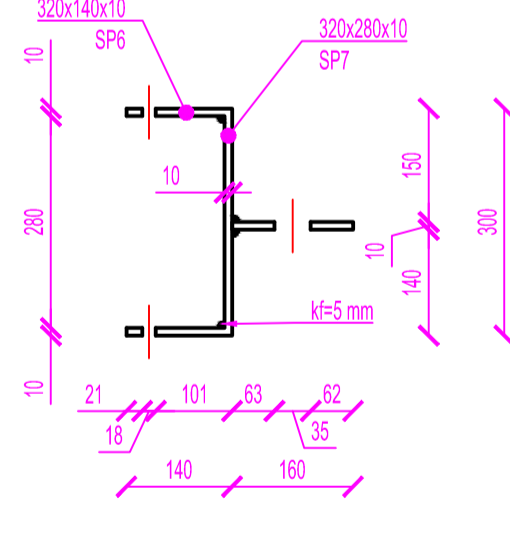
Det. 1 Mastelis 1:10



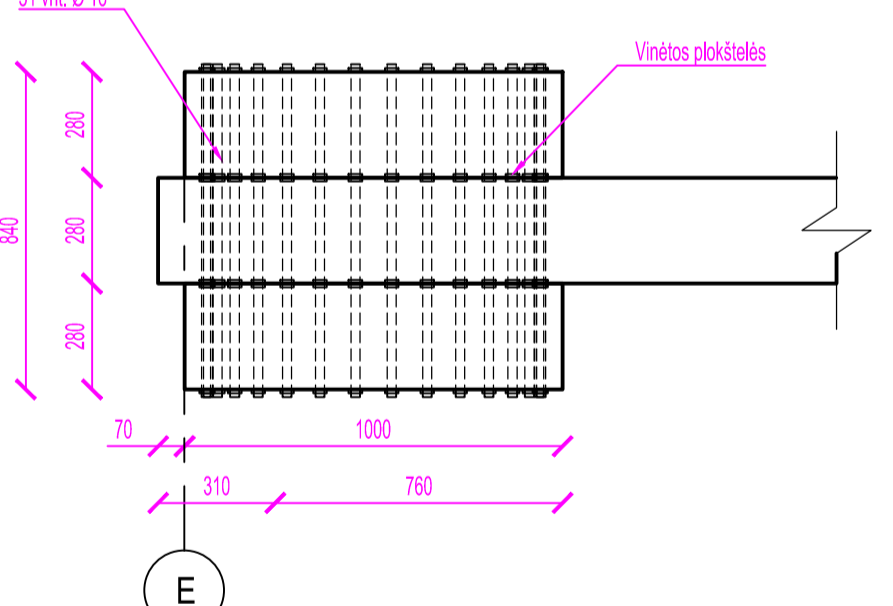
D Mastelis 1:10



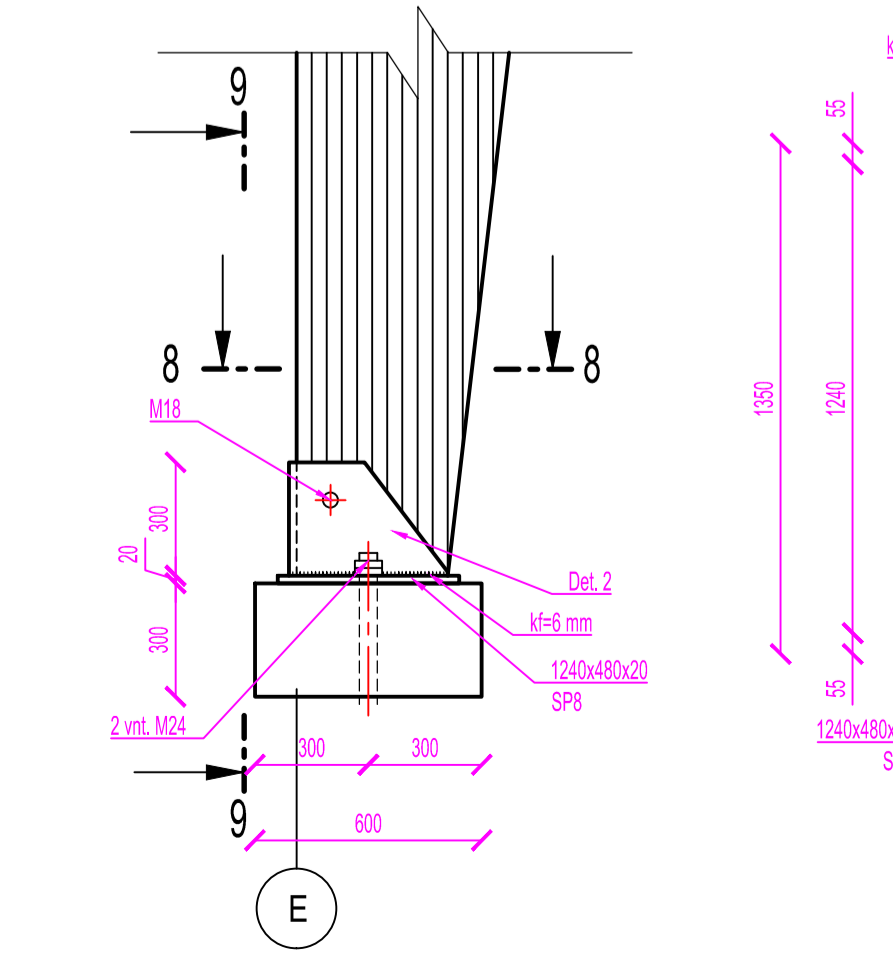
7-7 Mastelis 1:10



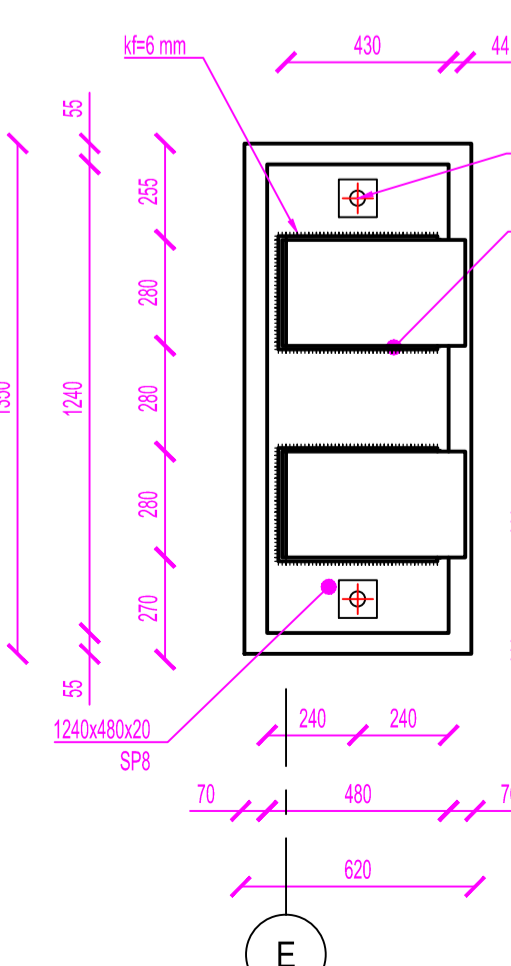
6-6 Mastelis 1:20



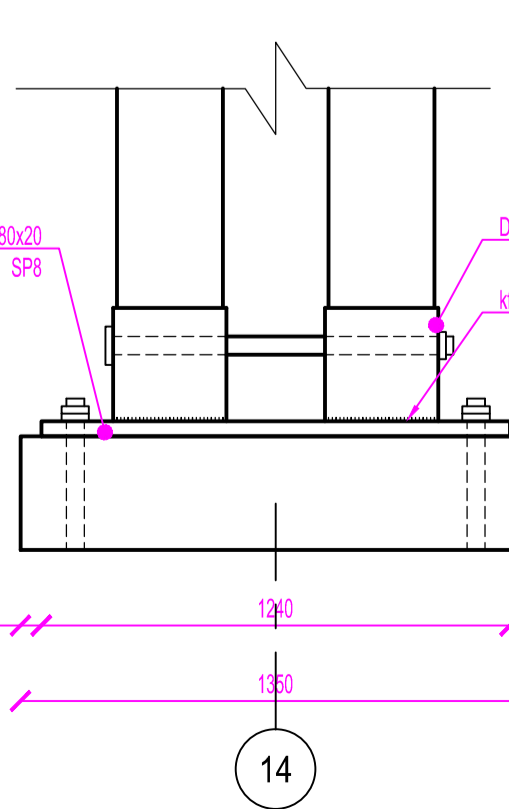
ATRAMINIS MAZGAS Mastelis 1:20



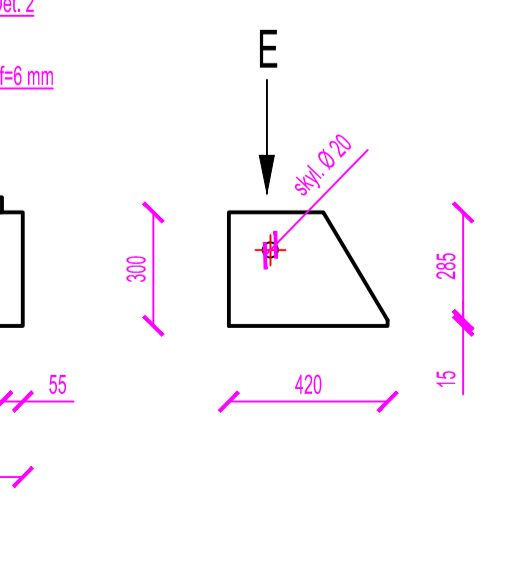
8-8 Mastelis 1:20



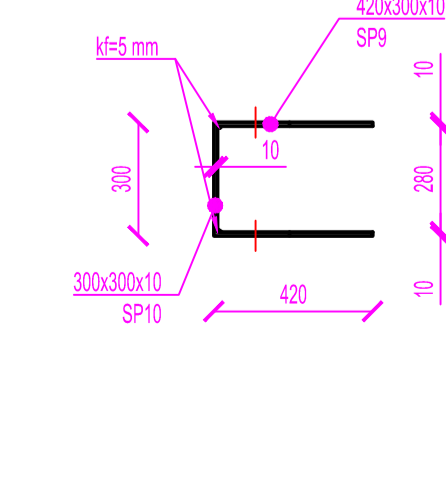
9-9 Mastelis 1:20



Det. 2 Mastelis 1:20



E Mastelis 1:20



Medinių konstrukcijų specifikacija

Eil. Nr	Pavadinimas	Skerspjūvis, mm	Skerspjūvio plotas, cm²	Ilgis, mm	Mato vnt.	Kiekis	Masė, kg
1	Kolona	6420x1000x280	9,50	6420	vnt.	4	9274,53
2	Sija	7656x1000x280	5,75	7656	vnt.	2	3345,20
VISO							12619,74

Plieninių konstrukcijų specifikacija

Eil. Nr	Pavadinimas	Skerspjūvis	Skerspjūvio plotas, cm²	Ilgis, mm	Mato vnt.	Kiekis	Masė, kg	Elementų kiekis vnt.	Iš viso masė, kg
Stogo sija									
1	S1	IPE 140	16,40	3 019	vnt.	1	38,95	1	38,95
2	SP1	220x220x16	35,20	220	vnt.	2	3,43		3,43
3	SP2	200x80x10	8,00	200	vnt.	1	1,56		1,56
Siūlės 1%									0,44
Varžtai 0,1%									0,04
Iš viso metalo:									44,42
Perdangos sija									
4	S2	IPE 300	53,80	5 230	vnt.	1	220,71	1	220,71
5	SP3	70x70x5	8,14	150	vnt.	1	0,96		0,96
Siūlės 1%									2,22
Varžtai 0,1%									0,22
Iš viso metalo:									224,10
Mediniams rėmui naudojamos plieninės detalės									
6	Det. 1	SP4	300x140x10	14,00	300	vnt.	4	9,36	18,72
7		SP5	300x150x10	32,00	10	vnt.	2	0,16	0,31
8		SP6	320x140x10	14,00	320	vnt.	4	9,98	19,97
9	Det. 2	SP7	320x280x10	28,00	320	vnt.	2	4,99	9,98
10		SP8	1240x480x20	96,00	1 240	vnt.	1	9,67	19,34
11	Det. 2	SP9	420x300x10	1 017,75	10	vnt.	4	0,31	0,62
12		SP10	300x300x10	30,00	300	vnt.	2	4,68	9,36
Siūlės 1%									0,78
Varžtai 0,1%									0,08
Iš viso metalo:									79,17
Kolona									
13	K1	HEA 200	53,80	5 880	vnt.	1	248,72		248,72
14	KP1	240x230x16	36,80	240	vnt.	1	1,87		1,87
15	KP2	90x80x10	8,00	90	vnt.	1	0,70		0,70
16	KP3	170x90x10	9,00	170	vnt.	1	1,33		1,33
17	KP4	260x100x14	14,00	260	vnt.	1	2,03		2,03
18	KP5	710x200x10	20,00	710	vnt.	1	5,54		5,54
19	KP6	470x380x24	91,20	470	vnt.	1	3,67		3,67
Siūlės 1%									8,70
Varžtai 0,1%									0,87
Iš viso metalo:									879,98
Iš viso metalo rėmiui sunaudota:									1 227,68

Geležbetoninių konstrukcijų specifikacija

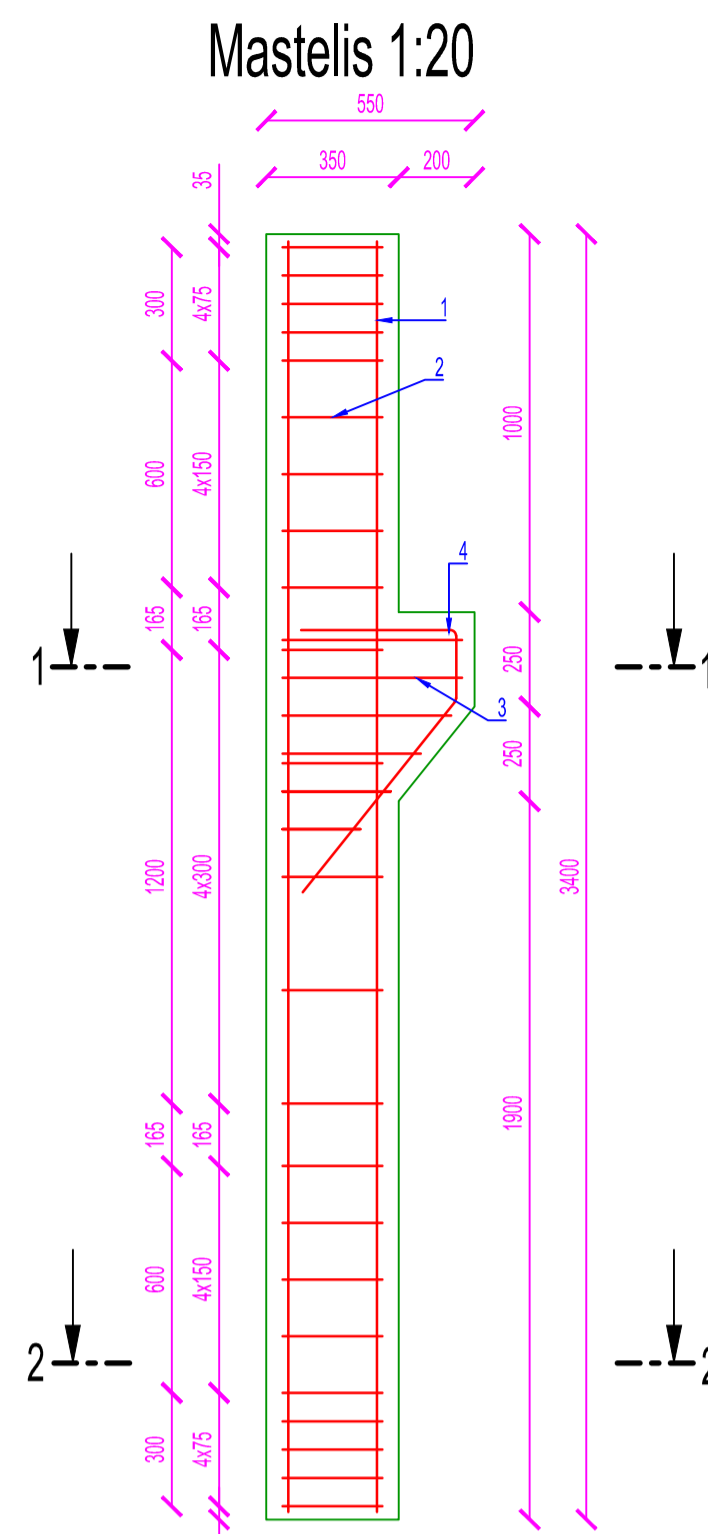
Posicija	Žymėjimas	Armatūros klasė	Kiekis	Ilgis, m	Skerspjūvis, m²	Diametras, mm	Svoris, kg	
							Vieneto	Viso
Perdangos plokštė sporto salėje								
Armatūros dirbiniai								
1	1	Y1860 S	6	6,000		9,3 (7lyniai)	2,437	14,622
Tinklas 1 (2 vnt.)								
3	T1	400	4	2,000		5	0,308	1,232
4	T1	400	10	1,098		5	0,169	1,691
Medžiagos								
Betonas C30/37 V=0,894 m³								
Iš viso: betonas C30/37 V=0,894 m³ ir armatūra 20,468 kg								
Perdangos plokštė klasėse								
Armatūros dirbiniai								
2	1	Y1860 S	8	7,320		9,3 (7lyniai)	2,973	23,784
Tinklas 1 (2 vnt.)								
3	T1	400	4	2,000		5	0,308	1,232
4	T1	400	10	1,098		5	0,169	1,691
Medžiagos								
Betonas C30/37 V=1,093 m³								
Iš viso: betonas C30/37 V=1,093 m³ ir armatūra 29,630 kg								

Pastabos:

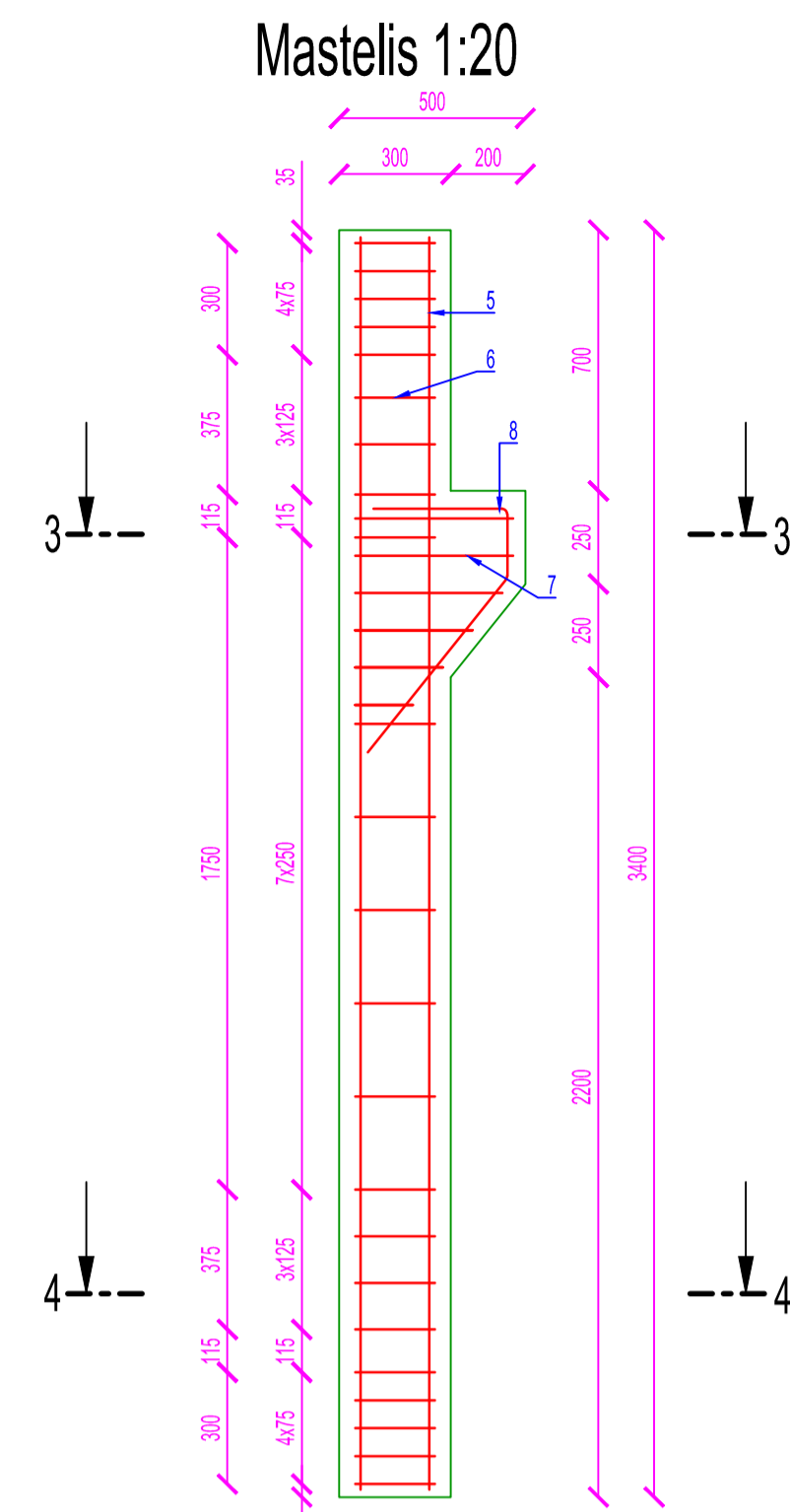
- Matmenys nurydyti mm
- Projektuojamo pastato vieta - Vilnius. Sniego apkrovos rajonas - II. Vėjo apkrovos rajonas - I.
- Paklotas Ruukki SP2C X-PIR
- Mediniai elementai gaminami iš klijuotos medienos GL24h klasės
- Medinės sijos ir medinės kolonos jungimui naudojamos vinėtos plokštelės (buldogai)
- Plieniniai elementai naudojami medinio rėmo sujungimui gaminami iš S235 markės plieno
- Plieninės sijos ir kolona gaminama iš S275 markės plieno, LST EN 10025 - 2
- Prieš atliekant suvirinimo darbus, elementai kruopščiai nuvalomi nuo rūdžių bei kitų nešvarumų
- Virinimui naudojama G35 elektrodinė viela, dw=1,4-2 mm, siūlės padėtis - laiveliu
- Metaliniai elementai gruntuojami ir dažomi pagal LST EN ISO 12944 - 2:2000
- Prieš atliekant suvirinimo darbus, elementai kruopščiai nuvalomi nuo rūdžių bei kitų nešvarumų
- Kiekiai pateikiami vienam rėmiui
- Rėmų skaičius projektuojamame pastate 6 vnt.

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrinis darbas	
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10	Lavoriškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas	M. Kasilevičius		
	Konsult.	V. Paukštys		
Pr. etapas	Stybinių konstrukcijų katedra		Laida	
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		A	
	2017-MBD-SK		Lapas	Lapų
			7	8

KOLONA PO MONOLITINE PERDANGA

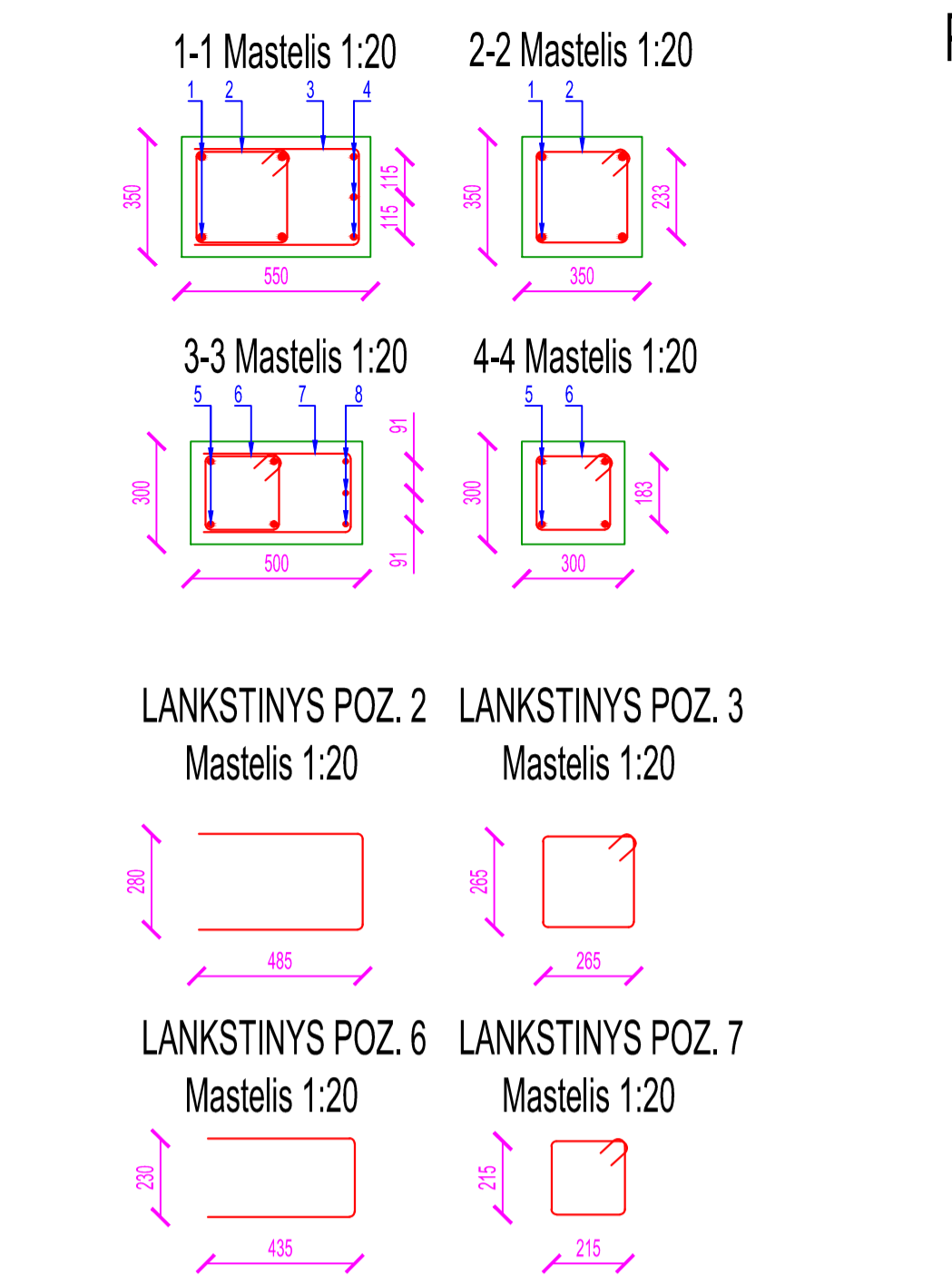


KOLONA PO SURENKAMA PERDANGA



Gruntų sluoksnio mechaninės savybės

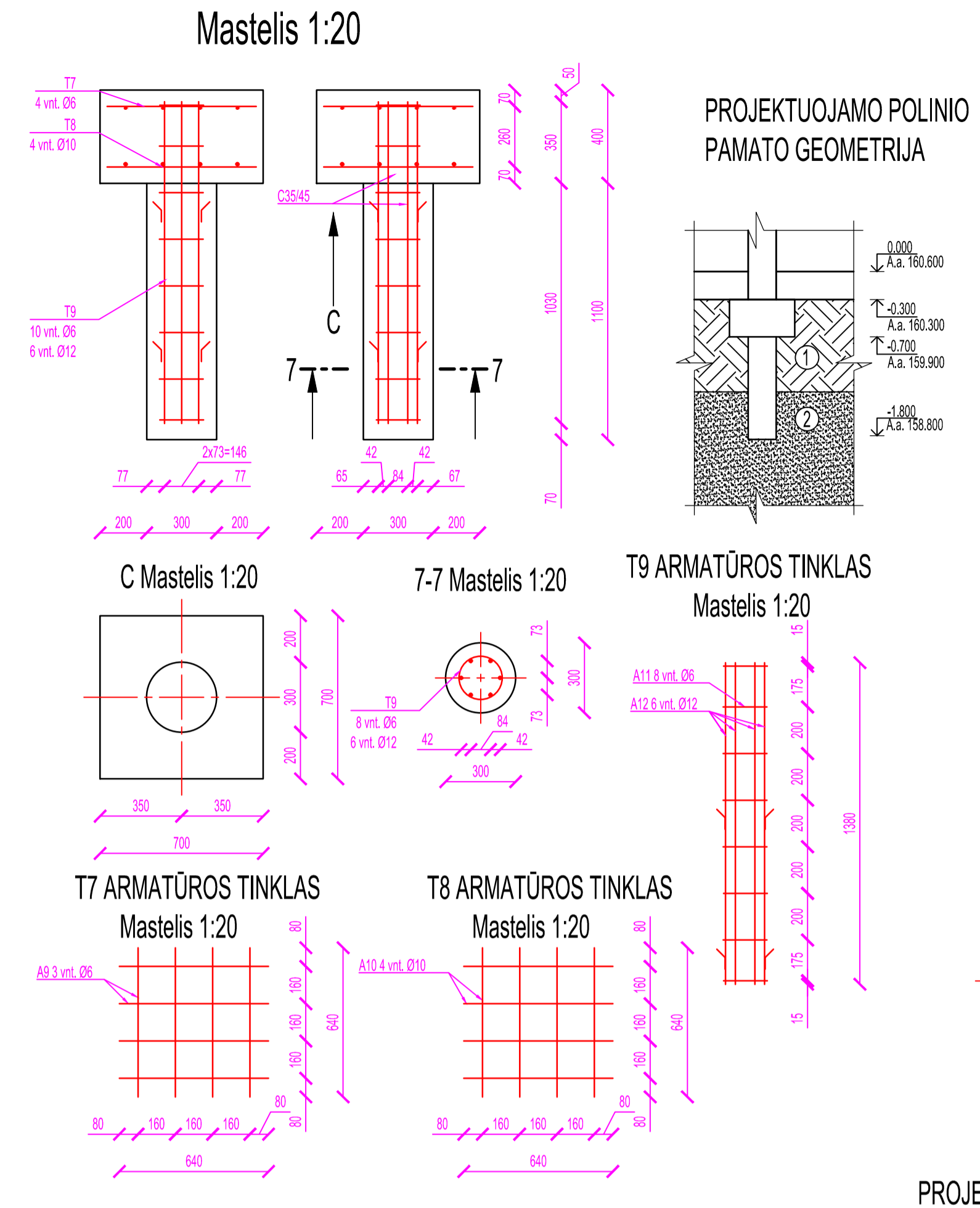
Inžinerinio geologinio sluoksnio numeris	Geologinis indeksas	Grunto aprašymas	Stupelis	Pagal S2 duomenis		
				q _s MPa	E _s MPa	φ [*] °
1	tIV	Piltinis gruntas – dirvožemis		1,4	1	-
2	fIbI	Smėlis smulkus, vidutinio tankumo		5,5	26	30
3	fIbI	Žvyras		23,9	74	37



Geležbetoninių kolonų specifikacija

Pozicija	Armatūros klasė	Kiekis	Ilgis, m	Diametras, mm	Svoris, kg	
					Vieneto	Viso
Kolona po monolitine perdangos plokšte						
1	S400	4	3,360	ø20	8,286	33,143
2		23	1,208	ø6	0,268	6,168
3		8	1,222	ø6	0,271	2,170
4		3	1,234	ø16	1,947	5,842
Kolona po surenkama perdangos plokšte						
5	S400	4	3,360	ø16	5,302	21,208
6		23	1,008	ø6	1,218	28,006
7		9	1,072	ø6	1,295	11,655
8		3	1,546	ø12	1,373	4,119
					Viso	112,311

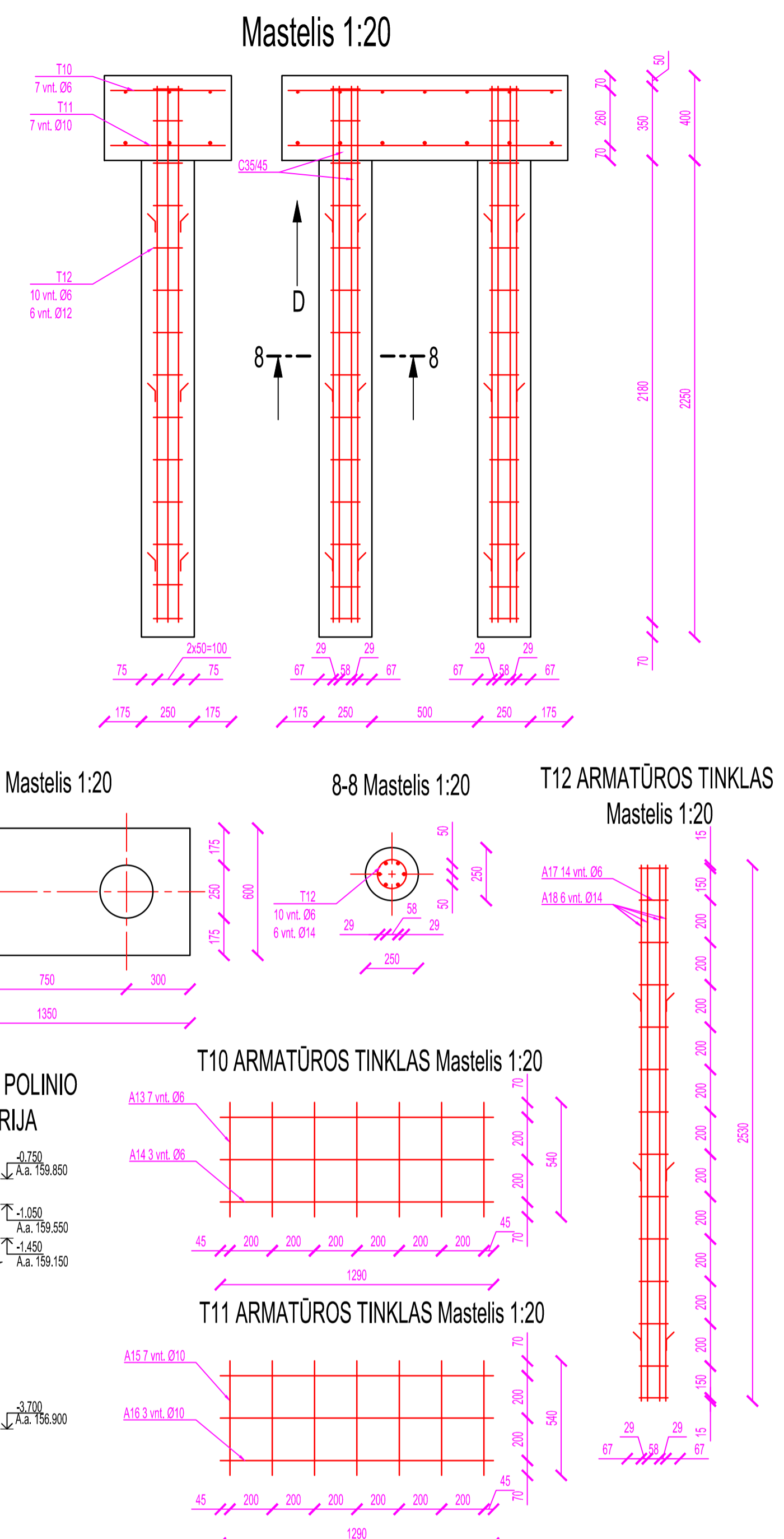
POLINIS PAMATAS PO SURENKAMA PERDANGA



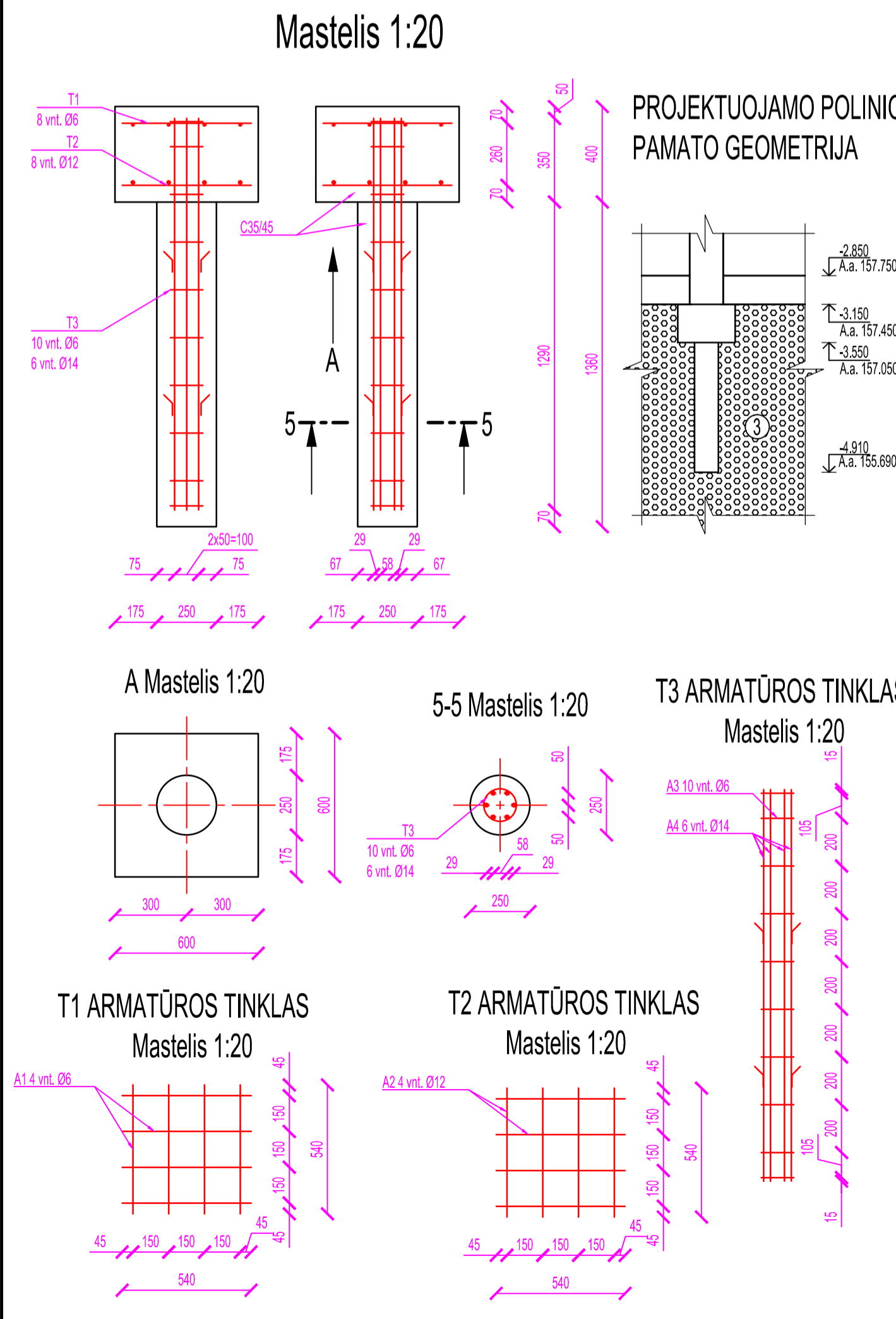
Polinių pamatų specifikacija

Pozicija	Žymėjimas	Armatūros klasė	Kiekis	Ilgis, m	Skerspjūvis, m ²	Diametras, mm	Svoris, kg
				Vieneto	Viso		
Polinis pamatas po monolitine perdanga							
Tinklas 1 (1 vnt.)							
A1	T1	S500	8	0,540		ø6	0,120, 0,959
Tinklas 2 (1 vnt.)							
A2	T2	S500	8	0,540		ø12	0,480, 3,836
Tinklas 3 (1 vnt.)							
A3	T3	S500	10	0,427		ø6	0,095, 0,948
A4	T3	S500	6	1,640		ø14	1,981, 11,887
Medžiagos							
Betonas C35/45V=0,207 m ³							
Iš viso: betonas C35/45 V=0,207 m ³ ir armatūra 17,630 kg							
Polinis pamatas po surenkama perdanga ir cokoliniu aukštu							
Tinklas 4 (1 vnt.)							
A5	T1	S500	6	0,540		ø6	0,120, 0,719
Tinklas 5 (1 vnt.)							
A6	T2	S500	6	0,540		ø10	0,333, 1,999
Tinklas 6 (1 vnt.)							
A7	T3	S500	9	0,427		ø6	0,095, 0,853
A8	T3	S500	6	1,540		ø12	1,368, 8,205
Medžiagos							
Betonas C35/45V=0,202 m ³							
Iš viso: betonas C35/45 V=0,202 m ³ ir armatūra 11,777 kg							
Polinis pamatas po surenkama perdanga ir cokoliniu aukštu							
Tinklas 7 (1 vnt.)							
A9	T1	S500	8	0,640		ø6	0,142, 1,137
Tinklas 8 (1 vnt.)							
A10	T2	S500	8	0,640		ø10	0,395, 3,159
Tinklas 9 (1 vnt.)							
A11	T3	S500	8	0,584		ø6	0,130, 1,037
A12	T3	S500	6	1,380		ø12	1,225, 7,353
Medžiagos							
Betonas C35/45V=0,222 m ³							
Iš viso: betonas C35/45 V=0,222 m ³ ir armatūra 12,686 kg							
Polinis pamatas po mediniu rėmu							
Tinklas 10 (1 vnt.)							
A13	T1	S500	7	0,540		ø6	0,120, 0,839
A14	T1	S500	3	1,290		ø6	0,286, 0,859
Tinklas 11 (1 vnt.)							
A15	T2	S500	7	0,540		ø10	0,333, 2,332
A16	T2	S500	3	1,290		ø10	0,796, 2,388
Tinklas 12 (2 vnt.)							
A17	T3	S500	14	0,427		ø6	0,095, 1,327
A18	T3	S500	6	2,530		ø14	3,056, 18,337
Medžiagos							
Betonas C35/45V=0,545 m ³							
Iš viso: betonas C35/45 V=0,545 m ³ ir armatūra 45,747 kg							

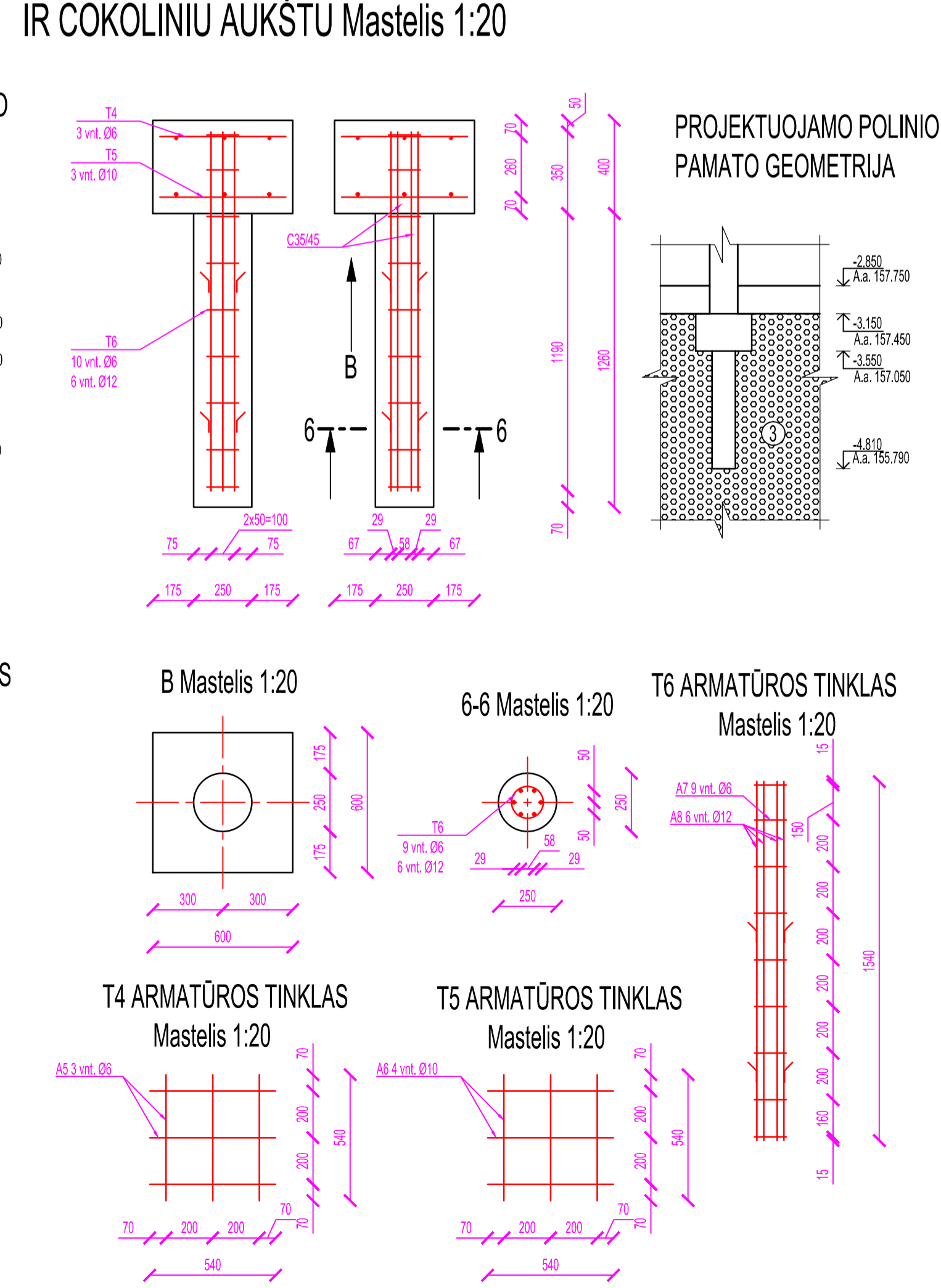
POLINIS PAMATAS PO MEDINIŲ RĖMŲ



POLINIS PAMATAS PO MONOLITINE PERDANGA



POLINIS PAMATAS PO SURENKAMA PERDANGA IR COKOLINIŲ AUKŠTŲ



Polinių pamatų specifikacija

Pastabos:

- Matmenys nurydyti mm
- Kolonoms naudojamas C30/37 klasės betonas
- Kolonų apsauginis betono sluoksnis 40 mm
- Kolonų išilginės armatūros klasė S400, o skersinės armatūros S240
- Poliams ir galvenoms naudojamas C35/45 klasės betonas
- Polii apsauginis betono sluoksnis 60 mm
- Galvenų apsauginis betono sluoksnis 70 mm
- Poliai ir galvenos armuojamos S500 klasės armatūra
- Kolonoms, poliams ir galvenoms armuojamos rėštai armatūros tinklais
- Kiekiai pateikiami vienam elementui

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistrinis darbas	
SSM 5	Studentė	E. Navickaitė	2017-01-10	Lavoriškių pagrindinės mokyklos Vilniuje pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas
	Vadovas	M. Kasilevičius		Perdangos plokštės, plieninė kolona, plieninės sijos, medinis rėmas
	Konsult.	V. Paukštys		
Pr. etapas	Statybinių konstrukcijų katedra		2017-MBD-SK	Laida
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			Lapas
				8

Priedai

Monolitinės briaunosios plokštės skaičiavimas

Perdangos elementų skerspjūvio nustatymas

Betono klasė C16/20. Skaičiuojamasis betono stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot \frac{16}{1,5} = 9,60 \text{MPa} \quad (\text{pr.1})$$

Preliminarus briaunosios plokštės storis:

$$h_{pl_1} = 35 \cdot l_s \cdot \sqrt{\frac{(l_s + q_k)}{f_{cd}}} = 35 \cdot 1,9 \cdot \sqrt{\frac{1,90 + 3,0}{9,60}} = 47,51 \text{ mm} \quad (\text{pr.2})$$

Preliminarus šalutinės sijos aukštis:

$$h_{sb} = 75 \cdot l_{sb} \cdot \sqrt{\frac{0,55 \cdot l_{sb} + q_k}{f_{cd}}} = 75 \cdot 6,30 \cdot \sqrt{\frac{0,55 \cdot 6,30 + 3,0}{9,60}} = 387,75 \text{ mm} \quad (\text{pr.3})$$

Preliminarus pagrindinės sijos aukštis:

$$h_{mb} = 90 \cdot \sqrt{\frac{(0,5 \cdot l_{mb}^2 + q_k \cdot l_{sb}) \cdot l_{mb}}{f_{cd}}} \quad (\text{pr.4})$$
$$= 90 \cdot \sqrt{\frac{(0,5 \cdot 9,085^2 + 3,0 \cdot 6,30) \cdot 9,085}{9,60}} = 679,13 \text{ mm}$$

Pasirenkame šalutinės ir pagrindinių sijų aukščius: $h_{sb} = 400 \text{mm}$, $h_{mb} = 700 \text{mm}$

Pasirenkame preliminarų šalutinės sijos plotis:

$$b_{sb} = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{3}\right) \cdot h_{sb} = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{3}\right) \cdot 400 = 200 \text{mm} \quad (\text{pr.5})$$

Pasirenkame preliminarų pagrindinės sijos plotis:

$$b_{mb} = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{3}\right) \cdot h_{mb} = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{3}\right) \cdot 700 = 300 \text{mm} \quad (\text{pr.6})$$

Briaunosios perdangos plokštės storis turi būti $h_{pl} = 60 \text{mm} > 49,01 \text{mm}$. Priimame 60 mm.

Plokščių geometriniai parametrai

Apskaičiuojame keturių rūšių skaičiuojamuosius plokščių geometrinius parametrus.

Pirmosios kraštinės plokštės (kai $l_{sk_1} = 1500 \text{ mm}$, $l_{sbk_1} = 6190 \text{ mm}$): kai $e = 0 \text{ mm}$, $c = 125 \text{ mm}$

Pirmosios plotis:

$$\begin{aligned} b_{eff_1} &= l_{sk_1} - 0,5 \cdot b_{sb} + a_{b_1} + a_{b_2} = 1500 - 0,5 \cdot 200 + 30 + 30 \\ &= 1460 \text{ mm} \end{aligned} \quad (\text{pr.7})$$

Pirmosios plokštės ilgis:

$$l_{eff_1} = l_{sbk_1} - b_{mb} + a_{l_1} + a_{l_2} = 6190 - 300 + 30 + 30 = 5950 \text{ mm} \quad (\text{pr.8})$$

Ilgio ir pločio santykis:

$$\frac{l_{eff_1}}{b_{eff_1}} = \frac{5950}{1460} = 4,08 > 2 \quad (\text{pr.9})$$

Antrosios kraštinės plokštės (kai $l_{sk_2} = 1805 \text{ mm}$, $l_{sbk_2} = 4910 \text{ mm}$):

Antrosios plotis:

$$\begin{aligned} b_{eff_2} &= l_{sk_2} - 0,5 \cdot b_{sb} + a_{b_1} + a_{b_2} = 1805 - 0,5 \cdot 200 + 30 + 30 \\ &= 1765 \text{ mm} \end{aligned} \quad (\text{pr.10})$$

Antrosios plokštės ilgis:

$$l_{eff_2} = l_{sbk_2} - b_{mb} + a_{l_1} + a_{l_2} = 4910 - 300 + 30 + 30 = 4670 \text{ mm} \quad (\text{pr.11})$$

Ilgio ir pločio santykis:

$$\frac{l_{eff_2}}{b_{eff_2}} = \frac{4670}{1765} = 2,646 > 2 \quad (\text{pr.12})$$

Trečiosios kraštinės plokštės (kai $l_{sk_3} = 1885 \text{ mm}$, $l_{sbk_3} = 6300 \text{ mm}$):

Trečiosios plokštės plotis:

$$\begin{aligned} b_{eff_3} &= l_{sk_3} - 0,5 \cdot b_{sb} + a_{b_1} + a_{b_2} = 1885 - 0,5 \cdot 200 + 30 + 30 \\ &= 1845 \text{ mm} \end{aligned} \quad (\text{pr.13})$$

Trečiosios plokštės ilgis:

$$l_{eff_3} = l_{sbk_3} - b_{mb} + a_{l_1} + a_{l_2} = 6300 - 300 + 30 + 30 = 6030 \text{ mm} \quad (\text{pr.14})$$

Ilgio ir pločio santykis:

$$\frac{l_{eff_3}}{b_{eff_3}} = \frac{6030}{1845} = 3,27 > 2 \quad (\text{pr.15})$$

Ketvirtosios kraštinės plokštės (kai $l_{sk_4} = 1890 \text{ mm}$, $l_{sbk_4} = 5505 \text{ mm}$),

Ketvirtosios plokštės plotis:

$$b_{eff4} = l_{sk4} - 0,5 \cdot b_{sb} + a_{b1} + a_{b1} = 1890 - 0,5 \cdot 200 + 30 + 30 = 1850 \text{ mm} \quad (\text{pr.16})$$

Ketvirtosios plokštės ilgis:

$$l_{eff4} = l_{sbk4} - b_{mb} + a_{l1} + a_{l2} = 5505 - 300 + 30 + 30 = 5265 \text{ mm} \quad (\text{pr.17})$$

Ilgio ir pločio santykis:

$$\frac{l_{eff4}}{b_{eff4}} = \frac{5265}{1850} = 2,86 > 2 \quad (\text{pr.18})$$

Pirmosios grupės vidurinių plokščių skaičiuotinas plotis ir ilgis apskaičiuojamas (kai $l_{s1} = 1885 \text{ mm}$). Pirmosios grupės vidurinių plokščių plotis ir ilgis

$$b_{eff1.1} = l_{s1a} - b_{sb} + a_{b2} + a_{b2} = 1885 - 200 + 30 + 30 = 1745 \text{ mm} \quad (\text{pr.19})$$

$$l_{eff1.1} = l_{sbk1} - b_{mb} + a_{l1} + a_{l2} = 6190 - 300 + 30 + 30 = 5950 \text{ mm} \quad (\text{pr.20})$$

Ilgio ir pločio santykis:

$$\frac{l_{eff1.1}}{b_{eff1.1}} = \frac{5950}{1745} = 3,41 > 2 \quad (\text{pr.21})$$

(kai $l_{s2} = 1850 \text{ mm}$), antrosios grupės vidurinių plokščių plotis, ilgis ir santykis

$$b_{eff1.2} = l_{s2} - b_{sb} + a_{b2} + a_{b2} = 1850 - 200 + 30 + 30 = 1710 \text{ mm} \quad (\text{pr.22})$$

$$l_{eff1.2} = l_{sbk2} - b_{mb} + a_{l1} + a_{l2} = 4910 - 300 + 30 + 30 = 4670 \text{ mm} \quad (\text{pr.23})$$

$$\frac{l_{eff1.2}}{b_{eff1.2}} = \frac{4670}{1710} = 2,73 > 2 \quad (\text{pr.24})$$

(kai $l_{s3} = 1900 \text{ mm}$), trečiosios grupės vidurinių plokščių plotis, ilgis ir santykis

$$b_{eff1.3} = l_{s3} - b_{sb} + a_{b2} + a_{b2} = 1900 - 200 + 30 + 30 = 1760 \text{ mm} \quad (\text{pr.25})$$

$$l_{eff1.3} = l_{sbk3} - b_{mb} + a_{l1} + a_{l2} = 6300 - 300 + 30 + 30 = 6060 \text{ mm} \quad (\text{pr.26})$$

$$\frac{l_{eff1.3}}{b_{eff1.3}} = \frac{6060}{1760} = 3,44 > 2 \quad (\text{pr.27})$$

(kai $l_{s4} = 1900 \text{ mm}$), ketvirtosios grupės vidurinių plokščių plotis, ilgis ir santykis

$$b_{eff1.4} = l_{s4} - b_{sb} + a_{b2} + a_{b2} = 1900 - 200 + 30 + 30 = 1760 \text{ mm} \quad (\text{pr.28})$$

$$l_{eff1.4} = l_{sbk4} - b_{mb} + a_{l1} + a_{l2} = 5505 - 300 + 30 + 30 = 5265 \text{ mm} \quad (\text{pr.29})$$

$$\frac{l_{eff1.4}}{b_{eff1.4}} = \frac{5265}{1760} = 2,99 > 2 \quad (\text{pr.30})$$

čia l_s – šalutinių sijų žingsnis; [18]

l_{sbk} – šalutinių sijų ilgis; [18]

a_i – atstumai [18]

$$a_{b_1} = \min\{0,5h_{pl}; 0,5c\} = \min\{30; 63\} = 30 \text{ mm}; \quad (\text{pr.31})$$

$$a_{b_2} = \min\{0,5h_{pl}; 0,5b_{sb}\} = \min\{30; 100\} = 30 \text{ mm}; \quad (\text{pr.32})$$

$$a_{l_1} = \min\{0,5h_{pl}; 0,5c\} = \min\{30; 63\} = 30 \text{ mm}; \quad (\text{pr.33})$$

$$a_{l_2} = \min\{0,5h_{pl}; 0,5b_{mb}\} = \min\{30; 125\} = 30 \text{ mm}; \quad (\text{pr.34})$$

Tuomet keturių grupių plokščių kraštinių ir vidurinių tarpatramių ilgiai:

$$b'_{eff_1} = l_{sk_1} - 0,5 \cdot b_{sb} = 1500 - 0,5 \cdot 200 = 1400 \text{ mm} \quad (\text{pr.35})$$

$$b'_{eff_2} = l_{sk_2} - 0,5 \cdot b_{sb} = 1805 - 0,5 \cdot 200 = 1705 \text{ mm} \quad (\text{pr.36})$$

$$b'_{eff_3} = l_{sk_3} - 0,5 \cdot b_{sb} = 1885 - 0,5 \cdot 200 = 1785 \text{ mm} \quad (\text{pr.37})$$

$$b'_{eff_4} = l_{sk_4} - 0,5 \cdot b_{sb} = 1890 - 0,5 \cdot 200 = 1790 \text{ mm} \quad (\text{pr.38})$$

$$b'_{eff_{1.1}} = l_{s_1} - b_{sb} = 1885 - 200 = 1685 \text{ mm} \quad (\text{pr.39})$$

$$b'_{eff_{1.2}} = l_{s_2} - b_{sb} = 1850 - 200 = 1650 \text{ mm} \quad (\text{pr.40})$$

$$b'_{eff_{1.3}} = l_{s_3} - b_{sb} = 1900 - 200 = 1700 \text{ mm} \quad (\text{pr.41})$$

$$b'_{eff_{1.3}} = b'_{eff_{1.4}} = 1700 \text{ mm}$$

Armatūros kiekių skaičiavimas

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{1(1)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{1,532 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,123 < \mu_{Eds,lim(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.42})$$

$$\begin{aligned} \mu_{Eds,lim(plokš.)} &= \eta\lambda\xi_{lim}(1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) \\ &= 0,295; \end{aligned} \quad (\text{pr.43})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,123}{1,0}} \right) = 0,165 < 0,45 \quad (\text{pr.44})$$

Pirmos grupės plokštėje atramoje B atsiranda plastinis šarnyras:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{B(1)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{1,711 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,138 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.45})$$

$$\begin{aligned} \mu_{Eds,lim(atr.)} &= \eta\lambda\xi_{lim}(1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) \\ &= 1 \cdot 0,8 \cdot 0,288 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,288) = 0,204; \end{aligned} \quad (\text{pr.46})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,138}{1,0}} \right) = 0,186 < 0,288 \quad (\text{pr.47})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{2(1)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{1,903 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,153 < \mu_{Eds,lim(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.48})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,153}{1,0}} \right) = 0,209 < 0,45 \quad (\text{pr.49})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{C(1)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{2,036 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,164 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.50})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,164}{1,0}} \right) = 0,225 < 0,288 \quad (\text{pr.51})$$

Apskaičiuojamas pirmos grupės plokštės armatūros kiekis virš sienos:

$$M_{A(1)} = 0,25 \cdot M_{1(1)} = 0,25 \cdot 1,532 = 0,383 \text{ kNm} \quad (\text{pr.52})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{A(1)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{0,383 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,031 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.53})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,031}{1,0}} \right) = 0,039 < 0,288 \quad (\text{pr.54})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{1(2)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{2,24 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,180 < \mu_{Eds,lim(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.55})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,180}{1,0}} \right) = 0,250 < 0,45 \quad (\text{pr.56})$$

Antros grupės plokštėje atramoje B atsiranda plastinis šarnyras:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{B(2)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{2,023 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,163 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.57})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,163}{1,0}} \right) = 0,223 < 0,288 \quad (\text{pr.58})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{2(2)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{1,635 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,131 < \mu_{Eds,lim(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.59})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,131}{1,0}} \right) = 0,177 < 0,45 \quad (\text{pr.60})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{C(2)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{1,740 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,140 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.61})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,140}{1,0}} \right) = 0,189 < 0,288 \quad (\text{pr.62})$$

Apskaičiuojamas antros grupės plokštės armatūros kiekis virš sienos:

$$M_{A(2)} = 0,25 \cdot M_{1(2)} = 0,25 \cdot 2,24 = 0,56 \text{ kNm} \quad (\text{pr.63})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{A(2)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{0,56 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,045 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.64})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,045}{1,0}} \right) = 0,058 < 0,288 \quad (\text{pr.65})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{1(3)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{2,447 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,197 < \mu_{Eds,lim(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.66})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,197}{1,0}} \right) = 0,276 < 0,45 \quad (\text{pr.67})$$

Trečios grupės plokštėje atramoje B atsiranda plastinis šarnyras:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{B(3)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{2,183 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,175 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.68})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,175}{1,0}} \right) = 0,243 < 0,288 \quad (\text{pr.69})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{2(3)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{1,732 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,139 < \mu_{Eds,lim(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.70})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,139}{1,0}} \right) = 0,188 < 0,45 \quad (\text{pr.71})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{C(3)}}{f_{cd}bd^2} = \frac{1,847 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,148 < \mu_{Eds,lim(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.72})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,148}{1,0}} \right) = 0,202 < 0,288 \quad (\text{pr.73})$$

Apskaičiuojamas trečios grupės plokštės armatūros kiekis virš sienos:

$$M_{A(3)} = 0,25 \cdot M_{1(3)} = 0,25 \cdot 2,447 = 0,612 \text{ kNm} \quad (\text{pr.74})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{A(3)}}{f_{cd} b d^2} = \frac{0,612 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,049 < \mu_{Eds, \text{lim}(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.75})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,049}{1,0}} \right) = 0,063 < 0,288 \quad (\text{pr.76})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{1(4)}}{f_{cd} b d^2} = \frac{2,461 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 34^2} = 0,198 < \mu_{Eds, \text{lim}(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.77})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,198}{1,0}} \right) = 0,278 < 0,45 \quad (\text{pr.78})$$

Ketvirtos grupės plokštėje atramoje B atsiranda plastinis šarnyras:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{B(4)}}{f_{cd} b d^2} = \frac{2,189 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,176 < \mu_{Eds, \text{lim}(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.79})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,176}{1,0}} \right) = 0,244 < 0,288 \quad (\text{pr.80})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{2(4)}}{f_{cd} b d^2} = \frac{1,732 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,139 < \mu_{Eds, \text{lim}(plokš.)} = 0,295 \quad (\text{pr.81})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,139}{1,0}} \right) = 0,188 < 0,45 \quad (\text{pr.82})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{C(4)}}{f_{cd} b d^2} = \frac{1,847 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,148 < \mu_{Eds, \text{lim}(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.83})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,148}{1,0}} \right) = 0,202 < 0,288 \quad (\text{pr.84})$$

Apskaičiuojamas pirmos grupės plokštės armatūros kiekis virš sienos:

$$M_{A(4)} = 0,25 \cdot M_{1(4)} = 0,25 \cdot 2,461 = 0,615 \text{ kNm} \quad (\text{pr.85})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{A(4)}}{f_{cd} b d^2} = \frac{0,615 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1000 \cdot 36^2} = 0,049 < \mu_{Eds, \text{lim}(atr.)} = 0,204 \quad (\text{pr.86})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{\frac{2 \cdot 0,049}{1,0}} \right) = 0,063 < 0,288 \quad (\text{pr.87})$$

Reikiamas strypų žingsnis skirtingose plokščių ruožuose

Pirmoji perdangos grupė

Apskaičiuojame visoms plokščių grupėms reikiamus armatūros strypų žingsnius skirtinguose plokščių ruožuose. Pirmos grupės plokštės pirmame tarpatramyje:

$$S_{max(1)}^1 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{131} = 216,03 \text{ mm} \quad (\text{pr.88})$$

Pirmos grupės plokštės pirmoje atramoje:

$$S_{max(1)}^B = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{148} = 191,22 \text{ mm} \quad (\text{pr.89})$$

Pirmos grupės plokštės viduriniuose tarpatramiuose:

$$S_{max(1)}^2 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{166} = 170,48 \text{ mm} \quad (\text{pr.90})$$

Pirmos grupės plokštės vidurinėse atramose:

$$S_{max(1)}^C = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{179} = 158,10 \text{ mm} \quad (\text{pr.91})$$

Statmenai išdėstytos armatūros žingsnis $A_{s,strypo} = 19,6 \text{ mm}$, kai $\emptyset 5$

$$S_{max}^P = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,min}} = \frac{1000 \cdot 19,6}{31} = 403,23 \text{ mm} \quad (\text{pr.92})$$

Antroji perdangų grupė

Antros grupės plokštės pirmame tarpatramyje:

$$S_{max(2)}^1 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{199} = 142,21 \text{ mm} \quad (\text{pr.93})$$

Antros grupės plokštės pirmoje atramoje:

$$S_{max(2)}^B = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{177} = 159,89 \text{ mm} \quad (\text{pr.94})$$

Antros grupės plokštės viduriniuose tarpatramiuose:

$$S_{max(2)}^2 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{141} = 200,71 \text{ mm} \quad (\text{pr.95})$$

Antros grupės plokštės vidurinėse atramose:

$$S_{max(2)}^C = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{150} = 188,67 \text{ mm} \quad (\text{pr.96})$$

Statmenai išdėstytos armatūros žingsnis $A_{s,strypo} = 19,6 \text{ mm}$, kai $\emptyset 5$

$$S_{max}^P = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,min}} = \frac{1000 \cdot 19,6}{46} = 271,74 \text{ mm} \quad (\text{pr.97})$$

Trečioji perdangų grupė

Trečios grupės plokštės pirmame tarpatramyje:

$$S_{max(3)}^1 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{220} = 128,64 \text{ mm} \quad (\text{pr.98})$$

Trečios grupės plokštės pirmoje atramoje:

$$S_{max(3)}^A = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{48} = 589,58 \text{ mm} \quad (\text{pr.99})$$

$$S_{max(3)}^B = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{193} = 146,63 \text{ mm} \quad (\text{pr.100})$$

Trečios grupės plokštės viduriniuose tarpatramiuose:

$$S_{max(3)}^2 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{150} = 188,67 \text{ mm} \quad (\text{pr.101})$$

Trečios grupės plokštės vidurinėse atramose:

$$S_{max(3)}^C = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{160} = 176,88 \text{ mm} \quad (\text{pr.102})$$

Statmenai išdėstytos armatūros žingsnis $A_{s,strypo} = 19,6 \text{ mm}$, kai $\emptyset 5$

$$S_{max}^P = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,min}} = \frac{1000 \cdot 19,6}{40,3} = 310,17 \text{ mm} \quad (\text{pr.103})$$

Ketvirtoji perdangų grupė

Ketvirtos grupės plokštės pirmame tarpatramyje:

$$S_{max(4)}^1 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{221} = 128,05 \text{ mm} \quad (\text{pr.104})$$

Ketvirtos grupės plokštės pirmoje atramoje:

$$S_{max(4)}^B = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{194} = 145,88 \text{ mm} \quad (\text{pr.105})$$

Ketvirtos grupės plokštės viduriniuose tarpatramiuose:

$$S_{max(4)}^2 = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{150} = 188,67 \text{ mm} \quad (\text{pr.106})$$

Ketvirtos grupės plokštės vidurinėse atramose:

$$S_{max(4)}^C = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,reik}} = \frac{1000 \cdot 28,3}{160} = 176,88 \text{ mm} \quad (\text{pr.107})$$

Statmenai išdėstytos armatūros žingsnis $A_{s,strypo} = 19,6 \text{ mm}$, kai $\emptyset 5$

$$S_{max}^P = \frac{b \cdot A_{s,strypo}}{A_{s,min}} = \frac{1000 \cdot 19,6}{40,3} = 310,17 \text{ mm} \quad (\text{pr.108})$$

Šalutinės sijos skaičiavimas

Plokščių geometriniai parametrai

Apskaičiuojame skaičiuojamieji sijos ilgiai: kai $c = 250$ [18] mm; $e = 0$ mm

$$a_{l_1} = \min\{0,5h_{sb}; 0,5c\} = \min\{200; 125\} = 125 \text{ mm}; \quad (\text{pr.109})$$

$$a_{l_{21}} = \min\{0,5h_{sb}; 0,5b_{mb}\} = \min\{200; 150\} = 150 \text{ mm}; \quad (\text{pr.110})$$

Pirmos grupės kraštinės sijos ilgis:

$$\begin{aligned} l_{eff_1} &= l_{sbk_1} - 0,5b_{mb} - e + a_{l_1} + a_{l_2} = 6065 - 0,5 \cdot 300 - 0 + 125 + 150 \\ &= 6190 \text{ mm}; \end{aligned} \quad (\text{pr.111})$$

Antros grupės kraštinės sijos ilgis:

$$\begin{aligned} l_{eff_2} &= l_{sbk_2} - 0,5b_{mb} - e + a_{l_1} + a_{l_2} = 4785 - 0,5 \cdot 300 - 0 + 125 + 150 \\ &= 4910 \text{ mm}; \end{aligned} \quad (\text{pr.112})$$

Trečios grupės kraštinės sijos ilgis:

$$\begin{aligned} l_{eff_3} &= l_{sbk_3} - 0,5b_{mb} - e + a_{l_1} + a_{l_2} = 6175 - 0,5 \cdot 300 - 0 + 125 + 150 \\ &= 6300 \text{ mm}; \end{aligned} \quad (\text{pr.113})$$

Ketvirtos grupės kraštinės sijos ilgis:

$$\begin{aligned} l_{eff_4} &= l_{sbk_4} - 0,5b_{mb} - e + a_{l_1} + a_{l_2} = 5380 - 0,5 \cdot 300 - 0 + 125 + 150 \\ &= 5505 \text{ mm}; \end{aligned} \quad (\text{pr.114})$$

Pirmos grupės skaičiuojamasis sijų ilgis:

$$l'_{eff_1} = l_{sbk_1} - 0,5 \cdot b_{mb} - e + a_{l_1} = 6065 - 0,5 \cdot 300 + 125 = 6040 \text{ mm}; \quad (\text{pr.115})$$

Antros grupės skaičiuojamasis sijų ilgis:

$$l'_{eff_2} = l_{sbk_2} - 0,5 \cdot b_{mb} - e + a_{l_1} = 4785 - 0,5 \cdot 300 + 125 = 4760 \text{ mm}; \quad (\text{pr.116})$$

Trečios grupės skaičiuojamasis sijų ilgis:

$$l'_{eff_3} = l_{sb_3} - 0,5 \cdot b_{mb} - e + a_{l_1} = 6175 - 0,5 \cdot 300 + 125 = 6150 \text{ mm}; \quad (\text{pr.117})$$

Ketvirtos grupės skaičiuojamasis sijų ilgis:

$$l'_{eff_4} = l_{sbk_4} - 0,5 \cdot b_{mb} - e + a_{l_1} = 5380 - 0,5 \cdot 300 + 125 = 5355 \text{ mm}; \quad (\text{pr.118})$$

Išilginės armatūros skaičiavimai

Pirmos grupės šalutinės sijos plotis:

$$b_1 = 1885 \text{ mm}, b'_1 = (1885 - 200):2 \approx 843 \text{ mm} \quad (\text{pr.119})$$

Kiti pirmos grupės šalutinės sijos parametrai:

$$l_0 = 0,7 \cdot 6190 = 4333 \text{ mm}; \quad (\text{pr.120})$$

$$b_{eff_1} = 0,2 \cdot b'_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 843 + 0,1 \cdot 4333 = 601,9 \leq 0,2 \cdot 4333 \\ = 866,6 \text{ mm.} \quad (\text{pr.121})$$

$$b_{eff_1} = 601,9 \leq b'_1 = 843 \text{ mm.} \quad (\text{pr.122})$$

Pirmos grupės skaičiuojamasis juostos plotis:

$$b'_{eff_1} = \Sigma b_{eff_1} + b_w \leq b_1 = 601,9 + 601,9 + 200 = 1403,8 \leq 1885 \text{ mm.} \quad (\text{pr.123})$$

Antros grupės šalutinės sijos plotis:

$$b_2 = 1850 \text{ mm}, b'_2 = (1850 - 200):2 = 825 \text{ mm} \quad (\text{pr.124})$$

Kiti antros grupės šalutinės sijos parametrai:

$$l_0 = 0,7 \cdot 4190 = 2933 \text{ mm}; \quad (\text{pr.125})$$

$$b_{eff_2} = 0,2 \cdot b'_2 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 825 + 0,1 \cdot 2933 = 458,3 \leq 0,2 \cdot 2933 \\ = 586,6 \text{ mm.} \quad (\text{pr.126})$$

$$b_{eff_2} = 458,3 \leq b_2 = 1850 \text{ mm.} \quad (\text{pr.127})$$

Antros grupės skaičiuojamasis juostos plotis:

$$b'_{eff_2} = \Sigma b_{eff_2} + b_w \leq b_2 = 458,3 + 458,3 + 200 = 1116,6 \leq 1850 \text{ mm.} \quad (\text{pr.128})$$

Trečios grupės šalutinės sijos plotis:

$$b_3 = 1900 \text{ mm}, b'_3 = (1900 - 200):2 = 850 \text{ mm}; \quad (\text{pr.129})$$

Kiti trečios grupės šalutinės sijos parametrai:

$$l_0 = 0,7 \cdot 6300 = 4410 \text{ mm}; \quad (\text{pr.130})$$

$$b_{eff_3} = 0,2 \cdot b'_3 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 850 + 0,1 \cdot 4410 = 611 \leq 0,2 \cdot 4410 \\ = 882 \text{ mm.} \quad (\text{pr.131})$$

$$b_{eff_3} = 611 \leq b_3 = 1900 \text{ mm.} \quad (\text{pr.132})$$

Trečios grupės skaičiuojamasis juostos plotis:

$$b'_{eff_3} = \Sigma b_{eff_3} + b_w \leq b_3 = 611 + 611 + 200 = 1422 \leq 1900 \text{ mm.} \quad (\text{pr.133})$$

Ketvirtos grupės šalutinės sijos plotis:

$$b_4 = 1900 \text{ mm}, b'_4 = (1900 - 200):2 = 850 \text{ mm}; \quad (\text{pr.134})$$

Kiti ketvirtos grupės šalutinės sijos parametrai:

$$l_0 = 0,7 \cdot 5505 = 3854 \text{ mm}; \quad (\text{pr.135})$$

$$b_{eff_3} = 0,2 \cdot b'_3 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 850 + 0,1 \cdot 3854 = 554,4 \leq 0,2 \cdot 3854 = 771 \text{ mm}. \quad (\text{pr.136})$$

$$b_{eff_3} = 554,4 \leq b_3 = 1900 \text{ mm}. \quad (\text{pr.137})$$

Ketvirtos grupės skaičiuojamasis juostos plotis:

$$b'_{eff_4} = \Sigma b_{eff_4} + b_w \leq b_4 = 554,4 + 554,4 + 200 = 1308,8 \leq 1900 \text{ mm}. \quad (\text{pr.138})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{1(1)}}{f_{cd} \cdot b'_{eff_1} \cdot d^2} = \frac{62,879 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1404 \cdot 350^2} = 0,038 < 0,295; \quad (\text{pr.139})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,038}{1}} \right) = 0,049 < 0,45; \quad (\text{pr.140})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{2(1)}}{f_{cd} \cdot b'_{eff_1} \cdot d^2} = \frac{50,66 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1404 \cdot 350^2} = 0,031 < 0,295; \quad (\text{pr.141})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,031}{1}} \right) = 0,039 < 0,45; \quad (\text{pr.142})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{B(1)}}{f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot d^2} = \frac{73,173 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 200 \cdot 350^2} = 0,294 < 0,295; \quad (\text{pr.143})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,29}{1}} \right) = 0,448 < 0,45; \quad (\text{pr.144})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{C(1)}}{f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot d^2} = \frac{62,069 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 200 \cdot 350^2} = 0,264 < 0,295; \quad (\text{pr.145})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,264}{1}} \right) = 0,391 < 0,45; \quad (\text{pr.146})$$

$$M_{A(1)} = 0,25 \cdot 62,879 = 15,72 \text{ kNm} \quad (\text{pr.147})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{A(1)}}{f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot d^2} = \frac{15,72 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 200 \cdot 350^2} = 0,067 < 0,295; \quad (\text{pr.148})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,067}{1}} \right) = 0,087 < 0,45; \quad (\text{pr.149})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{1(2)}}{f_{cd} \cdot b'_{eff_2} \cdot d^2} = \frac{39,563 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1117 \cdot 350^2} = 0,030 < 0,295; \quad (\text{pr.150})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,030}{1}} \right) = 0,038 < 0,45; \quad (\text{pr.151})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{B(2)}}{f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot d^2} = \frac{45,445 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 200 \cdot 350^2} = 0,193 < 0,295; \quad (\text{pr.152})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,193}{1}} \right) = 0,271 < 0,45; \quad (\text{pr.153})$$

$$M_{A(2)} = 0,25 \cdot 39,563 = 9,891 \text{ kNm} \quad (\text{pr.154})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{A(2)}}{f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot d^2} = \frac{9,891 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 200 \cdot 350^2} = 0,042 < 0,295; \quad (\text{pr.155})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,042}{1}} \right) = 0,054 < 0,45; \quad (\text{pr.156})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{1(4)}}{f_{cd} \cdot b'_{eff3} \cdot d^2} = \frac{49,732 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 1422 \cdot 350^2} = 0,030 < 0,295; \quad (\text{pr.157})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,030}{1}} \right) = 0,038 < 0,45; \quad (\text{pr.158})$$

$$M_{A(4)} = 0,25 \cdot 49,732 = 12,433 \text{ kNm} \quad (\text{pr.159})$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{A(4)}}{f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot d^2} = \frac{12,433 \cdot 10^6}{9,6 \cdot 200 \cdot 350^2} = 0,053 < 0,295; \quad (\text{pr.160})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,053}{1}} \right) = 0,068 < 0,45; \quad (\text{pr.161})$$

Skaičiuojant reikiamą armatūros kiekį, kai veikia išskirstytas krūvis, skersinė jėga pasirenkama atstumu d nuo atramų briaunų [18]:

$$V_{AW(1)} = V'_{A(1)} - p \cdot d = 48,536 - 18,243 \cdot 0,350 = 42,151 \text{ kN}; \quad (\text{pr.162})$$

$$V_{BW(1)}^k = V'_{B(1)}^k - p \cdot d = 65,474 - 18,243 \cdot 0,350 = 59,089 \text{ kN}; \quad (\text{pr.163})$$

$$V_{BW(1)}^d = V'_{B(1)}^d - p \cdot d = 66,709 - 18,243 \cdot 0,350 = 60,324 \text{ kN}; \quad (\text{pr.164})$$

$$V_{AW(2)} = V'_{A(2)} - p \cdot d = 32,117 - 18,243 \cdot 0,350 = 25,732 \text{ kN}; \quad (\text{pr.165})$$

$$V_{BW(2)}^k = V'_{B(2)}^k - p \cdot d = 43,583 - 18,243 \cdot 0,350 = 37,198 \text{ kN}; \quad (\text{pr.166})$$

$$V_{AW(4)} = V'_{A(4)} - p \cdot d = 42,912 - 18,243 \cdot 0,350 = 36,527 \text{ kN}; \quad (\text{pr.167})$$

$$V_{BW(4)}^k = V_{B(4)}'^k - p \cdot d = 57,977 - 18,243 \cdot 0,350 = 51,578 \text{ kN}; \quad (\text{pr.168})$$

Minimalus skersinės armatūros kiekis, kai $\sin \alpha = 1$:

$$\frac{A_{sw,min}}{s} = \frac{0,08 \cdot b_{sb} \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \cdot 200 \cdot \sqrt{16}}{400} = 0,16 \text{ mm} \quad (\text{pr.169})$$

$$s = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 350 = 263 \text{ mm}, \text{ priimame } 250 \text{ mm}. \quad (\text{pr.170})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ kas 250 mm santykiu $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{250} = 0,228 \text{ mm} > 0,16 \text{ mm}$.

Pirmosios grupės šalutinės sijos skersinės armatūros kiekis pirmoje atramoje:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{AW(1)}}{0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot \theta} = \frac{42151}{0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,154 \text{ mm} \quad (\text{pr.171})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ kas 250 mm santykiu. $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{200} = 0,285 \text{ mm} > 0,154 \text{ mm}$.

Pirmosios grupės šalutinės sijos skersinės armatūros kiekis antroje atramoje kairėje:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{BW(1)}^k}{0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot \theta} = \frac{59089}{0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,216 \text{ mm} \quad (\text{pr.172})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ kas 250 mm santykiu $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{200} = 0,285 \text{ mm} > 0,216 \text{ mm}$.

Pirmosios grupės šalutinės sijos skersinės armatūros kiekis antroje atramoje dešinėje:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{BW(1)}^d}{0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot \theta} = \frac{60324}{0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,221 \text{ mm} \quad (\text{pr.173})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ kas 250 mm santykiu $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{200} = 0,285 \text{ mm} > 0,221 \text{ mm}$.

Antrosios grupės šalutinės sijos skersinės armatūros kiekis pirmoje atramoje:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{AW(2)}}{0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot \theta} = \frac{25732}{0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,094 \text{ mm} \quad (\text{pr.174})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ kas 250 mm santykiu. $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{200} = 0,285 \text{ mm} > 0,094 \text{ mm}$.

Antrosios grupės šalutinės sijos skersinės armatūros kiekis antroje atramoje kairėje:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{BW(2)}^k}{0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot \theta} = \frac{37198}{0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,136 \text{ mm} \quad (\text{pr.175})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ kas 250 mm santykiu $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{200} = 0,285 \text{ mm} > 0,136 \text{ mm}$.

Ketvirtosios grupės šalutinės sijos skersinės armatūros kiekis pirmoje atramoje:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{AW(4)}}{0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot\theta} = \frac{36527}{0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,134 \text{ mm} \quad (\text{pr.176})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ S400 kas 250 mm santykiu. $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{200} = 0,285 \text{ mm} > 0,134 \text{ mm}$.

Ketvirtosios grupės šalutinės sijos skersinės armatūros kiekis antroje atramoje kairėje:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{BW(4)}^k}{0,78 \cdot d \cdot f_{yk} \cdot \cot\theta} = \frac{51578}{0,78 \cdot 350 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,189 \text{ mm} \quad (\text{pr.177})$$

Pasirenkame 2 $\emptyset 6$ kas 250 mm santykiu $\frac{A_{sw}}{s} = \frac{0,57 \cdot 10^2}{200} = 0,285 \text{ mm} > 0,189 \text{ mm}$.

Betono stiprio supleišėjusiame įstrižajame pjūvyje mažinimo koeficientas [18]:

$$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{16}{250}\right) = 0,562. \quad (\text{pr.178})$$

Maksimalus armatūros kiekis apskaičiuojamas iš lygties [18]:

$$\frac{A_{sw,max}}{s} = \frac{\frac{1}{2} \cdot a_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w}{f_{ywd}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 0,562 \cdot 9,6 \cdot 200}{347,83} = 1,551. \quad (\text{pr.179})$$

Maksimalus išilginis atstumas tarp skersinės armatūros [18]:

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot\alpha) = 0,75 \cdot 350 \cdot (1 + \cot 0^\circ) = 262,5 \text{ mm} \quad (\text{pr.180})$$

Sudarant skersinių jėgų gaubtinę, skersines jėgas galima apytiksliai pasirinkti [18]:

$$V_{A(1)}^0 = 0,4 \cdot p'_d \cdot l_{eff_1} = 0,4 \cdot 18,243 \cdot 6,19 = 45,17 \text{ kN} \quad (\text{pr.181})$$

$$V_{B(1)}^{0k} = 0,55 \cdot p'_d \cdot l_{eff_1} = 0,55 \cdot 18,243 \cdot 6,19 = 62,108 \text{ kN} \quad (\text{pr.182})$$

$$V_{B(1)}^{0d} = 0,55 \cdot p'_d \cdot l_{eff_3} = 0,55 \cdot 18,243 \cdot 6,3 = 63,212 \text{ kN} \quad (\text{pr.183})$$

$$V_{A(2)}^0 = 0,4 \cdot p'_d \cdot l_{eff_2} = 0,4 \cdot 18,243 \cdot 4,19 = 30,575 \text{ kN} \quad (\text{pr.184})$$

$$V_{B(2)}^{0k} = 0,55 \cdot p'_d \cdot l_{eff_2} = 0,55 \cdot 18,243 \cdot 4,19 = 42,041 \text{ kN} \quad (\text{pr.185})$$

$$V_{A(4)}^0 = 0,4 \cdot p'_d \cdot l_{eff_4} = 0,4 \cdot 18,243 \cdot 5,505 = 40,171 \text{ kN} \quad (\text{pr.186})$$

$$V_{B(4)}^{0k} = 0,55 \cdot p'_d \cdot l_{eff_4} = 0,55 \cdot 18,243 \cdot 5,505 = 55,235 \text{ kN} \quad (\text{pr.187})$$

Juostos skaičiavimas nuo šlyties jėgų

Atstumas x_1 gali būti apskaičiuojamas lenkimo momentų lygties išvestinę prilyginus 0:

$$(M_1)' = (V_A \cdot x_1 - 0,5 \cdot p \cdot x_1^2)' = V_A - p x_1 = 0; \quad (\text{pr.188})$$

$$x_{1(1)} = \frac{V_{A(1)}}{p_d} = \frac{50,816}{18,243} = 2,786 \text{ m.} \quad (\text{pr.189})$$

Lenkimo momentų prieaugis atstumu nuo atramos, kur momentas lygus 0, iki taško, nutolusio nuo nulinio momento dydžiu

$$\Delta x_{A(1)} = 0,5 \cdot x_{1(1)} = 0,5 \cdot 2,786 = 1,393 \text{ m, bus lygus:} \quad (\text{pr.190})$$

$$\begin{aligned} \Delta M_{1(1)} &= V_{A(1)} \cdot \Delta x_{A(1)} - 0,5 \cdot p_d \cdot \Delta x_{A(1)}^2 \\ &= 50,816 \cdot 1,393 - 0,5 \cdot 18,243 \cdot 1,393^2 = 53,087 \text{ kNm.} \end{aligned} \quad (\text{pr.191})$$

Tuomet ašinės jėgos prieaugis sijos juostos ilgyje Δx gali būti apskaičiuojamas [18]:

$$\begin{aligned} \Delta F_{dA(1)} &= \frac{\Delta M_{1(1)}}{\left(d - \frac{h_f}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (b_{eff1} - b_{sb})}{b_{eff1}} = \frac{53,087 \cdot 10^3}{\left(350 - \frac{60}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (1405 - 200)}{1405} \\ &= 71,141 \text{ kN.} \end{aligned} \quad (\text{pr.192})$$

Apskaičiuojame pirmoje grupėje pirmoje atramoje skersinės jėgos reikšmę:

$$V_{B(1)} = \frac{M_{B(1)} + 0,5 \cdot p_d \cdot l_{eff3}^2}{l_{eff3}} = \frac{-73,173 + 0,5 \cdot 18,243 \cdot 6,3^2}{6,3} = 45,851 \text{ kN} \quad (\text{pr.193})$$

Atstumas nuo kairės atramos iki taško, kuriame lenkimo momentas lygus 0, bus [18]:

$$x_{B(1)}^k = l'_{eff1} - \frac{2 \cdot V_{A(1)}}{p_d} = 6,3 - \frac{2 \cdot 45,851}{18,243} = 1,273 \text{ m.} \quad (\text{pr.194})$$

Lenkimo momentų prieaugis atstume nuo taško, kur momentas lygus 0

$$\Delta x_{B(1)} = 0,5 \cdot x_{B(1)}^k = 0,5 \cdot 1,273 = 0,637 \text{ m.} \quad (\text{pr.195})$$

$$\Delta M_{B(1)} = V_{B(1)} \cdot \left(\frac{2 \cdot V_{B(1)}}{p_d} + \Delta x_{B(1)}\right) - 0,5 \cdot p_d \cdot \left(\frac{2 \cdot V_{B(1)}}{p_d} + \Delta x_{B(1)}\right)^2 \quad (\text{pr.196})$$

$$\begin{aligned} &= 45,851 \cdot \left(\frac{2 \cdot 45,851}{18,243} + 0,637\right) - 0,5 \cdot 18,243 \\ &\cdot \left(\frac{2 \cdot 45,851}{18,243} + 0,637\right)^2 = -32,908 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta F_{dB(1)} &= \frac{\Delta M_{B(1)}}{\left(d - \frac{h_f}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (b_{eff1} - b_{sb})}{b_{eff1}} = \frac{-32,908 \cdot 10^3}{\left(350 - \frac{60}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (1422 - 200)}{1422} \\ &= -44,187 \text{ kN.} \end{aligned} \quad (\text{pr.197})$$

Patikriname gniuždomųjų strypų stiprumo sąlygą [18]:

$$v_{EdA(1)} = 0,851 < 0,6 \cdot \left(1 - \frac{16}{250}\right) \cdot 9,6 \cdot 0,446 \cdot 0,895 = 2,15 \text{ N/mm}^2. \quad (\text{pr.198})$$

$$v_{Ed B(1)} = -1,156 < 0,6 \cdot \left(1 - \frac{16}{250}\right) \cdot 9,6 \cdot 0,624 \cdot 0,782 = 2,63 \text{ N/mm}^2. \quad (\text{pr.199})$$

$$x_{1(2)} = \frac{V_{A(2)}}{p_d} = \frac{34,397}{18,243} = 1,885 \text{ m}. \quad (\text{pr.200})$$

$$\Delta x_{A(2)} = 0,5 \cdot x_{1(2)} = 0,5 \cdot 1,885 = 0,943 \text{ m, bus lygus:} \quad (\text{pr.201})$$

$$\begin{aligned} \Delta M_{1(2)} &= V_{A(2)} \cdot \Delta x_{A(2)} - 0,5 \cdot p_d \cdot \Delta x_{A(2)}^2 \\ &= 34,397 \cdot 0,943 - 0,5 \cdot 18,243 \cdot 0,943^2 = 24,325 \text{ kNm}. \end{aligned} \quad (\text{pr.202})$$

$$\begin{aligned} \Delta F_{dA(2)} &= \frac{\Delta M_{1(2)}}{\left(d - \frac{h_f}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (b_{eff2} - b_{sb})}{b_{eff2}} = \frac{24,325 \cdot 10^3}{\left(350 - \frac{60}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (1117 - 200)}{1117} \\ &= 31,202 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (\text{pr.203})$$

Apskaičiuojame antroje grupėje pirmoje atramoje skersinės jėgos reikšmę:

$$V_{A(2)} = \frac{M_{B(2)} + 0,5 \cdot p_d \cdot l_{eff2}^2}{l_{eff2}} = \frac{-45,445 + 0,5 \cdot 18,243 \cdot 4,91^2}{4,910} = 35,531 \text{ kN}. \quad (\text{pr.204})$$

$$x_{B(2)}^k = l_{eff2} - \frac{2 \cdot V_{A(2)}}{p_d} = 4,91 - \frac{2 \cdot 35,531}{18,243} = 1,015 \text{ m}. \quad (\text{pr.205})$$

$$\Delta x_{B(2)} = 0,5 \cdot x_{B(2)}^k = 0,5 \cdot 1,015 = 0,508 \text{ m}. \quad (\text{pr.206})$$

$$\begin{aligned} \Delta M_{B(2)} &= V_{A(2)} \cdot \left(\frac{2 \cdot V_{A(2)}}{p_d} + \Delta x_{B(2)}\right) - 0,5 \cdot p_d \cdot \left(\frac{2 \cdot V_{A(2)}}{p_d} + \Delta x_{B(2)}\right)^2 \\ &= 35,531 \cdot \left(\frac{2 \cdot 35,531}{18,243} + 0,508\right) - 0,5 \cdot 18,243 \\ &\quad \cdot \left(\frac{2 \cdot 35,531}{18,243} + 0,508\right)^2 = 20,404 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (\text{pr.207})$$

$$\begin{aligned} \Delta F_{dB(2)} &= \frac{\Delta M_{B(2)}}{\left(d - \frac{h_f}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (b_{eff2} - b_{sb})}{b_{eff2}} = \frac{-20,404 \cdot 10^3}{\left(350 - \frac{60}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (1117 - 200)}{1117} \\ &= 26,173 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (\text{pr.208})$$

$$x_{1(4)} = \frac{V_{A(4)}}{p_d} = \frac{45,192}{18,243} = 2,477 \text{ m}. \quad (\text{pr.209})$$

$$\Delta x_{A(4)} = 0,5 \cdot x_{1(4)} = 0,5 \cdot 2,477 = 1,239 \text{ m, bus lygus:} \quad (\text{pr.210})$$

$$\begin{aligned} \Delta M_{1(4)} &= V_{A(4)} \cdot \Delta x_{A(4)} - 0,5 \cdot p_d \cdot \Delta x_{A(4)}^2 \\ &= 45,192 \cdot 1,239 - 0,5 \cdot 18,243 \cdot 1,239^2 = 41,99 \text{ kNm}. \end{aligned} \quad (\text{pr.211})$$

$$\Delta F_{dA(4)} = \frac{\Delta M_{1(4)}}{\left(d - \frac{h_f}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (b_{eff4} - b_{sb})}{b_{eff4}} = \frac{41,99 \cdot 10^3}{\left(350 - \frac{60}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (1309 - 200)}{1309} \quad (\text{pr.212})$$

$$= 55,585 \text{ kN.}$$

$$V_{A(4)} = \frac{M_{B(4)} + 0,5 \cdot p_d \cdot l_{eff4}^2}{l_{eff4}} = \frac{-57,517 + 0,5 \cdot 18,243 \cdot 5,505^2}{5,505} \quad (\text{pr.213})$$

$$= 39,766 \text{ kN.}$$

$$x_{B(4)}^k = l_{eff4} - \frac{2 \cdot V_{A(4)}}{p_d} = 5,505 - \frac{2 \cdot 39,766}{18,243} = 1,145 \text{ m.} \quad (\text{pr.214})$$

$$\Delta x_{B(4)} = 0,5 \cdot x_{B(4)}^k = 0,5 \cdot 1,145 = 0,573 \text{ m.} \quad (\text{pr.215})$$

$$\Delta M_{B(4)} = V_{A(4)} \cdot \left(\frac{2 \cdot V_{A(4)}}{p_d} + \Delta x_{B(4)}\right) - 0,5 \cdot p_d \cdot \left(\frac{2 \cdot V_{A(4)}}{p_d} + \Delta x_{B(4)}\right)^2 \quad (\text{pr.216})$$

$$= 39,766 \cdot \left(\frac{2 \cdot 39,766}{18,243} + 0,573\right) - 0,5 \cdot 18,243$$

$$\cdot \left(\frac{2 \cdot 39,766}{18,243} + 0,573\right)^2 = -25,781 \text{ kNm}$$

$$\Delta F_{dB(4)} = \frac{\Delta M_{B(4)}}{\left(d - \frac{h_f}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (b_{eff4} - b_{sb})}{b_{eff4}} = \frac{-25,781 \cdot 10^3}{\left(350 - \frac{60}{2}\right)} \cdot \frac{0,5 \cdot (1309 - 200)}{1309} \quad (\text{pr.217})$$

$$= 34,128 \text{ kN.}$$

Išilginės armatūros nutraukimo skaičiavimas

$$M_{RdA(1)} = \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff1} \cdot \lambda \cdot x_{A(1)} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{A(1)}) \quad (\text{pr.218})$$

$$= 1,0 \cdot 9,6 \cdot 1404 \cdot 0,8 \cdot 12,97 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 12,97)$$

$$= 48,22 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 48,22 \text{ kNm.}$$

$$M_{1(1)} = V_{A(1)}^0 \cdot x_1 - 0,5 \cdot p_d \cdot x_1^2 = \frac{V_{A(1)}^0{}^2}{p_d} - 0,5 \cdot \frac{V_{A(1)}^0{}^2}{p_d} = \frac{45,17^2}{18,243} - 0,5 \cdot \frac{45,17^2}{18,243} \quad (\text{pr.219})$$

$$= 55,921 \text{ kNm.}$$

$$V_{A(1)}^0 = \sqrt{2M_{1(1)}p_d} = \sqrt{2 \cdot 55,921 \cdot 18,243} = 45,17 \text{ kN.} \quad (\text{pr.220})$$

Inkaravimo ilgis, kai išilginės armatūros skersmuo $\emptyset 16$, bus lygus:

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_1; c\right) = 20 \quad (\text{pr.221})$$

$$0,7 < \alpha_2 = 1 - \left(0,15 \frac{c_d - \emptyset}{\emptyset}\right)$$

$$0,7 < \alpha_2 = 1 - 0,15 \frac{20 - 16}{16} = 0,963 < 1,0$$

Pasirenkame $\alpha_2 = 0,936$. Kiti koeficientai lygūs: $\alpha_3 = 1,0$; $\alpha_4 = 0,7$; $\alpha_5 = 1,0$; $\eta_1 = \eta_2 = 1$ ir apskaičiuojame ribinius įtempius:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{cd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1,3}{1,5} = 1,755 \text{ N/mm} \quad (\text{pr.222})$$

Užinkaravimo ilgis:

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{16 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} = 793 \text{ mm} \approx 795 \text{ mm} \quad (\text{pr.223})$$

$$\begin{aligned} M_{RdB(1)} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot \lambda \cdot x \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) & (\text{pr.224}) \\ &= 1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 115,26 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 115,26) \\ &= 53,802 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 53,802 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

Inkaravimo ilgis, kai išilginės armatūros skersmuo $\emptyset 18$, bus lygus:

$$0,7 < \alpha_2 = 1 - 0,15 \frac{20 - 18}{18} = 0,983 < 1,0$$

Užinkaravimo ilgis:

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{18 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} = 891,9 \text{ mm} \approx 895 \text{ mm} \quad (\text{pr.225})$$

$$\begin{aligned} M_{RdA(2)} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff2} \cdot \lambda \cdot x_{A(2)} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{A(2)}) & (\text{pr.226}) \\ &= 1,0 \cdot 9,6 \cdot 1117 \cdot 0,8 \cdot 9,16 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 9,16) \\ &= 27,215 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 27,215 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{1(2)} &= V_{A(2)}^0 \cdot x_1 - 0,5 \cdot p_d \cdot x_1^2 = \frac{V_{A(2)}^0{}^2}{p_d} - 0,5 \cdot \frac{V_{A(2)}^0{}^2}{p_d} & (\text{pr.227}) \\ &= \frac{30,575^2}{18,243} - 0,5 \cdot \frac{30,575^2}{18,243} = 25,622 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

$$V_{A(2)}^0 = \sqrt{2M_{1(2)}p_d} = \sqrt{2 \cdot 25,622 \cdot 18,243} = 30,575 \text{ kN}. \quad (\text{pr.228})$$

Inkaravimo ilgis, kai išilginės armatūros skersmuo $\emptyset 12$, bus lygus:

$$0,7 < \alpha_2 = 1 - 0,15 \frac{20 - 12}{12} = 0,9 < 1,0 \quad (\text{pr.229})$$

Užinkaravimo ilgis:

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{12 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} = 594,6 \text{ mm} \approx 595 \text{ mm} \quad (\text{pr.230})$$

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot \lambda \cdot x \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) & (\text{pr.231}) \\ &= 1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 51,2 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 51,2) \\ &= 25,915 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 25,915 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{RdA(4)} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{eff3} \cdot \lambda \cdot x_{A(4)} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{A(4)}) & (\text{pr.232}) \\ &= 1,0 \cdot 9,6 \cdot 1309 \cdot 0,8 \cdot 10,66 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10,66) \\ &= 37,051 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 37,051 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{1(4)} &= V_{A(4)}^0 \cdot x_1 - 0,5 \cdot p_d \cdot x_1^2 = \frac{V_{A(4)}^{0,2}}{p_d} - 0,5 \cdot \frac{V_{A(4)}^{0,2}}{p_d} & (\text{pr.233}) \\ &= \frac{40,171^2}{18,243} - 0,5 \cdot \frac{40,171^2}{18,243} = 44,228 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

$$V_{A(4)}^0 = \sqrt{2M_{1(4)}p_d} = \sqrt{2 \cdot 44,228 \cdot 18,243} = 40,171 \text{ kN}. \quad (\text{pr.234})$$

$$\Delta F_{td} = 0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot\theta - \cot\alpha) \quad (\text{pr.235})$$

Užinkaravimo ilgis:

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{14 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} = 693 \text{ mm} \approx 695 \text{ mm} \quad (\text{pr.236})$$

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b_{sb} \cdot \lambda \cdot x \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) & (\text{pr.237}) \\ &= 1,0 \cdot 9,6 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 91,03 \cdot (350 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 91,03) \\ &= 43,547 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 43,547 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

Užinkaravimo ilgis:

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{14 \cdot 347,83}{4 \cdot 1,755} = 693 \text{ mm} \approx 695 \text{ mm} \quad (\text{pr.238})$$

Rygelis po monolitine perdanga

Skaičiuojamasis betono stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 30}{1,5} = 18 \text{ MPa} \quad (\text{pr.239})$$

Išankstinio įtempimo plieno skaičiuojamasis stiprumas:

$$f_{pd} = 1460 \text{ MPa}$$

Gniuždomąją zoną apibūdinantis dydis:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{498,939 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 0,929^2} = 0,054 < \mu_{Eds,lim} = 0,295 \quad (\text{pr.240})$$

$$\mu_{Eds,lim} = \eta \cdot \lambda \cdot \xi_{lim} (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) = 0,295 \quad (\text{pr.241})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,054}{1}} \right) = 0,069 < \xi_{lim} = 0,45 \quad (\text{pr.242})$$

Sijos skerspjūvio charakteristikos

Skerspjūvio plotas:

$$A_{eff} = b \cdot h + \alpha \cdot (A_{sp} + A_{s2}) = 400 \cdot 1000 + \frac{195000}{32000} \cdot (364 + 104) = 1402535 \text{ mm}^2 \quad (\text{pr.243})$$

Atstumas nuo tempiamos armatūros sunkio centro iki apatinio sijos krašto:

$$a_{s1} = \frac{a_{11} \cdot 4 + (a_{11} + a_{21}) \cdot 3}{7} = \frac{50 \cdot 4 + (50 + 50) \cdot 3}{7} = 71,429 \text{ mm}$$

Skerspjūvio statinis momentas:

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b \cdot h^2 + \alpha \cdot A_{sp} \cdot a_{s1} + \alpha \cdot A_{s2} \cdot (h - a_{s1}) = 0,5 \cdot 400 \cdot 1000^2 + \frac{195000}{32000} \cdot 364 \cdot 50 + \frac{195000}{32000} \cdot 104 \cdot (1000 - 50) = 200663928 \text{ mm}^3 = 200663,928 \text{ cm}^3 \quad (\text{pr.244})$$

Ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro atstumas nuo sijos apatinio sluoksnio:

$$y_c = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{200663928}{1402535} = 498,5 \text{ mm} \quad (\text{pr.245})$$

Armatūrų atstumai nuo sunkio centro:

$$y_{p1} = y_c - a_{s1} = 498,5 - 71,429 = 427,072 \text{ mm}$$

$$y_{p2} = h - y_c - a_{21} = 1000 - 498,5 - 50 = 451,499 \text{ mm}$$

Inercijos momentas O-O ašies atžvilgiu

$$\begin{aligned}
I_{eff} &= \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (y_c + 0,5h)^2 + \alpha \cdot A_{sp} \cdot y_{p1}^2 + \alpha \cdot A_{s2} \cdot y_{p2}^2 & (\text{pr.246}) \\
&= \frac{400 \cdot 1000^3}{12} + 400 \cdot 1000 \cdot (498,5 - 500)^2 + \frac{195000}{32000} \cdot 364 \\
&\quad \cdot 427,072^2 + \frac{195000}{32000} \cdot 104 \cdot 451,499^2 = 33808682380 \text{ mm}^4 \\
&= 3380868,238 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

Atsparumo momentas apatinio sluoksnio atžvilgiu

$$W_{eff,bottom} = \frac{I_{eff}}{y_c} = \frac{3380868238}{498,5} = 67820749 \text{ mm}^3 = 67820,749 \text{ cm}^3 \quad (\text{pr.247})$$

Atsparumo momentas apatinio sluoksnio atžvilgiu

$$W_{eff,top} = \frac{I_{eff}}{h - y_c} = \frac{3380868238}{1000 - 498,5} = 67415197 \text{ mm}^3 = 67415,197 \text{ cm}^3 \quad (\text{pr.248})$$

$$\sigma_t = \frac{M_{Ed}}{W_{eff,bottom}} = \frac{498,939 \cdot 10^3}{67820,749 \cdot (10^{-2})^3} = 7356730,9 \text{ Pa} = 7,357 \text{ MPa} \quad (\text{pr.249})$$

$$r' = \frac{W_{eff,top}}{A_{eff}} = \frac{6993,259}{1717,956} = 4,071 \text{ cm} \quad (\text{pr.250})$$

$$r = \frac{W_{eff,bottom}}{A_{eff}} = \frac{7235,686}{1717,956} = 4,212 \text{ cm} \quad (\text{pr.251})$$

Charakterizuojamasis betono tempiamasis stipris: $f_{ct} - 2 \text{ MPa}$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{0,7 \cdot f_{ck}} = 1,6 - \frac{8,533}{0,7 \cdot 30} = 1,194 < 1,0 \quad (\text{pr.252})$$

$$0,7 \leq \varphi \leq 1,0, \quad \text{tai } \varphi = 1,0 \text{ priimame}$$

Armatūros išankstinių įtempimų nuostoliai

Pirminiai nuostoliai

1. dėl relaksacijos

$$\begin{aligned}
\Delta\sigma_p &= \left(0,22 \frac{\sigma_p}{f_{p,0,1k}} - 0,1\right) \sigma_p = \left(0,22 \cdot \frac{0,7 \cdot 1600}{1600} - 0,1\right) \cdot 0,7 \cdot 1600 & (\text{pr.253}) \\
&= 0,054 \cdot 0,7 \cdot 1600 = 60,48 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

2. dėl įrenginių inkarų deformacijos ($\Delta l = 2 \text{ mm}$)

$$\Delta\sigma_l = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s = \frac{2}{6000} \cdot 195000 = 65 \text{ MPa} \quad (\text{pr.254})$$

3. dėl plieninio klojinio formos deformacijų į atsparas

$$\Delta\sigma_{los}^5 = 30 \text{ MPa}$$

4.dėl greitai pasireiškiančio valkšnumo

$$P^{1-5} = \left(\sigma_p - \sum_{i=1}^5 \sigma_{los}^i \right) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - (60,48 + 65 + 30)) \cdot 364 \quad (\text{pr.255})$$

$$= 351085,3 \text{ N}$$

$$= 351,085 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-5}}{A_{eff}} + \frac{P^{1-5} \cdot e}{I_{eff}} \cdot e + \frac{M^{lš}}{I_{eff}} \cdot e \quad (\text{pr.256})$$

$$= \frac{351085,3}{171796} + \frac{351085,3 \cdot 58,3^2}{711240706,68} + \frac{3,984 \cdot 6^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 58,3$$

$$= 5,191 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{5,191}{0,7 \cdot 37} = 0,2 \leq \alpha = 0,315 \quad (\text{pr.257})$$

$$\alpha = 0,25 + 0,0025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,0025 \cdot 0,7 \cdot 37 = 0,315 < 0,8 \quad (\text{pr.258})$$

$$\beta = 5,25 - 0,185 \cdot f_{cp} = 5,25 - 0,185 \cdot 0,7 \cdot 37 = 0,459 \quad (\text{pr.259})$$

$$\Delta\sigma_{los}^6 = \chi \left(40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} \right) = 1,0(40 \cdot 0,20) = 8,016 \text{ MPa} \quad (\text{pr.260})$$

$\chi = 1,0$ natūraliai kietėjusio betono

Antrieji nuostoliai

1. dėl betono traukumo $\Delta\sigma_{los}^8 = 50 \text{ MPa}$

2. dėl betono valkšnumo

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-8}}{A_{red}} + \frac{P^{1-8} \cdot e}{I_{red}} \cdot e + \frac{M^{lš} \cdot e}{I_{red}} \quad (\text{pr.261})$$

$$= \frac{329967,3}{171796} + \frac{329967,3 \cdot 58,3^2}{711240706,68} + \frac{3,984 \cdot 6^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 58,3$$

$$= 4,967 \text{ MPa} \quad (\text{pr.262})$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{4,967}{0,7 \cdot 37} = 0,192 < 0,75$$

$$\Delta\sigma_{los}^9 = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = 150 \cdot 1,0 \cdot 0,192 = 28,765 \text{ MPa} \quad (\text{pr.263})$$

Suminiai armatūros įtempių nuostoliai:

$$\Delta\sigma_{sum} = \Delta\sigma_p + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{los}^5 + \Delta\sigma_{los}^6 + \Delta\sigma_{los}^8 + \Delta\sigma_{los}^9 \quad (\text{pr.264})$$

$$= 60,48 + 65 + 30 + 8,016 + 50 + 28,765 = 242,262 \text{ MPa}$$

$$> 100 \text{ MPa}$$

Jėgos N_{con} atstumas nuo viršutinės armatūros centro

$$e_p = d - a_1 + \frac{M^{I\dot{s}}}{N_{con}} = 160 - \left(40 + \frac{9,3}{2}\right) + \frac{4,303 \cdot 10^3}{298,48} = 129,77 \text{ mm} \quad (\text{pr.265})$$

$$\sigma_{sc} = \sigma_{sc,lim} - \gamma_{sp}(\sigma_p - \Sigma\Delta\sigma_{los}) = 500 - 1,1(1120 - 242,262) \cong 0 \quad (\text{pr.266})$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{17,61}{160} = 0,11 < \xi_{lim} = 0,409 \quad (\text{pr.267})$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,409 \quad (\text{pr.268})$$

$$\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - \sigma_p = 1390 + 400 - 1120 = 670 \text{ MPa} \quad (\text{pr.269})$$

$$\sigma_{sc,lim} = 330 \text{ MPa}$$

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (\text{pr.270})$$

Rygelio lentynos skaičiavimas

Gniuždomąja zoną apibūdinantis dydis:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d_{lent}^2} = \frac{25,264 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,554^2} = 0,005 < \mu_{Eds,lim} = 0,295 \quad (\text{pr.271})$$

$$\mu_{Eds,lim} = \eta \cdot \lambda \cdot \xi_{lim} (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) = 0,295 \quad (\text{pr.272})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}}\right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,005}{1}}\right) = 0,006 < \xi_{lim} = 0,45 \quad (\text{pr.273})$$

Gelžbetoninės kolonos armavimo skaičiavimas

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių $N_{Ed,l} = 255,943 \text{ kN}$,

$$M_{Ed,l} = \frac{l - l_{sk}}{2} \cdot N_{Ed,l} = \frac{7,585 - 7,015}{2} \cdot 255,943 = 72,944 \text{ kNm} \quad (\text{pr.274})$$

Nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių $N_{Ed} = 289,823 \text{ kN}$,

$$M_{Ed} = \frac{l - l_{sk}}{2} \cdot N_{Ed} = \frac{7,585 - 7,015}{2} \cdot 289,823 = 82,621 \text{ kNm} \quad (\text{pr.275})$$

Skaičiuotinis aukštis:

$$d = 350 - 40 = 310 \text{ mm.} \quad (\text{pr.276})$$

$$\begin{aligned} M_{Ed,s} &= M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 82,621 \cdot 10^6 + 289,823 \cdot 10^3 \cdot \frac{310 - 40}{2} \\ &= 121,757 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 121,757 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (\text{pr.277})$$

$$\begin{aligned} M_{Ed,l} &= M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 72,944 \cdot 10^6 + 255,943 \cdot 10^3 \cdot \frac{310 - 40}{2} \\ &= 107,496 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 107,496 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (\text{pr.278})$$

Betono skaičiuojamasis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 18 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{pr.279})$$

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,l}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1,0 \cdot \frac{107,496}{121,757} = 1,883. \quad (\text{pr.280})$$

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{82,621 \cdot 10^6}{289,898 \cdot 10^3} = 285 \text{ mm} > e_a = \frac{h}{30} = \frac{350}{30} = 11,67 \text{ mm} \quad (\text{pr.281})$$

$$\begin{aligned} \delta_e &= \frac{e_0}{h} = \frac{285}{350} = 0,814 > \delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{cd} \\ &= 0,5 - 0,01 \frac{5100}{350} - 0,01 \cdot 18 = 0,174 \end{aligned} \quad (\text{pr.282})$$

Priimame. $\delta_e = 0,84$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2,1 \cdot 10^5}{3,2 \cdot 10^4} = 6,563 \quad (\text{pr.283})$$

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{350 \cdot 350^3}{12} = 1,251 \cdot 10^9 \text{ mm}^4 \quad (\text{pr.284})$$

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 350 \cdot 310 \cdot \left(\frac{310 - 40}{2} \right)^2 = 19,774 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad (\text{pr.285})$$

$$\begin{aligned} N_{crit} &= \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] \\ &= \frac{6,4 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{5100^2} \left[\frac{1,251 \cdot 10^9}{1,883} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,84} + 0,1 \right) + 6,563 \cdot 19,774 \cdot 10^6 \right] \\ &= 2173,9 \cdot 10^3 \text{ N} = 2173,9 \text{ kN} \end{aligned} \quad (\text{pr.286})$$

Apskaičiuojame koeficientas η :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{289,898}{2173,9}} = 1,154 \quad (\text{pr.287})$$

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 285 \cdot 1,154 + \frac{310 - 40}{2} = 463,85 \text{ mm} \quad (\text{pr.288})$$

Apskaičiuojamos reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{289,898 \cdot 10^3}{18 \cdot 350 \cdot 310} = 0,148 \quad (\text{pr.289})$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{289,898 \cdot 10^3 \cdot 463,85}{18 \cdot 350 \cdot 310^2} = 0,222 \quad (\text{pr.290})$$

Polinio pamato projektavimas po monolitine plokšte

Tinklo apatinės armatūros skerspjūvio ploto skaičiavimas:

$$\text{Darbo aukštis:} \quad d = h - a_{11} = 0,4 - 0,076 = 0,324 \text{ m} \quad (\text{pr.291})$$

a_{11} – atstumas nuo elemento apačios iki tempiamos armatūros svorio centro ($a_{11} = 0,076 \text{ m}$, priėmus apsauginio betono sluoksnio aukštį 70mm.)

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{43,474}{21 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,324^2} = 0,033 \quad (\text{pr.292})$$

Santykinis gniuždomos zonos aukštis: $\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,033} = 0,042 \quad (\text{pr.293})$

Ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis: $\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,682}{1 + \frac{450}{500} \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,507 \text{b} \quad (\text{pr.294})$

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 21 = 0,682 \quad (\text{pr.295})$$

$$\xi_{eff} = 0,042 \leq \xi_{lim} = 0,507, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (\text{pr.296})$$

$$d = h - a_{12} = 0,4 - 0,088 = 0,312 \text{ m} \quad (\text{pr.297})$$

$$(a_{12} = a + \emptyset + \frac{\emptyset}{2} = 0,07 + 0,012 + \frac{0,012}{2} = 0,088 \text{ m})$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{43,474}{21 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,312^2} = 0,035 \quad (\text{pr.298})$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,035} = 0,045 \quad (\text{pr.299})$$

$$\xi_{eff} = 0,045 \leq \xi_{lim} = 0,507, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (\text{pr.300})$$

Surenkama perdangos plokštė klasėse

Skaičiuojamasis betono stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 30}{1,5} = 18 \text{ MPa} \quad (\text{pr.301})$$

Išankstinio įtempimo plieno skaičiuotinis stiprumas:

$$f_{pd} = 1390 \text{ MPa}$$

Gniuždomąją zoną apibūdinantis dydis:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{88,444 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 0,16^2} = 0,16 < \mu_{Eds,lim} = 0,295 \quad (\text{pr.302})$$

$$\mu_{Eds,lim} = \eta \cdot \lambda \cdot \xi_{lim} (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) = 0,295 \quad (\text{pr.303})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,16}{1}} \right) = 0,219 < \xi_{lim} = 0,45 \quad (\text{pr.304})$$

Perdangos plokštės skerspjūvio charakteristikos

Redukuojame kiaurymę:

$$h_1 = 0,95 \cdot h = 0,95 \cdot 130 = 123,5 \text{ mm} \quad (\text{pr.305})$$

$$b_1 = 0,95 \cdot b = 0,95 \cdot 50 = 47,5 \text{ mm} \quad (\text{pr.306})$$

Skerspjūvio plotas:

$$\begin{aligned} A_{eff} \cdot b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} + (b_{f_1} - b_w) \cdot h_{f_1} + \alpha \cdot A_{sp} \\ = 634 \cdot 200 + (1156 - 634) \cdot 39 + (1196 - 634) \cdot 40 \\ + \frac{195000}{32000} \cdot 416 = 172112,5 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (\text{pr.307})$$

Skerspjūvio statinis momentas:

$$\begin{aligned} S_{eff} = 0,5 \cdot b_w \cdot h^2 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - 0,5h_{eff}) + 0,5(b_{f_1} - b_w) \cdot h_{f_1}^2 \\ + \alpha \cdot A_{sp} \\ = 0,5 \cdot 634 \cdot 200^2 + (1156 - 634) \cdot 39 \cdot (200 - 0,5 \cdot 39) \\ + 0,5(1196 - 634) \cdot 40^2 + \frac{195000}{32000} \cdot 416 \cdot 40 \\ = 16899538,75 \text{ mm}^3 = 16899,54 \text{ cm}^3 \end{aligned} \quad (\text{pr.308})$$

Ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro atstumas nuo plokštės apatinio sluoksnio:

$$y_c = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{16899,54}{1721,13} = 9,819 \text{ cm} \quad (\text{pr.309})$$

Inercijos momentas O-O ašies atžvilgiu

$$\begin{aligned}
I_{eff} &= \frac{b_w \cdot h^3}{12} + b_w \cdot h \cdot (0,5h - y_c)^2 + \frac{(b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff}^3}{12} + (b_{eff} - b_w) \\
&\quad \cdot h_{eff} (h - y_c - 0,5 \cdot h_{eff})^2 + \frac{(b_{f_1} - b_w) \cdot h_{f_1}^3}{12} + (b_{f_1} - b_w) \\
&\quad \cdot h_{f_1} (y_c - 0,5 \cdot h_{f_1})^2 + \alpha \cdot A_{sp} \cdot (y_c - a_1)^2 \\
&= \frac{634 \cdot 200^3}{12} + 634 \cdot 200 \cdot (0,5 \cdot 200 - 98,19)^2 \\
&\quad + \frac{(1156 - 634) \cdot 39^3}{12} + (1156 - 634) \cdot 39 \\
&\quad \cdot (200 - 98,19 - 0,5 \cdot 39)^2 + \frac{(1196 - 634) \cdot 40^3}{12} + (1196 - 634) \\
&\quad \cdot 40 \cdot (98,19 - 0,5 \cdot 40)^2 + \frac{195000}{32000} \cdot 416 \cdot (98,19 - 40)^2 \\
&= 712315605,332 \text{ mm}^4 = 71231,561 \text{ cm}^4
\end{aligned} \tag{pr.310}$$

Atsparumo momentas apatinio sluoksnio atžvilgiu

$$W_{eff,bottom} = \frac{I_{eff}}{y_c} = \frac{71231,561}{9,819} = 7254,54 \text{ cm}^3 \tag{pr.311}$$

Atsparumo momentas apatinio sluoksnio atžvilgiu

$$W_{eff,top} = \frac{I_{eff}}{h - y_c} = \frac{71231,561}{20 - 9,819} = 6996,444 \text{ cm}^3 \tag{pr.312}$$

$$\sigma_t = \frac{M_{Ed}}{W_{eff,bottom}} = \frac{88,444 \cdot 10^3}{7254,54 \cdot (10^{-2})^3} = 12191537,99 \text{ Pa} = 12,19 \text{ MPa} \tag{pr.313}$$

$$r' = \frac{W_{eff,top}}{A_{eff}} = \frac{6996,444}{1721,13} = 4,065 \text{ cm} \tag{pr.314}$$

$$r = \frac{W_{eff,bottom}}{A_{eff}} = \frac{7254,54}{1721,13} = 4,215 \text{ cm} \tag{pr.315}$$

Charakterizuojamasis betono tempiamasis stipris: $f_{ct} - 2 \text{ MPa}$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{0,7 \cdot f_{ck}} = 1,6 - \frac{9,815}{0,7 \cdot 30} = 1,133 < 1,0 \tag{pr.316}$$

$0,7 \leq \varphi \leq 1,0$, tai $\varphi = 1,0$ priimame

Armatūros išankstinių įtempimų nuostoliai

Pirminiai nuostoliai

$$\Delta\sigma_p = \left(0,22 \frac{\sigma_p}{f_{p,0,1k}} - 0,1\right) \sigma_p = \left(0,22 \cdot \frac{0,7 \cdot 1600}{1600} - 0,1\right) \cdot 0,7 \cdot 1600 \quad (\text{pr.317})$$

$$= 0,054 \cdot 0,7 \cdot 1600 = 60,48 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_l = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s = \frac{2}{7320} \cdot 195000 = 53,279 \text{ MPa} \quad (\text{pr.318})$$

$$\Delta\sigma_{los}^5 = 30 \text{ MPa}$$

$$P^{1-5} = \left(\sigma_p - \sum_{i=1}^5 \sigma_{los}^i\right) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - (60,48 + 53,279 + 30)) \cdot 416 \quad (\text{pr.319})$$

$$= 406116,386 \text{ N}$$

$$= 250,775 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-5}}{A_{eff}} + \frac{P^{1-5} \cdot e}{I_{eff}} \cdot e + \frac{M^{I\dot{S}}}{I_{eff}} \cdot e \quad (\text{pr.320})$$

$$= \frac{406116,386}{17212,5} + \frac{406116,386 \cdot 58,2^2}{712315605,332} + \frac{3,984 \cdot 7,32^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 58,2$$

$$= 6,47 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{6,47}{0,7 \cdot 37} = 0,25 \leq \alpha = 0,315 \quad (\text{pr.321})$$

$$\alpha = 0,25 + 0,0025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,0025 \cdot 0,7 \cdot 37 = 0,315 < 0,8 \quad (\text{pr.322})$$

$$\beta = 5,25 - 0,185 \cdot f_{cp} = 5,25 - 0,185 \cdot 0,7 \cdot 37 = 0,459 \quad (\text{pr.323})$$

$$\Delta\sigma_{los}^6 = \chi \left(40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}}\right) = 1,0(40 \cdot 0,25) = 9,992 \text{ MPa} \quad (\text{pr.324})$$

$\chi = 1,0$ natūraliai kietėjusio betono

Antrieji nuostoliai

$$\Delta\sigma_{los}^8 = 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-8}}{A_{red}} + \frac{P^{1-8} \cdot e}{I_{red}} \cdot e + \frac{M^{I\dot{S}} \cdot e}{I_{red}} \quad (\text{pr.325})$$

$$= \frac{381159,69}{17212,5} + \frac{381159,69 \cdot 58,2^2}{712315605,332} + \frac{3,984 \cdot 6^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 58,2 = 6,206 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{6,206}{0,7 \cdot 37} = 0,24 < 0,75 \quad (\text{pr.326})$$

$$\Delta\sigma_{los}^9 = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = 150 \cdot 1,0 \cdot 0,24 = 35,943 \text{ MPa} \quad (\text{pr.327})$$

Suminiai armatūros įtempių nuostoliai:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{sum} &= \Delta\sigma_p + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{los}^5 + \Delta\sigma_{los}^6 + \Delta\sigma_{los}^8 + \Delta\sigma_{los}^9 \\ &= 60,48 + 53,279 + 30 + 9,992 + 50 + 35,943 = 239,694 \text{ MPa} \\ &> 100 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (\text{pr.328})$$

Pleišėtumas transportuojant

$$e_p = d - a_1 + \frac{M^{I\dot{S}}}{N_{con}} = 160 - \left(40 + \frac{9,3}{2}\right) + \frac{4,303 \cdot 10^3}{341,12} = 127,96 \text{ mm} \quad (\text{pr.329})$$

$$\sigma_{sc} = \sigma_{sc,lim} - \gamma_{sp}(\sigma_p - \Sigma\Delta\sigma_{los}) = 500 - 1,1(1120 - 239,694) \cong 0 \quad (\text{pr.330})$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{19,90}{160} = 0,124 < \xi_{lim} = 0,409 \quad (\text{pr.331})$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,409 \quad (\text{pr.332})$$

$$\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - \sigma_p = 1390 + 400 - 1120 = 670 \text{ MPa} \quad (\text{pr.333})$$

$$\sigma_{sc,lim} = 330 \text{ MPa}$$

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (\text{pr.334})$$

Rygelis po surenkama perdangos plokšte

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 35}{1,5} = 21 \text{ MPa} \quad (\text{pr.335})$$

$$f_{pd} = 1390 \text{ MPa}$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{167,909 \cdot 10^3}{21 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,625^2} = 0,068 < \mu_{Eds,lim} = 0,295 \quad (\text{pr.336})$$

$$\begin{aligned} \mu_{Eds,lim} &= \eta \cdot \lambda \cdot \xi_{lim} (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) \\ &= 0,295 \end{aligned} \quad (\text{pr.337})$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,068}{1}} \right) = 0,088 < \xi_{lim} \quad (\text{pr.338})$$

$$= 0,45$$

Sijos skerspjūvio charakteristikos

$$A_{eff} = b \cdot h + \alpha \cdot A_{sp} = 300 \cdot 700 + \frac{195000}{34000} \cdot 208 = 211192,94 \text{ mm}^2 \quad (\text{pr.339})$$

$$a_{s1} = \frac{a_{11} \cdot 3 + (a_{11} + a_{21}) \cdot 3}{6} = \frac{50 \cdot 4 + (50 + 50) \cdot 3}{6} = 75 \text{ mm}$$

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b \cdot h^2 + \alpha \cdot A_{sp} \cdot a_{s1} = 0,5 \cdot 400 \cdot 700^2 + \frac{195000}{34000} \cdot 208 \cdot 50 \quad (\text{pr.340})$$

$$= 73589470,59 \text{ mm}^3 = 73589,471 \text{ cm}^3$$

$$y_c = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{73589470,59}{211192,94} = 348,45 \text{ mm} \quad (\text{pr.341})$$

$$y_{p1} = y_c - a_{s1} = 348,45 - 75 = 273,45 \text{ mm}$$

$$I_{eff} = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (y_c - 0,5h)^2 + \alpha \cdot A_{sp} \cdot y_{p1}^2 \quad (\text{pr.342})$$

$$= \frac{400 \cdot 700^3}{12} + 400 \cdot 700 \cdot (348,45 - 350)^2 + \frac{195000}{34000} \cdot 208$$

$$\cdot 273,45^2 = 8664706582,77 \text{ mm}^4 = 866470,6583 \text{ cm}^4$$

$$W_{eff,bottom} = \frac{I_{eff}}{y_c} = \frac{8664706582,77}{348,45} = 24866667,11 \text{ mm}^3 \quad (\text{pr.343})$$

$$= 24866,667 \text{ cm}^3$$

$$W_{eff,top} = \frac{I_{eff}}{h - y_c} = \frac{8664706582,77}{700 - 348,45} = 24646917,23 \text{ mm}^3 \quad (\text{pr.344})$$

$$= 24646,917 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_t = \frac{M_{Ed}}{W_{eff,bottom}} = \frac{167,909 \cdot 10^3}{24866,667 \cdot (10^{-2})^3} = 6752372,56 \text{ Pa} = 6,752 \text{ MPa} \quad (\text{pr.345})$$

$$r' = \frac{W_{eff,top}}{A_{eff}} = \frac{24646917,23}{211192,94} = 116,70 \text{ mm} \quad (\text{pr.346})$$

$$r = \frac{W_{eff,bottom}}{A_{eff}} = \frac{24866667,11}{211192,94} = 117,74 \text{ mm} \quad (\text{pr.347})$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{0,7 \cdot f_{ck}} = 1,6 - \frac{6,537}{0,7 \cdot 35} = 1,333 < 1,0 \quad (\text{pr.348})$$

$$0,7 \leq \varphi \leq 1,0, \quad \text{tai } \varphi = 1,0 \text{ priimame}$$

Armatūros išankstinių įtempimų nuostoliai

Pirminiai nuostoliai

$$\Delta\sigma_p = \left(0,22 \frac{\sigma_p}{f_{p,0,1k}} - 0,1\right) \sigma_p = \left(0,22 \cdot \frac{0,7 \cdot 1600}{1600} - 0,1\right) \cdot 0,7 \cdot 1600 \quad (\text{pr.349})$$

$$= 0,054 \cdot 0,7 \cdot 1600 = 60,48 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_l = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s = \frac{2}{5250} \cdot 195000 = 74,286 \text{ MPa} \quad (\text{pr.350})$$

$$\Delta\sigma_{los}^5 = 30 \text{ MPa}$$

$$P^{1-5} = \left(\sigma_p - \sum_{i=1}^5 \sigma_{los}^i\right) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - (60,48 + 74,286 + 30)) \cdot 208 \quad (\text{pr.351})$$

$$= 198688,731 \text{ N}$$

$$= 198,689 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-5}}{A_{eff}} + \frac{P^{1-5} \cdot e}{I_{eff}} \cdot e + \frac{M^{I\dot{s}}}{I_{eff}} \cdot e \quad (\text{pr.352})$$

$$= \frac{198688,731}{211192,94} + \frac{198688,731 \cdot 273,45^2}{8664706582,77} + \frac{\frac{8,5 \cdot 5,25^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 273,45}{8664706582,77}$$

$$= 3,58 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{3,58}{0,7 \cdot 45} = 0,114 \leq \alpha = 0,329 \quad (\text{pr.353})$$

$$\alpha = 0,25 + 0,0025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,0025 \cdot 0,7 \cdot 45 = 0,329 < 0,8 \quad (\text{pr.354})$$

$$\beta = 5,25 - 0,185 \cdot f_{cp} = 5,25 - 0,185 \cdot 0,7 \cdot 45 = -0,578 \quad (\text{pr.355})$$

$$\Delta\sigma_{los}^6 = \chi \left(40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}}\right) = 1,0(40 \cdot 0,114) = 4,546 \text{ MPa} \quad (\text{pr.356})$$

$\chi = 1,0$ natūraliai kietėjusio betono

Antrieji nuostoliai

$$\Delta\sigma_{los}^8 = 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-8}}{A_{red}} + \frac{P^{1-8} \cdot e}{I_{red}} \cdot e + \frac{M^{I\dot{s}} \cdot e}{I_{red}} \quad (\text{pr.357})$$

$$= \frac{187343,26}{211192,94} + \frac{187343,26 \cdot 273,45^2}{8664706582,77} + \frac{\frac{8,5 \cdot 5,25^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 273,45}{8664706582,77}$$

$$= 3,428 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{3,428}{0,7 \cdot 45} = 0,109 < 0,75 \quad (\text{pr.358})$$

$$\Delta\sigma_{los}^9 = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = 150 \cdot 1,0 \cdot 0,109 = 16,324 \text{ MPa} \quad (\text{pr.359})$$

Suminiai armatūros įtempių nuostoliai:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{sum} &= \Delta\sigma_p + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{los}^5 + \Delta\sigma_{los}^6 + \Delta\sigma_{los}^8 + \Delta\sigma_{los}^9 \\ &= 60,48 + 74,286 + 30 + 4,546 + 50 + 16,324 = 235,35 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (\text{pr.360})$$

Rygelio lentyna

Gniuždomąja zoną apibūdinantis dydis:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d_{lent}^2} = \frac{12,916 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,456^2} = 0,004 < \mu_{Eds,lim} = 0,295 \quad (\text{pr.361})$$

$$\begin{aligned} \mu_{Eds,lim} &= \eta \cdot \lambda \cdot \xi_{lim} (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) \\ &= 0,295 \end{aligned} \quad (\text{pr.362})$$

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,004}{1}} \right) = 0,005 < \xi_{lim} \\ &= 0,45 \end{aligned} \quad (\text{pr.363})$$

Gelžbetoninė kolona po surenkama perdanga

$$\begin{aligned} M_{Ed,s} &= M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 43,52 \cdot 10^6 + 152,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{260 - 40}{2} \\ &= 60,317 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 60,317 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (\text{pr.364})$$

$$\begin{aligned} M_{Ed,l} &= M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 38,739 \cdot 10^6 + 135,926 \cdot 10^3 \cdot \frac{260 - 40}{2} \\ &= 53,691 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 53,691 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (\text{pr.365})$$

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,l}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1,0 \cdot \frac{53,691}{60,317} = 1,89. \quad (\text{pr.366})$$

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{43,52 \cdot 10^6}{152,7 \cdot 10^3} = 285 \text{ mm} > e_a = \frac{h}{30} = \frac{300}{30} = 10 \text{ mm} \quad (\text{pr.367})$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{285}{300} = 0,95 > \delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{cd}$$

$$= 0,5 - 0,01 \frac{5100}{300} - 0,01 \cdot 18 = 0,15 \quad (\text{pr.368})$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2,1 \cdot 10^5}{3,2 \cdot 10^4} = 6,563 \quad (\text{pr.369})$$

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{300 \cdot 300^3}{12} = 0,675 \cdot 10^9 \text{ mm}^4 \quad (\text{pr.370})$$

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 300 \cdot 260 \cdot \left(\frac{260 - 40}{2} \right)^2 = 1,063 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad (\text{pr.371})$$

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

$$= \frac{6,4 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{5100^2} \left[\frac{0,675 \cdot 10^9}{1,89} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,95} + 0,1 \right) + 6,563 \cdot 1,063 \cdot 10^6 \right] \quad (\text{pr.372})$$

$$= 1063,451 \cdot 10^3 \text{ N} = 1063,451 \text{ kN}$$

Apskaičiuojamas koeficientas η :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{152,7}{1063,451}} = 1,168 \quad (\text{pr.373})$$

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 285 \cdot 1,168 + \frac{260 - 40}{2} = 442,78 \text{ mm} \quad (\text{pr.374})$$

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{152,7 \cdot 10^3}{18 \cdot 300 \cdot 260} = 0,109 \quad (\text{pr.375})$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{152,7 \cdot 10^3 \cdot 442,78}{18 \cdot 300 \cdot 260^2} = 0,185 \quad (\text{pr.376})$$

Polinio pamato projektavimas po surenkama perdanga su cokoliniu aukštu

Pado plokštė

$$d = h - a_{11} = 0,4 - 0,075 = 0,325 \text{ m} \quad (\text{pr.377})$$

$$a_{11} = 0,075 \text{ m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{22,905}{21 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,325^2} = 0,017 \quad (\text{pr.378})$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,017} = 0,022 \quad (\text{pr.379})$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,682}{1 + \frac{450}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,507b \quad (\text{pr.380})$$

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 21 = 0,682 \quad (\text{pr.381})$$

$$\xi_{eff} = 0,022 \leq \xi_{lim} = 0,507, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (\text{pr.382})$$

$$d = h - a_{12} = 0,4 - 0,085 = 0,315 \text{ m} \quad (\text{pr.383})$$

$$a_{12} = a + \emptyset + \frac{\emptyset}{2} = 0,07 + 0,010 + \frac{0,010}{2} = 0,085 \text{ m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{22,905}{21 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,315^2} = 0,018 \quad (\text{pr.384})$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,018} = 0,023 \quad (\text{pr.385})$$

$$\xi_{eff} = 0,023 \leq \xi_{lim} = 0,507, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (\text{pr.386})$$

Polinio pamato projektavimas po surenkama perdanga

Pado plokštė

$$d = h - a_{11} = 0,4 - 0,075 = 0,325 \text{ m} \quad (\text{pr.387})$$

$$a_{11} = 0,075 \text{ m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{13,361}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,325^2} = 0,012 \quad (\text{pr.388})$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,012} = 0,015 \quad (\text{pr.389})$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{450}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)} = 0,559 \quad (\text{pr.390})$$

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,73 \quad (\text{pr.391})$$

$$\xi_{eff} = 0,015 \leq \xi_{lim} = 0,559, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (\text{pr.392})$$

$$d = h - a_{12} = 0,4 - 0,085 = 0,315 \text{ m} \quad (\text{pr.393})$$

$$a_{12} = a + \emptyset + \frac{\emptyset}{2} = 0,07 + 0,010 + \frac{0,010}{2} = 0,085 \text{ m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{13,361}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,315^2} = 0,013 \quad (\text{pr.394})$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,013} = 0,016 \quad (\text{pr.395})$$

$$\xi_{eff} = 0,016 \leq \xi_{lim} = 0,559, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (\text{pr.396})$$

Atraminės sienelės projektavimas

Centriškai gniuždomų, taip pat ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų elementų sienelės liaunis tikriname pagal formulę:

$$\lambda \leq \overline{\lambda_{wu}} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} \quad (\text{pr.397})$$

λ – elemento liaunis [5], [6]

$$\lambda = \frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{112,2}{4,7} = 23,872 \quad (\text{pr.398})$$

$\overline{\lambda_{wu}}$ – ribinis sienelės liaunis [5], [6]

$$\overline{\lambda_{wu}} = 1,30 + 0,15 \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,30 + 0,15 \cdot 0,824^2 = 1,40 \quad (\text{pr.399})$$

, kai

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 23,872 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 0,824 < 2,0 \quad (\text{pr.400})$$

Tikriname sienelės liaunį:

$$\lambda = 23,872 \leq \overline{\lambda_{wu}} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,40 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 40,576 - \text{sąlyga tenkinama}$$

Virinimui parenkame G35 elektrodinę vielą, kurios $f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}$

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa} \quad (\text{pr.401})$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa} \quad (\text{pr.402})$$

Kertinės siūlės koeficientai [5], [6]: $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$

Tikriname, ar tinkamai parinkome elektrodinę vielą [5], [6]:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} \quad (\text{pr.403})$$

$$184,5 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 215,25 \text{ MPa} - \text{sąlyga tenkinama}$$

Perdangos plokštė sporto salėje

Gniuždomąja zoną apibūdinantis dydis:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{64,694 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 0,16^2} = 0,117 < \mu_{Eds,lim} = 0,295 \quad (\text{pr.404})$$

$$\begin{aligned} \mu_{Eds,lim} &= \eta \cdot \lambda \cdot \xi_{lim} (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,45 (1 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,45) \\ &= 0,295 \end{aligned} \quad (\text{pr.405})$$

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,117}{1}} \right) = 0,156 < \xi_{lim} \\ &= 0,45 \end{aligned} \quad (\text{pr.406})$$

Perdangos plokštės skerspjūvio charakteristikos

Redukuojame kiaurymę:

$$h_1 = 0,95 \cdot h = 0,95 \cdot 130 = 123,5 \text{ mm} \quad (\text{pr.407})$$

$$b_1 = 0,95 \cdot b = 0,95 \cdot 50 = 47,5 \text{ mm} \quad (\text{pr.408})$$

$$A_{eff} \cdot b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} + (b_{f_1} - b_w) \cdot h_{f_1} + \alpha \cdot A_{sp} \quad (\text{pr.409})$$

$$\begin{aligned} &= 634 \cdot 200 + (1156 - 634) \cdot 39 + (1196 - 634) \cdot 40 \\ &+ \frac{195000}{32000} \cdot 312 = 171478,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_w \cdot h^2 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - 0,5h_{eff}) + 0,5(b_{f_1} - b_w) \cdot h_{f_1}^2 \quad (\text{pr.410})$$

$$+ \alpha \cdot A_{sp}$$

$$= 0,5 \cdot 634 \cdot 200^2 + (1156 - 634) \cdot 39 \cdot (200 - 0,5 \cdot 39)$$

$$+ 0,5(1196 - 634) \cdot 40^2 + \frac{195000}{32000} \cdot 312 \cdot 40$$

$$= 16874188,75 \text{ mm}^3 = 16874,189 \text{ cm}^3$$

$$y_c = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{16874,189}{1714,79} = 9,84 \text{ cm} \quad (\text{pr.411})$$

$$I_{eff} = \frac{b_w \cdot h^3}{12} + b_w \cdot h \cdot (0,5h - y_c)^2 + \frac{(b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff}^3}{12} + (b_{eff} - b_w) \quad (\text{pr.412})$$

$$\begin{aligned} & \cdot h_{eff} (h - y_c - 0,5 \cdot h_{eff})^2 + \frac{(b_{f_1} - b_w) \cdot h_{f_1}^3}{12} + (b_{f_1} - b_w) \\ & \cdot h_{f_1} (y_c - 0,5 \cdot h_{f_1})^2 + \alpha \cdot A_{sp} \cdot (y_c - a_1)^2 \\ & = \frac{634 \cdot 200^3}{12} + 634 \cdot 200 \cdot (0,5 \cdot 200 - 98,40)^2 \\ & + \frac{(1156 - 634) \cdot 39^3}{12} + (1156 - 634) \cdot 39 \\ & \cdot (200 - 98,40 - 0,5 \cdot 39)^2 + \frac{(1196 - 634) \cdot 40^3}{12} + (1196 - 634) \\ & \cdot 40 \cdot (98,40 - 0,5 \cdot 40)^2 + \frac{195000}{32000} \cdot 312 \cdot (98,40 - 40)^2 \\ & = 710161829,405 \text{ mm}^4 = 71016,18 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$W_{eff,bottom} = \frac{I_{eff}}{y_c} = \frac{71016,18}{9,84} = 7216,801 \text{ cm}^3 \quad (\text{pr.413})$$

$$W_{eff,top} = \frac{I_{eff}}{h - y_c} = \frac{71016,18}{20 - 9,84} = 6990,055 \text{ cm}^3 \quad (\text{pr.414})$$

$$\sigma_t = \frac{M_{Ed}}{W_{eff,bottom}} = \frac{64,694 \cdot 10^3}{7216,801 \cdot (10^{-2})^3} = 8964359,69 \text{ Pa} = 8,964 \text{ MPa} \quad (\text{pr.415})$$

$$r' = \frac{W_{eff,top}}{A_{eff}} = \frac{6990,055}{1714,79} = 4,076 \text{ cm} \quad (\text{pr.416})$$

$$r = \frac{W_{eff,bottom}}{A_{eff}} = \frac{7216,801}{1714,79} = 4,209 \text{ cm} \quad (\text{pr.417})$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{cp}}{0,7 \cdot f_{ck}} = 1,6 - \frac{7,886}{0,7 \cdot 30} = 1,224 < 1,0 \quad (\text{pr.418})$$

$$0,7 \leq \varphi \leq 1,0, \quad \text{tai } \varphi = 1,0 \text{ priimame}$$

Armatūros išankstinių įtempimų nuostoliai

Pirminiai nuostoliai

$$\Delta\sigma_p = \left(0,22 \frac{\sigma_p}{f_{p,0,1k}} - 0,1\right) \sigma_p = \left(0,22 \cdot \frac{0,7 \cdot 1600}{1600} - 0,1\right) \cdot 0,7 \cdot 1600 \quad (\text{pr.419})$$

$$= 0,054 \cdot 0,7 \cdot 1600 = 60,48 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_l = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s = \frac{2}{6000} \cdot 195000 = 65 \text{ MPa} \quad (\text{pr.420})$$

$$\Delta\sigma_{los}^5 = 30 \text{ MPa}$$

$$P^{1-5} = \left(\sigma_p - \sum_{i=1}^5 \sigma_{los}^i \right) \cdot A_{sp} = (0,7 \cdot 1600 - (60,48 + 65 + 30)) \cdot 312 \quad (\text{pr.421})$$

$$= 300930,24 \text{ N}$$

$$= 300,93 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-5}}{A_{eff}} + \frac{P^{1-5} \cdot e}{I_{eff}} \cdot e + \frac{M^{lš}}{I_{eff}} \cdot e \quad (\text{pr.422})$$

$$= \frac{300930,24}{171478,8} + \frac{300930,24 \cdot 58,4^2}{710161829,405} + \frac{3,984 \cdot 6^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 58,4$$

$$= 4,675 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{4,675}{0,7 \cdot 37} = 0,18 \leq \alpha = 0,315 \quad (\text{pr.423})$$

$$\alpha = 0,25 + 0,0025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,0025 \cdot 0,7 \cdot 37 = 0,315 < 0,8 \quad (\text{pr.424})$$

$$\beta = 5,25 - 0,185 \cdot f_{cp} = 5,25 - 0,185 \cdot 0,7 \cdot 37 = 0,459 \quad (\text{pr.425})$$

$$\Delta\sigma_{los}^6 = \chi \left(40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} \right) = 1,0(40 \cdot 0,18) = 7,22 \text{ MPa} \quad (\text{pr.426})$$

$\chi = 1,0$ natūraliai kietėjusio betono

Antrieji nuostoliai

$$\Delta\sigma_{los}^8 = 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P^{1-8}}{A_{red}} + \frac{P^{1-8} \cdot e}{I_{red}} \cdot e + \frac{M^{lš} \cdot e}{I_{red}} \quad (\text{pr.427})$$

$$= \frac{283077,7}{171478,8} + \frac{283077,7 \cdot 58,4^2}{710161829,405} + \frac{3,984 \cdot 6^2}{8} \cdot 10^6 \cdot 58,4 = 4,485 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = \frac{4,485}{0,7 \cdot 37} = 0,173 < 0,75 \quad (\text{pr.428})$$

$$\Delta\sigma_{los}^9 = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp,cube}} = 150 \cdot 1,0 \cdot 0,173 = 25,974 \text{ MPa} \quad (\text{pr.429})$$

Suminiai armatūros įtempių nuostoliai:

$$\Delta\sigma_{sum} = \Delta\sigma_p + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{los}^5 + \Delta\sigma_{los}^6 + \Delta\sigma_{los}^8 + \Delta\sigma_{los}^9 \quad (\text{pr.430})$$

$$= 60,48 + 65 + 30 + 7,22 + 50 + 25,974 = 238,674 \text{ MPa}$$

$$> 100 \text{ MPa}$$

Pleišėtumas transportuojant

$$e_p = d - a_1 + \frac{M^{I\dot{s}}}{N_{con}} = 160 - \left(40 + \frac{9,3}{2}\right) + \frac{4,303 \cdot 10^3}{255,84} = 132,168 \text{ mm} \quad (\text{pr.431})$$

$$\sigma_{sc} = \sigma_{sc,lim} - \gamma_{sp}(\sigma_p - \Sigma\Delta\sigma_{tos}) = 500 - 1,1(1120 - 238,674) \cong 0 \quad (\text{pr.432})$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{15,31}{160} = 0,096 < \xi_{lim} = 0,409 \quad (\text{pr.433})$$

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{670}{330} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,409 \quad (\text{pr.434})$$

$$\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - \sigma_p = 1390 + 400 - 1120 = 670 \text{ MPa} \quad (\text{pr.435})$$

$$\sigma_{sc,lim} = 330 \text{ MPa}$$

$$w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (\text{pr.436})$$

Perdangos sija

Centriškai gniuždomų, taip pat ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų elementų sienelės liaunis tikriname pagal formulę:

$$\lambda \leq \overline{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} \quad (\text{pr.437})$$

$$\lambda = \frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{248,6}{7,1} = 35,014 \quad (\text{pr.438})$$

$$\overline{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,15 \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,30 + 0,15 \cdot 1,208^2 = 1,519 \quad (\text{pr.439})$$

, kai

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 35,014 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 1,208 < 2,0 \quad (\text{pr.440})$$

Tikriname sienelės liaunį:

$$\lambda = 35,014 \leq \overline{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,519 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 44,025 - \text{sąlyga tenkinama}$$

Plieninės kolonos projektavimas

Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos

$$e_{rel,y} - \text{santykinis ekscentricitetas } e_{rel,y} = \frac{e_y \cdot A}{W_c} = \frac{0,83 \cdot 53,8 \cdot 10^{-4}}{388,6 \cdot 10^{-6}} = 11,491 \quad (\text{pr.441})$$

$$e_y - \text{ekscentricitetas } e_y = \frac{M_{yEd}}{N_{Ed}} = \frac{\frac{107,933}{2}}{65,005} = 0,83 \text{ m} \quad (\text{pr.442})$$

Kolonos liaunis iš momento veikimo plokštumos:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{5,93 \cdot 100}{4,98} = 119,076 \quad (\text{pr.443})$$

$l_{eff,z}$ – kolonos skaičiuojamasis ilgis iš momento veikimo plokštumos [5], [6]. $l_{eff,z} = 5,93 \text{ m}$

Liaunis:

$$\lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 91,006 \quad (\text{pr.444})$$

Kadangi $\lambda_z = 119,076 > \lambda_c = 91,006$, tai koeficientas

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,6532}{0,4112}} = 1,26 \quad (\text{pr.445})$$

Kolonos skerspjūvio sienelės pastovumas

Kolonos sienelės liaunį tikriname pagal formulę:

$$\lambda \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} \quad (\text{pr.446})$$

$$\lambda = \frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{134}{6,5} = 20,62 \quad (\text{pr.447})$$

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,15 \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,30 + 0,15 \cdot 0,711^2 = 1,407 \quad (\text{pr.448})$$

, kai

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 20,62 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 0,711 < 2,0 \quad (\text{pr.449})$$

Tikriname sienelės liaunį:

$$\lambda = 20,62 \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,407 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 40,779 - \text{sąlyga tenkinama}$$

Kolonos galvenos skaičiavimas

Kolonos galvenos atraminės plokštės storis turi būti $t_{pl} = 16 - 30 \text{ mm}$. Priimame $t_{pl} = 16 \text{ mm}$.

Atraminės briaunos storis imame $t_{br} = 10 - 20 \text{ mm}$, priimame $t_{br} = 10 \text{ mm}$, bet turi būti tenkinama sąlyga:

$$t_{br} = 10 \text{ mm} \geq 0,5 \cdot b_r \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 0,5 \cdot 90 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 1,55 \text{ mm} - \text{sąlyga tenkinama} \quad (\text{pr.450})$$

b_r – vienos atraminės briaunos plotis, apskaičiuojame [5], [6]

$$b_r \geq \frac{F_d}{2 \cdot t_{br} \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c} = \frac{65,005 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,01 \cdot 373 \cdot 1,2} = 0,007 \text{ m, priimame } 0,09 \text{ m} \quad (\text{pr.451})$$

$$f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_M} = \frac{410}{1,1} = 373 \text{ MPa} \quad (\text{pr.452})$$

Siūlių, jungiančių atraminę galvenos plokštę ir atraminę briauną, statinio aukštį apskaičiuojame:

Per siūlės metalą:

$$k_f = \frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{65,005 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 320 \cdot 193,6 \cdot 1,0} = 1,5 \text{ mm} \quad (\text{pr.453})$$

Per sulydimo srities metalą:

$$k_f = \frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{65,005 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 320 \cdot 184,5 \cdot 1,0} = 1,1 \text{ mm} \quad (\text{pr.454})$$

$$k_{fmin} = 5, \text{ kai storesniojo iš suvirinamų elementų storis } t = 16,0 \text{ mm}$$

$$k_f < 1,2 t = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm}$$

Priimu $k_f = 5$ ir tikrinų kertinių siūlių laikomąją galią, kai

$$\sum l_{w,eff} = 4 \cdot (90 - 10) = 320 \text{ mm} \quad (\text{pr.455})$$

Galvenos atraminių briaunų kerpamojo atspario sąlyga:

$$\frac{1,2 \cdot F_d}{2 \cdot h_{br} \cdot t_{br} \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0 \quad (\text{pr.456})$$

$$\frac{1,2 \cdot 65,005 \cdot 10^3}{2 \cdot 80 \cdot 90 \cdot 145 \cdot 1,0} = 0,037 \leq 1,0 - \text{sąlyga tenkinama}$$

$f_{s,d}$ – skaičiuotinis kerpamasis stipris

$$f_{s,d} = 0,58 \cdot \frac{f_y}{\gamma_M} = 0,58 \cdot \frac{275}{1,1} = 0,58 \cdot 250 = 145 \text{ MPa} \quad (\text{pr.457})$$

Ekscentiškaai gniuždomos kolonos bazės su statlakščiais skaičiavimas

Apskaičiuojame pado plokštės ilgį:

$$L = \frac{N}{2 \cdot B \cdot f_{cud}} + \sqrt{\left(\frac{N}{2 \cdot B \cdot f_{cud}}\right)^2 + \frac{6 \cdot M}{B \cdot f_{cud}}} = \quad (\text{pr.458})$$

$$= \frac{65,005 \cdot 10^3}{2 \cdot 380 \cdot 16,721} + \sqrt{\left(\frac{65,005 \cdot 10^3}{2 \cdot 380 \cdot 16,721}\right)^2 + \frac{6 \cdot 107,933 \cdot 10^6}{380 \cdot 16,721}} = 256,5 \approx 257 \text{ mm}$$

B – pagal konstrukcinius reikalavimus imame, kad pado plokštės plotis [5], [6]:

$$B = 2 \cdot (t_{st} + c) + b_k = 2 \cdot (10 + 80) + 200 = 380 \text{ mm} \quad (\text{pr.459})$$

t_{st} – statlakščio storis $t_{st} = 10 \text{ mm}$ [5], [6]

c – pado plokštės iškyšos plotis (imamas ne didesnis kaip 80-100mm) priimame $c = 80 \text{ mm}$ [5], [6]

b_k – kolonos liemens plotis $b_k = 200 \text{ mm}$ [5], [6]

L – pado plokštės ilgis [5], [6]

$$L = h_k + 2 \cdot c_1 = 190 + 2 \cdot 140 = 470 \text{ mm} \quad (\text{pr.460})$$

h_k – kolonos liemens ilgis $h_k = 250 \text{ mm}$ [5], [6]

c_1 – pado plokštės iškyšos ilgis, priimame $c_1 = 140 \text{ mm}$ [5], [6]

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 12,5 = 26,563 \text{ MPa} \quad (\text{pr.461})$$

$$w_u = 1 + k_u \cdot k_f \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \cdot \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1\right) \leq w_{u,max} = 2,5 \quad (\text{pr.462})$$

$$1 + 14,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{0,9}{12,5} \cdot \left(\sqrt{\frac{1}{0,179}} - 1\right) = 3,162 \leq w_{u,max} = 2,5, \text{ priimame } w_u = 2,5$$

$$A_{c0} = 0,38 \cdot 0,47 = 0,179 \text{ m}^2$$

$$A_{c1} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ m}^2$$

$$k_u = 0,8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} = 0,8 \cdot \frac{12,5}{0,9} = 11,11 < 14,0, \text{ priimame } k_u = 14,0 \quad (\text{pr.463})$$

Tolygiai išskirstyta apkrova veikianti statlakštį

$$q_{st,max} = \frac{\sigma_{c,max} \cdot B}{2} = \frac{8,079 \cdot 10^3 \cdot 0,38}{2} = 1534,971 \text{ kN/m} \quad (\text{pr.464})$$

$$\sigma_{2,c} = \frac{s - c_1}{s} \cdot \sigma_{c,max} = \frac{0,246 - 0,14}{0,246} \cdot 8,079 = 3,483 \text{ MPa} \quad (\text{pr.465})$$

$$q_{2,st} = \frac{\sigma_{2,c} \cdot B}{2} = \frac{3,483 \cdot 10^3 \cdot 0,38}{2} = 661,719 \text{ kN/m} \quad (\text{pr.466})$$

Statlakščio lenkiamasis momentas ir skersinė jėga nuo pamato spaudimo

$$\begin{aligned} M_{st} &= \frac{q_{2,st} \cdot c_1^2}{2} + \frac{c_1^2}{2} \cdot (q_{st,max} - q_{2,st}) \\ &= \frac{661,719 \cdot 0,14^2}{2} + \frac{0,14^2}{2} \cdot (1534,971 - 661,719) \\ &= 15,043 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (\text{pr.467})$$

$$V_{st,1} = \frac{(q_{st,max} + q_{2,st}) \cdot c_1}{2} = \frac{(1534,971 + 661,719) \cdot 0,14}{2} = 153,768 \text{ kN} \quad (\text{pr.468})$$

$$V_{st,2} = \frac{N_{st}}{2} - V_{st,1} = \frac{600,571}{2} - 153,768 = 146,517 \text{ kN} \quad (\text{pr.469})$$

$$V_{st,1} = 153,768 \text{ kN} > V_{st,2} = 146,517 \text{ kN}$$

Toliau skaičiavimuose imame didesnę skersinę jėgą $V_{st,1} = 153,768 \text{ kN}$

Virintinių siūlių metalo kerpmasis plotas, inercijos ir atsparumo momentai:

$$\begin{aligned} A_{wf} &= 2 \cdot (\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (L - 10) + 2 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10)) \\ &= 2 \cdot (0,7 \cdot 7 \cdot (470 - 10) + 2 \cdot 0,7 \cdot 7 \cdot (140 - 10)) = 7056 \text{ mm}^2 \quad (\text{pr.470}) \\ &= 7,056 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\left(\frac{0,7 \cdot 7 \cdot (470-10)^3}{12} + 2 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot 7 \cdot (140-10)^3}{12} + 0,7 \cdot 7 \cdot (140 - 10) \cdot \left(\frac{470}{2} - \frac{140}{2} \right)^2 \right) \right) = 1,524 \cdot \quad (\text{pr.471})$$

$$10^8 \text{ mm}^4 = 1,524 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$W_{wf} = \frac{I_{wf}}{0,5 \cdot L} = \frac{1,524 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 0,47} = 6,487 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \quad (\text{pr.472})$$

Polinių pamatų projektavimas po mediniu rėmu

Pado plokštė

$$d = h - a_{11} = 0,4 - 0,075 = 0,325 \text{ m} \quad (\text{pr.473})$$

$$a_{11} = 0,075 \text{ m}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{9,56}{15 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,324^2} = 0,01 \quad (\text{pr.474})$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,01} = 0,013 \quad (\text{pr.475})$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{450}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)} = 0,56 \quad (\text{pr.476})$$

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,73 \quad (\text{pr.477})$$

$$\xi_{eff} = 0,011 \leq \xi_{lim} = 0,56, \text{ s\u0105lyga tenkinama} \quad (\text{pr.478})$$

$$d = h - a_{12} = 0,4 - 0,085 = 0,315 \text{ m} \quad (\text{pr.479})$$

$$a_{12} = a + \emptyset + \frac{\emptyset}{2} = 0,07 + 0,010 + \frac{0,010}{2} = 0,085 \text{ m},$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{21,51}{15 \cdot 10^3 \cdot 1,35 \cdot 0,315^2} = 0,011 \quad (\text{pr.480})$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,011} = 0,013 \quad (\text{pr.481})$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{450}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)} = 0,56 \quad (\text{pr.482})$$

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,73 \quad (\text{pr.483})$$

$$\xi_{eff} = 0,013 \leq \xi_{lim} = 0,56, \text{ s\u0105lyga tenkinama} \quad (\text{pr.484})$$

1 lentelė. Žmonių evakavimosi trajektorija cokoliniame aukšte

	Ilgis, mm	Plotis, mm	Ėjimas iš patalpos	Ėjimas į patalpą	Žmonių skaičius
C-1	12071	1000	C-1	VDL-6	19
	7617	1000	VDL-6	Laukas	19
	2090	1000	Liptai		
C-6	4989	1000	C-6	C-11	1
	2112	1625	C-11	C-11	1
	1165	1400	C-11	C-18	1
	3088	1300	C-18	LPT-2	1
C-13	3644	1000	C-13	C-17	1
	751	900	C-17	C-17	1
	5980	1400	C-17	C-17	1
	8366	1900	C-17	C-11	1
	1165	1400	C-11	C-18	1
	3088	1300	C-18	LPT-2	1

2 lentelė. Žmonių evakuacijos laikas cokoliniame aukšte

	Paauglys	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
C-1	18	1	0,113	77,40	0,16
	18	1	0,179	64,20	0,12
	18	1	0,651	16,47	0,13
t_{C-1}					0,40
C-6	0	1	0,020	100,00	0,05
	0	1	0,029	100,00	0,02
	0	1	0,061	95,60	0,01
	0	1	0,025	100,00	0,03
t_{C-6}					0,11
C-13	0	1	0,027	100,00	0,04
	0	1	0,148	70,40	0,01
	0	1	0,012	100,00	0,06
	0	1	0,006	100,00	0,08
	0	1	0,061	95,60	0,01
	0	1	0,025	100,00	0,03
t_{C-13}					0,23

3 lentelė. Žmonių evakavimosi trajektorija antrame aukšte

	Ilgis, mm	Plotis, mm	Ėjimas iš patalpos	Ėjimas į patalpą	Žmonių skaičius
2-1	431	1400	2-1	2-1	10
	2956	1000	2-1	2-1	10
	5753	1000	2-1	2-1	10
	1787	1000	2-1	2-8	10
	4806	1800	2-8	2-8	10
2-2	5051	2600	2-2	2-2	1
	1233	1000	2-2	2-2	1
	3068	1800	2-2	2-8	1
2-3	1769	120	2-3	2-3	19
	7054	1200	2-3	2-3	19
	2056	1000	2-3	2-8	19
2-1, 2-2, 2-3	6459	2200	2-8	2-9	30
2-4	412	900	2-4	2-4	19
	4636	900	2-4	2-4	19
	3695	600	2-4	2-4	19
	1451	1000	2-4	2-4	19
	2920	1800	2-8	2-9	19
2-5	5939	1200	2-5	2-9	1
2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5	5233	6000	2-9	VD-5	50
2-6	4539	1000	2-6	2-9	2
	6217	6000	2-9	VD-5	2
2-7	4615	800	2-7	2-7	5
	1139	600	2-7	2-7	5
	861	1000	2-7	2-9	5
	7036	6000	2-9	VD-5	5
2-17	385	800	2-17	2-17	13
	3419	800	2-17	2-17	13
	6133	1600	2-17	2-17	13
	862	1000	2-17	2-9	13
	4410	6000	2-9	VD-5	13
2-19	2444	900	2-19	2-19	1
	865	800	2-19	2-24	1
	3889	1600	2-24	2-24	1
2-20	1400	700	2-20	2-20	1
	984	800	2-20	2-20	1
	421	8000	2-20	2-24	1
	4344	1600	2-24	2-24	1

3 lentelė. Tęsinys

	Ilgis, mm	Plotis, mm	Ėjimas iš patalpos	Ėjimas į patalpą	Žmonių skaičius
2-21	1806	800	2-21	2-21	1
	1675	800	2-21	2-24	1
	1331	1600	2-24	2-24	1
2-23	1875	800	2-23	2-23	1
2-19, 2-20, 2-21, 2-23	5003	1500	2-23	2-9	4
	823	1500	2-9	VD-5	4
2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 2-17, 2-19, 2-20, 2-21, 2-23	1965	1200	VD-5	LPT-1	74
2-13	1260	1200	2-13	2-13	19
	685	1200	2-13	2-13	19
	3561	1200	2-13	2-13	19
	2822	1200	2-13	2-13	19
	1977	1000	2-13	2-14	19
	7632	5000	2-14	2-14	19
2-12	448	1200	2-12	2-12	19
	3235	1200	2-12	2-12	19
	5311	1200	2-12	2-12	19
	1708	1000	2-12	2-14	19
	6302	5000	2-14	2-14	19
2-11	500	1200	2-11	2-11	19
	4177	1200	2-11	2-11	19
	4559	1200	2-11	2-11	19
	1241	1000	2-11	2-14	19
	5480	5000	2-14	2-14	19
2-11, 2-12, 2-13	1180	2600	2-14	2-10	57
	2054	1300	2-10	LPT-2	57
2-16	413	1100	2-16	2-16	13
	649	1100	2-16	2-16	13
	5591	1100	2-16	2-16	13
	3979	1200	2-16	2-16	13
	2568	1000	2-16	2-10	13
	6807	2500	2-10	2-10	13
	5358	2600	2-10	2-10	13
	2054	1300	2-10	LPT-2	13
2-11, 2-12, 2-13, 2-16	2054	1300	2-10	LPT-2	70

4 lentelė. Žmonių evakuacijos laikas antrame aukšte

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
2-1	9	1	1,210	15,00	0,03
	9	1	0,247	53,89	0,05
	9	1	0,127	74,60	0,08
	9	1	0,409	39,37	0,05
	9	1	0,084	86,40	0,06
t₂₋₁					0,26
2-2	0	1	0,008	100,00	0,05
	0	1	0,081	87,60	0,01
	0	1	0,018	100,00	0,03
t₂₋₂					0,10
2-3	18	1	6,407	15,00	0,12
	18	1	0,161	67,80	0,10
	18	1	0,661	24,56	0,08
t₂₋₃					0,31
2-1, 2-2, 2-3	27	3	0,154	69,20	0,09
t_{2-1,2-2,2-3}					0,09
2-4	18	1	3,668	15,00	0,03
	18	1	0,326	45,18	0,10
	18	1	0,613	26,48	0,14
	18	1	0,937	15,00	0,10
	18	1	0,259	52,33	0,06
t₂₋₄					0,42
2-5	0	1	0,014	100,00	0,06
t₂₋₅					0,06
2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5	45	5	0,116	76,80	0,07
t_{2-1,2-2,2-3,2-4,2-5}					0,07
2-6	0	2	0,044	100,00	0,05
	0	2	0,005	100,00	0,06
t₂₋₆					0,11
2-7	0	5	0,135	73,00	0,06
	0	5	0,732	21,72	0,05
	0	5	0,581	28,14	0,03
	0	5	0,012	100,00	0,07
t₂₋₇					0,22

4 lentelė. Tęsinys

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
2-17	12	1	3,052	15,00	0,03
	12	1	0,344	43,92	0,08
	12	1	0,096	81,60	0,08
	12	1	1,090	15,00	0,06
	12	1	0,036	100,00	0,04
t₂₋₁₇					0,28
2-19	1	0	0,032	100,00	0,02
	1	0	0,101	79,80	0,01
	1	0	0,011	100,00	0,04
t₂₋₁₉					0,07
2-20	1	0	0,071	91,60	0,02
	1	0	0,089	84,40	0,01
	1	0	0,021	100,00	0,00
	1	0	0,010	100,00	0,04
t₂₋₂₀					0,07
2-21	0	1	0,069	92,40	0,02
	0	1	0,075	90,00	0,02
	0	1	0,047	100,00	0,01
t₂₋₂₁					0,05
2-23	0	1	0,067	93,20	0,02
t₂₋₂₃					0,02
2-19, 2-20, 2-21, 2-23	0	4	0,053	98,80	0,05
	0	4	0,324	45,32	0,02
t_{2-19,2-20,2-21,2-23}					0,07
2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 2-17, 2-19, 2-20, 2-21, 2-23	59	15	2,388	15,00	0,13
t_{2-1,2-2,2-3,2-4,2-5,2-6,2-7,2-17,2-19,2-20,2-21,2-23}					0,13
2-13	18	1	0,899	15,04	0,08
	18	1	1,655	15,00	0,05
	18	1	0,318	45,74	0,08
	18	1	0,402	39,86	0,07
	18	1	0,688	23,48	0,08
	18	1	0,036	100,00	0,08
t₂₋₁₃					0,44

4 lentelė. Tęsinys

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
2-12	18	1	2,530	15,00	0,03
	18	1	0,350	43,50	0,07
	18	1	0,213	58,31	0,09
	18	1	0,796	19,16	0,09
	18	1	0,043	100,00	0,06
t_{2-12}					0,35
2-11	18	1	2,267	15,00	0,03
	18	1	0,271	50,77	0,08
	18	1	0,249	53,63	0,09
	18	1	1,096	15,00	0,08
	18	1	0,050	100,00	0,05
t_{2-11}					0,34
2-11, 2-12, 2-13	54	3	1,330	15,00	0,08
	54	3	1,528	15,00	0,14
$t_{2-11,2-12,2-13}$					0,22
2-16	12	1	2,069	15,00	0,03
	12	1	1,317	15,00	0,04
	12	1	0,153	69,40	0,08
	12	1	0,197	60,60	0,07
	12	1	0,366	42,38	0,06
	12	1	0,055	98,00	0,07
	12	1	0,067	93,20	0,06
	12	1	0,352	43,36	0,05
t_{2-16}					0,45
2-11, 2-12, 2-13, 2-16	66	4	1,880	15,00	0,14
$t_{2-11,2-12,2-13,2-16}$					0,14

5 lentelė. Žmonių evakavimosi trajektorija laiptinėse

	Ilgis, mm	Plotis, mm	Ėjimas iš patalpos	Ėjimas į patalpą	Žmonių skaičius
LPT-1	3800	1270	2-10	2-10	70
	1350	1270	2-10	2-10	70
	3800	1270	2-10	1-2	70
LPT-2	3800	1270	VD-5	VD-5	74
	1350	1270	VD-5	VD-5	74
	3800	1270	VD-5	1-4	74

6 lentelė. Žmonių evakuacijos laikas laiptinėse

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
LPT-1	66	4	1,040	8,00	0,48
	66	4	2,928	8,00	0,17
	66	4	1,040	8,00	0,48
t_{LPT-1}					1,12
	0,07	0,1	D	V	t
LPT-2	59	15	1,167	8,00	0,48
	59	15	3,284	8,00	0,17
	59	15	1,167	8,00	0,48
t_{LPT-2}					1,12

7 lentelė. Žmonių evakavimosi trajektorija pirmame aukšte

	Ilgis, mm	Plotis, mm	Ėjimas iš patalpos	Ėjimas į patalpą	Žmonių skaičius
1-3'	6587	3000	1-3'	1-2	1
	6000	3000	1-2	1-1	1
1-42	988	110	1-42	1-42	1
	6077	1000	1-42	1-2	1
	3524	3000	1-2	1-1	1
LPT-1.1	12296	5700	1-2	1-1	76
1-5	959	3000	1-5	1-5	30
	4945	3000	1-5	1-5	30
1-9	1060	1300	1-9	1-9	3
	2686	1500	1-9	1-9	3
	2190	1000	1-9	1-5	3
	3102	1500	1-5	1-5	3
1-5,1-9	7525	300	1-5	1-5	30
	851	1000	1-5	1-5	30
	700	1000	1-5	Laukas	30
1-13	1682	800	1-13	1-12	1
	5338	1300	1-12	1-18	1
1-18 ir 1-13	11291	1600	1-18	Laukas	2
1-21	1224	9000	1-21	1-23	1
	3091	1000	1-23	1-24	1
1-22	2048	1000	1-22	1-23	1
1-23 ir 1-21, 1-22	1305	1000	1-23	1-24	3
	1500	1000	1-24	1-24	3
1-24	2179	1000	1-24	1-29	9
	3710	1600	1-29	1-30	9

7 lentelė. Tęsinys

	Ilgis, mm	Plotis, mm	Ėjimas iš patalpos	Ėjimas į patalpą	Žmonių skaičius
1-25	1568	1000	1-25	1-27	1
	3160	1000	1-27	1-28	1
1-26	2293	1000	1-26	1-27	1
1-27	2054	1000	1-27	1-28	1
1-25, 1-26, 1-27	2096	1000	1-28	1-28	3
1-28 ir 1-25, 1-26, 1-27	2356	1000	1-28	1-29	8
	1697	1600	1-29	1-30	8
1-29 ir 1-25, 1-26, 1-27, 1-28	2334	1200	1-30	1-30	17
	2200	2100	1-30	1-30	17
	1153	1000	1-30	Laukas	17
1-32	1260	1200	1-32	1-32	19
	685	1200	1-32	1-32	19
	3561	1200	1-32	1-32	19
	2822	1200	1-32	1-32	19
	1977	1000	1-32	1-31	19
	7632	5000	1-31	1-31	19
1-33	448	1200	1-33	1-33	19
	3235	1200	1-33	1-33	19
	5311	1200	1-33	1-33	19
	1708	1000	1-33	1-31	19
	6302	5000	1-31	1-31	19
1-34	500	1200	1-34	1-34	19
	4177	1200	1-34	1-34	19
	4559	1200	1-34	1-34	19
	1241	1000	1-34	1-31	19
	5480	5000	1-31	1-31	19
C-1, 2-11, 2-12, 2-13	2321	2600	LPT-2	1-4	72
1-32, 1-33, 1-34	1180	2600	1-31	1-4	127
	6204	1300	1-4	1-4	127
	6403	1300	1-4	1-2	127
	8186	5700	1-2	1-1	127
	3130	3000	1-1	Laukas	127
LPT-1, LPT-2, 1-32, 1-33, 1-34	3130	3000	1-1	Laukas	203
1-36	2444	900	1-36	1-36	1
	865	800	1-36	1-39	1
	5934	120	1-39	1-43	1

7 lentelė. Tęsinys

	Ilgis, mm	Plotis, mm	Ėjimas iš patalpos	Ėjimas į patalpą	Žmonių skaičius
1-38	1393	770	1-38	1-38	1
	1455	800	1-38	1-39	1
	3015	1200	1-39	1-43	1
1-36, 1-38	3636	4000	1-36	1-36	2
	3301	4000	1-36	1-39	2
1-43	850	500	1-43	1-43	16
	5007	1000	1-43	1-43	16
	5261	4000	1-43	1-41	16
1-45	6460	800	1-45	1-43	1
	1013	1700	1-43	1-43	1
	5144	4000	1-43	1-41	1
1-48	2157	1000	1-48	1-43	1
	3304	4000	1-43	1-43	1
	3301	4000	1-43	1-41	1
1-36, 1-38, 1-43, 1-45, 1-48	906	900	1-41	1-41	20
	2226	2300	1-41	1-40	20
	2626	2750	1-40	Laukas	20
1-49	33495	10000	1-49	1-19	40
	2358	1200	1-19	1-19	40
	2323	1720	1-19	Laukas	40

8 lentelė. Žmonių evakuacijos laikas pirmame aukšte

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
1-3'	0	1	0,005	100,00	0,07
	0	1	0,006	100,00	0,06
$t_{1-3'}$					0,13
1-42	0	1	0,920	15,00	0,07
	0	1	0,016	100,00	0,06
	0	1	0,009	100,00	0,04
t_{1-42}					0,16
LPT-1.1	59	17	0,083	86,80	0,14
$t_{LPT-1.1}$					0,14
1-5	25	5	0,782	19,72	0,05
	25	5	0,152	69,60	0,07
t_{1-5}					0,12
1-9	0	3	0,218	57,66	0,02
	0	3	0,074	100,00	0,03
	0	3	0,137	72,60	0,03
	0	3	0,064	94,40	0,03
t_{1-9}					0,11

8 lentelė. Tęsinys

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
1-5,1-9	25	8	1,130	15,00	0,50
	25	8	2,996	15,00	0,06
	25	8	3,643	15,00	0,05
<i>t_{1-5,1-9}</i>					0,61
1-13	0	1	0,074	90,40	0,02
	0	1	0,014	100,00	0,05
<i>t₁₋₁₃</i>					0,07
1-18 ir 1-13	0	2	0,011	100,00	0,11
<i>t_{1-18 ir 1-13}</i>					0,11
1-21	1	0	0,006	100,00	0,01
	1	0	0,023	100,00	0,03
<i>t₁₋₂₁</i>					0,04
1-22	1	0	0,034	100,00	0,02
<i>t₁₋₂₂</i>					0,02
1-23 ir 1-21, 1-22	3	0	0,161	67,80	0,02
	3	0	0,140	72,00	0,02
<i>t_{1-23 ir 1-21, 1-22}</i>					0,04
1-24	9	0	0,289	48,43	0,04
	9	0	0,106	78,80	0,05
<i>t₁₋₂₄</i>					0,09
1-25	1	0	0,045	100,00	0,02
	1	0	0,022	100,00	0,03
<i>t₁₋₂₅</i>					0,05
1-26	1	0	0,031	100,00	0,02
<i>t₁₋₂₆</i>					0,02
1-27	1	0	0,034	100,00	0,02
<i>t₁₋₂₇</i>					0,02
1-25, 1-26, 1-27	3	0	0,100	100,00	0,02
<i>t_{1-25, 1-26, 1-27}</i>					0,02
1-28 ir 1-25, 1-26, 1-27	8	0	0,238	55,06	0,04
	8	0	0,206	59,22	0,03
<i>t_{1-28 ir 1-25, 1-26, 1-27}</i>					0,07
1-29 ir 1-25, 1-26, 1-27, 1-28	8	0	0,200	60,00	0,04
	8	0	0,121	75,80	0,03
	8	0	0,486	33,98	0,03
<i>t_{1-29 ir 1-25, 1-26, 1-27, 1-28}</i>					0,10

8 lentelė. Tęsinys

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
1-32	18	1	0,899	15,04	0,08
	18	1	1,655	15,00	0,05
	18	1	0,318	45,74	0,08
	18	1	0,402	39,86	0,07
	18	1	0,688	23,48	0,08
	18	1	0,036	100,00	0,08
t_{1-32}					0,44
1-33	18	1	2,530	15,00	0,03
	18	1	0,350	43,50	0,07
	18	1	0,213	58,31	0,09
	18	1	0,796	19,16	0,09
	18	1	0,043	100,00	0,06
t_{1-33}					0,35
1-34	18	1	2,267	15,00	0,03
	18	1	0,271	50,77	0,08
	18	1	0,249	50,77	0,09
	18	1	1,096	15,00	0,08
	18	1	0,050	100,00	0,05
t_{1-34}					0,34
C-1, 2-11, 2-12, 2-13	66	6	0,865	16,40	0,14
$t_{C-1,2-11,2-12,2-13}$					0,14
1-32, 1-33, 1-34	120	7	2,966	15,00	0,08
	120	7	1,128	15,00	0,41
	120	7	1,093	15,00	0,43
	120	7	0,195	61,00	0,13
	120	7	0,969	15,00	0,21
$t_{1-32,1-33,1-34}$					1,26
LPT-1, LPT-2, 1-32, 1-33, 1-34	179	24	1,590	15,00	0,21
$t_{LPT-1,LPT-2,1-32,1-33,1-34}$					0,21
1-36	1	0	0,032	100,00	0,02
	1	0	0,101	79,80	0,01
	1	0	0,098	80,80	0,07
t_{1-36}					0,11
1-38	0	1	0,093	82,80	0,02
	0	1	0,086	85,60	0,02
	0	1	0,028	100,00	0,03
t_{1-38}					0,06

8 lentelė. Tęsinys

	Vaikai	Suaugusieji	Žmonių srauto tankis D, m ² /m ²	Greitis V, m/min	Žmonių judėjimo laikas t, min
1-36, 1-38	1	1	0,012	100,00	0,04
	1	1	0,013	100,00	0,03
<i>t</i> _{1-36,1-38}					0,07
1-43	15	1	2,706	15,00	0,06
	15	1	0,230	56,10	0,09
	15	1	0,055	98,00	0,05
<i>t</i> ₁₋₄₃					0,20
1-45	1	0	0,014	100,00	0,06
	1	0	0,041	100,00	0,01
	1	0	0,003	100,00	0,05
<i>t</i> ₁₋₄₅					0,13
1-48	0	1	0,046	100,00	0,02
	0	1	0,008	100,00	0,03
	0	1	0,008	100,00	0,03
<i>t</i> ₁₋₄₈					0,09
1-36, 1-38, 1-43, 1-45, 1-48	17	3	1,827	15,00	0,06
	17	3	0,291	48,17	0,05
	17	3	0,206	59,22	0,04
<i>t</i> _{1-36,1-38,1-43,1-45,1-48}					0,15
1-49	36	4	0,009	100,00	0,33
	36	4	1,032	15,00	0,16
	36	4	0,731	21,76	0,11
<i>t</i> ₁₋₄₉					0,60